
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A.

SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS

CONCESIÓN PILLANLELBÚN

**COMUNA DE LAUTARO
IX REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

PROGRAMA DE DESARROLLO

**SANTIAGO, MAYO DE 2021
MODIFICACIONES AGOSTO 2022**

EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS SAN ISIDRO S.A.

SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS

CONCESIÓN PILLANLELBÚN

**COMUNA DE LAUTARO
IX REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

PROGRAMA DE DESARROLLO

***RENE ROCO INOSTROZA
Ingeniero Civil – U. de Chile***

**SANTIAGO, MAYO DE 2021
MODIFICACIONES AGOSTO 2022**

PROGRAMA DE DESARROLLO
SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS
CONCESIÓN PILLANLELBÚN
COMUNA DE LAUTARO - IX REGION

CONTENIDO

INTRODUCCION	2
<i>Objetivos del trabajo</i>	2
<i>Estudios y proyectos disponibles</i>	2
1 PLANO DEL ÁREA DE CONCESIÓN	2
2 CATASTRO	4
3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA	4
3.1 OBRAS GENERALES.....	4
3.2 REDES.....	5
3.3 EQUIPOS.....	5
3.4 GRUPOS GENERADORES	5
4 PROYECCION DE DEMANDAS.....	6
4.1 PROYECCION DE POBLACION Y CLIENTES.....	6
4.1.1 Proyección de Clientes	6
4.1.2 Proyección de Población	8
4.2 PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE	10
4.3 PROYECCION DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS	15
4.3.1 Cobertura.	15
4.3.2 Factor de Recuperación. Caudales de Infiltración y de Aguas Lluvias.	15
4.3.3 Factores de Producción de Aguas Servidas.	18
4.3.4 Carga Orgánica	18
5 BALANCE OFERTA DEMANDA	24
5.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA POTABLE	24
5.1.1 Balance Oferta Demanda de Producción	24
5.1.2 Balance Oferta Demanda de Distribución	34
5.2 BALANCE OFERTA DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS	40
5.2.1 Balance Oferta - Demanda de Recolección	40
5.2.2 Balance Oferta - Demanda de Disposición	41
6 SOLUCION CON PROYECTO.....	48
6.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE	48
6.1.1 Producción	48
6.1.2 Distribución	49
6.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS.....	50

6.2.1	<i>Recolección</i>	50
6.2.2	<i>Disposición</i>	50
7	PROGRAMA DE INVERSIONES	51
8	CRONOGRAMA DE OBRAS	57

ANEXOS

1. PLANO DEL AREA DE CONCESION
2. CATASTRO Y DIAGNÓSTICO
3. ANTECEDENTES SIFAC 2016 – 2020.
4. ANTECEDENTES DERECHOS DE AGUA
5. INFORME HIDROGEOLÓGICO
6. ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS
7. CALCULO DE PLANTAS ELEVADORAS
8. MODELAMIENTO REDES AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
9. FICHA DE ANTECEDENTES TECNICOS

PROGRAMA DE DESARROLLO
SERVICIOS PUBLICOS SANITARIOS
SECTOR PILLANLELBÚN Y AMPLIACIONES
COMUNA DE LAUTARO - IX REGION

INTRODUCCION

Objetivos del trabajo

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar la Actualización del Plan de Desarrollo para el adecuado abastecimiento de los servicios de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas para la zona de concesión correspondiente a la localidad de **PILLANLELBÚN**, perteneciente a la **Comuna de Lautaro**, en la **Novena Región de La Araucanía**.

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

El presente Plan de Desarrollo considera la entrega de un documento integral, autosuficiente, que no depende de versiones anteriores y cuyo contenido se ajusta a lo señalado en la Guía Técnica de Elaboración de Programas de Desarrollo de abril 2019 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

De acuerdo con lo señalado en la Guía, en esta instancia se entregará un Estudio de Prefactibilidad Técnica y Económica, el que contiene una descripción técnica general, un cronograma de obras proyectadas para un horizonte de quince años y demás exigencias previstas en la ley.

El horizonte de análisis para la definición de la solución de abastecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado será de quince años. El año 0 corresponde al año 5 del Programa de Desarrollo vigente, en este caso el año 2021.

Estudios y proyectos disponibles

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

- Plan Regulador Comunal de Pillanlelbún. Aprobado por D.S. N° 01 del 05.01.88. y publicado en el Diario Oficial el 19.02.88.
- Plan de Desarrollo Servicios Sanitarios de la localidad de Pillanlelbún. Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. 2016.

1 PLANO DEL ÁREA DE CONCESIÓN

La actual concesión de ESSSI en la comuna de Lautaro corresponde a la localidad de Pillanlelbún, fue otorgada mediante DS MOP N° 160 del año 2002. No hay Ampliaciones de concesión otorgadas ni en

trámite.

Los límites del área geográfica de la concesión Pillanlelbún, con sus coordenadas UTM referidas al Datum WGS 84 Huso 18, son los que se muestran en la Tabla siguiente:

TABLA N° 1
LIMITES DE LA ZONA DE CONCESION ACTUAL
LOCALIDAD PILLANLELBUN

VÉRTICE N°	COORDENADAS	
	ESTE (m)	NORTE (m)
V1	720.709	5.720.242
V2	720.842	5.720.357
V3	721.055	5.720.317
V4	721.559	5.721.032
V5	721.532	5.721.199
V6	721.606	5.721.350
V7	722.462	5.720.759
V8	722.490	5.720.800
V9	722.589	5.720.732
V10	722.775	5.720.770
V11	722.795	5.720.672
V12	722.645	5.720.587
V13	721.986	5.719.921
V14	721.500	5.720.256
V15	720.709	5.719.969

De acuerdo con lo señalado en la Guía se adjunta en **Anexo N° 1 “Plano del Área de Concesión”** donde se muestran los límites de la actual concesión y de las Ampliaciones en trámite. Es un plano escala 1:10.000 con sus vértices definidos en base a coordenadas UTM. Las coordenadas están referidas al Datum WGS 84 Huso 18 Se entrega una copia en papel y en formato digital.

2 CATASTRO

De acuerdo con la “Guía Técnica de Elaboración de Programas de Desarrollo”, el catastro del Programa de Desarrollo es el listado de la infraestructura que se encuentra en operación en los servicios de agua potable y alcantarillado. La información establecida en el catastro debe ser coincidente con aquella establecida en la Nueva Base de Infraestructura “NBI”. El catastro empleado en el presente Programa corresponder a lo informado en la NBI vigente (información a diciembre 2020).

En el **Anexo N° 2 “Catastro y Diagnóstico”**, se incluye la siguiente información:

- a) Esquemas de los sistemas de agua potable y de aguas servidas, con simbología tipo.
- b) Plano escala 1:10.000 con la infraestructura existente y proyectada de agua potable.
- c) Plano escala 1:10.000 con la infraestructura existente y proyectada de aguas servidas.
- d) Tablas de Catastro, de acuerdo a formato incluido en la Guía.
- e) Hoja Resumen del Catastro y Diagnóstico, firmada por el Gerente General.

2.1 SERVICIO DE AGUA POTABLE

La concesión de Pillanlelbún es abastecida por una fuente superficial (N1-PILLA-RIOCAUTIN). La captación consiste en una noria lateral que capta los caudales del río.. La cobertura de agua potable en los sectores atendidos es de 100%.

2.2 SERVICIO DE ALCANTARILLADO

El sistema de alcantarillado de aguas servidas está compuesto por una red de recolección de PVC, que descarga gravitacionalmente en la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS PILLANLELBUN). Las aguas tratadas son cloradas y descargadas gravitacionalmente en un brazo del río Cautín.

3 DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA

3.1 OBRAS GENERALES

Se incluye en el **Anexo N° 2 “Catastro y Diagnóstico”** el diagnóstico de la infraestructura, de acuerdo al formato instruido por la SISS (hoja 1801 “Diagnóstico de Obras Tipo” de la NBI). En el Programa de Inversiones se ha priorizado la reposición de las instalaciones calificadas como “En malas condiciones” o “En condiciones menos que regular”.

Cada componente de una instalación se ha calificado como:

- 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.

En cumplimiento a lo señalado en la Guía, se incluye una hoja de resumen del diagnóstico de las obras por sistema, firmada por el Gerente General.

3.2 REDES

a) Redes de distribución de agua potable

Durante el año 2020 no se han informado roturas en la red de agua potable, por lo tanto, no se consideran Inversiones por reposición de redes de agua potable.

b) Redes de recolección de aguas servidas

Durante el año 2020 no se ha informado de tuberías de aguas servidas que hayan presentado tres o más obstrucciones, por lo tanto, no se consideran Inversiones por reposición de redes de alcantarillado.

3.3 EQUIPOS

En el Programa de Inversiones se ha incluido la reposición de los equipos por término de vida útil. Las vidas útiles consideradas son las siguientes:

- Equipo de elevación (AP y AS): 10 años
- Dosificadores de productos químicos: 10 años
- Reductoras de presión: 10 años
- Macromedidores: 15 años
- Filtros en presión: 15 años
- Equipos anti golpe de ariete: 20 años
- Equipos planta de tratamiento de aguas servidas: 14 años

3.4 GRUPOS GENERADORES

Se han incluido los respaldos eléctricos necesarios en las instalaciones que lo requiera. Para la reposición de los generadores se ha adoptado una vida útil de 10 años.

4 PROYECCION DE DEMANDAS

En atención a lo señalado por la “Guía Técnica de Elaboración de los Programas de Desarrollo” de abril 2019, el horizonte de análisis para la definición de la solución de abastecimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado será de 15 años. El año 0 corresponderá al año 5 del Programa de Desarrollo vigente, esto es el año 2021.

Las proyecciones se entregan desglosadas para la zona de concesión de Pillanlelbún (clientes Regulados) y clientes No Regulados.

4.1 PROYECCION DE POBLACION Y CLIENTES

La proyección se ha realizado a partir de información histórica de los últimos cinco años (2016 – 2020). Las fuentes de información utilizadas fueron las siguientes:

Para la proyección de la población:

- Información del censo de población 2017 del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Para clientes y consumos:

- Sistema de facturación y coberturas (SIFAC). Información comprendida en el período 2016-2020. El detalle se incluye en el **Anexo N° 3. Antecedentes SIFAC. 2016-2020**.

4.1.1 Proyección de Clientes

En la Tabla siguiente se muestran los clientes del período 2016 a 2020 en Pillanlelbún y lo previsto en el Plan de Desarrollo vigente. Debe hacerse notar que en el PD vigente no se consideraban Clientes No Regulados.

TABLA N° 2
INFORMACIÓN HISTÓRICA CLIENTES PILLANLELBÚN

AÑO	CLIENTES REGULADOS (N°)	CLIENTES NO REGULADOS (N°)	TOTAL CLIENTES (N°)	PROYECCIÓN PD VIGENTE (N°)
2016	868	50	918	910
2017	883	52	935	924
2018	899	58	957	938
2019	913	62	975	952
2020	952	141	1093	966

La información anterior muestra que el crecimiento real de viviendas, considerando sectores Regulados y No Regulados, ha sido levemente superior al previsto en el PD vigente, diferencia que ha aumentado el año 2020 debido a la construcción de diversos proyectos inmobiliarios, tanto dentro como fuera de la zona concesionada.

Para la proyección de clientes, en el presente Programa se ha considerado que, durante los años 2021, 2022 y 2023 se continuará con los proyectos inmobiliarios en marcha para los cuales existe factibilidad otorgada. En la Tabla siguiente se muestran los proyectos habitacionales en ejecución y los planificados para los próximos tres años.

**TABLA N° 3
PROYECTOS INMOBILIARIOS**

PROYECTO	VIVIENDAS			PROGRAMACIÓN VIVIENDAS EN TO					PROGRAMACIÓN VIVIENDAS FUERA TO				
	EN TO	FUERA TO	TOTAL	2020	2021	2022	2023	TOTAL	2020	2021	2022	2023	TOTAL
SAN MIGUEL	56	33	89	0	56	0	0	56	0	33	0	0	33
ESPERANZA	64	0	64	0	64	0	0	64	0	0	0	0	0
DADELCO RENACER	0	159	159	0	0	0	0	0	0	159	0	0	159
DADELCO LOS ALTOS	0	51	51	0	0	0	0	0	0	0	51	0	51
DADELCO ESPERANZA	0	159	159	0	0	0	0	0	0	0	159	0	159
DADELCO FUTURO	0	161	161	0	0	0	0	0	0	0	0	161	161
EL BOSQUE	53	158	211	32	0	21	0	53	75	0	83	0	158
TOTALES	173	721	894	32	120	21	0	173	75	192	293	161	721

Aparte de los proyectos mencionados anteriormente, no hay nuevos proyectos para los que se haya solicitado factibilidad.

Para la proyección de clientes de los años posteriores al 2023, se debe considerar que el crecimiento vegetativo de la localidad, antes del inicio de los proyectos inmobiliarios, era del orden del 2 % anual. Sin embargo, con las nuevas poblaciones construidas, podría acelerarse el crecimiento y la demanda por nuevas viviendas, por lo tanto, en este trabajo, se ha decidido adoptar una tasa de crecimiento de clientes igual a la tasa promedio de crecimiento comunal urbano de viviendas en el último período intercensal, que resulta ser 4,81 % anual, tal como se ve en la Tabla N° 4..

**TABLA N° 4
INFORMACIÓN INE – CENSOS 2002 - 2017
SECTOR URBANO COMUNA LAUTARO**

	CENSO 2002	CENSO 2017	TASA PROMEDIO (%)
Población Urbana (Hab)	21.071	27.321	1,98
viviendas Urbanas (N°)	5.692	9.796	4,81
Densidad (Hab/viv)	3,70	2,79	

4.1.2 Proyección de Población

Para la proyección de población, en este Programa se adoptará la densidad habitacional de habitantes por viviendas, obtenida de la información entregados por el INE en el Censo 2017 para el sector urbano de Pillanlelbún (Tabla N° 5). La densidad resulta de 2,78 hab/viv, la que se mantendrá constante durante todo el período de previsión.

TABLA N° 5
INFORMACIÓN INE – CENSO 2017
SECTOR URBANO PILLANLELBÚN

Nombre de Región	DE LA ARAUCANÍA
Nombre de Provincia	CAUTÍN
Nombre de Comuna	LAUTARO
Nombre de Sector Urbano	PILLANLELBÚN
Total de Personas	2.642
Total Hombres	1.284
Total Mujeres	1.358
Total de Viviendas	949

En la Tabla siguiente se muestra la proyección adoptada para la concesión Pillanlelbún, se incluyen también los clientes No Regulados.

TABLA N° 6
PROYECCION DE POBLACION Y CLIENTES - PILLANLELBÚN

AÑO	POBLACION (Hab)	CLIENTES (N°)	TASAS CRECIMIENTO (%)		DENS. HABITAC. (Hab/viv)	CLIENTES 52 Bis (N°)	POBLACION 52 Bis (Hab)
			Población	Clientes			
2021	3.022	1.087			2,78	337	937
2022	3.122	1.123	3,31	3,31	2,78	634	1.763
2023	3.272	1.177	4,81	4,81	2,78	799	2.221
2024	3.429	1.234	4,81	4,81	2,78	837	2.328
2025	3.594	1.293	4,81	4,81	2,78	878	2.440
2026	3.767	1.355	4,81	4,81	2,78	920	2.557
2027	3.949	1.420	4,81	4,81	2,78	964	2.680
2028	4.138	1.489	4,81	4,81	2,78	1.011	2.809
2029	4.338	1.560	4,81	4,81	2,78	1.059	2.944
2030	4.546	1.635	4,81	4,81	2,78	1.110	3.086
2031	4.765	1.714	4,81	4,81	2,78	1.164	3.235
2032	4.994	1.796	4,81	4,81	2,78	1.219	3.390
2033	5.234	1.883	4,81	4,81	2,78	1.278	3.553
2034	5.486	1.973	4,81	4,81	2,78	1.340	3.724
2035	5.750	2.068	4,81	4,81	2,78	1.404	3.903
2036	6.026	2.168	4,81	4,81	2,78	1.472	4.091

COEFICIENTES DE CONSUMO

Coefficiente del mes de máximo consumo (CMMC): Se ha adoptado el máximo valor de los últimos cinco años (2016 a 2020), el valor resultante es: 1,39.

TABLA N° 7
CALCULO COEFICIENTE MES MÁXIMO CONSUMO

MES	CONSUMOS M3					CMMC				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	17.194	17.698	18.851	18.096	22.664	1,31	1,27	1,25	1,12	1,32
Febrero	13.246	19.345	19.309	19.342	21.468	1,01	1,39	1,28	1,20	1,25
Marzo	15.675	15.792	15.435	19.780	18.083	1,19	1,13	1,02	1,23	1,05
Abril	12.067	13.037	15.398	15.687	18.905	0,92	0,93	1,02	0,97	1,10
Mayo	11.665	13.159	14.987	15.333	14.493	0,89	0,94	0,99	0,95	0,84
Junio	11.133	11.574	14.370	13.299	14.076	0,85	0,83	0,95	0,82	0,82
Julio	10.913	12.155	14.403	14.833	15.712	0,83	0,87	0,95	0,92	0,91
Agosto	12.014	11.945	11.485	12.829	15.040	0,91	0,86	0,76	0,80	0,87
Septiembre	11.841	14.724	12.662	14.545	14.826	0,90	1,06	0,84	0,90	0,86
Octubre	12.241	10.838	13.797	17.456	13.926	0,93	0,78	0,91	1,08	0,81
Noviembre	15.384	11.795	15.068	15.129	17.976	1,17	0,85	1,00	0,94	1,04
Diciembre	14.236	15.265	15.581	17.290	19.634	1,08	1,09	1,03	1,07	1,14
Totales	157.609	167.327	181.346	193.619	206.803					
Promedios	13.134	13.944	15.112	16.135	17.234					

Coefficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC):
Valor a adoptar es 1,1.

Factor del día de máximo consumo (FDMC): Corresponde al producto entre el coeficiente del mes de máximo consumo (CMMC) y el coeficiente del día de máximo consumo en el mes de máximo consumo (CDMC). FDMC resulta: 1,53.

Factor de la hora de máximo consumo (FHMC): Valor a adoptar es de 1,5.

TABLA N° 8
COEFICIENTES DE CONSUMO

COEFICIENTE	PILLANLEBÚN
CMMC	1,39
CDMC	1,10
FDMC	1,53
FHMC	1,50

4.2 PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Proyección de consumos unitarios. Para el análisis y proyección del consumo unitario se utilizará el concepto de consumo mensual por cliente, expresado en (m³/cl/mes). El análisis del comportamiento histórico de este parámetro para los últimos cinco años (2016 a 2020) en la localidad de Pillanlelún, se presenta en la Tabla N° 9. El valor más alto resulta: 17,45 (m³/cliente/mes), valor que se adoptará en este estudio.

**TABLA N° 9
CALCULO DE DOTACIONES HISTÓRICAS**

AÑO	Consumo promedio (m ³ /mes)	Clientes Promedio (N°)	Dotación (m ³ /cl/mes)
2016	13.134	904	14,52
2017	13.944	928	15,02
2018	15.112	945	16,00
2019	16.135	968	16,66
2020	17.234	987	17,45

Proyección de pérdidas. La pérdida total en el sistema de agua potable, correspondiente a las etapas de producción y de distribución en su conjunto, en este trabajo, se ha calculado como la diferencia entre la producción, dada por el PR018 y el consumo dado por el SIFAC, para el año 2020.

**TABLA N° 10
PERDIDAS DE AGUA POTABLE – PILLANLELBÚN**

AÑO 2020	PRODUCCIÓN m ³ /mes	FACTURACIÓN m ³ /mes	PERDIDAS m ³	% PERDIDAS
Enero	59.979	22.664	37.315	62,21
Febrero	55.414	21.468	33.946	61,26
Marzo	59.496	18.083	41.413	69,61
Abril	57.388	18.905	38.483	67,06
Mayo	58.705	14.493	44.212	75,31
Junio	62.223	14.076	48.147	77,38
Julio	61.721	15.712	46.009	74,54
Agosto	64.335	15.040	49.295	76,62
Septiembre	60.605	14.826	45.779	75,54
Octubre	63.567	13.926	49.641	78,09
Noviembre	59.911	17.976	41.935	70,00
Diciembre	61.238	19.634	41.604	67,94
TOTALES	724.582	206.803	517.779	71,46

Como se observa en la Tabla N° 10 el porcentaje de pérdidas del año 2020 es muy alto (71,5 %). Del análisis de las cifras, tanto de consumos como de caudales ingresados a la PTAS, se concluye que, en primer lugar, las pérdidas corresponden a errores y submedición domiciliaria de los consumos; en segundo lugar, está la existencia de conexiones clandestinas en sectores periféricos, muchas de ellas dedicadas a riego. Como primera medida para solucionar esta situación, la Empresa está ejecutando el cambio y la modernización, a partir del primer semestre del año 2021, de los macromedidores de producción y un programa de cambio de medidores domiciliarios, acompañado de una campaña de detección de ilícitos. Las pérdidas en el sistema productivo son muy pequeñas ya que no se cuenta con plantas de tratamiento y la captación mediante noria se encuentra prácticamente contigua al estanque de regulación, en tanto el sondaje impulsa directamente a la red. Los gastos en la planta de tratamiento de aguas servidas (lavado de unidades, filtro banda, etc.) no están incluidos dentro de la producción.

Considerando la fecha de elaboración de la presente versión del Programa de Desarrollo (noviembre 2021) se ha analizado, además, la estadística disponible del presente año para tener cifras más actuales del nivel de pérdidas. Los resultados se muestran en la Tabla N° 11, en ella se comparan, también, los resultados con los meses similares del año anterior.

**TABLA N° 11
PERDIDAS DE AGUA POTABLE – AÑOS 2020 Y 2021**

MES	AÑO 2020				AÑO 2021			
	PRODUCCIÓN m3/mes	FACTURACIÓN m3/mes	PERDIDAS m3	% PERDIDAS	PRODUCCIÓN m3/mes	FACTURACIÓN m3/mes	PERDIDAS m3	% PERDIDAS
Enero	59.979	22.664	37.315	62,21	43.147	24.494	18.653	43,23
Febrero	55.414	21.468	33.946	61,26	41.229	15.564	25.665	62,25
Marzo	59.496	18.083	41.413	69,61	46.704	17.450	29.254	62,64
Abril	57.388	18.905	38.483	67,06	41.757	16.361	25.396	60,82
Mayo	58.705	14.493	44.212	75,31	46.193	16.400	29.793	64,50
Junio	62.223	14.076	48.147	77,38	45.680	15.221	30.459	66,68
Julio	61.721	15.712	46.009	74,54	51.128	19.423	31.705	62,01
Agosto	64.335	15.040	49.295	76,62	41.874	15.444	26.430	63,12
Septiembre								
Octubre								
Noviembre								
Diciembre								
TOTALES	479.261	140.441	338.820	70,70	357.712	140.357	217.355	60,76

Se observa de la estadística una baja de un 10% en el nivel de pérdidas, lo que puede atribuirse a las medidas adoptadas por la empresa. En consideración a lo expuesto, se ha decidido proyectar las pérdidas en el sistema con el porcentaje promedio obtenido para el presente año 2021, esto es 60,76%, constante durante todo el período. Como este porcentaje incluye la pérdida total, se ha adoptado un 2% de pérdidas en producción y el resto en distribución.

Proyección de la Demanda.

En las tablas siguientes se muestra la proyección adoptada en el formato solicitado en la Guía.

TABLA N° 12
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - PILLANLELBÚN

AÑO	POBLACIÓN TOTAL EN T.O.	COBERTURA AP	POBLACIÓN ABASTECIDA	ÍNDICE HABITACIONAL	CLIENTES	DOTACIONES DE CONSUMO	
	Hab	%	Hab	Hab/viv	N°	POBLACIÓN	CLIENTES
						l/hab/día	m³/cliente/mes
2021	3022	100	3.022	2,78	1087	206	17,45
2022	3.122	100	3.122	2,78	1.123	206	17,45
2023	3.272	100	3.272	2,78	1.177	206	17,45
2024	3.429	100	3.429	2,78	1.234	206	17,45
2025	3.594	100	3.594	2,78	1.293	206	17,45
2026	3.767	100	3.767	2,78	1.355	206	17,45
2027	3.949	100	3.949	2,78	1.420	206	17,45
2028	4.138	100	4.138	2,78	1.489	206	17,45
2029	4.338	100	4.338	2,78	1.560	206	17,45
2030	4.546	100	4.546	2,78	1.635	206	17,45
2031	4.765	100	4.765	2,78	1.714	206	17,45
2032	4.994	100	4.994	2,78	1.796	206	17,45
2033	5.234	100	5.234	2,78	1.883	206	17,45
2034	5.486	100	5.486	2,78	1.973	206	17,45
2035	5.750	100	5.750	2,78	2.068	206	17,45
2036	6.026	100	6.026	2,78	2.168	206	17,45

TABLA N° 12 (Continuación)
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - PILLANLELBÚN

AÑO	Caudales de Consumo			Pérdidas		Caudales de Distribución			Caudales de Producción		
	Q medio	Q max día	Q max hora	Producción	Distribución	Q medio	Q max día	Q max hora	Q medio	Q max día	Q max hora
	l/s	l/s	l/s	%	%	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	7,22	11,04	16,56	2	58,76	17,50	26,78	40,17	17,86	27,32	40,99
2022	7,46	11,41	17,11	2	58,76	18,08	27,66	41,50	18,45	28,23	42,34
2023	7,82	11,96	17,94	2	58,76	18,95	29,00	43,49	19,34	29,59	44,38
2024	8,19	12,53	18,80	2	58,76	19,86	30,39	45,58	20,27	31,01	46,52
2025	8,59	13,14	19,70	2	58,76	20,82	31,85	47,78	21,24	32,50	48,75
2026	9,00	13,77	20,65	2	58,76	21,82	33,38	50,08	22,26	34,06	51,10
2027	9,43	14,43	21,64	2	58,76	22,87	34,99	52,48	23,34	35,70	53,56
2028	9,88	15,12	22,69	2	58,76	23,97	36,67	55,01	24,46	37,42	56,13
2029	10,36	15,85	23,78	2	58,76	25,12	38,44	57,65	25,63	39,22	58,83
2030	10,86	16,61	24,92	2	58,76	26,33	40,29	60,43	26,87	41,11	61,66
2031	11,38	17,41	26,12	2	58,76	27,60	42,22	63,33	28,16	43,08	64,63
2032	11,93	18,25	27,38	2	58,76	28,92	44,25	66,38	29,51	45,16	67,74
2033	12,50	19,13	28,69	2	58,76	30,32	46,38	69,57	30,93	47,33	70,99
2034	13,10	20,05	30,07	2	58,76	31,77	48,61	72,92	32,42	49,61	74,41
2035	13,73	21,01	31,52	2	58,76	33,30	50,95	76,43	33,98	51,99	77,99
2036	14,39	22,02	33,03	2	58,76	34,90	53,40	80,10	35,62	54,49	81,74

TABLA N° 13
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - FUERA TERRITORIO OPERACIONAL

AÑO	POBLACIÓN TOTAL EN T.O.	COBERTURA AP	POBLACIÓN ABASTECIDA	ÍNDICE HABITACIONAL	CLIENTES	DOTACIONES DE CONSUMO	
	Hab	%	Hab	Hab/viv	N°	POBLACIÓN	CLIENTES
						l/hab/día	m³/cliente/mes
2021	937	100	937	2,78	337	206	17,45
2022	1.763	100	1.763	2,78	634	206	17,45
2023	2.221	100	2.221	2,78	799	206	17,45
2024	2.328	100	2.328	2,78	837	206	17,45
2025	2.440	100	2.440	2,78	878	206	17,45
2026	2.557	100	2.557	2,78	920	206	17,45
2027	2.680	100	2.680	2,78	964	206	17,45
2028	2.809	100	2.809	2,78	1.011	206	17,45
2029	2.944	100	2.944	2,78	1.059	206	17,45
2030	3.086	100	3.086	2,78	1.110	206	17,45
2031	3.235	100	3.235	2,78	1.164	206	17,45
2032	3.390	100	3.390	2,78	1.219	206	17,45
2033	3.553	100	3.553	2,78	1.278	206	17,45
2034	3.724	100	3.724	2,78	1.340	206	17,45
2035	3.903	100	3.903	2,78	1.404	206	17,45
2036	4.091	100	4.091	2,78	1.472	206	17,45

TABLA N° 13 (Continuación)
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - FUERA TERRITORIO OPERACIONAL

AÑO	Caudales de Consumo			Pérdidas		Caudales de Distribución			Caudales de Producción		
	Q medio	Q max día	Q max hora	Producción	Distribución	Q medio	Q max día	Q max hora	Q medio	Q max día	Q max hora
	l/s	l/s	l/s	%	%	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	2,24	3,42	5,14	2	58,76	5,43	8,30	12,45	5,54	8,47	12,71
2022	4,21	6,44	9,66	2	58,76	10,21	15,62	23,43	10,42	15,94	23,91
2023	5,31	8,12	12,18	2	58,76	12,86	19,68	29,52	13,13	20,08	30,13
2024	5,56	8,51	12,76	2	58,76	13,48	20,63	30,94	13,76	21,05	31,58
2025	5,83	8,92	13,38	2	58,76	14,13	21,62	32,43	14,42	22,06	33,09
2026	6,11	9,35	14,02	2	58,76	14,81	22,66	33,99	15,11	23,12	34,69
2027	6,40	9,80	14,69	2	58,76	15,52	23,75	35,63	15,84	24,24	36,36
2028	6,71	10,27	15,40	2	58,76	16,27	24,89	37,34	16,60	25,40	38,10
2029	7,03	10,76	16,14	2	58,76	17,05	26,09	39,14	17,40	26,62	39,94
2030	7,37	11,28	16,92	2	58,76	17,87	27,35	41,02	18,24	27,91	41,86
2031	7,73	11,82	17,73	2	58,76	18,73	28,66	42,99	19,12	29,25	43,87
2032	8,10	12,39	18,58	2	58,76	19,63	30,04	45,06	20,04	30,65	45,98
2033	8,49	12,98	19,48	2	58,76	20,58	31,49	47,23	21,00	32,13	48,19
2034	8,90	13,61	20,41	2	58,76	21,57	33,00	49,50	22,01	33,67	50,51
2035	9,32	14,26	21,40	2	58,76	22,61	34,59	51,88	23,07	35,29	52,94
2036	9,77	14,95	22,43	2	58,76	23,69	36,25	54,38	24,18	36,99	55,49

TABLA N° 14
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - TOTAL PILLANLELBÚN

AÑO	POBLACIÓN TOTAL EN T.O.	COBERTURA AP	POBLACIÓN ABASTECIDA	ÍNDICE HABITACIONAL	CLIENTES	DOTACIONES DE CONSUMO	
						POBLACIÓN	CLIENTES
	Hab	%	Hab	Hab/viv	N°	l/hab/día	m³/cliente/mes
2021	3959	100	3.959	2,78	1424	206	17,45
2022	4884	100	4.884	2,78	1757	206	17,45
2023	5493	100	5.493	2,78	1976	206	17,45
2024	5758	100	5.758	2,78	2071	206	17,45
2025	6034	100	6.034	2,78	2171	206	17,45
2026	6325	100	6.325	2,78	2275	206	17,45
2027	6629	100	6.629	2,78	2385	206	17,45
2028	6948	100	6.948	2,78	2499	206	17,45
2029	7282	100	7.282	2,78	2619	206	17,45
2030	7632	100	7.632	2,78	2745	206	17,45
2031	7999	100	7.999	2,78	2877	206	17,45
2032	8384	100	8.384	2,78	3016	206	17,45
2033	8787	100	8.787	2,78	3161	206	17,45
2034	9210	100	9.210	2,78	3313	206	17,45
2035	9653	100	9.653	2,78	3472	206	17,45
2036	10117	100	10.117	2,78	3639	206	17,45

TABLA N° 14 (Continuación)
PROYECCION DE DEMANDA DE AGUA POTABLE - TOTAL PILLANLELBÚN

AÑO	Caudales de Consumo			Pérdidas		Caudales de Distribución			Caudales de Producción		
	Q medio	Q max día	Q max hora	Producción	Distribución	Q medio	Q max día	Q max hora	Q medio	Q max día	Q max hora
	l/s	l/s	l/s	%	%	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
2021	9,46	14,47	21,70	2	58,76	22,93	35,08	52,62	23,40	35,80	53,69
2022	11,67	17,85	26,77	2	58,76	28,29	43,28	64,92	28,87	44,17	66,25
2023	13,12	20,07	30,11	2	58,76	31,82	48,68	73,02	32,47	49,67	74,51
2024	13,75	21,04	31,56	2	58,76	33,35	51,02	76,53	34,03	52,06	78,09
2025	14,41	22,05	33,08	2	58,76	34,95	53,47	80,21	35,66	54,56	81,85
2026	15,11	23,11	34,67	2	58,76	36,63	56,05	84,07	37,38	57,19	85,78
2027	15,83	24,22	36,34	2	58,76	38,39	58,74	88,11	39,18	59,94	89,91
2028	16,59	25,39	38,09	2	58,76	40,24	61,57	92,35	41,06	62,82	94,23
2029	17,39	26,61	39,92	2	58,76	42,18	64,53	96,79	43,04	65,85	98,77
2030	18,23	27,89	41,84	2	58,76	44,20	67,63	101,45	45,11	69,01	103,52
2031	19,11	29,23	43,85	2	58,76	46,33	70,89	106,33	47,28	72,33	108,50
2032	20,03	30,64	45,96	2	58,76	48,56	74,29	111,44	49,55	75,81	113,72
2033	20,99	32,11	48,17	2	58,76	50,89	77,87	116,80	51,93	79,46	119,19
2034	22,00	33,66	50,49	2	58,76	53,34	81,61	122,42	54,43	83,28	124,92
2035	23,06	35,28	52,91	2	58,76	55,91	85,54	128,31	57,05	87,29	130,93
2036	24,17	36,97	55,46	2	58,76	58,60	89,65	134,48	59,79	91,48	137,23

4.3 PROYECCION DE DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

La proyección de demanda de aguas servidas para Pillanlelbún estará basada en la demanda proyectada para agua potable y en la información establecida en el SIFAC.

4.3.1 Cobertura.

La cobertura histórica de alcantarillado para el sistema Pillanlelbún (2016 – 2020) se muestra en la Tabla siguiente.

TABLA N° 15
CLIENTES DE ALCANTARILLADO

AÑO	VIVIENDAS N°			CLIENTES ALCANTARILLADO N°			COBERTURA %		
	PILLANLELBÚN REGULADOS	NO REGULADOS	TOTAL	PILLANLELBÚN REGULADOS	NO REGULADOS	TOTAL	PILLANLELBÚN REGULADOS	NO REGULADOS	TOTAL
2016	868	50	918	612	2	614	70,51	4,00	66,88
2017	883	52	935	622	2	624	70,44	3,85	66,74
2018	899	58	957	633	3	636	70,41	5,17	66,46
2019	913	62	975	639	3	642	69,99	4,84	65,85
2020	952	141	1093	675	81	756	70,90	57,45	69,17

Se observa que la cobertura promedio actual asciende al 69,2%. Considerando que todas las viviendas nuevas contarán con alcantarillado, y que se encuentra en marcha un proyecto municipal para dotar de alcantarillado a un sector importante de Pillanlelbún, en este trabajo se adoptará un crecimiento lineal de la cobertura para llegar a una cobertura meta de 100% el año 5 (2026). Para el sector No Regulados, considerando que se trata de sectores rurales y muchas parcelas que no se conectarán a la red de alcantarillado, se ha adoptado una cobertura meta de 90% al año 5.

4.3.2 Factor de Recuperación. Caudales de Infiltración y de Aguas Lluvias.

Para la determinación del factor de recuperación y de los caudales de infiltración y de aguas lluvias, se ha recurrido a la información de los protocolos SIFAC II y PR023001. Se ha utilizado la estadística de consumos mensuales facturados (facturación mensual de aguas servidas) y el caudal medio mensual de aguas servidas a la entrada a la PTAS, para el período 2018 a 2020. Las estadísticas disponibles se muestran en la Tabla N° 15 siguiente.

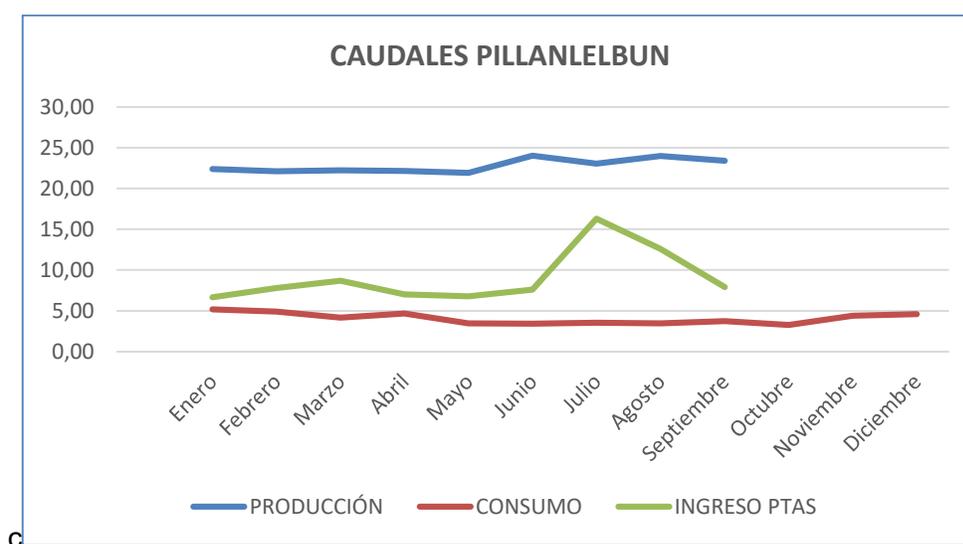
Como se puede observar, en todos los casos el caudal medido a la entrada de la planta de tratamiento de aguas servidas es superior a la facturación de aguas servidas. Como esto sucede incluso en los meses que no llueve, ya que las precipitaciones se concentran principalmente en otoño e invierno, es claro que hay infiltración de otras fuentes. Si bien la empresa ha detectado y eliminado infiltración de la napa subterránea, es posible que persistan algunas infiltraciones, además que posiblemente hay una sub-medición de los consumos debido al mal estado de los medidores y conexiones clandestinas. Lo anterior se relaciona claramente con el alto nivel de pérdidas detectado en el sistema de distribución, la que no es solamente pérdida física sino en gran medida pérdida comercial, es decir hay consumos que no se miden y que van al alcantarillado.

TABLA N° 16
FACTOR DE RECUPERACIÓN DE AGUAS SERVIDAS

MES	AÑO 2018			AÑO 2019			AÑO 2020		
	Q CONSUMO AP l/s	CMEM l/s (1)	FACTOR	Q CONSUMO AP l/s	CMEM l/s (1)	FACTOR	Q CONSUMO AP l/s	CMEM l/s (1)	FACTOR
ENERO	4,1	6,0	1,48	4,2	6,9	1,65	5,2	6,7	1,28
FEBRERO	4,8	4,0	0,82	5,0	5,8	1,16	4,7	7,8	1,65
MARZO	3,7	6,6	1,77	4,2	6,7	1,59	4,2	8,7	2,09
ABRIL	4,1	6,4	1,56	3,9	6,4	1,62	4,7	7,0	1,50
MAYO	3,8	7,1	1,88	3,8	7,2	1,90	3,5	6,8	1,97
JUNIO	3,8	16,8	4,40	3,3	9,1	2,72	3,4	7,6	2,21
JULIO	3,9	13,2	3,43	3,7	14,4	3,85	3,5	16,3	4,61
AGOSTO	2,9	12	4,11	3,2	13,3	4,19	3,4	12,6	3,65
SEPTIEMBRE	3,3	9,7	2,92	3,8	9,7	2,56	3,8	7,9	2,10
OCTUBRE	3,4	11,5	3,36	4,0	7,1	1,77	3,3	-	-
NOVIEMBRE	3,5	-	-	3,8	6,1	1,61	4,4	-	-
DICIEMBRE	3,7	-	-	4,0	6,7	1,66	4,6	7,0	1,52

(1) CMEM: Caudal Medio Mensual a la entrada a la PTAS (l/s)

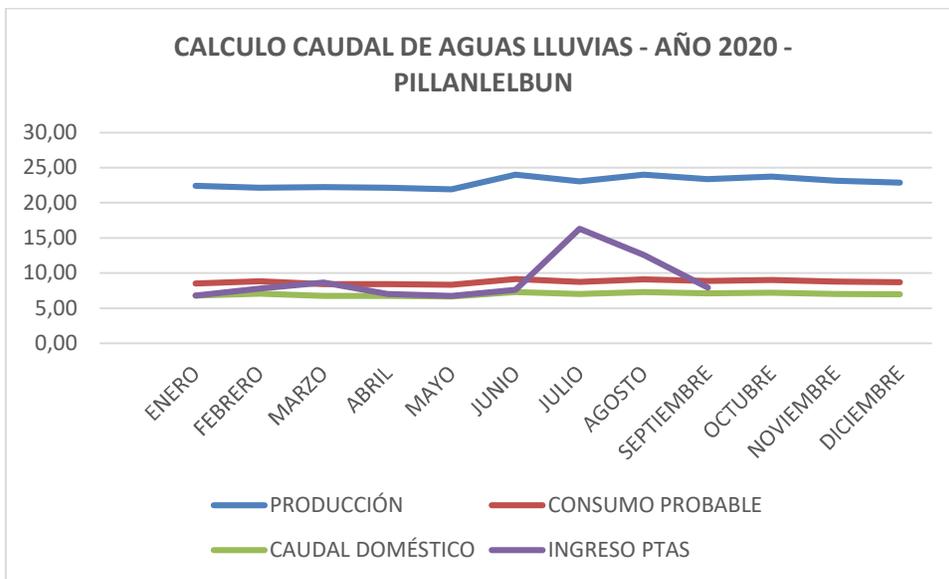
Para aclarar más la situación, en el cuadro siguiente se ha graficado la Producción, el Consumo y el Caudal de Ingreso a la planta de tratamiento, mensualmente para el año 2020. Se obtiene que hay una diferencia prácticamente constante entre las curvas de Consumos y la de ingreso a la planta de tratamiento, excepto en los meses de julio y agosto. Esta diferencia podría indicar la sub-medición constante y en los meses de julio y agosto indudablemente el ingreso de aguas lluvias.



Para obtener una aproximación a los caudales de aguas lluvias, se adoptará un Caudal de Consumo Probable, igual al 40% de la producción (pérdidas de 60% en el sistema). Para el Caudal Doméstico que va a la PTAS se adopta un coeficiente de recuperación de 0,8. Los resultados se muestran en la Tabla y Cuadro siguientes.

TABLA N° 17
CALCULO CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS

MES	Q PRODUCCIÓN I/s	CONSUMO PROBABLE I/s	Q DOMESTICO I/s	Q INFILTRACIÓN I/s	CMEM I/s	FACTOR DE RECUPERACIÓN
ENERO	22,39	8,51	6,81	0,00	6,81	0,80
FEBRERO	22,12	8,85	7,08	0,70	7,78	0,80
MARZO	22,21	8,44	6,75	1,90	8,65	0,80
ABRIL	22,14	8,41	6,73	0,30	7,03	0,80
MAYO	21,92	8,33	6,66	0,10	6,76	0,80
JUNIO	24,01	9,12	7,30	0,30	7,60	0,80
JULIO	23,04	8,76	7,01	9,30	16,31	0,80
AGOSTO	24,02	9,13	7,30	5,30	12,60	0,80
SEPTIEMBRE	23,38	8,88	7,11	0,80	7,91	0,80
OCTUBRE	23,73	9,02	7,21			
NOVIEMBRE	23,11	8,78	7,03			
DICIEMBRE	22,86	8,69	6,95	0,00	6,95	0,80



Se obtiene de la Tabla anterior, un caudal promedio de aguas lluvias de 1,87 l/s para el año 2020, valor que se adoptará en el presente estudio, constante durante todo el año.

Para la proyección del caudal de aguas lluvias, se utilizará el método de calcular un valor unitario por cliente (año 2020), constante durante todo el período de previsión. El Coeficiente de Recuperación se mantendrá en 0,80.

4.3.3 Factores de Producción de Aguas Servidas.

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

- Factor de punta: Coeficiente de Harmon, para población mayor a 1000 habitantes. Boston Society, para población menor a 20 viviendas. Entre 20 viviendas y 1000 habitantes se interpolará linealmente.

4.3.4 Carga Orgánica

Para verificar el valor de carga orgánica se recurrió a la estadística de caudales y DBO5 de agua cruda, del proceso PR023001 del año 2020, los valores se muestran en la Tabla de la página siguiente.

TABLA N° 18.
DETERMINACIÓN DE CARGA ORGÁNICA

AÑO 2020				
MES	FECHA	CMEM (l/s) (1)	DBO ₅ (mg/l)	Carga orgánica (Kg DBO ₅ /día)
ENERO	6,7	6,7	156	90,31
ENERO	6,7	6,7	176	101,88
FEBRERO	4	7,8	151	101,76
FEBRERO	11	7,8	293	197,46
MARZO	3	8,7	173	130,04
MARZO	10	8,7	154	115,76
ABRIL	7	7,0	332	200,79
ABRIL	14	7,0	215	130,03
MAYO	12	6,8	270	158,63
MAYO	18	6,8	233	136,89
JUNIO	2	7,6	367	240,99
JUNIO	17	7,6	309	202,90
JULIO	8	16,3	240	338,00
JULIO	14	16,3	46	64,78
AGOSTO	5	12,6	124	134,99
AGOSTO	11	12,6	122	132,81
SEPTIEMBRE	9	7,9	176	120,13
SEPTIEMBRE	15	7,9	282	192,48
OCTUBRE	14	s/i	200	-
NOVIEMBRE	11	s/i	144	-
NOVIEMBRE	20	s/i	237	-
DICIEMBRE	2	7,0	357	215,91
DICIEMBRE	16	7,0	292	176,60
PROMEDIO			219,5	159,2

(1) CMEM: Caudal Medio Mensual (l/s)

De la Tabla anterior, se obtiene una carga media anual de 159,2 kg DBO₅/día. Considerando que para el año 2020 se tiene 756 clientes de alcantarillado y una densidad promedio de 2,78 hab/viv, lo que

significa 2.102 habitantes servidos, se obtiene finalmente una carga orgánica unitaria de 75,72 gr DBO₅/hab/día.

El valor obtenido es demasiado alto para los parámetros normales. La carga media determinada podría estar influida, además, por cargas orgánicas provenientes de residuos industriales líquidos que descargan valores superiores a los permitidos por el D.S. MOP 609/98 u otras cargas provenientes de descargas clandestinas, infiltraciones, camiones limpiafosa u otras que no provengan de las aguas servidas recolectadas. Por lo tanto, en este Programa, se adoptará el valor máximo aceptado de 40 gr DBO₅/hab/día.

4.3.5 Caudales de diseño de aguas servidas

Con las bases de cálculo señaladas, se obtienen los caudales de diseño de demanda de alcantarillado de aguas servidas que se muestran en las Tablas siguientes.

TABLA N° 19
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS - PILLANLELBUN

AÑO	AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS								
	POBLAC. TOTAL (Hab)	COBERT. (%)	POBLACIÓN SANEADA (Hab)	CLIENTES SERVIDOS (N°)	DOTACIÓN		COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN = 0,8		
					m ³ /cl/mes	l/hab/día	CAUDAL MEDIO (l/s)	HARMON	CAUDAL MAX. HORARIO (l/s)
2021	3.022	72,0	2.176	783	17,45	206	4,15	3,56	14,76
2022	3.122	77,6	2.423	871	17,45	206	4,62	3,52	16,26
2023	3.272	83,2	2.722	979	17,45	206	5,19	3,48	18,06
2024	3.429	88,8	3.045	1.095	17,45	206	5,81	3,44	19,96
2025	3.594	94,4	3.393	1.221	17,45	206	6,47	3,40	21,98
2026	3.767	100,0	3.767	1.355	17,45	206	7,19	3,36	24,12
2027	3.949	100,0	3.949	1.420	17,45	206	7,53	3,34	25,14
2028	4.138	100,0	4.138	1.489	17,45	206	7,89	3,32	26,21
2029	4.338	100,0	4.338	1.560	17,45	206	8,27	3,30	27,32
2030	4.546	100,0	4.546	1.635	17,45	206	8,67	3,28	28,47
2031	4.765	100,0	4.765	1.714	17,45	206	9,09	3,26	29,67
2032	4.994	100,0	4.994	1.796	17,45	206	9,53	3,25	30,92
2033	5.234	100,0	5.234	1.883	17,45	206	9,98	3,23	32,21
2034	5.486	100,0	5.486	1.973	17,45	206	10,46	3,21	33,56
2035	5.750	100,0	5.750	2.068	17,45	206	10,97	3,19	34,97
2036	6.026	100,0	6.026	2.168	17,45	206	11,49	3,17	36,43

TABLA N° 19 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – PILLANLELBUN

Año	Q Infiltración (l/s)	Q Aguas Lluvias (l/s)	Q Art. 52 bis (l/s)	Q RILES (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Max. Horario. Total (l/s)
2021	0	1,75	0	0	5,90	16,51
2022	0	1,95	0	0	6,57	18,21
2023	0	2,19	0	0	7,38	20,25
2024	0	2,45	0	0	8,26	22,41
2025	0	2,73	0	0	9,20	24,71
2026	0	3,03	0	0	10,21	27,15
2027	0	3,17	0	0	10,70	28,31
2028	0	3,32	0	0	11,22	29,53
2029	0	3,48	0	0	11,76	30,80
2030	0	3,65	0	0	12,32	32,12
2031	0	3,83	0	0	12,92	33,50
2032	0	4,01	0	0	13,54	34,93
2033	0	4,20	0	0	14,19	36,42
2034	0	4,41	0	0	14,87	37,97
2035	0	4,62	0	0	15,59	39,59
2036	0	4,84	0	0	16,34	41,27

TABLA N° 19 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – PILLANLELBUN

Año	Población Saneada (Hab)	Carga proyectada Aporte Doméstico (Kg DBO5/día)	Carga proyectada Aporte RILES (Kg DBO5/día)	Carga proyectada TOTAL (Kg DBO5/día)
2021	2.176	87	0	87
2022	2.423	97	0	97
2023	2.722	109	0	109
2024	3.045	122	0	122
2025	3.393	136	0	136
2026	3.767	151	0	151
2027	3.949	158	0	158
2028	4.138	166	0	166
2029	4.338	174	0	174
2030	4.546	182	0	182
2031	4.765	191	0	191
2032	4.994	200	0	200
2033	5.234	209	0	209
2034	5.486	219	0	219
2035	5.750	230	0	230
2036	6.026	241	1	242

TABLA N° 20
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – FUERA TERRITORIO OPERACIONAL

AÑO	AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS								
	POBLAC. TOTAL (Hab)	COBERT. (%)	POBLACIÓN SANEADA (Hab)	CLIENTES SERVIDOS (N°)	DOTACIÓN		COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN = 0,8		
					m3/cl/mes	l/hab/día	CAUDAL MEDIO (l/s)	HARMON	CAUDAL MAX. HORARIO (l/s)
2021	937	82,2	770	277	17,45	206	1,47	3,87	5,68
2022	1.763	90,5	1.596	574	17,45	206	3,04	3,66	11,14
2023	2.221	92,5	2.054	739	17,45	206	3,92	3,58	14,02
2024	2.328	93,3	2.172	781	17,45	206	4,14	3,56	14,74
2025	2.440	94,1	2.296	826	17,45	206	4,38	3,54	15,50
2026	2.557	95,0	2.430	874	17,45	206	4,63	3,52	16,31
2027	2.680	95,0	2.546	916	17,45	206	4,86	3,50	17,01
2028	2.809	95,0	2.669	960	17,45	206	5,09	3,49	17,74
2029	2.944	95,0	2.797	1.006	17,45	206	5,34	3,47	18,50
2030	3.086	95,0	2.932	1.055	17,45	206	5,59	3,45	19,30
2031	3.235	95,0	3.073	1.105	17,45	206	5,86	3,43	20,12
2032	3.390	95,0	3.221	1.158	17,45	206	6,14	3,42	20,98
2033	3.553	95,0	3.376	1.214	17,45	206	6,44	3,40	21,88
2034	3.724	95,0	3.538	1.273	17,45	206	6,75	3,38	22,81
2035	3.903	95,0	3.708	1.334	17,45	206	7,07	3,36	23,78
2036	4.091	95,0	3.886	1.398	17,45	206	7,41	3,34	24,79

TABLA N° 20 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – FUERA TERRITORIO OPERACIONAL

Año	Q Infiltración (l/s)	Q Aguas Lluvias (l/s)	Q Art. 52 bis (l/s)	Q RILES (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Max. Horario. Total (l/s)
2021	0	0,62	0	0	2,09	6,30
2022	0	1,28	0	0	4,33	12,42
2023	0	1,65	0	0	5,57	15,67
2024	0	1,74	0	0	5,89	16,48
2025	0	1,84	0	0	6,22	17,34
2026	0	1,95	0	0	6,59	18,26
2027	0	2,05	0	0	6,90	19,05
2028	0	2,14	0	0	7,23	19,89
2029	0	2,25	0	0	7,58	20,75
2030	0	2,36	0	0	7,95	21,65
2031	0	2,47	0	0	8,33	22,59
2032	0	2,59	0	0	8,73	23,57
2033	0	2,71	0	0	9,15	24,59
2034	0	2,84	0	0	9,59	25,65
2035	0	2,98	0	0	10,05	26,76
2036	0	3,12	0	0	10,54	27,91

TABLA N° 20 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – FUERA TERRITORIO OPERACIONAL

Año	Población Saneada (Hab)	Carga proyectada Aporte Doméstico (Kg DBO5/día)	Carga proyectada Aporte RILES (Kg DBO5/día)	Carga proyectada TOTAL (Kg DBO5/día)
2021	770	31	0	31
2022	1596	64	0	64
2023	2054	82	0	82
2024	2172	87	0	87
2025	2296	92	0	92
2026	2430	97	0	97
2027	2546	102	0	102
2028	2669	107	0	107
2029	2797	112	0	112
2030	2932	117	0	117
2031	3073	123	0	123
2032	3221	129	0	129
2033	3376	135	0	135
2034	3538	142	0	142
2035	3708	148	0	148
2036	3886	155	1	156

TABLA N° 21
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – TOTAL PILLANLELBUN

AÑO	AGUAS SERVIDAS DOMÉSTICAS								
	POBLAC. TOTAL (Hab)	COBERT. (%)	POBLACIÓN SANEADA (Hab)	CLIENTES SERVIDOS (N°)	DOTACIÓN		COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN = 0,8		
					m3/cl/mes	l/hab/día	CAUDAL MEDIO (l/s)	HARMON	CAUDAL MAX. HORARIO (l/s)
2021	3.959	74,4	2.946	1.060	17,45	206	5,62	3,45	19,38
2022	4.884	82,3	4.018	1.445	17,45	206	7,66	3,33	25,54
2023	5.493	87,0	4.777	1.718	17,45	206	9,11	3,26	29,73
2024	5.758	90,6	5.217	1.877	17,45	206	9,95	3,23	32,12
2025	6.034	94,3	5.689	2.046	17,45	206	10,85	3,19	34,64
2026	6.325	98,0	6.197	2.229	17,45	206	11,82	3,16	37,32
2027	6.629	98,0	6.495	2.336	17,45	206	12,39	3,14	38,87
2028	6.948	98,0	6.807	2.449	17,45	206	12,98	3,12	40,49
2029	7.282	98,0	7.135	2.566	17,45	206	13,61	3,10	42,17
2030	7.632	98,0	7.478	2.690	17,45	206	14,26	3,08	43,91
2031	7.999	98,0	7.838	2.819	17,45	206	14,95	3,06	45,73
2032	8.384	98,0	8.215	2.955	17,45	206	15,67	3,04	47,62
2033	8.787	98,0	8.610	3.097	17,45	206	16,42	3,02	49,58
2034	9.210	98,0	9.024	3.246	17,45	206	17,21	3,00	51,62
2035	9.653	98,0	9.458	3.402	17,45	206	18,04	2,98	53,74
2036	10.117	98,0	9.913	3.566	17,45	206	18,91	2,96	55,94

TABLA N° 21 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – TOTAL PILLANLELBUN

Año	Q Infiltración (l/s)	Q Aguas Lluvias (l/s)	Q Art. 52 bis (l/s)	Q RILES (l/s)	Caudal Medio Total (l/s)	Caudal Max. Horario. Total (l/s)
2021	0	2,37	0	0	7,99	21,75
2022	0	3,23	0	0	10,89	28,76
2023	0	3,84	0	0	12,95	33,57
2024	0	4,19	0	0	14,14	36,31
2025	0	4,57	0	0	15,42	39,22
2026	0	4,98	0	0	16,80	42,30
2027	0	5,22	0	0	17,61	44,09
2028	0	5,47	0	0	18,45	45,96
2029	0	5,73	0	0	19,34	47,90
2030	0	6,01	0	0	20,27	49,92
2031	0	6,30	0	0	21,25	52,03
2032	0	6,60	0	0	22,27	54,22
2033	0	6,92	0	0	23,34	56,50
2034	0	7,25	0	0	24,46	58,87
2035	0	7,60	0	0	25,64	61,33
2036	0	7,96	0	0	26,87	63,90

TABLA N° 21 (continuación)
DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS – TOTAL PILLANLELBUN

Año	Población Saneada (Hab)	Carga proyectada Aporte Doméstico (Kg DBO5/día)	Carga proyectada Aporte RILES (Kg DBO5/día)	Carga proyectada TOTAL (Kg DBO5/día)
2021	2.946	118	0	118
2022	4.018	161	0	161
2023	4.777	191	0	191
2024	5.217	209	0	209
2025	5.689	228	0	228
2026	6.197	248	0	248
2027	6.495	260	0	260
2028	6.807	272	0	272
2029	7.135	285	0	285
2030	7.478	299	0	299
2031	7.838	314	0	314
2032	8.215	329	0	329
2033	8.610	344	0	344
2034	9.024	361	0	361
2035	9.458	378	0	378
2036	9.913	397	1	398

5 BALANCE OFERTA DEMANDA

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

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

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

5.1 BALANCE OFERTA – DEMANDA DE AGUA POTABLE

5.1.1 Balance Oferta Demanda de Producción

5.1.1.1 Derechos de agua

La fuente de abastecimiento de agua de la concesión Pillanlelbún la constituye las aguas superficiales del río Cautín. La Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A. es propietaria del siguiente derecho, cuyos detalles se adjuntan en **Anexo N° 4 “Antecedentes de Derechos de Aguas”**. No se cuenta con derechos subterráneos.

TABLA N° 22
DERECHOS DE AGUA SUPERFICIALES
PILLANLELBÚN

CODIGO BI	Nombre de la fuente	Identificación de captación	DERECHOS CONSTITUIDOS		
			l/s	Res. DGA	Inscripción CBR. Fojas, N° y Fecha
N1-PILLA-RIOCAUTIN	Río Cautín	Captación río Cautín	15	N° 205 del 29.05.91.	CBR Nueva Imperial. Fs. 3 vta. N° 3 del año 2001

TABLA N° 23
BOD DERECHOS DE AGUA (sin proyecto)

Nombre sector: Pillanlelbún
Etapa: Producción

AÑO	OFERTA DERECHOS SUPERFICIALES l/s	OFERTA DERECHOS SUBTERRANEAS l/s	OFERTA TOTAL DERECHOS l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA l/s	BALANCE SIN PROYECTO l/s
2021	15	0	15	35,8	-20,8
2022	15	0	15	44,2	-29,2
2023	15	0	15	49,7	-34,7
2024	15	0	15	52,1	-37,1
2025	15	0	15	54,6	-39,6
2026	15	0	15	57,2	-42,2
2027	15	0	15	59,9	-44,9
2028	15	0	15	62,8	-47,8
2029	15	0	15	65,8	-50,8
2030	15	0	15	69,0	-54,0
2031	15	0	15	72,3	-57,3
2032	15	0	15	75,8	-60,8
2033	15	0	15	79,5	-64,5
2034	15	0	15	83,3	-68,3
2035	15	0	15	87,3	-72,3
2036	15	0	15	91,5	-76,5

Por lo tanto, hay déficit de derechos de aprovechamiento de aguas en la actualidad. Para solucionar este déficit existen dos posibilidades: adquisición de nuevos derechos en el río Cautín y su captación en la noria existente o en nuevas norias que se construyan, o la construcción de sondajes y la solicitud de derechos de aprovechamiento a la DGA. Por la experiencia con el sondaje de reserva que mantiene la Empresa, y tal como se señala en el **Anexo N° 5 Informe Hidrogeológico**, se estima que sondajes en el sector pueden rendir del orden de 15 a 20 l/s. En este estudio se adoptará esta última solución. Se planifica la construcción de cuatro sondajes: los primeros dos con un caudal de 20 l/s cada uno el año 2022, para estar operativos el año 2023; un tercero con un caudal también de 20 l/s el año 2025, para estar en operación el año 2026 y un cuarto sondaje con un caudal de 20 l/s para construir el año 2031 y estar en operaciones el año 2032.

En la Tabla de la página siguiente se entrega el Balance Oferta Demanda considerando esta solución.

TABLA N° 24
BOD DERECHOS DE AGUA (con proyecto)

Nombre sector: Pillanlelún

Etapa: Producción

AÑO	Déficit Sin Proyecto (l/s)	Nuevos Derechos de Agua		Balance Con Proyecto l/s
		Designación	Capacidad l/s	
2021	20,8			-20,8
2022	29,2			-29,2
2023	34,7	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	-14,7
2024	37,1	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	2,9
2025	39,6			0,4
2026	42,2	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	17,8
2027	44,9			15,1
2028	47,8			12,2
2029	50,8			9,2
2030	54,0			6,0
2031	57,3			2,7
2032	60,8	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	19,2
2033	64,5			15,5
2034	68,3			11,7
2035	72,3			7,7
2036	76,5			3,5

5.1.1.2 Oferta de las fuentes

Se muestra en la Tabla de la página siguiente la capacidad de la captación mediante noria (Código: N1-PILLA-RIOCAUTIN) que capta las aguas del río Cautín, según los derechos de aguas otorgados, que corresponde además a la capacidad operativa que figura en la NBI.

TABLA N° 25
OFERTA FUENTES SUPERFICIALES (sin proyecto)

Nombre sector: Pillanlelbún
Etapa: Producción

MES	Res. DGA N° 205 del 29.05.91.	Total oferta superficial l/s
Enero	15	15
Febrero	15	15
Marzo	15	15
Abril	15	15
Mayo	15	15
Junio	15	15
Julio	15	15
Agosto	15	15
Septiembre	15	15
Octubre	15	15
Noviembre	15	15
Diciembre	15	15

Balance Mensual Oferta – Demanda de Fuentes: A continuación, se realiza el Balance Mensual de Oferta Demanda para el año 2021. Según las estadísticas de consumo de Pillanlelbún, se ha adoptado el mes de enero como el mes más desfavorable.

TABLA N° 26
BALANCE OFERTA DEMANDA MENSUAL FUENTES (sin proyecto)

Nombre sector: Pillanlelbún
Etapa: Producción

AÑO 2020	OFERTA FUENTES SUBTERRÁNEAS l/s	OFERTA FUENTES SUPERFICIALES l/s	TOTAL OFERTA FUENTES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA l/s	BALANCE l/s
Enero	0	15	15	29,5	-14,5
Febrero	0	15	15		
Marzo	0	15	15		
Abril	0	15	15		
Mayo	0	15	15		
Junio	0	15	15		
Julio	0	15	15		
Agosto	0	15	15		
Septiembre	0	15	15		
Octubre	0	15	15		
Noviembre	0	15	15		
Diciembre	0	15	15		

El mes con balance menos positivo es enero, en este estudio no se consideran variaciones en esa distribución, por lo tanto, se considera que enero será el mes con balance menos positivo durante todo el período de previsión.

Para la oferta se adopta como máximo los 15 l/s, que son los caudales efectivamente de propiedad de ESSSI y que es lo máximo que se puede captar de la captación existente en el río Cautín.

Tal como se señaló en el punto anterior, la solución Con Proyecto será la construcción de cuatro sondajes: los primeros dos con un caudal de 20 l/s cada uno el año 2022, para estar operativos el año 2023; un tercero con un caudal también de 20 l/s el año 2025, para estar en operación el año 2026 y un cuarto sondaje con un caudal de 20 l/s para construir el año 2031 y estar en operaciones el año 2032.

No se incluirá en el BOD el sondaje S1-PILLA-ERCILLA, de propiedad de ESSSI, con una capacidad de explotación de 15 l/s, y para el cual se están regularizando los derechos de aprovechamiento de aguas. Este sondaje se mantendrá como reserva durante todo el período de previsión. Si falla la noria o cualquiera de los sondajes de 20 l/s, las fuentes restantes son capaces de abastecer al menos el 80% de la demanda durante todo el período de previsión.

TABLA N° 27
BOD TOTAL FUENTES PILLANLELBUN (sin proyecto)

Nombre sector: Pillanlelbún
Etapa: Producción

AÑO	OFERTA FUENTES SUPERFICIALES l/s	OFERTA FUENTES SUBTERRÁNEAS l/s	TOTAL OFERTA FUENTES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA l/s	BALANCE l/s
2021	15	0	15	35,8	-20,8
2022	15	0	15	44,2	-29,2
2023	15	0	15	49,7	-34,7
2024	15	0	15	52,1	-37,1
2025	15	0	15	54,6	-39,6
2026	15	0	15	57,2	-42,2
2027	15	0	15	59,9	-44,9
2028	15	0	15	62,8	-47,8
2029	15	0	15	65,8	-50,8
2030	15	0	15	69,0	-54,0
2031	15	0	15	72,3	-57,3
2032	15	0	15	75,8	-60,8
2033	15	0	15	79,5	-64,5
2034	15	0	15	83,3	-68,3
2035	15	0	15	87,3	-72,3
2036	15	0	15	91,5	-76,5

TABLA N° 28
BOD TOTAL FUENTES PILLANLELBUN (con proyecto)

Nombre sector: Pillanlelbún

Etapas: Producción

AÑO	Déficit Sin Proyecto (l/s)	Obra Proyectada		Balance Con Proyecto l/s
		Designación	Capacidad l/s	
2021	20,8			-20,8
2022	29,2			-29,2
2023	34,7	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	-14,7
2024	37,1	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	2,9
2025	39,6			0,4
2026	42,2	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	17,8
2027	44,9			15,1
2028	47,8			12,2
2029	50,8			9,2
2030	54,0			6,0
2031	57,3			2,7
2032	60,8	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	19,2
2033	64,5			15,5
2034	68,3			11,7
2035	72,3			7,7
2036	76,5			3,5

5.1.1.3 Oferta de las Captaciones

La oferta de las captaciones está limitada por los derechos de aprovechamiento y por la capacidad de las fuentes. En nuestro caso, la capacidad de las captaciones es igual a la capacidad de las fuentes y, por lo tanto, las Tablas del Balance Oferta Demanda son iguales. Al igual que en el caso de las fuentes, se considera suplir el déficit de captaciones con la construcción de cuatro sondajes: los primeros dos con un caudal de 20 l/s cada uno el año 2022, para estar operativos el año 2023; un tercero con un caudal también de 20 l/s el año 2025, para estar en operación el año 2026 y un cuarto sondaje con un caudal de 20 l/s para construir el año 2031 y estar en operaciones el año 2032.

TABLA N° 29
BOD CAPTACIONES PILLANLELBUN (sin proyecto)

AÑO	OFERTA CAPTACIONES SUBTERRANEAS l/s	OFERTA CAPTACIONES SUPERFICIALES l/s	TOTAL OFERTA CAPTACIONES l/s	DEMANDA MÁXIMA DIARIA l/s	BALANCE l/s
2021	15	0	15	35,8	-20,8
2022	15	0	15	44,2	-29,2
2023	15	0	15	49,7	-34,7
2024	15	0	15	52,1	-37,1
2025	15	0	15	54,6	-39,6
2026	15	0	15	57,2	-42,2
2027	15	0	15	59,9	-44,9
2028	15	0	15	62,8	-47,8
2029	15	0	15	65,8	-50,8
2030	15	0	15	69,0	-54,0
2031	15	0	15	72,3	-57,3
2032	15	0	15	75,8	-60,8
2033	15	0	15	79,5	-64,5
2034	15	0	15	83,3	-68,3
2035	15	0	15	87,3	-72,3
2036	15	0	15	91,5	-76,5

TABLA N° 30
BOD TOTAL CAPTACIONES PILLANLELBUN (con proyecto)

AÑO	Déficit Sin Proyecto (l/s)	Obra Proyectada		Balance Con Proyecto l/s
		Designación	Capacidad l/s	
2021	20,8			-20,8
2022	29,2			-29,2
2023	34,7	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	-14,7
2024	37,1	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	2,9
2025	39,6			0,4
2026	42,2	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	17,8
2027	44,9			15,1
2028	47,8			12,2
2029	50,8			9,2
2030	54,0			6,0
2031	57,3			2,7
2032	60,8	Construcción de sondaje de 20 l/s y solicitud de derechos a DGA	20	19,2
2033	64,5			15,5
2034	68,3			11,7
2035	72,3			7,7
2036	76,5			3,5

5.1.1.4 Plantas de Tratamiento de Agua Potable

El sistema Pillanlelbún se abastece desde el río Cautín mediante una captación sub superficial ubicada en su ribera derecha. En estas condiciones el agua captada cumple con la norma y solo necesita cloración. En el **Anexo N° 6 Análisis de Calidad de Aguas** se adjunta los análisis de calidad de aguas correspondientes.

En cuanto a las captaciones futuras, se trata de sondajes que contarán con sus propios sistemas de cloración.

Sistema de Cloración

Este es el sistema de cloración para las aguas captadas desde el río Cautín (Código CLO-PILLA-1). Tiene una capacidad de diseño para tratar un caudal de 15 l/s, que es lo máximo que se puede extraer de la fuente, en estas condiciones, en el presente Programa solo se considera la reposición de los equipos por término de su vida útil. En cuanto al sondaje de reserva, tiene su propio sistema de cloración (Código CLO-PILLA-2), tiene una capacidad de diseño para tratar un caudal de 15 l/s, que es lo máximo que se puede extraer del pozo en su condición actual.

Sistema de Fluoración

El sistema de agua potable de Pillanlelbún no cuenta aún con fluoruración de las aguas que se entregan al consumo.

Para el cumplimiento de la normativa vigente, ESSSI solicitó, mediante carta GG/124/2020 del 17 de julio de 2020, el pronunciamiento de la Autoridad Sanitaria sobre si ESSSI debía fluorar el agua en los sistemas de Labranza y Pillanlelbún, y que fijara la concentración del ión fluoruro a mantener en las redes de distribución. Al no tener respuesta, ESSSI insistió mediante carta GG/36/2021 del 23 de febrero de 2021.

Como aún no hay respuesta, en este Programa se dimensionarán los equipos y tentativamente se programarán las inversiones para el año 2022, considerando que previamente debe obtenerse la aprobación del proyecto correspondiente, las obras deberían estar operando no antes de 2023. Esta programación deberá ajustarse en el futuro según el tiempo que tomen las aprobaciones de la SEREMI de Salud.

TABLA N° 31
BOD CENTROS DE FLUORACIÓN PILLANLELBUN (sin proyecto)

AÑO	Capacidad Centro de Fluoración l/s	Demanda Máxima Diaria de Distribución l/s	Balance Sin Proyecto l/s
2021	0	35,1	-35,1
2022	0	43,3	-43,3
2023	0	48,7	-48,7
2024	0	51,0	-51,0
2025	0	53,5	-53,5
2026	0	56,0	-56,0
2027	0	58,7	-58,7
2028	0	61,6	-61,6
2029	0	64,5	-64,5
2030	0	67,6	-67,6
2031	0	70,9	-70,9
2032	0	74,3	-74,3
2033	0	77,9	-77,9
2034	0	81,6	-81,6
2035	0	85,5	-85,5
2036	0	89,7	-89,7

TABLA N° 32
BOD CENTRO DE FLUORACIÓN PILLANLELBUN (con proyecto)

AÑO	DÉFICIT SIN PROYECTO l/s	OBRA PROYECTADA		BALANCE CON PROYECTO l/s
		DESIGNACIÓN	CAPACIDAD l/s	
2021	35,1			-35,1
2022	43,3			-43,3
2023	48,7	Instalación sistema de fluoración	60	11,3
2024	51,0			9,0
2025	53,5			6,5
2026	56,0			4,0
2027	58,7			1,3
2028	61,6	Ampliación sistema de fluoración	30	28,4
2029	64,5			25,5
2030	67,6			22,4
2031	70,9			19,1
2032	74,3			15,7
2033	77,9			12,1
2034	81,6			8,4
2035	85,5			4,5
2036	89,7			0,3

5.1.1.5 Plantas Elevadoras de Agua Potable e Impulsiones de Producción

El sistema de agua potable de Pillanlelbún es abastecido con aguas captada en una noria ubicada a orillas del río Cautín, estas aguas son impulsadas al estanque de regulación de 250 m³ mediante bombas sumergidas. El estanque está contiguo a la noria, la impulsión está formada por dos cañerías paralelas de acero, DN=4" y solo 8 m de longitud. El sondaje de reserva impulsa directamente a la red de distribución, la impulsión es en cañería de asbesto cemento, D=100 mm y L= 22 m.

En cuanto a los nuevos sondajes que se construirán, las características de las plantas elevadoras e impulsiones se muestran en las Tablas N° 33 y N° 34. En todos los casos los sondajes impulsarán al estanque de regulación existente o al nuevo que se construya en el mismo recinto del estanque actual. Se ha estimado una altura de elevación de 50 m. Los sondajes se construirán dos en el mismo recinto de estanque actual, y los otros dos en recintos vecinos.

TABLA N° 33
PLANTAS ELEVADORAS DE PRODUCCIÓN

CODIGO	NOMBRE	Q (l/s)	H man. (m)
PEAP-PILLAN-2	Noria Río Cautín	15	35
PEAP-PILLAN-3	Sondaje Ercilla	15	50
	Sondaje Nuevo 1	20	50
	Sondaje Nuevo 2	20	50
	Sondaje Nuevo 3	20	50
	Sondaje Nuevo 4	20	50

TABLA N° 34
IMPULSIONES DE PRODUCCIÓN

CODIGO	NOMBRE	Q bomba (l/s)	MATERIAL	D (mm)	v (m/s)	LONGITUD (m)
AP-PILLAN-3	Impulsión Noria	15	ACERO	4"	1,83	8
AP-PILLAN-4	Impulsión Noria	15	ACERO	4"	1,83	8
AP-PILLAN-2	Impulsión Sondaje Ercilla	15	HDPE (*)	110	2,36	22
	Impulsión Sondaje Nuevo 1	20	HDPE	125	2,44	200
	Impulsión Sondaje Nuevo 2	20	HDPE	125	2,44	250
	Impulsión Sondaje Nuevo 3	20	HDPE	125	2,44	400
	Impulsión Sondaje Nuevo 4	20	HDPE	125	2,44	600

(*) Cambio de cañería existente

Los equipos de elevación existentes tienen capacidad para impulsar el caudal máximo que se puede captar. En este Programa solo se considera el cambio de equipos por término de vida útil; se consulta además cambiar la impulsión del sondaje de reserva (año 2023) por cañería HDPE, D=110 mm y 22 m de longitud.

5.1.2 Balance Oferta Demanda de Distribución

5.1.2.1 Estanques de Distribución

Se presenta a continuación el Balance Oferta Demanda de Regulación. En la actualidad existe solo un estanque de regulación, de 250 m³ de capacidad (E-PILLAN-1), el estanque metálico elevado, de 50 m³ de capacidad (EST-PILLAN-2) se encuentra fuera de uso.

De acuerdo con el Balance Oferta Demanda, el volumen existente es insuficiente para la demanda actual y deberá construirse un nuevo estanque de 1000 m³ de capacidad, el que deberá estar en operaciones el año 2023. Un estanque adicional deberá estar en operaciones el año 2029. Se consideran estanques metálicos, semienterrados, a construirse en el mismo recinto del estanque existente. Las obras del primer estanque deberán ejecutarse durante el año 2022, por lo tanto, se ha considerado su operación a partir del año 2023.

TABLA N° 35
BOD REGULACIÓN PILLANLELBUN (sin proyecto)

Nombre Sector: Pillanlelbún
Nombre Estanque: Estanque semienterrado.
Código BI: E-PILLAN-1
Etapa: Distribución

AÑO	POBLACIÓN (hab)	Q máx. día dist. (l/s)	DEMANDA (m ³)				CAPACIDAD EXISTENTE (m ³)	BALANCE SIN PROYECTO (m ³)
			REGULACIÓN	INCENDIO	EMERGENCIA	TOTAL		
2021	3959	35,08	455	115	253	707	250	-457
2022	4884	43,28	561	115	312	873	250	-623
2023	5493	48,68	631	115	350	981	250	-731
2024	5758	51,02	661	115	367	1029	250	-779
2025	6034	53,47	693	230	385	1078	250	-828
2026	6325	56,05	726	230	404	1130	250	-880
2027	6629	58,74	761	230	423	1184	250	-934
2028	6948	61,57	798	230	443	1241	250	-991
2029	7282	64,53	836	230	465	1301	250	-1051
2030	7632	67,63	877	230	487	1363	250	-1113
2031	7999	70,89	919	230	510	1429	250	-1179
2032	8384	74,29	963	230	535	1498	250	-1248
2033	8787	77,87	1009	230	561	1570	250	-1320
2034	9210	81,61	1058	230	588	1645	250	-1395
2035	9653	85,54	1109	230	616	1724	250	-1474
2036	10117	89,65	1162	230	646	1807	250	-1557

TABLA N° 36
BOD REGULACIÓN PILLANLELBUN (con proyecto)

Nombre Sector: Pillanlelbún
Nombre Estanque: Estanque semienterrado.
Código BI: E-PILLAN-1
Etapa: Distribución

AÑO	Déficit Sin Proyecto m3	Obra Proyectada		Balance Con Proyecto m3
		Designación	Capacidad m3	
2021	457			-457
2022	623			-623
2023	731	Estanque metálico, semienterrado.	1.000	269
2024	779			221
2025	828			172
2026	880			120
2027	934			66
2028	991			9
2029	1051	Estanque metálico, semienterrado.	600	549
2030	1113			487
2031	1179			421
2032	1248			352
2033	1320			280
2034	1395			205
2035	1474			126
2036	1557			43

5.1.2.2 Plantas elevadoras de agua potable e impulsiones de distribución (de estanque a red)

Actualmente se dispone de una planta elevadora de distribución (PEAP-PILLAN-1), ubicada junto al estanque de regulación, la que impulsa a la red de distribución. La Impulsión (AP-PILLAN) es una cañería de PVC, D=140 mm, y 250 m de longitud.

La planta elevadora está formada por tres equipos de elevación: dos equipos para un caudal de 12 l/s a una altura de elevación de 47 m cada uno. y un tercer equipo para un caudal de 18 l/s a 65 m de altura de elevación. El Balance Oferta Demanda se ha calculado con la situación más desfavorable, esto es, funcionando solamente las dos bombas de 12 l/s con una capacidad total de 24 l/s.

La demanda es la señalada en la Tabla N° 13. La capacidad de la planta elevadora se verificará con el caudal mayor entre el máximo diario de distribución más incendio y el máximo horario de distribución, el cálculo se muestra en la Tabla siguiente, indicándose con color el mayor valor. En el **Anexo N° 7 Cálculo de Plantas Elevadores**, se incluye el cálculo de la impulsión y los equipos de elevación.

Ya que el BOD de la impulsión señala que está deficitaria, el BOD de la planta elevadora se ha calculado considerando la solución propuesta, esto es, una cañería de refuerzo HDPE D=250 mm.

TABLA N° 37
CALCULO DE CAUDALES A PLANTA ELEVADORA DE DISTRIBUCIÓN

AÑO	Q máx diario l/s	Q incendio l/s	Q más día + Q incendio l/s	Q máx hora l/s
2021	35,08	16	51,08	52,62
2022	43,28	16	59,28	64,92
2023	48,68	16	64,68	73,02
2024	51,02	16	67,02	76,53
2025	53,47	32	85,47	80,21
2026	56,05	32	88,05	84,07
2027	58,74	32	90,74	88,11
2028	61,57	32	93,57	92,35
2029	64,53	32	96,53	96,79
2030	67,63	32	99,63	101,45
2031	70,89	32	102,89	106,33
2032	74,29	32	106,29	111,44
2033	77,87	32	109,87	116,80
2034	81,61	32	113,61	122,42
2035	85,54	32	117,54	128,31
2036	89,65	32	121,65	134,48

TABLA N° 38
BOD PLANTA ELEVADORA DE DISTRIBUCIÓN PILLANLELBUN (sin proyecto)

AÑO	OFERTA CAPACIDAD PE		DEMANDA CAPACIDAD PE		BALANCE PE	
	Q (l/s)	Altura (m)	Q _{máx} (l/s)	H _{elev} (m)	Q (l/s)	H _{elev} (m)
2021	24	47	52,62	42,13	-28,62	4,87
2022	24	47	64,92	42,67	-40,92	4,33
2023	24	47	73,02	43,08	-49,02	3,92
2024	24	47	76,53	43,27	-52,53	3,73
2025	24	47	85,47	43,78	-61,47	3,22
2026	24	47	88,05	43,94	-64,05	3,06
2027	24	47	90,74	44,11	-66,74	2,89
2028	24	47	93,57	44,29	-69,57	2,71
2029	24	47	96,79	44,51	-72,79	2,49
2030	24	47	101,45	44,82	-77,45	2,18
2031	24	47	106,33	45,17	-82,33	1,83
2032	24	47	111,44	45,55	-87,44	1,45
2033	24	47	116,80	45,97	-92,80	1,03
2034	24	47	122,42	46,42	-98,42	0,58
2035	24	47	128,31	46,91	-104,31	0,09
2036	24	47	134,48	47,45	-110,48	-0,45

TABLA N° 39
BOD PLANTA ELEVADORA DE DISTRIBUCIÓN PILLANLELBUN (con proyecto)

AÑO	DEFICIT SIN PROYECYO		OBRA PROYECTADA		BALANCE CON PROYECTO	
	Q (l/s)	H _{elev} (m)	Q (l/s)	H (m)	Q _{máx} (l/s)	H _{elev} (m)
2021	28,62	0			-28,62	4,87
2022	40,92	0			-40,92	4,33
2023	49,02	0	66 (*)	50	16,98	6,92
2024	52,53	0			13,47	6,73
2025	61,47	0			4,53	6,22
2026	64,05	0			1,95	6,06
2027	66,74	0	45	50	44,26	5,89
2028	69,57	0			41,43	5,71
2029	72,79	0			38,21	5,49
2030	77,45	0			33,55	5,18
2031	82,33	0			28,67	4,83
2032	87,44	0			23,56	4,45
2033	92,80	0			18,20	4,03
2034	98,42	0			12,58	3,58
2035	104,31	0			6,69	3,09
2036	110,48	0,45			0,52	2,55

(*) Aumento de capacidad.

TABLA N° 40
BOD IMPULSIÓN DE DISTRIBUCIÓN A RED (sin proyecto)

AÑOS	MATERIAL	D (mm)	v (m/s)	Q Oferta (l/s)	Q bombas (l/s)	Q Balance (l/s)
2023 - 2026	PVC	140	3,00	38,85	90	-51,15
2027 - 2036	PVC	140	3,00	38,85	135	-96,15

TABLA N° 41
BOD IMPULSIÓN DE DISTRIBUCIÓN A RED (con proyecto)

OBRA PROYECTADA: CAÑERÍA DE REFUERZO						
AÑOS	Déficit (l/s)	MATERIAL	D (mm)	v (m/s)	Q Oferta (l/s)	Q Balance (l/s)
2023 - 2026	-51,15	HDPE	250	3,00	98,44	47,29
2027 - 2036	96,16	HDPE	250	3,00	98,44	2,29

Se obtiene del BOD que los equipos de elevación están deficitarios y se deberán cambiar. Se propone instalar tres equipos (2+1) de 45 l/s y 50 m de altura de elevación a partir de 2023. A partir del año

2027 se instala un cuarto equipo de igual capacidad, quedando entonces el sistema con tres equipos en operación más uno de reserva.

La cañería de impulsión está deficitaria, por lo tanto, se propone en este Programa su refuerzo con una cañería de HDPE, D = 250 mm de igual longitud.

5.1.2.3 Red de Distribución

Se ha realizado el análisis hidráulico de la red de distribución procesando para los años 1, 5 y 15 en condición estática y con caudales máximo horario y máximo diario más incendio; como resultado del análisis se determinaron algunos refuerzos y cambio de cañerías, los que se han incluido en el presente Programa. El detalle del análisis hidráulico se incluye en el **Anexo N° 8 Modelamiento de Redes de Agua Potable y Alcantarillado**.

Debido al crecimiento que se ha experimentado en el número de clientes, principalmente en sectores fuera del TO, los proyectos de redes elaborados por las inmobiliarias han incluido los refuerzos necesarios en la red de distribución.

Reposición de redes

Considerando la existencia de cañerías de asbesto en la red de distribución, de diámetros 50, 75 y 100 mm, se ha decidido incluir en este Programa, su cambio por cañerías de HDPE de diámetros 75 y 110 mm. Se exceptúan los tramos señalados en la Modelación Hidráulica, donde los cambios de la cañería de 75 mm será por diámetros 110 y 160 mm. Junto con la reposición de redes, se incluye la reposición de los arranques asociados a esta red. Asimismo, se incluye el cambio de los grifos instalados en dichas redes y que se encuentren en mal estado o instalar los que sean necesarios para dar cumplimiento a la norma NCh 691 en lo que se refiere a distanciamiento y caudal de los grifos.

El detalle de las redes a instalar y la programación de las obras, se muestran en las Tablas siguientes.

TABLA N° 42
REPOSICIÓN REDES DE AGUA POTABLE

SECTOR	CAÑERÍA EXISTENTE ASB-CEM		CAÑERÍA A INSTALAR HDPE	
	DIÁMETRO (mm)	LARGO (m)	DIÁMETRO (mm)	LARGO (m)
PILLAN-1	75	784	75	784
PILLAN-2	75	2.488	75	2.268
			110	220
PILLAN-3	75	1.050	75	373
			160	677
PILLAN-3	100	308	110	308
PILLAN-3	50	64	75	64
PILLAN-4	75	1.129	75	1.129
TOTALES		5.823		5.823

TABLA N° 43
PROGRAMA DE REPOSICIÓN REDES DE AGUA POTABLE

SECTOR	DN (mm)	LONGITUD A REPONER POR AÑO (m)				TOTAL
		2023	2024	2025	2026	
PILLAN-1	75	784				784
PILLAN-2	75		1.000	1.268		2.268
	110			220		220
PILLAN-3	75				373	373
	160				677	677
PILLAN-3	110	308				308
	75	64				64
PILLAN-4	75		629	500		1.129
TOTALES		1.156	1.629	1.988	1.050	5.823

Refuerzo de redes

Se incluyen en este Programa los refuerzos de redes que fueron determinados en la Modelación Hidráulica, se trata de cañería de HDPE diámetros 160 y 250 mm con una longitud total de 845 m. La programación de las obras es la que señala la Modelación y se detalla en la Tabla siguiente.

TABLA N° 44
PROGRAMA DE REFUERZO DE REDES DE AGUA POTABLE

TRAMO	MATERIA	L (m)	D (mm)	AÑO
P-219	HDPE	128	160	2022
P-217	HDPE	30	160	2027
P-214	HDPE	170	250	2026
P-215	HDPE	112	250	2026
P-216	HDPE	240	250	2034
P-218	HDPE	165	250	2034
TOTAL		845		

5.2 BALANCE OFERTA DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

Debido a la topografía de la zona de Concesión, la totalidad de las aguas servidas de la concesión Pillanlelbún descargan gravitacionalmente a la planta de tratamiento de aguas servidas existente a orillas del río Cautín (PTAS PILLANLELBÚN, código 102).

5.2.1 Balance Oferta - Demanda de Recolección

5.2.1.1 Plantas Elevadoras e Impulsiones de Recolección

No existen plantas elevadoras de recolección, ya que todas las aguas servidas descargan gravitacionalmente a la planta de tratamiento. Solo a mediano plazo se contará con una PEAS la que recolectará las aguas servidas del loteo “Esperanza” en construcción, para un total de 64 viviendas.

5.2.1.2 Redes de Recolección

La red de recolección de Pillanlelbún es totalmente de PVC en diámetros 180 y 200 mm, con un largo de 9,712 m a diciembre 2020. Se ha realizado el análisis hidráulico de la red de recolección procesando para los años 0, 5 y 15, con los caudales máximos horarios, como resultado del análisis se proponen una serie de cambios y refuerzos de colectores, que se detallan en las Tablas siguientes.

El detalle del análisis hidráulico se incluye en el **Anexo N° 8 Modelamiento de Redes de Agua Potable y Alcantarillado**.

Se debe hacer notar que, recientemente, se ha aprobado el proyecto “Construcción Red Sanitaria de Aguas Servidas, Diversas Calles de la Localidad de Pillanlelbún, Comuna de Lautaro”, el que servirá a 191 viviendas que actualmente no cuentan con servicio.

TABLA N° 45
PROGRAMA DE REEMPLAZO DE COLECTORES

CALLE	ENTRE CALLES	DESDE CI N°	HASTA CI N°	L (m)	D (mm)	AÑO
Cautín	Manuel Jordán y Temuco	71	76	115	315	2022
Cautín	Manuel Jordán y Temuco	76	72	7	315	2022
Cautín	Rodríguez y Manuel Jordán	65	71	114	315	2026
Cautín	San Martín y Rodríguez	95	65	113	250	2031
San Martín	Muco y Federico Puga	80	69	138	250	2031
San Martín	Federico Puga y Cautín	69	64	75	250	2031
San Martín	Federico Puga y Cautín	64	95	69	250	2031
TOTAL				631		

TABLA N° 46
PROGRAMA DE REFUERZO DE COLECTORES

CALLE	ENTRE CALLES	DESDE CI N°	HASTA CI N°	L (m)	D (mm)	AÑO
Temuco	Jacinto Chacón y O'Higgins	38	P-01	60	200	2023
Temuco	O'Higgins y Recabarren	P-01	59	56	200	2023
Rodríguez	Recabarren y Cautín	58	65	118	200	2026
TOTAL				234		

5.2.2 Balance Oferta - Demanda de Disposición

5.2.2.1 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

El sistema de tratamiento de aguas servidas de Pillanlelbún recibe todas las aguas recolectadas de la localidad. El año 2018 fue modificada la planta de tratamiento existente, pasando de un sistema de lodos activados en media carga con digestor aeróbico de lodos, a un sistema de aireación extendida con denitrificación

La Planta cuenta con un reactor aerobio suficientemente aireado para generar el crecimiento de biomasa activa (microorganismos) y conseguir la transformación del sustrato (materia orgánica) desde un estado soluble a material particulado (sólido) que pueda ser removido posteriormente por decantación. El reactor aerobio, además, permite la nitrificación completa del contenido amoniacal soluble, transformándolo en nitratos.

La aireación es proporcionada por un sistema de sopladores y difusores de burbuja fina, los cuales proveen el oxígeno necesario para degradar la materia orgánica, la energía suficiente para mantener en suspensión el licor mezclado en todas las zonas de reacción.

El licor mezcla o lodo activado pasa al clarificador secundario circular donde se produce la separación de fases (sólida- líquida) y el agua clarificada sale por un vertedero perimetral hacia un conducto que transporta el agua tratada hacia el proceso de desinfección.

En el clarificador secundario, los lodos sedimentan y son recolectados mediante bombas de recirculación (RAS) y bombas de lodo de exceso (WAS), ambas del tipo centrífugas. Los lodos recirculados (RAS) se devuelven nuevamente al ingreso mezclados con las aguas crudas lo que favorece la mezcla. Los lodos de exceso (WAS) son bombeados hacia la deshidratación.

No se contempla etapa de digestión para el lodo purgado, debido a que el SRT del proceso biológico considerado es superior a 25 días, con lo que se consigue su estabilización (reducción del contenido de material volátil y aumento de su mineralización o fracción fija). El lodo, por lo tanto, tiene un bajo potencial de atracción de vectores y podría tener un uso extensivo en mejoramiento de suelos.

Los lodos son sometidos a un proceso de deshidratación reduciendo su humedad hasta un 80% (20% de contenido seco) mediante el uso de un filtro banda que se instala en una sala técnica. El lodo deshidratado eventualmente requerirá aplicación de cal para generar un queque de aspecto sólido con un 30% de contenido seco, y que además provoque su higienización.

El efluente clarificado del estanque de sedimentación secundaria se conduce hasta la cámara de contacto para la desinfección, donde se agrega hipoclorito de sodio como producto desinfectante. Se considera el uso de un sistema de dosificación con bombas de diafragma aspirando desde tanques de almacenaje de cloro (producto comercial al 10% de cloro activo). Esta solución de cloro se dosifica directamente sobre el agua tratada, a la entrada a la cámara de contacto, la que dispone de un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos para el caudal medio.

Luego, el agua desinfectada se descarga gravitacionalmente al curso receptor, en este caso un brazo del río Cautín.

Capacidad de la Planta de Tratamiento

La capacidad de la planta de tratamiento de la concesión Pillanlelbún es la siguiente:

NOMNBRE:	PTAS-PILLANLELBUN
CODIGO:	102
TIPO:	LODOS ACTIVADOS
CAUDAL MEDIO DE DISEÑO:	8 l/s
CAUDAL MAXIMO DIARIO:	9,6 l/s
CAUDAL MAXIMO PUNTUAL:	21 l/s

Tratamiento Preliminar

Se realiza mediante el sistema de rejillas para remoción de sólidos, se ubica en la última cámara de inspección antes de la cañería de entrada a la planta de tratamiento. Su capacidad se ha estimado igual a la capacidad del colector de llegada a dicha cámara (con H/D=0,7), esto es 12,75 l/s.

TABLA N° 47
BOD PLANTA TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS
PILLANLELBUN (sin proyecto)

Tratamiento Preliminar

AÑO	CAPACIDAD (Q máx. hora Diseño) (l/s)	DEMANDA (Q máx hora) (l/s)	Balance Sin Proyecto (l/s)
2021	12,75	21,75	-9,00
2022	12,75	28,76	-16,01
2023	12,75	33,57	-20,82
2024	12,75	36,31	-23,56
2025	12,75	39,22	-26,47
2026	12,75	42,30	-29,55
2027	12,75	44,09	-31,34
2028	12,75	45,96	-33,21
2029	12,75	47,90	-35,15
2030	12,75	49,92	-37,17
2031	12,75	52,03	-39,28
2032	12,75	54,22	-41,47
2033	12,75	56,50	-43,75
2034	12,75	58,87	-46,12
2035	12,75	61,33	-48,58
2036	12,75	63,90	-51,15

TABLA N° 48
BOD PLANTA TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS
PILLANLELBUN (con proyecto)

Tratamiento Preliminar

AÑO	DEFICIT (l/s)	OBRA PROYECTADA Q máx hora (l/s)	BALANCE CON PROYECTO (l/s)
2021	9,00		-9,00
2022	16,01		-16,01
2023	20,82	Ampliación sistema Tratamiento Preliminar en Q=52 l/s	31,18
2024	23,56		28,44
2025	26,47		25,53
2026	29,55		22,45
2027	31,34		20,66
2028	33,21		18,79
2029	35,15		16,85
2030	37,17		14,83
2031	39,28		12,72
2032	41,47		10,53
2033	43,75		8,25
2034	46,12		5,88
2035	48,58		3,42
2036	51,15		0,85

TABLA N° 49
BALANCE OFERTA DEMANDA CAPACIDAD HIDRAULICA
PILLANLELBUN (sin proyecto)

Tratamiento Biológico

AÑO	Capacidad Hidráulica (Q medio diseño) (l/s)	Demanda Hidráulica (Q medio total proyectado) (l/s)	Balace Sin Proyecto (l/s)
2021	8	7,99	0,01
2022	8	10,89	-2,89
2023	8	12,95	-4,95
2024	8	14,14	-6,14
2025	8	15,42	-7,42
2026	8	16,80	-8,80
2027	8	17,61	-9,61
2028	8	18,45	-10,45
2029	8	19,34	-11,34
2030	8	20,27	-12,27
2031	8	21,25	-13,25
2032	8	22,27	-14,27
2033	8	23,34	-15,34
2034	8	24,46	-16,46
2035	8	25,64	-17,64
2036	8	26,87	-18,87

TABLA N° 50
BOD CAPACIDAD HIDRAULICA - PILLANLELBUN (con proyecto)

Tratamiento Biológico

AÑO	DEFICIT (l/s)	OBRA PROYECTADA Q medio (l/s)	BALANCE CON PROYECTO (l/s)
2021	0,00		0,01
2022	2,89		-2,89
2023	4,95	Ampliación PTAS en Q=10 l/s	5,05
2024	6,14		3,86
2025	7,42		2,58
2026	8,80		1,20
2027	9,61		0,39
2028	10,45	Ampliación PTAS en Q=10 l/s	9,55
2029	11,34		8,66
2030	12,27		7,73
2031	13,25		6,75
2032	14,27		5,73
2033	15,34		4,66
2034	16,46		3,54
2035	17,64		2,36
2036	18,87		1,13

TABLA N° 51
BOD CAPACIDAD CARGA ORGANICA – PILLANLELBUN (sin proyecto)

Tratamiento Biológico

AÑO	Capacidad Carga (carga diseño) (Kg DBO ₅ /día)	Demanda Carga (carga proyectada) (Kg DBO ₅ /día)	Balace Carga Sin Proyecto (Kg DBO ₅ /día)
2021	144	118	26
2022	144	161	-17
2023	144	191	-47
2024	144	209	-65
2025	144	228	-84
2026	144	248	-104
2027	144	260	-116
2028	144	272	-128
2029	144	285	-141
2030	144	299	-155
2031	144	314	-170
2032	144	329	-185
2033	144	344	-200
2034	144	361	-217
2035	144	378	-234
2036	144	397	-253

TABLA N° 52
BOD CAPACIDAD CARGA ORGANICA - PILLANLELBUN (con proyecto)

Tratamiento Biológico

AÑO	DEFICIT (l/s)	OBRA PROYECTADA Q medio (l/s)	BALANCE CON PROYECTO (l/s)
2021	0		26
2022	0		-17
2023	47	Ampliación Capacidad en 150 KgDBO/día	102,9
2024	65		85,3
2025	84		66,4
2026	104		46,1
2027	116		34,2
2028	128		21,7
2029	141		8,6
2030	155	Ampliación Capacidad en 100 KgDBO/día	94,9
2031	170		80,5
2032	185		65,4
2033	200		49,6
2034	217		33,0
2035	234		15,7
2036	253		-2,5

TABLA N° 53
BOD DESINFECCIÓN – PILLANLELBUN (sin proyecto)

AÑO	CAPACIDAD (Q medio diseño) (l/s)	DEMANDA (Q medio proyectado) (l/s)	BALANCE SIN PROYECTO (l/s)
2021	8	7,99	0,01
2022	8	10,89	-2,89
2023	8	12,95	-4,95
2024	8	14,14	-6,14
2025	8	15,42	-7,42
2026	8	16,80	-8,80
2027	8	17,61	-9,61
2028	8	18,45	-10,45
2029	8	19,34	-11,34
2030	8	20,27	-12,27
2031	8	21,25	-13,25
2032	8	22,27	-14,27
2033	8	23,34	-15,34
2034	8	24,46	-16,46
2035	8	25,64	-17,64
2036	8	26,87	-18,87

TABLA N° 54
BOD DESINFECCIÓN - PILLANLELBUN (con proyecto

AÑO	DEFICIT (l/s)	OBRA PROYECTADA Q medio (l/s)	BALANCE CON PROYECTO (l/s)
2021	0,00		0,01
2022	2,89		-2,89
2023	4,95	Aumento capacidad cloración en Q=10 l/s	5,05
2024	6,14		3,86
2025	7,42		2,58
2026	8,80		1,20
2027	9,61		0,39
2028	10,45	Aumento capacidad cloración en Q=10 l/s	9,55
2029	11,34		8,66
2030	12,27		7,73
2031	13,25		6,75
2032	14,27		5,73
2033	15,34		4,66
2034	16,46		3,54
2035	17,64		2,36
2036	18,87		1,13

TABLA N° 55
PROYECCION PRODUCCION DE LODOS

AÑO	DEMANDA PROYECTADA (Q medio proyectado) (l/s)	DEMANDA PROYECTADA (m3/día)	PRODUCCIÓN LODOS PROYECTADA (m3/día)
2021	7,99	690	14
2022	10,89	941	19
2023	12,95	1119	22
2024	14,14	1222	24
2025	15,42	1332	27
2026	16,80	1451	29
2027	17,61	1521	30
2028	18,45	1594	32
2029	19,34	1671	33
2030	20,27	1751	35
2031	21,25	1836	37
2032	22,27	1924	38
2033	23,34	2016	40
2034	24,46	2113	42
2035	25,64	2215	44
2036	26,87	2322	46

TABLA N° 56
BOD DESHIDRATACIÓN DE LODOS (sin proyecto)

AÑO	Capacidad de diseño Producción de Lodos a Deshidratar (m3/hora)	Número de horas de operación/ día		Demanda Lodos a deshidratar Proyectada (m3/día)	Balance Sin Proyecto (m3/día)
2021	5	3		14	1
2022	5	4		19	1
2023	5	5		22	3
2024	5	5		24	1
2025	5	6		27	3
2026	5	6		29	1
2027	5	6		30	0
2028	5	7		32	3
2029	5	7		33	2
2030	5	7		35	0
2031	5	8		37	3
2032	5	8		38	2
2033	5	8		40	0
2034	5	9		42	3
2035	5	9		44	1
2036	5	10		46	4

5.2.2.2. Plantas Elevadoras e Impulsiones de Disposición de Aguas Servidas

No hay plantas elevadoras de disposición de aguas servidas, ya que las aguas tratadas y cloradas descargan gravitacionalmente en el río Cautín.

6 SOLUCION CON PROYECTO

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

6.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

6.1.1 Producción

Derechos de Aprovechamiento de Aguas

El caudal de producción necesario para el año 5 del proyecto (año 2026) es de 57,19 l/s y para el fin del período de previsión (año 2036) el caudal asciende a 91,48 l/s. Los derechos de agua disponibles ascienden a 15 l/s y, por lo tanto, no alcanzan para satisfacer la demanda. Para resolver este déficit, se propone la construcción de cuatro sondajes con un caudal de 20 l/s cada uno. Los dos primeros los años 2022 y 2023, para estar operativos los años 2023 y 2024 respectivamente. Un tercero se construirá el año 2025, para estar en operación el año 2026 y un cuarto sondaje se construirá el año 2031 y estar en operaciones el año 2032.

Fuentes y Captaciones

La solución Con Proyecto será mantener la captación actual de los derechos en el río Cautín por 15 l/s, complementados con la construcción de los sondajes señalados anteriormente. Con esta solución, con un caudal de se puede abastecer la demanda hasta el fin del período de previsión.

Sistema de Cloración

El sistema de cloración para las aguas captadas desde el río Cautín tiene una capacidad de diseño para tratar un caudal de 15 l/s, que es lo máximo que se puede extraer de la fuente. Los nuevos sondajes contarán con su propio sistema de cloración. En estas condiciones, en el presente Programa solo se considera la reposición de los equipos por término de vida útil.

Sistema de Fluoración

El sistema de agua potable de Pillanlelbún no cuenta aún con fluoruración de las aguas que se entregan al consumo. Como aún no hay respuesta a las solicitudes de ESSSI a la SEREMI de Salud, en este PD se han programado tentativamente las inversiones para el año 2022 y las obras deberían estar operando no antes de 2023. Esta programación deberá ajustarse en el futuro según el tiempo que tomen las aprobaciones de la SEREMI de Salud.

Planta Elevadora e Impulsiones de Producción

La planta elevadora existente en la captación subsuperficial tiene capacidad para elevar el máximo caudal que es posible extraer de ella, en este Programa solo se considera el cambio del equipo existente por término de su vida útil. Se consulta además cambiar la impulsión del sondaje Ercilla, que se mantiene de reserva, por cañería HDPE, D=110 mm y 22 m de longitud (año 2023).

En cuanto a los nuevos sondajes, todos tendrán una planta elevadora para $Q= 20$ l/s y una altura de elevación de 50 m. Las características de las impulsiones proyectadas se detallan en la Tabla siguiente.

TABLA N° 57
IMPULSIONES DE SONDAJES PROYECTADAS

NOMBRE	Q bomba (l/s)	MATERIAL	D (mm)	v (m/s)	LONGITUD (m)
Impulsión Sondaje Nuevo 1	20	HDPE	125	2,44	200
Impulsión Sondaje Nuevo 2	20	HDPE	125	2,44	250
Impulsión Sondaje Nuevo 3	20	HDPE	125	2,44	400
Impulsión Sondaje Nuevo 4	20	HDPE	125	2,44	600

En todas las instalaciones, existentes o proyectadas, se debe considerar lo solicitado en el Ord. SISS N° 1389/2014 el que instruye a las concesionarias sanitarias que deben contar con los necesarios respaldos eléctricos de sus instalaciones de agua potable, ajustándose a lo señalado en la Norma Nch 692.Of2000, puntos 4.2.9 y 4.2.10.

6.1.2 Distribución

Regulación

En Pillanlelbún existe solo un estanque de regulación de 250 m³ de capacidad, de acuerdo con el Balance Oferta Demanda, deberá construirse un nuevo estanque de 1000 m³ de capacidad. Este estanque se construirá contiguo al estanque existente. Las obras deberán ejecutarse durante el año 2022, por lo tanto, se ha considerado su operación a partir del año 2023. Un segundo estanque de 600 m³ de capacidad deberá construirse el año 2028 para estar en operación el año 2029.

Plantas elevadoras de agua potable e impulsiones de distribución

Los equipos de elevación de la planta elevadora de distribución están deficitarios y se deberán cambiar. En este Programa se propone instalar tres equipos (2+1) de 45 l/s y 50 m de altura de elevación a partir de 2023. A partir del año 2027 se instala un cuarto equipo de igual capacidad, quedando entonces el sistema con tres equipos en operación más uno de reserva.

En cuanto a la Impulsión, está formada por una cañería de PVC D=140 mm y 250 m de longitud y está deficitaria. En este Programa, se propone su refuerzo con una cañería de HDPE, D = 250 mm.

Red de Distribución

La red de distribución de Pillanlelbún es relativamente nueva, compuesta principalmente por cañerías de PVC y HDPE, esta red se alimenta, mediante una planta elevadora, desde el estanque de regulación existente junto a la captación a orillas del río Cautín.

Dado que aún se conserva en algunos sectores cañería de asbesto cemento, en este Programa se contempla el cambio de esas cañerías por otras de HDPE. Se cambiarán 5.823 m en cañería HDPE diámetros 75, 110 y 160 mm entre los años 2023 y 2026, con lo que se elimina el asbesto cemento de la red de distribución.

Se incluyen también los refuerzos de redes que fueron determinados en la Modelación Hidráulica, se trata de cañería de HDPE diámetros 160 y 250 mm con una longitud total de 845 m.

La red existente no ha experimentado roturas atribuibles a exceso de presión. Por lo anterior, se estima que el alto nivel de pérdidas en el sistema de distribución, es atribuible principalmente a problemas de medición o conexiones clandestinas, antes que a problemas con las redes. Por lo tanto, no se consideran inversiones por reposición de redes, aparte del cambio de la cañería de asbesto cemento.

6.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

6.2.1 Recolección

Red de Colectores

La red de colectores es nueva, construida por la Empresa el año 2003, en cañería de PVC, y no tuvo mayor crecimiento debido al poco desarrollo de la localidad y al nulo interés de los vecinos en conectarse al sistema existente. Solo en el último año se ha experimentado crecimiento con los loteos en construcción y que cuentan con sus propias redes de recolección. Debe destacarse también que, recientemente, se ha aprobado el proyecto “Construcción Red Sanitaria de Aguas Servidas, Diversas Calles de la Localidad de Pillanlelbún, Comuna de Lautaro”, el que servirá a 191 viviendas que actualmente no cuentan con servicio.

Como resultado del análisis hidráulico de la red, se incluye en este Programa una serie de reemplazos y refuerzos de colectores. Los reemplazos serán en diámetros 250 y 315 mm por un total de 631 m y los refuerzos serán de diámetro 200 mm por un total de 234 m.

6.2.2 Disposición

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

El sistema de tratamiento de aguas servidas de Pillanlelbún recibe todas las aguas recolectadas de la localidad. El año 2018 fue modificada la planta de tratamiento existente, pasando de un sistema de lodos activados en media carga con digestor aeróbico de lodos, a un sistema de aireación extendida con denitrificación.

Como resultado del análisis efectuado, se desprende que la planta está en el límite de su capacidad y que deberá ampliarse para el año 2023 el reactor existente. El sedimentador secundario tiene capacidad suficiente durante todo el período, igualmente el filtro banda.

Para el año 2023 deberá ampliarse el sistema de tratamiento preliminar en 52 l/s, ya que está deficitario en este momento.

Planta Elevadora e Impulsión de Disposición de Aguas Servidas

No hay plantas elevadoras de disposición ya que el efluente tratado descarga gravitacionalmente en un brazo del río Cautín.

7 PROGRAMA DE INVERSIONES

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

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

TABLA N° 58 (continuación)
PROGRAMA DE INVERSIÓN POR ETAPAS (UF)

ITEM	DESCRIPCION	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
4.	Disposición															
4.1	Ampliación sistema de Tratamiento Preliminar a Q=80 l/s	900														
4.2	Ampliación capacidad PTAS. Aumento a 18 l/s como Q medio y 44 l/s como Q máximo horario.	6.000														
4.3	Ampliación capacidad PTAS. Aumento a 28 l/s como Q medio y 64 l/s como Q máximo horario.						6.000									
4.4	Ampliación capacidad cloración PTAS a 18 l/s como caudal medio.	350														
4.5	Ampliación capacidad cloración PTAS a 28 l/s como caudal medio.						150									
4.6	Reposición equipos cloración PTAS Q=18 l/s						150									
4.7	Reposición equipos cloración PTAS Q=28 l/s											250				
	Total Disposición	7.250	0	0	0	0	6.300	0	0	0	0	250	0	0	0	7250

INVERSIÓN TOTAL	25.200	7.250	3.400	5.100	5.820	7.050	750	0	2.850	6.250	2.600	2.150	0	250	0
------------------------	---------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------------	----------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	------------	----------


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

8 CRONOGRAMA DE OBRAS

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

TABLA N° 59
CRONOGRAMA DE OBRAS

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	Monto Total (UF)	Año de Inicio	Año de Termino
Producción	1.1	Construcción y habilitación Nuevo Sondaje N° 1. Q=20 l/s. Se incluye cloración.	3.200	2022	2022
Producción	1.2	Impulsión Sondaje Nuevo N° 1. HDPE, D=125 mm, L=200 m.	840	2022	2022
Producción	1.3	Solicitud derechos de aprovechamiento de aguas, Q=20 l/s.	100	2022	2022
Producción	1.4	Construcción y habilitación Nuevo Sondaje N° 2. Q=20 l/s. Se incluye cloración.	3.200	2023	2023
Producción	1.5	Impulsión Sondaje Nuevo N° 2. HDPE, D=125 mm, L=250 m.	1.050	2023	2023
Producción	1.6	Solicitud derechos de aprovechamiento de aguas, Q=20 l/s.	100	2023	2023
Producción	1.7	Construcción y habilitación Nuevo Sondaje N° 3. Q=20 l/s. Se incluye cloración.	3.200	2025	2025
Producción	1.8	Impulsión Sondaje Nuevo N° 3. HDPE, D=125 mm, L=400 m.	1.700	2025	2025
Producción	1.9	Solicitud derechos de aprovechamiento de aguas, Q=20 l/s.	100	2025	2025
Producción	1.10	Construcción y habilitación Nuevo Sondaje N° 4. Q=20 l/s. Se incluye cloración.	3.200	2031	2031
Producción	1.11	Impulsión Sondaje Nuevo N° 4. HDPE, D=125 mm, L=600 m.	2.500	2031	2031
Producción	1.12	Solicitud derechos de aprovechamiento de aguas, Q=20 l/s.	100	2031	2031
Producción	1.13	Cambio Impulsión sondaje Ercilla. HDPE, D=110 mm, L=22 m.	130	2022	2022
Producción	1.14	Reposición equipo elevación captación río Cautín Q=15 l/s.	500	2028	2028
Producción	1.15	Reposición equipo elevación sondaje Nuevo N° 1. Q=20 l/s	800	2032	2032

GUILERMO ARTURO RUIZ PÉREZ
Representante Legal
Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A.

Producción	1.16	Reposición equipo elevación sondaje Nuevo N° 2. Q=20 l/s	800	2032	2032
Producción	1.17	Reposición equipo cloración Q=15 l/s, captación río Cautín	250	2033	2033
Producción	1.18	Reposición equipo cloración Q=15 l/s, captación río Cautín	250	2028	2028
Producción	1.19	Reposición equipo cloración Q=15 l/s, captación río Cautín	250	2033	2033
Producción	1.20	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 1 Q=20 l/s.	250	2027	2027
Producción	1.21	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 1 Q=20 l/s.	250	2032	2032
Producción	1.22	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 2 Q=20 l/s.	250	2027	2027
Producción	1.23	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 2 Q=20 l/s.	250	2032	2032
Producción	1.24	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 3 Q=20 l/s.	250	2030	2030
	1.25	Reposición equipo cloración sondaje Nuevo 3 Q=20 l/s.	250	2035	2035
	1.26	Instalación sistema fluoración. Q=30 l/s.	400	2022	2022
	1.27	Ampliación sistema fluoración. Q=20 l/s.	250	2026	2026
	1.28	Reposición equipos fluoración. Q=30 l/s.	250	2027	2027
Producción	1.29	Reposición equipos fluoración. Q=20 l/s.	250	2031	2031
Producción	1.30	Reposición equipos fluoración. Q=30 l/s.	250	2032	2032
Producción	1.31	Solicitud derechos agua. 2x20 l/s.	400	2022	2022
Producción	1.32	Solicitud derechos agua. 20 l/s	200	2025	2025
Producción	1.33	Solicitud derechos agua. 20 l/s.	200	2031	2031
TOTAL ETAPA PRODUCCIÓN			25.970		



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

TABLA Nº 59 (continuación)
CRONOGRAMA DE OBRAS

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	Monto Total (UF)	Año de Inicio	Año de Terminó
Distribución	2.1	Construcción estanque de regulación, semienterrado, HA, V = 1000 m ³	6.200	2022	2022
Distribución	2.2	Aumento capacidad PEAP distribución. Tres equipos (2+1) Q=45 l/s c/u.	1.350	2022	2022
Distribución	2.3	Aumento capacidad PEAP distribución. Q=45 l/s.	450	2026	2026
Distribución	2.4	Reposición redes. D=75 mm, L=848 m. D=110 mm, L=308 m.	2.400	2022	2022
Distribución	2.5	Reposición redes. D=75 mm, L=1.629 m.	2.650	2023	2023
Distribución	2.6	Reposición redes. D=75 mm, L=1.768. D=110 mm, L=220 m.	3.400	2024	2024
Distribución	2.7	Reposición redes. D=75 mm, L=373 m. D=160 mm, L=677 m.	1.900	2025	2025
Distribución	2.8	Refuerzo redes. D=160 mm, L=128 m.	530	2022	2022
Distribución	2.9	Refuerzo redes. D=160 mm, L=30 m.	120	2026	2026
Distribución	2.10	Refuerzo redes. D=250 mm, L=282 m.	1.400	2025	2025
Distribución	2.11	Refuerzo redes. D=250 mm, L=405 m.	1.900	2033	2033
TOTAL ETAPA DISTRIBUCIÓN			22.300		


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

**TABLA N° 59 (continuación)
CRONOGRAMA DE OBRAS**

ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	Monto Total (UF)	Año de Inicio	Año de Terminó
Recolección	3.1	Reemplazo colector, D=315 mm, L=222 m.	1.700	2022	2022
Recolección	3.2	Reemplazo colector, D=315 mm, L=114 m.	900	2025	2025
Recolección	3.3	Reemplazo colector, D=250 mm, L=395 m.	2600	2030	2030
Recolección	3.4	Refuerzo colector, D=200 mm, L=116 m.	700	2022	2022
Recolección	3.5	Reemplazo colector, D=200 mm, L=118 m.	700	2025	2025
TOTAL ETAPA RECOLECCIÓN			6.600		
ETAPA	OBRA	DESCRIPCIÓN	Monto Total (UF)	Año de Inicio	Año de Terminó
Disposición	4.1	Ampliación sistema de Tratamiento Preliminar a Q=80 l/s	900	2022	2022
Disposición	4.2	Ampliación capacidad PTAS. Aumento a 18 l/s como Q medio y 44 l/s como Q máximo horario.	6.000	2022	2022
Disposición	4.3	Ampliación capacidad PTAS. Aumento a 28 l/s como Q medio y 64 l/s como Q máximo horario.	6.000	2027	2027
Disposición	4.4	Ampliación capacidad cloración PTAS a 18 l/s como caudal medio.	350	2022	2022
Disposición	4.5	Ampliación capacidad cloración PTAS a 28 l/s como caudal medio.	150	2027	2027
Disposición	4.6	Reposición equipos cloración PTAS Q=18 l/s	150	2027	2027
Disposición	4.7	Reposición equipos cloración PTAS Q=28 l/s	250	2032	2032
TOTAL ETAPA DISPOSICIÓN			13.800		
INVERSIÓN TOTAL (UF)			68.670		

GUILERMO ARTURO RUIZ PÉREZ
 Representante Legal
 Empresa de Servicios Sanitarios San Isidro S.A.

Santiago, agosto 2022