



ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE FRESIA

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA REGIÓN DE LOS LAGOS

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

MARZO 2019

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA



PROFESIONAL RESPONSABLE:
Roberto Lara Venegas, Ingeniero Civil

ANTEPROYECTO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE FRESIA	2
2.1 Servicio de Abastecimiento de Agua Potable	2
2.2 Servicio de alcantarillado	3
2.3 Población Futura.....	4
2.4 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas	5
2.4.1. Requerimien/tos para la dotación de servicios.....	5
2.5 Estimación de Infraestructura Requerida	13
2.5.1. Agua potable.....	13
2.5.2. Aguas servidas	13
2.5.3. Consideraciones Sobre el Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas	13
2.6 Factibilidad de Servicio de Agua Potable.....	14
2.6.1. Balance Oferta-Demanda de Agua Potable	15
2.7 Alcantarillado de Aguas Servidas	16
2.7.1. Balance Oferta-Demanda de Aguas Servidas	16
2.8 Plano Factibilidad Sanitaria Localidad de Fresia	16
3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD DE TEGUALDA	18
3.1 Introducción	18
3.2 Descripción general del servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado	18
3.2.1. Servicio de agua potable.....	18
3.2.2. Servicio de Alcantarillado.....	19
3.3 Población Futura.....	19
3.4 Factibilidad de Dotación de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas	20
3.4.1. Requerimientos para la dotación de servicios.....	21
3.5 Estimación de Infraestructura Requerida, Localidad de Tegualda	26
3.5.1. Sistema de agua potable	26
3.5.2. Sistema de aguas servidas	26

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 Fresia, como parte integrante de los *“Estudios Previos Actualización Plan Regulador Comunal de Fresia”*, 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 de Fresia en estudio, ha tomado como base los lineamientos generales y las densidades poblacionales que postulan hacia una mayor densificación y ordenamiento de las áreas consolidadas.

De igual forma, se requiere el estudio de otras concentraciones con características urbanas presentes en la comuna, como es el caso específico de la localidad de Tegalda, cuyas características deberán analizarse para su eventual incorporación al Plan Regulador Comunal de Fresia

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 Fresia Xª Región”*, presentado por la Empresa de Servicios Sanitarios de Los Lagos ESSAL S.A. en Junio de 2016 proporcionado por la Superintendencia de Servicios Sanitarias (SISS),

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 Fresia.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE FRESIA

La ciudad de Fresia 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 Fresia, proporcionada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), el sistema de producción de la localidad de Fresia está conformado por 4 pozos profundos con una capacidad de producción actual de 30.0 l/s. Además de lo anterior ESSAL cuenta con derechos de agua en el Río de los Cauilles o Ñapeco por 50 l/s y en el Río Norte por 100 l/s.

La red de distribución de Fresia es de aproximadamente 25.830 metros de tuberías, principalmente de cemento asbesto y PVC.

La dotación actual es de 135.9 l/hab/día para una población estimada por ESSAL de 5.960 habitantes.

De acuerdo al balance oferta – demanda desarrollado por ESSAL S.A., la capacidad de producción actual de los sondeos es suficiente para abastecer la demanda del sistema durante todo el período de previsión. La capacidad actual de la planta de Fluoruración no permite satisfacer la demanda del sistema durante todo el período de estudio, por lo que se considera la ampliación de la Planta de Fluoruración en 5 l/s.

b) Cobertura de agua potable

La cobertura de agua potable para el área de Fresia es del 100% en el año 2017, de acuerdo al “Informe Anual de Coberturas Urbanas de Servicios Sanitarios” de la SISS, para una población urbana abastecida de 5.350 personas, según el informe citado.

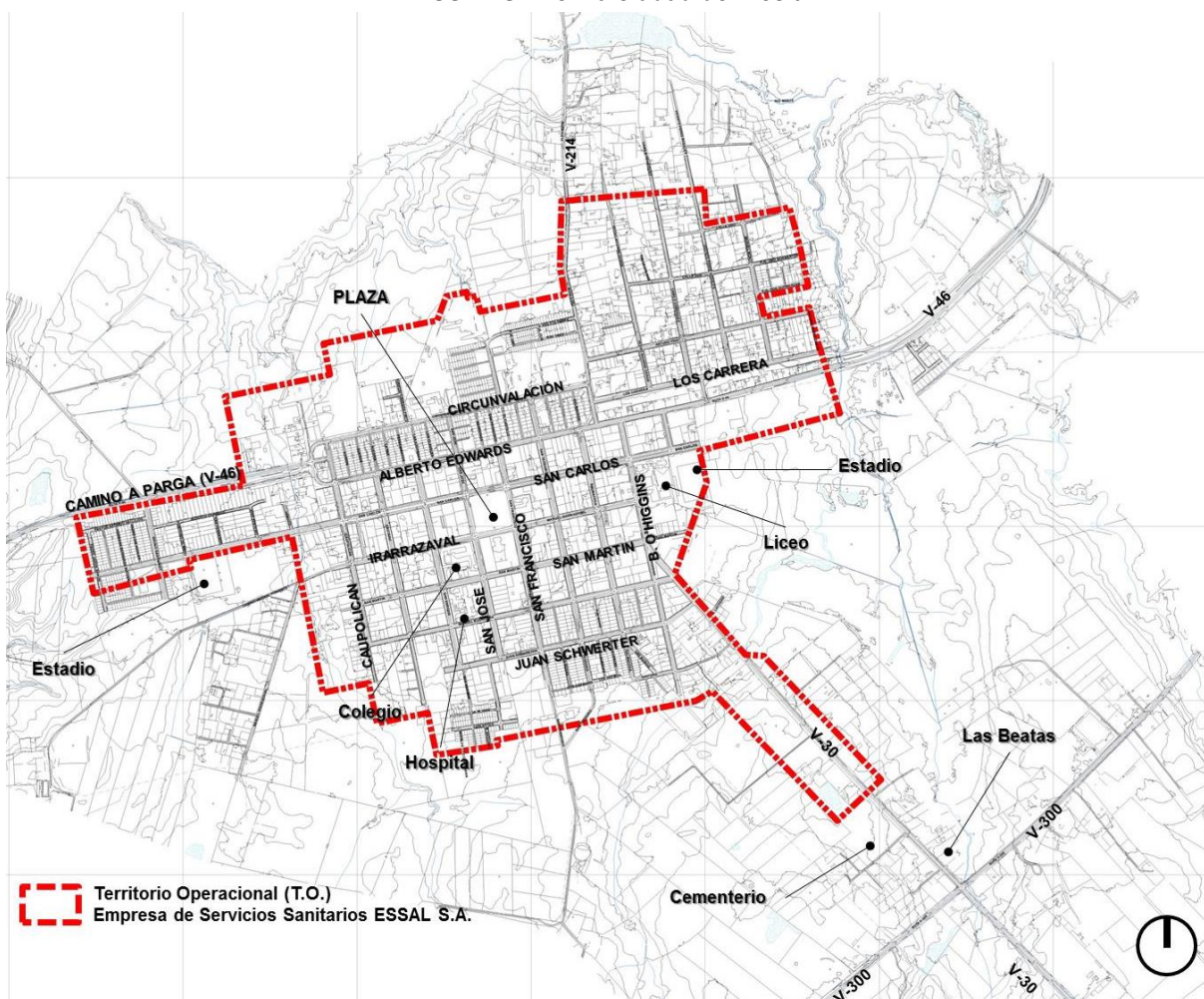
CUADRO N° 2-1: Cobertura de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Fresia año 2017

Empresa	Localidad	Cientes residenciales de agua potable	Total de inmuebles residenciales AP	Población urbana estimada	Población urbana abastecida AP	Cobertura de agua potable
ESSAL S.A.	FRESIA	2.406	2.406	5.350	5.350	100%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. Informe Anual de Coberturas de Servicios Sanitarios 2017

La siguiente figura se presenta un esquema con el territorio operacional del servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas servidas de ESSAL de la localidad de Fresia.

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



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

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

2.2 SERVICIO DE ALCANTARILLADO

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

El sistema de recolección de Fresia, está conformado por una red que recogen las aguas servidas del territorio operacional. (Ver siguiente cuadro)

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

CUADRO N° 2-2: Cobertura de los servicios de alcantarillado de la ciudad de Fresia, año 2017

Empresa	Localidad	Clientes residenciales de alcantarillado	Inmuebles residenciales no conectados a la red de alcantarillado Total	Total de inmuebles residenciales	Población urbana estimada	Población urbana saneada ALC	Cobertura de alcantarillado
ESSAL S.A.	Fresia	2.111	295	2.406	5.350	4.694	87.7%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS. Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios. 2017

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 la población propuesta en las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de la Memoria Explicativa del presente Plan Regulador Comunal.

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

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

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2017	7.328	2.792	2,6
2018	7.432	2.893	2,6
2019	7.538	2.997	2,5
2020	7.645	3.105	2,5
2021	7.753	3.216	2,4
2022	7.863	3.332	2,4
2023	7.975	3.452	2,3
2024	8.088	3.576	2,3
2025	12.381	3.705	3,3
2026	12.557	3.838	3,3
2027	12.735	3.977	3,2
2028	12.916	4.120	3,1
2029	13.099	4.268	3,1
2030	13.285	4.422	3,0
2031	13.474	4.581	2,9
2032	13.665	4.746	2,9
2033	13.859	4.917	2,8
2034	14.056	5.094	2,8
2035	14.256	5.277	2,7
2036	14.458	5.467	2,6
2037	14.664	5.664	2,6

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

La población de la localidad de Fresia alcanza los 14.664 hab. en el horizonte de evaluación del Proyecto de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

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

CUADRO N° 2-3: Proyección de Población Adoptada en Plan de Desarrollo 2016 por ESSAL S.A.

Año	Población	Tasa de Crecimiento
2015	5.877	0.48%
2016	5.906	0,48%
2017	5.934	0.48%
2018	5.962	0,47%
2019	5.989	0,46%
2020	6.016	0,45%
2021	6.042	0,44%
2022	6.068	0,43%
2023	6.094	0,42%
2024	6.119	0,41%
2025	6.144	0,41%
2026	6.168	0,40%
2027	6.193	0,39%
2028	6.216	0,38%
2029	6.240	0,38%
2030	6.263	0,37%

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 6420 personas, cantidad similar a la estimada en el presente estudio.

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 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 utilizará 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 46% a partir del año 2017 hasta el año 2037, año final de validez del Plan Regulador en estudio.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
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 Fresia la dotación de consumo se encuentra entre 136 y 154 l/hab/día en promedio para el período de análisis. Para los efectos del presente estudio adoptaremos una dotación de consumo de 140 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:

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

CUADRO N° 2-4: 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	46.0	140	204
2018	46.0	140	204
2019	46.0	140	204
2020	46.0	140	204
2021	46.0	140	204
2022	46.0	140	204
2023	46.0	140	204
2024	46.0	140	204
2025	46.0	140	204
2026	46.0	140	204
2027	46.0	140	204
2028	46.0	140	204
2029	46.0	140	204
2030	46.0	140	204
2031	46.0	140	204
2032	46.0	140	204
2033	46.0	140	204
2034	46.0	140	204
2035	46.0	140	204
2036	46.0	140	204
2037	46.0	140	204

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 1,21 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:

.- 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:

$$Q_{max} Diario = 1.21 * Q_{med} AP (l / s)$$

.- Gasto máximo horario:

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

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura. Se considera en el ámbito del presente estudio, una población al año 2037 de 14.664 hab.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2037, de 140 l/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 204 l/hab/día, considerando un nivel de pérdidas de 46%

iii. Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos

Se analizara a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Fresia 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 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

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

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 el siguiente cuadro.

CUADRO N° 2-5: 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° 2-6: 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	7328	100	7328	140	46.0	204	17.34	20.98	31.47	272	230	181	502
2018	7432	100	7432	140	46.0	204	17.58	21.27	31.91	276	230	184	506
2019	7538	100	7538	140	46.0	204	17.83	21.58	32.37	280	230	186	510
2020	7645	100	7645	140	46.0	204	18.09	21.88	32.83	284	230	189	514
2021	7753	100	7753	140	46.0	204	18.34	22.19	33.29	288	230	192	518
2022	7863	100	7863	140	46.0	204	18.60	22.51	33.76	292	230	194	522
2023	7975	100	7975	140	46.0	204	18.87	22.83	34.24	296	230	197	526
2024	8088	100	8088	140	46.0	204	19.13	23.15	34.73	300	230	200	530
2025	12381	100	12381	140	46.0	204	29.29	35.44	53.16	459	230	306	689
2026	12557	100	12557	140	46.0	204	29.71	35.94	53.92	466	230	311	696
2027	12735	100	12735	140	46.0	204	30.13	36.45	54.68	472	230	315	702
2028	12916	100	12916	140	46.0	204	30.56	36.97	55.46	479	230	319	709
2029	13099	100	13099	140	46.0	204	30.99	37.50	56.24	486	230	324	716
2030	13285	100	13285	140	46.0	204	31.43	38.03	57.04	493	230	329	723
2031	13474	100	13474	140	46.0	204	31.88	38.57	57.85	500	230	333	730
2032	13665	100	13665	140	46.0	204	32.33	39.12	58.68	507	230	338	737
2033	13859	100	13859	140	46.0	204	32.79	39.67	59.51	514	230	343	744
2034	14056	100	14056	140	46.0	204	33.25	40.24	60.35	521	230	348	751
2035	14256	100	14256	140	46.0	204	33.73	40.81	61.21	529	230	353	759
2036	14458	100	14458	140	46.0	204	34.20	41.39	62.08	536	230	358	766
2037	14664	100	14664	140	46.0	204	34.69	41.98	62.96	544	230	363	774

Fuente: Cálculos Propios

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

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

CUADRO N° 2-7
Proyección de Demanda de Agua Potable dentro del Territorio Operacional

AÑO	Población (hab.)	Cobertura AP %	Población Abastecida (hab)	Indice Habit. (hab/viv)	Clientes	Dotaciones de Consumo	
						Población l/hab/día	Clientes m3/cliente/mes
2015	5.877	100%	5.877	2,36	2.489	136,45	9,80
2016	5.906	100%	5.906	2,35	2.512	136,32	9,74
2017	5.934	100%	5.934	2,34	2.536	138,55	9,86
2018	5.962	100%	5.962	2,33	2.559	138,46	9,81
2019	5.989	100%	5.989	2,35	2.583	139,92	9,86
2020	6.016	100%	6.016	2,31	2.606	141,40	9,92
2021	6.042	100%	6.042	2,30	2.630	142,45	9,95
2022	6.068	100%	6.068	2,29	2.653	143,75	10,00
2023	6.094	100%	6.094	2,28	2.677	144,85	10,03
2024	6.119	100%	6.119	2,27	2.700	146,20	10,07
2025	6.144	100%	6.144	2,26	2.724	147,53	10,12
2026	6.168	100%	6.168	2,25	2.747	148,82	10,16
2027	6.193	100%	6.193	2,24	2.771	150,17	10,20
2028	6.216	100%	6.216	2,22	2.794	151,52	10,25
2029	6.240	100%	6.240	2,21	2.818	152,92	10,30
2030	6.263	100%	6.263	2,20	2.841	154,34	10,34

CUADRO N° 2-7 (continuación)
Proyección de Demanda de Agua Potable dentro del Territorio Operacional

AÑO	Caudales de Consumo (l/s)			Pérdidas (%) (1)		Caudales de Producción (l/s)		
	Qmedio	Qmáx diario	Qmáx horario	Producción	Distribución	Qmedio	Qmáx diario	Qmáx horario
2015	9,28	11,24	16,86	46,1%	46,1%	17,22	20,86	31,29
2016	9,32	11,29	16,93	46,1%	46,1%	17,29	20,94	31,41
2017	9,52	11,53	17,29	46,1%	46,1%	17,66	21,39	32,08
2018	9,55	11,57	17,36	46,1%	46,1%	17,73	21,47	32,21
2019	9,70	11,75	17,62	46,1%	46,1%	17,99	21,80	32,69
2020	9,85	11,92	17,89	46,1%	46,1%	18,27	22,13	33,19
2021	9,96	12,07	18,10	46,1%	46,1%	18,48	22,39	33,58
2022	10,10	12,23	18,34	46,1%	46,1%	18,76	22,69	34,04
2023	10,22	12,37	18,56	46,1%	46,1%	18,96	22,96	34,44
2024	10,35	12,54	18,81	46,1%	46,1%	19,21	23,27	34,91
2025	10,49	12,71	19,06	46,1%	46,1%	19,47	23,58	35,37
2026	10,63	12,87	19,30	46,1%	46,1%	19,71	23,88	35,82
2027	10,76	13,04	19,55	46,1%	46,1%	19,97	24,19	36,28
2028	10,90	13,20	19,81	46,1%	46,1%	20,23	24,50	36,75
2029	11,04	13,38	20,07	46,1%	46,1%	20,49	24,82	37,23
2030	11,19	13,55	20,33	46,1%	46,1%	20,76	25,14	37,71

(1) Pérdidas del último año (2014)

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Concesión de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Localidad de Fresia Xa Región

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°1-7.

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

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 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 : 140 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 Fresia, proyectado al año 2037.

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

CUADRO N° 2-3: 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	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins	
2017	7328	100.0	7328	140	46.0	9.36	14.04	21.06	8.4	3.09	26.01
2018	7432	100.0	7432	140	46.0	9.49	14.24	21.36	8.5	3.08	26.33
2019	7538	100.0	7538	140	46.0	9.63	14.44	21.67	8.7	3.08	26.65
2020	7645	100.0	7645	140	46.0	9.77	14.65	21.97	8.8	3.07	26.98
2021	7753	100.0	7753	140	46.0	9.90	14.86	22.29	8.9	3.06	27.31
2022	7863	100.0	7863	140	46.0	10.04	15.07	22.60	9.0	3.06	27.64
2023	7975	100.0	7975	140	46.0	10.19	15.28	22.92	9.2	3.05	27.98
2024	8088	100.0	8088	140	46.0	10.33	15.50	23.25	9.3	3.05	28.32
2025	12381	100.0	12381	140	46.0	15.82	23.73	35.59	14.2	2.86	40.74
2026	12557	100.0	12557	140	46.0	16.04	24.06	36.09	14.4	2.86	41.23
2027	12735	100.0	12735	140	46.0	16.27	24.40	36.61	14.6	2.85	41.73
2028	12916	100.0	12916	140	46.0	16.50	24.75	37.13	14.9	2.84	42.23
2029	13099	100.0	13099	140	46.0	16.73	25.10	37.65	15.1	2.84	42.73
2030	13285	100.0	13285	140	46.0	16.97	25.46	38.19	15.3	2.83	43.25
2031	13474	100.0	13474	140	46.0	17.21	25.82	38.73	15.5	2.83	43.77
2032	13665	100.0	13665	140	46.0	17.46	26.19	39.28	15.7	2.82	44.29
2033	13859	100.0	13859	140	46.0	17.70	26.56	39.84	15.9	2.81	44.82
2034	14056	100.0	14056	140	46.0	17.96	26.93	40.40	16.2	2.81	45.36
2035	14256	100.0	14256	140	46.0	18.21	27.32	40.98	16.4	2.80	45.90
2036	14458	100.0	14458	140	46.0	18.47	27.71	41.56	16.6	2.79	46.45
2037	14664	100.0	14664	140	46.0	18.73	28.10	42.15	16.9	2.79	47.01

Fuente: Cálculos Propios

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

PLAN REGULADOR COMUNAL DE FRESIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA

CUADRO N° 2-9

Proyección de Demanda de Aguas Servidas: Fresia														
AGUAS SERVIDAS DOMESTICAS										Q Infilt (l/s)	Q A. Lluv (l/s)	Total (l/s)		Carga proy KgDB05/dia
Año	Población Total T.O. (hab)	Cobertura A.S. (%)	Población Saneada A.S.(hab)	Clientes Servidos A.S. (Clientes)	Dotación		Coeficiente de Recuperación = 0,90					O Medio Total	Q Max hor	
					m3/cliente/mes	l/hab/dia	Caudal Medio (l/s)	Coef. Harmon	Caudal Max. Hor. (l/s)					
2015	5.877	90%	5267	2.254	9,16	128.85	7.07	3.22	22.79	1.76	0,00	8.83	24,55	210.70
2016	5.906	92%	5415	2.327	9.22	130.31	7.35	3.21	23.62	1.76	0,00	9.11	25,38	216.62
2017	5.934	94%	5564	2.402	9,45	134,14	7,78	3,20	24.89	1.76	0,00	9.54	26,65	222.58
2018	5.962	96%	5714	2.477	9.52	135,64	8,07	3.19	25.76	1,76	0,00	9.83	27.52	228.56
2019	5.989	98%	5864	2.553	9.69	138,68	8.47	3.18	26.94	1.76	0,00	10.23	28.70	234.58
2020	6.016	100%	6016	2.630	9.86	141,74	8,88	3.17	28.15	1,76	0,00	10.64	29.91	240.63
2021	6.042	100%	6042	2.654	9.89	142.79	8,99	3,17	28.47	1.76	0,00	10.75	30,23	241.68
2022	6.068	100%	6068	2.677	9.93	144.09	9.11	3.17	28.84	1,76	0,00	10.87	30,60	242.73
2023	6.094	100%	6094	2.701	9.97	145.19	9,22	3.16	29.16	1.76	0,00	10.98	30.92	243.75
2024	6.119	100%	6119	2.724	10,01	146.54	9.34	3.16	29.54	1.76	0.00	11.10	31.30	244,76
2025	6.144	100%	6144	2.748	10.06	147.86	9.46	3.16	29,91	1.76	0.00	11.22	31.67	245.76
2026	6.168	100%	6168	2.771	10,10	149.16	9,58	3,16	30,28	1.76	0.00	11.34	32,04	246,74
2027	6.193	100%	6193	2.795	10.14	150.50	9,71	3.16	X.65	1,76	0,00	11,47	32,41	247.70
2028	6.216	100%	6216	2.818	10.19	151.85	9,83	3.16	31.03	1.76	0,00	11.59	32,79	248.65
2029	6.240	100%	6240	2.842	10.24	153.25	9,96	3,15	31.42	1.76	0.00	11,72	33.18	249,58
2030	6.263	100%	6263	2.865	10.28	154.67	10,09	3.15	31,81	1.76	0.00	11,85	33.57	250,50

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo Concesión de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Localidad de Fresia Xa Región

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 30 l/s, en tanto la demanda máxima diaria alcanza a los 25.3 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.

Si consideramos que no hay déficit de agua hasta el año 2030, según el Plan de Desarrollo 2016 de ESSAL S.A., tenemos que, extrapolando los datos, la población de Fresia aumenta de 6.263 habitantes el año 2030, hasta 6.361 el año 2037, esto nos da una diferencia de menos 44 hab. con respecto a las estimaciones del Plan Regulador en estudio, por lo tanto se confirma lo expresado anteriormente que establece abastecimiento seguro de agua potable en el horizonte de validez del PRC.

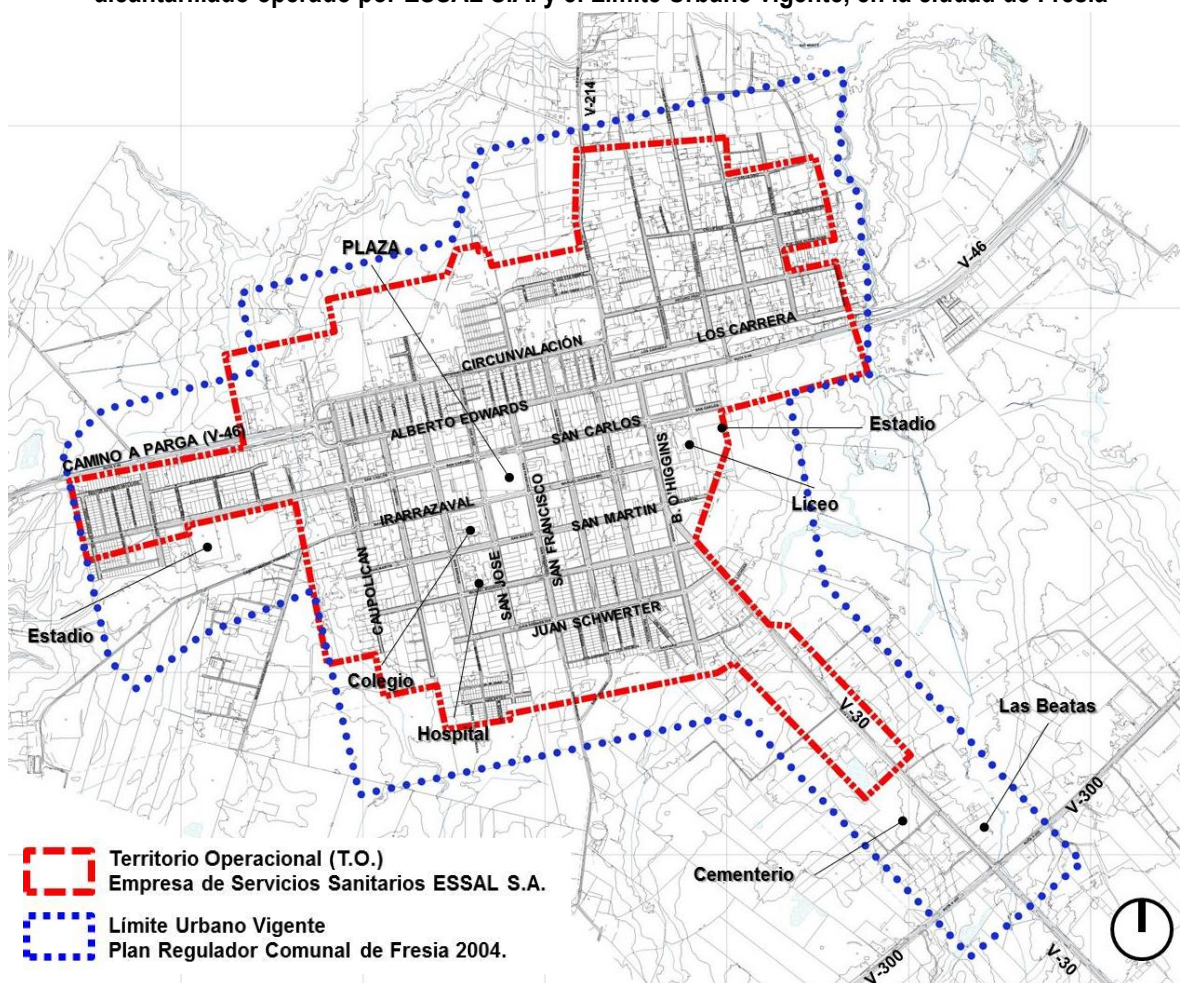
2.5.2. AGUAS SERVIDAS

De acuerdo al cuadro de balance oferta-demanda de tratamiento de aguas servidas de ESSAL se puede observar que la capacidad de tratamiento hasta el año 2030 es de 25.5 l/s, en tanto la demanda es de aproximadamente 33.7 l/s en promedio, lo que indica que existe déficit. La capacidad actual de la PTAS del área tributaria de Fresia 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 5 l/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 inscribirse casi en su totalidad al interior del límite urbano de Fresia, establecido por el Plan Regulador Comunal vigente de 2004, con las diferencias que se señalan en la siguiente figura:

FIGURA N° 2-2 Relación entre el Territorio operacional de los servicios de agua potable y alcantarillado operado por ESSAL S.A. y el Límite Urbano vigente, en la ciudad de Fresia



Fuente: Elaboración propia sobre la base de antecedentes aportados por ESSAL S.A y Plan Regulador Comunal de Fresia 2004.

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

En el horizonte de aplicación del Plan Regulador de Fresia (año 2030), la población es igual prácticamente en la alternativa de estructuración seleccionada, 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.

2.6.1. BALANCE OFERTA-DEMANDA DE AGUA POTABLE

De acuerdo con el balance oferta-demanda realizado a nivel de la infraestructura de agua potable, el sistema Fresia no presenta déficit en el período de previsión según los siguientes puntos:

- **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, 600 m³ es suficiente para satisfacer las necesidades de la población 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 anexa cuadro Cronograma Base de inversiones en la Etapa de Distribución para el período de validez del Plan de Desarrollo Sistema Fresia de ESSAL S.A.

CUADRO N° 2-10: CRONOGRAMA BASE .- LOCALIDAD DE FRESIA

Etapas	Obras	Descripción	Monto Inversión Total (UF)	Año de Inicio	Año de Término
Distribución	1	Refuerzo 1D=160mm L=60m (cuartel 1005)	288	2017	2017
	2	Refuerzo 2 D=110mm L=130m (cuartel 1115)	534	2018	2018
	3	Refuerzo 3 D=110mm L=115m (cuartel 1075)	473	2018	2018
	4	Refuerzo 4 D=110mm L=120m (cuartel 1080)	493	2018	2018

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

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 30 l/s
 - Q máximo 201,1 l/s
 - Q derechos de agua 201,1l/s
- Oferta Futura (Año 2020) :
 - Q explotación 30 l/s
 - Q máximo 201,1 l/s
 - Q derechos de agua 201,1 l/s
- Oferta Futura (Año 2030) :
 - Q explotación 30 l/s
 - Q máximo 201,1 l/s
 - Q derechos de agua 201,1 l/s

2.7 ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

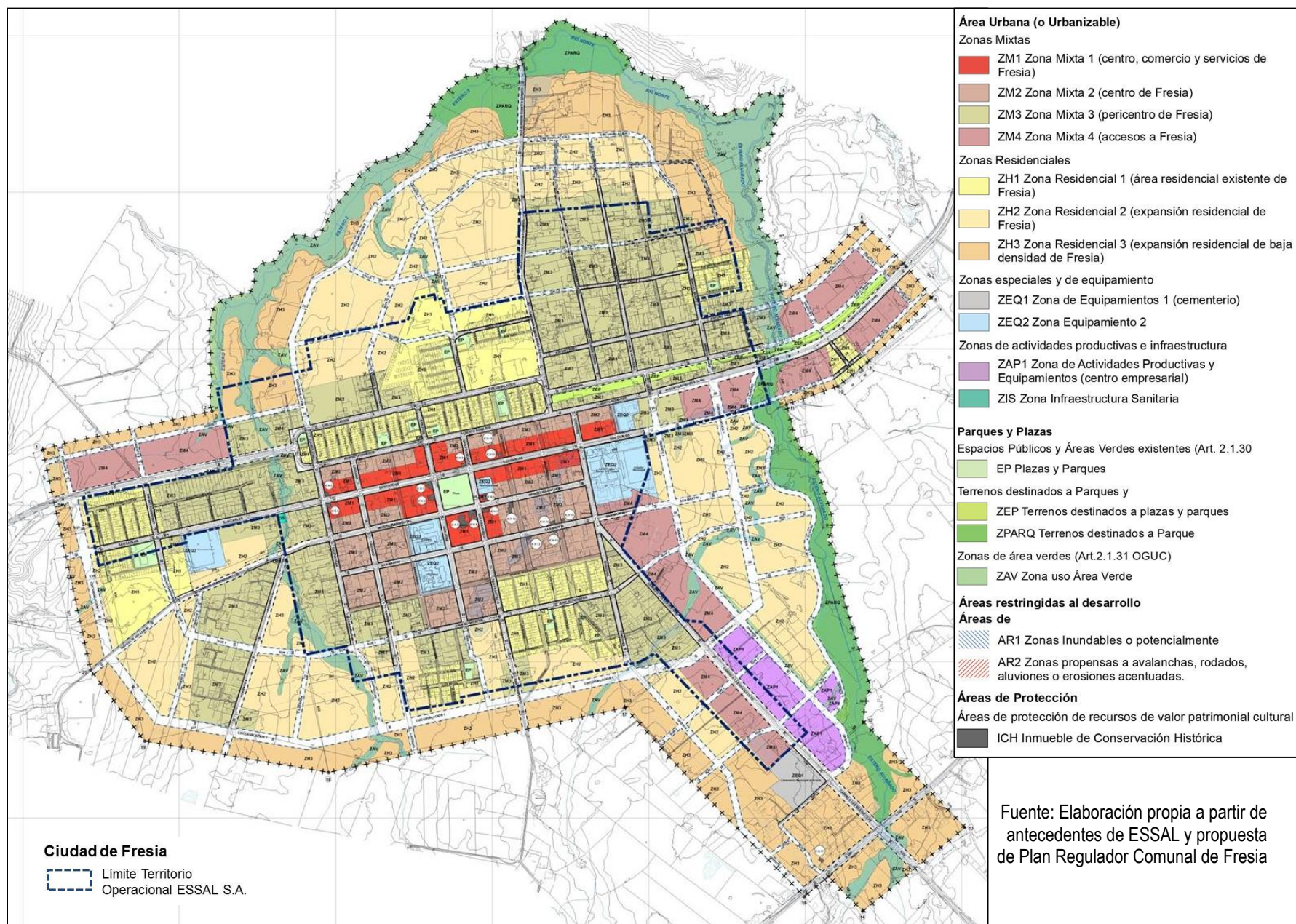
En lo que respecta a aguas servidas, de acuerdo con el balance oferta-demanda que se entrega en el Plan de Desarrollo de ESSAL realizado a nivel de infraestructura de aguas servidas, el sistema depende solamente de nuevas inversiones, por lo tanto siempre existe factibilidad.

2.7.1. BALANCE OFERTA-DEMANDA DE AGUAS SERVIDAS

De acuerdo con el balance oferta-demanda, 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 Fresia no permite satisfacer la demanda del sistema durante todo el período de estudio (2016-2030), por lo que se consideró la ampliación de la unidad de Tratamiento Preliminar en 10 l/s.

2.8 PLANO FACTIBILIDAD SANITARIA LOCALIDAD DE FRESIA



Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de ESSAL y propuesta de Plan Regulador Comunal de Fresia

3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD DE TEGUALDA

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 Tegualda en el marco de los "Estudios Previos Actualización Plan Regulador Comunal de Fresia"

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 en la localidad de Tegualda.

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

3.2.1. SERVICIO DE AGUA POTABLE

La localidad de Tegualda cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable atendido por el "Comité de Agua Potable Rural Tegualda", puesto en marcha el año 1980 El sistema cuenta actualmente con 370 arranques y atiende a una población estimada en la actualidad de 1.500 habitantes, alcanzando una cobertura aproximada del 100% de la población.

CUADRO 3-1. Sistema de Agua Potable Rural de Tegualda

Comuna	Servicio	Nombre	Año puesta en marcha	Número de Arranques	Beneficiarios/as Estimados
FRESIA	COMITÉ	TEGUALDA	1980	370	1500

Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas MOP. Bases APR 2014 (actualizado)

La fuente de captación es un sondaje que tiene un rendimiento de aproximadamente 4.5 l/s, de donde el agua es bombeada hasta dos estanques de acumulación de 50 y 50 m³ de capacidad ubicados en la parte alta de la localidad, suficientes para satisfacer las necesidades de la población.

En la actualidad, de acuerdo a la información entregada por el Comité APR, en Tegualda no existen problemas de abastecimiento de agua potable, por lo que no se considera buscar nuevas fuentes dado que la actual permite abastecer a una población mayor a la existente.

El servicio cuenta con un sistema de cloración por solución, aplicada en la impulsión que conduce el agua a los estanques de regulación.

3.2.2. SERVICIO DE ALCANTARILLADO

La localidad cuenta con sistema de evacuación de aguas servidas que es atendido por la Dirección de Obras de la Municipalidad de Fresia. La red fue construida el año 1998 y es deficitaria, ya que se estima que sólo un 80% de las viviendas está conectada a la red.

El número de clientes residenciales conectados al sistema de alcantarillado de aguas servidas es de 300, de acuerdo a informaciones recabadas.

De acuerdo a datos recabados en terreno, existen alrededor de 75 viviendas en Tegalda, que no están conectadas a la red de alcantarillado, por lo que la evacuación de las aguas servidas de las viviendas se efectúa a pozos negros o fosas sépticas.

El número de clientes residenciales conectados al sistema de alcantarillado de aguas servidas es de aproximadamente 315, de acuerdo a informaciones obtenidas en el Comité de Agua Potable Rural de Tegalda y a informaciones entregadas por la DOM de Fresia.

El alcantarillado de aguas servidas posee 2 plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS): una es del tipo lodos activados, que sirve a la mayor parte de la red y otra con sistema lombrifiltro (sistema Tohá) que atiende a la población Los Volcanes.

La longitud de la red de colectores de aguas servidas es del orden de los 5.500 m y la descarga de las aguas servidas se efectúa en el río Chingue por medio de un emisario de longitud aproximada de 300 m.

De acuerdo con el resultado del balance oferta demanda, las plantas tienen capacidad suficiente para atender la demanda de la población durante todo el periodo de previsión del PRC.

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 Tegalda, por lo que se considera como población máxima esperada la población propuesta en las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador.

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

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

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2017	796	375	2,1
2018	816	384	2,1
2019	835	394	2,1
2020	856	403	2,1
2021	877	413	2,1
2022	898	423	2,1

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2023	920	434	2,1
2024	943	444	2,1
2025	966	455	2,1
2026	990	466	2,1
2027	1.014	478	2,1
2028	1.039	489	2,1
2029	1.064	501	2,1
2030	1.090	514	2,1
2031	1.117	526	2,1
2032	1.144	539	2,1
2033	1.172	552	2,1
2034	1.201	566	2,1
2035	1.231	580	2,1
2036	1.261	594	2,1
2037	1.292	609	2,1

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

La población de la localidad de Tegalda alcanza los 1.292 hab. 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 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.

La localidad de Tegalda 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. Al pasar la localidad 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.

- 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 Tegualda 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 con proyecto, de 125 l/hab/día en el año 2037.

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

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

CUADRO N° 3-3: Dotaciones (lt/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	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 1,21 y 1.50, similar a los utilizados para la cabecera comunal de Fresia, 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 %

.- **Gasto máximo diario:**

$$Q_{\max} \text{ Diario} = 1.21 * Q_{\text{med}} AP(l / s)$$

.- **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 1292 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 Tegalda 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 m³ aproximadamente, equivalente a 16 l/s) 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 Tegalda

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	796	100	796	125	25.0	156	1.44	1.74	2.61	23	115	15	138
2018	816	100	816	125	25.0	156	1.48	1.92	2.88	25	115	17	140
2019	835	100	835	125	25.0	156	1.51	1.96	2.94	25	115	17	140
2020	856	100	856	125	25.0	156	1.55	2.01	3.02	26	115	17	141
2021	877	100	877	125	25.0	156	1.59	2.06	3.09	27	115	18	142
2022	898	100	898	125	25.0	156	1.62	2.11	3.17	27	115	18	142
2023	920	100	920	125	25.0	156	1.66	2.16	3.24	28	115	19	143
2024	943	100	943	125	25.0	156	1.71	2.22	3.33	29	115	19	144
2025	966	100	966	125	25.0	156	1.75	2.27	3.41	29	115	20	144
2026	990	100	990	125	25.0	156	1.79	2.33	3.49	30	115	20	145
2027	1014	100	1014	125	25.0	156	1.83	2.38	3.58	31	115	21	146
2028	1039	100	1039	125	25.0	156	1.88	2.44	3.66	32	115	21	147
2029	1064	100	1064	125	25.0	156	1.92	2.50	3.75	32	115	22	147
2030	1090	100	1090	125	25.0	156	1.97	2.56	3.84	33	115	22	148
2031	1117	100	1117	125	25.0	156	2.02	2.63	3.94	34	115	23	149
2032	1144	100	1144	125	25.0	156	2.07	2.69	4.03	35	115	23	150
2033	1172	100	1172	125	25.0	156	2.12	2.76	4.13	36	115	24	151
2034	1201	100	1201	125	25.0	156	2.17	2.82	4.24	37	115	24	152
2035	1231	100	1231	125	25.0	156	2.23	2.89	4.34	38	115	25	153
2036	1261	100	1261	125	25.0	156	2.28	2.96	4.45	38	115	26	153
2037	1292	100	1292	125	25.0	156	2.34	3.04	4.56	39	115	26	154

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° 2-3.

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

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 2022 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) : 80%

- 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 Tegualda proyectado al año 2037.

CUADRO N° 3-6: Proyección de Caudales de Aguas Servidas. Tegualda

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	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2017	796	75	597	125	25.0	0.86	1.30	1.94	0.78	3.86	3.00
2018	816	85	694	125	25.0	1.00	1.51	2.26	0.90	3.86	3.48
2019	835	95	793	125	25.0	1.15	1.72	2.58	1.03	3.85	3.98
2020	856	97	830	125	25.0	1.20	1.80	2.70	1.08	3.84	4.15
2021	877	98	859	125	25.0	1.24	1.87	2.80	1.12	3.84	4.29
2022	898	100	898	125	25.0	1.30	1.95	2.92	1.17	3.83	4.48
2023	920	100	920	125	25.0	1.33	2.00	2.99	1.20	3.82	4.58
2024	943	100	943	125	25.0	1.36	2.05	3.07	1.23	3.82	4.69
2025	966	100	966	125	25.0	1.40	2.10	3.14	1.26	3.81	4.79
2026	990	100	990	125	25.0	1.43	2.15	3.22	1.29	3.80	4.90
2027	1014	100	1014	125	25.0	1.47	2.20	3.30	1.32	3.80	5.01
2028	1039	100	1039	125	25.0	1.50	2.25	3.38	1.35	3.79	5.13
2029	1064	100	1064	125	25.0	1.54	2.31	3.46	1.39	3.78	5.24
2030	1090	100	1090	125	25.0	1.58	2.37	3.55	1.42	3.78	5.36
2031	1117	100	1117	125	25.0	1.62	2.42	3.64	1.45	3.77	5.48
2032	1144	100	1144	125	25.0	1.66	2.48	3.72	1.49	3.76	5.60
2033	1172	100	1172	125	25.0	1.70	2.54	3.82	1.53	3.75	5.73
2034	1201	100	1201	125	25.0	1.74	2.61	3.91	1.56	3.75	5.86
2035	1231	100	1231	125	25.0	1.78	2.67	4.01	1.60	3.74	5.99
2036	1261	100	1261	125	25.0	1.82	2.74	4.10	1.64	3.73	6.13

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	Qmax. D	Qmax. H	Qmed	Harmon	Qmax. Ins
2037	1292	100	1292	125	25.0	1.87	2.80	4.21	1.68	3.73	6.27

Fuente: Cálculos Propios

3.5 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA, LOCALIDAD DE TEGUALDA

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 Tegalda no existen problemas de abastecimiento de agua potable, por lo que no se considera buscar nuevas fuentes dado que la 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 100 m³. De acuerdo al balance oferta-demanda, en la etapa de producción se considera la construcción de un estanque adicional de 100 m³ 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

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.