

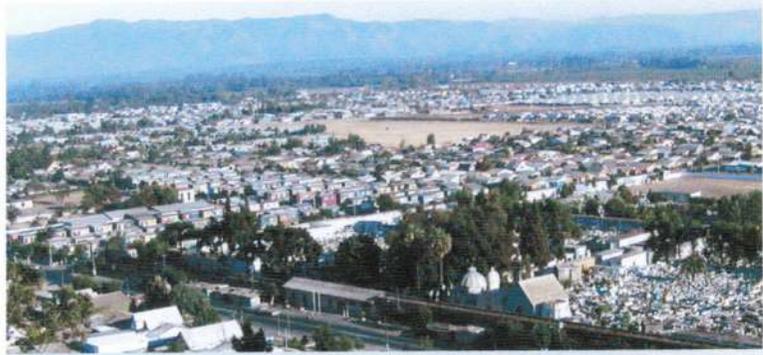


MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
SECRETARÍA REGIONAL MINISTERIAL DE
VIVIENDA Y URBANISMO
REGIÓN DEL MAULE



ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE
CURICO

“PLAN REGULADOR COMUNAL DE CURICÓ ”



ESTUDIO DE FACTIBILIDADES

ANT.: Plan Regulador de la comuna de Curicó.

MAT.: Factibilidad de servicios sanitarios en zonas urbanas no concesionadas.

Talca, 16 de Octubre de 2009

DE : JUAN CARLOS GONZALEZ ACEVEDO
JEFE OFICINA REGIONAL DEL MAULE

A : ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CURICO

Con relación a los nuevos sectores que adquirirán la calidad de urbanos mediante la tramitación del nuevo Plan Regulador de la comuna de Curicó y que no contarían con factibilidad de servicios sanitarios por no estar concesionados, debo informar a Ud. lo siguiente:

- 1.- La prestación de servicios sanitarios en áreas urbanas o urbanizables se hace a través de servicios públicos de agua potable y aguas servidas, los cuales se implementan mediante una concesión que otorga la autoridad (D.S.MOP) a solicitud de una Empresa interesada, quien debe hacer una presentación, ante la Superintendencia de Servicios Sanitarios, ciñéndose al procedimiento definido en el DFL MOP N° 382/88 y su Reglamento.
- 2.- Por otra parte, de ser necesario que una zona urbana cuente con servicios públicos para su desarrollo y no existiere una prestadora interesada en solicitar la concesión respectiva, la Superintendencia, si se lo requieren, justificándose que es imprescindible, podría hacer uso de una atribución legal establecida en el artículo 33 A del DFL N°382, esto es, de llamar a una licitación pública de concesiones sanitarias.
- 3.- Por lo dicho anteriormente, si en un sector son aplicables exigencias de urbanización, se trataría de un área susceptible de concesión sanitaria, y el DFL MOP N° 382/88 establece la forma de implementarla conforme se ha señalado en los N°s 1 y 2 precedentes.
- 4.- Además, para el caso del Plan Regulador que interesa se cuenta con el estudio de factibilidad, adjunto, presentado por la Consultora para la Actualización del Plan Regulador de Curicó.

Saluda atentamente a Ud.,



JUAN CARLOS GONZALEZ A.
JEFE OFICINA REGIONAL DEL MAULE

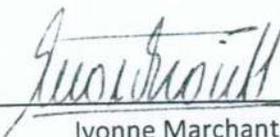
JLS/SPG/RSM/arg
DISTRIBUCION:
(J:/Oficios/778-2009-SPG)

- Destinatario.
- Archivo

Oficina Región Del Maule
Superintendencia de Servicios Sanitarios
Calle Dos Norte N°1103 - Talca
Teléfono 71-220447
<http://www.siss.gob.cl>

CERTIFICADO

Ivonne Marchant Liberona, de profesión Ingeniero Civil en Obras Civiles acredita haber realizado los estudios de Factibilidad Sanitaria del Plan Regulador Comunal de Curicó, que integra el área urbana de Curicó – Sarmiento y las localidades de La Obra, Los Niches y Cordillerilla.

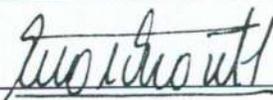


Ivonne Marchant L.
Rut: 10.092.466-8

31 de Agosto de 2010.

ANEXO IV: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA
PLAN REGULADOR COMUNAL DE CURICO

Firma profesional responsable de los
estudios de factibilidad sanitaria



Ivonne Marchant Liberona
Ingeniero Civil Obras Civiles
Rut: 10.092.466-8

INDICE

1	SERVICIO SANITARIOS CIUDAD DE CURICÓ	2
1.1	OBJETIVAS DEL ESTUDIO	2
1.2	MARCO LEGAL.....	2
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE CIUDAD DE CURICÓ	3
	a) Derechos de aprovechamiento de agua:	3
3	Estudios de Factibilidad A NIVEL DE PROYECTO	4
3.1	Verificación del territorio operacional.....	4
3.2	estudio de población y viviendas	5
3.3	Estudio de demandas de agua potable	7
3.3.1	Niveles de pérdidas	7
3.3.2	Cobertura.....	7
3.3.3	Dotaciones de consumo adoptadas	7
3.3.4	Dotación de Producción.	7
3.3.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario.	7
3.3.6	Proyección de demanda de agua potable	8
3.3.7	requerimiento de volumen de regulación.....	9
3.3.8	Estimación de infraestructura requerida.	10
	a) Derechos de aprovechamiento de agua:	10
	b) Fuente:.....	10
	c) Regulación	10
	d) Redes de distribución.	11
3.4	Estimación de caudales de aguas servidas.....	12
3.4.1	Cobertura.....	12
3.4.2	Caudal medio de aguas servidas	12
	a) Coeficiente de recuperación	12
3.4.3	Caudal máximo instantáneo	13
3.4.4	caudal instantáneo	13
3.4.5	PROYECCIÓN de Caudales totales de aguas servidas.....	14
3.4.6	Estimación de infraestructura requerida.	15
	a) Redes de recolección	15
	b) Interceptor a Planta de tratamiento:.....	16
	c) Planta de Tratamiento.....	16
	d) Emisario:.....	16

1 SERVICIO SANITARIOS CIUDAD DE CURICÓ

1.1 OBJETIVAS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de Curico, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano de la ciudad de Curicó, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

1.2 MARCO LEGAL

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, presenta las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción de agua potable
- ✓ Distribución de agua potable
- ✓ Recolección de aguas servidas y
- ✓ Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las unidades saneadas corresponden a:

- ✓ Urbanos, centro poblados con mas de 3.000 hab.
- ✓ Rural concentrado, mas de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino
- ✓ Rural disperso

Para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se requieren soluciones colectivas en tanto que para el sector rural disperso se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Desde el marco legal de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la **Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas**, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de **Servicios Públicos Sanitarios**, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, los servicios de Agua Potable Rural se prestan en zonas clasificadas como rurales en el Plan Regulador y se forman y constituyen como servicios particulares, bajo la forma de un Comité y Cooperativa.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE CIUDAD DE CURICÓ

Los servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas son administrados por la empresa Aguas Nuevo Sur Maule S.A. Los recursos de agua potable son obtenidos a través de tres captaciones subterráneas dren río Teno, Sondajes Romeral y Sondajes El Bordo y el servicio es regulado mediante un estanque en el sector El Romeral y cuatro estanques en el cerro Condell a partir de los cuales se originan dos matrices alimentadoras. La red de distribución tiene una longitud de 208.408 m.

El sistema de aguas servidas tiene una longitud de 212.000 m y 3.116 cámaras de inspección y una descarga al río Guaiquillo, previo tratamiento de sus aguas en una moderna planta de tratamiento.

El sistema de agua potable prestaba servicios de abastecimiento a 23.000 suscriptores (1999), vale decir a una población de 104.481 hab., lo que significa una cobertura de agua potable del 99,91 %.

El sistema de agua potable de Curicó se abastece mediante pozos profundos (sondajes) y un sistema de drenes en el río Teno. Las aguas captadas son reguladas en los estanques del cerro Condell y estanque El Romeral (drenes y sondajes), desde donde previa desinfección se entregan al consumo.

a) Derechos de aprovechamiento de agua:

El total de derechos de aprovechamiento de aguas con los que cuenta la empresa sanitaria en Curicó es de 872 l/s correspondientes a 100 l/s, permanentes, de aguas superficiales (T=90%) y 772 l/s permanentes de aguas subterráneas. La capacidad potencial de producción es de 784 l/s debido a que se requieren obras de mejoramiento en los drenes del río Teno.

La localidad de Curicó cuenta con dos sectores de abastecimiento denominados Sector el Bordo y El Romeral dependiendo del estanque de regulación que los abastece.

El **Sector El Romeral (Recinto Cerro Condell)** tiene cuatro estanques de 2000 m³ de hormigón semi enterrado que permite abastecer el sector ubicado en el centro poniente con un porcentaje de población de 82% y el **Sector El Bordo** con un estanque de acumulación elevado, de 1000 m³ que permite abastecer el sector oriente. La población que abastece este estanque corresponde al 18% del total. Este estanque se ubica afuera del límite comunal.

El desarrollo de la red de distribución de agua potable alcanza aproximadamente 208 km, con cañerías de diferentes materiales cuyos diámetros van desde 75 a 500 mm., predominando las cañerías de asbesto cemento y PVC.

En lo relativo al servicio de alcantarillado de aguas servidas, al 31 de Diciembre de 1999, el sistema prestaba servicio de recolección a 103.226 suscriptores, lo que significa una cobertura del 98,7%.

El sistema de recolección de aguas servidas se compone de redes de recolección (separado y unitario), plantas elevadoras y emisarios.

El desarrollo de la red de aguas servidas alcanzaba aproximadamente a 247,7 km. Considerando el sistema unitario y el separado, con cañerías de diferentes materiales cuyos diámetros van desde 175 a 2000 mm, predominando las cañerías de hormigón. El total de uniones domiciliarias alcanzaba en 1999 un total de 25.799.

¹ Este antecedente se obtiene del Plan de desarrollo de la Empresa Sanitaria vigente, los que se actualizan en periodos estimativos según los requerimientos de factibilidad acorde a la capacidad de abastecimiento. A la fecha está en vigencia el Plan de Desarrollo del año 1999.
Ilustre Municipalidad de Curicó

En la actualidad operan dos emisarios, que reciben los aportes de los colectores que son interceptados y conducidos hasta la planta de tratamiento ubicada al poniente de la ciudad.

Planta de tratamiento

El tratamiento se realiza en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico). El diseño se realizó para un total de 118.512 beneficiarios y un caudal máximo a tratar de 4.489 m³/hr, en una primera etapa (Año 2012) y una segunda etapa el año 2027 de 4.961 m³/hr.

3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD A NIVEL DE PROYECTO

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano 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 urbanizables.

El objetivo principal de este estudio es **"determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

El límite urbano propuesto de la localidad de Curicó queda incluido casi en su totalidad en el Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas dependiente de la Subgerencia Zonal Norte de la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Lo anterior significa que es responsabilidad de esa Empresa, otorgar los servicios e incorporar la planificación de las inversiones y efectuar las obras para acoger las mayores demandas de la población que se localice en su territorio operacional.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Los estudios principales son el Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Curicó, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto suponiendo como probable el Escenario de Crecimiento propuesto en el Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas para la población que se localice fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

3.1 VERIFICACIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL

Los límites propuestos en el Plan Regulador, para el desarrollo de la localidad sobrepasan el límite propuesto para el territorio operacional futuro, según se establece en el Plan de Desarrollo de la empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. La densificación se propone en el casco urbano consolidado, que en la actualidad ya se encuentran urbanizadas o en proceso de consolidación y otra aparte se localiza fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria y en sus inmediaciones.

El territorio operacional actual corresponde al entregado por la empresa sanitaria concesionaria del sector y es el mismo para los sistemas de aguas potable y alcantarillado.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador. Por otra parte, el área que excede el territorio operacional de la empresa sanitaria (comprendido entre

el límite territorio operacional futuro de la empresa sanitaria y el límite urbano propuesto en este estudio) será objeto de una nueva licitación por parte de la Superintendencia de Servicios Sanitarios para otorgar factibilidad de servicio pudiendo ser la misma empresa sanitaria u otra nueva concesión que se adjudique el servicio.

Por otra parte las urbanizaciones en zonas de extensión urbana condicionada deben asumir los costos que implica la ampliación de la infraestructura.

3.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS.

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 cual es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población para periodos determinado por este estudio y la proyección de viviendas para la totalidad de la localidad.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador y con una tasa de crecimiento lineal equivalente a la propuesta en el Plan de Desarrollo de la Empresa Sanitaria.

La estimación de la población realizada en el Plan Regulador corresponde a la población estable. En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección de viviendas. La estimación de la población se realizó considerando una densidad de 4.5 hab./viv.

Se incluye en la estimación de la población futura la densificación del sector Zapallar con un máximo de 1800 viviendas en el año 2032. se ha supuesto una densificación lineal a partir del año 2002.

Cuadro 1:Proyección de Viviendas

LOCALIDAD	2002	2005	2010	2020	2030	2032
CURICÓ	26499	28193	31016	35583	41905	41153

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

Cuadro 2: Proyección de población

AÑO	PROYECCIÓN DE POBLACIÓN	
	Plan Regulador (hab.)	Plan Desarrollo (hab.)
2002	119246	97299
2003	121517	99,440
2004	123788	101,627
2005	126059	103,863
2006	128330	106,148
2007	130601	108,483
2008	132872	110,870
2009	135143	113,309
2010	137414	115,802
2011	139685	118,350
2012	141956	120,953
2013	144227	123,372
2014	146498	125,840
2015	148769	128,357
2016	151040	130,924
2017	153311	133,542
2018	155582	136,213
2019	157853	138,937
2020	160124	141,716
2021	162212	144,551
2022	164301	147,442
2023	166390	150,243
2024	168479	153,098
2025	170567	156,006
2026	172656	158,971
2027	174745	161,991
2028	176834	165069
2029	178922	
2030	181011	
2032	183100	
2032	185189	

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

La población de la localidad alcanza los **185.189 hab.** en el horizonte de previsión del Plan Regulador.

3.3 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada. Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 30 años, se determinaron los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron, considerando mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos la situación de la zona actualmente con concesión de servicios sanitarios, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro N° 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

3.3.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

Según lo señalado en Plan de Desarrollo, con respecto a las pérdidas, se consideró un nivel de 30 % constante para todo el horizonte de previsión. En el Cuadro N° 3, se indican las dotaciones, factor de máximo consumo y el nivel de pérdidas adoptados año a año.

3.3.2 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 100 % de cobertura a partir del año 2003.

3.3.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

En el año 2003 se adoptaron valores de dotaciones de consumo correspondientes a 182 lts/hab/día, señalado en el Cuadro N° 3 Proyección de la Oferta – Demanda de Agua Potable. Plan de Desarrollo de Curicó.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo de 200 l/hab/día en el año 2012, según lo señala el Plan de Desarrollo, correspondiente a un valor conservador en localidades similares.

3.3.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculó según se indica en la fórmula y se propuso un nivel de pérdidas de 30 % en el año 2002 constante hasta el año 2032.

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

3.3.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 para el gasto máximo diario y máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

Cuadro 3: Bases de cálculo. Año 2002.

LOCALIDAD	DOTACIÓN PROMEDIO (l/hab-día)	NIVEL DE PERDIDAS ADOPTADO	FACTOR MÁX. CONSUMO ADOPTADO
Curicó	182	30 %	1.50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Cuadro 4: Proyección de caudales de Agua Potable

PROYECCIÓN DE CAUDALES DE AGUA POTABLE									
AÑO	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA				Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
2002	119246	100	119,246	182	30	260	359	538	807
2003	121517	100	121,517	184	30	263	370	555	832
2004	123788	100	123,788	186	30	266	381	571	857
2005	126059	100	126,059	188	30	269	392	588	882
2006	128330	100	128,330	190	30	271	403	605	907
2007	130601	100	130,601	192	30	274	415	622	933
2008	132872	100	132,872	194	30	277	426	639	959
2009	135143	100	135,143	196	30	280	438	657	985
2010	137414	100	137,414	198	30	283	450	675	1012
2011	139685	100	139,685	200	30	286	462	693	1039
2012	141956	100	141,956	200	30	286	469	704	1056
2013	144227	100	144,227	200	30	286	477	715	1073
2014	146498	100	146,498	200	30	286	484	727	1090
2015	148769	100	148,769	200	30	286	492	738	1107
2016	151040	100	151,040	200	30	286	499	749	1124
2017	153311	100	153,311	200	30	286	507	760	1141
2018	155582	100	155,582	200	30	286	514	772	1158
2019	157853	100	157,853	200	30	286	522	783	1174
2020	160124	100	160,124	200	30	286	530	794	1191
2021	162212	100	162,212	200	30	286	536	805	1207
2022	164301	100	164,301	200	30	286	543	815	1222
2023	166390	100	166,390	200	30	286	550	825	1238
2024	168479	100	168,479	200	30	286	557	836	1254
2025	170567	100	170,567	200	30	286	564	846	1269
2026	172656	100	172,656	200	30	286	571	856	1285
2027	174745	100	174,745	200	30	286	578	867	1300
2028	176834	100	176,834	200	30	286	585	877	1316
2029	178922	100	178,922	200	30	286	592	888	1331
2030	181011	100	181,011	200	30	286	599	898	1347
2031	183100	100	183,100	200	30	286	605	908	1362
2032	185189	100	185,189	200	30	286	612	919	1378

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.7 REQUERIMIENTO DE VOLUMEN DE REGULACIÓN

Se analizará la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteará la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

La localidad de Curicó cuenta con dos sectores de abastecimiento denominados Sector el Boldo y El Romeral dependiendo del estanque de regulación que los abastece.

El **Sector estanques Recinto Cerro Condell**, tiene cuatro estanques de 2000 m³ de hormigón semi enterrado, ubicado en la cota de terreno **250** msnm que permite abastecer el sector ubicado en el centro poniente, bajo la cota **230** msnm, con un porcentaje de población que varía desde un 82% en el año 2004 hasta un 78% en el año 2031 y el **Sector El Romeral**, con un estanque de acumulación elevado, de 1000 m³, ubicado en la cota de terreno **242** msnm, que permite abastecer el sector oriente, bajo la cota **240** msnm, con un porcentaje de población de 18% del total hasta el año 2004 hasta un 22% en el año 2031. La población del estanque el Sector estanque el Romeral se incrementa de acuerdo a la variación de población del sector Zapallar.

El desarrollo urbano propuesto se enmarca entre las cotas 238 y 192 msnm. Al respecto podemos señalar que desde el punto de vista geométrico es posible abastecer la totalidad de la superficie desde los recintos existentes no siendo necesaria la utilización de reductoras de presión ni estanques hidroneumáticos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas tres grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

Cuadro 5: Requerimientos de regulación estanque El Romeral

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	21464	1256	346	698	1953
2010	26506	1687	346	937	2624
2015	29657	1906	346	1059	2966
2020	32807	2109	346	1172	3281
2030	38781	2493	346	1385	3878
2032	39976	2570	346	1428	3998

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 6: Requerimientos de regulación estanque Cerro Condell

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	97781	5720	346	3178	8898
2010	110908	7058	346	3921	10980
2015	119112	7657	346	4254	11911
2020	127316	8185	346	4547	12732
2030	142230	9143	346	5080	14223
2032	145213	9335	346	5186	14521

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos en la red existente.

a) Derechos de aprovechamiento de agua:

El total de derechos de aprovechamiento de aguas con los que cuenta la empresa sanitaria en Curicó es de 872 l/s correspondientes a 100 l/s, permanentes, de aguas superficiales (T=90%) y 772 l/s permanentes de aguas subterráneas. La capacidad potencial de producción es de 784 l/s debido a que se requieren obras de mejoramiento en los drenes del río Teno. El balance se realizó considerando 22 hrs de bombeo.

Cuadro 7: Requerimientos de Derechos de Agua al año 2032

AÑO	DEMANDA DE FUENTE	DISPONIBILIDAD (l/s)	BALANCE (l/s)
2002	587	784	197
2010	736	784	48
2015	805	784	-21
2020	866	784	-82
2030	979	784	-195
2032	1002	784	-218

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Fuente:

La fuente requiere abastecer para el año 2032 el caudal máximo diario de consumo de la localidad correspondiente a 919 l/s. La demanda de la fuente considera un bombeo de 22 horas de elevación, lo que corresponde a 1.002 l/s.

Cuadro 8: Demanda de la fuente al año 2032

AÑO	DEMANDA DE FUENTE	DISPONIBILIDAD (l/s)	BALANCE (l/s)
2002	587	784	197
2010	736	784	48
2020	866	784	-82
2030	979	784	-195
2032	1002	784	-218

c) Regulación

El **Sector El Romeral (Recinto Cerro Condell)** tiene cuatro estanques de 2000 m³ de hormigón semi enterrado y el **Sector El Boldo** con un estanque de acumulación elevado, de 1000 m³. En ambos sectores se presentan déficit de regulación, pero tal como se aprecia estos son de baja magnitud y se deben básicamente al volumen de seguridad.

Cuadro 9: Volumen de Regulación estanque El Boldo

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)					DISPONIBILIDAD	BALANCE
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL			
2002	21464	1256	346	698	1953	1000	-953	
2010	26506	1687	346	937	2624	1000	-1624	
2015	29657	1906	346	1059	2966	1000	-1966	
2020	32807	2109	346	1172	3281	1000	-2281	
2030	38781	2493	346	1385	3878	1000	-2878	
2032	39976	2570	346	1428	3998	1000	-2998	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 10: Volumen de Regulación estanque El Romeral

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)					DISPONIBILIDAD	BALANCE
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL			
2002	97781	5720	346	3178	8898	8000	-898	
2010	110908	7058	346	3921	10980	8000	-2980	
2015	119112	7657	346	4254	11911	8000	-3911	
2020	127316	8185	346	4547	12732	8000	-4732	
2030	142230	9143	346	5080	14223	8000	-6223	
2032	145213	9335	346	5186	14521	8000	-6521	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

d) Redes de distribución.

La red de agua potable presenta coberturas cercana al 100 %. En cuanto a cañerías de la red de distribución la localidad cuenta con una longitud de 208.408 m, en diámetros variables.

La red necesaria para abastecer la población de **185.189 hab.**, se propone en diámetros de 100 a 900 mm.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada de diámetro 100 mm o superior. Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad como una proporción de 13 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,0 m/hab.

Requerimientos de red son:

L2032P =	L100P	*	185.189 =	555.566 m.
L2032V =	L100V	*	41.153 =	534.989 m.

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 545.277 m, considerando que existe una red disponible de 208.408 m se requiere la instalación de 336.869 m de red. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 100 y 900 mm.

Cuadro 11: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
900	10	33687
600	10	33687
400	15	50530
300	20	67374
200	20	67374
100	25	84217
TOTAL	100	336869

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para la estimación del diámetro máximo se consideró una velocidad máxima de 1,70 m/s para el Q_{máx.} H del sistema Romeral que alcanza a 1081 l/s.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Las características topográficas de la localidad es en general plana, con una suave pendiente permite que el sistema de alcantarillado evacue las aguas servidas en forma gravitacional hacia la planta de tratamiento existente. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. El Plan de Desarrollo propone una cobertura del servicio del 100% a partir del año 2010. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las formulas de uso habitual.

Los caudales se determinaron considerando los parámetros definidos en el capítulo 2.4 y las formulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

3.4.1 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 99.2 % de cobertura en el año 2003 hasta un 100% a partir del año 2010, según lo establece el Plan de Desarrollo.

3.4.2 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (lt/seg)$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

3.4.3 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para $P < 90$ hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para $90 < P < 1000$ hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

3.4.4 CAUDAL INSTANTÁNEO

3. Para $P > 1000$ hab., el gasto instantáneo se calculará según la fórmula de Harmon

$$Q_{\max} AS = H * Q_{med} \text{ lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

3.4.5 PROYECCIÓN DE CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 12: Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTUR A (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA			Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2002	119246	99.2	118292	182	30	249	374	561	199	1.94	387
2003	121517	99.3	120683	184	30	257	386	578	206	1.93	398
2004	123788	99.4	123080	186	30	265	397	596	212	1.93	409
2005	126059	99.5	125482	188	26	273	410	614	218	1.92	420
2006	128330	99.7	127890	190	30	281	422	633	225	1.91	431
2007	130601	99.8	130302	192	30	290	434	652	232	1.91	442
2008	132872	99.9	132720	194	30	298	447	671	238	1.90	453
2009	135143	100.0	135143	196	30	307	460	690	245	1.90	465
2010	137414	100.0	137414	198	30	315	472	709	252	1.89	476
2011	139685	100.0	139685	200	30	323	485	728	259	1.89	488
2012	141956	100.0	141956	200	30	329	493	739	263	1.88	494
2013	144227	100.0	144227	200	30	334	501	751	267	1.87	501
2014	146498	100.0	146498	200	30	339	509	763	271	1.87	507
2015	148769	100.0	148769	200	30	344	517	775	275	1.86	514
2016	151040	100.0	151040	200	30	350	524	787	280	1.86	520
2017	153311	100.0	153311	200	30	355	532	798	284	1.85	527
2018	155582	100.0	155582	200	30	360	540	810	288	1.85	533
2019	157853	100.0	157853	200	30	365	548	822	292	1.85	539
2020	160124	100.0	160124	200	30	371	556	834	297	1.84	546
2021	162212	100.0	162212	200	30	375	563	845	300	1.84	552
2022	164301	100.0	164301	200	30	380	570	856	304	1.83	558
2023	166390	100.0	166390	200	30	385	578	867	308	1.83	563
2024	168479	100.0	168479	200	30	390	585	877	312	1.82	569
2025	170567	100.0	170567	200	30	395	592	888	316	1.82	575
2026	172656	100.0	172656	200	30	400	600	899	320	1.82	581
2027	174745	100.0	174745	200	30	405	607	910	324	1.81	587
2028	176834	100.0	176834	200	30	409	614	921	327	1.81	593
2029	178922	100.0	178922	200	30	414	621	932	331	1.81	598
2030	181011	100.0	181011	200	30	419	629	943	335	1.80	604
2031	183100	100.0	183100	200	30	424	636	954	339	1.80	610
2032	185189	100.0	185189	200	30	429	643	965	343	1.80	616

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.4.6 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las nuevas demandas. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

En cuanto a cañerías de la red de recolección la localidad cuenta con una longitud de 112.000 m. En diámetros variables entre 175 y 2.000 mm. De acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo la red no presenta deficiencias de carácter físico por lo que no se considera su recambio. Por otra parte no se considera caudal de infiltración debido a que se propone la instalación de cañerías de PVC estancas.

La red necesaria para abastecer la población de **185.189 hab.**, se propone en PVC, en diámetros variables de 200 y 600 mm.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la magnitud de las redes requeridas en Curicó que deberá realizar la empresa, 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 interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos en localidades con un grado de urbanidad similar, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 3,96 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 1,03 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado.

$$\begin{array}{l} L2033P = L200P \quad * \quad 185.189 = 190.744 \text{ m.} \\ L2033V = L200V \quad * \quad 41.153 = 162.966 \text{ m.} \end{array}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2033 será de 176.855 m, considerando que existe una red disponible de 112000 m se requiere la instalación de 64.855 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 200 y 600 mm.

Cuadro 13: Requerimientos de Cañerías

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
600	10	6486
500	15	9728
400	15	9728
300	30	19457
200	30	19457
TOTAL	100	64855

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 6: Caudal de diseño de colectores propuestos

i ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	600	0.013	281.6	281.6	1.33
3.00	500	0.013	173.2	173.2	1.18
3.00	400	0.013	95.5	95.5	1.02
3.00	300	0.013	44.3	44.3	0.84
5.00	200	0.013	19.4	19.0	0.81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 616 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 900 mm, con una pendiente mínima de un $i= 3$ ‰.

Cuadro 7: Diseño de interceptor propuesto

i ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	900	0.013	677.8	616	1.29

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

En la actualidad el tratamiento se realiza en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico).

Se propone el diseño de cuatro módulos para tratar un caudal máximo de 8.000 m³/hr. Tres módulos que permitan tratar 6.000 m³/hr hasta el año 2010 y un cuarto módulo para tratar 2.000 m³/hr adicionales para servir el total de la población al año 2032. La disposición se mantiene en el río Guaiquillo. Para efectos de valorización se propone un tratamiento en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico) con una superficie de 1,0 ha.

De acuerdo a las cotas de desarrollo del límite urbano la Planta de tratamiento ubicada bajo la cota 192 msnm es capaz de recibir gravitacionalmente la totalidad del caudal de aguas servidas de la localidad.

d) Emisario:

El emisario de la planta de tratamiento a la descarga deberá tener una capacidad de 328 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 800 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2$ ‰.

Cuadro 8: Diseño de emisario propuesto

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	700	0.013	346.8	343	1.19

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

INDICE

1	SERVICIO SANITARIOS LOCALIDAD DE SARMIENTO.....	2
1.1	OBJETIVAS DEL ESTUDIO.....	2
1.2	MARCO LEGAL.....	2
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE LOCALIDAD DE SARMIENTO.....	3
3	Estudios de Factibilidad A NIVEL DE ANTEPROYECTO.....	3
3.1	Verificación del territorio operacional.....	4
3.2	estudio de población y viviendas.....	4
3.3	Estudio de demandas de agua potable.....	5
3.3.1	Niveles de pérdidas.....	5
3.3.2	Cobertura.....	6
3.3.3	Dotaciones de consumo adoptadas.....	6
3.3.4	Dotación de Producción.....	6
3.3.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario.....	6
3.3.6	Proyección de demanda de agua potable.....	7
3.3.7	requerimiento de volumen de regulación.....	8
3.3.8	Estimación de infraestructura requerida.....	8
	a) Fuente:.....	8
	b) Regulación.....	9
	c) Redes de distribución.....	9
3.4	Estimación de caudales de aguas servidas.....	10
3.4.1	Cobertura.....	10
3.4.2	Caudal medio de aguas servidas.....	10
	a) Coeficiente de recuperación.....	10
3.4.3	Caudal máximo instantáneo.....	10
3.4.4	caudal instantáneo.....	10
3.4.5	PROYECCIÓN de Caudales totales de aguas servidas.....	11
3.4.6	Estimación de infraestructura requerida.....	12
	a) Redes de recolección.....	12
	b) Interceptor a Planta de tratamiento:.....	13
	c) Planta de Tratamiento.....	13
	d) Emisario:.....	14

2	07-06-06	I.Marchant	I.Zapata		Se corrigió en función de las Observaciones Ord. N°213/2006- DOM Curico, y reunión técnica del Viernes 23 de Junio 2006, en DOM Curico.
1	29-03-06	I.Marchant	I.Zapata		Versión Inicial
Versión	Fecha	Preparación	Jefe de proyecto	Aprobado por	Cambios Efectuados
Historia e Identificación de los Cambios					

1 SERVICIO SANITARIOS LOCALIDAD DE SARMIENTO

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de Curico, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano de la Localidad de Sarmiento, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

1.2 MARCO LEGAL

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, presenta las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción de agua potable
- ✓ Distribución de agua potable
- ✓ Recolección de aguas servidas y
- ✓ Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las unidades saneadas corresponden a:

- ✓ Urbanos, centro poblados con mas de 3.000 hab.
- ✓ Rural concentrado, mas de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino
- ✓ Rural disperso

Para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se requieren soluciones colectivas en tanto que para el sector rural disperso se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Desde el marco legal de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la **Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas**, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de **Servicios Públicos Sanitarios**, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, los servicios de Agua Potable Rural se prestan en zonas clasificadas como rurales en el Plan Regulador y se forman y constituyen como servicios particulares, bajo la forma de un Comité y Cooperativa.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE LOCALIDAD DE SARMIENTO

La localidad de Sarmiento, cuenta con un servicio de agua potable implementado en el año 1995, administrado por la Cooperativa de Agua potable y Alcantarillado de Sarmiento. Adicionalmente, la inmobiliaria Independencia ha construido un sistema separado tanto de agua potable como alcantarillado de aguas servidas que permite servir a 950 viviendas.

En lo que respecta al servicio de agua potable, cuenta con una red estimada de 20.000 m, la que fue diseñada como rural, considerando diámetros entre 50 y 110 mm lo que provoca problemas en la distribución. En los últimos años este sistema ha sufrido un importante crecimiento y se ha transformado en una concesión tanto del sistema de agua potable como de alcantarillado de aguas servidas.

El volumen de regulación actual es de 200 m³, lo que es insuficiente para abastecer los 1168 arranques existentes. La localidad se abastece mediante pozos profundos (sondajes) con un caudal máximo de alumbramiento de 38 l/seg. de buena calidad, entubado de 8". Actualmente el pozo existente es capaz de abastecer un total de 641 viviendas.

Debido a las restricciones del servicio la localidad cuenta con un nivel de dotación promedio de 70 l/hab./día, lo que es bajo. Sin embargo, en los meses de Diciembre a Marzo se producen alzas significativas llegando a un consumo promedio de 110 l/hab./día.

La localidad cuenta con un proyecto de "Diseño para el Mejoramiento Integral del sistema de agua Potable", el cual se encuentra aprobado técnicamente por la DOH, VII Región con fecha 11.02.02.

Tanto la red de agua potable como el alcantarillado de aguas servidas son administrados mayoritariamente por la Cooperativa de Agua Potable Rural de Sarmiento y en una menor proporción por la inmobiliaria Independencia que administra la red que abastece a las viviendas recientemente construidas por ellos.

La localidad cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas, para al menos 12.000 personas, con capacidad para ampliarse.

3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD A NIVEL DE ANTEPROYECTO

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano 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 urbanizables.

El objetivo principal de este estudio es **"determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

La localidad Sarmiento queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Los estudios principales son el Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Sarmiento, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto suponiendo como probable el Escenario de Crecimiento propuesto en el Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas para la población que se localice fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

3.1 VERIFICACIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL

La localidad de Sarmiento queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarla de servicios sanitarios.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador.

3.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS.

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 cual es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población para periodos determinado por este estudio y la proyección de viviendas para la totalidad de la localidad.

Recientemente se han construido en la localidad de Sarmiento 953 viviendas (Independencia) y se ha planificado la construcción de 357 viviendas (Sector Doña Patricia). Por lo anterior se ha estimado que al año 2007 el total de viviendas será de 2.666 viviendas.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador. La estimación de la población realizada en el Plan Regulador corresponde a la población estable. En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección de viviendas. La estimación de la población se realizó considerando una densidad de 4.0 hab./viv.

Cuadro 1: Proyección de Viviendas

LOCALIDAD	2002	2007	2032
SARMIENTO	1.082	2.666	5.855

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

Cuadro 2: Proyección de población

AÑO	N° (hab.)	AÑO	N° (hab.)
2002	4328	2018	16277
2003	5595	2019	16787
2004	6862	2020	17297
2005	8130	2021	17807
2006	9397	2022	18318
2007	10664	2023	18828
2008	11174	2024	19338
2009	11684	2025	19848
2010	12195	2026	20359
2011	12705	2027	20869
2012	13215	2028	21379
2013	13725	2029	21889
2014	14236	2030	22400
2015	14746	2032	22910
2016	15256	2032	23420
2017	15766		

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

La población de la localidad alcanza los **23.420 hab.** en el horizonte de previsión del Plan Regulador.

3.3 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

El límite del área del servicio considerada corresponde, a toda la superficie urbana señalada en el Plan Regulador. La superficie definida anteriormente, será la misma para los sistemas de aguas potable y alcantarillado de aguas servidas.

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada, se incluyen todos los aspectos relacionados con la proyección de la demanda y balance oferta-demanda, para el periodo de revisión (2032). Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un periodo de 30 años, se determinaron los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron, considerando mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos la situación de la zona actualmente con concesión de servicios sanitarios, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro N° 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

3.3.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

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 Curicó por lo que se consideró un nivel de 30 % constante para todo el horizonte de previsión. En el Cuadro N° 3, se indican las dotaciones, factor de máximo consumo y el nivel de pérdidas adoptados para el año 2003.

3.3.2 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2003 (considerando un sistema público) hasta un 100 %, a partir del año 2007.

3.3.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

En el año 2003 se adoptaron valores de dotaciones de consumo correspondientes a 182 lts/hab/día, señalado para Curicó, por corresponder este a un sistema en operación y cercano a la localidad de Sarmiento.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo de 200 l/hab/día en el año 2012.

3.3.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculó según se indica en la fórmula y se propuso un nivel de pérdidas de 30 % en el año 2003 constante hasta el año 2032.

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

3.3.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 para el gasto máximo diario y máximo horario utilizado ya que no existe suficiente información histórica que permita determinar con certeza la estacionalidad de la demanda que presenta la dotación.

Cuadro 3: Bases de cálculo. Año 2002.

LOCALIDAD	DOTACIÓN PROMEDIO (l/hab-día)	NIVEL DE PERDIDAS ADOPTADO	FACTOR MÁX. CONSUMO ADOPTADO
Sarmiento	182	30 %	1.50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Cuadro 4: Proyección de caudales de Agua Potable

AÑO	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA				Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
2002	4328	0	0	181	30	259	0	0	0
2003	5595	20	1119	182	30	260	3	5	8
2004	6862	40	2745	184	30	263	8	13	19
2005	8130	60	4878	186	30	266	15	23	34
2006	9397	80	7517	188	30	269	23	35	53
2007	10664	100	10664	190	30	271	34	50	75
2008	11174	100	11174	192	30	274	35	53	80
2009	11684	100	11684	194	30	277	37	56	84
2010	12195	100	12195	196	30	280	40	59	89
2011	12705	100	12705	198	30	283	42	62	94
2012	13215	100	13215	200	30	286	44	66	98
2013	13725	100	13725	200	30	286	45	68	102
2014	14236	100	14236	200	30	286	47	71	106
2015	14746	100	14746	200	30	286	49	73	110
2016	15256	100	15256	200	30	286	50	76	114
2017	15766	100	15766	200	30	286	52	78	117
2018	16277	100	16277	200	30	286	54	81	121
2019	16787	100	16787	200	30	286	56	83	125
2020	17297	100	17297	200	30	286	57	86	129
2021	17807	100	17807	200	30	286	59	88	132
2022	18318	100	18318	200	30	286	61	91	136
2023	18828	100	18828	200	30	286	62	93	140
2024	19338	100	19338	200	30	286	64	96	144
2025	19848	100	19848	200	30	286	66	98	148
2026	20359	100	20359	200	30	286	67	101	151
2027	20869	100	20869	200	30	286	69	104	155
2028	21379	100	21379	200	30	286	71	106	159
2029	21889	100	21889	200	30	286	72	109	163
2030	22400	100	22400	200	30	286	74	111	167
2031	22910	100	22910	200	30	286	76	114	170
2032	23420	100	23420	200	30	286	77	116	174

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.7 REQUERIMIENTO DE VOLUMEN DE REGULACIÓN

Se analizará la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteará la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

Para los efectos del requerimiento de regulación se propone construcción de un estanque capaz de abastecer la totalidad del sector delimitado por el límite urbano propuesto. El desarrollo urbano propuesto se enmarca entre las cotas 252 y 222 msnm. Al respecto, podemos señalar que desde el punto de vista geométrico es posible abastecer la totalidad de la superficie desde un estanque ubicado en la cota 272 msnm no siendo necesaria la utilización de reductoras de presión ni estanques hidroneumáticos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas tres grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

Cuadro 5: Requerimientos de regulación estanque El Romeral

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	12195	768	346	427	1195
2015	14746	948	346	527	1475
2020	17297	1112	346	618	1730
2030	22400	1440	346	800	2240
2032	23420	1506	346	836	2342

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos en la red existente.

a) Fuente:

Actualmente la Cooperativa de Agua Potable posee un sondaje con capacidad de extracción de 38 l/s. La fuente requiere abastecer para el año 2032 el caudal máximo-diario de consumo de la localidad correspondiente a 116 l/s. La demanda de la fuente considera un bombeo de 20 horas de elevación, lo que corresponde a 139 l/s.

Cuadro 6: Demanda de la fuente al año 2032

AÑO	POBLACIÓN	DEMANDA DE FUENTE (l/s)	DISPONIBILIDAD (l/s)	BALANCE (l/s)
2002	0	0	38	38
2010	12195	71	38	-33
2015	14746	88	38	-50
2020	17297	103	38	-65
2030	22400	133	38	-95
2032	23420	139	38	-101

Fuente: Elaboración propia

b) Regulación

Se propone la construcción dos estanques semienterrado de hormigón armado de 1.000 m³ cada uno, el primero de ellos en el año 2002 y el segundo en el año 2008, ambos ubicados en la cota de terreno 272 msnm. El volumen de regulación considerando un 15 % del caudal máximo diario. Se ha considerado un volumen de incendio equivalente a 3 grifos funcionando durante 2 hrs. De acuerdo a los cálculos realizados es posible abastecer la demanda hasta el año 2032, con un volumen de regulación de 2300 m³.

Cuadro 6: Volumen de Regulación

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	12195	768	346	427	1195
2015	14746	948	346	527	1475
2020	17297	1112	346	618	1730
2030	22400	1440	346	800	2240
2032	23420	1506	346	836	2342

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Redes de distribución.

La red necesaria para abastecer la población de **23.420 hab.**, se propone en PVC, en diámetros de 110 a 400 mm.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada de diámetro 100 mm o superior. Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad como una proporción de 13 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,0 m/hab.

Requerimientos de red son:

$$\begin{aligned} L2032P &= L100P & * & 23.420 & = & 70.260 \text{ m.} \\ L2032V &= L100V & * & 5.855 & = & 76.115 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 73.188 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 100 y 400 mm.

Cuadro 7: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
400	10	7.319
300	25	18.297
200	25	18.297
100	40	29.275
TOTAL	100	73.188

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para la estimación del diámetro máximo se consideró una velocidad máxima de 1,39 m/s para el Q_{máx.} H del sistema que alcanza a 174,3 l/s.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Los caudales se determinaron considerando los parámetros definidos en el capítulo 2.4 y las formulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

3.4.1 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2002 hasta un 100 %, a partir del año 2007. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las formulas de uso habitual.

3.4.2 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (lt/seg)$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

3.4.3 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para P < 90 hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para 90 < P < 1000 hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

3.4.4 CAUDAL INSTANTÁNEO

3. Para P > 1000 hab., el gasto instantáneo se calculará según la fórmula de Harmon

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} \quad lt/seg$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

3.4.5 PROYECCIÓN DE CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 12: Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA			Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2002	4328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	5595	20	1119	182	30	2	4	5	2	3.77	7
2004	6862	40	2745	184	30	6	9	13	5	3.47	16
2005	8130	60	4878	186	26	11	16	24	8	3.25	27
2006	9397	80	7517	188	30	16	25	37	13	3.08	40
2007	10664	100	10664	190	30	23	35	53	19	2.93	55
2008	11174	100	11174	192	30	25	37	56	20	2.91	58
2009	11684	100	11684	194	30	26	39	59	21	2.89	61
2010	12195	100	12195	196	30	28	41	62	22	2.87	63
2011	12705	100	12705	198	30	29	44	66	23	2.85	66
2012	13215	100	13215	200	30	31	46	69	24	2.83	69
2013	13725	100	13725	200	30	32	48	71	25	2.82	72
2014	14236	100	14236	200	30	33	49	74	26	2.80	74
2015	14746	100	14746	200	30	34	51	77	27	2.79	76
2016	15256	100	15256	200	30	35	53	79	28	2.77	78
2017	15766	100	15766	200	30	36	55	82	29	2.76	80
2018	16277	100	16277	200	30	38	57	85	30	2.74	83
2019	16787	100	16787	200	30	39	58	87	31	2.73	85
2020	17297	100	17297	200	30	40	60	90	32	2.72	87
2021	17807	100	17807	200	30	41	62	93	33	2.70	89
2022	18318	100	18318	200	30	42	64	95	34	2.69	91
2023	18828	100	18828	200	30	44	65	98	35	2.68	93
2024	19338	100	19338	200	30	45	67	101	36	2.67	96
2025	19848	100	19848	200	30	46	69	103	37	2.66	98
2026	20359	100	20359	200	30	47	71	106	38	2.64	100
2027	20869	100	20869	200	30	48	72	109	39	2.63	102
2028	21379	100	21379	200	30	49	74	111	40	2.62	104
2029	21889	100	21889	200	30	51	76	114	41	2.61	106
2030	22400	100	22400	200	30	52	78	117	41	2.60	108
2031	22910	100	22910	200	30	53	80	119	42	2.59	110
2032	23420	100	23420	200	30	54	81	122	43	2.58	112

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.4.6 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las nuevas demandas. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

El requerimiento de infraestructura, de cañerías requeridas en el año 2032, se realiza en función de los datos de población y vivienda.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la magnitud de las redes requeridas en Sarmiento que deberá realizar la empresa, 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 interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos en localidades con un grado de urbanidad similar, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 3,96 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 1,03 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del periodo considerado.

$$\begin{array}{lcl} \text{L2032P} = & \text{L200P} & * \quad 23.420 = \quad 24.123 \text{ m.} \\ \text{L2032V} = & \text{L200V} & * \quad 5.855 = \quad 23.186 \text{ m.} \end{array}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 23.654 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 200 y 450 mm.

Cuadro 8: Requerimientos de Cañerías

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
450	10	2365
400	10	2365
350	20	4731
300	20	4731
200	40	9462
TOTAL	100	23.654

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 9: Caudal de diseño de colectores propuestos

I ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	450	0.013	130.7	112.0	0.94
3.00	400	0.013	95.5	80.5	0.86
3.00	350	0.013	66.9	50.0	0.70
3.00	300	0.013	44.3	44.3	0.84
5.00	200	0.013	19.4	19.0	0.81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 112 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 450 mm, con una pendiente mínima de un $i= 3$ ‰.

Cuadro 10: Diseño de interceptor propuesto

I ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	450	0.013	130.7	112.0	0.94

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

De acuerdo a los caudales estimados se requerirá la ampliación de la planta de tratamiento existente. Se considera abastecer un total de 5.855 viviendas al año 2032 con un 100% de cobertura, que corresponde a una población de 23.420 hab. De los cálculos realizados se requiere considerar un sistema para tratar los caudales equivalentes a 43 l/s en el año 2032.

Considerando la capacidad de la planta de tratamiento existente con capacidad para 12.000 hab. se propone la ampliación de esta para una capacidad de 11.420 hab. La cota de ubicación de la planta de tratamiento será como máxima la señalada en el Cuadro 13. correspondiente a la cota de terreno máxima de 212 msnm.

Cuadro 14: Cota de terreno mínima de Planta de Tratamiento (para desagüe gravitacional)

i ‰	Di (mm)	Longitud (m)	Cota terreno (msnm)	
			Límite urbano (mín)	PTAS
3.00	350	350	222	212

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para efectos de valorización se propone un tratamiento en base tratamiento biológico en base a biodiscos. Se considera la construcción en etapas con capacidad para tratar la totalidad del caudal a evacuar. Se proponen dos módulos para abastecer 6.000 hab. Es decir, se mantiene el diseño provisto de la planta existente considerando sus parámetros de diseño hasta la población de diseño según el Plan de Desarrollo correspondiente a 12.345 hab.

Cuadro 11: Dimensionamiento preliminar de la Planta de Tratamiento

DESCRIPCIÓN	ETAPAS				
	1	2	3	4	5
Población servida	5474	8220	12345	18345	24345
Harmón	3,21	3,04	2,86	2,69	2,57
Dotación lt/hab/día)	200	200	200	200	200
Factor de recuperación	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Qmed. Diseño (l/s)	10,1	15,2	22,9	34,0	45,1
Qmáx. Diseño (l/s)	32,5	46,3	65,5	91,4	115,7
DBO5 (gr./hab/día)	45	45	45	45	45
DBO5 (mg/lt)	281	281	281	281	281
Sólidos suspendidos totales (gr./hab/día)	40	40	40	40	40
Sólidos suspendidos totales (mg/día)	250	250	250	250	250
Temperatura del agua (° C)	11	11	11	11	11
Coliformes agua cruda (NMP/ 100 ml)	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06	4,0E-06

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio "Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Curicó y Sarmiento"

d) **Emisario:**

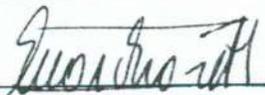
El emisario de la planta de tratamiento al río Lontué deberá tener una capacidad de 43 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 350 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2\%$.

Cuadro 12: Diseño de emisario propuesto

I ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	350	0.013	54.6	43.4	0.60

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Firma profesional responsable de los estudios de factibilidad sanitaria



Ivonne Marchant Liberona
Ingeniero Civil Obras Civiles
Rut: 10.092.466-8

INDICE

1	SERVICIO SANITARIOS localidad de los niches	2
1.1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	2
1.2	MARCO LEGAL.....	2
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE	3
3	Estudios de Factibilidad A NIVEL DE PROYECTO	3
3.1	Verificación del territorio operacional.....	3
3.2	estudio de población y viviendas.....	4
3.3	Estudio de demandas de agua potable	4
3.3.1	Niveles de pérdidas.....	5
3.3.2	Cobertura.....	5
3.3.3	Dotaciones de consumo adoptadas.....	5
3.3.4	Dotación de Producción.....	5
3.3.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario	5
3.3.6	Proyección de demanda de agua potable	6
3.3.7	requerimiento de volumen de regulación.....	7
3.3.8	Estimación de infraestructura requerida	7
	a) Fuente :.....	7
	b) Regulación.....	8
	c) Redes de distribución.....	8
3.4	Estimación de caudales de aguas servidas.....	9
3.4.1	Cobertura.....	9
3.4.2	Caudal medio de aguas servidas	9
	a) Coeficiente de recuperación	9
3.4.3	Caudal máximo instantáneo	9
3.4.4	caudal instantáneo	9
3.4.5	Proyección de caudales totales de aguas servidas	10
3.4.6	Estimación de infraestructura requerida	11
	a) Redes de recolección	11
	b) Interceptor a Planta de tratamiento:.....	12
	c) Planta de Tratamiento.....	12
	d) Emisario:.....	12

1 SERVICIOS SANITARIOS LOCALIDAD DE LOS NICHES

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de Curicó, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano de la localidad de Los Niches, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

1.2 MARCO LEGAL

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, presenta las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción de agua potable
- ✓ Distribución de agua potable
- ✓ Recolección de aguas servidas y
- ✓ Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las unidades saneadas corresponden a:

- ✓ Urbanos, centro poblados con más de 3.000 hab.
- ✓ Rural concentrado, más de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino
- ✓ Rural disperso

Para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se requieren soluciones colectivas en tanto que para el sector rural disperso se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Desde el marco legal de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la **Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas**, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de **Servicios Públicos Sanitarios**, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, los servicios de Agua Potable Rural se prestan en zonas clasificadas como rurales en el Plan Regulador y se forman y constituyen como servicios particulares, bajo la forma de un Comité y Cooperativa.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

La localidad de Los Niches, cuenta con un servicio de agua potable implementado en el año 1995 que se abastece mediante pozos profundos (sondajes) con un caudal máximo de alumbramiento de 32 l/seg de buena calidad. La regulación se realiza mediante estanques metálico elevado con un volumen total de 200 m³. La desinfección se realiza en el recinto estanque mediante la aplicación de hipoclorito de calcio. La red corresponde a cañerías de PVC cuyos diámetros van desde 50 a 110 mm. Cuenta con aproximadamente 700 arranques y abastece una población aproximada de 2000 hab. Cuenta con una regulación de 200 m³. En lo que respecta a las aguas servidas la localidad tiene una red que sirve al sector correspondiente a la cooperativa de agua potable y tiene tres plantas de tratamientos de aguas servidas que sirven distintos sectores.

3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD A NIVEL DE PROYECTO

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano 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 urbanizables.

El objetivo principal de este estudio es **"determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

El límite urbano propuesto de la localidad de Los Niches queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Los estudios principales son el Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Los Niches, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto suponiendo como probable el Escenario de Crecimiento propuesto en el Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas para la población que se localice fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

3.1 VERIFICACIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL

La localidad Los Niches queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarla de servicios sanitarios.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador.

3.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS.

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 cual es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población para periodos determinado por este estudio y la proyección de viviendas para la totalidad de la localidad.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador y con una tasa de crecimiento lineal equivalente a la propuesta en el Plan de Desarrollo de la Empresa Sanitaria.

La estimación de la población realizada en el Plan Regulador corresponde a la población estable. En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección de viviendas. La estimación de la población se realizó considerando una densidad de 4.0 hab./viv.

Cuadro 1:Proyección de Viviendas

LOCALIDAD	2002	2032
LOS NICHES	538	3.942

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

Cuadro 2:Proyección de población Total

AÑO	N° habts	AÑO	N° habts	AÑO	N° habts
2002	2152	2012	6691	2022	11229
2003	2606	2013	7145	2023	11683
2004	3060	2014	7598	2024	12137
2005	3514	2015	8052	2025	12591
2006	3967	2016	8506	2026	13045
2007	4421	2017	8960	2027	13499
2008	4875	2018	9414	2028	13953
2009	5329	2019	9868	2029	14406
2010	5783	2020	10322	2030	14860
2011	6237	2021	10775	2031	15314
				2032	15768

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

La población de la localidad alcanza los **15.768 hab.** en el horizonte de previsión del Plan Regulador.

3.3 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada. Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un periodo de 30 años, se determinaron los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron, considerando mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos la situación de la zona actualmente con concesión de servicios sanitarios, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a

los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro N° 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

3.3.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

Con respecto a las pérdidas, se consideró un nivel de 30 % constante para todo el horizonte de previsión. En el Cuadro N° 3, se indican las dotaciones, factor de máximo consumo y el nivel de pérdidas adoptados para el año 2002.

3.3.2 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2003 hasta un 100 %, a partir del año 2007.

3.3.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

En el año 2003 se adoptaron valores de dotaciones de consumo correspondientes a 182 lts/hab/día, señalado para Curico. Así también se obtuvo los factores de modulación de 1,50 tanto para el caudal máximo diario como máximo horario.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo de 200 l/hab/día en el año 2012.

3.3.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculó según se indica en la fórmula y se propuso un nivel de pérdidas de 30 % en el año 2002 constante hasta el año 2032.

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

3.3.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 para el gasto máximo diario y máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

Cuadro 3: Bases de cálculo. Año 2002.

LOCALIDAD	DOTACIÓN PROMEDIO (l/hab-día)	NIVEL DE PERDIDAS ADOPTADO	FACTOR MÁX. CONSUMO ADOPTADO
Los Niches	182	30 %	1.50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Cuadro 4: Proyección de caudales de producción

AÑO	PROYECCIÓN DE CAUDALES DE AGUA POTABLE						CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA						
2002	2152	0	0	0	0	0	0	0	
2003	2606	20	521	182	30	260	2	4	
2004	3060	40	1224	184	30	263	4	8	
2005	3514	60	2108	186	30	266	6	15	
2006	3967	80	3174	188	30	269	10	22	
2007	4421	100	4421	190	30	271	14	31	
2008	4875	100	4875	192	30	274	15	35	
2009	5329	100	5329	194	30	277	17	38	
2010	5783	100	5783	196	30	280	19	42	
2011	6237	100	6237	198	30	283	20	46	
2012	6691	100	6691	200	30	286	22	50	
2013	7145	100	7145	200	30	286	24	53	
2014	7598	100	7598	200	30	286	25	57	
2015	8052	100	8052	200	30	286	27	60	
2016	8506	100	8506	200	30	286	28	63	
2017	8960	100	8960	200	30	286	30	67	
2018	9414	100	9414	200	30	286	31	70	
2019	9868	100	9868	200	30	286	33	73	
2020	10322	100	10322	200	30	286	34	77	
2021	10775	100	10775	200	30	286	36	80	
2022	11229	100	11229	200	30	286	37	84	
2023	11683	100	11683	200	30	286	39	87	
2024	12137	100	12137	200	30	286	40	90	
2025	12591	100	12591	200	30	286	42	94	
2026	13045	100	13045	200	30	286	43	97	
2027	13499	100	13499	200	30	286	45	100	
2028	13953	100	13953	200	30	286	46	104	
2029	14406	100	14406	200	30	286	48	107	
2030	14860	100	14860	200	30	286	49	111	
2031	15314	100	15314	200	30	286	51	114	
2032	15768	100	15768	200	30	286	52	117	

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.7 REQUERIMIENTO DE VOLUMEN DE REGULACIÓN

Se analizará la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteará la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

Para los efectos del requerimiento de regulación se propone construcción de un estanque capaz de abastecer la totalidad del sector delimitado por el límite urbano propuesto. El desarrollo urbano propuesto se enmarca entre las cotas 266 y 292 msnm. Al respecto podemos señalar que desde el punto de vista geométrico es posible abastecer la totalidad de la superficie desde un estanque ubicado en la cota 312 msnm no siendo necesaria la utilización de reductoras de presión ni estanques hidroneumáticos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas dos grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

Cuadro 5: Requerimientos de regulación estanque propuesto

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	5783	364	230	202	595
2015	8052	518	230	288	805
2020	10322	664	230	369	1032
2030	14860	955	230	531	1486
2032	15768	1014	230	563	1577

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos en la red existente.

a) Fuente :

La fuente requiere abastecer para el año 2032 el caudal máximo diario de consumo de la localidad correspondiente a 78 l/s. La demanda de la fuente considera un bombeo de 20 horas de elevación, lo que corresponde a 94 l/s. Se considera la construcción de tres sondajes de 32 l/s cada uno.

Cuadro 6: Demanda de la fuente al año 2032

AÑO	POBL.	DEMANDA FUENTE (l/s)
2002	0	0
2010	5783	34
2015	8052	48
2020	10322	61
2030	14860	88
2032	15768	94

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Regulación

Se propone la construcción tres estanques semienterrado de hormigón armado de 500 m³ cada uno, el primero de ellos en el año 2002, otro en el año 2009 y por último en el año 2020, ubicados en la cota de terreno 312 msnm. El volumen de regulación considerando un 15 % del caudal máximo diario. Se ha considerado un volumen de incendio equivalente a 2 grifos funcionando durante 2 hrs. De acuerdo a los cálculos realizados es posible abastecer la demanda hasta el año 2032, con un volumen de regulación de 1500 m³.

Cuadro 7: Volumen de Regulación

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m ³)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	5783	364	230	202	595
2015	8052	518	230	288	805
2020	10322	664	230	369	1032
2030	14860	955	230	531	1486
2032	15768	1014	230	563	1577

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Redes de distribución.

La red necesaria para abastecer la población de **15.768 hab.**, se propone en PVC, en diámetros de 110 a 300 mm.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada de diámetro 100 mm o superior. Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad como una proporción de 13 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,0 m/hab.

Requerimientos de red son:

$$\begin{aligned} L_{2032P} &= L_{100P} & * & 15.768 & = & 47.304 \text{ m.} \\ L_{2032V} &= L_{100V} & * & 3.942 & = & 51.246 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 49.275 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 110 y 300 mm.

Cuadro 8: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
300	30	14.783
200	20	9.855
100	50	24.638
TOTAL	100	49.275

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para la estimación del diámetro máximo se consideró una velocidad máxima de 1,66 m/s para el Q_{máx.} H del sistema que alcanza a 117 l/s.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Las características topográficas de la localidad es en general con una suave pendiente permite que el sistema de alcantarillado evacue las aguas servidas en forma gravitacional hacia el punto propuesto para la planta de tratamiento. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Se propone una cobertura del servicio del 100% a partir del año 2007. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las formulas de uso habitual.

Los caudales se determinaron considerando los parámetros definidos en el capítulo 2.4 y las formulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

3.4.1 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2002 hasta un 100% a partir del año 2007.

3.4.2 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (\text{lt/seg.})$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

3.4.3 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para $P < 90$ hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para $90 < P < 1000$ hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

3.4.4 CAUDAL INSTANTÁNEO

3. Para $P > 1000$ hab., el gasto instantáneo se calculará según la fórmula de Harmon

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} \quad \text{lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

3.4.5 PROYECCIÓN DE CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 9: Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA			Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2002	2152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2606	20	521	182	30	1	2	2	1	3.96	3
2004	3060	40	1224	184	30	3	4	6	2	3.74	8
2005	3514	60	2108	186	26	5	7	10	4	3.57	13
2006	3967	80	3174	188	30	7	10	16	6	3.42	19
2007	4421	100	4421	190	30	10	15	22	8	3.29	26
2008	4875	100	4875	192	30	11	16	24	9	3.26	28
2009	5329	100	5329	194	30	12	18	27	10	3.22	31
2010	5783	100	5783	196	30	13	20	30	10	3.19	33
2011	6237	100	6237	198	30	14	21	32	11	3.15	36
2012	6691	100	6691	200	30	15	23	35	12	3.13	39
2013	7145	100	7145	200	30	17	25	37	13	3.10	41
2014	7598	100	7598	200	30	18	26	40	14	3.07	43
2015	8052	100	8052	200	30	19	28	42	15	3.05	45
2016	8506	100	8506	200	30	20	30	44	16	3.02	48
2017	8960	100	8960	200	30	21	31	47	17	3.00	50
2018	9414	100	9414	200	30	22	33	49	17	2.98	52
2019	9868	100	9868	200	30	23	34	51	18	2.96	54
2020	10322	100	10322	200	30	24	36	54	19	2.94	56
2021	10775	100	10775	200	30	25	37	56	20	2.92	58
2022	11229	100	11229	200	30	26	39	58	21	2.90	60
2023	11683	100	11683	200	30	27	41	61	22	2.89	62
2024	12137	100	12137	200	30	28	42	63	22	2.87	65
2025	12591	100	12591	200	30	29	44	66	23	2.85	67
2026	13045	100	13045	200	30	30	45	68	24	2.84	69
2027	13499	100	13499	200	30	31	47	70	25	2.82	71
2028	13953	100	13953	200	30	32	48	73	26	2.81	73
2029	14406	100	14406	200	30	33	50	75	27	2.80	75
2030	14860	100	14860	200	30	34	52	77	28	2.78	77
2031	15314	100	15314	200	30	35	53	80	28	2.77	79
2032	15768	100	15768	200	30	37	55	82	29	2.76	80

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.4.6 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las nuevas demandas. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

El requerimiento de infraestructura, de cañerías requeridas en el año 2032, se realiza en función de los datos de población y vivienda.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la magnitud de las redes requeridas en Los Niches que deberá realizar la empresa, 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 interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos en localidades con un grado de urbanidad similar, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 3,96 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 1,03 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado.

$$\begin{aligned} L2032P &= L200P & * & 15.768 & = & 16.241 \text{ m.} \\ L2032V &= L200V & * & 3.942 & = & 15.610 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 15.926 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 200 y 350 mm.

Cuadro 10: Requerimientos de Cañerías

DIAM. (mm)	PORCENTAJE %	TOTAL A INSTALAR (m)
400	10	1593
350	15	2389
300	30	4778
200	45	7167
TOTAL	100	15.926

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 11: Caudal de diseño de colectores propuestos

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	400	0.013	95.5	80.5	0.86
3.00	350	0.013	66.9	50.0	0.70
3.00	300	0.013	44.3	44.3	0.84
5.00	200	0.013	19.4	19.0	0.81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 80.5 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 400 mm, con una pendiente mínima de un $i= 3 \%$.

Cuadro 12: Diseño de interceptor propuesto

i ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	400	0.013	95.5	80.5	0.86

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

De acuerdo a los caudales estimados se requerirá la ampliación de la planta de tratamiento. Se considera abastecer un total de 3.942 viviendas al año 2032 con un 100% de cobertura, que corresponde a una población de 15.768 hab. De los cálculos realizados se requiere considerar un sistema para tratar los caudales equivalentes a 29 l/s en el año 2032.

Para efectos de valorización se propone un tratamiento en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico) con una superficie de 1,0 ha. Se considera la construcción de dos módulos con capacidad para tratar la totalidad del caudal a evacuar de tal forma que operen considerando siempre una de reserva.

Se propone la construcción la planta en un sector ubicado en el exterior del límite urbano a una distancia de 350 m y una cota de terreno máxima de 259 msnm para permitir el desagüe gravitacional de la localidad. En caso contrario se deberá hacer uso de planta elevadoras para descarga a la planta propuesta.

Cuadro 13: Cota de terreno mínima de Planta de Tratamiento (para desagüe gravitacional)

i ‰	Di (mm)	Longitud (m)	Cota terreno (msnm)	
			Límite urbano (mín.)	PTAS
3.00	400	350	266.0	256

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

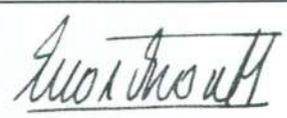
d) Emisario:

El emisario de la planta de tratamiento a la descarga deberá tener una capacidad de 29 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 300 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2 \%$.

Cuadro 14: Diseño de emisario propuesto

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	300	0.013	36.2	29.2	0.55

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Firma profesional responsable de los estudios de factibilidad sanitaria	Ivonne Marchant Liberona Ingeniero Civil Obras Civiles Rut: 10.092.466-8	
---	--	---

INDICE

1	SERVICIO SANITARIOS localidad de la obra	2
1.1	OBJETIVAS DEL ESTUDIO	2
1.2	MARCO LEGAL.....	2
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE	3
3	Estudios de Factibilidad A NIVEL DE PROYECTO	3
3.1	Verificación del territorio operacional.....	4
3.2	estudio de población y viviendas	4
3.3	Estudio de demandas de agua potable	5
3.3.1	Niveles de pérdidas	5
3.3.2	Cobertura.....	5
3.3.3	Dotaciones de consumo adoptadas	5
3.3.4	Dotación de Producción.	5
3.3.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario.	5
3.3.6	Proyección de demanda de agua potable	6
3.3.7	requerimiento de volumen de regulación.....	7
3.3.8	Estimación de infraestructura requerida	7
	a) Fuente :.....	7
	b) Regulación.....	8
	c) Redes de distribución.	8
3.4	Estimación de caudales de aguas servidas.....	9
3.4.1	Cobertura.....	9
3.4.2	Caudal medio de aguas servidas	9
	a) Coeficiente de recuperación	9
3.4.3	Caudal máximo instantáneo	9
3.4.4	caudal instantáneo	9
3.4.5	PROYECCIÓN de Caudales totales de aguas servidas.....	10
3.4.6	Estimación de infraestructura requerida	11
	a) Redes de recolección	11
	b) Interceptor a Planta de tratamiento:.....	12
	c) Planta de Tratamiento.....	12
	d) Emisario:.....	12

1 SERVICIOS SANITARIOS LOCALIDAD DE LA OBRA

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de Curicó, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano de la localidad de La Obra, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

1.2 MARCO LEGAL

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, presenta las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción de agua potable
- ✓ Distribución de agua potable
- ✓ Recolección de aguas servidas y
- ✓ Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las unidades saneadas corresponden a:

- ✓ Urbanos, centro poblados con más de 3.000 hab.
- ✓ Rural concentrado, más de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino
- ✓ Rural disperso

Para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se requieren soluciones colectivas en tanto que para el sector rural disperso se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Desde el marco legal de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la **Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas**, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de **Servicios Públicos Sanitarios**, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, los servicios de Agua Potable Rural se prestan en zonas clasificadas como rurales en el Plan Regulador y se forman y constituyen como servicios particulares, bajo la forma de un Comité y Cooperativa.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

La localidad de La Obra, cuenta con un servicio de agua potable implementado en el año 1995 que en la actualidad cuenta con aproximadamente 291 arranques mas 200 arranques del sector Doña Carmen (construida recientemente por el Serviu) y abastece una población aproximada de 1.800 hab.

La localidad se abastece mediante pozos profundos (sondajes) con un caudal máximo de alumbramiento de 20 l/seg de buena calidad. El caudal captado en la actualidad corresponde a 2,60 l/s. La regulación se realiza mediante un estanque metálico elevado de 30 m³ a una altura de 15 m. La desinfección se realiza en el recinto estanque mediante la aplicación de hipoclorito de calcio. La red corresponde a cañerías de PVC cuyos diámetros van desde 50 a 63 mm y cuenta con una longitud de 6.400 m.

En lo relativo al servicio de alcantarillado de aguas servidas la localidad posee una red de colectores de aguas servidas que converge a dos plantas elevadoras. La red de recolección sirve al sector abastecido por la cooperativa de agua potable. Las aguas son tratadas en la planta de Tratamiento de Aguas Servidas de la localidad.

3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD A NIVEL DE PROYECTO

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano 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 urbanizables.

El objetivo principal de este estudio es **"determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

El límite urbano propuesto de la localidad de La Obra queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Los estudios principales son el Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Obra, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto suponiendo como probable el Escenario de Crecimiento propuesto en el Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas para la población que se localice fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

3.1 VERIFICACIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL

La localidad de La Obra queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarla de servicios sanitarios.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador.

3.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS.

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 cual es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población para periodos determinado por este estudio y la proyección de viviendas para la totalidad de la localidad.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador y con una tasa de crecimiento lineal equivalente a la propuesta en el Plan de Desarrollo de la Empresa Sanitaria.

La estimación de la población realizada en el Plan Regulador corresponde a la población estable. En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección de viviendas. La estimación de la población se realizó considerando una densidad de 4.0 hab./viv.

Cuadro 1: Proyección de Viviendas

LOCALIDAD	2002	2032
LA OBRA	491	2.532

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

Cuadro 2: Proyección de población total

AÑO	N°hab	AÑO	N°hab	AÑO	N°hab
2002	1964	2013	6374	2023	8350
2003	2609	2014	6571	2024	8547
2004	3254	2015	6769	2025	8745
2005	3898	2016	6966	2026	8942
2006	4543	2017	7164	2027	9140
2007	5188	2018	7362	2028	9338
2008	5386	2019	7559	2029	9535
2009	5583	2020	7757	2030	9733
2010	5781	2021	7954	2031	9930
2011	5978	2022	8152	2032	10128
2012	6176				

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

La población de la localidad alcanza los **10.128 hab.** en el horizonte de previsión del Plan Regulador.

3.3 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada. Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un periodo de 30 años, se determinaron los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron, considerando mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos la situación de la zona actualmente con concesión de servicios sanitarios, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro N° 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

3.3.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

Con respecto a las pérdidas, se consideró un nivel de 30 % constante para todo el horizonte de previsión. En el Cuadro N° 3, se indican las dotaciones, factor de máximo consumo y el nivel de pérdidas adoptados para el año 2002.

3.3.2 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2003 hasta un 100 %, a partir del año 2007.

3.3.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

En el año 2003 se adoptaron valores de dotaciones de consumo correspondientes a 182 lts/hab/día, señalado para Curicó. Así también se obtuvo los factores de modulación de 1,50 tanto para el caudal máximo diario como máximo horario.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo de 200 l/hab/día en el año 2012.

3.3.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculó según se indica en la fórmula y se propuso un nivel de pérdidas de 30 % en el año 2002 constante hasta el año 2032.

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

3.3.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 para el gasto máximo diario y máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

Cuadro 3: Bases de cálculo. Año 2002.

LOCALIDAD	DOTACIÓN PROMEDIO (l/hab-día)	NIVEL DE PERDIDAS ADOPTADO	FACTOR MÁX. CONSUMO ADOPTADO
La Obra	182	30 %	1.50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Cuadro 4: Proyección de caudales de Agua Potable

AÑO	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA				Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
2002	1964	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2609	20	522	182	30	260	2	2	4
2004	3254	40	1301	184	30	263	4	6	9
2005	3898	60	2339	186	30	266	7	11	16
2006	4543	80	3635	188	30	269	11	17	25
2007	5188	100	5188	190	30	271	16	24	37
2008	5386	100	5386	192	30	274	17	26	38
2009	5583	100	5583	194	30	277	18	27	40
2010	5781	100	5781	196	30	280	19	28	42
2011	5978	100	5978	198	30	283	20	29	44
2012	6176	100	6176	200	30	286	20	31	46
2013	6374	100	6374	200	30	286	21	32	47
2014	6571	100	6571	200	30	286	22	33	49
2015	6769	100	6769	200	30	286	22	34	50
2016	6966	100	6966	200	30	286	23	35	52
2017	7164	100	7164	200	30	286	24	36	53
2018	7362	100	7362	200	30	286	24	37	55
2019	7559	100	7559	200	30	286	25	37	56
2020	7757	100	7757	200	30	286	26	38	58
2021	7954	100	7954	200	30	286	26	39	59
2022	8152	100	8152	200	30	286	27	40	61
2023	8350	100	8350	200	30	286	28	41	62
2024	8547	100	8547	200	30	286	28	42	64
2025	8745	100	8745	200	30	286	29	43	65
2026	8942	100	8942	200	30	286	30	44	67
2027	9140	100	9140	200	30	286	30	45	68
2028	9338	100	9338	200	30	286	31	46	69
2029	9535	100	9535	200	30	286	32	47	71
2030	9733	100	9733	200	30	286	32	48	72
2031	9930	100	9930	200	30	286	33	49	74
2032	10128	100	10128	200	30	286	33	50	75

Fuente: Elaboración propia; sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.7 REQUERIMIENTO DE VOLUMEN DE REGULACIÓN

Se analizará la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteará la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

Para los efectos del requerimiento de regulación se propone construcción de un estanque capaz de abastecer la totalidad del sector delimitado por el límite urbano propuesto. El desarrollo urbano propuesto se enmarca entre las cotas 216 y 228 msnm. Al respecto podemos señalar que desde el punto de vista geométrico es posible abastecer la totalidad de la superficie desde un estanque ubicado en la cota 248 msnm no siendo necesaria la utilización de reductoras de presión ni estanques hidroneumáticos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas dos grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

Cuadro 5: Requerimientos de regulación estanque propuesto

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	5781	364	230	202	595
2015	6769	435	230	242	677
2020	7757	499	230	277	776
2030	9733	626	230	348	973
2032	10128	651	230	362	1013

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos en la red existente.

a) Fuente :

La fuente requiere abastecer para el año 2032 el caudal máximo diario de consumo de la localidad correspondiente a 78 l/s. La demanda de la fuente considera un bombeo de 20 horas de elevación, lo que corresponde a 94 l/s. Se considera la construcción de tres sondajes de 32 l/s cada uno.

Cuadro 6: Demanda de la fuente al año 2032

AÑO	POBL.	DEMANDA FUENTE (l/s)
2002	0	0
2010	5781	34
2015	6769	40
2020	7757	46
2030	9733	58
2032	10128	60

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Regulación

Se propone la construcción dos estanques semienterrado de hormigón armado de 500 m³ cada uno, el primero de ellos en el año 2002 y el segundo en el año 2009, ambos ubicados en la cota de terreno **248 msnm**. El volumen de regulación considerando un 15 % del caudal máximo diario. Se ha considerado un volumen de incendio equivalente a 2 grifos funcionando durante 2 hrs. De acuerdo a los cálculos realizados es posible abastecer la demanda hasta el año 2032, con un volumen de regulación de **1000 m³**.

Cuadro 7: Volumen de Regulación

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m ³)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	5781	364	230	202	595
2015	6769	435	230	242	677
2020	7757	499	230	277	776
2030	9733	626	230	348	973
2032	10128	651	230	362	1013

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Redes de distribución.

La red necesaria para abastecer la población de **8.908 hab.**, se propone en PVC, en diámetros de 110 a 250 mm.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada de diámetro 100 mm o superior. Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad como una proporción de 13 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,0 m/hab.

Requerimientos de red son:

$$\begin{aligned} L2032P &= L100P & * & 10.128 & = & 30.384 \text{ m.} \\ L2032V &= L100V & * & 2.532 & = & 32.916 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 31.650 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 100 y 250 mm.

Cuadro 8: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
250	30	9495
200	20	6330
100	50	15825
TOTAL	100	31.650

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para la estimación del diámetro máximo se consideró una velocidad máxima de 1,54 m/s para el Q_{máx.} H del sistema que alcanza a 75,4 l/s.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Las características topográficas de la localidad es en general con una suave pendiente permite que el sistema de alcantarillado evacue las aguas servidas en forma gravitacional hacia el punto propuesto para la planta de tratamiento. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Se propone una cobertura del servicio del 100% a partir del año 2007. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las formulas de uso habitual.

Los caudales se determinaron considerando los parámetros definidos en el capítulo 2.4 y las formulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

3.4.1 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2002 hasta un 100% a partir del año 2007.

3.4.2 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (\text{lt/seg})$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

3.4.3 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para P < 90 hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para 90 < P < 1000 hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

3.4.4 CAUDAL INSTANTÁNEO

3. Para P > 1000 hab., el gasto instantáneo se calculará según la fórmula de Harmon

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} \quad \text{lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

3.4.5 PROYECCIÓN DE CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 9: Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA			Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2002	1964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2609	20	522	182	30	1	2	2	1	3.96	3
2004	3254	40	1301	184	30	3	4	6	2	3.72	8
2005	3898	60	2339	186	26	5	8	11	4	3.53	14
2006	4543	80	3635	188	30	8	12	18	6	3.37	21
2007	5188	100	5188	190	30	11	17	26	9	3.23	29
2008	5386	100	5386	192	30	12	18	27	10	3.21	31
2009	5583	100	5583	194	30	13	19	28	10	3.20	32
2010	5781	100	5781	196	30	13	20	30	10	3.19	33
2011	5978	100	5978	198	30	14	21	31	11	3.17	35
2012	6176	100	6176	200	30	14	21	32	11	3.16	36
2013	6374	100	6374	200	30	15	22	33	12	3.15	37
2014	6571	100	6571	200	30	15	23	34	12	3.13	38
2015	6769	100	6769	200	30	16	24	35	13	3.12	39
2016	6966	100	6966	200	30	16	24	36	13	3.11	40
2017	7164	100	7164	200	30	17	25	37	13	3.10	41
2018	7362	100	7362	200	30	17	26	38	14	3.09	42
2019	7559	100	7559	200	30	17	26	39	14	3.07	43
2020	7757	100	7757	200	30	18	27	40	14	3.06	44
2021	7954	100	7954	200	30	18	28	41	15	3.05	45
2022	8152	100	8152	200	30	19	28	42	15	3.04	46
2023	8350	100	8350	200	30	19	29	43	15	3.03	47
2024	8547	100	8547	200	30	20	30	45	16	3.02	48
2025	8745	100	8745	200	30	20	30	46	16	3.01	49
2026	8942	100	8942	200	30	21	31	47	17	3.00	50
2027	9140	100	9140	200	30	21	32	48	17	2.99	51
2028	9338	100	9338	200	30	22	32	49	17	2.98	52
2029	9535	100	9535	200	30	22	33	50	18	2.98	53
2030	9733	100	9733	200	30	23	34	51	18	2.97	53
2031	9930	100	9930	200	30	23	34	52	18	2.96	54
2032	10128	100	10128	200	30	23	35	53	19	2.95	55

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.4.6 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las nuevas demandas. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

El requerimiento de infraestructura, de cañerías requeridas en el año 2032, se realiza en función de los datos de población y vivienda.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la magnitud de las redes requeridas en La Obra que deberá realizar la empresa, 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 interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos en localidades con un grado de urbanidad similar, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 3,96 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 1,03 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado.

$$\begin{aligned} L_{2032P} &= L_{200P} \quad * \quad 10.128 = 10.432 \text{ m.} \\ L_{2032V} &= L_{200V} \quad * \quad 2.532 = 10.027 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 10.229 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 200 y 350 mm.

Cuadro 10: Requerimientos de Cañerías

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
350	15	1534
300	35	3580
200	50	5115
TOTAL	100	10.229

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 11: Caudal de diseño de colectores propuestos

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	350	0.013	66.9	55.3	0.77
3.00	300	0.013	44.3	44.3	0.84
5.00	200	0.013	19.4	19.0	0.81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 55,3 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 350 mm, con una pendiente mínima de un $i= 3$ ‰.

Cuadro 12: Diseño de interceptor propuesto

I ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	350	0.013	66.9	55.3	0.77

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

De acuerdo a los caudales estimados se requerirá la ampliación de la planta de tratamiento. Se considera abastecer un total de 2.532 viviendas al año 2032 con un 100% de cobertura, que corresponde a una población de 10.128 hab. De los cálculos realizados se requiere considerar un sistema para tratar los caudales equivalentes a 19 l/s en el año 2032.

Para efectos de valorización se propone un tratamiento en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico) con una superficie de 1,0 ha. Se considera la construcción de dos módulos con capacidad para tratar la totalidad del caudal a evacuar de tal forma que operen considerando siempre una de reserva.

Se propone la construcción la planta en un sector ubicado en el exterior del límite urbano a una distancia de 350 m y una cota de terreno máxima de 206 msnm para permitir el desagüe gravitacional de la localidad. En caso contrario se deberá hacer uso de planta elevadoras para descarga a la planta propuesta.

Cuadro 13: Cota de terreno mínima de Planta de Tratamiento (para desagüe gravitacional)

i ‰	Di (mm)	Longitud (m)	Cota terreno (msnm)	
			Límite urbano (mín)	PTAS
3.00	350	350	216.0	206

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

d) Emisario:

El emisario de la planta de tratamiento a la descarga deberá tener una capacidad de 18,8 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 250 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2$ ‰.

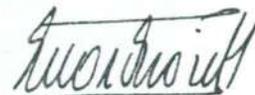
Cuadro 14: Diseño de emisario propuesto

I ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	250	0.013	22.3	18.8	0.51

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Firma profesional responsable de los estudios de factibilidad sanitaria

Ivonne Marchant Liberona
Ingeniero Civil Obras Civiles
Rut: 10.092.466-8



INDICE

1	SERVICIO SANITARIOS LOCALIDAD DE CORDILLERILLA	2
1.1	OBJETIVAS DEL ESTUDIO	2
1.2	MARCO LEGAL.....	2
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE LOCALIDAD DE CORDILLERILLA	3
3	Estudios de Factibilidad A NIVEL DE PROYECTO	3
3.1	Verificación del territorio operacional.....	4
3.2	estudio de población y viviendas.	4
3.3	Estudio de demandas de agua potable	5
3.3.1	Niveles de pérdidas	5
3.3.2	Cobertura.....	5
3.3.3	Dotaciones de consumo adoptadas.	5
3.3.4	Dotación de Producción.	5
3.3.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario.	5
3.3.6	Proyección de demanda de agua potable	6
3.3.7	requerimiento de volumen de regulación.....	7
3.3.8	Estimación de infraestructura requerida.	7
	a) Fuente :.....	7
	b) Regulación.....	8
	c) Redes de distribución.	8
3.4	Estimación de caudales de aguas servidas.....	9
3.4.1	Cobertura.....	9
3.4.2	Caudal medio de aguas servidas	9
	a) Coeficiente de recuperación	9
3.4.3	Caudal máximo instantáneo	9
3.4.4	caudal instantáneo	9
3.4.5	PROYECCIÓN de Caudales totales de aguas servidas.....	10
3.4.6	Estimación de infraestructura requerida.	11
	a) Redes de recolección	11
	b) Interceptor a Planta de tratamiento:.....	12
	c) Planta de Tratamiento.....	12
	d) Emisario:.....	12

1 SERVICIO SANITARIOS LOCALIDAD DE CORDILLERILLA

1.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción respecto de la aprobación del Plan Regulador de Curico, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios tanto en el área consolidada como en la nueva área de desarrollo urbano propuesta según definición de límite urbano de la localidad de Cordillerilla, en el horizonte previsto para la duración del instrumento de planificación territorial.

1.2 MARCO LEGAL

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, presenta las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

- ✓ Producción de agua potable
- ✓ Distribución de agua potable
- ✓ Recolección de aguas servidas y
- ✓ Disposición de aguas servidas, con o sin tratamiento

Considerando la densidad espacial de las unidades saneadas corresponden a:

- ✓ Urbanos, centro poblados con mas de 3.000 hab.
- ✓ Rural concentrado, mas de 150 y hasta 3.000 hab., y a lo menos con 15 viv. por Km de calle o camino
- ✓ Rural disperso

Para los sectores **urbanos y rurales concentrados** se requieren soluciones colectivas en tanto que para el sector rural disperso se requieren soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Desde el marco legal de acuerdo a los Art. 4° y 5° de la **Ley General de Servicios Sanitarios, DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas**, deben constituirse en concesiones todos los prestadores de **Servicios Públicos Sanitarios**, cualquiera sea su naturaleza jurídica, sean de propiedad pública o privada. Se entiende por servicio público las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Por otra parte, los servicios de Agua Potable Rural se prestan en zonas clasificadas como rurales en el Plan Regulador y se forman y constituyen como servicios particulares, bajo la forma de un Comité y Cooperativa.

Por otra parte, si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de una empresa sanitaria, Art. N° 33, DFL N° 382, la prestadora está obligada a dar servicios y debe otorgar el **Certificado de Factibilidad** que indica los términos y condiciones para otorgar el servicio en relación a las expectativas de crecimiento poblacional. Si las áreas urbanas quedan fuera del área de concesión futura de la empresa prestadora se debe demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios públicos ya sea con una ampliación de la concesión de la empresa sanitaria, Art. N° 22, DFL 382, o para que la entidad normativa, SISS, llame a nuevas concesiones Art. N° 23 y 33A, DFL 382.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE LOCALIDAD DE CORDILLERILLA

La localidad de Cordillerilla, cuenta con un servicio de agua potable implementado en el año 1995 que en la actualidad cuenta con aproximadamente 461 arranques y abastece una población de 2305 hab. En cuanto a la disposición de las excretas y aguas servidas, la localidad cuenta con una red de alcantarillado de aguas servidas que se desarrolla en todo el sector abastecido por la cooperativa de agua potable, cuenta con 2 plantas de tratamiento, aunque solo una de ellas se ubica en el sector objeto de este estudio.

Con respecto al servicio de agua potable la localidad se abastece mediante pozos profundos (sondajes) con un caudal máximo de alumbramiento de 10 l/seg de buena calidad. El caudal captado en la actualidad corresponde a 9,0 l/s.

La regulación se realiza mediante un estanque metálico elevado de 75 m³ a una altura de 25 m. La desinfección se realiza en el recinto estanque mediante la aplicación de hipoclorito de calcio. La red corresponde a cañerías de PVC cuyos diámetros van desde 50 a 90 mm y cuenta con una longitud de 25.000 m.

De acuerdo a lo señalado se contaría actualmente con capacidad de regulación para una población máxima de 4200 hab, considerando una dotación máxima, de acuerdo a los datos obtenidos, de 150 l/hab/día

3 ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD A NIVEL DE PROYECTO

Las restricciones técnicas al crecimiento urbano 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 urbanizables.

El objetivo principal de este estudio es **"determinar los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos, considerando el crecimiento de población, suponiendo el escenario probable del Plan Regulador Propuesto"**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

El límite urbano propuesto de la localidad de Cordillerilla queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarlas de servicios sanitarios.

El alcance de este estudio corresponde a una investigación de antecedentes desarrollados por las instituciones relacionadas, especialmente en la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A. Los estudios principales son el Plan de Desarrollo de la Infraestructura del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Cordillerilla, DFL N° 382 MOP 1988, DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Considerando la capacidad de las instalaciones existentes y el crecimiento de población propuesto suponiendo como probable el Escenario de Crecimiento propuesto en el Plan Regulador, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas para la población que se localice fuera del territorio operacional de la empresa sanitaria.

3.1 VERIFICACIÓN DEL TERRITORIO OPERACIONAL

La localidad Cordillerilla queda fuera del Área de Concesión de Distribución de Agua Potable y Recolección de Aguas Servidas que le corresponde atender a la Empresa de Servicios Sanitarios Aguas Nuevo Sur S.A., por tanto corresponden a un sistema APR, sistema de Agua Potable Rural. En tal sentido, este estudio deberá demostrar que es técnica y económicamente posible dotarla de servicios sanitarios.

Con respecto al Territorio Operacional futuro será coincidente con el límite urbano propuesto por este Plan Regulador.

3.2 ESTUDIO DE POBLACIÓN Y VIVIENDAS.

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 cual es la población esperada en el área propuesta y el nivel de cobertura existente y proyectada para satisfacer las necesidades de dicha población.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en los capítulos precedentes de este Plan Regulador, se indica la proyección de población para periodos determinado por este estudio y la proyección de viviendas para la totalidad de la localidad.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador y con una tasa de crecimiento lineal equivalente a la propuesta en el Plan de Desarrollo de la Empresa Sanitaria.

La estimación de la población realizada en el Plan Regulador corresponde a la población estable. En el Cuadro N° 1, siguiente se indica la proyección de viviendas. La estimación de la población se realizó considerando una densidad de 4.0 hab./viv.

Cuadro 1:Proyección de Viviendas

LOCALIDAD	2002	2032
CORDILLERILLA	604	2.227

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

Cuadro 2:Proyección de población

AÑO	N°hab	AÑO	N°hab	AÑO	N°hab
2002	1216	2012	3780	2022	6344
2003	1472	2013	4036	2023	6600
2004	1729	2014	4293	2024	6857
2005	1985	2015	4549	2025	7113
2006	2242	2016	4806	2026	7370
2007	2498	2017	5062	2027	7626
2008	2754	2018	5318	2028	7882
2009	3011	2019	5575	2029	8139
2010	3267	2020	5831	2030	8395
2011	3524	2021	6088	2031	8652
				2032	8908

Fuente: Informe 2, proyección demográfica

La población de la localidad alcanza los **8.908 hab.** en el horizonte de previsión del Plan Regulador.

3.3 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las necesidades de la población urbana estimada. Para dimensionar las obras y cubrir las variaciones de consumo a lo largo de un período de 30 años, se determinaron los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán a partir de los antecedentes del Plan de Desarrollo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo se efectuaron, considerando mejoramiento del servicio y la existencia del servicio de alcantarillado. Se ha considerado como representativos la situación de la zona actualmente con concesión de servicios sanitarios, los valores presentados en el Plan de Desarrollo. De acuerdo a los criterios anteriormente señalados, se obtiene el Cuadro N° 4. en el que se señala, para cada año, la demanda esperada.

3.3.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

Con respecto a las pérdidas, se consideró un nivel de 30 % constante para todo el horizonte de previsión. En el Cuadro N° 3, se indican las dotaciones, factor de máximo consumo y el nivel de pérdidas adoptados para el año 2002.

3.3.2 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2003 hasta un 100 %, a partir del año 2007.

3.3.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

En el año 2003 se adoptaron valores de dotaciones de consumo correspondientes a 182 lts/hab/día, señalado para Curicó. Así también se obtuvo los factores de modulación de 1,50 tanto para el caudal máximo diario como máximo horario.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone mantener la tendencia de la proyección lineal con una dotación máxima de consumo de 200 l/hab/día en el año 2012.

3.3.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculó según se indica en la fórmula y se propuso un nivel de pérdidas de 30 % en el año 2002 constante hasta el año 2032.

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

3.3.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se consideró un factor de modulación de 1,50 para el gasto máximo diario y máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

Cuadro 3: Bases de cálculo. Año 2002.

LOCALIDAD	DOTACIÓN PROMEDIO (l/hab-día)	NIVEL DE PERDIDAS ADOPTADO	FACTOR MÁX. CONSUMO ADOPTADO
Cordillerilla	182	30 %	1.50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.6 PROYECCIÓN DE DEMANDA DE AGUA POTABLE

Cuadro 4: Proyección de caudales de Agua Potable

AÑO	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA				Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
2002	1216	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	1472	13	184	182	30	260	1	1	1
2004	1729	25	432	184	30	263	1	2	3
2005	1985	38	744	186	30	266	2	3	5
2006	2242	50	1121	188	30	269	3	5	8
2007	2498	100	2498	190	30	271	8	12	18
2008	2754	100	2754	192	30	274	9	13	20
2009	3011	100	3011	194	30	277	10	14	22
2010	3267	100	3267	196	30	280	11	16	24
2011	3524	100	3524	198	30	283	12	17	26
2012	3780	100	3780	200	30	286	13	19	28
2013	4036	100	4036	200	30	286	13	20	30
2014	4293	100	4293	200	30	286	14	21	32
2015	4549	100	4549	200	30	286	15	23	34
2016	4806	100	4806	200	30	286	16	24	36
2017	5062	100	5062	200	30	286	17	25	38
2018	5318	100	5318	200	30	286	18	26	40
2019	5575	100	5575	200	30	286	18	28	41
2020	5831	100	5831	200	30	286	19	29	43
2021	6088	100	6088	200	30	286	20	30	45
2022	6344	100	6344	200	30	286	21	31	47
2023	6600	100	6600	200	30	286	22	33	49
2024	6857	100	6857	200	30	286	23	34	51
2025	7113	100	7113	200	30	286	24	35	53
2026	7370	100	7370	200	30	286	24	37	55
2027	7626	100	7626	200	30	286	25	38	57
2028	7882	100	7882	200	30	286	26	39	59
2029	8139	100	8139	200	30	286	27	40	61
2030	8395	100	8395	200	30	286	28	42	62
2031	8652	100	8652	200	30	286	29	43	64
2032	8908	100	8908	200	30	286	29	44	66

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.7 REQUERIMIENTO DE VOLUMEN DE REGULACIÓN

Se analizará la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteará la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtendrán los futuros requerimientos globales de capacidad y demanda para el período en estudio.

Para los efectos del requerimiento de regulación se propone construcción de un estanque capaz de abastecer la totalidad del sector delimitado por el límite urbano propuesto. El desarrollo urbano propuesto se enmarca entre las cotas 340 y 366 msnm. Al respecto podemos señalar que desde el punto de vista geométrico es posible abastecer la totalidad de la superficie desde un estanque ubicado en la cota 386 msnm no siendo necesaria la utilización de reductoras de presión ni estanques hidroneumáticos.

En el entendido que este Plan Regulador es un instrumento de planificación a nivel de perfil se adoptará un volumen de regulación de un 15 % del caudal máximo diario (de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo), mas dos grifos funcionando durante dos horas. Adicionalmente, la norma establece que junto con el volumen de regulación y el incendio, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

Cuadro 5: Requerimientos de regulación estanque propuesto

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	3267	206	230	114	436
2015	4549	292	230	162	523
2020	5831	375	230	208	605
2030	8395	540	230	300	840
2032	8908	573	230	318	891

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.3.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de la localidad y de la ubicación de los nuevos consumos en la red existente.

a) Fuente :

La fuente requiere abastecer para el año 2032 el caudal máximo diario de consumo de la localidad correspondiente a 44 l/s. La demanda de la fuente considera un bombeo de 20 horas de elevación, lo que corresponde a 53 l/s. Se considera la construcción de dos sondajes de 27 l/s cada uno.

Cuadro 6: Demanda de la fuente al año 2032

AÑO	POBL.	DEMANDA FUENTE (l/s)
2002	0	0
2010	3267	19
2015	4549	27
2020	5831	35
2030	8395	50
2032	8908	53

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Regulación

Se propone la construcción dos estanques semienterrado de hormigón armado de 500 m³ cada uno, el primero de ellos en el año 2002 y el segundo en el año 2014, ambos ubicados en la cota de terreno **386 msnm**. El volumen de regulación considerando un 15 % del caudal máximo diario. Se ha considerado un volumen de incendio equivalente a 2 grifos funcionando durante 2 hrs. De acuerdo a los cálculos realizados es posible abastecer la demanda hasta el año 2032, con un volumen de regulación de **1000 m³**.

Cuadro 7: Volumen de Regulación

AÑO	POBL. TOTAL	VOLUMEN DE REG. (m ³)			
		consumo	incendio	Seguridad	TOTAL
2002	0	0	0	0	0
2010	3267	206	230	114	436
2015	4549	292	230	162	523
2020	5831	375	230	208	605
2030	8395	540	230	300	840
2032	8908	573	230	318	891

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Redes de distribución.

La red necesaria para abastecer la población de **8.908 hab.**, se propone en PVC, en diámetros de 110 a 250 mm.

Con el motivo de definir algunos criterios que permitan estimar la inversión en redes que deberá realizar la empresa interesada en el sistema, se considera que la instalación de tuberías de diámetros inferiores a 100 mm será de cargo de los urbanizadores. Es decir, para los efectos de inversión, serán de cargo de la empresa interesada de diámetro 100 mm o superior. Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad como una proporción de 13 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3,0 m/hab.

Requerimientos de red son:

$$\begin{aligned} L2032P &= L100P & * & 8.908 & = & 26.724 \text{ m.} \\ L2032V &= L100V & * & 2.227 & = & 28.951 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 27.838 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 100 y 250 mm.

Cuadro 8: Requerimientos de la Red de Agua Potable

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
250	30	8351
200	20	5568
100	50	13919
TOTAL	100	27838

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Para la estimación del diámetro máximo se consideró una velocidad máxima de 1,35 m/s para el Q_{máx}. H del sistema que alcanza a 66,3 l/s.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Las características topográficas de la localidad es en general con una suave pendiente permite que el sistema de alcantarillado evacue las aguas servidas en forma gravitacional hacia el punto propuesto para la planta de tratamiento. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Se propone una cobertura del servicio del 100% a partir del año 2007. Los caudales fueron estimados de acuerdo a la dotación de consumo futura de agua potable. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las formulas de uso habitual.

Los caudales se determinaron considerando los parámetros definidos en el capítulo 2.4 y las formulas de uso habitual. Estos caudales sirvieron para determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas para la población en estudio.

3.4.1 COBERTURA.

Para la estimación de la cobertura se ha supuesto que la empresa interesada en el servicio tendrá un 0 % de cobertura en el año 2002 hasta un 100% a partir del año 2007.

3.4.2 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

$$Q_{med} AS = Q_{med} AP (consumo) * R \quad (\text{lt/seg})$$

a) Coeficiente de recuperación

El coeficiente de recuperación, R= 0.80

3.4.3 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

Para población menor a 1000 hab. el caudal máximo instantáneo se calculara considerando lo siguiente:

1. Para $P < 90$ hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.
2. Para $90 < P < 1000$ hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

3.4.4 CAUDAL INSTANTÁNEO

3. Para $P > 1000$ hab., el gasto instantáneo se calculará según la fórmula de Harmon

$$Q_{max} AS = H * Q_{med} \quad \text{lt/seg}$$

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

3.4.5 PROYECCIÓN DE CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS

A continuación se resume la variación de los caudales que portearán las redes de alcantarillado, de acuerdo a los caudales calculados.

Cuadro 9:Proyección de caudales

AÑO	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS %	CAUDALES DE CONSUMO (l/s)			CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA			Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.	Qmed	Harmon	Qmáx. Ins.
2002	1216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	1472	20	294	182	30	1	1	1	0	4.08	2
2004	1729	40	692	184	30	1	2	3	1	3.90	5
2005	1985	60	1191	186	26	3	4	6	2	3.75	8
2006	2242	80	1793	188	30	4	6	9	3	3.62	11
2007	2498	100	2498	190	30	5	8	12	4	3.51	15
2008	2754	100	2754	192	30	6	9	14	5	3.47	17
2009	3011	100	3011	194	30	7	10	15	5	3.44	19
2010	3267	100	3267	196	30	7	11	17	6	3.41	20
2011	3524	100	3524	198	30	8	12	18	6	3.38	22
2012	3780	100	3780	200	30	9	13	20	7	3.36	23
2013	4036	100	4036	200	30	9	14	21	7	3.33	25
2014	4293	100	4293	200	30	10	15	22	8	3.31	26
2015	4549	100	4549	200	30	11	16	24	8	3.28	28
2016	4806	100	4806	200	30	11	17	25	9	3.26	29
2017	5062	100	5062	200	30	12	18	26	9	3.24	30
2018	5318	100	5318	200	30	12	18	28	10	3.22	32
2019	5575	100	5575	200	30	13	19	29	10	3.20	33
2020	5831	100	5831	200	30	13	20	30	11	3.18	34
2021	6088	100	6088	200	30	14	21	32	11	3.16	36
2022	6344	100	6344	200	30	15	22	33	12	3.15	37
2023	6600	100	6600	200	30	15	23	34	12	3.13	38
2024	6857	100	6857	200	30	16	24	36	13	3.12	40
2025	7113	100	7113	200	30	16	25	37	13	3.10	41
2026	7370	100	7370	200	30	17	26	38	14	3.08	42
2027	7626	100	7626	200	30	18	26	40	14	3.07	43
2028	7882	100	7882	200	30	18	27	41	15	3.06	45
2029	8139	100	8139	200	30	19	28	42	15	3.04	46
2030	8395	100	8395	200	30	19	29	44	16	3.03	47
2031	8652	100	8652	200	30	20	30	45	16	3.02	48
2032	8908	100	8908	200	30	21	31	46	16	3.00	50

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

3.4.6 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las nuevas demandas. Con respecto al financiamiento de las obras correspondientes a las áreas de expansión urbana, está estipulado en la ley que sea de cargo de los propios urbanizadores. Pero, podría existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

a) Redes de recolección

El requerimiento de infraestructura, de cañerías requeridas en el año 2032, se realiza en función de los datos de población y vivienda.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la magnitud de las redes requeridas en Cordillerilla que deberá realizar la empresa, 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 interesada en suministrar el servicio la red pública con cañerías de diámetro 200 mm o superior.

Para estimar las redes requeridas se utilizarán los parámetros obtenidos en localidades con un grado de urbanidad similar, en este caso se utilizarán los siguientes parámetros 3,96 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 1,03 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado.

$$\begin{aligned} L2032P &= L200P & * & 8.908 & = & 9.175 \text{ m.} \\ L2032V &= L200V & * & 2.227 & = & 8.819 \text{ m.} \end{aligned}$$

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la población en el año 2032 será de 8.997 m. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros variables entre 200 y 350 mm.

Cuadro 10:Requerimientos de Cañerías

DIAM.	PORCENTAJE	TOTAL A INSTALAR
(mm)	%	(m)
350	15	1350
300	35	3149
200	50	4499
TOTAL	100	8997

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

Cuadro 11:Caudal de diseño de colectores propuestos

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	350	0.013	66.9	50.0	0.70
3.00	300	0.013	44.3	44.3	0.84
5.00	200	0.013	19.4	19.0	0.81

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

b) Interceptor a Planta de tratamiento:

El colector interceptor desde la red de recolección a la planta de tratamiento deberá tener una capacidad de 50 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 350 mm, con una pendiente mínima de un $i= 3 \%$.

Cuadro 12: Diseño de interceptor propuesto

i ‰	Di (mm)	N	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
3.00	350	0.013	66.9	50.0	0.70

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

c) Planta de Tratamiento

De acuerdo a los caudales estimados se requerirá la ampliación de la planta de tratamiento. Se considera abastecer un total de 2.227 viviendas al año 2032 con un 100% de cobertura, que corresponde a una población de 8.908 hab. De los cálculos realizados se requiere considerar un sistema para tratar los caudales equivalentes a 16 l/s en el año 2032.

Para efectos de valorización se propone un tratamiento en base a lodos activados de carga media, tratamiento preliminar, tratamiento secundario (biológico) con una superficie de 1,0 ha. Se considera la construcción de dos módulos con capacidad para tratar la totalidad del caudal a evacuar de tal forma que operen considerando siempre una de reserva.

Se propone la construcción la planta en un sector ubicado en el exterior del límite urbano a una distancia de 350 m y una cota de terreno máxima de 330 msnm para permitir el desagüe gravitacional de la localidad. En caso contrario se deberá hacer uso de planta elevadoras para descarga a la planta propuesta.

Cuadro 13: Cota de terreno mínima de Planta de Tratamiento (para desagüe gravitacional)

i ‰	Di (mm)	Longitud (m)	Cota terreno (msnm)	
			Límite urbano (mín)	PTAS
3.00	350	350	340.0	330

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

d) Emisario:

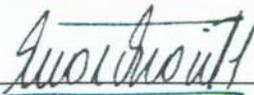
El emisario de la planta de tratamiento a la descarga deberá tener una capacidad de 16 l/s. La solución propuesta corresponde a un emisario de HDPE, D= 250 mm, con una pendiente mínima de un $i= 2 \%$.

Cuadro 14: Diseño de emisario propuesto

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
2.00	250	0.013	22.3	16.5	0.45

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos del estudio

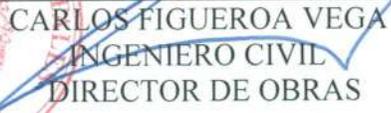
Firma profesional responsable de los estudios de factibilidad sanitaria



Ivonne Marchant Liberona
Ingeniero Civil Obras Civiles
Rut: 10.092.466-8


SANDRA JIRON TOKOS
ARQUITECTO
ASESOR URBANISTA

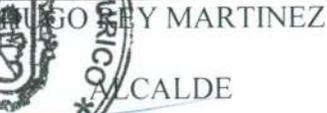



CARLOS FIGUEROA VEGA
INGENIERO CIVIL
DIRECTOR DE OBRAS




GUILLERMO PIEROLA PALMA
SECRETARIO MUNICIPAL




HUGO REY MARTINEZ
ALCALDE