



# **ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO**

**EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS  
LO PRADO S.A.**

**PERIODO 2020 – 2034**

**Diciembre de 2019.**

---

## INDICE

<b>1.- DEFINICIÓN DEL ÁREA DE CONCESIÓN Y TERRITORIO OPERACIONAL DE AGUA POTABLE. -----</b>	<b>1</b>
<b>1.1.- Definición del Área de Concesión y Territorio Operacional de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas. -----</b>	<b>1</b>
<b>2.- CATASTRO Y DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. 2</b>	
<b>2.1.- Catastro de Infraestructura Existente. -----</b>	<b>2</b>
2.1.1.- Servicio de Agua Potable. -----	2
2.1.2.- Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas.-----	11
<b>2.2.- Diagnóstico del Estado de la Infraestructura Existente. -----</b>	<b>16</b>
2.2.1.- Obras generales. -----	16
2.2.2.- Redes.-----	16
<b>3.- PROYECCIÓN DE DEMANDA. -----</b>	<b>18</b>
<b>3.1.- Proyección de Población y Clientes. -----</b>	<b>19</b>
<b>3.2.- Coeficientes de consumo. -----</b>	<b>20</b>
<b>3.3.- Proyección de Demanda de Agua Potable. -----</b>	<b>21</b>
3.3.1.- Población Total.-----	22
3.3.2.- Cobertura. -----	22
3.3.3.- Población Abastecida. -----	22
3.3.4.- Número de conexiones según tipo de consumidores.-----	22
3.3.5.- Dotaciones de consumo. -----	22
3.3.6.- Caudales de consumo. -----	22
3.3.7.- Pérdidas.-----	23
3.3.8.- Caudales de Producción. -----	24
3.3.9.- Cuadros de proyección de demanda de Agua Potable. -----	24
<b>3.4.- Proyección de Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas. --</b>	<b>25</b>
3.4.1.- Población Total.-----	25
3.4.2.- Cobertura de Alcantarillado. -----	25
3.4.3.- Población Saneada.-----	25
3.4.4.- Clientes de aguas servidas. -----	25
3.4.5.- Dotaciones de consumo. -----	26
3.4.6.- Coeficientes de Diseño. -----	26
3.4.7.- Coeficientes de Recuperación. -----	26
3.4.8.- Coeficientes de Harmon. -----	26
3.4.9.- Boston Society.-----	27
3.4.10.- Criterios de dimensionamiento.-----	27
3.4.11.- Caudales de aguas servidas.-----	28

---



3.4.12.- Cuadros de proyección de caudales de aguas servidas. ....	28
<b>4.- BALANCE OFERTA – DEMANDA. ....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.- Balance Oferta – Demanda de Agua Potable. ....</b>	<b>30</b>
4.1.1.- Balance Oferta – Demanda de Producción. ....	30
4.1.2.- Balance Oferta – Demanda de Distribución. ....	41
<b>4.2.- Balance Oferta – Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas. 58</b>	
4.2.1.- Balance Oferta – Demanda de Recolección. ....	59
4.2.2.- Balance Oferta – Demanda de Disposición. ....	65
<b>5.- SOLUCIÓN DEFINIDA POR LA EMPRESA. ....</b>	<b>76</b>
<b>5.1.- Solución Etapa de Producción. ....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.- Solución Etapa de Distribución. ....</b>	<b>76</b>
<b>5.3.- Solución Etapa de Recolección. ....</b>	<b>79</b>
<b>5.4.- Solución Etapa de Disposición. ....</b>	<b>79</b>
<b>6.- PROGRAMA DE INVERSIONES. ....</b>	<b>81</b>
<b>7.- CRONOGRAMA DE OBRAS. ....</b>	<b>83</b>
<b>8.- EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PLAN DE DESARROLLO. ....</b>	<b>84</b>

---

## 1.- Definición del Área de Concesión y Territorio Operacional de Agua Potable.

El área de concesión corresponde a terrenos de la urbanización denominada "Ciudad de Los Valles" que abarca una superficie aproximada de 494,0 hectáreas y que se encuentra ubicada al poniente de la ciudad de Santiago, en la comuna de Pudahuel, en la Provincia de Santiago, en la Región Metropolitana.

El área de concesión limita al sur y al oriente con el cerro Lo Aguirre, al norte con la ruta 68 y al poniente con terrenos particulares.

El área de concesión está dividida de la siguiente manera:

**Tabla N° 1-1: Distribución de Superficie de Loteo.**

<b>Sector</b>	<b>Superficie (Há)</b>
Superficie urbanizable	332,94
Area de Reserva no urbanizable	161,09
<b>Total</b>	<b>494,03</b>

La superficie urbanizable incluye industrias, viviendas, equipamiento, áreas verdes y vialidad estructurante e incluso zonas definidas como urbanizables, pero con pendientes que en la práctica impiden su urbanización.

### 1.1.- Definición del Área de Concesión y Territorio Operacional de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.

El territorio operacional de las concesiones de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas se entrega en el Anexo N°1, en un solo plano con sus vértices definidos en base a coordenadas UTM. Las superficies del territorio operacional de agua potable y de aguas servidas son idénticas y son las mismas utilizadas en el Plan de Desarrollo vigente a escala 1:5.000, pero georeferenciadas al Datum WGS 84, Huso 19. Se entrega también en este plano un esquema de ubicación geográfica del área de concesión indicando su ubicación regional, provincial y comunal.

En este plano se han identificado además tres grandes áreas: el sector industrial, el sector residencial y el área de reserva del medioambiente.

La fuente de origen de la información base de la georeferenciación es: Plano elaborado por EyH TOPOGRAFIA en base a levantamiento planimétrico ejecutado con método GPS post proceso diferencial en modo cinemático. Referencia geodésica: Estación de referencia BN013.

## **2.- Catastro y Diagnóstico de la Infraestructura Existente.**

Este capítulo abarca los siguientes puntos:

- El catastro de la infraestructura existente.
- El diagnóstico de la misma.

A continuación, se analiza cada uno de estos puntos.

### **2.1.- Catastro de Infraestructura Existente.**

A continuación se entrega una descripción de los sistemas de agua potable y de aguas servidas existentes y utilizados por la empresa para prestar los servicios sanitarios. Adicionalmente en el Anexo N° 2 se entrega el catastro de la infraestructura de agua potable y de aguas servidas y un esquema de cada sistema de acuerdo a la nomenclatura de la simbología tipo de la Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo de la SISS de Noviembre de 2009. Toda la infraestructura detallada a continuación es aquella existente en la empresa al 31 de diciembre de 2018.

#### **2.1.1.- Servicio de Agua Potable.**

En el servicio de agua potable se analizan las dos etapas del mismo, es decir la etapa de producción y la etapa de distribución.

##### **2.1.1.1.- Etapa de Producción.**

En la etapa de producción se analiza la infraestructura de que dispone la empresa y que es la siguiente:

- Fuentes y Derechos de aguas.
- Captaciones subterráneas.
- Plantas elevadoras.
- Conducciones.
- Centros de desinfección.
- Macromedidores.
- Equipos generadores eléctricos de respaldo.

A continuación se presenta el detalle de esta infraestructura.

##### **2.1.1.1.1.- Fuentes y Derechos de agua.**

La empresa cuenta con 7 pozos profundos, 4 de ellos ubicados en el Camino a La Botella (Pozos 1, 2, 3 y 4) y 3 pozos ubicados en el sector norponiente del loteo Ciudad de Los Valles (Pozos 6, 7 y 8). Los pozos del Camino La Botella se encuentran en el acuífero Santiago Central y los otros pozos se ubican en el acuífero Santiago Norte.

La situación de derechos y capacidades de los pozos profundos, a diciembre de 2018, se entrega en la siguiente tabla.

**Tabla N° 2-1: Fuentes y Derechos de Agua.**

<b>Fuente</b>	<b>Derechos (lt/seg)</b>	<b>Capacidad (lt/seg)</b>	<b>Cotas Terreno (m)</b>	<b>Observación</b>
Pozo 1	100,0	100	462,1	
Pozo 2	80,0	25	463,3	
Pozo 3	75,0	-	470,0	No habilitado
Pozo 4	60,0	60	464,3	
Pozo 6	29,9	-	457,0	Abandonado
Pozo 7	17,0	16,7	475,0	
Pozo 8	8,1	-	459,0	Abandonado
Total	370,0	201,7		

La capacidad indicada corresponde al caudal que puede entregar cada sondaje asociado a la bomba que está actualmente instalada.

#### **2.1.1.1.2.- Captaciones subterráneas.**

Los sondajes 1, 2 y 4 del Camino La Botella y el pozo 7 están operativos. El pozo 3 requiere habilitación para estar operativos. El pozo 6 está abandonado y el pozo 8 no está habilitado.

Los tres (3) sondajes en operación del camino La Botella están comandados por Telemetría y operan con bombas sumergidas de pozo profundo. El pozo 7 no tiene telemetría y opera con bombas sumergidas de pozo profundo.

#### **2.1.1.1.3.- Plantas elevadoras.**

Las plantas elevadoras existentes de la etapa de producción corresponden a los sistemas de elevación de los sondajes en operación que abastecen de agua al sistema productivo: los Pozos 1, 2 y 4 del Camino La Botella y el pozo 7. Cada uno de los pozos operativos cuenta con un equipo motobomba de pozo profundo, interconexiones hidráulicas y un estanque hidroneumático de protección del golpe de ariete.

A continuación, se entrega un detalle de estas plantas elevadoras.

**Tabla N° 2-2: Bombas de los Sondajes.**

<b>Nombre</b>	<b>Q (lt/seg)</b>	<b>H Elev (m)</b>
PEAPC 1	100,0	127,1
PEAPC 2	25,0	130,0
PEAPC 4	60,0	120,0
PEAPC 7	16,7	172,0

El caudal de bombeo indicado corresponde al caudal máximo posible de extraer del pozo y la altura dinámica es la altura a la que la bomba instalada puede llevar ese caudal, de acuerdo a la curva de la bomba instalada.

#### 2.1.1.1.4.- Conducciones.

A nivel de producción la empresa cuenta con 2 impulsiones independientes: una para los pozos del Camino La Botella y otra para los pozos 6, 7 y 8 (de los cuáles sólo opera el pozo 7). Ambas impulsiones se juntan antes de llegar al estanque principal (Estanque 1) y tienen por lo tanto un tramo común de aproximadamente 335 metros.

En las dos tablas siguientes se entregan las características principales de estas conducciones. Se destaca que el tramo de la impulsión entre el pozo 1 y la conexión con la impulsión del pozo 7 tiene diferentes diámetros y materiales alternados.

**Tabla N° 2-3: Impulsiones desde Pozos La Botella a Estanque 1.**

<b>Tramo</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Material</b>
IMPULSION POZO4-POZO 2	350	308	Acero
IMPULSION POZO 2-POZO 1	350	147	Acero
IMPULSION POZO 1-CONEXIÓN IMP POZOS 6-7	400	27	Acero
	600	136	Acero
	400	697	HDPE PN16
	350	2.835	Hierro dúctil
SUBTOTAL IMPULSION POZOS LA BOTELLA		4.150	
IMP. A ESTANQUE 1 COMUN A TODOS LOS POZOS	500	335	Acero

**Tabla N° 2-4: Impulsiones desde Pozo 7 a Estanque 1.**

<b>Tramo</b>	<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (ml)</b>	<b>Material</b>
Impulsión P7 a conexión con P6	160	382	Acero
Impulsión P6 a conexión con pozos La Botella	315	2.279	PVC
IMP. A ESTANQUE 1 COMUN A TODOS LOS POZOS	500	335	PVC

En el esquema de la infraestructura existente de agua potable de este capítulo se aprecia la ubicación de estas conducciones.

#### **2.1.1.1.5.- Centros de Desinfección.**

La empresa cuenta con un sistema de desinfección mediante la aplicación de hipoclorito de sodio que se ubica al interior de una caseta de hormigón ubicada en el recinto del Estanque 1 y vecina a este. Se cuenta con la instalación de respaldo correspondiente. Tiene una capacidad de 180 l/seg y cuenta con telemetría.

#### **2.1.1.1.6.- Macromedidores.**

El sistema cuenta con macromedidores en todos los pozos operativos de acuerdo al siguiente detalle:

**Tabla N° 2-5: Macromedidores en producción.**

<b>Nombre</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
Macromedidor pozo 1	200
Macromedidor pozo 2	200
Macromedidor pozo 4	200
Macromedidor pozo 7	150

#### **2.1.1.1.7.- Equipos generadores de respaldo.**

El sistema de producción cuenta con un generador móvil de respaldo para los pozos de 250 KVA, el que actualmente se está cambiando por un generador de 440 KVA.

#### **2.1.1.2.- Etapa de Distribución.**

En la etapa de distribución se analiza la siguiente infraestructura de que dispone la empresa:

- Estanques de regulación.
- Plantas elevadoras.
- Conducciones.



- Redes de distribución.
- Estaciones reductoras de presión.
- Macromedidores.
- Arranques.
- Grifos.
- Válvulas.
- Equipos generadores eléctricos de respaldo.

A continuación, se presenta el detalle de esta infraestructura.

#### **2.1.1.2.1.- Estanques de Regulación.**

La empresa cuenta con tres estanques semienterrados, de hormigón armado, que se detallan a continuación:

- Estanque Principal, denominado también Estanque 1, con un volumen de 1.000, ubicado a cota de radier 530,73 msnm, fundado en suelo tipo V y que atiende a la parte baja del Territorio Operacional entre las cotas 498 m.s.n.m. y 448 m.s.n.m. A este estanque llegan todas las fuentes de producción y se ubica en un recinto cerrado donde además existen otras instalaciones (la desinfección y la PEAP 2).
- Estanque 2 con un volumen de 400 m<sup>3</sup>, ubicado a cota de radier 632,39 msnm, fundado en suelo tipo IV, que atiende la parte alta del Territorio Operacional que se ubica en el sector Poniente del mismo entre las cotas 608 m.s.n.m. y 498 m.s.n.m. Este estanque se abastece mediante la PEAP 1 que tiene como fuente de alimentación las redes de distribución del sector atendido por el Estanque 1. Este estanque se ubica en un recinto cerrado.
- Estanque 3 con un volumen de 220 m<sup>3</sup>, ubicado a cota de radier 582,45 msnm, fundado en suelo tipo V, que atiende la parte alta del Territorio Operacional que se ubica en el sector oriente del mismo entre las cotas 553 m.s.n.m. y 493 m.s.n.m. Este estanque se abastece mediante la PEAP 2 que tiene como fuente de alimentación el Estanque 1 y se ubica vecino a este estanque.

#### **2.1.1.2.2.- Plantas Elevadoras de Distribución.**

El sistema de distribución de la empresa cuenta con dos plantas elevadoras de acuerdo al siguiente detalle:

- La planta elevadora denominada PEAP 1, que utiliza aguas de la red de distribución del Estanque 1 y las eleva al Estanque 2.

Esta PEAP cuenta con una sentina de 20 m<sup>3</sup> de capacidad que se abastece desde la red y tiene bombas sumergidas (3+1) que elevan un caudal de 8 l/s a una altura manométrica de 130 m.c.a. cada una, de acuerdo a la curva de las bombas instaladas. También cuenta con un estanque hidroneumático de protección de golpe de ariete de 450 lts y tiene telemetría.

- La planta elevadora denominada PEAP 2, que utiliza aguas del Estanque 1 y las eleva al Estanque 3. Esta PEAP se abastece directamente desde el estanque 1, tiene bombas de eje horizontal, en configuración 1+1, que elevan un caudal de 8,3 l/s (20 m<sup>3</sup>/hr) a una altura manométrica de 60 m.c.a., de acuerdo a la curva de las bombas instaladas. También cuenta con un estanque hidroneumático de protección de golpe de ariete de 450 lts. Esta PEAP se ubica algo más abajo que el radier del estanque 1.

#### **2.1.1.2.3.- Conducciones de distribución.**

En la etapa de distribución hay dos tipos de conducciones en presión: las que corresponden a las alimentadoras de los sectores de distribución de cada uno de los tres estanques y las que corresponden a las impulsiones de las PEAP y que se detallan a continuación.

- Conducciones del Estanque 1: Cuenta con una alimentadora de diámetro 450 mm y 1.095 m de longitud y que entrega sus aguas a dos cañerías: una cañería de 315 mm que alimenta las redes del sector industrial y que tiene 242 m de longitud y otra cañería de 315 mm y 816 m de longitud que alimenta las redes del sector residencial. A su vez esta última conducción se divide en dos tramos: uno de 315 mm y longitud 828 m con entregas en camino y que llega hasta la PEAP 1 y otro también de 315 mm y 1.172 m de longitud que continúa con entregas en camino a la red de distribución. Todas estas cañerías son de PVC, con excepción de los primeros 117 m de la cañería de 450 mm porque corresponden a la bajada del cerro.
- Conducción del Estanque 2: Cuenta con una alimentadora de diámetro 200 mm, HDPE PN10 y 871 metros de longitud total hasta llegar a la red de distribución.
- Conducción del Estanque 3: Cuenta con una alimentadora de diámetro 200 mm, HDPE PN10, y 459 metros de longitud total hasta llegar a la red de distribución.
- Conducción de la PEAP 1: Cuenta con una impulsión de 843 metros en diámetro 200 mm hasta llegar al Estanque 2 y es de HDPE PN10.

- Conducción de la PEAP 2: Cuenta con una impulsión de 240 metros en diámetro 200 mm hasta llegar al Estanque 3 y es de HDPE PN10

#### 2.1.1.2.4.- Redes de distribución.

La red de distribución tiene una extensión total de 37.250 metros con diámetros entre 110 y 450 mm. El detalle de las mismas se entrega en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 2-6: Redes de Distribución.**

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Longitud (ml)</b>
110	32.555
160	3.075
200	413
250	982
315	224
	<b>37.250</b>

#### 2.1.1.2.5.- Estaciones reductoras de presión.

La alimentadora de la red de distribución del Estanque 2 está provista de dos Estaciones Reductoras de Presión. La Estación Reductora N°1 se emplaza a medio camino entre el estanque y el comienzo de la red de distribución a la cota 560 msnm y la Estación Reductora N°2 se encuentra en la red de distribución a la cota 516 msnm. Ambas son de 110 mm de diámetro de consigna doble. Cada una de estas reductoras reduce 35 m.c.a. de forma de no superar los 70 m.c.a en ningún punto de la red de distribución.

La red de distribución del Estanque 3 está provista de una Estación Reductora de Presión que se ubica en la calle Apacible a la cota 513 msnm, es de 110 mm de diámetro de consigna doble. La reducción alcanza a los 20 m.c.a de forma de no superar los 70 mca en ningún punto de la red de distribución.

#### 2.1.1.2.6.- Macromedidores.

La empresa cuenta, en esta etapa de distribución, con macromedidores en las alimentadoras de salida de los estanques y en la PEAP 1 de acuerdo al siguiente detalle. El Estanque 2 y la PEAP 2 no tienen macromedidor.

- Estanque 1: Macromedidor electromagnético con D=350 mm.
- Estanque 2: Cuenta con un medidor de 250 mm instalado pero que a la fecha no está operativo.
- Estanque 3: Macromedidor electromagnético con D=160 mm.
- PEAP1 : Macromedidor electromagnético con D= 200 mm.

#### **2.1.1.2.7.- Arranques.**

La empresa contaba con un total de 2.958 arranques de agua potable a diciembre de 2018. El detalle de ellos se entrega en el Anexo 2.

#### **2.1.1.2.8.- Grifos.**

La empresa contaba con un total de 111 grifos al final de año 2018.

#### **2.1.1.2.9.- Válvulas.**

La empresa contaba con un total de 121 válvulas al final de año 2018.

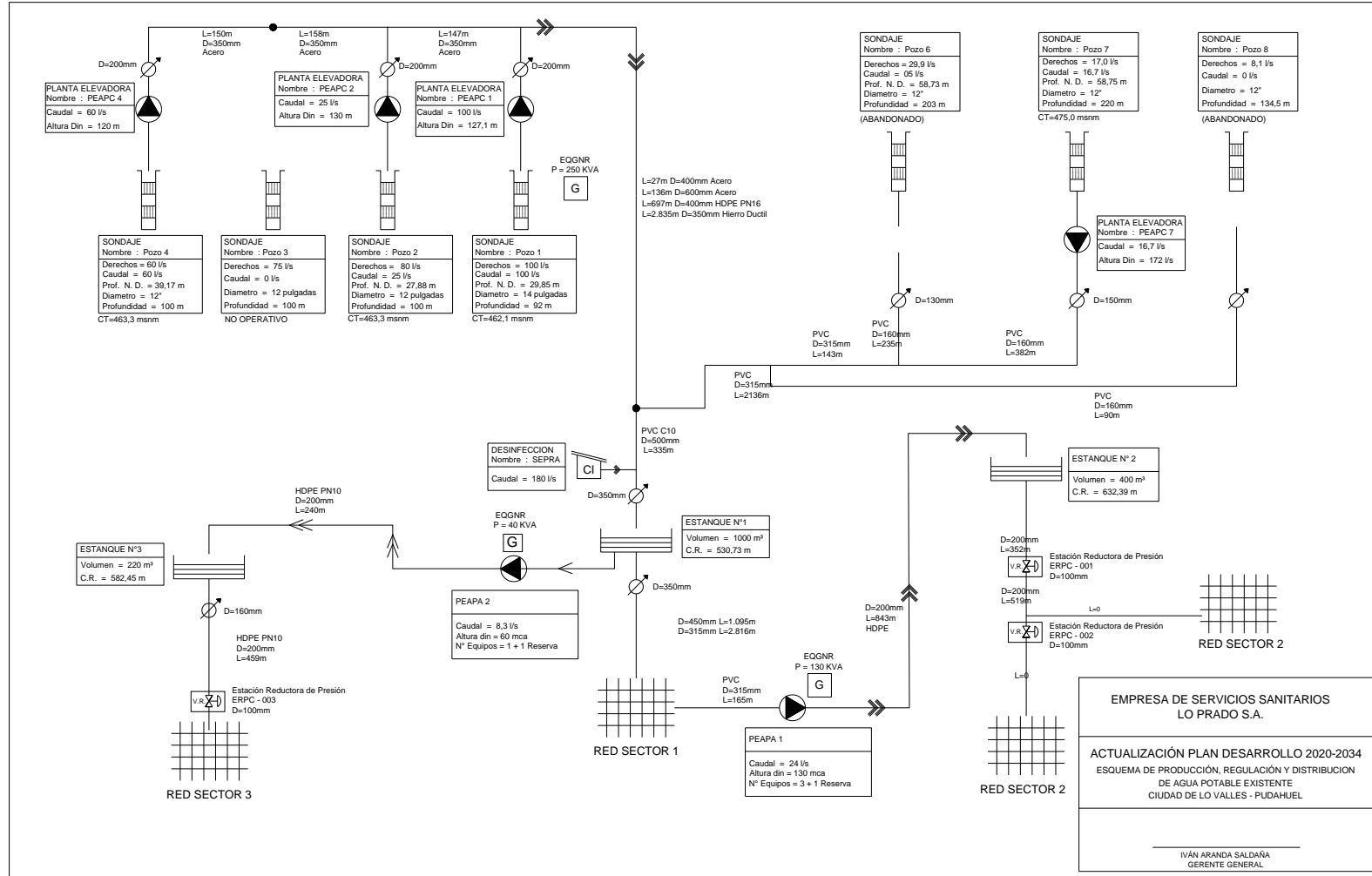
#### **2.1.1.2.10.- Equipos generadores de respaldo.**

La empresa cuenta con un generador de respaldo eléctrico para la PEAP 1, con una potencia de 130 KVA, dentro de cabina insonorizada, en cámara subterránea.

La empresa cuenta también con un generador de respaldo eléctrico para la PEAP 2, con una potencia de 40 KVA, dentro de cabina insonorizada, en caseta.

A continuación, en la Figura 2.1 se presenta el esquema de la infraestructura de agua potable existente al 31 de diciembre de 2018.

Figura N° 2-1: Esquema de Infraestructura Existente de Agua Potable



EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS  
LO PRADO S.A.

ACTUALIZACIÓN PLAN DESARROLLO 2020-2034  
ESQUEMA DE PRODUCCIÓN, REGULACIÓN Y DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE EXISTENTE  
CIUDAD DE LO VALLES - PUDAHUEL

IVÁN ARANDA SALDAÑA  
GERENTE GENERAL

### **2.1.2.- Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas.**

En el servicio de alcantarillado de aguas servidas se analizan las dos etapas del mismo, es decir la etapa de recolección y la etapa de disposición.

#### **2.1.2.1.- Etapa de Recolección.**

En la etapa de recolección se analiza la infraestructura de que dispone la empresa y que es la siguiente:

- Conducciones.
- Redes de colectores.
- Uniones domiciliarias.

A continuación se presenta el detalle de esta infraestructura.

##### **2.1.2.1.1.- Conducciones de recolección.**

El sistema de recolección de aguas servidas cuenta con tres colectores principales de recolección de aguas servidas: un colector para el sector residencial, otro colector para el sector Industrial y un colector común a los dos mencionados y que entrega las aguas a la planta elevadora de aguas servidas de la etapa de disposición.

A continuación se entrega el detalle de cada uno de ellos.

- Colector sector Residencial o MACRORED AS1: está compuesto en su parte inicial por 1.132 m de colector de 315 mm de diámetro (203 ml en HDPE PN10 en su parte final y 918 ml en PVC C10 en su parte inicial). A continuación y hasta llegar a la cámara previa a la PEAS de la PTAS el colector tiene 1.230 metros de longitud con un diámetro de 450 mm y es en PVC, con excepción de 143 ml que son en HDPE PN10. Todo este colector se desarrolla por Av. El Canal, con escurrimiento gravitacional desde oriente a poniente hasta descargar en la cámara que, mediante otro corto colector, entrega las aguas a la PEAS de la etapa de disposición. La pendiente de este colector es variable entre un mínimo de 0,16% y un máximo de 0,54%.
- Colector sector Industrial o MACRORED AS2: Está compuesto por 554 metros de colector y un diámetro de 315 mm (en HDPE PN6 tiene 308 ml al inicio y a continuación 246 ml de PVC C2). Este colector también descarga en la cámara desde la que sale el colector que descarga en la PEAS de la etapa de disposición. La pendiente de este colector varía entre un mínimo de 0,30% y un máximo de 0,44%.

- Emisario de recolección. Es un colector común a los colectores de ambas macroredes. Tiene una longitud de 6 ml entre el punto en que se unen los dos colectores y la entrada a la PEAS. Su diámetro es de 500 mm, de HDPE PN10 y su pendiente es 0,3%.

#### 2.1.2.1.2.- Redes de recolección.

La red de recolección del servicio tiene una extensión total de 35.919 metros y está separada de la recolección de aguas lluvias. El detalle se entrega en el siguiente cuadro.

**Tabla N° 2-7: Redes de Recolección.**

<b>Diámetro (mm)</b>	<b>Material</b>	<b>Longitud (ml)</b>
110	PVC	302
180	PVC	2.351
200	PVC	32.984
250	PVC	372
	TOTAL	35.919

#### 2.1.2.1.3.- Uniones Domiciliarias (UD).

La empresa tenía un total de 2.818 uniones domiciliarias al final del año 2018.

#### 2.1.2.2.- Etapa de Disposición.

En la etapa de disposición se analiza la infraestructura de que dispone la empresa y que es la siguiente:

- Planta de tratamiento de aguas servidas.
- Plantas elevadoras de disposición.
- Conducciones de disposición.
- Equipos generadores de respaldo.

A continuación se presenta el detalle de esta infraestructura.

##### 2.1.2.2.1.- Plantas de tratamiento de Aguas Servidas.

La empresa tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS), emplazada en el sector nororiente del Territorio Operacional, la que utiliza un proceso de tratamiento mediante lodos activados.

A la entrada de la Planta de Tratamiento existe una planta elevadora que permite elevar las aguas servidas hacia la unidad de tratamiento preliminar consistente en una reja de desbaste mecanizada.

La PTAS cuenta además, con un estanque equalizador de caudales punta, lo que permite operar con un caudal de tratamiento constante en las unidades de tratamiento biológico consistente en un proceso de Lodos Activados.

Los lodos estabilizados, generados en la planta, son deshidratados mediante la aplicación de polímeros e introducidos en un filtro de banda de capacidad de tratamiento igual a 13 m<sup>3</sup>/hora (lodo húmedo de ingreso al filtro de banda).

Las aguas tratadas son desinfectadas mediante la aplicación de hipoclorito de sodio antes de su disposición final.

La planta data del año 2003 con un primer módulo de 5 lt/seg, se construyó una segunda línea de tratamiento el año 2005 con un caudal de 12 lt/seg; el año 2012 se construyó una tercera línea de tratamiento de otros 12 lt/seg y en el año 2016 se realizó un proyecto de mejora integral de la planta, quedando habilitada para tratar un caudal medio de diseño igual a 38,9 lt/seg, y un caudal máximo de 110,0 lt/seg.

#### **2.1.2.2.2.- Plantas Elevadoras de Aguas Servidas (PEAS) de disposición.**

El sistema de disposición de aguas servidas cuenta con una Planta Elevadora a la entrada de la Planta de Tratamiento, la que permite elevar las aguas servidas hacia la primera unidad de tratamiento preliminar (cámara de rejas) de la PTAS.

Esta PEAS cuenta con 2 equipos motobomba sumergidos en operación con capacidad de bombeo de 45,0 l/s cada bomba a una altura manométrica de 25 m.c.a. de acuerdo a la curva de la bomba y cuenta con telemetría. El pozo de acumulación tiene un volumen de 18 m<sup>3</sup>.

#### **2.1.2.2.3.- Conducciones de disposición.**

En esta etapa existen dos conducciones, que se detallan a continuación:

- Una conducción en presión que corresponde a la impulsión de la PEAS y que es una corta impulsión de acero hasta la Cámara de Rejas de desbaste de gruesos de la PTAS con las siguientes características: dos diámetros con sus respectivas longitudes: 8 ml en D=150 mm en acero (vertical del pozo), 11 ml en 250 mm en acero en la horizontal, para terminar en 2 ml en acero en vertical para ingresar a la PTAS (el esquema indica 13 m, ya que no considera la longitud vertical).



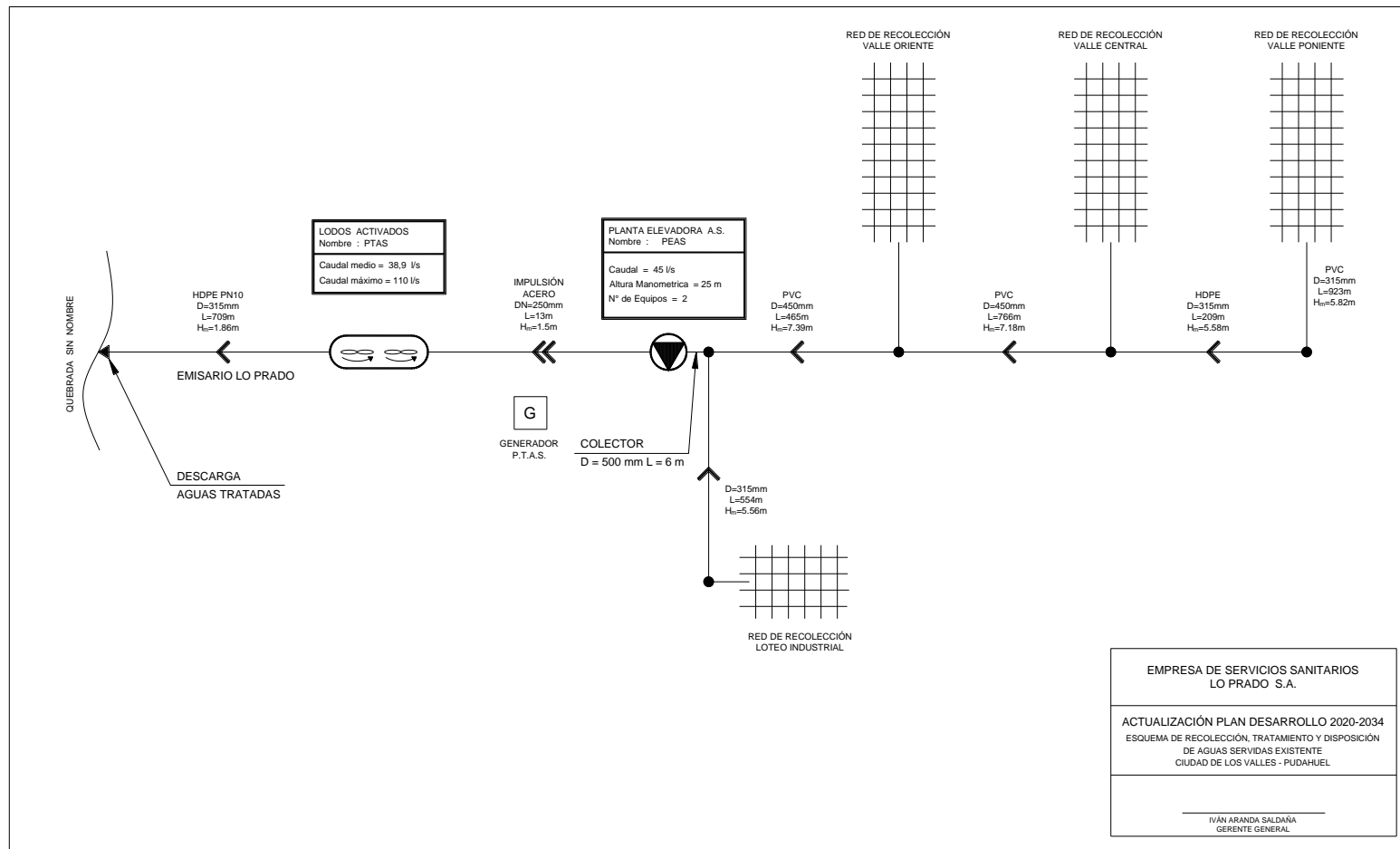
- Una conducción gravitacional que corresponde a la conducción de las aguas servidas tratadas hasta el punto de descarga. Es un colector de 315 mm de diámetro, HDPE PN10, con una longitud total de 709 metros y con una pendiente del 0,3%.

#### **2.1.2.2.4.- Equipos generadores eléctricos de respaldo.**

En la etapa de disposición, la empresa tiene un equipo generador eléctrico de respaldo para la PTAS con una potencia de 130 KVA, dentro de cabina insonorizada, al interior del edificio destinado al Generador.

A continuación, en la Figura N°2.2 se presenta el esquema de la infraestructura existente de aguas servidas con la que se presta servicio en el Territorio Operacional.

Figura N° 2-2: Esquema de Infraestructura Existente de Alcantarillado de Aguas Servidas



## **2.2.- Diagnóstico del Estado de la Infraestructura Existente.**

En este punto corresponde efectuar el diagnóstico de la infraestructura de agua potable y alcantarillado de la empresa, el que está dividido en:

- Obras Generales.
- Redes.

A continuación se analiza cada una de esta infraestructura.

### **2.2.1.- Obras generales.**

En los cuadros de catastro de infraestructura que se entregan en el Anexo N°2 se incluye una columna denominada "Conservación", en la que se indica la condición en que se encuentra la infraestructura de obras Generales.

De acuerdo a la Guía de Planes de Desarrollo las alternativas definidas son las siguientes:

- 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 requieren obras de mejoramiento, reposición o reparación, lo que debe quedar estipulado en el Programa de Inversiones.

### **2.2.2.- Redes.**

El diagnóstico de las Redes de Distribución y de Recolección de la empresa considera la información de cortes de suministro de agua potable y de cortes de servicio de alcantarillado por obstrucciones, en el que el número de cortes se asocia a cuarteles y el número de obstrucciones se asocia a sectores.

#### **2.2.2.1.- Redes de Distribución de Agua Potable.**

De acuerdo a los Registros de Eventos de Emergencia y Cortes de la empresa, informados a la SISS por medio del PR013, se tiene lo siguiente:

- Año 2018: En agua potable se produjeron un total de 21 roturas de matrices en el año en distintos barrios del TO, 9 de las cuales se produjeron en el Barrio Mirador, pero en distintos cuarteles (ninguno de los cuarteles tiene más de 2 roturas en este año).



De acuerdo a la calificación de la "Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo" (SISS, noviembre 2009), los Cuarteles de Agua Potable mantienen un servicio con diagnóstico tipo B.

***2.2.2.2.- Redes de Recolección de Aguas Servidas.***

De acuerdo a los Registros de Eventos de emergencia y Cortes de la empresa se informa que para el año 2018 se produjo un total de 7 obstrucciones atribuibles a la empresa, todas en distintos sectores del territorio operacional de la empresa, por lo que de acuerdo a la calificación de la "Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo" (SISS, noviembre 2009), los sectores de alcantarillado mantienen un servicio con diagnóstico tipo B.

### 3.- Proyección de Demanda.

En este capítulo se presenta la demanda considerada, la que corresponde a la demanda de agua potable y de aguas servidas entregada por la empresa con motivo del Proceso Tarifario en curso (año 2019).

Esta demanda abarca un periodo de 15 años de acuerdo a los siguientes hitos:

- Año 0 : 2019
- Año 1 : 2020
- Año 15: 2034

Tanto las demandas de agua potable como las de aguas servidas fueron establecidas considerando que la mayor parte del territorio operacional posible de urbanizar, dadas las pendientes de los terrenos, cuenta ya con servicios de agua potable y alcantarillado. El área de concesión está compuesta básicamente por viviendas unifamiliares e industrias "limpias" o "sin chimenea".

El servicio de agua potable del territorio operacional está dividido en tres sectores de distribución de agua potable (Sector Estanque 1, Sector Estanque 2 y Sector Estanque 3) y el servicio de aguas servidas en dos sectores de recolección (Macrored 1 y Macrored 2). En ambos casos se cubre completamente el territorio operacional atendido por la empresa.

De acuerdo a la información entregada por los urbanizadores la situación de los sectores de distribución es la siguiente:

- Sector Estanque 1. En la parte residencial no quedan terrenos disponibles para urbanizar. En la parte no residencial industrial solamente faltan por urbanizar o desarrollar un total de 25 sitios. En ambos casos el desarrollo se cumple completamente en el periodo de previsión.
- Sector Estanque 2. Es un sector solamente residencial en el que quedan disponibles para desarrollar un total de 4,34 hectáreas. La cabida estimada en esta superficie es de un total de 63 clientes residenciales y 3 áreas verdes. El desarrollo se cumple completamente en el periodo de previsión.
- Sector Estanque 3. Es un sector solamente residencial en el que quedan disponibles para desarrollar un total de 2,86 hectáreas. La cabida estimada en esta superficie es de un total de 39 clientes residenciales y 2 áreas verdes. El desarrollo se cumple completamente en el periodo de previsión.

En lo que se refiere a los sectores de recolección, estos son dos y cubren totalmente el territorio operacional de la empresa de acuerdo a lo siguiente:

- MacroRed 1 : Recibe las aguas servidas de la parte residencial del Sector Estanque 1 y todas las aguas servidas de los Sectores de distribución de Estanque 2 y de Estanque 3.
- MacroRed 2 : Recibe las aguas servidas de la parte industrial que se ubica en el sector de distribución Estanque 1.

El detalle del estudio de demanda de agua potable y de aguas servidas se entrega en el Anexo 3. A continuación se presentan los principales resultados de ese estudio de acuerdo a lo dispuesto en la Guía de Planes de Desarrollo.

### **3.1.- Proyección de Población y Clientes.**

Como ya se ha dicho el territorio operacional es en gran parte residencial con una parte industrial "limpia" o "sin chimenea", por lo que para el cálculo de la población se ha considerado solamente la población de las viviendas del sector residencial. La población de los sectores destinados a equipamiento y a industrias no se ha considerado, ya que esta población realizará actividades laborales y sus consumos se encuentran incluidos dentro de los consumos de las industrias y/o del equipamiento. La densidad de habitantes considerada es de 4 hab/viv. Se destaca sin embargo que, para el cálculo de los caudales máximos de aguas servidas del sector industrial y del equipamiento fue necesario calcular una población equivalente.

De acuerdo con la demanda considerada en el territorio operacional tendrá en el año 2034 una población de 12.412 habitantes.

En el siguiente Cuadro se presenta el crecimiento de la población y de los clientes totales, con sus respectivas tasas de crecimiento.

Tabla N° 3-1: Proyección de Población adoptada.

Año	Población Residencial (hab.)	Clientes (N°)	Tasas de Crecimiento (*) (%)		Densidad Habitacional (N°)	Clientes 52 bis (N°)	Población 52 bis (hab)
			Población	Clientes			
2019	12.080	3.190	0,44%	0,44%	4,0	0	0
2020	12.216	3.227	1,13%	1,16%	4,0	0	0
2021	12.391	3.273	1,43%	1,43%	4,0	0	0
2022	12.412	3.279	0,17%	0,18%	4,0	0	0
2023	12.412	3.280	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2024	12.412	3.281	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2025	12.412	3.282	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2026	12.412	3.283	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2027	12.412	3.284	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2028	12.412	3.285	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2029	12.412	3.286	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2030	12.412	3.287	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2031	12.412	3.288	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2032	12.412	3.289	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2033	12.412	3.290	0,00%	0,03%	4,0	0	0
2034	12.412	3.291	0,00%	0,03%	4,0	0	0

El detalle del cálculo de la población y clientes por sectores y totales se encuentra en el Anexo N° 3.

La empresa no tiene contemplado contraer compromisos del tipo artículo 52 bis del DFL MOP N°382/88.-

### 3.2.- Coeficientes de consumo.

Las variaciones diarias y horarias de los consumos se determinan considerando coeficientes de gastos que dependen principalmente de la localidad de que se trata, de las características de la población abastecida, de la región y otros como la superficie de áreas verdes, etc.

Los coeficientes de diseño que se utilizan para caracterizar la demanda a nivel de consumidor son: el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC), el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CMDC), el factor del día de máximo consumo (FDMC) y el factor de la hora de máximo consumo (FHMC). A continuación, se define y determina cada uno de ellos.

- Coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC): Corresponde al cociente entre el mayor consumo mensual y el consumo medio mensual. En el estudio de demanda del reciente proceso tarifario se utilizó la estadística de facturación mensual desde enero 2014 a diciembre 2018, adoptando el valor correspondiente al año 2016. El CMMC adoptado es 1,427 tal como se desprende del siguiente cuadro.

**Tabla Nº 3-2: Determinación de CMMC.**

Mes	Año				
	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	147.454	201.262	163.546	220.021	197.710
Febrero	184.779	186.608	173.847	165.466	188.766
Marzo	140.420	129.130	195.669	182.088	163.980
Abril	138.032	180.907	139.775	146.247	151.971
Mayo	132.342	127.133	98.223	139.916	121.768
Junio	77.067	111.400	102.983	108.187	116.021
Julio	88.958	112.890	99.308	88.776	118.984
Agosto	97.984	105.310	97.891	98.581	114.937
Septiembre	106.323	99.556	124.843	114.314	125.835
Octubre	119.330	112.253	133.316	111.446	134.289
Noviembre	153.515	148.444	143.431	123.952	168.609
Diciembre	182.052	181.281	172.739	173.605	186.739
Total	1.568.256	1.696.174	1.645.571	1.672.599	1.789.609
Promedio	130.688	141.348	137.131	139.383	149.134
Máx	184.779	201.262	195.669	220.021	197.710
CMMC	1,4139	1,4239	1,4269	1,5785	1,3257

- Coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC): Corresponde al cociente entre el consumo máximo diario y el consumo promedio diario del mes de mayor consumo. El valor considerado 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), es decir  $FDMC = 1,427 * 1,1 = 1,570$ .-
  - Factor de la hora de máximo consumo (FHMC): es el coeficiente entre el consumo máximo horario y el consumo promedio horario en el día de consumo máximo diario. El valor considerado es 1,5.-
- El siguiente cuadro resume los coeficientes que se utilizan.

**Tabla Nº 3-3: Coeficientes de consumo.**

Coeficiente	Valor
CMMC	1,427
CDMC	1,1
FDMC	1,570
FHMC	1,50

### 3.3.- Proyección de Demanda de Agua Potable.

Los principales parámetros que se utilizan para caracterizar y estimar la demanda de agua potable se entregan a continuación.



### **3.3.1.- Población Total.**

De acuerdo a lo indicado en el punto 3.1 la población total se ha estimado en 12.412 habitantes al término del período de previsión (año 2034), considerando solamente la población residencial.

### **3.3.2.- Cobertura.**

Se ha considerado una cobertura del 100% en el servicio de agua potable para todo el período de previsión.

### **3.3.3.- Población Abastecida.**

Se ha considerado que se abastecerá al 100% de la población total en todo el período de previsión.

### **3.3.4.- Número de conexiones según tipo de consumidores.**

Se ha considerado que cada cliente tendrá un solo arranque de agua potable.

### **3.3.5.- Dotaciones de consumo.**

En el territorio operacional existen clientes residenciales (viviendas unifamiliares), los que tiene asociadas sus respectivas áreas verdes y también existen clientes no residenciales (equipamiento e industrias no contaminantes).

Adicionalmente existen tres sectores de distribución, cada uno de ellos con características propias.

La determinación de la dotación de consumo se realizó con motivo del reciente estudio tarifario y cuyas proyecciones fueron acordadas con la SISS.

Las dotaciones consideradas para cada tipo de cliente y cada uno de los tres sectores de distribución se presentan en el Anexo N°3.

### **3.3.6.- Caudales de consumo.**

Los caudales de consumo de agua potable considerados son los siguientes:

- Caudal medio.
- Caudal máximo diario.
- Caudal máximo horario.

El cálculo detallado de cada uno de los caudales de consumo de agua potable se presenta en el Anexo N°3 ya citado.

### 3.3.7.- Pérdidas.

Las pérdidas de agua potable en el sistema se han calculado en base a la información de los volúmenes producidos y consumidos de que dispone la empresa.

Las pérdidas se originan en una gran diversidad de causas, como ser:

- Conceptos de mantenimiento, ya sea por lavado de redes y estanques u otros.
- Conceptos de mantenimiento, ya sea por lavado de redes y estanques u otros.
- Volumen de incendio y ejercicios de bomberos.
- Trabajos de reparación en la red: cortas en desagües de cuarteles.
- Filtraciones en redes y estanques.
- Robos de agua.
- Errores en la micro y macromedición.
- Etc.

La información disponible para el periodo 2016-2018 es la siguiente:

**Tabla N° 3-4: Pérdidas.**

Tipo	Año		
	2016	2017	2018
Producción (m3/año)	2.082.424	2.534.856	2.577.426
Consumo (m3/año)	1.645.571	1.672.599	1.789.609
Pérdidas (%)	20,98%	34,02%	30,57%

De acuerdo a los antecedentes existentes, y luego de una revisión completa a la telemetría de la empresa, durante los primeros 5 meses del año 2019 las pérdidas han disminuido a cerca de 15% (producción, enero a mayo 2019 igual a 1.021.379 m3 y una facturación de 870.801 m3, para el mismo período, resultan pérdidas igual a 14,7%), lo que se espera permanezca durante el año y el resto del período analizado.

Sin embargo y dando cumplimiento a la Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo se ha considerado una pérdida constante, dentro del periodo de previsión, equivalente a la pérdida producida en el año 0, es decir en el año 2018, que es de 30,6%.

De acuerdo a los resultados de pérdidas que se obtengan en el año 2019 se efectuarán los ajustes que sean necesarios a este Plan de Desarrollo.

### 3.3.8.- Caudales de Producción.

Los caudales de producción que se espera ocurran en el periodo de previsión se calculan en base a los caudales de consumo más las pérdidas que se producen en todo el sistema (entre la fuente y los micromedidores).

El cálculo de los caudales medios, caudales máximos diarios y caudales máximos horarios, se presenta en el Anexo N°3.

Dado que el sistema de distribución de agua potable se encuentra sectorizado en tres sectores, se entregan, en el Anexo N°3 los caudales de producción por sector de distribución.

### 3.3.9.- Cuadros de proyección de demanda de Agua Potable.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la proyección global de la demanda de agua potable.

**Tabla N° 3-5: Proyección de la Demanda de Agua Potable, dentro de TO.**

Año	Población total T.O. (hab.)	Cobertura AP (%)	Población Abastecida (hab.)	Índice Habit (hab/viv)	Clientes (#)	Dotaciones de consumo	
						Población (l/hab/día)	Clientes (m3/clientes/mes)
2019	12.080	100%	12.080	4,00	3.190	405,6	46,72
2020	12.216	100%	12.216	4,00	3.227	409,4	47,14
2021	12.391	100%	12.391	4,00	3.273	411,0	47,32
2022	12.412	100%	12.412	4,00	3.279	412,4	47,48
2023	12.412	100%	12.412	4,00	3.280	414,7	47,74
2024	12.412	100%	12.412	4,00	3.281	417,1	47,99
2025	12.412	100%	12.412	4,00	3.282	419,5	48,25
2026	12.412	100%	12.412	4,00	3.283	421,9	48,51
2027	12.412	100%	12.412	4,00	3.284	424,2	48,77
2028	12.412	100%	12.412	4,00	3.285	426,6	49,03
2029	12.412	100%	12.412	4,00	3.286	429,0	49,28
2030	12.412	100%	12.412	4,00	3.287	431,4	49,54
2031	12.412	100%	12.412	4,00	3.288	433,7	49,80
2032	12.412	100%	12.412	4,00	3.289	436,1	50,06
2033	12.412	100%	12.412	4,00	3.290	438,5	50,31
2034	12.412	100%	12.412	4,00	3.291	440,8	50,57

La dotación de la población (lt/hab/día) considera todos los consumos no residenciales del TO, es decir áreas verdes públicas, equipamiento, consumos industriales. Los clientes anuales indicados corresponden a promedios anuales. La empresa no tiene clientes tipo artículo 52 Bis.

**Continuación Tabla N° 3-5: Proyección de la Demanda de Agua Potable,  
dentro de TO.**

Año	Caudales de Consumo (l/s)			Pérdidas (%)		Caudales de Producción (l/s)		
	Qmedio	Q máxd.	Qmáxh.	Prod	Distrib	Qmedio	Q máxd.	Qmáxh.
2019	56,7	89,0	133,5	0,0%	30,6%	81,7	128,2	192,3
2020	57,9	90,8	136,3	0,0%	30,6%	83,4	130,8	196,3
2021	58,9	92,5	138,8	0,0%	30,6%	84,9	133,2	199,8
2022	59,2	93,0	139,5	0,0%	30,6%	85,3	133,9	200,9
2023	59,6	93,5	140,3	0,0%	30,6%	85,8	134,7	202,0
2024	59,9	94,0	141,1	0,0%	30,6%	86,3	135,5	203,2
2025	60,3	94,6	141,9	0,0%	30,6%	86,8	136,2	204,3
2026	60,6	95,1	142,7	0,0%	30,6%	87,3	137,0	205,5
2027	60,9	95,7	143,5	0,0%	30,6%	87,8	137,8	206,6
2028	61,3	96,2	144,3	0,0%	30,6%	88,3	138,5	207,8
2029	61,6	96,7	145,1	0,0%	30,6%	88,8	139,3	209,0
2030	62,0	97,3	145,9	0,0%	30,6%	89,2	140,1	210,1
2031	62,3	97,8	146,7	0,0%	30,6%	89,7	140,8	211,3
2032	62,6	98,3	147,5	0,0%	30,6%	90,2	141,6	212,4
2033	63,0	98,9	148,3	0,0%	30,6%	90,7	142,4	213,6
2034	63,3	99,4	149,1	0,0%	30,6%	91,2	143,2	214,7

### 3.4.- Proyección de Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas.

A continuación se presentan los principales parámetros que caracterizan la demanda de aguas servidas.

#### 3.4.1.- Población Total.

La población total residencial considerada en aguas servidas es la que se determinó para el agua potable. Para los efectos del cálculo de los caudales máximos en el sector industrial y en el equipamiento se ha calculado además una población equivalente en ese sector.

#### 3.4.2.- Cobertura de Alcantarillado.

Se ha considerado una cobertura del 100% en el servicio de agua potable para todo el período de previsión.

#### 3.4.3.- Población Saneada.

La población saneada corresponde a la población total.

#### 3.4.4.- Clientes de aguas servidas.

Los clientes del servicio que generan aguas servidas son los clientes residenciales y los clientes no residenciales distintos de los clientes áreas

verdes, es decir todos los clientes con AP y AS. Todos ellos se encuentran conectados al alcantarillado.

#### 3.4.5.- Dotaciones de consumo.

Se utilizan, en cada caso y en cada sector, las correspondientes dotaciones de consumo de agua potable de los clientes con AP y AS.

#### 3.4.6.- Coeficientes de Diseño.

En el cálculo de las aguas servidas se utilizan tres coeficientes: el Coeficiente de Recuperación, el Coeficiente de Harmon y la curva de Boston Society, los que se entregan a continuación.

#### 3.4.7.- Coeficientes de Recuperación.

Se utiliza un valor de 0,634 que corresponde al promedio del factor calculado para los años 2016 y 2017, que además es muy similar al valor usado por la SISS en el estudio tarifario en curso de la empresa y que corresponde al factor de recuperación del Plan de Desarrollo 2015-2019 (0,636).

Estos datos se obtuvieron del procesamiento de la información entregada por la empresa a la SISS en el PR 23, según la siguiente tabla.

**Tabla N° 3-6: Cálculo de FR.**

Tipo	Año		
	2016	2017	2018
VT (PR23) m3	903.505	914.541	908.630
Consumo AP de clientes con AP y AS (m3/año)	1.394.253	1.473.923	1.583.601
FR	0,648	0,620	0,574

#### 3.4.8.- Coeficientes de Harmon.

Este coeficiente se utiliza cuando la población (P, expresada en miles) es mayor que 1.000 habitantes.

La fórmula para calcular el coeficiente es:

$$Coef Harmon = 1 + \frac{14}{(4 + \sqrt{P})}$$

### 3.4.9.- Boston Society.

Cuando la población P es menor que 130 habitantes, el gasto instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.

Cuando la población es mayor que 130 habitantes y menor que 1.000 habitantes, el gasto instantáneo se calcula en una zona de transición (asimilable a una recta) entre los valores límites de Harmon y Boston Society.

### 3.4.10.- Criterios de dimensionamiento.

Para la estimación de los caudales de aguas servidas se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{Tot} = Q_{AS} + Q_{All} + Q_{inf}$$

En que:

- $Q_{all}$  corresponde al caudal de aguas lluvias, que en este caso es 0 por cuanto la urbanización considera una red separada de aguas lluvias.
- $Q_{inf}$  corresponde al caudal de infiltración, que en este caso es 0 por cuanto no existe napa subterránea al nivel que se instalan las tuberías y por el tipo de material de las cañerías.
- $Q_{AS}$  corresponde al caudal de aguas servidas originado en los consumos de las personas y en los consumos no residenciales, sin considerar las áreas verdes.

Existen 2 tipos de caudales de aguas servidas que se deben considerar:

- El caudal medio ( $Q_{medAS}$ ).
- El caudal instantáneo ( $Q_{inst AS}$ ).

El  $Q_{medAS}$  es el caudal medio de aguas servidas determinado a partir de los consumos medios de agua potable de cada tipo de consumidor y de la cantidad de consumidores. Su fórmula de cálculo es:

$$Q_{medAS} = POB * Dot * FR$$

En que:

POB : población (Nº) o superficie (m2) según sea el caso.

Dot : cantidad de agua por unidad de tiempo y por POB.  
FR : factor de recuperación adimensional (definido en pto. 3.4.7.-).

El  $Q_{inst}$  corresponde al caudal máximo instantáneo descargado y se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$Q_{inst} = Q_{medAS} * Coef. Harmon$$

#### 3.4.11.- Caudales de aguas servidas.

En aguas servidas existen dos sectores claramente diferenciados:

- Sector de la Macrored 1, el que es netamente residencial y para el cual se ha considerado población residencial.
- Sector de la Macrored 2, el que es netamente industrial (que corresponde a todos los terrenos ubicados al norte de la Av. El Canal) y para el cual se ha considerado población equivalente estimada partir de los consumos del sector asimilados a clientes residenciales.

El cálculo de los caudales medios y caudales máximos se presenta en detalle en el Anexo N° 3 ya citado.

El coeficiente de Harmon se calculó utilizando como variable la población utilizada en el cálculo de la demanda de agua potable o la población equivalente según fuera el caso.

A partir de estos parámetros más las dotaciones calculadas en el agua potable se han determinado las descargas totales de aguas servidas.

#### 3.4.12.- Cuadros de proyección de caudales de aguas servidas.

A continuación se presenta la proyección de las descargas de Aguas Servidas.

Tabla N° 3-7: Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas, dentro de TO.

Año	AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS									Q infiltr (l/s)	Q ALL (l/s)	TOTAL		Carga proy KgDBO5/día			
	Pobl Equiv. (hab.)	Cob AS (%)	Pobl Saneada AS (hab)	Clientes Servidos AS (clientes)	Dotación		Coef.Recuperación=0,634					Q medio (l/s)	Coef. Harmon		Max. Hor (l/s)	Qmed Total (l/s)	Q Max. Horario (l/s)
					m3/cli/mes	(l/hab/día)	Q medio (l/s)	Coef. Harmon	Max. Hor (l/s)								
2019	15.471	100,0%	15.471	3.054	28,25	183,30	32,8	2,988	98,1	0,0	0,0	32,8	98,1	435,8			
2020	15.764	100,0%	15.764	3.089	28,50	183,62	33,5	2,983	99,9	0,0	0,0	33,5	99,9	444,9			
2021	16.033	100,0%	16.033	3.134	28,63	183,98	34,1	2,977	101,6	0,0	0,0	34,1	101,6	453,4			
2022	16.106	100,0%	16.106	3.139	28,71	184,00	34,3	2,976	102,1	0,0	0,0	34,3	102,1	455,5			
2023	16.208	100,0%	16.208	3.140	28,89	184,00	34,5	2,976	102,7	0,0	0,0	34,5	102,7	458,3			
2024	16.309	100,0%	16.309	3.141	29,06	184,00	34,7	2,976	103,4	0,0	0,0	34,7	103,4	461,2			
2025	16.411	100,0%	16.411	3.142	29,23	184,00	34,9	2,976	104,0	0,0	0,0	34,9	104,0	464,1			
2026	16.512	100,0%	16.512	3.143	29,40	184,00	35,2	2,976	104,6	0,0	0,0	35,2	104,6	467,0			
2027	16.614	100,0%	16.614	3.144	29,57	184,00	35,4	2,976	105,3	0,0	0,0	35,4	105,3	469,8			
2028	16.715	100,0%	16.715	3.145	29,74	184,00	35,6	2,975	105,9	0,0	0,0	35,6	105,9	472,7			
2029	16.817	100,0%	16.817	3.146	29,91	184,00	35,8	2,975	106,5	0,0	0,0	35,8	106,5	475,6			
2030	16.918	100,0%	16.918	3.147	30,08	184,00	36,0	2,974	107,2	0,0	0,0	36,0	107,2	478,4			
2031	17.020	100,0%	17.020	3.148	30,26	184,00	36,2	2,974	107,8	0,0	0,0	36,2	107,8	481,3			
2032	17.121	100,0%	17.121	3.149	30,43	184,00	36,5	2,973	108,4	0,0	0,0	36,5	108,4	484,2			
2033	17.223	100,0%	17.223	3.150	30,60	184,00	36,7	2,973	109,0	0,0	0,0	36,7	109,0	487,0			
2034	17.324	100,0%	17.324	3.151	30,77	184,00	36,9	2,972	109,6	0,0	0,0	36,9	109,6	489,9			

La población total equivalente en TO es la suma de la población residencial más la población equivalente, calculada en función de los consumos del sector industrial. La dotación en lt/hab/día es el consumo total dividido por la población total (incluyendo la población equivalente).

El caudal medio está calculado considerando la dotación (m3/cli/mes) a nivel empresa y todos sus clientes y el Harmon está calculado considerando la población residencial más la población equivalente del sector industrial.



#### **4.- Balance Oferta – Demanda.**

En este capítulo se realiza el balance oferta –demanda de cada uno de los componentes de la infraestructura operacional del servicio sanitario, a partir del cual se determinan las necesidades futuras de infraestructura sanitaria para las distintas etapas del sistema (producción, distribución, recolección y disposición) durante el período de previsión.

Se destaca que todos los balances que se realizan para el agua potable están utilizando un nivel de pérdidas de alrededor de 31%, el que la empresa está buscando controlar y reducir en el más breve plazo posible. Es por ello que los balances de agua potable variarán con los resultados que se espera mostrar para el año 2019 en la reducción de pérdidas.

El balance oferta demanda se calcula como la diferencia entre la capacidad de una determinada instalación indicada 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.

En los Balances Oferta-Demanda el año cero corresponde al año en que se elabora el Plan de Desarrollo, es decir, en este caso el año 2019.

A continuación, se presentan los Cuadros de Balance Oferta – Demanda en la situación “sin proyecto” y en la situación “con proyecto” en caso que el balance sin proyecto acuse déficit.

#### **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 Aguas Subterráneas.**

En la siguiente tabla se presentan los derechos de aguas que posee la empresa y la capacidad de cada una de estas fuentes subterráneas.

**Tabla N° 4-1: Derechos de Agua y Capacidad de Fuentes Subterráneas.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapa: Producción

Identificación Captación	Derecho de Agua (l/s)	Res. DGA	Inscripción en el Conservador (Fojas, N° y fecha)
Sondaje N° 1	100	D.G.A. N° 515	Fs.285 N°335 2001
Sondaje N° 2	80	D.G.A. N° 869	Fs 43 N°48 1998
Sondaje N° 3	75	D.G.A. N° 515	Fs.285 N°335 2001
Sondaje N° 4	60	D.G.A. N° 869	Fs 43 N°48 1998
Sondaje N° 6	29,9	D.G.A. N° 1013	Fs. 390 N°562 2006
Sondaje N° 7	17,0	D.G.A. N° 1013	Fs. 390 N°562 2006
Sondaje N° 8	8,1	D.G.A. N° 1013	Fs. 390 N°562 2006
<b>TOTAL</b>	<b>370,0</b>	-	-

**Continuación Tabla N° 4-1: Derechos de Agua y Capacidad de Fuentes Subterráneas.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapa: Producción

Identificación Captación	Profundidad (m)	Nivel Estático (m)	Nivel Dinámico (m)	Capacidad (l/s)
Sondaje N° 1	100	13	29,85	100
Sondaje N° 2	100	13	27,88	25
Sondaje N° 3	100	13	s/i	No habilitado
Sondaje N° 4	100	10	39,17	60
Sondaje N° 6	203	21	58,75	Fuera de uso
Sondaje N° 7	220	21	58,75	16,7
Sondaje N° 8	135	s/i	No se usa	Fuera de uso

El nivel estático del pozo 3, que no está habilitado, se ha supuesto igual al nivel estático del pozo 1.

El nivel dinámico indicado es el que corresponde a la capacidad de producción del pozo (en todos los casos la capacidad de producción del pozo es inferior, y como máximo igual a los derechos de ese pozo), independientemente de la capacidad del equipo de bombeo que esté instalado en ese pozo. El nivel dinámico del pozo 3, que no está habilitado, se ha supuesto igual al nivel dinámico del pozo 1.

El caudal máximo diario requerido en fuente al término del periodo de previsión es de 143,2 l/s. A la fecha están operativos los pozos 1, 2, 4 y 7 los que totalizan un caudal explotable de 201,7 lt/seg y el pozo 3, que hoy día no está operativo puede entregar un caudal de 75 l/s adicionales. Dado lo anterior existen recursos de agua suficientes en derechos y en captaciones para atender la demanda en fuente del periodo de previsión.

La empresa utiliza para la operación los pozos 1 y 4, con los que totaliza una producción de 160 l/s, y como pozos de respaldo mantiene a los pozos 2 y 7, que en conjunto entregan un caudal de 41,7 l/s.

A continuación se presenta el balance en fuente para la situación sin proyecto y considerando la demanda máxima diaria entrega en capítulo 3. Este balance se realiza para cada año del periodo de previsión.

**Tabla N° 4-2: Balance Oferta-Demanda en Fuentes (sin proyecto).**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapas: Producción

<b>Año</b>	<b>P1 + P4 (l/s)</b>	<b>P1 y P7 (l/s)</b>	<b>Oferta Fuentes Subterráneas (l/s)</b>	<b>Demanda Máxima diaria (l/s)</b>	<b>Balance (l/s)</b>
2019	160,0	R	160,0	128,2	31,8
2020	160,0	R	160,0	130,8	29,2
2021	160,0	R	160,0	133,2	26,8
2022	160,0	R	160,0	133,9	26,1
2023	160,0	R	160,0	134,7	25,3
2024	160,0	R	160,0	135,5	24,5
2025	160,0	R	160,0	136,2	23,8
2026	160,0	R	160,0	137,0	23,0
2027	160,0	R	160,0	137,8	22,2
2028	160,0	R	160,0	138,5	21,5
2029	160,0	R	160,0	139,3	20,7
2030	160,0	R	160,0	140,1	19,9
2031	160,0	R	160,0	140,8	19,2
2032	160,0	R	160,0	141,6	18,4
2033	160,0	R	160,0	142,4	17,6
2034	160,0	R	160,0	143,2	16,8

En la situación sin proyecto el balance entrega superávit en todo el periodo de previsión.

#### **4.1.1.2.- Plantas de Tratamiento de Agua Potable.**

De acuerdo a los resultados de los análisis de las aguas de las captaciones subterráneas que se utilizan, no requieren tratamiento, salvo la desinfección. Las aguas son desinfectadas antes de entrar al Estanque 1 mediante hipoclorito de sodio, producto que se usa en lugar del Cloro Gas por razones de seguridad, dada la cercanía de viviendas residenciales.

#### **a) Cloración**

A continuación, se entrega el balance de la desinfección de las aguas. La capacidad del centro de cloración está dada por la capacidad máxima de dosificación de las bombas inyectoras de la solución de hipoclorito de sodio, que es igual a 180 l/s.

**Tabla N° 4-3: Balance Oferta-Demanda, Centros de Cloración (Sin proyecto).**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Centro de Cloración

Etapa: Producción

<b>Año</b>	<b>Capacidad Centro Cloración (l/s)</b>	<b>Demanda Máx. Diaria (l/s)</b>	<b>Balance Sin Proyecto (lt/seg)</b>
2019	180,0	128,2	51,8
2020	180,0	130,8	49,2
2021	180,0	133,2	46,8
2022	180,0	133,9	46,1
2023	180,0	134,7	45,3
2024	180,0	135,5	44,5
2025	180,0	136,2	43,8
2026	180,0	137,0	43,0
2027	180,0	137,8	42,2
2028	180,0	138,5	41,5
2029	180,0	139,3	40,7
2030	180,0	140,1	39,9
2031	180,0	140,8	39,2
2032	180,0	141,6	38,4
2033	180,0	142,4	37,6
2034	180,0	143,2	36,8

De acuerdo al Balance Oferta Demanda presentado en la tabla anterior, no existirá déficit a nivel de cloración durante todo el período de previsión.

**b) Fluoruración.**

La aplicación de flúor al agua no ha sido exigida a la empresa por el MINSAL, por lo que no existen instalaciones para estos efectos. Dado lo anterior, para la situación sin proyecto la situación es de déficit durante todo el período de previsión.

**Tabla N° 4-4: Balance Oferta-Demanda, Centros de Fluoruración (Sin proyecto).**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Centro de Fluoruración

Etapas: Producción

<b>Año</b>	<b>Capacidad Centro Fluoruración (l/s)</b>	<b>Demanda Máx. Diaria (l/s)</b>	<b>Balance Sin Proyecto (lt/seg)</b>
2019	-	128,2	-128,2
2020	-	130,8	-130,8
2021	-	133,2	-133,2
2022	-	133,9	-133,9
2023	-	134,7	-134,7
2024	-	135,5	-135,5
2025	-	136,2	-136,2
2026	-	137,0	-137,0
2027	-	137,8	-137,8
2028	-	138,5	-138,5
2029	-	139,3	-139,3
2030	-	140,1	-140,1
2031	-	140,8	-140,8
2032	-	141,6	-141,6
2033	-	142,4	-142,4
2034	-	143,2	-143,2

La fluoración debe ser diseñada para cubrir el déficit de 143,2 l/s que se produce al final del período de previsión.

Como solución a nivel de Plan de Desarrollo, se adopta la implementación de la fluoración, tal como se indica en el cuadro siguiente.

Las aguas serán fluoradas antes de entrar al Estanque N°1 mediante sales de flúor y después de haber sido cloradas. Las sales se almacenarán en una caseta con capacidad para todo el periodo de previsión.

Debe destacarse que la fluoración solamente será implementada si el MINSAL la hace exigible a la empresa.

A continuación, se presenta el balance de la fluoración de las aguas considerando la situación con proyecto.

**Tabla N° 4-5: Balance Oferta-Demanda, Centros de Fluoruración (Con proyecto).**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Centro de Fluoruración

Etapa: Producción

Año	Déficit sin Proyecto (l/s)	Obra Proyectada		Balance Con Proyecto (lt/seg)
		Designación	Capacidad (l/s)	
2019	128,2			-128,2
2020	130,8			-130,8
2021	133,2	Fluoruración	145,0	11,8
2022	133,9			11,1
2023	134,7			10,3
2024	135,5			9,5
2025	136,2			8,8
2026	137,0			8,0
2027	137,8			7,2
2028	138,5			6,5
2029	139,3			5,7
2030	140,1			4,9
2031	140,8			4,2
2032	141,6			3,4
2033	142,4			2,6
2034	143,2			1,8

Se consideran además los equipos de reserva correspondientes. Se ha colocado el año 2020 solamente como referencia y para los efectos de balance, ya que estas obras no se construirán hasta que el MINSAL las haga exigibles.

#### **4.1.1.3.- Plantas Elevadoras de Agua Potable e Impulsiones de Producción.**

La empresa cuenta, como ya se ha dicho, con dos grupos de sondajes que operan en conjunto: El grupo de sondajes que se ubica en el Camino La Botella (pozos 1, 2, 3 y 4) y los sondajes que se ubican al interior del territorio operacional (pozo 7). De los 4 sondajes ubicados en Camino La Botella, a la fecha, están operativos los pozos 1, 2 y 4.

Las aguas impulsadas desde los pozos 1, 2 y 4 llegan al Estanque 1 por medio de la impulsión indicada en la tabla N° 4-6 siguiente y las aguas impulsadas desde el pozo 7 se conectan a la impulsión anterior por medio de las impulsiones indicadas en la tabla N° 4-7.-

La Oferta de Capacidad de las Plantas Elevadoras de Producción (bombas de los pozos) está dada por el caudal de bombeo actual de los pozos 1, 2, 4, y 7, actualmente en operación, los que entregan los caudales indicados en el Cuadro N° 4-1, en la columna "Capacidad".

En la impulsión de los pozos 1, 2 y 4 los caudales de porteo son de 160 lt/seg, ya que como se indicó anteriormente, operan los pozos 1 y 4, y el pozo 2 es un pozo de reserva.

En la impulsión del pozo 6, el caudal de porteo es de 16,7 l/s. Este pozo también es un pozo de reserva, por lo que operará sólo cuando el pozo 1 ó el pozo 4 estén fuera de operación.

El cálculo de las cañerías de un sistema de elevación con varias impulsiones individuales y comunes es de alta complejidad, lo que escapa al alcance de un estudio de prefactibilidad como lo es el Plan de Desarrollo. Dado lo anterior en este informe se utilizan métodos simplificados que se describen a continuación.

Para la verificación de las impulsiones de los pozos se calculan las pérdidas de cada tramo con la fórmula de Hazen-Williams y después se suman.

Con los antecedentes de cada conducción, más los caudales de porteo se determinaron las pérdidas de carga para cada tramo y se sumaron a las correspondientes alturas geométricas de elevación.

La fórmula utilizada para calcular las pérdidas es la de Hazen Williams, que está dada por:

$$J(m) = \frac{1,22 * 10^{10} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}}{D^{4,871}} * L * 1,05$$

En que:

J= pérdida de carga (m)

Q = caudal de porteo (l/s)

D = diámetro interior (mm)

C = coeficiente de rugosidad

L = longitud de la cañería (m)

1,05 = Factor adicional por pérdidas singulares en las cañerías.

Las pérdidas de carga del conjunto se calculan considerando la situación más desfavorable, es decir las pérdidas de carga que se producen en cada una de las impulsiones de los pozos en su propio tramo más las pérdidas del tramo común con la suma de los caudales, de los pozos en operación.

El detalle de los resultados obtenidos para las impulsiones de estos pozos se indica en las siguientes tablas.

**Tabla N° 4-6: Impulsión Pozos La Botella hasta conexión con Pozo 7.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapa: Producción

Nombre	Material	Q (l/s)	DN (mm)	C	Longitud (m)	J	J*L (m)	V (m/s)
Impulsión Pozo 4-Pozo 2	Acero	60	350	130	308	0,12%	0,37	0,6
Impulsión Pozo 2-Pozo 1	Acero	60	350	130	147	0,12%	0,17	0,6
Impulsión Pozo 1-Conexión Imp. Pozos 6y7	Acero	160	400	130	27	0,38%	0,10	1,3
	Acero	160	600	130	136	0,05%	0,07	0,6
	HDPE PN16	160	400	150	697	0,29%	2,04	1,3
	Hierro dúctil	160	350	130	2.835	0,73%	20,72	1,7
Impulsión Pozos La Botella					4.150		23,47	

En consecuencia y con el método utilizado, la pérdida de carga para un caudal de 160 l/s en este tramo es de 23,47 mca.

A su vez, las características de la impulsión del pozo 7 se entregan en la siguiente tabla.

**Tabla N° 4-7: Impulsión Pozo 7 a punto de conexión con Impulsión Común.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapa: Producción

Nombre	Material	Q (l/s)	DN (mm)	C	Longitud (m)	J	J*L (m)	V (m/s)
Impulsión P7 a conexión P6	Acero	17	160	130	382	0,50%	1,92	0,8
Impulsión P6 a conexión P7	Acero	0	160	130	353	0,00%	0,00	0,0
Impulsión común a conexión pozos La Botella	Acero	17	315	130	2.279	0,02%	0,42	0,2
Total Impulsión P7					2.661		2,35	

Y finalmente, el tramo de impulsión común a ambas líneas de pozos.

**Tabla N° 4-8: Impulsión común a Estanque 1.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Etapa: Producción

Nombre	Material	Q (l/s)	DN (mm)	C	Longitud (m)	J	J*L (m)	V (m/s)
Imp. A Estanque 1 común a todos los pozos	Acero	160	500	130	335	0,13%	0,43	0,8

Considerando todo lo anterior, las pérdidas que se obtienen para la operación son las siguientes:

- Impulsión pozos 1 y 4 = 23,47 m (para Q=160 l/s)
- Impulsión pozo 7 = 2,35 m (para Q= 16,7 l/s)
- Impulsión pozos 1,2, 4, y 7 = 0,43 m (para Q= 160 l/s)



Luego, la pérdida de carga máxima es de  $23,47 + 0,43 = 23,90$  m, que corresponde a la pérdida de carga máxima entre las impulsiones individuales (pozos 1 y 4 o pozo 7) más la pérdida de carga del tramo común.

A continuación, se presentan los cuadros de oferta-demanda correspondientes a la impulsión desde los pozos 1 y 4, cuando operan los dos pozos juntos. Estos pozos operarán durante todo el periodo de previsión.

**Tabla N° 4-9: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsión Asociada. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Planta Elevadora Pozo 1

Etapas: Producción

Año	Impulsión Asociada				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Altura Geométrica Hg (m)	Q máx.Diario (l/s)	Altura elevación Helev (m)
2019	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2020	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2021	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2022	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2023	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2024	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2025	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2026	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2027	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2028	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2029	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2030	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2031	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2032	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2033	4.030	379,9	96,6	160	127,0
2034	4.030	379,9	96,6	160	127,0

La longitud indicada cubre la distancia desde el pozo 1 hasta la entrada de la impulsión al Estanque 1.

El Q<sub>máx</sub> diario para la impulsión corresponde a la capacidad de producción de los pozos 1 y 4 en todo el período, que es la demanda sobre estos pozos funcionando en conjunto.

La altura de elevación es la altura geométrica más la pérdida de carga calculada anteriormente de 23,4 m.

Para el caso de la impulsión que iría desde el pozo 4 hasta el estanque de regulación, a continuación se entrega el cuadro correspondiente.

**Tabla N° 4-10: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsión Asociada. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Planta Elevadora Pozo 4

Etapas: Producción

Año	Impulsión Asociada				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Altura Geométrica Hg (m)	Q máx.Diario (l/s)	Altura elevación Helev (m)
2019	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2020	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2021	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2022	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2023	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2024	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2025	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2026	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2027	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2028	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2029	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2030	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2031	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2032	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2033	4.485	376,9	95,6	160	119,5
2034	4.485	376,9	95,6	160	119,5

La longitud indicada cubre la distancia desde el pozo 4 hasta la entrada de la impulsión al Estanque 1.

El Q<sub>máx</sub> diario para la impulsión corresponde a la capacidad de producción de los pozos 1 y 4 en todo el período, que es la demanda sobre estos pozos funcionando en conjunto.

La altura de elevación es la altura geométrica más la pérdida de carga calculada anteriormente de 23,9 m.

A continuación, se presenta el balance de las plantas elevadoras asociadas a los pozos 1 y 4.

**Tabla N° 4-11: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras de Producción.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Planta Elevadora Pozo 1

Etapas: Producción

Año	Oferta Capacidad		Oferta	Demanda Capacidad		Balance PE sin Proyecto		Balance
	Q (l/s)	H (m)	Conducción (l/s)	Qmaxd (l/s)	H elev (m)	Qmax d (l/s)	H elev (m)	Conducción (l/s)
2019	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2020	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2021	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2022	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2023	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2024	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2025	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2026	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2027	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2028	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2029	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2030	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2031	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2032	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2033	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9
2034	60	120,0	278,9	100	119,5	0	0,5	118,9

La altura H de elevación se obtuvo de las curvas Q-H de las bombas instaladas y el Helev considerado es el que corresponde a la altura de elevación de la bomba del pozo 4.

La capacidad en la conducción (completa, compuesta por varios tramos de distintas longitudes, materiales y diámetros) se ha determinado considerando una velocidad de 2,5 m/s.

A continuación se entrega el balance oferta demanda para el pozo 4.

**Tabla N° 4-12: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras de Producción.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Planta Elevadora Pozo 4

Etapas: Producción

Año	Oferta Capacidad		Oferta	Demanda Capacidad		Balance PE sin Proyecto		Balance
	Q (l/s)	H (m)	Conducción (l/s)	Qmaxd (l/s)	H elev (m)	Qmax d (l/s)	H elev (m)	Conducción (l/s)
2019	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2020	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2021	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2022	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2023	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2024	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2025	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2026	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2027	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2028	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2029	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2030	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2031	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2032	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2033	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4
2034	100	127,1	283,4	100	127,0	0	0,1	123,4

La altura H de elevación se obtuvo de las curvas Q-H de las bombas instaladas y el Helev considerado es el que corresponde a la altura de elevación de la bomba del pozo 1.

La capacidad en la conducción (completa, compuesta por varios tramos de distintas longitudes, materiales y diámetros) se ha determinado considerando una velocidad de 2,5 m/s.

Tal como se indicó anteriormente, los pozos 2 y 7 son pozos de reserva y operarán solo cuando no estén operando el pozo 1 ó el pozo 4.

#### 4.1.2.- Balance Oferta - Demanda de Distribución.

##### 4.1.2.1.- Estanques de Distribución.

El sistema de agua potable de SEPPRA cuenta con un estanque principal, denominado Estanque N°1, desde el cual se abastecen un sector de la red de distribución (denominado sector bajo o sector Estanque 1), el Estanque N° 2 y el Estanque N° 3, cada uno de los cuales tiene su propio sector de distribución.

En el Anexo 3 se entrega la información de demanda correspondiente a cada uno de los tres sectores de distribución.

El volumen de los estanques se calcula considerando lo siguiente:

Un 15% del volumen máximo diario del mes de máximo consumo.

Un volumen mínimo de reserva equivalente a 2 horas de consumo en el día de máximo consumo.

Un volumen de incendio correspondiente a la población abastecida de acuerdo a lo dispuesto en la norma Nch 691/2015.

El volumen de estanque a considerar es el volumen de regulación más el mayor valor entre el volumen de incendio y el volumen de reserva.

#### 4.1.2.1.1.- Estanques, considerando sectorización actual.

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda para el Estanque N°1.

**Tabla N° 4-13: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 1

Nombre: Estanque N°1

Etapa: Distribución

Año	Población Resid (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	8.232	88,7	90,8	1.177	230	654	1.000	-831
2020	8.232	90,8	92,0	1.193	230	663	1.000	-856
2021	8.232	92,0	92,8	1.203	230	668	1.000	-871
2022	8.232	92,8	93,6	1.213	230	674	1.000	-887
2023	8.232	93,6	94,4	1.223	230	679	1.000	-902
2024	8.232	94,4	95,1	1.233	230	685	1.000	-918
2025	8.232	95,1	95,9	1.243	230	690	1.000	-933
2026	8.232	95,9	96,7	1.253	230	696	1.000	-949
2027	8.232	96,7	97,4	1.263	230	702	1.000	-964
2028	8.232	97,4	98,2	1.273	230	707	1.000	-980
2029	8.232	98,2	99,0	1.283	230	713	1.000	-995
2030	8.232	99,0	99,7	1.293	230	718	1.000	-1.011
2031	8.232	99,7	100,5	1.303	230	724	1.000	-1.026
2032	8.232	100,5	101,3	1.313	230	729	1.000	-1.042
2033	8.232	101,3	102,1	1.323	230	735	1.000	-1.057
2034	8.232	102,1	102,8	1.333	230	740	1.000	-1.073

**Tabla N° 4-14: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 2

Nombre: Estanque N°2

Etapa: Distribución

Año	Población (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	2.924	27,6	357	115	199	556	400	-139
2020	2.980	28,1	365	115	203	567	400	-156
2021	3.078	28,9	375	115	208	583	400	-167
2022	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-183
2023	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2024	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2025	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2026	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2027	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2028	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2029	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2030	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2031	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2032	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2033	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181
2034	3.099	28,8	374	115	208	581	400	-181

**Tabla N° 4-15: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 3

Nombre: Estanque N°3

Etapa: Distribución

Año	Población (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	924	9,8	127	115	71	242	220	-22
2020	1.004	10,7	138	115	77	253	220	-33
2021	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2022	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2023	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2024	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2025	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2026	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2027	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2028	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2029	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2030	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2031	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2032	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2033	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44
2034	1.081	11,5	149	115	83	264	220	-44

Tal como se aprecia en las tablas anteriores, con la sectorización de cuarteles existente a la fecha, ese produciría déficit en los tres sectores de estanques.

En primer lugar, para reordenar la demanda sobre cada estanque, se realizará una reasignación de clientes, considerando que aquellos clientes que actualmente son abastecidos desde los estanques N°2 y N°3 y que, por cota, pueden abastecerse desde el estanque N°1, cambien de sector de abastecimiento.

En el caso del estanque N°2 los cuarteles: BBRISAS\_102; BBRISAS\_103; BMIRADORES\_101; BMIRADORES\_102; BMIRADORES\_103 y BFLORES\_204, que contemplan 266 clientes, pasarán a abastecerse desde el estanque N°1.

En el caso del estanque N°3 los cuarteles: BFLAMECOS\_101; BFLAMENCOS\_102; NVAUNOSUR\_102 y NVAUNOSUR\_103, que consideran un total de 93 clientes, pasarán a abastecerse desde el estanque N°1.

Realizando esta reasignación de clientes, el balance oferta-demanda, para la situación sin proyecto, para cada estanque resulta de acuerdo a las siguientes tablas.

**Tabla N° 4-16: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 1 RESECTORIZADO

Nombre: Estanque N°1

Etaa: Distribución

Año	Población (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	8.232	90,8	1.177	230	654	1.831	1.000	-831
2020	9.626	104,8	1.359	230	755	2.114	1.000	-1.114
2021	9.688	106,1	1.376	230	764	2.140	1.000	-1.140
2022	9.695	106,9	1.385	230	770	2.155	1.000	-1.155
2023	9.695	107,7	1.395	230	775	2.170	1.000	-1.170
2024	9.695	108,4	1.405	230	781	2.186	1.000	-1.186
2025	9.695	109,2	1.415	230	786	2.201	1.000	-1.201
2026	9.695	110,0	1.425	230	792	2.217	1.000	-1.217
2027	9.695	110,7	1.435	230	797	2.233	1.000	-1.233
2028	9.695	111,5	1.445	230	803	2.248	1.000	-1.248
2029	9.695	112,3	1.455	230	808	2.264	1.000	-1.264
2030	9.695	113,1	1.465	230	814	2.279	1.000	-1.279
2031	9.695	113,8	1.475	230	820	2.295	1.000	-1.295
2032	9.695	114,6	1.485	230	825	2.310	1.000	-1.310
2033	9.695	115,4	1.495	230	831	2.326	1.000	-1.326
2034	9.695	116,1	1.505	230	836	2.341	1.000	-1.341

**Tabla N° 4-17: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 2 RESECTORIZADO

Nombre: Estanque N°2

Etapa: Distribución

Año	Población (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	2.924	27,6	357	115	199	556	400	-156
2020	1.937	18,8	244	115	136	380	400	20
2021	2.001	19,4	251	115	140	391	400	9
2022	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2023	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2024	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2025	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2026	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2027	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2028	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2029	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2030	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2031	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2032	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2033	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10
2034	2.014	19,3	250	115	139	390	400	10

**Tabla N° 4-18: Balance Oferta-Demanda Estanque de Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 3 RESECTORIZADO

Nombre: Estanque N°3

Etapa: Distribución

Año	Población (hab)	Qmaxd (l/s)	Demanda (m3)				Oferta Existente (m3)	Balance (m3)
			Regulación	Incendio	Emerg	Total		
2019	924	9,8	127	115	71	242	220	-22
2020	653	7,1	93	115	51	208	220	12
2021	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2022	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2023	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2024	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2025	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2026	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2027	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2028	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2029	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2030	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2031	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2032	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2033	703	7,7	100	115	55	215	220	5
2034	703	7,7	100	115	55	215	220	5



Con la resectorización que se realizará, para la cual no se requiere sólo la instalación de una válvula de sectorización, ya que las otras válvulas están instaladas, existirá déficit a nivel de regulación, en la zona atendida por el Estanque N°1.

Para solucionar este déficit, se plantea la construcción de un estanque de regulación, semienterrado, de volumen igual a 1.350 m<sup>3</sup> ubicado a la misma cota de radier que el Estanque N°1.

A continuación, en el cuadro siguiente se presenta la situación con proyecto, considerando que el estanque N°1B se construye durante el año 2020 para estar operativo en el año 2021.

**Tabla N° 4-19: Balance Oferta-Demanda Regulación, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Sector 1 RESECTORIZADO

Nombre: Estanque N°1

Etapa: Distribución

Año	Déficit Sin proyecto (m <sup>3</sup> )	Obra Proyectada		Balance Con Proyecto (m <sup>3</sup> )
		Designación	Capacidad (m <sup>3</sup> )	
2019	831			-831
2020	1.114			-1.114
2021	1.140	Estanque 1B	1.350	210
2022	1.155			195
2023	1.170			180
2024	1.186			164
2025	1.201			149
2026	1.217			133
2027	1.233			117
2028	1.248			102
2029	1.264			86
2030	1.279			71
2031	1.295			55
2032	1.310			40
2033	1.326			24
2034	1.341			9

Con este nuevo estanque no existirá déficit a partir del año 2021 durante todo el periodo de previsión considerado.

Es importante señalar que el volumen de estanque indicado en la tabla anterior podría ser ajustado, de confirmarse la tendencia de reducción de pérdidas a nivel del 14,7% observadas en lo que va corrido del año 2019 y que deberían consolidarse a futuro.

Si así ocurriera, se recalculará el déficit indicado y con ello el tamaño del estanque requerido, respecto de todo lo cual se informará a la SISS para que apruebe los ajustes correspondientes.

#### **4.1.2.2.- Conducciones de Distribución.**

Las conducciones de distribución de agua potable corresponden a las alimentadoras desde los estanques a las redes de distribución de agua potable.

Estas conducciones forman parte de la red de agua potable y por lo tanto se dimensionan en conjunto con ella. Dado que existen tres sectores de distribución, existen tres conducciones, una para cada sector de distribución.

La modelación de las redes de distribución se debe realizar, de acuerdo a la Guía de los Planes de Desarrollo, para el año 5, sin embargo se ha realizado la modelación de las redes y las conducciones en conjunto para el año 15.

A continuación se entrega además la verificación de las conducciones de distribución de salida de cada estanque considerando caudal, sección y velocidad resultante.

El caudal de porteo de estas conducciones corresponde, según sea el caso, al caudal máximo horario o al caudal máximo diario más incendio.

El balance oferta demanda obtenido para las conducciones de salida de cada uno de los tres sectores de distribución se presenta en los siguientes cuadros.

##### **4.1.2.2.1.- Conducciones de Distribución en Estanque N°1.**

La conducción que sale desde el Estanque N°1 es de PVC-C10, con diámetro igual a 450 mm, en su primera parte, para dividirse a continuación en dos tramos de diámetro 315 mm, con entregas en camino a las redes de distribución.

Corresponde en este punto analizar solamente la conducción de diámetro 450 mm, ya que el resto de las conducciones se analizan en conjunto con la red de distribución.

El sistema de cañerías de este estanque atiende las demandas de su sector y también alimenta una planta elevadora que a su vez alimenta el Estanque N° 2 que atiende su propio sector de distribución.

Entonces y para los efectos del cálculo, se debe considerar el caudal máximo horario del sector atendido por el Estanque N°1 más el caudal máximo

diario del sector atendido por el Estanque N°2. En la siguiente tabla se presenta el cálculo de esta demanda.

**Tabla N° 4-20: Caudal sector E1 más QPEAP E1\_E2.**

<b>Año</b>	<b>E1 QmaxD (l/s)</b>	<b>FMD</b>	<b>E1 QmaxH (l/s)</b>	<b>E2 QmaxD (l/s)</b>	<b>Total (l/s)</b>
2019	90,81	1,5	136,21	27,58	163,79
2020	104,84	1,5	157,27	18,85	176,11
2021	106,15	1,5	159,22	19,38	178,61
2022	106,89	1,5	160,33	19,32	179,66
2023	107,66	1,5	161,49	19,32	180,81
2024	108,43	1,5	162,65	19,32	181,97
2025	109,20	1,5	163,80	19,32	183,12
2026	109,97	1,5	164,96	19,32	184,28
2027	110,74	1,5	166,11	19,32	185,44
2028	111,51	1,5	167,27	19,32	186,59
2029	112,28	1,5	168,42	19,32	187,75
2030	113,05	1,5	169,58	19,32	188,90
2031	113,82	1,5	170,74	19,32	190,06
2032	114,59	1,5	171,89	19,32	191,21
2033	115,36	1,5	173,05	19,32	192,37
2034	116,13	1,5	174,20	19,32	193,53

Los caudales máximos diarios indicados son los mismos que están indicados en los cuadros de los estanques y el caudal máximo horario del Estanque N°1 es el caudal máximo diario multiplicado por el factor 1,5.-

A continuación, se presenta el balance de la conducción de 450 mm del Estanque N°1 para la situación sin proyecto.

**Tabla N° 4-21: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Distribución, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
Nombre: Alimentadora Estanque N°1, 450 mm  
Etapa: Distribución

<b>Año</b>	<b>Capac. Qmaxporteo (l/s)</b>	<b>Total Capacidad (l/s)</b>	<b>Veloc. Equivalente (l/s)</b>	<b>Dnom (mm)</b>	<b>Demanda Qmax (l/s)</b>	<b>Balance Sin Proyecto (l/s)</b>
2019	260,2	260,2	2,0	450	163,8	96,4
2020	260,2	260,2	2,0	450	176,1	84,1
2021	260,2	260,2	2,0	450	178,6	81,6
2022	260,2	260,2	2,0	450	179,7	80,5
2023	260,2	260,2	2,0	450	180,8	79,4
2024	260,2	260,2	2,0	450	182,0	78,2
2025	260,2	260,2	2,0	450	183,1	77,1
2026	260,2	260,2	2,0	450	184,3	75,9
2027	260,2	260,2	2,0	450	185,4	74,8
2028	260,2	260,2	2,0	450	186,6	73,6
2029	260,2	260,2	2,0	450	187,7	72,5
2030	260,2	260,2	2,0	450	188,9	71,3
2031	260,2	260,2	2,0	450	190,1	70,1
2032	260,2	260,2	2,0	450	191,2	69,0
2033	260,2	260,2	2,0	450	192,4	67,8
2034	260,2	260,2	2,0	450	193,5	66,7

La capacidad máxima de porteo de la conducción se ha determinado considerando una velocidad de 2,0 m/s.

Las restantes conducciones del sector Estanque N°1 se entregan en la modelación adjunta al Anexo 6. Se destaca que las conducciones de 350 mm tienen velocidades que no superan 1,3 m/s.

#### 4.1.2.2.2.- Conducciones de Distribución en Estanque N°2.

En el sector abastecido por el Estanque N°2 sólo existe una conducción, que corresponde a la conducción que baja desde el Estanque N°2 hasta la red de distribución (primer punto de entrega de caudales) es de HDPE-PN10, D=200 mm ( Dint= 176,2 mm) y tiene 871 m de longitud.

En este caso la Demanda de Qmax queda determinada por el máximo entre el Q max horario y el Q max diario + Q incendio demandado por este sector, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla N° 4-22: Caudal máximo Conducción Estanque 2.**

Año	E2 QmaxD (l/s)	FMD	E2 QmaxH (l/s)	Incendio (l/s)	Qmaxd+Inc (l/s)	Qmax (l/s)
2019	27,58	1,5	41,37	16,00	43,58	43,58
2020	18,85	1,5	28,27	16,00	34,85	34,85
2021	19,38	1,5	29,08	16,00	35,38	35,38
2022	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2023	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2024	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2025	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2026	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2027	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2028	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2029	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2030	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2031	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2032	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2033	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32
2034	19,32	1,5	28,98	16,00	35,32	35,32

A continuación, se presenta el balance oferta demanda de la conducción de 200 mm que baja desde el Estanque N°2 para la situación sin proyecto.

**Tabla N° 4-23: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Distribución, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: Alimentadora Estanque N°2, 200 mm  
 Etapa: Distribución

Año	Capac. Qmaxporteo (l/s)	Total Capacidad (l/s)	Veloc. Equivalente (l/s)	Dnom (mm)	Demanda Qmax (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2019	48,8	48,8	2,0	200	43,6	5,2
2020	48,8	48,8	2,0	200	34,8	13,9
2021	48,8	48,8	2,0	200	35,4	13,4
2022	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2023	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2024	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2025	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2026	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2027	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2028	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2029	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2030	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2031	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2032	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2033	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4
2034	48,8	48,8	2,0	200	35,3	13,4

La capacidad máxima de porteo de la conducción se ha determinado considerando una velocidad en la tubería de 2,0 m/s.

#### 4.1.2.2.3.- Conducciones de Distribución en Estanque N°3.

La conducción que baja desde el Estanque N°3 hacia la red de distribución del estanque es de HDPE PN-10, Dext=200 mm (Dint=176,2 mm) y 459 m de longitud.

En este caso la Demanda de Qmax queda determinada por el máximo entre el Q max horario y el Q max diario + Q incendio demandado por este sector, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla N° 4-24: Caudal máximo CONducción Estanque 3.**

<b>Año</b>	<b>E3 QmaxD (l/s)</b>	<b>FMD</b>	<b>E3 QmaxH (l/s)</b>	<b>Incendio (l/s)</b>	<b>Qmaxd+Inc (l/s)</b>	<b>Qmax (l/s)</b>
2019	9,82	1,5	14,73	16,00	25,82	25,82
2020	7,15	1,5	10,72	16,00	23,15	23,15
2021	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2022	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2023	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2024	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2025	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2026	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2027	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2028	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2029	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2030	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2031	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2032	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2033	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70
2034	7,70	1,5	11,55	16,00	23,70	23,70

A continuación, se presenta el balance de la conducción de 200 mm que baja desde el Estanque N°3 para la situación sin proyecto.

**Tabla N° 4-25: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Distribución, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: Alimentadora Estanque N°3, 200 mm  
 Etapa: Distribución

<b>Año</b>	<b>Capac. Qmaxporteo (l/s)</b>	<b>Total Capacidad (l/s)</b>	<b>Veloc. Equivalente (l/s)</b>	<b>Dnom (mm)</b>	<b>Demanda Qmax (l/s)</b>	<b>Balance Sin Proyecto (l/s)</b>
2019	48,8	48,8	2,0	200	25,8	22,9
2020	48,8	48,8	2,0	200	23,1	25,6
2021	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2022	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2023	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2024	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2025	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2026	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2027	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2028	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2029	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2030	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2031	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2032	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2033	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1
2034	48,8	48,8	2,0	200	23,7	25,1

La capacidad máxima de porteo de la conducción se ha determinado considerando una velocidad en la tubería de 2,0 m/s.

Tal como se puede apreciar en las tablas anteriores, no existirá déficit a nivel de conducciones de distribución durante todo el período de previsión analizado.

#### **4.1.2.3.- Plantas Elevadoras e Impulsiones de Distribución.**

En el territorio operacional de SEPPRA, existen dos plantas elevadoras en la etapa de distribución. A continuación, se analiza cada una de ellas.

##### **4.1.2.3.1.- Planta Elevadora E1\_E2 (PEAP 1).**

El Estanque N° 2 es abastecido desde una planta elevadora de agua potable denominada PEAP 1 que se abastece desde la red de distribución del Estanque N°1. El caudal por elevar corresponde al caudal máximo diario del Estanque N°2 indicado anteriormente.

La planta elevadora denominada PEAP 1, cuenta con una sentina de 20 m<sup>3</sup> de capacidad que se abastece desde la red y tiene bombas sumergidas (3+1) que elevan un caudal de 8 l/s a una altura manométrica de 130 m.c.a.

cada una, de acuerdo a la curva de las bombas instaladas. También cuenta con un estanque hidroneumático de protección de golpe de ariete de 450 lts y tiene telemetría.

A continuación, se presentan los cuadros de balance oferta-demanda para esta PEAP.

El cuadro correspondiente a la impulsión es el siguiente.

**Tabla N° 4-26: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsiones Asociadas de Distribución, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Estanque N°2

Nombre: Planta Elevadora PEAP 1

Etapas: Distribución

Año	Impulsión asociada				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	H Geométrica (m)	Qmaxd (l/s)	Helev (m)
2019	843	200	123,0	27,58	129,7
2020	843	200	123,0	18,85	129,7
2021	843	200	123,0	19,38	129,7
2022	843	200	123,0	19,32	129,7
2023	843	200	123,0	19,32	129,7
2024	843	200	123,0	19,32	129,7
2025	843	200	123,0	19,32	129,7
2026	843	200	123,0	19,32	129,7
2027	843	200	123,0	19,32	129,7
2028	843	200	123,0	19,32	129,7
2029	843	200	123,0	19,32	129,7
2030	843	200	123,0	19,32	129,7
2031	843	200	123,0	19,32	129,7
2032	843	200	123,0	19,32	129,7
2033	843	200	123,0	19,32	129,7
2034	843	200	123,0	19,32	129,7

La altura geométrica de elevación corresponde a la cota del Estanque N°2 más 5 m (altura estanque) menos la cota de la PEAP ( $632,39+5-514,4=123,0$ )

El Qmáx diario para la impulsión corresponde a la demanda máxima diaria del sector atendido por el Estanque 2. La altura de elevación es la altura geométrica más la pérdida de carga calculada con la fórmula de Hazen-Williams.

Se ha considerado como caudal de elevación un caudal de 24,0 l/s (tres bombas operando) y con ese caudal se calcula la pérdida de carga en la impulsión, la que resulta igual a 6,7 m para la longitud de 843 m.



No se produce déficit de impulsión porque la conducción puede portear un caudal de 48,9 l/s a una velocidad de 2,0 m/s.

A continuación, se presenta la tabla correspondiente al Balance Oferta Demanda a nivel de planta elevadora.

**Tabla N° 4-27: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras de Distribución. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Estanque N°2

Nombre: PEAP 1

Etapas: Distribución

Año	Oferta Capacidad		Oferta	Demanda Capacidad		Balance PEAP sin Proyecto		Balance
	Q (l/s)	H (m)	Conducción (l/s)	Qmaxd (l/s)	H elev (m)	Qmax d (l/s)	H elev (m)	Conducción (l/s)
2019	24,0	130	48,77	27,6	129,7	-3,6	0,3	24,77
2020	24,0	130	48,77	18,8	129,7	5,2	0,3	24,77
2021	24,0	130	48,77	19,4	129,7	4,6	0,3	24,77
2022	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2023	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2024	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2025	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2026	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2027	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2028	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2029	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2030	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2031	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2032	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2033	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77
2034	24,0	130	48,77	19,3	129,7	4,7	0,3	24,77

La demanda de conducción corresponde al caudal de la PEAP (3x8 l/s=24 l/s) y el balance corresponde a la diferencia entre la oferta en conducción (caudal máximo a portear con velocidad de 2,0 m/s) y la demanda de 24,0 l/s.

#### 4.1.2.3.2.- Planta Elevadora E1\_E3 (PEAP 2).

El Estanque N° 3 es abastecido desde una Planta Elevadora de agua potable denominada PEAP 2 que se abastece desde el Estanque N°1. El caudal a elevar corresponde al caudal máximo diario del sector atendido por el Estanque N°2.

La planta elevadora denominada PEAP 2, se abastece directamente desde el estanque N°1, tiene bombas de eje horizontal (1+1) que elevan un caudal de 8,3 l/s cada una, a una altura manométrica de 60 m.c.a., de acuerdo a la curva de las bombas instaladas. También cuenta con un estanque

hidroneumático de protección de golpe de ariete de 450 lts. Esta PEAP se ubica algo más abajo que el radier del Estanque N°1.

A continuación, se presentan los cuadros de balance oferta-demanda para esta PEAP.

El cuadro correspondiente a la impulsión es el siguiente.

**Tabla N° 4-28: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsiones de Distribución, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Estanque N°2

Nombre: Planta Elevadora PEAP 2

Etapas: Distribución

Año	Impulsión asociada				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	H Geométrica (m)	Qmaxd (l/s)	Helev (m)
2019	459	200	55,06	9,82	55,6
2020	459	200	55,06	7,15	55,6
2021	459	200	55,06	7,70	55,6
2022	459	200	55,06	7,70	55,6
2023	459	200	55,06	7,70	55,6
2024	459	200	55,06	7,70	55,6
2025	459	200	55,06	7,70	55,6
2026	459	200	55,06	7,70	55,6
2027	459	200	55,06	7,70	55,6
2028	459	200	55,06	7,70	55,6
2029	459	200	55,06	7,70	55,6
2030	459	200	55,06	7,70	55,6
2031	459	200	55,06	7,70	55,6
2032	459	200	55,06	7,70	55,6
2033	459	200	55,06	7,70	55,6
2034	459	200	55,06	7,70	55,6

La altura geométrica de elevación corresponde a la cota del Estanque N°3 más 5 m (altura estanque) menos la cota de la PEAP ( $582,45+5-532,39=55,06$ )

El Qmáx diario para la impulsión corresponde a al caudal bombeado. La altura de elevación es la altura geométrica más la pérdida de carga calculada con Hazen-Williams.

Se ha considerado como caudal de elevación 8,3 l/s y con ese caudal se calcula la pérdida de carga en la impulsión, la que resulta igual a 0,50 m para la longitud de 459 m.

En el caso de la conducción no existe déficit ya que esta impulsión puede portear un caudal de 48,8 l/s para una velocidad de 2,0 m/s y la demanda sobre esta conducción es de 8,3 l/s.

A continuación, se presenta la tabla correspondiente al Balance Oferta Demanda a nivel de planta elevadora.

**Tabla N° 4-29: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras de Distribución. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, Estanque N°3

Nombre: PEAP 2

Etapa: Distribución

Año	Oferta Capacidad		Oferta	Demanda Capacidad		Balance PEAP sin Proyecto		Balance
	Q (l/s)	H (m)	Conducción (l/s)	Qmaxd (l/s)	H elev (m)	Qmax d (l/s)	H elev (m)	Conducción (l/s)
2019	8,3	60	48,77	9,8	55,6	-1,5	4,4	40,47
2020	8,3	60	48,77	7,1	55,6	1,2	4,4	40,47
2021	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2022	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2023	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2024	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2025	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2026	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2027	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2028	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2029	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2030	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2031	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2032	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2033	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47
2034	8,3	60	48,77	7,7	55,6	0,6	4,4	40,47

La oferta de capacidad se ha establecido como la demanda máxima diaria de todo el período analizado. La PEAP opera con 1 bomba y mantiene otra bomba de similares características en stand by.

La altura H de elevación considerado como demanda se obtuvo de las curvas Q-H de las bombas instaladas para el caudal de 8,3 l/s por bomba.

De acuerdo a lo anterior, no existirá déficit a nivel de PEAP y sus respectivas impulsiones durante todo el período de previsión.

#### **4.1.2.4.- Red de Distribución.**

En este caso y de acuerdo a lo dispuesto en la guía de Planes de Desarrollo se ha efectuado la modelación de la red de distribución con el programa EPANET para las demandas máximas horarias y para las demandas máximas diarias + Incendio, ambas para la situación del año 5 y para cada uno de los sectores de la red de distribución (Sector Estanque 1, Sector Estanque 2 y Sector Estanque 3). En todos los casos las conducciones, que forman parte de las redes de distribución, están incluidas en la modelación.

La modelación que se entrega en Anexo 6 ya considera la re-sectorización realizada en los tres sectores atendidos por los estanques.

Es decir, considera que los cuarteles BBRISAS\_102; BBRISAS\_103; BMIRADORES\_101; BMIRADORES\_102; BMIRADORES\_103 y BFLORES\_204, que contemplan 265 clientes, que hasta este año son atendidos desde el estanque 2 pasarán a ser atendidos por el estanque 1; y los cuarteles BFLAMECOS\_101; BFLAMENCOS\_102; NVAUNOSUR\_102 y NVAUNOSUR\_103, que se abastecían desde el estanque 3 pasarán a ser abastecidos desde el estanque 1.

Los resultados del programa de verificación hidráulica efectuados a las redes de distribución de agua potable se entregan en el Anexo N°6 del presente estudio. Se incluye el informe de los resultados que entrega el programa y un esquema de la modelación hidráulica de cada una de las redes de distribución modeladas.

A continuación, se presenta un resumen de los resultados.

#### **4.1.2.4.1.- Red Sector Estanque 1.**

En este sector y para el escenario de simulación con el Caudal Máximo Horario la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución de este sector es de 17,82 m.c.a.

Para el escenario de simulación con la Demanda Máxima Diaria + Incendio se consideraron los dos grifos más lejanos al estanque y que se ubican en los nodos 7 y 25. En este caso la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución es de 20,0 m.c.a.

En ambos casos las presiones máximas son inferiores a 70 m.c.a. y están dadas por la presión estática.

Por lo tanto, no existen presiones fuera de norma.

#### **4.1.2.4.2.- Red Sector Estanque 2.**

En este sector y para el escenario de simulación con el Caudal Máximo Horario la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución de este sector es de 36,0 m.c.a. considerando la disminución de presión de las dos reductoras instaladas.

Para el escenario de simulación con la Demanda Máxima Diaria + Incendio se consideró el grifo más lejano al estanque y que se ubica en el nodo 7. En este caso la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución es de 32,0 m.c.a.

En este caso también las presiones máximas son inferiores a 70 m.c.a. y están dadas por la presión estática, destacándose sin embargo que el sector tiene instaladas dos válvulas reductoras para no exceder ese límite. Los excesos de presión que se necesita regular se deben a que el estanque está ubicado en el lugar en que era factible hacerlo.

Por lo tanto, no existen presiones fuera de norma.

#### **4.1.2.4.3.- Red Sector Estanque 3.**

En este sector y para el escenario de simulación con el Caudal Máximo Horario la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución de este sector es de 36,0 m.c.a.

Para el escenario de simulación con la Demanda Máxima Diaria + Incendio se consideró el grifo más lejano al estanque y que se ubica en el nodo 3. En este caso la presión dinámica mínima resultante en la red de distribución es de 25,0 m.c.a.

En este caso también las presiones máximas son inferiores a 70 m.c.a. y están dadas por la presión estática, destacándose sin embargo que el sector tiene instalada una válvula reductora para no exceder ese límite. Los excesos de presión que se necesita regular se deben a que el estanque está ubicado en el lugar en que era factible hacerlo.

Por lo tanto, no existen presiones fuera de norma.

#### **4.2.- Balance Oferta – Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas.**

El balance oferta – demanda del sistema de aguas servidas se realiza a nivel de red de recolección y de disposición con sistema de tratamiento de aguas servidas.

A nivel de recolección se considera el caudal máximo instantáneo y a nivel de planta de tratamiento se considera el caudal medio diario.

La solución para la etapa de recolección considera solo el uso de colectores gravitacionales.

La solución para la etapa de disposición considera una planta elevadora de cabecera con su correspondiente impulsión, una planta de tratamiento del tipo lodos activados y un emisario que descarga en una quebrada natural.

#### 4.2.1.- Balance Oferta – Demanda de Recolección.

##### 4.2.1.1.- Conducciones de Aguas Servidas.

El sistema de recolección de aguas servidas cuenta con dos sectores de recolección:

- Sector del Colector Macrored AS1 (zona residencial):
  - de diámetro inicial 315 mm, longitud 1.132 ml (923 ml en PVC-C6 y 209 ml de HDPE-PN10).
  - A continuación sigue un colector de diámetro 450 mm, longitud 1.231 ml y de PVC C10, con excepción de 143 ml que son en HDPE PN10.
- Sector del Colector Macrored AS2 (zona industrial, ubicada al norte de la Avenida El Canal):
  - de diámetro 315 mm, longitud 554 ml. Los primeros 309 m son en HDPE PN6 y los siguientes 246 ml son en PVC C2.

Ambos colectores se juntan en una cámara que se ubica a pocos metros del recinto de la PTAS: desde esa cámara sale un colector hacia la sentina de la PEAS de la planta de tratamiento. Este colector común tiene un diámetro de 500 mm, es de HDPE PN 10, tiene una longitud de 6 ml.

La capacidad de conducción de las aguas servidas de la etapa de recolección se verifica para cada colector principal: Colector Macrored AS1, Colector Macrored AS2 y Colector común (D=500 mm) de descarga a la PEAS.

Los caudales de Aguas Servidas que se utilizan en el Análisis Hidráulico que se incluye en Anexo N°7 se calculan a partir de los consumos medios de agua potable de los clientes con alcantarillado y de utilizar un factor de recuperación igual a 0,634.

La capacidad máxima de los colectores se calcula para una altura de escurrimiento  $H/D=0,70$  y con coeficiente de Manning de 0,013 para tuberías de PVC y HDPE.

##### 4.2.1.1.1.- Colector Macrored AS1.

Los balances oferta demanda se han realizado directamente para el año 2034 porque ese es el año de mayor caudal.

Para el Balance de este colector se analizan 4 tramos del mismo, de acuerdo a los diámetros y áreas de aportes de aguas servidas.

- Tramo 1: D=315 mm, L= 923 m, PVC C10.

- Tramo 2: D=315 mm, L= 209 m, HDPE PN10
- Tramo 3: D=450 mm, L= 766 m, PVC C10
- Tramo 4: D=450 mm, L= 465 m, PVC C10

A continuación se presentan los cuadros de balances oferta-demanda de estos colectores. Los antecedentes de la información que ellos entregan se encuentran en el Anexo N° 7.

**Tabla N° 4-30: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, sector residencial

Nombre Conducción: Colector Macrored AS1, Tramo 1

Etapas: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	52,4	1,0	296,6	19,7	32,7
2020	52,4	1,0	296,6	20,5	31,9
2021	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2022	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2023	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2024	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2025	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2026	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2027	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2028	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2029	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2030	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2031	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2032	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2033	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6
2034	52,4	1,0	296,6	20,8	31,6

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente.

De acuerdo al balance anterior, este tramo de la Conducción Macrored AS1 no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.

**Tabla N° 4-31: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, sector residencial

Nombre Conducción: Colector Macrored AS1, Tramo 2

Etapas: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	56,7	1,1	290,6	38,1	18,6
2020	56,7	1,1	290,6	39,6	17,1
2021	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2022	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2023	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2024	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2025	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2026	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2027	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2028	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2029	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2030	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2031	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2032	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2033	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6
2034	56,7	1,1	290,6	40,1	16,6

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente.

De acuerdo al balance anterior, este tramo de la Conducción Macrored AS1 no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.



**Tabla N° 4-32: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, sector residencial

Nombre Conducción: Colector Macrored AS1, Tramo 3

Etapas: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	111,3	0,9	422,2	56,3	55,0
2020	111,3	0,9	422,2	58,5	52,8
2021	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2022	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2023	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2024	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2025	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2026	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2027	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2028	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2029	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2030	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2031	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2032	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2033	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1
2034	111,3	0,9	422,2	59,2	52,1

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente.

De acuerdo al balance anterior, este tramo de la Conducción Macrored AS1 no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.

**Tabla N° 4-33: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, sector residencial

Nombre Conducción: Colector Macrored AS1, Tramo 4

Etapas: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	107,7	0,9	423,8	73,6	34,1
2020	107,7	0,9	423,8	74,5	33,2
2021	107,7	0,9	423,8	75,5	32,2
2022	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2023	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2024	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2025	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2026	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2027	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2028	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2029	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2030	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2031	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2032	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2033	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1
2034	107,7	0,9	423,8	75,6	32,1

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente.

De acuerdo al balance anterior, este tramo de la Conducción Macrored AS1 no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.

#### 4.2.1.1.2.- Colector Macrored AS2.

Para el Balance de este colector de diámetro 315 mm se considera la población equivalente estimada de acuerdo a los consumos de agua servida.

A continuación se presenta el cuadro de balance oferta-demanda de este colector. Los antecedentes de la información que el entrega se encuentran en el Anexo N° 7.

**Tabla N° 4-34: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles, sector industrial

Nombre Conducción: Colector Macrored AS2

Etapas: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	50,9	0,9	293,3	24,4	26,5
2020	50,9	0,9	293,3	25,5	25,4
2021	50,9	0,9	293,3	26,1	24,8
2022	50,9	0,9	293,3	26,5	24,5
2023	50,9	0,9	293,3	27,1	23,8
2024	50,9	0,9	293,3	27,8	23,2
2025	50,9	0,9	293,3	28,4	22,5
2026	50,9	0,9	293,3	29,0	21,9
2027	50,9	0,9	293,3	29,7	21,3
2028	50,9	0,9	293,3	30,3	20,6
2029	50,9	0,9	293,3	30,9	20,0
2030	50,9	0,9	293,3	31,5	19,4
2031	50,9	0,9	293,3	32,2	18,8
2032	50,9	0,9	293,3	32,8	18,1
2033	50,9	0,9	293,3	33,4	17,5
2034	50,9	0,9	293,3	34,0	16,9

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente.

De acuerdo al balance anterior, este tramo de la Conducción Macrored AS1 no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.

#### 4.2.1.1.3.- Colector Común.

Este colector (colector de entrada a PEAS Lo Prado) es una cañería de HDPE PN-10, DN=500 mm, de 6 metros de longitud y pendiente 0,2%. Este colector recibe los aportes del Colector Macrored AS1 y del Colector Macrored AS 2.

A continuación, se presenta el cuadro de balance oferta-demanda de este colector.

**Tabla N° 4-35: Balance Oferta-Demanda Conducciones de Recolección.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre Conducción: Colector Común  
 Etapa: Recolección

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	177,4	1,4	461,4	98,1	79,3
2020	177,4	1,4	461,4	99,9	77,4
2021	177,4	1,4	461,4	101,6	75,7
2022	177,4	1,4	461,4	102,1	75,3
2023	177,4	1,4	461,4	102,7	74,6
2024	177,4	1,4	461,4	103,4	74,0
2025	177,4	1,4	461,4	104,0	73,4
2026	177,4	1,4	461,4	104,6	72,7
2027	177,4	1,4	461,4	105,3	72,1
2028	177,4	1,4	461,4	105,9	71,5
2029	177,4	1,4	461,4	106,5	70,8
2030	177,4	1,4	461,4	107,2	70,2
2031	177,4	1,4	461,4	107,8	69,6
2032	177,4	1,4	461,4	108,4	69,0
2033	177,4	1,4	461,4	109,0	68,3
2034	177,4	1,4	461,4	109,6	67,7

La capacidad del colector y la velocidad (Veq) corresponden al caudal máximo posible de conducir para  $H/D = 0,7$ . El Deq corresponde al diámetro existente en este colector.

De acuerdo al balance anterior, esta conducción no presenta déficit de conducción en todo el período de previsión.

#### 4.2.1.2.- Redes de Recolección.

De acuerdo al análisis hidráulico de caudales de aguas servidas realizado, los resultados indican que no existe déficit en la capacidad de porteo de los colectores de aguas servidas existentes, para todo el período de previsión analizado.

#### 4.2.2.- Balance Oferta - Demanda de Disposición.

En este punto corresponde hacer el balance oferta-demanda de la PEAS y su respectiva impulsión, la PTAS y el emisario de descarga a cauce natural. De acuerdo al orden establecido en la Guía de Planes de Desarrollo se analiza primero la PTAS.

#### 4.2.2.1.- Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

A continuación, se presenta el balance oferta-demanda del tratamiento preliminar, considerando que el caudal máximo que puede tratar la planta es de 110,0 l/s.

**Tabla N° 4-36: Balance Oferta-Demanda Planta de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: PTAS SEPPRA

Etapas: Disposición

Año	Capacidad (Qmaxh diseño) (l/s)	Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2019	110,0	98,1	11,9
2020	110,0	99,9	10,1
2021	110,0	101,6	8,4
2022	110,0	102,1	7,9
2023	110,0	102,7	7,3
2024	110,0	103,4	6,6
2025	110,0	104,0	6,0
2026	110,0	104,6	5,4
2027	110,0	105,3	4,7
2028	110,0	105,9	4,1
2029	110,0	106,5	3,5
2030	110,0	107,2	2,8
2031	110,0	107,8	2,2
2032	110,0	108,4	1,6
2033	110,0	109,0	1,0
2034	110,0	109,6	0,4

Como se aprecia en el cuadro anterior, no existirá déficit durante todo el período de previsión analizado.

El Tratamiento Primario de la Planta de Aguas Servidas PTAS permite tratar 150,2 mg/l de Sólidos Totales Suspendidos (en promedio) de acuerdo a sus bases de diseño. El caudal medio de la PTAS es de 38,9 lt/seg, por lo que la capacidad de la PTAS para tratar los SST es de:

$$38,9 * 150,2 * 86.400 / 1.000.000 = 504,8 \text{ Kg de SST/día}$$

De acuerdo a la estadística informada en el PR 023 durante el año 2018 a la entrada de la PTAS se registraron valores puntuales de 234 mg/l de SST como máximo y 36 mg/l como mínimo. El valor promedio de los registros de SST en el afluente en ese año fue de 125,1 mg/l. Con este último valor se calcula la carga diaria considerando el caudal medio que ingresa a la planta. En la tabla siguiente se presentan los cálculos.

**Tabla N° 4-37: Cálculo de SST. Entrada a la PTAS.**

<b>Año</b>	<b>Qmedio total AS (l/s)</b>	<b>Concentración SST (mg/l)</b>	<b>Demanda Kg SST/día</b>
2019	32,8	125,1	354,9
2020	33,5	125,1	362,2
2021	34,1	125,1	369,1
2022	34,3	125,1	370,9
2023	34,5	125,1	373,2
2024	34,7	125,1	375,5
2025	34,9	125,1	377,9
2026	35,2	125,1	380,2
2027	35,4	125,1	382,6
2028	35,6	125,1	384,9
2029	35,8	125,1	387,2
2030	36,0	125,1	389,6
2031	36,2	125,1	391,9
2032	36,5	125,1	394,2
2033	36,7	125,1	396,6
2034	36,9	125,1	398,9

A continuación se presenta el Balance Oferta-Demanda para el tratamiento primario.

**Tabla N° 4-38: Balance Oferta Demanda, Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: PTAS SEPPA

Tratamiento primario (químicamente asistido o no)

Etapas: Disposición

<b>Año</b>	<b>Capacidad de diseño (Kg SST/día)</b>	<b>Demanda (Kg SST/día)</b>	<b>Balance Sin Proy. (Kg SST/día)</b>
2019	504,8	354,9	149,9
2020	504,8	362,2	142,5
2021	504,8	369,1	135,6
2022	504,8	370,9	133,9
2023	504,8	373,2	131,6
2024	504,8	375,5	129,2
2025	504,8	377,9	126,9
2026	504,8	380,2	124,6
2027	504,8	382,6	122,2
2028	504,8	384,9	119,9
2029	504,8	387,2	117,5
2030	504,8	389,6	115,2
2031	504,8	391,9	112,9
2032	504,8	394,2	110,5
2033	504,8	396,6	108,2
2034	504,8	398,9	105,9

A continuación se presenta el balance oferta-demanda para la situación sin proyecto en la parte hidráulica del tratamiento biológico.

**Tabla N° 4-39: Balance Oferta Demanda, Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: PTAS SEPPRA  
 Tratamiento biológico  
 Etapa: Disposición

Año	Capacidad Hidráulica Q medio diseño (l/s)	Demanda Hidráulica Qmedio tot (l/s)	Balance Sin Proy. (l/s)
2019	38,9	32,8	6,1
2020	38,9	33,5	5,4
2021	38,9	34,1	4,8
2022	38,9	34,3	4,6
2023	38,9	34,5	4,4
2024	38,9	34,7	4,2
2025	38,9	34,9	4,0
2026	38,9	35,2	3,7
2027	38,9	35,4	3,5
2028	38,9	35,6	3,3
2029	38,9	35,8	3,1
2030	38,9	36,0	2,9
2031	38,9	36,2	2,7
2032	38,9	36,5	2,4
2033	38,9	36,7	2,2
2034	38,9	36,9	2,0

De acuerdo al balance realizado a la parte hidráulica del tratamiento biológico de la PTAS no existirá déficit durante todo el período analizado.

A continuación se presenta el balance oferta-demanda de la parte biológica del tratamiento primario, considerando que la planta está diseñada para tratar 161,8 mg/l (en promedio), y por lo tanto, la oferta para el tratamiento biológico sería igual a:

$$38,9 * 161,8 * 86.400 / 1.000.000 = 543,8 \text{ Kg DBO5}$$

Para determinar la demanda, se ha considerado la estadística informada en el PR 023 durante el año 2018 a la entrada de la PTAS se registraron valores puntuales de 266 mg/l de DBO5 como máximo (marzo 2018) y 77 mg/l como mínimo (enero 2018). El valor promedio de los registros de DBO5 en el afluente en ese año fue de 153,7 mg/l. Con este último valor se calcula la DBO5 diaria considerando el caudal medio que ingresa a la planta. En la tabla siguiente se presentan los cálculos.

**Tabla N° 4-40: Cálculo de DBO5. Entrada a la PTAS.**

<b>Año</b>	<b>Qmedio total AS (l/s)</b>	<b>Concentración DBO5 (mg/lit)</b>	<b>Demanda Kg DBO5/día</b>
2019	32,8	153,7	435,8
2020	33,5	153,7	444,9
2021	34,1	153,7	453,4
2022	34,3	153,7	455,5
2023	34,5	153,7	458,3
2024	34,7	153,7	461,2
2025	34,9	153,7	464,1
2026	35,2	153,7	467,0
2027	35,4	153,7	469,8
2028	35,6	153,7	472,7
2029	35,8	153,7	475,6
2030	36,0	153,7	478,4
2031	36,2	153,7	481,3
2032	36,5	153,7	484,2
2033	36,7	153,7	487,0
2034	36,9	153,7	489,9

En la siguiente tabla se entrega el balance oferta-demanda para el tratamiento biológico, considerando lo señalado anteriormente.

**Tabla N° 4-41: Balance Oferta Demanda, Capacidad Carga Orgánica Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: PTAS SEPPRA;

Tratamiento biológico

Etapa: Disposición

<b>Año</b>	<b>Capacidad Carga (carga diseño) Kg DBO5/día</b>	<b>Demanda Carga (carga proyec) Kg DBO5/día</b>	<b>Balance Sin Proy. Kg DBO5/día</b>
2019	543,8	435,8	108,0
2020	543,8	444,9	99,0
2021	543,8	453,4	90,5
2022	543,8	455,5	88,4
2023	543,8	458,3	85,5
2024	543,8	461,2	82,6
2025	543,8	464,1	79,8
2026	543,8	467,0	76,9
2027	543,8	469,8	74,0
2028	543,8	472,7	71,1
2029	543,8	475,6	68,3
2030	543,8	478,4	65,4
2031	543,8	481,3	62,5
2032	543,8	484,2	59,7
2033	543,8	487,0	56,8
2034	543,8	489,9	53,9



De acuerdo al balance realizado no existirá déficit durante todo el período analizado.

La PTAS cuenta con dos unidades de Desinfección (cámaras de contacto) con capacidad de tratamiento total de 50,0 l/s. A continuación, se presenta el balance oferta-demanda del proceso de desinfección.

**Tabla N° 4-42: Balance Oferta Demanda, Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: PTAS SEPPRA

Desinfección

Etapas: Disposición

<b>Año</b>	<b>Capacidad Hidráulica Qmedio diseño (l/s)</b>	<b>Demanda Hidráulica Qmedio tot (l/s)</b>	<b>Balance Sin Proy. (l/s)</b>
2019	50,0	32,8	17,2
2020	50,0	33,5	16,5
2021	50,0	34,1	15,9
2022	50,0	34,3	15,7
2023	50,0	34,5	15,5
2024	50,0	34,7	15,3
2025	50,0	34,9	15,1
2026	50,0	35,2	14,8
2027	50,0	35,4	14,6
2028	50,0	35,6	14,4
2029	50,0	35,8	14,2
2030	50,0	36,0	14,0
2031	50,0	36,2	13,8
2032	50,0	36,5	13,5
2033	50,0	36,7	13,3
2034	50,0	36,9	13,1

De acuerdo a la tabla anterior, no existirá déficit a nivel de cloración (desinfección) de PTAS durante todo el período de previsión analizado.

La planta de tratamiento cuenta con un filtro de banda, instalado en el año 2016, para el deshidratado de los lodos con una capacidad de tratamiento de 13,0 m<sup>3</sup>/hr de lodo. Adoptando una operación de 8 horas al día, la capacidad de deshidratado del lodo (oferta para el balance) sería de 104 m<sup>3</sup>/día.

Por otra parte, de acuerdo a la estadística informada por la empresa en el PR23, durante el año 2018, se produjeron en total 21.473 m<sup>3</sup> de lodo, lo que equivale a 58,8 m<sup>3</sup>/día.

Por otro parte, el caudal medio tratado durante el año 2018 fue de 30,8 l/s, por lo que es posible obtener la siguiente relación:

$$58,8 \text{ m}^3/\text{día} / 30,8 \text{ l/s} = 1,909 \text{ m}^3/\text{día} \text{ por cada l/s de caudal medio.}$$

A continuación se presenta el Balance Oferta Demanda considerando el parámetro antes indicado, aplicado al caudal medio tratado en la PTAS.

**Tabla N° 4-43: Balance Oferta Demanda, Capacidad Carga Orgánica Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas. Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: PTAS SEBRA  
 Producción de Lodos, Humedad de 75%  
 Etapa: Disposición

Año	Capacidad de Diseño Producción		Demanda Lodos Deshidratados (proyec)		Balance Sin Proyecto	
	Kg lodo/día	m3 lodo/día	Kg lodo/día	m3 lodo/día	Kg lodo/día	m3 lodo/día
2019		104,00		62,67		41,33
2020		104,00		63,97		40,03
2021		104,00		65,19		38,81
2022		104,00		65,50		38,50
2023		104,00		65,91		38,09
2024		104,00		66,32		37,68
2025		104,00		66,73		37,27
2026		104,00		67,15		36,85
2027		104,00		67,56		36,44
2028		104,00		67,97		36,03
2029		104,00		68,38		35,62
2030		104,00		68,80		35,20
2031		104,00		69,21		34,79
2032		104,00		69,62		34,38
2033		104,00		70,04		33,96
2034		104,00		70,45		33,55

De acuerdo al balance realizado no existirá déficit durante todo el período analizado ya que la unidad de deshidratado de lodos cuenta con capacidad suficiente para tratar los lodos generados en la PTAS durante todo el período de previsión.

#### 4.2.2.2.- Conducciones de Disposición de Aguas Servidas.

La etapa de disposición tiene un emisario de aguas tratadas de 315 mm de diámetro, de PVC C-6, con una longitud de 709 m y con una pendiente mínima de 0,3%.

A continuación se presenta el balance oferta-demanda de esta conducción.

**Tabla N° 4-44: Balance Oferta Demanda, Conducciones de Aguas Servidas.  
Situación sin Proyecto**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: Emisario

Etapas: Disposición

Año	Total Capacidad			Demanda Q max (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
	Q (l/s)	V eq (m/s)	D eq (mm)		
2019	50,4	0,73	296,6	32,8	17,6
2020	50,4	0,73	296,6	33,5	16,9
2021	50,4	0,73	296,6	34,1	16,3
2022	50,4	0,73	296,6	34,3	16,1
2023	50,4	0,73	296,6	34,5	15,9
2024	50,4	0,73	296,6	34,7	15,7
2025	50,4	0,73	296,6	34,9	15,5
2026	50,4	0,73	296,6	35,2	15,3
2027	50,4	0,73	296,6	35,4	15,0
2028	50,4	0,73	296,6	35,6	14,8
2029	50,4	0,73	296,6	35,8	14,6
2030	50,4	0,73	296,6	36,0	14,4
2031	50,4	0,73	296,6	36,2	14,2
2032	50,4	0,73	296,6	36,5	14,0
2033	50,4	0,73	296,6	36,7	13,8
2034	50,4	0,73	296,6	36,9	13,5

#### 4.2.2.3.- Planta Elevadora e Impulsión de Disposición de Aguas Servidas.

Existe una planta elevadora de aguas servidas a la entrada de la PTAS. Esta PEAS recibe todos los caudales del área de concesión y los eleva hacia las rejillas mecánicas de desbaste y al filtro rotatorio.

La PEAS tiene dos (2) motobombas en operación, con capacidad para elevar 45 l/s cada una, a una altura manométrica de 25 m, actuadas mediante variador de frecuencia.

La impulsión de la PEAS es de Acero, tiene un diámetro de 150 mm en una longitud de 8 ml (columna de la bomba dentro de la sentina) y a continuación un diámetro de 250 mm en una longitud de 13 ml.

A continuación se entrega el Balance Oferta Demanda de esta PEAS.

La altura de elevación se determinó considerando un caudal de elevación igual a 45,0 l/s (que corresponde al caudal elevado por la bomba).

**Tabla N° 4-45: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras de Disposición.  
Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles

Nombre: PEAS Lo Prado

Etapa: Disposición

Año	Oferta Capacidad		Oferta	Demanda Capacidad		Balance PEAP sin Proyecto		Balance
	Q (l/s)	H (m)	Conducción (l/s)	Qm (l/s)	H elev (m)	Qm (l/s)	H elev (m)	Conducción (l/s)
2019	45	25	125,00	32,8	15,4	12,2	9,6	80,0
2020	45	25	125,00	33,5	15,4	11,5	9,6	80,0
2021	45	25	125,00	34,1	15,4	10,9	9,6	80,0
2022	45	25	125,00	34,3	15,4	10,7	9,6	80,0
2023	45	25	125,00	34,5	15,4	10,5	9,6	80,0
2024	45	25	125,00	34,7	15,4	10,3	9,6	80,0
2025	45	25	125,00	34,9	15,4	10,1	9,6	80,0
2026	45	25	125,00	35,2	15,4	9,8	9,6	80,0
2027	45	25	125,00	35,4	15,4	9,6	9,6	80,0
2028	45	25	125,00	35,6	15,4	9,4	9,6	80,0
2029	45	25	125,00	35,8	15,4	9,2	9,6	80,0
2030	45	25	125,00	36,0	15,4	9,0	9,6	80,0
2031	45	25	125,00	36,2	15,4	8,8	9,6	80,0
2032	45	25	125,00	36,5	15,4	8,5	9,6	80,0
2033	45	25	125,00	36,7	15,4	8,3	9,6	80,0
2034	45	25	125,00	36,9	15,4	8,1	9,6	80,0

De acuerdo a lo indicado en la tabla anterior, no existirá déficit a nivel de PEAS de Disposición.

A continuación en las tablas siguiente se entrega el Balance Oferta demanda en la impulsión, considerando el caudal que será elevado (45,0 l/s).

**Tabla N° 4-46: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsiones Asociadas de Disposición, por sector de abastecimiento. Situación Con Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: Planta Elevadora PEAS Lo Prado  
 Etapa: Disposición

Año	Impulsión asociada, tramo 150 mm				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	H Geométrica (m)	Qm (l/s)	Helev (m)
2019	8	150	8,0	45,0	8,3
2020	8	150	8,0	45,0	8,3
2021	8	150	8,0	45,0	8,3
2022	8	150	8,0	45,0	8,3
2023	8	150	8,0	45,0	8,3
2024	8	150	8,0	45,0	8,3
2025	8	150	8,0	45,0	8,3
2026	8	150	8,0	45,0	8,3
2027	8	150	8,0	45,0	8,3
2028	8	150	8,0	45,0	8,3
2029	8	150	8,0	45,0	8,3
2030	8	150	8,0	45,0	8,3
2031	8	150	8,0	45,0	8,3
2032	8	150	8,0	45,0	8,3
2033	8	150	8,0	45,0	8,3
2034	8	150	8,0	45,0	8,3

El caudal máximo indicado en la tabla anterior corresponde al caudal con el que opera la PEAS.

**Tabla N° 4-47: Balance Oferta-Demanda Plantas Elevadoras e Impulsiones Asociadas de Disposición, por sector de abastecimiento. Situación Sin Proyecto.**

Nombre Sector: Ciudad de los Valles  
 Nombre: Planta Elevadora PEAS Lo Prado  
 Etapa: Disposición

Año	Impulsión asociada, tramo 250 mm				
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	H Geométrica (m)	Qm (l/s)	Helev (m)
2019	13	250	2,0	45,0	2,1
2020	13	250	2,0	45,0	2,1
2021	13	250	2,0	45,0	2,1
2022	13	250	2,0	45,0	2,1
2023	13	250	2,0	45,0	2,1
2024	13	250	2,0	45,0	2,1
2025	13	250	2,0	45,0	2,1
2026	13	250	2,0	45,0	2,1
2027	13	250	2,0	45,0	2,1
2028	13	250	2,0	45,0	2,1
2029	13	250	2,0	45,0	2,1
2030	13	250	2,0	45,0	2,1
2031	13	250	2,0	45,0	2,1
2032	13	250	2,0	45,0	2,1
2033	13	250	2,0	45,0	2,1
2034	13	250	2,0	45,0	2,1

De acuerdo a indicado en las tablas anteriores, no existirá déficit a nivel de conducciones de disposición (impulsiones).

## 5.- Solución definida por la Empresa.

En este capítulo se entrega una descripción y los esquemas de la solución adoptada para satisfacer la demanda del período de previsión.

En el Anexo N°5 se entregan los principales criterios adoptados para el dimensionamiento de los distintos componentes de la solución a nivel de prefactibilidad.

### 5.1.- Solución Etapa de Producción.

La solución de producción adoptada es la que actualmente se utiliza, es decir, con los pozos 1 y 4 funcionando y los pozos 2 y 7 actuando como pozos de reserva.

La fluoración se ha planificado realizarla mediante sales de flúor aplicándola solamente cuando el MINSAL así lo exija.

La SISS ha instruido la incorporación del pozo 7 al sistema de telemetría de la empresa, lo que se implementará durante el año 2020.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las obras planificadas en la Etapa de Producción.

**Tabla N° 5-1: Resumen de Obras Planificadas, Etapa de Producción.**

<b>Etapa</b>	<b>Obra</b>	<b>Designación</b>	<b>Año de puesta en Operación</b>	<b>Observaciones</b>
Producción	Telemetría Pozo 7	Telemetría para Pozo 7	2021	

### 5.2.- Solución Etapa de Distribución.

La etapa de distribución continuará con los tres sectores de distribución existentes, cada uno con su estanque de regulación.

De acuerdo a los balances oferta-demanda realizados, se requerirá aumentar los volúmenes de regulación en el sector atendido por el estanque N°1. Se requiere construir un volumen de regulación adicional de 1.350 m<sup>3</sup> en el año 2020.

La red de distribución se verificó hidráulicamente mediante el programa EPANET para los caudales del año 5 del período de previsión. El cálculo de la red se presenta en el Anexo 6.

Las conducciones se verificaron en conjunto con las redes de distribución ya que en la práctica son parte de las mismas desde el punto de vista de la modelación hidráulica.

La red del sector del Estanque 1, como ya se ha mencionado, se dimensionó para el caudal máximo horario del sector más los caudales máximos diarios de la PEAP 1. Las redes de los sectores de los Estanques 1 y 2, como ya se ha mencionado, se dimensionaron para el caudal máximo diario más el caudal de incendio.

Tal como se explicó en el capítulo anterior, habrá cuarteles que pasarán a ser atendidos desde el estanque N°1, y para ello se requiere el suministro e instalación de una válvula para sectorizar (se necesita sólo una válvula adicional pues las otras válvulas requeridas ya están instaladas). Esta inversión se ha considerado en el año 2020.

Además, se considera la habilitación eléctrica del macromedidor instalado en el estanque 2, y que actualmente no está operativo, y la instalación de un macromedidor a la salida de la PEAP 2.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de las obras planificadas en la Etapa de Distribución.

**Tabla N° 5-2: Resumen de Obras Planificadas, Etapa de Producción.**

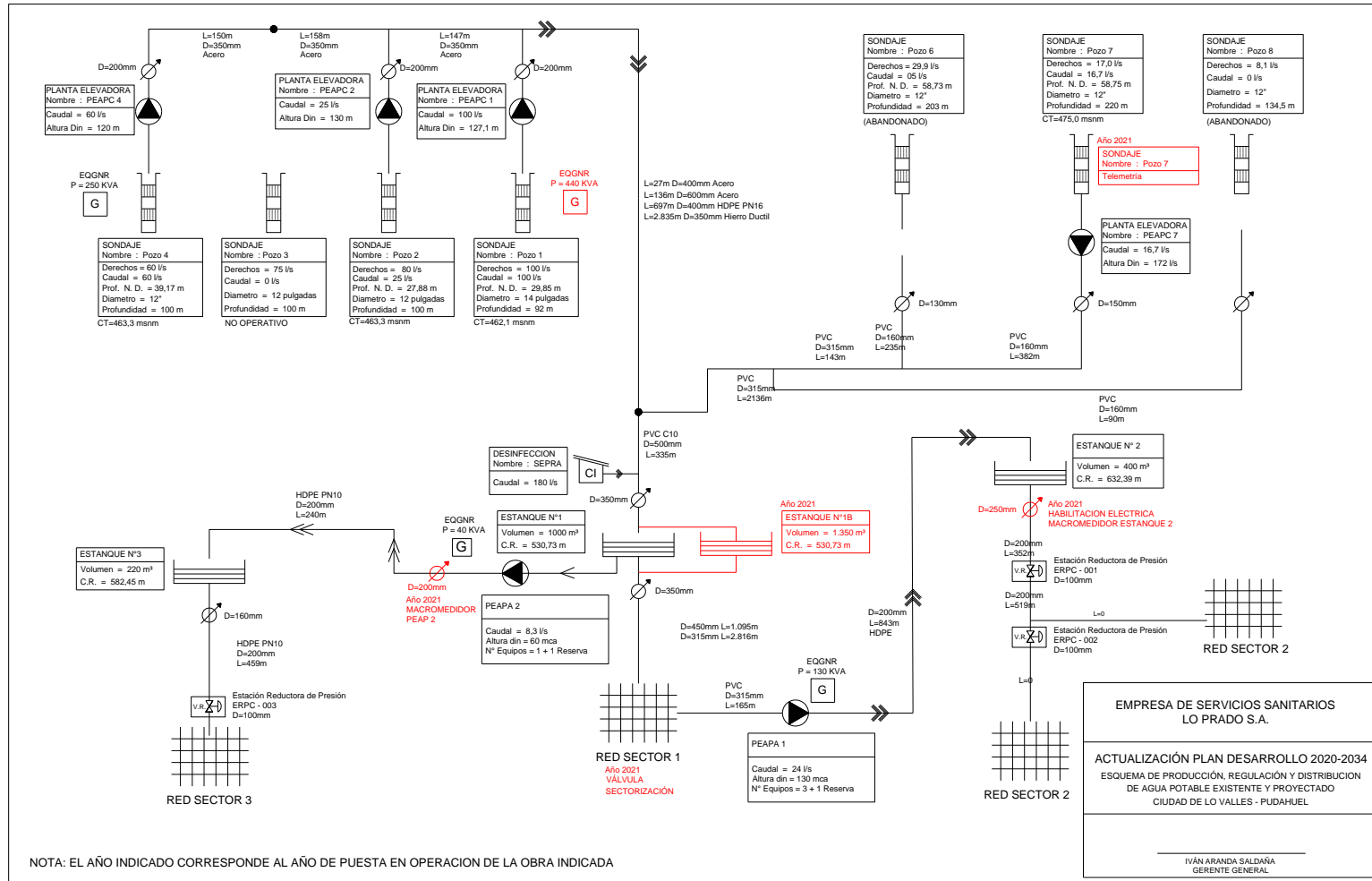
<b>Etapa</b>	<b>Obra</b>	<b>Designación</b>	<b>Año de puesta en Operación</b>	<b>Observaciones</b>
Distribución	Válvulas sectorización	Válvula para sectorización	2021	
Distribución	Estanque 1B Sector 1	Estanque N°1B; 1.350 m <sup>3</sup>	2021	
Distribución	Macromedidor	Habilitación eléctrica Macromedidor Estanque 2	2021	Macromedidor existente
Distribución	Macromedidor	Suministro e Instalación de Macromedidor en PEAP2	2021	

En la figura N° 5-1 de la página siguiente se presenta la solución adoptada para las etapas de producción y distribución considerando las obras que son de cargo de la empresa.





**Figura N°5-1: Infraestructura Existente y Proyectada. Etapas de Producción y Distribución de Agua Potable.**



### 5.3.- Solución Etapa de Recolección.

La configuración de la red de recolección de aguas servidas de la empresa es en base a colectores gravitacionales que entregan a la Planta Elevadora de aguas servidas ubicada a la cabecera de la Planta de Tratamiento de aguas servidas.

Las obras de recolección propias del servicio están construidas, debiéndose construir sólo aquellos colectores propios de las urbanizaciones futuras que quedan por realizarse.

La verificación de las cañerías se realizó mediante un programa de cálculo de capacidad hidráulica confeccionado en planilla Excel incluida en el Anexo N°7.

En la etapa de recolección no se presentan déficits en las obras existentes en esta etapa.

**Tabla N° 5-3: Resumen de Obras Planificadas, Etapa de Recolección.**

<b>Etapa</b>	<b>Obra</b>	<b>Designación</b>	<b>Año de puesta en Operación</b>	<b>Observaciones</b>
Recolección	No hay			

### 5.4.- Solución Etapa de Disposición.

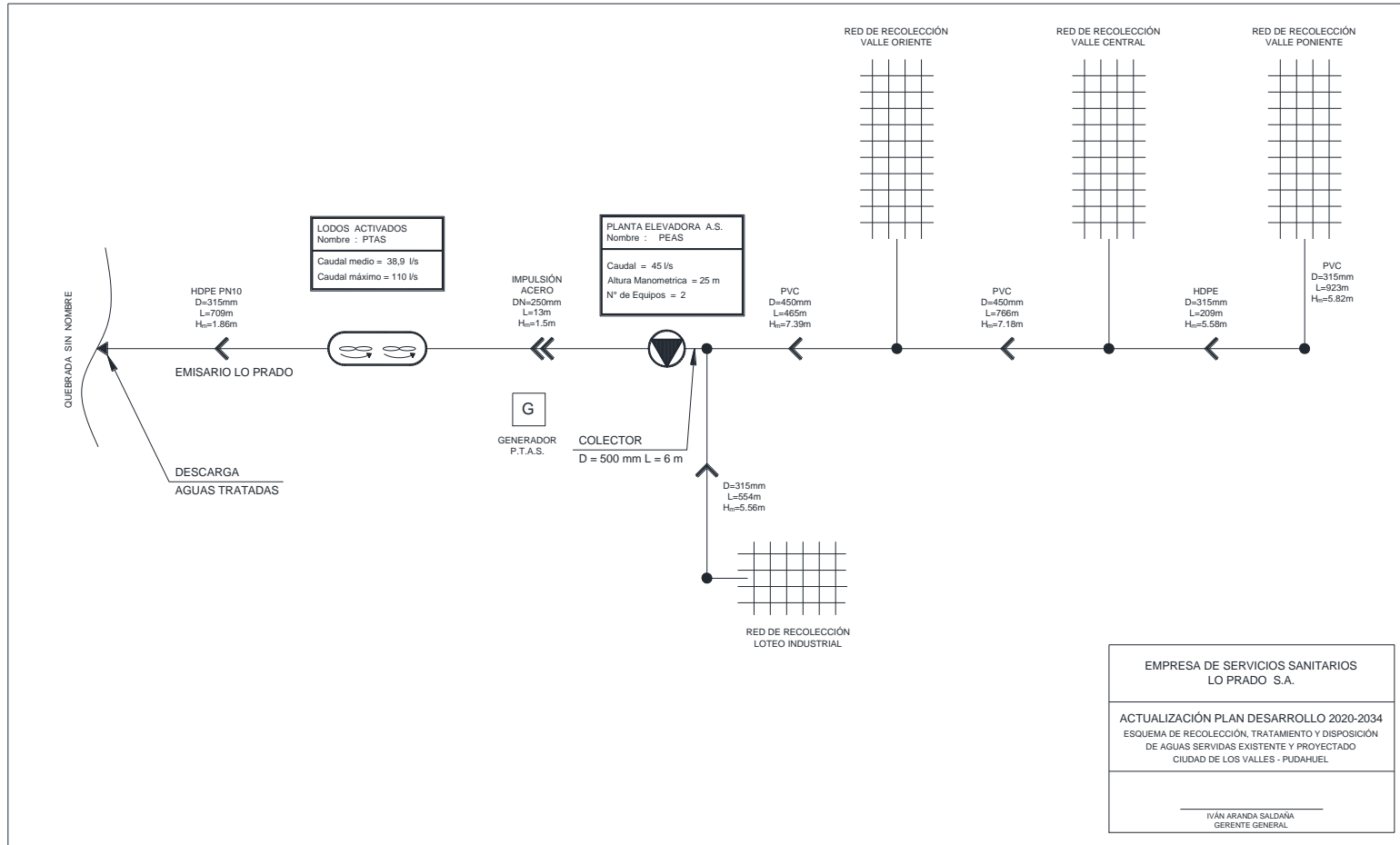
En la etapa de disposición no se presentan déficits en las obras existentes en esta etapa.

**Tabla N° 5-4: Resumen de Obras Planificadas, Etapa de Disposición.**

<b>Etapa</b>	<b>Obra</b>	<b>Designación</b>	<b>Año de puesta en Operación</b>	<b>Observaciones</b>
Disposición	No hay			

En la figura 5.2 de la página siguiente se presenta esquemáticamente la solución adoptada para las etapas de recolección y disposición.

**Figura N°5-2: Infraestructura Existente y Proyectada.  
Etapas de Recolección y Disposición de Aguas Servidas.**





## **6.- Programa de Inversiones.**

A continuación, se presenta el programa de inversiones, en que se identifica cada obra y la inversión anual asociada derivada del análisis de los Balances Oferta-Demanda.

Todas las obras que se han planificado corresponden a obras de mejoramiento. En consecuencia son obras destinadas a atender capacidad.

En la tabla N°6-1 siguiente se presenta el programa de inversión para cada una de las etapas del proyecto. Los valores indicados corresponden a costos directos, es decir no incluyen gastos generales y utilidad, y están sin IVA.

Tabla N° 6-1: Cronograma de Obras. Período 2020 – 2034

Etapa	Obra Designación	Monto Inversión Anual (UF)															
		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Producción	Telemetría Pozo 7		200														
<b>TOTAL ETAPA PRODUCCION</b>		-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Distribución	Estanque 1.350 m3 (*)		7.300														
	Válvula sectorización		140														
	Habilitación Eléctrica																
	Macromedidor Estanque 2		167														
	Macromedidor PEAP2		400														
<b>TOTAL ETAPA DISTRIBUCIÓN</b>		-	8.007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recolección	NO HAY																
<b>TOTAL ETAPA RECOLECCIÓN</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Disposición	NO HAY																
<b>TOTAL ETAPA DISPOSICIÓN</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL GENERAL</b>		-	<b>8.207</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(\*) Obra rezagada PD 2014

Gonzalo Sorolla Parker  
Gerente General SEBRA S.A.  
Diciembre 2019

## 7.- Cronograma de Obras.

En este capítulo se presentan el cronograma base de las obras planificadas de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 5 denominado "Solución Definida por la Empresa" del presente estudio.

El cronograma base comprende un período de 15 años de previsión, comenzando por el año 2020 y terminando en el 2034. Se incluyen todas las obras planificadas, como resultado del análisis de los balances oferta-demanda de cada etapa del proyecto.

El cronograma base de obras indica el año de inicio y término de la obra, respetando las fechas definidas en la puesta en operación de los balances oferta demanda, año en que las obras deben estar operativas. En la siguiente tabla N°7-1 se entrega el cronograma base de Obras planificadas para el período 2020 - 2034.

A continuación, se presenta un programa de inversiones, en que se identifica cada obra y la inversión anual asociada derivada del análisis de los Balances Oferta-Demanda.

**Tabla N° 7-1: Cronograma Base.**

<b>Etapas</b>	<b>Obras</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto Inversión Anual (UF)</b>	<b>Año de Inicio</b>	<b>Año de Término</b>
Producción	Telemetría	Telemetría Pozo 7	200	2020	2020
Distribución	Estanque 1B	Estanque semienterrado HA 1.350 m3 (Obra Rezagada PD 2014)	7.300	2020	2020
Distribución	Válvula sectorización	Válvula sectorización Estanque 1	140	2020	2020
Distribución	Macromedidor Estanque 2	Habilitación Eléctrica Macromedidor Est 2	167	2020	2020
Distribución	Macromedidor PEAP 2	Macromedidor 150mm PEAP 2	400	2020	2020
Recolección	No hay obras		-		
Disposición	No hay obras		-		
		<b>TOTAL</b>	<b>8.207</b>		



## **8.- Evaluación Económica del Plan de Desarrollo.**

El presente informe corresponde a la Actualización del Plan de Desarrollo vigente de la empresa, por lo que no se requiere presentar una Evaluación Económica, de acuerdo a lo indicado en la Guía de Elaboración de Planes de Desarrollo de la SISS.

**Gonzalo Sorolla Parker**  
Gerente General  
Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A.

Santiago, diciembre de 2019.