

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SANITARIA**

**Abril 2017**

# **PLAN REGULADOR COMUNAL DE CONTULMO**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>1</b>	<b>OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>MARCO LEGAL</b> .....	<b>4</b>
2.1	Sistemas de saneamiento rural.....	4
2.2	Requisitos para postular al programa de APR.....	5
2.3	Marco legal servicios públicos.....	7
<b>3</b>	<b>SOPORTE GENERAL A LA DEMANDA DE SERVICIOS SANITARIOS</b> .....	<b>8</b>
3.1	Gestión de derechos de agua.....	8
3.2	Plan de aseguramiento de oferta de agua en fuentes .....	9
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE</b>	<b>10</b>
4.1	<b>Agua Potable</b> .....	<b>10</b>
4.1.1	Proceso de producción.....	10
4.1.2	Proceso de distribución .....	11
4.2	<b>Aguas servidas</b> .....	<b>15</b>
4.2.1	Proceso de recolección .....	15
4.2.2	Proceso de disposición .....	15
4.2.3	Capacidad de tratamiento de aguas servidas y demanda futura .....	20
4.2.4	Infraestructura planificada por la empresa sanitaria .....	20
<b>5</b>	<b>TERRITORIO OPERACIONAL</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA</b> .....	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE</b> .....	<b>22</b>
7.1	Niveles de pérdidas.....	22
7.2	Cobertura.....	22
7.3	Dotaciones de consumo adoptadas. ....	22
7.4	Dotación de Producción. ....	22
7.5	Coefficientes de gastos máximo diario y horario. ....	22
7.6	Números de grifos.....	22
7.7	Estimación de demandas de agua potable.....	23
7.8	Estimación de infraestructura requerida.....	23
7.8.1	Fuente.....	23
7.8.2	Volumen de Regulación .....	24
7.8.3	Redes de distribución.....	24
<b>8</b>	<b>ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS</b> .....	<b>25</b>
8.1	Cobertura.....	25
8.2	Dotaciones de consumo adoptadas. ....	25
8.3	Caudal medio de aguas servidas .....	25
8.4	Coefficiente de recuperación .....	26
8.5	Caudal máximo instantáneo.....	26
8.6	Caudal máximo horario .....	26
8.7	Infiltración en las redes de aguas servidas.....	26
8.8	Caudales de aguas lluvias.....	26
8.9	Proyección de caudales totales de aguas servidas.....	26
8.10	Estimación de infraestructura requerida. ....	27
8.10.1	Redes de recolección.....	27
8.10.2	Planta de tratamiento .....	28
8.10.3	Emisario desde planta de tratamiento .....	28
<b>9</b>	<b>FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS</b> .....	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>CRITERIOS GENERALES</b> .....	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS</b> .....	<b>33</b>
11.1	Fajas de protección en canales a tajo abierto.....	33

11.2	Fajas de protección en cauces naturales y quebradas .....	33
11.3	Fajas de protección en colectores .....	33
12	JUSTIFICACIÓN DE LOS ANCHOS REQUERIDOS PARA MANTENCIÓN .....	33
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
13.1	Servicios sanitarios .....	34
13.1.1	Agua Potable .....	36
13.1.2	Aguas servidas.....	36
13.1.3	Saneamiento de aguas lluvias.....	36

### INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4.1-1	Sistema de producción y distribución actual de agua potable en Contulmo.....	13
Ilustración 4.1-2:	Red de distribución de agua potable localidad de Contulmo .....	14
Ilustración 4.2-3:	Sistema de recolección y disposición actual de aguas servidas en Contulmo	17
Ilustración 4.2-4	Áreas aportantes de aguas servidas de la localidad de Contulmo.....	17
Ilustración 4.2-5	Ubicación Planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad de Contulmo .....	19

### INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1-1	Clasificación de sistemas rurales .....	5
Cuadro 2.1-2	Servicio de agua potable rural en la comuna .....	5
Cuadro 2.2-1:	Iniciativas de inversión vigentes en la comuna.....	7
Cuadro 4.1-1:	Fuentes de producción .....	10
Cuadro 4.1-2:	Conducciones de producción.....	11
Cuadro 4.1-3	Centros de cloración.....	11
Cuadro 4.1-4:	Caudales de producción .....	11
Cuadro 4.1-5:	Sectores de aguas servidas.....	12
Cuadro 4.1-6:	Longitud red de distribución .....	12
Cuadro 4.2-1:	Longitud red de recolección .....	15
Cuadro 4.2-2:	Caudales a recolectar.....	15
Cuadro 4.2-3:	Dotación por área geográfica.....	16
Cuadro 4.2-4:	Sectores de aguas servidas.....	16
Cuadro 4.2-5:	Capacidad de Tratamiento disponible y población máx. a tratar .....	20
Cuadro 4.2-6:	Inversión requerida para implementar el Plan de Desarrollo .....	20
Cuadro 7.6-1:	Volumen de incendio mínimo.....	22
Cuadro 7.7-1:	Demanda de agua potable para la cabida máxima .....	23
Cuadro 7.8-1:	Demanda de la fuente para la cabida máxima .....	23
Cuadro 7.8-2:	Demanda de volumen de regulación.....	24
Cuadro 7.8-3:	Estimación de requerimientos de regulación.....	24
Cuadro 7.8-4:	Requerimientos de la Red de Agua Potable de Contulmo .....	25
Cuadro 8.9-1:	Proyección de caudales de aguas servidas para la cabida máxima.....	26
Cuadro 8.10-1:	Requerimientos de Cañerías de recolección localidad de Contulmo .....	27
Cuadro 8.10-2:	Caudal de diseño de colectores propuestos. ....	27
Cuadro 8.10-3:	Demanda y oferta de la planta de tratamiento para la cabida máxima .....	28
Cuadro 8.10-4:	Demanda y oferta de emisario para la cabida máxima.....	28
Cuadro 8.10-5:	Caudal de diseño de emisario propuestos. ....	28
Cuadro 8.10-6:	Límites máximos en los parámetros de tratamiento. ....	29
Cuadro 13.1-1:	Características de los servicios sanitarios.....	35
Cuadro 13.1-2:	Inversión requerida para implementar el Plan de Desarrollo .....	35

## 1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio corresponde a dar cumplimiento de las exigencias dispuestas en la Ley de Urbanismo y Construcción, entre las cuales corresponde definir la factibilidad técnica de los servicios sanitarios para las áreas de desarrollo urbano comunal, que permita asegurar dotación a la zonificación propuesta por el instrumento de planificación.

Las estimaciones se realizan considerando la cabida máxima en la ciudad de Contulmo, comuna de Contulmo, provincia de Arauco, en la Región del Bío Bío.

El objetivo específico de este estudio es **“determinar la factibilidad y en consecuencia los requerimientos en infraestructura relativos a la ampliación y en otros casos la dotación de Servicios de Agua Potable, Alcantarillado de Aguas Servidas Públicos y redes de aguas lluvias, conforme el art. 2.1.10. OGUC, suponiendo el escenario del Plan Regulador propuesto”**. En tal sentido, se formulan las necesidades de infraestructura y las características técnicas de las obras principales requeridas.

Conforme a los objetivos el estudio y en atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 1 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación, puede ser cumplido consultando **directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios**, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

## 2 MARCO LEGAL

### 2.1 SISTEMAS DE SANEAMIENTO RURAL

El año 1964 el Gobierno de Chile adopta el Plan Básico de Saneamiento Rural, a partir de la resolución aprobada en la XII Asamblea Mundial de la Salud de 1959 y el Acuerdo “Carta de Punta del Este” (1961) firmada por los Ministros de Salud de América Latina. En esta última, se establece como prioritario abastecer con agua potable al menos al 50 % de la población rural concentrada en la década del sesenta. Este programa contó en Chile, en una primera fase, con el financiamiento conjunto del estado y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Actualmente, el financiamiento es exclusivamente sectorial.

El objetivo del Plan, era: *“dotar de agua potable a la población rural, según calidad, cantidad y continuidad de acuerdo con la Norma Chilena NCh 409 Of.84. Obtener de los habitantes beneficiados una participación responsable y permanente, para que sea la propia comunidad organizada, quien efectúe la administración del servicio una vez construido”*. Fuente, Departamento de Programas Sanitarios, Dirección de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas.

Considerando la densidad espacial de las localidades rurales, ellas se distinguen en tres grupos: rural disperso, rural semiconcentrado y rural concentrado. La solución de abastecimiento de servicios básicos sanitarios para cada uno de ellos, serán las que se indican:

**Cuadro 2.1-1 Clasificación de sistemas rurales**

Densidad de asentamiento rural	Criterio de población (hab)	Criterio de viviendas	Solución sanitaria
Concentrado	Más de 150 y hasta 3.000	15 viv por km de calle o de futura red de agua potable	Colectiva tradicional
Semiconcentrado	Mínimo 80	8 viv por km de calle o de futura red de agua potable	Colectiva de bajo costo
Disperso	-	-	Individual

Fuente: Elaboración propia según antecedentes investigados.

**Cuadro 2.1-2 Servicio de agua potable rural en la comuna**

Servicio	Nombre	Año puesta en marcha	Número de Arranques	Clasificación	Beneficiarios/as Estimados
Comité	Calebu-Elicura	1991	301	Concentrado	1.204

Fuente: Catastro Nacional de Servicios. Dirección de Obras Hidráulicas. MOP 2015.

## 2.2 REQUISITOS PARA POSTULAR AL PROGRAMA DE APR

De acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, para efectos de postulación de proyectos del sector agua potable y alcantarillado, los centros urbanos se clasifican de acuerdo a la densidad espacial de las unidades saneadas, es decir, dependiendo del tamaño de la población y concentración de las viviendas, en:

- ✓ Urbanos, centros poblados incluidos dentro de alguna área de concesión otorgada por la Superintendencia de Servicios Sanitarios. (SISS).
- ✓ Rural todas aquellas áreas excluidas de la definición anterior.

En nuestro país, la Dirección de Obras Hidráulicas, organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas, es el encargado de fiscalizar y velar por el buen funcionamiento de los diferentes comités de agua rural, y esto lo realiza a través de su programa de acción que confecciona para cada región.

Los objetivos del programa están claros: dotar de agua potable a las localidades con los niveles de calidad y cantidad que exige la ley de servicios sanitarios; disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad provocadas por enfermedades de tipo hídricas; mejorar los hábitos y actitudes de la población rural con respecto al uso del agua potable y educar sobre su beneficio; promover el desarrollo económico y social de las comunidades atendidas a través del mejoramiento de las condiciones sanitarias; y educar a la población beneficiada sobre su capacidad para resolver problemas a través de la organización y coordinación de sus miembros.

En cuanto a los requisitos, lo más importante es que las localidades deben dar garantía de auto sustentabilidad y autofinanciamiento, una vez que los sistemas son traspasados a los comités. También se debe indicar si se trata de localidades concentradas o las semi concentradas. Con respecto a la implementación de los sistemas de alcantarillado de aguas servidas, dependerá exclusivamente de la rentabilidad social.

La estructura productiva de los Servicios Sanitarios en Chile, de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo, **para las soluciones colectivas** debe presentar las siguientes características y componentes desde el punto de vista de los procesos:

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

La ley vigente exige que para los **sectores urbanos y rurales concentrados** se ejecuten soluciones colectivas en tanto que para el **sector rural semiconcentrado** dependerá de la rentabilidad social.

El sector **rural disperso** se resolverá mediante soluciones individuales (noria, fosa y pozo).

Las localidades que no pierdan su clasificación de Rurales Concentradas, serán dotadas a partir de la implementación de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Rural, los que serán administrados bajo la formación de Comité o Cooperativas de agua potable rural.

Los sistemas de APR no cuentan con una regulación jurídico - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias. Por tanto, estos sistemas se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través de los respectivos Servicios de Salud del Ambiente de la jurisdicción. No obstante, los sistemas rurales deben cumplir con las normas sobre calidad de los servicios (Título III, D.F.L. MOP N°382/88) y las normas técnicas respectivas. El régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde a los Servicios de Salud del Ambiente (Ministerio de Salud).

Actualmente, año 2016, se encuentra en el parlamento una modificación a la Ley vigente que tiene como objetivo regular los servicios sanitarios en áreas rurales prestados por cooperativas y comités y en casos fundados por otras personas. El proyecto ingresó a trámite en el parlamento y actualmente está detenido a la espera de indicaciones sustitutivas a dicho proyecto a ser realizadas por el Ejecutivo, a fin de que sean consideradas durante la discusión en la Cámara de Diputados.

En términos generales la ley permitirá:

- a) Coordinar, a través de un Consejo Consultivo, a todas las instituciones que tienen que ver con el recurso hídrico en el sector rural.
- b) Fijará una política para el servicio sanitario en este ámbito.
- c) Los comités y cooperativas serán los únicos que pueden operar en las áreas de servicios que atienden.
- d) Las licitaciones solo procederán en casos en que no exista un operador idóneo o cuando exista más de un operador interesado dentro de un mismo territorio.
- e) Las cooperativas APR serán sin fines de lucro.
- f) Se crea la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales en el MOP, que asume toda la responsabilidad.
- g) Se crean subdirecciones de servicios sanitarios rurales regionales, y consejos consultivos regionales.
- h) Se otorgará facultades de fiscalización a la Dirección de Obras Hidráulicas, a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y al Ministerio de Salud, mejorando así la gestión de los Comités.
- i) El Ministerio de Obras Públicas se hará cargo también del saneamiento rural. Será el ente que dicte normas técnicas y vise los proyectos.

Según información de MIDEPLAN<sup>1</sup>, en el sector se encuentran las siguientes iniciativas de inversión en la comuna de Contulmo, considerando los años 2000 al 2016.

**Cuadro 2.2-1: Iniciativas de inversión vigentes en la comuna.**

Código BIP	Nombre Iniciativa	Etapa que postula	Año de Postulación	Costo Total M\$
30459626-0	<b>Construcción Abastos de Agua Potable Comunidad Mateo Coliman.</b> Construcción de una bocatoma de hormigón en un estero sin nombre distante a 2km aprox de la comunidad cuyo flujo de agua es constante, se plantea la instalación de tuberías de pvc hasta el centro de la comunidad para luego distribuir a 16 viviendas. Se consulta la instalación de estanques de acumulación y torres para darle presión al agua	EJECUCION	2016	60.000
30151623 -0	<b>Construcción estanques de agua diversos sectores Contulmo.</b> Se contempla la instalación de estanques de agua de emergencia en diversas poblaciones de la ciudad de Contulmo. Estas poblaciones corresponden a Villa Rivas, Nueva Esperanza, Santa María y Once de Septiembre. Los estanques son de fibra con capacidad de 20000 litros y se instalaran sobre dados de hormigón en terrenos de uso público ( 50 m2)	Ejecución	2015	20.884
30042955 -0	<b>Construcción red de agua potable Licahue, Contulmo.</b> Construcción de una captación de agua y red de agua potable rural en el sector Licahue de la comuna de Contulmo favoreciendo a un total de 35 familias. La obra comprende la construcción de captación, estanque de regulación de hormigón armado con capacidad de 15 m3, red de distribución, sistemas de cloración individual.	Ejecución	2008	78.838
20184751-0	<b>Instalación red de agua de consumo sector Licahue, Contulmo,</b> Dotar de agua para consumo al sector rural de Licahue . Para ello se requiere la construcción de una captación con capacidad de 36 m3 y la construcción de una red matriz de 3 km., y la instalación de 30 arranques de agua domiciliarios. beneficiando a un total de 30 familias	Ejecución	2002	11.508
20099108-0	<b>Construcción planta tratamiento agua potable de Contulmo</b> Construcción de una planta de tratamiento para mejorar la calidad del agua potable para el sistema de Contulmo, diseñada para el caudal máximo, 15 l/s. Las obras contempladas son: obras hidráulicas, instalación de cañerías, obras civiles, suministro e instalación de equipos, obras de urbanización, eléctricas, control y automatización.	Ejecución	2000	267.224

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (2016)

### 2.3 MARCO LEGAL SERVICIOS PÚBLICOS

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 a las redes en **Zonas Urbanas** que son exigidas por la urbanización. De acuerdo al Art. N° 6 del DFL N° 382, se exceptúan de esta norma los prestadores de servicios sanitarios que tengan menos de 500 arranques.

Los derechos de aprovechamiento de agua, del concesionario, deberán ser de carácter consuntivo, permanente y continuo. Asimismo, la empresa concesionaria deberá tener la propiedad o el uso de estos derechos, lo que deberá acreditarse en la forma y plazos que defina

<sup>1</sup> Según registro BIP-MIDEPLAN, 2016.

el reglamento. En caso que no fuere posible constituir derechos de carácter consuntivo, permanentes y continuos, la Superintendencia de Servicios Sanitarios podrá considerar para efectos de la solicitud de concesión, derechos de carácter eventual, que el solicitante tenga en propiedad o en uso, que alimenten embalses o estanques de regulación.

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).

En atención a lo señalado en la Circular DDU 227 de fecha 1 de diciembre de 2009, en aquellos casos en que el territorio sujeto a regulación se encuentre fuera del territorio operacional de la respectiva empresa sanitaria y se requiera dotarlo de agua potable o alcantarillado, el requisito de la consulta previa del estudio de factibilidad para dotar de agua potable o alcantarillado al territorio sujeto a regulación puede ser cumplido consultando directamente a la Superintendencia de Servicios Sanitarios, quien se pronunciará respecto de la factibilidad técnica de dotar a esos territorios de agua potable y alcantarillado, conforme a lo previsto en la Ley General de Servicios Sanitarios.

Con respecto a los derechos de agua necesarios para otorgar el servicio de agua potable, se debe tener presente que son bienes transables, y aunque la cuenca esté cerrada y no sea posible solicitar recursos adicionales, los derechos pueden adquirirse de otros propietarios. El costo de la transacción se verá reflejado en la tarifa que ofrezca cada proponente en el proceso de licitación de la concesión. Por lo que la disponibilidad para abastecer la demanda dependerá de la decisión respecto a definir esta localidad como un servicio urbano.

### 3 SOPORTE GENERAL A LA DEMANDA DE SERVICIOS SANITARIOS

Existe a nivel mundial la convicción a partir de una serie de investigaciones, asociadas al cambio climático y la preocupación de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales, que el problema asociado a los recursos hídricos será creciente y cada vez alcanzará mayor importancia, transformándose en una crisis mundial si no proponemos cambios radicales en la forma de utilizar el recurso disponible. A partir de lo señalado, es necesario considerar que las áreas verdes podrán utilizarse como áreas de infiltración de las escorrentías superficiales de aguas lluvias.

#### 3.1 GESTIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Tanto la empresa sanitaria ESSBIO SA. como los nuevos concesionarios, en el caso que estos se incorporen, deberían implementar algunas acciones, en forma permanente, que permiten realizar un uso eficiente del recurso hídrico:

- ✓ Estudio sobre medición y control de pérdidas.
- ✓ Detección de sectores de mayor probabilidad de fuga de agua desde la red de distribución.
- ✓ Estudio de eficiencia de la micro medición
- ✓ Análisis de roturas en la red

- ✓ Análisis y propuestas de reutilización de aguas tratadas

### 3.2 PLAN DE ASEGURAMIENTO DE OFERTA DE AGUA EN FUENTES

La entrada en vigencia de La Ley N°20.017 publicada con fecha 16/06/06, que modificó el Código de Aguas de 1997, e introdujo un conjunto de cambios cuya responsabilidad y competencia recaen en la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas.

De acuerdo a la Ley 20.017 tramitada el 27.05.2005, que modifica el Código de Agua, en su Art. 147 bis señala “*Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República podrá, mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento*”. Es decir, el Presidente de la República en uso de sus facultades podrá disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento de agua, atendiendo a 3 circunstancias especiales:

- ✓ Solicitudes de derecho de aprovechamiento de cualquier naturaleza (consuntivo o no consuntivo) que sea necesario reservar para el abastecimiento de agua de la población por no existir otras fuentes o medios para obtener el agua.
- ✓ Solicitudes de derecho de aprovechamiento no consuntivo y que concurren circunstancias excepcionales.
- ✓ Solicitudes de derecho de aprovechamiento no consuntivo y que concurren circunstancias de interés nacional.

De acuerdo a lo señalado, la Dirección General de Aguas desarrolló un estudio<sup>2</sup>, el cual identificó las posibles fuentes de recursos de aguas tanto superficiales como subterráneas y se identificaron aquellas áreas de **interés nacional** podría generar conflictos ya sea de tipo económico, social o ambiental sobre las cuales existiesen argumentos que ameriten aplicar las facultades presidenciales citadas anteriormente.

El estudio desarrollado con motivo de la modificación del Código de Aguas, denominado “Análisis y determinación de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional” (de Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., agosto 2006), el cual identificó las áreas de **interés nacional relacionadas al recurso hídrico, en las cuales el ejercicio de nuevos derechos no consuntivos**, podría generar conflictos ya sea de tipo económico, social o ambiental. Tal conflicto, debe entenderse como la superposición de un derecho solicitado con la existencia de un área de interés nacional, razón por la cual requieren revisarse los requerimientos que estarían asociados a dicho interés y su compatibilidad con el derecho solicitado. La comuna de **Contulmo** no se identificó como una comuna que requiera una consideración especial al respecto.

De acuerdo a los antecedentes disponibles en la Dirección General de Aguas, relacionados específicamente a los derechos de aprovechamiento de aguas registrados, se han constituido derechos, en la comuna de Contulmo, desde fuentes superficiales del tipo consuntivo de ejercicio permanente y continuo, por un caudal promedio anual, de 11.437 l/s (datos actualizados a julio de 2015).

<sup>2</sup> Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para el Abastecimiento de la Población y Usos de Interés Nacional, Ministerio de Obras Públicas. Agosto 2006.

Esta información corresponde a los derechos originales y solicitudes asociadas, tales como traslados del ejercicio del derecho, cambios de punto de captación y de abastecimiento aprobados por la DGA, así como a transferencias informadas por usuarios, de acuerdo a lo contemplado en el artículo 122 del Código de Aguas. Si bien esta información no acredita vigencia del dominio de los derechos de aprovechamiento de aguas registrados en la DGA, da una señal de factibilidad del recurso.

En tal sentido, será posible transar derechos de agua que existan, en el caso que se presenten concesionarios interesados y sin disponibilidad de nuevas extracciones en la cuenca.

#### 4 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS SANITARIOS EXISTENTE

Desde el punto de vista de los servicios sanitarios la localidad de Contulmo se organiza como un sistema urbano de servicios sanitarios. Las concesiones de producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas fueron otorgadas a la Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío, ESSBIO SA.

En el presente capítulo se describen los sistemas existentes de agua potable y alcantarillado de aguas servidas extraídos a partir de la investigación de antecedentes desarrollados en las instituciones relacionadas. Los estudios principales son: Actualización Planes de Desarrollo Localidad de Contulmo (de enero de 2014, aprobado mediante Ord. SISS N° 4842/13 y carta N° 114/13 de ESSBIO S.A.), el DFL N° 70 MOP, Circulares del Banco Interamericano de Desarrollo y antecedentes entregados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

El Plan de Desarrollo planifica las obras requeridas hasta el año 2027.

#### 4.1 AGUA POTABLE

##### 4.1.1 Proceso de producción

Contulmo se abastece desde dos fuentes superficiales del tipo barreras. Las barreras tienen una longitud de 12 m y una altura de 0.80 m. No cuentan con desarenador.

Las captaciones se abastecen desde los esteros Contreras y El Peral respectivamente. Sus características principales son.

**Cuadro 4.1-1: Fuentes de producción**

Nombre captación	Tipo	Q diseño (l/s)	Q expl. actual (l/s)	Q máx. (l/s)	Q. derecho de agua (l/s)	Registro en DGA N°
Captación N° 1 – El Peral	Superficial	10.0	8.3	15.0	15.0	643
Captación N° 2 - Contreras	Superficial	6.0	4.8	6.0	6.0	348

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014

Adicionalmente a lo señalado, la empresa sanitaria tiene contemplado el aumento de la capacidad de captación ubicada en el estero El Peral en 2.3 l/s.

El sistema de producción cuenta con una sentina del tipo semienterrada de hormigón armado de 35 m<sup>3</sup> de capacidad.

La localidad cuenta con dos plantas elevadoras en la etapa de producción de agua potable. La planta de tratamiento principal cuenta con un estanque de aspiración y sala de máquinas

separadas. El caudal de diseño es de 20 l/s igual a la capacidad actual de producción. La altura manométrica de elevación es de 15 m.

La planta El Peral cuenta con un estanque con bombas ubicadas al interior del estanque de aspiración. El caudal de diseño es de 10 l/s igual a la capacidad actual de producción. La altura manométrica de elevación es de 40 m.

La planta de tratamiento de agua potable de la localidad es del tipo filtros en presión para abatir turbiedad, su capacidad máxima equivalente a la capacidad de tratamiento actual es de 20 l/s. Las conducciones en la etapa de producción corresponden a:

**Cuadro 4.1-2: Conducciones de producción**

Nombre conducción	Diámetro (mm)	Longitudo (m)		Longitud total (m)	Caudal de diseño (l/s)	Caudal actual (l/s)
		PVC	H. Dúctil			
Aducción Estero Contreras	150	0	1.019	1.019	26,5	26,5
Impulsión Los Motros	110	225	0	225	14,3	24,3
Impulsión Los Motros	160	510	0	510	30,2	30,2
Aducción El Peral	160	1903	0	1.903	30,2	30,2
Impulsión Planta Elevadora a PTAP	150	0	52	52	26,5	26,5
<b>Total</b>		<b>2.639</b>	<b>1.072</b>	<b>3.710</b>		

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014

Los estanques en la planta de producción cuentan con desinfección mediante gas cloro. Ver Ilustración 4.1.2-1 Sistema de producción y distribución actual de agua potable en Contulmo

Las plantas no cuentan con adición de flúor, ni macro medición. En esta etapa de producción no se requieren estaciones reductoras de presión. Los caudales de diseño de los centros de cloración son:

**Cuadro 4.1-3 Centros de cloración**

Nombre	Caudal de diseño (l/s)	Capacidad actual (l/s)
Recinto estanque El Peral	20,0	20,0
Desinfección Cementerio	18,0	18,0

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

El concesionario de producción del cual se abastece el sistema de distribución es la empresa ESSBIO SA. Los caudales de producción, actual y futura, estimados en el Plan de Desarrollo son de:

**Cuadro 4.1-4: Caudales de producción**

Caudales (l/s)/Año	2013	2017	2027
Población (hab.)	2.284	2.354	2.394
Medio anual	8,37	9,69	9,78
Máximo Diario	13,16	15,23	15,38

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

#### 4.1.2 Proceso de distribución

El agua producida en la planta es almacenada en dos estanques semienterrados de hormigón armado, denominados Cementerio 1 y 2 con una capacidad de 300 m<sup>3</sup> cada uno. Ambos con

una cota de aguas máximas de 87,4 msnm, referidos al Plan de Desarrollo. Ver Ilustración 4.1.2-1 Sistema de producción y distribución actual de agua potable en Contulmo- Los porcentajes asignados para los dos sectores de agua potable, es de:

**Cuadro 4.1-5: Sectores de aguas servidas**

Sector	% Población	% de consumos
Estanque Cementerio 1	13,61	8,39
Estanque Cementerio 2	86,39	91,61

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

Las conducciones de distribución corresponden a la aducción estanque Cementerio, D= 125 mm, en asbesto cemento con una longitud de 162 m, un caudal de diseño de 25,8 l/s equivalente a la capacidad actual y la aducción a red de D= 160 mm, en PVC, con una longitud de 310 m, un caudal de diseño de 30,2 l/s equivalente a la capacidad actual, que abastecen a la red de distribución sector central y la red de distribución sector Villa Rivas.

Desde el estanque de regulación el agua es finalmente distribuida a la localidad por una red de distribución con una longitud total superior a 12,5 km, cuyos diámetros fluctúan entre los 50 mm y 125 mm, abasteciendo a una población aproximada de 2.284 habitantes, a Enero de 2014. La materialidad de la red se reparte principalmente en asbesto cemento y PVC. La red tiene una cobertura de 100% en el año 2013. El Plan de Desarrollo no considera abastecer clientes según 52 Bis.

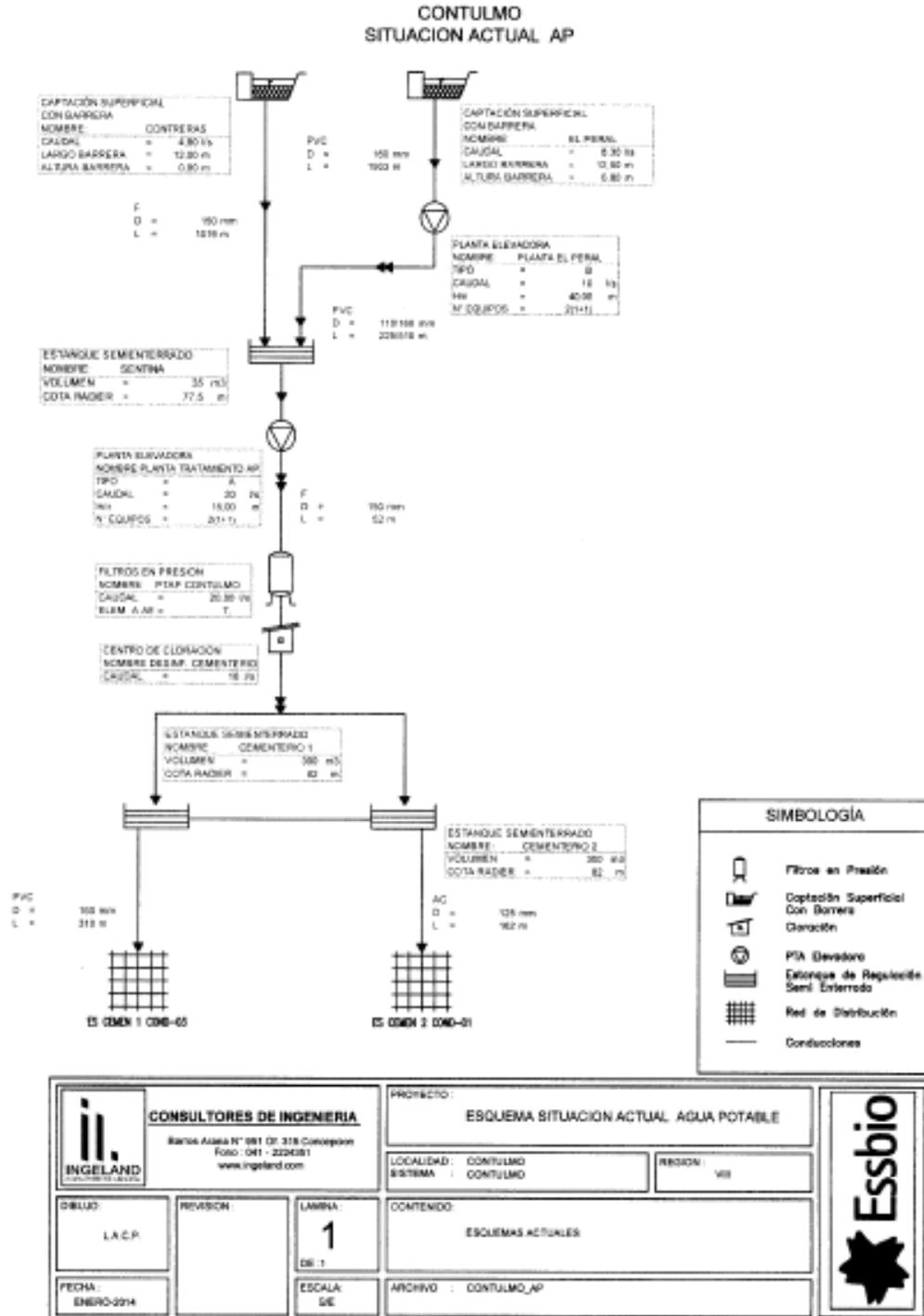
**Cuadro 4.1-6: Longitud red de distribución**

Diámetro (mm)	Longitud (m)			Total (m)
	Asbesto cemento	PVC	H. Dúctil	
50	96	0	0	96
75	155	2.029	79	2.263
90	0	2.207	0	2.207
100	1.111	132	2	1.245
110	0	4.695	0	4.695
125	1.098	1.118	0	2.216
<b>Total</b>	<b>2.460</b>	<b>10.180</b>	<b>81</b>	<b>12.722</b>

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

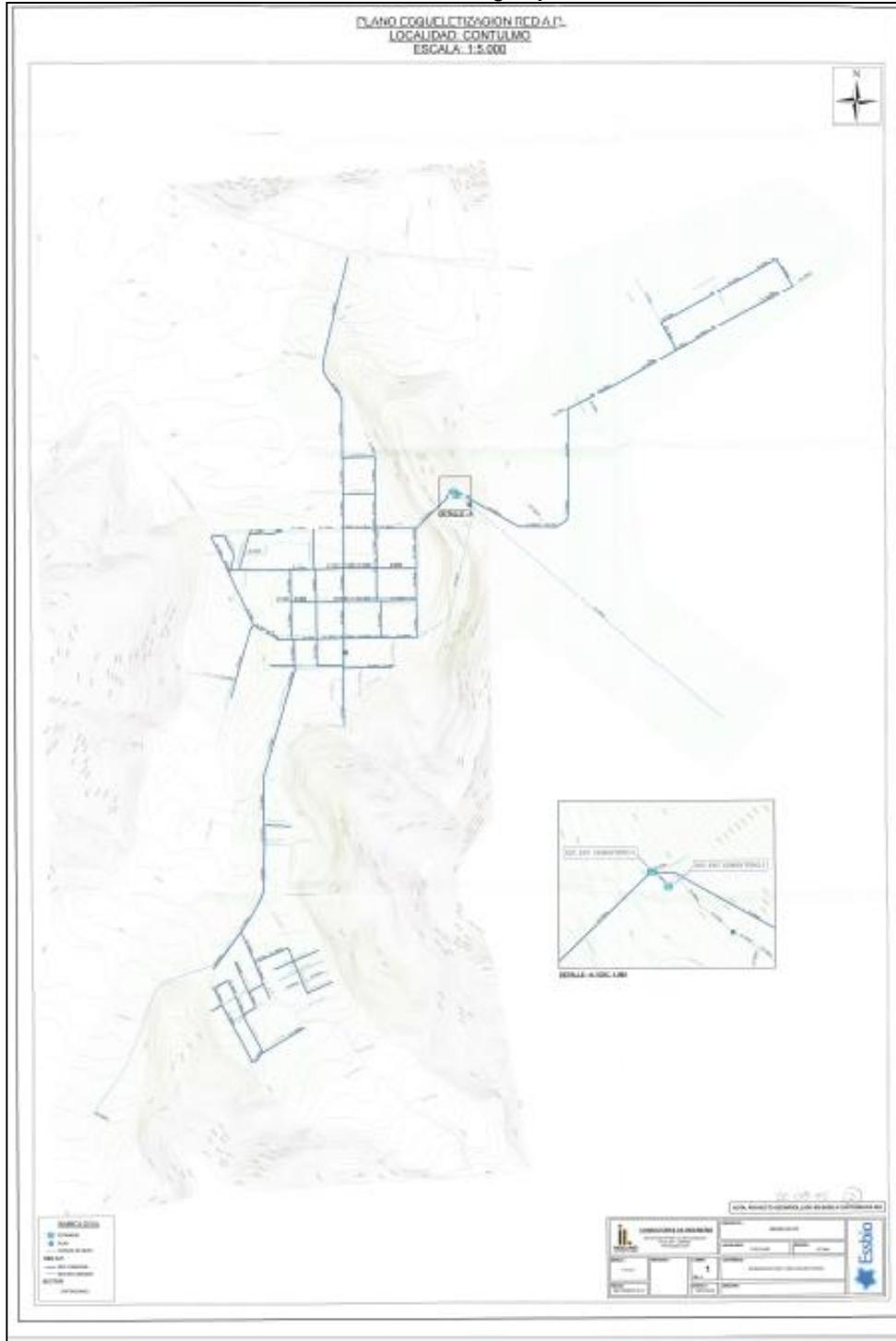
La red no requiere reductoras de presión y no cuenta con macro medición. La red cuenta con un total de 851 arranques distribuidos en diámetros entre 13 y 100 mm. Cuenta con 32 grifos de incendio y 38 válvulas de corta. Ver ilustración 4.1-1, diagrama de flujo del proceso de producción y distribución de agua potable, del servicio existente de la localidad de Contulmo y la Ilustración 4.1-2, muestra la red de distribución de agua potable de la localidad de Contulmo.

Ilustración 4.1-1 Sistema de producción y distribución actual de agua potable en Contulmo



Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

**Ilustración 4.1-2: Red de distribución de agua potable localidad de Contulmo**



Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

## 4.2 AGUAS SERVIDAS

### 4.2.1 Proceso de recolección

La red de recolección cuenta con una planta elevadora con un pozo y bombas instaladas en el interior del pozo de aspiración. El caudal de diseño equivalente a la capacidad actual es de 8.0 l/s y una altura manométrica de 8.0 mca.

Las conducciones de recolección corresponden al acueducto Estadio, D= 250 mm de asbesto cemento con una longitud de 310 m y 145 m en PVC. El caudal de diseño equivalente a su capacidad actual es de 41,7 l/s y el acueducto Villa Rivas, D= 180 mm, de PVC con una longitud de 1.233 m. El caudal de diseño equivalente a su capacidad actual es de 17,3 l/s.

Las redes de recolección de Contulmo alcanzan una longitud superior a 10 km, con diámetros que varían entre 175 y 250 mm.

**Cuadro 4.2-1: Longitud red de recolección**

Diámetro (mm)	Longitud (m)		Total (m)
	Asbesto cemento	PVC	
175	1.122	0	1.122
180	0	4.765	4.765
200	853	3.880	4.733
250	115	117	231
<b>Total</b>	<b>2.090</b>	<b>8.761</b>	<b>10.851</b>

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

La red cuenta con 703 uniones domiciliarias en diámetros de 100 y 110 mm. La cobertura de alcantarillado de la ciudad es cercana al 84,9% para el año 2013.

La ilustración 4.2-4 muestra las áreas aportantes de aguas servidas de la localidad de Contulmo.

La red de recolección de la localidad descarga al colector que se conecta a planta de Tratamiento. Los caudales de aguas servidas a recolectar, estimados por la empresa sanitaria son:

**Cuadro 4.2-2: Caudales a recolectar**

Año	Superficie (ha)	Población (hab)	Nivel de atención (l/hab/día)	Coef. de recuperación
2013	128,66	1.951	152,8	0.89
2017	128,66	1.951	152,8	0.89

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

### 4.2.2 Proceso de disposición

El concesionario de la disposición de aguas servidas es ESSBIO SA.

La disposición final de los efluentes del sistema de alcantarillado de aguas servidas de Contulmo considera la descarga actual y futura al estero El Peral, aguas debajo de la planta de tratamiento.

El tratamiento de las aguas residuales se realiza en la planta de tratamiento de la localidad ubicada en las coordenadas UTM, N: 5.784.876 m y E: 128.298 m, sistema de referencia WGS1984 proyección UTM Huso 19 Sur. El sistema de tratamiento utilizado es lodos activados, tanto actual como futuro.

Los caudales de aguas servidas estimados por la empresa sanitaria son:

**Cuadro 4.2-3: Dotación por área geográfica**

<b>Caudal A. Servidas (l/s)</b>	<b>Año 2013</b>	<b>Año 2017</b>	<b>Año 2027</b>
Población	2.297	2.354	2.394
Medio Anual	3,45	3,63	3,72
Medio anual total	11,17	11,35	11,44
Máximo Horario	20,12	20,72	21,01

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

El caudal afluyente de la planta de tratamiento, tanto en la situación actual como futura, según lo señala la empresa, cumple con la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.

El caudal de diseño de la planta de tratamiento, equivalente a la capacidad actual es de 12,7 l/s. La planta cuenta con desinfección y sin tratamiento terciario.

La etapa de disposición cuenta con la impulsión Estadio, de diámetro de 250 mm en PVC con una longitud de 218 m, el caudal de diseño equivalente a la capacidad actual, es de 98,2 l/s y el emisario Los Notros, de diámetro 125 mm en PVC con una longitud de 188 m, el caudal de diseño equivalente a la capacidad actual, es de 6,5 l/s. La ilustración 4.2-5 muestra la ubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad.

Los porcentajes asignados para los dos sectores de aguas servidas es de:

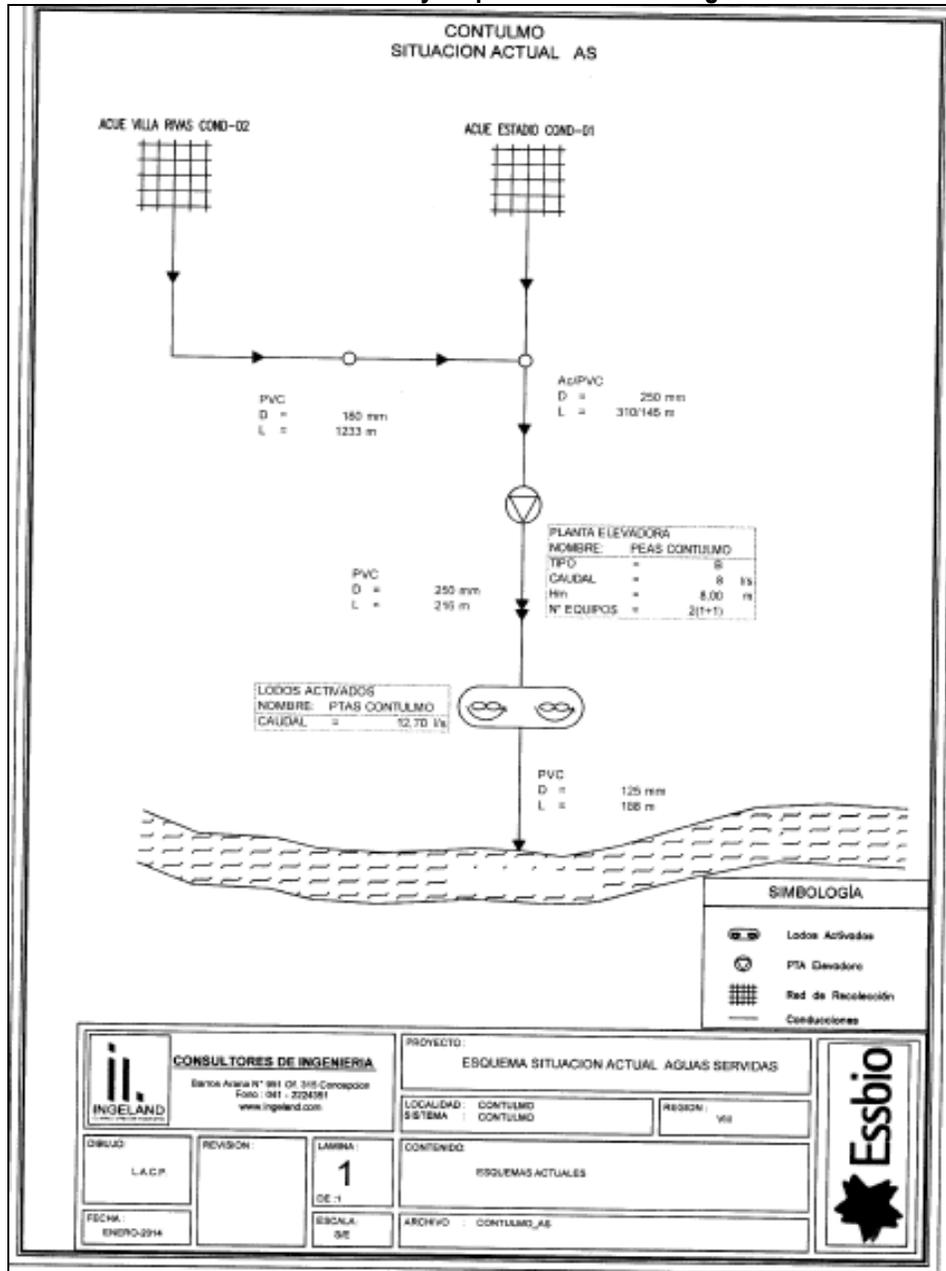
**Cuadro 4.2-4: Sectores de aguas servidas**

<b>Sector</b>	<b>% Población</b>	<b>% de consumos</b>
Acueducto Estadio	85,74	91,55
Villa Rivas	14,26	8,45

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

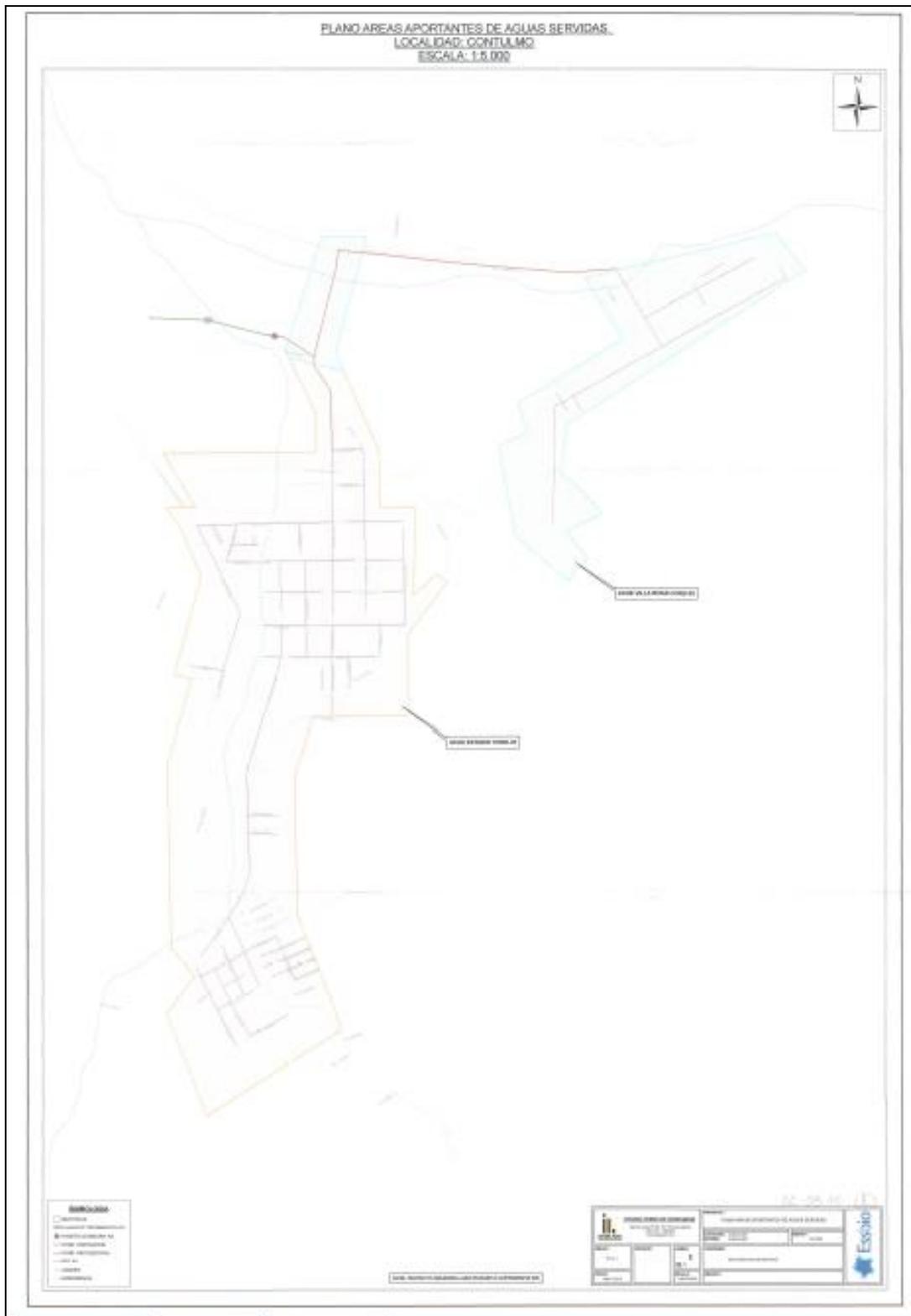
La siguiente ilustración, muestra un esquema del proceso de recolección y disposición actual de aguas servidas de la localidad, la ilustración 4-6, muestra las áreas aportantes de aguas servidas y la Ilustración 4-7, muestra la ubicación de la planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad.

Ilustración 4.2-1: Sistema de recolección y disposición actual de aguas servidas en Contulmo



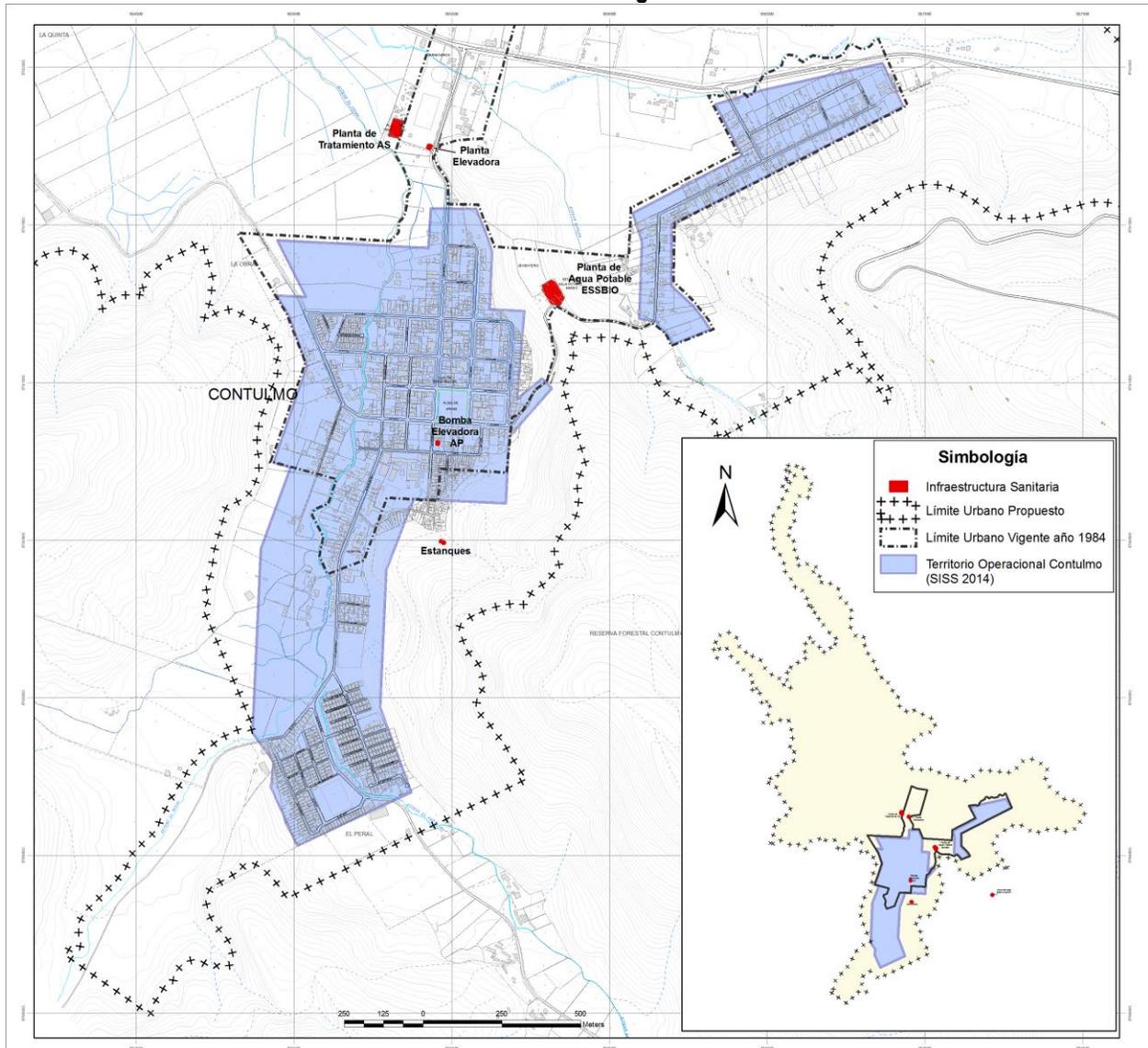
Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014

Ilustración 4.2-2 Áreas aportantes de aguas servidas de la localidad de Contulmo



Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

**Ilustración 4.2-3 Ubicación Planta de tratamiento de aguas servidas de la localidad de Contulmo**



Fuente: Catastro y recopilación de antecedentes. Enero 2015.

#### 4.2.3 Capacidad de tratamiento de aguas servidas y demanda futura

En el cuadro siguiente se indica la capacidad de tratamiento instalada y la capacidad excedente de tratamiento para la atención del crecimiento proyectado en el Plan de Desarrollo de la empresa ESSBIO en Contulmo. En los caudales señalados se consideran los mejoramientos propuestos por la empresa.

**Cuadro 4.2-5: Capacidad de Tratamiento disponible y población máx. a tratar**

Año	Población (hab)	Oferta de tratamiento (l/s)	Demanda proyectada (l/s)	Superávit / Déficit
2013	2.284	12,7	11,2	1,5
2017	2.354	12,7	11,3	1,4
2027	2.394	12,7	11,4	1,3

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

Como se observa en el cuadro, considerando los proyectos contemplados en los Planes de Desarrollo de ESSBIO, no requiere obras adicionales para cubrir la demanda del horizonte de previsión del Plan de Desarrollo.

#### 4.2.4 Infraestructura planificada por la empresa sanitaria

Los planes de desarrollo de la empresa sanitaria están orientados a satisfacer el aumento de la demanda que se originará debido al crecimiento de la población en su territorio operacional, en un período de previsión que llega al año 2027.

La inversión estimada por la empresa ESSBIO, para la localidad de Contulmo, durante el periodo, 2013-2027, para alcanzar la cobertura y los niveles de servicio señalados en el Plan de Desarrollo elaborado en Enero de 2013, es de **6.334 UF**, distribuidos en distintos años en el horizonte de previsión señalado. La distribución de la inversión por localidad es de:

**Cuadro 4.2-6: Inversión requerida para implementar el Plan de Desarrollo**

Localidad	Monto (UF) IVA Incluido	Población año 2027 (hab.)
Contulmo	6.334	2.394
<b>Total</b>	<b>6.334</b>	<b>2.394</b>

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

Entre las obras más importantes planificadas se pueden señalar:

#### Contulmo:

- ✓ Aumento de la capacidad de captación estero El Peral, en 2,3 l/s, (1.300 UF).
- ✓ Aumento de capacidad de conducción en etapa de distribución, D= 200 mm, L= 162 m, (800 UF).
- ✓ Reemplazo de redes de aguas servidas L= 114 m, (1.334 UF)
- ✓ Aumento capacidad de conducción en etapa de disposición, D= 200 mm, L= 188 m, (1.200 UF).
- ✓ Aumento de la capacidad de PEAS, Q= 13 l/s, (1.700 UF).

## 5 TERRITORIO OPERACIONAL

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.

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. La densificación se propone en el casco urbano consolidado, que en la actualidad ya se encuentran urbanizadas o en proceso de consolidación y otra parte 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 y se indica en plano adjunto.

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.

## 6 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y VIVIENDA

La factibilidad de servicios para las áreas delimitadas por los instrumentos de planificación, deben considerar los requerimientos para satisfacer las necesidades de las estimaciones de población. En este sentido interesa determinar cuál es la población esperada en el área propuesta y las bases de diseño definidas en el Plan de Desarrollo de la empresa sanitaria para determinar la infraestructura adicional requerida en el nuevo límite urbano propuesto.

De acuerdo a las estimaciones realizadas en el estudio del Plan Regulador, se indica la proyección de población y viviendas, considerando la cabida máxima, vale decir, la población que potencialmente podría alcanzar la comuna, considerando la aplicación de las normas urbanísticas del Plan propuesto.

La proyección realizada con motivo de este estudio supone la densificación de las superficies disponibles de acuerdo a la proposición del este Plan Regulador, con una tasa de crecimiento lineal considerando una densidad de 4,0 hab/viv, establecida para efectos de cálculo en la Circular ORD. 0224, de fecha 10.06.2005. Planificación, densidad expresada en Habitantes por hectáreas y su equivalencia en viviendas por hectáreas.

La estimación de cabida máxima para la comuna de Contulmo, propuesta en este instrumento de planificación es de **17.967** habitantes correspondiente a **4.492** viviendas, lo que supera considerablemente la proyección de población estimada para el año 2027, según el Plan de Desarrollo de la empresa prestadora del servicio en la comuna, correspondiente a **2.394 hab.**, en el territorio operacional futuro.

## 7 ESTUDIO DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

En este capítulo se determinan las demandas de la población urbana estimada en el Plan Regulador propuesto para la comuna de Contulmo.

Las proyecciones futuras de la dotación de consumo, para la cabida máxima, se efectuaron considerando el mejoramiento del servicio y la extensión a las nuevas áreas contempladas en el nuevo Límite Urbano.

Se ha considerado como representativo para la situación del área urbana propuesta, los valores presentados en el Plan de Desarrollo, por lo que la estimación de los consumos, gastos medios y máximos que se requerirán, se obtuvieron según los criterios de diseño en él, señalados.

### 7.1 NIVELES DE PÉRDIDAS

Se considerarán como representativas las pérdidas propuestas en el Plan de Desarrollo vigente, es decir, se considerará un 5% de pérdidas en la producción y un 32% en la etapa de distribución.

### 7.2 COBERTURA

El Plan de Desarrollo señala una cobertura de un 100% a partir del año 2014 por lo que se considerará este valor para la estimación de caudales.

### 7.3 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

Se adoptaron los valores de dotación de consumo señalado en el Cuadro 3.3 Proyección de Demandas de Agua Potable dentro del Territorio Operacional. Plan de Desarrollo Vigente de Contulmo, enero 2014, correspondiente a un valor constante a partir del año 2020, y equivalente a 223 l/hab/día.

### 7.4 DOTACIÓN DE PRODUCCIÓN.

La dotación a nivel de producción se calculará según se indica en la fórmula siguiente:  
 Dotación de Producción = Dotación de Consumo/(1- %Pérdidas).

### 7.5 COEFICIENTES DE GASTOS MÁXIMO DIARIO Y HORARIO.

Para la estimación de los caudales máximos de agua potable se considerará un factor de modulación de 1,57 para el gasto máximo diario y de 1,50 para el gasto máximo horario utilizado en el Plan de Desarrollo.

### 7.6 NÚMEROS DE GRIFOS.

Para determinar el volumen de incendio, se adopta la Norma NCh 691 Of 98, considerando una duración del incendio de dos horas y grifos de 16 l/s. La norma determina el número de grifos en uso simultáneo, así como diámetros y capacidades según rangos de población. La cantidad de grifos requerida se detalla en el cuadro siguiente:

**Cuadro 7.6-1: Volumen de incendio mínimo**

Rango de Población en (miles de hab.)	N° de grifos en uso simultaneo	Volumen e incendio mínimo m3
Hasta 6	1	115
> 6 a 25	2	230
> 25 a 60	3	346
> 60 a 150	5	576
> 150	6	690

Fuente: NCh 691 Of 98

## 7.7 ESTIMACIÓN DE DEMANDAS DE AGUA POTABLE

**Cuadro 7.7-1: Demanda de agua potable para la cabida máxima**

LOCALIDAD	POBLACION			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)	PERDIDAS % PROD. + DISTR.	DOTACIÓN PRODUCCIÓN (l/hab/día)	CAUDALES DE PRODUCCIÓN (l/s)		
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA				Qmed	Qmáx. d.	Qmáx. h.
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	100,00	2.394	223,0	37,00	354,0	9,81	15,40	23,10
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>100,00</b>	<b>17.967</b>	<b>223,0</b>	<b>37,00</b>	354,0	73,61	115,56	173,35

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

## 7.8 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA

La distribución de los caudales a nivel de los nodos de la red dependerá básicamente del desarrollo de las entidades urbanas y de la ubicación de los nuevos consumos sobre la red existente en el caso que esta población, se asiente dentro del territorio operacional, de la empresa sanitaria que actualmente tiene la concesión del servicio.

### 7.8.1 Fuente

La fuente requiere abastecer el caudal máximo diario, requerido por la cabida máxima de consumo correspondiente a **115,6 l/s**, para Contulmo. El bombeo se considera durante 18 hrs. Por lo que la demanda sobre la fuente será de 154,1 l/s. Los derechos de agua actuales y futuros, de la empresa sanitaria en la comuna, alcanzan a 21 l/s.

**Cuadro 7.8-1: Demanda de la fuente para la cabida máxima**

LOCALIDAD	Población Total (hab.)	Cobertura %	Oferta l/s	Demanda Qmáxd l/s	Superávit/déficit l/s
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	100,00	21	20,5	0,5
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>100,00</b>	<b>21</b>	<b>154,1</b>	<b>- 133,1</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los antecedentes investigados.

De acuerdo a lo señalado en el punto 3.2 de este estudio, se han constituido derechos de aprovechamiento de agua, en la comuna de Contulmo, desde fuentes superficiales del tipo consuntivo de ejercicio permanente y continuo, por un caudal promedio anual, de 11.437 l/s (datos actualizados a julio de 2015).

Por otra parte, será posible transar derechos de agua que existan, en el caso que se presenten concesionarios interesados y sin disponibilidad de nuevas extracciones en la cuenca.

Del análisis de seguridad del sistema de producción, se concluye que se requiere capacidad adicional en la fuente para abastecer la demanda equivalente a la cabida máxima por un caudal de **133,1 l/s** considerando 18 hrs de bombeo.

### 7.8.2 Volumen de Regulación

Se analizó la oferta y demanda de agua potable a futuro y se planteó la infraestructura que será necesario materializar para su abastecimiento. De esta manera, se obtuvieron los futuros requerimientos globales de producción y demanda para la cabida máxima.

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, los estanques deben tener un volumen de seguridad calculado como el máximo entre el volumen de incendio y 2 horas del caudal máximo diario.

La demanda en volumen de regulación para la población proyectada será de:

**Cuadro 7.8-2: Demanda de volumen de regulación**

LOCALIDAD	POBL.	VOLUMEN DE REG. (m3)			
		TOTAL	Consumo	incendio	Seguridad
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	126	230	70	356
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>944</b>	<b>230</b>	<b>524</b>	<b>1.468</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los antecedentes investigados.

**Cuadro 7.8-3: Estimación de requerimientos de regulación**

LOCALIDAD	Población Total (Hab.)	Oferta m <sup>3</sup>	Demanda m <sup>3</sup>	Superávit/Déficit
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	600	356	244
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>600</b>	<b>1.468</b>	<b>-868</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los antecedentes investigados.

De acuerdo a los cálculos realizados se requiere un refuerzo en el volumen de regulación ya que este no permite abastecer la demanda correspondiente a la cabida máxima. Se requiere la construcción de un estanque de 900 m<sup>3</sup> para abastecer el nuevo límite urbano de la comuna de Contulmo, si se considera la cabida máxima.

Con respecto a la cobertura espacial del estanque propuesto, se requiere que este se ubique a una cota tal que la vivienda más desfavorable desde el punto de vista de presiones en la red, tenga una presión mínima a la entrada del medidor de agua potable de 15 mca.

### 7.8.3 Redes de distribución.

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 la instalación de cañerías de diámetro 100 mm o superior. Se propone la instalación de la red en PVC, en los diámetros señalados por sus características de estanqueidad.

Se propone utilizar como criterio de redes requeridas en la localidad una proporción de 15 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 3 m/hab., correspondiente a valores de uso habitual.

La longitud requerida para el cubrir la demanda de la cabida máxima para el límite urbano propuesto en Contulmo será de 60.639 m. La red existente, cuyo diámetro es mayor a 75 mm tiene una longitud de 8.156 m por lo que se requieren instalar una longitud de 52.483 m para satisfacer la demanda de la cabida máxima.

Con el objeto de definir la necesidad de cañerías por instalar se distribuye dicho total en las proporciones indicadas en diámetros señalados.

**Cuadro 7.8-4: Requerimientos de la Red de Agua Potable de Contulmo**

DIAM. (mm)	PORCENTAJE %	TOTAL A INSTALAR (m)
400	5	2.624
300	5	2.624
250	10	5.248
200	15	7.872
150	20	10.497
100	45	23.617
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>52.483</b>

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

La distribución temporal y espacial de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector. El diámetro máximo se estimó considerando una velocidad máxima de 1.50 m/s en la matriz de distribución.

## 8 ESTIMACIÓN DE CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS

Las proyecciones de los caudales totales de aguas servidas producidas se determinaron en función de las dotaciones de agua potable considerando los parámetros definidos en el capítulo anterior. Estos caudales permiten determinar los requerimientos de infraestructura de alcantarillado de aguas servidas, para la población en estudio.

La implementación del sistema se considera paulatina hasta alcanzar la cobertura máxima esperada equivalente a la señalada en el Plan de Desarrollo. Para el cálculo de los caudales se ocuparon las fórmulas de uso habitual.

### 8.1 COBERTURA.

Se considerarán los valores establecidos en el Plan de Desarrollo, correspondiente a un 86,1 % de cobertura constante a partir del año 2020.

### 8.2 DOTACIONES DE CONSUMO ADOPTADAS.

Se adoptaron los valores de dotación señalados de Proyección de Demandas de Agua Servidas dentro del Territorio Operacional. Plan de Desarrollo Vigente de Contulmo, Enero 2014, correspondiente a un valor constante a partir del año 2020, y equivalente a 175,14 l/hab/día.

### 8.3 CAUDAL MEDIO DE AGUAS SERVIDAS

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

#### 8.4 COEFICIENTE DE RECUPERACIÓN

El coeficiente de recuperación, R= 0.89

#### 8.5 CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

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

Para P< 100 hab., el gasto máximo instantáneo se determina según los valores experimentales de la Boston Society of Civil Engineers.

Para 100<P<1000 hab., el gasto máximo instantáneo se calcula interpolando entre los valores límite de Harmon y Boston Society.

#### 8.6 CAUDAL MÁXIMO HORARIO

Para P>1000 hab., el gasto máximo horario de recolección se calculará según la fórmula de Harmon, según lo indica la NCh 1.105 of 98.

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

Donde el Coeficiente de Harmon será:

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

P: Población en miles de habitantes

#### 8.7 INFILTRACIÓN EN LAS REDES DE AGUAS SERVIDAS

De acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo se consideran caudales de infiltración de 7,14 l/s constante a partir del año 2019. Las nuevas redes deben considerarse como sistemas separados y estancos

#### 8.8 CAUDALES DE AGUAS LLUVIAS.

El Plan de Desarrollo contempla aportes constantes de aguas lluvias y equivalentes a 0,58 l/s constante a partir del año 2019. Las nuevas redes deben considerarse como sistemas separados y estancos.

#### 8.9 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 8.9-1: Proyección de caudales de aguas servidas para la cabida máxima**

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN			DOTACIÓN CONSUMO (l/hab/día)
	TOTAL	COBERTURA (%)	POBLACIÓN ABASTECIDA	
	Plan de Desarrollo (2027)	2.394	86,10	2.061
<b>Cabida Máx.</b>	17.967	86,10	15.470	175,1

DESCRIPCIÓN	CAUDALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)				CAUDALES TOTALES DE AGUAS SERVIDAS (l/s)	
	Qmed	Qmáx.d	Harmon	Qmáx. h.	Qmed	Qmáx. h.
Plan de Desarrollo (2027)	3,72	5,84	3,58	13,30	11,44	21,02
<b>Cabida Máx.</b>	27,91	43,82	2,76	77,16	35,63	84,88

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de los antecedentes técnicos recogidos.

## 8.10 ESTIMACIÓN DE INFRAESTRUCTURA REQUERIDA.

En este capítulo se define la necesidad de infraestructura para cubrir las demandas. El concesionario interesado debe hacerse cargo de todos los procesos. 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, pudiendo existir una empresa interesada en suministrar el servicio a los urbanizadores particulares.

### 8.10.1 Redes de recolección

Para el cálculo de las demandas se considera los caudales de infiltración y aguas lluvias indicados por el Plan de Desarrollo, sin embargo para las nuevas redes de alcantarillado requeridas para dar servicio a la población estimada en el Plan Regulador, no se considera caudal de infiltración debido a que se propone la instalación de cañerías de PVC estancas.

Con el fin de definir algunos criterios que permitan estimar la longitud de las redes requeridas en la localidad que deberá instalar la empresa, se proponen que las tuberías de diámetros inferiores a 200 mm serán 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 de uso habitual 12 m/viv y a modo referencial se utilizará una proporción de 2,5 m/hab. Con lo anterior, es posible estimar una longitud de cañerías que existirá al final del período considerado.

La red necesaria para abastecer la cabida máxima en el nuevo límite urbano propuesto en la comuna de Contulmo, considerando un **86,1%** de cobertura, se indica en los cuadros siguientes. La distribución temporal de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

Se requiere una longitud de red de 49.409 m, considerando que la red existente tiene una longitud de 4.964 m se requiere instalar una longitud adicional de 44.445 m.

**Cuadro 8.10-1: Requerimientos de Cañerías de recolección localidad de Contulmo.**

DIÁMETRO (mm)	%	LONGITUD (m)
350	10	4.445
300	10	4.445
250	30	13.334
200	50	22.223
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>44.445</b>

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

**Cuadro 8.10-2: Caudal de diseño de colectores propuestos.**

i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
5,00	350	0,013	86,4	84,9	1,18
5,00	300	0,013	57,2	45,0	0,85
3,00	250	0,013	27,3	22,5	0,61
3,00	200	0,013	15,0	5,6	0,24

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

La distribución temporal y espacial de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

### 8.10.2 Planta de tratamiento

La demanda de tratamiento, para la cabida máxima en la localidad de Contulmo requiere la ampliación de la planta de tratamiento para un caudal total de 23 l/s. La empresa sanitaria en el Plan de Desarrollo declarar una capacidad de tratamiento al año 2027 de 12,7 l/s versus la demanda para la cabida máxima de 35,6 l/s.

**Cuadro 8.10-3: Demanda y oferta de la planta de tratamiento para la cabida máxima**

AÑO	POBLACION TOTAL (hab.)	COBERTURA %	OFERTA l/s	DEMANDA Qmed (l/s)	SUPERAVIT/DEFICIT (l/s)
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	86,10	12,7	11,4	1
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>86,10</b>	<b>12,7</b>	<b>35,6</b>	<b>-23</b>

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

Se requiere un aumento de la capacidad de tratamiento de 23 l/s, para dar servicio a la cabida máxima.

### 8.10.3 Emisario desde planta de tratamiento

Para la localidad de Contulmo el emisario Los Notros a partir del año 2014 cuenta con una capacidad máx. de 23 l/s, D= 200 mm;= 188 m.

**Cuadro 8.10-4: Demanda y oferta de emisario para la cabida máxima**

AÑO	POBLACION TOTAL (hab.)	COBERTURA %	OFERTA l/s	DEMANDA Qmed (l/s)	SUPERAVIT/DEFICIT (l/s)
Plan de Desarrollo (2027)	2.394	86,1	23,0	21,0	2,0
<b>Cabida Máx.</b>	<b>17.967</b>	<b>86,1</b>	<b>23,0</b>	<b>84,9</b>	<b>-61,9</b>

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

De acuerdo a los antecedentes analizados se requiere reforzar el emisario para la demanda de la cabida máxima equivalente a 62 l/s.

**Cuadro 8.10-5: Caudal de diseño de emisario propuestos.**

LOCALIDAD	i ‰	Di (mm)	n	CAPACIDAD (l/s) H/D= 0,7	Q Diseño l/s	VELOCIDAD (m/s)
<b>Cabida Máx.</b>	<b>2,00</b>	<b>400</b>	<b>0,013</b>	<b>78,0</b>	<b>62,0</b>	<b>0,66</b>

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

La característica del efluente de la planta deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Decreto Supremo MINSEGPRES N° 90 de fecha 07.03.2001.

**Cuadro 8.10-6: Límites máximos en los parámetros de tratamiento.**

Parámetros	Límite Máximo
DBO <sub>5</sub>	35 mg/l
Fósforo Total	10 mg/l
Nitrógeno Total	50 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	80 mg/l
Coniformes fecales	1000/100 ml
Aceites y grasas	20 mg/l
Poder Espumógeno	7 mm
PH	6 – 8,5
Temperatura	35° C

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

## 9 FACTIBILIDAD SANEAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS

En este capítulo se resumen los criterios de diseño y consideraciones que se tendrán en cuenta para formular la factibilidad de aguas lluvias de la localidad de Contulmo.

La Ley 19.525 que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestro de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, esta localidad no cuenta con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no está en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Por lo anterior, corresponderá a los urbanizadores implementar las soluciones de aguas lluvias en la medida que se urbanicen los distintos sectores ya sea en zonas de extensión o en zonas consolidadas.

Los problemas registrados en las localidades urbanas se deben a problemas asociados a la existencia de calles sin pavimentar, que al no poseer pendientes adecuadas para el drenaje de las aguas lluvias se transforman, ante lluvias de pequeña magnitud, en “barriales” que prácticamente impiden el paso de vehículos y peatones.

## 10 CRITERIOS GENERALES

El problema de las inundaciones en las ciudades de Chile es más amplio que el de la simple evacuación de aguas lluvias que precipitan en los suelos urbanos. De hecho, las inundaciones pueden tener diferentes causas, muchas de las cuales no aparecen directamente conectadas con las aguas lluvias que precipitan en el lugar inundado. Entre ellas cabe citar las siguientes:

- ✓ Elevación del nivel de la napa sobre la superficie del suelo.
- ✓ Desbordes de cauces artificiales, como canales de riego o colectores de todo tipo, que ven superada su capacidad.
- ✓ Acumulación de aguas lluvias en zonas bajas con drenaje insuficiente.
- ✓ Zonas en las cuales se interrumpe el drenaje natural.
- ✓ Diseños de la red vial no compatibles con el drenaje natural de algunos sectores.

En muchas ciudades, las inundaciones no se deben a una sola causa específica sino a la combinación de varias de ellas, o coexisten sectores con diferentes tipos de problemas.

El manejo integral de las aguas lluvias, tanto en cantidad como en calidad, es algo relativamente nuevo. Hasta hace algún tiempo, la meta principal era evacuar rápidamente las aguas lluvias de las calles y conducir las al cauce natural más cercano.

En la medida que los caudales empiezan a aumentar y las obras de evacuación a hacerse prohibitivas económicamente, al irse incrementando la impermeabilización del suelo, el enfoque tradicional ha evolucionado de modo que el control de la escorrentía se ha transformado en una combinación de ingeniería de almacenamiento y transporte del agua, control de uso del suelo y gestión del recurso hídrico. En la actualidad se exploran técnicas de infiltración y cosecha de agua que se refieren a infiltrar las aguas lluvias dentro de los predios o sitios particulares.

Debe tenerse en cuenta que el presente plan regulador es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las propuestas deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elementos en la medida que el crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Las acciones que se desarrollen para enfrentar los problemas de drenaje de aguas lluvias en los sectores urbanos requieren una gran coherencia y continuidad debido a la intervención de múltiples agentes y a la interacción que presentan las acciones que se pueden plantear. El propio escurrimiento de las aguas sobre la superficie urbana hace que en cada sector se sufran las consecuencias de lo que ocurre aguas arriba y genere, a su vez, obligaciones y efectos hacia aguas abajo. Se requiere establecer ciertas normas mínimas para compatibilizar los diferentes desarrollos dentro de un esquema general coherente.

El enfoque moderno de Plan de gestión de las aguas lluvias debe considerar por lo menos, tres objetivos fundamentales:

**Control de crecidas:** el objetivo es proyectar las instalaciones que provean el adecuado almacenamiento y transporte de los caudales máximos y de los volúmenes de escorrentía a medida que la tormenta va ocurriendo.

**Control de la calidad del agua:** el objetivo es proveer sistemas a nivel zonal que sean capaces de sanear la primera escorrentía o reducir las cargas de contaminantes del acuífero o cauces receptores, al máximo dentro de lo practicable.

**Manejo del ecosistema:** el objetivo es desarrollar un sistema regional que proteja el paisaje y el conjunto de organismos vivos que en él habitan y que permita el aprovechamiento del recurso hídrico.

Los urbanizadores deberán presentar los estudios necesarios para su aprobación a la Dirección de Obras Hidráulicas, del Ministerio de Obras Públicas. Los objetivos de estos estudios serán:

- ✓ Estudiar el problema de evacuación y drenaje de aguas lluvias del área y proponer una solución integral.

- ✓ Proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución al problema de evacuación y drenaje para la localidad.
- ✓ Obtener una priorización de los proyectos de inversión.
- ✓ Definir los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias privilegiando las técnicas alternativas de regulación de caudales.

El contenido mínimo será:

- ✓ La definición del patrón de drenaje antes de la urbanización y después de ella.
- ✓ Determinar la escorrentía de aguas lluvias para distintas magnitudes de eventos hidrológicos, como mínimo, para eventos asociados a periodos de retorno de 2 a 10 años. Estos estudios se refieren a hidrología de la zona, clasificación de suelos y uso actual y futuro del suelo.
- ✓ Catastro y caracterización de la infraestructura existente de aguas lluvias, los canales urbanos, los cauces naturales que atraviesen las zonas urbanas y otras infraestructuras que servirían como vías de evacuación de aguas lluvias.
- ✓ Diagnóstico de la situación sin proyecto de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias o aquellos que presten dicho servicio en forma natural como los canales de riego y la selección de las áreas a sanear.
- ✓ Simulación y dimensionamiento de alternativas a nivel de perfil para las áreas a sanear, definición de costos, el nivel de seguridad requerido y seleccionando la alternativa de solución para cada área a sanear.
- ✓ Verificar la viabilidad de las alternativas seleccionadas, con su correspondiente impacto ambiental y priorización de obras.

El proyecto así definido será presentado a la autoridad competente para su revisión y aprobación.

Para el diseño de las soluciones de aguas lluvias, tanto en áreas consolidadas como en zonas de extensión, se podrá considerar como guía de diseño el **Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Concepción**, sin embargo, el interesado deberá hacer sus propias estimaciones considerando la ubicación geográfica y geomorfología de la localidad.

Alternativamente y también para aprobación de la Dirección de Obras Hidráulicas el urbanizador podrá presentar medidas de carácter local, que se refieren exclusivamente a obras y acciones destinadas a enfrentar problemas generados por aguas lluvias que precipitan sobre el mismo lugar urbano de interés. Las obras que se propongan contribuirán a la solución de los problemas generados por las aguas lluvias como soluciones alternativas y complementarias (conocidas como técnicas alternativas) a la red de drenaje natural, de manera de colaborar en la solución de los problemas generados por las aguas lluvias mediante la disposición local de los excesos en el mismo sector en que ellos se producen. En el ámbito técnico, este esquema se conoce como de control en la fuente. Los mecanismos de solución son la infiltración y el almacenamiento temporal en plazas y parques.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias técnicas alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone

recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

Las soluciones alternativas a la evacuación directa ponen en juego almacenamientos temporales para restituir los volúmenes con gastos menores una vez que pasan los periodos críticos, o mediante la disminución de los volúmenes de escurrimiento por medio de la infiltración en el suelo.

- Propuestas de técnicas alternativas que limiten la escorrentía superficial y el traslado de contaminantes aguas abajo en la red.
- Definir claramente, por parte de los urbanizadores, los terrenos que son inundables y el uso que se propone.
- Definición de espacios públicos que pueden ser utilizados para la materialización de algunas de las técnicas alternativas, ya sea a nivel local o a nivel comunal.

Estas propuestas deberán considerar, también:

- Definir la red de drenaje general como los cauces naturales que conforman la cuenca, que considere la forma en que ellos se incorporan en la urbanización.
- Respetar el sistema de drenaje natural incluso en sus etapas iniciales, estableciendo para cada sector que se urbanice claramente la forma en que se drenarán los excesos, los que se harán llegar hasta los cauces naturales establecidos o al acuífero vía infiltración.
- Considerando el emplazamiento de la urbanización ya sea en zonas de extensión o en áreas a densificar, el urbanizador deberá estimar la escorrentía en la situación sin proyecto y luego la escorrentía en la situación con proyecto.
- Cualquier sector que se urbanice no deberá generar mayores volúmenes de escorrentía ni mayores caudales máximos que los que se generaban en el sector previamente a la urbanización. Para lograr lo anterior, se recomienda privilegiar soluciones alternativas de infiltración de los caudales de aguas lluvias excedentes a la escorrentía del sector en la situación sin proyecto. Se deberá mantener la capacidad natural de infiltración y la de amortiguación de crecidas que un determinado sector tenía antes de su urbanización.
- Privilegiar la regulación de caudales, la infiltración, el manejo controlado al interior de los núcleos básicos de producción de escorrentía como son las viviendas y el diseño de la red vial coherente con un drenaje planificado y controlado.

Un objetivo primario a lograr con la materialización de una o varias técnicas alternativas es que, una vez urbanizado un sector, debieran generarse volúmenes y gastos máximos de las crecidas de aguas lluvias similares o inferiores a los que ocurren previos a la urbanización. Ello supone recuperar la capacidad de infiltración y la de amortiguación de crecidas que el sector tenía antes de ser urbanizado, haciéndose cargo de la impermeabilización del terreno.

## **11 DEFINICIÓN DE FAJAS DE PROTECCIÓN A SISTEMA DE CANALES Y OBRAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS**

A continuación, se resumen criterios genéricos para definir las fajas de protección o resguardo a nivel de planificación territorial en lo relativo a fajas de canales existentes o en el caso de privilegiar soluciones mediante colectores, para la red de aguas lluvias, se deberán considerar las fajas de resguardo propuestas en este capítulo. En los proyectos específicos se definirán los requerimientos considerando las particularidades de cada caso.

Si bien la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, no tiene un reglamento al respecto, los criterios se basan fundamentalmente en la necesidad de mantención futura de la red y en la experiencia obtenida en los sistemas construidos.

### **11.1 FAJAS DE PROTECCIÓN EN CANALES A TAJO ABIERTO**

En el caso de canales existentes, las fajas de protección lateral mínima, definida a nivel de planificación territorial, medida desde el borde superior serán de 5 m en un extremo para materializar un camino de mantención y 1 m en el otro extremo que permita construir los cercos necesarios.

En las zonas donde exista vialidad lateral al canal sólo se considera un cerco o barrera de seguridad ubicada a un metro por ambas riberas.

### **11.2 FAJAS DE PROTECCIÓN EN CAUCES NATURALES Y QUEBRADAS**

Al respecto, es sustentable para este instrumento de planificación considerar la línea que define la meseta de inundación, para 100 años de periodo de retorno, con uso regulado como áreas de recreación y esparcimiento o infraestructura de uso temporal como camarines, u otros. Dicha restricción, además de las atribuciones que posee la Dirección General de Aguas sobre el uso de cauces naturales, permitirá asegurar que el sistema de drenaje natural se mantenga en el tiempo y no sea “borrado”.

De acuerdo a lo anterior, para definiciones específicas se deberán desarrollar los estudios pertinentes que deben considerar las características particulares tanto geomorfológicas como hidrológicas de cada cuenca y restricciones particulares de la zona a desarrollar y como resultado de lo anterior definir fajas de protección específicas. Estas fajas de protección deberán contar con la aprobación de los organismos pertinentes.

### **11.3 FAJAS DE PROTECCIÓN EN COLECTORES**

Con respecto a la faja de protección en el emplazamiento de colector, básicamente corresponderá a la faja necesaria para la futura mantención y específicamente a la necesidad de tener fácil acceso a las cámaras de inspección. Por lo anterior, se requiere una faja de protección equivalente a  $(D_{ext} + 4 \text{ m})$ .

## **12 JUSTIFICACIÓN DE LOS ANCHOS REQUERIDOS PARA MANTENCIÓN**

Respecto a los anchos mínimos necesarios utilizados en los caminos laterales a los canales para realizar su limpieza, será aquella que permita el tránsito de la maquinaria comúnmente utilizada.

En la limpieza de canales se utiliza una excavadora Caterpillar 110B, de 13 Toneladas, con una capacidad de  $0,75 \text{ m}^3$ , la cual garantiza una profundidad de 4,5 m.

El o los camiones que reciben el material de desecho tienen una capacidad de carga de 20 ton y su peso de 10 ton (Tara + Carga = 30 ton), repartida en 3 ejes (doble puente trasero).

El ancho mínimo de trabajo que se requiere es de 3 m para avance y/o retroceso más maniobras, pero se especifica 3,5 m por razones de seguridad, además de dejar eventualmente cada 150 m un espacio de 5 m de ancho por 6 m de longitud para realizar los retornos.

En el entendido que este plan regulador es un instrumento de planificación territorial donde se indican las soluciones a nivel de perfil, se recomienda considerar un ancho típico de 6 m distribuido como 5 m por un costado y 1 m en el otro. Corresponderá a etapas futuras de diseño definir la necesidad real de faja requerida.

## **13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **13.1 SERVICIOS SANITARIOS**

De los antecedentes analizados relativos a la existencia de recurso hídrico, que haga sustentables los requerimientos futuros de agua potable, es posible señalar que la empresa concesionaria de los servicios urbanos cuenta con derechos de agua de carácter consuntivo y de ejercicio permanente y continuo por 21 l/s para Contulmo (considerando las mejoras del Plan de Desarrollo).

De acuerdo a lo señalado en los Planes de Desarrollo de la empresa ESSBIO S.A., con respecto a la cobertura de los servicios básicos, ésta considera dentro de sus políticas de gestión, ampliar su cobertura espacial.

Si el área definida como urbana en el Plan Regulador, se encuentra incluida dentro del área de concesión de la empresa ESSBIO S.A. (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).

De acuerdo a los antecedentes disponibles en la Dirección General de Aguas, relacionados específicamente a los derechos de aprovechamiento de aguas registrados, se han constituido derechos, en la comuna de Contulmo, desde fuentes superficiales del tipo consuntivo de ejercicio permanente y continuo, por un caudal promedio anual, de 11.437 l/s (datos actualizados a julio de 2015). En tal sentido, será posible transar recursos en el caso que existan otros concesionarios interesados.

Con respecto al tratamiento de las aguas servidas, de acuerdo a la planificación de la empresa ESSBIO, existe capacidad de tratamiento para la demanda proyectada hasta el año 2027.

Con respecto a las obras necesarias para abastecer de agua potable y dotar de alcantarillado de aguas servidas al crecimiento proyectado, es necesario tener presente que la localidad se organiza desde el ámbito de los servicios sanitarios como un sistema urbano, por lo que la

infraestructura existente cumple con la normativa vigente. En tal sentido se requiere ampliar la infraestructura para dotar a las nuevas áreas.

La inversión que considera la empresa sanitaria para cubrir la demanda hasta el año 2027 equivale a 6.334 UF (más IVA).

Se adjuntan a este informe los planos que incluyen los territorios operacionales de la empresa sanitaria ESSBIO S.A., los cuales indican las áreas consideradas con factibilidad de servicio por parte de la empresa, hasta el año 2027.

El Plan de desarrollo de la empresa sanitaria estimó para el año 2027 una población equivalente a 2.394 hab. Las proyecciones de población indicadas en el Plan de Desarrollo obedecen a estimaciones considerando el territorio operacional vigente y futuro, de la empresa sanitaria ESSBIO S.A. esta proyección es diferente a la realizada en este Plan Regulador que obedece a consideraciones territoriales propias de este estudio.

Las características de los servicios sanitarios existentes se indican en el cuadro siguiente:

**Cuadro 13.1-1: Características de los servicios sanitarios**

Localidad	Sistema sanitario existente
Contulmo	Esta localidad se organiza desde el punto de vista sanitario como servicios públicos.

Fuente: Elaboración Propia

La inversión estimada por la empresa ESSBIO, para la localidad de Contulmo, durante el periodo, 2013-2027, para alcanzar la cobertura y los niveles de servicio señalados en el Plan de Desarrollo elaborado en Enero de 2013, es de **6.334 UF**, distribuidos en distintos años en el horizonte de previsión señalado. La distribución de la inversión por localidad es de:

**Cuadro 13.1-2: Inversión requerida para implementar el Plan de Desarrollo**

Localidad	Monto (UF) IVA Incluido	Población año 2027 (hab.)
Contulmo	6.334	2.394
<b>Total</b>	<b>6.334</b>	<b>2.394</b>

Fuente: Plan de Desarrollo localidad de Contulmo. Enero 2014.

Para la localidad de Contulmo, las obras más importantes planificadas son:

- ✓ Aumento de la capacidad de captación estero El Peral, en 2,3 l/s, 1.300 UF).
- ✓ Aumento de capacidad de conducción en etapa de distribución, D= 200 mm, L= 162 m, (800 UF).
- ✓ Reemplazo de redes de aguas servidas L= 114 m, (1.334 UF)
- ✓ Aumento capacidad de conducción en etapa de disposición, D= 200 mm, L= 188 m, (1.200 UF).
- ✓ Aumento de la capacidad de PEAS, Q= 13 l/s, (1.700 UF).

Con respecto a abastecer la demanda de la cabida máx. se requiere aumentar la capacidad de la totalidad de la infraestructura de producción, distribución, recolección y tratamiento.

Para la cabida máxima las obras para abastecer de servicios sanitarios urbanos a la localidad de Contulmo, son las siguientes:

### 13.1.1 Agua Potable

Fuente: se requiere capacidad adicional en la fuente para abastecer la demanda equivalente a la cabida máxima por un caudal de **133,1 l/s** considerando 18 hrs de bombeo.

Estanque: se requiere la construcción de un estanque de 900 m<sup>3</sup> para abastecer el nuevo límite urbano de la comuna de Contulmo, si se considera la cabida máxima. Con respecto a la cobertura espacial del estanque propuesto, se requiere que este se ubique a una cota tal que la vivienda más desfavorable desde el punto de vista de presiones en la red, tenga una presión mínima a la entrada del medidor de agua potable de 15 mca.

Red de distribución: la longitud requerida para el cubrir la demanda de la cabida máxima para el límite urbano propuesto en Contulmo será de 52.483 m para satisfacer la demanda de la cabida máxima, distribuidas en diámetros variables entre 100 y 400 mm.

La distribución temporal y espacial de esta inversión dependerá del desarrollo específico de cada sector.

### 13.1.2 Aguas servidas

Redes de recolección: se requiere instalar una longitud adicional de 44.445 m, en diámetros variables entre 200 y 350 mm.

Planta de Tratamiento de aguas servidas: se requiere un aumento de la capacidad de tratamiento de 23 l/s, para dar servicio a la cabida máxima.

Emisario desde Planta de tratamiento: se requiere reforzar el emisario para la demanda de la cabida máxima, equivalente a 62 l/s.

### 13.1.3 Saneamiento de aguas lluvias

La Ley 19.525, que regula los aspectos relativos a las redes de aguas lluvias, define prioridad de ejecución de Planes Maestros de Aguas Lluvias para las localidades con una población de 50.000 habitantes o más. Por lo anterior, estas localidades no cuentan con Plan Maestro de Aguas Lluvias y no están en los planes a corto plazo del Ministerio de Obras Públicas.

Debe tenerse en cuenta que el presente plan regulador es un elemento de planificación y las soluciones que aquí se plantean han sido estudiadas sólo a nivel de perfil, por lo tanto, cada una de las propuestas deberá ser analizada mediante un proyecto de detalle previo a proceder a su construcción.

En este sentido, todas las soluciones pueden ser optimizadas, siempre y cuando se mantenga su concepto general. Se recomienda analizar la posibilidad de que las soluciones sean ejecutadas en forma modular, agregando elementos en la medida que el crecimiento urbano lo exija. Estos aspectos deberán ser contemplados como parte de los diseños, de los proyectos planteados.

Al no estar incluida esta localidad en los planes de inversión de los organismos competentes le corresponderá a los urbanizadores y al municipio hacerse cargo de resolver los problemas de aguas lluvias en las áreas de expansión como en la zona consolidada respectivamente.

Se deberá privilegiar el uso de técnicas alternativas de solución relativas a la regulación e infiltración de caudales dejando para tales efectos áreas verdes que se podrán, utilizar como zonas recreacionales y de esparcimiento.