

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A.

PLAN DE DESARROLLO

SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS

LOCALIDAD DE PICHIDANGUI

COMUNA DE LOS VILOS – IV REGIÓN DE COQUIMBO

PLAN DE DESARROLLO

VERSIÓN CORREGIDA, SEPTIEMBRE DE 2020

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A.

PLAN DE DESARROLLO
SERVICIOS PÚBLICOS SANITARIOS
LOCALIDAD DE PICHIDANGUI
COMUNA DE LOS VILOS – IV REGIÓN DE COQUIMBO

PLAN DE DESARROLLO

RENE ROCO INOSTROZA
Ingeniero Civil
Universidad de Chile

VERSIÓN CORREGIDA, SEPTIEMBRE DE 2020

PLAN DE DESARROLLO
SERVICIOS PÚBLICOS SANITARIOS
LOCALIDAD DE PICHIDANGUI
COMUNA DE LOS VILOS - IV REGIÓN

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
<i>Objetivos del trabajo</i>	<i>1</i>
<i>Estudios y proyectos disponibles.....</i>	<i>2</i>
1 DEFINICIÓN DEL AREA DE CONCESION Y TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.....	3
1.1 PLANO DEL TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO..	3
1.1.1 <i>Área del proyecto. Situación geográfica</i>	<i>3</i>
2 CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS EXISTENTES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	6
2.1 CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	6
2.1.1 <i>Servicio de Agua Potable.....</i>	<i>6</i>
2.1.2 <i>Servicio de Alcantarillado</i>	<i>10</i>
2.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA	23
2.2.1 <i>Obras Generales.....</i>	<i>23</i>
2.2.2 <i>Redes</i>	<i>23</i>
3 PROYECCIÓN DE DEMANDAS. 15 AÑOS.....	25
3.1 PROYECCION DE POBLACION Y CLIENTES	25
3.1.1 <i>Antecedentes Censales.....</i>	<i>25</i>
3.1.2 <i>Antecedentes Históricos de ESSSI.....</i>	<i>26</i>
3.1.3 <i>Proyección adoptada.....</i>	<i>27</i>
3.2 COEFICIENTES DE CONSUMO.....	28
3.3 PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE.....	30
3.3.1 <i>Cobertura de Agua Potable</i>	<i>30</i>
3.3.2 <i>Dotaciones de Agua Potable</i>	<i>30</i>
3.3.3 <i>Pérdidas de Agua Potable</i>	<i>31</i>
3.3.4 <i>Proyección Adoptada</i>	<i>31</i>
3.4 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS	34
3.4.1 <i>Cobertura de Alcantarillado.....</i>	<i>34</i>
3.4.2 <i>Factor de Recuperación</i>	<i>34</i>
3.4.3 <i>Factores de Producción de Aguas Servidas</i>	<i>35</i>
3.4.4 <i>Caudales de Infiltración y Aguas Lluvia</i>	<i>35</i>
3.4.5 <i>Proyección Adoptada</i>	<i>35</i>
4 BALANCE OFERTA DEMANDA	37
4.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA POTABLE.....	37
4.1.1 <i>Balance Oferta Demanda de Producción</i>	<i>37</i>

4.1.2	<i>Balance Oferta Demanda de Distribución</i>	56
4.2	BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS	61
4.2.1	<i>Balance Oferta - Demanda de Recolección</i>	61
4.2.2	<i>Balance Oferta - Demanda de Disposición</i>	64
5	SOLUCIÓN DEFINIDA POR LA EMPRESA	70
5.1	SISTEMA DE AGUA POTABLE	70
5.1.1	<i>Producción</i>	70
5.1.2	<i>Distribución</i>	72
5.2	SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS	73
5.2.1	<i>Recolección</i>	73
5.2.2	<i>Disposición</i>	74
5.3	RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS	75
6	PROGRAMA DE INVERSIONES	78
7	CRONOGRAMA DE OBRAS	82

ANEXOS

1. PLANO DEL AREA DE CONCESIÓN
2. DIAGRAMAS DE OBRAS EXISTENTES Y PROYECTADAS
3. ANTECEDENTES DE DERECHOS DE AGUAS
4. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS
5. CÁLCULO DE PLANTAS ELEVADORAS
6. ANÁLISIS HIDRAULICO REDES DE DISTRIBUCIÓN Y RECOLECCIÓN
7. FICHA DE ANTECEDENTES TECNICOS
8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE ABASTECIMIENTO

PLAN DE DESARROLLO
SERVICIOS PÚBLICOS SANITARIOS
LOCALIDAD DE PICHIDANGUI
COMUNA DE LOS VILOS - IV REGIÓN DE COQUIMBO

INTRODUCCIÓN

Objetivos del trabajo

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar la Actualización del Plan de Desarrollo para el adecuado abastecimiento de los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas para la zona de concesión **Localidad de Pichidangui**, perteneciente a la **Comuna de Los Vilos** en la **Cuarta Región de Coquimbo**.

La concesionaria de los servicios es la **Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A.** por concesión otorgada mediante Decreto Supremo MOP N° 309, tramitado con fecha 05.05.2004.

Según la definición dada en la Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo, corresponde la elaboración completa del Plan de Desarrollo de la concesión, el cual reemplaza y pone al día, al Plan de Desarrollo anterior.

En este proceso se presentan las soluciones requeridas para reponer, extender, y ampliar las instalaciones oportunamente, a fin de responder a los requerimientos de la demanda del servicio en un nuevo periodo de 15 años.

La presente actualización del Plan de Desarrollo considera la entrega de un documento integral, autosuficiente, que no depende de versiones anteriores y cuyo contenido se ajusta a lo señalado en la Guía de Elaboración de los Planes de Desarrollo de noviembre de 2009 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

De acuerdo con lo señalado en la Guía, en esta instancia se entregará un Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica, el Programa de Inversiones y el Cronograma de Obras.

El año de Actualización del Plan de Desarrollo es el año cero del estudio y corresponde al último año de vigencia del estudio anterior.

El Estudio de Prefactibilidad corresponde al estudio técnico económico, en un horizonte de tiempo dado, que permite definir las soluciones necesarias para mantener la continuidad y calidad de los servicios. El Estudio de Prefactibilidad se basará en el diagnóstico del estado y capacidad de la infraestructura de los sistemas y en la

determinación de los déficits actual y futuros, lo que permitirá definir soluciones a nivel de planificación. El Programa de Inversiones corresponde al documento que contiene las inversiones que se ejecutarán en los 15 años del período de previsión.

Por su parte el Cronograma de Obras o Cronograma Base contiene, al igual que el programa de inversiones, la planificación de las obras comprometidas en el período de previsión de 15 años pero su presentación es una lista que indica la obra, el año de su entrada en operación y la inversión estimada y que permite incorporar los ajustes que pudieren requerirse.

En la elaboración del cronograma, se ha considerado que las obras tendrán que estar operativas al inicio del año (1° de enero) en que se producirá el déficit según el balance oferta demanda o que se requiera la reposición de infraestructura.

Las obras se identificarán con una precisión tal que permita su identificación posterior en forma inequívoca y su fiscalización.

El año de Actualización del Plan de Desarrollo (2019) corresponde al año cero del estudio y por lo tanto el primer año del Plan de Desarrollo corresponde al año siguiente a su elaboración (2020).

Estudios y proyectos disponibles

Para la elaboración de este trabajo se han consultado los siguientes antecedentes relativos a la zona en estudio:

- Plan Regulador Urbano de Pichidangui. Aprobado por Resolución N° 001 del 06.01.1989 de la SEREMI MINVU IV Región.
- Plancheta Pichidangui - Quilimarí, escala 1:50000 del IGM, referida al Datum Provisorio Sudamericano de 1956.
- Actualización del Plan de Desarrollo de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado de Pichidangui. Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. 2014.
- Proceso Tarifario de Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. Concesión Pichidangui. "6° Proceso de Fijación de Tarifas, 2015-2020".

1 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

1.1 PLANO DEL TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

1.1.1 Área del proyecto. Situación geográfica.

La localidad de Pichidangui se encuentra en la comuna de Los Vilos, provincia de Choapa en la IV Región del país o Región de Coquimbo.

Pichidangui es un balneario costero ubicado cercano al límite sur poniente de la IV Región. Sus coordenadas geográficas son 32° 10' de latitud sur y 71° 30' de longitud oeste. Su altitud media es de 10 m.s.n.m. Dista unos 200 km de la ciudad de Santiago y unos 270 km de La Serena, capital regional. Su ubicación geográfica se muestra en la Figura N° 1.

La región mantiene en toda su extensión una estructura de valles transversales. En la parte meridional se aprecia la formación del valle longitudinal de Chile. En este sector la costa es abrupta y accidentada. El balneario de Pichidangui se sitúa en la planicie litoral de la Cordillera de la Costa, extendiéndose sobre una superficie de unas 200 hás.

En general la IV Región está conformada por tres hoyas hidrográficas cuyos ríos principales (Elqui, Limarí y Choapa) han dado origen a las tres provincias de la región.

El río Elqui, con una extensión de 240 km abarca una hoya hidrográfica de 9.600 km². Está constituido por dos tributarios principales, los ríos Claro y Turbio.

El río Limarí, con una extensión estimada de 200 km, está formado por dos ríos cordilleranos, el Grande y el Hurtado.

El río Choapa que se ubica en la provincia de Choapa en el límite sur de la IV región, abarca una hoya hidrográfica de 8.100 km². Se inicia en la zona andina por la confluencia de los ríos Totoral y Chicharra. En el sector cordillerano el Choapa recibe las aguas de los ríos Cuncumén y el Chalinga y en su curso medio recibe las aguas de su afluente principal, el Illapel. El río Choapa tiene escurrimiento superficial sólo algunos meses del año. Desarrolla su lecho al norte del balneario de Pichidangui y de su curso subterráneo se obtiene el agua que abastece a la población.

El límite urbano de la localidad de Pichidangui fue establecido por Resolución N° 001 del 06.01.1989 del SEREMI MINVU IV Región.

Los límites del área geográfica donde se presta el servicio con sus coordenadas UTM son los que se muestran en el Cuadro N° 1 de la página siguiente:

CUADRO N° 1
LIMITES DE LA ZONA DE CONCESION
 Coordenadas referidas al Datum WGS 84 Huso 19

VÉRTICE	COORDENADAS UTM	
	NORTE (m)	ESTE (m)
A	6.440.110	261.196
B	6.440.711	261.766
C	6.440.753	262.729
D	6.440.790	262.836
E	6.441.171	262.687
F	6.441.204	262.761
G	6.441.740	262.543
H	6.441.909	262.355

De acuerdo con lo señalado en la Guía se adjunta en **Anexo N° 1 “Plano del Área de Concesión”**, es un único plano, escala 1:10.000, con sus vértices definidos en base a coordenadas UTM. Las coordenadas están referidas al Datum WGS 84 Huso 19. Las curvas de nivel fueron obtenidas de topografías realizadas por la empresa, todas referidas a Puntos de Referencia oficiales del IGM. Se entrega una copia en papel y en formato digital.

Figura N° 1
Ubicación Geográfica



2 CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS EXISTENTES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

2.1 CATASTRO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

2.1.1 Servicio de Agua Potable

2.1.1.1) Etapa de Producción

a) Fuentes y Derechos de agua

La fuente de abastecimiento de agua de la localidad de Pichidanguí la constituyen las aguas subterráneas.

La Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. cuenta con los siguientes derechos de aprovechamiento de aguas para el abastecimiento de la localidad de Pichidanguí:

**CUADRO N° 2.1
DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS**

CONCESION	CAUDAL l/s	RES. DGA	INSCRIPCION CBR				PROPIETARIO	OBSERVACIONES
		N°/AÑO	Fs.	N°	AÑO	CBR		
PICHIDANGUI	25	163/1969	27 vta.	20	2004	Los Vilos	ESSSI	Noria Quilimarí
	11	429/2002	28	21	2004	Los Vilos	ESSSI	Noria Quilimarí
	5	404/1985	65	81	2017	Los Vilos	ESSSI	ESSSI adquirió 5 l/s de 25 l/s otorgados
	15		39	39	2001	Los Vilos	Comunidad Los Cerrillos	Arriendo Noria Cerrillos
	15		98	143	2012	Los Vilos	CLAUS ENGEL	Arriendo Dren
TOTAL DERECHOS	71							

b) Captaciones Subterráneas

La captación está formada por dos norias (Quilimarí y Cerrillos) y un dren a orillas del río Quilimarí con las siguientes características:

- Noria Quilimarí: H = 7,3 m. D = 3000 mm
- Noria Cerrillos: H = 4,8 m. D = 1200 mm
- Dren: L = 330 m. D = 1000 mm

c) Estanques

El sistema de producción cuenta con un estanque metálico, elevado H=10 m, con un volumen de 28 m³, ubicado en el recinto de tratamiento de agua potable, que se utiliza para el retrolavado de los filtros y como estanque de aspiración para las bombas que impulsan al estanque de regulación.

d) Plantas elevadoras

El sistema de producción cuenta con cuatro plantas elevadoras:

- Planta elevadora Noria Cerrillos, que impulsa el agua desde esta noria hacia la PE de Baja.
- Planta Elevadora Dren Quilimarí, que impulsa el agua desde el dren hacia la PE de Baja.
- Planta Elevadora de Baja Presión, ubicada en la captación de la Noria Quilimarí y que impulsa hacia el recinto de la planta de filtros.
- Planta Elevadora de Alta Presión, ubicada en el recinto de la planta de filtros y que hacia el estanque de regulación ubicado en el pueblo.

CUADRO N° 2.2
EQUIPOS PLANTAS ELEVADORAS DE AGUA POTABLE

DESIGNACION	MARCA	CAUDAL (l/s)	ALTURA ELEVACION (m)
PE Noria Cerrillos		15	
PE Dren Quilimarí		10	
PE BAJA Equipo N° 1	VOGT	24	27,5
PE BAJA Equipo N° 2	VOGT	24	27,5
PE BAJA Equipo N° 3	VOGT	26	28,0
PE BAJA Equipo N° 4		26	28,0
PE ALTA Equipo N° 1	VOGT	25	86,0
PE ALTA Equipo N° 2	VOGT	20	87,0

e) Plantas de Tratamiento

Se cuenta con las siguientes plantas:

- Planta de filtros para la remoción de hierro y manganeso. Se cuenta con dos filtros en presión de 2,10 m de diámetro con una capacidad máxima de tratamiento de 12 l/s cada uno. Se dispone de equipos dosificadores Wallace & Tiernan para el agregado de permanganato de potasio y precloración. Está ubicada en el recinto de tratamiento a orillas del río Quilimarí.
- Planta de Osmosis Inversa para la remoción de cloruros y SDT, tiene una capacidad de producción de 8 l/s de agua osmosada. Está ubicada en el mismo recinto que ocupa la planta de tratamiento de aguas servidas a la orilla de la Ruta 5 Norte.

f) Conducciones

La conducción de las aguas crudas desde la planta elevadora de baja presión a la planta de filtros en presión se realiza mediante dos conducciones paralelas: una impulsión antigua de asbesto cemento y una impulsión nueva de HDPE y acero. La conducción de las aguas tratadas se realiza desde la planta de filtros en presión a la planta de osmosis inversa mediante una conducción PVC que reemplazó a la antigua impulsión de asbesto cemento. El detalle de ambas conducciones se muestra en los cuadros siguientes:

CUADRO Nº 2.2.a
CONDUCCIONES DE AGUA POTABLE

DESIGNACION	MATERIAL	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)
PE Baja Antigua	Asbesto cemento	171	150
PE Baja. Nueva	HDPE	120	200
PE Baja. Nueva	Acero	51	200
	TOTAL	342	

CUADRO Nº 2.2.b
CONDUCCIONES DE AGUA POTABLE

DESIGNACION	MATERIAL	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)
PE Alta.	PVC	3.500	160
PE Alta.	Acero	21	150
	TOTAL	3.521	

g) Centros de desinfección

La desinfección se realiza en tres etapas:

- Precloración en la salida de la planta elevadora de baja presión, mediante la aplicación de hipoclorito por medio de un equipo dosificador marca Wallace & Tiernan instalado en la sala de bombas.
- Cloración en la salida de la planta elevadora de alta presión, mediante la aplicación de hipoclorito por medio de dos equipos dosificadores marca Wallace & Tiernan instalados en la caseta de desinfección y comandos ubicada en el recinto de la planta de filtros.
- Postcloración a la llegada de la impulsión de la planta elevadora de alta presión al estanque de distribución: mediante la aplicación de hipoclorito por medio de dos equipos dosificadores marca Wallace & Tiernan instalados en la caseta de desinfección ubicada en el recinto del estanque.

h) Centros de fluoruración

No se realiza fluoruración.

i) Macromedidores

La macromedición se realiza a la llegada del agua cruda a la planta de tratamiento. Se trata de un sensor de flujo electromagnético marca SIEMENS modelo MAGFLO 5100W de 150 mm de diámetro.

- j) Equipos generadores eléctricos de respaldo.
En época de verano y de altos consumos se cuenta con un equipo generador eléctrico de respaldo arrendado.

2.1.1.2) Etapa de Distribución

a) Estanques de regulación

El sistema de agua potable cuenta con dos estanques de regulación.

- Estanque V=500 m³, ubicado en el recinto de calle El Atún N° 100, en el punto más alto de la localidad. Se trata de un estanque de hormigón armado, semienterrado, que se encuentra en buenas condiciones de mantención.
- Estanque V=100 m³, ubicado en el recinto de calle El Atún con calle La Raya. Se trata de un estanque de hormigón armado, semienterrado. Tanto el estanque como sus instalaciones anexas fueron recientemente refaccionados y se encuentran en buenas condiciones de mantención.

b) Red de distribución

La red de distribución de Pichidanguí se alimenta desde el estanque de regulación por medio de una cañería de PVC D=150 mm y 30 m de longitud.

La red está compuesta solamente por cañería de PVC y HDPE, su longitud es de unos 17.816 m de acuerdo al detalle que se adjunta en el Cuadro N° 2.3.

CUADRO N° 2.3
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

DIÁMETRO (mm)	HDPE (m)	PVC (m)	TOTAL (m)
75	0	870	870
90	0	953	953
110	6.220	8.948	15168
140	0		0
160	0	597	597
200	0	228	228
TOTAL	6.220	11.596	17.816

- Planta elevadora de distribución
El sector alto de la localidad, que rodea al estanque de distribución de 500 m³ (sobre la cota 20) cuenta con una red sectorizada que se abastece desde una planta elevadora Q=3 l/s, H=25 m, con un sistema de hidroneumático que se alimenta desde el estanque. Por las escasas viviendas existentes en el sector, este sistema se hace funcionar solamente en verano.
- Arranques
A diciembre de 2018 hay un total de 1144 arranques de agua potable, según el siguiente detalle:

CUADRO N° 2.4
ARRANQUES SEGÚN DIAMETRO

DIÁMETRO (mm)	ARRANQUES (Nº)
13	907
19	222
25	12
50	2
75	1
TOTAL	1.144

- Grifos
Existe un total de 50 grifos contra incendio.
- Válvulas
Existe un total de 70 válvulas de corte.

2.1.1.3) Cuadros y esquemas

Al final de este capítulo se incluyen los cuadros con información de la Base de Infraestructura, en formato Excel, actualizados a la fecha del presente Plan de Desarrollo.

En el **Anexo N° 2 Diagrama de Obras Existentes y Proyectadas** se incluyen los esquemas de los sistemas de agua potable y alcantarillado con simbología tipo.

2.1.2 Servicio de Alcantarillado

2.1.2.1) Etapa de Recolección

a) Plantas elevadoras de recolección

Existe una planta elevadora de recolección (PEAS Barroilhet) la cual evacua las aguas servidas del sector poniente de la localidad y que antiguamente descargaba directamente al mar. Esta planta está ubicada al sur poniente de la localidad en la intersección de la Av. Barroilhet con Av. Costanera y está compuesta por dos equipos de elevación idénticos según se muestra en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 2.5
EQUIPOS PLANTA ELEVADORA DE RECOLECCIÓN

DESIGNACION	MARCA	CAUDAL (l/s)	ALTURA ELEVACION (m)
PE Barroilhet	AFEC	15	18
PE Barroilhet	AFEC	15	18

b) Conducciones de recolección

Se trata de la impulsión de la planta elevadora Barroilhet. Es una cañería de PVC que lleva las aguas servidas desde la planta elevadora hasta la CI ubicada en Av. Costanera con La Raya, según el siguiente detalle:

CUADRO N° 2.6
CONDUCCIONES DE RECOLECCION

DESIGNACION	MATERIAL	LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)
PE Barroilhet	PVC	550	110
PE Barroilhet	PVC	544	160
	TOTAL	1.094	

c) Red de colectores

A la fecha, la red de recolección tiene una longitud total de unos 6.497 m según el detalle que se muestra en el Cuadro N° 2.7.

CUADRO N° 2.7
RED DE RECOLECCION DE AGUAS SERVIDAS

DIÁMETRO (mm)	PVC (m)	ASB-CEM (m)	CCC (m)	TOTAL (m)
75	116			116
100		91		91
110	1.260			1260
160	400			400
200	3.661		1.004	4665
350			81	81
TOTAL	5.437	91	1.085	6.613

e) Equipos generadores eléctricos de respaldo

Para el respaldo eléctrico de la planta elevadora de Barroilhet se cuenta con un generador eléctrico portátil.

2.1.2.2) Etapa de Disposición

a) Planta de tratamiento de aguas servidas

La Planta de Tratamiento de Pichidangui está basada en el sistema de Lombrifiltro o Sistema Tohá. Está formada por dos módulos de 20 m de ancho por 40 m de largo, haciendo una superficie total de tratamiento de 1.600 m².

Las aguas tratadas son sometidas a un proceso de desinfección. Se cuenta con dos

dosificadores de hipoclorito de sodio de las siguientes características:

Marca: ALLDOS EICHLER GMBH
Capacidad: 9 l/hora

El efluente del tratamiento se hace pasar enseguida por una cámara de contacto previamente a su descarga al curso receptor. La cámara de contacto está formada por un tubo de hormigón de 400 mm de diámetro y 35 m de longitud.

b) Plantas elevadoras de disposición

Existen dos plantas elevadoras de disposición:

- PEAS Jean Lafitte, ubicada en la calle del mismo nombre, impulsa las aguas servidas de la totalidad de la localidad hasta la planta elevadora de cabecera ubicada a la entrada de la planta de tratamiento.
- PEAS de cabecera ubicada en el recinto de la planta de tratamiento, impulsa las aguas a través del sistema de lombrifiltros.

Las características de cada planta elevadora son las siguientes:

CUADRO N° 2.8
EQUIPOS PLANTAS ELEVADORAS DE DISPOSICION

DESIGNACION	MARCA	CAUDAL (l/s)	ALTURA ELEVACION (m)
PE Jean Lafitte		15	41
PE Jean Lafitte		15	41
PE PTAS		15	4
PE PTAS		15	4

c) Conducciones de disposición

Se trata de las impulsiones de las plantas elevadoras de disposición.

- La impulsión de la planta elevadora Jean Lafittes es una cañería de PVC D=160 y 200 mm y 2.513 m de longitud que lleva las aguas servidas desde esta planta elevadora hasta la planta elevadora de cabecera ubicada en la planta de tratamiento. Esta impulsión ha sufrido constantes roturas por sobrepresiones, por lo cual ESSSI ha debido cambiar algunos tramos iniciales por cañería de acero D=200 mm.
- La impulsión de la planta elevadora de cabecera es una cañería de PVC D=160 mm y 12 m de longitud que lleva las aguas servidas desde la planta elevadora hasta el sistema de distribución de la planta de tratamiento.

d) Equipos generadores eléctricos de respaldo

Tanto la planta elevadora Jean Lafitte como la PEAS de cabecera cuentan con equipos generadores de respaldo, cada una cuenta con un grupo electrógeno de 30 kVA de potencia.

2.1.2.3) Cuadros y esquemas

Al final de este capítulo se incluyen los cuadros con información de la Base de Infraestructura, en formato Excel, actualizados a la fecha del presente Plan de Desarrollo.

En el **Anexo N° 2 Diagrama de Obras Existentes y Projectadas** se incluyen los esquemas de los sistemas de agua potable y alcantarillado con simbología tipo.

I. SERVICIO DE AGUA POTABLE											
I.1. ETAPA DE PRODUCCION											
A. CAPTACIONES SUPERFICIALES: NO HAY											
Código	Nombre	Tipo	Dimensiones Barrera		Altura Torre	Desarenador	Caudal de	Capacidad Actua	Derechos de Agua		
		Longitud Barrer	Alto Barrera		(SI/NO)	Diseño	de Producción	Derechos	Registro en		
			(m)	(m)	(m)		(l/s)	(l/s)	(l/s)	la D.G.A.	
B. CAPTACIONES SUBTERRANEAS											
Código	Nombre	Tipo	Profundidad	Diámetro	Longitud	Nivel Estático	Punteras	Caudal de	Capacidad Actual	Derechos de Agua	
		(1)	(m)	(2)	(3)	(m)	Nº	(l/s)	(l/s)	Derechos	Registro en
	Noria Quilimarí	Noria	7,3	3000		1,23		30	25	25	
D1-PICHI-QUI	Dren Quilimarí	Dren	2,5	1000	140			15	10	15	
N2-PICHI-LOS	Noria Cerrillos	Noria	4,33	3000		3,00		25	14	8	
	Noria Quilimarí 2	Noria	6	3000						11	
	Noria Laguna	Noria								5	
(1) Sondaje, Noria, Dren, Punteras											
(2) Unidades: Sondaje en pulgadas, Dren en mm y Punteras en mm.											
(3) Corresponde a los drenes											
C. ESTANQUES:											
Código	Nombre	Tipo	Material	Volumen	Altura de Torre	Cota de Radier	Cota aguas má	Conservación			
		(1)		(m3)	(m)	Cuba (m.s.n.m.)	(m.s.n.m.)				
	FILTROS	E	ACERO	28	10	12,2	15,3	B			
(1) Semienterrado (SE), Elevado (E)											

D. PLANTAS ELEVADORAS

Código	Nombre	Tipo	Caudal Diseñ	ac. ActualProd	Altura Elevació	Conservación
		(1)	(l/s)	(l/s)	(m)	
PEAP-PICHI-3	PE DREN	B	15	10	30	B
	PEAP de BAJA	A	25	24	27,5	B
	PEAP de BAJA	A	25	24	27,5	B
	PEAP de BAJA	A	25	26	28,0	B
	PEAP de BAJA	A	25	26	28,0	B
	PEAP de ALTA	A	25	25	86,0	B
	PEAP de ALTA	A	25	20	87,0	B

(1)Estanques de aspiración y sala de máquinas separados (A), Bombas en el interior del estanque de aspiración (B), Planta elevadora de sondajes y norias (C), Planta elevadora de vacío (D), Bomba Booster (E).

(2) Altura de elevación manométrica (altura geométrica + pérdidas)

E. PLANTAS DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE

Código	Nombre	Tipo	Caudal de	apacidad Actu	Desinfección	Flúor	Elemento a	Conservación	Observaciopn
		(1)	Diseño	Tratamiento	(SI/NO)	(SI/NO)	Abatir		
			(l/s)	(l/s)			(2)		
	Filtros en Presión	FP	24	24	SI	NO	Fe, Mn	B	Recinto Quilimrí
	Filtros en Presión	FP	12	12	SI	NO	Fe, Mn	B	Noria Laguna
OSM-PICHI	Osmosis Invers	OI	8	8	SI	NO	Cloruros, SDI	B	

(1) Filtro en Presión (FP), Filtro Rápido (FR), Osmosis Inversa (OI), Filtro Lento (FL)

(2) Turbiedad (T), As, Mn, Fe, Color, Otro (especificar).

F. CONDUCCIONES (ADUCCIONES, IMPULSIONES, ACUEDUCTOS)												
Código	Nombre	Sistema que abastece	Tipo (1)	Diámetro (mm)	Longitud (m)				Longitud Total (m)	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad Actual (l/s)	Conserv.
					Cem. Asbesto	PVC	Acero	HDPE				
	Noria Quilimarí	Pichidangui	I	150			39		39	22	22	B
	Impulsion de Baj	Pichidangui	I	200				171	171	22	22	B
	Impulsion de Baj	Pichidangui	I	150	171				171	22	22	B
	Impulsion de Alta	Pichidangui	I						0	25	25	B
	Impulsion de Alta	Pichidangui	I	160				2675	2675	25	25	B
				TOTAL (m)	171	0	39	2846	3056			
(1): Aducciones (A), Impulsiones (I) y Acueductos (Ac)												
G. CENTRO DE CLORACION						H. CENTRO DE FLUORURACION: NO HAY						
Código	Nombre	Tipo de Desinfección (1)	Caudal de Diseño (l/s)	Capacidad Actual (l/s)	Conservación	Código	Nombre	Tipo (1)	Caudal Diseño (l/s)			
	Pre Cloracion	H	22	22	B							
	Centro Cloracion	H	22	22	B							
(1) Gas Cloro (G), Hipoclorito de Sodio (H)						(1) Líquido (L), Polvo (P)						
I. MACROMEDIDORES				J. ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESION: NO HAY				K. GRUPO ELECTROGENO: NO HAY				
Código	Tipo (1)	Diámetro (mm)	Conservación	Código	Tipo (1)	Diámetro (mm)	Código	Potencia KVA	INST.			
	M	150	B									
	E	150	B									
(1) Electromagnético (E), Ultrasónico (US)				(1) Tipo Monovar (M), Tipo Clayton (C), Otro (especificar)								
Presión Diferencial (PD), Mecánico (M), Otro (especificar)												

I.2. ETAPA DE DISTRIBUCION**A. CENTRO DE RECLORACION:**

Código	Nombre	Tipo de Desinfección	Caudal de Diseño	Capacidad	Conservación
		(1)	(l/s)	(l/s)	
	Recloracion	H	21	21	B

(1) Gas Cloro (G), Hipoclorito de Sodio (H)

B. ESTANQUES DE REGULACION

Código	Nombre	Tipo	Material	Volumen	Altura de Torre	Cota de Radier	Cota de nivel de	Conservación
		(1)		(m3)	(m)	Cuba (m.s.n.m)	aguas máx. (m.s.n.m)	
	El Atún	SE	HA	500		32,2	36,2	B
	El Atún 2	SE	HA	200				B

(1) Semienterrado (SE), Elevado (E)

C. PLANTAS ELEVADORAS: NO HAY

Código	Nombre	Tipo	Caudal Diseñado	ac. Actual	Altura Elevación (2)
		(1)	(l/s)	(l/s)	(m)

(1) Estanques de aspiración y sala de máquinas separados (A), Bombas en el interior del estanque de aspiración (B), Bomba Booster (C), Planta elevadora con sistemas hidroneumáticos (D).

(2) Altura de elevación manométrica (altura geométrica + pérdidas)

D. CONDUCCIONES DE DISTRIBUCION:

Código	Nombre	Sector de	Diámetro (mm)	Longitud (m)				Longitud Total (m)	Caudal de Diseño (l/s)	Capac. Actual (l/s)	Conservación
				Cem. Asbesto	PVC	Acero	HDPE				
	Alimentadora	Estanque	150			30		30			B
				0				0			
				0				0			
			TOTAL (m)	0	0	30	0	30			

E. REDES DE DISTRIBUCION

Código	Diámetro (mm)	Longitud (m)						Longitud Total (m)	Conservación
		Red	Cem. Asbesto	PVC	Hierro Dúctil	Acero	HDPE		
	200			228				228	B
	160			597				597	B
	110			8948		6220		15168	B
	90			953				953	B
	75			870				870	B
	TOTAL (m)		0	11596	0	0	6220	0	17816

F. ESTACIONES REDUCTORAS DE PRESION: NO HAY

Código	Tipo	Diámetro
	(1)	(mm)

(1) Tipo Monovar (M), Tipo Clayton (C), Otro (especificar)

G. MACROMEDIDORES: NO HAY

Código	Tipo	Diámetro
	(1)	(mm)

(1) Electromagnético (E), Ultrasonico (US), Presión Diferencial (PD), Mecánico (M), Otro (especificar)

H. ARRANQUES		I. GRIFOS		J. VALVULAS		K. GRUPO ELECTROGENO: NO HAY		
Diámetro	N°	Sistema	N° Grifos	Sistema	N° Válvulas	Código	Potencia	Instalación (1)
13	907	Pichidangui	50	Pichidangui	70		KVA	
19	222							
25	12							
50	2							
75	1							
Total	1144							
(1): Identificar la instalación en la que opera								
INFORMACION A DICIEMBRE 2018								

Código	Nombre	Tipo	Caudal de Diseño	Capac. Actual	Altura Elevación (2)	Conservación				
		(1)	(l/s)	(l/s)	(m)					
	PEAS Barroilhet	B	15	15	18	R-				
(1) Pozo de Aspiración y sala de máquinas separados (A), Bombas en el interior del pozo de aspiración (B).										
(2) Altura de elevación manométrica (altura geométrica + pérdidas)										
B. CONDUCCIONES DE RECOLECCIÓN:										
Código	Nombre	Tipo	Diámetro	Longitud (m)			Longitud Total	Caudal de Diseño	Capac. Actual	Conservación
		(1)	(mm)	PVC	Acero	HDPE	(m)	(l/s)	(l/s)	
	Impulsion Barroilhet	I	110	550			550	15,0	15,0	B
	Impulsion Barroilhet	I	160	544			544	15,0	15,0	B
			TOTAL (m)	1094			1094			
(1) Acueducto (Ac), Impulsión (I), Aducción (A)										
C. RED DE COLECTORES										
Código de Red	Diámetro (mm)	Longitud (m)					Longitud Total (m)	Conservación		
		Cem. Asbesto	PVC	Acero	CCC	PRFV				
	75		116				116	B		
	100	91					91	B		
	110		1260				1260	B		
	160		400				400	B		
	200		3661		1004		4665	B		
	350				81		81	B		
	TOTAL (m)	91	5437	0	1085	0	6613			

D. UNIONES DOMICILIARIAS		E. GRUPO ELECTROGENO: NO HAY					
Díámetro	Nº	Código	Potencia KVA	Instalación (1)			
110	532						
TOTAL	532						
(1): Identificar la instalación en la que opera							
II.2. ETAPA DE DISPOSICION							
A. PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS:							
Código	Nombre	Tipo (1)	Caudal de Diseño (l/s)	Capac. Actual Trat. (l/s)	Tratam. Terciario SI/NO	Desinfección SI/NO	Conservación
	PTAS	Lombrifiltro	10,0	10,0		SI	B
(1) Lagunas de estabilización (LE), Lagunas Aireadas (LA), Lodos Activados (LAC).							
B. PLANTAS DE TRATAMIENTO PRELIMINAR: NO HAY							
Código	Nombre	Rejas (SI/NO)	Desarenador (SI/NO)	Desgrasador (SI/NO)	Caudal de Diseño (l/s)	Capac. Actual Trat. (l/s)	

C. PLANTAS ELEVADORAS DE DISPOSICION:							D. GRUPO ELECTROGENO:			
Código	Nombre	Tipo	Caudal de Diseño	Capacidad Máx.	Altura de Elevació	Conservación	Código	Potencia	Instalación (1)	
		(1)	(l/s)	(l/s)	(m)			KVA		
	PEAS Capitan la	B	14,13		41,0	B		30	PEAS C Lafitte	
	PEAS PTAS	B	14,13		3,3	B		3	PEAS PTAS	
(1) Pozo de Aspiración y sala de máquinas separados (A), Bombas en el interior del pozo de aspiración (B).							(1): Identificar la instalación en la que opera			
(2) Altura de elevación manométrica (altura geométrica + pérdidas)										
E. CONDUCCIONES DE DISPOSICION										
Código	Nombre	Tipo	Diámetro	Longitud (m)					Longitud Total	Conservación
				Cem. Asbesto	PVC	Acero	Hormigón	HDPE		
		(1)	(mm)						(m)	
	Imp Capitán Lafitte	I	160		1691				1691	B
	Imp Capitán Lafitte	I	200		822				822	B
	Imp PEAS PTAS	I	160		12				12	B
			TOTAL (m)		2525				2525	
(1) Acueducto (Ac), Impulsión (I), Aducción (A)										
F. EMISARIO AGUAS TRATADAS: NO HAY										
Código	Diámetro	Longitud (m)					Longitud Total	Caudal de Diseño		
		Cem. Asbesto	PVC	Hormigón	HDPE	Acero				
	(mm)						(m)	(l/s)		
	TOTAL (m)									
INFORMACION A DICIEMBRE 2018										

2.2 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA

2.2.1 Obras Generales

En los cuadros de catastro de infraestructura se ha incluido una columna denominada “Conservación”, en la que se ha indicado la condición en que se encuentra.

Las alternativas son:

- B : Si está en buenas condiciones.
- R+ : Si está en condiciones mejores que regular.
- R- : Si está en condiciones menos que regular.
- M : Si está en malas condiciones.

Las obras calificadas con R- y M tendrán asociadas obras de mejoramiento, reparación o reposición en el Programa de Inversiones.

2.2.2 Redes

Según señala la Guía, el diagnóstico de las Redes de Distribución y de Recolección, deberá considerar la información entregada de cortes de suministro de agua potable y cortes de servicio de alcantarillado por obstrucciones (sistema de información PR 013).

De acuerdo con lo señalado en la Guía el N° de cortes se asocia a cuarteles y el N° de obstrucciones a sectores.

Se indicará con diagnóstico M aquellos cuarteles de la red de distribución y sectores de la red de recolección que presenten las siguientes situaciones:

- Cuarteles con 4 o más cortes no programados, en el último año, de responsabilidad de la concesionaria.
- Sectores con 5 o más obstrucciones, de responsabilidad de la concesionaria, en el último año.

Se indicará con diagnóstico R- aquellas partes de la red de distribución y de recolección que presenten las siguientes situaciones:

- Cuarteles con 3 cortes no programados, de responsabilidad de la concesionaria, en el último año.
- Sectores con 4 obstrucciones, de responsabilidad de la concesionaria, en el último año.

Durante el año 2018 no se presentaron eventos de corte de suministro de agua potable o cortes de servicio de alcantarillado por obstrucciones, por lo tanto no hay cuarteles de agua potable o sectores de la red de recolección de aguas servidas que presenten diagnóstico M o R.

No obstante, lo señalado anteriormente, la Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. dará cumplimiento a lo establecido en el Art. N° 35 del DFL N° 382 que señala que "El prestador deberá garantizar la continuidad y la calidad de los servicios, las que sólo podrán ser afectadas por causa de fuerza mayor."

En consecuencia, se consideran incorporadas en nuestros Cronogramas de Obras e Inversiones las reposiciones de aquellas redes de agua potable que presenten cortes no programados de responsabilidad de la empresa; así mismo se consideran incorporadas las reposiciones de aquellos colectores de aguas servidas que presentan obstrucciones de responsabilidad de la empresa.

3 PROYECCIÓN DE DEMANDAS. 15 AÑOS

En atención a lo señalado por la “Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo” de noviembre 2009, el horizonte de análisis para la definición de la solución de abastecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado será de 15 años. El año 0 corresponderá al año de actualización del PD, esto es el presente año 2019.

Tal como señala “la Guía” la proyección de población, clientes y demanda de agua potable y alcantarillado, estará basada en la definida en el último estudio tarifario, sin embargo, el Estudio Tarifario vigente data de 2014 y el nuevo Estudio está en elaboración y aún no cuenta con estudio de demanda definitivo aprobado por la SSS. Por lo tanto, el presente Plan de Desarrollo se basará en un estudio de demanda completamente nuevo, consultándose, si corresponde, el Estudio Tarifario y el Plan de Desarrollo vigentes.

Las proyecciones serán las totales por servicio; no obstante, en el capítulo de balances, se deberán emplear las proyecciones de demanda por sector que sean requeridas. Estas últimas proyecciones por sector deben indicarse con el mismo detalle solicitado para las demandas totales correspondientes a este capítulo.

La localidad de Pichidangui es un balneario que presenta una marcada estacionalidad, por lo tanto, en el presente PD se han identificado los meses de alta demanda y realizado las estimaciones pertinentes de la población de verano, coeficientes de consumo, dotaciones y otros factores que se utilizan para proyectar la demanda del período. En el presente estudio se han determinado poblaciones de verano e invierno, tal como se muestra en el Cuadro N° 3.1, sin embargo, en los cuadros posteriores solamente se muestra la población de verano, que es la crítica y la que determina el dimensionamiento de los distintos componentes de los sistemas.

Se debe hacer notar que no hay sectores abastecidos por la aplicación del Art. 52 bis.

3.1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CLIENTES

3.1.1 Antecedentes Censales.

Se cuenta con la población urbana de la comuna de Los Vilos de los tres últimos censos, tomadas de las publicaciones oficiales del INE (Cuadro N° 3.1.a). Se ha calculado la densidad habitacional (hab/viv) y la tasa de crecimiento anual.

CUADRO N° 3.1.a)
POBLACIÓN URBANA – COMUNA DE LOS VILOS

Censo Año	Población	Viviendas	Densidad	Tasa crecimiento anual	
	(Hab)	(N°)	(Hab/viv)	Población (%)	Vivienda (%)
1992	15.271	5.546	2,75		
2002	17.072	7.504	2,28	1,18%	3,53%
2017	21.382	13.288	1,61	1,68%	5,14%

Se observa en el cuadro anterior el gran aumento en la tasa de crecimiento de viviendas, muy por encima de la tasa de crecimiento de la población, lo que evidencia la gran construcción de viviendas de veraneo, esto trae aparejada la disminución de la densidad de habitantes por vivienda. Hay que considerar que los censos se realizan generalmente en el mes de abril, por lo tanto, la población que entregan es la población permanente.

Se cuenta además con el documento del INE, “Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos”, de septiembre 2005, basado en el censo 2002, el cual entrega la población y viviendas de Pichidangui.

**CUADRO N° 3.1.b)
POBLACIÓN URBANA – BALNEARIO DE PICHIDANGUI**

Censo Año	Población	Viviendas	Densidad
	(Hab)	(N°)	(Hab/viv)
2002	1.226	1.300	0,94

Se observa que la densidad de habitantes por vivienda es mucho menor al promedio comunal, esto se explica ya que Pichidangui es netamente un balneario, en cambio el promedio comunal incluye a la ciudad de Los Vilos con un mayor porcentaje de población permanente.

3.1.2 Antecedentes Históricos de ESSSI.

Se cuenta con la información histórica de clientes de la Empresa en la localidad de Pichidangui, se tomará la información de los últimos cinco años.

**CUADRO N° 3.2.a
INFORMACIÓN HISTÓRICA DE CLIENTES PICHIDANGUI**

AÑO	Cientes	Incremento anual	Incremento anual
	N°	N°	%
2014	1070		
2015	1082	12	1,12%
2016	1106	24	2,22%
2017	1122	16	1,45%
2018	1144	22	1,96%
PROMEDIOS		19	1,73%

Se observa que, si bien no hay una tendencia clara, la tasa de crecimiento de clientes (viviendas) es mucho menor a la tasa de crecimiento de viviendas comunal, esto se explica ya que en Pichidangui no hay proyectos habitacionales de viviendas de verano y la construcción de viviendas es esporádica.

Se puede comparar esta información con la proyección del Plan de Desarrollo vigente, que es la misma del último Estudio Tarifario, y se obtienen los resultados que se muestran en el Cuadro N° 3.2.b) de la página siguiente.

CUADRO N° 3.2.b
COMPARACIÓN PROYECCIONES Y CRECIMIENTO REAL

AÑO	PROYECCIÓN PD VIGENTE									
	POBLACION	CLIENTES	TASAS CRECIMIENTO (%)		DENSIDAD HABIT.	CLIENTES REALES	DIFERENCIA CON PD	INCREMENTO c/r PD	INCREMENTO ANUAL	
	Hab	N°	Población	Clientes	hab/viv	N°	Clientes	%	N°	%
2014	3.344	1.069			3,13	1070	1	0,09%		
2015	3.371	1.078	0,8%	0,8%	3,13	1082	4	0,37%	12	1,12%
2016	3.398	1.086	0,8%	0,7%	3,13	1106	20	1,84%	24	2,22%
2017	3.424	1.095	0,8%	0,8%	3,13	1122	27	2,47%	16	1,45%
2018	3.451	1.104	0,8%	0,8%	3,13	1144	40	3,62%	22	1,96%

Se observa que la tasa de crecimiento real de clientes es prácticamente el doble que la tasa de 0,8% adoptada en el Estudio Tarifario, la que en general corresponde a la tasa de crecimiento estimada por el INE para la comuna de Los Vilos en su estudio "CHILE: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo y Edad. País Urbano-Rural, Período de Información: 1990-2020", Fecha de Publicación: 15 de junio de 2004

3.1.3 Proyección adoptada.

Considerando lo expuesto en los puntos anteriores, en el presente estudio se ha decidido adoptar una tasa de crecimiento constante de 19 clientes al año, igual al promedio de los último cinco años, lo que significa una tasa de crecimiento anual de 1,66% al inicio del período de análisis y una tasa de 1,33% anual al final del período, esto es, se proyectará con una tasa de crecimiento prácticamente del doble a la del PD anterior.

En cuanto a la densidad de habitantes por vivienda, se ha decidido mantener, para la población permanente, el valor del INE del Censo de 2002, esto es 0,94 hab/viv. Para la población de verano, en general en balnearios se estima que esta es del orden de dos a tres veces la población permanente, en el Estudio Tarifario anterior se adoptó el valor de 2,454 veces. Manteniendo este valor se obtiene una densidad de verano de 2,31 hab/viv, valor que se adoptará en el presente estudio.

Se muestra en el Cuadro N° 3.3 de la página siguiente la proyección de población y clientes adoptada.

**CUADRO N° 3.3
PROYECCIÓN DE POBLACIÓN ADOPTADA**

AÑO	POBLACION		CLIENTES	TASAS CRECIMIENTO (%)		DENS.HABIT.	
	Invierno (hab)	Verano (hab)	N°	Población	Cientes	hab/viv (I)	hab/viv (V)
2019	1.093	2.683	1.163			0,94	2,31
2020	1.111	2.727	1.182	1,63%	1,63%	0,94	2,31
2021	1.129	2.770	1.201	1,61%	1,61%	0,94	2,31
2022	1.147	2.814	1.220	1,58%	1,58%	0,94	2,31
2023	1.165	2.858	1.239	1,56%	1,56%	0,94	2,31
2024	1.183	2.902	1.258	1,53%	1,53%	0,94	2,31
2025	1.200	2.946	1.277	1,51%	1,51%	0,94	2,31
2026	1.218	2.990	1.296	1,49%	1,49%	0,94	2,31
2027	1.236	3.033	1.315	1,47%	1,47%	0,94	2,31
2028	1.254	3.077	1.334	1,44%	1,44%	0,94	2,31
2029	1.272	3.121	1.353	1,42%	1,42%	0,94	2,31
2030	1.290	3.165	1.372	1,40%	1,40%	0,94	2,31
2031	1.308	3.209	1.391	1,38%	1,38%	0,94	2,31
2032	1.325	3.253	1.410	1,37%	1,37%	0,94	2,31
2033	1.343	3.296	1.429	1,35%	1,35%	0,94	2,31
2034	1.361	3.340	1.448	1,33%	1,33%	0,94	2,31

3.2 COEFICIENTES DE CONSUMO

Coefficiente del mes de máximo consumo (CMMC): Es el cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual. Para su determinación se recurrirá a las estadísticas de consumos de Pichidangui de los últimos tres años. Los resultados se muestran en el Cuadro N° 3.4 de la página siguiente.

CUADRO N° 3.4
DETERMINACIÓN COEFICIENTE MES DE MÁXIMO CONSUMO

MES	FACTURACIÓN (m3/mes)			CMMC		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
ENERO	34.397	33.175	29.968	2,15	2,17	1,77
FEBRERO	35.936	39.227	36.582	2,25	2,57	2,16
MARZO	16.187	16.782	19.828	1,01	1,10	1,17
ABRIL	8.238	14.894	15.405	0,52	0,98	0,91
MAYO	10.038	7.805	11.581	0,63	0,51	0,68
JUNIO	10.435	5.396	7.484	0,65	0,35	0,44
JULIO	7.098	7.298	9.587	0,44	0,48	0,57
AGOSTO	10.342	6.737	10.272	0,65	0,44	0,61
SEPTIEMBRE	15.356	13.112	14.818	0,96	0,86	0,87
OCTUBRE	14.977	9.947	14.443	0,94	0,65	0,85
NOVIEMBRE	20.411	13.408	16.364	1,28	0,88	0,96
DICIEMBRE	8.537	15.461	17.259	0,53	1,01	1,02

En todos los años el mes de máximo consumo resulta ser febrero, se adoptará el mayor valor, esto es, CMMC: 2,57.

Coefficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC): Es el cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo.

CDMC adoptado es: 1,1.

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 en el mes de máximo consumo (CDMC).

FDMC resultante es: 2,83.

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.

FHMC adoptado es: 1,50.

CUADRO N° 3.5
COEFICIENTES DE CONSUMO

COEFICIENTE	VALOR
CMMC	2,57
CDMC	1,10
FDMC	2,83
FHMC	1,50

3.3 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

3.3.1 Cobertura de Agua Potable

Existe cobertura de 100% en agua potable y a todas las viviendas que se construyen se les instala el servicio de agua potable, por lo tanto, se considera una cobertura de 100% en agua potable constante durante todo el período de previsión del proyecto.

3.3.2 Dotaciones de Agua Potable

Se adoptarán los valores obtenidos según las estadísticas históricas de la Empresa para el balneario de Pichidangui, para los últimos tres años. En el Cuadro N° 3.6 se muestran los consumos unitarios mensuales y promedio anual para los años 2016 al 2018.

**CUADRO N° 3.6
CÁLCULO DE DOTACIONES DE CONSUMO
PICHIDANGUI - AÑOS 2016, 2017 y 2018**

MES	CLIENTES (N°)			FACTURACIÓN (m3/mes)			DOTACION (m3/cliente/mes)		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
ENERO	1.089	1.107	1.124	34.397	33.175	15.854	31,59	29,97	14,10
FEBRERO	1.089	1.110	1.125	35.936	39.227	30.096	33	35,34	26,75
MARZO	1.094	1.111	1.128	16.187	16.782	36.648	14,8	15,11	32,49
ABRIL	1.096	1.117	1.128	8.238	14.894	19.720	7,52	13,33	17,48
MAYO	1.097	1.117	1.131	10.038	7.805	15.363	9,15	6,99	13,58
JUNIO	1.097	1.118	1.131	10.435	5.396	11.507	9,51	4,83	10,17
JULIO	1.098	1.120	1.134	7.098	7.298	7.369	6,46	6,52	6,50
AGOSTO	1.099	1.120	1.137	10.342	6.737	9.494	9,41	6,02	8,35
SEPTIEMBRE	1.100	1.121	1.138	15.356	13.112	10.193	13,96	11,7	8,96
OCTUBRE	1.102	1.122	1.139	14.977	9.947	14.729	13,59	8,87	12,93
NOVIEMBRE	1.104	1.122	1.143	20.411	13.408	14.288	18,49	11,95	12,50
DICIEMBRE	1.106	1.122	1.144	8.537	15.461	16.349	7,72	13,78	14,29
TOTALES	13.171	13.407	13.602	191.952	183.242	201.610	175,2	164,41	178,11
PROMEDIO	1.098	1.117	1.134	15.996	15.270	16.801	14,60	13,70	14,84

Considerando que no hay una tendencia clara, para la proyección de demanda se ha decidido adoptar la dotación promedio, que es 14,38 m3/cliente/mes, la que se mantendrá constante durante todo el período de previsión.

3.3.3 Pérdidas de Agua Potable

Para las pérdidas en distribución se deben adoptar las pérdidas del último año y mantenerlas constantes durante todo el período de previsión. En este estudio, adicionalmente se ha efectuado un análisis de las pérdidas de distribución de los últimos seis años.

Se muestra en el Cuadro N° 3.7 las pérdidas totales (producción más distribución) de los años 2014 al 2019.

**CUADRO N° 3.7
PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE - TOTAL SISTEMA
AÑOS 2014 - 2019**

AÑO	PERDIDAS (%)
2014	28,40%
2015	32,90%
2016	37,70%
2017	49,70%
2018	25,10%
2019	32,30%

Se observa del Cuadro anterior, un aumento de las pérdidas en los años 2016 y 2017. Hay que recordar que la planta de osmosis inversa operó parte de los años 2016 y 2017, y fue detenida a partir del 2018, lo que se refleja claramente en el nivel de pérdidas del sistema. Antes de la operación de la PTOI, el nivel de pérdidas promedio (años 2014 y 2015) fue de 30,7% y posterior a su detención el nivel de pérdidas promedio (años 2018 y 2019) fue de 28,7%. En consideración a lo anterior, en este estudio se adoptará una pérdida de distribución del 30% constante durante todo el período de previsión.

Considerando además que el sistema productivo incluye filtros en presión para el abatimiento de Fe y Mn, para la pérdida en producción se adoptará el mismo criterio definido en el Estudio Tarifario, esto es, en la etapa de producción se consideró una pérdida del 5% del volumen producido.

3.3.4 Proyección Adoptada

En el Cuadro N° 3.8 de la página siguiente se entrega la proyección de demanda en el formato solicitado en la Guía para la elaboración de los Planes de Desarrollo.

CUADRO N° 3.8
PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

AÑO	POBLACIÓN	COBERTURA	POBLACIÓN	ÍNDICE	CLIENTES	DOTACIONES DE CONSUMO	
	TOTAL EN T.O.	AP	ABASTECIDA	HABITACIONAL		POBLACIÓN	CLIENTES
	Hab	%	Hab	Hab/viv		l/hab/día	m ³ /cliente/mes
2020	2727	100	2727	2,31	1182	205	14,4
2021	2770	100	2770	2,31	1201	205	14,4
2022	2814	100	2814	2,31	1220	205	14,4
2023	2858	100	2858	2,31	1239	205	14,4
2024	2902	100	2902	2,31	1258	205	14,4
2025	2946	100	2946	2,31	1277	205	14,4
2026	2990	100	2990	2,31	1296	205	14,4
2027	3033	100	3033	2,31	1315	205	14,4
2028	3077	100	3077	2,31	1334	205	14,4
2029	3121	100	3121	2,31	1353	205	14,4
2030	3165	100	3165	2,31	1372	205	14,4
2031	3209	100	3209	2,31	1391	205	14,4
2032	3253	100	3253	2,31	1410	205	14,4
2033	3296	100	3296	2,31	1429	205	14,4
2034	3340	100	3340	2,31	1448	205	14,4

CUADRO Nº 3.8 (Continuación)
PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

AÑO	CAUDALES DE CONSUMO			PÉRDIDAS		CAUDALES DE PRODUCCIÓN			CAUDALES DE DISTRIBUCIÓN		
	Q medio	Q máx diario	Q máx hora	PRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN	Q medio	Q máx diario	Q máx horario	Q medio	Q máx diario	Q máx horario
	l/s	l/s	l/s	%	%	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2020	6,47	18,30	27,46	5	30	9,73	27,52	41,29	9,24	26,15	39,22
2021	6,57	18,60	27,90	5	30	9,88	27,97	41,95	9,39	26,57	39,85
2022	6,68	18,89	28,34	5	30	10,04	28,41	42,61	9,54	26,99	40,48
2023	6,78	19,19	28,78	5	30	10,19	28,85	43,28	9,69	27,41	41,11
2024	6,88	19,48	29,22	5	30	10,35	29,29	43,94	9,83	27,83	41,74
2025	6,99	19,77	29,66	5	30	10,51	29,74	44,60	9,98	28,25	42,37
2026	7,09	20,07	30,10	5	30	10,66	30,18	45,27	10,13	28,67	43,00
2027	7,20	20,36	30,54	5	30	10,82	30,62	45,93	10,28	29,09	43,64
2028	7,30	20,66	30,99	5	30	10,98	31,06	46,60	10,43	29,51	44,27
2029	7,40	20,95	31,43	5	30	11,13	31,51	47,26	10,58	29,93	44,90
2030	7,51	21,25	31,87	5	30	11,29	31,95	47,92	10,72	30,35	45,53
2031	7,61	21,54	32,31	5	30	11,45	32,39	48,59	10,87	30,77	46,16
2032	7,72	21,83	32,75	5	30	11,60	32,83	49,25	11,02	31,19	46,79
2033	7,82	22,13	33,19	5	30	11,76	33,28	49,91	11,17	31,61	47,42
2034	7,92	22,42	33,63	5	30	11,91	33,72	50,58	11,32	32,03	48,05

3.4 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

3.4.1 Cobertura de Alcantarillado.

La cobertura actual de alcantarillado es del orden del 45% con 535 clientes. Debido a que se trata de un balneario, donde la mayoría son viviendas de verano que tienen un uso estacional, en general ellas cuentan con fosa séptica, existiendo escasa disposición de los usuarios por conectarse a la red pública. En tal condición se aceptará una cobertura máxima de 70% en un plazo de cinco años, la que se mantiene constante durante todo el resto del período de previsión.

3.4.2 Factor de Recuperación.

Se ha calculado el factor de recuperación real en el balneario de Pichidangui, para esto se ha recurrido a la información enviada a la SISS a través de los protocolos SIFAC II y PR023001. Se ha utilizado la estadística de consumos mensuales de agua potable (facturación mensual) y el caudal medio mensual de aguas servidas a la entrada a la PTAS, para el año 2017 y hasta octubre de 2018. Los resultados se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO Nº 3.9
FACTOR DE RECUPERACIÓN DE AGUAS SERVIDAS

MES	FACTURACIÓN (l/s)		CMM (l/s) (1)		FACTOR RECUPERACIÓN	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
ENERO	12,4	11,2	4,0	6,0	0,32	0,54
FEBRERO	16,2	15,1	s/i	4,0		0,26
MARZO	6,3	7,4	4,0	3,8	0,64	0,51
ABRIL	5,7	5,9	3,0	2,9	0,52	0,49
MAYO	2,9	4,3	3,0	3,3	1,03	0,76
JUNIO	2,1	2,9	1,0	2,0	0,46	0,69
JULIO	2,7	3,6	1,0	1,3	0,37	0,37
AGOSTO	2,5	3,8	1,0	3,0	0,40	0,78
SEPTIEMBRE	5,1	5,7	2,2	3,8	0,43	0,66
OCTUBRE	3,7	5,4	3,0	2,4	0,81	0,45
NOVIEMBRE	5,2	6,3	2,6		0,51	
DICIEMBRE	5,8	6,4	1,5		0,26	

(1) CMEM: Caudal Medio Mensual a la entrada a la PTAS.

Se observa del cuadro anterior que el factor de recuperación es relativamente bajo, influenciado obviamente por la baja cobertura de alcantarillado. En este estudio, por seguridad, se mantendrá el valor del Plan de Desarrollo vigente, esto es, FS = 0,8.

3.4.3 Factores de Producción de Aguas Servidas.

La variación de caudales de aguas servidas está dada por el siguiente factor:

- Factor de punta: Coeficiente de Harmon, para población mayor a 1000 habitantes, que es el caso de este estudio.

3.4.4 Caudales de Infiltración y Aguas Lluvia.

No se consideran infiltraciones a la red por efecto de la napa, ya que ésta se encuentra muy por debajo de la cota de instalación de los colectores, ni caudales por infiltración de aguas lluvias.

3.4.5 Proyección Adoptada

En el Cuadro N° 3.10 de la página siguiente se entrega la proyección de demanda en el formato solicitado en la Guía para la elaboración de los Planes de Desarrollo.

CUADRO Nº 3.10
PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

AÑO	POB. TOTAL (Hab)	COB. (%)	POBLACIÓN SANEADA (Hab)	CLIENTES SERVIDOS (N°)	DOTACIÓN		Factor de Recuperación = 0,80			CAUDAL INFILT. (l/s)	CAUDAL AGUAS LLUVIAS (l/s)	CAUDAL MEDIO TOTAL (l/s)	CAUDAL MAX. HORARIO TOTAL (l/s)
					m3/cl/mes	l/hab/día	CAUDAL MEDIO (l/s)	HARMON	CAUDAL MAX. HORARIO (l/s)				
2020	2727	46,91%	1279	554	14,4	205	2,43	3,73	9,05	0	0	2,43	9,05
2021	2770	56,17%	1556	674	14,4	205	2,95	3,67	10,83	0	0	2,95	10,83
2022	2814	60,78%	1711	741	14,4	205	3,25	3,64	11,81	0	0	3,25	11,81
2023	2858	65,39%	1869	809	14,4	205	3,55	3,61	12,80	0	0	3,55	12,80
2024	2902	70,00%	2031	879	14,4	205	3,85	3,58	13,80	0	0	3,85	13,80
2025	2946	70,00%	2062	893	14,4	205	3,91	3,58	13,99	0	0	3,91	13,99
2026	2990	70,00%	2093	906	14,4	205	3,97	3,57	14,18	0	0	3,97	14,18
2027	3033	70,00%	2123	919	14,4	205	4,03	3,57	14,37	0	0	4,03	14,37
2028	3077	70,00%	2154	932	14,4	205	4,09	3,56	14,55	0	0	4,09	14,55
2029	3121	70,00%	2185	946	14,4	205	4,15	3,56	14,74	0	0	4,15	14,74
2030	3165	70,00%	2215	959	14,4	205	4,20	3,55	14,93	0	0	4,20	14,93
2031	3209	70,00%	2246	972	14,4	205	4,26	3,55	15,11	0	0	4,26	15,11
2032	3253	70,00%	2277	986	14,4	205	4,32	3,54	15,30	0	0	4,32	15,30
2033	3296	70,00%	2307	999	14,4	205	4,38	3,54	15,49	0	0	4,38	15,49
2034	3340	70,00%	2338	1012	14,4	205	4,44	3,53	15,67	0	0	4,44	15,67

4 BALANCE OFERTA DEMANDA

Se entrega a continuación el balance oferta demanda por cada componente del sistema con el fin de determinar los déficits de capacidad de las instalaciones, que se deberán cubrir para satisfacer la demanda de la población en el tiempo.

Los déficits se han calculado como la diferencia entre la capacidad de una instalación determinada en el catastro de la infraestructura y la capacidad requerida.

A partir del balance se definirán las obras requeridas por el sistema, para satisfacer la demanda, en el período de análisis, considerando los requerimientos de toda la normativa técnica vigente.

4.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA POTABLE

4.1.1 Balance Oferta Demanda de Producción

4.1.1.1 Derechos de Agua y Oferta de Fuentes Superficiales

La Empresa no posee derechos de aprovechamiento en fuentes superficiales.

4.1.1.2 Derechos de Agua y Oferta de Aguas Subterráneas

La fuente de abastecimiento de agua de la localidad de Pichidanguí la constituyen las aguas subterráneas.

La Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. cuenta con los siguientes derechos de aprovechamiento de aguas para el abastecimiento de la localidad de Pichidanguí. La documentación pertinente se entrega en el **Anexo N° 3 Antecedentes de Derechos de Aguas**.

CUADRO N° 4.1
DERECHOS DE AGUA Y CAPACIDAD DE FUENTES SUBTERRÁNEAS

IDENTIFICACIÓN DE LA CAPTACIÓN	DERECHOS DE AGUA l/s	RES. DGA	INSCRIPCION CBR			
		N° /AÑO	Fs.	N°	AÑO	CBR
Noria Quilimarí	25	163/1969	27 vta.	20	2004	Los Vilos
Noria Quilimarí	11	404/1985	28	21	2004	Los Vilos
Noria Quilimarí	5	404/1985	65	81	2017	Los Vilos
Noria Cerrillos	15		39	39	2001	Los Vilos
Dren Quilimarí	15		98	143	2012	Los Vilos
TOTAL DERECHOS	71					

CUADRO N° 4.1 (continuación)
DERECHOS DE AGUA Y OFERTA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

IDENTIFICACION CAPTACION	PROFUNDIDAD NORIA (m)	LONGITUD DREN (m)	DIAMETRO NORIA (mm)	NIVEL ESTATICO (m) (*)	NIVEL DINAMICO (m) (*)	CAPACIDAD (l/s) (**)
Noria Quilimarí	7,3		3000	3,80	4,16	22
Noria Ferrocarriles						2
Noria Cerrillos	4,8		2000	1,95	2,44	8
Dren Quilimarí		330				5
TOTAL OFERTA						37

(*): Fecha 15 enero 2019.

(**): Capacidad cero (0): Noria sin habilitar.

Captaciones de reserva para aguas subterráneas:

La demanda proyectada hasta el año 5 del proyecto es de 29,3 l/s como demanda máxima diaria. Si quedara fuera de servicio la noria Quilimarí 1, que es la de mayor producción, con las norias y dren restantes se tiene una capacidad de producción de 23 l/s, igual al 78,5% de la demanda, por lo tanto, se necesitaría una captación de reserva, esto se solucionará más adelante cuando se estudien las alternativas de abastecimiento futuro.

Todas las captaciones cuentan con derechos de aprovechamiento de agua y están permanentemente en condiciones operativas.

Balance Mensual Oferta – Demanda de Fuentes:

A continuación, en el Cuadro N° 4.2, se realizará el Balance Mensual de Oferta – Demanda de Fuentes (a nivel de capacidad actual de producción) para el año 2019 (año cero). De las estadísticas de consumo de los últimos tres años, incluidas en el Cuadro N° 3.4, se desprende que en general el mes más desfavorable ha sido febrero, en el presente Plan no se consideran variaciones en esa distribución, por lo tanto, se mantendrá a febrero como el mes con balance menos positivo durante todo el período de previsión.

Del Cuadro N° 4.2 se desprende que existen fuentes suficientes para atender la demanda del año cero. En el Cuadro N° 4.3 se realiza el Balance Oferta Demanda para todo el período de previsión, considerando la situación actual, esto es, el funcionamiento de solo los filtros en presión. Como resultado se obtiene que, en esas condiciones, existen fuentes de agua suficientes para atender la demanda durante todo el período de previsión.

CUADRO N° 4.2
BALANCE OFERTA DEMANDA FUENTES (año cero)

AÑO 2019	OFERTA FUENTES SUBTERRÁNEAS l/s	TOTAL OFERTA FUENTES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA l/s	BALANCE l/s
Enero	37	37		
Febrero	37	37	27,08	9,92
Marzo	37	37		
Abril	37	37		
Mayo	37	37		
Junio	37	37		
Julio	37	37		
Agosto	37	37		
Septiembre	37	37		
Octubre	37	37		
Noviembre	37	37		
Diciembre	37	37		

CUADRO N° 4.3
BALANCE OFERTA DEMANDA FUENTES (sin proyector)

AÑO	OFERTA FUENTES SUPERFICIALES l/s	OFERTA FUENTES SUBTERRÁNEAS l/s	TOTAL OFERTA FUENTES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA de PRODUCCIÓN l/s	SUPERÁVIT (DÉFICIT) l/s
2020	0	37	37	27,52	9,48
2021	0	37	37	27,97	9,03
2022	0	37	37	28,41	8,59
2023	0	37	37	28,85	8,15
2024	0	37	37	29,29	7,71
2025	0	37	37	29,74	7,26
2026	0	37	37	30,18	6,82
2027	0	37	37	30,62	6,38
2028	0	37	37	31,06	5,94
2029	0	37	37	31,51	5,49
2030	0	37	37	31,95	5,05
2031	0	37	37	32,39	4,61
2032	0	37	37	32,83	4,17
2033	0	37	37	33,28	3,72
2034	0	37	37	33,72	3,28

4.1.1.3 Plantas de Tratamiento de Agua Potable

Si bien se dispone de derechos de aprovechamiento de aguas y fuentes suficientes para atender la demanda durante todo el período de previsión, el problema radica en la calidad del agua extraída de las fuentes y cuyo tratamiento puede aumentar considerablemente la demanda de agua cruda.

El sistema de agua potable de Pichidangui se abastece desde las norias y un dren existentes en el lecho y en la ribera del río Quilimarí. Las aguas captadas, cuyo análisis físico químico se adjunta en el **Anexo Nº 4 Análisis de Calidad de Aguas**, no cumplen con la norma NCh 409/1 en cuanto a los contenidos de fierro y manganeso y por lo tanto es necesario someterlas a un proceso de tratamiento.

Adicionalmente a la presencia de fierro y manganeso, a partir del año 2014 se detectó la presencia de cloruros y sólidos disueltos totales sobre los niveles máximos permitidos por la norma. La SISS declaró estos parámetros como críticos para este sistema a partir de junio 2014 y se monitorean en forma permanente para determinar su evolución.

Evidentemente el origen de esta situación estuvo en la sequía que afectó principalmente a la zona norte de nuestro país, lo que trajo como consecuencia el riesgo por la calidad del agua potable. Efectivamente las fuentes disponibles en regiones con sequía, tuvieron cada vez calidad más deficiente y aparecieron por este hecho parámetros indeseables como cloruros, nitratos y arsénico en algunas localidades.

En el caso del abastecimiento de agua potable de Pichidangui, la presencia de cloruros se debió posiblemente a los bajos niveles de la napa subterránea en los veranos a partir del año 2014 y una posible intrusión salina.

Si bien la situación descrita se presentó principalmente en los veranos de 2014 a 2017, durante 2018 y el verano de 2019 prácticamente no ha existido, pero se mantiene en límites que es necesario evaluar en forma permanente y corresponde planificar medidas que permitan su control si se presenta nuevamente.

Dentro de las medidas que adoptó la Empresa para solucionar esta situación, se encuentra la construcción, el año 2015, de una planta de tratamiento mediante el sistema de osmosis inversa para un caudal de agua osmosada de 8 l/s. Esta planta (PTOI) tiene como objetivo eliminar el exceso de cloruros y SDT presentes en el agua cruda, de tal manera que, al ser mezclada con aguas solamente filtradas de las norias y del dren, pueda, la mezcla, cumplir especialmente en los parámetros antes mencionados, con los límites establecidos por la Norma de Calidad de Agua Potable NCh. 409/Of. 2005. La PTOI fue construida en el mismo recinto donde se encuentra la planta de tratamiento de aguas servidas (que llamaremos en el futuro Recinto PTOI), en este recinto se cuenta con espacio suficiente y permite utilizar la impulsión existente de la planta elevadoras de alta presión.

4.1.1.3.1 Análisis de la Calidad del Agua de las Fuentes.

Se entrega a continuación un Resumen de la calidad del agua de las fuentes para los años 2017 y 2018, el detalle se encuentra en el Anexo N° 4.

**CUADRO N° 4.4
RESUMEN ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES (*)**

Certificado N°	FECHA	FUENTE	Fe	Mn	Cloruros	SDT
170703501	28-06-2017	Noria Cerrillos - Quilimarí	0,122	0,102	77	885
201712006510	11-12-2017	Noria Cerrillos - Quilimarí	0,244	0,218	110	1150
201806007140	12-06-2018	Noria Cerrillos	2,16	0,387	125	1025
201812001586	22-11-2018	Cerrillos	0,541	0,408	161	988
PROMEDIO		NORIA CERRILLOS	0,77	0,28	118	1012

Certificado N°	FECHA	FUENTE	Fe	Mn	Cloruros	SDT
201712006511	11-12-2017	Noria Laguna Pichidangui	0,774	1,40	265	1800
201806006577	12-06-2018	Noria Laguna Pichidangui	6,75	0,164	101	476
PROMEDIO		NORIA LAGUNA	3,762	0,782	183	1138

Certificado N°	FECHA	FUENTE	Fe	Mn	Cloruros	SDT
170703502	28-06-2017	Dren Río Quilimarí	6,28	0,084	149	550
201712006697	11-12-2017	Dren Quilimarí	< 0,002	0,537	229	1660
201806007141	12-06-2018	Dren Río Quilimarí	1,24	0,754	250	1475
201812001585	22-11-2018	Dren Quilimarí	0,918	1,08	296	1475
PROMRDIO		DREN QUILIMARÍ	2,11	0,61	231	1290

Certificado N°	FECHA	FUENTE	Fe	Mn	Cloruros	SDT
170703503	28-06-2017	Noria Quilimarí	0,596	0,368	338	1390
201712006254	11-12-2017	Noria N° 1 Quilimarí	< 0,002	1,11	641	2730
201806006579	12-06-2018	Noria Quilimarí	2,55	2,62	324	1570
201812001584	22-11-2018	Noria Quilimarí	1,82	2,39	317	1730
PROMRDIO		NORIA QUILIMARÍ	1,24	1,62	405	1855

(*) Límite de la Norma NCh 409/Of. 2005: Fe: 0,3 mg/l, Mn: 0,1 mg/l, Cloruros: 400 mg/l, SDT: 1500 mg/l.

Se observa que, en general, el agua de las fuentes está excedida en Fe y Mn, encontrándose solo excepcionalmente valores dentro de la norma. Esta situación es típica de la Cuarta Región, en especial de la cuenca del río Quilimarí, donde se ha observado que la distribución de pozos con valores elevados de Fe es relativamente homogénea. Si consideramos que se trata de una región caracterizada por yacimientos metálicos enriquecidos en minerales constituidos con Hierro como elemento mayoritario (sulfuros y

óxidos de Hierro), resulta lógico pensar en que la situación señalada es consecuencia de la condición natural de la geología regional.

En cuanto al manganeso, que se presenta naturalmente en minerales asociados con minerales de hierro, se ha observado que las concentraciones elevadas de manganeso se encuentran heterogéneamente distribuidas en pozos de toda la región.

Por lo tanto, la presencia de Fe y Mn será una situación permanente que se deberá abordar y posiblemente también se encontrará presente en nuevas fuentes que se decida explotar.

En cuanto a los cloruros y sólidos disueltos totales, se observa que la noria Cerrillos cumple con la norma en todos los casos durante los dos últimos años, convirtiéndose en la fuente de mejor calidad disponible. Le siguen en calidad el dren Quilimarí y la noria Laguna, ambas con valores promedio dentro de la norma, aunque con algunos episodios con exceso de SDT.

La noria Quilimarí, que es la principal fuente de abastecimiento en la actualidad, tiene una calidad más deficiente, presentando cloruros en el límite de la norma y SDT francamente excedidos, con solo una muestra el año 2017 cumpliendo con ambos parámetros.

La noria Laguna, es una noria que ESSSI mantiene de reserva y no utiliza normalmente. Se menciona solo como referencia de la calidad del agua del sector.

En resumen, en las alternativas de abastecimiento que se estudien, deberá propiciarse una mayor explotación de la noria Cerrillos y dren Quilimarí y buscar nuevas fuentes o norias que permitan una disminución de la explotación de la noria Quilimarí o dejarla fuera de uso.

4.1.1.3.2 Remoción de Hierro y Manganeso.

Se analizará en primer lugar la capacidad de las instalaciones existentes para eliminar el Fe y Mn. Para ello se considera mantener el sistema de tratamiento actual, esto es, oxidación del Fe y Mn para insolubilizarlos y luego eliminarlos por filtración. Se propone más adelante, mejorar este sistema incorporando, en forma previa a los filtros, un clarificador que permita, mediante un aumento del tiempo de contacto y la formación de un manto de lodos, aumentar la eficiencia del sistema.

El proceso de tratamiento se realiza mediante un conjunto de dos filtros en presión ubicados en el recinto de producción a orillas del río Quilimarí. Estos filtros se encuentran en buen estado de conservación y operación. Con el fin de mejorar este sistema, la Empresa instaló un tercer filtro y está en proceso de instalación un cuarto filtro, todos similares a los existentes, los que estarán en operación en septiembre de 2020. La inversión en filtros y clarificador está programada para los años 2020 y 2021, respectivamente.

Los filtros en presión son de 2,1 m de diámetro, marca AQUAFLECK modelo WQM-2100-F, construidos en acero CAP-A-36, de forma cilíndrico vertical, con tapa hombro para inspección. Disponen de lechos soportantes de gravas y arenas, cargas absorbentes de Manganeso Green-Sand y filtrante de Antracita para eliminar el hierro y manganeso del agua. El filtro se regenera en forma continua con permanganato de potasio ($KMnO_4$) que

es gregado desde la bomba dosificadora a la línea de alimentación del filtro. Para determinar la capacidad de tratamiento de los filtros existentes (sin considerar los que están en proceso de instalación) se ha considerado una tasa normal de filtración de 250 m³/m²/día y eventualmente una tasa máxima de hasta 300 m³/m²/día en sobrecarga.

CUADRO N° 4.5
CAPACIDAD DE FILTRACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

ITEM	RECINTO QUILIMARÍ	
	NORMAL	SOBRECARGA
Superficie (m ²)	6,9	6,9
Tasa (m ³ /m ² /día)	250	300
Capacidad (m ³ /día)	1.732	2.078
Capacidad (l/s)	20,0	24,1

Los filtros del recinto Quilimarí operarán con la noria Quilimarí, noria Cerrillos, dren Quilimarí y noria Ferrocarriles, más las otras captaciones que eventualmente se agreguen, por lo tanto, la demanda a atender será la que se determine según las alternativas de abastecimiento que se estudian más adelante.

4.1.1.3.3 Remoción de Cloruros y Sólidos Disueltos Totales

Tal como se señaló anteriormente, la Empresa construyó el 2015 una planta de tratamiento mediante el sistema de osmosis inversa para un caudal de agua osmosada de 8 l/s. Sin embargo, debido al mejoramiento experimentado por el agua cruda no ha sido necesaria su utilización durante los últimos dos años, manteniéndose como una planta de tratamiento de reserva para su utilización si desmejora la calidad de las fuentes.

Si consideramos que el régimen de caudales del río Quilimarí es netamente pluvial con caudales máximos en el mes de agosto y que en los meses estivales los caudales son nulos o casi nulos, presentando escurrimientos superficiales sólo en años muy lluviosos, debemos esperar frecuentes descensos del nivel freático de la napa subterránea y la aparición de intrusión salina.

Se han estudiado, en el **Anexo N° 8**, alternativas para enfrentar la aparición de cloruros y sólidos disueltos totales en las fuentes y su tratamiento, con el fin de mantener la calidad del suministro a la población. Para el análisis se han estudiado los períodos de bajos consumos (marzo a diciembre) y el de altos consumos (enero y febrero).

Como resultado de los análisis efectuados, para el Período de Bajos Consumos (marzo a diciembre) se desprende lo siguiente:

- i) la demanda máxima de producción de agua cruda en los meses de marzo a diciembre, si se detecta la aparición de cloruros y deba recurrirse a la PTOI, será de 18,05 l/s, por lo tanto, existe capacidad suficiente con las fuentes actuales para atender la demanda durante todo el período de previsión, aun cuando desmejore la calidad del agua y se deba recurrir a la planta de osmosis inversa.
- ii) la demanda máxima de agua filtrada será de 17,14 l/s, por lo tanto, los filtros existentes en el recinto Quilimarí tienen capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.

- iii) La demanda máxima de agua osmosada será de 8,72 l/s, por lo tanto, la PTOI tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión. Solo a partir del año 2029 experimentaría un leve déficit, lo que debe ser evaluado en los próximos Programas de Desarrollo cuando se tengan mayores antecedentes de la realidad de este déficit.

Para el Período de Altos Consumos, meses de enero y febrero que es cuando se presentan los consumos más altos, se plantea lo siguiente:

Considerando que en la actualidad la calidad de las fuentes permite entregar un abastecimiento normal, las alternativas estudiadas se refieren únicamente al caso eventual que desmejore la calidad del agua de las fuentes actuales. Si se mantiene la calidad del agua actual esas medidas de contingencia no serían necesarias. Por lo tanto, se propone una alternativa que permite manejar las fuentes actuales y entregar a distribución un agua que cumple con la norma.

Si analizamos la mezcla actual, vemos que cumple con la norma, lo que se propone por lo tanto, es mejorar esta mezcla aumentando el uso de las fuentes de mejor calidad y agregar unas nuevas, lo que implica disminuir el uso de las fuentes de menor calidad.

Se puede determinar la mezcla más adecuada calculando una mezcla teórica considerando los resultados de los análisis de laboratorio de los últimos dos años (Cuadro N° 4.4).

Con la producción actual (enero 2019) y los valores promedios resultantes para cada parámetro según el Cuadro N° 4.4, se tienen los siguientes resultados:

**CUADRO N° 4.6
CALIDAD ACTUAL MEZCLA DE AGUA POTABLE**

FUENTE	Caudal l/s	Cloruros mg/l	Carga mg/s	SDT mg/l	Carga mg/s
Dren Quilimarí	4	231	924	1290	5160
Noria Cerrillos	12	118	1416	1012	12144
Noria Quilimarí	15	405	6075	1855	27825
TOTALES	31		8415		45129
PROMEDIO		271		1456	

Se observa que los cloruros y los SDT se mantienen dentro de la norma, esto valores son un poco superiores a los señalado en el Acta SISS del 6 de diciembre de 2018, lo que sugiere que la calidad de las fuentes ha mejorado.

Los valores anteriores se ven confirmados además por los resultados de los muestreos en la red de distribución realizados durante el año 2019 cuyo detalle se muestra en el Anexo N°4. Se observa que, durante 2019, todos los resultados obtenidos cumplen con la Norma NCh 409 en los parámetros Fe, Mn, Cloruros, SDT y Sulfatos.

Se propone, por lo tanto, un modo de operación que disminuye la producción de la noria Quilimarí y operar la noria Ferrocarriles con 2 l/s, tal como se detalla en el Cuadro N° 4.7. Con esto se obtiene la siguiente mezcla de agua, calculando con los valores promedios

resultantes para cada parámetro según el Cuadro N° 4.4 y para la Noria Ferrocarriles el promedio de los resultados obtenidos durante su período de prueba.

CUADRO N° 4.7
CALIDAD FUTURA MEZCLA DE AGUA POTABLE

FUENTE	Caudal l/s	Cloruros mg/l	Carga mg/s	SDT mg/l	Carga mg/s
Dren Quilimarí	8,00	231	1848	1290	10320
Noria Cerrillos	14,00	118	1652	1012	14168
Noria Quilimarí	10,00	405	4050	1855	18550
Noria Ferrocarriles	2,00	274	548	1286	2572
TOTALES	34,00		8098		45610
PROMEDIO		238		1.341	

Del Cuadro N° 3.8 se tiene que la demanda máxima diaria de producción, operando solo los filtros en presión, es de 33,7 l/s, por lo tanto, con el esquema expuesto, existiría capacidad para atender la demanda durante todo el período de previsión, teniendo la empresa cierta holgura para operar las norias según las necesidades y las calidades que se vayan presentando, operando de preferencia aquellas de mejor calidad.

El detalle anual del Balance Oferta Demanda tanto para las captaciones como para la planta de filtros se muestra en los cuadros siguientes.

CUADRO N° 4.8
BOD FUENTES ALTERNATIVA PROPUESTA (sin proyecto)

AÑO	OFERTA FUENTES SUPERFICIALES l/s	OFERTA FUENTES SUBTERRÁNEAS l/s	TOTAL OFERTA FUENTES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA PRODUCCIÓN l/s	SUPERÁVIT (DÉFICIT) l/s
2020	0	35	35,0	27,52	7,48
2021	0	35	35,0	27,97	7,03
2022	0	35	35,0	28,41	6,59
2023	0	35	35,0	28,85	6,15
2024	0	35	35,0	29,29	5,71
2025	0	35	35,0	29,74	5,26
2026	0	35	35,0	30,18	4,82
2027	0	35	35,0	30,62	4,38
2028	0	35	35,0	31,06	3,94
2029	0	35	35,0	31,51	3,49
2030	0	35	35,0	31,95	3,05
2031	0	35	35,0	32,39	2,61
2032	0	35	35,0	32,83	2,17
2033	0	35	35,0	33,28	1,72
2034	0	35	35,0	33,72	1,28

CUADRO N° 4.9
BALANCE OFERTA DEMANDA PLANTAS DE TRATAMIENTO
REMOCIÓN Fe y Mn – ALTERNATIVA PROPUESTA (sin proyecto)

AÑO	CAPACIDAD DE TRATAMIENTO I/s	CAPACIDAD TOTAL I/s	DEMANDA MAX DIARIA DE DISTRIBUCIÓN I/s	BALANCE SIN PROYECTO I/s
2020	24,00	24,00	26,15	-2,15
2021	24,00	24,00	26,57	-2,57
2022	24,00	24,00	26,99	-2,99
2023	24,00	24,00	27,41	-3,41
2024	24,00	24,00	27,83	-3,83
2025	24,00	24,00	28,25	-4,25
2026	24,00	24,00	28,67	-4,67
2027	24,00	24,00	29,09	-5,09
2028	24,00	24,00	29,51	-5,51
2029	24,00	24,00	29,93	-5,93
2030	24,00	24,00	30,35	-6,35
2031	24,00	24,00	30,77	-6,77
2032	24,00	24,00	31,19	-7,19
2033	24,00	24,00	31,61	-7,61
2034	24,00	24,00	32,03	-8,03

CUADRO N° 4.10
BALANCE OFERTA DEMANDA PLANTAS DE TRATAMIENTO
REMOCIÓN Fe y Mn – ALTERNATIVA PROPUESTA (con proyecto)

AÑO	DEFICIT SIN PROYECTO I/s	OBRA PROYECTADA		BALANCE CON PROYECTO I/s
		DESIGNACIÓN	CAPACIDAD I/s	
2020	2,15	Filtro en presión	10	7,85
2021	2,57			7,43
2022	2,99			7,01
2023	3,41			6,59
2024	3,83			6,17
2025	4,25			5,75
2026	4,67			5,33
2027	5,09			4,91
2028	5,51			4,49
2029	5,93			4,07
2030	6,35			3,65
2031	6,77			3,23
2032	7,19			2,81
2033	7,61			2,39
2034	8,03			1,97

De los balances Oferta Demanda se desprende:

- Que existe capacidad de producción, considerando solamente 35 l/s que es lo que se propone en el cuadro N° 4.7, para mantener una holgura en cuanto al uso de las captaciones con mejor calidad.
- Deberá construirse en forma inmediata un filtro en presión similar a los existentes, el que deberá estar en operaciones el verano de 2021. Este filtro ya se encuentra instalado por la empresa (julio 2020) y ha comenzado su operación.
- Se incluye también la construcción de un reactor que permita una mayor eficiencia en la filtración y en la remoción del manganeso, para una capacidad de 35 l/s. Adicionalmente la empresa se encuentra instalando un cuarto filtro en presión, el que estará en funcionamiento en septiembre 2020, con el fin de aumentar la eficiencia del sistema.

Obras consideradas.

Las obras que considera esta alternativa ya han sido ejecutadas o están siendo ejecutadas por la empresa:

- se ha instalado durante el presente año un tercer filtro en presión, similar a los existentes, el que ya ha comenzado su operación (inversión año 2020).
- se está instalando y quedará en operación en septiembre 2020, un cuarto filtro, similar a los existente, el que aumentará la eficiencia del sistema.
- Instalación de un reactor o sedimentador para mejorar la remoción de fierro y manganeso (inversión 2021).

Debe señalarse, además, que ya se encuentra conectada la noria Ferrocarriles, esta noria fue habilitada por ESSSI y se puede extraer un caudal de 2,5 l/s según las mediciones efectuadas en terreno. La noria Ferrocarriles se encuentra en el recinto de los filtros en presión a orillas de río Quilimarí y su producción se impulsa a la entrada de los filtros.

Como es obvio, la inversión en la alternativa propuesta es significativamente menor a alternativas que incluyen planta desaladora de agua de mar, ya que prácticamente no requiere de obras adicionales y solo se trata de cambiar la operación del sistema.

En resumen, se ha decidido elegir, en una Primera Etapa, la alternativa mencionada, esto es, no utilizar la PTOI y mejorar la mezcla actual de las fuentes subterráneas. Esta solución requiere mantener el uso de la noria Cerrillos, aumentar el uso del dren Quilimarí y agregar la noria Ferrocarriles 2, lo que implica disminuir la producción de la noria Quilimarí.

No puede dejar de considerarse en el análisis de la solución, que la construcción de una planta desaladora de agua de mar va directamente ligada con un alza en las tarifas de producción. En efecto, la inversión inicial y la operación de una planta desaladora son costos significativos que inciden directamente en las tarifas a cobrar a los clientes. El Estudio Tarifario para el período 2020 – 2025, establece tarifas por desalación que impactarán en las tarifas sin desaladora con un alza de 20% aproximadamente. Es muy probable que un alza de esta magnitud produzca un profundo malestar en la población, principalmente la población estable, que es la de más bajos recursos, con importantes reclamos y protestas ante la Empresa y la SISS. Considerando la situación social y de salubridad que vive el país, estimamos que no es adecuado adoptar, en este momento,

este tipo de soluciones hasta que se logre establecer, en conjunto con la Autoridad, un sistema de financiamiento que permita disminuir el impacto en la población.

Además, con la alternativa elegida se necesita captar un caudal de solo 33,7 l/s. Como ya se ha planteado anteriormente, se estima que es posible mantener ese nivel de producción, ya que, a pesar de la sequía experimentada el último año, los niveles de la napa se han mantenido. Ahora, durante el presente año 2020, se ha experimentado una notoria alza en el nivel de precipitaciones en la cuenca del río Quilimarí, lo que permite asegurar el abastecimiento sin problemas de los próximos veranos.

Sin desechar la alternativa elegida en Primera Etapa, y con el fin de anticiparse a futuras situaciones desfavorables de sequía más prolongada, y suponiendo que se logre establecer un sistema de financiamiento que permita disminuir el impacto en la población, la Empresa ha adoptado, en una Segunda Etapa, una solución que consiste en la construcción de una planta desaladora de agua de mar para un caudal de salida de 22 l/s.

En esta solución se mezclaría agua tratada por la planta desaladora aproximadamente en un 70% con agua solamente filtrada en un 30%. Con el fin de facilitar la operación y mantener la mezcla dentro de la norma, se ha decidido que el agua solamente filtrada tenga un valor fijo de 10 l/s. La necesidad de agua cruda procedente de norias y dren sería de 10,53 l/s al final del período de previsión, por lo tanto, no se necesitarían nuevas fuentes subterráneas, igualmente la capacidad de los filtros en presión existentes es suficiente durante todo el período.

Como se ve en el Cuadro siguiente, la mezcla cumple con el límite de cloruros y SDT establecidos en la Norma. Para el cálculo se ha considerado que la desaladora entrega agua con un máximo de 150 mg/l de cloruros y 300 mg/l de SDT. Para el agua de los filtros se supone el peor valor que se produjo en los años 2017 y 2018 que fue en la Noria Quilimarí el 11/12/2017, con Cloruros= 641 mg/l y SDT= 2.730 mg/l.

**CUADRO Nº 4.11
CALIDAD MEZCLA DE AGUA POTABLE – CON PLANTA DESALADORA**

FUENTE	CAUDAL l/s	CLORUROS mg/l	CARGA mg/s	SDT mg/l	CARGA mg/s
Filtros	10,0	641	6.410	2730	27.300
Desaladora	22,0	150	3.300	300	6.600
Totales	32,0		9.710		33.900
PROMEDIO		303		1.059	

Para efectos de presupuesto, se ha estimado que esta planta podría estar en funcionamiento en el verano del año 2024, aun cuando la fecha definitiva deberá establecerse según se comporte el sistema propuesto en Primera Etapa.

4.1.1.3.4 Desinfección.

Actualmente la desinfección se realiza mediante cloración en el recinto de filtros del río Quilimarí, donde se agrega una solución de hipoclorito de sodio al inicio de la impulsión. Hay capacidad instalada para tratar un caudal de 22 l/s. Posteriormente se realiza una post cloración a la entrada del estanque de 500 m3.

Con el nuevo esquema que se propone, mediante la construcción de un estanque de cabecera de 700 m3 en el actual recinto de la planta de osmosis inversa, no será necesaria la cloración en el recinto Quilimarí y solo se realizará la cloración a la entrada del estanque nuevo. La cloración en el recinto Quilimarí quedará fuera de uso el año 2023, una vez que comience a operar el nuevo estanque.

El sistema de cloración en el recinto PTOI operará con el caudal total de distribución. Del Balance Oferta Demanda se deduce que deberá instalarse un sistema de cloración con una capacidad de 32 l/s, la obra se ha programado para entrar en funcionamiento junto con el nuevo estanque (2023). Antes que entre en operación el nuevo estanque, se deben reponer los dosificadores existentes en el recinto Quilimarí, según el BOD, se propone que se cambien el año 2021 por equipos capaces de tratar un caudal de 28 l/s.

CUADRO.N 4.12
BALANCE OFERTA DEMANDA CENTROS DE CLORACIÓN (sin proyecto)

Nombre Centro de Cloración: Recinto PTOI

AÑO	CAPACIDAD CENTRO DE CLORACIÓN l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA DE DISTRIBUCIÓN l/s (*)	BALANCE SIN PROYECTO l/s
2020	22	26,15	-4,15
2021	22	26,57	-4,57
2022	22	26,99	-4,99
2023	0	27,41	-27,41
2024	0	27,83	-27,83
2025	0	28,25	-28,25
2026	0	28,67	-28,67
2027	0	29,09	-29,09
2028	0	29,51	-29,51
2029	0	29,93	-29,93
2030	0	30,35	-30,35
2031	0	30,77	-30,77
2032	0	31,19	-31,19
2033	0	31,61	-31,61
2034	0	32,03	-32,03

(*) Incluye solo pérdidas de distribución.

CUADRO.N 4.13
BALANCE OFERTA DEMANDA CENTROS DE CLORACIÓN (con proyecto)

Nombre Centro de Cloración: Recinto PTOI

AÑO	DÉFICIT SIN PROYECTO (l/s)	DESIGNACIÓN	CAPACIDAD l/s	BALANCE CON PROYECTO (l/s)
2020	4,15			-4,15
2021	4,57	Cambio equipos recinto Quilimarí (*)	5	0,43
2022	4,99	Centro de Cloración recinto PTOI	32	27,01
2023	27,41			4,59
2024	27,83			4,17
2025	28,25			3,75
2026	28,67			3,33
2027	29,09			2,91
2028	29,51			2,49
2029	29,93			2,07
2030	30,35			1,65
2031	30,77			1,23
2032	31,19			0,81
2033	31,61			0,39
2034	32,03			-0,03

(*) Capacidad adicional.

4.1.1.4 Plantas Elevadoras de Agua Potable e Impulsiones de Producción

El sistema de agua potable es abastecido desde dos norias (noria Quilimarí y noria Cerrillos) y un dren (dren Quilimarí) que se ubican en las riberas del Río Quilimarí.

Las aguas de la noria Cerrillos y el dren Quilimarí son captadas por sus propios equipos de elevación y enviadas hacia la impulsión de la noria Quilimarí. En la noria Quilimarí el agua es captada por una planta elevadora de baja presión (PE N°1) que la impulsa (junto con el agua de la noria Cerrillos y el dren Quilimarí) hacia la planta de filtros en presión, descargando finalmente en el estanque metálico elevado de agua tratada, de 28 m³ de capacidad, existente en ese recinto de tratamiento. La impulsión de la PE N° 1 está formada por dos cañerías, una de AC D=150 mm y la segunda de HDPE de 200 mm, con una longitud aproximada de 171 m cada una.

Desde el estanque elevado, el agua tratada es tomada por una planta elevadora de alta presión (PE N° 2) la que la impulsa hasta el estanque de regulación de 500 m³.

En el esquema futuro de funcionamiento que se propone, se construirá un estanque de regulación de 700 m³ en el recinto de la PTOI ubicado a unos 2,6 km del recinto de filtros, Este estanque pasará a desempeñarse como la cabecera del sistema de distribución. A este estanque deberá impulsar entonces la PE N°2, manteniéndose la impulsión

existente. Aguas abajo del nuevo estanque, la cañería de impulsión restante pasará a formar la impulsión de la planta elevadora de distribución que se construirá en ese lugar.

En los esquemas de las páginas siguientes se muestra el diagrama de flujo de los sistemas existente y futuro.

Se muestra a continuación la verificación de las impulsiones de las norias existentes y dren y las impulsiones proyectadas. Se ha utilizado para la verificación, el caudal máximo posible de elevar, independientemente de su situación actual.

CUADRO N° 4.14
CARACTERÍSTICAS Y VERIFICACIÓN DE IMPULSIONES DE NORIAS

CAPTACIÓN	D (mm)	D int (mm)	Q máx (l/s)	V (m/s)
Noria Cerrillos	160	144,6	15	0,91
Noria Quilimarí	6"	154,08	45	2,41
Dren Quilimarí	160	144,6	8	0,49
Noria Ferrocarriles	110	99,4	5	0,64

Por lo tanto, se mantienen las impulsiones existentes, a su vez la impulsión de la noria Ferrocarriles se ha habilitado con una impulsión de HDPE D=110 mm.

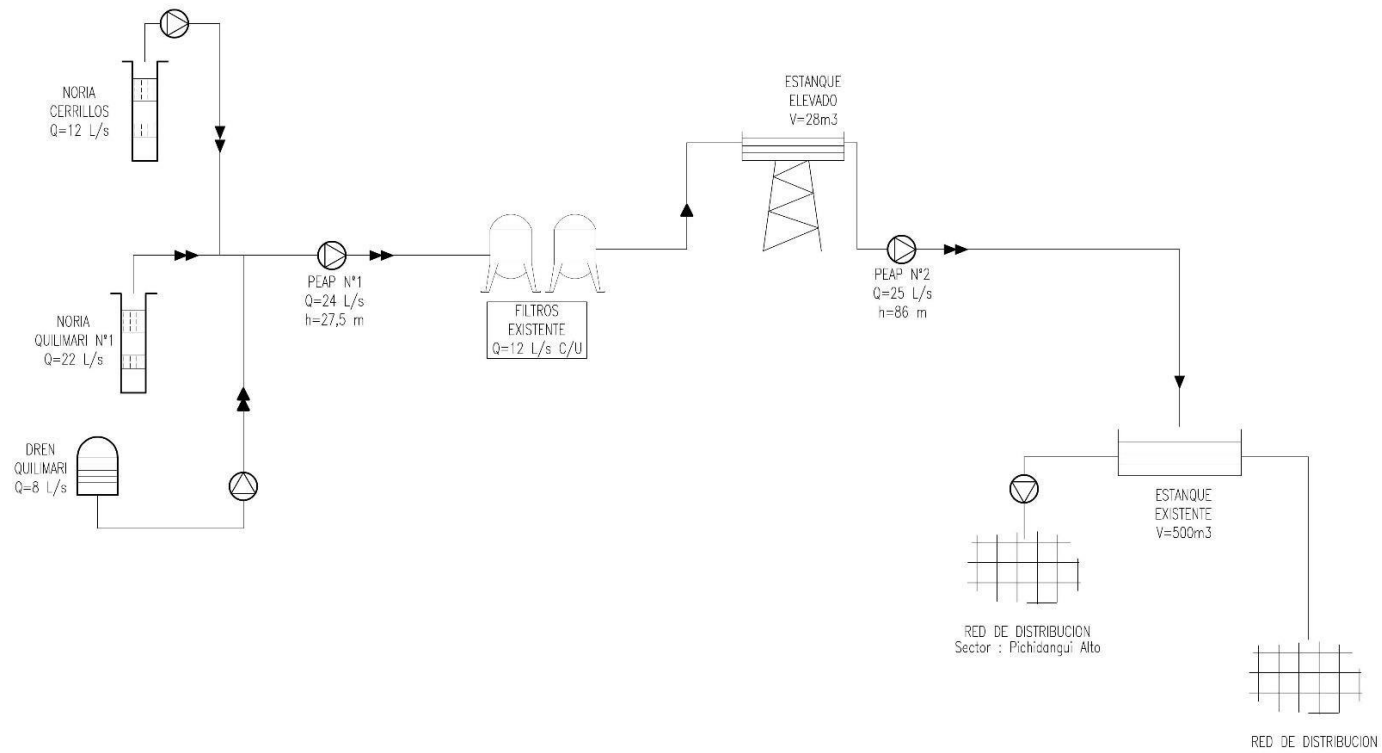
En los cuadros BOD se incluye la verificación hidráulica de cada una de las impulsiones y equipos de elevación de las PE N° 1 y PE N°2. En los Cuadros del **Anexo N° 5 “Cálculo de Plantas Elevadoras”** se incluye el detalle de los cálculos efectuados. La PE N° 1 continuará impulsando las norias Cerrillos y Quilimarí y el dren Quilimarí, por lo tanto, el caudal a impulsar será el Q máximo diario de producción. Por seguridad, para el cálculo no se ha restado el aporte de la noria Ferrocarriles que impulsará directamente hacia los filtros.

Del Balance Oferta Demanda se desprende que la PE N° 1 tiene capacidad suficiente durante todo el período de previsión del proyecto.

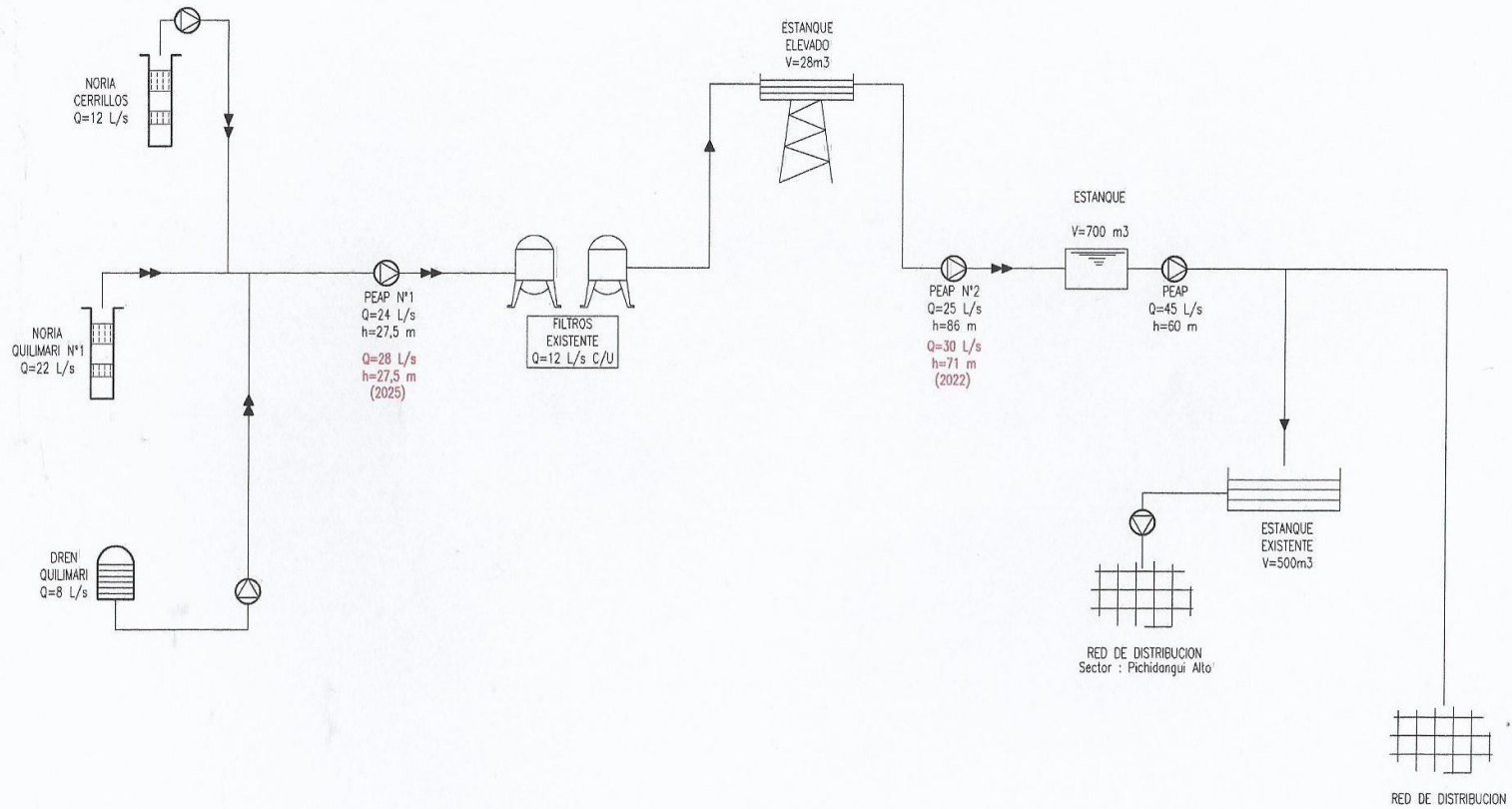
Para la PE N° 2 el BOD señala que experimentará un pequeño déficit en cuanto a caudal. Como con el nuevo esquema del sistema de distribución, esta planta queda sobredimensionada en cuanto a altura de elevación, se sugiere cambiar, a partir del año 2023, los equipos existentes por equipos nuevos, capaces de elevar un caudal de 32 l/s a una altura de elevación de 77 m.

SISTEMA DE ELEVACION A.P.

ACTUAL



SISTEMA DE ELEVACION A.P. FUTURO



CUADRO Nº 4.15.a
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTAS ELEVADORAS E IMPULSIÓN ASOCIADA (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PE Baja Presión (PE Nº 1).

AÑO	IMPULSIONES ASOCIADAS						
	Longitud 1 (m)	Diámetro 1 (mm)	Longitud 2 (m)	Diámetro 2 (mm)	Hg (m)	Q máx. diario (l/s) (*)	H elev (m)
2020	171	150	171	200	15,70	27,52	16,99
2021	171	150	171	200	15,70	27,97	17,00
2022	171	150	171	200	15,70	28,41	17,00
2023	171	150	171	200	15,70	28,85	17,01
2024	171	150	171	200	15,70	29,29	17,02
2025	171	150	171	200	15,70	29,74	17,03
2026	171	150	171	200	15,70	30,18	17,04
2027	171	150	171	200	15,70	30,62	17,05
2028	171	150	171	200	15,70	31,06	17,06
2029	171	150	171	200	15,70	31,51	17,07
2030	171	150	171	200	15,70	31,95	17,08
2031	171	150	171	200	15,70	32,39	17,09
2032	171	150	171	200	15,70	32,83	17,10
2033	171	150	171	200	15,70	33,28	17,11
2034	171	150	171	200	15,70	33,72	17,12

(*) Corresponde al Q máximo diario de producción.

CUADRO Nº 4.15.b
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTAS ELEVADORAS E IMPULSIÓN ASOCIADA (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PE Alta Presión (PE Nº 2).

AÑOS	IMPULSIÓN ASOCIADA				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Hg (m)	Q máx. diario (l/s)	H elev (m)
2020	2.675	160	20,80	26,15	59,52
2021	2.675	160	20,80	26,57	60,65
2022	2.675	160	20,80	26,99	61,79
2023	2.675	160	20,80	27,41	62,95
2024	2.675	160	20,80	27,83	64,13
2025	2.675	160	20,80	28,25	65,32
2026	2.675	160	20,80	28,67	66,53
2027	2.675	160	20,80	29,09	67,75
2028	2.675	160	20,80	29,51	68,99
2029	2.675	160	20,80	29,93	70,24
2030	2.675	160	20,80	30,35	71,51
2031	2.675	160	20,80	30,77	72,79
2032	2.675	160	20,80	31,19	74,09
2033	2.675	160	20,80	31,61	75,40
2034	2.675	160	20,80	32,03	76,73

CUADRO Nº 4.16.a
BOD - PLANTAS ELEVADORAS DE PRODUCCIÓN (sin proyecto)

k

Nombre Planta Elevadora: PE Baja Presión (PE Nº 1).

AÑO	OFERTA DE CAPACIDAD PE		OFERTA CONDUCCIÓN (l/s) (*)	DEMANDA CAPACIDAD		BALANCE PE SIN PROYECTO		BALANCE CONDUCCIÓN SIN PROYECTO (l/s)
	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)		Q _{máx diario} (l/s)	H _{elev} (m)	Q (l/s)	H _{elev} (m)	
2020	48	27,5	80	27,52	16,99	20,48	10,51	52,48
2021	48	27,5	80	27,97	17,00	20,03	10,50	52,03
2022	48	27,5	80	28,41	17,00	19,59	10,50	51,59
2023	48	27,5	80	28,85	17,01	19,15	10,49	51,15
2024	48	27,5	80	29,29	17,02	18,71	10,48	50,71
2025	48	27,5	80	29,74	17,03	18,26	10,47	50,26
2026	48	27,5	80	30,18	17,04	17,82	10,46	49,82
2027	48	27,5	80	30,62	17,05	17,38	10,45	49,38
2028	48	27,5	80	31,06	17,06	16,94	10,44	48,94
2029	48	27,5	80	31,51	17,07	16,49	10,43	48,49
2030	48	27,5	80	31,95	17,08	16,05	10,42	48,05
2031	48	27,5	80	32,39	17,09	15,61	10,41	47,61
2032	48	27,5	80	32,83	17,10	15,17	10,40	47,17
2033	48	27,5	80	33,28	17,11	14,72	10,39	46,72
2034	48	27,5	80	33,72	17,12	14,28	10,38	46,28

(*) Con v=1,90 m/s.

CUADRO Nº 4.16.b
BOD - PLANTAS ELEVADORAS DE PRODUCCIÓN (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PE Alta Presión (PE Nº 2).

AÑO	OFERTA DE CAPACIDAD PE		OFERTA CONDUCCIÓN (l/s) (*)	DEMANDA CAPACIDAD		BALANCE PE SIN PROYECTO		BALANCE CONDUCCIÓN SIN PROYECTO (l/s)
	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)		Q _{máx diario} (l/s)	H _{elev} (m)	Q (l/s)	H _{elev} (m)	
2020	25	86	50	26,15	59,52	-1,15	26,48	23,85
2021	25	86	50	26,57	60,65	-1,57	25,35	23,43
2022	25	86	50	26,99	61,79	-1,99	24,21	23,01
2023	25	86	50	27,41	62,95	-2,41	23,05	22,59
2024	25	86	50	27,83	64,13	-2,83	21,87	22,17
2025	25	86	50	28,25	65,32	-3,25	20,68	21,75
2026	25	86	50	28,67	66,53	-3,67	19,47	21,33
2027	25	86	50	29,09	67,75	-4,09	18,25	20,91
2028	25	86	50	29,51	68,99	-4,51	17,01	20,49
2029	25	86	50	29,93	70,24	-4,93	15,76	20,07
2030	25	86	50	30,35	71,51	-5,35	14,49	19,65
2031	25	86	50	30,77	72,79	-5,77	13,21	19,23
2032	25	86	50	31,19	74,09	-6,19	11,91	18,81
2033	25	86	50	31,61	75,40	-6,61	10,60	18,39
2034	25	86	50	32,03	76,73	-7,03	9,27	17,97

(*) Con v=2,96 m/s.

CUADRO N° 4.17
BOD - PLANTAS ELEVADORAS DE PRODUCCIÓN (con proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PE Alta Presión (PE N° 2).

AÑO	DÉFICIT SIN PROYECTO			OBRA PROYECTADA				BALANCE CON PROYECTO		
	PLANTA ELEVADORA		CONDUCCIÓN	IMPULSIÓN		PLANTA ELEVADORA		PLANTA ELEVADORA		CONDUCCIÓN
	Q (l/s)	H _{elev} (l/s)	l/s	D (mm)	L (m)	Q (l/s) (*)	H (m)	Q _{máx diario} (l/s)	H _{elev} (m)	l/s
2020	1,15	0,00	0,00					-1,15	26,48	23,85
2021	1,57	0,00	0,00					-1,57	25,35	23,43
2022	1,99	0,00	0,00					-1,99	24,21	23,01
2023	2,41	0,00	0,00			7,0	77	4,59	14,05	22,59
2024	2,83	0,00	0,00					4,17	12,87	22,17
2025	3,25	0,00	0,00					3,75	11,68	21,75
2026	3,67	0,00	0,00					3,33	10,47	21,33
2027	4,09	0,00	0,00					2,91	9,25	20,91
2028	4,51	0,00	0,00					2,49	8,01	20,49
2029	4,93	0,00	0,00					2,07	6,76	20,07
2030	5,35	0,00	0,00					1,65	5,49	19,65
2031	5,77	0,00	0,00					1,23	4,21	19,23
2032	6,19	0,00	0,00					0,81	2,91	18,81
2033	6,61	0,00	0,00					0,39	1,60	18,39
2034	7,03	0,00	0,00					-0,03	0,27	17,97

(*) Capacidad adicional.

4.1.2 Balance Oferta Demanda de Distribución

4.1.2.1 Estanques de Distribución

En la localidad de Pichidangui existen dos estanques de distribución, semienterrados, de hormigón armado. El primero, de 500 m³ de capacidad, está ubicado en el recinto de calle El Atún, en el punto más alto de la península que forma el balneario de Pichidangui. El segundo, de 100 m³, fue puesto en operación en diciembre de 2018 y se ubica en la intersección de calles El Atún y La Raya.

El agua potable, impulsada desde la planta elevadora de alta presión (PE N° 2) descrita en el punto anterior, llega al estanque de 500 m³ y desde ahí se abastece a la red de distribución.

Según el cambio estructural de distribución que se propone en el presente Plan, el inicio del sistema de distribución será un estanque a construir en el actual recinto de la planta de osmosis inversa, este estanque pasará a ser el estanque de cabecera, desde donde nacerá la alimentación a la red de distribución, quedando el estanque de 500 m³ como estanque a los pies y el de 100 m³ queda fuera de uso.

Al estanque de 500 m³ se conecta además una planta elevadora de distribución que abastece al sector alto de la red (sobre la cota 20) en las épocas críticas de verano. Si bien este sistema se mantiene operativo, no ha sido necesaria su utilización en los últimos años. La red de este sector se encuentra separada mediante válvulas que se mantienen abiertas en invierno y cerradas en verano si se opera la planta elevadora.

El recinto donde se construirá el nuevo estanque está ubicado al costado poniente de la Ruta 5 Norte, aproximadamente en el km. 200 y a una altura de 32 m sobre el nivel del mar aproximadamente. A este estanque llegará la impulsión de la PE N° 2.

Considerando lo expuesto, en el Balance Oferta Demanda que se adjunta, no se han incluido los estanques existentes, esto es, se ha adoptado un volumen existente igual a “cero”. Se construirá por lo tanto un nuevo estanque, metálico semienterrado de 700 m³, suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.

El nuevo sistema está programado para entrar en operación el verano del año 2022.

CUADRO N° 4.18
BALANCE OFERTA DEMANDA DE REGULACIÓN (sin proyecto)

AÑO	POBLACIÓN (hab)	Q máx. día dist. (l/s)	DEMANDA (m ³)				CAPACIDAD EXISTENTE (m ³)	BALANCE SIN PROYECTO (m ³)
			REGULACIÓN	INCENDIO	EMERGENCIA	TOTAL		
2020	2.727	26,15	339	115	188	527	0	-527
2021	2.770	26,57	344	115	191	536	0	-536
2022	2.814	26,99	350	115	194	544	0	-544
2023	2.858	27,41	355	115	197	553	0	-553
2024	2.902	27,83	361	115	200	561	0	-561
2025	2.946	28,25	366	115	203	570	0	-570
2026	2.990	28,67	372	115	206	578	0	-578
2027	3.033	29,09	377	115	209	586	0	-586
2028	3.077	29,51	382	115	212	595	0	-595
2029	3.121	29,93	388	115	216	603	0	-603
2030	3.165	30,35	393	115	219	612	0	-612
2031	3.209	30,77	399	115	222	620	0	-620
2032	3.253	31,19	404	115	225	629	0	-629
2033	3.296	31,61	410	115	228	637	0	-637
2034	3.340	32,03	415	115	231	646	0	-646

CUADRO N° 4.19
BALANCE OFERTA DEMANDA DE REGULACIÓN (con proyecto)

AÑO	Déficit Sin Proyecto (m3)	OBRA PROYECTADA		Balance Con Proyecto (m3)
		DESIGNACIÓN	Capacidad (m3)	
2020				
2021				
2022	544	Estanque HA semienterrado	700	156
2023	553			147
2024	561			139
2025	570			130
2026	578			122
2027	586			114
2028	595			105
2029	603			97
2030	612			88
2031	620			80
2032	629			71
2033	637			63
2034	646			54

4.1.2.2 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Distribución

El recinto de la planta de osmosis inversa, donde se construirá el nuevo estanque de regulación tiene una altura media de 32 m sobre el nivel del mar aproximadamente. Como ya se ha dicho, desde este estanque nacerá la matriz que alimentará a la red de distribución de agua potable, el punto más alto de esta red lo constituye el actual estanque de regulación de 500 m³ el que quedará como estanque a los pies, por lo tanto, el punto más alto a abastecer será precisamente este estanque. La cota de radier del estanque de 500 m³ es 32,17 m y su cota de entrada es 36,30 m. Considerando que ambos estanques estarán prácticamente a la misma cota, deberá instalarse una planta elevadora de distribución en el recinto del nuevo estanque.

La impulsión de la planta elevadora de distribución será el tramo de la actual impulsión que va hacia el estanque de 500 m³. Este tramo se conectará a la red existente a la entrada de la localidad, quedando fuera de uso el tramo que llega al estanque de 500 m³. Esta impulsión es de PVC D=160 mm y fue instalada por ESSSI en 2006. La cota de radier del nuevo estanque será 32,5 m y su nivel de aguas máximas 36,5 m.

La planta elevadora se diseña para el mayor valor entre Q máx horario y la suma Q máx diario + Q incendio. El Q incendio se ha calculado con un grifo en uso. El mayor valor resulta ser en todos los casos el Q máx diario + Q incendio. El cálculo se muestra en el Cuadro N° 4.35 y se han tomado los valores calculados en el Cuadro N° 3.8.

CUADRO Nº 4.20
CAUDAL DE ELEVACIÓN – PEAP DE DISTRIBUCIÓN

AÑO	Q máx diario (l/s)	Q máx horario (l/s)	Q max diario + inc (l/s)
2020	26,15	39,22	42,15
2021	26,57	39,85	42,57
2022	26,99	40,48	42,99
2023	27,41	41,11	43,41
2024	27,83	41,74	43,83
2025	28,25	42,37	44,25
2026	28,67	43,00	44,67
2027	29,09	43,64	45,09
2028	29,51	44,27	45,51
2029	29,93	44,90	45,93
2030	30,35	45,53	46,35
2031	30,77	46,16	46,77
2032	31,19	46,79	47,19
2033	31,61	47,42	47,61
2034	32,03	48,05	48,03

Para determinar las características de la planta elevadora (que en adelante llamaremos PEAP N° 3) y su impulsión, deberá analizarse todo el sistema de distribución en forma conjunta. Primero deben decidirse las restricciones que se imponen al sistema. Las principales restricciones son: a) el estanque de 500 m³ debe mantenerse siempre lleno, b) la altura manométrica de elevación no será superior a los 70 m.c.a. c) se debe cumplir, en la red, con la norma NCh 691:2015 en cuanto a que la velocidad máxima en tuberías debe ser 3 m/s. d) el trazado de los refuerzos que se requiera será por calles o caminos públicos.

El análisis efectuado en conjunto con la red de distribución ha arrojado lo siguiente:

- La planta elevadora de distribución será para un caudal máximo de 48 l/s a 65 m de altura al final del período de previsión.
- En período de bajos consumos, el caudal máximo a elevar será de 29 l/s al final del período.
- La impulsión existente de PVC D=160 mm se mantiene y no es necesario reforzarla, presentando en períodos de máxima demanda velocidades inferiores a 3 m/s.

Considerando las fechas de puesta en marcha del estanque y que las obras se ejecutarán solo para atender la demanda de verano, se ha estimado para la planta elevadora su puesta en marcha a fines del 2022 para atender la demanda del verano 2023.

4.1.2.3 Red de Distribución

La red de distribución de Pichidangui se alimenta desde el estanque de regulación existente en el recinto El Atún. Según la nueva planificación propuesta en el presente Plan de Desarrollo, la red se alimentará desde el nuevo estanque de 700 m³ que se construirá en el recinto de la PTOI, en este recinto se construirá una planta elevadora que impulsará el agua hasta la red de distribución. El estanque existente de 500 m³ queda como estanque a los pies y el estanque de 100 m³ quedará fuera de uso.

En el **Anexo N° 6 “Análisis Hidráulico Redes de Distribución y Recolección”** se incluye el análisis hidráulico de la red existente, se desprende del análisis que no es necesario el refuerzo de la red.

4.2 BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

4.2.1 Balance Oferta - Demanda de Recolección

4.2.1.1 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Recolección

La red de recolección de aguas servidas de Pichidangui está formada por dos sectores: el sector poniente que descarga a la planta elevadora de recolección Barroilhet y el sector centro sur que descarga a la planta elevadora de disposición ubicada en calle Jean Laffite.

La planta elevadora de recolección Barroilhet (PEAS N° 1) evacua las aguas servidas del sector poniente de la localidad de Pichidangui y que antiguamente descargaba directamente al mar, esta planta está ubicada al sur poniente de la localidad en la intersección de la Av. Barroilhet con Av. Costanera. Las aguas servidas son descargadas a la red del sector centro sur en una CI ubicada en la intersección de las Av. Costanera con La Raya, mediante una impulsión de PVC D= 110 y 160 mm, de 1.094 m de longitud.

Para efectos del Balance Oferta Demanda se debe determinar previamente la proyección de caudales de aguas servidas que llegará a la planta Barroilhet.

La PEAS Barroilhet recibe las aguas servidas del sector sur poniente de Pichidangui. De acuerdo con la construcción de viviendas y a la estadística de clientes, ese sector en la actualidad representa aproximadamente el 50% del total de conexiones de alcantarillado y se estima que ese porcentaje se mantendrá constante durante todo el período de previsión.

En el Cuadro N° 4.21 se muestra la proyección de caudales según formato establecido en la Guía. Para efectos de cálculo se ha mantenido para el sector, la cobertura de alcantarillado determinada para el total de la localidad.

Se presenta a continuación los cuadros BOD de la Planta Elevadora Barroilhet. El sistema de elevación, bombas e impulsión, se verifica para el caudal máximo horario determinado en el cuadro N° 4.21.

Para el diseño se ha considerado que las plantas elevadoras, según norma, deben contar con equipo de reserva (stand-by), el cual no se ha incluido en el cálculo de la capacidad de la planta. La altura de elevación incluye la altura geométrica más las pérdidas por fricción, pérdidas singulares y revancha.

CUADRO N° 4.2I
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS SECTOR BARROILHET

AÑO	POB. TOTAL (Hab)	COB. (%)	POBLACIÓN SANEADA AS (Hab)	CLIENTES SERVIDOS AS (N°)	DOTACIÓN		Coeficiente de Recuperación = 0,80						
					m3/cl/mes	l/hab/día	CAUDAL MEDIO (l/s)	HARMON	CAUDAL MAX. HORARIO (l/s)	Q INFILT (l/s)	Q AGUAS LLUVIAS (l/s)	CAUDAL MEDIO TOTAL (l/s)	CAUDAL MAX. HORARIO. TOTAL (l/s)
2020	1363	45,33%	618	268	14,4	205	1,17	-	5,73	0	0	1,17	5,73
2021	1385	56,17%	778	337	14,4	205	1,48	-	6,37	0	0	1,48	6,37
2022	1407	60,78%	855	370	14,4	205	1,62	-	6,68	0	0	1,62	6,68
2023	1429	65,39%	934	405	14,4	205	1,77	-	6,99	0	0	1,77	6,99
2024	1451	70,00%	1016	440	14,4	205	1,93	3,80	7,32	0	0	1,93	7,32
2025	1473	70,00%	1031	446	14,4	205	1,96	3,79	7,42	0	0	1,96	7,42
2026	1495	70,00%	1046	453	14,4	205	1,99	3,79	7,52	0	0	1,99	7,52
2027	1517	70,00%	1062	460	14,4	205	2,01	3,78	7,62	0	0	2,01	7,62
2028	1539	70,00%	1077	466	14,4	205	2,04	3,78	7,72	0	0	2,04	7,72
2029	1561	70,00%	1092	473	14,4	205	2,07	3,77	7,83	0	0	2,07	7,83
2030	1582	70,00%	1108	480	14,4	205	2,10	3,77	7,93	0	0	2,10	7,93
2031	1604	70,00%	1123	486	14,4	205	2,13	3,77	8,03	0	0	2,13	8,03
2032	1626	70,00%	1138	493	14,4	205	2,16	3,76	8,13	0	0	2,16	8,13
2033	1648	70,00%	1154	499	14,4	205	2,19	3,76	8,23	0	0	2,19	8,23
2034	1670	70,00%	1169	506	14,4	205	2,22	3,76	8,33	0	0	2,22	8,33

CUADRO Nº 4.22
PLANTAS ELEVADORAS E IMPULSIONES ASOCIADAS DE RECOLECCIÓN
(sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PEAS Barroilhet

AÑO	IMPULSIONES ASOCIADAS						
	Longitud 1 (m)	Diámetro 1 (mm)	Longitud 2 (m)	Diámetro 2 (mm)	Hg (m)	Q máx. horario (l/s)	H elev (m)
2020	550	110	544	160	8,5	5,73	12,50
2021	550	110	544	160	8,5	6,37	13,26
2022	550	110	544	160	8,5	6,68	13,65
2023	550	110	544	160	8,5	6,99	14,05
2024	550	110	544	160	8,5	7,32	14,50
2025	550	110	544	160	8,5	7,42	14,65
2026	550	110	544	160	8,5	7,52	14,79
2027	550	110	544	160	8,5	7,62	14,93
2028	550	110	544	160	8,5	7,72	15,08
2029	550	110	544	160	8,5	7,83	15,24
2030	550	110	544	160	8,5	7,93	15,38
2031	550	110	544	160	8,5	8,03	15,53
2032	550	110	544	160	8,5	8,13	15,69
2033	550	110	544	160	8,5	8,23	15,84
2034	550	110	544	160	8,5	8,33	15,99

CUADRO Nº 4.23
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTAS ELEVADORAS DE RECOLECCIÓN (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PEAS Barroilhet.

AÑO	OFERTA DE CAPACIDAD		DEMANDA CAPACIDAD		BALANCE SIN PROYECTO	
	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)	Q máx horario (l/s)	H elev (m)	Q (l/s)	H elev (m)
2020	15,0	18,0	5,73	12,50	9,27	5,50
2021	15,0	18,0	6,37	13,26	8,63	4,74
2022	15,0	18,0	6,68	13,65	8,32	4,35
2023	15,0	18,0	6,99	14,05	8,01	3,95
2024	15,0	18,0	7,32	14,50	7,68	3,50
2025	15,0	18,0	7,42	14,65	7,58	3,35
2026	15,0	18,0	7,52	14,79	7,48	3,21
2027	15,0	18,0	7,62	14,93	7,38	3,07
2028	15,0	18,0	7,72	15,08	7,28	2,92
2029	15,0	18,0	7,83	15,24	7,17	2,76
2030	15,0	18,0	7,93	15,38	7,07	2,62
2031	15,0	18,0	8,03	15,53	6,97	2,47
2032	15,0	18,0	8,13	15,69	6,87	2,31
2033	15,0	18,0	8,23	15,84	6,77	2,16
2034	15,0	18,0	8,33	15,99	6,67	2,01

Se observa que los equipos de elevación tienen capacidad para atender la demanda máxima horaria durante todo el período de previsión, por lo tanto, solo se considera su reposición por término de vida útil cuando corresponda.

Sin embargo, se debe considerar el año 2020, para estar operativo el 2021, un mejoramiento general de la planta elevadora, instalando un sistema de rejas para darles protección a los equipos de elevación y evitar atascamientos, igualmente se debe instalar un sistema de respaldo eléctrico ante eventuales cortes de energía, el que deberá instalarse separado de la sentina y la cámara de rejas.

4.2.1.2 Redes de Recolección

A la fecha la longitud total de la red es de unos 21.600 m y funciona en buenas condiciones no afectándola obstrucciones. En el **Anexo N° 6 “Análisis Hidráulico Redes de Distribución y Recolección”** se incluye el análisis hidráulico de la red existente.

4.2.2 Balance Oferta - Demanda de Disposición

4.2.2.1 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

Las aguas servidas de Pichidangui son tratadas en una planta de tratamiento de aguas servidas del tipo lombrifiltros. La planta está ubicada fuera de la localidad, a orillas de la ruta 5 Norte en la entrada norte al pueblo.

Las aguas servidas son conducidas desde la red de recolección a esta planta de tratamiento mediante una planta elevadora de disposición ubicada en calle Barlovento con Jean Lafitte (PEAS Jean Lafitte). La impulsión de esta planta elevadora descarga directamente en la planta elevadora de cabecera ubicada al interior de la planta de tratamiento.

La planta de lombrifiltros está formada por dos módulos de 20 m de ancho por 40 m de largo, haciendo una superficie total de tratamiento de 1600 m² con una capacidad nominal de 10 l/s.

El canastillo existente en las plantas elevadoras, tanto de recolección como de disposición, sirven de tratamiento preliminar. Considerando los caudales de diseño de esas plantas elevadoras, la capacidad de tratamiento preliminar de los canastillos se ha estimado por lo menos en 20 l/s.

En los cuadros de Balance Oferta Demanda siguientes se observa que la planta de tratamiento tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión. Solo se consulta recambio de los equipos de cloración al término de su vida útil.

CUADRO N° 4.24
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (sin proyecto)

Nombre Planta: Pichidangui

Tratamiento Preliminar

AÑO	CAPACIDAD (Q max. hor diseño) (l/s)	DEMANDA (Q max horario) (l/s)	BALANCE SIN PROYECTO (l/s)
2020	20	9,05	10,95
2021	20	10,83	9,17
2022	20	11,81	8,19
2023	20	12,80	7,20
2024	20	13,80	6,20
2025	20	13,99	6,01
2026	20	14,18	5,82
2027	20	14,37	5,63
2028	20	14,55	5,45
2029	20	14,74	5,26
2030	20	14,93	5,07
2031	20	15,11	4,89
2032	20	15,30	4,70
2033	20	15,49	4,51
2034	20	15,67	4,33

CUADRO N° 4.25
BALANCE OFERTA DEMANDA CAPACIDAD HIDRÁULICA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (sin proyecto)

Tratamiento: Lombrifiltro

AÑO	CAPACIDAD HIDRÁULICA (Q medio diseño) (l/s)	DEMANDA HIDRÁULICA (Q medio total proyectado) (l/s)	BALANCE SIN PROYECTO (l/s)
2020	10	2,43	7,57
2021	10	2,95	7,05
2022	10	3,25	6,75
2023	10	3,55	6,45
2024	10	3,85	6,15
2025	10	3,91	6,09
2026	10	3,97	6,03
2027	10	4,03	5,97
2028	10	4,09	5,91
2029	10	4,15	5,85
2030	10	4,20	5,80
2031	10	4,26	5,74
2032	10	4,32	5,68
2033	10	4,38	5,62
2034	10	4,44	5,56

CUADRO N° 4.26
BALANCE OFERTA DEMANDA CAPACIDAD CARGA ORGÁNICA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (sin proyecto)

Tratamiento: Lombrifiltro

AÑO	CAPACIDAD CARGA (carga diseño) (Kg DBO ₅ /día)	DEMANDA CARGA (carga proyectada) (Kg DBO ₅ /día)	BALANCE CARGA SIN PROYECTO (Kg DBO ₅ /día)
2020	140	51	89
2021	140	62	78
2022	140	68	72
2023	140	75	65
2024	140	81	59
2025	140	82	58
2026	140	84	56
2027	140	85	55
2028	140	86	54
2029	140	87	53
2030	140	89	51
2031	140	90	50
2032	140	91	49
2033	140	92	48
2034	140	94	46

CUADRO N° 4.27
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS (sin proyecto)

Desinfección

AÑO	CAPACIDAD (Q medio diseño) (l/s)	DEMANDA (Q medio proyectado) (l/s)	BALANCE SIN PROYECTO (l/s)
2020	10	2,43	7,57
2021	10	2,95	7,05
2022	10	3,25	6,75
2023	10	3,55	6,45
2024	10	3,85	6,15
2025	10	3,91	6,09
2026	10	3,97	6,03
2027	10	4,03	5,97
2028	10	4,09	5,91
2029	10	4,15	5,85
2030	10	4,20	5,80
2031	10	4,26	5,74
2032	10	4,32	5,68
2033	10	4,38	5,62
2034	10	4,44	5,56

4.2.2.2 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Disposición

Existen dos plantas elevadoras de disposición: la primera, ubicada en calle Jean Lafitte, impulsa las aguas servidas desde la cámara final de la red de colectores de la localidad hasta la planta elevadora de cabecera ubicada a la entrada de la planta de tratamiento. La segunda, ubicada en el recinto de la planta de tratamiento, impulsa las aguas a través del sistema de lombrifiltros.

La impulsión de la planta elevadora Jean Lafitte es una cañería de PVC D=160 y 200 mm y 2.513 m de longitud. La planta elevadora de cabecera descarga inmediatamente a los módulos del lombrifiltro.

Se presentan a continuación los cuadros de Balance Oferta Demanda de ambas plantas elevadoras y las impulsiones asociadas. En los Cuadros del **Anexo N° 5 “Cálculo de Plantas Elevadoras”** se incluye la verificación hidráulica de las impulsiones y los equipos de elevación. El sistema de elevación, bombas e impulsión, se ha verificado para el caudal máximo horario determinado en el cuadro N° 3.10. La altura de elevación incluye la altura geométrica más las pérdidas por fricción, pérdidas singulares y revancha.

Según se desprende del análisis, la planta elevadora Jean Lafitte llega al límite de su capacidad aproximadamente el año 2024, por lo tanto, deberá aprovecharse al cambio de equipos por término de vida útil para cambiarlos por otros de mayor capacidad, se propone Q=16 l/s a 45 m de altura Situación similar ocurre en la PEAS de cabecera, en este caso se propone cambiarlos por equipos de Q=16 l/s a 6 m de altura el año 2026..

CUADRO N° 4.28.a
PLANTAS ELEVADORAS E IMPULSIONES ASOCIADAS DE DISPOSICIÓN
PEAS Jean Lafitte (sin proyecto)

AÑO	IMPULSIONES ASOCIADAS						
	Longitud 1 (m)	Diámetro 1 (mm)	Longitud 2 (m)	Diámetro 2 (mm)	Hg (m)	Q _{máx. horario} (l/s)	H _{elev} (m)
2020	1.691	160	822	200	32	9,05	36,66
2021	1.691	160	822	200	32	10,83	38,30
2022	1.691	160	822	200	32	11,81	39,31
2023	1.691	160	822	200	32	12,80	40,40
2024	1.691	160	822	200	32	13,80	41,58
2025	1.691	160	822	200	32	13,99	41,82
2026	1.691	160	822	200	32	14,18	42,05
2027	1.691	160	822	200	32	14,37	42,29
2028	1.691	160	822	200	32	14,55	42,52
2029	1.691	160	822	200	32	14,74	42,76
2030	1.691	160	822	200	32	14,93	43,01
2031	1.691	160	822	200	32	15,11	43,24
2032	1.691	160	822	200	32	15,30	43,50
2033	1.691	160	822	200	32	15,49	43,75
2034	1.691	160	822	200	32	15,67	43,99

CUADRO N° 4.28.b
PLANTAS ELEVADORAS E IMPULSIONES ASOCIADAS DE DISPOSICIÓN
PEAS Cabecera (sin proyecto)

AÑO	IMPULSIONES ASOCIADAS				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Hg (m)	Q _{máx. horario} (l/s)	H _{elev} (m)
2020	12	160	3	9,05	3,53
2021	12	160	3	10,83	3,54
2022	12	160	3	11,81	3,54
2023	12	160	3	12,80	3,55
2024	12	160	3	13,80	3,55
2025	12	160	3	13,99	3,56
2026	12	160	3	14,18	3,56
2027	12	160	3	14,37	3,56
2028	12	160	3	14,55	3,56
2029	12	160	3	14,74	3,56
2030	12	160	3	14,93	3,56
2031	12	160	3	15,11	3,57
2032	12	160	3	15,30	3,57
2033	12	160	3	15,49	3,57
2034	12	160	3	15,67	3,57

CUADRO N° 4.29.a
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTAS ELEVADORAS DE DISPOSICIÓN (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: PEAS Jean Lafitte.

AÑO	OFERTA DE CAPACIDAD		DEMANDA CAPACIDAD		BALANCE SIN PROYECTO	
	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)	Q _{máx horario} (l/s)	H _{elev} (m)	Q (l/s)	H _{elev} (m)
2020	14,13	41	9,05	36,66	5,08	4,34
2021	14,13	41	10,83	38,30	3,30	2,70
2022	14,13	41	11,81	39,31	2,32	1,69
2023	14,13	41	12,80	40,40	1,33	0,60
2024	14,13	41	13,80	41,58	0,33	-0,58
2025	14,13	41	13,99	41,82	0,14	-0,82
2026	14,13	41	14,18	42,05	-0,05	-1,05
2027	14,13	41	14,37	42,29	-0,24	-1,29
2028	14,13	41	14,55	42,52	-0,42	-1,52
2029	14,13	41	14,74	42,76	-0,61	-1,76
2030	14,13	41	14,93	43,01	-0,80	-2,01
2031	14,13	41	15,11	43,24	-0,98	-2,24
2032	14,13	41	15,30	43,50	-1,17	-2,50
2033	14,13	41	15,49	43,75	-1,36	-2,75
2034	14,13	41	15,67	43,99	-1,54	-2,99

CUADRO N° 4.29.b
BALANCE OFERTA DEMANDA
PLANTAS ELEVADORAS DE DISPOSICIÓN (sin proyecto)

Nombre Planta Elevadora: Planta de Cabecera

AÑO	OFERTA DE CAPACIDAD		DEMANDA CAPACIDAD		BALANCE SIN PROYECTO	
	CAUDAL (l/s)	ALTURA (m)	Q máx horario (l/s)	H elev (m)	Q (l/s)	H elev (m)
2020	14,13	4	9,05	3,53	5,08	0,47
2021	14,13	4	10,83	3,54	3,30	0,46
2022	14,13	4	11,81	3,54	2,32	0,46
2023	14,13	4	12,80	3,55	1,33	0,45
2024	14,13	4	13,80	3,55	0,33	0,45
2025	14,13	4	13,99	3,56	0,14	0,44
2026	14,13	4	14,18	3,56	-0,05	0,44
2027	14,13	4	14,37	3,56	-0,24	0,44
2028	14,13	4	14,55	3,56	-0,42	0,44
2029	14,13	4	14,74	3,56	-0,61	0,44
2030	14,13	4	14,93	3,56	-0,80	0,44
2031	14,13	4	15,11	3,57	-0,98	0,43
2032	14,13	4	15,30	3,57	-1,17	0,43
2033	14,13	4	15,49	3,57	-1,36	0,43
2034	14,13	4	15,67	3,57	-1,54	0,43

4.2.2.3 Conducciones de Disposición de Aguas Servidas

La planta de tratamiento de aguas servidas de Pichidangui no cuenta con conducciones de disposición de aguas servidas, ya que las aguas tratadas y cloradas pasan a una cámara de contacto, la que termina en la cámara de salida que descarga directamente al curso receptor.

5 SOLUCIÓN DEFINIDA POR LA EMPRESA

En este capítulo se entrega una descripción de la solución adoptada por la empresa para satisfacer la demanda en el período de análisis.

5.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

5.1.1 Producción

Descripción de la solución

De acuerdo con los balances de oferta demanda los derechos de agua disponibles son suficientes para abastecer a la localidad durante todo el período de previsión. El caudal de producción necesario para el año 5 del proyecto (año 2024) es de 29,29 l/s y para el fin del período de previsión (año 2034) el caudal asciende a 33,72 l/s. Igualmente a nivel de fuentes se dispone de una capacidad real de producción de 35 l/s, lo que es suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.

Si bien se dispone de derechos de aprovechamiento de aguas y fuentes suficientes para atender la demanda durante todo el período de previsión, el problema radica en la calidad del agua extraída de las fuentes y cuyo tratamiento aumenta la demanda de agua cruda.

Las aguas que demanda el proyecto son captadas en la actualidad desde dos norias y un dren ubicados en la ribera izquierda del río Quilimarí, desde ahí son impulsadas a una planta de filtros en presión para la remoción de Fe y Mn ubicada en un recinto contiguo a la captación. Desde la planta de filtros las aguas tratadas son enviadas hacia una planta de osmosis inversa ubicada en el recinto a orillas de la Ruta 5 Norte, para la remoción de Cloruros y Sólidos Disueltos Totales (la cual, sin embargo, no ha sido necesario operar en los últimos tres años), desde aquí las aguas tratadas son impulsadas al estanque de regulación de la localidad.

De acuerdo con los resultados de los análisis químicos de los últimos dos años, el agua cruda cumple con la norma en cuanto a cloruros y SDT, por lo tanto, no ha sido necesario utilizar la PTOI, esta condición de buena calidad del agua cruda se mantiene en la actualidad y se espera que así continúe.

Si desmejora la calidad del agua cruda se presentan dos escenarios, considerando la calidad de balneario de Pichidangui con una fuerte variación estacional en los consumos:

a) período de bajos consumos (marzo a diciembre): en este período la planta de osmosis inversa tiene capacidad suficiente para atender la demanda, igualmente las fuentes existentes tienen capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.

b) período de altos consumos (enero y febrero): se estudiaron diversas alternativas para el caso que la calidad del agua cruda desmejore en el período de altos consumos. La alternativa elegida considera que en la actualidad la calidad de las fuentes permite entregar un abastecimiento normal y, por lo tanto, todo se reduce al caso eventual que desmejore la calidad del agua de las fuentes actuales. Si se mantiene la calidad del agua actual esas medidas de contingencia no serían necesarias. Por lo tanto, se ha planteado

una alternativa que permite manejar las fuentes actuales y entregar a distribución un agua que cumple con la norma.

Como se vio en el texto, la mezcla actual cumple con la norma y lo que se propone como Primera Etapa es mejorar esta mezcla aumentando el uso de las fuentes de mejor calidad y agregar unas nuevas, lo que implica disminuir el uso de la noria Quilimarí que es la fuente de menor calidad.

Por lo tanto, se propone operar el sistema con una capacidad de producción de solamente 34 l/s, que es lo que se propone en el cuadro N° 4.7 del capítulo anterior, lo que permite mantener una holgura en cuanto al uso de las captaciones con mejor calidad.

Como obras adicionales deberá construirse un tercer filtro en presión de características similares a los existentes, para que esté operativo el verano del 2021. Igualmente se considera la construcción de un clarificador antes de la etapa de filtración, que permita mejorar la eficiencia del sistema en la remoción de Fe y Mn. Además de lo anterior, la Empresa instalará un cuarto filtro en presión con el fin de evaluar la eficiencia del sistema

Con este sistema se obtendrá una mezcla de agua filtrada que cumple con la norma en todos los parámetros.

Sin desechar la alternativa elegida en Primera Etapa, con el fin de anticiparse a futuras situaciones desfavorables de sequía más prolongada, y suponiendo que se logre establecer un sistema de financiamiento que permita disminuir el impacto en la población, se ha adoptado, en una Segunda Etapa, la construcción de una planta desaladora de agua de mar para un caudal de salida de 22 l/s. Esta planta se ha planificado en principio para que esté en operación el año 2024, aun cuando la fecha definitiva deberá determinarse según se presente la calidad de las fuentes actuales. Se ha incluido además en el cronograma los estudios y tramitación previa a la construcción, tales como la diseño de obras, adquisición de terrenos o servidumbres, tramitación antes el SEA (pertinencia).

Captación y Elevación.

- Los equipos de las captaciones noria Cerrillos y dren Quilimarí tienen capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.
- La PE N° 1 (PEAP de Baja Presión) tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión del proyecto.
- Para la PE N° 2 (PEAP de Alta Presión) se señala que experimentará un pequeño déficit a partir del año 2022. Como con el nuevo esquema del sistema de distribución, esta planta queda sobredimensionada en cuanto a altura de elevación, se sugiere cambiar, a partir del año 2023, los equipos existentes por equipos nuevos, capaces de elevar un caudal de 30 l/s a una altura de elevación de 71 m.

Tratamiento

De acuerdo con los análisis practicados, incluidos en el Anexo N° 4 "Análisis Calidad de Aguas", las aguas captadas por las norias no cumplen con la norma NCh 409/1 en los contenidos de fierro y manganeso. Por esta razón se efectúa un tratamiento mediante el proceso de filtración en base a filtros en presión el que se mantiene en el presente proyecto. El proceso de tratamiento se realiza actualmente mediante dos filtros en presión ubicados en el recinto del río Quilimarí, Estos filtros se encuentran en buen estado de conservación y operación, por lo tanto, se mantiene el sistema. De acuerdo con el balance de oferta demanda, deberá instalarse un filtro adicional en el recinto Quilimarí. Este filtro será de D=2,1 m y de características similares a los existentes, con una capacidad media

de tratamiento de 10 l/s. Este filtro deberá estar operativo el verano del 2021. No obstante lo anterior, se ha decidido agregar un reactor en forma previa a los filtros que permita mejorar la eficiencia del sistema en remoción de fierro y manganeso. Tendrá 10 m de diámetro y se instalará en el mismo recinto de los filtros.

Cloración

Actualmente la desinfección se realiza mediante cloración en el recinto de filtros del río Quilimarí, donde se agrega una solución de hipoclorito de sodio al inicio de la impulsión. Posteriormente se realiza una post cloración a la entrada del estanque de 500 m³. Con el nuevo esquema que se propone, se elimina la cloración en el recinto Quilimarí y la cloración se realizará a la entrada del nuevo estanque de regulación de 700 m³ a construir en el actual recinto PTOI.

Según se determinó en el Balance Oferta Demanda, el sistema de cloración en el recinto del nuevo estanque deberá tratar el caudal total de distribución, esto es, deberá tener capacidad para tratar un caudal de 32 l/s.

Se considera el reemplazo de los equipos dosificadores de cloro cada cinco años por término de su vida útil.

Reelevación

En el sistema actual, las aguas filtradas son elevadas desde la planta de tratamiento hasta el estanque de regulación de 500 m³ existente en la localidad (planta elevadora de alta: PE N° 2). Con el nuevo esquema que se adoptará esta planta elevará solo hasta el estanque nuevo de 700 m³ que se construirá en el recinto de la PTOI. Según el Balance Oferta Demanda, esta planta elevadora tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión. En el caso de la PE N° 2 los equipos de elevación deberán cambiarse por equipos para un caudal de 32 l/s a 77 m de altura de elevación.

5.1.2 Distribución

Regulación

La red de distribución de Pichidangui es alimentada desde un estanque de regulación de 500 m³ de capacidad ubicado en el punto más alto de la localidad. Un estanque adicional de 100 m³ se puso en operación en diciembre de 2018. Con el nuevo esquema que se adopta en este Plan de Desarrollo, la red se alimentará desde un nuevo estanque de 700 m³, semienterrado, metálico, que se construirá en el recinto de la planta de osmosis inversa, el que pasará a constituirse en el recinto de cabecera del sistema de distribución, quedando el estanque de 500 m³ como estanque a los pies y el estanque de 100 m³ queda fuera de uso.

Elevación

En el recinto del nuevo estanque deberá construirse una planta elevadora de distribución que impulse el agua desde el estanque a la red de distribución. Por las particularidades de la variación de la demanda entre invierno y verano, deberá diseñarse un sistema que permita elevar en el verano un caudal de hasta 48 l/s a 65 m y en invierno un caudal de hasta 29 l/s.

Red de Distribución

La red actual es de PVC y HDP, es nueva y se encuentra en buenas condiciones de

conservación.

En el nuevo esquema de operación esta red se alimentará desde la planta elevadora de distribución que se construirá junto al nuevo estanque de 700 m³. La actual impulsión, en su tramo que va desde el recinto de la PTOI hasta la entrada al pueblo en Av Costanera con Av. El Esfuerzo, será la matriz alimentadora de la red. El tramo de la actual impulsión que va desde este punto hasta el estanque de 500 m³ queda fuera de servicio.

La red de distribución se ha verificado según las nuevas condiciones de operación, esto es, con un nuevo estanque de regulación con planta elevadora de distribución. La verificación se ha efectuado para los consumos máximo horario y máximo diario más demanda de incendio, con el fin de asegurar que se cumplen con las presiones indicadas en la norma NCh 691.Of98. Según se desprende del análisis hidráulico que se adjunta en el Anexo N° 7, todos los sectores cumplen con la norma.

Para el sector ubicado sobre la cota 20, alrededor, del estanque de 500 m³, se mantiene la solución adoptada por la Empresa, esto es, una red sectorizada que permite aislarla del resto de la red. Este sector se puede abastecer en las épocas de altos consumos mediante un sistema presurizador que se alimenta desde el estanque de 500 m³.

5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

La concepción del servicio de alcantarillado por parte de ESSSI estuvo ligada a la utilización del sistema existente y a la particular topografía de península del balneario. Se definieron en su oportunidad dos sectores de recolección, cada uno descargando a una planta elevadora de aguas servidas. Estas plantas elevadoras conducen las aguas hasta la planta de tratamiento construida fuera del límite urbano de la localidad.

La red del sector poniente descarga a la planta elevadora de recolección Barroilhet y el sector centro sur descarga a la planta elevadora de disposición Jean Lafitte.

Las aguas servidas de Pichidangui son tratadas en una planta de tratamiento de aguas servidas del tipo lombrifiltros. La planta está ubicada fuera de la localidad, a orillas de la ruta 5 Norte a unos 400 m del acceso norte al pueblo.

Las aguas servidas son conducidas a esta planta de tratamiento mediante la planta elevadora de disposición ubicada en calle Barlovento con Jean Lafitte. La impulsión de esta planta elevadora descarga directamente a la planta elevadora de cabecera, ubicada al interior de la planta de tratamiento.

5.2.1 Recolección

Red de Colectores

Tal como se dijo anteriormente se definieron dos sectores de recolección, cada uno descargando a una planta elevadora de aguas servidas.

El primer sector, que corresponde al Sector Poniente, descarga a la planta elevadora Barroilhet. El segundo sector, que corresponde al sector central y al sector oriente del pueblo, descarga a una planta elevadora de aguas servidas que se construyó en la

prolongación de la calle Barlovento con Jean Lafitte. Este sector cuenta con redes de recolección nuevas construidas por ESSSI y que consistieron tanto en extensiones de redes como en cambio de cañerías fuera de norma.

Por tratarse de una red nueva, se encuentra en general en buen estado no presentándose obstrucciones. Con el fin de mejorar la operación del sistema, la empresa instalará durante el año 2021 un tramo de colector en la calle El Escorpión, en el sector de caleta de pescadores en HDPE D=200 mm y una longitud 115 m. No se considera la instalación ni reposición de otros colectores, se considera solamente la mantención rutinaria.

Plantas Elevadoras de Recolección

De acuerdo con el Balance Oferta-Demanda, la planta Barroilhet tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión, por lo tanto, solo se considera la reposición de los equipos de elevación por término de vida útil. Sin embargo, se debe considerar el año 2020, para estar operativo el 2021, un mejoramiento general de la planta elevadora, instalando un sistema de rejillas para darles protección a los equipos de elevación y evitar atascamientos, igualmente se debe instalar un sistema de respaldo eléctrico ante eventuales cortes de energía, el que deberá instalarse separado de la sentina y la cámara de rejillas.

5.2.2 Disposición

Tratamiento

La Planta de Tratamiento de Pichidangui está basada en el sistema de Lombrifiltro o Sistema Tohá creado en la Universidad de Chile. La planta de tratamiento está formada por dos módulos de 20 m de ancho por 40 m de largo cada uno, haciendo una superficie total de tratamiento de 1600 m².

De acuerdo con el resultado del balance oferta demanda, la planta tiene capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión.

Se considera, por lo tanto, que solamente se efectuarán labores de mantención, entre ellas la reposición de viruta, labor que se efectúa anualmente, y la reposición de los aspersores que se deterioren con el uso.

Plantas Elevadoras de Disposición

Según se desprende del Balance Oferta Demanda, la planta elevadora Jean Lafitte llega al límite de su capacidad aproximadamente el año 2024, por lo tanto, deberá aprovecharse al cambio de equipos por término de vida útil para cambiarlos por otros de mayor capacidad, se propone Q=16 l/s a 45 m de altura. Situación similar ocurre en la PEAS de cabecera, en este caso se propone cambiarlos por equipos de Q=16 l/s a 6 m de altura el año 2026.

Adicionalmente a lo anterior se debe considerar que la impulsión de la PEAS Jean Lafitte, que descarga en la PEAS de cabecera de la planta de tratamiento, tiene una longitud de 2,5 Km, en consecuencia, genera, muchas veces, problemas de malos olores en el entorno al ingreso de las aguas servidas a esta última PEAS. Si bien se trata de una zona donde no hay viviendas cercanas y solo se afecta al recinto de la planta de tratamiento, se estima necesario disminuir al máximo la eventual producción de olores.

Se deberá considerar, por lo tanto, un sistema de mitigación de olores en la planta elevadora del recinto de tratamiento, este incluirá el encapsulamiento de la instalación evitando el escape de gas odorífero al exterior y la instalación de una ventilación única adecuada que extraiga el aire para prevenir la formación de atmósferas tóxicas, corrosivas o explosivas. Se estima que por las características del sector, sin viviendas cercanas, este encapsulamiento debería ser suficiente para evitar los malos olores en el recinto de la planta de tratamiento, sin embargo el proyecto indicará si es recomendable el agregado de productos químicos para prevenir la septicidad en la impulsión o la sentina de la planta elevadora o si es necesario tratar el aire odorífero producido antes de su salida al exterior por la ventilación, mediante la instalación de un sistema de filtros de carbón activado u otro similar.

Cloración

Según el Balance Oferta Demanda los equipos tienen capacidad suficiente para atender la demanda durante todo el período de previsión. Se considera únicamente el reemplazo cada cinco años de los equipos dosificadores de cloro del efluente de la planta de tratamiento, por término de su vida útil.

5.3 RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS

Se presentan a continuación los cuadros resúmenes de las obras planificadas, para atender los déficits detectados, según formato exigido por la Guía:

CUADRO Nº 5.1
RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS
ETAPA DE PRODUCCIÓN

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Producción	Obra 1	Instalación de filtro en presión, similar a los existentes. Q= 10 l/s.	2021	Obra Nueva.
Producción	Obra 2	Cambio equipos cloración recinto captación. Q= 27 l/s.	2021	Aumento capacidad.
Producción	Obra 3	Instalación de reactor D=10 m, para remoción de Fe y Mn. Q=32 l/s.	2022	Obra Nueva.
Producción	Obra 4	Instalación sistema cloración, recinto estanque Nuevo. Q=32 l/s.	2022	Obra Nueva.
Producción	Obra 5	Cambio equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.	2023	Aumento capacidad.
Producción	Obra 6	Estudios y diseños, adquisición de terrenos y servidumbres y tramitación de autorizaciones ambientales.	2023	Estudios previos a obras de captación agua de mar y planta desaladora.
Producción	Obra 7	Construcción captación agua de mar. Q=44 l/s.	2024	Obra Nueva.
Producción	Obra 8	Construcción PE agua de mar. Q = 44 l/s. Impulsión HDPE D=200 mm. L= 450 m.	2024	Obra Nueva.
Producción	Obra 9	Construcción PE agua de rechazo Q=22 l/s. Cañería de descarga HDPE D=200 mm. L=1100 m.	2024	Obra Nueva.
Producción	Obra 10	Construcción planta desaladora para un caudal de salida de 22 l/s.	2024	Obra Nueva.
Producción	Obra 11	Reposición equipos elevación noria Cerrillos Q=15 l/s.	2025	Término vida útil.
Producción	Obra 12	Reposición equipos elevación PE N° 1. Q=48 l/s, H=27,5 m.	2026	Término vida útil.
Producción	Obra 13	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.	2028	Término vida útil.
Producción	Obra 14	Reposición equipos elevación Dren Quilimarí Q=10 l/s.	2029	Término vida útil.
Producción	Obra 15	Reposición equipo elevación Q=5 l/s, noria Ferrocarriles.	2031	Término vida útil.
Producción	Obra 16	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.	2032	Término vida útil.
Producción	Obra 17	Reposición equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.	2033	Término vida útil.

CUADRO Nº 5.2
RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS
ETAPA DE DISTRIBUCIÓN

ETAPA	OBRA	DESCRIPCION	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Distribución	Obra 1	Construcción estanque de regulación, semienterrado, metálico, V = 700 m ³	2022	Obra Nueva.
Distribución	Obra 2	Construcción planta elevadora de distribución. Q=48 l/s a 65 m.	2023	Obra Nueva.
Distribución	Obra 3	Reposición equipos elevación PE de distribución. Q=48 l/s a 65 m.	2033	Término vida útil.

CUADRO Nº 5.3
RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS
ETAPA DE RECOLECCIÓN

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	AÑO DE PUESTA EN OPERACIÓN	OBSERVACIONES
Recolección	Obra 1	Mejoramiento PEAS Barroilhet. Cámara de rejas y sistema eléctrico. Q=15 l/s, H=18 m.	2021	Mejoramiento de instalación existente.
Recolección	Obra 2	Instalación colector calle El Escorpión. HDPE, D=200 mm, L=115 m.	2022	Obra nueva.
Recolección	Obra 3	Reposición equipos PEAS Barroilhet Q=15 l/s, H=18 m.	2029	Término vida útil.

CUADRO Nº 5.4
RESUMEN DE OBRAS PLANIFICADAS
ETAPA DE DISPOSICIÓN

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	AÑO DE PUESTA EN OPERACION	OBSERVACIONES
Disposición	Obra 1	Instalación sistema mitigación olores PEAS cabecera, incluye encapsulamiento y tratamiento olores.	2022	
Disposición	Obra 2	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	2022	Término vida útil.
Disposición	Obra 3	Reposición equipo de elevación PEAS Jean Lafitte. Q=16 l/s H=45 m	2024	Término vida útil.
Disposición	Obra 4	Reposición equipo de elevación PEAS Cabecera. Q=16 l/s H=6 m	2026	Término vida útil.
Disposición	Obra 5	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	2027	Término vida útil.
Disposición	Obra 6	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	2032	Término vida útil.

6 PROGRAMA DE INVERSIONES

Una vez definidas las obras necesarias para el adecuado abastecimiento y saneamiento de la población, se ha estructurado el Programa de Inversiones correspondiente, en el que se identifica la obra y la inversión anual asociada.

De acuerdo con lo definido por la Guía, en el Cuadro N° 6.1 las inversiones se presentan separadas por etapa, es decir, producción, distribución, recolección y disposición.

CUADRO N° 6.1
PROGRAMA DE INVERSIÓN POR ETAPAS (UF)

1 UF = \$ 28.323,64 (15.01.2020)

ITEM	DESCRIPCION	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.	Producción															
Obra 1	instalación de filtro en presión, similar a los existentes. Q= 10 l/s.	400														
Obra 2	Cambio equipos cloración recinto captación. Q= 27 l/s.	200														
Obra 3	instalación de reactor D=10 m, para remoción de Fe y Mn. Q=32 l/s.		2.000													
Obra 4	Instalación sistema cloración, recinto estanque Nuevo. Q=32 l/s.			250												
Obra 5	Cambio equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.			1.400												
Obra 6	Estudios y diseños, adquisición de terrenos y servidumbres y tramitación de autorizaciones ambientales.		1.000	1.000												
Obra 7	Construcción captación agua de mar. Q=44 l/s.				720											
Obra 8	Construcción PE agua de mar Q = 44 l/s. Impulsión HDPE D=200 mm. L=450 m.				4.350											
Obra 9	Construcción PE agua de rechazo Q=22 l/s. Cañería de descarga HDPE D=200 mm. L=1100 m.				5.300											
Obra 10	Construcción planta desaladora para un caudal de salida de 22 l/s.				19.300											
Obra 11	Reposición equipos elevación noria Cerrillo Q=15 l/s.					550										

CUADRO N° 6.1 (continuación)
PROGRAMA DE INVERSIÓN POR ETAPAS (UF)

11 UF = \$ 28.323,64 (15.01.2020)

ITEM	DESCRIPCION	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1.	Producción (continuación)															
Obra 12	Reposición equipos elevación PE N° 1. Q=48 l/s, H=27,5 m.						1.200									
Obra 13	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.								100							
Obra 14	Reposición equipos elevación Dren Quilimarí Q=10 l/s.									300						
Obra 15	Reposición equipo elevación Q= 5 l/s, noria Ferrocarriles.										250					
Obra 16	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.													150		
Obra 17	Reposición equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.													1.400		
Total Etapa Producción		600	3.000	2.650	29.670	550	1.200	0	100	300	250	0	0	1.550	0	0

2.	Distribución															
Obra 1	Construcción estanque de regulación, semienterrado, metálico, V = 700 m3		6.700													
Obra 2	Construcción planta elevadora de distribución. Q=48 l/s a 65 m.			2.200												
Obra 3	Reposición equipos elevación PE de distribución. Q=48 l/s a 65 m.													1.400		
Total Etapa Distribución		0	6.700	2.200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.400	0	0

CUADRO N° 6.1 (continuación)
PROGRAMA DE INVERSIÓN POR ETAPAS (UF)

ITEM	DESCRIPCION	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
3.	Recolección															
Obra 1	Mejoramiento PEAS Barroilhet. Cámara de rejas y sistema eléctrico. Q=15 l/s, H=18 m.	600														
Obra 2	Instalación colector calle El Escorpión. HDPE, D=200 mm, L=115 m.		350													
Obra 3	Reposición equipos PEAS Barroilhet Q=15 l/s, H=18 m.									800						
Total Etapa Recolección		600	350	0	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0	0	0

4.	Disposición															
Obra 1	Instalación sistema mitigación olores PEAS cabecera, incluye encapsulamiento y tratamiento olores.		300													
Obra 2	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS		50													
Obra 3	Reposición equipo de elevación PEAS Jean Lafitte. Q=16 l/s H=45 m				850											
Obra 4	Reposición equipo de elevación PEAS Cabecera. Q=16 l/s H=6 m						600									
Obra 5	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS							50								
Obra 6	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS												50			
Total Etapa Disposición		0	350	0	850	0	600	50	0	0	0	0	50	0	0	0

TOTAL GENERAL	1.200	10.400	4.850	30.520	550	1.800	50	100	1.100	250	0	50	2.950	0	0
----------------------	--------------	---------------	--------------	---------------	------------	--------------	-----------	------------	--------------	------------	----------	-----------	--------------	----------	----------

7 CRONOGRAMA DE OBRAS

Se presenta en este capítulo el Cronograma Base que comprende un período de 15 años y se ha elaborado según el formato presentado en la Guía. En él se han incluido las obras resultantes del Balance Oferta – Demanda de la infraestructura que se desarrolló en el Capítulo 5 y las obras de reposición propuestas de acuerdo a su estado.

En el Cronograma Base se ha indicado el año de inicio y término de la obra. La puesta en operación de las obras será el 1° de enero del año siguiente al año de término, puesto que las obras necesariamente deberán estar operativas al inicio del año en que se determinó el déficit según el balance.

El Cronograma Base se entrega además en archivo digital, en planilla Excel.

CUADRO N° 7.1
CRONOGRAMA BASE

ETAPA	OBRA	DESCRIPCION	MONTO INVERSION	AÑO INICIO	AÑO TERMINO
			TOTAL (UF)		
Producción	Obra 1	instalación de filtro en presión, similar a los existentes. Q= 10 l/s.	400	2020	2020
Producción	Obra 2	Cambio equipos cloración recinto captación. Q= 27 l/s.	200	2020	2020
Producción	Obra 3	instalación de reactor D=10 m, para remoción de Fe y Mn. Q=32 l/s.	2000	2021	2021
Producción	Obra 4	Instalación sistema cloración, recinto estanque Nuevo. Q=32 l/s.	250	2021	2021
Producción	Obra 5	Cambio equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.	1400	2022	2022
Producción	Obra 6	Estudios y diseños, adquisición de terrenos y servidumbres y tramitación de autorizaciones ambientales.	2000	2021	2022
Producción	Obra 7	Construcción captación agua de mar. Q=44 l/s.	720	2023	2023
Producción	Obra 8	Construcción PE agua de mar Q = 44 l/s. Impulsión HDPE D=200 mm. L=450 m.	4350	2023	2023
Producción	Obra 9	Construcción PE agua de rechazo Q=22 l/s. Cañería de descarga HDPE D=200 mm. L=1100 m.	5300	2023	2023
Producción	Obra 10	Construcción planta desaladora para un caudal de salida de 22 l/s.	19300	2023	2023
Producción	Obra 11	Reposición equipos elevación noria Cerrillos Q=15 l/s.	550	2024	2024
Producción	Obra 12	Reposición equipos elevación PE N° 1. Q=48 l/s, H=27,5 m.	1200	2025	2025
Producción	Obra 13	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.	100	2027	2027
Producción	Obra 14	Reposición equipos elevación Dren Quilimarí Q=10 l/s.	300	2028	2028
Producción	Obra 15	Reposición equipo elevación Q= 5 l/s, noria Ferrocarriles.	250	2029	2029
Producción	Obra 16	Reposición equipos cloración estanque Nuevo. Q=32 l/s.	150	2032	2032
Producción	Obra 17	Reposición equipos elevación PE N° 2. Q=32 l/s, H=77 m.	1400	2032	2032
TOTAL ETAPA PRODUCCIÓN			39.870		

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	MONTO INVERSIÓN	AÑO INICIO	AÑO TERMINO
			TOTAL (UF)		
Distribución	Obra 1	Construcción estanque de regulación, semienterrado, metálico, V = 700 m3	6.700	2021	2021
Distribución	Obra 2	Construcción planta elevadora de distribución. Q=48 l/s a 65 m.	2.200	2022	2022
Distribución	Obra 3	Reposición equipos elevación PE de distribución. Q=48 l/s a 65 m.	1.400	2032	2031
TOTAL ETAPA DISTRIBUCIÓN			10.300		

ETAPA	OBRA	DESCRIPCION	MONTO INVERSION	AÑO INICIO	AÑO TERMINO
			TOTAL (UF)		
Recolección	Obra 1	Mejoramiento PEAS Barroilhet. Cámara de rejillas y sistema eléctrico. Q=15 l/s, H=18 m.	600	2020	2020
Recolección	Obra 2	Instalación colector calle El Escorpión. HDPE, D=200 mm, L=115 m.	350	2021	2021
Recolección	Obra 3	Reposición equipos PEAS Barroilhet Q=15 l/s, H=18 m.	800	2028	2028
TOTAL ETAPA RECOLECCIÓN			1.750		

ETAPA	OBRA	DESCRIPCION	MONTO INVERSION	AÑO INICIO	AÑO TERMINO
			TOTAL (UF)		
Disposición	Obra 1	Instalación sistema mitigación olores PEAS cabecera, incluye encapsulamiento y tratamiento olores.	300	2021	2021
Disposición	Obra 2	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	50	2021	2021
Disposición	Obra 3	Reposición equipo elevación PEAS Jean Lafitte. Q=16 l/s H=45 m	850	2023	2023
Disposición	Obra 4	Reposición equipo de elevación PEAS Cabecera. Q=16 l/s H=6 m	600	2025	2025
Disposición	Obra 5	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	50	2026	2026
Disposición	Obra 6	Reposición dosificadores de cloro, efluente PTAS	50	2031	2031
TOTAL ETAPA DISPOSICIÓN			1.900		

INVERSIÓN TOTAL (UF)			53.820		
-----------------------------	--	--	---------------	--	--


GUILLERMO RUIZ PEREZ
 Representante Legal
 Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A.