



ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE LLANQUIHUE

---

## **MODIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE REGIÓN DE LOS LAGOS**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

**MARZO 2019**

---

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---



PROFESIONAL RESPONSABLE:  
Roberto Lara Venegas, Ingeniero Civil

ANTEPROYECTO

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE LLANQUIHUE. ....</b>	<b>3</b>
2.1	SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	3
2.2	Servicio de alcantarillado .....	4
2.3	Población Futura .....	6
2.4	Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.....	7
2.4.1.	Requerimientos para la dotación de servicios.....	7
2.5	Estimación de Infraestructura Requerida.....	15
2.5.1.	Agua potable .....	15
2.5.2.	Aguas servidas.....	15
2.5.3.	Consideraciones Sobre el Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas	15
2.6	Factibilidad de Servicio de Agua Potable.....	15
2.6.1.	balance Oferta-Demanda de Agua Potable.....	15
2.7	Alcantarillado de Aguas Servidas .....	17
2.7.1	Balance Oferta-Demanda de Aguas Servidas.....	17
2.8	Plano de zonificación Plan Regulador Comunal de Llanquihue: Plano de factibilidad sanitaria localidad de Llanquihue.....	17
<b>3.</b>	<b>ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD DE LOS PELLINES .....</b>	<b>19</b>
3.1	Introducción .....	19
3.2	Descripción General del Servicio de Abastecimiento de Agua Potable Y ALCANTARILLADO ..	19
3.2.1	Servicio de agua potable.....	19
3.2.2	Servicio de Alcantarillado .....	20
3.3	Población Futura .....	20
3.4	Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.....	21
3.4.1.	Requerimientos para la dotación de servicios.....	22
3.5	Estimación de Infraestructura Requerida, Localidad de Los Pellines.....	27
3.5.1.	Sistema de agua potable.....	27
3.5.2.	Sistema de aguas servidas .....	28
3.6	Plano de zonificación Plan Regulador Comunal de Llanquihue, área urbana de Los Pellines..	28

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta actividad tiene por finalidad analizar la factibilidad de dotación de Servicios de Agua potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en la ciudad de Llanquihue, como parte integrante de la Modificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue, dentro del marco de los “*Estudios Previos Actualización Plan Regulador Comunal de Llanquihue*”, Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos.

Es sabido que 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; es por eso que el Plan Regulador Comunal, ha tomado como base los lineamientos generales y las densidades de las poblaciones que postulan hacia una mayor densificación y ordenamiento de las áreas consolidadas.

Las informaciones necesarias para la realización del presente informe fueron obtenidas de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, (SISS), del estudio “*Actualización Plan de Desarrollo Concesión de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Localidad de Llanquihue Xª Región*”, presentado por la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos ESSAL S.A. en Mayo de 2016 proporcionado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

De igual forma, se requiere el estudio de otras concentraciones con características urbanas presentes en la comuna, que corresponde al caso de la localidad de Los Pellines, cuyas características son analizadas en el marco de su incorporación al Plan Regulador Comunal de Llanquihue.

A continuación se entrega una síntesis de los principales aspectos de la cobertura de servicios sanitarios que realiza la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos ESSAL S.A., en la ciudad de Llanquihue.

## 2. DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE LLANQUIHUE.

La ciudad de Llanquihue está contemplada en el área de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas, que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos ESSAL S.A., que tiene la concesión de los servicios. El área operativa de la empresa corresponde en su mayor parte con la zona urbana de la localidad. Esto significa que es responsabilidad de esa empresa otorgar los servicios, incorporar la planificación de las inversiones y ejecutar las obras necesarias para acoger las mayores demandas de la población en el área urbana.

### 2.1 SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

#### a) Área de influencia del proyecto

De acuerdo a lo indicado en la Ficha de antecedentes Técnicos (FAT) del sistema Llanquihue, proporcionada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), el sistema de producción de la localidad de Llanquihue está conformado principalmente por una captación superficial en el lago Llanquihue, con una capacidad de producción actual de 38.0 l/s. y por sondajes de reserva con una capacidad de explotación de 25.7 l/s, suficientes para abastecer la demanda de la población durante todo el período de validez del Plan de Desarrollo con una oferta total de 63,07 l/s.

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

A nivel de distribución la localidad de Llanquihue, cuenta con 1 estanque de hormigón semienterrado de 1000 m<sup>3</sup> de capacidad. La red de distribución, de Llanquihue, consiste en aproximadamente 38.934 m de tuberías principalmente de cemento asbesto y PVC.

La dotación actual en promedio es de 135.48 l/hab/día para una población estimada por ESSAL de 11.783 habitantes en el año 2017

#### b) Cobertura de agua potable

La cobertura de agua potable para el área de Llanquihue es del 100% en el año 2016, de acuerdo al “Informe Anual de Coberturas Urbanas de Servicios Sanitarios” de la SISS, para una población urbana abastecida de 15.622 personas, según el informe citado. No obstante lo anterior, según los datos entregados por ESSAL S.A. en su Plan de Desarrollo 2016, la población total en el territorio operacional (T.O.) es de 11.773 habitantes para ese mismo año.

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 2016, es la que se entrega en el cuadro siguiente:

**CUADRO N° 2-1: Cobertura de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Llanquihue año 2016**

Empresa	Localidad	Clientes residenciales de agua potable	Total de inmuebles residenciales AP	Población urbana estimada	Población urbana abastecida AP	Cobertura de agua potable
ESSAL S.A.	LLANQUIHUE	3.763	3.763	15.622	15.622	100%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios 2016

De la proyección de la demanda de agua potable, cuyo horizonte se extiende hasta el año 2030 se puede observar que la ESSAL S.A. se encuentra en condiciones de abastecer las necesidades de servicios sanitarias, en su territorio operacional, durante ese horizonte de evaluación, incorporando sólo las obras que han definido en su programa de inversiones.

## 2.2 SERVICIO DE ALCANTARILLADO

El servicio de alcantarillado de aguas servidas de Llanquihue también es administrado por la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos S.A. (ESSAL S.A.)

De acuerdo a la información proporcionada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS, la cobertura urbana de alcantarillado a diciembre del año 2016 es de un 99.2 % que representa a 3.734 inmuebles conectados para una población urbana saneada de 15.501 habitantes.

La ciudad de Llanquihue cuenta con una planta de tratamiento del tipo lodos activados, que tiene capacidad para tratar un caudal máximo horario en la actualidad de 63.89 /s. Desde la planta de tratamiento las aguas tratadas son descargadas finalmente en el río Maullín.

El sistema de recolección de Llanquihue, está conformado por una red de aproximadamente 32.260 m, que recoge las aguas servidas del territorio operacional.

# PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE

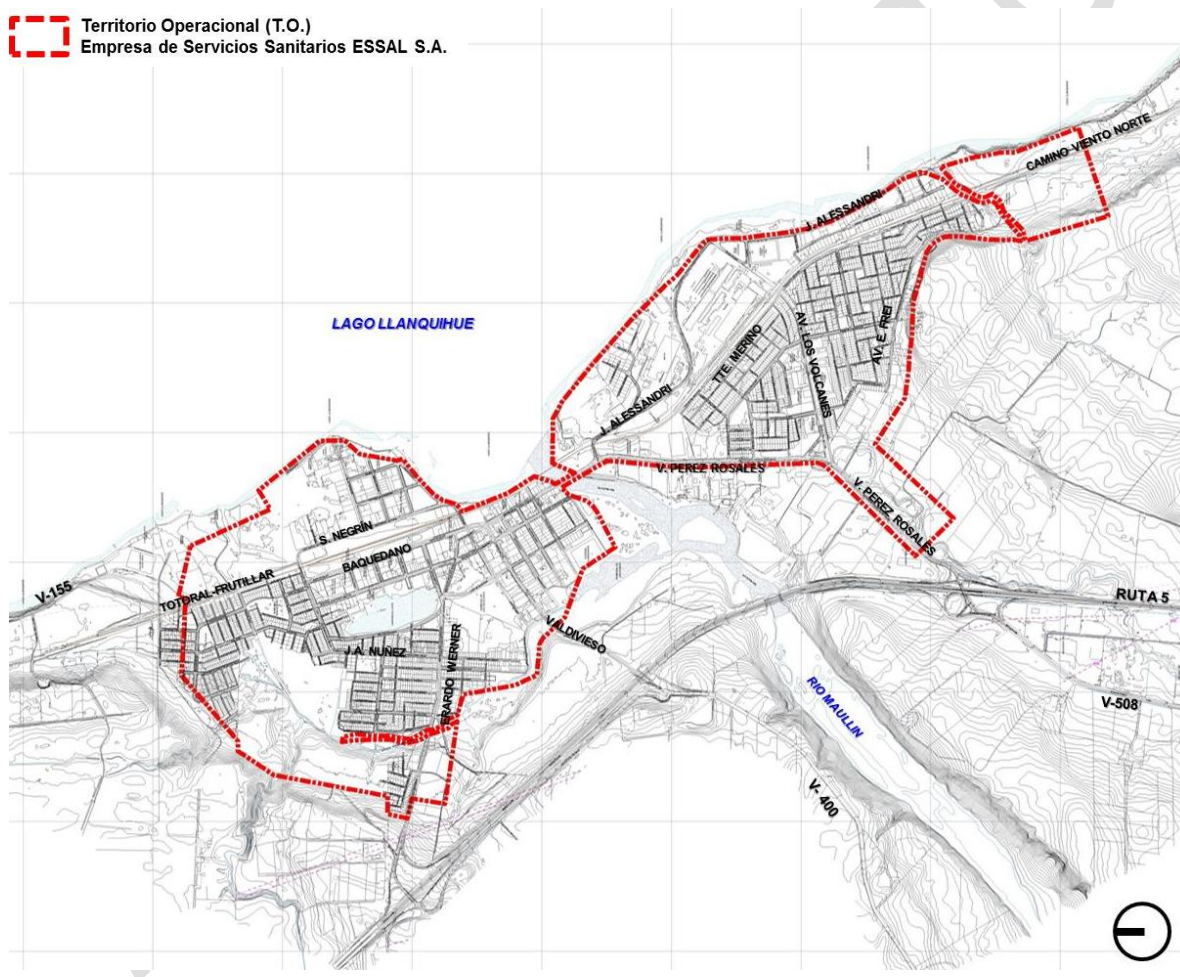
## ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

**CUADRO N° 2-2: Cobertura de los servicios de alcantarillado de la ciudad de Llanquihue, año 2016**

Empresa	Localidad	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
			Total				
ESSAL S.A.	LLANQUIHUE	3.734	29	3.763	15.622	15.501	99.2%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios. 2016

**FIGURA N° 2-1: Territorio operacional de los servicios de agua potable y alcantarillado operado por ESSAL S.A. en la ciudad de Llanquihue**



Fuente: Elaboración propia sobre la base de antecedentes aportados por ESSAL S.A

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

### 2.3 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, en las estimaciones realizadas como parte del proceso de formulación del Plan Regulador Comunal, realizadas sobre la base de los últimos tres Censos de Población (ver siguiente cuadro).

**CUADRO N° 2-3: Proyección de Población y Viviendas Principales al Año 2037, localidad de Llanquihue**

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2017	12.670	3.388	3,7
2018	12.821	3.452	3,7
2019	12.973	3.518	3,7
2020	13.128	3.585	3,7
2021	13.284	3.653	3,6
2022	13.442	3.722	3,6
2023	13.602	3.793	3,6
2024	13.764	3.865	3,6
2025	12.381	3.939	3,1
2026	12.528	4.013	3,1
2027	12.677	4.090	3,1
2028	12.828	4.167	3,1
2029	12.981	4.247	3,1
2030	13.135	4.327	3,0
2031	13.292	4.409	3,0
2032	13.450	4.493	3,0
2033	13.610	4.579	3,0
2034	13.772	4.666	3,0
2035	13.936	4.754	2,9
2036	14.102	4.845	2,9
2037	14.269	4.937	2,9

Fuente: Censos 1992, 2002 y 2017, INE. Cálculos Propios

La población de la localidad de Llanquihue alcanzará a los 14.269 habitantes en el horizonte de evaluación del Proyecto de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas., hasta el 2037.

Como dato ilustrativo se entrega la proyección de población hasta el año 2030, período de duración del Plan de Desarrollo de ESSAL S.A. (ver siguiente cuadro).

**CUADRO N° 2-4: Proyección de Población Adoptada en Plan de Desarrollo 2016 por ESSAL S.A.**

Año	Población	Tasa de Crecimiento
2015	11.763	0.09%
2016	11.773	0,08%
2017	11.783	0,08%
2018	11.792	0,08%

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

Año	Población	Tasa de Crecimiento
2019	11.801	0,08%
2020	11.810	0,07%
2021	11.819	0,07%
2022	11.827	0,07%
2023	11.834	0,07%
2024	11.842	0,06%
2025	11.849	0,06%
2026	11.855	0,06%
2027	11.862	0,05%
2028	11.868	0,05%
2029	11.873	0,05%
2030	11.879	0,04%

Fuente: Plan de Desarrollo ESSAL S.A 2016

Cabe señalar que la proyección de población extrapolada al año 2037, calculada según los datos de ESSAL es de aproximadamente 11.920 personas, cantidad inferior a la estimada en el presente estudio (14.269 habitantes) dado que la tasa de crecimiento utilizada por ESSAL S.A. es menor a la utilizada en el presente PRC.

## **2.4 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.

### **2.4.1. Requerimientos para la dotación de servicios.**

#### **a) Cálculo de caudales de agua potable**

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 20 años, se estimaron los consumos, gastos medios y gastos máximos en el año de inicio del estudio, para luego proyectarlos.

##### **a.1. Determinación de la dotación de consumo situación base.**

Para la estimación de las dotaciones actuales de agua potable, se aplicó la metodología y supuestos que se indican a continuación. Se emplearon los valores entregados por ESSAL S.A. en su último Plan de Desarrollo, que tiene fecha Junio del 2016.

Con respecto a las pérdidas de agua potable, se estimaron de acuerdo al Plan de Desarrollo realizado por ESSAL S.A. en el horizonte de su aplicación, esto es año 2030 en 47% a partir del año 2017 hasta el año 2037, considerando un horizonte de planificación de 20 años.



PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

**a.2 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura**

**i. 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. Para la localidad de Llanquihue la dotación de consumo se encuentra entre 132 y 160 l/hab/día en promedio para el período de análisis. Para los efectos del presente estudio adoptaremos una dotación de consumo de 145 l/hab/día, valor constante hasta el final del horizonte de aplicación del presente Plan Regulador.

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

$$\text{Dotación de Producción} = \text{Dotación de Consumo} / (1 - \% \text{Pérdidas}).$$

Los resultados son presentados en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 2-5: Dotaciones (l/hab/día) y Nivel de Pérdidas Esperadas.**

PROYECCIONES			
AÑO	NIVEL DE PERDIDAS (%)	SITUACIÓN CON PROYECTO	
		DOTACIÓN DE	DOTACION DE
		CONSUMO (l/hab/día)	PRODUCCION (l/hab/día)
2017	47.0	145	213
2018	47.0	145	213
2019	47.0	145	213
2020	47.0	145	213
2021	47.0	145	213
2022	47.0	145	213
2023	47.0	145	213
2024	47.0	145	213
2025	47.0	145	213
2026	47.0	145	213
2027	47.0	145	213
2028	47.0	145	213
2029	47.0	145	213
2030	47.0	145	213
2031	47.0	145	213
2032	47.0	145	213
2033	47.0	145	213
2034	47.0	145	213
2035	47.0	145	213
2036	47.0	145	213
2037	47.0	145	213

Fuente: Cálculos Propios

**ii. Coeficientes de gastos máximo diario y horario.**

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,10 y 1,50, de acuerdo a la metodología aplicada por ESSAL en su Plan de Desarrollo. La situación para el año 2037, para el caudal medio de agua potable será en nuestro caso:

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

- **Gasto medio:**

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

Dónde:

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

- **Gasto máximo diario:**

$$Q_{max} Diario = 1.1 * Q_{med} AP (l / s)$$

- **Gasto máximo horario:**

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

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura, usando como base la proyección de población para la localidad de Llanquihue al 2037, equivalente a 14.269 habitantes.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, de 145 l/hab/día al año 2037, equivalente a una dotación de producción de 213 l/hab/día, considerando un nivel de pérdidas de 47%.

**iii. Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos**

Se presenta a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Llanquihue y se estimará los costos considerando la normativa que regula los sistemas concesionados. De esta manera, se obtuvieron los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

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 Comunal es un instrumento de planificación a nivel de perfil, se adoptó 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 adoptó 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.

**PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

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 horas 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 la siguiente tabla.

**CUADRO N° 2-6: 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

Fuente: Norma Chilena NCH 1646

**CUADRO N° 2-7: Proyección de Caudales de Agua Potable.**

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
2017	12670	100	12670	145	47.0	213	31.26	34.38	51.57	446	230	297	676
2018	12821	100	12821	145	47.0	213	31.63	34.79	52.19	451	230	301	681
2019	12973	100	12973	145	47.0	213	32.00	35.21	52.81	456	230	304	686
2020	13128	100	13128	145	47.0	213	32.39	35.63	53.44	462	230	308	692
2021	13284	100	13284	145	47.0	213	32.77	36.05	54.07	467	230	311	697
2022	13442	100	13442	145	47.0	213	33.16	36.48	54.72	473	230	315	703
2023	13602	100	13602	145	47.0	213	33.56	36.91	55.37	478	230	319	708
2024	13764	100	13764	145	47.0	213	33.96	37.35	56.03	484	230	323	714
2025	12381	100	12381	145	47.0	213	30.54	33.60	50.40	435	230	290	665
2026	12528	100	12528	145	47.0	213	30.91	34.00	51.00	441	230	294	671
2027	12677	100	12677	145	47.0	213	31.27	34.40	51.60	446	230	297	676
2028	12828	100	12828	145	47.0	213	31.65	34.81	52.22	451	230	301	681
2029	12981	100	12981	145	47.0	213	32.02	35.23	52.84	457	230	304	687
2030	13135	100	13135	145	47.0	213	32.40	35.64	53.47	462	230	308	692
2031	13292	100	13292	145	47.0	213	32.79	36.07	54.11	467	230	312	697
2032	13450	100	13450	145	47.0	213	33.18	36.50	54.75	473	230	315	703
2033	13610	100	13610	145	47.0	213	33.58	36.93	55.40	479	230	319	709
2034	13772	100	13772	145	47.0	213	33.98	37.37	56.06	484	230	323	714
2035	13936	100	13936	145	47.0	213	34.38	37.82	56.73	490	230	327	720
2036	14102	100	14102	145	47.0	213	34.79	38.27	57.40	496	230	331	726
2037	14269	100	14269	145	47.0	213	35.20	38.72	58.08	502	230	335	732

Fuente: Cálculos Propios

Como dato ilustrativo, en el cuadro siguiente se presenta la proyección de la demanda de agua elaborada por ESSAL para Llanquihue de acuerdo al Plan de Desarrollo 2016.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

**CUADRO N° 2-8: Proyección de Demanda de Agua Potable dentro del Territorio Operacional**

AÑO	Población (hab)	Cobertura AP %	Población Abastecida (hab)	Indice Habit (hab/viv)	Clientes	Dotación de Consumo	Caudales de Consumo (l/s)			Pérdidas (%)	Caudales de Producción (l/s)		
						Población l/hab/día	Qmedio	Qmax diario	Qmax horario	Distribución	Qmedio	Qmax diario	Qmax horario
2015	11.763	100%	11.763	3.17	3.711	132.53	18.04	22.79	34.18	47,8%	36.42	45.99	68.99
2016	11.773	100%	11.773	3.16	3.731	133.77	18.23	23.02	34.53	47,8%	36.79	46.47	69.70
2017	11.783	100%	11.783	3.14	3.752	135.72	18.51	23.38	35.06	47,8%	37,36	47.18	70.77
2018	11.792	100%	11.792	3.13	3.773	137.08	18.71	23.63	35.45	47,8%	37,76	47.70	71.54
2019	11.801	100%	11.801	3.11	3.794	138.85	18.97	23.95	35.93	47,8%	38,28	48.35	72.52
2020	11.810	100%	11.810	3.10	3.814	140,64	19.22	24.28	36.42	47,8%	38,80	49.01	73,51
2021	11.819	100%	11.819	3.08	3.835	142,34	19.47	24.59	36.89	47,8%	39,30	49.63	74.45
2022	11.827	100%	11.827	3.07	3.856	144,13	19.73	24.92	37,38	47,8%	39.82	50.29	75.44
2023	11.834	100%	11.834	3.05	3.876	145,88	19.96	25.24	37,86	47,8%	40.33	50,94	76.41
2024	11.842	100%	11.842	3.04	3.897	147.72	20.25	25.57	38.36	47,8%	40.86	51.61	77.42
2025	11.849	100%	11.849	3.02	3.918	149.58	20.51	26.91	38.86	47,8%	41.40	52.29	78.44
2026	11.855	100%	11.855	3.01	3.939	151.45	20.78	26.25	39.37	47,8%	41,94	52.97	79.46
2027	11.862	100%	11.862	3.00	3.959	153.35	21.05	26.59	39.89	47,8%	42,49	53.67	80.50
2028	11.868	100%	11.868	2.98	3.980	155,28	21,33	26.94	40,41	47,8%	43,06	54.37	81.56
2029	11.873	100%	11.873	2.97	4.001	157.25	21.61	27.29	40,94	47,8%	43.61	55.09	82.63
2030	11.879	100%	11.879	2.95	4.021	159.24	21.89	27.65	41,48	47,8%	44.19	55.81	83.71

Fuente: Plan de Desarrollo ESSAL S.A 2016

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

**b. Proyección de la demanda de alcantarillado de aguas servidas**

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el Cuadro N°9.

Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la localidad de Llanquihue.

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.

**b.1. 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 2017 hasta el fin del horizonte de evaluación del Plan de Desarrollo. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable, tal como se explicó anteriormente.

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

- **Caudales máximos instantáneos**

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

Donde:

- H : Coeficiente de Harmon

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

En el cuadro adjunto se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Llanquihue, proyectado al año 2037.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

**CUADRO Nº 2-9: Proyección de Caudales de Aguas Servidas.**

AÑO	POBLACION			Dotación consumo l/hab/día	Pérdidas %	Caudales de consumo AP (l/s)			Caudales de Aguas Servidas (l/s)		
	Total	Cobertura %	Población Abastecida			Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2017	12670	97.0	12290	145	47.0	16.57	24.85	37.27	14.9	2.85	42.52
2018	12821	98.0	12565	145	47.0	16.76	25.15	37.72	15.1	2.85	42.95
2019	12973	99.0	12843	145	47.0	16.96	25.44	38.17	15.3	2.84	43.38
2020	13128	100.0	13128	145	47.0	17.17	25.75	38.62	15.4	2.84	43.82
2021	13284	100.0	13284	145	47.0	17.37	26.05	39.08	15.6	2.83	44.26
2022	13442	100.0	13442	145	47.0	17.58	26.36	39.55	15.8	2.83	44.70
2023	13602	100.0	13602	145	47.0	17.78	26.68	40.02	16.0	2.82	45.15
2024	13764	100.0	13764	145	47.0	18.00	27.00	40.49	16.2	2.82	45.61
2025	12381	100.0	12381	145	47.0	16.19	24.28	36.42	14.6	2.86	41.70
2026	12528	100.0	12528	145	47.0	16.38	24.57	36.86	14.7	2.86	42.12
2027	12677	100.0	12677	145	47.0	16.58	24.86	37.29	14.9	2.85	42.54
2028	12828	100.0	12828	145	47.0	16.77	25.16	37.74	15.1	2.85	42.97
2029	12981	100.0	12981	145	47.0	16.97	25.46	38.19	15.3	2.84	43.40
2030	13135	100.0	13135	145	47.0	17.17	25.76	38.64	15.5	2.84	43.84
2031	13292	100.0	13292	145	47.0	17.38	26.07	39.10	15.6	2.83	44.28
2032	13450	100.0	13450	145	47.0	17.59	26.38	39.57	15.8	2.83	44.73
2033	13610	100.0	13610	145	47.0	17.80	26.69	40.04	16.0	2.82	45.18
2034	13772	100.0	13772	145	47.0	18.01	27.01	40.52	16.2	2.82	45.63
2035	13936	100.0	13936	145	47.0	18.22	27.33	41.00	16.4	2.81	46.09
2036	14102	100.0	14102	145	47.0	18.44	27.66	41.49	16.6	2.81	46.55
2037	14269	100.0	14269	145	47.0	18.66	27.99	41.98	16.8	2.80	47.02

Fuente: Cálculos Propios

En el cuadro siguiente se presenta la proyección de la demanda de aguas servidas elaborada por ESSAL para Llanquihue de acuerdo al Plan de Desarrollo 2016.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

**CUADRO N° 2-10: Proyección de Demanda de Aguas Servidas: Llanquihue**

AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS										Q Infiltr (l/s)	Q A. Lluv (l/s)	Total (l/s)		Carga proy KgDB05/dia
Año	Población Total en T.O. (hab)	Cobertura A.S. (%)	Población Saneada A.S. (hab)	Clientes Servidos AS. (Clientes)	Dotación		Coeficiente de Recuperación = 0,90					Q Medio Total (l/s)	Q Max hor (l/s)	
					m3/cliente/ mes	l/hab/dia	Caudal Medio (l/s)	Coef. Harmón	Caudal Max. Hor. (l/s)					
2015	11.763	99%	11.680	3.687	12.56	130,38	15,86	2.89	45.80	6,19	0.00	22.05	51.99	782.59
2016	11.773	99%	11.707	3713	12.72	132,58	16.17	2.89	46,67	6.19	000	22.35	52.85	784.37
2017	11.783	100%	11.733	3.738	12.93	135.48	16.56	2.89	47.78	6,19	0.00	22.75	53,97	786.14
2018	11.792	100%	11.759	3.764	13.10	137.82	16.88	2,88	48,70	6.19	0.00	23,07	54,68	787.88
2019	11.801	100%	11.785	3.790	13.29	140.56	17,26	2.88	49.76	6.19	0,00	23,44	55.94	789.59
2020	11.810	100%	11.810	3.816	13.49	143.33	17.63	2.88	50.83	6,19	0.00	23.82	57.02	791.29
2021	11.819	100%	11.819	3837	13,59	145.02	17.85	2.88	51.46	6.19	0.00	24.04	57.65	791.85
2022	11.827	100%	11.827	3.858	13.69	146.81	18.09	2.88	52.13	6.19	0.00	24.27	58,31	792.39
2023	11.834	100%	11.834	3878	13.79	148.57	18,31	2.88	52.78	6.19	0,00	24,50	58.96	792,91
2024	11.642	100%	11.842	3899	13.89	150.41	18.55	2.88	53.46	6.19	0,00	24,74	59.65	793.40
2025	11.849	100%	11.849	3.920	14,00	152.26	18.79	2.88	54,14	6.19	0.00	24,98	60.33	793,87
2026	11.855	100%	11.855	3.941	14.10	154.13	19.03	2.88	54,83	6.19	0.00	25.22	61.02	794,31
2027	11.862	100%	11.862	3.961	14.21	156.03	19.28	2.88	55.54	6.19	0.00	25.47	61.72	794,73
2028	11.868	100%	11.868	3.982	14,32	157.96	19.53	2.88	56,25	6,19	000	25.71	62.43	795.13
2029	11.873	100%	11.873	4.003	14,43	159.92	19.78	2.88	56,97	6.19	0.00	25.97	63.16	795.51
2030	11.879	100%	11.879	4023	14,54	161.91	20.03	2.88	57,70	6.19	0.00	26.22	63.89	795.86

Fuente: ESSAL "Plan de Desarrollo 2016. Sistema Llanquihue"

## **2.5 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA**

### **2.5.1. AGUA POTABLE**

Del balance oferta – demanda del Plan de Desarrollo de ESSAL S.A., cuyas proyecciones alcanzan al año 2030, se puede observar hay una oferta de 63.7 l/s, en tanto la demanda máxima diaria en el marco del presente Plan de Desarrollo alcanza a los 50.54 l/s, por lo tanto no existe déficit en el abastecimiento de agua potable en el horizonte de evaluación del Plan de Desarrollo, dado que las fuentes de captación son suficientes para satisfacer las necesidades de toda la población que se encuentra dentro del territorio operacional de la concesionaria, por lo tanto, según la concesionaria, 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. Además de lo anterior existen derechos de agua por 192.2 l/s.

### **2.5.2. AGUAS SERVIDAS**

De acuerdo al cuadro de balance oferta-demanda de tratamiento de aguas servidas de ESSAL se puede observar que la capacidad máxima de tratamiento hasta el año 2030 es de 215 l/s, en tanto la demanda es de aproximadamente 225 l/s en promedio, lo que indica que existe déficit a partir del año 2026. La capacidad actual de la PTAS del área tributaria de Llanquihue no permite satisfacer la demanda del sistema durante todo el período de estudio, por lo que se considera la ampliación de la unidad de Tratamiento Preliminar en 10 l/s, la Capacidad Hidráulica en 51/s, la Capacidad de Carga Orgánica en 12 kg/día y la capacidad de Lodos en 15 kg lodo/día.

### **2.5.3. CONSIDERACIONES SOBRE EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS**

La empresa ESSAL S.A. tiene la obligación de asegurar el abastecimiento de agua potable y el servicio de alcantarillado de aguas servidas sólo en la zona correspondiente a su territorio operacional. Actualmente el territorio operacional tiende a coincidir con el límite urbano de Llanquihue, con las diferencias que se señalan en los respectivos planos.

Lo anterior, aunque específicamente se refiere al territorio operacional de ESSAL S.A. no significa que no puede abordar a futuro el crecimiento esperado de población y las respectivas demandas. El hecho que el nuevo Plan Regulador Comunal determine zonas de expansión no contempladas en el territorio operacional, no es limitante para que la empresa las asuma.

## **2.6 FACTIBILIDAD DE SERVICIO DE AGUA POTABLE**

De acuerdo al balance oferta-demanda realizado a nivel de infraestructura del Sistema Llanquihue, 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 2030, por lo que no está planificado incorporar fuentes futuras de acuerdo al balance oferta-demanda.

### **2.6.1. BALANCE OFERTA-DEMANDA DE AGUA POTABLE**

Según lo anterior, ESSAL S.A. estima que el sistema Llanquihue no presenta déficit en el período de previsión vistos los siguientes puntos:



**PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

- **Etapas de producción:** Se determinó que no existe déficit en las fuentes de producción para el abastecimiento y continuidad de servicio en el período de estudio 2016-2030.
- **Etapas de regulación:** La capacidad de regulación existente, 1000 m<sup>3</sup> es suficiente para satisfacer las necesidades de la población hasta el año 2025, durante el cual se construirá un estanque de 200 m<sup>3</sup> para ampliar la capacidad de regulación hasta el final del año de previsión del Plan de Desarrollo.
- **Etapas de distribución:** para el abastecimiento y continuidad de servicio en el período de estudio, la red de distribución tiene la capacidad suficiente para transportar la demanda sin requerir refuerzos y obras asociadas, sólo se requiere refuerzos en sectores puntuales.

Se muestra continuación un cuadro Cronograma Base de inversiones en la Etapa de Distribución para el período de validez del Plan de Desarrollo Sistema Llanquihue de ESSAL S.A.

**CUADRO N° 2-11: CRONOGRAMA BASE LOCALIDAD DE LLANQUIHUE**

<b>Etapas</b>	<b>Obras</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto Inversión Total (UF)</b>	<b>Año de Inicio</b>	<b>Año de Término</b>
Distribución	1	Renovación Cuartel 1070, L= 289m.	1.734	2016	2016
	2	Renovación Cuartel 1045 y 1190, L= 519m.	3.144	2017	2017
	3	Refuerzo 1. D= 200mm; L=410m.	1.968	2018	2018
	4	Refuerzo 2. D= 160mm; L=230m.	1.104	2018	2018
	5	Construcción estanque de 200 m <sup>3</sup>	9.000	2024	2024

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Concesión de Agua Potable y Alcantarillado Aguas Servidas Localidad de Llanquihue. ESSAL S.A. Mayo 2016

En el horizonte de aplicación del Plan Regulador de Llanquihue (año 2037), la población aumenta en la alternativa de estructuración seleccionada algo más que la proyectada por ESSAL S.A., 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, habría que hacer inversiones en infraestructura por parte de la concesionaria que implican ampliación de redes de distribución, estanques de acumulación y regulación, plantas re-elevadoras, etc. No obstante lo anterior se estima que utilizando todos los derechos de agua que posee la concesionaria no sería necesario invertir en nuevas captaciones.

Los cálculos realizados por Infracon en el marco de este Plan Regulador demuestran que, si bien es cierto la ampliación del límite urbano propuesto es más grande que el territorio operacional de ESSAL S.A, es posible dotar de agua potable a la población que ocupará esa zona de expansión, dado que las fuentes actuales tienen capacidad suficiente para abastecer a la población futura, de acuerdo a las informaciones entregadas por ESSAL en la Ficha de Antecedentes Técnicos (FAT 2016)

**Oferta Actual y Futura de las Fuentes**

- Oferta Actual (Año 2016) :
 

Q explotación	63.7 l/s
Q máximo	192.2 l/s
Q derechos de agua	192.2 l/s
- Oferta Futura (Año 2020) :
 

Q explotación	63.7 l/s
Q máximo	192.2 l/s

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

	Q derechos de agua	192.2 l/s
- Oferta Futura (Año 2030) :	Q explotación	63.7 l/s
	Q máximo	192.2 l/s
	Q derechos de agua	192.2 l/s

## 2.7 ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

En lo que respecta a 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 presenta déficit, por lo que se considera la ampliación de la Planta de Tratamiento. El sistema depende solamente de nuevas inversiones, por lo tanto siempre existe factibilidad.

### 2.7.1 BALANCE OFERTA-DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

De acuerdo con el balance oferta-demanda realizado a nivel de la infraestructura de aguas servidas, el sistema presenta déficit en el período de previsión, desagregado por las siguientes etapas:

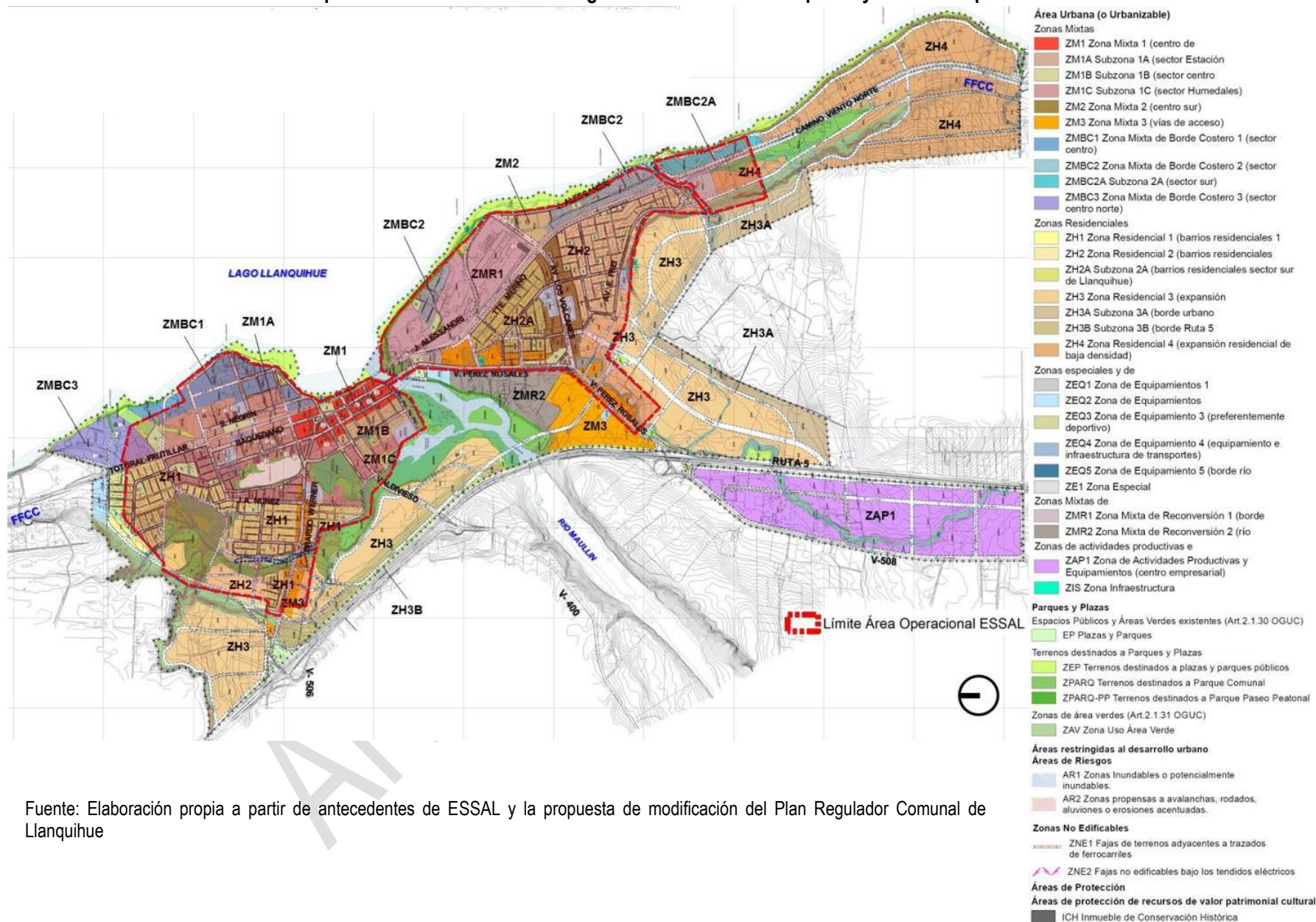
- **Etapas de recolección:** De acuerdo a las modelaciones hidráulicas realizadas, se concluye que los colectores tienen capacidad suficiente para conducir el caudal máximo horario durante el período analizado, por lo que no es necesario reforzar la red de recolección existente.
- **Etapas de disposición:** De acuerdo al balance oferta-demanda, la capacidad actual de la PTAS del área tributaria de Llanquihue no permite satisfacer la demanda del sistema durante todo el período de estudio (2016-2030), por lo que se considera la ampliación de la unidad de Tratamiento Preliminar en 15 l/s el año 2026.

## 2.8 PLANO DE ZONIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE: PLANO DE FACTIBILIDAD SANITARIA LOCALIDAD DE LLANQUIHUE

A modo de referencia, a continuación se presenta la propuesta de área urbana y de zonificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue, en la ciudad de Llanquihue, en comparación con el Territorio Operacional de la Concesionaria de Servicios Sanitarios ESSAL S.A.

# PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

FIGURA N° 2-2: Propuesta de Zonificación Plan Regulador Comunal de Llanquihue y Territorio Operacional ESSAL S.A.



Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de ESSAL y la propuesta de modificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue

### 3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD DE LOS PELLINES

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este punto tiene por finalidad analizar la factibilidad de dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en la localidad de Los Pellines en el marco de la Modificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue, dentro del marco de los "Estudios Previos Actualización Plan Regulador Comunal de Llanquihue"

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.

El Plan Regulador en estudio, ha tomado como base los lineamientos generales y las densidades poblaciones que postulan hacia una mayor densificación y ordenamiento de las áreas consolidadas.

#### 3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

##### 3.2.1 SERVICIO DE AGUA POTABLE

La localidad de Los Pellines cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable atendido por el "Comité de Agua Potable Rural Los Pellines", puesto en marcha el año 1981. De acuerdo con lo informado por el Comité de APR, el sistema cuenta actualmente con 404 arranques y atiende a una población estimada en la actualidad de 2.200 habitantes, alcanzando una cobertura aproximada del 100% de la población.

**CUADRO N° 3-1: Sistema de Agua Potable Rural de Los Pellines**

Comuna	Servicio	Nombre	Año puesta en marcha	Número de Arranques	Beneficiarios/as Estimados
LLANQUIHUE	COMITÉ	LOS PELLINES	1981	404	2200

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas MOP. Bases APR 2014 (actualizado) y Comité de APR Los Pellines

La captación se realiza a través de un sondaje de 30m de profundidad que tiene un rendimiento estimado de 2.5 l/s

En la actualidad, de acuerdo a las informaciones del Comité de APR, en general en Los Pellines no existen problemas de abastecimiento de agua potable, salvo en verano cuando algunas veces se ha tenido que racionar el servicio por problemas de presión, debido a la alta demanda de la población flotante. No obstante lo anterior, no se considera buscar nuevas fuentes dado que la actual permite abastecer a la población normal existente.

El servicio cuenta con un sistema de cloración por solución, aplicada en la impulsión.

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

La regulación del sistema se efectúa por medio de dos estanques elevados de acumulación, uno de 45 m<sup>3</sup> y el otro de 50 m<sup>3</sup> de capacidad.

De acuerdo a informaciones entregadas en el Comité de APR, se encuentra en etapa de estudio el mejoramiento de la red de abastecimiento de agua potable, dado que el sistema actualmente en servicio es muy antiguo.

#### **3.2.2 SERVICIO DE ALCANTARILLADO**

En lo que respecta a las aguas servidas, la localidad cuenta con sistema de evacuación de aguas servidas que es atendido por la Dirección de Obras de la Municipalidad de Llanquihue. La red principal fue construida el año 1998 y se estima que con sus modificaciones y ampliaciones posteriores atiende actualmente un 95% de las viviendas de la localidad de Los Pellines.

De acuerdo a informaciones recabadas en terreno el número de beneficiarios del sistema de evacuación de aguas servidas es de 390 viviendas aproximadamente.

Hasta antes de la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Los Pellines adolecía de un sistema eficiente de tratamiento de las aguas servidas, ya que el 100% de las aguas servidas eran descargadas a fosas sépticas que se ubicaban en diferentes lugares de la localidad, despidiendo malos olores

El proyecto original: "Reposición de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Los Pellines, Comuna de Llanquihue", consideraba la eliminación de las fosas sépticas y el transporte de todas las aguas servidas a una nueva Planta de Tratamiento. El proyecto consideraba además, la construcción de 2.500 m de redes de alcantarillado de aguas servidas para el sector poniente y sector norte de Los Pellines, una impulsión de 550 metros, una planta elevadora de aguas servidas y un emisario de agua tratada, desde el punto de descarga de la impulsión,

La longitud del emisario era, según el proyecto inicial de 4.122 m de tuberías de PVC de 200 mm de diámetro y en su tramo final en diámetro 250 mm. lo que encarecía en gran parte su construcción. Finalmente el proyecto sufrió varias modificaciones destinadas a abaratar su ejecución y se optó por una descarga a un estero afluente del río Colegual ubicado al sur de la planta, con un emisario de aproximadamente 50m de longitud

La planta es del tipo lodos activados y se encuentra en funcionamiento desde hace dos años aproximadamente en forma eficiente.

#### **3.3 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 para la localidad de Los Pellines, por lo que se considera como población máxima esperada la población, de acuerdo a las estimaciones realizadas en los en el marco del proceso de formulación del Plan Regulador Comunal, sobre la base de las tendencias registradas por los últimos tres Censos de Población.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

**CUADRO N° 3-2: Proyección de Población y Viviendas Principales al Año 2037.**  
**Localidad de Los Pellines**

<b>Año</b>	<b>Población</b>	<b>Viviendas</b>	<b>Densidad Habitacional</b>
2017	1.301	378	3,4
2018	1.314	385	3,4
2019	1.327	392	3,4
2020	1.340	399	3,4
2021	1.354	406	3,3
2022	1.367	413	3,3
2023	1.381	421	3,3
2024	1.395	428	3,3
2025	1.409	436	3,2
2026	1.423	444	3,2
2027	1.437	452	3,2
2028	1.451	460	3,2
2029	1.466	468	3,1
2030	1.481	477	3,1
2031	1.495	485	3,1
2032	1.510	494	3,1
2033	1.526	503	3,0
2034	1.541	512	3,0
2035	1.556	521	3,0
2036	1.572	531	3,0
2037	1.587	540	2,9

Fuente: Censos 1992, 2002 y 2017, INE. Cálculos Propios

La población de la localidad de Los Pellines alcanza los 1.587 habitantes en el horizonte de evaluación del Proyecto de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.

### **3.4 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 dentro del Plan Regulador Comunal. Su objetivo principal se basa en el análisis de la situación actual y su proyección respecto a las proposiciones que entregue el Plan.

La localidad de Los Pellines cuenta en la actualidad con un servicio de abastecimiento de agua potable atendido por un Comité de Agua Potable Rural, tal como se dijo anteriormente. Si bien la localidad es urbana en la actualidad, una parte de ella es rural. Al respecto, al pasar estos sectores de rural a urbana, 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.

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

- 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.

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.

#### **3.4.1. REQUERIMIENTOS PARA LA DOTACIÓN DE SERVICIOS**

##### **a) Cálculo de caudales de agua potable**

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 20 años, se estimarán los consumos, gastos medios y gastos máximos en el año de inicio del estudio, para luego proyectarlos.

##### ***a.1. 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. Se cuenta con antecedentes históricos en lo relativo a facturaciones y dotaciones promedio, etc. que permiten caracterizar la localidad, por lo que se utilizará dichos valores que son válidos para localidades de características similares en lo relativo al grado de urbanización, características de desarrollo y su potencial.

Con respecto a las pérdidas, no se cuenta con antecedentes relativos a las pérdidas del sistema por lo que se utilizará un nivel de pérdidas similar a las producidas en otras localidades con sistemas de APR y características poblacionales similares. Se estimarán las pérdidas de 25% en el año 2017 para estabilizarse en ese valor hasta el año 2037.

##### ***a.2 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura***

##### ***i. 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. Para la localidad de Los Pellines la dotación de consumo se estimó en 125 l/hab/día en promedio incluyendo todos los tipos de usuarios, de acuerdo a la misma fuente citada anteriormente, para los efectos del horizonte de aplicación del presente Plan Regulador.

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 de las proyecciones de población del Plan, es decir, de 125 l/hab/día en el año 2037.

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

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

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

**CUADRO N° 3-3: Dotaciones (lt/hab/día) y Nivel de Pérdidas Esperadas.**

AÑO	NIVEL DE PERDIDAS (%)	PROYECCIONES	
		SITUACIÓN CON PROYECTO	
		DOTACIÓN DE CONSUMO (l/hab/día)	DOTACION DE PRODUCCION (l/hab/día)
2017	25.0	125	156
2018	25.0	125	156
2019	25.0	125	156
2020	25.0	125	156
2021	25.0	125	156
2022	25.0	125	156
2023	25.0	125	156
2024	25.0	125	156
2025	25.0	125	156
2026	25.0	125	156
2027	25.0	125	156
2028	25.0	125	156
2029	25.0	125	156
2030	25.0	125	156
2031	25.0	125	156
2032	25.0	125	156
2033	25.0	125	156
2034	25.0	125	156
2035	25.0	125	156
2036	25.0	125	156
2037	25.0	125	156

Fuente: Cálculos Propios

**ii. Coeficientes de gastos máximo diario y horario.**

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,30 para el gasto máximo diario y 1.50 para el gasto máximo horario, ya que no existe información histórica que permita determinar la estacionalidad de la demanda que presentará la dotación. La situación para el año 2037, 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 %



PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

- **Gasto máximo diario:**

$$Q_{\max} \text{ Diario} = 1.3 * Q_{\text{med}} AP(l / s)$$

- **Gasto máximo horario:**

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

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura. Se considera una población al año 2037 de 1587 hab.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2037, de 125 lts/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 156 l/hab/día.

### **iii. Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos**

Se analizara a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Los Pellines y se estimarán los costos 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.

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, (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.

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

### **iii. Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos**

Se analizara a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Los Pellines y se estimará los costos 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.

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

**PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

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 horas 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 la siguiente tabla.

**CUADRO N° 3-4: 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

Fuente: Norma Chilena NCH 1646.

**CUADRO N° 3-5: Proyección de Caudales de Agua Potable para Los Pellines**

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
2017	1301	100	1301	125	25.0	156	2.35	3.06	4.59	40	115	26	155
2018	1314	100	1314	125	25.0	156	2.38	3.09	4.63	40	115	27	155
2019	1327	100	1327	125	25.0	156	2.40	3.12	4.68	40	115	27	155
2020	1340	100	1340	125	25.0	156	2.42	3.15	4.73	41	115	27	156
2021	1354	100	1354	125	25.0	156	2.45	3.18	4.77	41	115	28	156
2022	1367	100	1367	125	25.0	156	2.47	3.21	4.82	42	115	28	157
2023	1381	100	1381	125	25.0	156	2.50	3.25	4.87	42	115	28	157
2024	1395	100	1395	125	25.0	156	2.52	3.28	4.92	43	115	28	158
2025	1409	100	1409	125	25.0	156	2.55	3.31	4.97	43	115	29	158
2026	1423	100	1423	125	25.0	156	2.57	3.35	5.02	43	115	29	158
2027	1437	100	1437	125	25.0	156	2.60	3.38	5.07	44	115	29	159
2028	1451	100	1451	125	25.0	156	2.62	3.41	5.12	44	115	29	159
2029	1466	100	1466	125	25.0	156	2.65	3.45	5.17	45	115	30	160
2030	1481	100	1481	125	25.0	156	2.68	3.48	5.22	45	115	30	160
2031	1495	100	1495	125	25.0	156	2.70	3.51	5.27	46	115	30	161
2032	1510	100	1510	125	25.0	156	2.73	3.55	5.32	46	115	31	161
2033	1526	100	1526	125	25.0	156	2.76	3.59	5.38	46	115	31	161
2034	1541	100	1541	125	25.0	156	2.79	3.62	5.43	47	115	31	162

**PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE**  
**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

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
2035	1556	100	1556	125	25.0	156	2.81	3.66	5.49	47	115	32	162
2036	1572	100	1572	125	25.0	156	2.84	3.70	5.54	48	115	32	163
2037	1587	100	1587	125	25.0	156	2.87	3.73	5.60	48	115	32	163

Fuente: Cálculos Propios

**b) Servicio de alcantarillado.**

**b.1. Proyección de la demanda de alcantarillado de aguas servidas**

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el Cuadro N° 3-6.

Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la localidad de Los Pellines.

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.

**b.2. 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 2020 hasta el fin del horizonte de evaluación del Plan de Desarrollo. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable, tal como se explicó anteriormente.

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

**- Caudales máximos instantáneos**

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

Donde:

- H : Coeficiente de Harmon

PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE  
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

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

En el cuadro adjunto se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Los Pellines proyectado al año 2037.

**CUADRO N° 3-6: Proyección de Caudales de Aguas Servidas. Los Pellines**

AÑO	POBLACION			Dotación consumo l/hab/día	Caudales de consumo AP			Caudales de Aguas Servidas		
	Total	Cobertura %	Población Abastecida		Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2017	1301	95	1236	125	1.79	1.97	2.95	1.6	3.72	5.99
2018	1314	98	1288	125	1.86	2.05	3.07	1.7	3.72	6.24
2019	1327	99	1314	125	1.90	2.09	3.14	1.7	3.72	6.36
2020	1340	100	1340	125	1.94	2.13	3.20	1.7	3.71	6.48
2021	1354	100	1354	125	1.96	2.15	3.23	1.8	3.71	6.54
2022	1367	100	1367	125	1.98	2.18	3.26	1.8	3.71	6.60
2023	1381	100	1381	125	2.00	2.20	3.30	1.8	3.71	6.66
2024	1395	100	1395	125	2.02	2.22	3.33	1.8	3.70	6.72
2025	1409	100	1409	125	2.04	2.24	3.36	1.8	3.70	6.79
2026	1423	100	1423	125	2.06	2.26	3.40	1.9	3.70	6.85
2027	1437	100	1437	125	2.08	2.29	3.43	1.9	3.69	6.91
2028	1451	100	1451	125	2.10	2.31	3.46	1.9	3.69	6.97
2029	1466	100	1466	125	2.12	2.33	3.50	1.9	3.69	7.04
2030	1481	100	1481	125	2.14	2.36	3.54	1.9	3.68	7.10
2031	1495	100	1495	125	2.16	2.38	3.57	1.9	3.68	7.16
2032	1510	100	1510	125	2.18	2.40	3.60	2.0	3.68	7.23
2033	1526	100	1526	125	2.21	2.43	3.64	2.0	3.67	7.30
2034	1541	100	1541	125	2.23	2.45	3.68	2.0	3.67	7.37
2035	1556	100	1556	125	2.25	2.48	3.71	2.0	3.67	7.43
2036	1572	100	1572	125	2.27	2.50	3.75	2.0	3.66	7.50
2037	1587	100	1587	125	2.30	2.53	3.79	2.1	3.66	7.57

Fuente: Cálculos Propios

### 3.5 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA, LOCALIDAD DE LOS PELLINES

#### 3.5.1. SISTEMA DE AGUA POTABLE

El análisis de la infraestructura requerida se realizará a nivel global para la producción, la regulación y para la red de distribución.

##### a) Producción

En la actualidad, de acuerdo a la información entregada por el Comité APR, en Los Pellines no existen problemas de abastecimiento de agua potable, por lo que no se considera buscar nuevas fuentes dado que la

## PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

---

actual permite abastecer a una población mayor a la existente.

A nivel de producción sólo se requiere a futuro el reemplazo de equipos de impulsión y la reposición de equipos de cloración y fluoración

### **b) Regulación**

El volumen de regulación en la actualidad es de 95 m<sup>3</sup>. De acuerdo al balance oferta-demanda, en la etapa de producción se considera la construcción de un estanque adicional de 100 m<sup>3</sup> de capacidad para cumplir con la normativa vigente, en cuanto a volumen de reserva y volumen contra incendio.

### **c) Redes de distribución**

A nivel de distribución, se requiere principalmente un mejoramiento y ampliación de la red reemplazando las tuberías de asbesto cemento por PVC

### **3.5.2. SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS**

Los sistemas de alcantarillado de aguas servidas, al existir sistema de abastecimiento de agua potable, dependen solamente de nuevas inversiones, por lo tanto siempre existe factibilidad.

#### **a) Redes de recolección**

Se requiere el mejoramiento y ampliación de las redes mediante el cambio de colectores que están fuera de norma.

#### **b) Tratamiento**

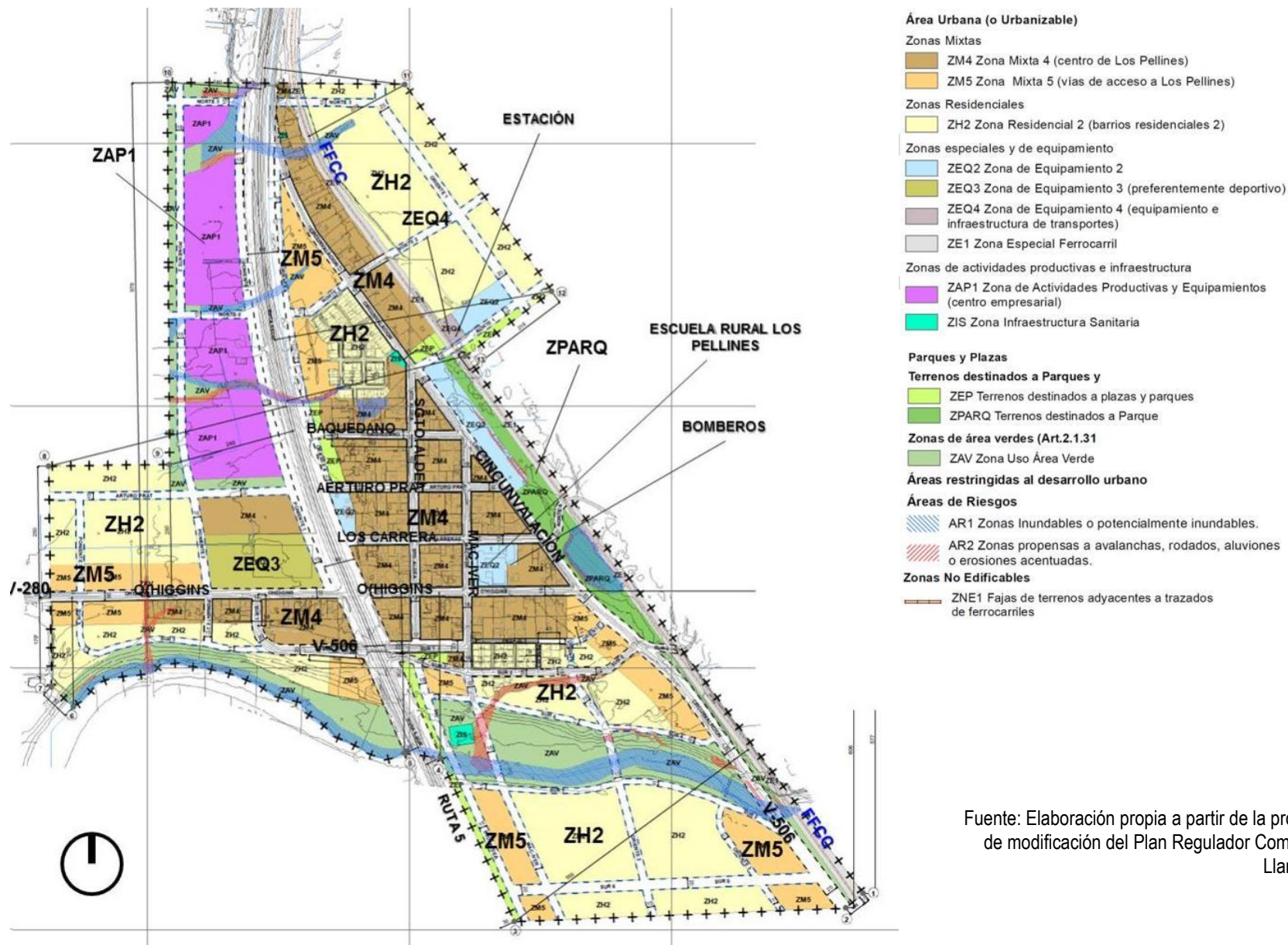
Se requiere la ampliación a futuro de la planta de lodos activados.

### **3.6 PLANO DE ZONIFICACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE, ÁREA URBANA DE LOS PELLINES.**

A modo de referencia, a continuación se presenta la propuesta de área urbana y de zonificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue en la localidad de Los Pellines.

# PLAN REGULADOR COMUNAL DE LLANQUIHUE ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

FIGURA Nº 3-1: Propuesta de Zonificación Plan Regulador Comunal de Llanquihue, localidad de Los Pellines.



Fuente: Elaboración propia a partir de la propuesta de modificación del Plan Regulador Comunal de Llanquihue