



PLAN REGULADOR COMUNAL MAULE

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO PARA LAS LOCALIDADES DE MAULE Y
CULENAR-CHACARILLAS**

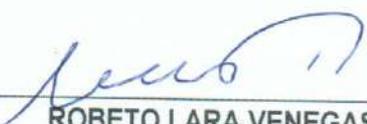
SEPTIEMBRE, 2017

El presente documento integra el PRC de
Maule promulgado:
Resolución (A) N° 14 de 05.02.2019
Gobierno Regional del Maule.
Fecha Toma Razón CGR: 05.07.2019

Consultor: **Infracon S.A.**

PLAN REGULADOR COMUNAL DE MAULE

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA



ROBETO LARA VENEGAS
INGENIERO CIVIL
UNIVERSIDAD DE CHILE

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	CONSIDERACIONES LEGALES SOBRE LA FACTIBILIDAD DE DOTAR DE SERVICIOS SANITARIOS POR PARTE DE LA COOPERATIVA DE SERVICIOS SANITARIOS MAULE Y AGUAS NUEVO SUR MAULE A LAS ZONAS DE EXPANSION PROYECTADAS EN EL ESTUDIO DE "ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE MAULE"	1
2	FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS, LOCALIDAD DE MAULE	3
2.1	INTRODUCCIÓN	3
2.2	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE MAULE	3
2.2.1	Servicio de agua potable	3
2.2.2	Servicio de alcantarillado	4
2.3	POBLACIÓN FUTURA	4
2.4	FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS	6
2.4.1	Requerimientos Para la Dotación de Servicios	6
2.4.2	Estudio de Demandas de Agua Potable Futura	6
2.4.3	Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas	10
2.4.4	Estimación de Infraestructura Requerida	11
2.5	ANEXO FIGURAS	13
3	FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD CULENAR-CHACARILLAS	15
3.1	INTRODUCCIÓN	15
3.2	POBLACIÓN FUTURA	15
3.3	FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS	17
3.3.1	Requerimientos Para la Dotación de Servicios	17
3.3.2	Estudio de Demandas de Agua Potable Futura	17
3.3.3	Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas	20
3.3.4	Estimación de Infraestructura Requerida	22

1 CONSIDERACIONES LEGALES SOBRE LA FACTIBILIDAD DE DOTAR DE SERVICIOS SANITARIOS POR PARTE DE LA COOPERATIVA DE SERVICIOS SANITARIOS MAULE Y AGUAS NUEVO SUR MAULE A LAS ZONAS DE EXPANSION PROYECTADAS EN EL ESTUDIO DE "ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR COMUNAL DE MAULE"

Los estudios de factibilidad de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, están indicados entre los componentes técnicos a evaluar dentro del proyecto de actualización del Plan Regulador. Este estudio constituye una exigencia que debe contener el Plan Regulador Comunal, conforme a lo establecido en la letra b) del artículo 42 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. La propuesta técnica se basa fundamentalmente en el análisis de la situación actual y su evaluación respecto de las proposiciones que el proyecto de modificación entregue, para un horizonte de 20 años.

Para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado de aguas servidas, en relación con el crecimiento urbano por extensión y/o densificación proyectado, se realizará los estudios que requerirán consulta previa a las entidades regionales o locales competentes.

Los estudios de factibilidad a entregar involucran:

- Sistema de Agua Potable
- Sistema de Alcantarillado

Seguidamente se analizará en forma general cada uno de estos componentes:

De acuerdo a las alternativas de estructuración propuestas en el estudio Actualización Plan Regulador Comunal de Maule, el límite urbano proyectado en dicho plan es más extenso que el área operacional de la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule y Nuevo Sur Maule, en las localidades de Maule y Culenar-Chacarillas, respectivamente.

Es importante señalar que, en el área urbana, fuera del territorio operacional de las cooperativas que atienden a ambas localidades, existe prohibición de acuerdo a la ley, de dar certificados de factibilidad de servicios de agua potable o alcantarillado.

No obstante lo anterior, para lograr entregar estos servicios sanitarios por parte de la concesionaria al área urbana proyectada colindante con el territorio operacional, es necesario que la Municipalidad del lugar o el Minvu envíe los antecedentes técnicos necesarios a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) que demuestren que existe el recurso agua suficiente para dotar a la población de este elemento en el área de expansión del Plan Regulador.

En tal caso las zonas urbanas que no están concesionadas son susceptibles de ser licitadas o bien la propia empresa concesionaria de la localidad puede solicitar a la SISS la ampliación de su TO.

Cuando la concesionaria solicita la ampliación de territorio operacional, la SISS abre un expediente de ampliación del territorio operacional solicitado por la concesionaria y hace las publicaciones necesarias informando que la concesionaria ha solicitado una ampliación de su territorio operacional en tal o cual sector. Si no hay objeciones, se procede a dictar los decretos respectivos en caso contrario se llama a licitación pública porque está abierta la posibilidad de que otro interesado solicite la concesión.

En caso de no existir proponentes para la referida licitación, o no haber sido adjudicada ésta por no cumplir los proponentes con los requisitos exigidos por la ley, la Superintendencia podrá exigir al prestador que opere el servicio sanitario del área geográfica más cercana a la zona aludida en el inciso precedente, la ampliación de su concesión a esta última zona, de acuerdo a los Art. 54 y 55 del Reglamento del Decreto con Fuerza de Ley N° 382 de 1988, del Ministerio de Obras Públicas.

Para ejercer la facultad referida en los artículos citados, la Superintendencia requerirá el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) La incorporación de las nuevas áreas deberá ser, en opinión fundada de la Superintendencia, factible técnicamente.
- b) El aumento del territorio operacional derivado de la incorporación de las nuevas áreas deberá ser razonablemente factible de enfrentar administrativa y financieramente por el prestador

Por otra parte la DDU 227 de fecha 01-dic-2009 que deja sin efecto la DDU 55 del 27-oct-1999, ha estimado *"la necesidad de adecuar la elaboración de los planes reguladores comunales y sus modificaciones a los cambios urbanos, institucionales, reglamentarios y metodológicos ocurridos en la última década"* (Sic)

En su parte principal la DDU 227 establece que el estudio de factibilidad para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado constituye un requisito obligatorio que debe contener todo Plan Regulador Comunal o sus modificaciones.

En atención a lo anterior y para dar cumplimiento a esta exigencia, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación, puede ser cumplido consultando directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, en el caso que el Plan Regulador Comunal proponga ampliar el límite urbano de la comuna respectiva para acoger el crecimiento urbano, en función de los aumentos y proyecciones de población, ello sólo será posible en tanto se cuente con este estudio en el que conste que los nuevos territorios que se propone incorporar al límite urbano, cuentan con la factibilidad técnica para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado a los mismos.

2 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS, LOCALIDAD DE MAULE

2.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta actividad tiene por finalidad analizar la factibilidad de ampliación o dotación de Servicios de Agua potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en la localidad de Maule, provincia de Talca, VII Región, en el marco del Plan Regulador Comunal Maule

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.

La localidad de Maule está contemplada en el área de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas, que le corresponde atender a la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule S.A. 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.

La información principal analizada en este punto se encuentra en el estudio correspondiente al Plan de Desarrollo "Proceso de Concesión Sanitaria Localidad de Maule VII Región", elaborado por la consultora Consultec el año 2002; en la Ficha de Antecedentes Técnicos (FAT) proporcionada por la Superintendencia de Servicios Sanitarias (SISS) y en las informaciones proporcionadas por personal de la Cooperativa.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA DE LA CIUDAD DE MAULE

A continuación se entrega una síntesis de los principales aspectos de la cobertura de servicios sanitarios que realiza la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule S.A. en la localidad de Maule.

2.2.1 Servicio de agua potable

Actualmente el abastecimiento de agua potable de la localidad de Maule se realiza mediante dos sondajes:

Sondaje Puelicillo		Sondaje Maule	
Capacidad	21 lts/seg.	Capacidad	12 lts/seg
Profundidad	67 mts.	Profundidad	30 mts.
Captación	42 mts.	Captación	20 mts.
Nivel Estático	2 mts.	Nivel Estático	1,5 mts.
Nivel Dinámico	12 mts.	Nivel Dinámico	13 mts.
Ubicación	Pueblecillo, callejón la cancha s/n	Ubicación	Diego Portales, Parc. Las Lilas Lote C

Fuente: Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule, 2011

CUADRO N° 2-1: Cobertura de los servicios de agua potable de la localidad de Maule año 2010

Empresa	Localidad	Cientes residenciales de agua potable	Total de inmuebles residenciales AP	Población urbana estimada	Población urbana abastecida AP	Cobertura de agua potable
COOPERATIVA MAULE	MAULE	2,247	2,247	9,266	9,266	100.0%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

La cobertura de agua potable para el área de Maule es del 100% en el año 2010, de acuerdo al "Informe Anual de Coberturas Urbanas de Servicios Sanitarios" de la SISS, para una población urbana abastecida de 9.266 personas, según el informe citado.

2.2.2 Servicio de alcantarillado.

La disposición de las aguas servidas domiciliarias se realiza mediante un sistema de evacuación atendido por la misma empresa que abastece de agua potable a la población, esto es la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule. Los colectores que conforman esta red transportan las aguas servidas hasta el sector de tratamiento, ubicado en el lado norte del pueblo de Maule. El tratamiento es en base a lagunas de estabilización y su disposición final es en el canal Las Hortensias

CUADRO N° 2-2: Cobertura de los servicios de alcantarillado de la localidad de Maule año 2010

Empresa	Localidad	Total clientes residenciales de alcantarillado	Total inmuebles residenciales no conectados a la red de alcantarillado	Total de inmuebles residenciales	Población urbana estimada	Población urbana saneada ALC	Cobertura de alcantarillado
COOPERATIVA MAULE	MAULE	2,051	196	2,247	9,266	8,458	91.3%

Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

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, para efectos de determinar el crecimiento urbano proyectado por el Plan Regulador Comunal, acorde a lo previsto en el artículo 2.1.10 de la OGUC

Acorde a lo anterior, el presente estudio ha considerado lo expuesto en el punto 7 Escenario de Desarrollo Urbano de la Memoria Explicativa.

La proyección realizada con motivo de este estudio, supone la densificación total de las superficies disponibles. El escenario de crecimiento de la población de la localidad de Maule, de acuerdo a la oferta de suelo que presenta el plan regulador, corresponde a una "Ciudad dormitorio extendida" con desarrollo propio alto. Las características de esta alternativa son las siguientes:

- Supone la construcción de una PTAS moderna, ya sea hacia el norte o cualquier otro lugar alejado de la zona urbana, liberando suelo de la influencia negativa de malos olores.
- Expansión moderada hacia el Norte con densidad media - alta, condicionada al traslado de la actual PTAS
- Área Verde en terrenos de las actuales piscinas de decantación de la PTAS una vez que se traslade
- Expansión hacia el sur hasta la localidad de Pueblecillo, con densidad media-alta.
- Nueva zona de equipamiento exclusivo en zona sur.
- Expansión hacia el poniente de la Ruta 620, hasta los faldeos de los cerros, con zonas para viviendas de densidad media-baja.

La proyección de población, viviendas y densidad habitacional establecido como crecimiento urbano proyectado en el Escenario de Desarrollo Urbano Dirigido, en concordancia con lo señalado en la Memoria Explicativa se presenta en el CUADRO N° 2-3.

CUADRO N° 2-3: Proyecciones de Población y Viviendas Años 2006 al 2030. Localidad de Maule

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2006	5,009	1,843	2.7
2007	5,268	1,977	2.7
2008	5,540	2,121	2.6
2009	5,826	2,276	2.6
2010	6,127	2,442	2.5
2011	6,542	2,618	2.5
2012	6,986	2,807	2.5
2013	7,460	3,009	2.5
2014	7,965	3,226	2.5
2015	8,505	3,459	2.5
2016	9,082	3,708	2.4
2017	9,698	3,976	2.4
2018	10,355	4,262	2.4
2019	11,058	4,569	2.4
2020	11,805	4,897	2.4
2021	12,336	5,153	2.4
2022	12,891	5,422	2.4
2023	13,471	5,705	2.4
2024	14,078	6,002	2.3
2025	14,711	6,316	2.3
2026	15,373	6,645	2.3
2027	16,065	6,992	2.3
2028	16,788	7,357	2.3
2029	17,543	7,741	2.3
2030	18,333	8,145	2.3

Fuente: Censos 1992 - 2002, INE. Cálculos Propios

La población de la localidad alcanza los 18.333 hab. el año 2030, correspondiente al crecimiento urbano proyectado para efectos del Estudio de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado.

2.4 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

2.4.1 Requerimientos Para la Dotación de Servicios

Cálculo de caudales de agua potable

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 20 años, se estimarán los consumos, gastos medios y máximos en el año de inicio del estudio, 2010, para luego proyectarlos.

Determinación de la dotación de consumo situación base

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

Con respecto a las pérdidas, no se cuenta con antecedentes relativos a las pérdidas del sistema por lo que se utilizará un nivel de pérdidas similar a las estimadas por la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule S.A. en su Plan de Desarrollo cuya validez es hasta el año 2016

Se estimarán las pérdidas de 15% en el año 2007 y permanecerá constante hasta el período de previsión del Plan Regulador Comunal de Maule en el año 2030.

Con respecto a la cobertura y en atención a que la localidad cuenta con sistema de agua potable público, se considera que la empresa concesionaria tendrá una cobertura de 100% desde el año 2006 hasta el año 2030.

CUADRO N° 2-4: Dotaciones de Consumo del Sistema Año 2010

Año	Población Plan Regulador (hab)	Densidad (hab/viv)	N° arranques promedio	Dotación (l/hab/día)	Nivel de pérdidas adoptado (%)
2010	6.127	2.50	2.242	180	15

2.4.2 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura

Dotaciones Futuras Adoptadas

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuarán, considerando los efectos combinados de: las políticas tarifarias; el nivel de ingreso de los usuarios; la calidad del agua; el mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos de la situación base de proyección, los valores presentados en el Cuadro N° 2-2. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados y, tomando como dotación base para el año 2010 de 180 l/hab/día y nivel de pérdidas de 15%, según datos extraídos del Plan de Desarrollo de la Cooperativa Maule, se obtiene el Cuadro N° 2-5 en el que se señala, para cada año, el consumo por habitante esperado. La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección estable con una dotación máxima de consumo, en la situación con proyecto, de 180 l/hab/día en el año 2030. La dotación a nivel de producción se calcula de la siguiente manera:

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

CUADRO Nº 2-5: Dotaciones y Nivel de Pérdidas Esperadas (l/hab/día)

Año	Proyecciones		
	Nivel de Pérdidas (%)	Situación con Proyecto	
		Dotación de Consumo (l/hab/día)	Dotación de Producción (l/hab/día)
2006	15.0	165	199
2007	15.0	170	200
2008	15.0	175	206
2009	15.0	180	212
2010	15.0	180	212
2011	15.0	180	212
2012	15.0	180	212
2013	15.0	180	212
2014	15.0	180	212
2015	15.0	180	212
2016	15.0	180	212
2017	15.0	180	212
2018	15.0	180	212
2019	15.0	180	212
2020	15.0	180	212
2021	15.0	180	212
2022	15.0	180	212
2023	15.0	180	212
2024	15.0	180	212
2025	15.0	180	212
2026	15.0	180	212
2027	15.0	180	212
2028	15.0	180	212
2029	15.0	180	212
2030	15.0	180	212

Fuente: Cálculos Propios

Coefficientes de gastos máximo diario, horario, etc.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1.3 y 1.5 ya que no existe suficiente información histórica que permita determinar con certeza la estacionalidad de la demanda que presentará la dotación. La situación para el año 2010, para el caudal medio de agua potable será:

- **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:**

$$Q_{max} Diario = 1.3 * Q_{med} AP$$

- **Gasto Máximo Horario:**

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

Los cálculos señalados a continuación corresponden a la situación futura. Se considera una población al año 2030 de 18.333 hab.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2030, de 180 l/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 212 l/hab/día, estabilizando el nivel de pérdida en un 15 %, a partir del año 2007, según se considera en el Plan de Desarrollo de la concesionaria.

Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos

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

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

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

Además la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener una capacidad suficiente para mantener una reserva en caso de emergencias. Por lo tanto y debido a baja ocurrencia de un corte en la alimentación simultánea con los supuestos incendio, se estima un volumen de reserva equivalente al 10% del caudal máx. diario. Finalmente, se adopta como volumen de regulación el 15% Q. máx. diario, más el

máximo valor entre el volumen de incendio y el volumen de reserva. El volumen de incendio se determina de acuerdo con la demanda y duración del siniestro (Norma NCH 691). Para los efectos de cálculo, debe considerarse a lo menos 2 h de siniestro, con un caudal de 16 L/s en cada grifo de 100 mm de diámetro, según NCh 1646, y el número de grifos en uso simultáneo que indica el cuadro siguiente.

TABLA N° 1: 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

CUADRO N° 2-6: Proyección de Caudales de Agua Potable. Maule

AÑO	POBLACION			PROYECCIÓN DE CAUDALES DE AGUA POTABLE									
	Total	Cobertura %	Población Abastecida	Dotación consumo (l/hab/día)	Pérdidas %	Dotación producción (l/hab/día)	Caudales de producción (l/s)			Volumen de regulación (m3)			
							Qmed	Qmax. D	Qmax. H	Consumo	Incendio	Reserva	Total
2006	5009	100	5009	180	15.0	212	12.28	15.96	23.94	207	115	138	322
2007	5268	100	5268	180	15.0	212	12.91	16.78	25.18	218	115	145	333
2008	5540	100	5540	180	15.0	212	13.58	17.65	26.48	229	115	153	344
2009	5826	100	5826	180	15.0	212	14.28	18.56	27.85	241	115	160	356
2010	6127	100	6127	180	15.0	212	15.02	19.52	29.28	253	230	169	483
2011	6542	100	6542	180	15.0	212	16.04	20.85	31.27	270	230	180	500
2012	6986	100	6986	180	15.0	212	17.12	22.26	33.39	288	230	192	518
2013	7460	100	7460	180	15.0	212	18.28	23.77	35.65	308	230	205	538
2014	7965	100	7965	180	15.0	212	19.52	25.38	38.07	329	230	219	559
2015	8505	100	8505	180	15.0	212	20.85	27.10	40.65	351	230	234	581
2016	9082	100	9082	180	15.0	212	22.26	28.94	43.41	375	230	250	605
2017	9698	100	9698	180	15.0	212	23.77	30.90	46.35	400	230	267	630
2018	10355	100	10355	180	15.0	212	25.38	33.00	49.49	428	230	285	658
2019	11058	100	11058	180	15.0	212	27.10	35.23	52.85	457	230	304	687
2020	11805	100	11805	180	15.0	212	28.93	37.61	56.42	487	230	325	717
2021	12336	100	12336	180	15.0	212	30.24	39.31	58.96	509	230	340	739
2022	12891	100	12891	180	15.0	212	31.60	41.08	61.61	532	230	355	762
2023	13471	100	13471	180	15.0	212	33.02	42.92	64.39	556	230	371	786
2024	14078	100	14078	180	15.0	212	34.50	44.86	67.28	581	230	388	811
2025	14711	100	14711	180	15.0	212	36.06	46.87	70.31	607	230	405	837
2026	15373	100	15373	180	15.0	212	37.68	48.98	73.47	635	230	423	865
2027	16065	100	16065	180	15.0	212	39.37	51.19	76.78	663	230	442	893
2028	16788	100	16788	180	15.0	212	41.15	53.49	80.24	693	230	462	923
2029	17543	100	17543	180	15.0	212	43.00	56.00	83.85	724	230	483	954
2030	18333	100	18333	180	15.0	212	44.93	58.41	87.62	757	230	505	987

Fuente: Cálculos Propios

2.4.3 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el cuadro N° 2-4.

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

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

Bases de cálculo

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa concesionaria del servicio atenderá el 95 % de la población a partir del año 2016. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable.

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

- Caudal medio de aguas servidas

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

- Dotación de agua potable : 180 l/hab/día
- Cobertura red de aguas servidas : 96%
- Población asociada (P) : Variable
- Coeficiente de recuperación (R) : 80%

- Caudales máximos instantáneos

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

Dónde:

- H: Coeficiente de Harmon

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

En el Cuadro N° 2-7 adjunto se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Maule, proyectado año a año.

CUADRO N° 2-7: Proyección de Caudales de Aguas Servidas. Maule

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
2006	5009	88	4408	165	15.0	10.43	15.65	23.48	8.3	3.30	27.51
2007	5268	88	4635	170	15.0	10.97	16.46	24.69	8.8	3.28	28.75
2008	5540	90	4986	175	15.0	11.54	17.31	25.97	9.2	3.25	29.97
2009	5826	90	5244	180	15.0	12.14	18.21	27.31	9.7	3.23	31.32
2010	6127	91	5576	180	15.0	12.76	19.15	28.72	10.2	3.20	32.69
2011	6542	92	6019	180	15.0	13.63	20.45	30.67	10.9	3.17	34.56
2012	6986	93	6497	180	15.0	14.55	21.83	32.75	11.6	3.14	36.53
2013	7460	93	6937	180	15.0	15.54	23.31	34.97	12.4	3.11	38.67
2014	7965	94	7487	180	15.0	16.59	24.89	37.34	13.3	3.08	40.87
2015	8505	94	7995	180	15.0	17.72	26.58	39.87	14.2	3.05	43.24
2016	9082	95	8628	180	15.0	18.92	28.38	42.57	15.1	3.02	45.68
2017	9698	95	9213	180	15.0	20.20	30.31	45.46	16.2	2.99	48.33
2018	10355	95	9838	180	15.0	21.57	32.36	48.54	17.3	2.96	51.12
2019	11058	95	10505	180	15.0	23.04	34.55	51.83	18.4	2.93	54.06
2020	11805	95	11215	180	15.0	24.59	36.89	55.34	19.7	2.91	57.16
2021	12336	95	11719	180	15.0	25.70	38.55	57.83	20.6	2.89	59.34
2022	12891	95	12247	180	15.0	26.86	40.29	60.43	21.5	2.87	61.59
2023	13471	95	12798	180	15.0	28.07	42.10	63.15	22.5	2.85	63.94
2024	14078	95	13374	180	15.0	29.33	43.99	65.99	23.5	2.83	66.36
2025	14711	95	13976	180	15.0	30.65	45.97	68.96	24.5	2.81	68.88
2026	15373	95	14605	180	15.0	32.03	48.04	72.06	25.6	2.79	71.48
2027	16065	95	15262	180	15.0	33.47	50.20	75.30	26.8	2.77	74.18
2028	16788	95	15949	180	15.0	34.97	52.46	78.69	28.0	2.75	76.98
2029	17543	95	16666	180	15.0	36.55	54.82	82.23	29.2	2.73	79.89
2030	18333	95	17416	180	15.0	38.19	57.29	85.94	30.6	2.71	82.89

Fuente: Cálculos Propios

2.4.4 Estimación de Infraestructura Requerida

a) Sistema de Agua Potable

De acuerdo al Plan de Inversiones de la Cooperativa Maule, algunas de las obras realizadas hasta el año 2010, que incluyen la ejecución y habilitación de un sondaje de profundidad. 50 m y D=12", han sido priorizadas debido al terremoto que dañó la planta abastecedora ubicada en calle Diego Portales.

El Plan de Inversiones, proyectado hasta el año 2019, plantea la construcción de un estanque semienterrado de 500 m³ a ser construido en los próximos 5 años y obras de redes de distribución y recambio de las mismas desde el año 2013 al 2018

Considerando que las fuentes de producción actual, sumadas a la captación de Pueblecillo que está en servicio más el sondaje de 12" recientemente habilitado, nos da una capacidad de bombeo de alrededor de 60 l/s, suficiente para satisfacer las necesidades de una población estimada en 18.333 hab. el año 2030, horizonte de validez del Plan Regulador Comunal, de acuerdo a las estimaciones realizadas en el marco del presente estudio que se entrega en el Cuadro N° 2-5.

Lo anterior permite afirmar que existe factibilidad de dotar del servicio de agua a la población de Maule por parte de la Cooperativa de Servicios Sanitarios Maule S.A. durante los próximos 20 años.

b) Sistema de Aguas Servidas

Los colectores que conforman esta red transportan las aguas servidas hasta el sector de tratamiento, ubicado en el lado norte del pueblo de Maule. El tratamiento es en base a lagunas de estabilización y su disposición final es en el canal Las Hortensias

La concesionaria en su Plan de Inversiones plantea para los próximos años un recambio de colectores y refuerzo del emisario

Existe un proyecto por parte de la Cooperativa de reparación y ampliación de las lagunas de estabilización, que fueron afectadas por el terremoto.

Planta de Tratamiento

De acuerdo a lo informado por la Cooperativa, no existen proyectos para reemplazar las lagunas de estabilización por una planta de tratamiento de aguas servidas.

No obstante lo anterior y dado que las lagunas de estabilización se encuentran dentro del radio urbano, la alternativa propuesta en el Plan Regulador, contempla reemplazar las lagunas existentes por una moderna planta de tratamiento modular, ubicada fuera del radio urbano, del tipo lodos activados con sistema de aireación extendida, para tratar un caudal medio de 40.0 l/s. el año 2030 horizonte de validez del Plan Regulador. El sistema de tratamiento deberá contar con un dispositivo para mediciones de caudales instantáneos y de un dispositivo secundario para el registro del volumen de producción de aguas servidas, entre otros equipos.

2.5 ANEXO FIGURAS

FIGURA N° 2-2: Factibilidad de Infraestructura de Agua Potable, Localidad de Maule

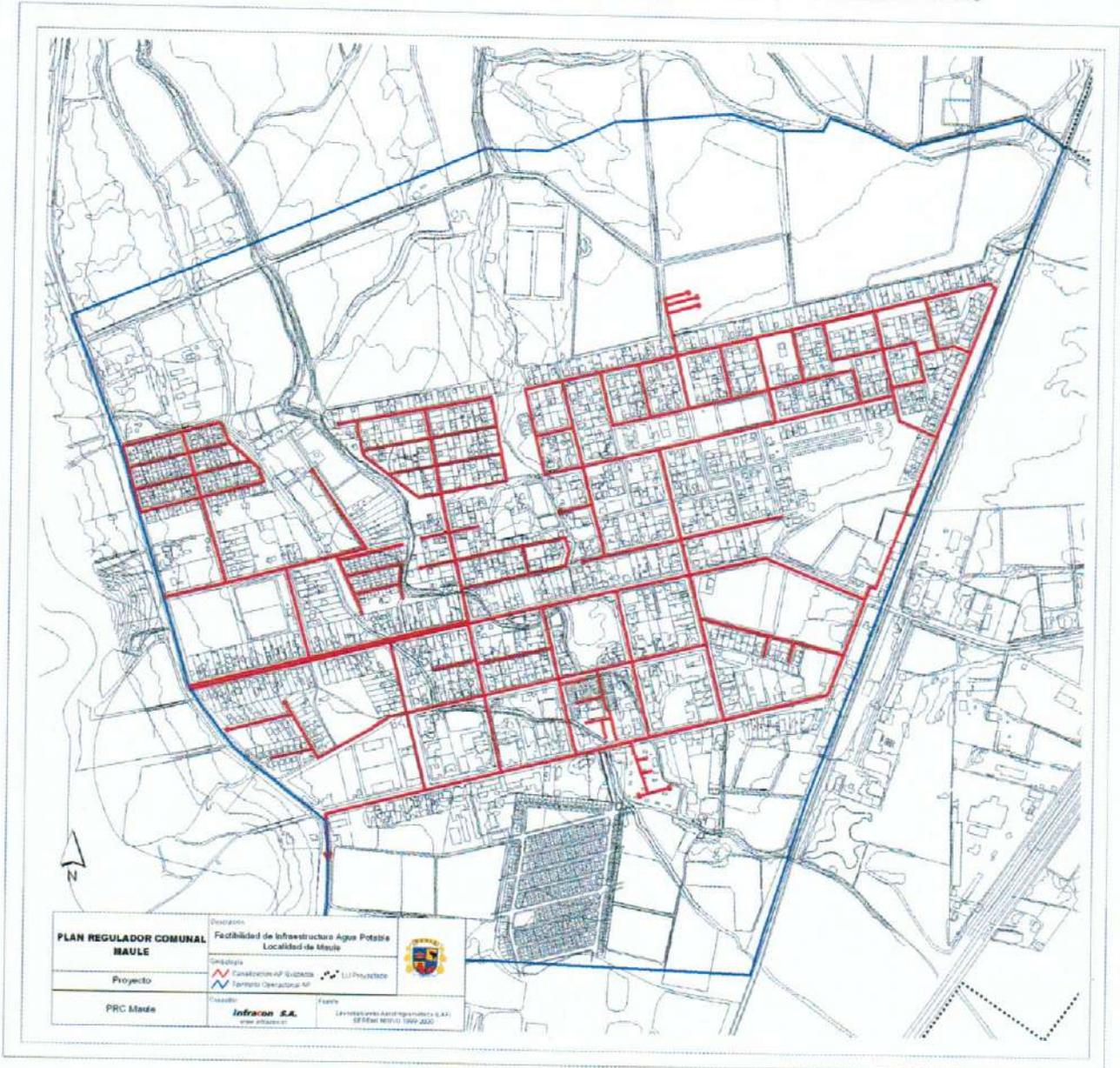
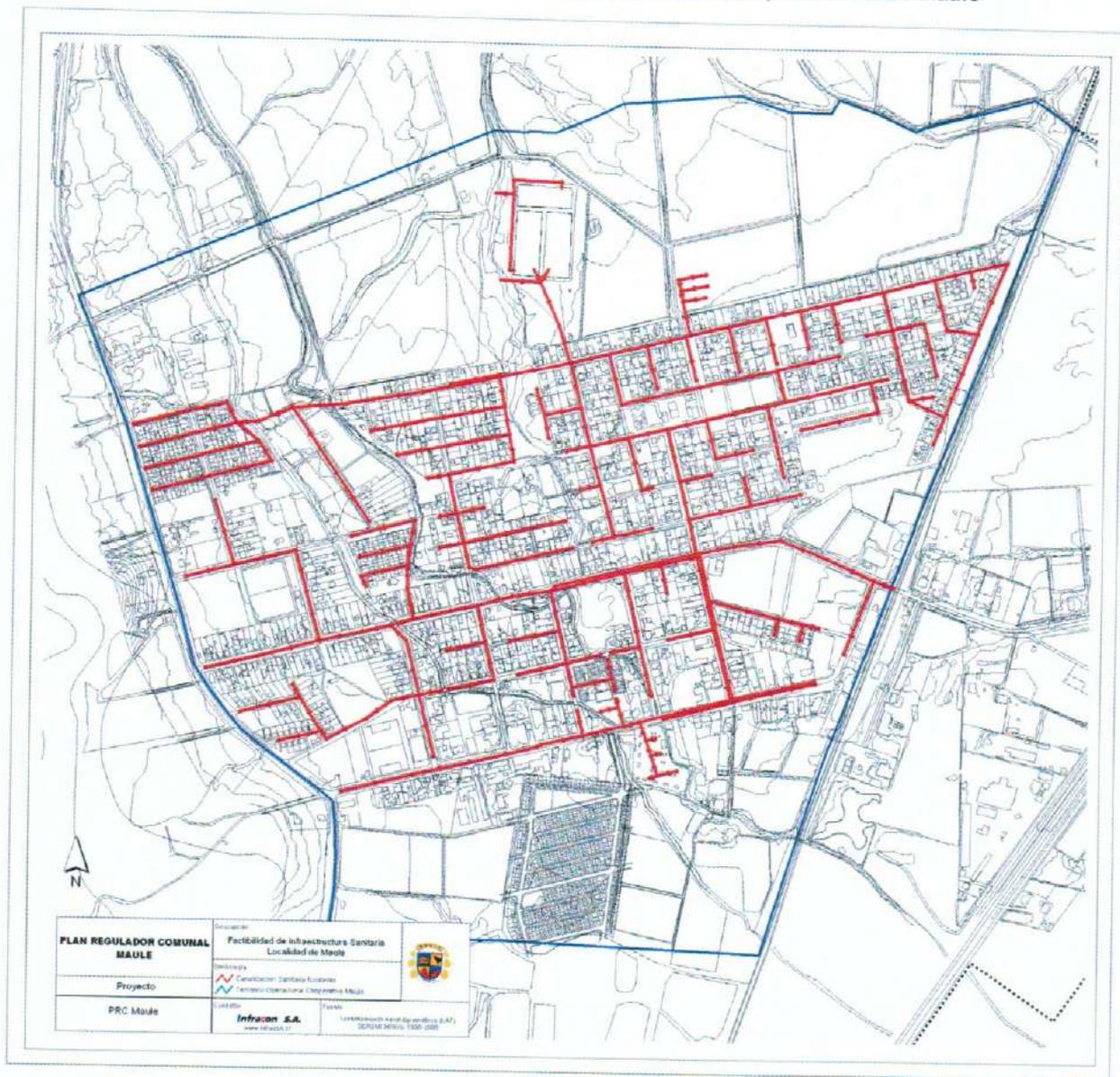


FIGURA Nº 2-1: Factibilidad de Infraestructura Sanitaria, Localidad de Maule



3 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS, LOCALIDAD CULENAR-CHACARILLAS

3.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta actividad tiene por finalidad analizar la factibilidad de ampliación o dotación de Servicios de Agua potable y Alcantarillado de Aguas Servidas en las poblaciones de Maule Norte, comuna de Maule, provincia de Talca, VII Región. El sector está conformado por Culenar, Población Villa Doña Ignacia y Población Villa Francia, ambas poblaciones ubicadas al sur de Talca. Se ha considerado además en el estudio de Actualización del Plan Regulador de Maule, la localidad de Chacarillas, que se encuentra ubicado al sur de Talca, al oriente de la Ruta 5

Las localidades de Culenar, Población Villa Doña Ignacia y Población Villa Francia, se encuentran fuera del límite urbano de Talca y fuera del área de concesión de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas que le corresponde atender a la Empresa Aguas Nuevo Sur Maule S.A. No obstante lo anterior, acogiéndose al Art. 52 Bis de la Ley General de Servicios Sanitarios son atendidas por esta concesionaria. Lo anterior significa que es responsabilidad de esta empresa otorgar los servicios y efectuar las obras suficientes y necesarias para satisfacer las mayores demandas de la población.

En cuanto a la localidad de Chacarillas, se encuentra abastecida de agua potable por el Comité de Agua Potable Chacarillas, que funciona desde el año 1983. El suministro se realiza desde un sondaje ubicado en la escuela de Chacarillas. El rendimiento del pozo es de 13.0 l/s y cuenta con sistema de cloración para la desinfección y un estanque de regulación de 150 m³ en reemplazo de los estanques de 40 y 75 m³ de capacidad ubicados en el mismo sitio de la captación que fueron destruidos por el terremoto. La red fue diseñada sobre la base de una dotación de 100 l/hab/día.

La red se compone actualmente de 440 arranques y existe factibilidad para conectarse a la red, según lo informado en el Comité Chacarillas, de acuerdo al Censo 2002, tiene una población estimada en 1747 habitantes que ocupan 488 viviendas.

3.2 POBLACIÓN FUTURA

El análisis poblacional y estudio de la demanda se efectuará sólo para la localidad de Chacarillas, dado que ésta se encuentra fuera del área operacional de Aguas Nuevo Sur y no es atendida por esta concesionaria

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, para efectos de determinar el crecimiento urbano proyectado por el Plan Regulador Comunal, acorde a lo previsto en el artículo 2.1.10 de la OGUC

Acorde a lo anterior, el presente estudio ha considerado lo expuesto en el punto 7 Escenario de Desarrollo Urbano de la Memoria Explicativa.

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

El escenario de crecimiento de la población que constituye la localidad de Culenar-Chacarillas, de acuerdo a la oferta de suelo que presenta el plan regulador, corresponde a una expansión moderada de la ciudad de Talca hacia el sur. Las características de esta alternativa son las siguientes:

- Consolida los loteos del borde de Talca, conformando una zona compacta pero con expansión moderada para viviendas de densidad media-alta.
- Centro de Equipamiento exclusivo en el triángulo Ruta K-620, Nueva Ruta Culenar –Enlace Unihue, Extensión Camino Los Patos. (Incluye equipamiento agro-comercial).
- Implementa zona de transición al área rural con subdivisiones de 2500 m.

- Consolida eje de uso mixto residencial equipamiento en torno a la Ruta K-620.
- Zona Industrial entre Ruta 5 y ferrocarril.
- Zona Agroindustrial al sur del Camino los Patos.
- Propone nueva vialidad Regional: Penciahue – Ruta 5 por camino a Rauquén, Culenar – Enlace Unihue, cruza el río Claro por el borde sur de la planta de áridos O’Ryan.
- Vialidad dirección norte - sur por Ruta K-620 y por nueva conexión entre Villa Francia y Nueva Ruta Culenar – Enlace Unihue.

La proyección de población, viviendas y densidad habitacional establecido como crecimiento urbano proyectado en el Escenario de Desarrollo Urbano Dirigido, en concordancia con lo señalado en la Memoria Explicativa se presenta en el CUADRO N° 3-1.

CUADRO N° 3-1: Proyecciones de Población y Viviendas al año 2030. Culenar-Chacarillas

Año	Población	Viviendas	Densidad Habitacional
2006	4,056	1,357	3.0
2007	4,203	1,426	2.9
2008	4,355	1,498	2.9
2009	4,512	1,574	2.9
2010	4,675	1,654	2.8
2011	5,330	1,880	2.8
2012	6,076	2,136	2.8
2013	6,926	2,428	2.9
2014	7,896	2,759	2.9
2015	9,001	3,136	2.9
2016	10,261	3,564	2.9
2017	11,698	4,051	2.9
2018	13,336	4,604	2.9
2019	15,203	5,232	2.9
2020	17,331	5,946	2.9
2021	18,804	6,529	2.9
2022	20,402	7,169	2.8
2023	22,137	7,871	2.8
2024	24,018	8,642	2.8
2025	26,060	9,489	2.7
2026	28,275	10,419	2.7
2027	30,678	11,440	2.7
2028	33,286	12,562	2.6
2029	36,115	13,793	2.6
2030	39,186	15,144	2.6

Fuente: Censos 1992 - 2002, INE. Cálculos Propios

La población de la localidad alcanza los 39.186 hab.el año 2030, correspondiente al crecimiento urbano proyectado para efectos del Estudio de Factibilidad de Agua Potable y Alcantarillado.

3.3 FACTIBILIDAD DE DOTACIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE AGUAS SERVIDAS

Los estudios de factibilidad de agua potable y alcantarillado de aguas servidas son uno de los componentes técnicos a evaluar dentro del proyecto del Plan regulador. Su objetivo principal se basa en el análisis de la situación actual y su proyección respecto a las proposiciones que entregue el Plan Regulador.

Los estudios de factibilidad de dotación de agua potable sólo se realizarán para el sector de Chacarillas puesto que este cuenta con sistema de APR y no es abastecida por Aguas Nuevo Sur como el resto de la localidad.

3.3.1 Requerimientos Para la Dotación de Servicios

Cálculo de caudales de agua potable

Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 20 años, se estimarán los consumos, gastos medios y gastos máximos en el año de inicio del estudio, 2010, para luego proyectarlos.

Determinación de la Dotación del Consumo Situación Base.

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

Con respecto a las pérdidas, 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 2010 y se mantendrán constantes hasta el año 2030.

Con respecto a la cobertura y en atención a que la localidad contará con sistema de agua potable público una vez que entre en vigencia el Plan Regulador Comunal, se considera que la empresa concesionaria en el futuro tendrá un incremento lineal de la cobertura hasta 100 % en el año 2030.

En el Cuadro N° 3-2 se presentan antecedentes relativos a la proposición de dotación en el año 2010, para la localidad. En la actualidad la localidad cuenta con un sistema de APR por lo que su dotación máxima es de 120 l/hab/día.

CUADRO N° 3-2: Dotaciones de consumo del sistema año 2010

AÑO	Población Plan Regulador (hab)	Densidad (hab/viv)	N° arranques Promedio	Dotación (l/hab/día)	Nivel de pérdidas Adoptado (%)
2010	2.338	3.10	450	120	25

Fuente: Cálculos Propios

3.3.2 Estudio de Demandas de Agua Potable Futura

Dotaciones Futuras Adoptadas

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuarán, considerando los efectos combinados de las políticas tarifarias, el nivel de ingreso de los usuarios, calidad del agua, mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos de la situación base de proyección, los valores presentados en el Cuadro N° 3-2. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados y, tomando como dotación base para el año 2010 de 120 l/hab/día para cada caso, se obtiene el Cuadro N° 3-3 en el que se señala, para cada año, el consumo por habitante esperado.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo, en la situación con proyecto, de 120 l/hab/día en el año 2010. 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 y nivel de pérdidas esperadas (l/hab/día)

Año	Proyecciones		
	Nivel de Pérdidas (%)	Situación con Proyecto	
		Dotación de Consumo (l/hab/día)	Dotación de Producción (l/hab/día)
2006	25.0	120	160
2007	25.0	120	160
2008	25.0	120	160
2009	25.0	120	160
2010	25.0	120	160
2011	25.0	120	160
2012	25.0	120	160
2013	25.0	120	160
2014	25.0	120	160
2015	25.0	120	160
2016	25.0	120	160
2017	25.0	120	160
2018	25.0	120	160
2019	25.0	120	160
2020	25.0	120	160
2021	25.0	120	160
2022	25.0	120	160
2023	25.0	120	160
2024	25.0	120	160
2025	25.0	120	160
2026	25.0	120	160
2027	25.0	120	160
2028	25.0	120	160
2029	25.0	120	160
2030	25.0	120	160

Coefficientes de gastos máximo diario y horario.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,3-1,5 ya que no existe suficiente información histórica que permita determinar con certeza la estacionalidad de la demanda que presentará la dotación. La situación para el año 2004, para el caudal medio de agua potable será:

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:**

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

- **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 2030 de 5.390 hab.

Se adopta una dotación de consumo máxima esperada, al año 2030, de 120 l/hab/día, equivalente a una dotación de producción de 160 l/hab/día, estabilizando el nivel de pérdida en un 25 %, a partir del año 2006, según se considera en estudios similares como los Planes de Desarrollo en localidades con sistemas concesionados.

Proyección de dotaciones y coeficientes de gastos

Se analizara a continuación la oferta y demanda a futuro, del sistema de agua potable de Chacarillas y se estimarán los costos de cambiar la condición del sistema de servicios sanitarios considerando la normativa que regula los sistemas concesionados. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

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

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

Además la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener una capacidad suficiente para mantener una reserva en caso de emergencias. Por lo tanto y debido a baja ocurrencia de un corte en la alimentación simultánea con los supuestos incendio, se estima un volumen de reserva equivalente al 10% del caudal máx. diario. Finalmente, se adopta como volumen de regulación el 15% Vol. máx. Diario más el máximo valor entre el volumen de Incendio, (1 grifo en operación durante 2 horas ocupa un volumen de 115 m³ 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.

CUADRO N° 3-4: 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
2006	2063	100	2063	120	25.0	160	3.82	4.97	7.45	64	115	43	179
2007	2151	100	2151	120	25.0	160	3.98	5.18	7.77	67	115	45	182
2008	2243	100	2243	120	25.0	160	4.15	5.40	8.10	70	115	47	185
2009	2338	100	2338	120	25.0	160	4.33	5.63	8.44	73	115	49	188
2010	2437	100	2437	120	25.0	160	4.51	5.87	8.80	76	115	51	191
2011	2541	100	2541	120	25.0	160	4.71	6.12	9.18	79	115	53	194
2012	2649	100	2649	120	25.0	160	4.91	6.38	9.57	83	115	55	198
2013	2761	100	2761	120	25.0	160	5.11	6.65	9.97	86	115	57	201
2014	2879	100	2879	120	25.0	160	5.33	6.93	10.40	90	115	60	205
2015	3001	100	3001	120	25.0	160	5.56	7.22	10.84	94	115	62	209
2016	3129	100	3129	120	25.0	160	5.79	7.53	11.30	98	115	65	213
2017	3262	100	3262	120	25.0	160	6.04	7.85	11.78	102	115	68	217
2018	3400	100	3400	120	25.0	160	6.30	8.19	12.28	106	115	71	221
2019	3545	100	3545	120	25.0	160	6.56	8.53	12.80	111	115	74	226
2020	3695	100	3695	120	25.0	160	6.84	8.90	13.34	115	115	77	230
2021	3852	100	3852	120	25.0	160	7.13	9.27	13.91	120	115	80	235
2022	4016	100	4016	120	25.0	160	7.44	9.67	14.50	125	115	84	240
2023	4187	100	4187	120	25.0	160	7.75	10.08	15.12	131	115	87	246
2024	4365	100	4365	120	25.0	160	8.08	10.51	15.76	136	115	91	251
2025	4600	100	4600	120	25.0	160	8.52	11.07	16.61	144	115	96	259
2026	4780	100	4780	120	25.0	160	8.85	11.51	17.26	149	115	99	264
2027	4950	100	4950	120	25.0	160	9.17	11.92	17.88	154	115	103	269
2028	5170	100	5170	120	25.0	160	9.57	12.45	18.67	161	115	108	276
2029	5390	100	5390	120	25.0	160	9.98	12.98	19.46	168	115	112	283
2030	5590	100	5590	120	25.0	160	10.35	13.46	20.19	174	115	116	289

Fuente: Cálculos Propios

3.3.3 Proyección de la Demanda de Alcantarillado de Aguas Servidas

Los caudales de aguas servidas se determinaron considerando los parámetros definidos en el cuadro N° 3-4. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la localidad de Chacarillas.

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

Bases de cálculo

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa concesionaria del servicio atenderá el 80 % de la población a partir del año 2020. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable.

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

- **Caudal medio de aguas servidas**

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

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

- **Caudales máximos instantáneos**

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

Dónde:

- H : Coeficiente de Harmon

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

En el Cuadro N° 3-5 adjunto, se muestra el cálculo de caudales de aguas servidas para la localidad de Chacarillas, proyectado año a año.

CUADRO N° 3-5: Proyección de Caudales de Aguas Servidas

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
2006	2063	10	206	120	25.0	2.87	4.30	6.45	2.3	4.14	9.50
2007	2151	10	215	120	25.0	2.99	4.48	6.72	2.4	4.14	9.89
2008	2243	30	673	120	25.0	3.12	4.67	7.01	2.5	3.90	9.73
2009	2338	50	1169	120	25.0	3.25	4.87	7.31	2.6	3.76	9.76
2010	2437	80	1950	120	25.0	3.38	5.08	7.62	2.7	3.59	9.73
2011	2541	80	2033	120	25.0	3.53	5.29	7.94	2.8	3.58	10.11
2012	2649	80	2119	120	25.0	3.68	5.52	8.28	2.9	3.57	10.50
2013	2761	80	2209	120	25.0	3.83	5.75	8.63	3.1	3.55	10.90
2014	2879	80	2303	120	25.0	4.00	6.00	9.00	3.2	3.54	11.32
2015	3001	80	2401	120	25.0	4.17	6.25	9.38	3.3	3.52	11.75
2016	3129	80	2503	120	25.0	4.35	6.52	9.78	3.5	3.51	12.20
2017	3262	80	2610	120	25.0	4.53	6.80	10.19	3.6	3.49	12.66
2018	3400	80	2720	120	25.0	4.72	7.08	10.63	3.8	3.48	13.14
2019	3545	80	2836	120	25.0	4.92	7.39	11.08	3.9	3.46	13.64
2020	3695	80	2956	120	25.0	5.13	7.70	11.55	4.1	3.45	14.16
2021	3852	80	3082	120	25.0	5.35	8.03	12.04	4.3	3.43	14.69
2022	4016	80	3213	120	25.0	5.58	8.37	12.55	4.5	3.42	15.25
2023	4187	80	3350	120	25.0	5.82	8.72	13.08	4.7	3.40	15.82
2024	4365	80	3492	120	25.0	6.06	9.09	13.64	4.9	3.39	16.42

2025	4600	80	3680	120	25.0	6.39	9.58	14.38	5.1	3.37	17.20
2026	4780	80	3824	120	25.0	6.64	9.96	14.94	5.3	3.35	17.80
2027	4950	80	3960	120	25.0	6.88	10.31	15.47	5.5	3.34	18.35
2028	5170	80	4136	120	25.0	7.18	10.77	16.16	5.7	3.32	19.07
2029	5390	80	4312	120	25.0	7.49	11.23	16.84	6.0	3.30	19.79
2030	5590	80	4472	120	25.0	7.76	11.65	17.47	6.2	3.29	20.43

3.3.4 Estimación de Infraestructura Requerida

a) Sistema de Agua Potable

Dado que existe una red concesionada, se estima que la empresa Aguas Nuevo Sur Maule S.A. será la responsable de efectuar las obras de mejoramiento y acoger las mayores demandas del servicio en las poblaciones de Culenar, Villa Francia y Villa Doña Ignacia, que no obstante encontrarse fuera del territorio operacional de la empresa Aguas Nuevo Sur, son atendidas por ella, ya que, de acuerdo a la Ley General de Servicios Sanitarios, "Artículo 52° bis.- Los prestadores podrán establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad del servicio público sanitario".

En cuanto a la localidad de Chacarillas, considerando que es un sistema APR, que puede ser licitado una vez que entre en vigencia el Plan Regulador, los requerimientos de infraestructura sanitaria actuales (año 2010) se entregan a continuación

Fuente

El suministro se realiza desde un sondaje ubicado en la escuela de Chacarillas. El rendimiento del pozo es de 13.0 l/s y cuenta con sistema de cloración para la desinfección y un estanque de regulación de 150 m³ de capacidad que reemplazó a los dos estanques de regulación de 40 y 75 m³ que fueron destruidos por el terremoto del 27-02-10. La red fue diseñada sobre la base de una dotación de 100 l/hab/día.

Los derechos de agua están regularizados. Con esto se puede señalar que el sondaje tiene capacidad suficiente para abastecer la demanda del año 2030.

Equipos de elevación

Se propone el reemplazo del equipo de elevación por otro de igual capacidad, 13.0 l/s y una altura de elevación de 50 mca. Se considera una vida útil de los equipos mecánicos y eléctricos de 10 años por lo que sólo se prevé esta inversión. Se considera el reemplazo del equipo el año 2015.

Tratamiento

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

Regulación

La localidad requiere un volumen de regulación de 150 m³ aproximadamente de capacidad. A raíz del terremoto del 27-02-10, los estanques de 40 y 75 m³ fueron destruidos. Por lo anterior los estanques fueron reemplazados por uno de 150 m³ de capacidad que cumple las necesidades de la población.

Redes de distribución

La red de distribución de la localidad de Chacarillas cuenta en la actualidad con aproximadamente 10.000 m de tuberías de PVC y asbesto-cemento. Asumiendo que es necesario reemplazar estas últimas tuberías, el total existente sería de 7.000 m aproximadamente. Con el objeto de estructurar el presupuesto de cañerías por

instalar se distribuye dicho total en el diámetro 100 mm. En el cuadro siguiente se muestran las longitudes para los periodos señalados.

CUADRO N° 3-6: Longitudes de Cañería de distribución por Instalar año 2030

Diámetro (mm)	Año	Porcentaje (%)	Total a instalar (m)
100	2010	100	3.000
	2030	100	3.000
Total			6.000

b) Sistema de Aguas Servidas

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las demandas hasta el horizonte de previsión del año 2030.

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

Redes de recolección

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

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

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos por esta empresa consultora en localidades con similares características de población y desarrollo. Los parámetros considerados serán entonces de 8,0 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 2,2 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado. De este modo, se obtiene los siguientes valores al año 2030, año en que se propone alcanzar un 80 % de cobertura en los requerimientos de infraestructura:

$$L_{2030P} = L_{200P} * 5.390 * 0.8 = 9.485 \text{ m.}$$

$$L_{2030V} = L_{200V} * 1.540 * 0.8 = 9.855 \text{ m.}$$

Dónde:

L_{100P}= Longitud de instalación de tubería de diámetro 200 mm por habitante = 2.20 m

L_{100V}= Longitud de instalación de tubería de diámetro 200 mm por vivienda = 8.0 m

Se considera que el promedio de los valores será representativo de la red requerida.

La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector. Para efectos del plan de estudio se distribuirá uniformemente año a año por periodos adelantados.

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

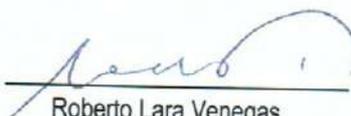
CUADRO N° 3-7: Longitudes de Cañería de Recolección por Instalar año 2030

Diámetro (mm)	Porcentaje (%)	Total a instalar (m)
200	100	9.500
Total		9.500

Se considera la instalación de cámaras de inspección cada 80 m en promedio, lo que da un total de 120 cámaras de inspección de h med.= 2,5 m, D = 1,30 m. y la instalación de 1230 uniones domiciliarias, D = 160 mm.

Planta de Tratamiento

Se propone una planta de tratamiento modular del tipo lodos activados con sistema de aireación extendida, para tratar un caudal medio de 7.0 l/s. El sistema de tratamiento deberá contar con un dispositivo para mediciones de caudales instantáneos y de un dispositivo secundario para el registro del volumen de producción de aguas servidas.



Roberto Lara Venegas
Ingeniero Civil
Rut 3.292.952-4
Celular 93235418