



**ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE LOS MUERMOS**

---

**PLAN REGULADOR COMUNAL DE LOS MUERMOS  
REGIÓN DE LOS LAGOS**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA  
DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS**

JULIO, 2013

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS.....</b>	<b>2</b>
<b>1. LOCALIDAD DE LOS MUERMOS .....</b>	<b>2</b>
1.1 Introducción.....	2
1.2 Servicio de Agua Potable .....	3
1.3 Sistema de Alcantarillado de Aguas Servidas.....	3
1.4 Población Futura .....	4
1.5 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas .....	5
1.6 Requerimientos para la Dotación de Servicios .....	5
1.7 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura.....	6
1.8 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas .....	10
1.9 Estimación de Infraestructura Requerida .....	11
1.9.1 Sistema de Agua Potable.....	11
1.9.2 Sistema de Aguas Servidas .....	12
<b>2. LOCALIDADES DE CAÑITAS Y RIO FRIO .....</b>	<b>14</b>
2.1 Introducción.....	14
2.2 Servicio de Agua Potable .....	15
2.3 Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas .....	15
2.4 Diagnóstico de la Situación Actual.....	15
2.5 Población Futura .....	15
2.6 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas .....	16
2.7 Requerimientos para la Dotación de Servicios .....	17
2.8 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura.....	17
2.9 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas.....	22
2.10 Estimación de Infraestructura Requerida.....	24
2.10.1 Sistema de Agua Potable.....	24
2.10.2 Sistema de Aguas Servidas .....	24
2.11 Estimación de Costos .....	25
<b>INFORME DE APROBACIÓN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS POR LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS .....</b>	<b>29</b>

## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS

### 1. LOCALIDAD DE LOS MUERMOS

#### 1.1 Introducción

El objetivo de esta actividad tiene por finalidad analizar la factibilidad de ampliación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en la localidad de Los Muermos, comuna de Los Muermos, provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos.

Es sabido que las restricciones técnicas al crecimiento urbano (densificación) provienen principalmente de la existencia o no de redes de infraestructura y del soporte de éstas a nuevas demandas, de las posibilidades de dotación de mayores recursos, tanto para las áreas consolidadas como para las urbanizables.

La Comuna de Los Muermos ha quedado íntegramente en el área de concesión de: producción y distribución de agua potable, recolección y disposición de aguas servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. (ESSAL). Lo anterior significa que es responsabilidad de esa empresa, otorgar los servicios e incorporar la planificación de las inversiones y efectuar las obras para acoger las mayores demandas.

El presente estudio tiene dos objetivos principales:

- Establecer la información técnica básica relativa al sistema de agua potable y al sistema de alcantarillado, cuyo propietario es ESSAL. Se refiere esencialmente al establecimiento de una base para el área actual de prestación de servicios de esta Empresa.
- Formulación de iniciativas de proyectos que prevea la satisfacción de las necesidades de estos servicios en el territorio operacional correspondiente al área de concesión urbana presente y futura de la Comuna de Los Muermos.

Para cumplir los objetivos señalados ha sido necesario cuantificar las necesidades a lo largo del período definido, estimando el desarrollo urbano, la evolución del uso del suelo, el crecimiento demográfico y las políticas o planes de desarrollo de ESSAL y de la I. Municipalidad de Los Muermos.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y las necesidades actuales y futuras establecidas, se formulan proposiciones para satisfacerlas, las que incluyen la definición de las características técnicas de las obras principales necesarias que comprenden:

#### **Sistema de Abastecimiento de Agua Potable**

- Aumento de la capacidad de regulación atendiendo los planteamientos de agua potable, construyendo nuevas fuentes de captación o mejorando las existentes, si fuese necesario.
- Refuerzos y extensiones de la red de agua potable.

#### **Sistema de Alcantarillado de Aguas Servidas**

- Extensión de la red de colectores para incorporar sectores sin servicio de alcantarillado.
- Mejoramiento del sistema de tratamiento existente.

## 1.2 Servicio de Agua Potable

La prestación de servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de la localidad de Los Muermos corresponde a la Empresa Sanitaria ESSAL. El servicio de agua potable de Los Muermos data aproximadamente del año 1963.

El abastecimiento de agua potable de la localidad se realiza a través de tres sondajes desde donde se bombea el agua captada hacia dos estanques semienterrados de regulación, uno de V= 200 m<sup>3</sup> que abastece a la red de alta y a otro de V=300 m<sup>3</sup>, que sirve a la red de baja. Ambos estanques están ubicados en la misma planta de captación.

El rendimiento de los tres pozos es de 44 l/s y no existe déficit, de acuerdo al balance oferta-demanda correspondiente al Plan de Desarrollo de Los Muermos, de ESSAL.

Las aguas captadas en los pozos tienen como único tratamiento la cloración antes ingresar a los estanques. La cloración se realiza por inyección de gas cloro.

Los sondajes han funcionado en buenas condiciones y no existen antecedentes durante el periodo de uso que evidencien una disminución de caudal, u otro signo que indiquen algún grado de deficiencia en los pozos.

De acuerdo a los antecedentes obtenidos en las publicaciones de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), la cobertura del servicio de agua potable a la población referida al año 2011 es la que se entrega en el cuadro siguiente:

**CUADRO N° 1-1: Cobertura de los servicios de agua potable de la Ciudad de Los Muermos año 2011**

Clientes residenciales de agua potable	Inmuebles residenciales no conectados a la red de agua potable			Total de inmuebles residenciales AP	Población urbana estimada	Población urbana abastecida AP	Cobertura de agua potable
	Frente red	No frente red	Total				
1.590	1	0	1	1.591	7.460	7.455	99,9%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

## 1.3 Sistema de Alcantarillado de Aguas Servidas

Hasta 1994 la localidad de Los Muermos no disponía de red de alcantarillado y sus habitantes solucionaban sus problemas sanitarios en base a sistemas particulares.

A fines de 1994 ESSAL concluye las obras de distribución y planta de tratamiento de las aguas servidas, puesta en funcionamiento en diciembre de ese mismo año. En el año 2002 se transforman las lagunas de estabilización en una planta de Lodos Activados.

La red de recolección de aguas servidas está constituida por dos colectores principales I y II y los respectivos laterales afluentes, todos ellos aportando al emisario gravitacional que conecta con la planta de tratamiento.-

Las aguas servidas son conducidas por una tubería (emisario) hacia la Planta de Tratamiento. La descarga final del efluente tratado del sistema es al estero S/n, el que conduce las aguas al río Naranjo, que a su vez es afluente del río Oyarzo, el que desemboca en el río Maullín y al mar.

**CUADRO N° 1-2: Cobertura de los servicios de alcantarillado de la Ciudad de Los Muermos año 2011**

Clientes residenciales de alcantarillado	Inmuebles residenciales no conectados a la red de alcantarillado			Total de inmuebles residenciales	Población urbana estimada	Población urbana saneada ALC	Cobertura de alcantarillado
	Frente colector	No frente colector	Total				
1.320	74	197	271	1.591	7.460	6.189	83,0%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

#### 1.4 Población Futura

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación, deben cotejar la información de población residente en las distintas zonas tributarias de los sistemas, con las proyecciones de expansión esperadas. En este contexto interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

Se ha propuesto un escenario conservador de crecimiento de la localidad, por lo que se considera como población máxima esperada la población propuesta en las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador. Se indica la proyección de población según el escenario tendencial escogido por períodos determinado por este estudio.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación total de las superficies disponibles.

**CUADRO N° 1-3: Proyecciones de Población y Viviendas Principales Año 2012 al 2042, Localidad de Los Muermos**

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2012	7940	2435	3.26
2013	8178	2532	3.23
2014	8424	2634	3.20
2015	8676	2739	3.17
2016	8937	2849	3.14
2017	9205	2963	3.11
2018	9481	3081	3.08
2019	9765	3204	3.05
2020	10058	3332	3.02
2021	10360	3466	2.99
2022	10671	3604	2.96
2023	10991	3748	2.93
2024	11321	3898	2.90
2025	11660	4054	2.88
2026	12010	4216	2.85
2027	12371	4385	2.82
2028	12742	4560	2.79
2029	13124	4743	2.77
2030	13518	4932	2.74
2031	13923	5130	2.71
2032	14341	5335	2.69
2033	14771	5548	2.66

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2034	15214	5770	2.64
2035	15671	6001	2.61
2036	16141	6241	2.59
2037	16625	6491	2.56
2038	17124	6750	2.54
2039	17638	7020	2.51
2040	18167	7301	2.49
2041	18712	7593	2.46
2042	19272	7898	2.44
Fuente: Censos 1992 - 2002, INE. Cálculos Propios			

La población de la ciudad de Los Muermos alcanza los 19.272 habitantes en el horizonte de previsión del Proyecto de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado.

### 1.5 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas

Los estudios de factibilidad de agua potable y alcantarillado de aguas servidas son uno de los componentes técnicos a evaluar dentro del proyecto del Plan regulador. Su objetivo principal se basa en el análisis de la situación actual y su proyección respecto a las proposiciones que entregue el Plan Regulador. En una primera etapa se ha abordado la tarea de requerir de las empresas de servicios existentes la información referente a los antecedentes actualizados de los sistemas en operación del área comprendida en el estudio. En la segunda etapa se consulta oficialmente la factibilidad de dotación de Servicios Básicos en función de las densidades habitacionales y poblacionales proyectadas en el Plan Regulador, considerando la situación definida.

### 1.6 Requerimientos para la Dotación de Servicios

#### Cálculo de caudales de agua potable

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 30 años, (rango de validez del PRC), se estimarán los consumos, gastos medios y gastos máximos en el año de inicio del estudio, 2012, para luego proyectarlos.

#### Determinación de la dotación de consumo situación base

Para la estimación de las dotaciones actuales de agua potable, se aplicará la metodología y supuestos que se indican a continuación. Al no contar con antecedentes históricos en lo relativo a facturaciones, que permitan caracterizar la localidad se utilizarán valores conservadores para localidades de características similares en lo relativo al grado de urbanización, características de desarrollo y su potencial.

Con respecto a las pérdidas, se cuenta con antecedentes relativos a las pérdidas del sistema entregados por ESSAL en su Plan de Desarrollo vigente, por lo que se utilizará un nivel de 40% a partir del año 2012 (según datos de ESSAL) hasta el 2025, estabilizándose en 30% hasta el año 2042, según las proyecciones del presente estudio.

En el Cuadro N° 1-4 se presentan antecedentes relativos a la proposición de dotación en el año 2012, para la localidad, de acuerdo a las estimaciones de ESSAL.

**CUADRO N° 1-4: Dotaciones de consumo del sistema año 2012**

AÑO	Población Plan Desarrollo (hab)	Densidad (hab/viv)	N° arranques Promedio	Dotación (l/hab/día)	Nivel de pérdidas Adoptado (%)
2012	6.144	3,32	1.849	123,54	40

Fuente: Plan de Desarrollo 2010 ESSAL S.A

## 1.7 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura

### Dotaciones Futuras Adoptadas

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuarán, considerando los efectos combinados de las políticas tarifarias, el nivel de ingreso de los usuarios, calidad del agua, mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos de la situación base de proyección, los valores presentados en el Cuadro N° 1-3. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados y, tomando como dotación base para el año 2012 de 120 l/hab/día para cada caso, se obtiene el Cuadro N° 1-5 en el que se señala, para cada año, el consumo por habitante esperado

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo, en la situación con proyecto, de 120 l/hab/día en el año 2042.

La dotación a nivel de producción se calcula de la siguiente manera:

Dotación de Producción = Dotación de Consumo / (1 - %Pérdidas).

**CUADRO N° 1-5: Dotaciones y nivel de pérdidas esperadas (l/hab/día)**

AÑO	PROYECCIONES		
	NIVEL DE PERDIDAS (%)	SITUACIÓN CON PROYECTO	
		DOTACIÓN DE CONSUMO (l/hab/día)	DOTACION DE PRODUCCION (l/hab/día)
2012	40.0	120	200
2013	40.0	120	200
2014	40.0	120	200
2015	40.0	120	200
2016	40.0	120	200
2017	40.0	120	200
2018	40.0	120	200
2019	40.0	120	200
2020	40.0	120	200
2021	40.0	120	200
2022	40.0	120	200
2023	40.0	120	200
2024	40.0	120	200
2025	40.0	120	200
2026	30.0	120	171
2027	30.0	120	171
2028	30.0	120	171
2029	30.0	120	171

AÑO	PROYECCIONES		
	NIVEL DE PERDIDAS (%)	SITUACIÓN CON PROYECTO	
		DOTACIÓN DE CONSUMO (l/hab/día)	DOTACION DE PRODUCCION (l/hab/día)
2030	30.0	120	171
2031	30.0	120	171
2032	30.0	120	171
2033	30.0	120	171
2034	30.0	120	171
2035	30.0	120	171
2036	30.0	120	171
2037	30.0	120	171
2038	30.0	120	171
2039	30.0	120	171
2040	30.0	120	171
2041	30.0	120	171
2042	30.0	120	171

Fuente: Elaboración propia

Coefficientes de gastos máximo diario y horario

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,27, según datos de ESSAL. La situación para el año 2012, para el caudal medio de agua potable será:

- **Gasto medio:**

$$Q_{med} AP = \frac{Pobl * Dot * C}{86400} (l / s)$$

donde:

- Pobl : Población
- Dot : Dotación de consumo (l/hab/día)
- Dotación de producción : Dot/(1-% pérdidas)
- C : Cobertura en %

- **Gasto máximo diario:**

$$Q_{max} Diario = 1.27 * Q_{med} AP (l / s)$$

- **Gasto máximo horario:**

$$Q_{max} Horario = 1.5 * Q_{max} Diario$$

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura. Se considera una población al año 2042 de 19.272 hab.



Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2042, de 120 l/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 171 l/hab/día, estabilizando el nivel de pérdida en un 30 %, a partir del año 2026.

Es de hacer notar que las pérdidas actuales del sistema son elevadas, no obstante lo anterior se estima, para los efectos de este plan regulador, un porcentaje más real al producirse el cambio de tuberías antiguas y controlar los empotramientos clandestinos.

Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos

Se analizará a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Los Muermos y se estimarán los costos de los servicios sanitarios, considerando la normativa que regula los sistemas concesionados. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio. Los requerimientos consideran la ampliación del territorio operacional propuesto.

Al no contar con antecedentes que permitan definir la necesidad en lo relativo al porcentaje de regulación requerido y teniendo en consideración que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil, se adoptará un valor conservador entre un 15% - 20 % del consumo máximo diario, más un grifo funcionando durante dos horas.

Es así como, al no contar con antecedentes de las fluctuaciones horarias, en el día de máximo consumo, se adopta como volumen de regulación el 15% del consumo máximo diario.

Además la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener una capacidad suficiente para mantener una reserva en caso de emergencias. Por lo tanto y debido a baja ocurrencia de un corte en la alimentación simultánea con los supuestos incendio, se estima un volumen de reserva equivalente al 10% del caudal máx. diario. Finalmente, se adopta como volumen de regulación el 15% Q. máx. diario, más el máximo valor entre el volumen de incendio y el volumen de reserva. El volumen de incendio se determina de acuerdo con la demanda y duración del siniestro (Norma NCH 691). Para los efectos de cálculo, debe considerarse a lo menos 2 h de siniestro, con un caudal de 16 l/s en cada grifo de 100 mm de diámetro, según NCh 1646, y el número de grifos en uso simultáneo que indica el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 1-6: Número de Grifos de Incendio en Uso Simultáneo**

<b>Área servida, población en miles de habitantes</b>	<b>Número de grifos en uso simultáneo</b>	<b>Volumen de incendio, mínimo en m3</b>
Hasta 6	1	115
> 6 – 25	2	230
> 25 – 60	3	346
> 60 – 150	5	576
> 150	6	690

CUADRO N° 1-7: Proyección de caudales de agua potable

AÑO	POBLACION			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas %	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de producción (l/s)			Volumen de regulación (m3)			
	Total	Cobertura %	Población Abastecida				Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Consumo	Incendio	Reserva	Total
2013	8178	100	8178	120	40.0	200	18.93	24.04	36.06	312	230	208	519
2014	8424	100	8424	120	40.0	200	19.50	24.76	37.15	321	230	214	535
2015	8676	100	8676	120	40.0	200	20.08	25.51	38.26	331	230	220	551
2016	8937	100	8937	120	40.0	200	20.69	26.27	39.41	340	230	227	567
2017	9205	100	9205	120	40.0	200	21.31	27.06	40.59	351	230	234	584
2018	9481	100	9481	120	40.0	200	21.95	27.87	41.81	361	230	241	602
2019	9765	100	9765	120	40.0	200	22.60	28.71	43.06	372	230	248	620
2020	10058	100	10058	120	40.0	200	23.28	29.57	44.35	383	230	255	639
2021	10360	100	10360	120	40.0	200	23.98	30.46	45.68	395	230	263	658
2022	10671	100	10671	120	40.0	200	24.70	31.37	47.06	407	230	271	678
2023	10991	100	10991	120	40.0	200	25.44	32.31	48.47	419	230	279	698
2024	11321	100	11321	120	40.0	200	26.21	33.28	49.92	431	230	288	719
2025	11660	100	11660	120	40.0	200	26.99	34.28	51.42	444	230	296	740
2026	12010	100	12010	120	30.0	171	23.83	30.26	45.40	392	230	261	654
2027	12371	100	12371	120	30.0	171	24.54	31.17	46.76	404	230	269	673
2028	12742	100	12742	120	30.0	171	25.28	32.11	48.16	416	230	277	694
2029	13124	100	13124	120	30.0	171	26.04	33.07	49.61	429	230	286	714
2030	13518	100	13518	120	30.0	171	26.82	34.06	51.09	441	230	294	736
2031	13923	100	13923	120	30.0	171	27.63	35.08	52.63	455	230	303	758
2032	14341	100	14341	120	30.0	171	28.45	36.14	54.21	468	230	312	781
2033	14771	100	14771	120	30.0	171	29.31	37.22	55.83	482	230	322	804
2034	15214	100	15214	120	30.0	171	30.19	38.34	57.51	497	230	331	828
2035	15671	100	15671	120	30.0	171	31.09	39.49	59.23	512	230	341	853
2036	16141	100	16141	120	30.0	171	32.03	40.67	61.01	527	230	351	879
2037	16625	100	16625	120	30.0	171	32.99	41.89	62.84	543	230	362	905
2038	17124	100	17124	120	30.0	171	33.98	43.15	64.72	559	230	373	932
2039	17638	100	17638	120	30.0	171	35.00	44.44	66.67	576	230	384	960
2040	18167	100	18167	120	30.0	171	36.05	45.78	68.67	593	230	396	989
2041	18712	100	18712	120	30.0	171	37.13	47.15	70.73	611	230	407	1018
2042	19272	100	19272	120	30.0	171	38.24	48.56	72.84	629	230	420	1049

Fuente: Elaboración Propia

### 1.8 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el Cuadro N°1-7. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la localidad de Los Muermos.

Las redes han sido estudiadas de acuerdo a la dotación futura de agua potable, resumiéndose a continuación la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado propuestas.

#### Bases de cálculo

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa concesionaria del servicio atenderá el 100 % de la población a partir del año 2016, según su Plan de Desarrollo. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable.

Para el cálculo de los caudales se ocuparon las fórmulas de uso habitual.

#### - Caudal medio de aguas servidas

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP * R$$

- Dotación de agua potable : 120 l/hab/día
- Cobertura red de aguas servidas : 100%
- Población asociada (P) : Var.
- Coeficiente de recuperación (R) : 80%

#### - Caudales máximos instantáneos

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} AS$$

Donde:

- H : Coeficiente de Harmon

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

En el cuadro adjunto se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Los Muermos, proyectado año a año.

**CUADRO N° 1-8: Proyección de Caudales de Aguas Servidas**

AÑO	POBLACIÓN			Dotación consumo l/hab/día	Pérdidas %	Caudales de consumo AP			Caudales de Aguas Servidas		
	Total	Cobertura %	Población Abastecida			Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2012	7940	90.0	7146	120	40.0	11.03	16.54	7.94	7.9	3.10	24.60
2013	8178	92.6	7573	120	40.0	11.36	17.04	25.56	8.4	3.07	25.86

AÑO	POBLACIÓN			Dotación consumo l/hab/día	Pérdidas %	Caudales de consumo AP			Caudales de Aguas Servidas		
	Total	Cobertura %	Población Abastecida			Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2015	8676	97.5	8459	120	40.0	12.05	18.08	27.11	9.4	3.03	28.45
2016	8937	100.0	8937	120	40.0	12.41	18.62	27.93	9.9	3.00	29.82
2017	9205	100.0	9205	120	40.0	12.78	19.18	28.76	10.2	2.99	30.58
2018	9481	100.0	9481	120	40.0	13.17	19.75	29.63	10.5	2.98	31.37
2019	9765	100.0	9765	120	40.0	13.56	20.34	30.52	10.9	2.96	32.17
2020	10058	100.0	10058	120	40.0	13.97	20.95	31.43	11.2	2.95	32.99
2021	10360	100.0	10360	120	40.0	14.39	21.58	32.37	11.5	2.94	33.84
2022	10671	100.0	10671	120	40.0	14.82	22.23	33.35	11.9	2.93	34.70
2023	10991	100.0	10991	120	40.0	15.27	22.90	34.35	12.2	2.91	35.58
2024	11321	100.0	11321	120	40.0	15.72	23.59	35.38	12.6	2.90	36.49
2025	11660	100.0	11660	120	40.0	16.20	24.29	36.44	13.0	2.89	37.42
2026	12010	100.0	12010	120	30.0	16.68	25.02	37.53	13.3	2.88	38.37
2027	12371	100.0	12371	120	30.0	17.18	25.77	38.66	13.7	2.86	39.34
2028	12742	100.0	12742	120	30.0	17.70	26.55	39.82	14.2	2.85	40.34
2029	13124	100.0	13124	120	30.0	18.23	27.34	41.01	14.6	2.84	41.36
2030	13518	100.0	13518	120	30.0	18.77	28.16	42.24	15.0	2.82	42.41
2031	13923	100.0	13923	120	30.0	19.34	29.01	43.51	15.5	2.81	43.48
2032	14341	100.0	14341	120	30.0	19.92	29.88	44.82	15.9	2.80	44.58
2033	14771	100.0	14771	120	30.0	20.52	30.77	46.16	16.4	2.78	45.71
2034	15214	100.0	15214	120	30.0	21.13	31.70	47.54	16.9	2.77	46.86
2035	15671	100.0	15671	120	30.0	21.76	32.65	48.97	17.4	2.76	48.04
2036	16141	100.0	16141	120	30.0	22.42	33.63	50.44	17.9	2.75	49.25
2037	16625	100.0	16625	120	30.0	23.09	34.64	51.95	18.5	2.73	50.49
2038	17124	100.0	17124	120	30.0	23.78	35.67	53.51	19.0	2.72	51.76
2039	17638	100.0	17638	120	30.0	24.50	36.75	55.12	19.6	2.71	53.06
2040	18167	100.0	18167	120	30.0	25.23	37.85	56.77	20.2	2.69	54.39
2041	18712	100.0	18712	120	30.0	25.99	38.98	58.47	20.8	2.68	55.75
2042	19272	100.0	19272	120	30.0	26.77	40.15	60.23	21.4	2.67	57.14

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al plan de desarrollo elaborado por ESSAL S.A. el caudal medio de aguas servidas, considerado el año de previsión 2025, es de 9.09 l/s, existiendo una capacidad de tratamiento de 29 l/s, suficiente para atender las necesidades de la población, según las estimaciones del presente Plan Regulador.

## 1.9 Estimación de Infraestructura Requerida

### 1.9.1 Sistema de Agua Potable

En el caso específico de la ciudad de Los Muermos, de acuerdo al balance oferta-demanda realizado a nivel de infraestructura de distribución por ESSAL, se estima que la capacidad de producción actual de las fuentes es suficiente para cubrir la demanda hasta el año de Previsión del Plan de Desarrollo, esto es el año 2025,

por lo que no está planificado incorporar fuentes futuras de acuerdo al balance oferta-demanda y que solamente es necesario mejorar el sistema de la red de distribución de agua potable para la localidad y la capacidad de almacenamiento. El Plan de Desarrollo indica que existe una oferta de 44 l/s de agua y una demanda de máxima diaria de 22.6 l/s. La demanda estimada dentro del presente estudio del PRC es de 48.56 l/s en el año 2042.

En el horizonte de aplicación del Plan Regulador (año 2042), la población aumenta en la alternativa de estructuración seleccionada a 19.272 habitantes lo que indica que, en el caso que la concesionaria agrande su territorio operacional hasta cubrir la zona de expansión proyectada en el Plan Regulador, no habría que hacer inversiones en infraestructura por parte de la concesionaria dado que existe oferta de agua suficiente y sólo las inversiones implican ampliación de redes de distribución y estanques de acumulación.

#### Distribución

En lo que respecta a infraestructura de distribución, realizado por ESSAL solamente es necesario mejorar el sistema de red de distribución de agua potable durante el mismo período.

#### Regulación

El volumen de regulación existente es de 500 m<sup>3</sup>, insuficiente para garantizar las necesidades de la población de acuerdo al PRC. No obstante lo anterior, se prevé la construcción de estanques adicionales para cubrir las necesidades de consumo de Los Muermos. Se estima ampliar la capacidad instalada en 500 m<sup>3</sup>.

### 1.9.2 Sistema de Aguas Servidas

De acuerdo con el balance oferta-demanda que se entrega en el Plan de Desarrollo de ESSAL realizado a nivel de infraestructura de aguas servidas, el sistema no presenta déficit en el marco del PRC; no obstante lo anterior el sistema depende solamente de nuevas inversiones, por lo tanto siempre existe factibilidad.

Se entrega a continuación un resumen de las inversiones programadas por ESSAL en su Plan de Desarrollo vigente elaborado el año 2010 dentro del horizonte de aplicación del Plan, esto es año 2025.

**CUADRO N° 1-9: Programa de Inversiones por Etapas (Inversión en UF)**

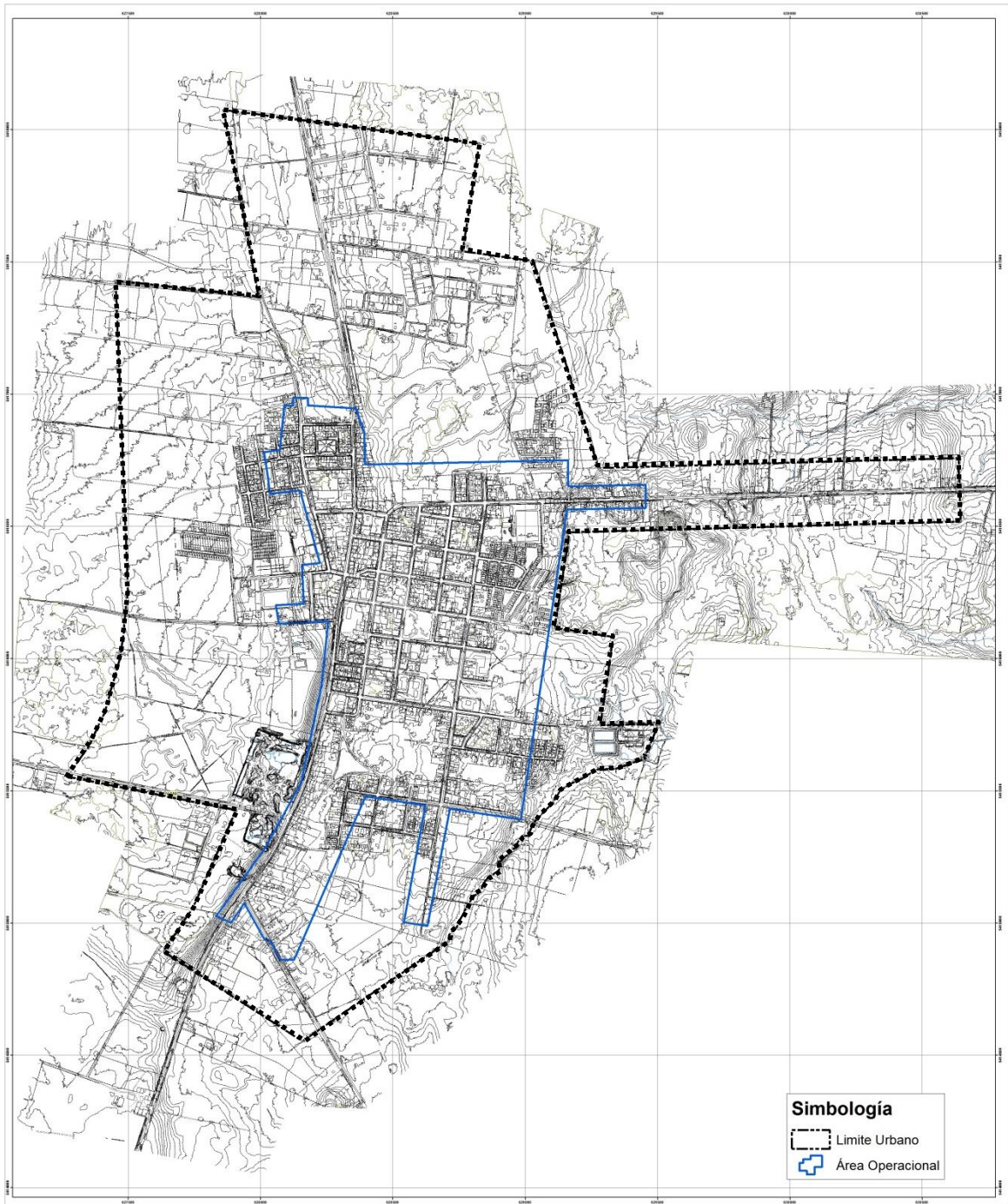
<b>Etapas</b>	<b>Descripción obras</b>	<b>UF</b>
Producción	No se contempla obras	0
Distribución	Reposición redes de distribución	3.235
Recolección	No se contempla obras	---
Tratamiento	Aumento de capacidad de tratamiento	10.381
	<b>Total</b>	<b>13.616</b>

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Los Muermos ESSAL SA 2010



Roberto Lara Venegas  
Ingeniero Civil  
RUT: 3.292.952-4

FIGURA N° 1-1: Área Operacional y Límite Urbano Propuesto, Localidad de Los Muermos



## 2. LOCALIDADES DE CAÑITAS Y RÍO FRÍO

### 2.1 Introducción

El objetivo de esta actividad tiene por finalidad analizar la factibilidad de ampliación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en las localidades de Cañitas y Río Frío, comuna de Los Muermos, provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos.

Las restricciones técnicas al crecimiento de las localidades provienen principalmente de la existencia o no de redes de infraestructura, del soporte de éstas a nuevas demandas y de las posibilidades de dotación de mayores recursos, tanto para las áreas consolidadas como para las áreas de extensión.

Actualmente las localidades de Cañitas y Río Frío quedan fuera del área de concesión de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas que le corresponde atender a la empresa de servicios sanitarios ESSAL en la comuna de Los Muermos.

Si bien la cobertura del presente estudio es propia del ámbito urbano, centrada en la localidad de Los Muermos, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, a través de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo de la Región de Los Lagos en conjunto con la I. Municipalidad de Los Muermos, han determinado la necesidad de estudiar la generación de un Instrumento de Planificación Territorial para la comuna. Para ello se ha contemplado abordar el estudio de la ciudad de Los Muermos junto con Río Frío y Cañitas, dos de sus localidades menores que ameritan ser analizadas en este ámbito para definir su incorporación en las propuestas del nuevo Plan

Las localidades de Cañitas y Río Frío cuentan con un servicio de abastecimiento de agua potable atendido por un Comité de Agua Potable Rural. Al pasar las localidades de rural a urbanas, el servicio de agua potable debe ser atendido por una concesionaria de servicios sanitarios, que debe ser una sociedad anónima, de acuerdo a la ley. Esto significa mayores regulaciones y exigencias que conllevan a un aumento de las tarifas, que en algunos casos no pueden solventar los habitantes de una localidad.

El fijar un límite urbano permite un crecimiento más armónico de la población alrededor de un área establecida, impidiendo el crecimiento inorgánico de la localidad, mejorando la calidad de vida al estar más cerca de los prestadores de servicios.

Los beneficios de tener un límite urbano, desde el punto de vista sanitario para las localidades que no lo tienen, se pueden resumir en lo siguiente.

- Las empresas concesionarias deben asegurar el abastecimiento continuo de agua potable a la población, de acuerdo a las normativas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios. Los cortes o fallas en el suministro, son motivo de infracciones multadas por la ley de servicios sanitarios.
- La calidad del agua potable está asegurada por normas muy específicas.
- Al tener un límite de crecimiento urbano o área operacional, permite a las empresas concesionarias de servicios sanitarios prestar una mejor atención al cliente.

En el caso algunas localidades rurales que no cuentan con servicio de agua potable, éste puede ser servido por las empresas concesionarias de servicios, acogiéndose al artículo 52 bis de la Ley de Servicios Sanitarios

Las desventajas de tener un límite urbano y ser atendidos por una empresa concesionaria de servicios sanitarios, tal como se dijo anteriormente, redundan en mayores costos para la población por el aumento de las tarifas. No obstante lo anterior, los beneficios de tener un sistema que asegure un abastecimiento limpio y permanente son mayores.

## **2.2 Servicio de Agua Potable**

Las localidades de Cañitas y Río Frío cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable atendido por el Comité de Agua Potable Rural de Río Frío y Cañitas, creado el año 1981.

De acuerdo a lo informado por el presidente del Comité, el número de arranques de agua potable es de 290 el año 2011, con una población atendida estimada en 1.250 habitantes.

De estos 290 arranques, 240 corresponden a la localidad de Cañitas en tanto los 50 restantes se encuentran en Río Frío. La cobertura del sistema abarca el 100% de las localidades, según las informaciones entregadas.

La captación se encuentra en la localidad de Río Frío y corresponde a un sondaje de aproximadamente 80 m de profundidad que tiene un rendimiento de 5 l/s. La regulación la compone un estanque de 75 m<sup>3</sup> de capacidad que tiene algunas deficiencias debido a su antigüedad.

La distribución se realiza mediante una red única, que abastece a ambas localidades. Su estado es bueno y no presenta mayores problemas.

## **2.3 Servicio de Alcantarillado de Aguas Servidas**

No hay un sistema de evacuación de aguas servidas, a nivel de las localidades de Cañitas y Río Frío, realizándose la eliminación de las excretas mediante el uso de pozos negros o fosas sépticas. Sin embargo existe en Cañitas un pequeño sistema que sirve a la urbanización El Mirador.

## **2.4 Diagnóstico de la Situación Actual**

Actualmente no hay déficit en el suministro de agua potable a la población y el sistema permite dar factibilidad de servicio a una población mayor. No obstante lo anterior, se necesita para ello ampliar la capacidad de acumulación puesto que el estanque existente presenta algunos problemas dada su antigüedad, como se dijo anteriormente, a la vez que es insuficiente para atender a un mayor número de habitantes.

El Comité de APR de Cañitas y Río Frío no cuenta con proyecto de ampliación del sistema de agua potable en general, sólo se ha efectuado algunas ampliaciones puntuales en Cañitas, sin embargo se estima necesario un cambio de matrices, de acuerdo a lo informado en el Comité de APR.

En lo que respecta a evacuación de aguas servidas, no hay proyectos a corto plazo para dotar de un sistema de alcantarillado a la población.

## **2.5 Población Futura**

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación, deben cotejar la información de población residente en las distintas zonas tributarias de los sistemas, con las proyecciones de expansión esperadas. En este contexto interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.



Se ha propuesto un escenario conservador de crecimiento de la localidad, por lo que se considera como población máxima esperada la población propuesta en las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador. Se indica la proyección de población según el escenario tendencial escogido por periodos determinado por este estudio.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación total de las superficies disponibles.

**CUADRO N° 2-1: Proyecciones de Población y Viviendas Principales Año 2012 al 2042, Localidades de Cañitas y Río Frío**

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2012	683	410	1.7
2013	686	417	1.6
2014	690	425	1.6
2015	693	432	1.6
2016	697	440	1.6
2017	700	448	1.6
2018	704	456	1.5
2019	707	464	1.5
2020	711	472	1.5
2021	714	481	1.5
2022	718	490	1.5
2023	722	499	1.4
2024	725	508	1.4
2025	729	517	1.4
2026	732	526	1.4
2027	736	536	1.4
2028	740	545	1.4
2029	744	555	1.3
2030	747	565	1.3
2031	751	575	1.3
2032	755	585	1.3
2033	759	596	1.3
2034	763	606	1.3
2035	766	617	1.2
2036	770	629	1.2
2037	774	640	1.2
2038	778	652	1.2
2039	782	663	1.2
2040	786	675	1.2
2041	790	688	1.1
2042	793	737	1.1

Fuente: Censos 1992 - 2002, INE. Cálculos Propios

La población de las localidades alcanza los 793 habitantes en el horizonte de previsión del Proyecto de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado.

## 2.6 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas

Los estudios de factibilidad de agua potable y alcantarillado de aguas servidas son uno de los componentes técnicos a evaluar dentro del proyecto del Plan regulador. Su objetivo principal se basa en el análisis de la

situación actual y su proyección respecto a las proposiciones que entregue el Plan Regulador. En una primera etapa se ha abordado la tarea de requerir de las empresas de servicios existentes la información referente a los antecedentes actualizados de los sistemas en operación del área comprendida en el estudio. En la segunda etapa se consulta oficialmente la factibilidad de dotación de Servicios Básicos en función de las densidades habitacionales y poblacionales proyectadas en el Plan Regulador, considerando la situación definida.

## 2.7 Requerimientos para la Dotación de Servicios

### Cálculo de caudales de agua potable

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 30 años, (rango de validez del PRC) se estimarán los consumos, gastos medios y gastos máximos en el año de inicio del estudio, esto es 2012, para luego proyectarlos.

### Determinación de la dotación de consumo situación base

Para la estimación de las dotaciones actuales de agua potable, se aplicará la metodología y supuestos que se indican más adelante. Al no contar con antecedentes históricos en lo relativo a facturaciones, que permitan caracterizar la localidad se utilizarán valores conservadores para localidades de características similares en lo relativo al grado de urbanización, características de desarrollo y su potencial.

Con respecto a las pérdidas, éstas se estimarán en 35% el año 2012, para estabilizarse en 20%, desde el año 2020 hasta el año 2042.

En lo que respecta a la cobertura y en atención a que las localidades cuentan con sistema de agua potable, se considera que la empresa concesionaria futura tendrá una cobertura del 100 % hasta el final del período de aplicación de su Plan de Desarrollo.

En el Cuadro N° 2-2 se presentan antecedentes relativos a la proposición de dotación en el año 2012, para las localidades.

**CUADRO N° 2-2: Dotaciones de consumo del sistema año 2012**

AÑO	Población Plan Regulador (hab)	Densidad (hab/viv)	N° arranques Promedio	Dotación (l/hab/día)	Nivel de pérdidas Adoptado (%)
2012	683	1.7	290	100	35

Fuente: APR Río Frío. Elaboración Propia.

## 2.8 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura

### Dotaciones Futuras Adoptadas

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuarán, considerando los efectos combinados de las políticas tarifarias, el nivel de ingreso de los usuarios, calidad del agua, mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos de la situación base de proyección, los valores presentados en el Cuadro N° 2-1. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados y, tomando como dotación base para el año 2012 de 100 l/hab/día para cada caso, se obtiene el Cuadro N° 2-3 en el que se señala, para cada año, el consumo por habitante esperado.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener constante la dotación máxima de consumo, en la situación con proyecto, esto es 100 l/hab/día en el año 2042.

La dotación a nivel de producción se calcula de la siguiente manera:

Dotación de Producción = Dotación de Consumo/(1- %Pérdidas).

**CUADRO N° 2-3: Dotaciones y nivel de pérdidas esperadas (l/hab/día)**

AÑO	NIVEL DE	SITUACIÓN CON PROYECTO	
	PERDIDAS	DOTACIÓN DE	DOTACION DE
	(%)	CONSUMO (l/hab/día)	PRODUCCION (l/hab/día)
2012	35.0	100	154
2013	35.0	100	154
2014	33.0	100	149
2015	30.0	100	143
2016	27.0	100	137
2017	24.0	100	132
2018	22.0	100	128
2019	21.0	100	127
2020	20.0	100	125
2021	20.0	100	125
2022	20.0	100	125
2023	20.0	100	125
2024	20.0	100	125
2025	20.0	100	125
2026	20.0	100	125
2027	20.0	100	125
2028	20.0	100	125
2029	20.0	100	125
2030	20.0	100	125
2031	20.0	100	125
2032	20.0	100	125
2033	20.0	100	125
2034	20.0	100	125
2035	20.0	100	125
2036	20.0	100	125
2037	20.0	100	125
2038	20.0	100	125
2039	20.0	100	125
2040	20.0	100	125
2041	20.0	100	125
2042	20.0	100	125

Coefficientes de gastos máximo diario y horario

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 ya que no existe suficiente información histórica que permita determinar con certeza la estacionalidad de la demanda que presentará la dotación. La situación para el año 2042, para el caudal medio de agua potable será:

- **Gasto medio:**

$$Q_{med} AP = \frac{Pobl * Dot * C}{86400} (l / s)$$

donde:

- Pobl : Población
- Dot : Dotación de consumo (l/hab/día)
- Dotación de producción : Dot/(1-% pérdidas)
- C : Cobertura en %

- **Gasto máximo diario:**

$$Q_{max} Diario = 1.5 * Q_{med} AP (l / s)$$

- **Gasto máximo horario:**

$$Q_{max} Horario = 1.5 * Q_{max} Diario$$

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura. Se considera una población al año 2042 de 793 hab.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2042, de 100 l/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 125 l/hab/día, con un nivel de pérdida en un 20 %, a partir del año 2020.

Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos

Se analizará a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Cañitas y Río Frío: Se estimarán los costos de servicios sanitarios considerando la normativa que regula los sistemas concesionados. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio. Los requerimientos consideran el territorio operacional propuesto.

Al no contar con antecedentes que permitan definir la necesidad en lo relativo al porcentaje de regulación requerido y teniendo en consideración que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil, se adoptará un valor conservador entre un 15% - 20 % del consumo máximo diario, más un grifo funcionando durante dos horas.

Es así como, al no contar con antecedentes de las fluctuaciones horarias, en el día de máximo consumo, se adopta como volumen de regulación el 15% del consumo máximo diario.

Además la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener una capacidad suficiente para mantener una reserva en caso de emergencias. Por lo tanto y debido a baja ocurrencia de un corte en la alimentación simultánea con los supuestos incendio, se estima un volumen de reserva equivalente al 10% del caudal máx. diario. Finalmente, se adopta como volumen de regulación el 15% Vol. máx. Diario más el máximo valor entre el volumen de Incendio, (1 grifo en operación durante 2 horas ocupa un volumen de 115 m<sup>3</sup> aproximadamente, equivalente a 16 l/s) y el volumen de reserva.

Además la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener una capacidad suficiente para mantener una reserva en caso de emergencias. Por lo tanto y debido a baja

ocurrencia de un corte en la alimentación simultánea con los supuestos incendio, se estima un volumen de reserva equivalente al 10% del caudal máx. diario. Finalmente, se adopta como volumen de regulación el 15% Q. máx. diario, más el máximo valor entre el volumen de incendio y el volumen de reserva. El volumen de incendio se determina de acuerdo con la demanda y duración del siniestro (Norma NCH 691). Para los efectos de cálculo, debe considerarse a lo menos 2 h de siniestro, con un caudal de 16 L/s en cada grifo de 100 mm de diámetro, según NCh 1646, y el número de grifos en uso simultáneo que indica el cuadro siguiente.

**CUADRO N° 2-4: Número de Grifos de Incendio en Uso Simultáneo**

Área servida, población en miles de habitantes	Número de grifos en uso simultáneo	Volumen de incendio, mínimo en m3
Hasta 6	1	115
> 6 – 25	2	230
> 25 – 60	3	346
> 60 – 150	5	576
> 150	6	690

En este caso el volumen de incendio resulto siempre mayor que el volumen de reserva equivalente a un 10 % del volumen máximo diario.

CUADRO N° 2-5: Proyección de caudales de agua potable

AÑO	POBLACION			Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas %	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de producción (l/s)			Volumen de regulación (m3)			
	Total	Cobertura %	Población Abastecida				Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Consumo	Incendio	Reserva	Total
2012	683	100	683	100	35.0	154	1.22	1.82	2.74	24	115	16	139
2013	686	100	686	100	35.0	154	1.22	1.83	2.75	24	115	16	139
2014	690	100	690	100	33.0	149	1.19	1.79	2.68	23	115	15	138
2015	693	100	693	100	30.0	143	1.15	1.72	2.58	22	115	15	137
2016	697	100	697	100	27.0	137	1.10	1.66	2.49	21	115	14	136
2017	700	100	700	100	24.0	132	1.07	1.60	2.40	21	115	14	136
2018	704	100	704	100	22.0	128	1.04	1.57	2.35	20	115	14	135
2019	707	100	707	100	21.0	127	1.04	1.55	2.33	20	115	13	135
2020	711	100	711	100	20.0	125	1.03	1.54	2.31	20	115	13	135
2021	714	100	714	100	20.0	125	1.03	1.55	2.33	20	115	13	135
2022	718	100	718	100	20.0	125	1.04	1.56	2.34	20	115	13	135
2023	722	100	722	100	20.0	125	1.04	1.57	2.35	20	115	14	135
2024	725	100	725	100	20.0	125	1.05	1.57	2.36	20	115	14	135
2025	729	100	729	100	20.0	125	1.05	1.58	2.37	20	115	14	135
2026	732	100	732	100	20.0	125	1.06	1.59	2.38	21	115	14	136
2027	736	100	736	100	20.0	125	1.07	1.60	2.40	21	115	14	136
2028	740	100	740	100	20.0	125	1.07	1.61	2.41	21	115	14	136
2029	744	100	744	100	20.0	125	1.08	1.61	2.42	21	115	14	136
2030	747	100	747	100	20.0	125	1.08	1.62	2.43	21	115	14	136
2031	751	100	751	100	20.0	125	1.09	1.63	2.44	21	115	14	136
2032	755	100	755	100	20.0	125	1.09	1.64	2.46	21	115	14	136
2033	759	100	759	100	20.0	125	1.10	1.65	2.47	21	115	14	136
2034	763	100	763	100	20.0	125	1.10	1.65	2.48	21	115	14	136
2035	766	100	766	100	20.0	125	1.11	1.66	2.49	22	115	14	137
2036	770	100	770	100	20.0	125	1.11	1.67	2.51	22	115	14	137
2037	774	100	774	100	20.0	125	1.12	1.68	2.52	22	115	15	137
2038	778	100	778	100	20.0	125	1.13	1.69	2.53	22	115	15	137
2039	782	100	782	100	20.0	125	1.13	1.70	2.55	22	115	15	137
2040	786	100	786	100	20.0	125	1.14	1.71	2.56	22	115	15	137
2041	790	100	790	100	20.0	125	1.14	1.71	2.57	22	115	15	137
2042	793	100	793	100	20.0	125	1.15	1.72	2.58	22	115	15	137

Fuente: Elaboración Propia

## 2.9 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el Cuadro N° 2-6.

Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para las localidades de Cañitas y Río Frío.

Las redes han sido estudiadas de acuerdo a la dotación futura de agua potable, resumiéndose a continuación la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado propuestas.

### Bases de Cálculo

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa concesionaria del servicio atenderá el 90% de la población a partir del año 2020. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable.

Para el cálculo de los caudales se ocuparon las fórmulas de uso habitual.

#### - Caudal medio de aguas servidas

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP * R$$

- Dotación de agua potable : 100 l/hab/día
- Cobertura red de aguas servidas : 90%
- Población asociada (P) : Var.
- Coeficiente de recuperación (R) : 80%

#### - Caudales máximos instantáneos

Para poblaciones mayores a 1000 habitantes, el caudal máximo se calcula con la expresión:

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} AS$$

Donde:

- H : Coeficiente de Harmon

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{P}{1000}}}$$

En caso que la población sea menor a 1000 habitantes y mayor que la población equivalente a 20 viviendas, se utiliza interpolación lineal entre el caudal máximo dado por la Boston Society of Civil Engineers (BSCE), que es de 3.6 l/s y el calculado para 1000 habitantes con el coeficiente de Harmon.

En el cuadro adjunto se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Cañitas, proyectado año a año.

**CUADRO N° 2-6: Proyección de Caudales de Aguas Servidas**

AÑO	POBLACION			Dotación consumo l/hab/día	Pérdidas %	Caudales de consumo AP			Caudales de Aguas Servidas		
	Total	Cobertura %	Población Abastecida			Qmed l/s	Qmax. D l/s	Qmax. H l/s	Qmed l/s	Factor de punta	Qmax. ln l/s
2012	683	0.0	0	100	35.0	0.79	1.19	0.00	0.0	0.00	0.00
2013	686	0.0	0	100	35.0	0.79	1.19	1.79	0.0	0.00	0.00
2014	690	0.0	0	100	33.0	0.80	1.20	1.80	0.0	0.00	0.00
2015	693	50.0	347	100	30.0	0.80	1.20	1.81	0.3	3.67	1.18
2016	697	55.0	383	100	27.0	0.81	1.21	1.81	0.4	3.68	1.30
2017	700	60.0	420	100	24.0	0.81	1.22	1.82	0.4	3.68	1.43
2018	704	65.0	457	100	22.0	0.81	1.22	1.83	0.4	3.69	1.56
2019	707	70.0	495	100	21.0	0.82	1.23	1.84	0.5	3.70	1.70
2020	711	90.0	640	100	20.0	0.82	1.23	1.85	0.6	3.73	2.21
2021	714	90.0	643	100	20.0	0.83	1.24	1.86	0.6	3.73	2.22
2022	718	90.0	646	100	20.0	0.83	1.25	1.87	0.6	3.73	2.23
2023	722	90.0	649	100	20.0	0.84	1.25	1.88	0.6	3.73	2.24
2024	725	90.0	653	100	20.0	0.84	1.26	1.89	0.6	3.73	2.25
2025	729	90.0	656	100	20.0	0.84	1.27	1.90	0.6	3.73	2.27
2026	732	90.0	659	100	20.0	0.85	1.27	1.91	0.6	3.73	2.28
2027	736	90.0	663	100	20.0	0.85	1.28	1.92	0.6	3.73	2.29
2028	740	90.0	666	100	20.0	0.86	1.28	1.93	0.6	3.73	2.30
2029	744	90.0	669	100	20.0	0.86	1.29	1.94	0.6	3.73	2.31
2030	747	90.0	673	100	20.0	0.86	1.30	1.95	0.6	3.73	2.33
2031	751	90.0	676	100	20.0	0.87	1.30	1.96	0.6	3.74	2.34
2032	755	90.0	680	100	20.0	0.87	1.31	1.97	0.6	3.74	2.35
2033	759	90.0	683	100	20.0	0.88	1.32	1.98	0.6	3.74	2.36
2034	763	90.0	686	100	20.0	0.88	1.32	1.99	0.6	3.74	2.37
2035	766	90.0	690	100	20.0	0.89	1.33	2.00	0.6	3.74	2.39
2036	770	90.0	693	100	20.0	0.89	1.34	2.01	0.6	3.74	2.40
2037	774	90.0	697	100	20.0	0.90	1.34	2.02	0.6	3.74	2.41
2038	778	90.0	700	100	20.0	0.90	1.35	2.03	0.6	3.74	2.42
2039	782	90.0	704	100	20.0	0.90	1.36	2.04	0.7	3.74	2.44
2040	786	90.0	707	100	20.0	0.91	1.36	2.05	0.7	3.74	2.45
2041	790	90.0	711	100	20.0	0.91	1.37	2.06	0.7	3.74	2.46
2042	793	90.0	714	100	20.0	0.92	1.38	2.07	0.7	3.74	2.47

Fuente: Elaboración Propia



## 2.10 Estimación de Infraestructura Requerida

### 2.10.1 Sistema de Agua Potable

El análisis hidráulico se realizará a nivel global para la fuente, el sistema de conducción y regulación y se desglosará para la red de distribución.

#### Fuente

La captación actual se encuentra en la localidad de Río Frío y corresponde a un sondaje de aproximadamente 80 m de profundidad que tiene un rendimiento de 5 l/s.

Con esto se puede señalar que el sondaje tendría capacidad suficiente para abastecer la demanda de la población hasta el año 2042.de acuerdo a las proyecciones del PRC.

#### Regulación

La regulación la compone un estanque de 75 m3 de capacidad que tiene algunas deficiencias debido a su antigüedad. Se contempla la construcción de un nuevo estanque en reemplazo del existente en el marco del PRC.

### 2.10.2 Sistema de Aguas Servidas

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las demandas hasta el horizonte de previsión del año 2042.

Ha sido necesario establecer una estimación de los montos de inversión requeridos, de acuerdo a una programación de las obras, basada esencialmente en el criterio de satisfacer las necesidades en el momento oportuno, pero tomando en consideración algunas restricciones de tiempo necesarias para la realización de estudios adicionales y de proyectos detallados, distribuyendo además las inversiones de acuerdo a algunos criterios de prioridad pre-establecidos.

#### Redes de Recolección

Se requiere la instalación de la red adecuada a la condición de localidad urbana. Los diámetros mínimos propuestos serán mayores o iguales a 200 mm.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes de evacuación de aguas servidas en las localidades de Cañitas y Río Frío, que deberá realizar la empresa concesionaria del sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 200 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa concesionaria de la red pública las cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos por esta empresa consultora en localidades con similares características de población y desarrollo. Los parámetros considerados serán entonces de 8,0 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 2,2 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado. De este modo, se obtiene los siguientes valores al año 2020, año en que se propone alcanzar un 90 % de cobertura en los requerimientos de infraestructura:

$$\begin{aligned} L_{2020P} &= L_{200P} * 711 &= & 1564 \text{ m.} \\ L_{2020V} &= L_{200V} * 472 &= & 3776 \text{ m.} \end{aligned}$$

Donde:

L200P= Longitud de instalación de tubería de diámetro 200 mm por habitante = 2.20 m

L200V= Longitud de instalación de tubería de diámetro 200 mm por vivienda = 8.0 m

Los requerimientos en red para el año 2042 serán entonces:

L2032P = L200P \* 793 = 1747 m.

L2032V = L200V \* 737 = 5896 m.

Se ha considerado utilizar un valor promedio resultante de los cálculos.

La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector. Para efectos del plan de estudio se distribuirá uniformemente año a año por periodos adelantados, considerando el 70% de cobertura, instalando en los primeros cuatro años la red requerida hasta el año 2020 según la estimación de coberturas indicadas en el cuadro Proyecciones de Caudales de Aguas Servidas.

Con el objeto de estructurar el presupuesto de cañerías por instalar se estima que el diámetro requerido para la localidad es de 200 mm. En el cuadro siguiente se muestran las longitudes.

Longitudes de cañería por instalar año 2042:

Diámetro (mm)	Porcentaje (%)	Total a instalar (m)
200	100	3.820
<b>Total</b>		<b>3.820</b>

Para el año 2020 se considera que la inversión cubre las necesidades del 90% de la población de la localidad, manteniéndose esta tendencia hasta el final del período de validez del PRC; por lo tanto, la cantidad esperada a instalar será de 3820m lineales de cañerías, proporcionalmente distribuidos año a año a partir del año 2020 hasta el año 2042.

### Plantas de Tratamiento

Se propone la construcción de una planta de tratamiento modular del tipo lodos activados con sistema de aireación extendida, para tratar un caudal medio de 2.0 l/s. El sistema de tratamiento deberá contar con un dispositivo para mediciones de caudales instantáneos y de un dispositivo secundario para el registro del volumen de producción de aguas servidas.

## 2.11 Estimación de Costos

- **Infraestructura de Agua Potable**

Descripción	Costos
Estanque de regulación de 75 m <sup>3</sup>	50.000.000
Mejoramiento y Ampliación Red de distribución	50.900.000
<b>Total Infraestructura de Agua Potable</b>	<b>100.000.000</b>

- **Infraestructura de Aguas Servidas**

<b>Descripción</b>	<b>Costos</b>
Redes de recolección	152.000.000
Planta de tratamiento de aguas servidas	70.000.000
<b>Total Infraestructura de Aguas Servidas</b>	<b>222.000.000</b>

En la estimación de costos tanto de la infraestructura de agua potable e infraestructura de aguas servidas no se han considerado los arranques, incluidos sus medidores, así como las uniones domiciliarias toda vez que constituyen aportes de terceros.

Los valores son referenciales e incluyen IVA, gastos generales y utilidades. Están referidos a Diciembre del año 2011.



Roberto Lara Venegas  
Ingeniero Civil  
RUT: 3.292.952-4

FIGURA N° 2-1: Área Operacional y Límite Urbano Propuesto, Localidades de Cañitas

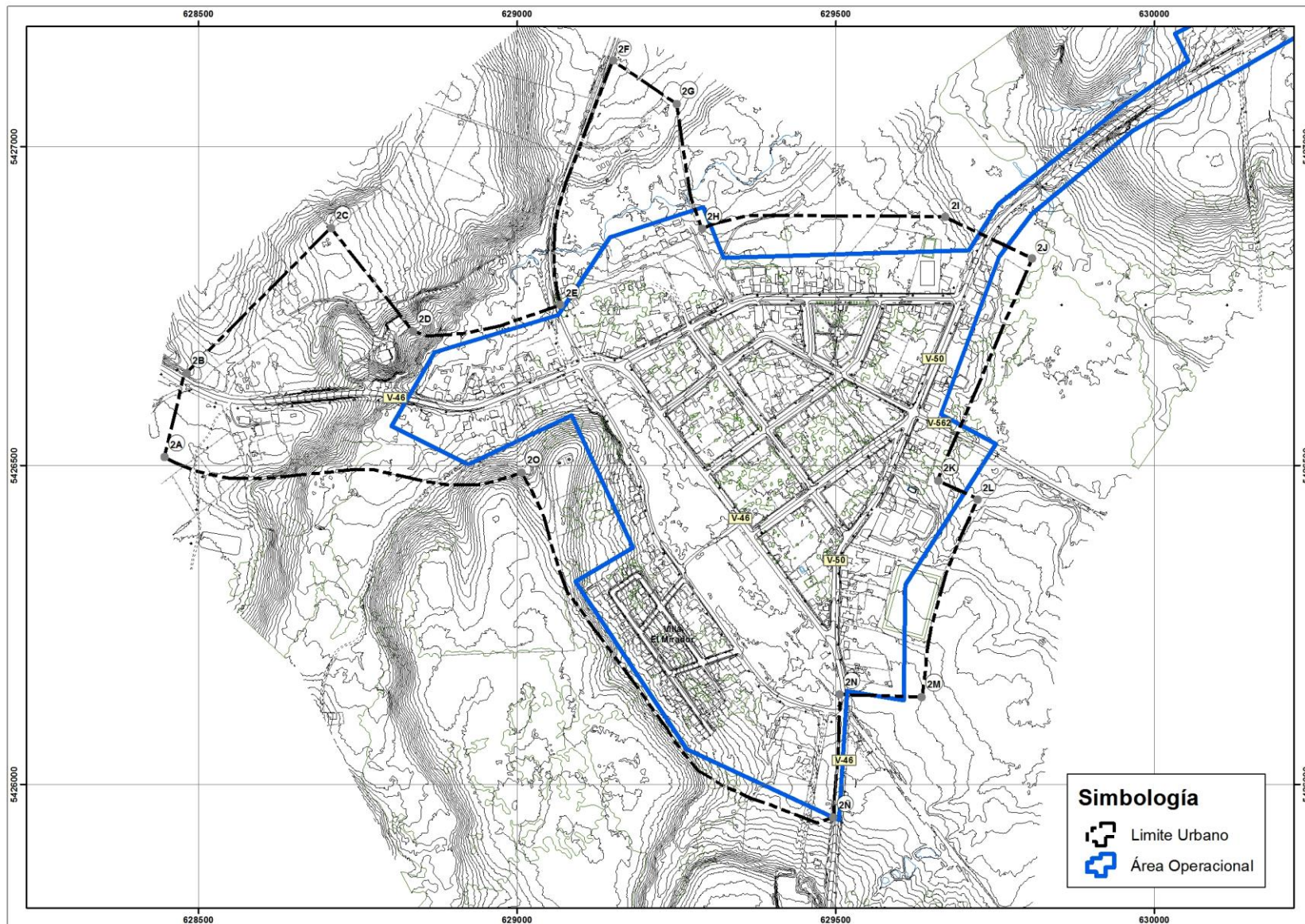
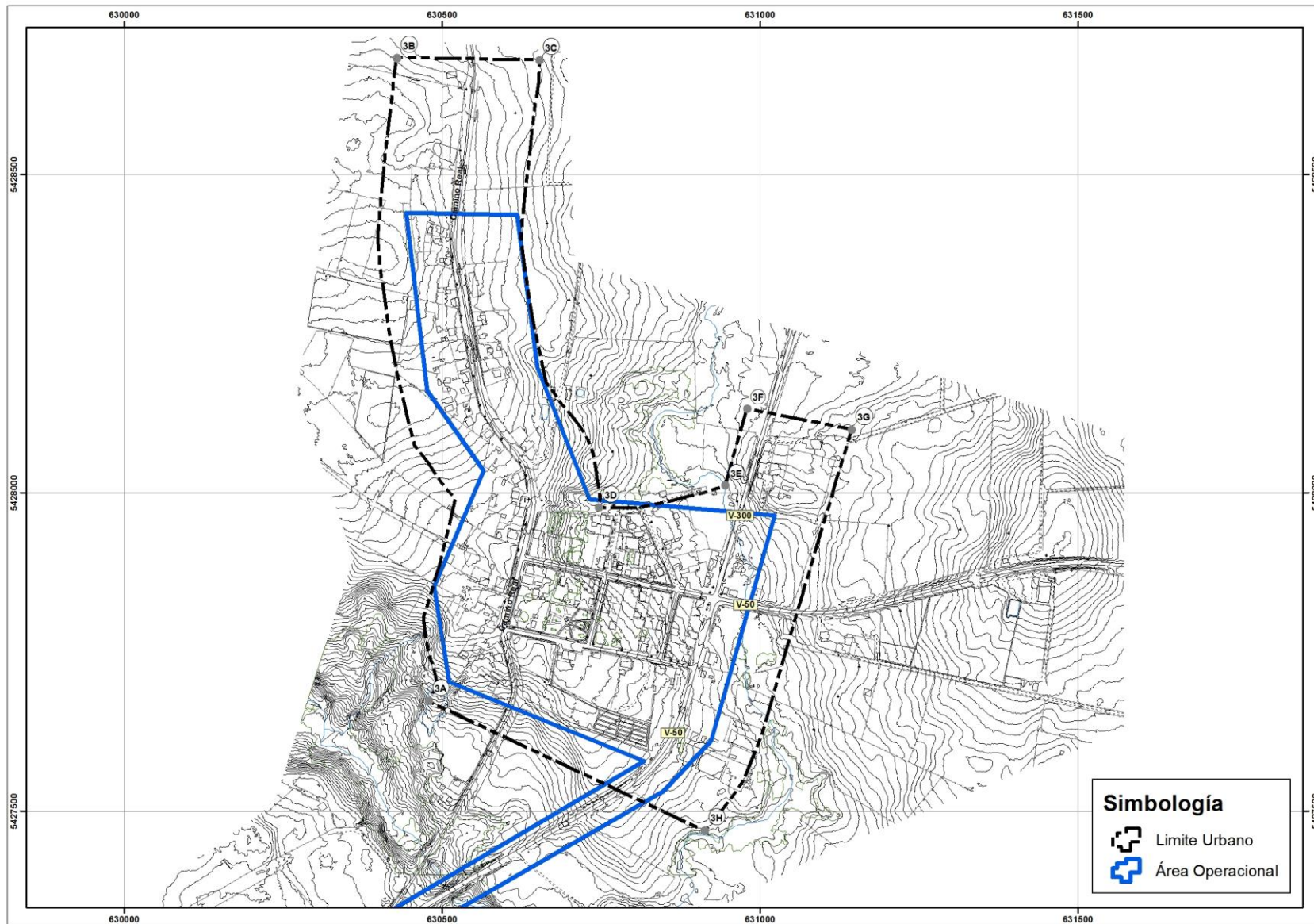


FIGURA N° 2-2: Área Operacional y Limite Urbano Propuesto, Localidades de Río Frío



## INFORME DE APROBACIÓN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA DE AGUA POTABLE Y AGUAS SERVIDAS POR LA SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS



ORD. N° 1213 /  
(Carta Certificada)

ANT.: Carta INFRACON de 14.03.2013  
(FOLIO OP: 2.376)

MAT.: Estudio de Factibilidad y Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas para las localidades de Los Muermos, Cañitas y Río Frío, comuna de Los Muermos, X región.

SANTIAGO, 05 ABR 2013

DE: SUPERINTENDENTA DE SERVICIOS SANITARIOS

A : SR. PABLO BADILLA  
GERENTE GENERAL INFRACON S.A.

Se ha recepcionado en esta Superintendencia, su carta del antecedente, mediante la cual solicita la aprobación del "Estudio Factibilidad y Dotación de Agua Potable y Alcantarillado para las localidades de Los Muermos, Cañitas y Río Frío", requerido en el marco de los "Estudios Previos Plan Regulador Comunal de Los Muermos" (en adelante "PRC"), según lo dispuesto en el Art 42, letra b), de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Sobre el particular, cúpleme informar a Ud. lo siguiente:

### 1. Los Muermos

La localidad de Los Muermos posee servicios de agua potable y alcantarillado, los cuales son prestados por la empresa ESSAL S.A.

De acuerdo a los antecedentes con que cuenta esta Superintendencia, los recursos hídricos que conforman el sistema de producción de agua potable de la empresa concesionaria son los siguientes:

Tabla 1 Fuentes Producción Sistema Los Muermos

Fuente	Caudal de Explotación
Sondaje 2077	16 l/s
Sondaje 603	14 l/s
Sondaje 143	14 l/s
<b>Total</b>	<b>44 l/s</b>

La disponibilidad de fuentes según da cuenta la Tabla 1, declarada por la concesionaria en su Plan de Desarrollo vigente, es superior a la demanda del sistema, lo que permitiría eventualmente a la empresa ampliar su territorio operacionalmente y atender a una población mayor a la proyectada en su área de concesión actual. Sin embargo, el caudal de explotación actual es inferior a la demanda en el horizonte del PRC, 48.6 l/s, por lo que para poder abastecer a la población dentro del límite urbano propuesto se debería aumentar este caudal y utilizar los derechos actualmente fuera de uso, siempre que sea posible extráelos.

  
**Superintendencia de Servicios Sanitarios**  
 Moneda 673, Piso 9  
 Código Postal: 6500 721  
 Teléfono: 56 - 2 - 382 4000  
 Fax: 56 - 2 - 382 4002 / 382 4003  
 Santiago de Chile  
<http://www.siss.gob.cl>



La infraestructura para la distribución de agua potable y recolección de aguas servidas debe ser analizada al momento de solicitar la ampliación del territorio operacional, en su caso, ya que su ubicación espacial con respecto a la infraestructura existente, definirá las necesidades de extensión de redes y ampliación de obras de capacidad.

El sistema de tratamiento corresponde a una planta de tratamiento del tipo lodos que descarga las aguas tratadas al estero Sin Nombre. La capacidad de tratamiento corresponde a un caudal máximo horario de 27.8 l/s, la cual sería insuficiente para abastecer una demanda mayor a la del Plan de Desarrollo de la Empresa, ya que esta PTAS se encuentra funcionando a su máxima capacidad de acuerdo a las fiscalizaciones realizadas por esta Superintendencia. Por lo tanto, para atender la demanda de tratamiento y disposición de aguas servidas proyectada en el PRC en estudio, es necesario que se invierta en el aumento de capacidad de la PTAS existente.

Lo señalado, es sin perjuicio que los mencionados programas de desarrollo se actualizan cada cinco años, en la oportunidad de la revisión de tarifas del concesionario, por lo que en este aspecto, deberá estarse a lo establecido en los siguientes estudios que se elaboren, sobre los cuales esta Superintendencia debe pronunciarse de conformidad a la Ley.

## 2. Cañitas y Río Frío

De acuerdo a lo señalado en su presentación, los sectores de Cañitas y Río Frío contarían con servicios de agua potable prestados por el Comité de Agua Potable Rural Río Frío ("APR").

Se informa que los sistemas de APR se encuentran fuera del régimen de concesiones sanitarias establecido en el D.F.L. MOP N°382/88, y por tanto, al margen de la fiscalización y control de esta Superintendencia, mientras se mantenga la condición de servicio prestado en el ámbito rural.

Ahora bien, se hace presente que en caso de que tales localidades pasen a ser urbanas, eventualmente, puede ser necesario que los servicios sean prestados bajo el régimen de concesión sanitaria.

3. Sobre la materia, es todo cuanto puedo informar, quedando a su disposición ante cualquier duda o inquietud.

Saluda atentamente a Ud.,



MAGALY ESPINOSA SARRIA  
Superintendente de Servicios Sanitarios



HSV/SSR/RSM/CAM/arg  
**DISTRIBUCION:**  
(J. Oficiales 300-2013-CAM)

- Sr. Gerente General de INFRACON S.A  
Dirección: Av. Santa Rosa 365, Santiago.
- División de Concesiones.
- Oficina SISS X región
- Oficina de Partes.



Superintendencia de Servicios Sanitarios  
Moneda 673, Piso 9  
Código Postal: 6500 721  
Teléfono: 56 - 2 - 382 4000  
Fax: 56 - 2 - 382 4002 / 382 4003  
Santiago de Chile  
<http://www.siss.gob.cl>