

**ESTUDIO “ACTUALIZACIÓN Y EAE
PLAN REGULADOR COMUNAL
DE PITRUFQUÉN”
ID 660-4-LQ17**



INFORME FACTIBILIDAD SANITARIA

ENERO 2020



TABLA DE CONTENIDOS

1. INFRAESTRUCTURA SANITARIA ACTUAL	4
1.1. INTRODUCCIÓN.	4
1.2. SERVICIO URBANO CONCESIONADO DE AGUA POTABLE DE PITRUFQUÉN.	5
1.2.1. ETAPA DE PRODUCCIÓN.	5
1.2.2. ESTANQUES.	8
1.2.3. ETAPA DE DISTRIBUCIÓN.	11
1.2.4. ANÁLISIS DE DEMANDAS Y COMPONENTES DEFICITARIOS SEGÚN PD.	12
1.3. SERVICIOS RURALES DE AGUA POTABLE (APR) EN LA COMUNA DE PITRUFQUÉN.	15
1.4. COBERTURAS DE ALCANTARILLADO URBANO Y RURAL	18
1.4.1. SERVICIO URBANO DE ALCANTARILLADO DE PITRUFQUÉN.	18
1.4.2. SERVICIOS RURALES DE ALCANTARILLADO DE PITRUFQUÉN.	22
1.5. PLANES DE EXPANSIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS	22
1.6. DISPONIBILIDAD HÍDRICA.....	23
1.7. AGUAS LLUVIA.	24
2. FACTIBILIDAD TECNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS EN LA COMUNA.	25
2.1. SERVICIOS SANITARIOS URBANOS CONCESIONADOS DE PITRUFQUÉN.	25
2.1.1. EFECTO DE LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PROYECTO EN EL ÁREA CONCESIONADA.	25
2.1.2. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.	27
2.1.3. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO.	27
2.2. SERVICIO SANITARIO RURAL DE COMUY.	28
2.2.1. EFECTO DE LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PROYECTO EN EL AREA RURAL	28
2.2.2. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.	29
2.2.3. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO.	29
2.2.4. OPCIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS URBANOS CONCESIONADOS EN COMUY.	30

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1.	Captaciones de Agua Potable de Pitrufrquén.....	6
Cuadro 2.	Características de los Estanques de Agua Potable de Pitrufrquén.....	8
Cuadro 3.	Composición de la Red de Agua Potable de Pitrufrquén.	12
Cuadro 4.	Proyección de Población y Demandas Críticas sobre Sistema de A. Potable de Pitrufrquén.....	12
Cuadro 5.	Evolución de los Servicio de APR en la Comuna de Pitrufrquén.	15
Cuadro 6.	Información básica de los Servicios de APR en la Comuna de Pitrufrquén.....	17
Cuadro 7.	Composición de la Red de Aguas Servidas de Pitrufrquén.....	18
Cuadro 8.	Evolución de la Demanda de Servicio de Alcantarillado en Pitrufrquén.....	19
Cuadro 9.	Evolución de la Demanda de Servicio de Alcantarillado en Pitrufrquén.....	26
Cuadro 10.	Estimación de máxima ocupación en zonas planificadas por PRC Pitrufrquén.	26
Cuadro 11.	Estimación de máxima ocupación en zona planificada ZM1 en Comuy.	29

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.	Relación de Áreas Urbanas Proyectadas y su relación con el área de Concesión Sanitaria (TO) en Pitrufrquén.....	7
Figura 2.	ESTANQUES DE REGULACIÓN EN PITRUFQUÉN	9
Figura 3.	Esquema del Sistema de Producción de Agua Potable en Pitrufrquén.	10
Figura 4.	Esquema del Sistema de Distribución de Agua Potable de Pitrufrquén, actual y proyectado.	14
Figura 5.	Zonificación urbana preexistente y en proyecto de Comuy.....	16
Figura 6.	Imagen actual de Comuy.....	16
Figura 7.	Esquema del Sistema de Alcantarillado de Pitrufrquén: Recolección.	20
Figura 8.	Esquema del Sistema de Alcantarillado de Pitrufrquén: Disposición actual y futura.	21
Figura 9.	Figura 8 Vista Aérea Planta de Tratamiento Preliminar de Aguas Servidas en Pitrufrquén.....	22
Figura 10.	Síntesis del Clima en Pitrufrquén.....	24
Figura 11.	Zonificación con uso habitacional.....	28

1. INFRAESTRUCTURA SANITARIA ACTUAL

1.1. INTRODUCCIÓN.

Este documento tiene por objetivo el evaluar la condición actual de la infraestructura de agua potable y alcantarillado sanitario en las localidades con población concentrada en el área urbana, y en áreas rurales propuestas como urbanas en la comuna de Pitrufrquén, según se plantea en este proyecto del Estudio de Actualización del Plan Regulador Comunal (PRC) de Pitrufrquén. Para esto se revisa la información disponible sobre tendencias de crecimiento poblacional y sobre los servicios sanitarios existentes, con énfasis en las capacidades de la infraestructura ya disponible, la planificada, y la que pueda ser deficitaria. Complementariamente se aborda la condición del manejo de aguas pluviales de Pitrufrquén.

Para este trabajo se cuenta con la siguiente información de base:

- Propuesta de trabajo de Territorio y Ciudad Consultores (T&C) para PRC de Pitrufrquén.
- Actualización Planes de Desarrollo Aguas Araucanía S.A.- Pitrufrquén / Octubre 2014.
- Actualización Planes de Desarrollo Aguas Araucanía S.A.- Freire / Octubre 2014.
- Plano Regulador Comunal vigente (25 de noviembre de 1983) y sus enmiendas posteriores.
- Ley General de Servicios Sanitarios, DFL MOP 382 (Ley Sanitaria).
- Ley 20998 de Servicios Sanitarios Rurales.
- Información disponible en la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS.
- Información disponible en la Dirección General de Aguas, MOP.
- Información de la DOH sobre sistemas de Agua Potable Rural (APR).
- Plan de Desarrollo Comunal Pitrufrquén 2014-2017
- GOOGLE EARTH.
- ORD MINVU 617 de 12 de octubre de 2010

1.2. SERVICIO URBANO CONCESIONADO DE AGUA POTABLE DE PITRUFQUÉN.

Es el único sistema concesionado en la comuna a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Araucanía S.A (AA.A), conforme a la Ley Sanitaria (DFL MOP 382/88), y por tanto ha de cumplir esencialmente los estándares de servicio público según NCh 691 y de Calidad del Agua Potable NCh 409, entre otros, lo que es fiscalizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS. Así, ha de actualizarse quinquenalmente su Plan de Desarrollo (PD), o en cada oportunidad en que se tenga modificaciones sustantivas de su demanda o de su infraestructura física, confrontando las capacidades de esa infraestructura de servicio con las proyecciones de demandas para los siguientes quince años, y comprometer la ejecución de las obras que subsanen eventuales déficit o deterioro para los primeros cinco años de ese período; este PD entra en vigencia una vez que es aprobado por la SISS. El área de concesión, que se muestra en la Figura 1 en la página siguiente y se la contrasta con el límite urbano actualmente vigente y el proyectado en este estudio, incluye la más reciente modificación aprobada por la SISS, y corresponde a la siguiente cronología:

- Decreto MOP 2560 de 11 de diciembre de 1998: formaliza la concesión en Pitrufquén a la Empresa de Servicios Sanitarios de la Araucanía S.S. (ESSAR S.A., hoy ECONSSA S.A.), en Pitrufquén, entre otras localidades.
- Decreto MOP 837 de 28 de septiembre de 2004: transfiere concesión de ESSAR a la empresa Aguas Araucanía S.A., por un plazo de 30 años. Esta empresa cambia transitoriamente su nombre en diciembre de 2012 por Aguas Nuevas Dos S.A.; Oficio SISS 2828/12 de ese año.
- Decreto MOP 287 de mayo de 2014, reconoce la retoma del nombre original y formaliza la concesión a Aguas Araucanía S.A.

La figura 1 detalla la relación existente entre el Límite Urbano (LU) de 1087.69 Hás que se propone en este proyecto, y el Territorio Operacional (TO) en el que se ejerce la concesión sanitaria descrita; esta última, con 377.3 Hás, está íntegramente incluida dentro de este LU, restando 683.7 Hás sin concesión en el Área Urbana que ahora se planifica; es notable el desarrollo urbano existente al nor poniente, del orden de 66 Hás excluidas, el que según información de la SISS ya cuenta con servicio de grifos de incendio, y por tanto con cobertura de agua potable fuera del TO. Este TO así definido cubre un 60.3% del Área Urbana hoy vigente, pero solo un 34.7% de la proyectada. Las figuras en páginas siguientes resumen la configuración del sistema global de agua potable en un esquema operativo de producción y distribución, tal como figuran en el Plan de Desarrollo vigente de Aguas Araucanía S.A. de 2014.

1.2.1. ETAPA DE PRODUCCIÓN.

De acuerdo con lo establecido en ese PD para 2015 a 2029, y confirmado por la SISS, Pitrufquén cuenta actualmente con cinco sondajes de captación de agua subterránea, los que tienen amplio respaldo hidrogeológico en los rellenos fluviales del río Toltén y con 137 l/s en derechos extractivos de aguas subterráneas para sostener su producción actual, a los que se agregan 40 l/s solicitados a la DGA en 2016, (coordenada N=5681784, S=705818) con lo que se llegaría a 177 l/s permanentes, continuos y consuntivos: hay así margen para

suplir eventuales aumentos de la demanda, estimada en 109.8 l/s de producción de día de máximo consumo hacia 2029 por el PD vigente. La fuente de aguas subterráneas es la amplia cuenca cordillerana del lago Villarrica y su desagüe a través del río Toltén, de carácter nivo-pluvial, con escurrimiento superficial permanente y gran caudal medio del orden de 280 m³/s que asegura la recarga del acuífero que soporta estas captaciones: el PLADECO de 2014 señala que en Pitrufquén convergen los acuíferos de los ríos Allipén y Toltén, conformados por material de relleno o depósitos no consolidados de origen glacial, consistente en morrenas y materiales aluviales de alta permeabilidad, condiciones ideales para su explotación.

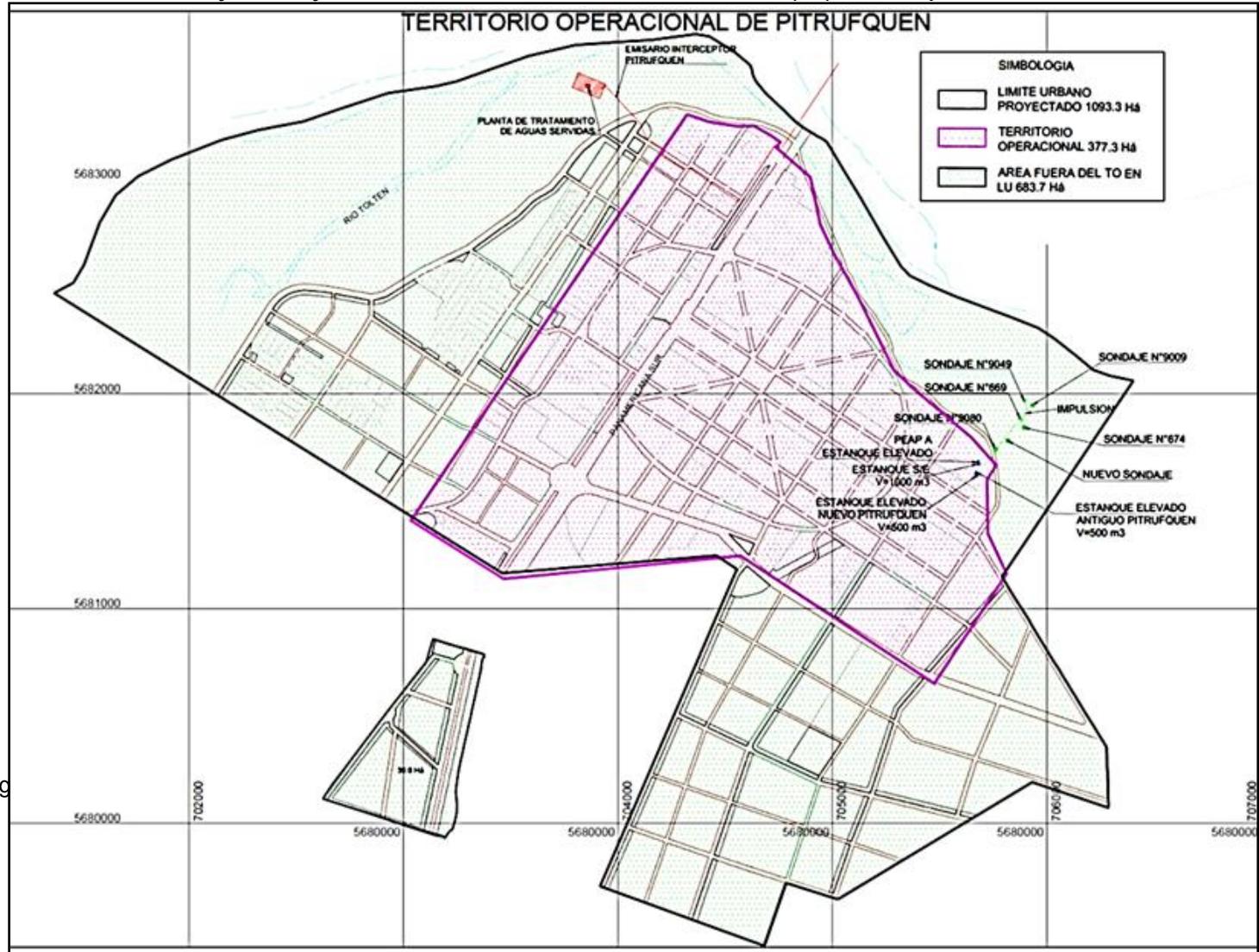
Cuadro 1. Captaciones de Agua Potable de Pitrufquén.

Sondaje	Q Derechos	Q Diseño	Q Producción	Profundidad	Diámetro	Q Actual	Nivel dinámico	Nivel estático.
Número	L/S *	L/S *	L/S *	M *	Pulgadas *	L/S **	Máx/Mín. **	Máx/Mín. **
669	20	11	0	49.6	13	0	39.85/34.8	16.10/13.30
674	20	11	0	50.1	13	0	39.50/35.10	14.90/12.20
9009	30	35	52	90	10	39	43.30/35.10	19.75/12.15
9049	37	54	62	90	16	66	47.10/36.30	18.80/12.50
9080	30	50	48	100	16	52	48.70/38.90	19.30/9.50
SUMAS :	137	161	162			157		

(*) Información PD (**) Información SISS

Fuente: PD Pitrufquén-Aguas Araucanía /SISS

Figura 1. Relación de Áreas Urbanas Proyectadas y su relación con el área de Concesión Sanitaria (TO) en Pitrufquén



Fuente: PD Pitrufquén-Ag

El sistema de producción presenta las siguientes características, mostradas en la figura N° 2 derivada del PD de 2014, y revisadas con la estadística de control de fuentes de la SISS entre enero de 2012 y marzo de 2016:

- La calidad físico química de las aguas no presenta componentes objetables según los parámetros de NCh 409, y su control sistemático tanto en las fuentes de producción como en la distribución así lo indica. El agua recibe cloración y fluoruración en la planta de producción.
- Los sondajes más antiguos, 669 y 674, están fuera de servicio desde julio de 2013.
- Los sondajes en servicio 9009, 9049 y 9080 entregan su producción, debidamente potabilizada mediante cloración más adición de fluoruro, al estanque semienterrado de 1000 m³ de capacidad.
- La capacidad conjunta de las 3 captaciones en servicio es de 157 l/s, pero descontando el sondaje de mayor capacidad con 66 l/s para cuando es objeto de mantenimiento, se tiene una producción asegurada de solo 91 l/s.
- La profundidad de los sondajes en operación cercana a los 100 m y los niveles estáticos y dinámicos de operación moderados apuntan a que se tiene margen amplio de respaldo en su productividad.
- La disponibilidad adicional de 40 l/s en derechos, llegando a 177 l/s, es suficiente para ajustarse a la necesidad de tener capacidad de respaldo.

1.2.2. ESTANQUES.

La producción de las captaciones subterráneas es descargada en el estanque semienterrado de regulación de 1000 m³, el que en estricto rigor corresponde a la etapa de producción; una planta elevadora impulsa 99 l/s desde este estanque a dos estanques elevados, cada uno de 500 m³ de capacidad, mostrados en la página siguiente. Las características y cotas de radier y nivel máximo de agua son:

Cuadro 2. Características de los Estanques de Agua Potable de Pitrufquén.

ESTANQUE	TIPO	MATERIAL	VOLUMEN	H TORRE	COTA RADIER	COTA A.MAX.
			M3	M	M.S.N.M.	M.S.N.M.
1	SEMI ENTERRADO	H. ARMADO	1000	0	94.50	99.03
2	ELEVADO	H. ARMADO	500	15	126.50	130.50
3	ELEVADO	H. ARMADO	500	15	126.50	130.50

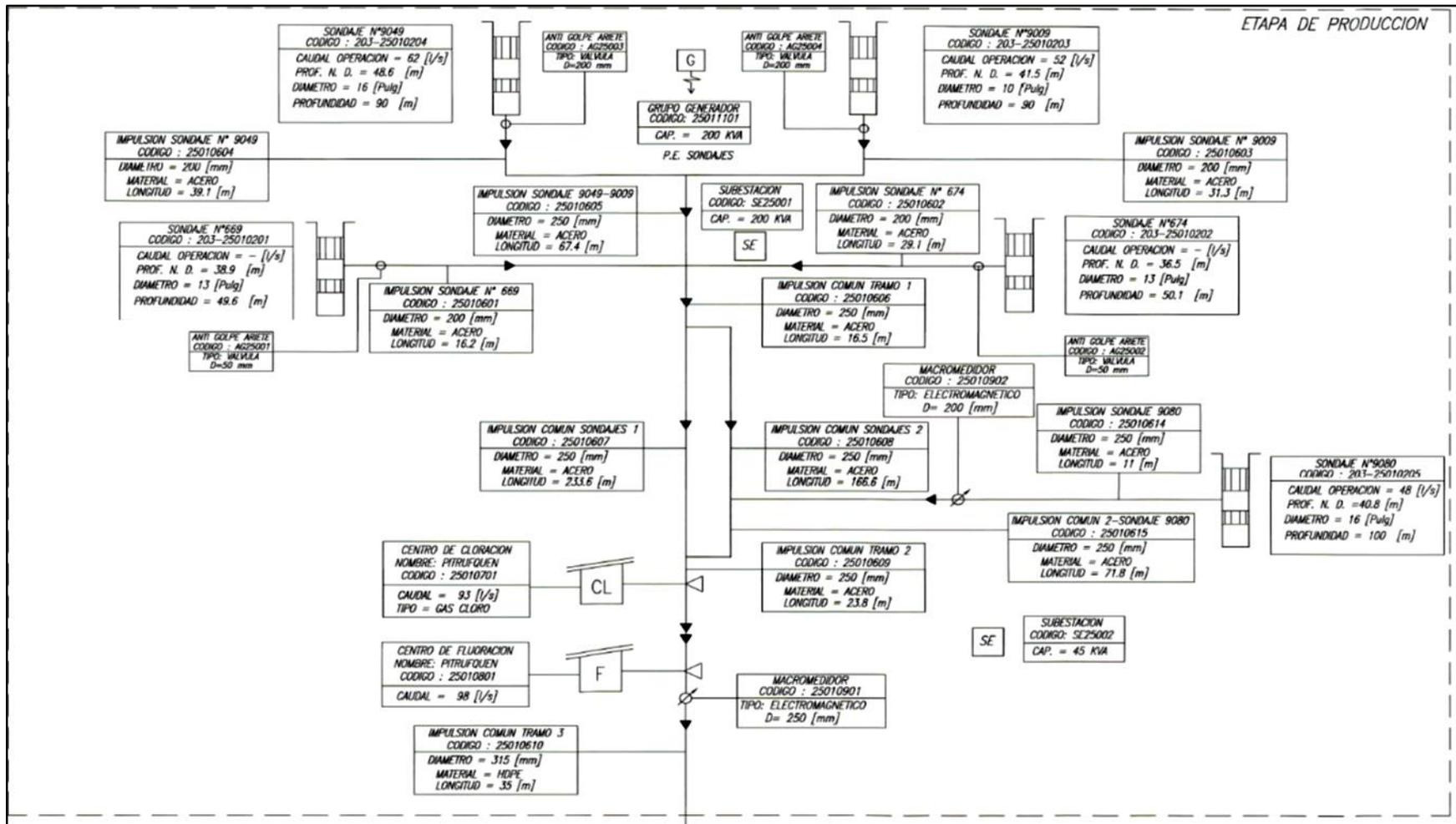
Fuente: PD Pitrufquén-Aguas Araucanía.

Figura 2. ESTANQUES DE REGULACIÓN EN PITRUFQUÉN



Fuente: GOOGLE EARTH.

Figura 3. Esquema del Sistema de Producción de Agua Potable en Pitrufquén.



Fuente: PD Pitrufquén-Aguas Araucanía

Nota: este esquema reducido se presenta como referencia, y el original está a escala completa en el Plan de Desarrollo.

1.2.3. ETAPA DE DISTRIBUCIÓN.

Pitrufrquén contaba en 2014 con alrededor de 57 km de red de distribución de agua potable sobre su Territorio Operacional, con 5429 arranques domiciliarios, promediando 10.5 m de red por arranque; cuenta con cuatro estaciones reductoras de presión que separan los sectores alto y bajo, y se tiene programadas otras dos estaciones reductoras para generar un tercer sector más bajo al poniente, con la idea de limitar presiones para reducir pérdidas por fugas. La cobertura espacial de servicio en el TO es del 100% en la actualidad. Se puede apreciar que el TO, al ocupar un porcentaje elevado del área enmarcada por el Límite Urbano, presenta un limitado potencial de desarrollo en extensión según el LU actual en Pitrufrquén, pues el área sin servicio concesionado comprende básicamente el cauce del río Toltén y su entorno.

Puede resultar discutible para los efectos de volumen efectivo de regulación disponible la conexión en serie entre el estanque semienterrado de 1000 m³ y los dos estanques elevados, con lo que la disponibilidad de 2000 m³ consignada en el PD queda condicionada por la operación de la planta elevadora intermedia, con capacidad para 99 l/s, pero en tal caso su capacidad debería ser la de la demanda máxima horaria propia de toda la etapa de producción, 152.9 l/s al año 2029 según PD.

Por otra parte, dado que el área poblada dentro del TO de AA. Araucanía se extiende entre las cotas 112 y 93 m.s.n.m., y que la extensión del área urbana se enmarca entre las mismas cotas, prácticamente coincidentes, se puede inferir que Pitrufrquén bien podría tener presiones de servicio comprendidas en el intervalo de presiones de norma NCh 691 entre 15 y 60 m.c.a. con los dos estanques elevados de cabecera de la red con cota de agua máxima 130.5 m, sin necesidad de las estaciones reductoras de presión hoy existentes ni de la planta presurizadora en red para abastecer el sector alto; debería ser suficiente un diseño racional de las redes de distribución. Debe señalarse que la capacidad de esta planta reelevadora de 21 l/s se ha cotejado con la demanda de día máximo QMD= 15.89 l/s, pero en realidad el valor a considerar ha de incluir el máximo entre el caudal máximo horario QMH= 24 l/s y (QMD más caudal de incendio de 16 l/s)=32 l/s, por lo que se tiene una insuficiencia del orden de 11 l/s.

Se señala en el PD que el objetivo de la reducción de presiones es lograr la disminución de pérdidas reportadas en 62% de la producción, cifra extraordinariamente elevada y que representa un costo inútil en gastos de operación en energía, insumos, reposición de equipos y capacidad, y que se tiene programada junto con esa reducción de presiones el reemplazo de 750 arranques domiciliarios y 2.6 km de redes antiguas.

Si bien estas iniciativas parecen bien orientadas, no puede dejar de mencionarse que la sola disminución de presiones es físicamente poco eficaz para reducir fugas (el caudal de fugas varía con la raíz cuadrada de la presión: reducir la presión a un 50% rebaja las fugas en solo un 30%), y muy probablemente el origen del problema radica en los 11.3 km de cañería de

asbesto cemento de d=75 mm (20% del total de 56.9 km de las redes), como se detalla en la Tabla 3 a continuación, material cuya vida útil es del orden de solo 30 años y diámetro actualmente en desuso, salvo excepciones muy limitadas; así, el reemplazo asignado de solo 2.6 km se aprecia insuficiente para el objetivo planteado, más aún si se ha de incluir el 15% de hierro dúctil de d=75 mm, con lo que se tendría un 35% de las redes con diámetros fuera de norma y claramente con capacidades insuficientes.

Cuadro 3. Composición de la Red de Agua Potable de Pitrufquén.

TIPO MATERIAL:	ASBESTO CEMENTO	PVC	HIERRO DUCTIL	HDPE	TOTAL
LONGITUD (m)	15787	14404	15124	11543	56858
% DEL TOTAL	28%	25%	27%	20%	100%
LONGITUD con d=75 mm	11372	1713	8412	0%	
% DEL TOTAL	20%	3%	15%	0%	

Fuente: PD Pitrufquén-Aguas Araucanía.

1.2.4. ANÁLISIS DE DEMANDAS Y COMPONENTES DEFICITARIOS SEGÚN PD.

El Plan de Desarrollo detecta, mediante balance de capacidades/demandas de la infraestructura de agua potable, que no se presentan deficiencias futuras hasta 2020 tanto en las fuentes de abastecimiento como en la etapa de distribución, en el supuesto de que será efectiva la disminución de pérdidas que se pudiera lograr con las obras planificadas de instalación de 2600 m de redes de reposición, recambio de 750 arranques domiciliarios, y la instalación de dos nuevas estaciones reductoras de presión para generar un tercer escalón de presiones; estas tres medidas se complementan y el plan de inversiones quinquenales se limita a refuerzos y recambio de redes por obsolescencia.

Cuadro 4. Proyección de Población y Demandas Críticas sobre Sistema de A. Potable de Pitrufquén.

AÑO	POBLACION	QMD (l s) PRODUCCIÓN	VOLUMEN ESTANQUE (m3)
2014	12756	98.58	1926
2019	13471	109.91	2147
2024	14081	116.70	2280
2029	14491	120.76	2359

Fuente: Pd Pitrufquén-Aguas Araucanía.

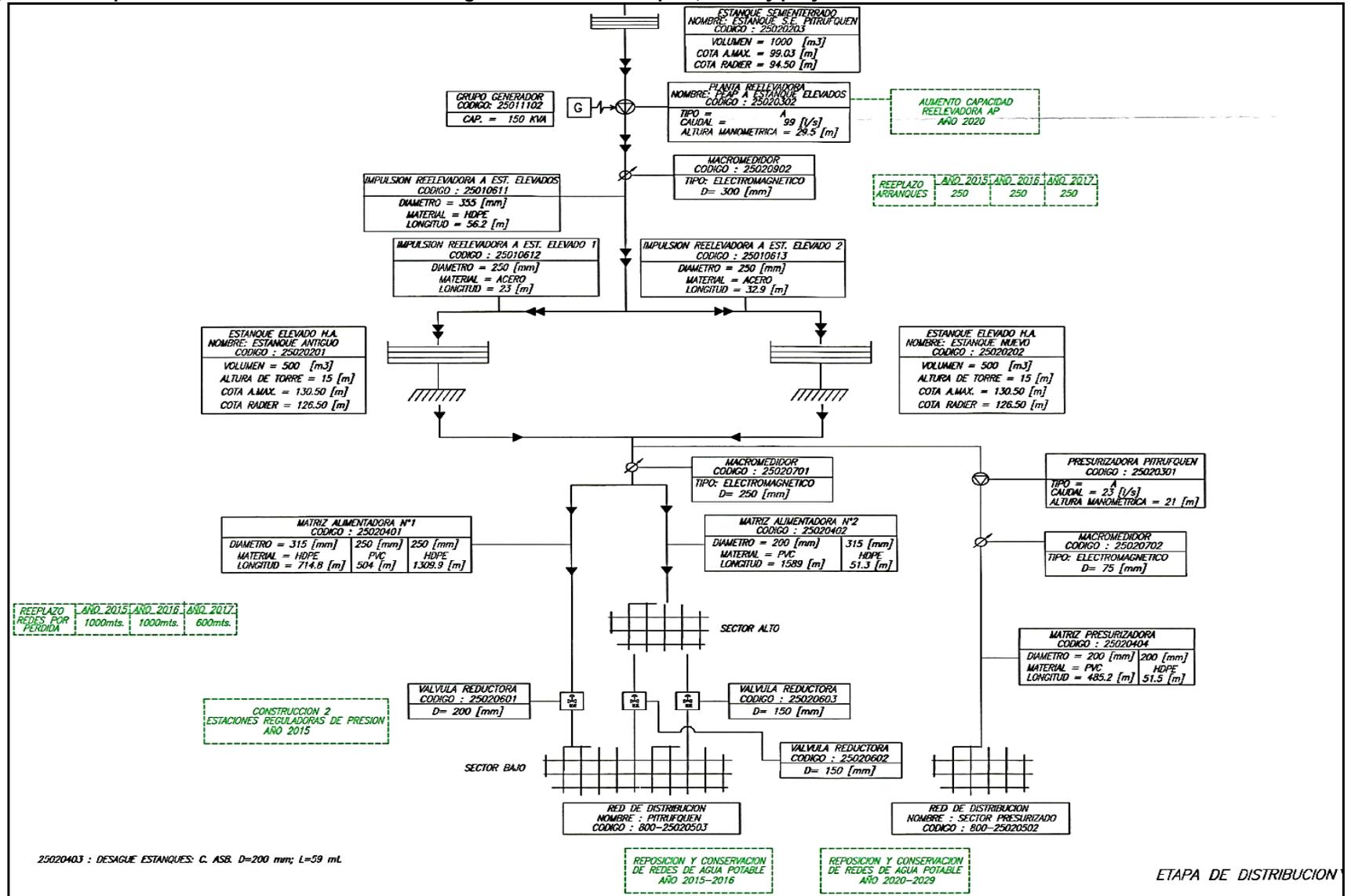
Claramente, si se rebaja a un razonable 20% el nivel de pérdidas asumido por el PD en 62%, recortando así en 36 l/s la demanda final de 120.76 l/s, se tendría una condición de suficiencia en las etapas de producción y distribución para los 15 años de análisis hasta 2029, y probablemente para los 30 años de horizonte de la planificación urbana de este PRC, hasta 2049.

En consecuencia, se concluye que el servicio de agua potable urbano de Pitrufquén concesionado a Aguas Araucanía es estructuralmente robusto en cuanto a capacidades actuales y sus capacidades futuras, sin requerir expansiones de capacidad en los próximos 15 años, siempre y cuando se aborde la reducción de pérdidas en distribución de modo más

eficaz que la propuesta del PD; la calidad de las fuentes de agua subterránea es buena conforme a las exigencias de la norma chilena NCh 409; esta calidad está asegurada ante eventuales episodios volcánicos cercanos, a diferencia de lo que ocurrió con las fuentes superficiales afectadas por cenizas, arena y aluviones tras erupciones recientes en otras localidades (volcanes Calbuco, Chaitén). La profundidad de los pozos, entre 90 y 100 metros, respecto del nivel freático que se ubica a no más de 50 metros, y la recarga desde el río Toltén inmediato, aseguran un buen resguardo para su operación ante condiciones de sequía severa como la que experimenta recientemente en Chile. Un aspecto importante es el elevado nivel de pérdidas reportado en el PD a 2015, dado por la diferencia entre volúmenes de producción y de facturación, que se ha asumido prácticamente constante entre 2014 y 2029, con 62%; estas cifras representan un desperdicio de energía eléctrica y de recursos de cloro y flúor, sobredimensionamiento y desgaste de equipos, así como una reducción en el horizonte de servicio de los componentes de servicio sujetos a desgaste. Considerando que idealmente estas pérdidas no deberían exceder del 15% o 20%, es imprescindible invertir en medidas correctivas para rebajar ese nivel de pérdidas.

El manejo de las aguas servidas de Pitrufoquén es adecuado en relación con la salvaguardia de las fuentes de captación del agua potable, con la recolección y el transporte que las despacha a la planta de tratamiento distante del área poblada y de la zona de recarga del acuífero fuente, y la disposición final aún más distante, como se aprecia en la Figura 1; se preserva así tanto las fuentes de agua potable como la condición ambiental de la ciudad. Un aspecto importante en términos de planificación urbana es la condición de suministro de agua potable en las aproximadamente 65.7 Hás al poniente de Pitrufoquén, actualmente excluidas del TO concesionado a Aguas Araucanía y del LU vigente, pero perfectamente asimilables a la concesión de manera formal, y dejar así de ser abastecidas como clientes libres según Art 52 bis de la ley sanitaria; la amplia disponibilidad hídrica permite asegurar que, de ser necesario, no habría dificultad técnica ni administrativa en ampliar el servicio público a nuevas urbanizaciones. Este proyecto amplía el Límite Urbano para incluir este sector, posibilitando su regularización.

Figura 4. Esquema del Sistema de Distribución de Agua Potable de Pitrufquén, actual y proyectado.



Fuente: PD Pitrufquén-Aguas Araucanía

Nota: este esquema reducido se presenta como referencia, y el original está a escala completa en el Plan de Desarrollo.

1.3. SERVICIOS RURALES DE AGUA POTABLE (APR) EN LA COMUNA DE PITRUFQUÉN.

Según se informa por la DOH, la comuna cuenta con 10 sistemas de APR activos, los que son administrados por sus respectivos Comités de APR, con el apoyo para gestión de proyectos, asesoría y asistencia técnica de Aguas Araucanía S.A., y el concurso de la DOH/MOP para su desarrollo. De estos 10, Comuy dispone de Área Urbana desde 1969, y tiene interés para este estudio señalar otras localidades con potencialidad para devenir a futuro en centros urbanos, por lo que su evolución se resume en el Cuadro 5, en datos referidos desde 2005 a 2017 reportados por la DOH y complementados por los Comités de APR para la condición actual.

Cuadro 5. Evolución de los Servicio de APR en la Comuna de Pitrufquén.

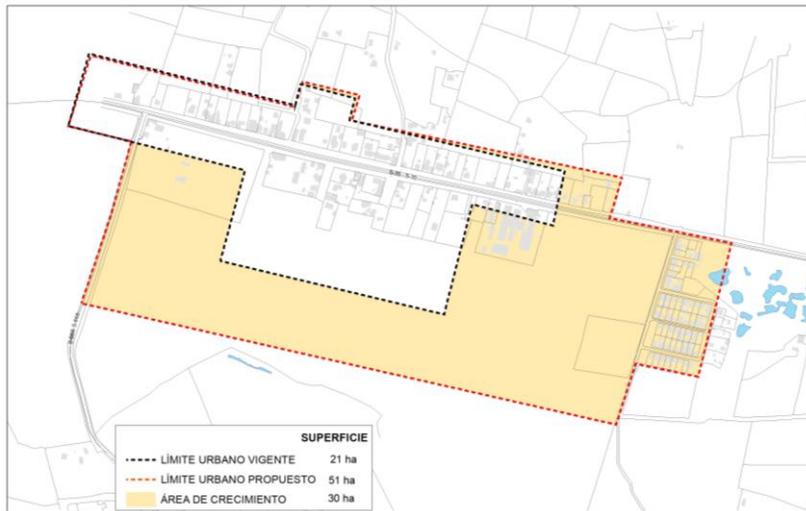
Nombre	Año Puesta Marcha	Población estimada 2005	Nº Arranques 2005	Población estimada 2007	Nº Arranques 2007	Población estimada 2010	Número de Arranques 2010	Población estimada 2017	Número de Arranques 2017
CARILAFQUÉN	1995	390	78	260	52	304	96	462↑	110
COMUY	1980	770	154	770	154	488	154	747↑	178
FAJA MAISAN	1997	240	48	230	46	171	54	298↑	71
LA CASCADA	1999	85	17	90	18	57	18	117↑	28
LOICA-PULÓN	2000	365	73	345	69	244	77	463↑	104
LOS GALPONES	1982	555	111	550	110	418	132	1,341↑	312
MAHUIDANCHE	1992	355	71	360	72	228	72	294↓	70
PURQUINA BAJO	1995	280	56	210	42	178	56	236↓	55
QUINQUE	1997	710	142	705	141	469	148	730↑	174
TILTIL	2000	325	65	340	68	247	78	378↑	90

Fuente: DOH/MOP

Se verifica así un aumento moderado de 991 habitantes en la población servida entre 2005 y 2017, pasando desde 4075 a 5066 habitantes, los que darían cuenta del 61% de la población rural de 8306 habitantes en la comuna según el Censo de 2017; se puede indicar que la expansión de la población tiene un ritmo muy desigual en estas localidades, pues el crecimiento de Los Galpones con 786 habitantes da cuenta del 79% del incremento total en ese período, mientras las demás localidades no pasan del 6%, e incluso el crecimiento es negativo desde 2005 a 2017 en 3 de ellas, Puraquina Bajo, Mahuidanche y Comuy, aunque la tendencia se revierte entre 2010 y 2017. Estas cifras podrán ser revisadas cuando se tengan datos censales definitivos de 2017. La infraestructura física y administrativa de estos servicios de APR se resume en el Cuadro 6 a continuación, y si bien Comuy tiene calidad urbana, se hace notar que el criterio general es que un servicio es apto para devenir en concesión sanitaria cuando se cuenta a lo menos con 500 arranques en servicio. Ha de hacerse notar que el PLADECO de 2014 señala una diversidad de localidades en que se programan suministros adecuados de agua potable en diversas localidades, algunas particularmente afectadas por la reciente sequía: Polul, División Colga, Mune, Chanco, Corte Alto, Huallizada, Chada, Molco, Ñirripil, Santa Amelia, Huefel, Cantarrana, Millahuin, Coipué, Purraquina Alto; podría incluirse algunas de estas localidades en el programa de Servicios

Sanitarios Rurales. Ha de señalarse que si bien Comuy tiene Límite Urbano desde 1969, las figuras 4 y 5 siguientes muestran que su expansión territorial se aprecia fuera de ese LU, su población no crece mayormente desde 2005, y su sistema de agua potable, si bien acorde a las normas de APR, no se ajusta a las exigencias de la ley sanitaria para localidades urbanas concesionadas según la ley sanitaria; esto tiene relación con lo técnico, lo financiero y lo administrativo. En efecto, las disposiciones de la norma de servicio NCh 691 requieren presiones de no menos de 15 m.c.a. en la red de distribución, estanques y redes con capacidad de almacenamiento para combate de incendio adicional a la regulación, redes de 100 mm de diámetro y grifos de incendio; en lo financiero y administrativo se tienen altas exigencias de garantías, obligación de tramitar estudios tarifarios y de planes de desarrollo, que si bien son esenciales para ordenar el funcionamiento empresarial, son de costo no siempre soportable.

Figura 5. Zonificación urbana preexistente y en proyecto de Comuy.



Fuente: este proyecto

Figura 6. Imagen actual de Comuy



Fuente: Google Earth

Cuadro 6. Información básica de los Servicios de APR en la Comuna de Pitrufquén.

COMITÉ	CAUDAL DERECHO DE EXTRACCIÓN L/S	FUENTE	TIPO	EJERCICIO	TITULAR DEL DERECHO	CAUDAL OPERACION AL ACTUAL	CALIDAD FÍSICA QUÍMICA	SISTEMA DE ELEVACIÓN	TIPO DE CAPTACIÓN	ESTANQUE TIPO Y VOLUMEN	LONGITUD Y COMPOSICIÓN REDES DE DISTRIBUCIÓN	N° DE ARRANQUES	POBLACIÓN BENEFICIADA	SOLUCIONES DE ALCANTARILLADO	CONTACTO OPERADOR SISTEMA	FONO
CARILAFQUEN	5,62 LT/S	SUBTERRANEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	COMITE	2,5 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	SONDAJE	SEMI ENTERRADO / 20M3	7000M PVC / 63MM	110	462	NO TIENE	Gonzalo Somoza Nequíran	977126411
COMUY	3,1 LT/S	SUBTERRANEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	ESSAR	2 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	SONDAJE	ELEVADO / 50M3	1800M PVC / 63 Y 90MM	178	747	NO TIENE	Edgardo Llancaman Blanco	973108512
FAJA MAISAN	9,7 LT/S	SUBTERRANEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	COMITE	2 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	SONDAJE	ELEVADO / 20M3	2800M PVC / 63MM	71	298	NO TIENE	Miguel Quiñeñen	977691595
LA CASCADA	N/A	SUPERFICIAL	N/A	N/A	N/A	0,8 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	BOCATOMA	ELEVADO / 15M3	3000M PVC / 63MM	28	117	NO TIENE	Patricio Sepúlveda Roman	983086177
LOCA PULON	4,5 LT/S	SUBTERRANEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	COMITE	1,5 L/S	EXCESO DE HIERRO	ELECTROMECANICO	SONDAJE	ELEVADO / 15M3	4000M PVC / 63, 75 Y 90MM	104	463	NO TIENE	Elias Futalef Truñalán	995224755
LOS GALPONES	5 LT/S	SUBTERRANEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	COMITE	2 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	NORIA/POZO	ELEVADO / 25M3	12000M PVC / 75MM	312	1341	NO TIENE	Venecia Santin C.	452636764 - 953536743
MAHUIDANCHE	14 LT/S	SUPERFICIAL	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	COMITE	2 L/S	PARAMETROS NORMALES	GRAVITACIONAL	MURO O CAMARA DE ACUMULACIÓN	SEMI ENTERRADO / 20M3	5000M PVC / 63MM	70	294	NO TIENE	Erika Barra Carrasco	994528090
PURAQUINO BAJO	N/A	SUPERFICIAL	N/A	N/A	N/A	1 L/S	PARAMETROS NORMALES/ LEVE TURBIEDAD	GRAVITACIONAL	MURO O CAMARA DE ACUMULACIÓN	SEMI ENTERRADO / 10M3	6180M PVC / 63MM	55	236	NO TIENE	Jada Antipichur	996378641
QUINQUE	N/A	SUBTERRANEA	N/A	N/A	N/A	2 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	SONDAJE	ELEVADO / 25M3	25000M PVC / 63MM	174	730	NO TIENE	Pablo Brun Muñoz	998990507
TIL TIL	N/A	SUBTERRANEA	N/A	N/A	N/A	0,9 L/S	PARAMETROS NORMALES	ELECTROMECANICO	SONDAJE	ELEVADO / 25M3	10000 PVC / 63MM	90	378	NO TIENE	Martin Salazar Carvajal	83937892 - 78789667

Fuente: DOH-Araucanía/MOP

1.4. COBERTURAS DE ALCANTARILLADO URBANO Y RURAL

1.4.1. SERVICIO URBANO DE ALCANTARILLADO DE PITRUFQUÉN.

El sistema de alcantarillado de Pitrufrquén se muestra en el esquema detallado en la figura 6 siguiente, que comprende 3 sectores de recolección gravitacionales más un sector menor que requiere elevación mecánica mediante la Planta Elevadora El Salvador, en la etapa de recolección, la que tiene capacidad de elevación de 15 l/s a 11 m.c.a., con descarga hacia uno de los sectores de red gravitacional; se contabilizaban 18076 Uniones Domiciliarias a la fecha del catastro de 2014; la red de recolección estaba conformada por cañerías de 75 a 400 mm de diámetro y comprendía 50.5 km de desarrollo, promediando casi 27 m por UD, lo que representa una muy baja densidad de conexiones. El conjunto de redes de recolección de Pitrufrquén recibe el aporte de un emisario proveniente de la vecina localidad de Freire, señalado en el plano del sistema de alcantarillado pero cuyo caudal no aparece considerado en el PD como agregado explícito a la demanda de servicio de tratamiento y disposición. La capacidad actual de este emisario está dado por la PEAS Freire en 32.5 l/s y se tiene programada su ampliación a 35 l/s en 2023 en el PD de Freire de 2014. El total de aguas servidas ingresa a una planta elevadora PEAS de disposición con capacidad para 134.3 l/s, con descarga a la Planta de Tratamiento Primario que opera con procesos de cribado mediante rejas, desarenado por sedimentación y desgrasado por flotación, más desinfección con cloro y deoloración previa la descarga al río Toltén; tiene la misma capacidad hidráulica de 134.3 l/s y su capacidad de tratar la carga de sólidos suspendidos totales es de 1039 kg SST/día. Dada la relativa disminución de DBO en esta planta queda su descarga apta para entrega al río Toltén, que soporta la carga orgánica aportada gracias a su gran caudal de dilución, debiendo satisfacer su operación los criterios de calidad de la Tabla 2 del DS 90.

Cuadro 7. Composición de la Red de Aguas Servidas de Pitrufrquén.

TIPO MATERIAL:	ASBESTO CEMENTO	PVC	HORMIGÓN	HDPE	TOTAL
LONGITUD (m)	17712	27621	479	4678	50490
% DEL TOTAL	35%	55%	1%	9%	100%

Fuente: PD Pitrufrquén-Aguas Araucanía.

La cobertura detallada en el PD señala un 93.2% en 2014 y una proyección en aumento hasta el 98.3% en 2029; el PD no indica que se tenga redes unitarias e indica que no hay aporte de aguas de lluvia al alcantarillado, pero señala caudales de infiltración desde la napa subterránea superiores a los propios de las aguas servidas, a los que se ha agregado un caudal constante de 4.65 l/s de procedencia en áreas con servicio acogido al Art. 52 bis de la Ley Sanitaria, más 6.14 l/s de aguas originadas en convenios de recepción de descargas de residuos industriales líquidos, RILES; se recalca que no se señala el aporte de las aguas

servidas indicadas procedentes de Freire; la tabla siguiente indica las demandas globales sobre el sistema de alcantarillado.

Cuadro 8. Evolución de la Demanda de Servicio de Alcantarillado en Pitrufrquén

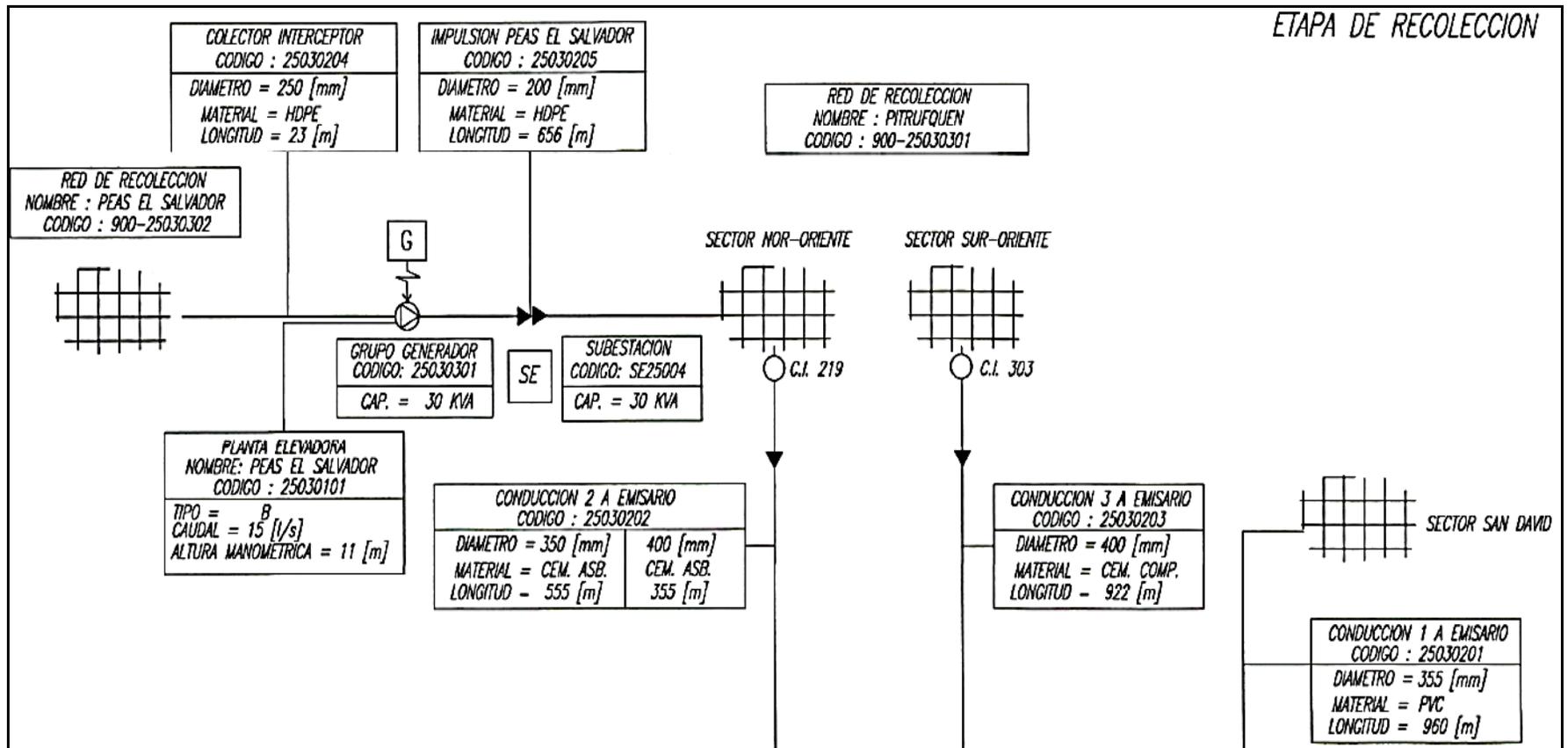
AÑO	COBERTURA	Q MEDIO A.S.	QMH A.S.	Q INFILTR.	Q 52 BIS	Q RILES	Q MEDIO	QMH
	%	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S	L/S
2014	93.2	18.24	55.22	34.88	4.65	6.14	63.91	106.72
2019	94.9	21.2	63.15	36.18	4.65	6.14	68.17	115.76
2024	96.6	23.16	68.2	37.4	4.65	6.14	71.35	121.95
2029	98.3	24.51	71.59	38.78	4.65	6.14	74.08	126.54

Fuente: PD Pitrufrquén-Aguas Araucanía.

Se observa que el efluente que ingresa a la planta de tratamiento preliminar se caracteriza por una baja carga orgánica y una comparativamente alta demanda de capacidad hidráulica, lo que hace apropiada la solución de tratamiento preliminar; esto se refleja en la estadística de cumplimiento de los parámetros de control efectuado por la SISS, que señala que entre enero de 2015 y julio de 2017 se ha tenido falta solamente en dos ocasiones, ambas en enero, para 2015 y 2016. Estos episodios tienen explicación en la insuficiencia detectada en la capacidad de retención de sólidos totales en la planta de solo 1039 kg/día, lo que impulsó un aumento en 500 Kg/día de esa capacidad en 2015, y de 12 l/s programados en 2021 en la planta elevadora que alimenta a la PPTAS, subsanando los déficits previstos.

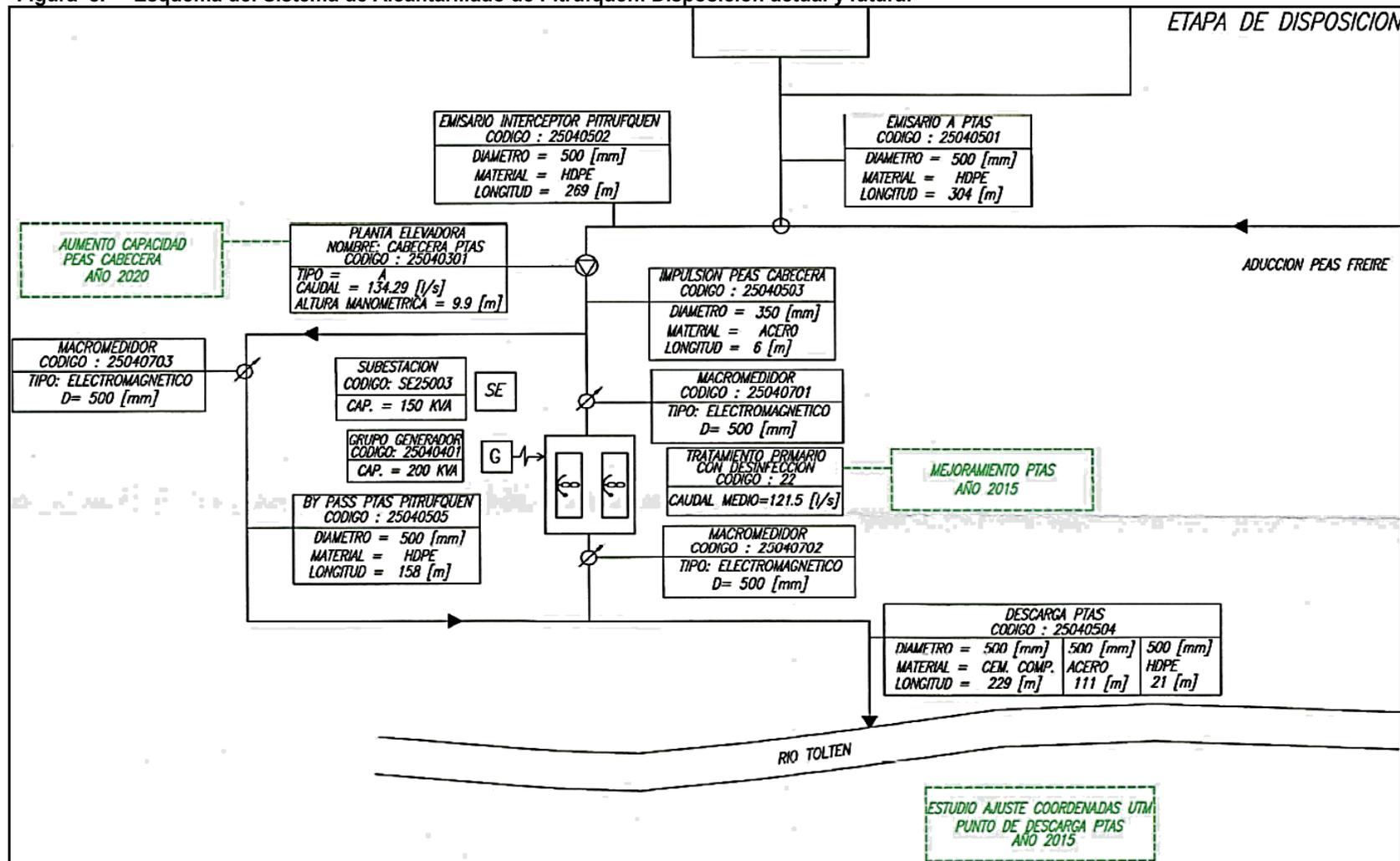
Se puede concluir así que este sistema de alcantarillado sanitario opera en forma razonablemente satisfactoria, resguardando en forma apropiada un entorno sensible, con capacidades marginales disponibles y suficientes para soportar eventuales mayores cargas de servicio provenientes de aumentos de la cobertura espacial o de mayor ocupación de suelo en los terrenos no desarrollados al interior del TO, e incluso posibles avances de ese TO sobre mayores extensiones disponibles en el límite urbano actual y las modificaciones que ha establecido este proyecto. Se ha de mencionar que el sistema tributario de aguas servidas de 32.5 l/s desde Freire incluye en su configuración dos vertederos de tormentas, lo que acota su aporte mayormente a aguas servidas excluyendo aguas pluviales en su mayor parte.

Figura 7. Esquema del Sistema de Alcantarillado de Pitrufquén: Recolección.



Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Araucanía.

Figura 8. Esquema del Sistema de Alcantarillado de Pitrufquén: Disposición actual y futura.



Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Araucanía.

Figura 9. Figura 8 Vista Aérea Planta de Tratamiento Preliminar de Aguas Servidas en Pitrufoquén.



Fuente: GOOGLE EARTH

1.4.2. SERVICIOS RURALES DE ALCANTARILLADO DE PITRUFQUÉN.

Según información al año 2012 de la Dirección de Desarrollo Regional del Ministerio del Interior, y lo reportado a la DOH por los comités de APR, en general la comuna de Pitrufoquén no se registran sistemas comunitarios de alcantarillado en el sector rural, por lo que la disposición de las aguas servidas ha de estar radicada en soluciones individuales. No obstante, información de don Edgardo Llancaman, encargado del APR local en Comuy, indica que se cuenta con servicio de alcantarillado operativo, con aproximadamente 150 uniones domiciliarias conectadas.

1.5. PLANES DE EXPANSIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS

En conformidad con la Ley Sanitaria, los servicios sanitarios urbanos concesionados deben evaluar cada cinco años la evolución de las demandas probables en su Territorio Operacional (TO) y contrastarlas con las capacidades de servicio de su infraestructura en un horizonte de 15 años; en caso de detectarse situaciones deficitarias respecto de los estándares nacionales, ha de planificarse las obras necesarias para sobrellevar las carencias previsibles, y establecer un calendario de ejecución de obras que han entrar en servicio en el primer quinquenio del período de análisis, cuyo cumplimiento es vigilado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Las áreas urbanas no incluidas en el TO escapan a la responsabilidad de los concesionarios de prestación obligatoria de los servicios sanitarios, y en estos casos son los interesados en los nuevos desarrollos urbanos quienes han de abordar la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado, para lo cual se cuenta con las siguientes posibilidades:

- Gestionar la expansión del TO concesionado más próximo, ya sea por iniciativa de la concesionaria correspondiente o de la propia SISS.
- Requerir servicio desde la concesión más próxima mediante el Art 52 bis de la ley sanitaria bajo la modalidad no regulada de la prestación, no aplicable a espacios urbanos.
- Solicitar una nueva concesión sanitaria a la SISS en el área de interés.

- Desarrollar sistemas particulares de agua potable y alcantarillado según las disposiciones de la autoridad de salud regional.

Para las áreas rurales con servicios de APR la expansión queda sujeta a las capacidades físicas y la decisión de la administración local del servicio, la que puede requerir el concurso de la DOH del MOP para eventuales expansiones de la infraestructura necesaria para atender los nuevos territorios o su densificación. En el caso de las localidades rurales, es de importancia destacar la reciente promulgación de la Ley de Servicios Sanitarios Rurales del 14 de febrero de 2017, que crea la Subdirección de Servicios Sanitarios rurales como parte de la DOH, con el objetivo de ordenar y promover tanto lo que actualmente es APR como la inclusión de soluciones de alcantarillado, particularmente en aquellos sistemas de APR en que su crecimiento ha hecho imprescindible contar con soluciones adecuadas para la recolección, tratamiento y disposición de los residuos sanitarios.

1.6. DISPONIBILIDAD HÍDRICA

Los sistemas de agua potable de la comuna de Pitrufrquén, con la excepción de 3 localidades rurales (La Cascada, Mahuidanche y Puraquina Bajo), se surten exclusivamente de las fuentes subterráneas habilitadas en los rellenos locales que son favorables por su buena productividad y con recarga asegurada por el régimen de alta pluviosidad de la zona y amplias hoyas hidrográficas de respaldo. Las aguas tienen origen mixto nival y pluvial para la recarga de los acuíferos y el curso superficial del río Toltén y sus tributarios explotados tanto en Pitrufrquén como en los sistemas de APR, lo que les imparte cierta constancia en caudales a lo largo de años hidrológicamente normales. Así, aun cuando Chile viene experimentando un período con una marcada reducción de precipitaciones líquidas y sólidas que ha redundado en un creciente déficit de disponibilidades de agua, incluso en el sur normalmente lluvioso, la profundidad de los sondajes y los niveles de instalación de bombas les permite operar sin contratiempo ante eventuales descensos de los niveles freáticos. Este fenómeno de sequía bien podría ser circunstancial y recuperarse la normalidad en algún tiempo, o ser de carácter permanente, como sería el caso si se confirma la tendencia de “Cambio Climático” en desarrollo; este cambio tendría su origen en el calentamiento global de la atmósfera y los mares por el desbalance y aumento de gases con efecto invernadero (CO₂, CH₄), con incremento de la cubierta de nubes en zonas tropicales y su avance hacia latitudes sub tropicales, con mayores precipitaciones y liberación de aire cálido y seco que asciende para descender posteriormente sobre las fajas desérticas en torno a los trópicos de Capricornio por el sur y de Cáncer por el norte. En general, se desplazarían así hacia los polos los diferentes ciclos o anillos de circulación de la atmósfera, y en el caso chileno se traduciría en el avance hacia el sur de la desertificación ya comprobable.

En todo caso, es necesario insistir en que los niveles de pérdida de agua potable reportados en el PD de Pitrufrquén son exagerados, y deberían ser reducidos en pro de una mejor eficiencia técnica y económica al mejorar la vida útil de equipos sujetos a desgaste y consumos de energía eléctrica, con beneficio tanto para la población a través de las tarifas y de los operadores.

Es de resaltar el que las aguas servidas de Pitrufrquén sean objeto de tratamiento y con buenos resultados en el control de la SISS, lo que es una garantía de salubridad para personas, masa ganadera, uso recreacional y vida acuática en el Toltén, cultivos sujetos a riego, y un beneficio ambiental altamente valorado en una región agraciada por su

naturaleza. La descarga de las aguas servidas adecuadamente tratadas es ambientalmente insignificante frente a otros aportes contaminantes dispersos no estabilizados provenientes de tierras de cultivo y, principalmente, de ganadería.

1.7. AGUAS LLUVIA.

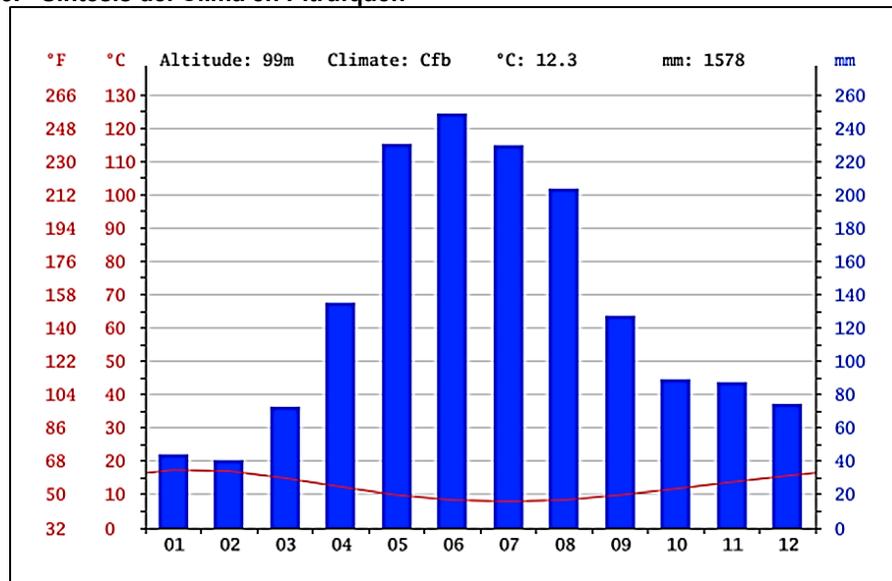
El que Pitrufquén cuente con menos de 50000 habitantes incidió en su exclusión del programa de Planes Maestros de Aguas Lluvia del MOP, y por tanto se carece de antecedentes institucionales para su diagnóstico.

El clima local en Pitrufquén es marcadamente lluvioso, con precipitaciones medias anuales de 1578 mm, como se muestra en la figura 7, y con mínima de 40 mm en febrero y máxima de 248 mm en junio. La máxima precipitación en 24 horas desde 2010 a 2016 se registró en junio de 2010, con 111.3 mm. Si bien el sur de Chile experimentó recientemente una marcada sequía, las precipitaciones anuales en la estación del Fundo La Torcaza, 16.4 km al nor este de Pitrufquén, indicó no menos de 1100 mm/año en ese período.

Puede entenderse que este clima lluvioso ha condicionado el desarrollo urbano de Pitrufquén desde sus inicios a fines del siglo diecinueve, y aunque no se aprecian sumideros de aguas lluvia en las calles principales, el relieve natural con pendiente hacia el cauce del río Toltén y el reticulado de sus calles que siguen esa pendiente natural en sentido sur-norte y oriente-poniente han facilitado el escurrimiento de la escorrentía superficial. Debe hacerse presente que esta escorrentía de origen urbano es fuente apreciable de contaminación del río Toltén, especialmente en los primeros minutos de una tormenta.

El hecho de que el PD excluye aportes de aguas lluvia a las redes de alcantarillado sanitario es indicador de que no hay problemas importantes por la carencia de redes de aguas pluviales en la localidad.

Figura 10. Síntesis del Clima en Pitrufquén



Fuente: Climate-Data.Org.

2. FACTIBILIDAD TECNICA DE LOS SERVICIOS SANITARIOS EN LA COMUNA.

2.1. SERVICIOS SANITARIOS URBANOS CONCESIONADOS DE PITRUFQUÉN.

La figura 1 de este informe detalla la relación entre el área bajo concesión sanitaria con una extensión de 377.3 Hás; en virtud de la ley sanitaria, el concesionario se obliga a prestar los servicios sanitarios de agua potable y alcantarillado a quien lo solicite en todo sector al interior de esa área, en conformidad a las normas de calidad de servicio que establecen las normas nacionales respectivas. Para asegurar esa calidad, el concesionario tiene la obligación de estimar una proyección de población y sus demandas de infraestructura de agua y alcantarillado cada 5 años y en un horizonte de 15 años; seguidamente ha de confrontar año a año las capacidades de oferta de servicio en su infraestructura disponible, y establecer las oportunidades en que eventualmente se acusen déficit en algún componente. Corresponderá a continuación establecer un calendario de ejecución de obras que permitan subsanar esos déficits durante los quince años, y comprometer la ejecución de las requeridas en el primer quinquenio. Todo este proceso conforma el Plan de Desarrollo que se revisa cada cinco años, y es controlado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS, tanto en su elaboración como en el cumplimiento de la materialización de las obras y el cumplimiento de los estándares de servicio.

La concesionaria obtiene como contraprestación a sus obligaciones el cobro de las tarifas de servicio que ha de acordar quinquenalmente con la SISS, y la facultad de recibir aportes para la materialización de obras que impliquen incrementos de capacidad en algunos componentes para servir a nuevos clientes, los que pueden reembolsables según su naturaleza.

En caso de incumplimientos, la SISS puede sancionar al concesionario con diversas medidas, incluyendo multas pecuniarias, y en casos graves se puede llegar a la caducidad de la concesión y ejecución de las garantías monetarias establecidas al momento de establecerse dicha concesión. Ocurrida la caducidad, la SISS ha de licitar y asignar la concesión a un nuevo ente aplicando los mecanismos que la ley sanitaria tiene establecidos.

De lo expuesto se desprende que en el Territorio Operacional concesionado el Estado impone la continuidad efectiva de la prestación de los servicios sanitarios en períodos quinquenales sucesivos, lo que representa una garantía de plena factibilidad de esta prestación en el tiempo.

2.1.1. EFECTO DE LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PROYECTO EN EL ÁREA CONCESIONADA.

Este proyecto amplía el área urbana de la ciudad de Pitrufquén desde 626.10 Hás a un total de 1087.69 Hás, y, descontando 183.49 Hás de los espacios públicos no zonificados, se dispone de 826.39 Hás en que se aplica la planificación urbana. EL Territorio Operacional comprende solo el 34.7% del total del LU, y 41.7% de las superficies planificadas. En consecuencia la factibilidad de servicio respaldada por la ley sanitaria solo aplica parcialmente a la población total. Se compara la tendencia de aumento de la población

servida en el TO a partir de lo asumido en proyección hecha por la concesionaria entre 2014 y 2029 respecto de lo que establecen las tendencias derivables de los datos censales desde 1982 a 2017, T y se analiza ambas tendencias con la estimación de este proyecto respecto de la cabida esperable a 30 años (2048) de la población admisible a partir de las densidades máximas establecidas en cada zona de uso habitacional y sus grados de ocupación probables a esa fecha; la tabla a continuación muestra esta información.

Cuadro 9. Evolución de la Demanda de Servicio de Alcantarillado en Pitrufquén

DATOS CENSALES INE					POBLACIÓN SEGÚN PD				
	AÑO	CIUDAD	COMUNA	%		P. SERVIDA TO	52 BIS	TOTAL PD	% CIUDAD
CENSOS	1982	9437			PD 2014-2029				
	1992	10491	20026	52%					
	2002	13420	21302						
	2012	15237	22578	67%					
	2017	16531	24837	67%		9570	3610	13180	80%
PROYECCION LINEAL	2022	16584	27096	61%	PROYECCION N LINEAL	10321	3540	13861	84%
	2027	17632	29355	60%		10825	3540	14365	81%
	2032	18680	31614	59%		11099	3584	14683	79%
	2037	19727	33873	58%		11132	3724	14856	75%
	2042	20775	36132	57%		10928	3940	14869	72%
	2047	21822	38391	57%		10487	4234	14720	67%
	2048	22032	38843	56%		10370	4301	14671	67%

Fuente: INE- Plan de Desarrollo Aguas Araucanía.

Cuadro 10. Estimación de máxima ocupación en zonas planificadas por PRC Pitrufquén.

Zona	Denominación	Densidad máxima	Superficie zona (ha)	Capacidad máx bruta(hab)	% suelo uso vivienda	Cabida máxima factible (hab)	% probable consolidado	Capacidad probable 30 años (hab/zona)
ZCC	ZONA CENTRO COMERCIAL	200	27.3	5460	60%	3276	40%	1311
ZEE	ZONA EQUIPAMIENTO	100	50.29	5029	30%	1509	60%	906
ZM1	ZONA MIXTA 1	320	116.4	37248	75%	27936	55%	15365
ZM2	ZONA MIXTA 2	1200	266	319200	90%	287280	75%	215460
ZM3	ZONA MIXTA 3 CON INCENTIVO	800	38.7	30960	90%	27864	75%	20898
ZTU	ZONA TURÍSTICA	100	18.7	1870	30%	561	60%	337
ZCH	ZONA de CONSERVACIÓN HISTÓRICA	200	2.3	460	30%	138	70%	97
	SUMAS		469.4	76317		60062		38222

Fuente: este proyecto.

El análisis de las tablas expuestas señala que el actual concesionario hace una proyección con escaso crecimiento en el TO, el que se acompañaría con crecimientos significativos en los servicios acogidos al art. 52bis; en su conjunto este crecimiento reflejaría una disminución progresiva respecto de lo que se puede estimar de los datos censales para la ciudad. La extrapolación de tendencias hasta 2048 permite asumir que el actual TO albergaría a unos 14700 habitantes ese año. La ciudad en su conjunto bordearía los 22000 habitantes, que ocuparían alrededor de 58% del espacio habitable, y será esperable un desarrollo poblacional importante de localidades en el espacio rural.

2.1.2. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.

En el supuesto de que el actual TO se mantuviese hasta 2048, y que la dotación de consumo sea de 220 l/hab/día, el factor de día de máximo consumo se conserve en 1.38 del PD, y que las pérdidas entre producción y facturación mejoren a un 20%, la demanda de producción de 12000 habitantes adicionales sobre las fuentes sería de $12000 \times 220 \times 1.38 / (100\% - 20\%) / 86400 = 68.75$ l/s continuos y 92 l/s si se limita la operación de bombeo a 18 horas por día, inferior a los 157 l/s hoy disponibles. Se desprende que, mediante una operación eficiente y el cumplimiento de la ley sanitaria, no habría dificultad en tener asegurada la provisión de agua potable en este largo plazo, y por tanto la factibilidad técnica respetiva.

Se ha asumido a partir de los datos censales que en 2048 la población total de Pitrufrquén sería de unos 22000 habitantes, de los cuales 12000 podrán estar radicados en el TO concesionado.

Se presentaría así la necesidad de proveer suministro a unos 10000 habitantes en áreas exteriores a ese TO, los que podrán ubicarse discrecionalmente en las 710.39 Hás exteriores al TO y que habilita este estudio de PRC para uso residencial, y radicados esencialmente en la Zona Mixta 2 al sur y sur poniente, e incluso en las 18.7 Hás de la Zona Turística asociada al río. El emplazamiento de estas nuevas demandas en el sector poniente la ciudad indica que los 58 a 60 l/s de demanda podrán obtenerse en forma expedita de nuevas captaciones subterráneas y estanques en sus inmediaciones, evitando portear caudales a través del centro de la ciudad. Este esquema podrá ser abordado por quienes tengan interés en desarrollar una nueva concesión distinta de la que detenta Aguas Araucanía, aunque no se puede destacar el eventual interés de esa empresa en complementar su actual TO. Regirán en todo caso las disposiciones de la normativa legal ya indicadas en puntos precedentes aplicables a la formalización de nuevos servicios. Se puede establecer que se tiene plenas condiciones técnicas y administrativas para ello, confirmando que no hay obstáculos para su consecución y es por tanto técnicamente factible.

2.1.3. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO.

El PQ estima que en 2029, con 10985 habitantes conectados al alcantarillado, se producirá un caudal medio de aguas servidas de 74.08 l/s, por lo que con 12000 habitantes más en el largo plazo se podrá tener un caudal del orden de 148 l/s. El mejoramiento hecho en 2016 en la planta de tratamiento llevó su capacidad a 174.6 l/s, lo que implica que se dispone de margen para tratar adecuadamente los desagües del TO más los provenientes de convenios de tratamiento de RILES y Art. 52 bis, y los aportes provenientes desde Freire, en el caso de que esta solución combinada se mantenga en el tiempo. La factibilidad técnica contar con factibilidad de alcantarillado en el TO resulta así confirmada.

En lo que respecta a los sectores excluidos del TO, y dada la disposición de que las áreas de recolección han de ser coincidentes con las de distribución de agua potable, se desprende que la solución de agua potable habrá de ser asociada y conjunta con la de alcantarillado.

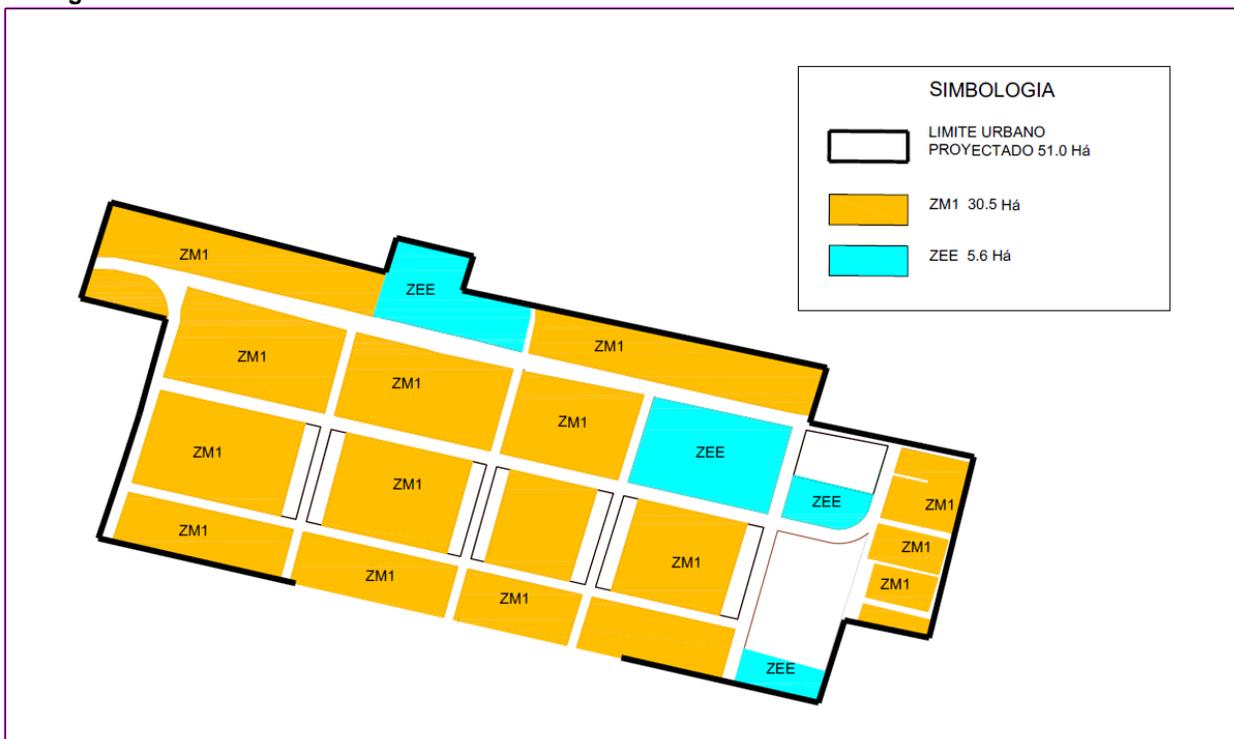
La ubicación de estas nuevas áreas de servicio al sur poniente de la ciudad y con menores cotas de terreno que el TO existente hace aconsejables contar con redes y sistema de tratamiento independientes de lo actual, lo que posibilita soluciones gravitacionales, sin necesidad de elevación mecánica, y despejaría el compromiso de recepción de las descargas de aguas servidas desde Freire. La definición de este esquema no es competencia de este PRC (ORD MINVU 617 de 12 de octubre de 2010), pero queda de manifiesto que no se aprecia dificultad técnica en su factibilidad de consecución.

2.2. SERVICIO SANITARIO RURAL DE COMUY.

En síntesis, la localidad ha mostrado un prolongado estancamiento de su población en torno a 747 habitantes servidos por la red de agua potable con 1800 m de desarrollo, que tiene 178 arranques conectados; se complementa con aproximadamente 140 UD de alcantarillado, con sistema de tratamiento y descarga al río Comuy

2.2.1. EFECTO DE LA PLANIFICACIÓN URBANA DE PROYECTO EN EL AREA RURAL

Figura 11. Zonificación con uso habitacional.



Fuente: este proyecto.

Replicando los criterios de ocupación técnica máxima más probable a 30 años, se obtiene una disponibilidad de ocupación hacia 2048 de 4763 habitantes en los terrenos asignados para uso en vivienda; se dispone así de suelo para acoger hasta un 600% de la población actual.

Cuadro 11. Estimación de máxima ocupación en zona planificada ZM1 en Comuy.

Zona	Denominación	Densidad máxima	Superficie zona (ha)	Capacidad máx bruta(hab)	% suelo uso vivienda	Cabida máxima factible (hab)	% probable consolidado	Capacidad probable 30 años (hab/zona)
ZEE	ZONA EQUIPAMIENTO	100	5.67	567	30%	171	60%	103
ZM1	ZONA MIXTA 1	320	30.49	11296	75%	8472	55%	4660

Fuente: elaboración propia

2.2.2. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE.

El servicio de APR dispone de un sondaje con capacidad de 3.1 l/s, y derechos de extracción asignados por resolución 244 del 22 de agosto de 2017, y una capacidad de bombeo de 2 l/s; el estanque elevado es de 50 m³ de capacidad, emplazado en el extremo oriental del pueblo. La capacidad de producción actual de 2 l/s, operando 18 horas diarias, y asumiendo una dotación de consumo de 150 l/Hab/día, permite abastecer a 864 habitantes y con una demanda de volumen de estanque de 19.4 m³, lo que se confirma por la administración del APR que señala esta suficiencia, aunque precave sobre iniciativas en marcha para nuevas viviendas que requerirán extensión de la red hacia el extremo oriente de la localidad. En la eventualidad de que se presenten estos nuevos proyectos y mayores demandas de servicio, podrá aumentarse la capacidad de producción a los 3.1 l/s de derechos disponibles, lo que permitiría abastecer a unos 1340 habitantes y demandando solo 30 m³ de capacidad de estanque. Dada la baja tasa de crecimiento verificada hasta hoy, estas capacidades podrán sostener las demandas por largo plazo, sin dificultades técnicas para ello, y asegurando la respectiva factibilidad de servicio.

Puede señalarse que incluso para una cabida teórica máxima de ocupación concebible de 4660 habitantes, sería suficiente contar con 11 l/s de derechos y capacidad de extracción desde sondajes, y aumentar en 75 m³ la capacidad de regulación en estanques. Por cierto, esto es plenamente factible.

2.2.3. FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO.

El hecho de que la localidad ya cuenta con red de recolección y sistema de tratamiento que, se informa, opera en forma satisfactoria, con cierta carencia de cobertura de conexiones UD respecto de las de agua potable, confirma la factibilidad de contar con este servicio.

Para abordar los eventuales aumentos de cobertura actual, y para dar servicio a los proyectos habitacionales que a corto o mediano plazo se emplazarían en el extremo oriente, podrá ser necesario reforzar el sistema con extensiones de red y muy probablemente incrementar la capacidad de tratamiento disponible.

Para la eventual ocupación a largo plazo de los terrenos que se propone incorporar como ZM1 avanzando hacia el sur del poblado, el relieve local muestra lomajes y depresiones que requerirán un estudio prolijo para lograr soluciones de escurrimiento gravitacional, y podría

eventualmente ser necesario contar con elevación mecánica en sectores puntuales; esto no obsta para tener técnicamente asegurada la factibilidad de estas soluciones.

A mayor abundamiento, ha de considerarse que una vez que esté operativo el Reglamento de la Ley 20998 de Servicios Sanitarios Rurales podrá tenerse el soporte de la DOH para lograr los estándares de saneamiento modernos.

2.2.4. OPCIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS URBANOS CONCESIONADOS EN COMUY.

El análisis de esta opción debe considerar que la práctica considera que para que un servicio sanitario sea parte de una concesión sanitaria debería contar a lo menos con 500 arranques. Esta consideración se basa en que la normativa de servicios urbanos tiene estándares de mayor exigencia, que en el caso de agua potable requieren mayor seguridad hidrológica en las fuentes, con sondaje de respaldo, estanques de regulación y redes con capacidad para combatir incendios, y presiones de servicio más elevadas que implican diámetros de cañerías sobre 75 mm, y de 100 mm para servicio de grifos de incendio.

Puede concluirse que Comuy podrá mantener ventajosamente su condición actual, toda vez que su administración podrá contar a futuro con el concurso de la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la DOH.



Fernando Hidalgo T.
Ingeniero Civil U de Chile