



ESTUDIO BÁSICO:

ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

RESUMEN EJECUTIVO

ESTUDIO BÁSICO:

**ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO
RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO,
METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)**

RESUMEN EJECUTIVO

INDICE

ITEM	MATERIA	PAG.
1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
	Objetivos	2
	Etapas de Desarrollo del Estudio.....	3
2.	ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE APR.....	3
2.1.	REUNIONES CON LAS DOH REGIONALES	3
2.2.	FASE I: ANÁLISIS GENERAL DE 733 SISTEMAS DE APR Y PRIMERA SELECCIÓN (FILTRRO 200 APR)	3
2.2.1.	Consideraciones Generales.....	3
2.2.2.	Base de Datos	4
2.2.3.	Caracterización Sistemas APR.....	4
2.2.4.	Primera Selección de Sistemas de APR.....	7
2.3.	FASE 2: ANÁLISIS 200 SISTEMAS APR Y SEGUNDA SELECCIÓN (FILTRRO 80 APR).....	9
2.3.1.	Consideraciones Generales y Metodología de Selección.	9
2.3.2.	Sub Etapa I: Definición y Caracterización de Variables Vinculadas a Criterios de Selección.....	9
2.3.3.	Sub Etapa II: Evaluación Criterios de Selección y Proposición Filtro 2	15
2.3.4.	Sub Etapa III. Selección Final Sistemas Plan de Inversión (Mesas Técnicas Regionales)	16
3.	ANÁLISIS GENERAL DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO.....	27
3.1.	PTAS VISITADAS.....	27
3.1.1.	PTAS Localidad El Melón (Lombrifiltro)	29
3.1.2.	PTAS Cerrillos (Lodos Activados Modalidad Cultivo Fijo)	29
3.1.3.	PTAS El Patagual, Pataguas Cerro (Lodos Activados)	29
3.1.4.	PTAS El Molino – El Álamo (Lodos Activados)	29
3.1.5.	PTAS Bobadilla (Lodos Activados)	29
3.1.6.	Conclusiones y recomendaciones generales de las visitas realizadas.....	29
3.2.	ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	30
3.2.1.	Tecnologías que permiten el cumplimiento de la normativa vigente	31
3.2.2.	Análisis de Costos de las tecnologías.....	31
3.2.3.	Recomendación de alternativas de tratamiento según rango de población.....	33

ITEM	MATERIA	PAG.
4.	DESARROLLO DE PERFILES PARA LAS 80 LOCALIDADES	33
4.1.	SITUACIÓN GENERAL DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	35
4.1.1.	Sistemas de Agua Potable.....	35
4.1.2.	Sistemas de Saneamiento	36
4.2.	CONSIDERACIONES GENERALES DE LAS SOLUCIONES A NIVEL DE PERFIL PROPUESTAS	36
4.3.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	38
4.4.	PROPOSICIÓN TARIFARIA.....	38
4.4.1.	Antecedentes Básicos del Marco Legal	38
4.4.2.	Estimación de tarifas	40
4.5.	RESUMEN DE LAS SOLUCIONES DE SANEAMIENTO PROPUESTAS.....	40
5.	ANÁLISIS ADICIONALES	45
5.1.	SITUACIÓN LEGAL DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DEL SECTOR RURAL	45
5.2.	ALTERNATIVAS DE DISPOSICIÓN DE LOS LODOS GENERADOS POR LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DEL SECTOR RURAL.	48
6.	PLAN DE INVERSIONES.....	49
6.1.	PRIORIZACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO.....	49
6.2.	OBJETIVO Y VARIABLES A UTILIZAR. RESULTADOS PRIORIZACIÓN.....	50
6.3.	CALENDARIO DE INVERSIONES Y CARTA GANTT DE ACTIVIDADES	61
6.3.1.	Región de Valparaíso	64
6.3.2.	Región Metropolitana.....	66
6.3.3.	Región del Libertador Bernardo O´Higgins	68
6.3.4.	Región del Maule.....	70
6.3.5.	Macrozona Central	72
7.	RECOMENDACION PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO.....	72
7.1.	MODELO DE GESTIÓN.....	72
7.2.	CAPACITACIÓN A OPERADORES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS.....	74
7.3.	DISEÑO DE LAS OBRAS.....	74

ESTUDIO BÁSICO:

ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento corresponde al Informe Final del Estudio "Análisis Plan de Inversión Pública en Saneamiento Rural para 80 Localidades Concentradas (Regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule)", contratado por la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas a la empresa IFARLE Ingenieros Civiles Consultores mediante Resolución Exenta DIRPLAN N°580 de fecha 19 de Julio d 2017.

El trabajo se apoyó además en una contraparte nacional y regional que contó con la participación de profesionales de DIRPLAN, DOH, SUBDERE y MIDESO, además de aportes recogidos en las distintas reuniones con representantes de Cooperativas o Comités de agua potable rural de cada localidad.

El documento está estructurado en 7 capítulos, en los que se proporciona 74 soluciones a nivel de perfil, teniendo en cuenta que dos localidades seleccionadas en la Región Metropolitana cuentan con una Ingeniería Básica la cual está en proceso de aprobación por el SEREMI de Salud y Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, para posteriormente postular a la Subdere, y que en otras regiones para algunas localidades se ha optado por una solución común en función de consideraciones técnicas y económicas.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En el contexto del Plan Chile 30/30 Obras Públicas y Agua para el Desarrollo, el Ministerio de Obras Públicas se propone abordar las desigualdades que se mantienen en nuestro país, y que dan cuenta, entre otros, de un desequilibrio en materia de acceso a infraestructura sanitaria en el sector rural, comparado con el sector urbano.

En efecto, según datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, al año 2014, la cobertura de agua potable en el sector urbano alcanzaba el 99,9%, la de alcantarillado un 96,7% y la de tratamiento de aguas servidas un 96,58% (respecto de la población total), mientras que en el sector rural las cifras son aún lejanas, sobre todo en materia de saneamiento rural. En el Estudio de Kristal Ingeniería (2007), solicitado por SUBDERE, se cifraban en 407.628 los habitantes de zonas rurales con demanda de agua potable y en 1.552.801 los que demandan saneamiento, de un total de 2.026.322 habitantes. Esto equivale a 20,1% y 76,6%, respectivamente, cifrando con ello una cobertura de 79,9% de agua potable en el sector rural y apenas un 23,4% el saneamiento rural.

Gran parte del avance de cobertura en el sector rural se debe a la creación, en el año 1964, del Programa de Agua Potable Rural, cuyo objetivo era solucionar el déficit de abastecimiento de agua potable en las localidades rurales concentradas. El sector rural concentrado, para los efectos que considera dicho Programa, estaba constituido por localidades rurales con una población mínima de 150 habitantes y una densidad de al menos 15 viviendas por kilómetro de

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



futura red de agua potable. Una vez que la cobertura para localidades concentradas alcanzó el 100%, la inversión del Programa de Agua Potable Rural se enfocó prioritariamente en el Plan de Localidades Semiconcentradas y en continuar con el Programa de Mejoramiento, Ampliaciones y Conservación de Sistemas existentes.

El sector rural semiconcentrado, conforme a lo estipulado por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, está constituido por localidades rurales con una población mínima de 80 habitantes y una densidad de al menos 8 viviendas por kilómetro de futura red de agua potable.

De acuerdo a estimaciones de la Dirección de Obras Hidráulicas (MOP), al año 2009 existían 363 plantas de tratamiento de Aguas Servidas instaladas en el sector rural, de las cuales 217 se ubicarían en sistemas de APR adscritos al Programa, sin embargo, no proporcionan servicio a la totalidad de la población, ya que pertenecen a villorrios rurales, escuelas, liceos, postas, entre otros. La experiencia no ha sido del todo exitosa debido principalmente a: i) las dificultades en la operación y mantenimiento por parte de los administradores de estos servicios sanitarios (Municipalidades, Minvu, etc.) ii) el escaso apoyo técnico a los Comités y Cooperativas que se han hecho cargo de la operación y mantenimiento iii) por no existir una legislación que sustente el ámbito de saneamiento rural, lo cual genera ambigüedades donde la responsabilidad de la administración y operación no queda definida, sin embargo la nueva Ley N° 20.998, de Servicios Sanitarios Rurales, viene a suplir esta carencia.

El Plan de Saneamiento Rural que se considera elaborar debe, por tanto, hacer diversas consideraciones de carácter técnico, ambiental, de gestión administrativa, gestión económica, territoriales, entre otros, a objeto de que las inversiones en materia de saneamiento sean autosustentables en el tiempo.

Objetivos

El Objetivo general del estudio es elaborar una propuesta de Plan Estratégico de Inversiones en Saneamiento Rural para 80 localidades concentradas, a partir de un diagnóstico y prospección de requerimientos de los sistemas de APR concentrados existentes en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule, seleccionando aquellos sistemas que permitan sostener soluciones de recolección y tratamiento de aguas servidas rurales.

Los objetivos específicos planteados para lograr el objetivo general del estudio son:

- i. Realizar un análisis general de las condiciones actuales de los 733 sistemas de APR concentrados bajo la tuición del MOP, que cuentan con sistemas colectivos de recolección de aguas servidas, identificando y caracterizando el equipamiento físico disponible, especialmente en lo referido a la provisión de agua necesaria para sostener las soluciones de saneamiento existentes, a la conducción, tratamiento y disposición de las aguas servidas.
- ii. Realizar un análisis general de las condiciones actuales para los sistemas de APR concentrados, que no cuentan con sistemas colectivos de recolección de aguas servidas, identificando el equipamiento físico disponible, especialmente en lo referido a la provisión de agua necesaria para sostener eventuales soluciones de saneamiento básico.
- iii. Analizar y proyectar el crecimiento de población de las localidades para un conjunto de sistemas de APR concentrados, especialmente en cuanto a oferta y demanda de saneamiento rural (agua potable y tratamiento de aguas servidas), con un horizonte de 20 años.

- iv. Analizar propuestas de solución ad hoc, factibles para elaborar un plan tentativo de inversiones en saneamiento rural (mejoramientos y nuevas iniciativas) que permitan sostener, en un horizonte mínimo de 20 años, soluciones básicas de recolección y tratamiento de aguas servidas rurales.
- v. Presentar a nivel de perfil las soluciones de saneamiento rural propuestas, para 80 localidades en la zona central. Es decir, alrededor de 20 sistemas por región. (Como antes se ha mencionado, algunas de las iniciativas podrían tratarse de mejoramientos relevantes de sistemas de saneamiento rural ya existentes).

Etapas de Desarrollo del Estudio

- **Etapa 1:** Revisión de los Sistemas de Agua Potable Rural Concentrados.
- **Etapa 2:** Desarrollo de los perfiles de Soluciones Seleccionadas para los 80 Sistemas.
- **Etapa 3:** Propuesta de Plan de Inversiones en Saneamiento Rural.

2. ANALISIS DE LOS SISTEMAS EXISTENTES DE APR

2.1. Reuniones con las DOH Regionales

Se realizaron reuniones en cada una de las oficinas de la DOH de las 4 Regiones que involucra el estudio, específicamente con los Jefes y profesionales de las Unidades de APR respectivas, con el objeto de dar a conocer el desarrollo del estudio, solicitar información de los sistemas de APR e invitarlos a ser parte en la definición de los criterios y selección de los sistemas de APR que finalmente pasarán a formar parte de este Plan de Inversión de Saneamiento Rural.

2.2. FASE I: Análisis General de 733 sistemas de APR y primera selección (FILTRO 200 APR)

2.2.1. Consideraciones Generales

El objetivo de esta primera Fase, una vez recopilada la información base, fue ordenar y sistematizar los antecedentes de los 733 sistemas de APR concentrados, que existen en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y del Maule, para lo cual se estructuró una base de datos en Excel y de manera paralela se construyó un proyecto SIG (Sistema de Información Geográfico) en cada una de las regiones.

Mediante la elaboración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se facilita las labores de recolección, análisis, gestión y representación de datos espaciales. Básicamente el SIG funciona como una base de datos con información geográfica, la cual se asociará a cada sistema de APR a través de un identificador común, el cual permitirá vincular la información representada gráficamente en un mapa digital, con la información de las bases de datos (bases de atributos) a construir.

Por lo tanto, se podrán conocer los atributos de un tema, seleccionando un punto, se podrán hacer consultas y selecciones específicas, se podrá acceder directamente a la base de atributos, de la información básica y específica, y además se podrá tener acceso a la información complementaria a través de la visualización directa de los archivos o a través del hipervínculo.

Una vez realizada la labor anterior, se procedió a establecer los criterios que permitieron seleccionar los 200 sistemas que pasaron a la segunda fase de análisis.

En los acápite siguientes se resumen los resultados obtenidos en esta primera Fase.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



2.2.2. Base de Datos

La base de datos desarrollada tuvo por objeto caracterizar de manera general a los sistemas y aportar los antecedentes que permitan realizar una primera selección y/o filtrado de los sistemas APR que cumplan los requisitos mínimos o básicos para ser candidatos a saneamiento.

Básicamente la información recopilada, desde las diferentes fuentes, permite conocer de cada sistema de APR lo siguiente:

- Nombre y ubicación (comuna, provincia, región y coordenadas UTM)
- Características sistema de APR (Año puesta en marcha, N° arranques, población, N° y volumen estanques de regulación, N° de captaciones, longitud de redes, caudal de diseño, estado general del APR, etc.)
- Características Sistema de Saneamiento (identificación de aquellos que tienen alcantarillado, PTAS, año inicio operación, cobertura parcial y/o total, estado general sistema, tipo de tratamiento, N° de UD, disposición aguas tratadas, etc.).

La base de datos completa con la información recopilada para cada sistema se presenta en el Informe Anexo B (digital) del informe Etapa 1.

2.2.3. Caracterización Sistemas APR

2.2.3.1. Según Distribución de Tamaño y Ubicación Sistemas de APR

Inicialmente y con el objeto de tener una visión general de cómo se distribuyen los sistemas de APR según su tamaño y ubicación geográfica, se realizó una subdivisión y/o clasificación según tamaño y/o números de arranques, para lo cual se definieron los siguientes tres grupos:

- Grupo 1: Sistemas con más de 500 arranques (grandes)
- Grupo 2: Sistemas con más de 250 arranques y menos de 500 arranques (medianos)
- Grupo 3: Sistemas con menos de 250 arranques (pequeños)

En la Tabla siguiente se muestra un resumen por región, de cómo se distribuyen los sistemas según N° de arranques; adicionalmente se indica el número de sistemas que actualmente poseen algún tipo de saneamiento colectivo (ya sea parcial y/o total).

Tabla 2-1. Distribución Sistemas de APR según N° de Arranques por Región

RESUMEN 4 REGIONES								
Región	Con Algún Tipo de Saneamiento	< 250 arranques		250 – 500 arranques		>500 arranques		Total Sistemas
		Nº Sistemas	C/San	Nº Sistemas	C/San	Nº Sistemas	C/San	
Valparaíso	32	95	11	30	11	27	10	152
Metropolitana	18	35	2	33	1	34	15	102
Libertador Bernardo O'Higgins	87	72	13	76	37	65	37	213
del Maule	76	160	31	61	22	45	23	266
Totales	213	362	57	200	71	171	85	733
Porcentajes	29,10%	49,40%	26,80%	27,30%	33,30%	23,30%	39,90%	

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo Planos del Informe de la Etapa 1 se presenta, para cada región, un plano con la ubicación e identificación de cada uno de los sistemas de APR en estudio, específicamente se incluye la siguiente información:

- Identificación del sistema según al grupo al cual pertenece (Grupo 1, 2 ó 3).
- Identificación si el sistema y/o localidad posee algún tipo de saneamiento colectivo, ya sea parcial o total.
- Tabla resumen con identificación del nombre del sistema, Nº de arranques y comuna al cual pertenece.

2.2.3.2. Caracterización General Sistemas de APR con Saneamiento

El total de sistemas APR que cuenta con algún tipo de saneamiento colectivo (ya sea parcial y/o total) asciende a 213 sistemas, lo cual corresponde a un 29,1 % respecto al total de APR concentrados (ver tabla 1-1 anterior). Por otro lado, al no existir una legislación (hasta diciembre del año 2016) que definiera un ente responsable de la administración y operación del saneamiento rural, la información y antecedentes vinculados a esta temática, se encuentra actualmente de forma dispersa, incompleta y no sistematizada. En todo caso, se realizó una búsqueda y solicitud de información referente a sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas de los sistemas rurales, en las instituciones (SISS, DGA, CIRH, Subdirección APR DOH Regionales, SUBDERE) y en los estudios indicados en el Anexo A del Informe de la Etapa 1.

En términos generales los 213 sistemas de APR que cuentan con algún tipo de saneamiento colectivo, se distribuyen por región y según su grado de cobertura, como se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 2-2. Distribución Sistemas de APR, Según Cobertura de Saneamiento por Región

Región	Saneamiento Total		Saneamiento Parcial		S/I Cobertura		Total
	Nº	% sobre total	Nº	% sobre total	Nº	% sobre total	
Valparaíso	11	34,40%	18	56,30%	3	9,40%	32
Metropolitana	3	16,70%	15	83,30%	-		18
Libertador Bernardo O'Higgins	5	5,70%	77	88,50%	5	5,70%	87
del Maule	18	23,70%	27	35,50%	31	40,80%	76
Total	37		137		39		213

Fuente: Elaboración propia

Otro antecedente importante de caracterizar en los sistemas que actualmente poseen algún grado de saneamiento, es la identificación del tipo o sistema de tratamiento que es utilizado. A continuación, en las Tablas siguientes se presentan y cuantifican, por región, el número de plantas de tratamiento según tecnología utilizada, indicando adicionalmente la cobertura de tratamiento.

Tabla 2-3. Distribución Sistemas de Saneamiento Según Tipo de Tecnología Utilizada y Cobertura. Región de Valparaíso

REGIÓN DE VALPARAÍSO					
Tipo Tratamiento	Total Sistemas	Cobertura Total	Cobertura Parcial		S/I Cobertura
		Nº	0 - 50%	50 - 99%	
Lodos Activados	12	4	6	2	0
Biodiscos	2	0	1	1	0
Otros	3	1	1	1	0
S/I Tipo de Tratamiento	10	4	2	1	3
Sin Tratamiento (Solo Alcant.)	5	2	3	0	0
Total	32	11	13	5	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-4. Distribución Sistemas de Saneamiento Según Tipo de Tecnología Utilizada y Cobertura. Región Metropolitana

REGIÓN METROPOLITANA					
Tipo Tratamiento	Total Sistemas	Cobertura Total	Cobertura Parcial		S/I Cobertura
		Nº	0 - 50%	50 - 99%	
Lodos Activados	1	0	1	0	0
Biodiscos	2	0	0	2	0
Sin Tratamiento (Solo Alcant.)	15	3	6	6	0
Total	18	3	7	8	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-5. Distribución Sistemas de Saneamiento Según Tipo de Tecnología Utilizada y Cobertura. Región Libertador Bernardo O'Higgins

REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS					
Tipo Tratamiento	Total Sistemas	Cobertura Total	Cobertura Parcial		S/I Cobertura
		Nº	0 - 50%	50 - 99%	
Lodos Activados	45	4	37	2	2
Lombrifiltro	13	0	12	0	1
Otros	10	1	7	1	1
S/I Tipo de Tratamiento	19	0	13	5	1
Total	87	5	69	8	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-6. Distribución Sistemas de Saneamiento Según Tipo de Tecnología Utilizada y Cobertura. Región del Maule

REGIÓN DEL MAULE					
Tipo Tratamiento	Total Sistemas	Cobertura Total Nº	Cobertura Parcial		S/ Cobertura
			0 - 50%	50 - 99%	
Lodos Activados	30	11	12	2	5
Aireación Extendida	11	2	5	4	0
Otros	8	4	1	2	1
S/I Tipo de Tratamiento	25	1	0	1	23
Sin Tratamiento (Solo Alcant.)	2	0	0	0	2
Total	76	18	18	9	31

Fuente: Elaboración propia

2.2.4. Primera Selección de Sistemas de APR

La selección de los 200 sistemas de APR, dentro del universo de los 733 en estudio, que pasaron a la segunda fase de análisis y por ende son candidatos a formar parte del Plan de Inversiones de Saneamiento, requiere la definición de dos variables, las cuales son:

- i. Definición de los criterios de distribución del número y/o cantidad de sistemas a considerar por región, del total de 200 sistemas establecidos para esta primera selección.
- ii. Definición de los criterios, en base a características técnicas, que permitan seleccionar específicamente cada uno de los sistemas por región, según el número establecido en el acápite i) anterior.

La definición de los criterios para ambas variables (acápites i y ii) se acordaron y consensuaron entre la Inspección Fiscal del estudio, una Mesa Técnica (conformada por profesionales del Nivel Central de los Servicios: DOH APR, Subdere y Dirplan) y este consultor. A continuación, se presentan los criterios adoptados en cada caso.

2.2.4.1. Criterios Distribución del Número de Sistemas a Considerar por Región.

Se adoptó como criterio de distribución, del número de sistemas a considerar por región, del total de 200 establecido para esta primera fase, la cantidad de arranques existentes por región, lo anterior de alguna manera establece un criterio de distribución porcentual según número de población abastecida por los sistemas de APR concentrados existentes. En la Tabla siguiente se presenta el número de arranques por región, el porcentaje de éstos según el total de arranques de las 4 regiones, el número de sistemas a considerar en el primer filtro, por región, de un total de 200 y el número de sistemas a considerar por región en el segundo filtro, este último valor corresponde a un 40 % del valor determinado en cada región, en la primera selección y/o filtro.

Tabla 2-7. Distribución del Número de Sistemas de APR, por región, en la Primera y Segunda Selección (Filtros).

Región	Nº de APR Concentrados	Nº de Arranques	Porcentaje (%) sobre Total	Distribución Primer Filtro 200 Sistemas	Distribución Segundo Filtro 80 Sistemas
Valparaíso	152	47.909	17,50%	35	14
Metropolitana	102	55.545	20,30%	40	16
Libertador Bernardo O'Higgins	213	88.729	32,40%	65	26
Del Maule	266	82.092	29,90%	60	24
TOTALES	733	274.275	100,00%	200	80

Fuente: Elaboración propia

2.2.4.2. Criterios Técnicos Considerados Selección Primer Filtro (200 Sistemas).

Una vez definido el número de sistemas por región, se procedió a seleccionar los sistemas que integrarán este primer filtro, por región. Para lo anterior, se propusieron y establecieron criterios generales, ya estudiados y planteados en estudios anteriores y que tienen como objeto fundamental, indicar cuáles son las condiciones que favorecen la implementación y operación de un sistema de saneamiento en una localidad rural. Específicamente los criterios y consideraciones adoptadas fueron las siguientes:

- i. Número de Arranques por sistema, se consideró incluir sólo a los sistemas que tuvieran más de 250 arranques, pero conservando la división descrita en acápite anteriores, es decir
 - Grupo 1: Sistemas con más de 500 arranques
 - Grupo 2: Sistemas con más de 250 arranques y menos de 500 arranques
- ii. Determinar la variable densidad de arranques por Km de red, para cada uno de los 2 grupos de sistemas definidos (según número de arranques).
- iii. Incorporar también a los sistemas (con más de 250 arranques) que actualmente tengan algún tipo de saneamiento colectivo (parcial y/o total) que requieren mejoramiento.

En base a estos criterios, se procedió a ordenar los sistemas de mayor a menor según densidad arranques por km de red, en cada grupo definido. Realizado este proceso se seleccionó la cantidad de sistemas, para el primer filtro, en cada región. En la Tabla siguiente se muestra el número de sistemas seleccionados, para el primer filtro, por región y grupo de arranques. En el Anexo C (digital) del informe de la etapa 1 se identifica cada uno de los sistemas seleccionados y se adjunta la información correspondiente a arranques y densidades consideradas. Por otro lado, en el Anexo SIG (digital) del informe de la etapa 1 se incluyen los planos con la ubicación e identificación de los sistemas seleccionados para el primer filtro.

Tabla 2-8. Número de Sistemas Seleccionados en Filtro 1, por Región y Grupo de Arranques.

REGIÓN	Grupo 2: entre 250 y 500 arranques		Grupo 1: más de 500 arranques		Total Selección Filtro 1
	Total Sistemas	Selección Filtro 1	Total Sistemas	Selección Filtro 1	
Valparaíso	30	8	27	27	35
Metropolitana	33	6	34	34	40
Libertador Bernardo O'Higgins	76	0	65	65	65
Del Maule	61	15	45	45	60
Totales	200	29	171	171	200

Fuente: Elaboración propia

- iv. Aquellos sistemas (con más de 250 arranques) incluidos, en este primer filtro, y que tengan algún proyecto de ingeniería de saneamiento (anteproyecto, prefactibilidad, detalle) desarrollado, serán reemplazados por otro sistema durante el proceso de selección en el segundo filtro (Mesas Técnicas Regionales).

2.3. FASE 2: Análisis 200 sistemas APR y segunda selección (FILTRO 80 APR)

2.3.1. Consideraciones Generales y Metodología de Selección.

Una vez seleccionados los primeros 200 sistemas APR, según la distribución presentada en la Tabla 1-8 anterior, se continuó el proceso de caracterización, análisis y definición de criterios de selección de los sistemas de APR concentrados que pasarán a formar parte del Plan de Inversiones de Saneamiento.

Para obtener el objetivo anterior, se estructuró un procedimiento de trabajo el cual se dividió en las siguientes sub etapas:

- **Sub Etapa I** : Definición de criterios y caracterización de parámetros y variables vinculados a los criterios adoptados, para seleccionar los sistemas de APR que conformarán el filtro 2
- **Sub Etapa II** : Evaluación criterios y propuesta de Sistemas filtro 2.
- **Sub Etapa III** : Selección final de los sistemas en cada región, labor efectuada en conjunto con los profesionales que conformaron las Mesas Técnicas Regionales.

En los acápite siguientes se describen las labores efectuadas en cada una de las sub etapas, antes indicadas, y los resultados obtenidos.

2.3.2. Sub Etapa I: Definición y Caracterización de Variables Vinculadas a Criterios de Selección.

Considerando la información existente recopilada, las conclusiones de los estudios de "Análisis Plan Maestro de Inversión Pública en Saneamiento Rural-Instalación de Sistemas de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas" y "Diagnóstico Regional de Los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana de Santiago" señalados en el informe de la etapa 1, los requerimientos macro definidos en la Ley 20.998 (Febrero de 2017) y lo indicado en la Mesa Técnica Central, se establecieron los parámetros y/o condiciones que favorecerían y/o permitirán la implementación de un sistema de saneamiento rural bajo el marco de la nueva ley. El análisis anterior condujo la definición de los siguientes cuatro criterios:

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



- Densidad de Arranques por Km de red.
- Costos Planta de Tratamiento y Alcantarillado.
- Comparación Caudal Demanda (período previsión 20 años) con Derechos → verificación área de restricción
- Evaluación Gestión Técnica, Administrativa y Económica comités y/o cooperativas

A continuación, se describen las consideraciones adoptadas en la determinación y/o estimación de los parámetros y variables vinculados a los cuatro criterios antes señalados.

2.3.2.1. Densidad de Arranques por Km red.

Para determinar y/o estimar la densidad de arranques por km de red, se utilizó principalmente la información de N° de arranques y longitud de red entregada por las Unidades de APR de cada una de las DOH regionales. Cabe indicar que adicionalmente se realizaron consultas a los Comités o Cooperativas, con el objeto de verificar alguno de los datos, cuando éstos valores (arranques o longitudes de red) eran muy diferentes a los recopilados desde otras fuentes de información o entregaban valores de densidad de arranques muy altos (sobre 100 arranques /km red).

El detalle de la información: N° de arranques, longitud de red y densidad de arranques por km de red, se presenta, para cada uno de los sistemas y por región en el Anexo C del Informe de la Etapa 1.

2.3.2.2. Costos Planta de Tratamiento y Alcantarillado.

Para estimar preliminarmente el costo de implementación de un sistema de saneamiento rural, se determinaron de manera separada los costos asociados a la red de alcantarillado y planta de tratamiento respectivamente. Con el costo total por localidad se estimó posteriormente el valor de saneamiento por UD (uniones domiciliarias), variable determinada y considerada como parámetro de selección en el contexto de las evaluaciones económicas sociales que se le efectúan a este tipo de proyectos.

a) Costo Planta de Tratamiento

Para estimar el costo de las plantas de tratamiento se utilizó la información contenida en el *“Estudio de Soluciones Sanitarias en el Sector Rural, contratado por la Unidad de Saneamiento Sanitario de la División de Desarrollo Regional Subdere a Jacobo Homsí A.- Krisol EIRL, Versión preliminar Informe Final”*.

En general, las obras incluidas en el análisis de Costos de Inversión de los sistemas de tratamiento, consideraron el siguiente desglose:

- Tratamiento Preliminar (cámara de rejillas y desarenador/desgrasador).
- Tratamiento Secundario.
- Desinfección.
- Tratamiento y Deshidratación de Lodos.
- Transporte y Disposición de Lodos.

Específicamente en el acápite 2.1.5.1, de dicho estudio, se entregan los resultados de la valorización que se ciñen específicamente a la PTAS propiamente tal, expresadas globalmente en términos de las siguientes componentes.

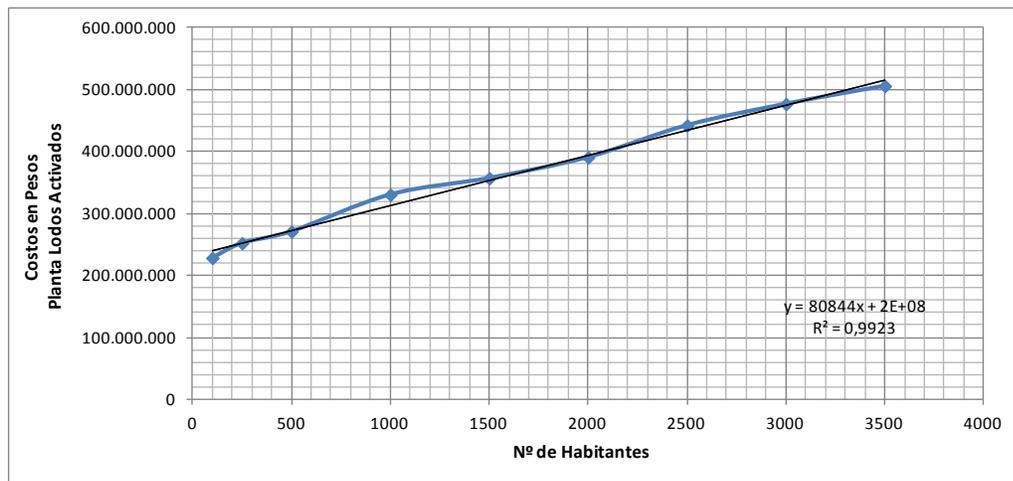
- Obras Civiles
- Equipos
- Obras Eléctricas
- Tuberías y Accesorios

Las condiciones de borde adoptadas para la valorización de las PTAS se señalan en el estudio citado. La estimación de costos de Inversión por N° de habitantes, se realizó para las siguientes tecnologías:

- Tratamiento Primario Químicamente Asistido (CEPT)
- Lodos Activados Modalidad Compacta
- Lodos Activados Modalidad Concéntrica
- Lagunas Aireadas Multicelulares (LAMC)
- Lombrifiltros

En particular, para el presente estudio se seleccionó, para efectos de estimar y comparar los costos entre un sistema y otro, la tecnología de Lodos Activados Compacta. En el Gráfico 1-1 se muestra la función que correlaciona los costos de inversión de una Planta de Tratamiento de Lodos Activados Compacta versus el número de habitantes.

Figura 2-1 Gráfico Costos Planta de Tratamiento Versus N° de Habitantes



Fuente: Estudio de Soluciones Sanitarias en el Sector Rural, contratado por la Unidad de Saneamiento Sanitario de la División de Desarrollo Regional Subdere a Jacobo Homsí A.- Krisol EIRL Versión preliminar Informe Final.

b) Costo Red de Alcantarillado

Para estimar el costo de la red de alcantarillado, se confeccionó una planilla tipo con las partidas que habitualmente se incluyen en este tipo proyectos y/o obras, las cubicaciones y los precios indicados corresponden a valores que son utilizados actualmente en proyectos de esta índole, por este consultor (Septiembre 2017).

En la Tabla 1-9 siguiente se presenta un desglose con las partidas, cubicaciones y precios unitarios utilizados para la instalación de 100 m de alcantarillado. Adicionalmente se incluye el costo de suministro y colocación de una unión domiciliaria (UD), como ítem aparte.

Tabla 2-9. Cubicación Red de Alcantarillado Tipo (100 m de longitud)

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
A	Movimiento de Tierras					
A.1	Excavación en Zanja					
A.1.1	De 0-2 m de profundidad	m3	140	\$ 7.500	\$ 1.050.000	
A.2	Relleno de Zanjas					
A.2.1	Cama de Apoyo	m3	10,5	\$ 18.996	\$ 199.458	
A.2.2	Relleno con material seleccionado	m3	105	\$ 9.761	\$ 1.024.905	
A.2.3	Relleno con material de excavación	m3	24,5	\$ 5.000	\$ 122.500	
A.3	Retiro y Transporte de Excedentes					
A.3.1	Retiro y Transporte de Excedentes	m3	31,5	\$ 8.500	\$ 267.359	
B	Suministro, Transporte, Colocación y Prueba de Tuberías					
B.1	Suministro de Tuberías					
B.1.1	Tubería PVC Tipo II, DN= 200 mm	ml	100	\$ 6.128	\$ 612.800	
B.2	Transporte Interno, Colocación y Prueba de Tuberías					
B.2.1	Tubería PVC Tipo II, con unión anger, DN= 200 mm	ml	100	\$ 5.423	\$ 542.300	
C	Obras de Hormigón					
C.1	Cámaras Tipo a					
C.1.1	De 1,80 a 2,00 m	Nº	1	\$ 522.523	\$ 522.523	
C.2	Suministro Tapas Circulares Tipo Calzada					
C.2.1	Suministro Tapa tipo Calzada	Nº	1	\$ 162.162	\$ 162.162	
C.3	Suministro de Escalines					
C.3.1	Suministro de Escalines	Nº	7	\$ 4.490	\$ 31.430	
SUBTOTAL					\$ 4.535.437	
				GG	30%	\$ 1.360.631
				UT	15%	\$ 680.316
TOTAL NETO					\$ 6.576.384	

(Nota: Valores Sin IVA)

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el costo por unión domiciliaria (PVC Tipo II D=110 mm, longitud media 10 m) instalada, se estimó en \$ 290.000 (valor sin IVA).

Costo Total Saneamiento Localidad y Costo por UD

Para estimar el costo total de saneamiento se sumó el costo de la planta (según grafico 1-1 y número de habitantes al año de previsión), costo de la red de alcantarillado (según longitud red de AP actual) y el costo de la implementación de las uniones domiciliarias (según Nº de arranques). El detalle del costo total y costo por UD para cada sistema y región se presenta en el Anexo C del informe de la Etapa 1.

2.3.2.3. Determinación Caudal Demanda APR con Saneamiento y Comparación con Derechos de Aguas

Para determinar la cantidad de agua demandada por cada localidad, bajo el escenario de saneamiento rural, tanto en la actualidad como durante el período de previsión (20 años), se determinó la población y se definió una dotación, según la región a la cual pertenece la localidad.

La población actual se determinó en base a los arranques de agua potable existentes a la fecha (año 2016) informados por cada una de las DOH regionales y la densidad de las localidades. El valor de la densidad (población por unidad de arranque) fue determinado en base a la información contenida en el Protocolo de intercambio de Información SISS –Sanitarias PR39 para las regiones de Valparaíso, Metropolitana y Libertador Bernardo O'Higgins, mientras que para la Región del Maule se utilizó la densidad entregada por la DOH regional. Por otro lado, la dotación de agua potable, utilizada para el diseño de localidades con saneamiento, fue consultada a cada una de las DOH regionales. Los valores definidos y utilizados para ambas variables se presentan en la Tabla siguiente.

Tabla 2-10: Densidad de Población y Dotación de Saneamiento por Región

Región	Densidad Población (Hab/arranques)	Dotación (L/hab/día)
Valparaíso	4,5	160
Metropolitana	5	150
Libertador Bernardo O'Higgins	4,5	150
Del Maule	5	150

Fuente: Elaboración propia

La proyección de la población para cada localidad, se realizó para los años 2021, 2026 y 2036 considerando un crecimiento anual de un 2%.

Considerando la población y la dotación previamente definidas, se calculó el caudal medio de demanda de AP con saneamiento para los años 2016, 2021, 2026 y 2036 para cada una de las localidades. Adicionalmente, para el año 2036 se calculó la demanda máxima diaria, la cual corresponde a 1,5 veces la demanda media diaria. Específicamente se utilizaron las siguientes expresiones para el cálculo de los caudales:

- $Q_{\text{medio}} \text{ (l/s)} = \text{Población (hab)} \times \text{Dotación (l/día/hab)} / 86.400$
- $Q_{\text{máx. diario}} \text{ (l/s)} = 1.5 \times Q_{\text{medio}} \text{ (l/s)}$

Una vez determinado el caudal de saneamiento necesario para cada una de las localidades, se comparó con los derechos de aprovechamiento de aguas que actualmente tiene cada sistema APR, estuviesen éstos en trámite u otorgados. Se comparó el caudal máximo diario al año 2036, calculado con un crecimiento de la población de un 2% anual (como situación más desfavorable) de cada localidad con la suma de sus derechos de aprovechamiento de aguas (otorgados y en trámite). Los derechos de aprovechamientos de aguas fueron obtenidos de la base de datos del CPA de la DGA (Catastro Público de Aguas) o informados por las DOH regionales, en algunos casos.

Finalmente, para complementar el criterio comparativo del caudal de demanda versus derechos de aprovechamiento descrito en párrafos anteriores, se identificaron aquellos sistemas de APR que están geográficamente emplazados al interior de las áreas de restricción de aprovechamiento de aguas subterráneas, según definición y resolución de la DGA. Esto último, con el fin de conocer y evaluar, con posterioridad, la factibilidad técnica para aquellas localidades que no tienen el suficiente caudal, según derechos, para satisfacer la demanda del sistema de APR con saneamiento, para el final del período de previsión.

2.3.2.4. Gestión Técnica, Administrativa y Económica Comités y/o Cooperativas

Una de las variables importantes a considerar al momento de evaluar y seleccionar sistemas de APR para un posible saneamiento rural de una localidad, es conocer el funcionamiento y operación de las organizaciones a cargo de estos sistemas (Cooperativas o Comités) en los ámbitos administrativos, técnicos y económicos, así como también conocer y evaluar que sus antecedentes legales estén en regla (entre otros la constitución de la organización, la inscripción de los derechos de agua, etc.).

Lo anteriormente indicado está sustentado y respaldado en:

- El Estudio “*Análisis Plan de Inversión Pública en Saneamiento Rural - Instalación de Sistemas de Recolección y Tratamiento de Aguas Servidas, Provincias de la Región de Valparaíso*”, encargado por el GORE de Valparaíso y elaborado por Centro de Transferencia de Tecnologías Limpias S.A., año 2015.
- El “*Diagnóstico Regional de los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana de Santiago*”, encargado por el GORE Metropolitano y elaborado por Sapag Consultores, año 2014.

En ambos estudios se indica y releva de manera explícita y específica la importancia de la gestión de la organización a cargo del sistema, en términos administrativos, técnicos y financieros, al momento de evaluar, definir y seleccionar sistemas de APR para saneamiento rural.

- La Ley 20.998 que Regula los Servicios Sanitarios Rurales, indica en su artículo 70, entre otras temáticas, que para la clasificación de los operadores se considerará, la calidad de la gestión técnica, administrativa y financiera del operador (comité y/o cooperativa).
- Durante las reuniones sostenidas, tanto en las Mesas Técnicas Regionales como en la Mesa Técnica a Nivel Central, se indicó y relevó por parte de sus integrantes, la importancia de considerar esta variable (gestión de la organización) al momento de seleccionar y/o definir a un sistema de APR, como candidato a implementarle un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas.

Con el objeto de incorporar esta variable en la evaluación de los criterios de selección de los sistemas de APR, en el presente estudio se estableció lo siguiente:

- i. En aquellas regiones en las cuales exista un documento y/o estudio actual, de carácter público, que contenga evaluaciones de las organizaciones (comités o cooperativas) en el ámbito de gestión, se adoptará esa calificación como representativa y válida.

Al respecto cabe señalar que en el estudio “*Diagnóstico Regional de Los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana de Santiago*”, se presenta una evaluación de la gestión de las organizaciones de APR (Comités y Cooperativas) de la Región Metropolitana. Específicamente en el acápite 8.1.3 de dicho

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



estudio, se indica que la evaluación de los sistemas en los ámbitos: Comunitario Organizacional, Administrativo Financiero, Técnico Operacional y Jurídico Patrimonial, fue realizado por la UT (Unidad Técnica de la DOH).

- ii. Para las regiones en las cuales no existe actualmente un documento y/o estudio, de carácter público, que contenga una calificación y/o evaluación de los Comités y Cooperativas de APR en los ámbitos de la gestión, se solicitará a los integrantes de las Mesas Técnicas Regionales que durante el trabajo de selección final (ver acápite 1.3.4 siguiente) tengan en consideración esta variable, en base al conocimiento empírico que poseen de las organizaciones, al momento de evaluar, proponer y seleccionar un sistema APR para la siguiente etapa (ejecución de un proyecto a nivel de perfil de un sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas), de modo de considerar en su justa medida, el conjunto de criterios que permitirán seleccionar un sistema para saneamiento rural.

El detalle de las evaluaciones de gestión para cada sistema de la región Metropolitana se presenta en el Anexo C del informe etapa 1.

2.3.3. Sub Etapa II: Evaluación Criterios de Selección y Proposición Filtro 2

Una vez calculados y/o estimados los parámetros y variables vinculados a los criterios de selección (identificados y presentados en el Anexo C, según las consideraciones y procedimientos descritos en acápites anteriores, se procedió a evaluar y/o ponderar cada criterio con una nota de 1 a 7, obteniéndose una nota promedio para cada sistema. Cabe señalar que no fue posible evaluar los cuatro criterios para todos los sistemas, fundamentalmente por falta de información; lo anterior conllevó a que existieran sistemas evaluados con tres y cuatro criterios según la información disponible.

A continuación, se indican las consideraciones adoptadas para evaluar cada criterio con su nota respectiva. Cabe señalar que la evaluación se realizó de la misma forma, pero por grupos de sistemas de manera separada, es decir para los sistemas con más de 500 arranques (grupo 1) y sistemas con más de 250 arranques y menos de 500 arranques (grupo 2)

a) Densidad de Arranques por Km de red: En primera instancia se calificó con una nota 7 la densidad más alta de cada grupo y con una nota 1 la densidad menor de cada grupo respectivamente, en base a estos dos puntos se generó una tendencia lineal, obteniéndose la calificación para las densidades intermedias en cada grupo. Sin embargo, se observó que se producía una distorsión en las notas, dado que existían un par de sistemas con densidades muy superiores al promedio, motivo por el cual se corrigió la regresión imponiendo una nota siete a los sistemas con densidades altas y adoptando una nueva tendencia lineal, que deja fuera los valores de densidad muy altos.

b) Costo Tratamiento por UD: Se calificó con una nota 7 el menor costo por UD de cada grupo y con una nota 1 el mayor costo por UD de cada grupo respectivamente, en base a estos dos puntos se generó una tendencia lineal, obteniéndose la calificación para el resto de los sistemas que tienen valores intermedios en cada grupo.

c) Comparación Caudal Máximo Diario con Derechos de aprovechamiento: Se calificó con una nota 7 aquellos sistemas cuyos derechos de aprovechamiento (otorgados y en trámite) son mayores o iguales al caudal máximo diario calculado para el final del período de previsión. Se calificó con nota 4 aquellos casos en los cuales los derechos de aprovechamiento son menores al caudal máximo diario calculado si la localidad se encuentra fuera de un área de

restricción y con una nota 1 si la localidad se encuentra dentro de un área de restricción de aprovechamiento de aguas subterráneas.

d) Evaluación Gestión Cooperativas y Comités. Se calificó la gestión de las organizaciones con la nota incluida en el estudio “*Diagnóstico Regional de Los Comités y Cooperativas de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana de Santiago*”, según lo indicado en el Anexo C.

Una vez obtenida la evaluación y/o calificación de cada criterio para cada sistema (incluida en el Anexo C), se calculó el promedio de las evaluaciones, obteniéndose de este modo una nota final para cada sistema, por grupo de análisis. Se ordenaron los sistemas según las notas finales ponderadas obtenidas de mayor a menor, por grupo de análisis y región. Finalmente se seleccionó en cada región el número de sistemas que se deben incluir en el filtro 2 (según lo indicado en la Tabla 1-8) de acuerdo al orden de priorización (de mayor a menor nota), la selección anterior se constituyó en la propuesta de sistemas a presentar y discutir en cada una de las Mesas Técnicas Regionales para el filtro 2, según se describe en el acápite 1.3.4 siguiente. En el Anexo D se incluyen la priorización, según nota final obtenida, y la selección de los sistemas propuestos inicialmente para el filtro 2.

2.3.4. Sub Etapa III. Selección Final Sistemas Plan de Inversión (Mesas Técnicas Regionales)

Una vez efectuada la evaluación de todos los sistemas que conforman el filtro 1 y conformada la propuesta de selección de los sistemas para el segundo filtro en cada región (según procedimiento descrito en el acápite anterior) se efectuaron las reuniones de trabajo con las Mesas Técnicas Regionales.

Cabe recordar que las Mesas Técnicas Regionales tuvieron por objetivo reunir a los profesionales de las instituciones que hasta la fecha han tenido algún tipo de vínculo directo con la temática de Saneamiento Rural, en este contexto su conformación estuvo dada por profesionales de la DOH (Unidad de APR Rural), SUBDERE y MDS principalmente.

Las reuniones de trabajo con las Mesas Técnicas Regionales fueron efectuadas en los siguientes lugares y fechas:

- DOH Región del Maule lunes 04 de Septiembre, a las 15:30 hrs.
- DOH Región de Valparaíso martes 05 de Septiembre, a las 11:00 hrs.
- DOH Región del Libertador Bernardo O’Higgins jueves 07 de Septiembre, a las 10:00 hrs.
- MDS Región Metropolitana jueves 07 de Septiembre, a las 15:30 hrs.

Y se estructuraron y desarrollaron de acuerdo al siguiente esquema:

- i. Presentación inicial de cada uno de los asistentes
- ii. Introducción y contextualización del estudio por parte del IF (DIRPLAN nivel central)
- iii. Presentación (realizada por el consultor) en Power Point con un resumen de las labores efectuadas durante la Etapa I del estudio, principalmente enfocado en mostrar los criterios adoptados en la selección de los sistemas para el filtro 1 y los criterios y evaluaciones efectuadas en la propuesta de selección de los sistemas para el filtro 2.

- iv. Luego se procedió a revisar y analizar cada uno de los sistemas que conformaban el filtro 1 y que fueron evaluados; comenzando por los sistemas que tuvieron mejor evaluación y que fueron propuestos para el filtro 2.
- v. El proceso de análisis para cada sistema consistió básicamente en conocer la opinión de los profesionales regionales respecto a la pertinencia o no, de incluir a dicho sistema dentro del Plan de Inversiones. Lo anterior, se sustentó en la incorporación de antecedentes y/o criterios adicionales a los ya definidos, específicamente se consideraron los siguientes:
 - Topografía y geomorfología de la localidad, excluyendo de la priorización aquellas que presentan un relieve sinuoso, debido al aumento de costo que implica implementar un sistema de saneamiento en esas condiciones (incorporación de plantas elevadoras).
 - Sistemas que tengan algún proyecto de ingeniería de saneamiento (prefactibilidad, factibilidad o diseño) desarrollado, serán incluidos dentro del Plan de Inversiones, pero excluidos y/o reemplazados por otro sistema durante este proceso de selección.
 - Localidades en cuya comunidad se tengan antecedentes de rechazo a la implementación de un sistema de alcantarillado y tratamiento.
 - Localidades que sean capitales comunales.
 - Sistemas que tengan saneamiento parcial actualmente y que requieren de un mejoramiento y/o extensión del mismo para toda la localidad.
 - Localidades que eventualmente puedan utilizar el efluente de la planta de tratamiento como recurso para riego.
 - Localidades en las cuales se han efectuado anteriormente proyectos de Saneamiento, pero no hay disponibilidad de terrenos para emplazar la planta de tratamiento.

Cabe recordar que el número de sistemas seleccionados por región, en cada una de las mesas Técnicas fue el siguiente:

Tabla 2-11: Numero de Sistemas seleccionados por región (Filtro 2)

Región	Nº Sistemas Seleccionados Filtro 2
Valparaíso	14
Metropolitana	16
Libertador Bernardo O'Higgins	26
Del Maule	24
TOTAL	80

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta para cada región, una Tabla (2-12, 2-13, 2-14 y 2-15) con la identificación de cada uno de los sistemas de APR finalmente seleccionados (se adjuntan adicionalmente los datos de los parámetros de caracterización utilizados y vinculados a los criterios descritos en el acápite anterior). Adicionalmente se incluyen las Figuras 2-2, 2-3, 2-4 y 2-5 con la ubicación e identificación de los sistemas seleccionados.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



Finalmente cabe señalar dos consideraciones que surgieron dentro de las Mesas Técnicas Regionales

- La primera es indicar que en las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y Metropolitana se seleccionaron adicionalmente dos sistemas de reserva, en la eventualidad que alguno de los sistemas seleccionados presente inconvenientes.
- La segunda es señalar que las localidades que cuentan con algún proyecto de ingeniería de saneamiento elaborado, y que fueron excluidas de esta segunda selección pero que serán incorporadas al Plan de Inversión de Saneamiento, tal como se indicó en párrafos anteriores, sus antecedentes (informe y proyecto) serán recopilados en etapas siguientes, de modo que cuando se elabore el Plan de Inversión, durante la etapa 3 del estudio, se cuente con dicha información para ser incluida.

Finalmente, en el Anexo E de la etapa 1 se incluyen las actas de las reuniones de cada una de las Mesas Técnicas Regionales desarrolladas.

Figura 2-2: Ubicación e identificación de sistemas seleccionados Región de Valparaíso

Tabla 2-12. Identificación de Sistemas de APR Región de Valparaíso Seleccionados

ID	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	Nº ARRANQUES	LONG. RED (m)	DENSIDAD (ARR/km)	Q máx. Diario (l/s) (año 2036)	DERECHOS (l/s)	ÁREA RESTRICCIÓN	COSTO POR UD (\$)
1	PUCHUNCAVÍ	VENTANAS (VENTANAS ALTO)	Si	1.070	10.000	107	19,9	-	Si	1.662.667
2	VALPARAÍSO	LAGUNA VERDE	No	609	12.932	47,1	11,3	21	Si	2.609.155
3	CATEMU	EL COBRE-LA COLONIA	No	603	13.000	46,4	11,2	20	No	2.634.269
4	PUCHUNCAVÍ	LA GREDA	No	605	19.300	31,3	11,2		Si	3.313.121
5	SANTA MARÍA	SANTA FILOMENA	No	660	22.000	30	12,3	18	No	3.375.277
6	HUJUELAS	LA SOMBRA-LOS PINOS	No	750	30.000	25	13,9	14,5	Si	3.771.397
7	QUILLOTA	LA PALMA	No	648	9.000	72	12	9	Si	2.103.062
8	LA CRUZ	POCOCHAY	No	526	20.000	26,3	9,8	16,9	Si	3.773.493
9	HUJUELAS	RABUCO	No	1.150	20.000	57,5	21,4	5	Si	2.176.644
10	NOGALES	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)	No	658	29.900	22	12,2	10	Si	4.172.580
11	PETORCA	PEDEGUA	Si	312	3.000	104	5,8	24,8	Si	2.208.733
12	CABILDO	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)	No	466	9.453	49,3	8,7	4,2	Si	2.663.969
13	CABILDO	LOS MOLINOS	No	274	11.000	24,9	5,1	20,8	Si	4.319.980
14	QUILLOTA	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)	No	358	25.000	14,3	6,6	10	Si	6.073.015

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-3: Ubicación e identificación de sistemas seleccionados Región Metropolitana

Tabla 2-13. Identificación de Sistemas de APR Región Metropolitana Seleccionados

ID	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	NÚMERO ARRANQUES	LONG. RED (m)	DENSIDAD (ARR/km)	Q 2036 MÁX DÍA (l/s)	DERECHOS (l/s)	ÁREA RESTRICCIÓN	COSTO POR UD (\$)
1	ISLA DE MAIPO	LA ISLITA (CAPSA LTDA)	Si	3.125	11.900	262,6	60,5	87	Si	1.215.537
2	MELIPILLA	EL BOLLENAR	Si	1.850	23.150	79,9	35,8	52	Si	1.839.364
3	COLINA	LAS CANTERAS	Si	654	9.213	71	12,7	55	Si	2.172.871
4	MARÍA PINTO	LOS RULOS	Si	1.278	20.243	63,1	24,7	24,9	Si	2.114.396
5	LAMPA	ESTACIÓN COLINA	No	1.600	22.300	71,7	31	50	Si	1.952.664
6	TILTIL	ESTACIÓN POLPAICO	No	502	7.438	67,5	9,7	60	Si	2.328.582
7	MARÍA PINTO	MARÍA PINTO-BARACALDO	Si	834	13.855	60,2	16,1	57	Si	2.262.171
8	PAINE	HOSPITAL-CHAMPA	Si	2.085	42.622	48,9	40,3	65	Si	2.346.610
9	CURACAVÍ	CERRILLOS	Si	648	12.500	51,8	12,5	12,6	Si	2.518.333
10	MELIPILLA	POPETA	No	646	10.300	62,7	12,5	40	Si	2.299.408
11	PAINE	EL VINCULO	No	1.765	47.175	37,4	34,1	108,6	Si	2.780.226
12	PAINE	HUELQUÉN	No	1.140	28.360	40,2	22,1	43	Si	2.730.785
13	PIRQUE	EL PRINCIPAL	Si	2.421	25.384	95,4	46,8	26,5	Si	1.676.290
14	PADRE HURTADO	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA	No	810	18.207	44,5	15,7	48	Si	2.656.148
15	CURACAVÍ	SANTA INÉS DE PATAGÜILLA	Si	752	29.499	25,5	14,5	50	Si	3.779.826
16	COLINA	SANTA MARTA DE LIRAY	No	645	22.060	29,2	12,5	26	Si	3.500.639
17	MELIPILLA	RUMAY-CAMPO LINDO	No	565	14.405	39,2	10,9	13,5	No	2.979.180
18	MELIPILLA	SAN JOSÉ DE MELIPILLA	No	720	20.000	36	13,9		No	3.040.606

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-4: Ubicación e identificación de sistemas seleccionados Región del Libertador Bernardo O'Higgins

Tabla 2-14. Identificación de Sistemas de APR Región Libertador Bernardo O'Higgins Seleccionados

ID	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	Nº ARRANQUES	LONG. RED (m)	DENSIDAD (ARR/km)	Q máx. Diario (l/s) (año 2036)	DERECHOS (l/s)	ÁREA RESTRICCIÓN	COSTO POR UD (\$)
1	SAN FERNANDO	AGUA BUENA	No	541	5.000	108,2	9,4	20,7	Si	1.868.495
2	CHIMBARONGO	SAN ENRIQUE	No	1.216	14.680	82,8	21,2	40	Si	1.815.867
3	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	LA PUNTILLA-PUEBLO DE INDIOS (PUEBLO DE INDIOS)	Si	959	11.724	81,8	16,7	33,6	Si	1.877.201
4	PICHILEMU	CÁHUIL	No	515	6.350	81,1	9	30	No	2.093.286
5	PERALILLO	EL BARCO	No	524	6.690	78,3	9,1	12,8	Si	2.114.269
6	RENGO	LO DE LOBOS	Si	533	7.000	76,1	9,3	40	Si	2.130.843
7	CHIMBARONGO	CUESTA LO GONZÁLEZ	Si	524	7.710	68	9,1	33,2	Si	2.242.283
8	COLTAUCO	IDAHUILLO	No	569	7.000	81,3	9,9	35,9	Si	2.048.577
9	LAS CABRAS	SANTA INÉS-SANTA CLARISA	Si	545	8.000	68,1	9,5	16	Si	2.222.881
10	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	EL TAMBO	Si	700	13.000	53,8	12,2	30	Si	2.384.329
11	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	JUAN NUÑEZ VALENZUELA (ORILLA DE PENCAHUE)	No	628	12.000	52,3	10,9	20	Si	2.457.746
12	LAS CABRAS	EL MANZANO	No	628	13.000	48,3	10,9	15,9	No	2.562.466
13	SAN FERNANDO	UNIÓN POLONIA	No	580	13.000	44,6	10,1	70	Si	2.705.794
14	COLTAUCO	RINCONADA DE PARRAL	Si	558	12.000	46,5	9,7	21	Si	2.661.871
15	REQUÍNOA	EL VATICANO-LAS MERCEDES	No	887	18.000	49,3	15,4	20	Si	2.427.474
16	QUINTA DE TILCOCO	GUACARHUE	Si	933	23.000	40,6	16,2	67,9	Si	2.701.175
17	NANCAGUA	CALLEJONES-LA GLORIA	No	522	13.950	37,4	9,1	11	Si	3.033.836
18	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	TUNCA	No	929	26.300	35,3	16,2	52,5	Si	2.942.836
19	LAS CABRAS	VILLA EL CARMEN	No	844	24.000	35,2	14,7	22	Si	2.976.348
20	SANTA CRUZ	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA	No	577	15.200	38	10	33	Si	2.966.290
21	CHIMBARONGO	SAN JUAN DE LA SIERRA	No	816	27.350	29,8	14,2	50	Si	3.319.965
22	PLACILLA	LA TUNA	No	509	16.600	30,7	8,9	52	Si	3.432.494
23	SAN FERNANDO	ROMA-SAN JOSÉ DE LOS LINGUES	No	683	14.680	46,5	11,9	16,9	Si	2.584.764
24	QUINTA DE TILCOCO	LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO	No	781	9.800	79,7	13,6	4,5	Si	1.953.729
25	SAN FERNANDO	ROMA ARRIBA-LA MARINANA	No	655	16.290	40,2	11,4	18	Si	2.821.401
26	PICHIDEGUA	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS	Si	877	39.000	22,5	15,3	20	Si	4.020.419
27	PICHIDEGUA	LARMAHUE	Si	923	18.100	51	16,1	32	Si	2.372.315
28	SANTA CRUZ	LA FINCA (LA FINCA-ISLA DE YAQUIL)	Si	1.000	28.050	35,7	17,4		Si	2.907.953

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-5: Ubicación e identificación de sistemas seleccionados Región del Maule

Tabla 2-15. Identificación de Sistemas de APR Región del Maule Seleccionados

ID	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	Nº ARRANQUES	LONG. RED (m)	DENSIDAD (ARR/km)	Q máx. Diario (l/s) (año 2036)	DERECHOS (l/s)	ÁREA RESTRICCIÓN	COSTO POR UD (\$)
1	RETIRO	COPIHUE	Si	661	5.000	132,2	12,8	25	No	1.740.134
2	COLBÚN	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)	No	615	7.000	87,9	11,9	30	No	2.017.539
3	MOLINA	ITAHUE-PUENTE ALTO	No	541	6.700	80,7	10,5	8	No	2.135.212
4	LONGAVÍ	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS	No	759	15.795	48,1	14,7	16,5	No	2.565.789
5	SAGRADA FAMILIA	EL CRUCERO (SANTA ROSA)	Si	1.138	22.000	51,7	22	49,7	Si	2.366.480
6	RÍO CLARO	CUMPEO	Si	1.645	25.000	65,8	31,8	11	No	2.031.553
7	SAN JAVIER	BOBADILLA	Si	808	17.100	47,3	15,6	45	No	2.570.418
8	MAULE	DUAO-TRES ESQUINAS	Si	839	15.000	55,9	16,2	21,4	No	2.343.747
9	CURICÓ	LA OBRA	Si	620	7.000	88,6	12	6	Si	2.008.451
10	MOLINA	PICHINGAL	No	532	9.400	56,6	10,3	18	Si	2.490.031
11	LINARES	SAN ANTONIO	No	543	19.000	28,6	10,5	21	No	3.620.310
12	CURICÓ	CORDILLERILLA	Si	723	25.000	28,9	14	43,5	Si	3.486.485
13	TENO	LA LAGUNA	No	726	11.600	62,6	14	10,8	Si	2.261.932
14	SAN JAVIER	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)	Si	506	12.000	42,2	9,8	60	No	2.910.131
15	YERBAS BUENAS	ABRÁNQUIL-PUYPUYÉN	Si	585	27.000	21,7	11,3	26	No	4.323.671
16	YERBAS BUENAS	MAITENCILLO	No	612	29.000	21,1	11,8	22,5	No	4.387.129
17	PENCAHUE	PENCAHUE	Si	728	25.000	29,1	14,1	3,5	No	3.468.656
18	RAUCO	EL PLUMERO	No	508	25.000	20,3	9,8	16,7	Si	4.585.117
19	YERBAS BUENAS	SEMILLERO	No	547	33.000	16,6	10,6	27	No	5.283.522
20	LONGAVÍ	PAINÉ-LA CONQUISTA	No	586	30.000	19,5	11,3	12	No	4.654.488
21	CUREPTO	HUAQUÉN	No	488	7.288	67	9,4	18	No	2.349.620
22	LONGAVÍ	MIRAFLORES	No	324	5.500	58,9	6,3	8,6	No	2.725.193
23	TENO	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES	No	312	6.000	52	6	10	Si	2.901.144
24	SAN JAVIER	PUENTE PANDO-MARIÑICO	No	251	2.500	100,4	4,9	5	No	2.472.723

Fuente: Elaboración propia.

3. ANALISIS GENERAL DE ALTERNATIVAS DE SANEAMIENTO

En el presente capítulo se analizan las alternativas de saneamiento apropiadas para el medio rural en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule.

3.1. PTAS visitadas

Con el objeto de conocer en terreno la experiencia en la operación de las PTAS en el medio rural, se visitaron 5 plantas existentes en las regiones mencionadas, procurando abarcar diferentes tecnologías.

Las PTAS visitadas fueron las siguientes:

- PTAS El Melón, Región de Valparaíso, Provincia de Quillota, Comuna de Nogales.
- PTAS Cerrillos, Región de Valparaíso, Provincia de San Felipe, Comuna de Catemu.
- PTAS El Patagual, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Provincia de Cachapoal, Comuna de Pichidegua.
- PTAS El Molino – El Álamo, Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Provincia de Cachapoal, Comuna de Coltauco.
- PTAS Bobadilla, Región del Maule, Provincia Linares, Comuna de San Javier

La ubicación de las PTAS visitadas puede observarse en la figura 3-1.

El objetivo de estas visitas fue conocer cómo estaban operando las PTAS en el medio rural, según las diferentes tecnologías, información que se considera útil para apoyar el estudio de alternativas de tecnologías de tratamiento en el marco del estudio.

Para cada planta visitada se elaboró una ficha que se presenta en el Anexo N°2 de cada Apartado Regional del Informe Final. Asimismo, se elaboró un informe detallado de las visitas realizadas, el cual se presenta también en dicho anexo.

Se resumen a continuación los principales aspectos observados en la visita de cada planta.

Figura 3-1. Identificación de PTAS visitadas



Fuente: Elaboración Propia. Imagen Google Earth

3.1.1. PTAS Localidad El Melón (Lombrifiltro)

La planta corresponde al servicio Municipal de la localidad El Melón (no al APR Ex Hacienda el Melón). Contaba inicialmente con laguna de estabilización facultativa. La descarga del agua tratada es en el Estero Garretón, que pasa junto al recinto.

La laguna fue reemplazada por un sistema de Lombrifiltro construido el año 2001 (DIA fue aprobada en 1997), para una población de diseño de 12.000 habitantes según el proyecto. **Los lombrifiltros se encuentran actualmente fuera de servicio y la planta con sumario sanitario.**

La I. Municipalidad de El Melón contrató un proyecto (versión final Julio 2017) de una PTAS con tecnología de Lodos Activados, que reemplazará a los lombrifiltros.

3.1.2. PTAS Cerrillos (Lodos Activados Modalidad Cultivo Fijo)

La planta es con tecnología de lodos activados convencional de cultivo fijo (BIODISCO), con capacidad para 1.000 hab. Fue construida el año 2006 con equipamiento provisto por la empresa MANANTIAL. El recinto tiene una superficie de 3.744 m². Hay terreno para futura ampliación. La planta es de la Municipalidad y la opera el Comité de APR. La descarga es al Estero La Poza a unos 700 m del recinto.

3.1.3. PTAS El Pataqual, Pataquas Cerro (Lodos Activados)

La planta es con tecnología de lodos activados convencional de cultivo en suspensión, con capacidad para 4 L/s. Fue construida el año 2003 con equipamiento provisto por la empresa ECOSYSTEM. El recinto tiene una superficie de aproximadamente 4.000 m². Hay terreno para futura ampliación. La planta es de la Municipalidad y la opera La Cooperativa de APR. La descarga es a un Canal de Desagüe junto al recinto.

3.1.4. PTAS El Molino – El Álamo (Lodos Activados)

La planta es con tecnología de lodos activados convencional de cultivo en suspensión, con capacidad para 6.000 hab. Fue construida el año 2013 con equipamiento provisto por las empresas AGUASIN y ARAUCO. El recinto es del Comité de APR El Molino El Álamo y tiene una superficie de aproximadamente 2.800 m². Hay terreno para futura ampliación. La planta fue entregada en comodato por 99 años por la Municipalidad al Comité de APR El Molino El Álamo, quien lo opera. La descarga es al río Cachapoal, distante alrededor de 3 km de la planta. El agua es bombeada para llegar al río.

3.1.5. PTAS Bobadilla (Lodos Activados)

La planta es con tecnología de lodos activados de cultivo en suspensión modalidad aeración extendida, con capacidad para 420 UD (aprox. 1.680 hab.). Fue construida el año 2003 con equipamiento provisto por la empresa MANANTIAL. El recinto tiene una superficie de 1.200 m². La planta se encuentra adyacente a la población.

No hay terreno para futura ampliación. La planta es de la Municipalidad y la opera la Cooperativa APR Bobadilla. La descarga es a un canal ubicado a unos 160m hacia el sur.

3.1.6. Conclusiones y recomendaciones generales de las visitas realizadas

Las principales conclusiones y recomendaciones de carácter general a raíz de esas visitas son las siguientes:

- Las visitas realizadas a localidades con plantas de tratamiento en operación mostraron que las Cooperativas y Comités de Agua Potable Rural tienen alguna capacidad para realizar y/o

gestionar el mantenimiento de equipos a través de sus operadores o de servicios externos, aunque esta capacidad debe ser fortalecida. Sin embargo, claramente no existe capacidad para gestionar la operación de la planta en términos de registro de información, control y mantención de equipos e instrumentos, y un monitoreo y registro permanente de la calidad del efluente y variables de control para adoptar las medidas correctivas en forma oportuna.

- En ninguna de las plantas visitadas se pudo obtener información de calidad del agua efluente para evaluar su eficiencia y verificar si este está cumpliendo con la normativa vigente. Esto es relevante ya que afecta o podría afectar la calidad de las aguas del cuerpo receptor (río, estero o canal), sobre las cuales hay derechos de aguas constituidos por terceros. En consecuencia, en situaciones críticas, podría significar un perjuicio legal por parte de la Cooperativas o Comités de Agua Potable Rural a los titulares de aprovechamiento de aguas, con las posibles implicancias judiciales que ello tendría.
- Se requiere una capacitación de los operadores que les permita entender los procesos que ocurren al interior de la planta, de modo que sepan cómo controlar el proceso para asegurar el cumplimiento de la calidad del efluente y qué hacer ante eventuales problemas como presencia de filamentosas, etc.
- Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda que la DOH, quien por Art. 65 de la ley N°20.998 tiene la tarea de determinar “la política de inversión, asistencia técnica y financiera, gestión comunitaria, supervisión y promoción para la organización de los operadores directores de servicios sanitarios rurales”, cuente a nivel regional con personal experto en procesos de tratamiento, que asesore y capacite a los operadores de las Cooperativas y Comités.
- Se sugiere que se implemente a nivel nacional un registro de operadores calificados para su desempeño en plantas de tratamiento de aguas servidas. Se recomienda que ese registro sea administrado por la DOH.
- Respecto de la alternativa de lombricultura, se debe entender que si bien este es un proceso que tiene la ventaja de no requerir tratamiento de lodo (el lodo es el humus producido que tiene valor comercial), **requiere de una adecuada supervisión, operación y mantenimiento**. Este tipo de tratamiento requiere de una unidad de tamizado para retener los sólidos que pudiera tapar los aspersores que reparten el agua a los lechos de lombrices, y **de ser necesario**, una unidad de regulación de caudal (estanque de compensación) antes de los lombrifiltros. Si se incorpora esta componente, debe tener un volumen suficiente para regular del orden de 8 a 12 hrs del caudal y agitación con una densidad de energía del orden de 7 watt/m³ para asegurar la mezcla completa y evitar la sedimentación que daría origen a descomposición de la materia orgánica y problemas ambientales.

No se recomienda su aplicación para poblaciones superiores a 2.500 hab debido a la dificultad operativa que significa el volteo periódico de la viruta que conforma el lecho de las lombrices, y especialmente su reemplazo anual. Debe considerarse un diseño modular en la planta de tratamiento, que permita realizar estas operaciones sin detener el flujo de agua.

3.2. Alternativas de Tratamiento de Aguas Servidas

Respecto del Tratamiento de Aguas Servidas, para fines del presente estudio se ha considerado el documento “**ESTUDIO DE SOLUCIONES SANITARIAS EN EL SECTOR RURAL, INFORME FINAL CON CARÁCTER PRELIMINAR, GUÍA DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES**”, realizado por Jacobo Homsí para la SUBDERE el año 2017.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



En el medio rural los cauces receptores son en general pequeños esteros, por lo que el cumplimiento de la normativa vigente (DS90) requiere del uso de la Tabla N°1 de esa normativa legal, que fija los Límites máximos permitidos de ciertos parámetros para la **descarga a cuerpos de agua fluvial sin capacidad de dilución**.

Esto exige, entre otros, remoción de Nitrógeno (como Nitrógeno Kjeldahl Total), factor limitante en la aplicabilidad de algunas tecnologías.

3.2.1. Tecnologías que permiten el cumplimiento de la normativa vigente

Bajo esta condición, las tecnologías que permiten el cumplimiento de la normativa vigente (DS90) son las siguientes:

- **Lodos Activados por Aeración Extendida.** Cumple con los parámetros críticos establecidos por la normativa en forma independiente de la calidad de afluente y sin necesidad de incorporar componentes adicionales o variables que tornen la solución inviable técnica o ambientalmente.
- **Lagunas Airadas Multicelulares.** El sistema tiene capacidad reducida de remoción de nutrientes.

Considerando que las Lagunas Airadas no remueven más de un 10% de Nitrógeno y Fósforo, el cumplimiento o no de lo prescrito por la normativa dependerá de si la concentración de estos parámetros en el afluente no supera en más del 10% la concentración exigida para este escenario. De no ser así, esta alternativa no es viable.

- **Lombrifiltros.** Tienen capacidad de remover los principales parámetros de interés incluido el Nitrógeno. Sus altas eficiencias de remoción pueden asemejarse a las de un Lodo Activado.

Si en el futuro se flexibiliza la normativa para el medio rural en cuanto al Nitrógeno (NKT), la alternativa de **Biodiscos** sería aplicable. Los Biodiscos son una variación del lodo activado, modalidad cultivo fijo, en que la aireación es provista por discos rotatorios parcialmente sumergidos que al girar permiten que las bacterias responsables del tratamiento estén a ratos en contacto con el aire. Esta aireación es menos eficiente que la convencional en los sistemas de lodos activados (sopladores y difusores), lo que hace que la eficiencia de los Biodiscos en términos de remoción de DBO, SS y NKT sea inferior.

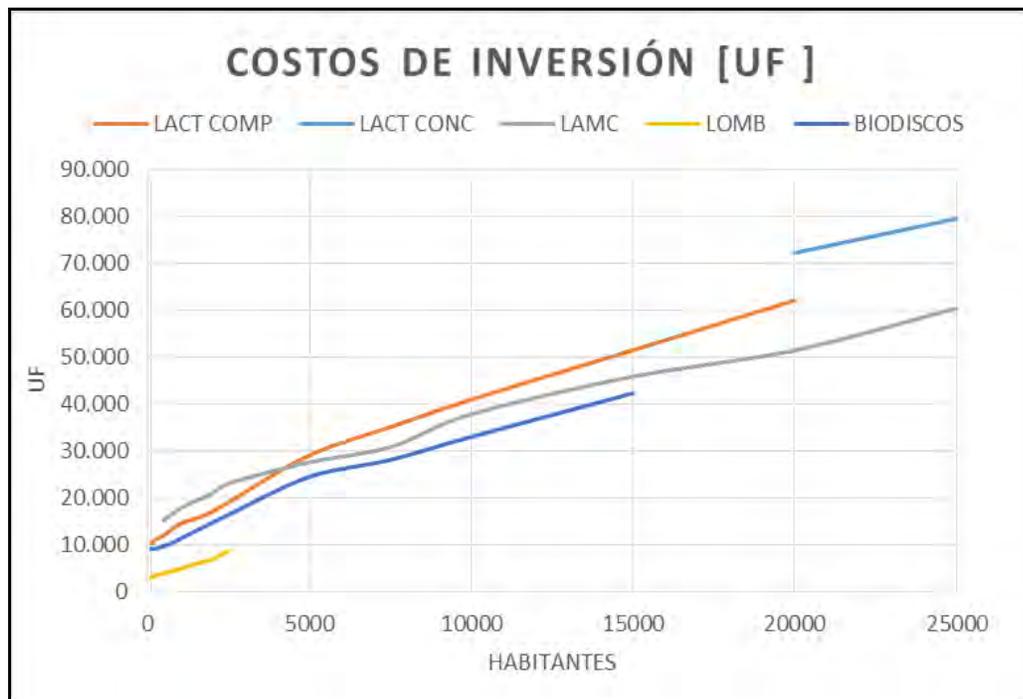
En algunas localidades, la descarga del efluente tratado se realizará en cauces receptores que a poca distancia alimentan a cuerpos de agua lacustres, o llegan al mar formando una laguna limitada por la barra litoral. En estos casos el cumplimiento de la normativa vigente (DS90) requiere del uso de la Tabla N°3 de esa normativa legal, que fija los Límites máximos permitidos de ciertos parámetros para la **descarga a cuerpos de agua lacustre**.

Bajo esta condición, la tecnología que permite el cumplimiento de la normativa vigente (DS90) son **Lodos Activados por Aeración Extendida, debiendo diseñarse para desnitrificar incorporando zonas anóxicas y anaeróbicas, y de ser necesario incorporar remoción química de fósforo (P)**.

3.2.2. Análisis de Costos de las tecnologías

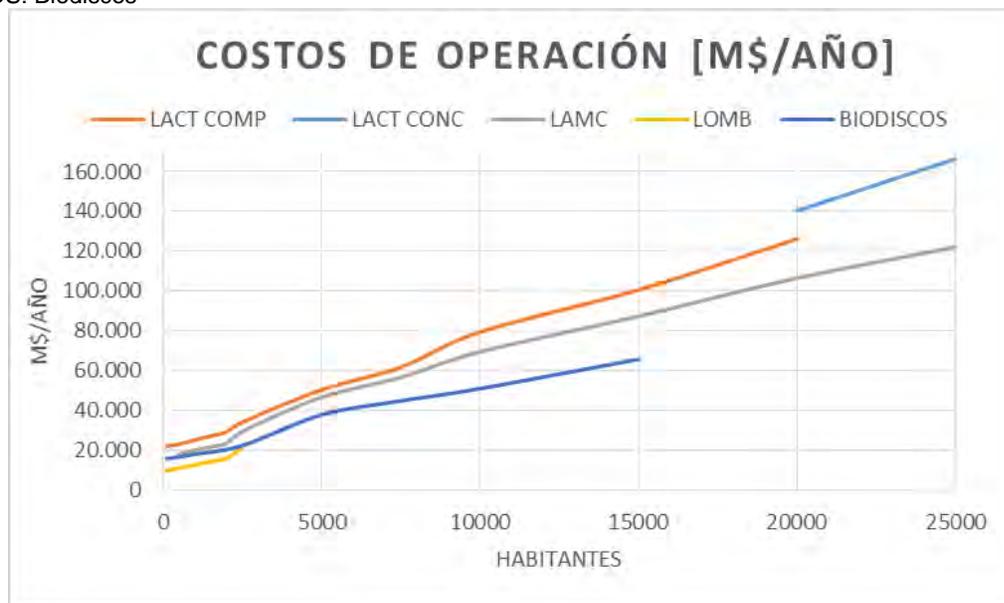
En el Anexo N°4 de cada Apartado Regional del Informe Final se incluye el análisis económico de las alternativas de Tratamiento, elaborado específicamente para el presente estudio.

Los costos de inversión y operación obtenidos se muestran en los gráficos siguientes:



Fuente: Elaboración propia

LACT COMP: Lodos Activados modalidad Compacta
LACT CONC: Lodos Activados modalidad Concentrada
LAMC: Lagunas Aireadas Multicelulares
LOMB: Lombrifiltros
BIODISCOS: Biodiscos



Fuente: Elaboración propia

LACT COMP: Lodos Activados modalidad Compacta
LACT CONC: Lodos Activados modalidad Concentrada
LAMC: Lagunas Aireadas Multicelulares
LOMB: Lombrifiltros
BIODISCOS: Biodiscos

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



3.2.3. Recomendación de alternativas de tratamiento según rango de población

De acuerdo con estos resultados, se puede apreciar que:

- Para poblaciones inferiores a los 2.500 Habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lombrifiltros.**
- Para poblaciones entre 2.500 y 15.000 habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lodos activados.**

Si en el futuro se **flexibiliza la exigencia normativa en cuanto al nitrógeno (NKT)**, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación serían los **Biodiscos.**

- Para poblaciones de más de 15.000 habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lodos activados.**

Si en el futuro se **flexibiliza la exigencia normativa en cuanto al nitrógeno (NKT)**, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación serían las **Lagunas Multicelulares**, pero debe verificarse caso a caso la disponibilidad de terreno ya que ocupan una superficie mucho mayor que los lodos activados.

- Si la descarga se realiza en cuerpos receptores (esteros u otros) que a poca distancia confluyen a cuerpos lacustres, cualquiera sea la población en el rango rural, la alternativa viable son los **Lodos Activados por Aeración Extendida**, debiendo diseñarse para desnitrificar incorporando zonas anóxicas y anaeróbicas, y de ser necesario incorporar remoción química de fósforo (P).

4. DESARROLLO DE PERFILES PARA LAS 80 LOCALIDADES

Se visitaron las siguientes 80 localidades seleccionadas.

Tabla 4-1 Fechas de visita Localidades Región de Valparaíso

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	Fecha Visita
1	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	VENTANAS (VENTANAS ALTO)	24-10-2017
2	VALPARAÍSO	VALPARAÍSO	LAGUNA VERDE (BAJO)	24-10-2017
3	SAN FELIPE	CATEMU	EL COBRE-LA COLONIA	03-01-2018
4	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	LA GREDA	24-10-2017
5	SAN FELIPE	SANTA MARÍA	SANTA FILOMENA	02-11-2017
6	QUILLOTA	HIJUELAS	LA SOMBRA-LOS PINOS (Romerol)	03-01-2018
7	QUILLOTA	QUILLOTA	LA PALMA	26-09-2017
8	QUILLOTA	LA CRUZ	POCOCHAY	04-01-2018
9	QUILLOTA	HIJUELAS	RABUCO	09-02-2018
10	QUILLOTA	NOGALES	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)	04-01-2018
11	PETORCA	PETORCA	PEDEGUA	20-10-2017
12	PETORCA	CABILDO	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)	20-10-2017
13	PETORCA	CABILDO	LOS MOLINOS	23-10-2017
14	QUILLOTA	QUILLOTA	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)	26-09-2017

Fuente: Elaboración propia

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



Tabla 4-2 Fechas de visita Localidades Región Metropolitana

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	FECHA VISITA
1	TALAGANTE	ISLA DE MAIPO	LA ISLITA (CAPSA LTDA)	05-02-2018
2	MELIPILLA	MELIPILLA	EL BOLLENAR	01-02-2018
3	CHACABUCO	COLINA	LAS CANTERAS	30-11-2017
4	MELIPILLA	MARÍA PINTO	LOS RULOS	23-01-2018
5	CHACABUCO	LAMPA	ESTACIÓN COLINA	15-02-2018
6	CHACABUCO	TILTIL	ESTACIÓN POLPAICO	22-11-2017
7	MELIPILLA	MARÍA PINTO	MARÍA PINTO-BARACALDO	23-01-2018
8	MAIPO	PAINE	HOSPITAL-CHAMPA	30-01-2018
9	MELIPILLA	CURACAVÍ	CERRILLOS	24-01-2018
10	MELIPILLA	MELIPILLA	POPETA	27-12-2017
11	MAIPO	PAINE	EL VINCULO	05-10-2017
12	MAIPO	PAINE	HUELQUÉN	13-02-2018
13	CORDILLERA	PIRQUE	EL PRINCIPAL	23-11-2017
14	TALAGANTE	PADRE HURTADO	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA	22-11-2017
15	MELIPILLA	CURACAVÍ	SANTA INÉS DE PATAGÜILLA	24-01-2018
16	CHACABUCO	COLINA	SANTA MARTA DE LIRAY	30-11-2017

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-3 Fechas de visita Localidades Región del Libertador Bernardo O'Higgins

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	Fecha Visita
1	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	AGUA BUENA	21-12-2017
2	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN ENRIQUE	28-12-2017
3	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	LA PUNTILLA-PUEBLO DE INDIOS (PUEBLO DE INDIOS)	05-12-2017
4	CARDENAL CARO	PICHILEMU	CÁHUIL	29-11-2017
5	COLCHAGUA	PERALILLO	EL BARCO	04-12-2017
6	CACHAPOAL	RENGO	LO DE LOBOS	18-01-2018
7	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	CUESTA LO GONZÁLEZ	13-12-2017
8	CACHAPOAL	COLTAUCO	IDAHUILLO	30-11-2017
9	CACHAPOAL	LAS CABRAS	SANTA INÉS-SANTA CLARISA	12-12-2017
10	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	EL TAMBO	06-12-2017
11	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	JUAN NÚÑEZ VALENZUELA (ORILLA DE PENCAHUE)	11-12-2017
12	CACHAPOAL	LAS CABRAS	EL MANZANO	12-12-2017
13	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	UNIÓN POLONIA	13-12-2017
14	CACHAPOAL	COLTAUCO	RINCONADA DE PARRAL	28-09-2017
15	CACHAPOAL	REQUÍNOA	EL VATICANO-LAS MERCEDES	05-10-2017
16	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	GUACARHUE	05-12-2017
17	COLCHAGUA	NANCAGUA	CALLEJONES-LA GLORIA	21-12-2017
18	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	TUNCA	30-11-2017
19	CACHAPOAL	LAS CABRAS	VILLA EL CARMEN	13-12-2017
20	COLCHAGUA	SANTA CRUZ	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA	06-12-2017
21	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN JUAN DE LA SIERRA	08-11-2017
22	COLCHAGUA	PLACILLA	LA TUNA	18-01-2017
23	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA-SAN JOSÉ DE LOS LINGUES	14-12-2017
24	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO	11-12-2107
25	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA ARRIBA-LA MARINANA	14-12-2017
26	CACHAPOAL	PICHIDEGUA	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS	13-12-2017

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-4 Fechas de visita Localidades **Región del Maule**

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	FECHA VISITA
1	LINARES	RETIRO	COPIHUE	09-01-2018
2	LINARES	COLBÚN	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)	10-01-2018
3	CURICÓ	MOLINA	ITAHUE-PUENTE ALTO	19-10-2017
4	LINARES	LONGAVÍ	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS	10-01-2018
5	CURICÓ	SAGRADA FAMILIA	EL CRUCERO (SANTA ROSA)	18-10-2017
6	TALCA	RÍO CLARO	CUMPEO	18-10-2017
7	LINARES	SAN JAVIER	BOBADILLA (Oriente y Poniente)	07-11-2017
8	TALCA	MAULE	DUAO-TRES ESQUINAS	22-01-2018
9	CURICÓ	CURICÓ	LA OBRA	20-10-2017
10	CURICÓ	MOLINA	PICHINGAL	19-10-2017
11	LINARES	LINARES	SAN ANTONIO	11-01-2018
12	CURICÓ	CURICÓ	CORDILLERILLA	10-10-2017
13	CURICÓ	TENO	LA LAGUNA	05-10-2017
14	LINARES	SAN JAVIER	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)	07-11-2017
15	LINARES	YERBAS BUENAS	ABRÁNQUIL-PUIPUYÉN	21-10-2017
16	LINARES	YERBAS BUENAS	MAITENCILLO	10-01-2018
17	TALCA	PENCAHUE	PENCAHUE	06-11-2017
18	CURICÓ	RAUCO	EL PLUMERO	04-10-2017
19	LINARES	YERBAS BUENAS	SEMILLERO	10-01-2018
20	LINARES	LONGAVÍ	PAINE-LA CONQUISTA	09-01-2018
21	TALCA	CUREPTO	HUAQUÉN	19-10-2017
22	LINARES	LONGAVÍ	MIRAFLORES	10-01-2018
23	CURICÓ	TENO	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES	04-10-2017
24	LINARES	SAN JAVIER	PUENTE PANDO-MARIÑICO	17-01-2018

Fuente: Elaboración propia

En cada visita se sostuvo una reunión con el presidente del Comité o Cooperativa (o su representante), recogiendo información en cuanto a la cantidad real de arranques, fuentes, estanques, y tarifa entre otros. La información recogida se vertió en una ficha para cada localidad, las que se incluyen en el Anexo N°3 del Apartado de cada Región.

4.1. Situación General del funcionamiento de los Sistemas de Agua Potable y Saneamiento

Conforme a lo observado en terreno, así como durante el desarrollo del presente estudio, se puede establecer lo siguiente respecto del funcionamiento de las Instalaciones de Agua Potable y Saneamiento de las 80 localidades visitadas en la Región de Valparaíso.

4.1.1. Sistemas de Agua Potable

La mayoría de las Cooperativas y Comités de APR presentan buena gestión, lo que ha permitido mantener en servicio los sistemas de agua potable construidos a través de proyectos ejecutados por la DOH Regional con aporte fiscal. Se han detectado oportunamente las necesidades de ampliación de los sistemas derivados del aumento de demanda, disminución del nivel de la napa, etc., lo que en términos generales ha permitido a la DOH programar y ejecutar oportunamente los proyectos de ampliación necesarios.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



Las instalaciones en general se encuentran en buen estado de mantención, y se observa razonable capacidad y conocimiento (derivado principalmente de la experiencia acumulada) por parte de los operadores para enfrentar los requerimientos de operación.

4.1.2. Sistemas de Saneamiento

Los sistemas de saneamiento existentes en general obedecen a iniciativas gestionadas por las Municipalidades que han derivado en la implementación de proyectos parciales financiados con aporte fiscal a través de Programas de Mejoramiento de Barrios y otros.

Por lo general las soluciones de saneamiento vienen aparejadas a proyectos específicos de construcción de grupos de viviendas, pero no obedecen a una planificación de saneamiento de la localidad en su conjunto.

Las plantas de tratamiento que forman parte de esos proyectos son construidas por empresas privadas que luego las operan durante períodos de típicamente 1 año (operación garantizada). Una vez concluido el contrato de construcción/operación con privados, la planta de tratamiento pasa a ser operada por la Municipalidad, o los Comités/Cooperativas.

De acuerdo a lo observado en las plantas de tratamiento visitadas, operadas por el Municipio o los Comités/Cooperativas, en general se está desarrollando capacidad para gestionar el mantenimiento de los equipos, pero aún no hay suficiente conocimiento práctico por parte de los operadores respecto del proceso de tratamiento, lo que no les permite operar en forma eficiente y enfrentar de manera eficaz los problemas que suelen ocurrir, y que pueden deteriorar la calidad del efluente.

Prácticamente en ninguna de las plantas visitadas se cuenta con los certificados de laboratorio que permita determinar si el efluente de la planta cumple o no con la normativa vigente. Esto es relevante ya que afecta o podría afectar la calidad de las aguas del cuerpo receptor (río, estero o canal), sobre las cuales hay derechos de aguas constituidos por terceros. En consecuencia, en situaciones críticas, podría significar un perjuicio legal por parte de las Cooperativas o Comités de Agua Potable Rural a los titulares de aprovechamiento de aguas, con las posibles implicancias judiciales que ello tendría.

Se recomienda capacitar a los operadores de las plantas y contar con asesoría de procesos a nivel regional por parte de la DOH.

4.2. Consideraciones Generales de las soluciones a nivel de perfil propuestas

En el Anexo N°6 del Apartado de cada Región se presenta el desarrollo de las soluciones a nivel de perfil. Se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de carácter general:

- **Nivel de Perfil:** Las soluciones presentadas en el presente estudio son a nivel de perfil. El objetivo es estimar el monto de las inversiones requeridas para desarrollar un Plan de Inversión Pública. Futuros estudios de ingeniería, que necesariamente deberán considerar trabajos de terreno (catastro de viviendas, topografía, mecánica de suelos, etc.) en cada localidad, permitirán precisar las soluciones planteadas y sus costos.
- **Red de Colectores:** Como se muestra en los perfiles de solución de cada localidad, la configuración de la red de aguas servidas responde a la topografía y a la ubicación de las casas a lo largo de las rutas, calles y pasajes de cada localidad.
- **Plantas Elevadoras:** En muchos casos, debido a la topografía, a lo extenso de los trazados, y a la existencia de calles o caminos ciegos que llegan a un punto bajo, se ha

hecho necesario incorporar plantas elevadoras de aguas servidas, con impulsiones hacia el colector más cercano.

Inmediatamente antes de cada planta de tratamiento se requiere una planta elevadora, pues las aguas servidas vienen a la profundidad del colector (generalmente de 2 a 3m) y el nivel de aguas de la primera unidad de la planta de tratamiento está por sobre el nivel de terreno para permitir la pérdida de carga a lo largo de las unidades de tratamiento y descargar en el curso receptor.

En general, para este estudio a nivel de perfil, para minimizar obra civil se han considerado 1+1 bombas sumergibles en las plantas elevadoras.

En estudios de Ingeniería posteriores se recomienda analizar la conveniencia de incorporar placas solares para minimizar el costo de operación de las plantas elevadoras, ya que esto permitirá reducir las tarifas que pagará la comunidad por el servicio.

- **Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas:** se puede mencionar lo siguiente:
 - La planta de tratamiento se ha ubicado lo más cerca posible del curso receptor al que se descargará el agua tratada. La ubicación propuesta es referencial y debe ser confirmada en terreno. Es posible que en el sector se encuentre más de un propietario con disposición a vender. **Se recomienda comprar el terreno antes de avanzar con estudios posteriores de ingeniería.**
 - Para poblaciones inferiores a los 2.500 Habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lombrifiltros.**
 - Para poblaciones entre 2.500 y 15.000 habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lodos activados.**

Si en el futuro se **flexibiliza la exigencia normativa en cuanto al nitrógeno**, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación serían los **Biodiscos**.
 - Para poblaciones de más de 15.000 habitantes, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación, **y que cumple con la normativa vigente, son los lodos activados.**

Si en el futuro se **flexibiliza la exigencia normativa en cuanto al nitrógeno**, la alternativa más económica tanto en términos de inversión como de operación serían las **Lagunas Multicelulares**, pero debe verificarse caso a caso la disponibilidad de terreno ya que ocupan una superficie mucho mayor que los lodos activados.
 - Si la descarga en el curso receptor (río, estero, canal, u otro) alimenta a poca distancia a un cuerpo de agua lacustre, el cumplimiento de la normativa vigente requiere del uso de la Tabla N°3. En tal caso, la alternativa **que cumple con la normativa vigente, son los lodos activados con remoción de N y P.**

En estudios de Ingeniería posteriores se recomienda analizar la conveniencia de incorporar placas solares para minimizar el costo de operación de las plantas de tratamiento, ya que esto permitirá reducir las tarifas que pagará la comunidad por el servicio.

4.3. Evaluación Económica

De acuerdo a lo que establece la Guía de Evaluación de Proyectos de Saneamiento Rural del MDS, las iniciativas de inversión de proyectos de este tipo se evaluarán con un enfoque costo-eficiencia. Los conceptos metodológicos y la aplicación de la metodología se presentan en el informe final y en el Anexo N°5 del Apartado de cada Región. Con los costos operacionales, mantención e inversiones, corregidos a precios sociales, se construyó el flujo de egresos para todo el horizonte y se determinaron los indicadores económicos: valor actualizado de los costos (VAC) y el costo anual equivalente (CAE).

Se consideró para proyectos de saneamiento rural un horizonte de evaluación de 20 años, de acuerdo con la vida útil de los componentes de la inversión.

Se consideró el valor residual de los activos del proyecto que aún no cumplen su vida útil.

Si determinó además el indicador costo de inversión por unidad domiciliaria (UF/UD) para ser comparado con el costo referencial de 165 UF/UD definido por el MDS. Cabe señalar que, conforme a lo señalado por la DOH Región de Valparaíso, para los proyectos ejecutados este indicador resultó como mínimo de 200 UF/UD.

Si el indicador supera el costo referencial, el proyecto debe ser sometido a reestudio, desarrollando el análisis de alternativas individuales y/o semicolectivas. Si este tipo de solución resulta en un costo mayor al del sistema colectivo, finalmente éste podrá ejecutarse, aunque supere el costo de referencia.

Los resultados obtenidos se entregan más adelante para cada región en los cuadros 4-5, 4-6, 4-7 y 4-8.

4.4. Proposición Tarifaria

4.4.1. Antecedentes Básicos del Marco Legal

En el presente punto se entrega un breve resumen del marco legal que regula los servicios sanitarios rurales en lo que se relaciona con aspectos tarifarios.

Como se ha indicado anteriormente, la Ley N° 20.998 publicada el 14 de Febrero de 2017 y su Reglamento es la que regula la prestación del servicio sanitario rural, y entre las consideraciones relevantes para la tarificación cabe destacar las siguientes.

a) Operadores del Servicio Sanitario Rural

Los operadores de un servicio sanitario rural pueden corresponder a un comité o una cooperativa a quien el Ministerio de Obras Públicas le haya otorgado una licencia para brindar el servicio en un área determinada.

Los operadores se clasifican en 3 segmentos: mayor, mediano y menor. El Reglamento debe definir un procedimiento (aún pendiente) para establecer la clasificación. En todo caso para realizarla deben considerarse, entre otros, la población abastecida, la cercanía al área urbana, las condiciones económicas y sociales de la población abastecida, las condiciones de aislamiento y la oferta hídrica y condiciones geográficas y topográficas.

b) Tipos de Servicios Sanitarios Rurales

El servicio sanitario rural puede ser de 2 tipos: primario y secundario.

El tipo primario corresponde al uso doméstico, destinado al consumo familiar y de pequeñas actividades comerciales o artesanales, incluyendo el consumo de agua para animales y huertas o frutales, pero siempre para actividades de subsistencia o autoconsumo.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13

C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



El tipo secundario corresponde a la prestación del servicio de agua y saneamiento que puede otorgarse cuando el operador garantiza la cobertura del servicio primario. Si se ve afectado el servicio primario, en casos graves, se puede suspender total o parcialmente la entrega del servicio sanitario por un período determinado.

c) Costos Indispensables de Operación

Los costos indispensables de operación son aquellos en los que se debe incurrir obligatoriamente para poder brindar los servicios sanitarios rurales. Ellos incluyen los gastos fijos, tales como los administrativos, de personal, laboratorio, etc., y los variables como productos químicos, energía eléctrica, retiro de lodos, etc.

d) Principios Generales del Cálculo Tarifario

Las tarifas deben calcularse teniendo como base la situación particular del servicio sanitario rural que se analiza, en atención a su tamaño y a singularidades técnicas, geográficas o de otra índole, que permitan alcanzar un funcionamiento regular y eficiente, propiciando al mismo tiempo las condiciones para permitir un adecuado desarrollo de los servicios.

No obstante, lo anterior, es posible solicitar la agrupación de servicios, para lo cual se debe considerar, entre otros, su tamaño, la distancia a los centros poblados, el tipo y características de la infraestructura sanitaria del operador, los insumos empleados y variables económicas, tales como el nivel de gastos y el número de personas que desarrollan las funciones operativas y administrativas.

e) Monto y Cobertura de la Tarifa

Las tarifas deben fijarse para que mediante su aplicación logren cubrirse, a lo menos, los costos indispensables de operación. Sin embargo, dependiendo del segmento en que el operador esté calificado, las tarifas difieren en los costos que se permite cobrar.

Para el segmento menor, es posible cubrir todos los costos fijos y variables en que se incurre para dar el servicio.

En los segmentos mediano y mayor, además de los costos indispensables aceptados para el segmento anterior, se permite tarificar los costos de mantención de la infraestructura sanitaria y un fondo de reposición y reinversión que permita al operador recuperar parte de la infraestructura de menor vida útil, tales como los equipos de las plantas elevadoras e instalaciones eléctricas. Sin embargo, los porcentajes a aplicar a esa infraestructura para cada segmento aún no han sido establecidos, y la ley indica que la determinación de ellos corresponderá a la Subdirección de Servicios Sanitarios Rurales de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP (Subdirección).

f) Procedimiento y Metodología del Cálculo Tarifario

Las tarifas deben ser calculadas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios basada en una metodología de cálculo contenida en un Manual de Cálculo Tarifario, elaborado por esa misma Institución, único para aplicar en todos los servicios sanitarios rurales, autosuficiente, de fácil comprensión y con criterios y parámetros objetivos. El Manual de Cálculo aún no ha sido preparado por la SISS.

En el Reglamento se recalcan las características de simplicidad que debe tener el procedimiento de cálculo, señalándose que debe ser fácilmente entendible por los usuarios y los operadores quienes incluso podrán participar durante la determinación de las tarifas.

Las fórmulas tarifarias a utilizar deben incluir un cargo fijo mensual y cargos por volumen consumido durante el período. La legislación también autoriza la consideración de tramos de consumo, los que deberían definirse en el Reglamento.

g) Vigencia y Reajustabilidad de las Tarifas

Las tarifas deben determinarse cada 5 años. A solicitud de los operadores, éstas podrán modificarse antes del término de ese período, pero cuando existan cambios importantes en los supuestos en que se basa el cálculo, y que sean así calificados por la Subdirección.

Las tarifas se reajustarán una vez al año de acuerdo a la variación del IPC. Si es que este índice alcanza una variación de 5% en el año, el reajuste opera inmediatamente.

4.4.2. Estimación de tarifas

En el Anexo N°5 del Apartado de cada Región se presenta el cálculo de las tarifas para cada solución de saneamiento en la región.

Los resultados obtenidos se entregan para cada región en las Tablas 4-5, 4-6, 4-7 y 4-8.

4.5. Resumen de las soluciones de saneamiento propuestas

En la Tablas 4-5, 4-6, 4-7 y 4-8 se entregan las características técnicas, los resultados de la evaluación económica y la propuesta tarifaria de cada una de las soluciones propuestas en cada región. En las láminas que siguen a cada tabla se presenta gráficamente cada solución de saneamiento propuesta por región.

Tabla 4-5 Región de Valparaíso. Resumen Soluciones a nivel de perfil

REGION DE VALPARAISO: SOLUCION SANEAMIENTO A NIVEL DE PERFIL

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	HABITANTES SANEADOS 2036	LONG RED COLECTORES (KM)	N° PLANTAS ELEVADORAS (1)	N° PEAS CABECERA	INTERVENCIÓN	TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO (2)	CURSO RECEPTOR	CONEXIÓN A SANITARIA	COSTO INVERSION (UF)	COSTO OPERACIÓN AÑO 1 (UF/año)	CAE (UF)	VAC (UF)	COSTO POR UD (UF)	TARIFA SANEAMIENTO (\$) (3)	PERTINENCIA AMBIENTAL
1	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	VENTANAS (VENTANAS ALTO)	9.094	8,5	6	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal aledaño	Municipal	163.031	2.816	16.769	192.343	80	4.783	Ingresa al SEIA (DIA)
2	VALPARAÍSO	VALPARAÍSO	LAGUNA VERDE (BAJO)	4.547	16,3	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Laguna Verde	NO	95.726	1.509	9.255	106.151	92	5.910	Ingresa al SEIA (DIA)
3	SAN FELIPE	CATEMU	EL COBRE-LA COLONIA	4.280	9,9	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Catemu	NO	90.450	1.466	8.701	99.803	93	6.130	Ingresa al SEIA (DIA)
4	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	LA GREDA	SOLUCIÓN EN CONJUNTO A VENTANAS ALTO														
5	SAN FELIPE	SANTA MARÍA	SANTA FILOMENA	4.694	19,1	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero del Saino	NO	121.757	1.520	11.112	127.454	114	5.762	Ingresa al SEIA (DIA)
6	QUILLOTA	HIJUELAS	LA SOMBRA-LOS PINOS (Romeral)	5.958	24,4	0	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Aconcagua	NO	179.369	1.657	15.286	175.333	134	4.895	Ingresa al SEIA (DIA)
7	QUILLOTA	QUILLOTA	LA PALMA	5.350	41,3	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero El Tambor	NO	195.832	1.588	16.387	187.955	163	5.258	Ingresa al SEIA (DIA)
8	QUILLOTA	LA CRUZ	POCOCHAY	3.745	28,6	4	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero El Tambor	NO	113.225	1.457	10.465	120.031	133	6.945	Ingresa al SEIA (DIA)
9	QUILLOTA	HIJUELAS	RABUCO	8.492	19,1	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Aconcagua	NO	121.410	2.166	12.047	138.180	63	4.339	Ingresa al SEIA (DIA)
10	QUILLOTA	NOGALES	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)	4.487	25,9	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Curso de agua cercano	NO	107.832	1.497	10.042	115.186	106	5.949	Ingresa al SEIA (DIA)
11	PETORCA	PETORCA	PEDEGUA	2.207	1,5	0	1	Instalación Nueva	LOMBRIFILTRO	Río Petorca	NO	18.088	899	2.318	26.592	34	6.944	No Ingresa al SEIA
12	PETORCA	CABILDO	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)	26	0,2	0	0	Colector adicional	NO	No Aplica	NO	553	Mantiene costos actuales	48	553	92	8.940	No Ingresa al SEIA
13	PETORCA	CABILDO	LOS MOLINOS	423	0,0	0	0	Reemplazo fosa septica comunitaria	LOMBRIFILTRO	Riego local	NO	3.243	585	917	10.519	28	25.501	No Ingresa al SEIA
14	QUILLOTA	QUILLOTA	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)	3.022	19,5	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Aconcagua	NO	136.198	1.366	11.869	136.136	200	8.146	Ingresa al SEIA (DIA)

Notas

(1): No incluye PEAS Cabecera PTAS

(2): Tecnología que cumple con requisitos del DS90

(3): Se consideró un consumo promedio de 20m³ por arranque (UD)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-6 Región Metropolitana. Resumen Soluciones a nivel de perfil

REGION METROPOLITANA: SOLUCION SANEAMIENTO A NIVEL DE PERFIL

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	HABITANTES SANEADOS 2036	LONG RED COLECTORES (KM)	N° PLANTAS ELEVADORAS (1)	N° PEAS CABECERA	INTERVENCIÓN PROPUESTA	TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO (2)	CURSO RECEPTOR	CONEXIÓN A SANITARIA	COSTO INVERSION (UF)	COSTO OPERACIÓN AÑO 1 (UF/año)	CAE (UF)	VAC (UF)	COSTO POR UD (UF)	TARIFA SANEAMIENTO (\$) (3)	PERTINENCIA AMBIENTAL
1	TALAGANTE	ISLA DE MAIPO	LA ISLITA (CAPSA LTDA)	4.793	8,0	0	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal aledaño existente	NO	64.951	1.513	6.906	79.214	65	6.152	Ingresar al SEIA (DIA)
2	MELIPILLA	MELIPILLA	EL BOLLENAR	4.859	13,0	6	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Las Higueras	NO	78.285	1.539	8.076	92.634	78	6.161	Ingresar al SEIA (DIA)
3	CHACABUCO	COLINA	LAS CANTERAS	4.896	0,0	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Curso de agua existente	NO	81.287	1.543	8.206	94.122	81	6.117	Ingresar al SEIA (DIA)
4	MELIPILLA	MARÍA PINTO	LOS RULOS	10.223	6,3	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Curso de agua al que descarga PTAS exist fuera servicio	NO	91.229	2.482	10.533	120.810	45	4.413	Ingresar al SEIA (DIA)
5	CHACABUCO	LAMPA	ESTACIÓN COLINA	12.185	39,9	16	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Colina	NO	283.647	2.813	25.380	291.103	115	4.135	Ingresar al SEIA (DIA)
6	CHACABUCO	TILTIL	ESTACIÓN POLPAICO	3.626	11,1	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Chacabuco	NO	68.409	1.382	6.995	80.229	91	7.542	Ingresar al SEIA (DIA)
7	MELIPILLA	MARÍA PINTO	MARÍA PINTO-BARACALDO	7.549	7,6	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Puangue	NO	115.951	2.147	11.740	134.654	77	5.260	Ingresar al SEIA (DIA)
8	MAIPO	PAINE	HOSPITAL-CHAMPA	15.870	27,7	10	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Angostura	NO	229.319	3.138	21.781	249.829	72	3.521	Ingresar al SEIA (DIA)
9	MELIPILLA	MELIPILLA	POPETA	7.430	26,5	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Popeta	NO	183.069	2.099	16.461	188.806	123	5.246	Ingresar al SEIA (DIA)
10	MAIPO	PAINE	EL VINCULO	12.824	36,6	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Las Flores	NO	210.132	2.759	19.509	223.765	81	3.875	Ingresar al SEIA (DIA)
11	MAIPO	PAINE	HUELQUÉN	8.418	21,5	4	1	Conexión a Sanitaria			AGUAS ANDINAS	169.875	3.130	16.775	192.412	101	6.196	No Ingresar al SEIA
12	CORDILLERA	PIRQUE	EL PRINCIPAL	19.912	57,0	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Clarillo	NO	298.726	3.431	26.812	307.535	74	3.058	Ingresar al SEIA (DIA)
13	TALAGANTE	PADRE HURTADO	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA	11.145	50,4	7	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Mapocho	NO	311.367	2.592	26.489	303.831	138	4.209	Ingresar al SEIA (DIA)
14	CHACABUCO	COLINA	SANTA MARTA DE LIRAY	4.859	13,7	2	0	Conexión a Sanitaria		Emisario Colina	SEMBICORP	97.071	1.742	9.481	108.750	100	6.210	No Ingresar al SEIA

Notas

- (1): No incluye PEAS Cabecera PTAS
- (2): Tecnología que cumple con requisitos del DS90
- (3): Se consideró un consumo promedio de 20m³ por arranque (UD)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-7 Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Resumen Soluciones a nivel de perfil

REGION DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS: SOLUCION SANEAMIENTO A NIVEL DE PERFIL

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	HABITANTES SANEADOS 2036	LONG RED COLECTORES (KM)	N° PLANTAS ELEVADORAS (1)	N° PEAS CABECERA	INTERVENCIÓN	TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO (2)	CURSO RECEPTOR	CONEXIÓN A SANITARIA	COSTO INVERSION (UF)	COSTO OPERACIÓN AÑO 1 (UF/año)	CAE (UF)	VAC (UF)	COSTO POR UD (UF)	TARIFA SANEAMIENTO (\$) (3)	PERTINENCIA AMBIENTAL
1	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	AGUA BUENA	3.811	10,8	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Antivero	NO	65.414	1.413	6.867	78.766	75	6.837	Ingresa al SEIA (DIA)
2	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN ENRIQUE	8.131	52,1	10	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Quintano	NO	235.117	2.313	20.772	238.254	129	4.932	Ingresa al SEIA (DIA)
3	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	LA PUNTILLA-PUEBLO DE INDIOS (PUEBLO DE INDIOS)	6.566	6,9	1	1	Conexión a Sanitaria			Hoy c/ESSBIO	55.460	2.529	7.571	86.837	38	5.890	No Ingresa al SEIA
4	CARDENAL CARO	PICHILEMU	CÁHUIL	3.490	10,2	8	1	Conexión a Sanitaria			ESSBIO	163.023	1.683	15.819	181.446	210	7.533	No Ingresa al SEIA
5	COLCHAGUA	PERALILLO	EL BARCO	3.785	17,6	4	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Las Toscas	NO	90.535	1.418	8.765	100.533	105	6.904	Ingresa al SEIA (DIA)
6	CACHAPOAL	RENGO	LO DE LOBOS	5.122	15,4	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Claro	NO	123.470	1.569	11.280	129.386	106	5.584	Ingresa al SEIA (DIA)
7	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	CUESTA LO GONZÁLEZ	3.544	16,0	3	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Los Canales	NO	133.854	1.386	11.737	134.621	167	7.227	Ingresa al SEIA (DIA)
8	CACHAPOAL	COLTAUCO	IDAHUILLO	3.972	18,3	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Cachapoal	NO	86.939	1.437	8.454	96.961	96	6.658	Ingresa al SEIA (DIA)
9	CACHAPOAL	LAS CABRAS	SANTA INÉS-SANTA CLARISA	3.745	19,4	6	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Alhue	NO	106.546	1.488	10.138	116.287	125	7.247	Ingresa al SEIA (DIA)
10	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	EL TAMBO	5.851	25,4	4	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Zamorano	NO	138.855	1.716	12.727	145.973	105	5.279	Ingresa al SEIA (DIA)
11	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	ORILLA DE PENCAHUE (JUAN NUÑEZ VALENZUELA)	4.440	19,8	12	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Zamorano	NO	135.227	1.615	12.675	145.380	135	6.562	Ingresa al SEIA (DIA)
12	CACHAPOAL	LAS CABRAS	EL MANZANO	4.360	18,0	4	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero embalse Rapel	NO	97.599	1.554	9.510	109.076	98	6.474	Ingresa al SEIA (DIA)
13	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	UNIÓN POLONIA	4.045	10,1	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Roma	NO	183.064	2.467	17.148	196.690	78	4.082	Ingresa al SEIA (DIA)
14	CACHAPOAL	COLTAUCO	RINCONADA DE PARRAL	3.811	11,7	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Purén	NO	69.606	1.415	7.185	82.411	80	6.846	Ingresa al SEIA (DIA)
15	CACHAPOAL	REQUÍNOA	EL VATICANO-LAS MERCEDES	6.058	31,8	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal Apalta	NO	174.939	1.877	15.516	177.967	128	5.488	Ingresa al SEIA (DIA)
16	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	GUACARHUE - LA ESTACADA	6.372	17,2	3	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Claro	NO	183.987	2.615	17.450	200.154	69	3.821	Ingresa al SEIA (DIA)
17	COLCHAGUA	NANCAGUA	CALLEJONES-LA GLORIA	3.651	17,6	4	0	Conexión a Sanitaria			ESSBIO	83.833	1.498	8.332	95.572	103	6.470	No Ingresa al SEIA
18	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	TUNCA	6.352	22,0	16	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Cachapoal	NO	176.410	1.936	16.402	188.126	123	5.381	Ingresa al SEIA (DIA)
19	CACHAPOAL	LAS CABRAS	VILLA EL CARMEN	5.904	31,9	4	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Popeta	NO	197.083	1.736	16.890	193.725	148	5.282	Ingresa al SEIA (DIA)
20	COLCHAGUA	SANTA CRUZ	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA	4.086	14,9	6	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Tinguiririca	NO	99.607	1.488	9.629	110.444	107	6.659	Ingresa al SEIA (DIA)
21	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN JUAN DE LA SIERRA	5.617	38,0	7	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal de regadío	NO	163.842	1.707	14.630	167.807	129	5.468	Ingresa al SEIA (DIA)
22	COLCHAGUA	PLACILLA	LA TUNA	3.477	17,8	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Claro	NO	112.827	1.378	10.129	116.182	143	7.330	Ingresa al SEIA (DIA)
23	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA-SAN JOSÉ DE LOS LINGUES	6.453	26,7	5	0	CONEXIÓN A SISTEMA UNIÓN POLONIA										
24	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO	5.476	17,6	3	0	SOLUCIÓN EN CONJUNTO CON GUACARGUE										
25	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA ARRIBA-LA MARINANA	3.029	11,1	2	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Antivero	NO	64.194	1.303	6.572	75.382	92	8.021	Ingresa al SEIA (DIA)
26	CACHAPOAL	PICHIDEGUA	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS	5.931	25,2	8	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Tinguiririca	NO	212.368	1.763	18.228	209.078	159	5.326	Ingresa al SEIA (DIA)

Notas

(1): No incluye PEAS Cabecera PTAS

(2): Tecnología que cumple con requisitos del DS90

(3): Se consideró un consumo promedio de 20m3 por arranque (UD)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-8 Región del Maule. Resumen Soluciones a nivel de perfil

REGION DEL MAULE: SOLUCION SANEAMIENTO A NIVEL DE PERFIL

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	HABITANTES SANEADOS 2036	LONG RED COLECTORES (KM)	N° PLANTAS ELEVADORAS (1)	N° PEAS CABECERA	INTERVENCIÓN	TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO (2)	CURSO RECEPTOR	CONEXIÓN A SANITARIA	COSTO INVERSIÓN (UF)	COSTO OPERACIÓN AÑO 1 (UF/año)	CAE (UF)	VAC (UF)	COSTO POR UD (UF)	TARIFA SANEAMIENTO (\$) (3)	PERTINENCIA AMBIENTAL
1	LINARES	RETIRO	COPIHUE	5.023	2,7	0	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Colliguay	NO	36.112	1.519	4.799	55.047	34	5.899	Ingresar al SEIA (DIA)
2	LINARES	COLBÚN	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)	4.800	33,1	9	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Maule	NO	171.809	1.597	15.075	172.908	177	6.408	Ingresar al SEIA (DIA)
3	CURICÓ	MOLINA	ITAHUE-PUENTE ALTO	4.480	11,6	8	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Claro	NO	118.692	1.590	11.295	129.551	130	6.824	Ingresar al SEIA (DIA)
4	LINARES	LONGAVÍ	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS	9.087	49,4	12	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Liguay	NO	315.319	2.514	27.201	311.989	172	4.994	Ingresar al SEIA (DIA)
5	CURICÓ	SAGRADA FAMILIA	EL CRUCERO (SANTA ROSA)	10.283	32,1	9	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Gualemu	NO	168.681	2.447	16.115	184.839	81	4.340	Ingresar al SEIA (DIA)
6	TALCA	RÍO CLARO	CUMPEO	6.894	8,4	0	1	Instalación Nueva + Ampliación PTAS Existente	LODOS ACTIVADOS	Canal existente aledaño	NO	72.712	1.359	7.663	87.900	51	7.727	Ingresar al SEIA (DIA)
7	LINARES	SAN JAVIER	BOBADILLA (Oriente y Poniente)	2.407	8,6	0	1	Instalación Nueva	LOMBRIFILTRO	Río Maule	NO	38.959	915	3.943	45.225	77	7.117	No Ingresar al SEIA
8	TALCA	MAULE	DUAO-TRES ESQUINAS	6.390	27,8	13	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Maule	NO	219.341	1.819	19.001	217.936	170	5.377	Ingresar al SEIA (DIA)
9	CURICÓ	CURICÓ	LA OBRA	4.748	0,6	0	1	Ampliación y Mejoramiento sistema existente	LODOS ACTIVADOS	Canal existente aledaño	NO	19.896	1.461	3.471	39.817	50	6.579	No Ingresar al SEIA
10	CURICÓ	MOLINA	PICHINGAL	4.042	13,1	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Lontue	NO	85.260	1.477	8.519	97.716	103	7.137	Ingresar al SEIA (DIA)
11	LINARES	LINARES	SAN ANTONIO	4.220	18,3	5	0	Conexión a Sanitaria			AGUAS NUEVO SUR	88.864	1.569	8.812	101.074	105	6.473	Ingresar al SEIA (DIA)
12	CURICÓ	CURICÓ	CORDILLERILLA	5.379	9,9	1	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal existente aledaño	NO	65.982	1.597	7.127	81.745	59	5.730	Ingresar al SEIA (DIA)
13	CURICÓ	TENO	LA LAGUNA	5.476	31,1	10	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Río Teno	NO	156.545	1.713	14.226	163.169	141	5.957	Ingresar al SEIA (DIA)
14	LINARES	SAN JAVIER	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)	4.138	0,7	2	0	Ampliación PTAS existente	LODOS ACTIVADOS + AMPLIACION PTAS EXISTENTE	Estero El Gallinazo	NO	9.148	1.414	2.527	28.981	11	6.747	No Ingresar al SEIA
15	LINARES	YERBAS BUENAS	ABRÁNQUIL-PUÍPUYÉN	4.042	21,8	8	0	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal Valdés afluente al río Putagán	NO	110.014	1.482	10.383	119.097	133	7.155	Ingresar al SEIA (DIA)
16	LINARES	YERBAS BUENAS	MAITENCILLO	4.777	25,3	2	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Canal Machicura	NO	121.015	1.542	11.051	126.755	124	6.258	Ingresar al SEIA (DIA)
17	TALCA	PENCAHUE	PENCAHUE	5.572	3,8	1	1	Mejoramiento sistema existente	LODOS ACTIVADOS	Estero Pencahue	NO	50.613	1.617	6.071	69.637	43	5.591	Ingresar al SEIA (DIA)
18	CURICÓ	RAUCO	EL PLUMERO	7.036	21,7	6	1	Mejoramiento sistema existente	LODOS ACTIVADOS	Canal existente aledaño	NO	197.364	1.914	17.303	198.469	138	5.091	Ingresar al SEIA (DIA)
19	LINARES	YERBAS BUENAS	SEMILLERO	4.235	27,6	8	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Machicura	NO	141.757	1.544	12.811	146.943	165	7.050	Ingresar al SEIA (DIA)
20	LINARES	LONGAVÍ	PAINÉ-LA CONQUISTA	4.510	21,6	3	0	Conexión a Sanitaria			AGUAS NUEVO SUR	144.733	1.662	12.865	147.555	161	6.391	Ingresar al SEIA (DIA)
21	TALCA	CUREPTO	HUAQUÉN	3.715	12,6	5	1	Instalación Nueva	LODOS ACTIVADOS	Estero Huaquén	NO	82.089	1.456	8.268	94.838	108	7.664	Ingresar al SEIA (DIA)
22	LINARES	LONGAVÍ	MIRAFLORES	2.801	8,8	6	0	Instalación Nueva	SOLUCIÓN EN CONJUNTO CON SAN LUIS SAN RAÚL LAS MOTAS									
23	CURICÓ	TENO	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES	2.452	9,9	2	1	Instalación Nueva	LOMBRIFILTRO	Estero Palmilla	NO	47.625	938	4.590	52.642	94	7.122	No Ingresar al SEIA
24	LINARES	SAN JAVIER	PUENTE PANDO-MARIÑICO	1.932	8,3	1	1	Instalación Nueva	LOMBRIFILTRO	Río Maule	NO	61.337	882	5.524	63.364	155	8.603	No Ingresar al SEIA

Notas

- (1): No incluye PEAS Cabecera PTAS
- (2): Tecnología que cumple con requisitos del DS90
- (3): Se consideró un consumo promedio de 20m³ por arranque (UD)

Fuente: Elaboración propia

5. ANÁLISIS ADICIONALES

Este acápite se refiere a lo solicitado en los términos de Referencia del presente estudio, en relación con la situación legal de los efluentes de las plantas de tratamiento, y las alternativas de disposición de lodos.

5.1. Situación legal de los efluentes de las plantas de tratamiento del sector rural

Este acápite responde al requerimiento del punto 7.2.3.2 a) de los Términos de Referencia del estudio.

En el medio rural y para efectos de provisión de agua potable *-en la macrozona central-*, en general las aguas provienen de la napa subterránea. A través de captaciones subterráneas (pozos) las aguas son extraídas y tratadas por las Cooperativas y Comités de APR (principalmente cloración y remoción de Fe y Mn), quienes en muchos casos poseen la inscripción de los derechos de agua correspondientes, otorgados por la Dirección General de Aguas. Las aguas son almacenadas en estanques de regulación para luego ser distribuidas a los usuarios a través de la red de agua potable para su uso y consumo. Los remanentes de este uso, es decir las aguas servidas, *-cuando existe una solución colectiva-* son recolectadas desde cada aportante por los prestadores del servicio a través de redes de recolección, *-efluentes que en algunos casos son tratados-* para ser vertidas en cursos receptores (ríos, esteros, canales u otros).

Si bien en la captación de las aguas en muchos casos hay derechos otorgados, a la fecha no existe una definición legal respecto de la propiedad de las aguas servidas, como tampoco de las aguas tratadas que se vierten a los cursos receptores.

Los cauces naturales de uso público, como ríos y esteros, están regulados por el estado a través de la Dirección General de Aguas, mientras los canales son de propiedad de privados (Canalistas o Asociaciones de Canalistas).

Los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas consideradas en el **PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)**, cumplirán con lo establecido en el DS90 cuando se emita un aporte mayor al de 100 habitantes.

El tratamiento de las aguas servidas se ha dimensionado para que el efluente de la planta cumpla con las concentraciones máximas establecidas en el DS N° 90 "NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES" (2000).

En general, en el medio rural las aguas tratadas se descargan a pequeños cursos de agua natural (esteros), canales o sus derivados. En estos casos la dilución es prácticamente nula en algunas épocas del año, por lo que, para el dimensionamiento y costos a nivel de perfil de la planta de tratamiento, se han considerado las concentraciones máximas indicadas en la tabla 1 del DS90 (descarga a un cuerpo de agua sin dilución).

Cuando la descarga es a un lago como es el caso de la localidad El Manzano con descarga a Embalse Rapel, o cuando es a un curso de agua que a poca distancia confluye a un cuerpo lacustre, como es el caso de la localidad de San Enrique con descarga a estero Quintano que confluye al embalse Convento Viejo, para el dimensionamiento y costos a nivel de perfil de la planta de tratamiento se ha considerado la Tabla 3 del DS90 (descarga a un cuerpo de agua lacustre), que requiere remoción de nutrientes. Este mismo criterio se ha adoptado cuando el curso de agua deriva en una playa con balneario, donde el agua se apoza debido a la barra litoral, como es el caso de la localidad de la localidad de Laguna Verde.

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13
C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-
Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



Reutilización de las aguas tratadas

En nuestro país no existe una norma que regule la reutilización de aguas servidas tratadas y recién se está avanzando en el reuso de aguas grises (*En febrero de 2018 se publicó la Ley N° 21.075 que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, aplicable a áreas urbanas y rurales*).

El documento normativo más próximo, **pero que no se refiere a la reutilización de aguas servidas tratadas**, es la Norma NCh 1333/78, modificada en 1987, que establece los criterios de calidad del agua para diferentes usos, regulando algunos aspectos físicos, químicos y biológicos.

Sus criterios tienen por objeto entre otros, proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos, de la degradación producida por contaminación con residuos de cualquier tipo u origen. Esta norma es aplicable a las aguas destinadas a los siguientes usos:

- agua para consumo humano
- agua para la bebida de animales
- riego
- recreación y estética (recreación con y sin contacto directo)
- vida acuática.

Dado el propósito de reutilización en el sector rural del país, se considera que el uso más relevante y con beneficios locales directos en cada zona de aplicación, es el riego agrícola, sin descartar el uso normal y vigente en aquellas localidades con tratamiento como es la recarga de cuerpos de aguas naturales superficiales.

Respecto del reuso de aguas tratadas, existen normas en el extranjero, entre las que destaca la normativa del Ministerio de Salud Pública de Israel, que publicó una normativa relacionada con la calidad de aguas servidas tratadas destinadas al riego agrícola.

Las tecnologías de tratamiento secundario diseñadas adecuadamente y con operación controlada, pueden alcanzar la eficiencia de remoción de contaminantes necesaria para alcanzar los niveles de calidad establecidos por las regulaciones para el uso de las aguas tratadas en riego. Así, por ejemplo, las tecnologías en base a Lodos Activados, Biodiscos, Lombrifiltros o Lagunas Aeradas disponen de las componentes unitarias adecuadas para la remoción de materia orgánica, sólidos en suspensión y microorganismos.

Consecuentemente con lo anterior, las plantas de tratamiento de aguas servidas en el sector rural pueden producir aguas tratadas para el riego de cultivos no alimentarios y de cultivos alimentarios procesados (sin consumo crudo).

La reutilización de aguas servidas tratadas no es un problema técnico ya que la tecnología requerida para satisfacer los requisitos de calidad necesarios para su uso en irrigación está no solo disponible, sino que además es tecnología probada en el país.

En este escenario, para que la implementación de los proyectos de reutilización en el sector rural, que son técnicamente factibles, no solo responda a iniciativas puntuales, sino que formen parte de la solución integral y de una política de reutilización es necesario abordar otros aspectos que se han identificado como limitantes en esta materia.

Los aspectos que se analizan brevemente a continuación y que será importante abordar para implementar la reutilización son de carácter normativo, económico, organizacional y de percepción.

i. Aspectos Normativos

El país no dispone actualmente de una regulación habilitante para la reutilización y por el contrario la norma más cercana a la actividad (NCh 1333) establece requisitos parciales de calidad para el uso seguro y sostenible de aguas servidas tratadas en irrigación en general. En esta materia además de los requisitos de calidad se debe

regular el control operacional de la actividad, los métodos o técnicas de aplicación y los criterios para la definición de las zonas de protección en torno a los lugares de aplicación.

ii. Aspectos Económicos

La viabilidad económica a largo plazo de los proyectos de reutilización también representa un factor importante para la reutilización del agua. Debe tenerse en consideración algún grado de inversión para disponer del agua en los lugares de aplicación y si el financiamiento de este tipo de obras será o no cargo del estado en el caso del sector rural.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta el valor de esta agua de riego, el cual debiera cotizarse en una tarifa atractiva para los usuarios potenciales, que permita además recuperar costos operacionales asociados ya sea al tratamiento o eventualmente a las actividades que debe desarrollar la organización a cargo en el sector rural para entregar este producto.

iii. Aspectos Organizacionales

La distribución fragmentada en diferentes organismos del estado, de las responsabilidades y de la autoridad sobre diferentes instancias del ciclo del agua en el proceso de reutilización de las aguas es otro impedimento que debe superarse con el propósito de que los proyectos de reutilización del agua puedan avanzar.

En algunas ocasiones, las facultades de la autoridad regional pueden llevar a definiciones diferentes a las del nivel central, respecto de criterios establecidos para una actividad sujeta a regulación.

Esta separación de poderes que es real y necesaria en muchos ámbitos, puede sin embargo conducir a largos períodos de inacción, o estancamiento, o desacuerdos, o negociaciones complejas interinstitucionales que pueden provocar que los proyectos de reutilización de las aguas pierdan su atractivo, o resulten mucho más costosos y complejos de lo necesario.

En este sentido la definición de una política multisectorial y de carácter nacional, facilitaría el entendimiento entre las diferentes autoridades involucradas en la materia y permitirían estar orientadas a un objetivo común.

iv. Aspectos de Percepción

Este aspecto se relaciona con la comunidad y la percepción pública respecto del consumo de alimentos regados con agua reutilizada, estimulando una preferencia por el uso de agua dulce.

Está relacionado también con barreras educacionales y el conocimiento o entendimiento de las capacidades de la tecnología actual para entregar aguas aptas para su uso en irrigación independientemente de su origen.

El escenario de escasez local del agua para diferentes usos es determinante en este sentido, y es muy interesante la experiencia de Singapur en esta materia, que ha llevado a cabo un impresionante programa de concienciación pública para construir un compromiso nacional para la reutilización del agua.

En esta materia y con el objetivo de promover el cambio de comportamiento, en Singapur se han desarrollado campañas educativas y técnicas de marketing social donde el uso adecuado del lenguaje ha sido un elemento relevante al no estigmatizar el agua para riego bajo conceptos como "reutilización de aguas residuales", "reutilización de agua", que otorgan una connotación negativa para el público, mientras que frases como "reciclaje de agua", "agua nueva", (New Water en Singapur) resultan más atractivas y propensas a promover la aceptación pública.

Recarga de Acuíferos

La recarga de acuíferos está regulada por el DS N° 46. "NORMA DE EMISIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS A AGUAS SUBTERRÁNEAS" (2002). Esta norma lleva asociada el concepto de Infiltración hacia un suelo, que debe evaluar la Capacidad de Campo Efectiva (CCE) de dicho suelo en base a medidas para cada horizonte de suelo individual (sean hechas en terreno, analizadas en el laboratorio o con la ayuda de tablas estándar de manuales de mapeo de suelos), conforme a lo detallado en el Manual para la aplicación del concepto de Vulnerabilidad de acuíferos establecido en el DS 46.

De hecho, el Manual establece que "Los titulares de los proyectos que infiltren (fuentes existentes) o requieran infiltrar (fuentes nuevas) los efluentes de sus procesos y que sean considerados fuentes emisoras de acuerdo al DS 46/02, deberán presentar un informe con la Determinación de la Vulnerabilidad de los Acuíferos de acuerdo a dicho Manual. La Dirección General de Aguas (DGA) visará los informes y se pronunciará respecto de la vulnerabilidad del acuífero mediante una resolución".

La recarga de acuíferos con aguas servidas tratadas prácticamente no ha tenido desarrollo en el país. En el medio rural este consultor no recomienda la recarga de acuíferos, debido a que para ello se requiere un tratamiento de aguas servidas mucho más eficiente y de alto costo (inversión y operación) principalmente para evitar la colmatación de las capas de suelo en las que las aguas tratadas se infiltrarían al acuífero.

5.2. Alternativas de disposición de los lodos generados por las plantas de tratamiento de aguas servidas del sector rural.

Este acápite responde al requerimiento del punto 7.2.3.2 b) de los Términos de Referencia del estudio.

En Chile se cuenta con un Reglamento, cuyo texto fue sancionado mediante el DS 04/09 de Octubre de 2009, y que fue aprobado por la Contraloría como "Reglamento para el Manejo de Lodos generados en Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas".

A objeto de poder visualizar las alternativas de tratamiento de los lodos generados y su viabilidad en el sector rural, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes del reglamento en su aplicación a una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en el Sector Rural, específicamente en lo que al tratamiento, deshidratación y disposición de lodos al interior de la PTAS se refiere, hasta dejarlo en condiciones aptas para su transporte y disposición final.

Considerando el orden de magnitud de la población asociada al Sector Rural, se debe señalar primeramente que, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento, la Autoridad Sanitaria podrá liberar de las obligaciones señaladas para el Manejo Sanitario de los Lodos a los operadores de PTAS con una capacidad inferior a 2.500 habitantes equivalentes o que generen hasta 100 kg de lodos base materia seca al día.

Tratamiento

Los sistemas en base a lodos activados para tamaños de los del sector rural corresponden en general a tecnologías en base a Aeración Extendida, de modo que si el diseño contempla una edad del lodo de 25 días o más en el tanque biológico pueden considerarse estabilizados. La higienización de los lodos se puede obtener con agregado de cal o su permanencia durante 3 meses en lechos de secado (DS 04/09).

Deshidratación

Gran parte de las PTAS del sector rural cuenta con Lechos de Secado, de modo que si su capacidad es adecuada para permitir rotar periódicamente los lodos cada 3 meses y así higienizarlos para permitir su disposición de acuerdo a lo señalado en el DS 04/09, se constituye en una de las alternativas más viables de aplicar tanto por su simplicidad operativa como por los bajos costos operacionales asociados. En todo caso se recomienda disponer un techo transparente para cubrir los lechos y así evitar que se mojen cuando llueve, pero permitiendo el paso de la luz.

Para fines del presente estudio, en lo que se refiere a deshidratación previo espesamiento, se decidió considerar Lechos de Secado para poblaciones menores a 5.000 habitantes y deshidratación Mecanizada por Filtro Banda para poblaciones mayores.

Almacenamiento

Los LODOS CLASE B que se obtendrán de las plantas de tratamiento en el medio rural, podrán ser almacenados en la PTAS en cantidades INFERIORES A 35 TONELADAS y por un plazo MÁXIMO DE 7 DÍAS sin restricciones adicionales.

En cuanto al tiempo máximo de permanencia de lodos clase B en el predio previo a su incorporación al suelo, será de 15 días.

Disposición

Dado los pequeños volúmenes de lodo estabilizado producidos en el medio rural, se recomienda la aplicación de los lodos al suelo, en el entorno inmediato, considerando los requisitos establecidos en el DS 04/09, entre los cuales cabe mencionar un Plan de Aplicación: requisitos del área de aplicación, características de los suelos a los que se aplicarán los lodos, concentración de metales pesados del suelo, concentración de metales pesados en el lodo (los que normalmente no están presentes en el medio rural), y tasa máxima de aplicación al suelo.

6. PLAN DE INVERSIONES

6.1. Priorización de Sistemas de Saneamiento

Se aplicará una metodología de priorización, basada en una matriz multicriterio. Este modelo de priorización permite dar un orden de prelación a los sistemas de APR que integran el Plan de Inversión en Saneamiento Rural en desarrollo. La priorización se hará por región.

Esta estrategia considera, principalmente, criterios de índole económico, técnico, normativo y de población beneficiada, los cuales son evaluados por medio de variables tales como: Valor Actual de Costos (VAC), Inversión Inicial, tarifa, número de arranques y/o uniones domiciliarias, N° de plantas elevadoras, necesidad de mejoramiento del actual sistema de APR, entrada al SEIA, situación o estado de los derechos de agua, disponibilidad de terreno ubicación planta de tratamiento, etc.

La Metodología de Evaluación Multicriterio y el modelo utilizado se describe en el Informe Final.

6.2. Objetivo y Variables a Utilizar. Resultados priorización

Objetivo: Obtener una priorización de los Sistemas de APR concentrados, incluidos en el Plan de Saneamiento, en cada una de las regiones en estudio (regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule).

Para lograr el objetivo anterior se requirió la definición de las variables que serán utilizadas o que intervendrán en la priorización de los sistemas de APR concentrados seleccionados para el Plan de Inversión Pública de Saneamiento. En particular y luego de un proceso de trabajo y reuniones con la Inspección Fiscal del estudio, se llegó a establecer y definir un total de 11 variables.

Las variables consideradas y definidas cubren los distintos ámbitos de acción y/o criterios de selección que habitualmente son utilizados para evaluar proyectos de instalación de sistemas de APR; adicional y complementariamente se han incorporado criterios y/o variables que permiten, de alguna manera, diferenciar los sistemas y/o proyectos de Saneamiento que ofrecen, comparativamente, mejores condiciones y/o características para su implementación. Este análisis de criterios y variables fue consensado con la contraparte técnica del estudio (IF y Mesa Técnica Central). Específicamente los Criterios Macro considerados fueron:

- i. Población Beneficiada (**PB**)
- ii. Aspectos Económicos (**AE**)
- iii. Aspectos Normativos (**AN**)
- iv. Aspectos Técnicos (**AT**)

A continuación, se identifican y describen las variables consideradas en cada uno de los ámbitos (criterios) y sub criterios establecidos:

- i. En el ámbito y/o criterio de Población Beneficiada (**PB**), se definieron las siguientes 2 variables:
 - a) Nº de Arranques (**NA**): Esta variable representa y cuantifica la población que será beneficiada por el proyecto de Saneamiento.
 - b) Tarifa Saneamiento (**TA**): Esta variable indica el costo (\$/m³) que tendrá que pagar el usuario por este servicio. Habitualmente el grado de aceptación y/o rechazo del servicio de saneamiento en sectores rurales, está directamente vinculado a la tarifa a pagar por el usuario. Es por la razón anterior, que se incluyó esta variable como indicador, que permita relevar y diferenciar aquellos sistemas en los cuales la incidencia económica, para la población beneficiada, sea menor y por consecuencia la aceptación de instalar un sistema de saneamiento sea mayor.
- ii. En el ámbito y/o criterio Aspectos Económicos (**AE**), se definieron las siguientes 2 variables:
 - a) Valor Actual de Costos (**VAC**):
 - b) Inversión / Uniones Domiciliarias (**UF/UD**)

Ambas variables se utilizan habitualmente, como indicadores económicos, al momento de seleccionar proyectos de inversión en el área pública.
- iii. El ámbito y/o Criterio Aspectos Normativos (**AN**), se dividió en dos sub criterios (Normativo-Legal (**NL**) y Normativo –Ambiental (**NA**)) y para cada uno de ellos se definió las siguientes variables:

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13
C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-
Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



Sub Criterio Normativo–Legal (NL)

- a) Cuenta con Terreno para Planta de Tratamiento (**TP**): De acuerdo a la experiencia de este consultor y de la Contraparte Técnica, una de las variables relevantes, al momento de proyectar y construir un sistema de saneamiento es la propiedad del terreno en el cual se emplazará la planta de tratamiento. Muchos proyectos no se han podido materializar dado el alto costo que finalmente se establece para el terreno. Dado el escenario anterior, en esta evaluación se diferenciará y favorecerá (con una mayor ponderación) a los sistemas (cooperativas o comités) que cuenten con un terreno de su propiedad y/o municipal donde emplazar la planta de tratamiento.
- b) Derechos de agua para el Caudal del año 2036 (**DA**): Considerando los requerimientos definidos en la Ley 20.998 (Febrero de 2017), se incluyó la evaluación y/o verificación de que el sistema de APR tenga inscritos y/o trámite los Derechos de Agua que le permitan satisfacer el caudal de demanda para el período de previsión, de modo de favorecer a aquellos sistemas que cumplen con este requisito que establece la Ley 20.998 para instalar un sistema de Saneamiento rural.

Sub Criterio Normativo–Ambiental (NA)

- c) El proyecto entra al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA). Cada uno de los proyectos de saneamiento elaborado se evaluó de modo de establecer cuales debían entrar al SEIA. Para lo anterior se consideró lo establecido en el artículo 3 del reglamento SEIA (DS N°40/2013), que detalla lo siguiente:
 - Sistemas de alcantarillado de aguas servidas que atiendan a una población igual o mayor a diez mil (10.000) habitantes.
 - Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario, que atiendan a una Población igual o mayor a dos mil quinientos (2.500) habitantes.
- iv. El criterio Aspectos Técnicos, se dividió en dos sub criterios (Técnico-APR (**T- APR**) y Técnico –Saneamiento (**T-SAN**)) y para cada uno de ellos se definió las siguientes variables:

Sub Criterio Técnico -APR (T-APR)

- a) El sistema de APR cuenta con una infraestructura base (producción, almacenamiento) que permita instalar un sistema de Saneamiento: La condición señalada fue evaluada por este consultor y se consideró como variable en la priorización, ponderando con mayor puntaje aquellos sistemas que cumplen esta condición y aquellos que poseen un proyecto de mejoramiento del sistema de APR ya desarrollado.

Sub Criterio Técnico – Saneamiento (T-SAN)

- a) N° de Plantas Elevadoras (**NPE**)
- b) M2 de rotura y reposición de pavimentos (**RRP**)
- c) Ml de atravesos (rutas importantes, líneas férreas, cauce s, etc.) (**AT**)

Las tres variables indicadas y evaluadas permiten diferenciar los sistemas que presentarán mayores dificultades en su materialización versus los más simples de

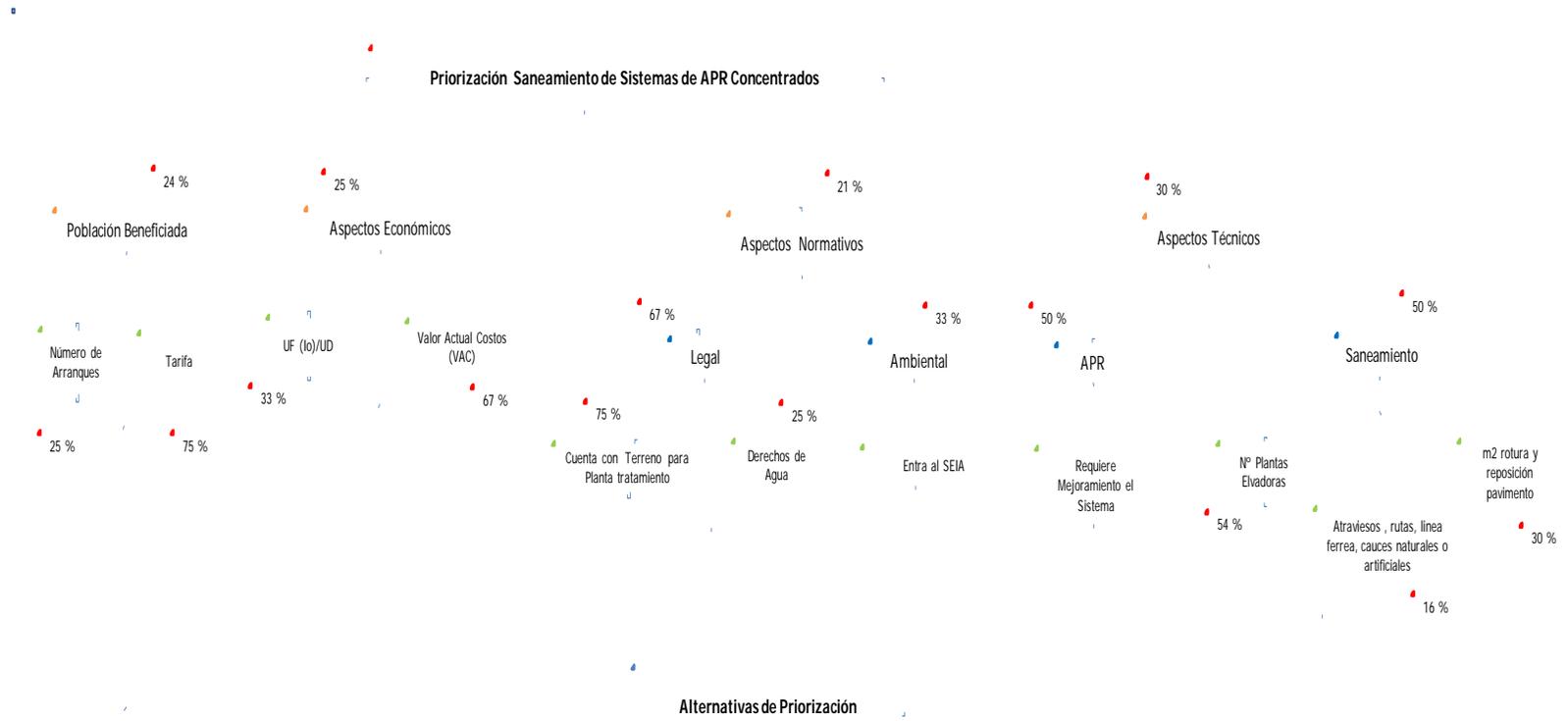
implementar. A modo de ejemplo, un sistema que requiere varias plantas elevadoras, estaría indicando la irregularidad y/o sinuosidad de su topografía, condición que dificulta su construcción.

En la figura 6-1 siguiente se presenta un esquema con el árbol de jerarquización general a utilizar en el estudio.

Una vez definidas y evaluadas las ponderaciones de los criterios, sub-criterios y variables e ingresados los valores para las alternativas, se realizaron los cálculos de prioridades o importancia relativa. El programa (Expert Choice) muestra un gráfico que indica por medio de barras la importancia final resultante de cada una de las alternativas.

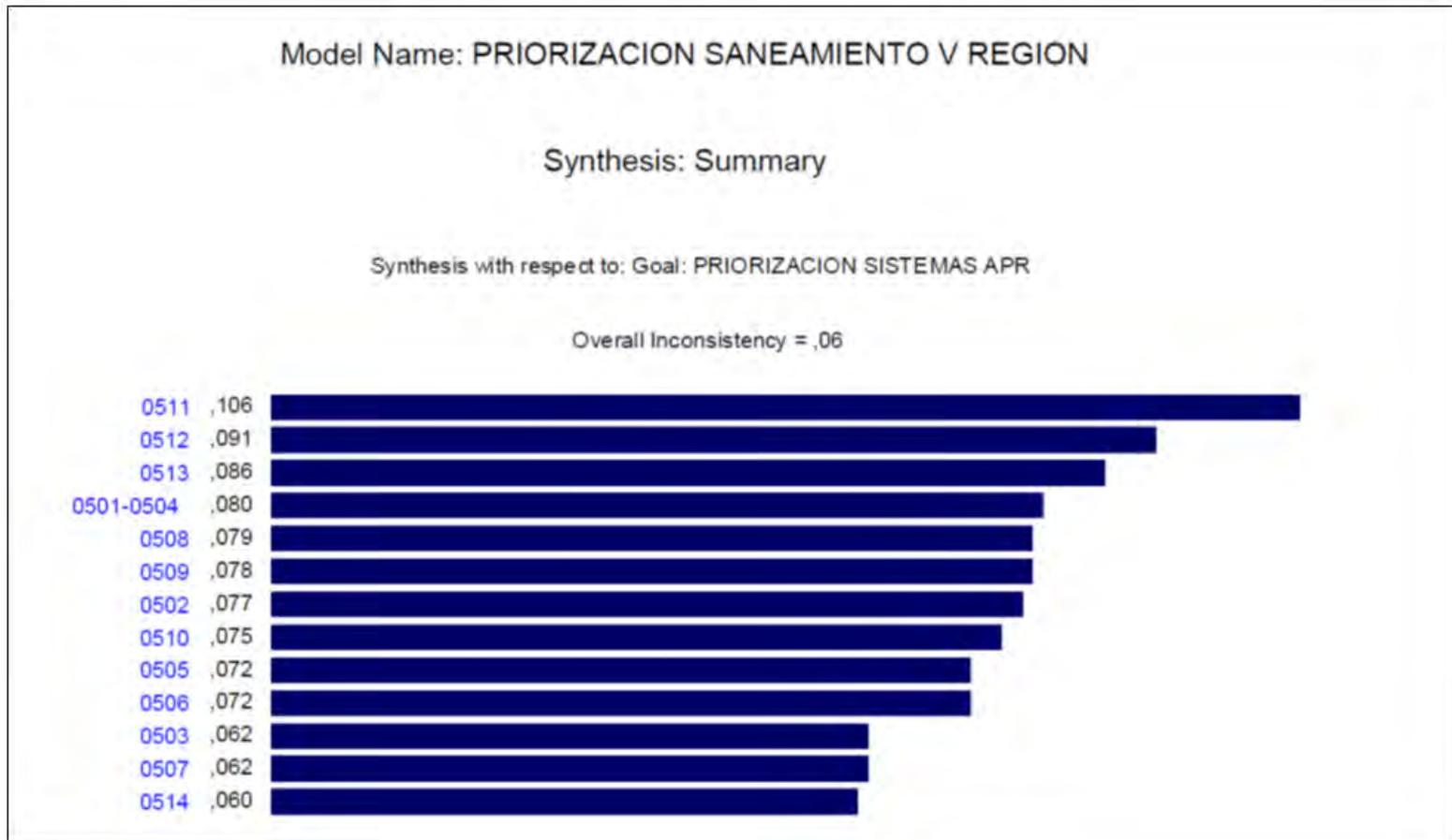
En las Figuras 6-2 a 6-5 y Tablas 6-1 a 6-4 siguientes se presentan los resultados para cada Región del modelo de priorización ordenados de mayor a menor ponderación.

Figura 6-1 Árbol de Jerarquización general a utilizar



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-2 Resultado Modelo AHP, Región de Valparaíso



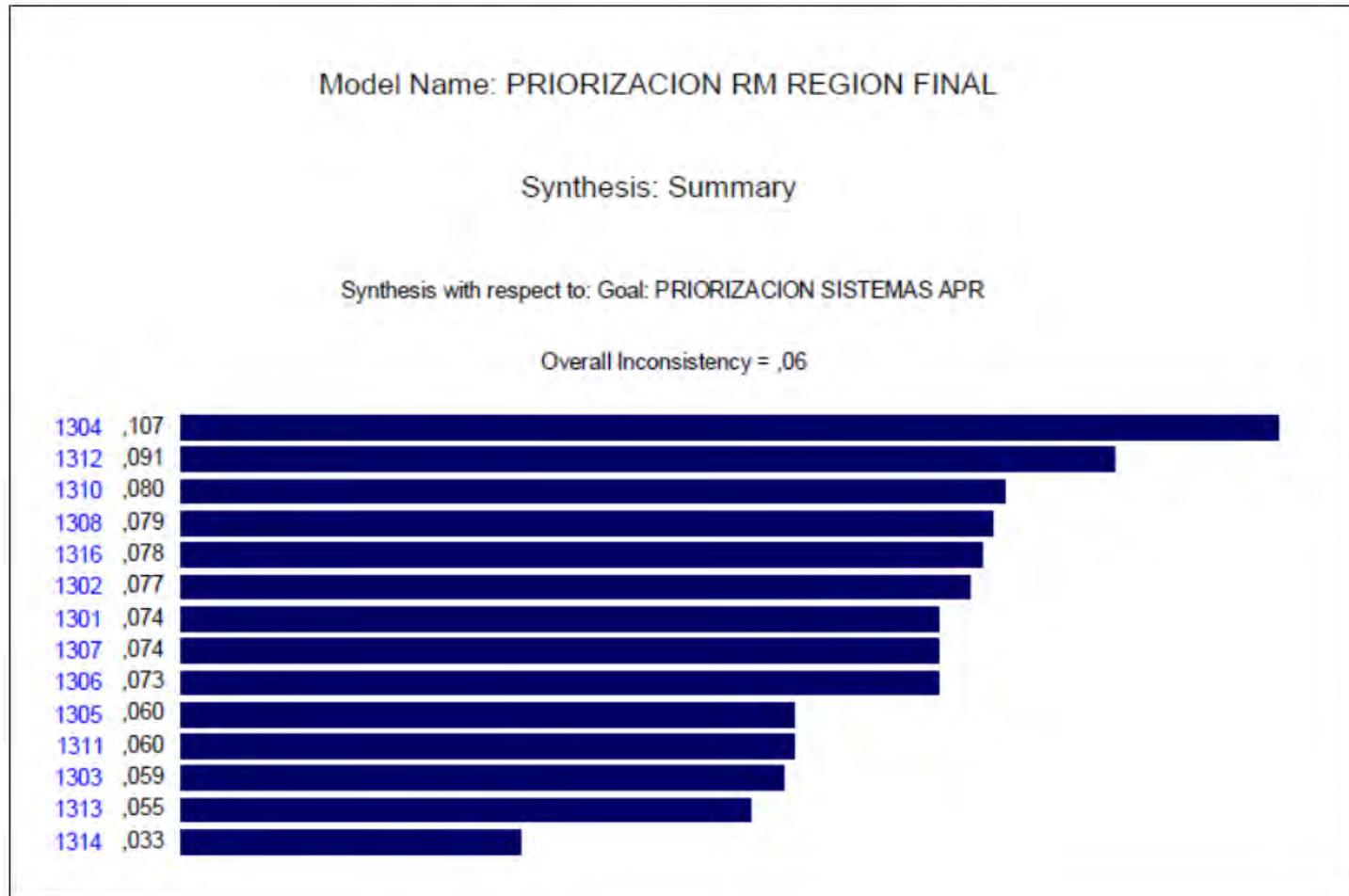
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-1 Resultado Priorización Saneamiento Sistemas APR, Región de Valparaíso

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO
0511	PETORCA	PETORCA	PEDEGUA
0512	PETORCA	CABILDO	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)
0513	PETORCA	CABILDO	LOS MOLINOS
0501-0504	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	VENTANAS (VENTANAS ALTO) - La Greda
0508	QUILLOTA	LA CRUZ	POCOCHAY
0509	QUILLOTA	HIJUELAS	RABUCO
0502	VALPARAÍSO	VALPARAÍSO	LAGUNA VERDE (BAJO)
0510	QUILLOTA	NOGALES	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)
0505	SAN FELIPE	SANTA MARÍA	SANTA FILOMENA
0506	QUILLOTA	HIJUELAS	LA SOMBRA-LOS PINOS (Romeral)
0503	SAN FELIPE	CATEMU	EL COBRE-LA COLONIA
0507	QUILLOTA	QUILLOTA	LA PALMA
0514	QUILLOTA	QUILLOTA	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-3 Resultado Modelo AHP, Región Metropolitana



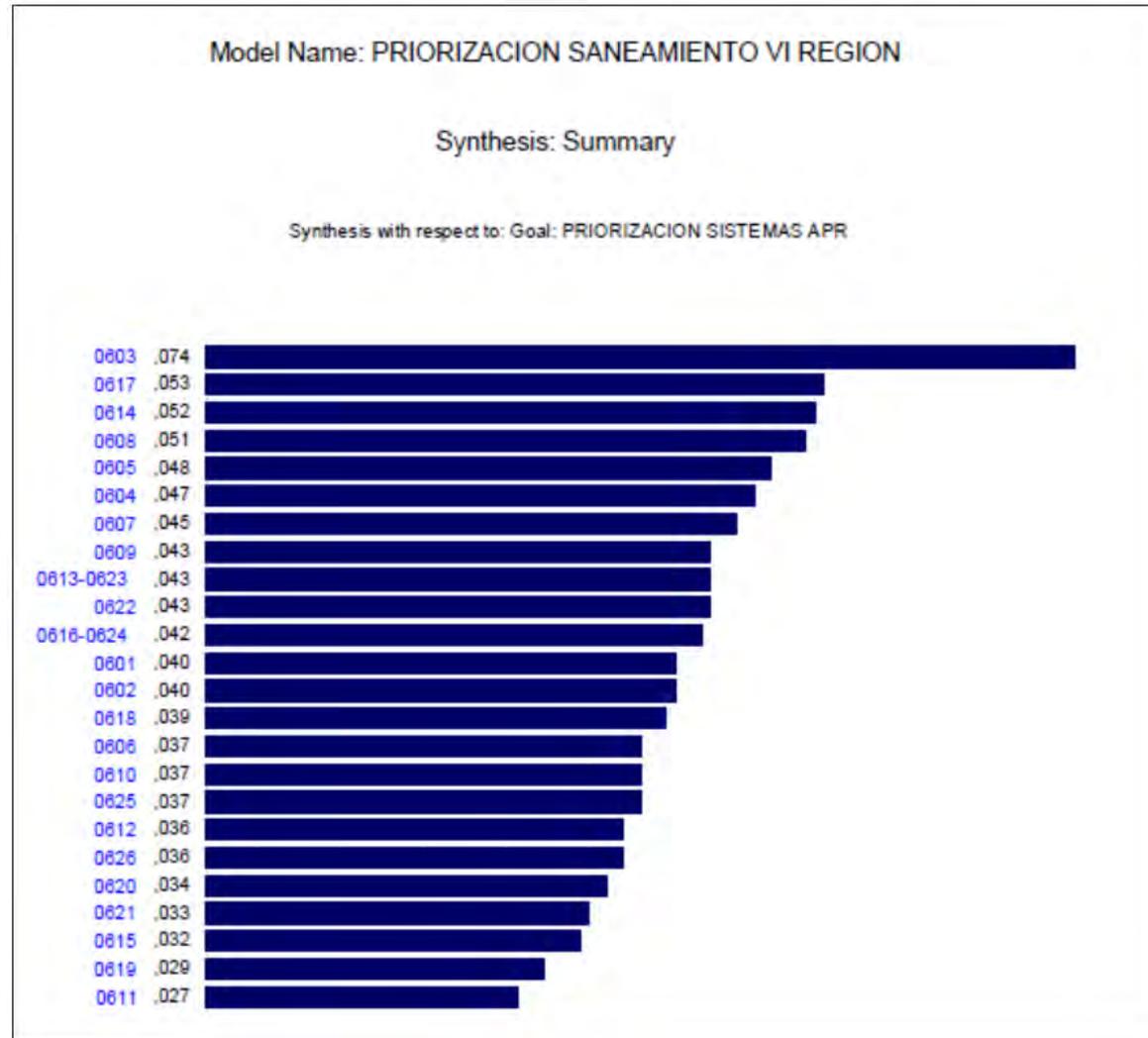
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-2 Resultado Priorización Saneamiento Sistemas APR, Región Metropolitana

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO
1304	MELIPILLA	MARÍA PINTO	LOS RULOS
1312	MAIPO	PAINE	HUELQUÉN
1310	MELIPILLA	MELIPILLA	POPETA
1308	MAIPO	PAINE	HOSPITAL-CHAMPA
1316	CHACABUCO	COLINA	SANTA MARTA DE LIRAY
1302	MELIPILLA	MELIPILLA	EL BOLLENAR
1301	TALAGANTE	ISLA DE MAIPO	LA ISLITA (CAPSA LTDA)
1307	MELIPILLA	MARÍA PINTO	MARÍA PINTO-BARACALDO
1306	CHACABUCO	TILTIL	ESTACIÓN POLPAICO
1305	CHACABUCO	LAMPA	ESTACIÓN COLINA
1311	MAIPO	PAINE	EL VINCULO
1303	CHACABUCO	COLINA	LAS CANTERAS
1313	CORDILLERA	PIRQUE	EL PRINCIPAL
1314	TALAGANTE	PADRE HURTADO	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-4 Resultado Modelo AHP, Región Libertador Bernardo O'Higgins



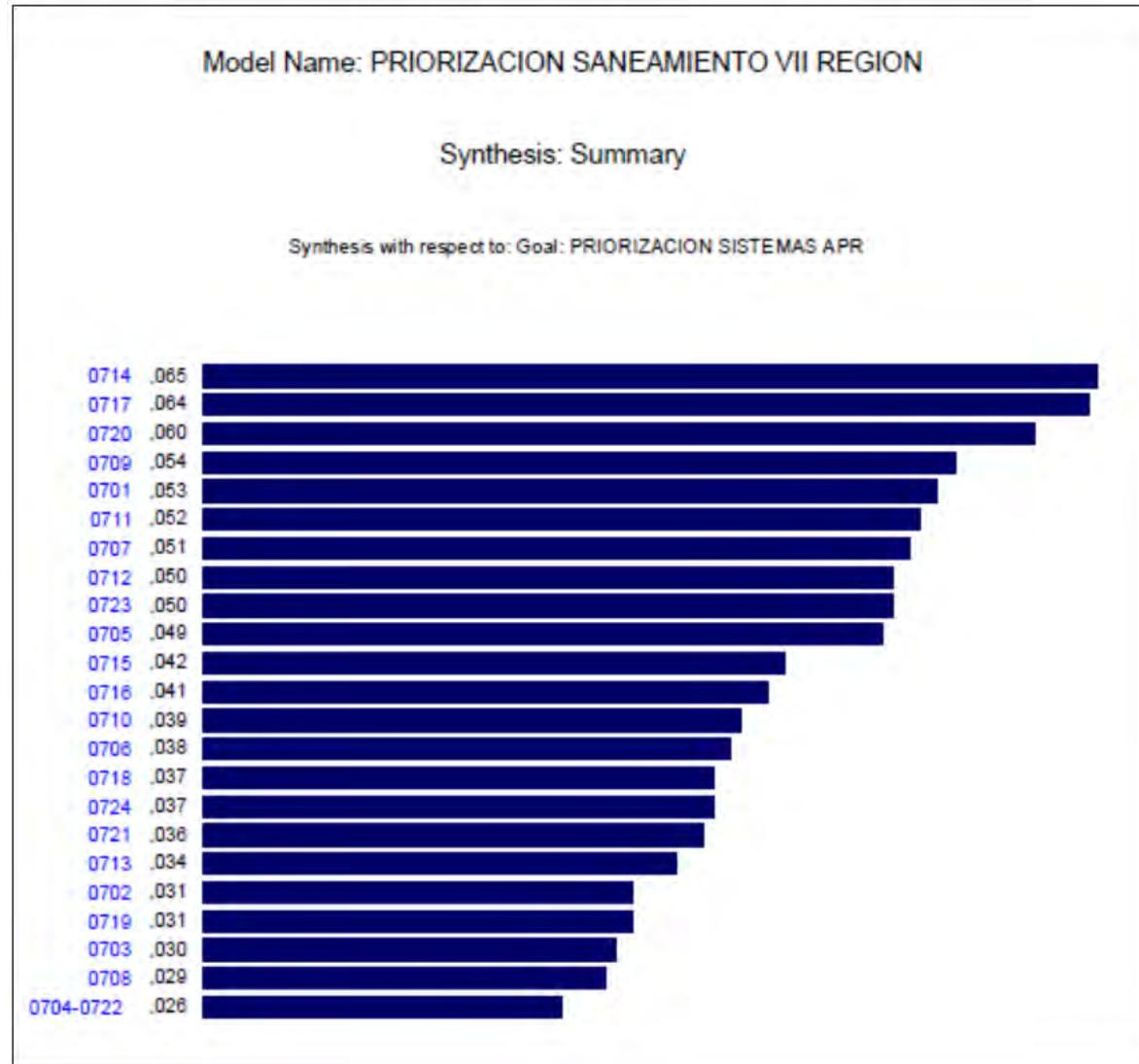
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-3 Resultado Priorización Saneamiento Sistemas APR, Región Libertador Bernardo O'Higgins

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO
0603	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	LA PUNTILLA -PUEBLO DE INDIOS
0617	COLCHAGUA	NANCAGUA	CALLEJONES-LA GLORIA
0614	CACHAPOAL	COLTAUCO	RINCONADA DE PARRAL
0608	CACHAPOAL	COLTAUCO	IDA HUILLO
0605	COLCHAGUA	PERALILLO	EL BARCO
0604	CARDENAL CARO	PICHILEMU	CÁHUIL
0607	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	CUESTA LO GONZÁLEZ
0609	CACHAPOAL	LAS CABRAS	SANTA INÉS-SANTA CLARISA
0613-0623	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	UNIÓN POLONIA-ROMA SJLL
0622	COLCHAGUA	PLACILLA	LA TUNA
0616-0624	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	GUA CARHUE - LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO
0601	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	AGUA BUENA
0602	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN ENRIQUE
0618	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	TUNCA
0606	CACHAPOAL	RENGO	LO DE LOBOS
0610	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	EL TAMBO
0625	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA ARRIBA-LA MARINANA
0612	CACHAPOAL	LAS CABRAS	EL MANZANO
0626	CACHAPOAL	PICHIDEGUA	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS
0620	COLCHAGUA	SANTA CRUZ	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA
0621	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN JUAN DE LA SIERRA
0615	CACHAPOAL	REQUÍNOA	EL VATICANO-LAS MERCEDES
0619	CACHAPOAL	LAS CABRAS	VILLA EL CARMEN
0611	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	JUAN NÚÑEZ VALENZUELA (ORILLA DE PENCAHUE)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-5 Resultado Modelo AHP, Región del Maule



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-4 Resultado Priorización Saneamiento Sistemas APR, Región del Maule

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO
0714	LINARES	SAN JAVIER	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)
0717	TALCA	PENCAHUE	PENCAHUE
0720	LINARES	LONGAVÍ	PAINE-LA CONQUISTA
0709	CURICÓ	CURICÓ	LA OBRA
0701	LINARES	RETIRO	COPIHUE
0711	LINARES	LINARES	SAN ANTONIO
0707	LINARES	SAN JAVIER	BOBADILLA (Oriente y Poniente)
0712	CURICÓ	CURICÓ	CORDILLERILLA
0723	CURICÓ	TENO	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES
0705	CURICÓ	SAGRADA FAMILIA	EL CRUCERO (SANTA ROSA)
0715	LINARES	YERBAS BUENAS	ABRÁNQUIL-PUÍPUYÉN
0716	LINARES	YERBAS BUENAS	MAITENCILLO
0710	CURICÓ	MOLINA	PICHINGAL
0706	TALCA	RÍO CLARO	CUMPEO
0718	CURICÓ	RAUCO	EL PLUMERO
0724	LINARES	SAN JAVIER	PUENTE PANDO-MARIÑICO
0721	TALCA	CUREPTO	HUAQUÉN
0713	CURICÓ	TENO	LA LAGUNA
0702	LINARES	COLBÚN	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)
0719	LINARES	YERBAS BUENAS	SEMILLERO
0703	CURICÓ	MOLINA	ITAHUE-PUENTE ALTO
0708	TALCA	MAULE	DUAO-TRES ESQUINAS
0704-0722	LINARES	LONGAVÍ	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS - MIRAFLORES

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Calendario de inversiones y Carta Gantt de Actividades

En el capítulo 4 se entrega el desarrollo de los perfiles y la estimación de las características técnicas y económicas de cada una de las soluciones propuestas por región, incluyendo las inversiones.

En el subcapítulo 6.2 se entregan los resultados de la evaluación multicriterio y la propuesta de priorización de las inversiones requeridas por región.

En la tabla 6-5 siguiente se muestra la inversión realizada en Agua Potable Rural por región en el período 2013-2018, información proporcionada por la Dirplan.

Tabla 6-5: Inversión en Agua Potable Rural período 2013-2018

INVERSIONES en Millones \$ 2018									
REGION	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total (6 años)	Promedio Anual	Máximo Anual
V	11.325	6.675	8.738	6.489	4.472	4.582	42.282	7.047	11.325
M	2.460	3.505	4.176	6.447	8.626	8.373	33.587	5.598	8.626
VI	8.574	5.557	8.093	4.952	8.876	12.361	48.414	8.069	12.361
VII	3.937	5.508	5.404	4.374	9.063	13.978	42.263	7.044	13.978
TOTAL	26.296	21.244	26.412	22.262	31.037	39.294	166.546	27.758	39.294

Notas:

Años 2013 al 2017 corresponde a monto ejecutado ; año 2018 corresponde a presupuesto vigente

No incluye inversión no regionalizada

Con base en esta información y la priorización señalada en 6.2, se determinó para cada región:

- El calendario de inversión futura de forma tal que la inversión anual esté en el rango entre el promedio y el máximo de la inversión del período 2013-2018.
- La Carta Gantt con las actividades necesarias para implementar las soluciones.

En la carta Gantt, para cada solución se han considerado las siguientes actividades con plazos estimados en base a la experiencia del consultor:

- Adquisición de terreno
Se ha considerado un plazo de 3 meses para comprar los terrenos necesarios.
- Licitación de Ingeniería
Se ha considerado un plazo de 2 meses para licitar la ingeniería.
- Desarrollo de la Ingeniería
Se ha considerado un plazo típico de 6 meses para desarrollar la ingeniería de detalle, incluyendo estudios de terreno (Topografía, Mecánica de Suelos, etc). En algunos casos puntuales, donde la solución requiere menos obras, se han considerado plazos menores.
- Licitación de la Construcción de las obras
Se ha considerado un plazo de 2 meses para licitar la Construcción de las obras
- Licitación de la Inspección Técnica (ITO)
Se ha considerado un plazo de 2 meses para licitar la Inspección Técnica de las obras
- Construcción, Inspección y recepción de las obras
Se ha considerado un plazo de 12 meses para construcción e inspección de las obras
- Puesta en Marcha
Se ha considerado un plazo de 2 meses para comprobar la correcta operación de las instalaciones.
- Operación Garantizada

Se ha considerado un plazo de 12 meses para comprobar el cumplimiento de la calidad del efluente de las instalaciones.

Los resultados se muestran en las tablas y gráficos siguientes:

6.3.1. Región de Valparaíso

Tabla 6-6 Calendario de Inversión Región de Valparaíso

ID sistema	NOMBRE SERVICIO	INVERSION UF	INVERSION Mill \$	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8
0511	PEDEGUA	18.088	474	55	135	189	95				
0512	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)	553	15	8	7						
0513	LOS MOLINOS	3.243	85	27	38	19					
0501-0504	VENTANAS (VENTANAS ALTO) - La Greda	163.031	4.273	272	1.243	1.839	919				
0508	POCOCHAY	113.225	2.968	192	863	1.275	638				
0509	RABUCO	121.410	3.182		216	924	1.361	681			
0502	LAGUNA VERDE (BAJO)	95.726	2.509		171	729	1.072	536			
0510	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)	107.832	2.826		187	821	1.212	606			
0505	SANTA FILOMENA	121.757	3.191			206	928	1.371	686		
0506	LA SOMBRA-LOS PINOS (Romeral)	179.369	4.701			285	1.369	2.031	1.016		
0503	EL COBRE-LA COLONIA	90.450	2.371				164	688	1.012	506	
0507	LA PALMA	195.832	5.133				305	1.495	2.221	1.111	
0514	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)	136.198	3.570					220	1.039	1.540	770
1 UF=	26.209	1.346.714	35.296	554	2.861	6.288	8.063	7.629	5.974	3.157	770

Nota: Año 4 y 5 excepcionalmente supera promedio inversión de los últimos 6 años en APR para la V región (no obstante se mantiene un promedio para el Programa de Saneamiento Propuesto, por bajo la media anual de inversiones de APR en la macrozona)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-6 CARTA GANTT REGION DE VALPARAISO

6.3.2. Región Metropolitana

Tabla 6-7 Calendario de Inversión Región Metropolitana

ID sistema	NOMBRE SERVICIO	INVERSION UF	INVERSION Mill \$	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
1304	LOS RULOS	91.229	2.391	120	699	1.048	524						
1312	HUELQUÉN	169.875	4.452	827	3.625								
1310	POPETA	183.069	4.798	240	1.403	2.104	1.052						
1308	HOSPITAL-CHAMPA	229.319	6.010		372	1.750	2.593	1.296					
1316	SANTA MARTA DE LIRAY	97.071	2.544		472	2.072							
1302	EL BOLLENAR	78.285	2.052			150	595	871	436				
1301	LA ISLITA (CAPSA LTDA)	64.951	1.702				132	493	718	359			
1307	MARÍA PINTO-BARACALDO	115.951	3.039				152	888	1.332	666			
1306	ESTACIÓN POLPAICO	68.409	1.793				133	520	760	380			
1305	ESTACIÓN COLINA	283.647	7.434				437	2.166	3.221	1.610			
1311	EL VINCULO	210.132	5.507					342	1.603	2.375	1.188		
1303	LAS CANTERAS	81.287	2.130						154	618	906	453	
1313	EL PRINCIPAL	298.726	7.829							467	2.281	3.387	1.694
1314	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA	311.367	8.161							471	2.379	3.540	1.770
1 UF=	26.209	2.283.317	59.843	1.186	6.571	7.123	5.617	6.577	8.224	6.947	6.753	7.381	3.464

Nota: Año 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 excepcionalmente supera promedio inversión de los últimos 6 años en APR para la región metropolitana (no obstante se mantiene un promedio para el Programa de Saneamiento Propuesto, por bajo la media anual de inversiones de APR en la macrozona)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-7 CARTA GANTT REGION METROPOLITANA

6.3.3. Región del Libertador Bernardo O'Higgins

Tabla 6-8 Calendario de Inversión Región del Libertador Bernardo O'Higgins

ID	NOMBRE SERVICIO	INVERSION UF	INVERSION Mill \$	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
0603	LA PUNTILLA-PUEBLO DE INDIOS (PUEBLO DE INDIOS)	55.460	1.454	270	1.184								
0617	CALLEJONES-LA GLORIA	83.833	2.197	408	1.789								
0614	RINCONADA DE PARRAL	69.606	1.824	135	529	774	387						
0608	IDAHUILLO	86.939	2.279	158	662	973	486						
0605	EL BARCO	90.535	2.373	162	689	1.014	507						
0604	CÁHUIL	163.023	4.273	793	3.479								
0607	CUESTA LO GONZÁLEZ	133.854	3.508	218	1.021	1.512	756						
0609	SANTA INÉS-SANTA CLARISA	106.546	2.792		183	812	1.198	599					
0613-0623	UNIÓN POLONIA-ROMA SAN JOSE DE LOS LINGUES	183.064	4.798		301	1.396	2.067	1.033					
0622	LA TUNA	112.827	2.957			191	860	1.271	635				
0616-0624	GUACARHUE - LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO	183.987	4.822			305	1.403	2.076	1.038				
0601	AGUA BUENA	65.414	1.714			129	497	725	363				
0602	SAN ENRIQUE	235.117	6.162			364	1.796	2.668	1.334				
0618	TUNCA	176.410	4.624				282	1.346	1.997	998			
0606	LO DE LOBOS	123.470	3.236					210	941	1.390	695		
0610	EL TAMBO	138.855	3.639					232	1.059	1.566	783		
0625	ROMA ARRIBA-LA MARINANA	64.194	1.682						125	488	713	356	
0612	EL MANZANO	97.599	2.558						173	743	1.094	547	
0626	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS	212.368	5.566						328	1.622	2.410	1.205	
0620	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA	99.607	2.611							175	759	1.118	559
0621	SAN JUAN DE LA SIERRA	163.842	4.294							264	1.250	1.853	927
0615	EL VATICANO-LAS MERCEDES	174.939	4.585							280	1.335	1.980	990
0619	VILLA EL CARMEN	197.083	5.165							308	1.505	2.235	1.117
0611	JUAN NÚÑEZ VALENZUELA (ORILLA DE PENCAHUE)	135.227	3.544							223	1.031	1.527	763
1 UF= 26.209		3.153.799	82.658	2.145	9.837	7.471	10.239	10.161	7.994	8.057	11.576	10.822	4.356

Nota: Año 2, 4, 5, 8 y 9 excepcionalmente supera promedio inversión de los últimos 6 años en APR para la VI región (no obstante se mantiene un promedio para el Programa de Saneamiento Propuesto, por bajo la media anual de inversiones de APR en la macrozona)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-8 CARTA GANTT REGION DEL LIBERTADOR BERNARDO O´HIGGINS

6.3.4. Región del Maule

Tabla 6-9 Calendario de Inversión Región del Maule

ID	NOMBRE SERVICIO	INVERSION UF	INVERSION Mill \$	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
0714	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)	9.148	240	35	137	68							
0717	PENCAHUE	50.613	1.327	115	383	552	276						
0720	PAINE-LA CONQUISTA	144.733	3.793	704	3.089								
0709	LA OBRA	19.896	521	63	149	206	103						
0701	COPIHUE	36.112	946	95	272	387	193						
0711	SAN ANTONIO	88.864	2.329	433	1.896								
0707	BOBADILLA (Oriente y Poniente)	38.959	1.021	84	295	428	214						
0712	CORDILLERILLA	65.982	1.729	135	501	729	365						
0723	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES	47.625	1.248	96	361	527	264						
0705	EL CRUCERO (SANTA ROSA)	168.681	4.421	282	1.286	1.902	951						
0715	ABRÁNQUIL-PUÍPUYÉN	110.014	2.883		189	838	1.238	619					
0716	MAITENCILLO	121.015	3.172		205	922	1.363	681					
0710	PICHINGAL	85.260	2.235		156	649	953	477					
0706	CUMPEO	72.712	1.906			138	553	810	405				
0718	EL PLUMERO	197.364	5.173				312	1.507	2.236	1.118			
0724	PUENTE PANDO-MARIÑICO	61.337	1.608				109	467	688	344			
0721	HUAQUÉN	82.089	2.151				151	625	917	459			
0713	LA LAGUNA	156.545	4.103					254	1.194	1.770	885		
0702	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)	171.809	4.503					272	1.312	1.946	973		
0719	SEMILLERO	141.757	3.715					231	1.081	1.602	801		
0703	ITAHUE-PUENTE ALTO	118.692	3.111					201	905	1.337	668		
0708	DUAO-TRES ESQUINAS	219.341	5.749							339	1.675	2.490	1.245
0704-0722	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS - MIRAFLORES	315.319	8.264							471	2.410	3.589	1.794
1UF=	26.209	2.523.867	66.148	2.042	8.919	7.347	7.044	6.143	8.738	9.385	7.412	6.078	3.039

Nota: Año 2, 3, 6, 7 y 8 excepcionalmente supera promedio inversión de los últimos 6 años en APR para la VII región (no obstante se mantiene un promedio para el Programa de Saneamiento Propuesto, por bajo la media anual de inversiones de APR en la macrozona)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6-9 CARTA GANTT REGION DEL MAULE

6.3.5. Macrozona Central

En consecuencia, el Plan de Inversiones en Saneamiento Rural para la Macrozona Central compuesta por las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador Bernardo O'Higgins y Maule, a desarrollarse en un período estimado de 10 años, asciende a un total aproximado de 9,3 millones de UF (244 mil millones de pesos), conforme al siguiente calendario de inversiones por región:

Tabla 6-10 Resumen propuesta de inversiones (UF)

REGIÓN	MONTO TOTAL	MONTO ANUAL (UF)										TOTAL
	UF	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
V	1.346.717	21.135	109.179	239.906	307.627	291.071	227.947	120.466	29.387			1.346.717
RM	2.283.317	45.263	250.714	271.777	214.316	250.934	313.793	265.061	257.677	281.616	132.167	2.283.317
VI	3.153.799	81.854	375.338	285.037	390.684	387.683	305.001	307.409	441.677	412.897	166.217	3.153.799
VII	2.523.867	77.928	340.296	280.321	268.750	234.380	333.401	358.098	282.815	231.920	115.960	2.523.867
TOTAL	9.307.700	226.180	1.075.527	1.077.041	1.181.377	1.164.068	1.180.142	1.051.033	1.011.556	926.433	414.344	9.307.700

Nota: Valor Uf \$26.209

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6-11 Resumen propuesta de inversiones (\$)

REGIÓN	MONTO TOTAL	MONTO ANUAL (MILLONES DE PESOS)										TOTAL
	MILLONES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	
V	35.296	554	2.861	6.288	8.063	7.629	5.974	3.157	770			35.296
RM	59.843	1.186	6.571	7.123	5.617	6.577	8.224	6.947	6.753	7.381	3.464	59.843
VI	82.658	2.145	9.837	7.471	10.239	10.161	7.994	8.057	11.576	10.822	4.356	82.658
VII	66.148	2.042	8.919	7.347	7.044	6.143	8.738	9.385	7.412	6.078	3.039	66.148
TOTAL	243.946	5.928	28.188	28.228	30.963	30.509	30.930	27.547	26.512	24.281	10.860	243.946

Fuente: Elaboración propia.

A las cifras anteriores se debe agregar el valor correspondiente a los diseños de ingeniería para los proyectos de obras de saneamiento, y que a modo referencial se pueden estimar en un 9% para inversiones menores a 2 mil millones de pesos, y en un 5% para proyectos de mayor envergadura.

7. RECOMENDACION PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS DE SANEAMIENTO

7.1. Modelo de Gestión

El modelo de gestión actual del Programa de Agua Potable Rural, considera la participación del Estado, la Comunidad a través de Cooperativas y Comités, y el apoyo de Unidades Técnicas que la Dirección de Obras Hidráulicas ha contratado con la Empresa Sanitaria del área urbana de cada región.

Este modelo deberá adaptarse a la nueva realidad que, además de mejorar la gestión del Servicio de Agua Potable Rural, incorpora el Saneamiento Rural con plantas de tratamiento y plantas elevadoras de aguas servidas.

La preparación de dicho modelo no forma parte del alcance de este estudio, pero se mencionan a continuación algunos aspectos que recomendamos sean incorporados o mejorados.

- De acuerdo a la modificación del Código de Aguas, es obligación implementar sistemas de registro de información en cada pozo, incluyendo el caudal, el nivel dinámico y estático de la napa. Debe considerarse el control y mantención de macromedidores de producción de agua potable (salida pozos y salida estanques).

IFARLE Ingenieros Civiles Consultores Ltda.

Suárez Mujica 2166, Santiago e-mail: ifarle@ifarle.cl www.ifarle.cl Teléfono (+562) 239 32 35 Fax (+562) 239 92 13
C:\Estudios\Doc EST Saneamiento MZC\Informe Final\Final Corregido 24082018\Resumen Ejecutivo\SAR-3-Resumen Ejecutivo-Rev 0.doc



- En aquellos lugares donde no hay disponibilidad de nuevos derechos de agua, debe considerarse la compra de derechos, ya que es un tema clave para escenarios futuros de saneamiento en localidades rurales.
- Llevar a cabo planes de reducción de pérdidas tanto a nivel de producción como distribución. Asimismo, debe sistematizarse el registro y mantención de equipos (bombas, cloradores, medidores domiciliarios, etc) y de instrumentos.
- Registrar la energía eléctrica consumida, consumo de químicos (hipoclorito y otros), así como de la calidad del agua producida (certificados de laboratorio autorizado por la SISS).
- Los Sistemas de Tratamiento de Aguas Servidas requieren de un programa de registro de información, control y mantención de equipos e instrumentos, y un monitoreo y registro permanente de la calidad del efluente y variables de control para adoptar las medidas correctivas en forma oportuna. Para ello se requerirá conocimiento de los procesos lo que necesariamente involucra la capacitación de operadores y supervisor técnico del servicio.
- Las visitas realizadas a localidades con plantas de tratamiento en operación mostraron que las Cooperativas y Comités de Agua Potable Rural tienen alguna capacidad para realizar y/o gestionar el mantenimiento de equipos a través de sus operadores o de servicios externos, aunque esta capacidad debe ser fortalecida. Sin embargo, claramente no existe capacidad para gestionar la operación de la planta en términos de registro de información, control y mantención de equipos e instrumentos, y un monitoreo y registro permanente de la calidad del efluente y variables de control para adoptar las medidas correctivas en forma oportuna.
- En ninguna de las plantas de tratamiento de aguas servidas visitadas se pudo obtener información de calidad del agua efluente para verificar si se está cumpliendo consistentemente con la normativa vigente. Esto es relevante ya que afecta o podría afectar la calidad de las aguas del cuerpo receptor (río, estero o canal), sobre las cuales hay derechos de aguas constituidos por terceros, y para preservar las condiciones naturales que permitan la mantención y desarrollo de los ecosistemas presentes en los cursos de agua. En consecuencia, en situaciones críticas, podría significar un perjuicio legal por parte de la Cooperativas o Comités de Agua Potable Rural a los titulares de aprovechamiento de aguas, con las posibles implicancias judiciales que ello tendría, y además causar daños a los ecosistemas naturales. Otro aspecto importante es conseguir los terrenos necesarios para emplazar las plantas de tratamiento y plantas elevadoras, que requieren del conocimiento local de la comunidad, para explorar efectiva disponibilidad de aquellos más viables técnicamente.
- Se recomienda que la gran mayoría de la comunidad se conecte a la red de recolección de aguas servidas, para asegurar la correcta operación de las nuevas instalaciones, particularmente la red y la planta de tratamiento. Para ello, se sugiere implementar a través de la Municipalidad un plan de ayuda (subsidio u otro) a los vecinos de menores ingresos, para que puedan financiar la construcción del tramo entre el punto final de su red domiciliaria de aguas servidas y la cámara domiciliaria (UD) del proyecto público. Con ello se dejará fuera de servicio la fosa séptica, liberando a la Municipalidad en el apoyo para su limpieza. Asimismo, se recomienda eliminar los pozos absorbentes para evitar la contaminación de la napa.

Todo lo anterior exigirá fortalecer la gestión Administrativa, Técnica y Operativa de los Comités y Cooperativas.

7.2. Capacitación a operadores de plantas de tratamiento de aguas servidas

Se requiere una capacitación de los operadores que les permita entender los procesos que ocurren al interior de la planta, de modo que sepan cómo controlar el proceso para asegurar el cumplimiento de la calidad del efluente y qué hacer ante sucesos eventuales como presencia de filamentosas, etc.

Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda que la DOH, quien por Art. 65 de la ley N°20.998 tiene la tarea de determinar “la política de inversión, asistencia técnica y financiera, gestión comunitaria, supervisión y promoción para la organización de los operadores directores de servicios sanitarios rurales”, cuente a nivel regional con personal experto en procesos de tratamiento, que asesore y defina programas periódicos de capacitación a los operadores de las Cooperativas y Comités. Asimismo, se sugiere la implementación a nivel nacional de un registro de operadores calificados para su desempeño en plantas de tratamiento de aguas servidas, administrado por la DOH.

7.3. Diseño de las Obras

Respecto del futuro diseño de las obras de saneamiento, se recomienda considerar lo siguiente:

- **Red de colectores sistema gravitacional**
 - Profundidades de tuberías que permitan la conexión de viviendas, que en el medio rural pueden estar alejadas de la calle.
 - En los tramos iniciales usar pendientes no inferiores al 5 por mil, y de preferencia tuberías lisas (PVC Colector o HDPE) y con uniones estancas para minimizar el ingreso de raíces.
 - Diámetros mínimos según norma Nch 1105
- **Impulsiones**
 - Tuberías de PVC o HDPE, PN6 o superior.
- **Plantas elevadoras**
 - De preferencia con 1+1 bombas sumergibles
 - Cámara de rejas con canastillo, con accionamiento manual o eléctrico.
 - Cámara de válvulas de corta y desagüe impulsión hacia sentina.
 - Estanque hidroneumático respaldado por cálculo de golpe de ariete.
 - No considerar rebalse a canales u otros cursos de agua.
 - Instalación permanente de generador de emergencia con tablero de transferencia automática al interior de caseta diseñada con medidas de seguridad anti robo.
 - Evaluar el uso de placas solares para minimizar el costo operacional de la energía eléctrica y así reducir las tarifas que pagará la comunidad por el servicio de saneamiento.
- **Sistema de Alcantarillado al vacío**
 - Evaluar la alternativa de Alcantarillado por vacío, con base en topografía, en aquellas localidades en que se compruebe que se presenta una o más de las siguientes características:
 - Presencia de napa freática a menos de 2m de profundidad en parte significativa de la longitud de la red de saneamiento, comprobado por calicatas.

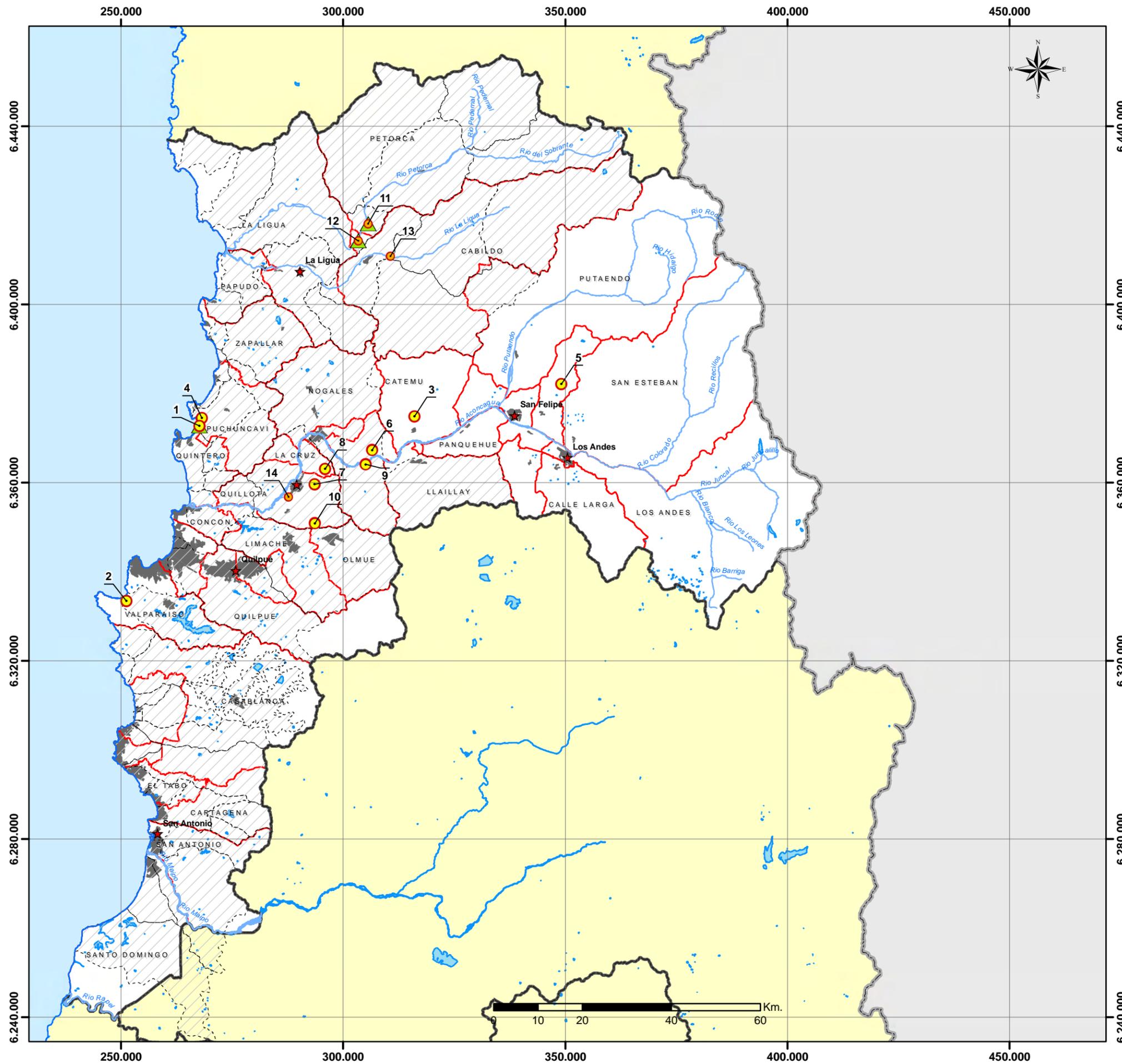
- Presencia de roca a profundidades inferiores a las de instalación de los colectores, en parte significativa de la longitud de tuberías de la red de recolección, comprobado por calicatas.
- Longitudes menores de 4 km en zonas planas; de lo contrario considerar una estación de vacío adicional.
- La solución tradicional (red gravitacional) considera más de 3 plantas elevadoras en la localidad.
- El diseño debe ser realizado por una empresa consultora de comprobada experiencia en saneamiento, con apoyo de una empresa proveedora de esta tecnología.
- **Plantas de tratamiento**
 - La localización de la PTAS deberá estar fuera de cualquier área de riesgo.
 - By-pass de la planta.
 - Planta elevadora de cabecera, de preferencia con 1+1 bombas sumergibles
 - Tratamiento Preliminar:
 - Cámara de rejillas con canastillo, con accionamiento manual o eléctrico.
 - Desarenador / Desgrasador
 - En caso de lombricultura, se recomienda disponer de Tamiz rotatorio para retener sólidos que pudieran obstruir los aspersores. De ser necesario incorporar una unidad de regulación de caudal a distribuir a los lechos de lombrices.
 - Tratamiento Secundario según tecnología, con diseño modular, que permita efectuar reparaciones/mantenimiento sobrecargando temporalmente un módulo.

En el caso de la lombricultura, se debe entender que si bien este es un proceso que tiene la ventaja de no requerir tratamiento de lodo (el lodo es el humus producido que tiene valor comercial), **requiere de una adecuada supervisión, operación y mantenimiento**. Este tipo de tratamiento requiere de una unidad de tamizado para retener los sólidos que pudieran tapar los aspersores que reparten el agua a los lechos de lombrices, y **de ser necesario**, una unidad de regulación de caudal (estanque de compensación) antes de los lombrifiltros. Si se incorpora esta componente, debe tener un volumen suficiente para regular del orden de 8 a 12 hrs del caudal y agitación con una densidad de energía del orden de 7 watt/m³ para asegurar la mezcla completa y evitar la sedimentación que daría origen a descomposición de la materia orgánica y problemas ambientales.
 - Desinfección (cloro). No se recomienda la radiación ultravioleta pues las variaciones de voltaje de la red eléctrica, común en el medio rural, daña las ampollitas que son de alto costo.
 - Descarga al cuerpo receptor sobre el nivel de agua. Tener en consideración e incorporación en los diagramas de flujo respectivos de las gestiones para concretar iniciativas de descarga a cursos de agua naturales y artificiales, las implicancias de los artículos 41 y 171 del Código de Aguas, así como las autorizaciones de canalistas y los permisos sectoriales correspondientes a la modificación de cauces.

- Evaluar el uso de placas solares para minimizar el costo operacional de la energía eléctrica y así reducir las tarifas que pagará la comunidad por el servicio de saneamiento.
- **Ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental**

El diseño debe considerar su aprobación en el sistema de Evaluación Ambiental (DIA) cuando se sobrepasen los límites establecidos en los literales o.1 y o.4 del artículo 3 del reglamento SEIA (DS N°40/2013).

ANEXOS



IDENTIFICACIÓN SISTEMAS APR SELECCIONADOS					
ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	NÚMERO ARRANQUES	SANEAMIENTO
1	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	VENTANAS (VENTANAS ALTO)	1.070	SI
2	VALPARAÍSO	VALPARAÍSO	LAGUNA VERDE	609	NO
3	SAN FELIPE	CATEMU	EL COBRE-LA COLONIA	603	NO
4	VALPARAÍSO	PUCHUNCAVÍ	LA GREDA	605	NO
5	SAN FELIPE	SANTA MARÍA	SANTA FILOMENA	660	NO
6	QUILLOTA	HIJUELAS	LA SOMBRA-LOS PINOS	750	NO
7	QUILLOTA	QUILLOTA	LA PALMA	648	NO
8	QUILLOTA	LA CRUZ	POCOCHAY	526	NO
9	QUILLOTA	HIJUELAS	RABUCO	1.150	NO
10	QUILLOTA	NOGALES	EX HACIENDA EL MELÓN (PARCELEROS EL MELÓN)	658	NO
11	PETORCA	PETORCA	PEDEGUA	312	SI
12	PETORCA	CABILDO	PEDEGUA (ARTIFICIO DE PEDEGUA)	466	SI
13	PETORCA	CABILDO	LOS MOLINOS	274	NO
14	QUILLOTA	QUILLOTA	TRONCAL SAN PEDRO (SAN PEDRO)	358	NO

Simbología

Agua Potable Rural

- 1 Identificador APR Seleccionado
- APR entre 250 y 500 Arranques
- APR con más de 500 Arranques

APR con Sistema de Saneamiento

- ▲ Planta de Tratamiento y/o Alcantarillado

Área de Restricción

- ▨ Áreas de Restricción Aguas Subterráneas en la Región de Valparaíso

Carta Base

- ★ Capital Provincial
- Ciudades
- Comunas

Hidrografía

- ~ Ríos y Esteros
- ☪ Lagos, Lagunas, Embalses

Límites Administrativos

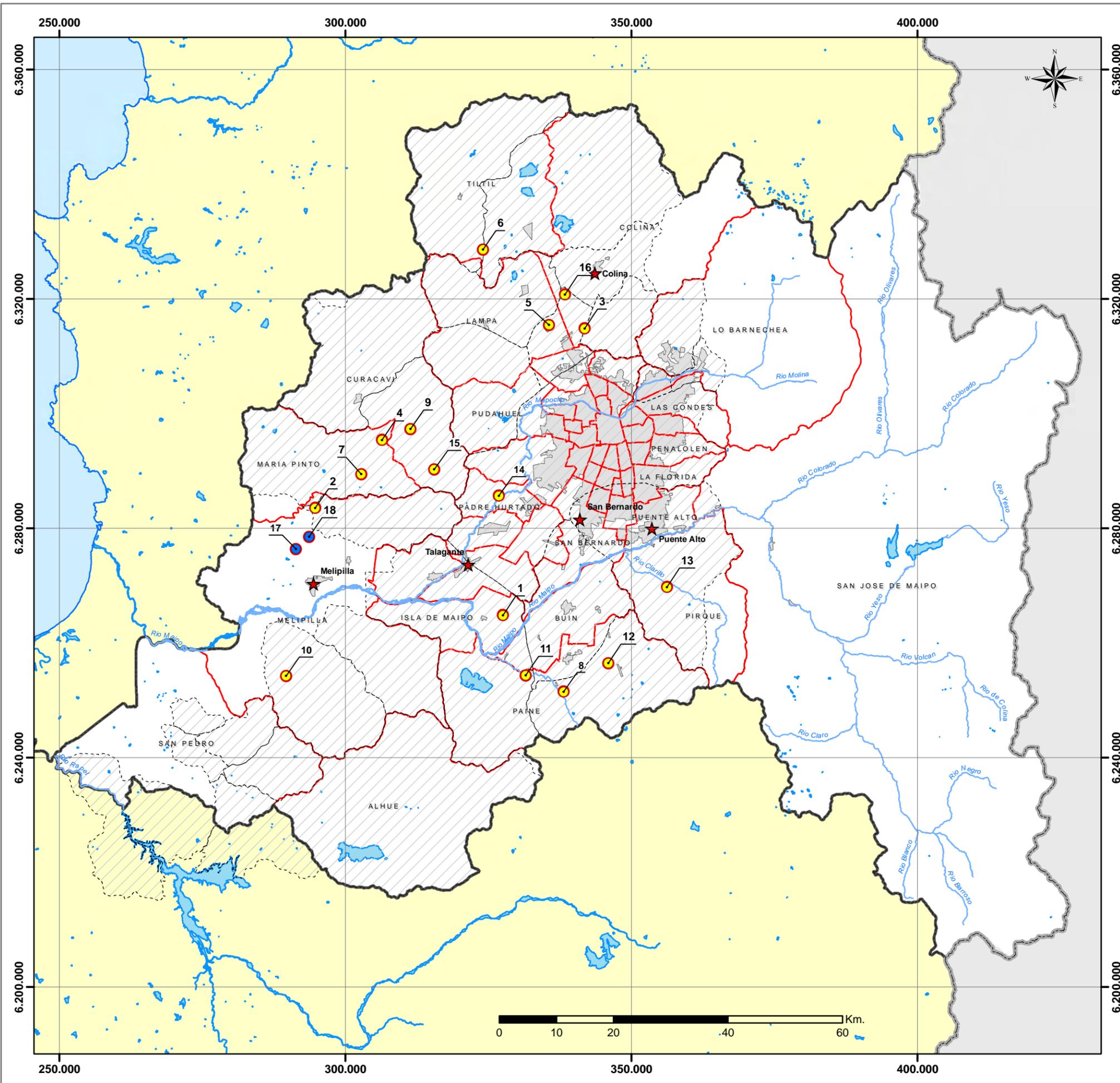
- Límite Internacional
- Límite Regional
- Límite Costero

Referencia Cartográfica y Geodésica:
 Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Huso 19 Sur
 Sistema de Referencia Geodésico: WGS-84
 Nota: Trazado de límites aproximado

REPÚBLICA DE CHILE
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

CONSULTOR ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

ESCALA GRÁFICA **FIGURA** 5-2 **FECHA** AGOSTO 2018 **TÍTULO** SISTEMAS APR SELECCIONADOS V REGIÓN PLAN DE INVERSIÓN SANEAMIENTO



IDENTIFICACIÓN SISTEMAS APR SELECCIONADOS

ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	NÚMERO ARRANQUES
1	TALAGANTE	ISLA DE MAIPO	LA ISLITA (CAPSA LTDA)	Si	3.125
2	MELIPILLA	MELIPILLA	EL BOLLENAR	Si	1.850
3	CHACABUCO	COLINA	LAS CANTERAS	Si	654
4	MELIPILLA	MARÍA PINTO	LOS RULOS	Si	1.278
5	CHACABUCO	LAMPA	ESTACIÓN COLINA	No	1.600
6	CHACABUCO	TILTIL	ESTACIÓN POLPAICO	No	502
7	MELIPILLA	MARÍA PINTO	MARÍA PINTO-BARACALDO	Si	834
8	MAIPO	PAINE	HOSPITAL-CHAMPA	Si	2.085
9	MELIPILLA	CURACAVÍ	CERRILLOS	Si	648
10	MELIPILLA	MELIPILLA	POPETA	No	646
11	MAIPO	PAINE	EL VINCULO	No	1.765
12	MAIPO	PAINE	HUELQUÉN	No	1.140
13	CORDILLERA	PIRQUE	EL PRINCIPAL	Si	2.421
14	TALAGANTE	PADRE HURTADO	LA ESPERANZA-SANTA MÓNICA	No	810
15	MELIPILLA	CURACAVÍ	SANTA INÉS DE PATAGÜILLA	Si	752
16	CHACABUCO	COLINA	SANTA MARTA DE LIRAY	No	645
17*	MELIPILLA	MELIPILLA	RUMAY-CAMPO LINDO	No	565
18*	MELIPILLA	MELIPILLA	SAN JOSÉ DE MELIPILLA	No	720

(*) Sistema APR Reserva

Simbología

- Agua Potable Rural**
 - 1 Identificador APR Seleccionado
 - APR con más de 500 Arranques
 - APR Sistema seleccionado reserva
- APR con Sistema de Saneamiento**
 - ▲ Planta de Tratamiento y/o Alcantarillado
- Área de Restricción**
 - ▨ Áreas de Restricción Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana
- Carta Base**
 - ★ Capital Provincial
 - Ciudades
 - Comunas
- Hidrografía**
 - ~ Ríos y Esteros
 - ☪ Lagos, Lagunas, Embalses
- Límites Administrativos**
 - Límite Internacional
 - Límite Regional
 - Límite Costero

Referencia Cartográfica y Geodésica:
 Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Huso 19 Sur
 Sistema de Referencia Geodésico: WGS-84
 Nota: Trazado de límites aproximado

REPÚBLICA DE CHILE
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

CONSULTOR ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

ESCALA GRÁFICA **FIGURA** 5-3 **FECHA** AGOSTO 2018 **TÍTULO** SISTEMAS APR SELECCIONADOS REGIÓN METROPOLITANA PLAN DE INVERSIÓN SANEAMIENTO



IDENTIFICACIÓN SISTEMAS APR SELECCIONADOS					
ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	NÚMERO ARRANQUES
1	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	AGUA BUENA	No	541
2	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN ENRIQUE	No	1.216
3	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	LA PUNTILLA-PUEBLO DE INDIOS (PUEBLO DE INDIOS)	Si	959
4	CARDENAL CARO	PICHILEMU	CÁHUIL	No	515
5	COLCHAGUA	PERALILLO	EL BARCO	No	524
6	CACHAPOAL	RENGO	LO DE LOBOS	No	533
7	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	CUESTA LO GONZÁLEZ	No	524
8	CACHAPOAL	COLTAUCO	IDAHUILLO	No	569
9	CACHAPOAL	LAS CABRAS	SANTA INÉS-SANTA CLARISA	Si	545
10	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	EL TAMBO	Si	700
11	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	JUAN NÚÑEZ VALENZUELA (ORILLA DE PENCAHUE)	No	628
12	CACHAPOAL	LAS CABRAS	EL MANZANO	No	628
13	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	UNIÓN POLONIA	No	580
14	CACHAPOAL	COLTAUCO	RINCONADA DE PARRAL	No	558
15	CACHAPOAL	REQUÍNOA	EL VATICANO-LAS MERCEDES	No	887
16	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	GUACARHUE	Si	933
17	COLCHAGUA	NANCAGUA	CALLEJONES-LA GLORIA	No	522
18	CACHAPOAL	SAN VICENTE DE TAGUA TAGUA	TUNCA	No	929
19	CACHAPOAL	LAS CABRAS	VILLA EL CARMEN	No	844
20	COLCHAGUA	SANTA CRUZ	MILLAHUE-SAN JOSÉ DE APALTA	No	577
21	COLCHAGUA	CHIMBARONGO	SAN JUAN DE LA SIERRA	No	816
22	COLCHAGUA	PLACILLA	LA TUNA	No	509
23	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA-SAN JOSÉ DE LOS LINGUES	No	683
24	CACHAPOAL	QUINTA DE TILCOCO	LA ESTACADA-ALTO DEL RÍO	No	781
25	COLCHAGUA	SAN FERNANDO	ROMA ARRIBA-LA MARINANA	No	655
26	CACHAPOAL	PICHIDEGUA	EL CALEUCHE-SAN ROBERTO-SAN LUIS	No	877
27*	CACHAPOAL	PICHIDEGUA	LARMAHUE	Si	923
28*	COLCHAGUA	SANTA CRUZ	LA FINCA (LA FINCA-ISLA DE YAQUIL)	Si	1.000

(*) Sistema APR Reserva

Simbología

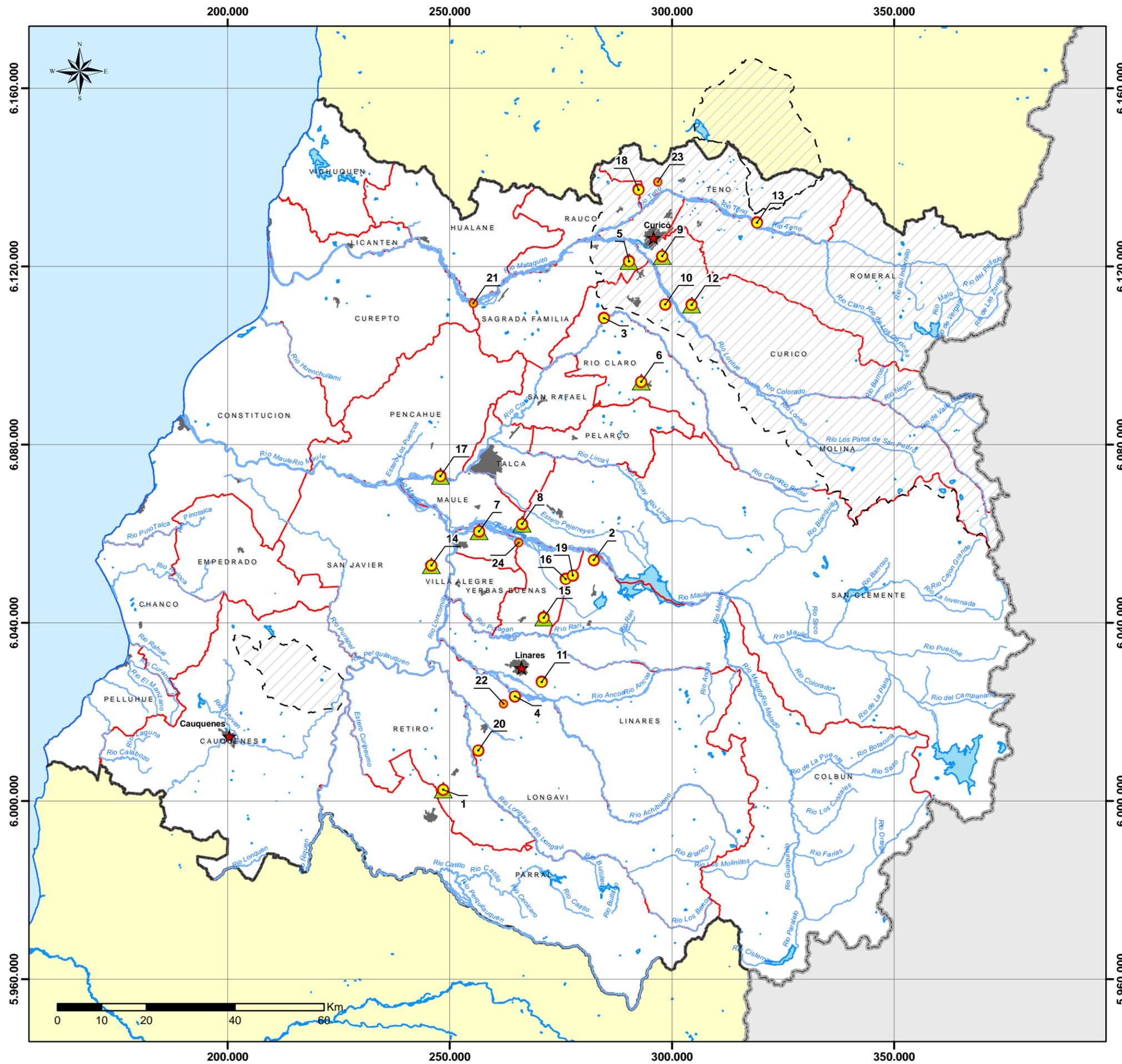
- 1 Identificador APR Seleccionado
- APR con más de 500 Arranques
- APR Sistema seleccionado reserva
- APR con Sistema de Saneamiento
 - Planta de Tratamiento y/o Alcantarillado
- Área de Restricción
 - Áreas de Restricción Aguas Subterráneas en la Región de O'Higgins
- Carta Base
 - Capital Provincial
 - Ciudades
 - Comunas
- Hidrografía
 - Ríos y Esteros
 - Lagos, Lagunas, Embalses
- Límites Administrativos
 - Límite Internacional
 - Límite Regional
 - Límite Costero

Referencia Cartográfica y Geodésica:
 Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Huso 19 Sur
 Sistema de Referencia Geodésico: WGS-84
 Nota: Trazado de límites aproximado

REPÚBLICA DE CHILE
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

CONSULTOR: ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

ESCALA GRÁFICA	FIGURA 5-4	FECHA AGOSTO 2018	TÍTULO SISTEMAS APR SELECCIONADOS VI REGIÓN PLAN DE INVERSIÓN SANEAMIENTO
----------------	------------	-------------------	---



IDENTIFICACIÓN SISTEMAS APR SELECCIONADOS					
ID	PROVINCIA	COMUNA	NOMBRE SERVICIO	SANEAMIENTO	NÚMERO ARRANQUES
1	LINARES	RETIRO	COPIHUE	Si	661
2	LINARES	COLBÚN	QUEMAUS (LANCHA DE QUERI-MAULE SUR)	No	615
3	CURICÓ	MOLINA	ITAHUE-PUENTE ALTO	No	541
4	LINARES	LONGAVÍ	SAN LUIS-SAN RAÚL-LAS MOTAS	No	759
5	CURICÓ	SAGRADA FAMILIA	EL CRUCERO (SANTA ROSA)	Si	1.138
6	TALCA	RÍO CLARO	CUMPEO	Si	1.645
7	LINARES	SAN JAVIER	BOBADILLA	Si	808
8	TALCA	MAULE	DUAO-TRES ESQUINAS	Si	839
9	CURICÓ	CURICÓ	LA OBRA	Si	620
10	CURICÓ	MOLINA	PICHINGAL	No	532
11	LINARES	LINARES	SAN ANTONIO	No	543
12	CURICÓ	CURICÓ	CORDILLERILLA	Si	723
13	CURICÓ	TENO	LA LAGUNA	No	726
14	LINARES	SAN JAVIER	VISTA HERMOSA (VAQUERÍA)	Si	506
15	LINARES	YERBAS BUENAS	ABRÁNQUIL-PUÍPUYÉN	Si	585
16	LINARES	YERBAS BUENAS	MAITENCILLO	No	612
17	TALCA	PENCAHUE	PENCAHUE	Si	728
18	CURICÓ	RAUCO	EL PLUMERO	No	508
19	LINARES	YERBAS BUENAS	SEMILLERO	No	547
20	LINARES	LONGAVÍ	PAINE-LA CONQUISTA	No	586
21	TALCA	CUREPTO	HUAQUÉN	No	488
22	LINARES	LONGAVÍ	MIRAFLORES	No	324
23	CURICÓ	TENO	HACIENDA TENO-RINCÓN DE MORALES	No	312
24	LINARES	SAN JAVIER	PUENTE PANDO-MARIÑICO	No	251

Simbología

- Agua Potable Rural
 - 1 Identificador APR Seleccionado
 - APR entre 250 y 500 Arranques
 - APR con más de 500 Arranques
- APR con Sistema de Saneamiento
 - ▲ Planta de Tratamiento y/o Alcantarillado
- Área de Restricción
 - ▨ Áreas de Restricción Aguas Subterráneas en la Región del Maule
- Carta Base
 - ★ Capital Provincial
 - Ciudades
 - Comunas
- Hidrografía
 - ~ Ríos y Esteros
 - ☪ Lagos, Lagunas, Embalses
- Límites Administrativos
 - Límite Internacional
 - Límite Regional
 - Límite Costero

Referencia Cartográfica y Geodésica:
 Universal Transversal de Mercator (UTM)
 Huso 19 Sur
 Sistema de Referencia Geodésico: WGS-84
 Nota: Trazado de límites aproximado

REPÚBLICA DE CHILE
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO

CONSULTOR: ANÁLISIS PLAN DE INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO RURAL PARA 80 LOCALIDADES CONCENTRADAS (REGIONES DE VALPARAÍSO, METROPOLITANA, LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS Y MAULE)

ESCALA GRÁFICA	FIGURA 5-5	FECHA AGOSTO 2018	TÍTULO SISTEMAS APR SELECCIONADOS VII REGIÓN PLAN DE INVERSIÓN SANEAMIENTO
----------------	------------	-------------------	--

