



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO
DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

LEONARDO ANDRÉS PIZARRO FUENTES

PROFESOR GUÍA:
MARÍA PÍA MENA PATRI

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
REINALDO FUENTEALBA SANHUEZA
JAVIER NANNIG BRICEÑO

SANTIAGO DE CHILE
MARZO 2011

**RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
POR: LEONARDO PIZARRO FUENTES
FECHA: 07/03/2011
PROF.GUÍA: MARÍA PÍA MENA PATRI**

**DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES**

Actualmente, la falta de cobertura de tratamiento de aguas servidas en localidades rurales y la inexistencia de un adecuado programa de saneamiento para el sector, motiva a realizar un estudio de los sistemas de tratamiento de aguas servidas existentes, emplazados en localidades rurales donde existen servicios de Agua Potable Rural (APR), de responsabilidad de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP).

Por lo tanto, el objetivo de este Trabajo de Título es elaborar un Catastro y Diagnóstico de los Sistemas de Tratamiento, para poder identificar las características que rigen el actual funcionamiento de estos sistemas, en relación a la situación administrativa, técnico operacional y de mantención.

Con el desarrollo de lo anterior, se pudo establecer los principales factores que en este momento condicionan que se otorgue un adecuado tratamiento a las aguas servidas provenientes de los sistemas de APR, debido a que en algunos casos, las alternativas de tratamiento escogidas no se adecuan a las características propias que existen en las localidades rurales de nuestro país.

Para lo anterior, fue necesario realizar una clasificación de los procesos administrativos, técnicos, operacionales, de diseño y mantención, observados en los sistemas construidos. Sobre la base de ello, se seleccionó un conjunto de sistemas de tratamiento, los que se visitaron en terreno y se les aplicó un cuestionario que permitió recopilar la mayor cantidad de antecedentes para poder cumplir con los objetivos del estudio.

Para estos efectos, se consideraron antecedentes proporcionados por el Departamento de Programas Sanitarios de la DOH, visitas a terreno, datos experimentales existentes, datos operacionales de seguimientos realizados, diagnósticos de plantas pilotos instaladas, estudios realizados por Cooperativas y Comités de APR, entrevistas con Operadores y Administradores de plantas de tratamiento, etc.

Finalmente, con el desarrollo de este Trabajo de Título se presenta un texto integrador de estudios, que sirve como ayuda para los tomadores de decisiones de los sistemas rurales, para poder evaluar diferentes opciones de tratamiento, considerando el diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas servidas construidas, las características propias de las localidades seleccionadas y la experiencia de los Comités y Cooperativas en la administración, operación y mantenimiento de estos sistemas de tratamiento.

Agradecimientos

Agradezco a mis padres Sergio y Erica por su amor incondicional, comprensión y enseñanzas, a mis hermanos Sergio y Catalina, abuelos Oscar y Erika y familiares, por su alegría, protección y cariño.

Agradezco a mi polola Francisca Herrera por su amor y amistad, a mis amigos, en especial a Rodrigo Díaz, Antonio Morales y Jorge Miranda por su amistad, cuidado y aliento. A mis tíos Leonardo Fuentes, Pedro Cohen y Kelly Carroll por su ayuda y dedicación.

Agradezco a quienes me ayudaron a finalizar exitosamente este proceso, a la profesora Carmen Villarroel, a don Juan Arrese y a don Patricio Celis. A mis amigos Javier Rovegno, Sebastián Muñoz, Fernando Araya y a todos mis compañeros de estudio y profesores, quienes me apoyaron siempre y tuvieron la generosidad de compartir sus valores, reflexiones, habilidades y conocimientos.

En cuanto a la realización de este trabajo, agradezco a los miembros de mi comisión, profesora María Pía Mena, a don Reinaldo Fuentealba y don Javier Nannig, por sus comentarios constructivos, por su tiempo y dedicación, ya que contribuyeron significativamente en este Trabajo de Título.

Especial agradecimiento a todo el personal con quienes me vinculé en el periodo de realización de este trabajo y al equipo de profesionales de la Unidad de Estudios del Departamento de Programas Sanitarios de la Dirección de Obras Hidráulicas, don Nicolás Gálvez, Eric Figueroa y Alejandro Garrido, por facilitarme información para realizar este trabajo, colaborar activamente con el desarrollo y revisión de este texto y acompañarme en las visitas a terreno.

Finalmente, agradezco a todas las personas que me ayudaron a obtener información fundamental para la elaboración de este trabajo, Secretarías, Directores de Obras, Directivos, Administradores y Operadores de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas de Cooperativas y Comités de APR.

**DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS
SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES**

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	5
Índice de Tablas	9
Índice de Gráficos	10
Índice de Figuras	10
Índice de Imágenes	12
Versión digital del trabajo	14
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 2: ASPECTOS GENERALES PROGRAMA DE AGUA POTABLE RURAL (APR)	17
2.1 Estructura de la Población Rural del país	17
2.2 Antecedentes Programa de Agua Potable Rural	19
2.3 Situación actual del saneamiento en el sector rural del país	20
2.4 El desarrollo heterogéneo del Programa de Agua Potable Rural	22
2.5 Objetivos del Programa de Agua Potable Rural	23
2.6 Antecedentes del Anteproyecto de Ley que definirá un marco legal a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)	23
2.6.1 Los desafíos a enfrentar en el sector rural	24
2.6.2 Los objetivos que orientan la futura institucionalidad	25
CAPÍTULO 3: PROCESOS Y TECNOLOGIAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS	27
3.1 Alternativas de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas	27
Características de Aguas Servidas en el Sector Rural	27
3.2 Procesos de Tratamiento	29
3.2.1 Aspectos Generales sobre Tratamiento	29
3.2.1.1 Tratamiento Preliminar	29
3.2.1.2 Tratamiento Primario	29
3.2.1.3 Tratamiento Secundario	30
3.2.2 Sistemas de Tratamiento	30
3.2.2.1 Sistemas de Tratamiento del Tipo No Convencional	34
3.2.2.1.1 Lombrifiltración	34
3.2.2.1.2 Sistemas de Infiltración en Suelo	36
3.2.2.1.3 Laguna de Estabilización	37
3.2.2.1.4 Humedales (o Wetlands)	39
3.2.2.2 Sistemas de Tratamiento del Tipo Convencional	43
3.2.2.2.1 Biofiltros (o Filtros biológicos o Percoladores – Trickling filters)	43
3.2.2.2.2 Biodiscos	45
3.2.2.2.3 Lagunas Aireadas	46
3.2.2.2.4 Lodos activados	49
3.2.2.3 Comparación entre los sistemas de tratamiento	56
CAPÍTULO 4: CATASTRO NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL	59
4.1 Procedimiento de confección del catastro	59

4.1.1 Recopilación de antecedentes	59
4.1.2 Implementación de sistema de información para visualización de catastro de PTAS.	64
4.1.3 Análisis de información recopilada y actualización información del Programa de Agua Potable Rural	68
4.1.4 Resultados del catastro nacional de PTAS en el sector rural.....	69
4.1.4.1 Tipos de tratamientos utilizados	69
4.1.4.2 Otros parámetros y variables consideradas:.....	71
4.1.4.3 Situación post Terremoto.....	71
CAPÍTULO 5: DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO SELECCIONADOS	77
5.1 Selección de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas a visitar en terreno	77
5.2 Resumen de Plantas de Tratamiento visitadas.....	78
5.3 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Diagnosticadas	79
5.4 Descripción de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Diagnosticadas	80
5.4.1 Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE).....	81
5.4.2 Biodisco.....	83
5.4.3 Lombrifiltro	85
5.5 Sistemas diagnosticados sobre la base de la información recopilada en terreno...	86
5.5.1 Estudio de caso N°1, Comité de APR El Maitén	88
5.5.1.1 Antecedentes Generales	88
5.5.1.2 Servicio de alcantarillado.....	92
5.5.1.3 Planta de Tratamiento	93
5.5.1.4 Operación y Mantenimiento.....	96
5.5.1.5 Administración y Tarifas	97
5.5.1.6 Asesoría Técnica.....	98
5.5.1.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	98
5.5.1.8 Daños por el terremoto.....	99
5.5.2 Estudio de caso N°2, Comité de APR Villa Ill inois.....	100
5.5.2.1 Antecedentes Generales	100
5.5.2.2 Servicio de alcantarillado.....	104
5.5.2.3 Planta de Tratamiento	105
5.5.2.4 Operación y Mantenimiento.....	108
5.5.2.5 Administración y Tarifas	109
5.5.2.6 Asesoría Técnica.....	110
5.5.2.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	110
5.5.2.8 Daños por el terremoto.....	111
5.5.3 Estudio de caso N°3, Cooperativa de APR Arti ficio.....	112
5.5.3.1 Antecedentes Generales	112
5.5.3.2 Servicio de alcantarillado.....	115
5.5.3.3 Planta de Tratamiento	116
5.5.3.4 Operación y Mantenimiento.....	121
5.5.3.5 Administración y Tarifas	122
5.5.3.6 Asesoría Técnica.....	123
5.5.3.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	123
5.5.3.8 Daños por el terremoto.....	124
5.5.4 Estudio de caso N°4, Cooperativa Servicio Agua Potable de Pedegua	125
5.5.4.1 Antecedentes Generales	125
5.5.4.2 Servicio de alcantarillado.....	129
5.5.4.3 Planta de Tratamiento	130
5.5.4.4 Operación y Mantenimiento.....	134

5.5.4.5 Administración y Tarifas	134
5.5.4.6 Asesoría Técnica.....	135
5.5.4.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	135
5.5.4.8 Daños por el terremoto.....	136
5.5.5 Estudio de caso N°5, Comité de APR Los Cerri llos.....	137
5.5.5.1 Antecedentes Generales	137
5.5.5.2 Servicio de alcantarillado.....	141
5.5.5.3 Planta de Tratamiento	142
5.5.5.4 Operación y Mantenimiento.....	147
5.5.5.5 Administración y Tarifas	148
5.5.5.6 Asesoría Técnica.....	148
5.5.5.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	149
5.5.5.8 Daños por el terremoto.....	149
5.5.6 Estudio de caso N°6, Comité Población Villa Peter Horn.....	150
5.5.6.1 Antecedentes Generales	150
5.5.6.2 Servicio de alcantarillado.....	153
5.5.6.3 Planta de Tratamiento	154
5.5.6.4 Operación y Mantenimiento.....	157
5.5.6.5 Administración y Tarifas	157
5.5.6.6 Asesoría Técnica.....	158
5.5.6.7 Comentarios y Opinión de los Administradores	158
5.5.6.8 Daños por el terremoto.....	158
5.5.7 Estudio de caso N°7, Comité de APR Los Rulos (San Enrique)	159
5.5.7.1 Antecedentes Generales	159
5.5.7.2 Servicio de alcantarillado.....	163
5.5.7.3 Planta de Tratamiento	164
5.5.7.4 Administración y Tarifas	169
5.5.7.5 Asesoría Técnica.....	169
5.5.7.6 Comentarios y Opinión de los Administradores	169
5.5.7.7 Daños por el terremoto.....	169
5.5.8 Estudio de caso N°8, Cooperativa de APR Marí a Pinto (María Pinto).....	170
5.5.8.1 Antecedentes Generales	170
5.5.8.2 Servicio de alcantarillado.....	173
5.5.8.3 Planta de Tratamiento	174
5.5.8.4 Operación y Mantenimiento.....	179
5.5.8.5 Administración y Tarifas	179
5.5.8.6 Asesoría Técnica.....	179
5.5.8.7 Daños por el terremoto.....	180
5.5.9 Estudio de caso N°9, Colegio Villa La Compañ ía.....	181
5.5.9.1 Antecedentes Generales	181
5.5.9.2 Servicio de alcantarillado.....	184
5.5.9.3 Planta de Tratamiento	184
5.5.9.4 Operación y Mantenimiento.....	187
5.5.9.5 Administración y Tarifas	187
5.5.9.6 Asesoría Técnica.....	187
5.5.9.7 Daños por el terremoto.....	187
5.5.10 Estudio de caso N°10, Cooperativa de APR Santa Margarita (El Maitén).....	188
5.5.10.1 Antecedentes Generales	188
5.5.10.2 Servicio de alcantarillado.....	191
5.5.10.3 Planta de Tratamiento	191
5.5.10.4 Operación y Mantenimiento.....	194
5.5.10.5 Administración y Tarifas	195
5.5.10.6 Asesoría Técnica.....	195

5.5.10.7 Daños por el terremoto	195
5.5.11 Estudio de caso N° 11, Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de Carrera y La Islita).....	196
5.5.11.1 Antecedentes Generales	196
5.5.11.2 Servicio de alcantarillado	200
5.5.11.3 Planta de Tratamiento	200
5.5.11.4 Operación y Mantenimiento	202
5.5.11.5 Administración y Tarifas	202
5.5.11.6 Daños por el terremoto	202
5.5.12 Estudio de caso N° 12, Cooperativa de APR Santa Margarita planta El Gomero	203
5.5.12.1 Antecedentes Generales	203
5.5.13 Estudio de caso N° 13, Cooperativa Agua Potable Gacitúa	207
5.5.13.1 Antecedentes Generales	207
5.5.13.2 Servicio de alcantarillado	210
5.5.13.3 Planta de Tratamiento	211
5.5.13.4 Operación y Mantenimiento	214
5.5.13.5 Administración y Tarifas	215
5.5.13.6 Asesoría Técnica.....	215
5.5.13.7 Daños por el terremoto	215
5.6 Otros Antecedentes	216
CAPÍTULO 6: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	217
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	221
ANEXOS	224
ANEXO (A).....	225
Glosario de Términos	225
ANEXO (B).....	227
Resumen de la situación actual de Saneamiento en el Sector Urbano Nacional.....	227
ANEXO (C).....	228
Encuesta Limesurvey	228
ANEXO (D).....	268
Informe Técnico de la DIA “Sistema de Alcantarillado sector Pedegua comuna de Petorca”	268
Informe de ensayo de aguas N° 1	268
Informe de ensayo de aguas N° 2	268
Informe de ensayo de aguas N° 3	268
ANEXO (E).....	283
Descripción del Sistema de Fosa Séptica y los Sistemas de Infiltración para comunidades descentralizadas.	283
ANEXO (F).....	286
Matriz de Requerimientos	286
ANEXO (G).....	288
Otros antecedentes	288

1. Respuesta de administradores de PTAS La Islita, comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana, a solicitud de información para catastro.....	288
2. Respuesta de administradores de PTAS Los Loros, comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama (III), a solicitud de información para catastro.....	288
3. Respuesta de administradores de PTAS de Escuelas Copequén, Chillehue y El Rulo, Villa Los Aromos, Villa La Puntilla y Población Nuevo Horizonte, comuna de Coinco, Región de O'Higgins (VI), a solicitud de información para catastro.	288
4. Respuesta de administradores de PTAS del Comité de APR El Maitén, comuna de Curicó, Región del Maule (VII), a solicitud de información para catastro.....	288
5. Respuesta de administradores de PTAS del Comité de APR San Alejo, comuna de Retiro, Región del Maule (VII), a solicitud de información para catastro.....	288

Índice de Tablas

Tabla 1 Distribución de población a nivel nacional.....	17
Tabla 2 Estructura de población rural	18
Tabla 3 Distribución de la población según estructura de población rural	18
Tabla 4 Composición de la población a nivel nacional	18
Tabla 5 Porcentajes de cobertura del sector rural por año.....	21
Tabla 6 Indicadores mínimos Meta 10 Objetivo 7 de los Objetivos del Milenio (ODM)	25
Tabla 7 Composición de las aguas servidas de residencias individuales	29
Tabla 8 Alternativas típicas de tratamiento de aguas servidas en sistemas rurales descentralizados.....	31
Tabla 9 Alternativas típicas de tratamiento de aguas servidas en sistemas rurales centralizados	32
Tabla 10 Eficiencia Lombrifiltración.....	35
Tabla 11 Requerimiento de área por vivienda.....	36
Tabla 12 Eficiencias de remoción	37
Tabla 13 Resumen rendimiento	40
Tabla 14 Requerimientos de terreno para Wetlands de Flujo Sub-Superficial.....	41
Tabla 15 Eficiencia de remoción de Biofiltros.....	44
Tabla 16 Eficiencia remoción Biodiscos	45
Tabla 17 Eficiencia Lagunas Aireadas Aerobias	47
Tabla 18 Eficiencia Lagunas Aireadas Facultativas	47
Tabla 19 Consumo energético Lagunas.....	48
Tabla 20 Eficiencia de remoción Lodos Activados	50
Tabla 21 Eficiencia de remoción Aireación Extendida.....	51
Tabla 22 Eficiencia remoción sistema Zanjas de Oxidación.....	53
Tabla 23 Eficiencia remoción sistema SBR.....	55
Tabla 24 Costos de inversión, operación y mantenimiento de algunas alternativas	56
Tabla 25 Matriz de requerimiento para tratamiento secundario.....	57
Tabla 26 Matriz de requerimiento para tratamiento primario	58
Tabla 27 Bases de datos utilizadas para confección de catastro	59
Tabla 28 Resumen de servicios contactados en cada catastro.....	60
Tabla 29 Resumen de información acerca de la configuración del Servidor web	62
Tabla 30 Estado de contacto con los Servicios de Tratamiento	68
Tabla 31 Respuesta a pregunta de encuesta relacionada a la existencia de tratamiento de aguas servidas.....	69
Tabla 32 Distribución porcentual de sistemas de tratamiento a nivel nacional que entregaron antecedentes relevantes para el catastro.....	70

Tabla 33 Estado del servicio de alcantarillado post terremoto.....	72
Tabla 34 Tabla resumen de servicios con daños en red de alcantarillado y planta de elevación	72
Tabla 35 Estado de las PTAS post terremoto	73
Tabla 36 Tabla resumen de servicios con daños en PTAS e instalaciones.....	73
Tabla 37 Daños ocurridos ordenados por porcentaje.....	76
Tabla 38 Resumen plantas de tratamiento de aguas servidas visitadas	78
Tabla 39 Tabla resumen estudio de caso N°1, Comit é de APR El Maitén.....	90
Tabla 40 Tabla resumen estudio de caso N°2, Comit é de APR Villa Illinois.....	102
Tabla 41 Cargo fijo	110
Tabla 42 Cargo variable invierno	110
Tabla 43 Cargo variable verano considerando rango de consumo de agua potable	110
Tabla 44 Detalles costos de reparación PTAS post terremoto	111
Tabla 45 Tabla resumen estudio de caso N°3, Coope rativa de APR Artificio.....	113
Tabla 46 Tarifa variable de servicio de alcantarillado.....	122
Tabla 47 Tabla resumen estudio de caso N°4, Coope rativa Servicio Agua Potable de Pedegua	127
Tabla 48 Tabla resumen estudio de caso N°5, Comit é de APR Los Cerrillos.....	139
Tabla 49 Información con respecto a Lombrifiltro construido por empresa SOLSAN	150
Tabla 50 Tabla resumen estudio de caso N°6, Comit é Población Villa Peter Horn	151
Tabla 51 Tabla resumen estudio de caso N°7, Comit é de APR Los Rulos (San Enrique).....	160
Tabla 52 Tabla resumen estudio de caso N°8, Coope rativa de APR María Pinto (María Pinto)	171
Tabla 53 Tabla resumen estudio de caso N°9, Coleg io Villa La Compañía.....	182
Tabla 54 Tabla resumen estudio de caso N°10, Coop erativa de APR Santa Margarita (El Maitén)	189
Tabla 55 Tabla resumen estudio de caso N°11, Coope rativa de APR Santa Margarita (Cancha de Carrera)	197
Tabla 56 Tabla resumen estudio de caso N°11, Coop erativa de APR Santa Margarita (La Islita)	198
Tabla 57 Antecedentes del diseño de la PTAS	202
Tabla 58 Tabla resumen estudio de caso N°12, Coop erativa de APR Santa Margarita planta El Gomero.....	205
Tabla 59 Tabla resumen estudio de caso N°13, Coop erativa Agua Potable Gacitúa	208
Tabla 60 Coberturas urbanas efectivas y proyectadas	227
Tabla 61 Matriz de Requerimientos parte I	286
Tabla 62 Matriz de Requerimientos parte II	286
Tabla 63 Matriz de Requerimientos parte III	287

Índice de Gráficos

Gráfico 1 Estado de contacto con los Servicios de Tratamiento.....	68
Gráfico 2 Servicios de Tratamiento de los que se recibió información ordenados por región...	69
Gráfico 3 Visualización gráfica de la información de Tabla 32	70
Gráfico 4 Distribución porcentual de PTAS visitadas, por tipo de tratamiento	77

Índice de Figuras

Figura 1 Esquema de Procesos Biológicos.....	33
Figura 2 Sección transversal de una Zanja de Infiltración	36
Figura 3 Wetland artificial de flujo superficial	39

Figura 4	Wetland artificial de flujo Sub-Superficial	40
Figura 5	Esquema Filtro Percolador.....	43
Figura 6	Esquema flujo Filtro Percolador	44
Figura 7	Sistema de Lodo Activado Convencional empleado en grandes centros urbanos.....	49
Figura 8	Acceso al sistema de información para visualización de catastro de PTAS	64
Figura 9	Menú de herramientas y botonera	65
Figura 10	Despliegue de información en pantalla	66
Figura 11	Visualización de un registro con opción de edición	67
Figura 12	Ubicación Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas visitadas	79
Figura 13	Línea de tratamiento general de aguas servidas.....	80
Figura 14	Esquema general del proceso de Aireación Extendida	82
Figura 15	Configuración típica del proceso de Aireación Extendida.....	82
Figura 16	Configuración del proceso de Aireación Extendida para reactor biológico y sedimentador circulares concéntricos del estudio de caso N° 10.....	83
Figura 17	Esquema típico del proceso de un Biodisco.....	84
Figura 18	Esquema del proceso de Lombrifiltración	85
Figura 19	Ubicación del servicio de Curicó al sur oriente por ruta J-665 hasta Río Lontué	88
Figura 20	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.	89
Figura 21	Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Comité de APR Villa Illinois, desde la ciudad de Talca al nororiente por ruta K-45 hasta llegar a Villa Illinois.....	100
Figura 22	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	101
Figura 23	Ubicación del servicio a 9 Km al norponiente de Cabildo por ruta E-35 hasta Río Petorca	112
Figura 24	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	115
Figura 25	Ubicación del servicio a 13 Km al nororiente de Cabildo por ruta E-35 hasta llegar a Pedegua (San Ramón N° 14, Pedegua)	125
Figura 26	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	126
Figura 27	Ubicación del servicio de Catemu 11 Km al norte por ruta E-615 hasta llegar a Los Cerrillos	137
Figura 28	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	138
Figura 29	Ubicación del servicio al final del pasaje Cornelio Silva, Putaendo	150
Figura 30	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	153
Figura 31	Ubicación del servicio a 7 Km al nororiente de María Pinto por ruta G-730.....	159
Figura 32	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	162
Figura 33	Ubicación del servicio por camino La Colonia hasta llegar al Estero Puangué, aproximadamente a 700 metros de Av. 18 de Septiembre.....	170
Figura 34	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	170
Figura 35	Ubicación del servicio en Pasaje Carlos Rubio N°68, Villa La Compañía, Graneros	181
Figura 36	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	181
Figura 37	Forma de disposición de agua servida sobre lecho del Lombrifiltro.....	185
Figura 38	Ubicación del servicio en calle El Maitén 769, Isla de Maipo.....	188
Figura 39	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	188
Figura 40	Ubicación del servicio en calle Cancha de Carrera a 550 [m] de Av. Balmaceda, La Islita	196
Figura 41	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	196
Figura 42	Ubicación del servicio en Av. Balmaceda a 200 [m] de Av. Olea, La Islita.....	203
Figura 43	Imagen satelital de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.....	203
Figura 44	La ubicación del servicio es a los pies del Puente Naltahua en la intersección de las rutas G-420 y G40, Isla de Maipo	207
Figura 45	Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	207
Figura 46	Fosa convencional de dos compartimientos.....	283

Índice de Imágenes

Imagen 1	Ejemplos de Lombrifiltros	34
Imagen 2	Ejemplo de Lagunas de Estabilización	37
Imagen 3	Ejemplos de Humedales o Wetlands.....	39
Imagen 4	Ejemplos de sistemas de tratamiento de Biofiltros	43
Imagen 5	Ejemplos de sistemas de tratamiento de Biodiscos.....	45
Imagen 6	Ejemplos de Lagunas Aireadas.....	46
Imagen 7	Ejemplos de Plantas de Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida	51
Imagen 8	Zanja de Oxidación sistema Carrusel, sistema Orbal	52
Imagen 9	Ejemplo de un Reactor por Cargas Secuenciales o SBR	54
Imagen 10	Acceso al sistema de gestión de contenidos Joomla y enlace a Ficha Técnica.....	62
Imagen 11	Encuesta online de 55 preguntas	63
Imagen 12	Planta elevadora 1 y cámaras de planta elevadora 2	93
Imagen 13	Vista en elevación y en planta de los estanques del reactor biológico.....	93
Imagen 14	Reactor biológico y sedimentador	94
Imagen 15	Sala de Máquinas y baño de las instalaciones	94
Imagen 16	Sala de Sopladores.....	95
Imagen 17	Vista en elevación y en planta de cámara de contacto, estanques de dilución de cloro.....	95
Imagen 18	Canal Santa Cristina y actual disposición de Aguas Servidas a Ribera de Río Lontué	96
Imagen 19	Digestor de lodos y cancha de secado.....	96
Imagen 20	Poste que sostiene el tendido eléctrico hacia la PTAS.....	97
Imagen 21	Cámara de rejas y planta elevadora.....	104
Imagen 22	Vista elevación y en planta de reactores y pasarela de la PTAS	105
Imagen 23	Reactor Biológico y Sedimentador	106
Imagen 24	Casa de Máquinas	106
Imagen 25	Dos sopladores y panel de controles dentro de la Casa de Máquinas.....	107
Imagen 26	Bidones para dilución, almacenamiento de químicos y vista de cámara de contacto	107
Imagen 27	Digestor de lodos, Cancha de secado con techo y acumulación de lodos en el suelo	108
Imagen 28	Cámara de rejas y planta de elevación (Estación de bombeo)	116
Imagen 29	Vista lateral de biodiscos, filtro estático fino y canchas de secado de lodos.....	117
Imagen 30	Filtro estático fino con bandeja de estruje y estanque equalizador	117
Imagen 31	Biodisco y Sedimentador.....	117
Imagen 32	Digestor de lodos y primera sección de cancha de secado de lodos.....	118
Imagen 33	Panel eléctrico, mesón de trabajo y generador eléctrico en casa de máquinas....	118
Imagen 34	Sala de sopladores	119
Imagen 35	Bidones para proceso de dosificación y equipos de bombeo	119
Imagen 36	Cámara de contacto y filtración en cámara posterior a desinfección	120
Imagen 37	Unidad de adición de cloro diluido y unidad de dechloración	120
Imagen 38	Digestor de lodos y último sector de cancha de secado de lodos.....	121
Imagen 39	Problema con sello de tapas de cámaras de alcantarillado	129
Imagen 40	Cámaras de inspección de rejas y estación de bombeo, detalle de reja.....	130
Imagen 41	Cámara de rejas y Planta de elevación	130
Imagen 42	Aquietador y vista planta de tratamiento desde pasarela central.....	130
Imagen 43	Reactor Biológico (2 Unidades en paralelo separadas por pasarela)	131
Imagen 44	Sedimentador con deficiencias debido a rotura de plancha separadora.....	131
Imagen 45	Generador eléctrico y toma de aire	132
Imagen 46	Baño del operador y escritorio de trabajo	132
Imagen 47	Sala de máquinas con dos sopladores y silenciador	133

Imagen 48	Dispositivo de desinfección con tubos para el depósito de pastillas y muestra de efluente PTAS en botella transparente	133
Imagen 49	Digestor de lodos y difusores de aire con tubería de PVC en parte final	134
Imagen 50	Vista lateral de unidad reja mecánica auto limpiante.....	141
Imagen 51	Vista frontal y lateral de filtro de tambor rotatorio	142
Imagen 52	Ecualizador detenido, recibiendo afluente de aguas servidas y en proceso de aireación.....	143
Imagen 53	Vista lateral de Biodiscos y Rotor.....	143
Imagen 54	Vista lateral del sedimentador secundario y lodos aglomerados en resuspensión	144
Imagen 55	Toma de aire, generador y panel eléctrico en la casa de máquinas	144
Imagen 56	Sopladores en la casa de máquinas.....	145
Imagen 57	Vertedero de salida del sedimentador y entrada a cámara de contacto desinfección	145
Imagen 58	Vertedero de salida cámara de contacto desinfección y estación elevadora efluente	146
Imagen 59	Vista del digestor de lodos en aireación	146
Imagen 60	Espesador de lodos y mangueras utilizadas para disposición de lodos en cancha	147
Imagen 61	Cancha de secado de lodos y disposición final de lodos secos en zanja	147
Imagen 62	Vista exterior e interior de cámara de fosa séptica comunitaria.....	153
Imagen 63	Vista en planta de cámara de rejillas y planta de elevación	154
Imagen 64	Vista en elevación del Lombrifiltro, escalera de acceso y punto de acopio de viruta de recambio (viruta antigua en proceso de secado).....	155
Imagen 65	Vista en planta del Lombrifiltro y muestreo de lombrices en la viruta.....	155
Imagen 66	Vista exterior e interior de cámara de contacto de desinfección	156
Imagen 67	Vista interior de cámara de desinfección, con tubos ultravioleta y tubería efluente de Lombrifiltro hacia cámara desinfección	156
Imagen 68	Desagüe de Planta de Tratamiento y tubería de efluente desinfectado.....	156
Imagen 69	Vista vivienda del Operador y cuarto de bodega	162
Imagen 70	Vista panorámica de unidades componentes de la PTAS	162
Imagen 71	Vista general PTAS y Cámara de rejillas	163
Imagen 72	Vista de Planta elevadora y Filtro rotatorio fino	164
Imagen 73	Vista de la cubierta de Malla Raschel y rotor del Biodisco con vertedero de salida	164
Imagen 74	Vista del disco en mal estado.....	165
Imagen 75	Vista lateral y de la superficie del Sedimentador secundario	165
Imagen 76	Vista del vertedero de salida del sedimentador y entrada a la cámara de contacto de desinfección (sin tabiques deflectores y sin realizar desinfección).....	166
Imagen 77	Sensores y Transmisores, Macromedidor y Válvula en cámara de contacto	166
Imagen 78	Vista del Espesador y del Digestor de lodos	167
Imagen 79	Llave de paso para disposición de lodos y cancha de secado de lodos	167
Imagen 80	Vista panorámica de unidades componentes de la PTAS	173
Imagen 81	Cámara de rejillas y Planta de elevación	173
Imagen 82	Tapa metálica en mal estado que cubre pozo de planta elevadora	174
Imagen 83	Filtro rotatorio fino	174
Imagen 84	Primer disco, rotor y tubería de afluente al Biodisco.....	175
Imagen 85	Biodisco techado con 5 discos y acercamiento al último de los discos de la unidad	175
Imagen 86	Biodisco cubierto por malla Raschel y efluente del Biodisco	175
Imagen 87	Sedimentador secundario	176
Imagen 88	Transmisor y Sensor en cámara de contacto, bombas dosificadoras y controlador cloración y de cloración en casa de máquinas.....	176
Imagen 89	Cámara de contacto desinfección y lugar de disposición del efluente de la PTAS	177
Imagen 90	Fortificación del cierre perimetral de la PTAS.....	177

Imagen 91	Digestor aeróbico (aireado mecánicamente) y Espesador gravitacional (sin operar)	177
Imagen 92	Cancha de secado de lodos	178
Imagen 93	Tablero eléctrico, equipamiento de desinfección, bodega y compresor	178
Imagen 94	Cámara de rejillas y planta de elevación	184
Imagen 95	Vista del frontis y parte posterior del Lombrifiltro	185
Imagen 96	Vista de los aspersores superficiales y lecho del Biofiltro	185
Imagen 97	Vista alrededor de las instalaciones de la PTAS	186
Imagen 98	Vista exterior e interior de cámara de desinfección por radiación ultravioleta	186
Imagen 99	Vista de la entrada y salida del agua clarificada en la cámara de desinfección	187
Imagen 100	Planta de elevación y reja mecánica	191
Imagen 101	Vista del Reactor Biológico	191
Imagen 102	Vista de estanque de aireación en reposo y en proceso de aireación	192
Imagen 103	Vista del sedimentador y del efluente clarificado en el vertedero del sedimentador	192
Imagen 104	Casa de máquinas con generador y 2 sopladores	193
Imagen 105	Cámara de desinfección UV con tubos inmersos en el efluente clarificado	193
Imagen 106	Efluente desinfectado y planta de impulsión del efluente a canal de regadío	193
Imagen 107	Espesador, Digestor y Tanque de mezcla	194
Imagen 108	Estanque de almacenamiento de cal, prensa de lodos y lodos deshidratados	194
Imagen 109	Vista general de la PTAS que se encuentra desmantelada	200
Imagen 110	Planta de Tratamiento en construcción	201
Imagen 111	Imágenes referenciales del reactor biológico de la PTAS en construcción	201
Imagen 112	Vista lateral de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas	204
Imagen 113	Vista de la planta de elevación	210
Imagen 114	Vista general de la PTAS y estanque previo al reactor biológico	210
Imagen 115	Vista de la cámara de repartición previa al reactor biológico	211
Imagen 116	Vista del estanque de aireación detenido en su operación	211
Imagen 117	Vista del sedimentador y rebalse en vertedero de salida hacia cámara de desinfección	212
Imagen 118	Sala de máquinas con generador eléctrico y sopladores	212
Imagen 119	Vista de soplador en reparación y tapas de sopladores	213
Imagen 120	Bidones para dosificación de desinfectante, cámara de contacto desinfección y punto de salida efluente de la PTAS	213
Imagen 121	Digestor aireado de lodos	214
Imagen 122	Cancha de secado de lodos con techo y disposición final de lodos secos en el suelo	214

Versión digital del trabajo

El archivo digital correspondiente al texto de este Trabajo de Título, así como fotos y videos de PTAS visitadas, ubicación de los servicios de saneamiento diagnosticados, encuesta, sistema de información para visualización del catastro y otros antecedentes, se encuentran disponibles en el sitio web siguiente:

URL: <http://ing.uchile.cl/~lpizarro/ci69f>

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

La situación del país al año 2009, da cuenta que alrededor de un 13% de la población habita en zonas rurales, dedicadas principalmente a la agricultura y la ganadería. Estas localidades se concentran en las regiones del centro-sur del territorio nacional, especialmente en las regiones del Maule, la Araucanía y Los Lagos.

Por otro lado, el sector urbano representa un 87% de la población, que al año 2009 presentaba una cobertura de servicio de alcantarillado de un 95.6%. En tanto, la cobertura de Tratamiento de Aguas Servidas era de un 83.3% ^[13].

En contraste a lo anterior, el tratamiento de aguas servidas en localidades rurales presenta una cobertura de servicio de alcantarillado no superior al 12%, según catastros preliminares del Departamento de Programas Sanitarios (DPS) del MOP, lo que deja en evidencia la necesidad de dar respuesta a la situación deficitaria en el sector rural.

En la actualidad, los sistemas de tratamiento de aguas servidas rurales, se encuentran administrados por comités, cooperativas de agua potable rural y municipios. Estas organizaciones, se encargan tanto de la administración y operación de los sistemas de abastecimiento de agua potable, como de los sistemas de tratamiento de aguas servidas.

Bajo esta modalidad, no existe un adecuado plan de saneamiento que incluya la depuración de las aguas servidas rurales. Lo anterior, hace que sea necesario desarrollar un catastro para elaborar un diagnóstico de los sistemas de tratamiento, a fin de identificar el estado que presentan en relación a la situación administrativa, técnico operacional y de mantención.

A partir de este diagnóstico se espera establecer los principales factores que inciden en las decisiones del tratamiento de las aguas servidas provenientes de los sistemas de APR, especialmente considerando que en algunos casos las alternativas de tratamiento escogidas no se adecuan a las características que existen en las localidades rurales de nuestro país. Estas características, acentúan aún más sus diferencias si se tiene en cuenta la forma en que varía el clima, relieve, población y dependencia económica, de los lugares de emplazamiento de dichas localidades.

Si bien se han construido distintos sistemas de tratamiento a lo largo del país, algunos presentan deficiencias tanto técnicas, administrativas y operacionales, observándose falencias de criterios estandarizados de diseño, falta de programas de capacitación y manuales para los operadores.

De este modo, el objetivo general de este Trabajo de Título es elaborar un diagnóstico de los sistemas de tratamiento de aguas servidas existentes en el sector rural del país.

Como objetivos específicos se planteó desarrollar un catastro de plantas de tratamiento de aguas servidas en localidades rurales, cuya información básica sería obtenida a través de un cuestionario para recopilar información detallada de los sistemas de tratamiento. Esto fue complementado con entrevistas y visitas a terreno, para identificar las características que presentan estos sistemas en relación a la situación administrativa, técnico operacional y de mantención.

Se clasificarán los tipos de tratamiento utilizados y se identificarán los principales factores que rigen un adecuado tratamiento de las aguas servidas, de los sistemas de tratamiento administrados por los municipios, comités y cooperativas de APR.

Específicamente, se realizaron las siguientes actividades:

- 1) Catastro de plantas de tratamiento de aguas servidas rurales.
- 2) Análisis de información proveniente del Programa de APR.
- 3) Descripción y clasificación de los sistemas de tratamiento de aguas servidas existentes.
- 4) Diagnóstico de algunos sistemas existentes sobre la base de la información disponible en el Programa de APR, entrevistas y visitas a terreno.
- 5) Análisis de aspectos administrativos, operativos, financieros y de gestión de los servicios de saneamiento rural.

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 2: ASPECTOS GENERALES PROGRAMA DE AGUA POTABLE RURAL (APR)

2.1 Estructura de la Población Rural del país

La necesidad de disponer de información distinguiendo entre las zonas urbanas y rurales del país se debe, principalmente, a que cualquiera que sea la forma en que ellas se definan, tienen un género de vida absolutamente distinto, por lo tanto, la propuesta de acciones destinadas a satisfacer las demandas de la población que reside en cada una de ellas, que son también diferentes, al menos deben basarse en información socio-demográfica referida particularmente al área de intervención.

Es por lo anterior, que para el diseño de instalaciones o selección de alternativas de tratamiento que sirvan a viviendas individuales y pequeñas comunidades rurales, es fundamental conocer la población beneficiada. En función de esto, se presenta a continuación la distribución de la población nacional, segregada por zona urbana y rural.

Tabla 1 Distribución de población a nivel nacional

Población	Censo 2002		Estimado 2010		Proyección 2020	
	[hab]	%	[hab]	%	[hab]	%
Urbana	13.477.655	86,6	14.702.776	86,9	16.033.892	87,1
Rural	2.094.024	13,4	2.226.097	13,1	2.378.424	12,9
Total	15.571.679	100	16.928.873	100	18.412.316	100

Fuente: Elaboración propia a partir de información publicada por el INE (www.ine.cl)

Según la definición que establece el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), se entiende como “Entidad Urbana” a un conjunto de viviendas concentradas, con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000, con el 50% o más de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias. Excepcionalmente los centros que cumplen funciones de turismo y recreación con más de 250 viviendas concentradas y que no alcanzan el requisito de población, se consideran Entidades Urbanas. En consecuencia área urbana, es el conjunto de las entidades urbanas ^[30].

La definición urbano-rural que establece el INE, consideran sólo el número de habitantes y la actividad económica representativa del sector. Por otro lado, las definiciones correspondientes a urbano y rural según los planos reguladores comunales difieren de las definiciones del INE y de las utilizadas por el DPS-MOP las que corresponden a Localidades rurales Concentradas, Semi-concentradas y Desconcentradas.

A continuación se presenta la definición de estructura de población rural que utiliza el DPS-MOP, la que debiera reflejarse en el tipo de soluciones de saneamiento a implementar en el sector rural.

Tabla 2 Estructura de población rural

Definiciones
Localidades Concentradas:
Localidades con un mínimo de 150 habitantes y una concentración de, al menos, 15 viviendas por kilómetro de red de agua potable.
Localidades Semi-concentradas:
Localidades con un mínimo de 80 habitantes y una concentración de, al menos, 8 viviendas por kilómetro de red de agua potable.
Localidades Desconcentradas (o Dispersas):
Localidades con menos de 80 habitantes ó una concentración menor a 8 viviendas por kilómetro de red de agua potable.

Fuente: DPS-MOP (2010)

Junto con la definición anterior, se presenta a continuación la distribución de la población según estructura de población rural utilizada por el DPS-MOP.

Tabla 3 Distribución de la población según estructura de población rural

Localidad	Población Estimada [hab]
Concentrada	1.500.000 ^(a)
Semi-concentrada	400.000 – 600.000 ^(b)
Desconcentrada	400.000 – 600.000 ^(c)

Fuente: DPS-MOP (2010)

^(a) Esta cifra se descompone en 1.100.000 [hab] que viven en entidades rurales y 400.000 [hab] en entidades urbanas según definición del INE.

^(b) y ^(c) Estas cifras corresponden a población que vive en entidades rurales según definición del INE.

De forma complementaria y según el "Estudio de Soluciones de Saneamiento Rural" elaborado por Homsí y Asociados ^[4], la composición de la población a nivel nacional, es la siguiente:

Tabla 4 Composición de la población a nivel nacional

Clasificación	Rango de Población
Ciudad	> 5.000 hab.
Pueblo	1.000 - 5.000 hab.
Aldea	300 - 1.000 hab.
Caserío	< 300 hab. y > 3 viviendas cercanas entre sí.
Otros ^(a)	

Fuente: Homsí y Asociados (2007) ^[4]

^(a) Otros: Asentamientos Mineros, Fundo, Estancia, Hacienda, Parcela, Comunidad Indígena, Comunidad Agrícola, Campamento de Trabajadores, etc.

Ahora bien, el Programa de Agua Potable Rural iniciado en el año 1964, tuvo como objetivo dar respuesta a los graves problemas sanitarios y al déficit de abastecimiento de agua potable en las localidades rurales concentradas. Esta definición de localidad rural concentrada, se ajusta a la realidad de este estudio, en el que el universo poblacional de los sistemas catastrados y diagnosticados es de 1.724 habitantes en promedio (considerando un promedio de 431 UD y 4 habitantes por vivienda).

Debido a esto, para el caso de los sistemas catastrados y diagnosticados, estos corresponden en su mayoría a viviendas en poblaciones o comunidades que son representativas de

localidades concentradas, exceptuando casos particulares como postas, liceos y escuelas, entre otros.

2.2 Antecedentes Programa de Agua Potable Rural

En el año 1964 se dio inicio a la primera etapa del Programa de Agua Potable Rural (APR), con el objetivo principal de dar solución al déficit de abastecimiento de agua potable en las localidades rurales concentradas y con ello solucionar los graves problemas de morbilidad y mortalidad infantil en los sectores rurales del país.

Para poder llevar a cabo lo anterior, se contó con la disponibilidad de recursos financiados con créditos del Banco Interamericano del Desarrollo (BID). Hay que considerar que antes de iniciado el programa, sólo un 6% de los habitantes de las localidades rurales concentradas de Chile contaban con cobertura de agua potable; actualmente tras 46 años de un exitoso desarrollo del programa de APR ese porcentaje llega al 100%. En otras palabras, los 1.578 Comités y Cooperativas de APR con alrededor de 390.000 arranques abastecen a cerca de 1.500.000 habitantes de zonas rurales concentradas¹.

En conjunto con abastecer de agua potable a los sectores rurales, el programa persigue los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad de vida de la población que se encuentra en condiciones de pobreza.
- Disminuir la migración del campo a la ciudad, a fin de evitar el consecuente aumento de la población en los centros urbanos.
- Potenciar el desarrollo social de las localidades rurales en las cuales se ha implementado el programa.
- Mejorar las condiciones de salud de la población rural.

Para dar cumplimiento a estos objetivos ha existido una coordinación entre el Estado de Chile y la acción de las Organizaciones Sociales, debido a que una de las principales características del programa de APR es el concepto de participación comunitaria.

La participación de la comunidad se logra debido a que es la propia comunidad la encargada de la explotación del servicio de agua potable rural. Para ello cuentan con la asesoría permanente de las Unidades Técnicas. Esta modalidad ha permitido conseguir el desarrollo social, así como contar con la capacitación y educación adecuada de los miembros de las localidades que han sido beneficiadas por el programa.

Los sistemas de APR se forman y constituyen como un servicio particular, bajo la forma de un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica que acuerden los interesados, obteniendo los permisos de funcionamiento del Ministerio de Salud, a través de los respectivos Servicios de Salud del Ambiente de la jurisdicción.

Por lo tanto, cada comunidad beneficiada mediante la creación de un comité o cooperativa según sea el caso, opera, mantiene y administra el servicio. En otras palabras, el objetivo es alcanzar una gestión que permita al menos cubrir los costos de explotación del servicio. En este sentido, el régimen tarifario se regula por las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa. La fiscalización de la calidad de los servicios corresponde a los Servicios de Salud del Ambiente (Ministerio de Salud).

¹ Fuente: Archivo Técnico DPS-MOP (2010)

De acuerdo a los antecedentes disponibles, el Estado ha invertido más de US\$ 400 millones, de los cuales US\$ 95 millones (24%) corresponde a recursos financiados con créditos del Banco Interamericano del Desarrollo (BID) desde el año 1964 y US\$ 305 millones (76%), corresponden a inversiones materializadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) entre los años 1994 a 2005; primero, por medio de la Dirección de Planeamiento y luego a partir del año 2001 a través del Departamento de Programas Sanitarios de la Dirección de Obras Hidráulicas ^[15].

2.3 Situación actual del saneamiento en el sector rural del país

En la actualidad, no existe ninguna Institución del Estado con competencia exclusiva en materia de Servicios Sanitarios en el sector rural, entendiéndose como tal a los sistemas de APR que se desarrollan en áreas calificadas como rurales, conforme con los respectivos instrumentos de planificación territorial (Plan Regulador), y que no reúnen los requisitos de servicio público de distribución de agua potable según establece la Ley General de Servicios Sanitarios.

Cabe señalar además, que la Superintendencia de Servicios Sanitarios carece de competencia para intervenir en el manejo administrativo o técnico de los servicios de sistemas de agua potable rural. Tampoco tiene injerencia para la constitución y fiscalización de los servicios y no tiene competencia para la determinación de las tarifas o cobros asociados a los servicios de APR, es decir, los sistemas de APR no cuentan con una regulación jurídico - institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias ^[16].

Las empresas concesionarias de servicios sanitarios urbanos, de acuerdo a la Ley N° 19.549 de 1998, deben, a requerimiento del Ministerio de Obras Públicas prestar asistencia técnica y administrativa a los comités y cooperativas de agua potable rural de sus respectivas regiones, así como llevar a cabo las actividades necesarias para la ejecución de las obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de nuevos servicios rurales. La asistencia incluye materias contables y técnicas, así como también gestión de los diseños y obras para los sistemas de agua potable rural, capacitación e inspecciones técnicas ^[14].

Además, las empresas concesionarias, en virtud del artículo 52 bis del D.F.L. MOP N°382/88, pueden establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural. En este caso, ello se enmarca en el ámbito de prestaciones relacionadas con el objeto de las concesiones sanitarias, no obligatorias y sometidas al régimen privado o de los servicios particulares. Todo lo anterior es posible de realizar con la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad de los servicios públicos sanitarios que si son de su responsabilidad ^[16].

Consciente de esta situación, el MOP estableció una mesa técnica y una agenda de trabajo con la Federación Nacional de Agua Potable Rural (FENAPRU), con el objetivo de generar una institucionalidad para el sector.

Resumen de la situación actual de saneamiento rural en Chile.

La información acerca de servicio de alcantarillado y saneamiento en el sector rural es escasa comparada con la existente en el sector urbano (ver ANEXO (B)). En algunos casos, las referencias consultadas con contradictorias en relación a la cobertura de servicio de alcantarillado.

Cabe destacar además, que existe una diferencia entre la definición de población rural para el INE y para el Programa Nacional de Agua Potable Rural (APR), lo que hace que los datos no sean totalmente comparables.

Según antecedentes revisados, una parte de las localidades que hoy se contabilizan como población rural abastecida por el Programa Nacional de APR, en el último censo realizado el año 2002, no fueron consideradas dentro de las localidades rurales debido a que los planos reguladores cambiaron e integraron nuevas zonas al área urbana, esto es reflejo de que las localidades beneficiadas por el Programa se transforman en centros de desarrollo local y abandonaron así las características de ruralidad.

A continuación se indican los índices oficiales para agua potable y aguas servidas, que establece el DPS del MOP para los servicios rurales.

Agua Potable

La cobertura de agua potable para el sector rural concentrado a nivel nacional supera el 99%, por lo que se puede establecer que en materia de agua potable los esfuerzos han sido los necesarios para asegurar una de las necesidades más básicas de la población.

Aguas Servidas

Con lo que respecta al servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el sector rural, la cobertura es todavía deficitaria.

Según catastros preliminares del Departamento de Programas Sanitarios (DPS), la cobertura de servicio de alcantarillado no supera el 12% para el sector rural concentrado.

Al año 1990 la realidad era que los sectores rurales concentrados por lo general no tenían un sistema de saneamiento. En el año 2001 sólo un 5% contaba con servicios de alcantarillado.

En la actualidad y según figura en los archivos técnicos del DPS-MOP, en el sector rural existen 363 plantas de tratamiento de aguas servidas, de las cuales 217 (60%) se ubican en localidades adscritas al Programa de Agua Potable Rural.

Se estima un promedio de 465 arranques de agua potable por planta de tratamiento de agua servida instalada. Estas PTAS no dan solución al 100% de las viviendas que cuentan con un arranque de agua potable rural. La cobertura promedio se estima en un 40% por localidad. Por lo tanto, se puede considerar que existen 40.000 uniones domiciliarias que se encuentran en localidades adscritas al Programa de APR.

Tabla 5 Porcentajes de cobertura del sector rural por año

Cobertura por año	1990	2001	2008	META 2010-2020
Alcantarillado Tradicional	0%	5%	12%	24%
Fosa Séptica	S/I	16%	S/I	S/I
Pozo negro	S/I	79%	S/I	S/I
Total	-	100%	-	-

S/I: Sin Información.

Fuente: Archivo Técnico DPS-MOP (2010).

En términos de población, existen 180.000 habitantes que cuentan con servicio de alcantarillado y plantas de tratamiento², cifra que se traduce en cerca de un 12% de cobertura de saneamiento y tratamiento en los sistemas de APR concentrados.

Debido a la falta de un programa estructurado de saneamiento rural y la necesidad de dar soluciones a la población rural, se generan iniciativas aisladas a través de las Municipalidades, las que optan a algún tipo de financiamiento para elaborar proyectos y materializar obras que no siempre conllevan a la mejor solución.

De lo anterior se desprende que en lo que a recolección y tratamiento de las aguas servidas generadas se refiere, el saneamiento rural es deficitario.

Concientes de la realidad que enfrenta el saneamiento rural, en el mes de noviembre del año 2006 se organizó un seminario conjunto entre el MOP y la Comisión de OO.PP. del Senado, con el apoyo técnico del BID, que permitió evidenciar los elevados niveles de consenso entre las organizaciones de APR, los legisladores y el Gobierno respecto de la importancia del sector y sus desafíos futuros.

El texto del proyecto de ley que a la fecha se está discutiendo en el parlamento, se basa en los resultados del trabajo de la mesa constituida entre la FENAPRU y el MOP, con la colaboración del Departamento de Cooperativas del Ministerio de Economía y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, además de los aportes realizados por otros órganos de la administración pública que desarrollan programas en el sector, entre los que desatacan MINVU, MINSAL, MIDEPLAN, CONAMA y SUBDERE.

2.4 El desarrollo heterogéneo del Programa de Agua Potable Rural

El éxito y maduración del Programa de Agua Potable Rural (APR) plantea nuevos desafíos a la sustentabilidad del sistema, considerando la actual diversidad de situaciones que coexisten tanto en términos de tamaño, como de capacidad de gestión técnica, administrativa y financiera.

De acuerdo a las cifras del diagnóstico de “competencias para la sustentabilidad” que en el año 2004 llevó adelante el Departamento de Programas Sanitarios, 2/3 de los comités y cooperativas poseían menos de 250 arranques y, en el otro extremo, sólo un 10% poseía más de 400 arranques. Por su parte, desde el punto de vista operacional, también coexistían diferencias entre comités y cooperativas.

Además, referido al mismo diagnóstico, un 30% no satisfacía a plenitud los indicadores técnicos. En términos de capacidad de gestión administrativa, un 66% de los servicios no tenían plan anual de inversiones y un 56% no planificaba ni evaluaba su gestión^[28].

En el ámbito financiero, si bien un 75% de los servicios cubría sus gastos de operación, mantenimiento y reparaciones menores, tan sólo un 22% estaban en condiciones además, de realizar inversiones mayores como ampliaciones de redes, adquisición de equipos de bombeo, instalación de estanques, etc.

En suma, conforme a dicho diagnóstico de “competencias para la sustentabilidad”, entendidas estas última en su dimensiones de preservación del ecosistema y de garantía del recurso hídrico a las generaciones futuras; de estabilidad y continuidad en el tiempo y de viabilidad económica, sólo un 17% de los servicios de APR serían sustentables y estarían en condiciones

² Para ello se consideró una cantidad de 4,5 habitantes por unión domiciliaria.

de acometer desafíos superiores en términos de calidad de servicio a sus usuarios, fortalecimiento organizacional, capacidad de gestión y administración.

Para que otros puedan desarrollar aún más sus potencialidades, se requerirá (en mayor o menor grado) del apoyo del Estado.

2.5 Objetivos del Programa de Agua Potable Rural

Los principales objetivos establecidos para el programa de APR, a partir del año 2001, han sido:

- 1) Dotar de agua potable a la población rural beneficiaria, en condiciones de calidad y cantidad aceptables.
- 2) Disminuir las tasa de mortalidad y morbilidad provocadas por enfermedades de origen hídrico.
- 3) Lograr el mejoramiento de los hábitos y actitudes de la población rural con respecto al agua potable.
- 4) Promover el desarrollo económico y social de las comunidades atendidas, a través del mejoramiento de las condiciones sanitarias.

La cobertura alcanzada por los programas de APR entre la población rural concentrada, representa una contribución significativa al mejoramiento de las condiciones sanitarias.

Los actuales niveles de cobertura del servicio de agua potable en las zonas rurales son el producto de una capacidad de organización que permite que sea la propia comunidad quien, asistida por el Estado, asuma la responsabilidad por la provisión de dicho servicio.

Este carácter comunitario no se puede perder, pues representa un capital social acumulado por décadas, que ha demostrado ser eficaz en la resolución de este problema y, además, de acuerdo a estudios y experiencias internacionales, la participación activa de la comunidad involucrada es un requisito de sustentabilidad en el largo plazo ^[28].

2.6 Antecedentes del Anteproyecto de Ley que definirá un marco legal a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

En el mes de octubre de 2009, se discutió en el parlamento el proyecto que entrega un marco legal a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR).

Esta iniciativa, obedece a una aspiración de años de parte de los comités y cooperativas de Agua Potable Rural, que considera la creación de una Subdirección vinculada al tema y regulariza de esta manera el sistema de operación, entre otras materias. La iniciativa se espera que beneficie a millones de personas que reciben agua administrada por cooperativas o comités de Agua Potable Rural (APR).

El proyecto, permite a las Cooperativas y Comités de Agua Potable Rural (APR) convertirse en Servicios Sanitarios Rurales y tener acceso a incentivos económicos, instrumentos de gestión y la facultad de hacerse cargo de la recolección de aguas servidas.

Debido a lo anterior, se han realizado variadas observaciones de parte de la Asociación que agrupa a las empresas sanitarias y ha habido opiniones diversas en relación con las ideas matrices del proyecto, que fundamentalmente apuntan a la protección de los comités y las cooperativas y que este sistema siga siendo un sistema auto gestionado y de cooperativa, de la comunidad.

El proyecto de ley establece que los Comités y Cooperativas pasarán a llamarse Servicio Sanitario Rural (SSR) y tendrán a su cargo la producción y distribución de agua potable, además de la recolección de aguas servidas, en las que el Estado estará a cargo de las inversiones necesarias.

2.6.1 Los desafíos a enfrentar en el sector rural

Un gran desafío para el sistema de APR es el manejo de la gran heterogeneidad al interior del sector, debiendo encontrar un adecuado balance entre preservar y potenciar aquellos elementos que permiten su desarrollo, con remover los obstáculos que impiden la expansión futura de los sistemas con mayor potencial y la subsistencia de aquellos más precarios.

El diseño de la institucionalidad futura debe, en primer lugar, proteger y preservar el carácter asociativo y participativo de esta forma comunitaria de provisión del servicio, generando formas de reconocimiento y protección preferente de sus derechos.

Un segundo desafío es ampliar el acceso al agua potable hacia aquellos habitantes que viven en localidades rurales desconcentradas y que, según estimaciones actualizadas, alcanzan a 400.000 personas. Los costos de llegar a cada uno de esos habitantes con soluciones de agua potable, son significativamente mayores que en el caso de las localidades concentradas, de allí que sea necesario, por una parte, generar los incentivos para que los sistemas de APR de mayor capacidad financiera puedan acceder al financiamiento complementario por parte de los agentes financieros, liberando así recursos públicos para destinarlos al sector desconcentrado, y, por otra parte, mejorar la eficiencia y eficacia de la acción del Sector Público y la capacidad de coordinación de su accionar.

En tercer lugar, se encuentra el desarrollo de los servicios de saneamiento rural. Actualmente, algunas localidades rurales organizadas, que tienen resuelto su servicio de abastecimiento de agua potable y cuyo Comité o Cooperativa funciona adecuadamente, han avanzado, por iniciativas municipales y con el apoyo de la SUBDERE, en la disposición de las aguas servidas domésticas. Según estadísticas de los servicios de agua Potable Rural, 105 servicios disponen de soluciones de alcantarillado y de tratamiento de aguas servidas, con una población beneficiada de aproximadamente 180.000 habitantes. Para ellos, y otros en el futuro cercano, resolver el problema de la disposición de las aguas servidas representa un desafío que también se deberá abordar.

Como parte de los desafíos del sector y considerando lo que se ha avanzado hasta ahora, se espera alcanzar los siguientes indicadores relativos al saneamiento para el año 2015 (Meta 2015), dando cumplimiento así a la Meta 10 que establece el texto “Objetivos del Milenio (ODM)”^[11].

Meta 10: Reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable y servicios básicos de saneamientos.

Tabla 6 Indicadores mínimos Meta 10 Objetivo 7 de los Objetivos del Milenio (ODM)

Indicadores mínimos	Valores Históricos por año				Meta 2015
	1990	2003	2006	2009	
Porcentaje de la población que carece de acceso sostenible al agua potable en zonas urbanas.	2,5	0,8	0,5	0,4	0
Porcentaje de la población que carece de acceso sostenible al agua potable en zonas rurales.	54,2	26,6	12,2	8,8	0
Porcentaje de la población urbana sin sistema de alcantarillado.	13,4	5,8	3,2	2,3	0

Fuente: Archivo técnico DPS-MOP (2010)

Dar respuesta a los temas de saneamiento y disposición rural requerirá de un esfuerzo sistemático y mancomunado del Estado y las comunidades rurales, con una visión de largo plazo, tal como el que ha permitido alcanzar coberturas cercanas al 100% de agua potable en localidades rurales concentradas.

Específicamente para el caso del saneamiento rural, dicho programa se deberá basar en un trabajo conjunto con cada comunidad, para escoger soluciones adecuadas a su problemática y medios; debiendo, por tanto contemplar distintas alternativas técnicas y financieras que, sobre la base de objetivos realistas y exigentes, permitan diseñar y poner en aplicación un programa que combine, de manera flexible y creativa, las capacidades de las organizaciones comunitarias y del Estado.

2.6.2 Los objetivos que orientan la futura institucionalidad

Los objetivos en relación al diseño de la institucionalidad futura, son los siguientes ^[27]:

- a) Fortalecer la capacidad de gestión de las organizaciones comunitarias preservando su carácter participativo.
- b) Incentivar la eficiencia económica y la sustentabilidad financiera del sistema de APR, que pasará a ser el sistema de Servicios Sanitarios Rurales.
- c) Incorporar el Saneamiento Rural.
- d) Definir con claridad los diversos roles del Estado.
- e) Considerar gradualidad en el período de transición.
- f) Tratamiento del sector rural disperso.

Como se mencionó anteriormente, es necesario que se contemple un período de transición que permita la gradual adaptación de las organizaciones comunitarias y los órganos de la administración, a las nuevas condiciones.

La implementación de esta política, requiere un cuidadoso diseño toda vez que comprometerá volúmenes de recursos significativos, bajo distintas formas de subsidios a la inversión en redes de recolección, casetas sanitarias y soluciones de disposición, individuales o colectivas.

Con todo, el proyecto de ley deberá establecer un marco flexible, que permita la existencia de soluciones para la disposición de las aguas servidas de carácter individual o colectivo, según sea el caso, y finalmente concentre en una sola institución la administración y responsabilidad de la implementación de la política nacional de servicios sanitarios rurales ^[28].

Adicionalmente, se deberá ejecutar una acción fiscalizadora eficaz, de parte de los órganos competentes, en orden a garantizar los niveles de calidad de las aguas servidas que la solución adoptada por la comunidad haya comprometido en cada caso.

Bajo este contexto y luego de haber descrito los aspectos generales del Programa de APR, en el siguiente capítulo se presenta una descripción general de algunos de los procesos y tecnologías usados para el tratamiento de las aguas servidas en localidades rurales del país y posteriormente el catastro nacional de saneamiento rural.

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 3: PROCESOS Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

3.1 Alternativas de Recolección, Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas

En zonas no conectadas a una red de alcantarillado, como es el caso de algunos sectores rurales del país, las aguas servidas ya sea de viviendas individuales o servicios comunitarios, suelen ser tratadas mediante sistemas de tratamiento ubicados próximos a la fuente de generación ^[1].

En el sector rural ocurre que cuando va aumentando el número de viviendas de una población o villa, no es posible seguir instalando sistemas de tratamiento individuales o comunitarios. Esto se debe principalmente a que:

- Existen limitaciones propias del espacio de cada vivienda.
- La capacidad de infiltración de los suelos se encuentra sobrepasada.
- En algunos casos aparecen problemas de contaminación en norias y pozos de aguas subterráneas.
- Existen soluciones de tratamiento más rentables para la comunidad.

Es decir, cuando la densidad poblacional en zonas rurales aumenta hasta niveles en que los sistemas de tratamiento individual dejan de ser una alternativa rentable, comienza a ser necesaria la construcción de un sistema de alcantarillado. En el nuevo escenario será necesario realizar lo siguiente:

- Construir un sistema de alcantarillado que recolecte y conduzca las aguas servidas de la comunidad a una planta de tratamiento.
- Construir una planta de tratamiento de aguas servidas acorde a las características propias del sector.
- Disponer adecuadamente el efluente y los residuos sólidos de la planta de tratamiento.

Características de Aguas Servidas en el Sector Rural

Los caudales y las características de las aguas servidas de pequeñas comunidades³ rurales difieren de los sistemas de grandes dimensiones de grandes centros urbanos. Por lo tanto, para una adecuada selección de alternativas de tratamiento, que sirvan a viviendas individuales y pequeñas comunidades rurales, es esencial conocer las características de las aguas servidas a tratar.

Las aguas servidas originadas en las viviendas o instalaciones comerciales privadas y/o públicas, están compuestas por aguas fecales y aguas de lavado y limpieza. Los principales contaminantes que contienen son gérmenes patógenos, materia orgánica, sólidos, detergentes, nitrógeno y fósforo, además de otros en menor proporción.

³ Según el texto Metcalf and Eddy (1996), se define como pequeñas comunidades aquellas con poblaciones iguales o inferiores a 1.000 habitantes.

A continuación se detallan los contaminantes que habitualmente se encuentran en las aguas servidas.^[18]

- **Arenas:** Entendemos como tales una serie de partículas de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.
- **Grasas y aceites:** Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento del agua servida.
- **Materia Orgánica:** Son compuestos orgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que van a llevar a cabo consumo de oxígeno del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica. En ausencia de oxígeno generan condiciones indeseables.
- **Nitrógeno y fósforo:** Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas servidas es debida principalmente a los detergentes y fertilizantes. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas servidas a través de excretas humanas.
- **Agentes patógenos:** Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas servidas y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.
- **Otros contaminantes específicos:** Se incluyen sustancias de naturaleza diversa que provienen de aportes concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

Para medir la presencia de los contaminantes descritos, se utilizan los siguientes parámetros^[19]:

- **DBO₅:** Es la Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días y a 20°C, indica el contenido de materia orgánica en un aguas servidas. La DBO₅ tiene una componente particulada y una componente soluble. Dicho de otra forma, es la cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.
- **SST:** Los Sólidos Suspendidos Totales, indican el contenido de materia en suspensión en las aguas servidas, se consideran sólidos suspendidos aquellos que no pasan a través de una membrana de porosidad de 2 [µm] o menor. Los sólidos suspendidos se dividen en sólidos volátiles y sólidos fijos.
- **NKT:** El Nitrógeno Kjeldahl, es la suma del nitrógeno orgánico y el nitrógeno amoniacal. En aguas servidas domésticas aproximadamente un 25% es nitrógeno orgánico y un 75% es nitrógeno amoniacal.
- **Fósforo Total:** El fósforo total, incluye todas las formas del fósforo, tiene una componente orgánica y una inorgánica, la primera representa un 35% del fósforo total y la segunda un 65% del fósforo total.

Según la literatura, los valores típicos que caracterizan la composición del agua servida doméstica en Chile, se obtienen de una adaptación de Metcalf & Eddy ^[9], utilizando factores de carga unitarios DS N°609/98 ^[17], combinados con valores de caudal de aguas servidas detallados en el pie de la tabla siguiente:

Tabla 7 Composición de las aguas servidas de residencias individuales

Parámetro	Factor unitario de carga	Valor ^a			
	[gr/hab-d]	Unidad	Mínimo	Máximo	Típico ^b
DBO5	40	mg/l	200	400	310
SS	35	mg/l	175	350	270
NKT-N	8	mg/l	40	80	60
Fósforo Total	0,8	mg/l	4	8	6
Aceites y Grasas	-	mg/l	45	100	60
Coliformes totales	-	NMP/100ml	1,00E+06	1,00E+08	1,00E+07

^a Rango de concentraciones basado en caudales de 100 y 200 [l/hab-d].

^b Basado en un flujo promedio de 130 [l/hab-d] y aproximado a la decena más cercana.

Fuente: Dünner (2004) ^[1]

Es así como las tecnologías de tratamiento aplicables en el sector rural, deben considerar por lo tanto, procesos biológicos debido a las características de las aguas servidas en el sector rural descritas en la tabla anterior.

En el punto siguiente se presenta un esquema de los principales procesos biológicos convencionales y no convencionales que pueden ser aplicables en sectores rurales.

3.2 Procesos de Tratamiento

A continuación se presenta una descripción general de algunos de los procesos ⁴ y tecnologías, usados para el tratamiento de las aguas servidas en localidades rurales.

3.2.1 Aspectos Generales sobre Tratamiento

3.2.1.1 Tratamiento Preliminar

Consiste en la remoción de elementos de mayor tamaño y de aquellos que pudieran provocar problemas en la operación de los equipos y/o unidades de proceso ubicadas aguas abajo. Está constituido por rejas, desarenadores y desgrasadores. Estos remueven elementos flotantes, grasas, trapos, ramas, arenas.

3.2.1.2 Tratamiento Primario

Su objetivo es la remoción de sólidos suspendidos sedimentables además de grasas, aceites y flotantes (sólidos más livianos que el agua) no removidos en etapas anteriores.

El proceso se realiza en grandes estanques denominados sedimentadores o clarificadores primarios, bajo condiciones relativamente estáticas y generalmente de flujo horizontal.

⁴ CI51M - Procesos Unitarios de Tratamiento de Aguas Residuales. María Pía Mena Patri (2008)

Esta unidad típicamente de forma circular o también rectangular puede no existir, especialmente en plantas de lodos activados pequeñas que operan en la modalidad de aireación extendida.

3.2.1.3 Tratamiento Secundario

Su objetivo es la coagulación y remoción de sólidos orgánicos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica presente. Algunos compuestos son más difíciles de degradar y en algunos casos no pueden ser oxidados biológicamente.

El proceso biológico es capaz de remover sólo la fracción biodegradable de la materia orgánica presente y no debe considerarse como sustituto del tratamiento preliminar debido a que apuntan a objetivos distintos.

El tratamiento secundario está compuesto por un reactor biológico, un estanque de sedimentación secundaria y finalmente un tanque de desinfección. Existe una variedad de reactores biológicos que se diferencian entre ellos, en aspectos microbiológicos, cinética de reacción, condiciones de temperatura y clima, entre otros factores.

3.2.2 Sistemas de Tratamiento

Existen diversas tecnologías de tratamiento de aguas servidas, estas varían en cuanto al tipo de tratamiento, es decir, tratamiento primario o secundario y en cuanto al tipo de proceso biológico, ya sea convencional o no convencional.

En general y a partir de la experiencia se puede decir que las soluciones convencionales de tecnologías de tratamiento de aguas servidas están asociadas a sistemas centralizados y para el caso de sistemas descentralizados se utilizan tratamientos alternativos, sobre todo cuando se trata de poblaciones pequeñas.

A objeto de delimitar el espectro de tecnologías de tratamiento, en adelante se decide utilizar la convención que se emplea en la literatura consultada ^[4], la que da cuenta de segregar los sistemas de tratamiento en Centralizados y Descentralizados, vale decir, los sistemas de tratamiento que cuentan y no cuentan con redes de alcantarillado, sean estos sistemas de tratamiento colectivos o individuales.

Debido a los resultados obtenidos de los sistemas de tratamiento catastrados, se procede a detallar ambos tipos de sistemas, debido a que el catastro arrojó resultados que incluyen ambas realidades, presentando una mayoría de sistemas centralizados (90%).

Sistemas Descentralizados: Sistemas que no cuentan con redes de alcantarillado y aplicables cuando se presentan condiciones de baja densidad habitacional, alejados del centros poblados o de instalaciones con otros servicios de alcantarillados existentes.

En zonas no conectadas a una red de alcantarillado, las aguas servidas de residencias individuales y otras instalaciones comunitarias se suelen tratar mediante sistemas de tratamiento y evacuación ubicados en las proximidades de las fuentes de generación.

A pesar de que se han empleado varios tipos de sistemas de tratamiento in situ, el más usado consiste en una fosa séptica (ver descripción en ANEXO (E)) para el tratamiento parcial del agua servida y la percolación en el terreno mediante un sistema de infiltración para el tratamiento final y evacuación del efluente de la fosa séptica.

En algunas zonas, es imposible disponer de terrenos para la evacuación del efluente con sistemas convencionales de infiltración, en consecuencia se han diseñado diversos sistemas alternativos. De éstos, los que proporcionan mejores resultados incluyen el tratamiento con filtros de medio granular intermitentes y con recirculación.

Tabla 8 Alternativas típicas de tratamiento de aguas servidas en sistemas rurales descentralizados

Origen del Agua Servida.	Almacenamiento y/o Tratamiento del Agua Servida.	Disposición Efluente Líquido.
- Residencias individuales.	- Tratamiento Primario.	- Evacuación subsuperficial.
* Aguas servidas de redes unitarias.	* Fosa séptica.	* Lechos de infiltración rápida.
* Aguas negras.	* Tanque Imhoff.	* Lechos de percolación.
* Aguas grises.	- Tratamiento Secundario.	* Zanjas de evacuación poco profundas rellenas de arena.
- Instalaciones públicas.	* Unidad aerobia / anaerobia.	* Soterramiento en terraplenes.
- Establecimientos comerciales.	* Unidad aerobia.	* Lechos de evapotranspiración / percolación.
	* Filtro de arena intermitente.	* Aplicación por goteo.
	* Filtro de medio granular con recirculación.	- Sistemas de evaporación.
	* Terrenos pantanosos artificiales.	* Lechos de evapotranspiración.
	- Sistemas de tratamiento con recirculación.	* Laguna de evaporación.
	- Retención in situ.	- Terreno pantanoso.
	* Tanque de retención.	- Descarga a cuerpos de agua.
	* Pozo negro.	- Combinaciones de los anteriores.

Fuente: Metcalf & Eddy (1996) ^[9]

Sistemas Centralizados: Sistemas que cuentan con redes de alcantarillado tradicional o de pequeños diámetros y que pueden ser homologables a los sistemas de pequeñas comunidades rurales urbanizadas.

Debido a que las parcelas de terreno son demasiado pequeñas, altamente densificadas o el terreno no es el adecuado para instalar sistemas de tratamiento individuales, no es recomendable la instalación de sistemas de tratamiento individuales y se opta por sistemas que dan servicio a un grupo de viviendas. Normalmente estos sistemas consisten en una red de colectores de aguas servidas, alguna forma de tratamiento y un sistema de evacuación del efluente tratado.

Para conocer las principales alternativas de recolección de aguas servidas, disponibles para urbanizaciones y pequeñas comunidades se puede consultar la bibliografía ^{[7] [9]}.

El sistema de tratamiento de las pequeñas comunidades urbanizadas varía en función de las dimensiones de la instalación. Normalmente para un grupo de viviendas se emplea una fosa séptica de grandes dimensiones. En la actualidad y según la experiencia internacional, a pesar de su popularidad en el pasado, el uso de tanques Imhoff no es usual debido a su costo relativamente elevado.

En casos en que se requiera un mayor nivel de tratamiento, se emplean filtros de medio granular con recirculación, en combinación con fosas sépticas. Ahora bien, en situaciones en que los caudales a tratar son mayores, se utilizan PTAS prefabricadas y construidas in situ. En la tabla a continuación se muestran los principales sistemas de manejo de aguas servidas disponibles hoy en día en cuanto a recolección, tratamiento y disposición de las aguas servidas de sistemas centralizados.

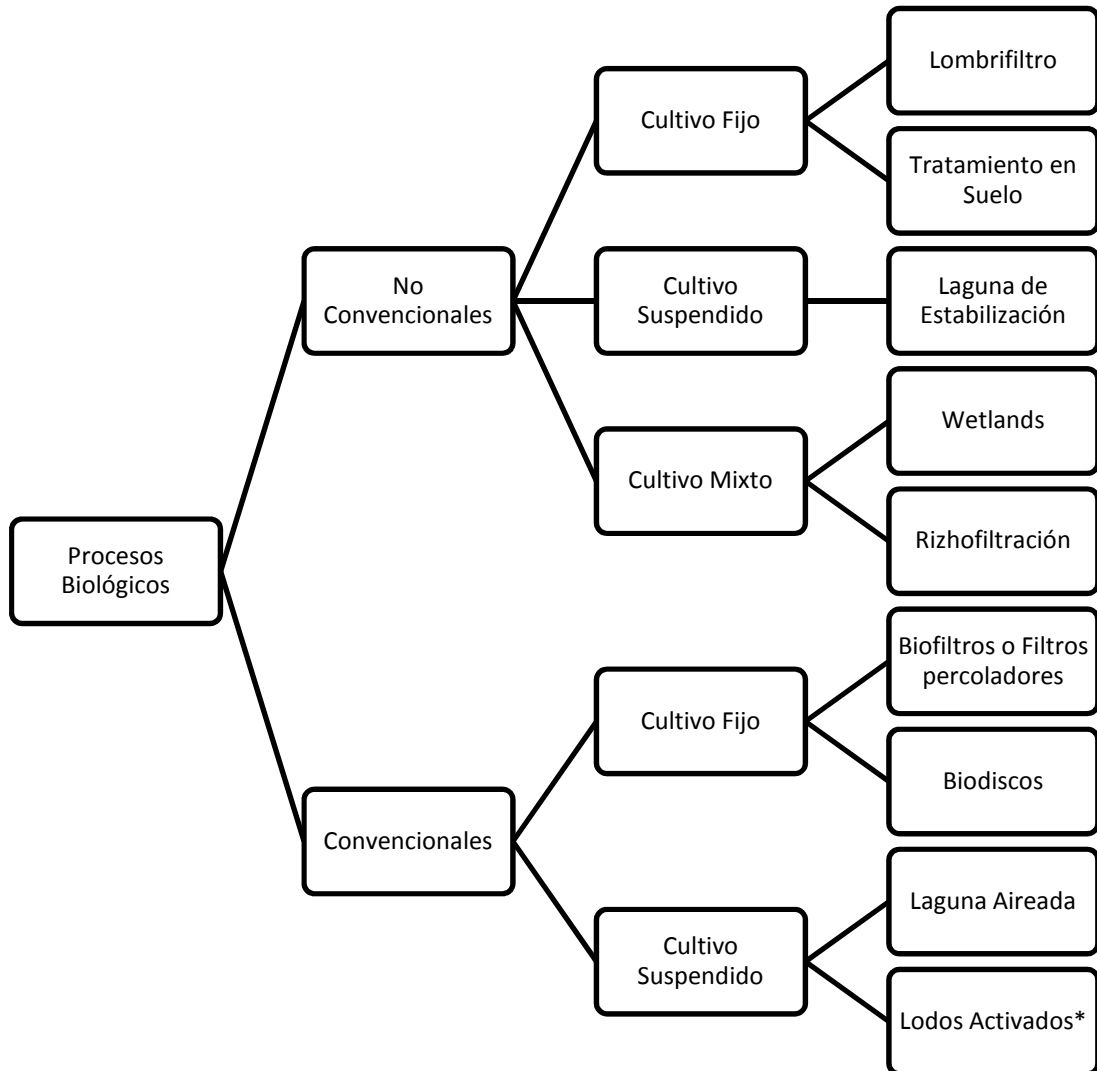
Tabla 9 Alternativas típicas de tratamiento de aguas servidas en sistemas rurales centralizados

Origen del Agua Servida.	Sistema de recolección	Almacenamiento y/o Tratamiento del Agua Servida.	Disposición Efluente Líquido.
- Residencias individuales.	- Alcantarillado tradicional de flujo por gravedad.	- Tratamiento Primario.	- Sistema subsuperficial de absorción en suelos.
- Instalaciones públicas.	- Alcantarillado de flujo por gravedad de pequeño diámetro y pendiente variable (uso con fosas sépticas).	* Fosa séptica de grandes dimensiones.	- Descargas a cuerpos de agua superficiales.
- Establecimientos comerciales.	- Alcantarillado a presión.	* Tanque Imhoff (y variaciones del mismo).	- Aplicación por goteo.
	* Con fosas sépticas.	- Tratamiento Secundario.	- Pantanos artificiales.
	* Sin fosas sépticas.	* Unidad aerobia / anaerobia.	- Reutilización en riego.
		* Lodos Activados modalidad Aireación Extendida.	- Reutilización en Industrias.
		* Reactor de flujo discontinuo secuencial (SBR).	- Combinación de las anteriores.
		* Zanjas de Oxidación.	
		* Filtro de medio granular con recirculación.	
		* Lagunas aireadas.	
		* Estanques de Estabilización.	
		* Tratamiento en suelos.	
		* Wetlands o Pantanos artificiales.	
		* Filtros percoladores, Filtros biológicos o Biofiltros.	
		* Biodiscos o Contactores Biológicos Rotatorios (RBC's).	

Fuente: Metcalf & Eddy (1996) ^[9]

En consecuencia con lo anterior, se presenta a continuación un esquema de los principales tratamientos considerados dentro de los procesos biológicos, ya sean convencionales y no convencionales.

Figura 1 Esquema de Procesos Biológicos



^(*) Los procesos de Aireación Extendida, Zanjas de Oxidación, Reactores Batch Secuenciales (SBR), Aireación Graduada y Alimentación Escalonada, corresponden a modificaciones al Proceso de Lodos Activados.

A continuación, se presenta una breve descripción con fotos y esquemas referenciales de las principales tecnologías de tratamiento de aguas servidas utilizadas en pequeñas comunidades rurales.

3.2.2.1 Sistemas de Tratamiento del Tipo No Convencional

Las alternativas del tipo no convencional corresponden a procesos extensivos con escasa o nula mecanización. Requieren amplias superficies de terreno, pero mínimos costos de operación. En general, son sistemas naturales en los que no se cuenta con variables operativas que permitan controlar el sistema.

A continuación, se presenta un texto integrador de estudios⁵ de distintos tipos de sistemas de tratamiento no convencionales encontrados en la literatura. Para obtener información más detallada, revisar las referencias citadas.

3.2.2.1.1 Lombrifiltración

Es un sistema conformado por distintos estratos filtrantes inertes y orgánicos. En el estrato superior se tiene una alta densidad de lombrices y microorganismos encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica presente en las Aguas Servidas Domésticas y Riles.

Este sistema consiste en percolar las aguas servidas domésticas a través de un medio filtrante compuesto de aserrín o viruta en el cual se encuentra una gran cantidad de lombrices. La materia orgánica que queda retenida en el medio filtrante es removida por la acción de las lombrices junto con otros microorganismos presentes.

Las lombrices, luego de digerir la materia orgánica, producen a través de sus deyecciones el denominado humus de la lombriz, considerado excelente abono orgánico para suelo^[18].

Imagen 1 Ejemplos de Lombrifiltros



Fuente: www.lombrifiltro.cl

Aplicabilidad: El tipo de lombriz usada en este tipo de sistema es la del tipo californiana, las cuales pueden criarse en cualquier lugar del planeta que posea temperaturas ambientales que no superen los 40°C.

Entre los 14°C y 27°C alcanzan la máxima capacidad de reproducción y de producción de humus, pero se reproducen menos durante los meses más cálidos y los más fríos. Cuando la temperatura es inferior a 7°C, las lombrices no se reproducen, pero siguen produciendo abono, aunque en menor cantidad.

Los Lombrifiltros son baratos de construir y son usados en localidades de hasta 3.000 habitantes^[31].

⁵ Para ello se consultaron Trabajos de Título de años anteriores^{[1] [2] [3] [5] [6] [8] [18] [21]}, libros y manuales de operación incluidos en la Bibliografía.

Eficiencia del tratamiento: Las eficiencias de remoción para los principales parámetros se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10 Eficiencia Lombrifiltración

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	95%
Sólidos Totales	mg/l	95%
Nitrógeno	mg/l	60%
Fósforo	mg/l	70%
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1 escala log

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- No requiere creación de biomasa degradador lo que implica una rápida puesta en marcha.
- Se obtiene humus que puede ser utilizado como abono orgánico.
- Bajos costos de inversión, operación y mantenimiento, al tener bajos requerimientos de energía.
- Gran capacidad para adaptarse rápidamente al tratamiento.
- Posee potencial de optimización (aumentar tasa hidráulica).
- Recuperación rápida ante aumentos de cargas orgánicas no controlados.

Desventajas:

- Requiere de mayor superficie que sistemas convencionales. Por cada [m²] de superficie de Lombrifiltro se pueden tratar 0,6 [m³/día], lo que implica que se necesitan 0,75 [m²] de terreno por habitante.
- Sensibilidad a variaciones bruscas de carga orgánica.
- Posible fuente de proliferación de olores y vectores sanitarios.
- Climas extremadamente fríos pueden afectar proliferación de lombrices en el lecho.
- Deficitario sistema de riego.
- Necesidad de horqueteo que complica su aplicación en grandes instalaciones.

3.2.2.1.2 Sistemas de Infiltración en Suelo

En los sistemas de infiltración en suelo, los requerimientos de terreno dependen tanto de la permeabilidad del suelo como de los ciclos de carga aplicados.

En la tabla siguiente, se muestran los requerimientos de área para infiltrar aguas servidas de una vivienda compuesta por 4 personas y con ciclos de carga que buscan maximizar la eliminación de nitrógeno, en función de diferentes permeabilidades.

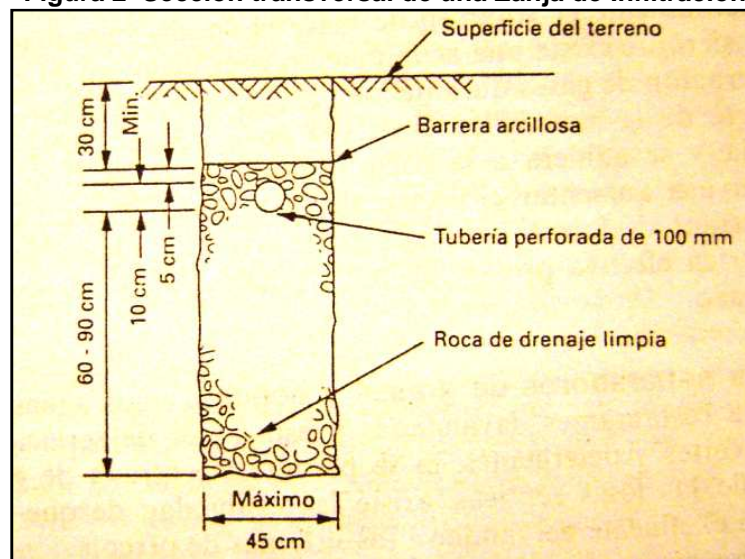
Tabla 11 Requerimiento de área por vivienda

Permeabilidad [l/m ² /día]	Área Total [m ²]
50	144
100	72
150	48
200	36
250	28,8
300	24

Fuente: Andrea García (2009) ^[21]

Se busca maximizar la eliminación de nitrógeno dado que es el parámetro que se debe eliminar en las aguas servidas destinadas a infiltrar. Con respecto a la operación y mantenimiento del sistema, es necesario revisar periódicamente que las zanjas no estén colmatadas y si lo están es necesario remover la parte colmatada de manera que el suelo recupere sus características iniciales.

Figura 2 Sección transversal de una Zanja de Infiltración



Fuente: Metcalf & Eddy (1996) ^[9]

Se considera contratar una persona encargada de la operación y mantenimiento de los sistemas de infiltración en suelo y además de todo el sistema de tratamiento.

3.2.2.1.3 Laguna de Estabilización

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas servidas con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (entre 1,2 y 2,4) y con periodos de retención relativamente grandes (mayor a 20 días). La materia orgánica contenida es degradada naturalmente mediante la acción de bacterias facultativas, aerobias y anaerobias.

Imagen 2 Ejemplo de Lagunas de Estabilización



Fuente: SISS (2010)

La capa superficial de agua contiene oxígeno disuelto debido a la aireación atmosférica y la respiración algal, lo que condiciona la existencia de microorganismos aeróbicos. La capa de fondo de la laguna contiene los depósitos de sólidos, los cuales se descomponen debido a la acción de bacterias anaeróbicas (fermentación anaeróbica). La capa intermedia es parcialmente aerobia y anaeróbica, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas ^[18].

Aplicabilidad: Este tipo de tratamiento es adecuado para comunidades rurales e industrias en donde los costos de terreno no son un factor limitante. Las lagunas facultativas pueden utilizarse para tratar aguas servidas crudas, filtradas o con sedimentación primaria y aguas servidas industriales biodegradables.

Operación y Mantenimiento: Es necesario retirar periódicamente los lodos acumulados en la laguna.

Eficiencia del tratamiento: Las eficiencias de remoción para los principales parámetros se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla 12 Eficiencias de remoción

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	75-85%
Sólidos Totales	mg/l	95%
Nitrógeno	mg/l	30-50%
Fósforo	mg/l	20-60%
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	60-99%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- Bajos costos relativos de construcción (inversión) con respecto a otros procesos.
- Operación sencilla, bajos costos de operación y mantenimiento (O&M).
- La cantidad de lodo extraído será relativamente pequeño en comparación con otros procesos convencionales.
- Bajos requerimientos de energía para sistemas diseñados para operar con flujo Gravitacional.

Desventajas:

- Requiere de terreno relativamente grande.
- Posible proliferación de olores y vectores sanitarios.
- Rendimientos limitados en climas fríos.
- La acumulación de lodos será mayor en climas fríos debido a la reducción de la actividad microbiana.
- Los niveles de amoníaco en el efluente son difíciles de controlar o predecir.
- Existen muchas variables incontrolables que afectan al proceso, como el viento, la temperatura, entre otras.
- Requiere de un tratamiento preliminar.

3.2.2.1.4 Humedales (o Wetlands)

Corresponden a áreas que se encuentran permanentemente inundadas por aguas superficiales o subterráneas de modo que se desarrolla un ecosistema compuesto por el suelo, agua, vegetación microorganismos e invertebrados acuáticos.

La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la adsorción de constituyentes del agua residual, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar.

Imagen 3 Ejemplos de Humedales o Wetlands



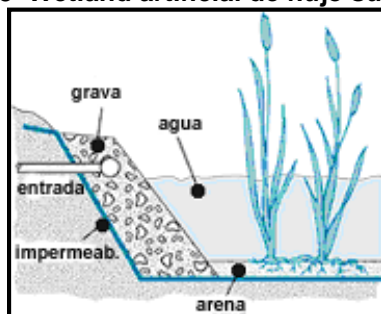
Fuente: Google Images.

El tratamiento de aguas servidas domésticas mediante la utilización de pantanos artificiales o wetlands ha ganado aceptación durante los últimos 10 ó 20 años en el mundo entero. Este sistema de tratamiento está compuesto por 4 partes ^[1]:

- **Estructura de entrada o de distribución del afluente:** Tubería de distribución inserta en un medio de grava gruesa, encargada de repartir el agua servida a lo ancho del wetland.
- **Vegetación:** Forma parte del medio en el cual ocurre la depuración. Dentro de las especies más comunes se encuentran *Typha* sp. (Totorá), *Scirpus* sp. (Junco) y *Phragmites* sp. (Caña).
- **Estructura de salida:** Tubería para la recolección del agua tratada, inserta en un medio de grava.
- **Impermeabilización:** Generalmente de material PVC, evita que el agua servida contamine la napa subterránea y que el agua subterránea ingrese al wetland.

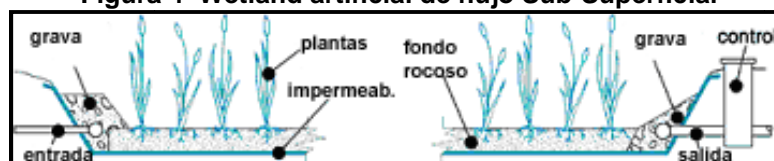
Existen dos tipos de wetlands artificiales: los sistemas de flujo libre (SF o FWS) y los sistemas de flujo sub-superficial (SSF), los cuales se muestran a continuación:

Figura 3 Wetland artificial de flujo superficial



Fuente: Dünner (2004) ^[1]

Figura 4 Wetland artificial de flujo Sub-Superficial



Fuente: Dünner (2004) ^[1]

La principal diferencia radica en que, tal como su nombre lo indica, el escurrimiento en un caso es de superficie libre, en tanto que en el otro el escurrimiento ocurre bajo el nivel de la superficie del terreno.

Algunas modalidades consideran que el agua servida afluente al wetland posea tratamiento previo, ya sea mediante una laguna de estabilización, laguna aireada, fosa séptica u otras combinaciones. En algunos casos también se utilizan los wetlands como tratamiento terciario, es decir, a continuación de un tratamiento secundario ya existente o por construir.

Aplicabilidad

La tecnología presenta ventajas de costo-eficiencia y se hace particularmente conveniente para pequeñas comunidades en países en vías de desarrollo como el nuestro.

Para pequeñas comunidades se hace más rentable el wetland de flujo sub-superficial, producto del menor requerimiento de área. Esto ocurre para caudales menores que 2.6 [L/s], lo cual es equivalente a un volumen diario de aproximadamente 225 [m³] (caudal de aguas servidas para una población de 1762 habitantes en base a una dotación de 150 [L/hab/día] y un coeficiente de recuperación de 0.85), valor sobre el cual el elevado costo de la grava del humedal sub-superficial comienza a tomar mayor importancia, resultando los costos de construcción comparativamente mayores ^[1].

Rendimientos Esperados

Los humedales permiten tratar aguas con altos niveles de carga orgánica (DBO), sólidos suspendidos (SST), y nitrógeno. Las remociones dependerán del tiempo de retención que se le otorgue al sistema y pueden resultar altamente variables.

Tabla 13 Resumen rendimiento
Evaluación realizada con 14 Wetlands de flujo Sub-Superficial*

Parámetro	Concentraciones[mg/l]	
	Afluente	Efluente
DBO ₅	28** (5-51)***	8** (1-15)***
SST	60 (23-118)	10 (3-23)
NKT	15 (5-22)	9 (2-18)
NH ₃ /NH ₄	5 (1-10)	5 (2-10)
NO ₃	9 (1-18)	3 (0,1-13)
N	20 (9-48)	9 (7-12)
P	4 (2-6)	2 (0,2-3)

*Tiempo de retención medio 3 días (rango de 1 a 5 días)

**Valor medio

***Rango de valores

Fuente: Dünner (2004) ^[1]

Para los parámetros DBO y SST se pueden esperar concentraciones inferiores a 20 [mg/l] en el efluente, dependiendo del tratamiento previo que se le haya dado al agua servida. Con respecto al nitrógeno, los niveles dependerán de las condiciones de nitrificación que se estén dando en el humedal, requiriéndose por lo general tiempos de retención mayores que los calculados para la remoción de la materia orgánica. Las eficiencias con respecto a la remoción de metales y de patógenos son relativamente bajas, en tanto que la remoción de fósforo por lo general es mínima.

Requerimientos de Terreno

Tabla 14 Requerimientos de terreno para Wetlands de Flujo Sub-Superficial

Población [hab]	Caudal [l/s]	Carga [Kg/d]		Área requerida [m ²]	
		min	max	min	max
500	0,74	1,91	11,16	122	1.659
1000	1,48	3,83	22,31	244	3.318
2000	2,95	7,65	44,63	488	6.635
3000	4,43	11,48	66,94	731	9.953
4000	5,90	15,30	89,25	975	13.271

Tabla considera las tasas de carga típicas para el parámetro DBO5 a una temperatura de 20°C.

Fuente: Dünner (2004) ^[1]

El área requerida resulta ser mucho mayor que en los tratamientos convencionales mecanizados, en donde el terreno de una planta de tratamiento de aguas servidas para 3000 habitantes puede ser del orden de los 1000 [m²].

Costos

Los principales costos de capital involucrados corresponden a:

- Costos del terreno
- Excavación y movimientos de tierra
- Impermeabilización
- Rellenos con grava
- Compra de plantas
- Estructuras de entrada y salida del flujo
- Cañerías para interconexiones hidráulicas

De los ítems mencionados anteriormente, la grava y la impermeabilización pueden ser los más caros. Es por ello que dependiendo de las condiciones del sitio en particular, los costos pueden variar mucho. A modo de ejemplo, si cercano al terreno existe disponibilidad de grava, el mayor costo lo representará entonces la impermeabilización. Por otro lado, si el terreno posee suelos arcillosos con los que se puede realizar una buena impermeabilización, entonces el mayor costo lo representará la grava.

Ventajas:

- Se logran altos niveles de tratamiento con un bajo consumo de energía y bajo mantenimiento (en comparación con sistemas mecanizados) ^[21].
- Económico de operar y mantener.
- Mejoran las condiciones de humedales naturales próximos y se crean nuevos hábitats para la fauna y flora.
- No se producen lodos como subproducto del tratamiento.

- Se pueden lograr calidades en el efluente equivalentes a los tratamientos convencionales.
- Operación del sistema es sencilla.
- Requerimiento de equipamiento mecánico, energía y capacitación de los operadores es mínima.
- Sistema sub-superficial evita el riesgo de exposición de la población y animales al agua servida, además evita la proliferación de mosquitos.
- Sistema sub-superficial se puede aislar térmicamente de manera de resistir climas extremadamente fríos.
- No se producen lodos como subproducto del tratamiento, de manera que se evita incurrir en gastos de tratamiento y disposición de los mismos.

Desventajas:

- Se requiere un tratamiento primario.
- El rendimiento del sistema puede ser menos constante que el de un proceso convencional.
- Pequeños cambios en la hidrología pueden tener efectos considerables en un humedal y en la efectividad del tratamiento (se requiere una mínima cantidad de agua para que los humedales sobrevivan, no soportan estar completamente secos).
- Los requerimientos de terreno de este tipo de tratamiento, son un tanto mayores a los de las lagunas aireadas y de los tratamientos convencionales mecanizados.
- Las eficiencias con respecto a la remoción de metales y de patógenos son relativamente bajas, en tanto que la remoción de fósforo por lo general es mínima.
- El fósforo, los metales y algunos orgánicos persistentes se acumulan en los sedimentos del humedal y persisten en el tiempo.
- Los niveles de remoción de patógenos son sólo de 1 ó dos ciclos logarítmicos, por lo cual se suele requerir posterior desinfección.
- Las condiciones predominantes en un humedal de flujo sub-superficial son de tipo anóxicas, lo cual limita la nitrificación del nitrógeno amoniacal.
- En años secos las plantas pueden sufrir daños severos.
- La efectividad a largo plazo de los wetlands aún no está bien determinada. El envejecimiento del humedal puede significar una reducción en los niveles de remoción de contaminantes en el tiempo.
- Pueden requerir tratamiento previo dependiendo de la calidad de efluente deseado.

3.2.2.2 Sistemas de Tratamiento del Tipo Convencional

Las alternativas de tratamiento del tipo convencional son procesos intensivos con alto grado de mecanización. Requiere superficies menores, pero costos de construcción y operación mayores.

A continuación, se presenta un texto integrador de estudios ^{[1] [18] [21]} de distintos tipos de sistemas de tratamiento convencionales encontrados en la literatura. Para obtener información más detallada, revisar las referencias citadas.

3.2.2.2.1 Biofiltros (o Filtros biológicos o Percoladores – Trickling filters)

Los Biofiltros, también denominados filtros biológicos consisten en un lecho compuesto de material de soporte de diversas formas. La población microbiana (bacterias, hongos, protozoos, rotíferos y macro invertebrados) se adhiere a este lecho fijo, formando biofilms y degrada la materia orgánica de las aguas servidas a medida que éstas percolan hacia el fondo del estanque.

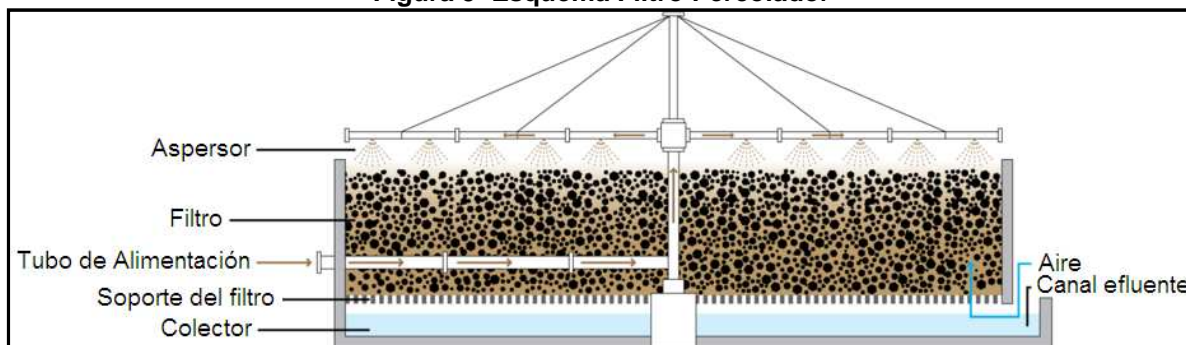
Imagen 4 Ejemplos de sistemas de tratamiento de Biofiltros



Fuente: Google Images.

El filtro percolador consiste en un lecho formado por un medio sumamente permeable al que se le adhieren microorganismos y a través del cual percola el agua residual. La materia orgánica presente en el agua residual se degrada aeróbicamente por la acción de la población de microorganismos adherida al medio. El medio filtrante suele estar formado por piedras o diferentes materiales plásticos de relleno. Previo al biofiltro es necesario someter el agua a tratar a un tratamiento primario.

Figura 5 Esquema Filtro Percolador



Fuente: Google Images

Los filtros incluyen un sistema de drenaje inferior para recoger el líquido tratado y los sólidos biológicos que fueron separados del medio. El líquido recogido pasa a un tanque de sedimentación, en el que se separan los sólidos del agua residual ^[18].

Parte del efluente es recirculado para ponerlo de nuevo en contacto con la población biológica y para diluir la concentración del agua afluente. Esta recirculación al inicio del filtro biológico puede ser antes o después del sedimentador secundario en el siguiente esquema:

Figura 6 Esquema flujo Filtro Percolador



Aplicabilidad: Los filtros percoladores son aplicables para tratar aguas servidas domésticas e industriales. Está comprobado que los cultivos fijos a un soporte o medio son afectados en menor medida que los cultivos suspendidos ante cambios en las condiciones ambientales ^[18], por lo que este sistema sería también aplicable en zonas donde la temperatura presente amplias variaciones durante el día y durante el año.

Eficiencia de Tratamiento: Los filtros percoladores bien operados pueden producir un efluente con bajas concentraciones de DBO y altamente nitrificado.

Tabla 15 Eficiencia de remoción de Biofiltros

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	65-85%
Sólidos Totales	mg/l	60-85%
Nitrógeno	mg/l	15-50%
Fósforo	mg/l	8-12%
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	60-97%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- Capaz de alcanzar consistentemente un efluente de alta calidad.
- Proceso relativamente sencillo, fácil de operar.
- Estabilidad ante variaciones de la carga y concentración afluente.
- Producción de un lodo estable concentrado, en general bien floculado y fácil de decantar.
- Bajo costo y técnica de modernización confiable.
- Se pueden diseñar para que haya desnitrificación.
- La biomasa inmovilizada tiene una vida larga, típicamente 5 años o más.
- Aplicables a instalaciones nuevas o para modernización de PTAS existentes.

Desventajas:

- Riesgo de desarrollo de vectores sanitarios especialmente en climas cálidos o templados.
- Se requiere de clarificación primaria.
- Se requiere de bombeo para alimentar al filtro percolador.
- Posibilidad de generar malos olores en los clarificadores primarios, el filtro percolador y las instalaciones de manejo de lodos residuales.
- Potencial saturación del lecho con elementos inorgánicos.
- Requerimientos de operación y mantenimiento moderados, es necesario contar con un operador capacitado.

3.2.2.2 Biodiscos

Consisten en una serie de discos, situados sobre un eje a corta distancia unos de otros. Los microorganismos se adhieren sobre la superficie de los discos hasta formar una película biológica (o biofilm) sobre la superficie mojada de los mismos.

La rotación de los discos pone la biomasa en contacto, de forma alternativa, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera, para la absorción de oxígeno. La rotación es el mecanismo de eliminación de exceso de sólidos en los discos y sirve para mantener en suspensión los sólidos arrastrados, de modo que puedan ser transportados desde el reactor hasta el clarificador.

Imagen 5 Ejemplos de sistemas de tratamiento de Biodiscos



Fuente: Google Images

Aplicabilidad: Para operar los biodiscos, es necesario contar con una fuente de energía permanente para hacer rotar los discos. Los rendimientos de eliminación de materia orgánica disminuyen cuando la temperatura es inferior a 13°C, haciendo necesario aumentar la superficie del medio.

Eficiencia de Tratamiento: La eficiencia del tratamiento de aguas servidas con biodiscos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16 Eficiencia remoción Biodiscos

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	80-85%
Sólidos Totales	mg/l	80-85%
Nitrógeno	mg/l	15-50%
Fósforo	mg/l	10-25%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- Es necesaria baja energía para accionarlos.
- Fácil operación.
- Baja producción de lodos debido al uso de cultivo fijo.

Desventajas:

- Se requiere tratamiento primario.
- Altos costos de mantención, debido principalmente a fallas en los ejes.
- Cada cierto tiempo se produce desprendimiento del biofilm, lo cual paraliza el proceso hasta que se produzca la recolonización.

3.2.2.2.3 Lagunas Aireadas

Las lagunas aireadas corresponden a cuerpos de agua diseñados para recibir, almacenar y tratar agua servida por un período de tiempo determinado, dotados de sistemas de aireación de manera de proveer la mezcla (completa o parcial) necesaria y adicionar oxígeno, con la consiguiente obtención de un tratamiento más eficiente con menores requerimientos de terreno, en comparación con las lagunas facultativas.

Imagen 6 Ejemplos de Lagunas Aireadas



Fuente: M.P. Mena (2008) ^[12] y Google Images

Para efectuar lo mencionado, la lagunas aireadas usa como reactor un depósito excavado en el terreno y el oxígeno necesario se suministra mediante difusores sumergidos o aireadores superficiales, a diferencia de las lagunas facultativas en donde el oxígeno es suministrado por la fotosíntesis algal.

Con respecto al sistema de impermeabilización, de ser necesario, las lagunas poseen sistemas de impermeabilización en su fondo de manera de evitar filtraciones hacia aguas subterráneas.

Existen dos tipos de lagunas aireadas: las aerobias y las facultativas, se diferencian en lo siguiente:

Laguna aerobia: La totalidad de los sólidos se mantiene en suspensión gracias a la potencia de la aireación artificial.

Laguna Facultativa: La potencia entregada sólo permite introducir oxígeno necesario para el proceso, pero no asegura que todos los sólidos se mantengan en suspensión. Esto trae como consecuencia la generación de algas y la decantación de parte de los sólidos en la laguna, los cuales se digieren anaeróbicamente en el fondo. El tiempo de retención hidráulico generalmente fluctúa entre 4 y 6 días.

Proceso de Aireación:

En la mayoría de los casos, la aireación no se aplica de manera uniforme en todo el sistema sino que se divide en sectores. Por ejemplo, la aireación más intensa se utiliza en el primer sector y ya el último sector puede tener poca o nula aireación para permitir la sedimentación de partículas. En algunos casos, posterior a la laguna de aireación se utiliza una laguna de sedimentación que cumpla este objetivo.

Comparación con proceso de Lodos Activados:

El sistema de lagunas aireadas es similar al de lodos activados, con la diferencia que no se incluye la recirculación de material celular, resultando una concentración más baja de sólidos suspendidos en el licor mezclado. Esto implica que se requieren mayores tiempos de retención hidráulica, para que el proceso biológico pueda llevarse a cabo.

Aplicabilidad: Una laguna aireada es adecuada para tratar aguas servidas domésticas e industriales de baja a mediana intensidad de pequeñas y medianas poblaciones (<10.000 habitantes), aunque existen casos encontrados en la literatura, con lagunas para poblaciones de 16.000 habitantes ^[11]. Si bien requiere de un nivel medio-alto de espacio, éste es menor al que requiere una laguna facultativa, obteniendo mejores niveles de tratamiento.

Eficiencia de tratamiento: En la Tabla 3.2.4 y Tabla 3.2.5 se muestran las eficiencias alcanzadas tanto para las lagunas aireadas aerobias como para las lagunas aireadas facultativas:

Tabla 17 Eficiencia Lagunas Aireadas Aerobias

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	50-60%
Nitrógeno	mg/l	30-50%*
Fósforo	mg/l	15-25%*
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	60-96%

* Sólo si se diseña para remoción de nutrientes

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Si se incluye laguna de sedimentación posterior a la laguna aireada, la remoción de DBO aumenta a 80-90% y la de de sólidos suspendidos totales alcanza también bordea los 80-90%.

Tabla 18 Eficiencia Lagunas Aireadas Facultativas

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	75-90%
Nitrógeno	mg/l	30-50%
Fósforo	mg/l	20-60%
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	60-96%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Costos: Los principales costos de inversión involucrados en el sistema corresponden a: ^[1]

- Costo del terreno
- Excavación y movimientos de tierra
- Estructuras de entrada y salida del flujo
- Impermeabilización
- Equipamiento de aireación

Por otro lado, los costos de O&M corresponden principalmente al consumo energético, al mantenimiento de los equipos y al sueldo del operador.

Tabla 19 Consumo energético Lagunas

Consumo de energía por flujo unitario [kWh/m³]		
	Diseño	Real
Promedio	0,38	0,47(50*)
Rango	0,19-0,78	0,25-1,62

Estudio revisado en las referencias que consideró el análisis de 13 lagunas aireadas en zonas para poblaciones entre 1.200 y 16.000 habitantes (Cataluña, España).

*** Coeficiente de variación en %**

Fuente: Dünner (2004) ^[1]

Con respecto al número de horas dedicado a O&M por parte de los operadores, para el caso chileno, debieran considerarse cifras del orden de 5-6 [hrs/día].

Ventajas:

- Proceso simple y confiable.
- Requieren aproximadamente 1/10 a 1/3 del terreno que requieren las lagunas facultativas.
- Bajos costos de construcción.
- Bajos costos de O&M.
- Baja producción de lodos comparado con un sistema convencional.
- Resiste cargas shock u operación intermitente.
- Operación y Mantenimiento sencillos. No requiere personal mayormente capacitado.
- Eficientes en remoción de patógenos.
- Puede ser operada para remover nitrógeno.
- Alto contenido de nutrientes en el efluente, puede ser utilizado en riego.
- Se puede lograr un efluente equivalente en calidad al de los tratamientos convencionales.

Desventajas:

- Requiere de un tratamiento preliminar.
- Altos requerimientos de energía a bajas condiciones de carga.
- Existen numerosas variables incontrolables que influyen en el proceso, como el viento y la temperatura, entre otros.
- En climas fríos se reduce la actividad biológica, por ende la eficiencia es más baja, requiriéndose más terreno o mayores tiempos de retención
- Si la sedimentación no es la adecuada el efluente puede contener algas y por ende alto contenido de SST y DBO5.
- No son tan eficientes en remoción de nutrientes a no ser que estén especialmente diseñadas para ello.
- Lodos generados no son directamente aplicables a la tierra.
- Se genera mayor cantidad de lodos que en lagunas de estabilización, lo cual implica costos adicionales.
- Puede presentar problemas de olor, mosquitos e insectos si la mantención no es la adecuada.

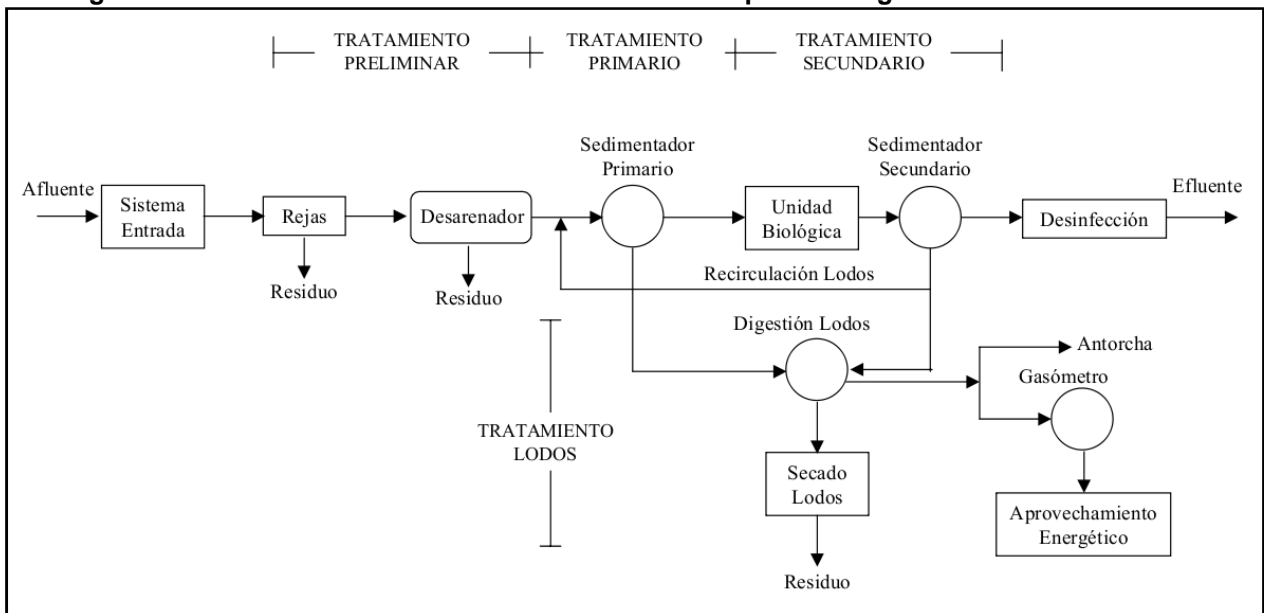
3.2.2.2.4 Lodos activados

Es un proceso biológico aeróbico, con cultivo en suspensión, que transforma la materia orgánica en flóculos que son removidos por sedimentación.

a) Convencional (LAC)

El tratamiento comprende etapas de sedimentación primaria, aireación del agua residual mezclada con una cantidad de microorganismos aeróbicos que se han desarrollado con anterioridad, floculación de la materia orgánica producida durante el proceso de aireación y separación controlada de la masa líquida y masa sólida llevada a cabo en el proceso de sedimentación secundaria.

Figura 7 Sistema de Lodo Activado Convencional empleado en grandes centros urbanos



**Fuente: Cursos CI41B Ingeniería Ambiental
Profesores: D. Rodríguez, R. Muñoz, J. Cornejo (2006)**

Los lodos activados convencionales son la tecnología más usada en localidades de más de 50.000 habitantes, y la única usada donde hay más de 150.000 habitantes^[31].

Tratamiento primario:

Corresponde a sedimentación, donde se remueven sólidos suspendidos. Éstos sólidos generalmente están constituidos en gran parte por materia orgánica, lo que implica una reducción de la DBO particulada.

Tratamiento secundario:

Posteriormente, el agua pasa a ser tratada con microorganismos en el tanque de aireación con el fin de degradar la DBO disuelta presente en el agua servida.

En el estanque de aireación los microorganismos se mezclan completamente con las aguas servidas de manera que éstos puedan crecer y estabilizar la materia orgánica en un ambiente aeróbico. Este proceso puede durar entre cuatro a ocho horas. La mezcla de los lodos activados y las aguas servidas en el estanque de aireación se denomina "licor mezclado".

Usualmente el oxígeno es suministrado a partir de las burbujas de aire que se incorporan al licor mezclado en forma turbulenta, mediante el empleo de aireadores mecánicos o de aire comprimido.

El licor mezclado luego fluye desde el estanque de aireación a un decantador secundario en donde se produce la separación sólido-líquido y los lodos activados sedimentan para obtener un efluente clarificado. Una porción de los lodos sedimentados son retornados al estanque de aireación para mantener una adecuada población de microorganismos en relación a la carga orgánica que ingresa al reactor. La otra parte de los lodos sedimentados es descartada del proceso y manejada en unidades de tratamiento de lodos.

Aplicabilidad: El sistema de lodos activados puede ser utilizado tanto para aguas servidas domésticas como para aguas industriales. Dependiendo de la calidad y cantidad del agua afluente, de la necesidad de remoción, y de las condiciones de espacio y operación que se tengan, el proceso se puede modificar para adecuarse a la situación. Las modificaciones más comunes del proceso son descritas más adelante.

Eficiencia de Tratamiento: El efluente obtenido es de buena calidad si se complementa con desinfección. Las eficiencias de remoción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 20 Eficiencia de remoción Lodos Activados

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	85-95%
Sólidos Totales	mg/l	80-90%
Nitrógeno	mg/l	15-50%
Fósforo	mg/l	10-25%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- Efluente de buena calidad utilizando poco espacio
- Adaptable a distintos tipos de agua residual

Desventajas:

- Requiere de energía eléctrica para su operación
- Requiere operador capacitado
- Proceso susceptible a producción de bulking filamentoso

b) Modalidad de Aireación Extendida (LAAE)

Es una modalidad particular de tratamiento de Lodos Activados, en la que se requiere una baja carga orgánica y largo tiempo de retención. Trabaja con bajas concentraciones de microorganismos y por tanto requiere de mayor tiempo de retención. Se aplica en general a pequeñas comunidades.

Imagen 7 Ejemplos de Plantas de Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida



Fuente: Google Images y visitas a terreno.

Teóricamente la pequeña cantidad del lodo que se produce en estos sistemas está constituida fundamentalmente por sustancias no biodegradables. Debido a que los sistemas de baja carga por lo común no se diseñan con sedimentación primaria, en el tanque de aireación existirá una mezcla del lodo primario y biomasa.

Aplicabilidad: El sistema de aireación extendida se utiliza para tratar aguas servidas de origen doméstico o industrial y en general es recomendable para poblaciones con menos de 50.000 habitantes ^[31].

Eficiencia del Tratamiento: Las eficiencias de remoción se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21 Eficiencia de remoción Aireación Extendida

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	mg/l	75-95%
Sólidos Totales	mg/l	85-95%
Nitrógeno	mg/l	15-30%
Fósforo	mg/l	10-20%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- Buena calidad del efluente.
- Diseño y operación poco complicada.
- Se puede usar sin necesidad de tratamiento primario.
- El sistema es capaz de resistir aumentos bruscos de caudal y de tóxicos en el afluente.
- Producción de lodos estabilizados y menor cantidad que en el sistema de lodos activados convencional.

Desventajas:

- Necesidad de mayor superficie que en proceso de lodos convencional.
- La energía necesaria en la aireación es alta.
- Requiere operador capacitado.

c) Zanjas de Oxidación

Una zanja de oxidación es una variación del proceso de lodos activados, que utiliza un tiempo extenso de retención de sólidos para la remoción de compuestos orgánicos biodegradables.

El sistema tiene una configuración de anillo, óvalo o tanque en forma de herradura dentro de los cuales se encuentran uno o múltiples canales.

Imagen 8 Zanja de Oxidación sistema Carrusel, sistema Orbital



Fuente: M.P. Mena (2008) ^[12]

La circulación del agua, la transferencia de oxígeno y la aireación en las zanjas son promovidas por aireadores montados en forma vertical u horizontal.

Posterior a las zanjas, el agua pasa por sedimentadores secundarios desde los cuales se recircula parte del lodo acumulado. Algunas veces se incluye sedimentación primaria antes de las zanjas, pero lo más común es que se aplique solamente tratamiento preliminar.

Aplicabilidad: Las zanjas de oxidación pueden ser aplicadas a cualquier situación en donde sea apropiado el sistema de lodos activados ya sea convencional o de aireación extendida, pero requieren un área de terreno mayor debido al mayor tiempo de retención del agua a tratar.

Esta tecnología es efectiva en instalaciones pequeñas, comunidades pequeñas e instituciones aisladas. Las zanjas oxidadas son comparativamente baratas en localidades de menos de 1.000 habitantes; es una tecnología competitiva por precio hasta los 10.000 habitantes y no es usada cuando la población supera los 50.000 habitantes ^[31].

Las zanjas de oxidación tienen costos de operación y mantenimiento significativamente menores que otros procesos de tratamiento secundario. Con relación a otras tecnologías de tratamiento las necesidades de energía son bajas, el control por parte de los operadores es mínimo, y normalmente no se requiere la adición de compuestos químicos.

Eficiencia del tratamiento: Los niveles de remoción del sistema zanjas de oxidación son similares a los alcanzados por sistemas convencionales de lodos activados, pero si son operados para desnitrificar, la remoción de nitrógeno es mucho más elevada. Además, se pueden añadir sales metálicas para mejorar la remoción del fósforo.

Tabla 22 Eficiencia remoción sistema Zanjas de Oxidación

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	<i>mg/l</i>	75-95%
SST	<i>mg/l</i>	95%
Nitrógeno Total	<i>mg/l</i>	94%*

* Si el diseño considera desnitrificación.

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- La principal ventaja de las zanjas de oxidación es su capacidad de lograr los objetivos de remoción de contaminantes con requerimientos operacionales reducidos y a bajos costos de operación y mantenimiento.
- El tiempo extendido de retención hidráulica y la mezcla completa minimizan el impacto de cargas contaminantes extremadamente altas o de sobrecargas hidráulicas.
- Produce menos lodos que otros sistemas biológicos debido a la extensa actividad biológica durante el proceso de lodos activados.
- La eficiencia de operación en cuanto al uso de energía da como resultado la reducción de consumo de electricidad en relación con otros procesos biológicos de tratamiento.
- El sistema puede ser operado para lograr desnitrificación parcial. Una de las modificaciones de diseño más comunes para mejorar la remoción de nitrógeno se conoce como el proceso modificado de Ludzack-Ettinger (MLE).

Desventajas:

- Las concentraciones de sólidos suspendidos en el efluente son relativamente altas en comparación con otras modificaciones del proceso de lodos activados.
- Requiere una superficie de terreno más grande que otras opciones de tratamiento.

d) Reactor discontinuo secuencial (SBR)

Un SBR (Secuencial Batch Reactor) es un sistema de tratamiento de lodos activados cuyo funcionamiento se basa en la secuencia de ciclos de llenado y vaciado, que involucra un sólo estanque de mezcla completa en el cual se desarrollan todas las etapas de un proceso de LA.

Un sistema SBR procesa las aguas servidas por medio de un tratamiento biológico aeróbico - anóxico, basado en la generación de lodos activados por medio de aireación y disminución de nutrientes en etapa anóxica (en ausencia de Oxígeno).

A diferencia de las PTAS convencionales donde los procesos se llevan a cabo simultáneamente en tanques separados, en los SBR los procesos tienen lugar secuencialmente en el mismo tanque o reactor, por tanto se elimina la necesidad de tener un estanque de sedimentación secundaria.

Tratamiento preliminar: El agua residual afluyente debe pasar a través de rejillas y desarenador antes de llegar al SBR.

Llenado: En la primera etapa, el agua residual entra a un reactor parcialmente lleno que contiene la biomasa ya aclimatada a los componentes del agua residual de los ciclos anteriores.

Reacción: Una vez que el reactor se llena, este opera como un sistema convencional de lodos activados, pero sin el flujo continuo de afluyente o descarga de efluente. Luego de completarse las reacciones biológicas, la aireación y la mezcla se descontinúan.

Sedimentación: Se sedimenta la biomasa para separar los sólidos del líquido.

Vaciado: Se remueve el sobrenadante.

El exceso de biomasa se purga en cualquier punto de este ciclo. La purga frecuente hace que de un ciclo al siguiente se mantenga una relación de masas casi constante entre el sustrato afluyente y la biomasa.

Para optimizar el desempeño del sistema, se utilizan dos o más reactores en una secuencia de operación predeterminada^[18].

Imagen 9 Ejemplo de un Reactor por Cargas Secuenciales o SBR



Fuente: M.P. Mena (2008) ^[12]

Aplicabilidad: Los sistemas SBR son recomendados y de bajo costo para poblaciones bajas a medianas. A caudales mayores o localidades más grandes, la operación se vuelve más compleja y el costo aumenta significativamente, lo que desestimula el uso de este tipo de tratamiento ^[31].

La superficie requerida para la instalación del proceso es baja ya que como se describió antes, los procesos de depuración se realizan en un mismo estanque.

Eficiencia del Tratamiento: Los niveles de remoción de un sistema SBR son similares a los alcanzados por sistemas convencionales de lodos activados.

Tabla 23 Eficiencia remoción sistema SBR

Parámetro	Unidad	Eficiencia
DBO	<i>mg/l</i>	85-95%
SST	<i>mg/l</i>	85-95%
Nitrógeno Total	<i>mg/l</i>	15-30%
Fósforo Total	<i>mg/l</i>	10-25%
Coliformes Fecales	<i>NMP/100 ml</i>	60-90%

Fuente: A. Pérez (2010) ^[18]

Ventajas:

- La homogenización de caudales, el tratamiento biológico y la sedimentación secundaria pueden lograrse en un tanque reactor único.
- El material biológico puede mantenerse en el tanque tanto como sea necesario.
- El proceso tiene alta flexibilidad de operación y control.
- El área superficial requerida es mínima.
- El sistema puede ser operado para alcanzar nitrificación, desnitrificación y remoción de fósforo sin adición de reactivos químicos
- Ahorro potencial de inversión de capital por la eliminación de sedimentadores y otros equipos.
- Los requisitos laborales y de mantenimiento pueden reducirse con los SBR por cuanto los sedimentadores, los equipos asociados y las bombas de recirculación de lodos activados pueden no ser necesarios.

Desventajas:

- Se requiere un nivel mayor de complejidad de las unidades de programación temporal y controles, especialmente en sistemas de mayor tamaño (en comparación a los sistemas convencionales).
- Un nivel más alto de mantenimiento (comparado con los sistemas convencionales) asociado con el tipo de controles, interruptores automáticos y válvulas automáticas.
- Las necesidades de mantenimiento de los interruptores y las válvulas automáticas que controlan la secuencia de operación pueden ser mayores que en los sistemas convencionales de lodos activados.

3.2.2.3 Comparación entre los sistemas de tratamiento

A continuación se presentan algunas alternativas de tratamiento para localidades rurales y sus características más relevantes.

- **Lombrifiltro:** Proceso indicado para poblaciones pequeñas (< 5.000 [hab]), de sencilla operación. Tiene bajos costos de construcción, operacionales y de mantención.
- **Filtro Percolador:** Proceso relativamente sencillo, aplicable a pequeñas localidades y de eficiencia comprobada.
- **Biodiscos:** Sistema de fácil operación, baja producción de lodos y bajos requerimientos de energía (en su versión de aireación mecánica). Cuando se presenta con aireación por inyección los costos de operación y mantenimiento se elevan y deja de ser una alternativa interesante frente a la aireación extendida.
- **Aireación Extendida:** Sistema confiable y adecuado para poblaciones pequeñas y medianas que cuenten con un número elevado de UD, sino se presentan problemas con respecto al valor de la tarifa, al elevarse el costo fijo. Presenta baja producción de lodos estabilizados, y hoy en día es uno de los sistemas de más amplia preferencia. De los sistemas descritos, es el de más compleja operación y presenta sobre todo altos requerimientos energéticos debido al proceso de aireación.

Los sistemas de tratamiento de aguas servidas escogidos para localidades rurales debieran considerar en el análisis por sobre todo los siguientes aspectos:

- **Energía:** El proceso de tratamiento debe ser simple y con bajas necesidades de energía para disminuir los valores de la tarifa.
- **Costos de construcción:** Si bien el costo de construcción es una variable significativa a analizar, si se considera que muchos sistemas convencionales, en donde se han visto involucrados altos costos de construcción no se encuentran operando adecuadamente (Ej: Biodiscos y Aireación extendida), es aconsejable explorar sistemas de tratamiento no convencionales de menores costos de construcción que tienen mayores probabilidades de ser operativos en localidades rurales.
- **O&M:** La operación y mantenimiento del sistema deben ser sencillo y de bajo costo. Los sistemas complejos no resultan ser adecuados. Esto se debe a que se requiere un conocimiento elevado en cuanto a operación de equipamientos eléctricos automáticos y mantenimiento de un gran número de partes y piezas componentes de motores, bombas, etc. Los que requieren de personal medianamente capacitado.

Tabla 24 Costos de inversión, operación y mantenimiento de algunas alternativas

Sistemas de Tratamiento	Costos Inversión	Costos O&M
	US\$/hab	US\$/m ³
Lombrifiltro	94	0,41
Aireación Extendida	186	0,57

Fuente: A. Pérez (2010)⁶ [18]

⁶ Los costos fueron actualizados según el valor del dólar para la fecha 24/01/11 informado por el Diario Financiero: 1 USD = 492 CLP.

Los costos aproximados de la Tabla 24 incluyen sueldos, elementos de mantenimiento, el consumo de energía y los productos químicos que se requieran. Según la referencia, estos fueron estimados para un caudal bajo, por ende para poblaciones pequeñas (<1.000 habitantes). Para poblaciones mayores (>10.000 habitantes), estos costos por habitante o por metro cúbico disminuyen.

A continuación se presenta una matriz de requerimientos, en donde se pueden observar los diferentes requisitos que tiene cada sistema de tratamiento aplicable a comunidades rurales, de manera de poder comparar los tipos de tratamientos, considerando las limitaciones que tienen las localidades rurales en cuanto a las siguientes restricciones:

- Restricciones económicas operación, mantenimiento y construcción.
- Restricciones en cuanto a mano de obra calificada para la operación de los sistemas de tratamiento.
- Extensión de terreno.
- Consumo energético.
- Generación de lodos.
- Costos de construcción.

Tabla 25 Matriz de requerimiento para tratamiento secundario

Tipo de Tratamiento	Requerimientos en cuanto a:					
Tratamiento No Convencional	Extensión de Terreno	Mano de Obra	Consumo de Energía	Generación de Lodos	O&M*	Costo de Construcción
Laguna de estabilización	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Humedales (o Wetlands)	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Lombrifiltración	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Tratamiento Convencional	Extensión de Terreno	Mano de Obra	Consumo de Energía	Generación de Lodos	O&M*	Costo de Construcción
Laguna Aireada	ALTO	MEDIO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Biofiltros + Rizhofiltración (BMR)	MEDIO	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Biodiscos	BAJO	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
Aireación Extendida (LAAE)	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO
Reactor discontinuo secuencial (SBR)	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

Fuente: Elaboración propia (Ver detalle en ANEXO (F))

***O&M: Operación y Mantenimiento**

Tabla 26 Matriz de requerimiento para tratamiento primario

Tipo de Tratamiento	Requerimientos en cuanto a:					
	Extensión de Terreno	Mano de Obra	Consumo de Energía	Generación de Lodos	O&M*	Costo de Construcción
Fosa séptica con drenes	ALTO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO
Fosa séptica y pozo absorbente.	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Fuente: Elaboración propia (Ver detalle en ANEXO (F))

***O&M: Operación y Mantenimiento**

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 4: CATASTRO NACIONAL DE SANEAMIENTO RURAL

4.1 Procedimiento de confección del catastro

El proceso de confección del catastro de plantas de tratamiento de aguas servidas en localidades rurales, se inició en el mes de febrero de 2010. Para el desarrollo de lo anterior se estableció el siguiente procedimiento:

- 1. Recopilación de antecedentes de plantas de tratamiento de aguas servidas rurales.**
 - Comunicación con regiones.
 - Definición de variables a considerar
 - Recepción y Sistematización de Información.
 - Organización de la información.
- 2. Análisis de Información recopilada.**
 - Análisis de parámetros y variables definidas.
 - Selección de Plantas de Tratamiento a visitar en Terreno.
- 3. Resultados.**
 - Clasificación PTAS existentes.
 - Descripción y Diagnóstico de procesos y tecnologías existentes.
 - Presentación del catastro y de las visitas a terreno realizadas.

4.1.1 Recopilación de antecedentes

Para todos los catastros se utilizaron tres bases de datos existentes en el archivo técnico del DPS. Se tomó contacto con 421 sistemas, de los cuales 49 resultaron estar duplicados en las 3 bases de datos existentes, por lo que finalmente se reordenó la información y el número total de sistemas contactados correspondió a 372 sistemas.

Tabla 27 Bases de datos utilizadas para confección de catastro

Código	Nombre del archivo de la base de datos	Servicios Contactados	Cantidad de Servicios registrados
BD1	BASE_FICHAS3.xlsx ⁽⁷⁾	99	1395
BD2	Catastro PTAS 2008 PARA SUBSE-julio2009.xls ⁽⁸⁾	266	394
BD3	Datos_Alcantarillado_y_otros_APR[1].pdf ⁽⁹⁾	7	101
TOTAL		372	1890

⁷ Corresponde a un catastro del Programa de APR, que considera el registro de plantas de tratamiento de agua potable y fue proporcionado por el DPS – MOP.

⁸ Corresponde a un catastro de PTAS realizado y proporcionado por la SUBDERE (en adelante se referenciará como “catastro de la SUBDERE (BD2)”).

⁹ Sólo datos de servicios de saneamiento rural pertenecientes a la Región Metropolitana.

La mayor cantidad de sistemas contactados corresponde a BD2: "Catastro PTAS 2008 PARA SUBSE-julio2009.xls", debido a que la información oficial que publica el Programa de Agua Potable Rural proviene de esa base de datos. Ahora bien, como la base de datos oficial BD2 no se encontraba actualizada, se completó información de contacto con bases de datos BD1 y BD3.

La información de la BD3 supone sistemas sólo dentro de la Región Metropolitana, por lo que los 7 sistemas que fueron contactados en esa base de datos se encuentran duplicados en la BD1 y sólo fueron utilizados para cotejar información.

En el trabajo realizado se llevaron a cabo 6 catastros. En diferentes oportunidades durante el periodo de desarrollo de este trabajo de título y apuntando a recopilar distintos tipos de antecedentes.

En la tabla adjunta se resumen los catastros realizados, el medio de comunicación empleado, el objetivo del catastro, los sistemas contactados y la fecha de realización.

Tabla 28 Resumen de servicios contactados en cada catastro

Catastro	Medio de comunicación	Objetivo	Servicios Contactados	Fecha
C1	Teléfono y e-mail	- Actualizar antecedentes de contacto (Teléfono, email, etc.) - Responder encuesta N°1. (14 preguntas)	116	Febrero de 2010
C2	Teléfono y e-mail	- Obtener información del estado de servicio de alcantarillado y PTAS post terremoto. - Seleccionar PTAS para primera visita a terreno (6 Plantas de tratamiento)	121	Abril de 2010
C3	Visita a terreno 1	Estudio de casos de 6 PTAS	6	Mayo de 2010
C4	Teléfono, e-mail y encuesta online	- Obtener información detallada de servicio de alcantarillado y PTAS - Responder encuesta N°2 (55 preguntas)	216	21 Junio al 13 Agosto de 2010
C5	Teléfono y e-mail	Seleccionar PTAS para segunda visita a terreno (8 Plantas de tratamiento)	47	Agosto de 2010
C6	Visita a terreno 2	Estudio de casos de 8 PTAS	7	01 y 02 de Septiembre de 2010
Sub Total			513	
Sistemas contactados en más de un catastro			141	
Total de sistemas contactados			372	

De la tabla anterior, se desprende que en general, el medio de comunicación con regiones que más se utilizó fue la vía telefónica y posterior entrega de antecedentes a través de correo electrónico. Un total de 141 sistemas fueron contactados en más de un catastro, a fin de recabar mayor cantidad de información en cada uno de ellos.

En la primera etapa que corresponde a la comunicación con regiones, se reordenó la información de las tres bases de datos existentes. Se determinaron los sistemas duplicados y se elaboró una nueva base de información. Se eliminaron antecedentes erróneos, se eliminó información que no era relevante para el catastro y se agregaron otras variables a considerar.

La recepción de la información se llevó a cabo en planilla electrónica y se actualizaron los datos de contacto de cada comité o cooperativa contactada.

Luego, se envió una carta por medio de correo electrónico a cada servicio contactado, en la que se incluyó un set de preguntas a modo de cuestionario, para ser respondido por la directiva de cada servicio, consultando a operadores y administradores.

Finalmente se estableció un procedimiento de envío masivo de correo electrónico, de manera de contar con información de mayor confiabilidad proporcionada por cada comité.

El cuestionario realizado consideró las siguientes 14 preguntas:

- 1) Existencia de servicio de alcantarillado (si / no).
- 2) Año de construcción del servicio.
- 3) Año de inicio de la operación del servicio.
- 4) Sistema de tratamiento de aguas servidas utilizado.
- 5) Caudal tratado y de diseño.
- 6) Forma de disposición de lodos (en caso que existan).
- 7) Lugar de disposición de las aguas tratadas (efluente).
- 8) Estado general del servicio de alcantarillado.
- 9) Número de uniones domiciliarias instaladas.
- 10) Causas por las que no todas las viviendas están conectadas.
- 11) Entidad responsable del servicio de alcantarillado (comité, cooperativa, municipio).
- 12) Nombre del presidente, gerente, secretario y administrador del servicio (comité o cooperativa).
- 13) Teléfonos de contacto e email del servicio.
- 14) Observaciones.

Para el segundo catastro, se procedió a contactar solamente a las PTAS que se ubican en las regiones que fueron más perjudicadas por los terremotos del 27 de febrero y del 11 de marzo de 2010. Las regiones contactadas fueron V, VI, VII, VIII y IX.

Luego, para la selección de plantas de tratamiento a visitar en terreno y desarrollo de los catastros 3 y 6, se consideraron antecedentes proporcionados por el DPS, seguimiento de plantas de tratamiento realizados en memorias anteriores, además de información recopilada en los distintos catastros realizados.

Posterior a este tercer catastro se determinó que se requería de un sistema que pudiera agrupar la información con que contaba el Departamento de Programas Sanitarios y que permitiera agregar nueva información al sistema. Así, se confeccionó una base de datos más robusta, que contó con una mayor cantidad de variables a considerar y que se ajustaran a la realidad del tratamiento de aguas servidas de localidades rurales.

Para ello se confeccionó un sitio en Internet a través de una página web utilizando un sistema de gestión de contenidos llamado Joomla!. El objetivo fue que en el sitio se alojara la base de datos en línea, que pudiera ser accesible por los Administradores de PTAS en localidades

rurales y así poder recopilar información de los sistemas de APR. El sitio se implementó utilizando un servidor web con las siguientes características:

Tabla 29 Resumen de información acerca de la configuración del Servidor web

Configuración	Valor
Servidor web:	Apache/2.2.9 (Debian) PHP/5.2.6-1+lenny9
Interfaz PHP del servidor:	apache2handler
PHP funcionando con:	Linux debian 2.6.26-2-686 #1 SMP
Versión de la base de datos:	5.0.51a-24+lenny4
Versión de PHP:	5.2.6-1+lenny9
Versión de Joomla!:	Joomla! 1.5.17 Stable [Wojmamni ama woobusani]

Imagen 10 Acceso al sistema de gestión de contenidos Joomla y enlace a Ficha Técnica



URL: <http://ing.uchile.cl/~lpizarro/ci69f>

Creado el sitio, se procedió a la confección de una encuesta de 55 preguntas. Esta encuesta fue contestada a través de Internet por 35 sistemas de APR y se realizó usando el software computacional llamado Limesurvey. Se trata de una aplicación open source para la elaboración de encuestas usando Internet, escrita en código PHP y que utiliza bases de datos MySQL.

Para la confección de esta encuesta, se tomó como base la ficha técnica para servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, elaborada por el DPS para actualizar información en el año 2009.

Gran parte de esa ficha responde a preguntas relacionadas con el tratamiento de agua potable, por lo que hubo que realizar preguntas relacionadas con el tratamiento de aguas servidas, pero que respondieran a las inquietudes que se presumía, podían ser de ayuda para establecer la problemática que se tiene en el saneamiento rural.

Imagen 11 Encuesta online de 55 preguntas

Ficha Técnica de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

Ubicación del Servicio en el Territorio Nacional

Si tienes dudas revisa la Tabla Resumen de la Organización Territorial Actual: [Click aquí](#)

I - Pregunta 1: * Región
Seleccione una de las siguientes opciones

II Región de Antofagasta ▼

I - Pregunta 2: * Provincia
Seleccione una de las siguientes opciones

Parínacota ▼

I - Pregunta 3: * Comuna
Seleccione una de las siguientes opciones

Seleccione, por favor... ▼

I - Pregunta 4: * Nombre de Localidad o Servicio correspondiente

? **Ejemplo 1:** Localidad Los Aromos
Ejemplo 2: Servicio Los Loros

II - Alcantarillado y Recolección de las aguas servidas

Preguntas relacionadas con Información acerca de la red de alcantarillado y la recolección de las aguas servidas.

La encuesta en Limesurvey con las 55 preguntas, se puede revisar en el ANEXO (C) de este informe o en el enlace siguiente: URL: <http://ing.uchile.cl/~lpizarro/ci69f>

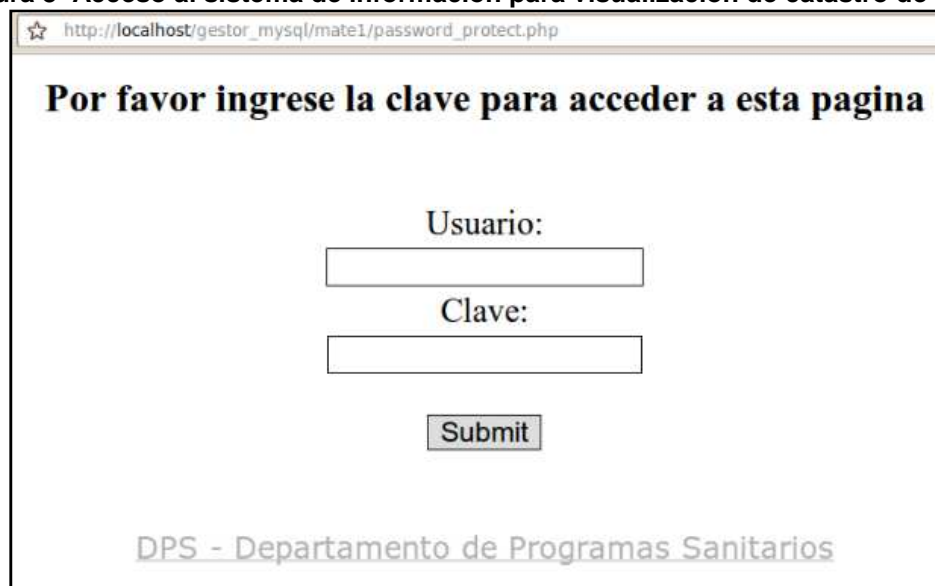
4.1.2 Implementación de sistema de información para visualización de catastro de PTAS.

Como parte de este trabajo de título, surgió la necesidad de implementar un Sistema de Información, que permitiera disponer en línea la información recopilada en el catastro de este estudio. El sistema, cuenta con herramientas de administración de usuarios y edición de contenido.

Por tanto, a continuación se presenta, lo que puede ser un prototipo de Sistema de Información que pueda ser usado para llevar un registro de Servicios de Saneamiento Rural y de APR.

Haciendo uso del mismo servidor web implementado para la realización de la encuesta usada en el catastro, se implementó la siguiente aplicación utilizando el software MATE¹⁰ [24] programado en AJAX¹¹.

Figura 8 Acceso al sistema de información para visualización de catastro de PTAS



URL: <http://ing.uchile.cl/~lpizarro/ci69f/mate>

El sistema permite administración de distintos usuarios con diferentes privilegios de acceso a la información. Por tanto el sistema soporta administradores, editores e invitados, los que dependiendo de sus privilegios pueden incorporar información nueva a la base de datos, actualizar antecedentes existentes, visualizar, borrar, copiar y pegar información.

El software permite imprimir y exportar los datos a formato CSV (Valores separados por comas *.csv) los que se pueden ver, editar y guardar en Excel (*.xls)

Utilizando el Menú se puede ver, editar, copiar y borrar un registro de la base de datos y utilizando la botonera se puede buscar información, mostrar y esconder columnas, ordenar columnas e imprimir información.

Existe un filtro avanzado donde se puede buscar información en base a distintos y variados criterios como Región, Provincia, Comuna, etc.

¹⁰ MATE: acrónimo de MySQL Ajax Table Editor / versión libre que se distribuye bajo la licencia GNU LGPL.

¹¹ AJAX: acrónimo de JavaScript asíncrono y XML.

Figura 9 Menú de herramientas y botonera

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost/gestor_mysql/mate1/Example1.php`. At the top, there are links for [Iniciar Sesión](#) and [Terminar Sesión](#). Below these, the text "SUGERENCIAS:" is followed by two numbered instructions: 1) Dejado presionando la tecla Ctrl (Control) de tu teclado y moviendo el scroll (rueda) de tu mouse puedes hacer zoom en la información que se despliega en pantalla. 2) Ejemplos para **Info, Editar, Copiar, Borrar**. A toolbar is highlighted with a red box, containing buttons for "# De Página: 1", "Añadir", "Exportar", "Mostrar/Esconder Columnas", "Ordenar Columnas", "Búsqueda Avanzada", "Catastro", "Restaurar", "Imprimir", and a search field with "Buscar" and "Quitar Búsqueda" buttons. Below the toolbar, a table is shown with a "Menú" column highlighted by a red box. The table has columns for "ID", "Numero", "Región", "Provincia", and "Comuna". The first row shows "ARICA Y PARINACOTA" for the region and "ARICA" for the comuna. The second row shows "ARICA Y" for the region and "PUTRE" for the comuna.

De Página: 1 · Añadir Exportar Mostrar/Esconder Columnas Ordenar Columnas

Búsqueda Avanzada Catastro Restaurar Imprimir

Buscar: Buscar Quitar Búsqueda

Menú	ID ↑	Numero	Región	Provincia	Comuna
   	2	1	ARICA Y PARINACOTA	ARICA Ver Mapa	ARICA
   	3	2	ARICA Y	PARINACOTA	PUTRE

Figura 11 Visualización de un registro con opción de edición

Ver Record

[Iniciar Sesión](#) | [Terminar Sesión](#)

SUGERENCIAS:
 1) Dejando presionada la tecla Ctrl (Control) de tu teclado y moviendo el scroll (rueda) de tu mouse puedes hacer zoom en la información que se despliega en pantalla.
 2) Ejemplos para **Info**, **Editar**, **Copiar**, **Borrar**

ID:	2
Número:	1
Región:	ARICA Y PARINACOTA
Provincia:	ARICA Ver Mapa
Comuna:	ARICA
Localidad:	SAN MIGUEL DE AZAPA
Fuente de Financiamiento:	SECTORIAL
Costo de Construcción (\$):	358000000
Año de Construcción:	2001
Población de Diseño:	1800
Población Servida:	2000
Año de Inicio de operación:	2002
Vida útil:	30
Administración:	COMITE APR
Número de Socios:	300
Costo de Operación y Mantenimiento actual:	24000
Nombre de Administrador:	WALTER IMAÑA
Teléfono de Administrador:	09-95441249, 58-246303
Tipo de Tratamiento:	LODOS ACTIVADOS
Destinación:	CLORACION
Cobro por Beneficiarios:	7000
Cumple Norma:	SI
Estado:	BUENO
Observación:	PARTES MENORES YA ESTAN EN USO FINAL, POR LO QUE DEBEN CAMBIARSE, SIN EMBARGO FUNCIONA BIEN. Ver Mapa
Fecha de Actualización de Información:	03 September 2010

[Editar](#) | [Atras](#)

El contenido de la figura es referencial

4.1.3 Análisis de información recopilada y actualización información del Programa de Agua Potable Rural

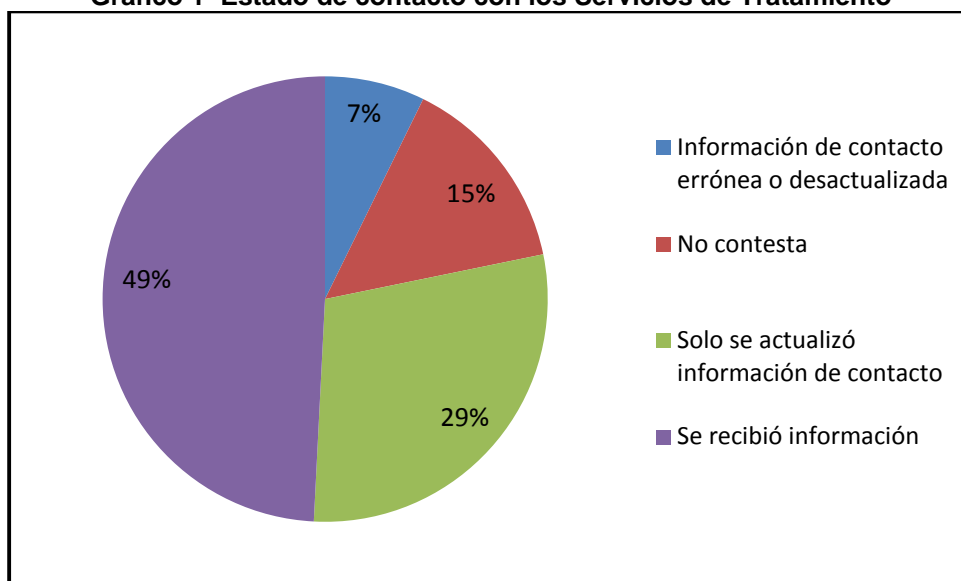
A continuación se presenta un análisis de toda la información que se recolectó en los catastros realizados. Se resumen en tablas y gráficos para más adelante poder visualizar cuales fueron los principales problemas a la hora de realizar cada uno de los catastros.

Debido a que se tomó contacto con los Sistemas o Servicios en diferentes momentos y para diferentes propósitos, en la tabla siguiente se define el “Estado de Contacto” como etiqueta para poder diferenciar los sistemas de los cuales se recibió algún tipo de información, de los que sólo se actualizó información de contacto y de quienes no contestaron tanto las llamadas telefónicas como email, etc.

Tabla 30 Estado de contacto con los Servicios de Tratamiento

Estado de Contacto	Cantidad	Porcentaje %
Información de contacto errónea o desactualizada	27	7
No contesta	54	15
Sólo se actualizó información de contacto	108	29
Se recibió información	183	49
Total general	372	

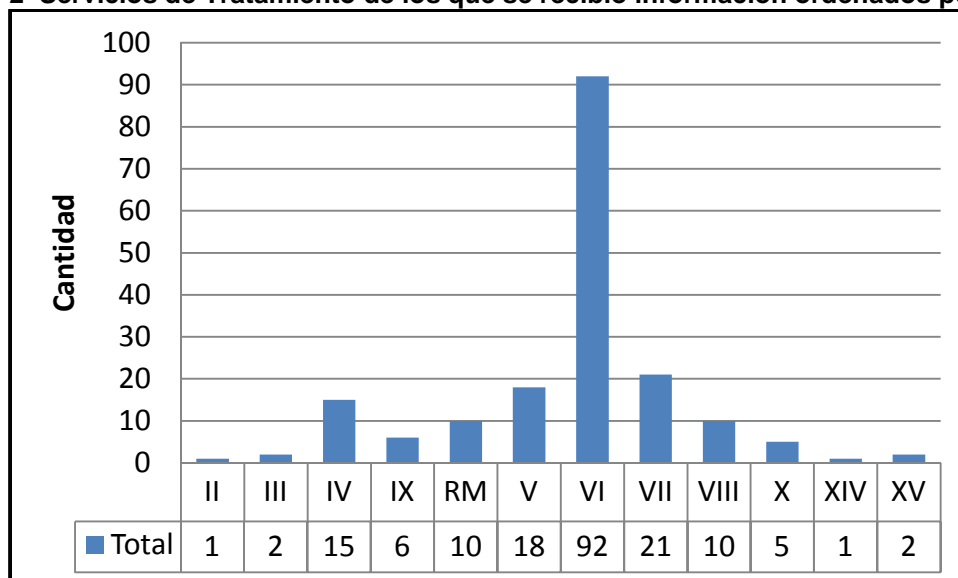
Gráfico 1 Estado de contacto con los Servicios de Tratamiento



Cabe destacar que de la información de las bases de datos con la cual se trabajó, un 6% se encontraba con antecedentes de contacto erróneos que imposibilitaron la comunicación. Un 16% no contestó ya sea telefónicamente, vía email o simplemente la persona encargada no entregó información relevante. Por otro lado, para 108 sistemas de tratamiento se actualizó información de contacto como nombre administrador de PTAS, teléfono, email de contacto, etc.

Finalmente se recibió algún tipo de información con respecto al tratamiento y/o servicio de alcantarillado para 183 Servicios.

Gráfico 2 Servicios de Tratamiento de los que se recibió información ordenados por región



La mayoría de los servicios corresponde a sistemas de tratamiento ubicados en la zona central y sobre todo en la VI Región. Esto se debe, a que existen más servicios de APR en la zona central y a que la comunicación vía teléfono o email (Internet) con sectores rurales de regiones más aisladas es deficiente. No se recibió información de ningún sistema de las regiones I, XI y XII.

Al momento de realizar los cuestionarios, ya sea telefónicamente, vía email o en terreno, se consultó sobre la existencia de servicio alcantarillado y planta de tratamiento de aguas servidas. Para los sistemas con servicio de alcantarillado, la respuesta a la pregunta sobre existencia de planta de tratamiento de aguas servidas se resume en la siguiente tabla.

Tabla 31 Respuesta a pregunta de encuesta relacionada a la existencia de tratamiento de aguas servidas

Respuesta	Cantidad	Porcentaje %
NO SABE / NO RESPONDE	9	5%
SIN TRATAMIENTO	17	9%
CON TRATAMIENTO	157	86%
TOTAL	183	

4.1.4 Resultados del catastro nacional de PTAS en el sector rural

4.1.4.1 Tipos de tratamientos utilizados

Los tipos de tratamiento instalados a lo largo del territorio nacional, de acuerdo a la actualización realizada del catastro preliminar del Departamento de Programas Sanitarios, establece que son variados e incluyen diversas tecnologías.

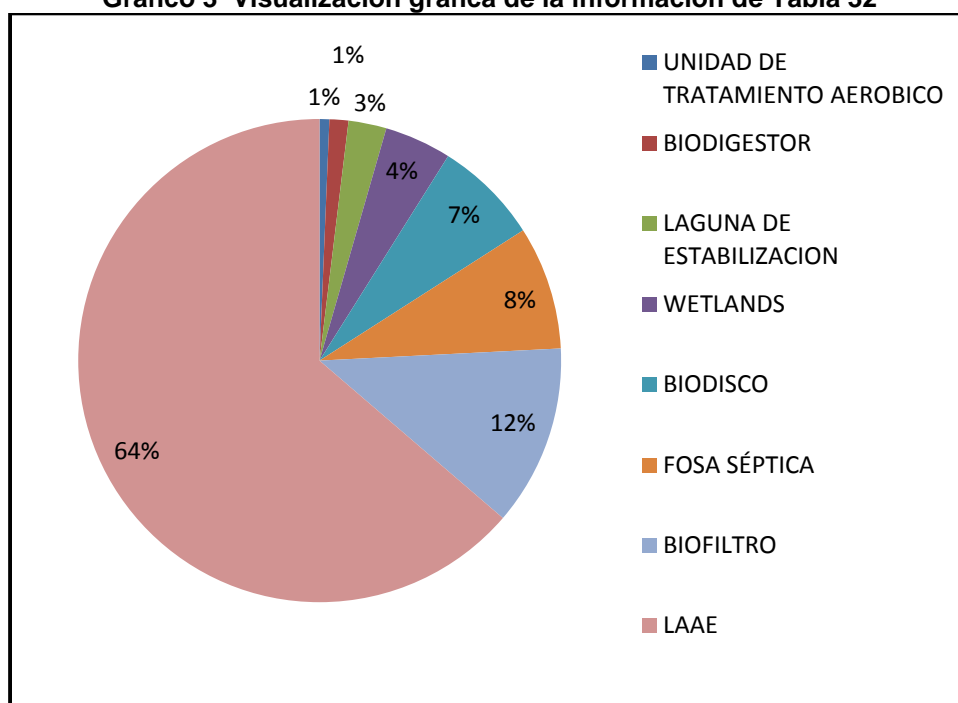
De los sistemas que respondieron que cuentan con tratamiento de aguas servidas y alcantarillado, se confeccionó la siguiente gráfica, contrastándola con la información que ya existía en los registros del archivo técnico del DPS.

Tabla 32 Distribución porcentual de sistemas de tratamiento a nivel nacional que entregaron antecedentes relevantes para el catastro

Tipo de Tratamiento	Cantidad	Porcentaje %
UNIDAD DE TRATAMIENTO AEROBICO	1	1%
BIODIGESTOR	2	1%
LAGUNA DE ESTABILIZACION	4	3%
WETLANDS	7	4%
BIODISCO	11	7%
FOSA SÉPTICA	13	8%
BIOFILTRO	19	12%
LAAE	100	64%
TOTAL	157	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 Visualización gráfica de la información de Tabla 32



Hay que considerar que el total de 157 sistemas no corresponde a la totalidad de PTAS instaladas en el país, sino a los sistemas con los cuales fue posible contactarse, que además entregaron información relevante y que cuentan con servicio de alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

Dentro de las 19 PTAS que cuentan con tratamiento de aguas servidas por Biofiltro, destacan los sistemas de tipo Lombrifiltración con una cantidad de 11 PTAS. De las 7 plantas de tratamiento de tipo Wetlands, 2 de ellas corresponden a sistema de tratamiento de tipo Hidroplanta^{12 [25]}.

¹² Hidroplanta: Sistema de almacenamiento de aguas servidas con disposición de plantas acuáticas flotantes que permiten la existencia de bacterias y microorganismos que purifican el agua

Del resultado se desprende que existe un alto número de sistemas que optaron por un tratamiento de tipo LAEE. Existe también un porcentaje considerable de sistemas que aún se encuentran operando con un tratamiento primario por sistema de Fosa Séptica. El 28% restante se reparte en diversos sistemas de tratamiento no convencionales.

4.1.4.2 Otros parámetros y variables consideradas:

Parte de la información recopilada, que se incorporó a la base de datos, correspondió a la respuesta de un set de preguntas con respecto a:

- Total de uniones domiciliarias instaladas.
- Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de una unión domiciliaria al servicio de alcantarillado.
- Entidad responsable del servicio de alcantarillado.
- Situación administrativa del servicio de alcantarillado.
- Año de construcción del servicio.
- Año de inicio de operación del servicio.
- Forma de disposición de lodos.
- Forma de disposición de las aguas tratadas.
- Desinfección.
- Tarifa, gasto y costos promedio.
- Fuente de financiamiento.
- Medio de transporte usado por el operador.
- Nivel educacional del operador.
- Asesoría técnica que recibió el operador.
- Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de la PTAS.
- Frecuencia con que se controla la calidad del efluente.
- Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono).
- Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS.
- Estado del servicio de alcantarillado y de la PTAS.

Todas las preguntas anteriores forman parte de la encuesta Limesurvey (ver encuesta en ANEXO (C)).

4.1.4.3 Situación post Terremoto

Se destaca dentro de este punto la información recopilada con respecto a los alcances del terremoto en servicios de alcantarillado y PTAS.

De los 183 sistemas de los cuales se recibió información, 157 de estos se encuentran entre la V y IX regiones incluida la RM, regiones donde se sintió con más intensidad el terremoto. De estos 157 sistemas, sólo fue posible contactarse con 118 de ellos, a los que se les consultó sobre el estado del servicio de alcantarillado y PTAS post terremoto.

Servicio de alcantarillado: Con respecto a los daños en los servicios de alcantarillado, se tiene que:

Tabla 33 Estado del servicio de alcantarillado post terremoto

Estado del servicio de alcantarillado post terremoto	Cantidad de sistemas	Porcentaje %
Con daños	5	4%
No existe servicio de alcantarillado (*)	13	11%
Sin daños	41	35%
Sin información	59	50%
Total	118	

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla anterior, los 13 servicios que indican “No existe servicio de alcantarillado (*)”, es debido a que estos corresponden a plantas de tratamiento de escuelas o postas rurales donde la PTAS se encuentra ubicada dentro del recinto.

Además, en un 50% de los casos, los servicios contactados (direcciones de obras de municipios y comités o cooperativas de APR) desconocen el estado de la red de alcantarillado post terremoto. El alto porcentaje se debe a que el servicio de alcantarillado, en la mayoría de los casos, depende del municipio de la comuna y no del sistema de APR.

Los 5 sistemas que reportaron daños en la red de alcantarillado fueron:

Tabla 34 Tabla resumen de servicios con daños en red de alcantarillado y planta de elevación

#	REGIÓN		NOMBRE DEL SERVICIO (TIPO DE TRATAMIENTO)	DAÑOS
1	VI	O'HIGGINS	Comité de APR El Molino El Álamo (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura o filtración de cámaras.
2	VI	O'HIGGINS	Cooperativa San Julio - Alcones / Pobl. (LOMBRIFILTRO)	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en ductos y cañerías (servicio de alcantarillado con obstrucción en la matriz principal). • Inundación de terrenos aledaños a la PTAS (las aguas servidas tomaron otro rumbo y se inundó un predio de regadío particular). • Corte de Luz (en planta de elevación).
3	VII	MAULE	Cooperativa de Agua Potable Cumpeo Ltda. (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura o filtración de cámaras (Se daño además el colector de aguas servidas, colapsa cuando llueve). • Hundimiento de terreno. • Inundación de terrenos aledaños a la planta.
4	VII	MAULE	Cooperativa Tutuquén (OTRO)	<ul style="list-style-type: none"> • Con Terremoto se agudizaron aún más los problemas ya existentes (La PTAS no funciona, sólo tiene una bomba elevadora en buen estado). • Las aguas servidas son dispuestas sin tratamiento en cuerpo receptor (Río Mataquito).
5	VIII	BIOBÍO	Comité de APR Laraquete (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura o filtración de cámaras (Presenta fisuras y aumento de caudal). • Inundación de terrenos aledaños a la PTAS. • Corte de luz.

Planta de Tratamiento: Con respecto a los daños en las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), se tiene que:

Tabla 35 Estado de las PTAS post terremoto

Estado de las PTAS post terremoto	Cantidad de sistemas	Porcentaje %
Con daños	22	19%
Sin daños	82	69%
Sin información	14	12%
Total	118	

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que el 19% de los servicios de saneamiento consultados reporta daños en las PTAS y algunos sistemas presentaban deficiencias en las PTAS antes de ocurrido el siniestro. En el caso de las PTAS sólo un 12% no cuenta con información al respecto.

Los 22 sistemas que reportaron daños en las PTAS debido al terremoto fueron:

Tabla 36 Tabla resumen de servicios con daños en PTAS e instalaciones

#	REGIÓN		NOMBRE DEL SERVICIO (TIPO DE TRATAMIENTO)	DAÑOS
1	V	VALPARAÍSO	Comité de APR Los Cerrillos (Biodisco) [ver detalles en estudio de caso N°5]	<ul style="list-style-type: none"> • Rotura planchas separadoras en cámara de contacto de desinfección (deflectores). • Corte de luz (duración 1 semana).
2	V	VALPARAÍSO	Cooperativa de APR Artificio (Biodisco) [ver detalles en estudio de caso N°3]	<ul style="list-style-type: none"> • Desmoronamiento o rotura parcial del cerco perimetral (caída de 1 panel de hormigón). • Corte de luz temporal (cuentan con generador de respaldo operativo).
3	RM	METROPOLITANA	Comité de APR Los Rulos (San Enrique) (Biodisco) [ver detalles en estudio de caso N°7]	<ul style="list-style-type: none"> • Desmoronamiento o rotura parcial del cerco perimetral (caída de paneles de hormigón). • Rotura completa de planchas separadoras en cámara de contacto de desinfección (deflectores). • Rotura de plancha que barre en el tambor central del sedimentador y rotura del mismo estanque en el puente del sedimentador.
4	RM	METROPOLITANA	Cooperativa de APR María Pinto (María Pinto) (Biodisco) [ver detalles en estudio de caso N°8]	<ul style="list-style-type: none"> • Desmoronamiento o rotura parcial del cerco perimetral (caída de 2 paneles de hormigón).
5	VI	O'HIGGINS	ESC. LAS GARZAS (Hidroplanta)	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de luz (se dañaron tubos de luz ultra violeta). • Se dañaron 2 sopladores.
6	VI	O'HIGGINS	Santa Matilde (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en estructura de estanque (se desplazó estanque de acumulación de aguas servidas). • Rotura de ductos y cañerías. • Daño eléctrico en sensores.

#	REGIÓN		NOMBRE DEL SERVICIO (TIPO DE TRATAMIENTO)	DAÑOS
7	VI	O'HIGGINS	PUENTE ALTA (Biodigestor)	<ul style="list-style-type: none"> No existe claridad en cuanto a los daños que pudieron existir en PTAS. Se presentaron agrietamientos de muros en escuela. Hundimiento de terreno.
8	VI	O'HIGGINS	Comité de APR El Molino El Álamo (LAAE) ^(a)	<ul style="list-style-type: none"> Desmoronamiento o rotura de cerco perimetral. Rotura de ductos y cañerías. Agrietamiento de muros. Caída de techumbres. Corte de luz. Taponamiento de difusores de aire.
9	VI	O'HIGGINS	LICEO JEAN BUCHANAN (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Indicaron que tienen daños en PTAS pero no detallaron información.
10	VI	O'HIGGINS	Escuela Esmeralda (Biofiltro)	<ul style="list-style-type: none"> Rotura de fuelles (especie de bomba neumática).
11	VI	O'HIGGINS	POBL. CHILE NUEVO EL TAMBO (Otros)	<ul style="list-style-type: none"> Rotura de ductos y cañerías (se rompieron colectores hacia el río).
12	VI	O'HIGGINS	ESCUELA RASTROJOS (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Rotura o filtración de cámaras (se deformaron las cámaras).
13	VI	O'HIGGINS	CHOMEDAHUE LOS ALERCES (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Se cayeron 2 estanques de almacenamiento de agua potable (copas de agua Los Alerces y Yaquil). Rotura de ductos y cañerías (rotura del ducto de disposición final hacia el canal).
14	VII	MAULE	Cooperativa de Agua Potable Cumpeo Ltda. (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Desmoronamiento o rotura de cerco perimetral (Daño completo en 30 [m]). Daños en Bombas. Rotura de ductos y cañerías. Rotura o filtración de estanques (Filtraciones pequeñas). Agrietamiento de muros. Inundación de terrenos aledaños a la PTAS. Corte de luz (duración 1 semana). Taponamiento de difusores de aire.
15	VII	MAULE	Comité de APR Villa Illinois (LAAE) [ver detalles en estudio de caso N°2]	<ul style="list-style-type: none"> Desmoronamiento total del cerco perimetral. Corte de luz (duración 1 semana). Taponamiento de difusores de aire. Daño en Bombas (planta elevación). Caída parcial del techo de la cancha de secado de lodos.

#	REGIÓN		NOMBRE DEL SERVICIO (TIPO DE TRATAMIENTO)	DAÑOS
16	VIII	BIOBÍO	Comité de Agua Potable Rural y Alcantarillado Particular Villa Laja (Biodisco)	<ul style="list-style-type: none"> Hundimiento de terreno (Se daño ducto que dispone el efluente hacia el río). Problema aparte de daños por terremoto: Se necesita generador eléctrico de respaldo.
17	VIII	BIOBÍO	Cooperativa Potable de San Nicolás (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Obstrucción colector en Sector Prat Sur (el nivel es demasiado bajo, en época de lluvias se tienen inundaciones de viviendas; En proceso demanda por daños por parte de usuarios). Rebalse de cámaras (problema anterior al terremoto).
18	VIII	BIOBÍO	SECTOR JUAN MACKENA (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Daños en Bombas. Rotura o filtración de cámaras. Rotura de ductos y cañerías. Rotura o filtración de estanques. Corte de luz (duración 1 semana). Planta de tratamiento no operativa debido a los daños.
19	VIII	BIOBÍO	Comité de APR Laraquete (LAAE)	<ul style="list-style-type: none"> Rotura de ductos y cañerías. Corte de Luz. Problemas de financiamiento para realizar reparaciones. Deficiencia en proceso de aireación (sólo un aireador operativo).
20	VIII	BIOBÍO	RIO CLARO (Otros)	<ul style="list-style-type: none"> Indicaron que tienen daños en PTAS pero no detallaron información.
21	VII	MAULE	Cooperativa de Servicios de Abastecimiento de AP y Saneamiento Ambiental de la Comunidad "Tutuquén Ltda." (Otros)	<ul style="list-style-type: none"> Rotura o filtración de cámaras. Rotura de ductos y cañerías. Rotura o filtración de estanques. Agrietamiento de muros. Corte de luz.
22	IX	ARAUCANÍA	Troyo (Biofiltro)	<ul style="list-style-type: none"> Desmoronamiento de muros de tierra hacia la PTAS.

^(a) Existen 2 plantas de tratamiento adicionales que están a cargo de los pobladores, éstas se encuentran en condiciones deficientes y no cuentan con mantención adecuada. Las PTAS corresponden a los servicios de los sectores El Molino y Loreto.

Tabla 37 Daños ocurridos ordenados por porcentaje

Daños	Porcentaje %
Corte de luz	17
Rotura de ductos y cañerías	15
Rotura o filtración de cámaras y/o estanques	15
Desmoronamiento o rotura parcial del cerco perimetral	8
Inundación de terrenos aledaños a la PTAS	7
Taponamiento de difusores de aire	7
Daño en Bombas	6
Hundimiento de terreno	6
Agrietamiento de muros	6
No existe claridad en cuanto a los daños que pudieron existir	4
Caída de techumbres	3
Se agudizaron problemas existentes anteriores al terremoto	3
Rotura deflectores cámara de desinfección	3

Fuente: Elaboración propia

En el capítulo siguiente, se presenta un diagnóstico considerando algunos de los sistemas de tratamiento de aguas servidas de sistemas existentes y en operación. Para ello se utilizó información proporcionada tanto por el Programa de APR, como información recopilada en visitas a PTAS en terreno.

Para la realización del diagnóstico se llevaron a cabo entrevistas con directores de obras, administradores, directores de comités y cooperativas y operadores de los servicios de saneamiento. En cada una de estas entrevistas se completó encuesta Limesurvey (ver encuesta en ANEXO (C)).

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 5: DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO SELECCIONADOS

Para realizar un diagnóstico de los sistemas de tratamiento se escogió un grupo de localidades que pudieran considerarse como representativas de la realidad nacional en cuanto al tratamiento de aguas servidas en el sector rural en base al catastro realizado. Además, para estos sistemas seleccionados se tuvo mayor disponibilidad en cuanto a traslado y permisos para poder realizar estos seguimientos en la zona central.

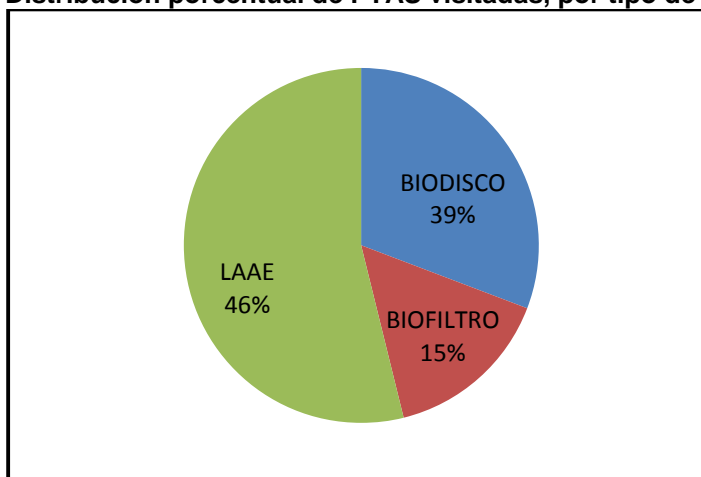
5.1 Selección de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas a visitar en terreno

Posterior a la recopilación de información para la confección del catastro nacional de plantas de tratamiento de aguas servidas en localidades rurales, se procedió a la selección de las PTAS a visitar en terreno. Se seleccionaron plantas de tratamiento de la zona central de Chile, que contarán con sistemas de tratamiento convencionales como no convencionales.

En total se seleccionaron 13 PTAS para visitar en terreno, las que se programaron para ser visitadas en 5 días o jornadas. Las 6 primeras visitas (catastro 1) se realizaron con recursos propios y para las 7 restantes (catastro 6), se contó con el apoyo del Departamento de Programas Sanitarios para el apoyo técnico, transporte y alimentación.

De los tipos de tratamiento de las PTAS visitadas, 5 corresponden a Biodiscos, 2 a Biofiltros (ambas de Lombrifiltración) y 6 corresponden a sistemas tipo Lodos Activados modalidad aireación extendida (LAAE).

Gráfico 4 Distribución porcentual de PTAS visitadas, por tipo de tratamiento



5.2 Resumen de Plantas de Tratamiento visitadas

A continuación se presenta un resumen de las PTAS visitadas. Más adelante en el informe se presenta un detalle del seguimiento y diagnóstico realizado a cada una.

Tabla 38 Resumen plantas de tratamiento de aguas servidas visitadas

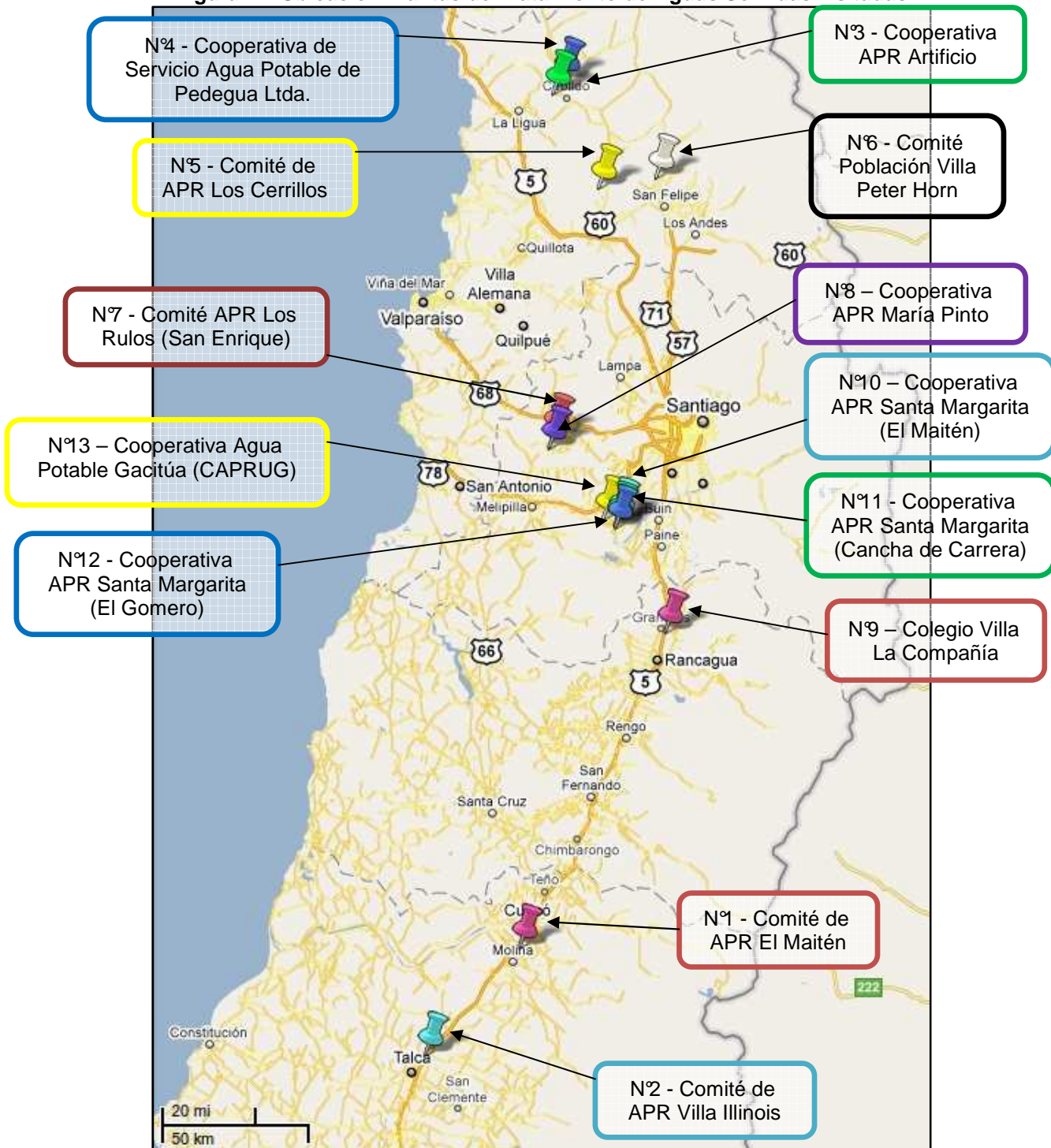
# TERRENO	FECHA VISITA	REGIÓN	COMUNA	SERVICIO (LOCALIDAD)	TIPO DE TRATAMIENTO	UNIONES DOMICILIARIAS (año 2010)
1	26-may-10	VII	CURICÓ	Comité de APR El Maitén	LAAE	130
2	26-may-10	VII	TALCA	Comité de APR Villa Illinois	LAAE	167
3	09-jun-10	V	CABILDO	Cooperativa de APR Artificio	Biodisco	440
4	09-jun-10	V	PETORCA	Cooperativa de Servicio Agua Potable de Pedegua Ltda.	LAAE	195
5	10-jun-10	V	CATEMU	Comité de APR Los Cerrillos	Biodisco	209
6	10-jun-10	V	PUTAENDO	Comité Población Villa Peter Horn	Lombrifiltro	54
7	01-sep-10	RM	MARIA PINTO	Comité de APR Los Rulos (San Enrique)	Biodisco	750
8	01-sep-10	RM	MARIA PINTO	Cooperativa de APR María Pinto (María Pinto)	Biodisco	350
9	02-sep-10	VI	GRANEROS	Colegio Villa La Compañía (La Compañía)	Lombrifiltro (Sistema Tohá)	Equivalente a 450 (Personas)
10	02-sep-10	RM	ISLA DE MAIPO	Cooperativa de APR Santa Margarita (El Maitén en la Islita)	LAAE	682
11	02-sep-10	RM	ISLA DE MAIPO	Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de carrera en la Islita)	Sin Información (PTAS antigua desmantelada)	332
				Cooperativa de APR Santa Margarita (La Islita en la Islita)	Biodisco (nueva PTAS en construcción en el mismo terreno)	No aplica (PTAS en construcción)
12	02-sep-10	RM	ISLA DE MAIPO	Cooperativa de APR Santa Margarita (El Gomero en la Islita)	LAAE	198
13	02-sep-10	RM	ISLA DE MAIPO	Cooperativa Agua Potable Gacitúa - CAPRUG (Gacitúa)	LAAE	220

**Cantidad de plantas por tipo de tratamiento: LAAE (6); Biodisco (5); Biofiltro (2)
LAAE: Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida.**

5.3 Ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Diagnosticadas

La ubicación de cada una de las plantas de tratamiento visitadas, se presenta en la siguiente figura.

Figura 12 Ubicación Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas visitadas

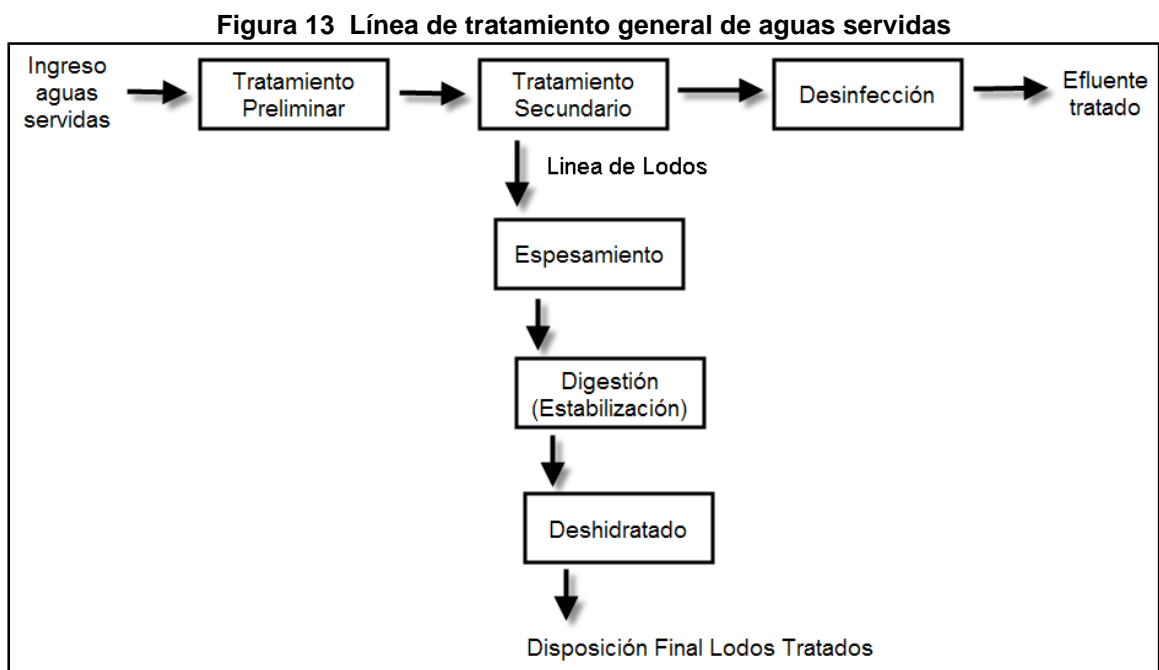


Fuente: Mapa Google Earth

5.4 Descripción de las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas Diagnosticadas

De las plantas de tratamiento de aguas servidas escogidas para las 13 visitas a terreno, la mayoría corresponde a sistemas de tratamiento biológico. La mayoría corresponde a sistemas de tipo convencional, Biodisco (5) y Aireación Extendida (6). Sólo en dos casos se visitaron plantas de tratamiento no convencionales del tipo Lombrifiltro (2).

Teóricamente los sistemas de tratamiento de aguas servidas visitados, están compuestos en general por una etapa de tratamiento preliminar de rejas, un tratamiento secundario ya sea de Biodisco o aireación extendida (LAAE) y una etapa de desinfección final ya sea por cloración o radiación ultravioleta. Además, en los casos en los cuales se producen lodos existe una línea de tratamiento aeróbico de lodos.



Si bien la línea de tratamiento general considera espesamiento, sólo en los estudios de caso N° 5 (Biodisco) y N° 10 (LAAE), los espesadores se encuentran en funcionamiento. En el estudio de caso N° 5 el espesamiento es posterior a la digestión aireada de lodos (aireación por inyección de aire).

En los estudios de caso N° 7 (Biodisco), N° 8 (Biodisco) los espesadores no se encuentran en funcionamiento. En estos dos casos, el espesamiento es previo a la digestión aireada de lodos (aireación mecánica).

En el caso de los Lombrifiltros, estos sistemas constan de dos etapas luego del pretratamiento compuesto por rejas. En la primera, el agua residual escurre por gravedad a través de un Biofiltro constituido por capas de diversos materiales en donde se absorbe y procesa la materia orgánica. Luego, en la segunda etapa del tratamiento, el efluente es derivado a una cámara de desinfección por irradiación ultravioleta, en donde se logra la eliminación de las bacterias patógenas.

Las distintas etapas del proceso de tratamiento de Lodos Activados en modalidad aireación extendida (LAAE), Biodisco y Lombrifiltro, presentan variaciones con respecto a la línea de tratamiento general de la Figura 13, éstas se detallan a continuación.

5.4.1 Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE)

En general para los sistemas de tratamiento visitados, la secuencia de las unidades de tratamiento es la siguiente:

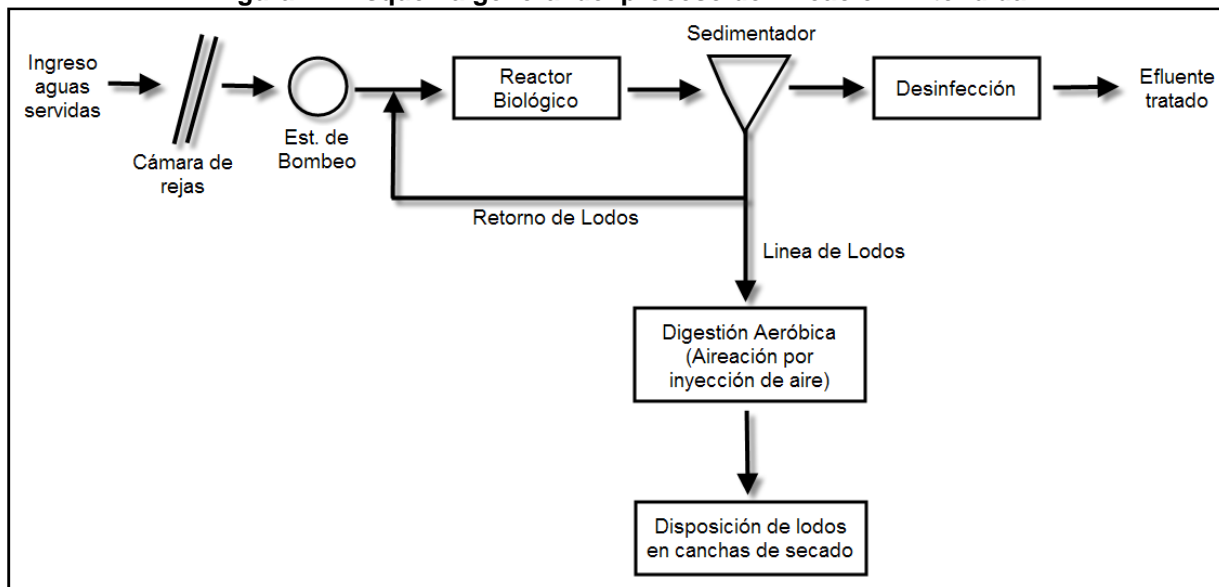
1. **Separación de Sólidos Gruesos:** El tratamiento preliminar está compuesto por una unidad de rejillas gruesas (separación entre 5 a 10 cm), de limpieza manual por lo general (un sólo caso de LAAE con sistema de rejilla mecánica automática, estudio de caso N° 10), donde se remueve material grueso arrastrado por las aguas servidas. En la mayoría de los casos las cámaras son profundas y el acceso es por medio de escalera.
2. **Planta de Elevación:** A continuación se tiene un pozo de elevación con una cámara de válvulas inmediatamente adyacente. El pozo de elevación, consta de un equipo de impulsión, en donde por lo general se cuenta con 3 bombas sumergibles que funcionan alternadas.
3. **Regulador de Flujo:** En algunos casos el caudal de aguas servidas que eleva el sistema de bombeo ingresa a un estanque regulador de flujo, el cual permite que ingrese un caudal constante a la PTAS, enviando el exceso de flujo nuevamente a la cámara de elevación.
4. **Cámara de Repartición:** Esta unidad existe en el caso de las PTAS que funcionan en paralelo, el agua ingresa a una cámara de repartición cuya función es dividir el flujo en partes iguales, de manera de formar dos líneas de tratamiento paralelas que pasan al tratamiento secundario.
5. **Tratamiento Biológico:** El sistema de aireación extendida corresponde a una variante del proceso de lodos activados convencionales, en donde se utiliza la fase endógena de la respiración microbiana, lo cual requiere una baja carga orgánica y largos tiempos de aireación (inyección de aire). El residuo orgánico se introduce en un reactor, donde se mantiene un cultivo aerobio en suspensión. El contenido del reactor biológico se conoce con el nombre de "licor mezclado".

En los casos catastrados, las unidades de tratamiento secundario constan por lo general de un **estanque de aireación** (2 en los casos de sistemas que cuentan con dos líneas de tratamiento paralelas), seguidos de un **estanque de sedimentación secundaria** (2 en los casos de sistema que cuentan con líneas de tratamiento paralelas). Además, se visitó una PTAS en que se contaba con un reactor biológico circular y dentro de este, en el centro, un sedimentador circular (estudio de caso N° 10).

6. **Sistema de Desinfección:** Posteriormente, el agua ya clarificada ingresa a una cámara de contacto. En los casos catastrados se pudo apreciar la aplicación de cloro en pastillas o bien de cloro previamente diluido en bidones y luego de cloración. Es así como el efluente es desinfectado, para su posterior disposición en canales de riego. También se dio un caso de desinfección por radiación sobre una película de agua, mediante un set de tubos ultravioleta.
7. **Tratamiento de Lodos:** La línea de lodos por lo general está compuesta por tanques de digestión aeróbica mediante la inyección de aire. Luego de este proceso el lodo es dispuesto en canchas de secado (con y sin techo) y sistemas de drenaje en la mayoría de los casos.

El proceso general de tratamiento biológico de lodos activados en modalidad aireación extendida (LAAE) se puede graficar en el siguiente esquema:

Figura 14 Esquema general del proceso de Aireación Extendida



La línea de lodos presentada en el esquema anterior, varía para el caso de la PTAS del estudio de caso N° 10 (LAAE), en donde se contaba con una unidad de espesamiento de lodos previa a la digestión, ambas etapas de tratamiento de lodos se encontraban en funcionamiento. En esta PTAS no se contaba con cancha de secado de lodos, por lo que éstos eran pasados por un Filtro Prensa (Deshidratado) y luego por medio de un camión eran dispuestos finalmente en un relleno sanitario.

En la mayoría de los casos de estudio visitados, el estanque de aireación, sedimentador o clarificador secundario, digestor aireado de lodos y cámara de contacto de desinfección se presentan según la siguiente configuración:

Figura 15 Configuración típica del proceso de Aireación Extendida

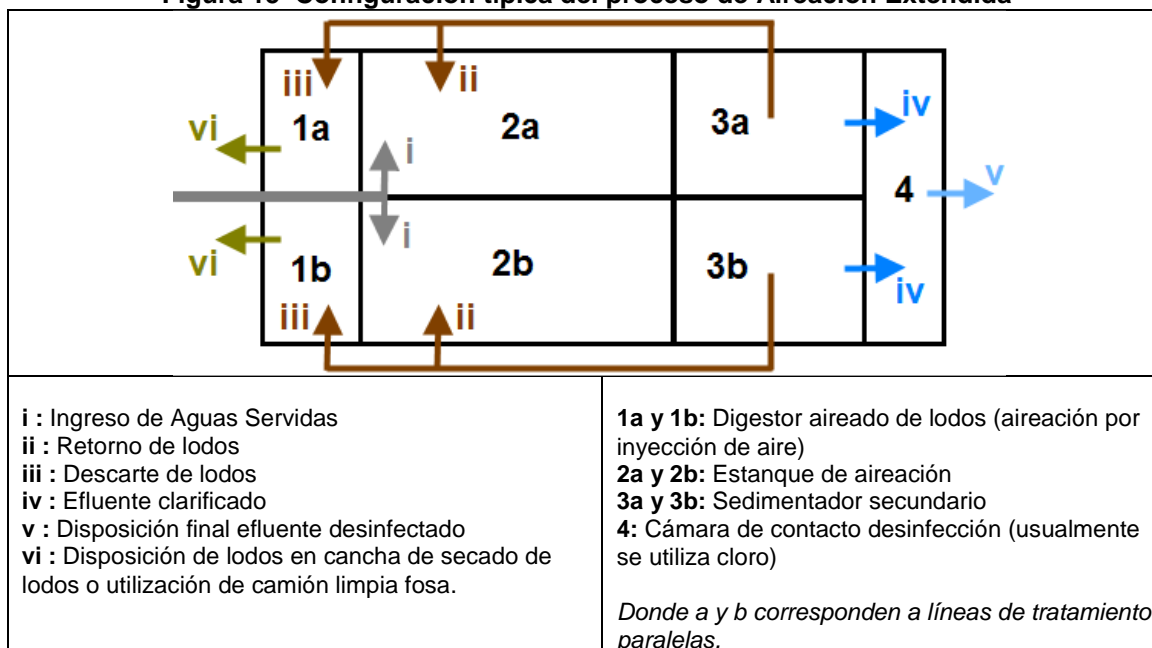
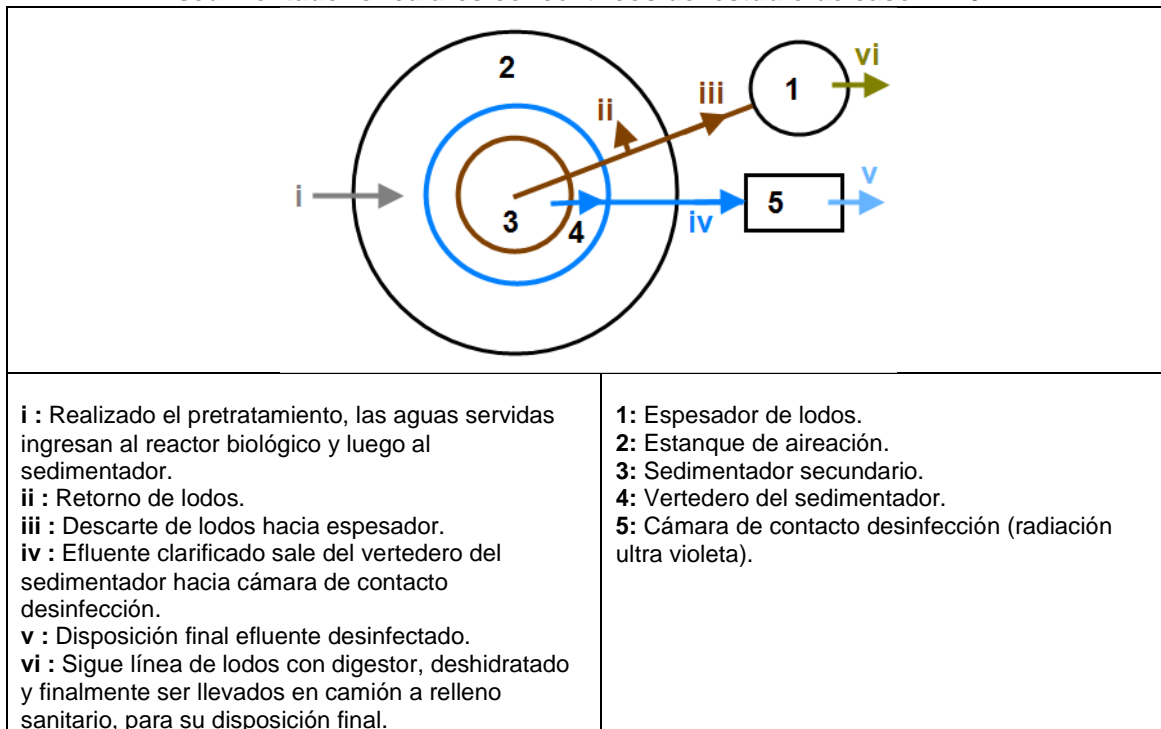


Figura 16 Configuración del proceso de Aireación Extendida para reactor biológico y sedimentador circulares concéntricos del estudio de caso N° 10.



5.4.2 Biodisco

Las distintas etapas del proceso, en orden con respecto al flujo de la línea de agua, se presentan a continuación:

1. **Separación de Sólidos Gruesos:** El tratamiento preliminar está compuesto por una unidad de rejas gruesas (separación entre 5 a 10 cm) de limpieza manual (un sólo caso de Biodisco con sistema de reja mecanizada automática), donde se remueve material como pueden ser envases de plástico, restos de ropa, objetos flotantes, etc.
2. **Elevación:** A fin de elevar el caudal hasta la unidad de tratamiento, se cuenta con un pozo de elevación inmediatamente después de la cámara de rejas. Éste consta de un equipo de impulsión, de por lo general 2 a 3 bombas sumergibles, las que funcionan alternadas.
3. **Separación de Sólidos Finos:** Posteriormente, el agua ingresa a un filtro rotatorio auto limpiante, de acero inoxidable (presente en los 4 Biodiscos visitados). Este cuenta con una separación entre barras de menos de 1 [mm]. En éste se remueven materiales más finos que en la etapa anterior, como pueden ser semillas, hojas, pelos y restos de comida entre otros.
4. **Tratamiento Biológico:** A continuación, sigue el tratamiento secundario compuesto por un sistema de Biodisco, de por lo general 3 o 5 discos (discos rotatorios de contacto) de eje horizontal, donde se produce la degradación biológica de la materia orgánica disuelta y la oxidación de sólidos suspendidos remanentes.

Un reactor biológico rotativo de contacto consiste en una serie de discos circulares de poliestireno o cloruro de polivinilo, situados sobre un eje, a corta distancia unos de otros.

Los discos están parcialmente sumergidos en el agua servida y giran lentamente en el seno de la misma.

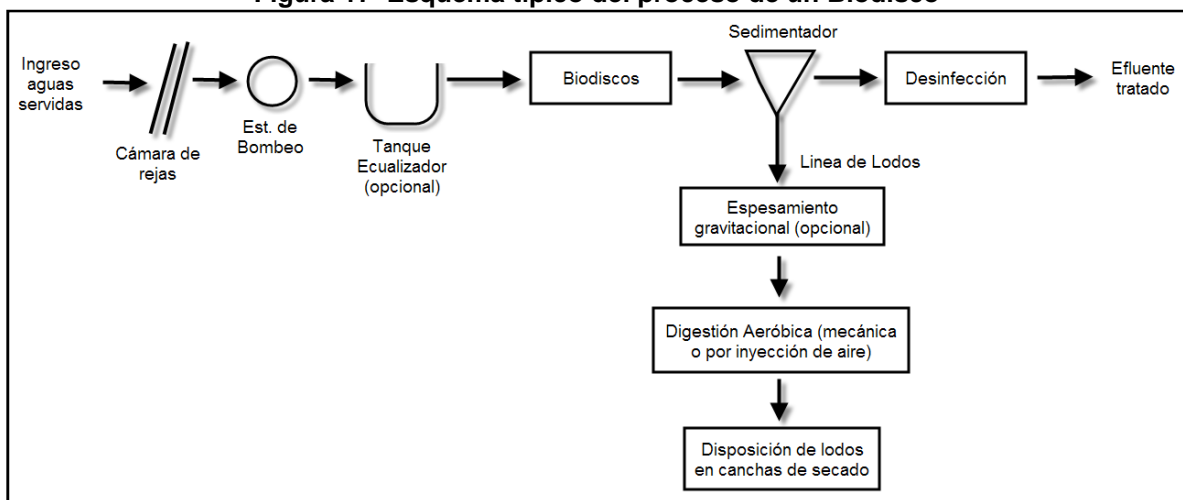
En el funcionamiento de un sistema de este tipo, el cultivo bacteriano se desarrolla adherido a la superficie de los discos, hasta formar una película biológica sobre la superficie mojada de los mismos. La rotación de los discos pone la biomasa en contacto, de forma alternativa, con la materia orgánica presente en el agua residual y con la atmósfera, para la adsorción de oxígeno. La rotación del disco induce la transferencia de oxígeno y mantiene la biomasa en condiciones aerobias. La rotación también es el mecanismo de eliminación del exceso de sólidos en los discos, por medio de los esfuerzos de corte que genera. Los sólidos que se desprenden son arrastrados desde el reactor hacia el sedimentador secundario ^[20].

5. **Sedimentación Secundaria:** Luego se tiene un sedimentador secundario. En 2 casos visitados, este era de forma circular y de fondo cónico. En otros 2 casos correspondió a un sedimentador rectangular. En todos los casos el efluente es clarificado y a través de succión del fondo, los lodos son extraídos hacia la línea de lodos.
6. **Sistema de Desinfección:** Posteriormente, el efluente clarificado es llevado a una cámara de cloración, cuyo objetivo es remover elementos patógenos remanentes del tratamiento secundario. Las cámaras de cloración son de tipo floculador para 2 casos y de estanque de contacto para los otros 2. En todos ellos se diseñó un receptáculo para aplicar dosificación de cloro líquido.
7. **Tratamiento de Lodos:** Dos de estas PTAS cuentan con una línea de tratamiento de lodos, compuesta por un espesador gravitacional, un digestor aeróbico mecánico y finalmente en todas ellas se disponía de canchas de secado de lodos.

En la PTAS del estudio de caso N° 3, el proceso de aireación en el digestor de lodos, se realizaba por inyección de aire y no existía espesador gravitacional. En la PTAS del estudio de caso N° 5, el proceso de aireación en el digestor de lodos también se realizaba por inyección de aire, pero este consideraba espesador gravitacional (en funcionamiento) posterior a la digestión y previo a la cancha de secado.

El proceso de las PTAS con tratamiento biológico de biodiscos se puede ver en el siguiente esquema:

Figura 17 Esquema típico del proceso de un Biodisco



5.4.3 Lombrifiltro

Las distintas etapas del proceso, en orden con respecto al flujo de la línea de agua, se presentan a continuación:

Pretratamiento: El tratamiento preliminar está compuesto por un canastillo de separación media (separación entre 2 a 5 cm) de limpieza manual, donde se remueve material como pueden ser envases de plástico, objetos flotantes, etc.

Es decir, este canastillo tiene la función de retener sólidos inorgánicos, que puedan ser erróneamente descargados en las aguas servidas y sólidos grandes que puedan obstruir el sistema de riego. Se aplica un chorro presurizado sobre este canastillo, para desintegrar sólidos y evitar taponamiento de aspersores en el Biofiltro.

Primera Etapa: El agua residual escurre por gravedad a través de un Biofiltro formado por capas de diversos materiales. Aquí se absorbe y procesa la materia orgánica.^[22]

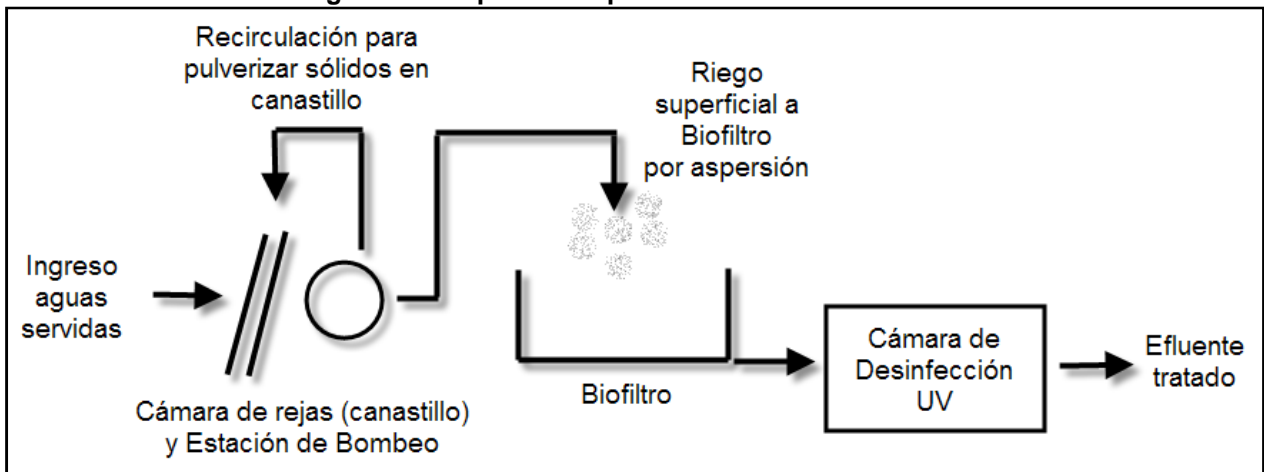
El agua residual es regada sobre un lecho compuesto por distintos estratos y cuya superficie es un lecho que contiene un alto número de lombrices. El agua residual escurre por el medio filtrante quedando retenida la parte sólida.

La parte sólida del agua residual es consumida por las lombrices y pasa a formar parte de la masa corporal de las lombrices, en donde las deyecciones de éstas son el llamado humus de lombriz.

En el caso de existir coliformes fecales, éstos son reducidos en un orden de magnitud debido a sustancias que son generadas por las lombrices y los demás microorganismos consumidores de materia orgánica que viven junto con las lombrices^[23].

Segunda Etapa: El efluente es derivado a una cámara de irradiación ultravioleta en donde se logra la eliminación de las bacterias patógenas en menos de 1 minuto.^[22]

Figura 18 Esquema del proceso de Lombrifiltración



5.5 Sistemas diagnosticados sobre la base de la información recopilada en terreno

Corresponde a un diagnóstico cualitativo, es decir, se detallan las características atribuibles a observaciones de las visitas a terreno, considerando el funcionamiento del servicio de alcantarillado y la PTAS, en cuanto a su administración, operación y mantenimiento.

Por lo tanto, considerando el diagnóstico realizado, se estableció el siguiente criterio para calificar cada planta de tratamiento en una categoría. Lo mismo se hizo con el estado de los sistemas de alcantarillado, los criterios definidos son los siguientes:

Criterios para calificar el estado de las plantas de tratamiento:

Bueno: Puede existir alguna falla puntual fácilmente reparable en alguna etapa del tratamiento o en alguna unidad componente de la PTAS. Funcionamiento adecuado de las distintas etapas del tratamiento.

Regular: Falla en una o más etapas del tratamiento, como pueden ser, generación de espumas, interrupciones esporádicas del servicio, etc. Estas fallas pueden ser reparables haciendo cambios de mediana complejidad, o mejorando la operación y mantenimiento del sistema.

Deficiente: Fallas generalizadas como pueden ser, deficiencias en pretratamiento, resuspensión de lodos en sedimentador, fallas en proceso de desinfección, interrupciones prolongadas del servicio, emisión de malos olores, etc. Se requiere asesoría técnica de expertos, debido a que las soluciones son de alta complejidad.

Incierto: No se cuenta con información suficiente para realizar una calificación de la PTAS, falta información.

Según el catastro y diagnóstico, entre las principales deficiencias detectadas en las PTAS, se encuentran:

- Plantas de tratamiento no operativas y/o desmanteladas.
- Taponamiento de difusores de aire.
- Sopladores con fallas mecánicas.
- Deficiencias en la administración, operación y mantenimiento del servicio de saneamiento.
- Falta de conocimientos técnicos por parte del operador del servicio de saneamiento.
- Cancha de secado de lodos colmatada.
- Cancha de secado de lodos con presencia de malezas.
- Emisión de malos olores.
- Resuspensión de lodos del fondo del sedimentador.
- Falla o inexistente proceso de desinfección del efluente de la PTAS.
- Interrupciones del servicio de saneamiento debido a cortes del suministro eléctrico.
- Daño o deterioro de partes y piezas correspondientes a la infraestructura de las unidades componentes de la planta de tratamiento (tuberías, tabiques deflectores, etc.)
- Capacidad de diseño de la PTAS sobrepasado.

Criterios para calificar el estado de los servicios de alcantarillado:

Bueno: Funcionamiento adecuado del servicio, pudiendo existir alguna falla puntual fácilmente reparable.

Regular: Se puede presentar más de una falla o deficiencia, pero éstas deben ser reparables haciendo cambios de mediana complejidad, o mejorando la operación y mantenimiento del servicio.

Deficiente: El sistema presenta numerosas fallas y se requiere asesoría técnica de expertos, debido a que las soluciones son de alta complejidad.

Incierto: No se cuenta con información suficiente para realizar una calificación del servicio de alcantarillado, falta información.

Según el catastro y diagnóstico, entre las principales deficiencias detectadas en el servicio de alcantarillado, se encuentran:

- Filtración de cámaras de alcantarillado.
- Daños en bombas de planta de elevación.
- Capacidad de diseño del servicio sobrepasado.
- Problemas con pendiente de colectores de aguas servidas.
- Construcción incompleta de cámaras de alcantarillado.
- No existe un registro actualizado de número de viviendas conectadas al servicio de alcantarillado.
- Taponamientos de redes de alcantarillado.

Adicionalmente, tanto para la PTAS como para el servicio de alcantarillado, se tomó en cuenta el estado del aseo en las instalaciones, la mantención del equipamiento y el funcionamiento administrativo.

5.5.1 Estudio de caso N°1, Comité de APR El Maitén

5.5.1.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 26 de mayo de 2010, se encuentra ubicada en el sector de El Maitén, en la comuna de Curicó, región del Maule. Esta PTAS corresponde a una planta de tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE) y su administración está a cargo del Comité de APR El Maitén.

Figura 19 Ubicación del servicio de Curicó al sur oriente por ruta J-665 hasta Río Lontué



La construcción de la planta de tratamiento se inició el año 2003, se entregó el año 2005 y luego entre el primer y segundo año de operación, fallaron las bombas de la planta de elevación 1 y desde el año 2007 a la fecha, la planta de tratamiento no se encuentra operativa.

Según información de los administradores del sistema, el costo total del proyecto de saneamiento, incluida la construcción de la planta de tratamiento y el servicio de alcantarillado, tuvo un costo aproximado de 560 millones de pesos (financiados por el PNUD¹³). Esta información se complementa con el costo de construcción de la PTAS, que establece el catastro de la SUBDERE (BD2), de aproximadamente 85 millones de pesos¹⁴.

La PTAS entró en operación el año 2005 a cargo del Municipio de Curicó, luego se realizó un traspaso de hecho al Comité de APR El Maitén. La administración del servicio informa que no existen documentos que formalicen dicho traspaso.

En el sector donde se encuentra esta PTAS, existen 3 sistemas de APR que proporcionan el agua potable al sector de la Obra, El Maitén y Los Castaños, respectivamente. En el sector

¹³ El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) es la red mundial de desarrollo establecida por las Naciones Unidas para proporcionar los conocimientos, las experiencias y los recursos para ayudar a los países a forjar una vida mejor [36].

¹⁴ No existe un único y claro registro del detalle del costo de la PTAS, en algunos casos se considera solo el costo de la PTAS y en otros el costo del total de obras relacionadas al saneamiento (Servicio de alcantarillado, casetas sanitarias, planta de tratamiento de aguas servidas, etc).

existe una economía sostenida en base al comercio, agricultura (huertos agrícolas y viñas), ganadería (criadero de cerdos).

Las aguas servidas tratadas en el sistema El Maitén son las que provienen de los servicios de APR de los sectores El Maitén y Los Castaños. Es decir, el sistema Los Castaños no dispone de su propia PTAS, entre otras razones, porque no disponen de terreno.

No se cuenta con información respecto de la propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS. El tamaño aproximado del terreno es de 950 [m²].

Figura 20 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.



Línea de aguas: 1 → 10 / 11 → 12 / 13 → 14 → 6 → 8

Línea de lodos: 12 / 13 → 9 → 5

Tabla 39 Tabla resumen estudio de caso N°1, Comité de APR El Maitén

# Catastro	1
# Terreno	1
Fecha visita a terreno	26 de mayo de 2010.
Región	VII
Región	MAULE
Provincia	CURICÓ
Comuna	CURICÓ
Servicio o Sistema (Localidad)	Comité de APR El Maitén.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Comité de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho al comité de APR.
Año de construcción del Servicio (AS)	2003
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2005 hasta el 2007.
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al año 2010	130
Total de arranques de agua potable (APR)	460
Capacidad de diseño de la PTAS	1.200 UD.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Deficiente: Se encuentra en funcionamiento parcial, debido a que sobrepasó su capacidad de diseño. Presenta filtraciones (70% de cámaras con problemas). Planta de impulsión con bombas dañadas.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	- No existe interés por conectarse. - Existencia de viviendas desocupadas. - Construcción de algunas viviendas posterior a la construcción de la PTAS.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Deficiente: Reactor Biológico presenta formación de malezas en el fondo del estanque, difusores de aire tapados, sólo 1 de 2 sopladores operativo. Desde el año 2007 la PTAS no se encuentra operativa.
Tarifa Cargo Fijo	\$ 2.500
Tarifa Cargo Variable	170 [\$/m ³] (sin IVA).
Sueldo Operador	\$200.000
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$646.000
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$1.000.000 (Cuando se encontraba operativa la PTAS).
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: \$ 560.000.000 (Según administradores del servicio). Fuente 2: \$ 84.749.305 (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).

Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Fondos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Fuente 2: Programa Mejoramiento de Barrios (PMB ¹⁵).
Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado de lodos con 4 subdivisiones (sin techo).
Desinfección	- Equipamiento cloradores en buen estado. - Se utilizó cloro en pastillas (mejor rendimiento). - Actualmente se descarga agua servida sin tratamiento ni desinfección (PTAS no operativa).
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Originalmente el cuerpo receptor del efluente fue el canal de regadío Santa Cristina. Actualmente y debido a que la PTAS no está operativa, se está disponiendo las aguas servidas directo a Río Lontué sin tratamiento ni desinfección.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Indican que no se ha realizado control por parte del Comité de APR.
Nivel educacional del Operador	Secundaria Completa.
Medio de transporte usado por el operador	El Operador se moviliza a pie, debido a que su vivienda particular se encuentra ubicada en un terreno frente a la PTAS (en el trayecto del hogar al trabajo demora menos de 10 minutos).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	No se ha realizado capacitación adecuada ni sostenida con respecto al servicio de alcantarillado ni tratamiento de Aguas Servidas (Sólo se entrega asesoría técnica del servicio de APR de parte de Aguas Nuevo Sur).
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	No se cuenta con información respecto de la propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS. Existe computador, Internet y teléfono en oficinas del Comité de APR.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	950 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	- No se tiene información precisa respecto de los daños de los problemas en la red de alcantarillado, planta de elevación y planta de tratamiento. - Problemas en la red de agua potable: rotura de la matriz y estrangulamiento en algunos arranques.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 35° 02' 54.25" S Longitud: 71° 13' 42.33" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

¹⁵ El Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) es un programa social, administrado por la SUBDERE y los Gobiernos Regionales, que opera bajo la modalidad de Transferencias de Capital (a otras entidades públicas) y una provisión del FNDR, otorgando solución sanitaria a la población de escasos recursos del país que habita en condiciones de marginalidad sanitaria. Adicionalmente, su objetivo específico es reducir el déficit en cobertura de abastecimiento de agua y disposición segura de aguas servidas en las áreas rurales, a través de soluciones eficientes y sostenibles [32].

5.5.1.2 Servicio de alcantarillado

Cámaras y Colectores de aguas servidas

En cuanto al servicio de alcantarillado del sector, éste se encuentra en funcionamiento parcial, debido a que se ha sobrepasado su capacidad de diseño, principalmente por las numerosas filtraciones de agua de la napa freática a las cámaras del colector de aguas servidas. Tanto para el sector de Los Castaños como del Maitén, la operación y el mantenimiento del sistema de alcantarillado se encuentra a cargo del Comité de APR El Maitén.

Por parte de los administradores se informó lo siguiente:

1. Las tuberías de la red de alcantarillado están en buen estado, el colector posee un diámetro de 200 [mm]. Las cámaras del colector presentan filtraciones desde el inicio de operación del sistema, se estima que un 70% de las cámaras tienen roturas.
2. En un comienzo, la fosa de la planta de elevación 1 tenía una profundidad de 8 [m] y luego de varios trabajos para sellarla quedó en 5 [m] de profundidad. Igualmente sucedió con los muros, los que aumentaron su espesor en cerca de 1 [m] debido a los trabajos para sellarlos.
3. Según especialistas en sistemas de saneamiento, se les informó que el caudal que se estaba tratando en la PTAS era el equivalente al de su capacidad de diseño, producto del caudal adicional que se infiltraba desde la napa freática.
4. El comité administrador acababa de ser seleccionado para el desarrollo de un proyecto de modificación de la planta de tratamiento, para hacerla entrar en operación. Con ello se pretende sellar las filtraciones de las cámaras de alcantarillado y hacer reparaciones en los sopladores y bombas.

Actualmente, los usuarios del sistema de APR de Los Castaños están conectados al servicio de alcantarillado de manera informal, debido a que al Comité de APR El Maitén no se le ha entregado formalmente el proyecto de saneamiento. Posterior a la realización de esa entrega se debiera fijar la tarifa, ya que se hace uso del servicio de alcantarillado pero no se paga tarifa por este servicio.

El sector de El Maitén tiene 130 UD (uniones domiciliarias conectadas a la red de alcantarillado) de un total de 256 socios del APR. Para el sistema de Los Castaño son 100 UD que se espera formalizar a futuro. Por otro lado, no todas las viviendas están conectadas al servicio de alcantarillado, debido a que hay un número considerable de viviendas que están desocupadas y otras que no tienen intención de conectarse al servicio de alcantarillado, debido a que no existe interés por conectarse a la red por parte de algunos pobladores.

Planta de Elevación

De acuerdo a información de los administradores, el sistema planta de elevación y planta de tratamiento en su conjunto, operó durante un año. El año 2007 comenzaron los problemas y se detuvo el saneamiento de aguas servidas. Esta situación se ha mantenido hasta la fecha de visita a terreno.

Posterior a la construcción de la PTAS y debido a la construcción de cerca de 12 viviendas vecinas a la planta de tratamiento, se construyó una segunda planta de elevación (Planta de elevación 2) de menor tamaño que la planta de elevación 1. El objetivo inicial de la construcción

de esta planta de elevación 2, era poder elevar el agua servida de estas 12 viviendas a la PTAS. Como la PTAS y la planta de elevación 1 no se encuentran operativas, la función actual de la planta de elevación 2 es evacuar el total de las aguas servidas más el caudal de infiltración al Río Lontué, sin tratamiento.

En la actualidad, no puede operar el sistema, porque las bombas de la planta de elevación 1 no están operativas y las bombas de la planta de elevación 2 no son capaces de elevar el caudal total a la PTAS, porque esta última no fue diseñada con ese propósito.

Imagen 12 Planta elevadora 1 y cámaras de planta elevadora 2



En este momento, los beneficiarios del saneamiento pagan por el servicio de alcantarillado, porque están funcionando las bombas de planta de elevación 2, que permiten disponer las aguas servidas directo al río Lontué. De no funcionaran estas bombas, rebalsaría el agua servida al canal Maquehua, canal de regadío paralelo a la ruta J-665.

5.5.1.3 Planta de Tratamiento

En un inicio, se realizaron modificaciones a la PTAS, ya que el modelo inicial de PTAS era del tipo 960 y se cambió a una tipo 1020, de manera de ampliar la capacidad de diseño del sistema, considerando que en un futuro se debía tratar las aguas servidas provenientes del sector de Los Castaños. Finalmente, la planta de tratamiento fue diseñada para tratar las aguas servidas de 1.200 uniones domiciliarias (UD).

Imagen 13 Vista en elevación y en planta de los estanques del reactor biológico



Considerando que el periodo de funcionamiento de la PTAS fue de menos de dos años y que en la actualidad ésta no se encuentra operativa, no han existido reclamos por parte de los vecinos.

Reactor Biológico

Ambos reactores se encuentran vacíos y con gran presencia de restos de lodo y maleza en el fondo del estanque, lo que deja fuera de operación a los difusores de aire.

Imagen 14 Reactor biológico y sedimentador



Los administradores indican que se hicieron modificaciones a componentes plásticos a la entrada de la PTAS, debido a que cuando estaban en funcionamiento las dos bombas impulsoras originales (planta de elevación 1), se producía un rebalse en la primera etapa de tratamiento y el caudal rebalsado vertía hacia un huerto vecino.

Casa de Máquinas

Con respecto a los implementos de la casa de máquinas, ésta cuenta con lavamanos, inodoro y ducha. En la habitación contigua existe un mesón para realizar mantención al equipamiento y se encuentran 2 sopladores.

La casa de máquinas no cuenta con la ventilación adecuada, por tal motivo los sopladores se recalentaron en varias oportunidades. Se gestionó, con el Municipio, los recursos para realizar las modificaciones e instalar una reja que permitiera la ventilación y toma de aire, pero en definitiva no se llevó a cabo porque el ruido que generaban los sopladores podía afectar a los vecinos del sector.

Imagen 15 Sala de Máquinas y baño de las instalaciones



Sopladores

En la pieza contigua al baño de la casa de máquinas, los sopladores están instalados sobre una losa de hormigón en el suelo y sólo uno de los sopladores se encuentra en condiciones de operar, el otro está en mantención.

Imagen 16 Sala de Sopladores



Desinfección

El equipamiento correspondiente a cloradores se encuentra en buen estado y en el tiempo en que la PTAS estuvo operativa se utilizó cloro en pastillas, debido a que se tuvo un mejor rendimiento que con el cloro granulado. En los bidones de las imágenes siguientes se diluye el cloro concentrado.

Imagen 17 Vista en elevación y en planta de cámara de contacto, estanques de dilución de cloro



La disposición del efluente clorado de la planta de tratamiento, en un comienzo se realizaba en el canal de regadío Santa Cristina, adyacente al terreno donde se ubica la PTAS.

Hoy en día debido a que la PTAS no se encuentra operativa, el agua servida es dispuesta sin ningún tipo de tratamiento al Río Lontué. Indican que no se ha controlado la calidad del efluente de la PTAS.

Imagen 18 Canal Santa Cristina y actual disposición de Aguas Servidas a Ribera de Río Lontué



Línea de Lodos

Con respecto a la línea de lodos, el diseño no contempló espesador por lo que éstos pasaban directamente del digester de lodos a la cancha de secado. La cancha de secado posee 4 subdivisiones y no contempla techo.

Imagen 19 Digester de lodos y cancha de secado



Luego del proceso de secado, los lodos eran usados como abono por los vecinos del sector. La cancha de secado posee una base granular, una sub base de gravilla y arena en la superficie. Por el poco uso la cancha esta se encuentra en buenas condiciones.

Según los administradores, los técnicos de Aguas Nuevo Sur les indicaron que no podían seguir disponiendo los lodos en la cancha de secado, debido a que esa era la nueva disposición reglamentaria al no estar techada la cancha de secado. Alternativamente evaluaron la posibilidad de utilizar los servicios de camión limpia fosa, el costo de este servicio era de \$120.000 por cada viaje al vertedero Maule.

Para resolver la situación anterior, Aguas Nuevo Sur les informó que está en evaluación la construcción de una planta para secar los lodos de todas las plantas de tratamiento del sector.

5.5.1.4 Operación y Mantenimiento

La PTAS estuvo en funcionamiento por el periodo de un año, en un inicio se comenzó el tratamiento de aguas servidas con sólo 50 uniones domiciliarias instaladas.

El primer problema fue que la PTAS comenzó a generar espuma, lo que en conjunto con el viento del sector, generó inconvenientes con algunos vecinos por el arrastre de esta espuma hacia sus viviendas.

El Operador indica que para la desinfección se utilizaba cloro en pastillas, el que se disolvía en agua para la posterior aplicación. El gasto aproximado en cloro era de \$30.000 mensuales.

Con respecto al proceso de aireación, los sopladores operaban en ciclos de 45 minutos y descansos de 5 minutos continuos. Los sopladores, se engrasaban completamente 1 vez a la semana, se cambiaba aceite cada 500 [hr] y trabajaban alternados en ciclos de 1 semana cada uno.

La PTAS se vaciaba 1 vez por año, se limpiaban difusores y se realizaba mantención general. Esa operación se realizaba en dos días, el procedimiento consistía en vaciar los reactores biológicos y disponer las aguas servidas directo al Río Lontué. Este procedimiento se realizaba a través de una cámara de alcantarillado y tuberías hacia al río. Para el proceso se arrendó una bomba de mayor capacidad para bombear el agua servida hacia el río.

El operador de la planta de tratamiento tiene su vivienda al frente de la PTAS, por lo que el tiempo que demora en llegar de su hogar al trabajo es de menos de 10 minutos.

5.5.1.5 Administración y Tarifas

El servicio de saneamiento ha tenido una continua pérdida de dinero, debido a que con la tarifa de servicio de alcantarillado existente el sistema no se sustenta económicamente. Es decir, el servicio de agua potable está manteniendo económicamente al servicio de alcantarillado.

Luego del primer mes de funcionamiento, la administración debió enfrentar un gasto en energía superior a los \$600.000 mensuales, es decir, cuando se les entregó la administración de la PTAS se incluía una deuda de la puesta en marcha del sistema.

Como parte de los problemas administrativos figura la adulteración de boletas de parte de un antiguo administrador por un monto total de \$1.000.000.

Por otro lado, debido al tránsito de vehículos de gran tamaño y lo artesanal del poste que sostiene el tendido eléctrico, se produjeron cortes de energía asociados a problemas con la caída el cableado eléctrico hacia la PTAS (ver Imagen 20).

Imagen 20 Poste que sostiene el tendido eléctrico hacia la PTAS



Otra situación observada tenía relación con el pago de las cuentas energéticas, ya que en algunas oportunidades, como no se contaba con los recursos para pagar estas cuentas, se

cortó el suministro eléctrico quedando la PTAS fuera de operación. La solución consistía en gestionar el pago a través de los municipios, quienes mediante aprobación del consejo, otorgaban los recursos para saldar las deudas y así continuar con la operación de las PTAS.

Con respecto a la tarifa de servicio de alcantarillado, se cobra un cargo fijo y un cargo variable distinto al del agua potable; el cargo fijo es de \$2.500 y un cargo variable de 170 [\$/m³] (sin IVA).

La administración ha evaluado la posibilidad de subir el valor de la tarifa, pero se teme a que comience una desconexión masiva del servicio de alcantarillado por parte de los beneficiarios. Considerando lo anterior, el Consejo Municipal estudió la posibilidad de que el municipio subvencionara el consumo eléctrico de las PTAS, finalmente no se aprobó esta moción debido a que en Curicó hay varias PTAS y el Municipio se resiste a hacerse cargo de cada una de ellas.

Según cálculos propios del comité, se debería cobrar una tarifa mensual de aproximadamente \$12.000 para el servicio de alcantarillado, debido al bajo número de UD instaladas. Con este escenario se retirarían muchos socios, por lo que no se ha persistido en esa acción.

En el sector de Los Castaños, se solicitó que el comité de El Maitén gestione el cobro del servicio de alcantarillado, para que no tengan que realizar ellos las lecturas de los medidores, sino que el comité El Maitén disponga de los recursos para tal efecto.

5.5.1.6 Asesoría Técnica

Si bien a la fecha, la administración informa que la PTAS ha sido visitada por técnicos y autoridades, no se ha realizado una capacitación sostenida a los operadores, en cuanto a la operación y mantenimiento de la PTAS.

Por otro lado, indican que este fue un proyecto que llegó desarrollado, es decir, se les indicó que la planta de tratamiento era de tipo Lodos Activados modalidad aireación extendida (LAAE) y sin realizar capacitación el sistema entro en funcionamiento. Comentaron que Aguas Nuevo Sur (Curicó) sólo les entrega asesoría técnica en lo que respecta al servicio de agua potable (APR), y no con respecto al servicio de alcantarillado y saneamiento.

Así mismo indicaron que según conversaciones con la empresa sanitaria, ésta plantea que el comité no puede hacerse cargo del servicio de alcantarillado, por no tener la experiencia ni el conocimiento requerido para llevar a cabo el tratamiento de las aguas servidas, además de insistir en que la tarifa actual por servicio de alcantarillado es baja. Incluso, según informaron los administradores del comité, Aguas Nuevo Sur quedó de realizar el estudio de tarifas respectivo.

Según indican, la empresa Manantial (Santiago) realizó un estudio en que el sistema El Maitén resultó uno de los peor evaluados, presentando dificultades con respecto al tratamiento de aguas servidas.

5.5.1.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

Según informan los administradores, existe la idea por parte del Municipio de construir otra planta de tratamiento de mayor capacidad en el mismo terreno donde se encuentra la actual PTAS.

En este sentido, el comité, a través de los administradores, comenta que se debiera hacer una ampliación de la planta de tratamiento del sector de los Niches, que sea capaz de tratar las

aguas servidas de los sectores de Los Castaños y El Maitén. Incluso para ellos sería ideal que esta fuera administrada por una empresa externa y así evitar que la responsabilidad del tratamiento de aguas servidas sea del comité de APR.

Lo anterior es debido a que en el caso del agua potable no tienen problemas, ya que el sistema se autofinancia. En cambio, el servicio de alcantarillado es caro en las condiciones en que se encuentran actualmente. La operación mensual del sistema llegó a significar un gasto de más de \$1.000.000.

Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Cuando se les consultó a los administradores por el proyecto de ley que regula a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR), indican que no se les ha preguntado a ellos como comité. Indican que quedaron de asistir al Congreso cuando se debatiera sobre los puntos de la Ley, pero finalmente nada prosperó.

5.5.1.8 Daños por el terremoto

Como la planta de tratamiento no se encuentra operativa, no se tiene claridad en cuanto a los daños que pudieron haberse producido por efecto del terremoto en la red de alcantarillado, planta de elevación y planta de tratamiento.

En la red de agua potable hubo, rotura en la matriz y estrangulamientos en algunos arranques que están bajo el asfalto. Esto se solucionó temporalmente mediante bypass a otros arranques.

Otro problema que tiene relación con el terremoto es que para poder otorgar subsidio a los pobladores que tuvieron mayores daños en sus viviendas, debe existir factibilidad de agua potable y servicio de alcantarillado en el terreno, por lo que el comité se enfrenta a la situación de que por un lado no pueden seguir instalando arranques, por las limitaciones de diseño de la red APR, y por otro, que existen pobladores que necesitan estar conectados a los servicios de saneamiento para tener acceso al subsidio y así poder reconstruir sus viviendas.

5.5.2 Estudio de caso N° 2, Comité de APR Villa Illinois

5.5.2.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 26 de mayo de 2010, se encuentra ubicada en la comuna de Talca, región del Maule. Corresponde a un sistema de tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE) y su administración está a cargo del Comité de APR Villa Illinois.

Figura 21 Ubicación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Comité de APR Villa Illinois, desde la ciudad de Talca al nororiente por ruta K-45 hasta llegar a Villa Illinois



El sistema de alcantarillado en conjunto con la planta de tratamiento se comenzó a construir el año 2006 y se encuentra en operación desde diciembre de 2006. La planta está diseñada para aproximadamente 450 UD y fue construida por el Municipio de Curicó y un aporte económico de los socios del comité. Dicho aporte oscila entre 3 a 8 UF según el número de conexiones ya sea baño, cocina, etc.

El comité informa que no cuenta con un registro en el que se indique el costo de construcción de la PTAS, ni tampoco del sistema alcantarillado. Por lo demás, indican que tampoco fueron informados por parte del Municipio con respecto a dichos antecedentes.

Con respecto al estado general del servicio de alcantarillado, indican que este funciona de manera regular, tienen problemas en la administración del servicio e indican que les falta conocimiento técnico en cuanto a la operación de la planta de tratamiento.

En general, la actividad económica predominante del sector es la agricultura, donde tienen una participación destacada las actividades de los temporeros en viñas y plantaciones de olivos.

El tamaño aproximado del terreno donde se dispone la planta de tratamiento es de 1.300 [m²]. A continuación se presenta el detalle de las unidades componentes de la PTAS.

Figura 22 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 1 → 2 → 3 → 4 → 5

Línea de lodos: 4 → 6 → 7 → 8

Tabla 40 Tabla resumen estudio de caso N°2, Comité de APR Villa Illinois

# Catastro	1
# Terreno	2
Fecha visita a terreno	26 de mayo de 2010.
Región	VII
Región	MAULE
Provincia	TALCA
Comuna	TALCA
Servicio o Sistema (Localidad)	Comité de APR Villa Illinois.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Comité de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	2006
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2006
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al año 2010	167
Total de arranques de agua potable (APR)	170
Capacidad de diseño de la PTAS	450 (Uniones Domiciliarias).
Estado del Servicio de Alcantarillado	Bueno.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> - No existe interés de la población por conectarse a la red de alcantarillado. - Existen viviendas con solución de fosa séptica individual. - Proyecto sólo benefició a una parte de la población. - Dificultades técnicas asociadas a la topografía del sector. - Existen viviendas desocupadas.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Regular: Existen problemas en la administración y O&M del servicio. No cuentan con conocimiento técnico adecuado de la operación y mantenimiento de la PTAS. La cancha de secado se encuentra colmatada, existe generación de espuma en reactor biológico y parte de los difusores de aire se encuentran tapados, tuberías galvanizadas para aireación se encuentran en mal estado.
Tarifa Cargo Fijo	\$ 2.900
Tarifa Cargo Variable	Tarifa Variable, entre 150 y 340 [\$/m ³]. El detalle se puede ver en el diagnóstico. El valor de tarifa considera variabilidad según: invierno / verano, diámetro del arranque de agua potable y rango de consumo de agua potable.
Sueldo Operador	\$210.000 (más el pago de imposiciones).
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$500.000

Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$1.500.000
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	El comité no cuenta con registro en el que se indique el costo de construcción de la PTAS, tampoco existen registros en el catastro de la SUBDERE (BD2).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Municipio y aporte socios de APR.
Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado de lodos con 4 subdivisiones (con techo).
Desinfección	- Buen estado del equipamiento y bombas para desinfección. - Para la desinfección se utiliza Hipoclorito de Calcio y para la dechloración Metabisulfito de Sodio.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Canal de regadío.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Indican que el servicio de salud realizó un muestreo del efluente por última vez el año 2009.
Nivel educacional del Operador	Primaria Completa.
Medio de transporte usado por el operador	Bicicleta (en el trayecto del hogar al trabajo demora cerca de 5 minutos).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	No se ha realizado capacitación adecuada ni sostenida con respecto al servicio de tratamiento. Se realizó capacitación al operador de una duración de 30 minutos, al inicio de la operación de la planta de tratamiento. Posteriormente fue capacitado por un profesional con conocimientos en el tratamiento de aguas servidas.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS es del Municipio. En la oficina del comité de APR disponen de computador pero sin acceso a Internet.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	1.300 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Caída total del cerco perimetral, corte prolongado del suministro de luz, taponamiento de difusores de aire, daño en bombas planta elevación, caída parcial del techo de la cancha de secado de lodos. Total de gastos en reparación \$3.945.000.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 35°22' 34.19" S Longitud: 71°34' 52.62" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

5.5.2.2 Servicio de alcantarillado

Con respecto a la red de alcantarillado, el principal problema es que existen 20 viviendas que no quedaron conectadas por diferentes razones. El diseño de la PTAS no consideró una reja automática para el pretratamiento, lo que hace laborioso el acceso a la fosa y posterior retiro de basuras.

Cámaras y Colectores de aguas servidas

El servicio de alcantarillado se encuentra en funcionamiento parcial, debido a que cuando se construyó la red, se instalaron en total 167 uniones domiciliarias. De ese total, no todas las uniones están operativas, y esto se debe a diversas razones.

Las causas por las que no todas las viviendas están conectadas al servicio de alcantarillado van desde que el proyecto sólo benefició a una parte de la población, a que no existe interés de parte de los beneficiarios del APR por conectarse a la red de alcantarillado. Es decir, existen 147 UD que están operativas y prácticamente son las viviendas que pagan por el servicio de alcantarillado. Las 20 viviendas restantes si bien cuentan con acceso a agua potable, no están conectadas a la red de alcantarillado.

Existe un grupo pequeño de beneficiarios que, estando disponible la UD para conectarse al servicio de alcantarillado, no poseen baño o cuentan con solución individual. Existe una vivienda con sistema de fosa séptica. Además, se tienen dos viviendas que quedaron sin acceso al servicio de alcantarillado, por dificultades técnicas asociadas a la topografía del sector y también existe un número menor, pero no cuantificado, de viviendas desocupadas que tampoco están conectadas al servicio de alcantarillado.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

El tratamiento preliminar funcionaba de manera adecuada, sin presentar sólidos gruesos posteriores a esta etapa. Ahora bien, la cámara de rejas es profunda por lo que retirar manualmente las basuras acumuladas en esa fosa, es una tarea laboriosa que debe realizar el operador.

Imagen 21 Cámara de rejas y planta elevadora



5.5.2.3 Planta de Tratamiento

Según informan los miembros del comité, la planta de tratamiento no cuenta con sistema de medición de caudal, por lo que no tienen ningún tipo de registro del caudal de aguas servidas tratadas.

La planta de tratamiento no cuenta con equipo generador de electricidad (grupo electrógeno), considerando que debiera existir un equipo de estas características en caso de que se interrumpa el suministro energético, a fin de poder seguir manteniendo en funcionamiento las bombas de elevación y los sopladores.

Imagen 22 Vista elevación y en planta de reactores y pasarela de la PTAS



Debido a que la PTAS se encuentra ubicada al ingreso de la Villa y adyacente a una casa particular, han tenido algunos problemas con los residentes de esa vivienda. Los problemas han sido por el ruido que emiten los sopladores y bombas de elevación durante su funcionamiento nocturno. Sin embargo, no han tenido quejas por malos olores o espumas provenientes de la planta de tratamiento.

Con respecto al patrimonio del comité, indican que en la oficina del comité tienen computador pero no cuentan con acceso a Internet. Informan que el terreno donde se encuentra ubicada la PTAS es del Municipio.

Reactor Biológico

En la etapa de aireación del tratamiento secundario, en el reactor se observa una gran cantidad de espuma viscosa color café. Existen zonas muertas donde no se observa buen funcionamiento de los difusores de aire, que posiblemente se encuentren tapados.

El operador indica que hizo algunas modificaciones a las tuberías de recirculación entre el sedimentador y el reactor biológico, debido a que la PTAS no estaría trabajando adecuadamente al recircular conjuntamente las natas superficiales con los lodos del fondo del sedimentador.

Imagen 23 Reactor Biológico y Sedimentador



En un principio, indica que tanto la tubería de recolección del fondo del sedimentador con la tubería de recolección del sobrenadante en la superficie del sedimentador estaban conectadas a la misma tubería principal, para recircular al reactor biológico o bien para descartar los lodos al digestor a través de una tubería de vaciado superficial.

El operador indica que él realizó un corte en las tuberías de recolección del sobrenadante del sedimentador, y si bien estas siguen recirculando igualmente al reactor biológico, no lo hacen en la misma ubicación anterior y lo hacen por separado.

Casa de Máquinas

Con respecto a los implementos de la casa de máquinas, en la primera sala se cuenta con una oficina y un baño. En la sala del medio, se encuentran instalados sobre una losa de hormigón, los 2 sopladores. En la última sala, se encuentran almacenados los químicos para la desinfección, con los bidones para el proceso de dosificación y los correspondientes equipos de bombeo. Todas las salas disponen de ventanas de ventilación.

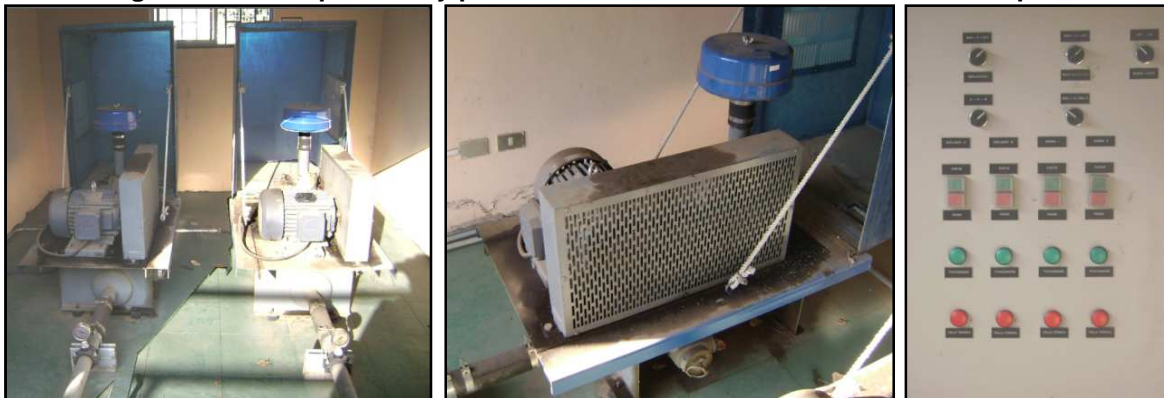
Imagen 24 Casa de Máquinas



Sopladores

Ambos sopladores se encuentran operativos, los funcionan sin carcasa protectora. El operador indica que los sopladores emiten mucho ruido, pero deben dejar la ventana y la puerta abierta para que circule aire para la ventilación, debido a que no tienen una toma de aire particular.

Imagen 25 Dos sopladores y panel de controles dentro de la Casa de Máquinas



En un principio la aireación se realizaba por periodos de 45 minutos y 15 minutos de descanso. Luego, por intermedio del comité, se contrataron los servicios de un experto para que la planta fuera diagnosticada. Indican que la persona que visitó la PTAS realizó entre otras tareas, la medición de calidad de los lodos. Este profesional, realizó un estudio y concluyó que la aireación tenía que modificarse al actual ciclo de funcionamiento, que corresponde a 30 minutos de funcionamiento con 15 minutos de descanso.

Otro problema que han tenido es con respecto a las tuberías galvanizadas que llevan el aire de los sopladores a los difusores, éstas se encuentran en mal estado y estiman según una cotización para la reparación, que gastarán \$80.000 en cambiarlas.

Considerando que la planta de tratamiento es de tipo aireación extendida, ésta debiera contar con un equipo generador de respaldo ante eventuales cortes del suministro energético, de manera de poder continuar con la impulsión y la aireación del sistema.

Desinfección

Indican que el equipamiento correspondiente a las bombas para clorar y declorar se encuentra en buen estado. Para la desinfección se utiliza Hipoclorito de Calcio (granulado 65%). Para la decloración se ocupa Metabisulfito de Sodio (en polvo). Ambos productos químicos se diluyen en bidones plásticos con capacidad de 150 litros cada uno.

Imagen 26 Bidones para dilución, almacenamiento de químicos y vista de cámara de contacto



La disposición del efluente de la planta de tratamiento, se realiza a un canal de riego cercano a la planta. Posteriormente esta agua llega a una laguna, ubicada en un fundo familiar particular en Panguilemu.

Indican que hace 1 año, el Servicio de Salud realizó un muestreo en el efluente, a la salida de la planta de tratamiento. En dicha oportunidad les indicaron que pese a que no estaban cumpliendo la normativa, debido a que se encontraban excediendo el límite de coliformes fecales, la planta de tratamiento fue la mejor evaluada del sector por el Servicio de Salud. Ese ha sido el único muestreo realizado a la PTAS desde que entró en operación.

En general tanto el operador como el comité, no tienen conocimiento de que normativas se debieran cumplir en el caso del tratamiento de aguas servidas, pero si tienen conocimiento de las normativas y muestreos que deben realizarse para el caso del servicio de agua potable.

Línea de Lodos

Con respecto a la línea de lodos, el diseño no contempló espesador, por lo que estos pasan directamente del digestor de lodos a ser dispuestos en una cancha de secado con techo, la que posee 4 subdivisiones.

Imagen 27 Digestor de lodos, Cancha de secado con techo y acumulación de lodos en el suelo



La cancha de secado cuenta con una capa superficial de arena y más abajo gravilla. Cada subdivisión tiene un dren en el fondo que retorna los líquidos a la cámara de rejillas. Además de considerar que la PTAS genera mucho lodo, indican que la cancha probablemente se encuentre colmatada, porque observan que en general es lento el proceso de secado. El lodo que tenían dispuesto al momento de la visita ya llevaba más de seis meses en proceso de secado.

Luego del proceso de secado, los lodos se acumulan en el suelo al lado de la cancha y los tapan con un plástico para que no se moje con la lluvia. Indican que no saben qué hacer con el lodo seco y tampoco saben a quién acudir para evaluar la posibilidad de disponer el lodo en algún vertedero o bien repartirlo como abono.

En resumen, no tienen conocimiento de que hacer con los lodos secos, debido a que las personas desconfían de la calidad de éstos y tampoco saben la manera de utilizarlos como abono. En general los vecinos temen que al utilizarlos como fertilizante, estos puedan contaminar sus cultivos. Tampoco ha habido una explicación de algún entendido en la materia con respecto a las bondades en su uso como fertilizante natural.

5.5.2.4 Operación y Mantenimiento

Con respecto a la mantención del equipamiento, el operador indica que engrasa semanalmente los sopladores. El aceite se cambia cada tres meses, tal como le explicaron los técnicos de AGUASIN.

Con respecto al consumo eléctrico de planta de elevación y proceso de aireación, informan que gastan cerca de \$400.000 mensuales. En un principio, antes de cambiar los tiempos de aireación se llegó a pagar cerca de \$600.000 mensuales.

En insumos para la desinfección se compra el equivalente para 6 meses, por lo que mensualmente se gasta un promedio de \$100.000.

La mantención y operación mensual el servicio de alcantarillado significa un gasto de aproximadamente \$1.500.000, sin considerar gastos adicionales que hay que realizar por imprevistos, como por ejemplo los daños ocasionados por el terremoto.

La planta de tratamiento cuenta con un sólo operador y el administrador del APR es el mismo del servicio de alcantarillado y de la PTAS. Con respecto al sueldo del operador, indican que el servicio de alcantarillado no recauda recursos suficientes para pagar éstos servicios, por lo que el servicio de APR está asumiendo el pago del sueldo del operador. El sueldo del operador es de \$210.000 mensuales más imposiciones y se encuentra con contrato de jornada completa.

El operador indica que utiliza su bicicleta para llegar de su hogar al trabajo y se demora menos de 5 minutos. El nivel educacional del operador es educación primaria completa.

5.5.2.5 Administración y Tarifas

Con respecto a la situación administrativa el Comité es la entidad responsable del servicio de alcantarillado, aunque no se ha entregado ninguna documentación que acredite el traspaso de la responsabilidad del servicio de tratamiento del Municipio al Comité de Administración.

Los miembros del comité indican que desde que le entregaron de hecho la responsabilidad de la PTAS, ha sido sólo pérdida de dinero, debido a que con la tarifa existente de servicio de alcantarillado, el sistema no se sustenta económicamente. Es decir, al igual que el caso de estudio anterior, el sistema de APR está manteniendo económicamente al servicio de alcantarillado.

Existe una cantidad no menor de morosos, hay meses en que se tiene que escoger si se paga o no la cuenta de electricidad. De otra manera, la administración indica que no alcanzaría para pagar por alguna reparación en el sistema, como el caso de la reparación de alguna tubería o la compra de algún insumo. Es decir, no existe un capital de trabajo.

En los meses de verano se recaudan aproximadamente \$600.000 mensuales por concepto de pago del servicio de alcantarillado. El resto del año el monto recaudado es de aproximadamente \$300.000 mensuales, por lo que deben utilizar fondos recaudados a través del servicio de agua potable para suplir los gastos del servicio alcantarillado.

Con respecto a la tarifa del servicio de alcantarillado, se cobra un cargo fijo y un cargo variable distinto al del agua potable. El cargo fijo del servicio de alcantarillado es de \$2.900.

Por otro lado, existe una tarifa variable que es distinta ya sea para invierno como para verano. Adicionalmente, en verano se toma en cuenta el consumo de agua potable según diámetro de arranque del APR. En definitivas cuentas, la tarifa mensual se detalla en las siguientes tablas.

Tabla 41 Cargo fijo

Cargo Fijo	\$2.900
-------------------	----------------

Tabla 42 Cargo variable invierno

Cargo Variable Invierno	
Arranque de ½"	Arranque de ¾"
180 [\$/m ³]	245 [\$/m ³]

Tabla 43 Cargo variable verano considerando rango de consumo de agua potable

Cargo Variable Verano		
Según rango de consumo de agua potable	Arranque de ½"	Arranque de ¾"
0 – 15 [m ³]	150 [\$/m ³]	190 [\$/m ³]
16 – 30 [m ³]	205 [\$/m ³]	235 [\$/m ³]
31 [m ³] o más	270 [\$/m ³]	340 [\$/m ³]

Como comité han abordado la posibilidad de aumentar el valor de la tarifa, pero en general la respuesta de los usuarios es que no están en condiciones de enfrentar un aumento. Ellos estiman que la tarifa debiera ser de \$4.500 de cargo fijo más el cargo variable, para poder mantener el servicio de alcantarillado, sin tener que hacer uso de los dineros recaudados con el APR.

5.5.2.6 Asesoría Técnica

Inicialmente la PTAS tuvo un año de garantía, por cuenta de la empresa AGUASIN, donde continuamente los técnicos asistieron al operador. En la actualidad, es necesario se realice una capacitación técnica al operador, debido a que han tenido numerosas fallas, sobre todo con las bombas de elevación.

El operador informa que en la planta de tratamiento hay un manual que explica el proceso de tratamiento y al momento de la entrega de la PTAS, la empresa AGUASIN, lo capacitó por cerca de 30 minutos.

Es decir, realizaron una capacitación rápida indicándoles a grandes rasgos las etapas del proceso, el circuito que realiza el agua servida y los lodos. Indican que desde que comenzó a operar la planta de tratamiento, el operador ha ido aprendiendo por ensayo y error.

Posteriormente, el operador indica que el comité gestionó la visita por parte de un profesional con conocimiento en el tratamiento de aguas servidas. Indican que el asesoró al operador con respecto a el funcionamiento de la PTAS, le explicó por qué se realizaba aireación, cual debía ser el color que tenían que tener los lodos, etc. El operador informa que en un comienzo realizaba test de sedimentación, pero que actualmente la operación es realizada por inspección visual del operador, sin apoyo instrumental.

5.5.2.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

El comité opina que en el caso del agua potable no se tienen problemas mayores, el sistema se autofinancia. En cambio el servicio de saneamiento, es caro en las condiciones en que se encuentran actualmente y genera continuos problemas para la administración y operación. Informan que debido a que el comité no cuenta con los recursos económicos suficientes, continuamente tienen problemas para pagar la cuenta de consumo de electricidad.

Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Cuando se le consultó al comité por La ley que vendría a regular los Servicios Sanitarios Rurales (SSR), indican que no conocen el proyecto y tampoco tienen información. Si manifiestan desconfianza, en cuanto a que la ley pueda pasar a llevar el trabajo realizado hasta la fecha por el comité de APR.

5.5.2.8 Daños por el terremoto

El comité informa que dentro de los problemas ocasionados por el terremoto, cuentan la caída de la reja del cerco perimetral, corte prolongado del suministro energético, por lo que la PTAS estuvo sin operar por una semana debido a que no cuenta con sistema de generación eléctrico.

Si bien el sedimentador muestra algunas grietas en la parte basal de su estructura de hormigón, no existen filtraciones a través de esas grietas.

La administradora informa que por los daños en el servicio de alcantarillado, tuvo que pedirse un aporte de \$7.000 a los usuarios para poder paliar los costos de reconstrucción. En total indican que las reparaciones tuvieron un costo de aproximadamente \$4.000.000.

Entre los daños destacan que se cayó la totalidad del cierre perimetral de la PTAS, se taparon completamente los difusores de aire, debido a que cuando se cortó el suministro eléctrico siete días, los sólidos sedimentaron y taparon los difusores.

Se dañaron las bombas de la planta de elevación y también se cayó parte del techo de la cancha de secado de lodos.

La reparación de difusores y bombas estuvo a cargo de un particular que trabajó en Aguas Nuevo Sur, debido a que fue la alternativa de menor costo considerando los servicios de AGUASIN, que cobraba por visitar la PTAS y luego realizar una cotización.

Los costos de reparación fueron en total \$3.945.000 el detalle se puede revisar en la Tabla 44 a continuación:

Tabla 44 Detalles costos de reparación PTAS post terremoto

Asunto	Costo
Instalación de reja perimetral de la PTAS.	\$ 1.900.000
Recambio de difusores de aire.	\$ 1.540.000
Reparación de techo de cancha de secado de lodos.	\$ 400.000
Reparación de 1 de las 2 bombas de planta de elevación (valor aproximado de cada bomba es \$600.000).	\$ 105.000
Total	\$ 3.945.000

En el sistema de APR también se tuvieron problemas debido al terremoto, el estanque de almacenamiento no alcanzó a caer, pero tanto la plataforma como la estructura que soporta el estanque presentaron fallas.

5.5.3 Estudio de caso N°3, Cooperativa de APR Artificio

5.5.3.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 09 de junio de 2010, se encuentra ubicada en Artificio, en la comuna de Cabildo, región de Valparaíso. Esta PTAS corresponde a un Biodisco y su administración está a cargo de la Cooperativa de APR Artificio.

Figura 23 Ubicación del servicio a 9 Km al norponiente de Cabildo por ruta E-35 hasta Río Petorca



La planta de tratamiento se comenzó a construir el año 2003, se encuentra en operación desde mayo de 2004.

Tanto la planta de tratamiento como el sistema de alcantarillado y casetas sanitarias fueron construidos a través de fondos provenientes del Programa Chile Barrio para el Municipio de Cabildo. Los miembros del directorio informan que la totalidad del proyecto tuvo un costo de construcción de aproximadamente 1.500 millones de pesos. De todas maneras informan que no tienen un documento que indique el costo total del proyecto, debido a que no se ha realizado un traspaso formal de la administración.

Si bien no ha existido una entrega formal de la administración por parte de la Municipalidad, es la Cooperativa de APR Artificio la entidad que administra el servicio de alcantarillado y la PTAS desde mayo del 2004, el traspaso de la administración ha sido sólo de hecho.

La Cooperativa posee personalidad Jurídica y Rut: 84.666.200-6. En la oficina de la Cooperativa disponen de computador y cuentan con servicio de telefonía y acceso a Internet. Como parte del patrimonio se cuenta el terreno donde se encuentra emplazada la PTAS. Dicha propiedad pertenecía a un privado que vendió el terreno en cerca de 4 millones de pesos al Municipio de Cabildo, el terreno tiene un tamaño aproximado de 4.800 [m²].

Los miembros del directorio están evaluando la posibilidad de comprar un vehículo para la Cooperativa, debido a que cuentan con un capital remanente de la recaudación de la tarifa por el servicio de saneamiento y el servicio tiene requerimientos que muchas veces quedan sujetos a la disponibilidad de vehículo particular de los miembros del directorio.

Informan que la principal actividad económica del sector en Cabildo es la Agricultura y en Petorca se llevan a cabo faenas de pequeña Minería.

Tabla 45 Tabla resumen estudio de caso N°3, Cooperativa de APR Artificio

# Catastro	1
# Terreno	3
Fecha visita a terreno	09 de junio de 2010.
Región	V
Región	VALPARAÍSO
Provincia	PETORCA
Comuna	CABILDO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR Artificio.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	2003
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2004
Tipo de Tratamiento	Biodisco.
UD / Uniones Domiciliarias al año 2010	440
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	500 (Uniones domiciliarias).
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Existen problemas con pendiente de colectores de aguas servidas y viviendas con problemas de conexión a la red de alcantarillado.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	- Existencia de viviendas con solución de fosa séptica individual. - Dificultades técnicas propias a la topografía del sector. - No existe interés por conectarse al servicio de alcantarillado.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Bueno: Presentan continuos cortes de luz, filtración en cámara posterior a la salida de la etapa de desinfección, acumulación de arenas en exceso en las unidades del tratamiento.
Tarifa Cargo Fijo	\$ 1.900
Tarifa Cargo Variable	Se cobra el equivalente al 50% del consumo variable de agua potable. La tarifa de Agua potable varía entre 270 y 700 [\$/m ³], según rango de consumo.
Sueldo Operador	\$300.000 (incluye imposiciones). La Cooperativa costea el pago de servicios básicos de luz, agua, gas y vivienda del Operador.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$700.000
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$1.350.000

Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	\$1.500.000.000 (PTAS más servicio de alcantarillado) (Según administradores del servicio).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Programa Chile Barrio ¹⁶ .
Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado de lodos con 3 subdivisiones (sin techo).
Desinfección	- Buen estado del equipamiento: bombas para clorar y decolorar. - Para la desinfección se utiliza Hipoclorito de Calcio y para la decoloración Metabisulfito de Sodio.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Canal de regadío. Adicionalmente, el efluente puede ser almacenado en un estanque de regulación de agua de riego de 12 [m ³] de capacidad.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	1 vez al año.
Nivel educacional del Operador	Secundaria Completa.
Medio de transporte usado por el operador	El operador cuenta con vivienda en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS. De todas maneras, éste cuenta con vehículo personal (moto).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Se hicieron dos semanas de inducción al operador al momento de entrega del proyecto, donde se entregaron instrucciones de: Tratamiento de aguas servidas, funcionamiento de Biodisco y unidades componentes de la PTAS. El actual operador recibió instrucciones del primer operador.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La Cooperativa dispone de computador, Internet y teléfono. El terreno donde se encuentra la PTAS pertenece al Municipio.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	4.800 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Caída parcial del cierre perimetral y corte de luz temporal, éste no interfirió con el tratamiento debido a que cuentan con generador eléctrico de respaldo.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 32°24' 2.90" S Longitud: 71°6' 10.58" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

¹⁶ EL Programa Chile Barrio tiene por objetivo, contribuir a la superación de la pobreza de los habitantes de los asentamientos precarios identificados en el Catastro Nacional de Asentamientos Precarios, realizado en el año 1996, por el Instituto de Vivienda de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile. El programa persigue mejorar la calidad de vida de estas personas a través del mejoramiento de su situación habitacional y la calidad de su hábitat. Adicionalmente, el programa busca superar las condiciones de exclusión y marginación social en que se encuentran estas personas mediante la capacitación socio laboral. (Fuente: http://www.subdere.gov.cl/1510/articles-66381_recurso_1.pdf).

Figura 24 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 1 → 2 → 5.1 → 5.2 → 5.3 → 5.4 → 7 → 10

Línea de lodos: 5.4 → 5.5 → 9 → 4

5.5.3.2 Servicio de alcantarillado

El sistema de alcantarillado se encuentra en estado regular, debido a que presenta algunas deficiencias en cuanto a que existen viviendas sin conexión a la red de alcantarillado, tienen problemas con pendiente de colectores de aguas servidas y acumulación de arenas en exceso en distintas unidades componentes de la PTAS.

Cámaras y Colectores de aguas servidas

El sistema de alcantarillado de Artificio se encuentra compuesto por 5 colectores, los que corresponden a un colector principal con 4 ramales. En total existen 440 Uniones domiciliarias y si bien, indican que el proyecto benefició a toda la población, existen viviendas que cuentan con agua potable pero que presentan problemas o no tienen conexión al servicio de alcantarillado.

Entre las principales deficiencias, existen 2 viviendas que presentan continuos problemas en las uniones domiciliarias y existe un grupo de 3 viviendas sin conexión a la red de alcantarillado, en la Calle 21 de Mayo con el callejón de la Posta y la carretera B-35, debido a que el tramo en cuestión no tiene pendiente suficiente para poder conectarse.

Existen 15 beneficiarios que renunciaron al servicio de tratamiento debido a que no existe interés de su parte por conectarse al servicio de alcantarillado ya que no hacen uso del mismo al no tener vivienda construida, sólo disponen de terreno. Esta situación no genera mayor problema a la cooperativa porque dichos beneficiarios no están haciendo uso del sistema.

Hay 3 viviendas que siendo socios del APR, cuentan con solución de fosa séptica individual y no están pagando por el servicio de alcantarillado. Existen también 5 viviendas que no cuentan con baño, por lo que tampoco están conectadas al servicio de alcantarillado.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

El tratamiento preliminar funcionaba de manera adecuada. Si bien no se presentan sólidos gruesos posteriores a esta etapa indican que un problema no menor es la acumulación de arena en los estanques posteriores al pretratamiento.

En relación a lo anterior, tienen continuos problemas por acumulación de arenas en el estanque de equalización, taponamiento de difusores y erosión en alabes de las bombas. Se presenta acumulación de arena en el filtro estático fijo y bandeja de estruje, por lo que ellos tienen intención de construir una cancha pequeña junto a este filtro para poder disponer arenas.

Se puede apreciar que igual que en casos de estudios anteriores, la cámara de rejas es profunda por lo que retirar manualmente las basuras acumuladas en esa fosa, es una tarea laboriosa que debe realizar el operador.

Imagen 28 Cámara de rejas y planta de elevación (Estación de bombeo)



5.5.3.3 Planta de Tratamiento

El sistema de tratamiento entró en operación el 2004 y corresponde a un tratamiento por Biodisco. La planta de tratamiento tiene una capacidad de diseño para 2.500 habitantes, es decir, de un número máximo de 500 UD.

La planta de tratamiento cuenta con una etapa de pretratamiento con rejas, luego una estación de bombeo o planta de elevación y posteriormente el filtro estático fino con una bandeja de estruje. La siguiente etapa corresponde a un estanque equalizador, luego el reactor donde se encuentra el Biodisco y posteriormente el sedimentador.

Imagen 29 Vista lateral de biodiscos, filtro estático fino y canchas de secado de lodos



Imagen 30 Filtro estático fino con bandeja de estruje y estanque equalizador



Biodisco y Sedimentador

Existe un crecimiento de biomasa bacteriana parejo para los 3 discos que componen el Biodisco. No se presentan sectores con crecimiento de algas excesivo en los discos, debido a que el techo impide la entrada de luz excesiva y los discos se encuentran protegidos con malla raschel.

Imagen 31 Biodisco y Sedimentador



El sedimentador secundario se encuentra funcionando de manera adecuada, sin presentar resuspensión de lodos ni natas superficiales. El efluente de esta unidad se observó bien clarificado, situación que se puede apreciar en la imagen anterior.

Para la línea de lodos se cuenta con un digestor aeróbico de lodos (inyección de aire) y la planta cuenta con una cancha de secado de lodos sin techo.

Imagen 32 Digestor de lodos y primera sección de cancha de secado de lodos



La planta cuenta con medidor de caudales y el operador indica que actualmente a la planta ingresa un caudal de 1,5 [L/s]. Según la administradora, el caudal de diseño es de 2,8 [L/s] y puede recibir un caudal máximo de 7,8 [L/s].

Casa de Máquinas

Con respecto a la casa de máquinas, esta cuenta con 5 habitaciones, en la primera sala de la derecha se encuentra la oficina con el panel eléctrico. En la pieza inmediatamente contigua, se dispone de un mesón de trabajo y dos lavamanos.

Luego en la tercera sala se encuentra un generador eléctrico, con la sala debidamente dispuesta para la aislación del ruido y una entrada de aire. En las otras dos salas se cuenta con camarines y baños con ducha, lavamanos e inodoro.

Imagen 33 Panel eléctrico, mesón de trabajo y generador eléctrico en casa de máquinas



Sopladores

Los dos sopladores se encuentran dentro de la caseta y están instalados sobre una losa de hormigón en el suelo. Ambos sopladores se encuentran operativos y funcionan destapados, debido a que la caseta se encuentra debidamente aislada del exterior y con la correspondiente toma de aire.

Imagen 34 Sala de sopladores



Desinfección

Cerca del sedimentador y adyacente a la cámara de desinfección se encuentran almacenados los químicos para la desinfección, los bidones para el proceso de dosificación y los correspondientes equipos de bombeo. Estos elementos se encuentran protegidos por una reja y un techo que permiten la adecuada ventilación y protección de los elementos.

Imagen 35 Bidones para proceso de dosificación y equipos de bombeo



Indican que el equipamiento correspondiente a las bombas para clorar y declorar se encuentra en buen estado. Para la desinfección se utiliza Hipoclorito de Calcio y para la decloración se ocupa Metabisulfito de Sodio. Ambos productos químicos se diluyen en bidones plásticos.

La disposición del efluente de la planta de tratamiento, se realiza a un canal de regadío cercano a la planta, el que posteriormente llega a unas vegas en una parcela particular de cerca de 30 [ha] de plantación, parcela que colinda con el Río Petorca.

Adicionalmente, mediante la operación de válvulas, el efluente tratado puede también almacenarse en un estanque de regulación de agua de riego de capacidad 12 [m³], en el cual

se acumulan temporalmente las aguas tratadas, que se usarán para riego de plantas y árboles del mismo terreno donde se ubica la PTAS.

Si bien informan que no existen roturas en estanques del proceso, si existe una filtración en cámara posterior a cámara de contacto de desinfección con cloro, la que se puede visualizar en la Imagen 36.

Imagen 36 Cámara de contacto y filtración en cámara posterior a desinfección



Informan que el año 2009, se tuvo un problema con un vecino de una industria conservera aguas abajo de la PTAS, en cuanto a existencia de dudas con respecto a la calidad del efluente de la planta de tratamiento, lo que pudo estar fuera de norma y afectando la calidad del cuerpo receptor. Por esta razón, se realizaron las gestiones por parte de la Cooperativa con el Laboratorio Silob, para medir la calidad del efluente y en esa oportunidad se resolvió que la planta cumplía la normativa vigente.

Indican que se realizaron muestreos de calidad una vez al año, y además informan que no se han cursado multas. El efluente producido por la planta se observa bien clarificado al momento de la visita.

Imagen 37 Unidad de adición de cloro diluido y unidad de dechloración



Línea de Lodos

Con respecto a los lodos, estos son bombeados a la cancha de secado de lodos, cancha que se encuentra subdividida en 3 sectores. Mediante la operación manual de pequeñas compuertas, se selecciona la cancha de secado que se ocupará para el proceso de secado.

Los lodos secos son almacenados en el terreno de la planta de tratamiento y luego se utilizan como abono para árboles y plantas existentes en el mismo terreno. El lodo en las canchas de secado no emitía malos olores lo cual indica que éstos fueron bien estabilizados durante el proceso.

El operador indica que un problema recurrente, con respecto al lecho de secado, es que los lodos se demoran considerablemente en secarse. Indican que debido a que la cancha de secado no cuenta con techo, cuando llueve estos se mojan lo que retrasa el proceso de secado de lodos.

Imagen 38 Digestor de lodos y último sector de cancha de secado de lodos



5.5.3.4 Operación y Mantenimiento

Con respecto a la mantención y reparación de equipos, indican que no han tenido dificultades, debido a que el actual operador se encarga de la mantención oportuna de los sopladores, bombas y paneles eléctricos. Entre ellas destacan las mantenciones de las bombas y de los equipos eléctricos de la planta, mantención en rodamientos, recambio de bobinas de las bombas, engrasado de motores (cada 3 meses) y el recambio de aceite (realizado según la temperatura que alcanzan los motores).

Al año estiman que se gastan cerca de \$600.000 en mantención general, reposición de membranas del clorador, grasa y aceite para motores, reparación de bombas, herramientas, piolas, cableado eléctrico y petróleo entre otros gastos. Indican que el año 2008, se realizó la compra de una bomba a la empresa KSB. La bomba se instaló en la planta de elevación y se han ido reparando el resto de las bombas.

En energía eléctrica se gasta un promedio de \$750.000 mensuales ya que la planta tiene sistema de aireación permanente y también planta de elevación. Indican que en insumos para la desinfección gastan cerca de \$250.000 mensuales.

De todas maneras no existe un registro impreso de gastos pormenorizado, sólo queda sujeto al recuerdo de los miembros de la cooperativa.

Cuentan con operador de la PTAS que tiene su domicilio en el mismo terreno donde se ubica la planta de tratamiento. Tiene contrato de trabajo de jornada completa y el nivel educacional alcanzado por el operador es secundaria completa.

El sueldo del operador es de \$300.000 al mes, incluido el pago de imposiciones. Además la cooperativa costea la luz, el agua y el gas de la casa que entregan sin costo al operador, esta se ubica en el mismo terreno de la PTAS.

La planta de tratamiento cuenta con manual de operación y un plano de la planta de tratamiento, en la oficina de la casa de máquinas. El operador llevaba un cuaderno de registro de caudales hasta el año 2008, el 2009 no se registró caudales debido a que nadie le pedía que actualizara el registro. Si lleva un registro del cloro que se ocupa en la desinfección y posterior uso de metabisulfito para la decloración.

Con respecto a la aireación, los sopladores funcionan alternados por periodos de 2 horas, es decir, funciona un aireador y luego de dos horas se detiene y comienza a funcionar el otro aireador, sin pausas.

El operador indica que si bien tiene el cono para realizar test de sedimentación, no lo utiliza y tanto la recirculación de lodos al reactor, como el descarte se realizan como resultado de inspección visual de parte del operador. Las descargas de lodos al lecho de secado las realiza cada 3 o 4 días.

Existe un problema con la configuración del panel eléctrico debido a que el relé de asimetría tiene un rango estrecho para el voltaje, por lo que continuamente se presentan cortes en el sistema. Los sensores de fallo del PLC¹⁷ funcionan en base al nivel de temperatura, por lo que al sobrecalentarse fallan y comienza a funcionar el grupo electrógeno. El operador tiene que resetear manualmente el sistema cuando se activan los sensores de luz del panel.

El generador eléctrico tiene un rendimiento de 4 [L/hr] y el estanque de petróleo tiene una capacidad de 100 [L], por lo que cuenta con 25 horas de autonomía estando con el estanque de petróleo a máxima capacidad.

Finalmente indican que una vez al año se realiza mantención con un camión limpia fosa que retira la acumulación de arena en los distintos estanques del proceso. La última limpieza se realizó en mayo de 2009, en dicha oportunidad se hizo retiro de arena en fosas y estanques.

5.5.3.5 Administración y Tarifas

Con respecto a la tarifa por servicio de alcantarillado existe un cargo fijo y variable distinto al del APR. El cargo fijo es de \$1.900 mensuales y el cargo variable tiene relación con lo que se consume de agua potable. Es decir, lo que se cobra como gasto variable de servicio de alcantarillado, es el equivalente al 50% del consumo de agua potable según la siguiente tarifa por tramo de consumo.

Tabla 46 Tarifa variable de servicio de alcantarillado

Tramo de consumo [m ³]	Tarifa [\$/m ³]
1 a 10	250
11 a 30	280
31 a 40	485
41 en adelante	700

Nota: No existe variación de la tarifa por estación del año (invierno / verano).

¹⁷ PLC: Programmable Logic Controller / Controlador lógico programable.

Cabe destacar que con respecto a la tarifa del agua potable (APR), existe además una cuota social mortuoria de \$100 mensuales por arranque, lo que se traduce en una ayuda económica única de \$50.000 para ayudar con los gastos al momento de fallecer un socio del APR.

Existen también beneficios para los miembros del Directorio, los que se traducen en la gratuidad de una cierta cantidad de metros cúbicos de agua potable.

5.5.3.6 Asesoría Técnica

Cuando se hizo entrega del proyecto por parte de la empresa Manantial, se realizaron 2 semanas de inducción al operador. Este proceso correspondió a instrucción con respecto al tratamiento de aguas servidas, funcionamiento del Biodisco y unidades componentes de la PTAS.

Informan que el actual operador de la planta de tratamiento, sólo recibió información con respecto al tratamiento por parte del primer operador de la planta. Complementariamente el actual operador ha ido aprendiendo el funcionamiento de la planta a medida que van surgiendo problemas. Él mismo, indica que le gustaría poder acceder a algún curso de capacitación para plantas de tratamiento de aguas servidas.

Para la contratación del operador actual de la PTAS, la cooperativa contrató los servicios de un psicólogo, para que estableciera cual de los 3 candidatos a operador era el más indicado para la vacante al puesto de trabajo, procedimiento distinto a lo observado en otras cooperativas o comités de APR.

El fundamento de esta medida, fue que el operador tendría que vivir en la casa que se encuentra en el mismo terreno de la planta. Además se sabía de problemas de burlas existentes en otras plantas en relación a vivir y trabajar en un sistema de saneamiento de estas características.

5.5.3.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Los miembros del directorio, indican que tienen conocimiento del proyecto que entregará un marco legal a los servicios sanitarios rurales. Además comentan que el 2010 asistieron a una reunión informativa en Quillota, reunión que contó con presencia de personal del Ministerio de Obras Públicas.

Comentan que como cooperativa están acostumbrados a ser autónomos, tienen que regirse por la ley de Cooperativas del Ministerio de Economía y por el reglamento, es decir, presentar un balance de cuentas a la contraloría.

Indican además que existe tranquilidad por parte de la administración de la Cooperativa, considerando que esperan que se regulen tarifas, las cooperativas tendrán que postular a una licencia y en general esperan que se ordene y se cuente con mayor información, al mismo tiempo que se preste un mayor apoyo a la labor de las Cooperativas. Comentan que existen servicios que reclaman el no haber sido considerados para la elaboración de este proyecto, pero a la vez, no existió interés de parte de esos servicios por informarse y participar del proceso.

5.5.3.8 Daños por el terremoto

Sólo se cayó panel de un sector del cierre perimetral, el terremoto no causo problemas considerables en la PTAS, ni tampoco en el servicio del APR. Además, comentan que se detuvo el suministro energético por un periodo de tiempo que no afectó la continuidad del tratamiento, debido a que la planta cuenta con generador eléctrico de emergencia.

5.5.4 Estudio de caso N°4, Cooperativa Servicio Agua Potable de Pedegua

5.5.4.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 09 de junio de 2010, se encuentra ubicada en Pedegua, en la comuna de Petorca, región de Valparaíso. Esta planta corresponde a una planta de tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE) y su administración está a cargo de la Cooperativa Servicio Agua Potable de Pedegua.

Figura 25 Ubicación del servicio a 13 Km al nororiente de Cabildo por ruta E-35 hasta llegar a Pedegua (San Ramón N° 14, Pedegua)



La planta de tratamiento se comenzó a construir el año 1997 y se supone que debía terminarse el año 1998. Existieron varios problemas con retrasos de parte de la empresa contratista, por lo que la planta de tratamiento se encuentra operativa desde marzo de 2002.

El proyecto fue financiado con recursos provenientes del programa Chile Barrio, el cual consideró, a través del SERVIU, la construcción del sistema de alcantarillado, casetas sanitarias con baño y cocina y planta de tratamiento de aguas servidas.

Si bien no existe una documentación oficial al respecto, el administrador indica que el costo total de la construcción del servicio de alcantarillado, casetas sanitarias y planta de tratamiento, fue de aproximadamente 600 millones de pesos y se realizó en dos etapas.

El estado general del servicio es regular, con algunas deficiencias en tapas de cámaras de alcantarillado que se encuentran en mal estado y problemas con la pendiente de colectores de aguas servidas. Se tuvieron hundimientos de terreno porque se realizó un mal proceso de compactación.

La capacidad de la PTAS, es decir, el número máximo de UD para las cuales se encuentra diseñada, es de cerca de 350 UD (específicamente 1.255 habitantes, según el informe de la DIA adjunto en el ANEXO (D)).

Figura 26 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 2 → 3 → 4 → 6 / 7 → 8 / 9 → 10 → 11

Línea de lodos: 8 / 9 → 5 → camión limpia fosa

Con respecto al patrimonio, indican que el terreno donde se encuentra ubicada la PTAS es de propiedad del Municipio. El tamaño del terreno es de aproximadamente 550 [m²].

En la oficina de la Cooperativa disponen de computador, no cuentan con servicio de telefonía fijo y tampoco cuentan con acceso a Internet. Si cuentan con teléfono celular y correo electrónico.

En un principio la oficina de la Cooperativa pertenecía a Correos de Chile y en la actualidad, luego de una tramitación en Bienes Nacionales, la oficina está cedida en comodato a la Cooperativa por parte del Municipio de Petorca. La Cooperativa posee personalidad Jurídica, decreto 217 del 24/11/1967 y Rut.

La actividad económica principal de Pedegua es la agricultura y también la pequeña minería.

Tabla 47 Tabla resumen estudio de caso N°4, Cooperativa Servicio Agua Potable de Pedegua

# Catastro	1
# Terreno	4
Fecha visita a terreno	09 de junio de 2010.
Región	V
Región	VALPARAÍSO
Provincia	PETORCA
Comuna	PETORCA
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de Servicio Agua Potable de Pedegua Ltda.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	1997
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2002
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	195
Total de arranques de agua potable (APR)	290 (aproximadamente).
Capacidad de diseño de la PTAS	1.255 habitantes (Equivalente a 350 UD aprox.).
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Existen problemas con la pendiente del colector de aguas servidas y tapas de cámaras de alcantarillado en mal estado o construcción incompleta.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	- El proyecto sólo benefició a una parte de la población. - No existe interés por conectarse a la red de alcantarillado. - Dificultades técnicas propias a la topografía del sector.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Bueno: La PTAS presenta un daño en el tabique separador del sobrenadante de uno de los sedimentadores secundarios.
Tarifa Cargo Fijo	\$ 1.900
Tarifa Cargo Variable	150 [\$/m ³].
Sueldo Operador	\$147.000 (Operador con jornada completa). \$130.000 (Operador con jornada parcial).
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$320.000
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$420.000
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	\$ 600.000.000 (PTAS más servicio de alcantarillado y casetas sanitarias) (Según administradores del servicio).

Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Programa Chile Barrio.
Forma de Disposición de Lodos	- No existe cancha de secado de lodos. - Hacen uso de camión limpia fosa cada dos años, a un costo de \$1.700.000 por cada servicio.
Desinfección	Mediante aplicación de cloro en pastillas. Cuentan con equipo de dechloración pero no se ha utilizado.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	A través de tubería de desagüe de la PTAS, el efluente desemboca al Río Petorca.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	En el año 2007 se realizó el último análisis de calidad de efluente. No se continuó realizando debido a su elevado costo. Además, el servicio de salud realizó una inspección a la PTAS 1 mes antes de la visita a terreno.
Nivel educacional del Operador	Primaria completa.
Medio de transporte usado por el operador	Bicicleta (En el trayecto del hogar al trabajo demora cerca de 10 minutos).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	No se ha realizado capacitación técnica con respecto al tratamiento de aguas servidas.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La Cooperativa dispone de computador sin conexión a Internet y no tiene teléfono fijo. El terreno donde se encuentra la PTAS es de propiedad del Municipio, cedido en comodato a la Cooperativa de APR.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	550 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 32°21' 28.12" S Longitud: 71°4' 15.76" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

5.5.4.2 Servicio de alcantarillado

El sistema de alcantarillado pasa por la calle Manuel Montt (Ruta E-35) y existen además ramales hacia la población. La Cooperativa es responsable del servicio de alcantarillado y la PTAS, pero no se ha realizado una entrega formal del servicio por parte del Municipio.

Cámaras y Colectores de aguas servidas

El alcantarillado presenta problemas con la pendiente de los colectores y las tapas de las cámaras de alcantarillado no se ajustan al diámetro de los anillos dispuestos, por lo tanto el cierre no queda completamente sellado.

Imagen 39 Problema con sello de tapas de cámaras de alcantarillado



En la actualidad existen 195 uniones domiciliarias instaladas, incluida la posta, escuela y sala cuna. Las causas por las que no todas las viviendas cuentan con UD se divide en dos razones. El proyecto no benefició a la totalidad de la población, 46 viviendas quedaron fuera del proyecto. Además existe un sector de 27 viviendas que no tiene acceso debido a que se encuentra bajo la cota del colector de aguas servidas. Además existen 17 viviendas que no se han incorporado al sistema aún teniendo colector frente a la vivienda.

Cámara de rejás y Plantas de Elevación

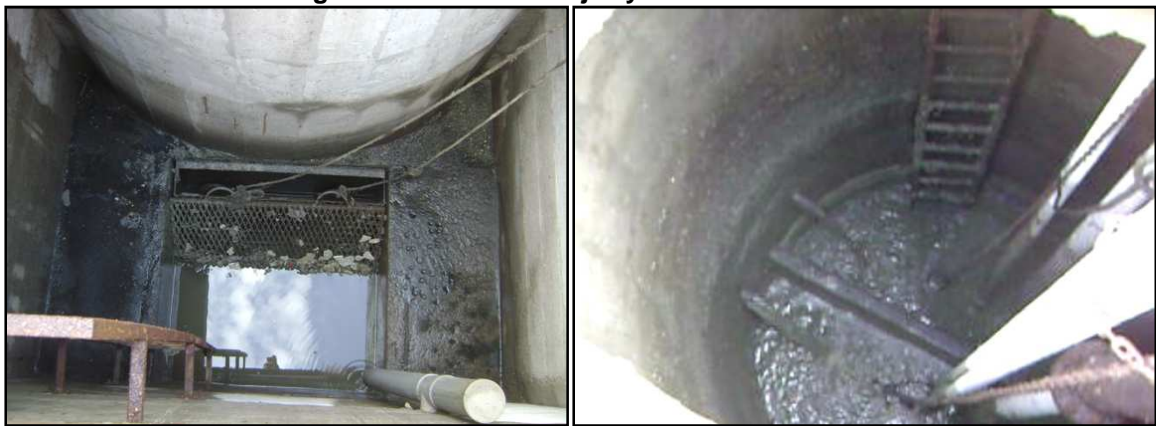
La planta no cuenta con desarenador, por lo que las arenas se acumulan en las unidades posteriores al pretratamiento. No se observó presencia de sólidos gruesos posteriores a esta etapa. Han tenido problemas con las bombas de la planta de elevación, pero éstas fueron reparadas y en la actualidad se encuentran en funcionamiento.

Al igual que en casos de estudio anteriores, se tiene el mismo problema en la cámara de rejás. Las tapas se encuentran oxidadas lo que presenta un peligro para el operador. Otro problema es que estas cámaras son profundas, por lo que retirar manualmente las basuras acumuladas en esa fosa, es una tarea laboriosa que debe realizar el operador. Para facilitar las tareas de limpieza de la reja se utiliza un chorro de agua presurizado para disolver los sólidos.

Imagen 40 Cámaras de inspección de rejas y estación de bombeo, detalle de reja



Imagen 41 Cámara de rejas y Planta de elevación



5.5.4.3 Planta de Tratamiento

Ya en la planta de tratamiento, las aguas pasan por un aquietador, que quita velocidad al agua servida que entra al reactor biológico.

Imagen 42 Aquietador y vista planta de tratamiento desde pasarela central



Reactor Biológico

El sistema se encuentra operativo y diseñado con dos estanques en paralelo, es decir, existen 2 reactores biológicos y también dos sedimentadores.

No se observan diferencias entre las aguas de las líneas paralelas y tampoco formación de espuma, se aprecia una buena formación de floc y un adecuado burbujeo en el reactor, sin presentar zonas muertas. Las imágenes siguientes corresponden al mismo reactor biológico en descanso y en aireación.

Imagen 43 Reactor Biológico (2 Unidades en paralelo separadas por pasarela)



Si bien el siguiente es un problema ya solucionado, uno de los reactores biológicos comenzó a tener problemas de taponamiento en los difusores de aire. Se informó de la muerte de bacterias y el agua comenzó a tomar un color negro, lo que generó mal olor en el sector.

En dicha oportunidad se contrató a la empresa SITA, para la limpieza de reactor y de digester de lodos, el costo fue asumido por el Municipio. Desde entonces y luego de un cambio completo de difusores a ese reactor, el funcionamiento mejoró sustancialmente.

Sedimentador

En las unidades de sedimentación secundaria existen algunos problemas. Una de las unidades se encuentra funcionando de manera adecuada (esta se encuentra tapada con malla raschel para evitar crecimiento de algas), pero la otra presenta una rotura en el separador del sobrenadante (deflectora de fibra). En las imágenes siguientes se puede apreciar el sedimentador con problemas.

Imagen 44 Sedimentador con deficiencias debido a rotura de plancha separadora



Al estar rota la plancha separadora del sobrenadante, estos ingresan a la cámara de desinfección. El operador realiza un retiro manual del sobrenadante con colador.

Casa de Máquinas

La planta de tratamiento cuenta con equipo generador de electricidad en la casa de máquinas, el cual está ajustado para trabajar en horas punta (entre las 18.00 y las 23.00 horas) y no caer así en tarifa por sobre consumo.

En la sala de máquinas, se encuentran en piezas separadas un baño (inodoro, ducha y lavamanos), una sala con los 2 sopladores (con aislante acústico y silenciador) y en otra pieza un escritorio de trabajo, junto al generador eléctrico. Esa sala cuenta además con toma de aire y tubo de escape para generador de respaldo. Disponen además de una bodega.

Imagen 45 Generador eléctrico y toma de aire



Con respecto al consumo eléctrico de planta de elevación y proceso de aireación informan que no han tenido problemas con cortes de suministro energético, además cuentan con generador de emergencia. El consumo de energía se redujo configurando el generador eléctrico para que opere en los horarios punta, por lo que el gasto de energía es de aproximadamente \$300.000 al mes.

Imagen 46 Baño del operador y escritorio de trabajo



Sopladores

El administrador indica que con respecto a la aireación, cuentan con 2 sopladores tal que el funcionamiento es durante las 24 hrs del día, en intervalos de 15 minutos. Es decir, entra en marcha el primer soplador y al cabo de 15 minutos se detiene y comienza la marcha del segundo soplador, así sucesivamente las 24 horas del día.

Imagen 47 Sala de máquinas con dos sopladores y silenciador



Desinfección

La cámara de contacto para el proceso de desinfección, cuenta con un sistema de almacenamiento de pastillas de cloro, por lo cual el efluente del sedimentador entra en contacto directo con las pastillas de cloro y luego permanece en la cámara de contacto. No se observa resuspensión en la cámara de contacto y no se observa turbiedad en el efluente.

El efluente ya desinfectado, pasa a una cámara y luego a una tubería de aproximadamente 150 [m], por medio de la cual se dispone el efluente directamente a la ribera del Río Petorca.

Imagen 48 Dispositivo de desinfección con tubos para el depósito de pastillas y muestra de efluente PTAS en botella transparente



Para la desinfección se utiliza cloro en pastillas y si bien hace 3 años se realizó la compra de clorador, no se ha realizado cloración del efluente. Están pensando en cambiar a cloro granulado debido a que tiene mejor rendimiento.

Indica el administrador que han realizado análisis de calidad del efluente con el Laboratorio Silob Chile. Se realizaron 3 muestreos en febrero, abril y junio de 2007.

El primer análisis resultó sobrepasado, sobre todo en los niveles de coliformes fecales que dispone la normativa, luego se realizaron las modificaciones con el proceso de desinfección y se mejoraron los resultados del último muestreo.

En esa oportunidad sólo resultó sobrepasado en el valor máximo admisible de DBO, el resto cumple la normativa. El último análisis fue en el 2007 y no se siguieron realizando análisis

porque tienen un elevado costo (los resultados se adjuntan en el ANEXO (D)). Informan que no han cursado multas y el Servicio de Salud visitó la planta y realizó muestreo un mes antes de la visita a terreno.

Línea de Lodos

Con respecto a la línea de lodos, del sedimentador los lodos pasan al digester aireado y ahí son almacenados hasta que son extraídos por un camión limpia fosas cada 2 años. Esto se debe a que la planta no cuenta con cancha de secado. El costo del servicio de limpieza es de \$1.700.000 en cada oportunidad.

Imagen 49 Digestor de lodos y difusores de aire con tubería de PVC en parte final



5.5.4.4 Operación y Mantenimiento

Existen dos operadores para la planta de tratamiento y el servicio de APR. El administrador que realiza también la asesoría técnica a la cooperativa, trabaja además como contratista en obras civiles.

En lo que respecta al gasto mensual en operación del servicio de alcantarillado, se tienen los siguientes ítems. Sueldo de operador \$147.000 con jornada completa y \$130.000 para operador con jornada parcial, energía eléctrica \$320.000, insumos para desinfección \$166.000 al año debido a que realizan sólo una compra. El sueldo del administrador es de \$475.000 líquido y los servicios honorarios de la recaudadora son \$80.000 mensuales. Los servicios de contabilidad son de \$34.000 mensuales.

Con respecto al mantenimiento y reposición de equipamiento, 3 veces al mes se realiza mantención y limpieza por parte de un contratista particular, por un valor de \$208.000 mensuales. Adicionalmente, se contabilizan gastos extras que no se tengan contemplados en esta prestación de servicios. Un ejemplo de ello, es que el año 2009 se construyó baño y bodega para la planta, lo que tuvo un costo total de \$253.000. En total, el año 2009 se gastaron \$5.038.916, es decir, aproximadamente \$420.000 mensuales.

Ambos operadores se movilizan en bicicleta de su hogar al trabajo, demorando ambos un tiempo promedio de 10 minutos. El nivel de estudios alcanzados por los operadores es educación primaria completa.

5.5.4.5 Administración y Tarifas

El traspaso de la responsabilidad por parte del Municipio no se ha formalizado, es decir, el traspaso a la Cooperativa fue de hecho.

En relación a la tarifa por servicio de saneamiento, existe un cargo fijo de \$1.900 y un cargo variable de 150 [\$/m³], para cualquier tramo de consumo de agua potable. No existen diferencias de tarifa en invierno y verano.

Con respecto a la relación de la Cooperativa con el Departamento de Cooperativas del Ministerio de Economía, la información de orden técnico genera dificultades de entendimiento de los trámites a realizar por parte de las Cooperativas.

Indican que no se ejemplifica la manera de cómo proceder en casos típicos. Por ejemplo con respecto a la contabilidad, a través del sitio web se publica la información, pero debido a que los administradores de los servicios no son expertos en temas legales, se dificulta el entendimiento de los procedimientos contables.

En ese sentido, indican que les convendría más, ser un Comité y no una Cooperativa, debido a que la relación con el Municipio fiscalizador sería mucho más directa.

Por otro lado, hacen ver que existe falta de participación de los socios del servicio de APR y falta de conocimiento de parte del directorio de cómo se administra el servicio. Advierten que sólo ahora se están reuniendo 2 veces por mes para informar al directorio los avances en la Cooperativa, pero anteriormente sólo se realizaban reuniones mensuales.

Ahora bien, como parte de los incentivos para participar del directorio de la Cooperativa, existe descuento de un 70% del consumo de agua potable para los miembros del directorio.

No existen antecedentes tales como planos de la planta, pero si existe un informe técnico de la DIA, titulado "Sistema de Alcantarillado sector Pedegua comuna de Petorca" el cual se adjunta en el ANEXO (D).

5.5.4.6 Asesoría Técnica

No se ha realizado capacitación técnica a la Cooperativa de parte de una empresa sanitaria o experto en tratamiento de aguas servidas. Un mes antes de la visita a terreno, la municipalidad costó la limpieza de la planta de tratamiento a cargo de la Empresa Sita, esto fue de \$6.000.000 por el servicio.

5.5.4.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

El administrador indica que está en estudio la posibilidad de instalar telemetría en la PTAS, pero de momento sólo cuentan con computador en la oficina del servicio de APR y no en la planta de tratamiento. Esta modernización al sistema es una idea que pretenden llevar a cabo más adelante.

Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Con respecto al proyecto de ley que vendría a regular los servicios sanitarios rurales, informa que tienen poca información pese a que han asistido a reuniones.

Indican que ese es un tema que debieran ver los dirigentes, no los administradores, debido a que su responsabilidad es para mantener operativo el suministro y el tratamiento de aguas servidas.

Informan que en la actualidad los dirigentes se han preocupado más por el tratamiento de aguas servidas, en un comienzo sólo se tenía preocupación por el tratamiento de agua potable.

5.5.4.8 Daños por el terremoto

Uno de los operadores de la PTAS realizó la inspección luego del terremoto y no se informó de ningún problema.

5.5.5 Estudio de caso N°5, Comité de APR Los Cerri llos

5.5.5.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día jueves 10 de junio de 2010, se encuentra ubicada en la comuna de Catemu, región de Valparaíso. Esta planta corresponde a una planta de tipo Biodisco y su administración está a cargo del Comité de APR Los Cerrillos.

Figura 27 Ubicación del servicio de Catemu 11 Km al norte por ruta E-615 hasta llegar a Los Cerrillos



La planta de tratamiento de Biodisco, se comenzó a construir en septiembre de 2006 por la empresa Manantial, con fondos provenientes del Programa de Mejoramiento de Barrios. Con los mismos fondos y simultáneamente, se construyó el sistema de alcantarillado.

El comité no cuenta con información acerca del costo total del proyecto, pero indican que fue un conjunto de obras, tales como: Servicio de alcantarillado, planta de tratamiento, servicio APR, postes de alumbrado público y casetas sanitarias, entre otros. Esta información se complementa con el costo de construcción de la PTAS, que establece el catastro de la SUBDERE (BD2), de aproximadamente 130 millones de pesos y que correspondió al desarrollo de un proyecto del Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB).

El servicio se encuentra en operación desde septiembre de 2007, luego de 3 meses de marcha blanca. El estado general del servicio es deficiente, con problemas en la operación de la planta en las unidades siguiente: Biodisco, sedimentador y cámara de contacto. Además, no se encuentran desinfectando el efluente de la PTAS.

Con respecto al patrimonio del comité, indican que en la oficina del servicio de APR cuentan con computador y acceso a Internet. El acceso a Internet es un servicio Wi-Fi para la comunidad. Este proyecto se desarrollo a través de un programa del Municipio. La antena se encuentra ubicada en la copa del servicio de APR y el plan se encuentra en marcha blanca. Indican además que no cuentan con teléfono fijo, debido a que no existe red de telefonía hacia el sector. Sólo cuentan con celular y la cobertura es deficiente.

Con respecto al patrimonio del Comité, la propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS se compró con los mismos fondos provenientes del Programa de Mejoramiento de Barrios. Ellos entienden que la propiedad del terreno es del Comité, pero no existen documentos que respalden dicha información. No existe información de la escritura de ese terreno en los

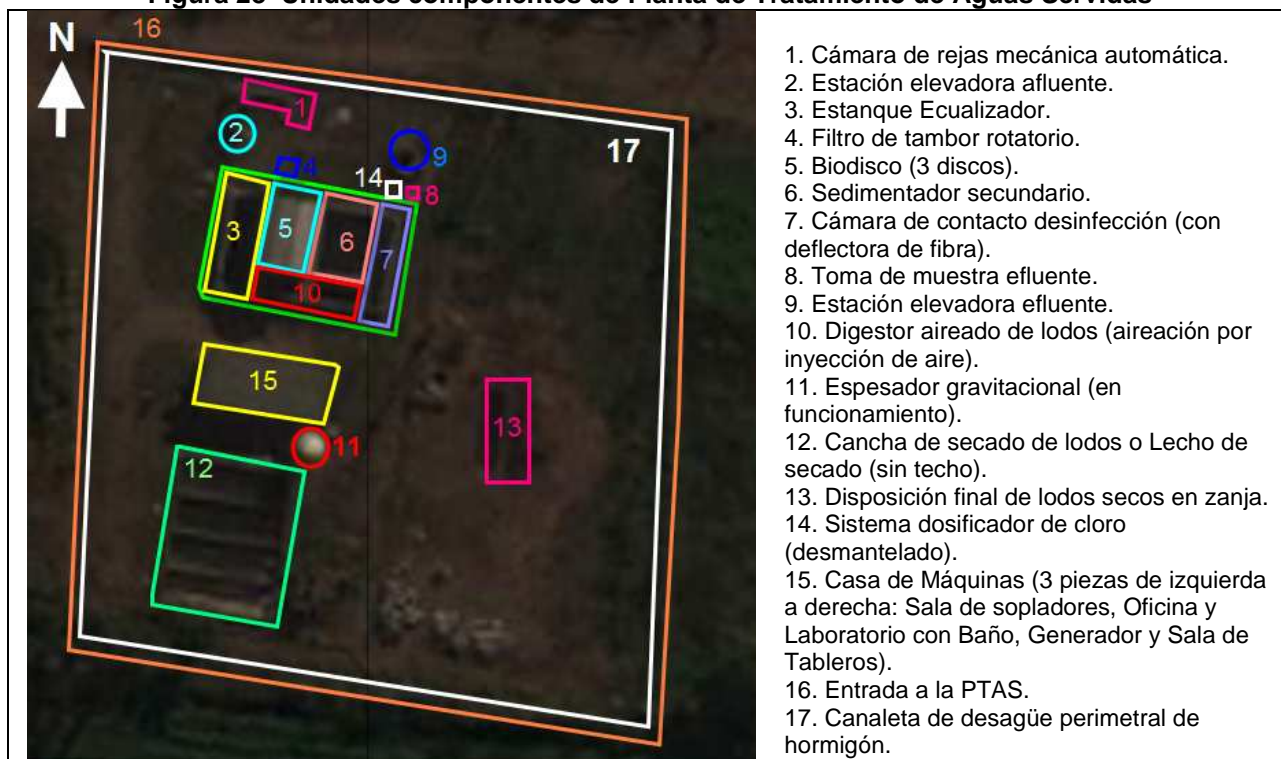
archivos del Comité. El tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS es de aproximadamente 2.500 [m²].

Informan que cuentan con computador e Internet en la oficina del Comité de APR. En la planta de tratamiento no tienen ninguno de estos servicios.

La actividad económica principal del sector es la agricultura y plantación de frutales, nogales, parrones, almendras, paltos, etc. También existe actividad minera.

Al momento de la visita, en el sistema de APR, se encontraba realizando la práctica profesional a un alumno de la carrera de Procesos Industriales de la Universidad de Viña del Mar.

Figura 28 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 14 → 8 → 9

Línea de lodos: 6 → 10 → 11 → 12 → 13

Tabla 48 Tabla resumen estudio de caso N°5, Comité de APR Los Cerrillos

# Catastro	1
# Terreno	5
Fecha visita a terreno	10 de junio de 2010.
Región	V
Región	VALPARAÍSO
Provincia	SAN FELIPE
Comuna	CATEMU
Servicio o Sistema (Localidad)	Comité de APR Los Cerrillos.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Comité de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho. No existe claridad en cuanto a la responsabilidad del tratamiento.
Año de construcción del Servicio (AS)	2006
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2007
Tipo de Tratamiento	Biodisco.
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	209
Total de arranques de agua potable (APR)	302
Capacidad de diseño de la PTAS	1.000 (Uniones domiciliarias), información no oficial.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Bueno.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto sólo benefició a una parte de la población. - Existencia de soluciones individuales con fosa séptica. - No existe interés por conectarse a la red de alcantarillado.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Deficiente: Problemas generalizados en la PTAS (Problemas en el biodisco, sedimentador y cámara de contacto. Además, no se encuentran desinfectando el efluente de la PTAS).
Tarifa Cargo Fijo	\$ 3.000
Tarifa Cargo Variable	Sólo cargo fijo.
Sueldo Operador	\$201.308 (más el pago de imposiciones).
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$700.000 (con cargo al Municipio).
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	\$129.764.320 (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Programa de Mejoramiento Barrios (PMB) (Catastro SUBDERE (BD2)).

Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado de lodos con 4 subdivisiones (sin techo).
Desinfección	No se está desinfectando el efluente de la PTAS. Se cuenta con las bombas dosificadoras, pero faltan los bidones para diluir el cloro. Además, no se tiene conocimiento de cómo realizar el proceso.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Estero La Poza el que desemboca en Río Aconcagua.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	El Comité de APR no ha realizado control de la calidad del efluente.
Nivel educacional del Operador	Primaria incompleta.
Medio de transporte usado por el operador	A pie (En el trayecto del hogar al trabajo demora cerca de 3 minutos).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Se realizó breve capacitación para la entrega de la PTAS (2007). En la actualidad, el operador presenta dudas respecto del proceso general, sobre todo desinfección del efluente.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	En la oficina del servicio de APR, cuentan con computador con conexión a Internet (Wi-Fi). No disponen de teléfono fijo, pero si con celular (con cobertura deficiente). Se desconoce información con respecto a la propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	2.500 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	- Rotura planchas separadoras en cámara de contacto (tabiques deflectores). - Corte de suministro eléctrico de 1 semana (No se llevó a cabo el tratamiento durante ese periodo, aún cuando disponen de generador de respaldo).
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 32°41' 49.50" S Longitud: 70°55' 57.09" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

5.5.5.2 Servicio de alcantarillado

Cámaras y Colectores de aguas servidas

El número total de uniones domiciliarias conectadas a la red de alcantarillado es de 209 UD. Existen en total cerca de 90 viviendas que no están conectadas al servicio de alcantarillado. La razón de ello es porque no toda la población fue beneficiada, existen viviendas con solución particular de fosa séptica y no hay interés de su parte por conectarse al servicio de alcantarillado.

Del total de viviendas que no están conectadas, existen 56 viviendas, que por dificultades propias de la topografía (se encuentran bajo la cota del colector), no pudieron conectarse al servicio de alcantarillado. Todas esas viviendas cuentan con solución de fosa séptica (dos viviendas por fosa, es decir, 28 fosas).

Los pobladores de esas 56 viviendas se encuentran esperando un subsidio para poder conectarse a la red, tal como ocurrió a los beneficiarios del subsidio que a través del Programa de Mejoramiento de Barrios, que benefició a 171 personas cuando se construyó la planta de tratamiento. Para el servicio de alcantarillado, se pagó 3 UF; y si se solicitaba además baño y cocina, se debía pagar un monto mayor que podía alcanzar hasta 8 UF.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

Indican que el sistema de alcantarillado no cuenta con plantas de elevación fuera de la existente dentro de la PTAS, las aguas servidas circulan por gravedad hacia la planta de tratamiento, donde existe una planta elevadora hacia el estanque de ecualización.

El tratamiento preliminar está compuesto por una unidad de reja mecánica auto limpiante, por lo que las tareas de limpieza de la reja se simplifican para el operador de la PTAS.

Imagen 50 Vista lateral de unidad reja mecánica auto limpiante



Informan que no tienen problemas de acumulación de arena, si tienen mucha acumulación de basuras en la cámara de rejas, debido al mal uso que se le da al servicio de alcantarillado por parte de la población beneficiada.

De todas formas, el pretratamiento funciona de manera correcta ya que el efluente de esta unidad no presenta sólidos gruesos en suspensión en la etapa posterior.

Luego del estanque ecualizador se cuenta con un filtro de tambor rotatorio, el que elimina semillas, hojas y sólidos de menor diámetro. La separación de las barras es de aproximadamente 1 [mm].

Imagen 51 Vista frontal y lateral de filtro de tambor rotatorio



5.5.5.3 Planta de Tratamiento

El comité informa que la capacidad de diseño de la PTAS es de un máximo de 1.000 uniones domiciliarias, pero no existe una información oficial con respecto a esta información debido a que no existen documentos de respaldo.

Indican que en la PTAS no llevan ningún registro de medición de caudal, debido a que no cuentan con macromedidor. Además, indican que no cuentan con manual de operación en la planta de tratamiento, pero si disponen de los planos de la planta.

Ecualizador

El agua residual es recolectada en un estanque de ecualización. Este estanque actúa como una represa de balanceo y es utilizada para separar sólidos, papel y otros desperdicios recibidos con las aguas servidas que pasan el pretratamiento, además, de servir para nivelar la variación diaria en la carga hidráulica.

Este estanque cuenta con difusores de aire distribuidos en 3 hileras de 5 difusores cada una, conformando un total de 15 difusores. Presenta formación de espuma y mal olor debido a que es la primera etapa del tratamiento.

En la figura siguiente se puede observar una imagen del ecualizador detenido y en aireación, se puede apreciar el correcto funcionamiento de los 15 difusores.

Imagen 52 Ecuador detenido, recibiendo afluente de aguas servidas y en proceso de aireación



Biodisco

Esta unidad de tratamiento está compuesta por 3 biodiscos, los que se encuentran girando a velocidad constante, sin detenerse. Si bien el Biodisco se encuentra techado, el rotor de este se encuentra descubierto.

Indican que han existido frecuentes problemas mecánicos con el motor del Biodisco, por lo que han tenido que realizar mantenencias seguidas.

Imagen 53 Vista lateral de Biodiscos y Rotor



El aseo en esta unidad es deficiente, presentándose manchas de aguas servidas en paredes, lo que genera mal olor y suciedad en la planta.

Además, existe abundante presencia de algas en el Biodisco, el que no cuenta con malla raschel para protegerlo del sol en su parte lateral. No se aprecia una cantidad adecuada de biofilm en los discos. Lo anterior se debe principalmente a una operación incorrecta, debido a que el operador indica que se realizaba limpieza de los discos con agua potable, de manera de remover el biofilm acumulado.

Sedimentador

El sedimentador secundario se observa funcionando de forma deficiente, debido a que se presenta abundante resuspensión de lodos y se encuentra emitiendo mal olor.

Imagen 54 Vista lateral del sedimentador secundario y lodos aglomerados en resuspensión



Casa de Máquinas

La casa de máquinas cuenta con 3 piezas, de aproximadamente 3x3 [m²] cada una. En la primera de ellas se encuentran los dos sopladores, en la segunda se encuentra la oficina y un laboratorio con baño, y finalmente en la tercera se encuentra el generador eléctrico con toma de aire y la sala de tableros eléctricos. La casa de máquinas, en su interior, se encuentra bien aseada y ordenada.

La planta cuenta con un generador eléctrico de respaldo en buen estado. Si bien este se encuentra operativo, cuando se producen cortes de luz, el motor del Biodisco se detiene debido a que no se encuentra configurado para que se reinicie automáticamente estando el generador eléctrico funcionando.

Imagen 55 Toma de aire, generador y panel eléctrico en la casa de máquinas



Sólo están automáticamente conectados al generador, el proceso de impulsión y aireación de la planta. Además cuando vuelve el suministro eléctrico a la planta hay que volver a iniciar manualmente la rotación del Biodisco, lo que interfiere con la continuidad del proceso. En esta planta de tratamiento, al igual que otras plantas diagnosticadas, tienen problemas con la poca holgura que existe en los relés de asimetría del PLC.

Sopladores

Ambos sopladores se encuentran en funcionamiento y en buen estado. Estos están configurados para que funcionen en intervalos de 6 horas, es decir, estando en funcionamiento un soplador al cabo de 6 horas este se detiene y comienza inmediatamente a operar el otro soplador por 6 horas, así se van alternando sucesivamente.

Imagen 56 Sopladores en la casa de máquinas



Desinfección

Con respecto a la desinfección, en este momento no se encuentran clorando el efluente de la PTAS. Además, indican que en la planta no se ha realizado desinfección del efluente, pese a que existen bombas dosificadoras, pero faltan los bidones para diluir el cloro y además el operador indica que no tiene conocimiento sobre cómo realizar el proceso.

Imagen 57 Vertedero de salida del sedimentador y entrada a cámara de contacto desinfección



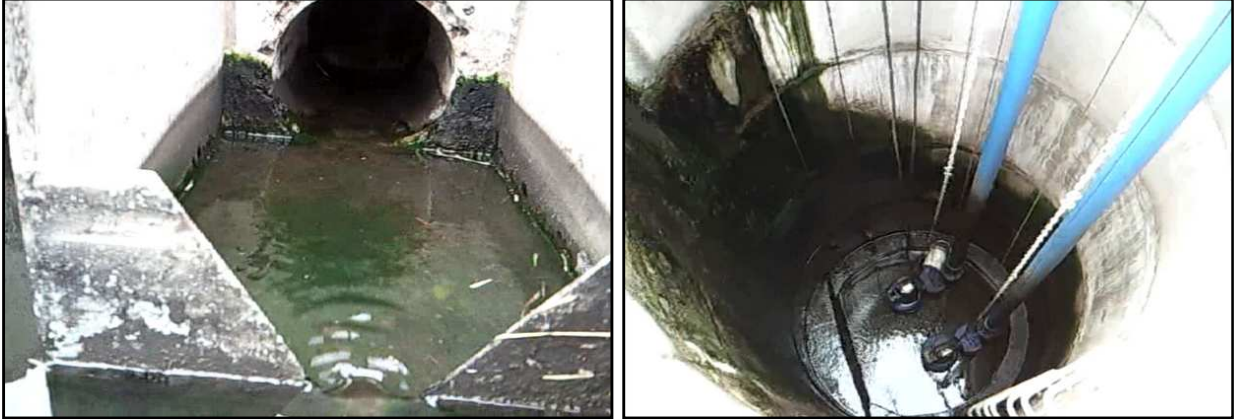
Además, la cámara de contacto para la desinfección no cuenta con los paneles separadores (deflectores), presenta lodos sedimentados, paredes con huella de lodos, crecimiento de algas y turbiedad.

El receptor del efluente de la PTAS es el Estero La Poza, el que se ubica al ingreso al sector de Los Castaños.

Estación elevadora efluente

En el estanque de acumulación del efluente de la PTAS, se presenta una huella significativa de lodo en las paredes, lo que supone una deficiente calidad del efluente de la planta.

Imagen 58 Vertedero de salida cámara de contacto desinfección y estación elevadora efluente



Línea de Lodos

Con respecto a la línea de lodos, si bien los 12 difusores de aire se encuentran en funcionamiento, no se sabe en qué condiciones se encuentra la bomba tipo airlift que extrae los lodos del fondo del sedimentador secundario hacia el digestor de lodos. Del digestor, los lodos son bombeados al espesador y posteriormente dispuestos en una cancha de secado sin techo.

La operación en la línea de lodos no es adecuada, debido a que los lodos dispuestos en la cancha de secado presentan un alto contenido de humedad y además presentan mal olor.

Imagen 59 Vista del digestor de lodos en aireación



Imagen 60 Espesador de lodos y mangueras utilizadas para disposición de lodos en cancha



Luego de disponer los lodos en la cancha de secado, éstos ya secos son vertidos en una zanja excavada en tierra, de 1.5 [m] de profundidad, en el terreno de la PTAS. La cancha de secado de lodos y la zanja en tierra se pueden apreciar en la Imagen 61.

Imagen 61 Cancha de secado de lodos y disposición final de lodos secos en zanja



5.5.5.4 Operación y Mantenimiento

Existen dos operadores trabajando para el Comité, uno de ellos se encarga del servicio de APR y el otro se encarga de la planta de tratamiento de aguas servidas. El operador del servicio de APR comenzó sus funciones en el año 1987, desde que se conformó el Comité y el operador de la planta de tratamiento de aguas servidas, inició sus funciones en octubre de 2007.

El operador, se moviliza a pie para llegar de su hogar a la planta de tratamiento y demora cerca de 3 minutos. El nivel educacional del operador, es primaria incompleta¹⁸ (cursado hasta séptimo básico). La situación contractual del operador es con contrato laboral jornada completa. El sueldo del operador de la PTAS es de \$201.308 más pago de imposiciones.

Con respecto a la operación y mantenimiento de la planta, informan que los gastos se reducen a mantención de bombas y motores, tales como engrasado, recambio de aceite, cambio de rodamiento del Biodisco, etc. El operador indica que no han hecho uso de camión limpia fosa y sólo una vez se ha realizado una limpieza a los estanques de la planta de tratamiento, en tal oportunidad se hizo limpieza y recambio de difusores.

¹⁸ Nivel Básico o Enseñanza Básica : Primero a Octavo básico (1° a 8° básico)

Con respecto a la mantención del equipamiento, informan que el engrasado del motor del Biodisco se realiza cada dos meses, al igual que el recambio de aceite al generador eléctrico. Además, una vez al año realizan mantención a los sopladores. Para el cambio de los rodamientos del Biodisco, se pidió ayuda económica al Municipio, debido a que el costo era elevado para ser costeado por el Comité.

El ingreso mensual promedio del servicio, por concepto de servicio de alcantarillado, es de \$450.000. El gasto promedio de energía de la planta de elevación, aireación y Biodisco es de aproximadamente \$700.000 mensuales. Actualmente, el costo de la electricidad está siendo financiado por el Municipio, de otra manera el sistema no se sostendría económicamente y tendrían que subir el valor de la tarifa de servicio de alcantarillado y saneamiento.

El mayor gasto en servicio de alcantarillado, realizado por el Comité, ha sido un gasto de 3 millones de pesos en compra de materiales e insumos, para conexión de viviendas a la red de alcantarillado. El costo de estas instalaciones varía, ya que depende de la distancia entre la vivienda y la red de alcantarillado. En promedio, una conexión al servicio de alcantarillado es de \$180.000, incluido en el valor la mano de obra y los materiales.

Además, todos los meses se cambian los filtros de los sopladores, esto tiene un costo menor de \$1.500 mensuales.

Informan que se han presentado al comité ofrecimientos y cotizaciones de Laboratorios de calidad de aguas, pero indican que no han realizado un control de calidad del efluente de la PTAS. Además, indican que tampoco cuentan con un informe técnico sobre el estado en que se encuentra la PTAS.

Durante la visita a terreno, el operador se mostraba interesado en saber como debiera operarse correctamente la planta de tratamiento. Indican que no tienen conocimiento de cómo realizar una buena operación del servicio.

5.5.5.5 Administración y Tarifas

Según indican los administradores, el Municipio no ha hecho una entrega formal del servicio al Comité, por lo que no se tiene claridad de quien debiera realizar las reparaciones que necesita la planta. Algunas reparaciones y costos, como el pago de la energía, los asume el Municipio y otras, de menor valor, las costea el Comité. Indican que el Comité se encuentra realizando el cobro de tarifa del servicio de alcantarillado y saneamiento, además de operar el sistema.

La tarifa del servicio de alcantarillado en un inicio fue de \$2.000 mensuales. En 2007 se fijó en \$3.000 mensuales y está compuesta sólo por un cargo fijo. No existe tarifa por cargo variable ni tampoco variaciones entre invierno y verano.

5.5.5.6 Asesoría Técnica

En cuanto a la asesoría técnica, indican que sólo les realizaron una breve capacitación técnica cuando se hizo entrega de la planta (2007) por parte de la empresa Manantial. No cuentan con manual de operación de la planta.

El operador indica que tienen dudas en cuanto a la operación, sobre todo, en el proceso de desinfección del efluente de la planta. Informan que han ido aprendiendo a medida que se van presentando problemas, por ensayo y error o bien, cuando solicitan los servicios de reparación a través del Municipio, aprovechan de consultar a los técnicos.

5.5.5.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

La administración del comité, indica que cuentan con información somera con respecto del proyecto de ley que regulará los servicios sanitarios rurales (SSR). Dejaron de participar de las reuniones informativas, debido a que había que asistir a muchas reuniones y en el comité la directiva no dispone de tiempo suficiente para participar. Sólo asisten a dos reuniones al año en la Unidad Técnica de la DOH en San Felipe, Valparaíso.

Además, se indica que existe desinterés por parte de la comunidad a participar como miembros del comité de APR. Dado lo anterior, el resto de los miembros del comité fueron elegidos mediante sorteo.

5.5.5.8 Daños por el terremoto

Con respecto a los problemas ocasionados por el terremoto, informan que se rompieron completamente los paneles separadores de aguas en la cámara de contacto para la desinfección. Informaron que antes del siniestro, los paneles ya se encontraban en mal estado y a la fecha de la visita se encontraban sin reparar.

Además se presentó un corte de suministro energético de 1 semana, durante esa semana no se realizó tratamiento de las aguas servidas.

5.5.6 Estudio de caso N°6, Comité Población Villa Peter Horn

5.5.6.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día jueves 10 de junio de 2010, se encuentra ubicada en la comuna de Putaendo, región de Valparaíso. Esta PTAS corresponde a un sistema de tipo Lombrifiltro (Sistema Tohá ®) y su administración está a cargo del Comité Población Villa Peter Horn.

Figura 29 Ubicación del servicio al final del pasaje Cornelio Silva, Putaendo



El administrador del comité, informa que el sistema de alcantarillado de la villa se construyó en el año 1986 y la planta de tratamiento (Lombrifiltro) se comenzó a construir el año 2000, finalizando las obras 6 meses después de iniciados los trabajos. Por otro lado, en el sitio web de la empresa SOLSAN, quien construyó el sistema, informan lo siguiente:

Tabla 49 Información con respecto a Lombrifiltro construido por empresa SOLSAN

Ubicación:	Población Peter Horn, Putaendo
Número de personas:	250
Fecha	Agosto 2003
Problema:	Fosa séptica Saturada

Fuente: http://www.solsan.cl/solsan/prod_conjuntos/plantas.htm

La planta se encuentra actualmente en operación, el estado general del servicio se encuentra en buenas condiciones. La principal deficiencia es con respecto a la emanación de malos olores en lavamanos y duchas de las viviendas de la villa.

Como parte del patrimonio del comité de la población, se encuentra el terreno donde se emplaza la PTAS. El tamaño aproximado del terreno es de 240 [m²] y se encuentra ubicado en el pasaje Ricardo Mercado Casa N° 7, Rinconada Silva, Putaendo. El terreno donde se encuentra la PTAS es de propiedad del Municipio.

Según informa personal del Municipio, el Lombrifiltro se construyó por medio de la Municipalidad, a través de la SUBDERE con recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR¹⁹). Indican que la PTAS tuvo un costo aproximado de construcción de 16 millones de pesos. Esta información se complementa con el costo de construcción de la PTAS que establece el catastro de la SUBDERE (BD2), de 15 millones de pesos.

¹⁹ <http://www.subdere.gov.cl/paginas/programas/fndr.html>

Tabla 50 Tabla resumen estudio de caso N°6, Comité Población Villa Peter Horn

# Catastro	1
# Terreno	6
Fecha visita a terreno	10 de junio de 2010.
Región	V
Región	VALPARAÍSO
Provincia	SAN FELIPE
Comuna	PUTAENDO
Servicio o Sistema (Localidad)	Comité Población Villa Peter Horn.
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Directiva Población Peter Horn.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	La responsabilidad del servicio de alcantarillado es del Municipio y la responsabilidad de PTAS fue traspasada de hecho al comité de la población.
Año de construcción del Servicio (AS)	2000 / 2003*
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2000 / 2003*
Tipo de Tratamiento	Lombrifiltro (Sistema Tohá®).
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	54
Total de arranques de agua potable (APR)	El agua potable es proporcionada por ESVAL a las 54 viviendas.
Capacidad de diseño de la PTAS	250 Habitantes.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Problema con emanación de malos olores en baños (ducha y lavatorio). Falta de mantención y aseo.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Proyecto sólo benefició a Villa Peter Horn.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Regular. Presenta descuido en orden y aseo. Además, la escalera de madera para acceso al Lombrifiltro en mal estado. Falta la mitad de los tubos de radiación UV para realizar desinfección adecuada.
Tarifa Cargo Fijo	\$ 3.000 (por vivienda). \$1.300 (valor aproximado por electricidad, va asociado a la boleta de cada vivienda (empresa Chilquinta)).
Tarifa Cargo Variable	Sólo cargo fijo.
Sueldo Operador	\$100.000
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$65.000 (se prorratea entre las 54 viviendas de la villa).
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$350.000 (aproximadamente, según gastos desagregados que se informaron).
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: \$16.000.000 (Según administradores del servicio). Fuente 2: \$15.000.000 (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).

Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR ²⁰). Fuente 2: Fondos Municipales.
Forma de Disposición de Lodos	No genera lodos. La viruta se reemplaza cada 8 meses o 1 vez al año, con un costo de \$1.000.000 aproximadamente (5 camionadas).
Desinfección	Mediante radiación UV.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Canal de Regadío.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	En el año 2009 se realizó la última medición de la calidad del efluente (debido al reclamo de regante aguas abajo).
Nivel educacional del Operador	Secundaria incompleta.
Medio de transporte usado por el operador	A pie (En el trayecto del hogar al trabajo demora menos de 10 minutos).
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Sin información.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	El terreno donde se encuentra ubicada la PTAS es de propiedad del Municipio. Cuentan con teléfono y email en oficina del comité de la población.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS**	240 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños, sólo corte de luz temporal.
Coordenadas de ubicación de la PTAS**	Latitud: 32°39' 51.27" S Longitud: 70°43' 6.77" O

* Las dos fuentes de información no coinciden en la fecha de construcción y tampoco de inicio de operación del sistema.

** Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

²⁰ El FNDR es el principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno Central transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo e impacto regional, provincial y local. Su administración corresponde principalmente a los Gobiernos Regionales y a la Subsecretaría de Desarrollo regional y Administrativo.

Figura 30 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 2 → 3 → 6 → 5 → 7 → 8

Línea de lodos: 5 → 10

5.5.6.2 Servicio de alcantarillado

La villa Peter Horn está compuesta por 54 viviendas, las que se encuentran aisladas del resto y cuentan con solución de alcantarillado de responsabilidad del Municipio de Putaendo. No existen viviendas dentro de la población que no tengan acceso al tratamiento de aguas servidas. Si existen viviendas en el sector de Rinconada Silva, cerca de 350 viviendas, que no fueron parte del Proyecto y que en la actualidad cuentan con fosa séptica individual.

Cámaras y Colectores de aguas servidas

En la actualidad, el sistema de tratamiento está compuesto por un remanente del sistema antiguo de fosa séptica y el nuevo sistema de Lombrifiltro. Es decir, existen todavía 6 cámaras o fosas sépticas anteriores al Lombrifiltro, construidas en albañilería. Indica el administrador que el circuito del agua servida pasa por la red de alcantarillado, luego por el sistema de fosa séptica y finalmente llega al Lombrifiltro.

Imagen 62 Vista exterior e interior de cámara de fosa séptica comunitaria



El operador indica que probablemente el mal olor presente en las duchas y lavamanos de las viviendas, se deba a que la red de alcantarillado todavía se encuentra unida a la fosa séptica y no existen sellos de agua para duchas y lavamanos. Al destapar las cámaras de la fosa séptica, en evidente descuido de aseo, se observó presencia de vectores sanitarios y emisión de malos olores.

Cámara de rejillas y Planta de Elevación

La planta de impulsión cuenta con dos bombas, una de las cuales se encarga de recircular el agua servida necesaria para disolver, mediante la aplicación de un chorro presurizado en un colador (cámara de rejillas de la planta), los elementos de mayor tamaño que llegan a la planta de tratamiento. Además, indican que se presenta acumulación de arena en la planta de elevación.

Imagen 63 Vista en planta de cámara de rejillas y planta de elevación



La reja (canastillo) y las bombas de elevación se ubican juntas en la misma cámara.

El sistema de chorro presurizado evita que se tapen o bloqueen los aspersores superficiales de la planta. La otra bomba, eleva el agua servida disuelta a los aspersores que riegan la superficie del Biofiltro.

5.5.6.3 Planta de Tratamiento

El primer sistema de tratamiento en la Villa Peter Horn, construido por el Municipio, consistió en un sistema de fosa séptica comunitaria y posterior infiltración con drenes, el que operó por 12 años. Con el paso del tiempo, los pozos se fueron deteriorando, por lo que la estructura del dren final fue reemplazada por un sistema de Lombrifiltro. Indican que el sistema de fosas no se ha desmantelado en su totalidad, sólo se reemplazó el dren. Las fosas todavía funcionan como estanque de retención al momento de mantenciones a la planta de tratamiento actual.

Biofiltro

El acceso al Lombrifiltro es a través de una escalera de madera, que se encuentra en condiciones defectuosas, lo que se implica un riesgo de accidente para el operador (ver Imagen 64).

Con respecto al tratamiento secundario, el filtro biológico (en adelante Lombrifiltro), construido en albañilería y de 2 metros de altura sobre el nivel del terreno, se encuentra compuesto de una capa superior de viruta de cerca de 1 metro de espesor, bajo esa capa se encuentra una malla sintética (Malla Raschel) y en el fondo, se cuenta con una capa de bolones de entre 50 centímetros a 1 metro de espesor.

El Lombrifiltro tiene un buen funcionamiento, no se presentan malos olores y existe abundante presencia de lombrices en la viruta, tampoco se observó acumulación de arena en la superficie del lecho.

La superficie del Lombrifiltro se encuentra correctamente humedecida, pero presenta sectores con hundimientos en la viruta. Además, presenta formación de algas en la superficie del lecho, debido a la humedad e incidencia de luz solar, como se puede apreciar en la Imagen 65. Según la literatura, la formación de algas en la superficie del lecho puede afectar la permeabilidad del Lombrifiltro, al facilitar la acumulación de aguas en la superficie, por lo tanto, es necesario se realice horqueteo frecuente de la viruta superficial del lecho^[5].

Los 4 aspersores se encuentran en funcionamiento y el riego del Lombrifiltro es coordinado por un interruptor tipo flotador existente en la planta de impulsión.

Imagen 64 Vista en elevación del Lombrifiltro, escalera de acceso y punto de acopio de viruta de recambio (viruta antigua en proceso de secado)



Imagen 65 Vista en planta del Lombrifiltro y muestreo de lombrices en la viruta



Existe además descuido en cuanto al aseo, debido a que la viruta ya utilizada y en proceso de secado, es dispuesta entre las unidades de desinfección y planta de elevación. La viruta ya seca es almacenada en sacos y llevada a huerto del Municipio (ver Imagen 64).

Desinfección

A nivel del terreno y en la esquina inferior izquierda del Lombrifiltro, se encuentra la salida del efluente clarificado. Este pasa a través de una cámara de radiación que cuenta con 8 tubos ultra

violeta, de los cuales 4 se encuentran en funcionamiento, el resto están quemados y se encuentran removidos del panel.

Si bien en la cámara de desinfección se observa un efluente de baja turbidez, este presenta abundante acumulación de material particulado proveniente del Lombrifiltro, lo que implica que no se lleve a cabo un correcto proceso de desinfección de la película fina de efluente clarificado. El efluente de la cámara de contacto de radiación ultravioleta es dispuesto, a través de un desagüe de la planta de tratamiento, a una acequia que colinda con el terreno donde se encuentra ubicada la PTAS.

Imagen 66 Vista exterior e interior de cámara de contacto de desinfección



Imagen 67 Vista interior de cámara de desinfección, con tubos ultravioleta y tubería efluente de Lombrifiltro hacia cámara desinfección



Imagen 68 Desagüe de Planta de Tratamiento y tubería de efluente desinfectado



5.5.6.4 Operación y Mantenimiento

El Comité y el Municipio comparten algunos gastos, dependiendo del monto del mantenimiento que se tenga que realizar en la PTAS. Un ejemplo de los gastos que asume el Municipio son: el recambio anual de la viruta y reparación de bombas, entre otros. Las mantenciones mensuales son costeadas por el Comité.

Indican que cuando se encontraba en operación la fosa séptica comunitaria, en el sector continuamente se presentaban problemas de plagas de insectos como moscas y zancudos. Luego de la construcción del Lombrifiltro no se volvió a tener problemas de este tipo.

Cuando las fosas sépticas eran el único sistema de tratamiento, la limpieza de éstas se realizaba haciendo uso de camión limpia fosa y cada 3 meses en promedio. Hoy en día, con el Lombrifiltro operativo, cuando se debe realizar la mantención de las bombas de la planta de elevación, es necesario hacer uso de la fosa séptica comunitaria para almacenar el caudal de agua servida afluyente a la PTAS. Pasados dos días se satura la fosa y es necesario hacer uso de un camión limpia fosa.

Indican que al momento de realizar mantenciones, se continúa humedeciendo la superficie del Lombrifiltro, en caso contrario el lecho se comienza a secar y las lombrices suben a la superficie y mueren.

Como parte de los problemas que se presentan en la mantención del Lombrifiltro, destacan que cuando se acumula exceso de agua lluvia en la superficie del Lombrifiltro y se demora en drenar, se ahogan las lombrices, por lo que es parte de las actividades de operación, evitar que esto ocurra. Se sugiere revisar recomendaciones encontradas en la literatura ^[5], con respecto a operación y mantenimiento.

La viruta para el lecho, se compra a una barraca de madera. Esta tiene un costo total de aproximadamente \$1.000.000 y se realiza cada 8 o 12 meses. Para reposición total, se necesita de cerca de 5 camiones de viruta para el recambio. La viruta removida se utiliza en la elaboración de compost en un huerto que depende del Municipio de Putaendo.

Los tubos ultravioleta se cambian cada 1 a 2 años y el costo de c/u es de \$15.000 + IVA en el local comercial Casa Royal en Santiago. Informan que no mantienen un stock en la oficina del Comité. El administrador debe firmar una documentación para la compra de los tubos por la radiación que estos emiten.

Considerando los gastos informados, se estima que el costo de operación y mantenimiento mensual es del orden de \$350.000. Este valor considera: Recambio de viruta, sueldo operador, recambio tubos radiación UV, mantención de bombas, gasto de energía y aseo planta. El gasto mensual en O&M calculado es casi el doble de lo recaudado por concepto de cobro de tarifa, esta diferencia es la que finalmente asume el Municipio.

5.5.6.5 Administración y Tarifas

La administración de la PTAS es de responsabilidad del Comité, pero no existe un traspaso formal de parte del Municipio.

En cuanto a la tarifa del servicio de alcantarillado, indican que no hay cobro asociado a costo variable, sólo un costo fijo de \$3.000 mensuales por vivienda.

Con respecto al gasto energético de la planta, éste se prorratea entre los vecinos de la villa Peter Horn. Cada vivienda paga en promedio \$1.300 mensuales, para costear el gasto energético de la planta de elevación. El gasto promedio mensual en energía eléctrica de la planta es de aproximadamente \$65.000.

Los principales problemas que indican son de tipo administrativo, por ejemplo: beneficiarios que no pagan a tiempo la tarifa del servicio de alcantarillado y electricidad. Informan que hay pobladores que deben hasta un año de servicio de alcantarillado.

Indican que en una oportunidad realizaron gestiones para que la empresa ESVAL se hiciera cargo del tratamiento, según informaron, les indicaron que la empresa no se hacía cargo de este tipo de planta de tratamiento de Lombrifiltro.

5.5.6.6 Asesoría Técnica

El administrador de la planta es quien realiza asesoría técnica al operador. Informan que posterior a la construcción de la PTAS, el Administrador realizó un curso de Lombricultura y actualmente dispone de un criadero de lombrices para obtención del humus para ser usado como abono.

5.5.6.7 Comentarios y Opinión de los Administradores

Informan que hace un año, antes de la fecha de la visita a la PTAS, se realizó un reclamo de un regante aguas abajo de la planta de tratamiento. Indican que se realizaron las mediciones de calidad de agua por parte de la Seremi de Salud de San Felipe y se resolvió que la planta no era responsable del problema. Indican que no se han cursado multas al Comité o al Municipio.

5.5.6.8 Daños por el terremoto

Informan que en la planta no se tuvo ningún daño producto del terremoto, solo corte de suministro eléctrico temporal.

5.5.7 Estudio de caso N°7, Comité de APR Los Rulos (San Enrique)

5.5.7.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 01 de septiembre de 2010, se encuentra ubicada en la comuna de María Pinto, región Metropolitana. Esta planta corresponde a una planta de tipo Biodisco y su operación y mantenimiento está a cargo del Municipio. La administración y el cobro de tarifas es responsabilidad del Comité de APR.

Figura 31 Ubicación del servicio a 7 Km al nororiente de María Pinto por ruta G-730



La planta de tratamiento se comenzó a construir el año 1996, se encuentra en operación desde diciembre de 1999. Comenzó a operar con 542 uniones domiciliarias y en la actualidad se encuentran conectadas a la red de alcantarillado cerca de 750 viviendas, debido a que se agregaron 150 UD de la Población Santa Rita y 60 UD de la Población Nuevo Horizonte.

Se informa, por parte del administrador de la planta de tratamiento, que la última fiscalización que se realizó fueron mediciones de la calidad del efluente realizadas por el SESMA, tiempo después del terremoto de febrero de 2010. En la visita se constató que no se encuentran realizando desinfección del efluente de la PTAS.

Además, informan que no cuentan con antecedentes que indiquen el costo total de construcción de la PTAS. Esto se complementa con el costo de construcción de la PTAS y servicio de alcantarillado²¹, que establece el catastro de la SUBDERE (BD2), de aproximadamente 1.700 millones de pesos financiado con fondos provenientes del PMB.

Con respecto al patrimonio, el terreno donde se encuentra la PTAS pertenece al Municipio de María Pinto y el tamaño aproximado del terreno es de 3.000 [m²]. En el mismo terreno se encuentra la vivienda del operador. Indican que en la PTAS no cuentan con acceso a Internet ni computador.

²¹ En algunos casos se considera sólo el costo de la PTAS y en otros casos se considera el costo total de las obras relacionadas al saneamiento, según el desarrollo del Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB), como son la construcción de casetas sanitarias (baño-cocina y lavadero), urbanizaciones (agua potable, alcantarillado, electricidad, pavimentación), obras complementarias (PTAS y plantas elevadoras), regularización de terrenos, etc.

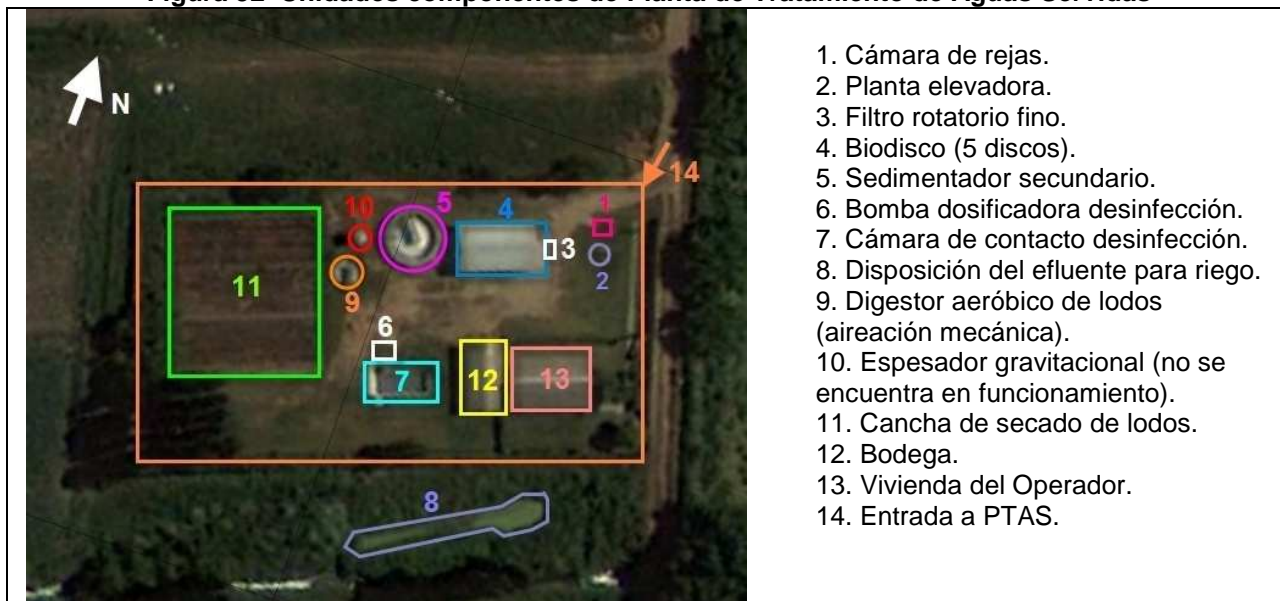
Tabla 51 Tabla resumen estudio de caso N°7, Comité de APR Los Rulos (San Enrique)

# Catastro	6
# Terreno	7
Fecha visita a terreno	01 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	MELIPILLA
Comuna	MARIA PINTO
Servicio o Sistema (Localidad)	Comité de APR Los Rulos (San Enrique).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Operación y Mantenimiento a cargo del Municipio (Dirección de Obras). La administración, es decir, el cobro de tarifa está a cargo del Comité de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado solo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	1996
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	1999
Tipo de Tratamiento	Biodisco.
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	750
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: No se tiene un registro actualizado de viviendas conectadas al servicio de alcantarillado. Frecuentes rebalses y taponamientos de colector de aguas servidas por acumulación de basuras.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	- Dificultades técnicas propias a la topografía que dificultan conexión a la red de alcantarillado.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Deficiente: Uno de los discos del Biodisco se encuentra dañado. No se realiza desinfección del efluente de la PTAS. Tabiques deflectores cámara de desinfección dañados. Cancha de secado de lodos presenta abundante crecimiento de maleza. Además, se observó descuido general, desorden y falta de aseo en la PTAS.
Tarifa Cargo Fijo	Se desconoce información. Municipio y Comité no hicieron entrega de antecedentes.
Tarifa Cargo Variable	172 [\$/m ³].
Sueldo Operador	\$480.000
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$400.000
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Se desconoce información. Municipio y Comité no hicieron entrega de antecedentes.

Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: Se desconoce información. Municipio y Comité no hicieron entrega de antecedentes. Fuente 2: 1.700 millones de pesos (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Sin información. Fuente 2: Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB).
Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado de lodos con 3 subdivisiones (sin techo). No se encuentra operando el espesador.
Desinfección	Buen estado de bomba y medidor de cloro (en un principio se usaba hipoclorito de sodio al 10%). Actualmente no se encuentran realizando desinfección del efluente. El Servicio de Salud indicó que se deben realizar mejoras, como construir una caseta para almacenar los desinfectantes y disponer una ducha para el operador.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Desagüe a parcela aledaña donde el efluente es almacenado en estanque de acumulación para ser usado en riego de cultivos.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Todos los meses. El último control se realizó pasados unos meses después del terremoto del 27 febrero de 2010.
Nivel educacional del Operador	Secundaria completa.
Medio de transporte usado por el operador	Vehículo propio (auto y moto). El operador dispone de vivienda en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	El operador recibió asesoría de la empresa Manantial, durante 5 años (hasta el 2004). Ésta consistió en entregar conocimientos generales del tratamiento y de la mantención mecánica de los componentes de la planta.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	Terreno donde se encuentra la PTAS de propiedad del Municipio. No cuentan con computador ni acceso a Internet en la PTAS, si disponen de teléfono celular.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	3.000 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	PTAS estuvo sin operar por 1 semana debido a los daños del terremoto. - Caía parcial de panderetas de cerco perimetral. - Quiebre completo de planchas separadoras en la cámara de contacto de cloro. - Rotura de plancha que barre en el tambor central del sedimentador y rotura del mismo estanque en el puente del sedimentador.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°28' 29.93" S Longitud: 71°6' 34.79" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

Figura 32 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 7 → 8

Línea de lodos: 5 → 10 → 9 → 11

Imagen 69 Vista vivienda del Operador y cuarto de bodega



Imagen 70 Vista panorámica de unidades componentes de la PTAS



1: Cámara de desinfección; 2: Cancha de secado de lodos; 3: Digestor de lodos; 4: Espesador de lodos; 5: Sedimentador secundario; 6: Vertedero de salida y rotor del Biodisco; 7: Biodisco (5 discos); 8: Bodega.

5.5.7.2 Servicio de alcantarillado

Indican que en la actualidad, debido a un problema en el cobro del servicio de alcantarillado, el Municipio se encuentra elaborando un catastro de las viviendas que se encuentran conectadas al servicio de alcantarillado. Con el paso del tiempo, se realizaron conexiones de viviendas a la red de alcantarillado pero no se llevó un adecuado registro, lo que generó problemas administrativos en los cobros del servicio.

Cámaras y Colectores de aguas servidas

Además, informan que existen cerca de 15 viviendas que no están conectadas a la red de alcantarillado, debido a que se encuentran bajo la cota de la planta de tratamiento y no cuentan con planta de elevación para ese sector.

Por otro lado, indican que han tenido rebalses y taponamientos de colector de aguas servidas por acumulación de basuras que interfieren con el buen funcionamiento de las bombas elevadoras, la tasa de falla es de 1 reparación de bomba al mes.

Otro problema informado en la visita, fue que en el proceso de construcción de un camino vecinal, se produjo la inundación del patio de la vivienda con aguas servidas. Esto se debió a que la empresa constructora rompió la unión domiciliaria de una vivienda y la reparación no fue desarrollada de la forma adecuada.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

Con respecto al pretratamiento, la cámara de rejas se encuentra a 1 metro de profundidad, por lo que las labores de limpieza manual no son difíciles de realizar. La limpieza de las rejas se realiza 2 veces al día.

Imagen 71 Vista general PTAS y Cámara de rejas



El filtro rotatorio entra en operación aproximadamente cada 2 minutos y luego se detiene, esto se debe a que funciona de acuerdo al caudal afluente a la PTAS. El filtro tiene una separación de menos de 1 [mm] y remueve material más fino que en la etapa anterior, como pueden ser hojas, semillas, restos de comida, etc.

Esta etapa del tratamiento funciona de manera adecuada, debido a que no se presentan sólidos gruesos en suspensión en el efluente de esta unidad.

Imagen 72 Vista de Planta elevadora y Filtro rotatorio fino



5.5.7.3 Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento, no cuenta con grupo electrógeno y este sistema de Biodisco, no cuenta con aireación adicional de sopladores, por lo que la aireación se realiza a partir de la rotación continua de los discos.

Biodisco

El Biodisco cuenta con 5 discos, los que se encuentran dispuestos en un reactor techado y rodeado de una malla raschel, para disminuir la incidencia de luz y evitar un crecimiento de algas en los discos. Se presenta abundante maleza alrededor del filtro rotatorio y crecimiento de algas en las paredes del reactor, cercano al rotor del Biodisco.

Imagen 73 Vista de la cubierta de Malla Raschel y rotor del Biodisco con vertedero de salida



El operador informó que se realizaron modificaciones en el estanque del Biodisco. Se instalaron 3 planchas metálicas separadoras de aguas, para lograr un mayor tiempo de retención en el estanque, debido a que anteriormente los discos no presentaban un adecuado crecimiento de biomasa bacteriana.

Indica que posterior a las modificaciones mencionadas, los discos se recargaron con biomasa y se presentó la rotura de parte de uno de los discos. En la actualidad, el primero de los 5 discos que componen el Biodisco, se encuentra dañado presentando rotura de las placas por fatiga de material. El operador indica que se removió parte del disco que se encontraba dañada.

La instalación de las placas metálicas en el Biodisco duró 1 semana, durante la cual no se llevó a cabo el tratamiento de las aguas servidas.

Al momento de la visita, los discos presentaban formación de biofilm adherido, pero en menor cantidad que en otros casos de estudio. Estos no presentaban formación de algas.

Imagen 74 Vista del disco en mal estado



Sedimentador

Posterior al Biodisco, se encuentra el sedimentador, unidad que se observó funcionando de manera adecuada, la que no presentaba resuspensión de lodos. Informan que existieron daños en esta unidad debido al terremoto de febrero de 2010, los que se detallan más adelante en este diagnóstico. El efluente de esta unidad se observó bien clarificado.

Imagen 75 Vista lateral y de la superficie del Sedimentador secundario



Desinfección

Según informó el operador del servicio, luego de visitas de inspección por parte del Servicio de Salud, se les indicó que era necesario realizar reparaciones en esta unidad de desinfección. Lo anterior, se debió a que no se estaba desinfectando el efluente, situación que se mantenía al momento de la visita a la PTAS. Como parte de estas recomendaciones, se incluía construir una caseta para almacenar los desinfectantes y construir una ducha para el operador.

El operador indica que existe una solicitud por parte de un regante aguas abajo, el que les pidió que no se le realice desinfección al efluente de la PTAS, debido a que esto afecta la calidad de las plantaciones del cultivo de su propiedad.

La planta cuenta con un equipo macromedidor de caudal, el que se encuentra ubicado en una cámara adjunta a la cámara de contacto de desinfección. Según los registros, se indica que la PTAS recibe un caudal afluente entre 9 a 11 [L/s] durante el día y en la noche entre 4 a 5 [L/s].

Imagen 76 Vista del vertedero de salida del sedimentador y entrada a la cámara de contacto de desinfección (sin tabiques deflectores y sin realizar desinfección)



Junto a la cámara de contacto se cuenta también con una cámara de válvulas, sensores y transmisores para la desinfección, los sensores no se encuentran operando, debido a que no se está realizando desinfección del efluente. Indican que la bomba y el medidor del cloro se encuentran guardados y en buen estado. Informan que en un principio la desinfección se realizaba utilizando hipoclorito de sodio al 10%.

Imagen 77 Sensores y Transmisores, Macromedidor y Válvula en cámara de contacto



En el terreno adyacente a la planta de tratamiento existe un pozo de acumulación para el efluente de la planta, el que se utiliza para almacenar el agua y luego disponer de ella para riego de cultivos.

El operador informó que todos los meses se realizaba regularmente un análisis de calidad del efluente de la PTAS, esto se efectuó regularmente hasta 1 semana antes del terremoto.

Línea de Lodos

Con respecto a la línea de lodos, no se encuentran haciendo uso del espesador dispuesto según diseño. Es decir, la línea de los lodos comienza en el sedimentador, pasando al digestor de lodos (aireación mecánica) y finaliza con la disposición en la cancha de secado de lodos.

No utilizan el espesador, debido a que ésta unidad presentó generación de malos olores y espuma. Indican que no contaban con instrucción para solucionar este problema. Según indicaciones de la empresa Manantial, se sugería incluir esta etapa en el tratamiento.

Imagen 78 Vista del Espesador y del Digestor de lodos



Indican que en el digestor de lodos no se ha realizado un vaciado y una limpieza completa, debido a que cuando se pasa el lodo a las canchas de secado, en el fondo del estanque queda un remanente de barro de baja densidad y luego se procede a llenar nuevamente el estanque. Esta unidad no emitía olores desagradables.

Con respecto al proceso de secado de lodos, el operador indica que se demoran 15 días en terminar de rellenar las canchas con lodos. La cancha no tiene techo y el operador establece por inspección visual el momento para disponer los lodos en la cancha de secado.

Existen algunas deficiencias para la disposición de lodos en la cancha de secado, debido a que sólo la llave de paso central se encuentra operativa, las otras llaves están en mal estado y no funcionan.

Imagen 79 Llave de paso para disposición de lodos y cancha de secado de lodos



El operador indica que al lodo se le realizó un muestreo de calidad, e indicaron que era apto para ser utilizado como abono. No se hizo entrega de documentación que respaldara estos antecedentes.

Por otro lado, existe descuido en el aseo y mantenimiento de los lechos de secado de lodos, los que presentan crecimiento abundante de malezas, lo que impide un adecuado funcionamiento de esta unidad. No se observaron lodos en proceso de secado.

Operación y Mantenimiento:

El operador indica que cada 24 o 36 hrs dispone los lodos en la cancha de secado. El procedimiento consiste en separar cada cancha en 3 espacios y luego ir vaciando los lodos. La cancha de secado cuenta con sistema de drenaje en el fondo, por lo que el agua que drena es devuelta a la cámara de rejillas.

Indica además que 2 veces en el año se retiran los lodos de la cancha de secado, los que se acopian junto a ésta unidad. Los lodos secos son usados como abono.

La cancha de secado presenta abundante maleza y se notó descuido generalizado en la mantención de la planta de tratamiento, como por ejemplo, desorden y pastos largos en el terreno. El operador indica que no ha realizado la fumigación de malezas, pero que en oportunidades anteriores ésta se realizó usando herbicida marca Randall.

Dentro de las labores de mantención, el Operador indica que los muros de la planta son lavados con cloro para evitar el crecimiento de algas. En las imágenes presentadas, se puede apreciar que en el último tiempo no se ha realizado un adecuado aseo del sistema.

Con respecto a la mantención de bombas y motores, estas labores las realiza el operador y consisten en engrasado de motores cada 6 meses, el motor del Biodisco se engrasa una vez al mes. Indica además que 1 ó 2 veces al año se realiza cambio de aceite a las bombas y motores.

Con respecto a la configuración del sistema, El motor del Biodisco trabaja a 1.6 vueltas por minuto con velocidad constante y el puente del sedimentador tarda 22 minutos en completar 1 vuelta completa de barrido.

Con respecto a la remuneración del operador, esta es de \$480.000 mensuales. Indica que entre sus labores se encuentra la operación de la PTAS y además la responsabilidad de operación y mantención de 6 plantas elevadoras, las que se traducen en una totalidad de 18 bombas. Estas plantas son las de los sistemas de tratamiento ubicados en Los Rulos, San Enrique y Santa Mirta.

Entre otras consideraciones, el operador dispone de vehículo propio (auto y moto) para realizar su trabajo, el nivel de estudios alcanzado es secundario completo. Indica que cuenta con contrato de prestación de servicios por 1 año y realiza emisión de boleta de honorarios. Además, el contrato incluye el uso de vivienda sin costo para el operador, ubicada en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS.

Finalmente, cabe destacar que esta planta de tratamiento fue evaluada en una memoria del año 2004 ^[1] y en ese entonces, fue bien evaluada en términos generales. Se destaca entonces, que habiendo transcurrido aproximadamente 6 años de ese estudio, bien se presentan nuevamente las mismas fallas en las unidades que fueron ya diagnosticadas, o bien no han sido reparadas desde esa fecha, las deficiencias a las que se hace mención son:

- La mantención general de la planta es deficiente.
- Escasa formación de cultivo adherido en Biodisco.
- Los tabiques separadores en la cámara de contacto con cloro se encuentran completamente rotos.
- Proceso de desinfección con cloro suspendido.

5.5.7.4 Administración y Tarifas

La responsabilidad de la operación y mantenimiento del servicio de alcantarillado y saneamiento es de la Municipalidad de María Pinto. La administración, es decir, el cobro de la tarifa es de responsabilidad del Comité de APR. Según informó el comité, la tarifa variable es de 172 [\$/m³], pero no se tiene información con respecto a existencia de cobro fijo por servicio de alcantarillado.

Según se informó por parte del administrador de la planta de tratamiento, existen algunos problemas administrativos con respecto a la disposición del efluente de la PTAS. Estos problemas se deben a que el propietario del terreno aledaño a la PTAS, realizó una donación del terreno de la planta de tratamiento, a cambio de los derechos del agua tratada.

Según indican en la administración, existe un documento que establece un contrato legal para esta permuta de bienes. Establecen que hicieron un contrato de intercambio de agua por el terreno, el que en la actualidad se encuentra a nombre del Municipio.

Informan que la celebración de este contrato, no estuvo exenta de polémica, debido a que se tuvieron diferencias de opinión de las partes involucradas con respecto al contrato. Indican que el dueño original del terreno solicitaba que el agua se entregara a una cierta cota, lo que la administración del servicio indica que es algo que no estaba especificado en el contrato.

5.5.7.5 Asesoría Técnica

Con respecto a la capacitación, indican que se recibió asesoría de parte de la empresa Manantial por un periodo de 5 años, la que finalizó en el año 2004. La capacitación consistió en la entrega de conocimientos generales del tratamiento y de la mantención mecánica a realizar en las distintas unidades componentes de la PTAS. El operador informa que cuenta con manual de operación del sistema.

5.5.7.6 Comentarios y Opinión de los Administradores

El administrador indica que en María Pinto existen en total 3 PTAS, dos de las cuales fueron diagnosticadas en este estudio. La otra planta corresponde a un sistema de tratamiento tipo LAEE ubicado en la localidad de Chorombo. Indican que ese sistema ha tenido numerosas fallas, sobre todo problemas con los tableros eléctricos, bombas, etc.

5.5.7.7 Daños por el terremoto

Existieron daños en caída parcial del cerco perimetral (ver Imagen 79) y problemas en estanque y puente del sedimentador. La PTAS estuvo sin operar por un periodo de una semana debido a los daños en el sedimentador. Durante este periodo, el agua servida fue desviada a una cámara de desagüe, dispuesta sin tratamiento.

Otro de los daños del terremoto, fue la rotura completa de los paneles separadores (deflectores) en la cámara de contacto para la desinfección, a la fecha de la visita, la cámara de contacto todavía se encontraba sin paneles deflectores (ver Imagen 76).

En cuanto a las reparaciones realizadas, se cambió la plancha que barre los sedimentos en el tambor central de sedimentador. Además, se reparó el estanque del mismo tambor central del puente del sedimentador, el que se encontraba perforado y con un avanzado desgaste.

5.5.8 Estudio de caso N°8, Cooperativa de APR Marí a Pinto (María Pinto)

5.5.8.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día miércoles 01 de septiembre de 2010, se encuentra ubicada en la comuna de María Pinto, región Metropolitana. Esta planta corresponde a una planta de tipo Biodisco y su operación y mantenimiento está a cargo del Municipio. La administración y el cobro de tarifas es responsabilidad de la Cooperativa de APR.

Figura 33 Ubicación del servicio por camino La Colonia hasta llegar al Estero Puangue, aproximadamente a 700 metros de Av. 18 de Septiembre



La planta de tratamiento se comenzó a construir el año 1998, se encuentra en operación desde el año 1999 y es de características similares a la planta visitada en San Enrique.

La PTAS cuenta con un operador, él dispone de vivienda en el mismo terreno donde se encuentra ubicada la PTAS. El tamaño del terreno es de aproximadamente 3.250 [m²]. El operador informa que cuenta con computador e Internet, pero no dispone de los conocimientos necesarios para su manejo.

Figura 34 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



1. Entrada a PTAS.
2. Cámara de rejillas.
3. Planta elevadora afluente.
4. Filtro rotatorio fino.
5. Biodisco (5 discos).
6. Sedimentador secundario.
7. Sensor y Transmisor.
8. Cámara de contacto desinfección.
9. Disposición final efluente.
10. Digestor aeróbico de lodos (aireación mecánica).
11. Espesador gravitacional de lodos (no se encuentra en funcionamiento).
12. Cancha de secado de lodos.
13. Casa de máquinas.
14. Vivienda del Operador.

Línea de aguas: 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 8 → 9

Línea de lodos: 6 → 11 → 10 → 12

Tabla 52 Tabla resumen estudio de caso N°8, Cooperativa de APR María Pinto (María Pinto)

# Catastro	6
# Terreno	8
Fecha visita a terreno	01 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	MELIPILLA
Comuna	MARÍA PINTO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR María Pinto (María Pinto).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Operación y Mantenimiento a cargo del Municipio (Dirección de Obras). La administración, es decir, el cobro de tarifa está a cargo de la Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado solo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	1998
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	1999
Tipo de Tratamiento	Biodisco.
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	350 (Esperan que en mediano plazo, adicionalmente se conecten 150 viviendas de Villa Futuro).
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Fallas eléctricas en PLC de la planta elevadora. Deterioro de las tapas metálicas de los pozos de rejillas y planta elevadora. Uso inadecuado del servicio de alcantarillado por parte de la población. Además se presentan deficiencias en cuanto a que no se tiene un registro actualizado de viviendas conectadas a la red de alcantarillado.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Sin información.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Regular: En un comienzo se realizaba medición de caudales, lo cual, por motivos no señalados, se dejó de hacer. No se está realizando desinfección del efluente de la PTAS. Cancha de secado de lodos presenta abundante crecimiento de maleza. Además, se presentó desorden en la bodega de la casa de máquinas.
Tarifa Cargo Fijo	Sin información.
Tarifa Cargo Variable	172 [\$/m ³].
Sueldo Operador	\$ 433.000
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$420.000

Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: Se desconoce información. Municipio y Cooperativa no hicieron entrega de antecedentes. Fuente 2: 1.700 millones de pesos (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)) ²² .
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Sin información. Fuente 2: Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB).
Forma de Disposición de Lodos	En cancha de secado sin techo. No se está utilizando espesador considerado según diseño de la PTAS.
Desinfección	No se está realizando desinfección, debido a problemas con el equipamiento y por razones económicas.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	La disposición final es en el Estero Puangue, cercano a la PTAS.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No sabe / No responde.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Se realizaron inicialmente, pero debido a problemas económicos dejaron de hacerse.
Nivel educacional del Operador	Secundaria completa.
Medio de transporte usado por el operador	Vive en la PTAS y se moviliza en bicicleta.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	El operador fue capacitado por empresa Manantial. La capacitación consistió en realizar preguntas de parte del operador con respecto al funcionamiento de la PTAS.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	Terreno donde se encuentra la PTAS de propiedad del Municipio. El operador cuenta con computador y acceso a Internet en su vivienda, pero no cuenta con conocimientos para su manejo.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	3.250 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	No se tuvieron daños mayores, sólo caída de 2 paneles de hormigón del cerco perimetral.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°30' 35.44" S Longitud: 71°7' 11.38" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

²² En algunos casos se considera sólo el costo de la PTAS y en otros casos se considera el costo total de las obras relacionadas al saneamiento, según el desarrollo del Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB), como son la construcción de casetas sanitarias (baño-cocina y lavadero), urbanizaciones (agua potable, alcantarillado, electricidad, pavimentación), obras complementarias (PTAS y plantas elevadoras), regularización de terrenos, etc.

Imagen 80 Vista panorámica de unidades componentes de la PTAS



1: Cámara de rejas; 2: Planta de elevación; 3: Filtro rotatorio fino; 4: Biodiscos; 5: Casa de máquinas;
6: Vivienda el operador; 7: Sedimentador; 8: Cámara de contacto desinfección; 9: Espesador gravitacional;
10: Digestor aeróbico (aireación mecánica); 11: Cancha de secado de lodos.

5.5.8.2 Servicio de alcantarillado

Con respecto al sistema de alcantarillado indican que no se presentan problemas y el funcionamiento es adecuado. El Municipio es el organismo responsable de la mantención y operación del servicio de alcantarillado y de la PTAS.

El administrador indica que en la actualidad se encuentran conectadas aproximadamente 350 viviendas a la red de alcantarillado. Además, existen cerca de 150 viviendas en la Villa Futuro que próximamente se conectarán al servicio de alcantarillado.

Igual que en el sistema diagnosticado en el estudio de caso N°7, debido a un problema en el cobro del servicio de alcantarillado, el Municipio de María Pinto se encuentra elaborando un catastro de las viviendas que se encuentran conectadas a la red de alcantarillado. Con el tiempo se fueron realizando conexiones de viviendas pero no se llevó un adecuado registro, lo que generó problemas administrativos en los cobros del servicio.

Cámara de rejas y Planta de Elevación

Con relación al pretratamiento, la planta cuenta con una cámara de rejas profunda, de cerca de 7 metros y la limpieza se realiza de manera manual con rastrillo, lo que dificulta las tareas de limpieza. Además, el operador indica que en las rejas se acumula basura que no corresponde al tipo de desechos que debieran existir en la red de alcantarillado, lo que da cuenta del inadecuado uso del servicio por parte de la población.

Imagen 81 Cámara de rejas y Planta de elevación



Con respecto a la planta de elevación, se indica que el pozo de bombeo cuenta con 3 bombas sumergidas y el pozo tiene una profundidad de 9 [m]. Se informa, que el PLC de la planta elevadora tiene un desperfecto eléctrico, por lo que no se encuentra operativo.

Otro problema, con respecto al estado de la infraestructura de la planta, es el deterioro de la tapa metálica que cubre el pozo de la planta elevadora, ésta se encuentra oxidada y rota, lo que representa una situación de riesgo para el operador.

Imagen 82 Tapa metálica en mal estado que cubre pozo de planta elevadora



Como parte de las condiciones de diseño de la PTAS, el filtro rotatorio se encuentra a nivel del terreno, por lo que su operación y mantenimiento se puede desarrollar sin inconvenientes. Tanto la reja como el filtro rotatorio funcionan de manera correcta, ya que el efluente de esta unidad no presentaba sólidos gruesos en suspensión.

Imagen 83 Filtro rotatorio fino



5.5.8.3 Planta de Tratamiento

Biodisco

Siguiendo con la línea de tratamiento, en la etapa de tratamiento secundario el estanque del Biodisco se encuentra semienterrado y techado. Además, éste se encuentra cubierto en su sección lateral con malla Raschel, a fin de evitar formación de algas en los discos. En la visita, no se observó crecimiento de algas en los discos.

El operador indica que, al igual como se hizo en el Biodisco de San Enrique, en esta planta también se realizaron modificaciones en el estanque del Biodisco. Se instalaron 3 planchas

metálicas separadoras de aguas, a fin de lograr un mayor tiempo de retención en el estanque. El sistema original, incluía placas metálicas separadoras, pero éstas se encontraban a una menor altura dentro del estanque.

Imagen 84 Primer disco, rotor y tubería de afluente al Biodisco



Con las modificaciones realizadas, el operador indica que se tuvo un mayor crecimiento de biomasa bacteriana en los discos. En terreno se pudo apreciar mayor formación de biofilm adherido en los primeros discos, considerando el sentido del flujo del agua. Los últimos discos se encontraban con menor cantidad de biofilm, lo que se puede atribuir a distintas condiciones de sustrato y oxígeno disuelto, con respecto a los primeros discos. De todas maneras, el efluente de esta unidad se observa bien clarificado.

Imagen 85 Biodisco techado con 5 discos y acercamiento al último de los discos de la unidad

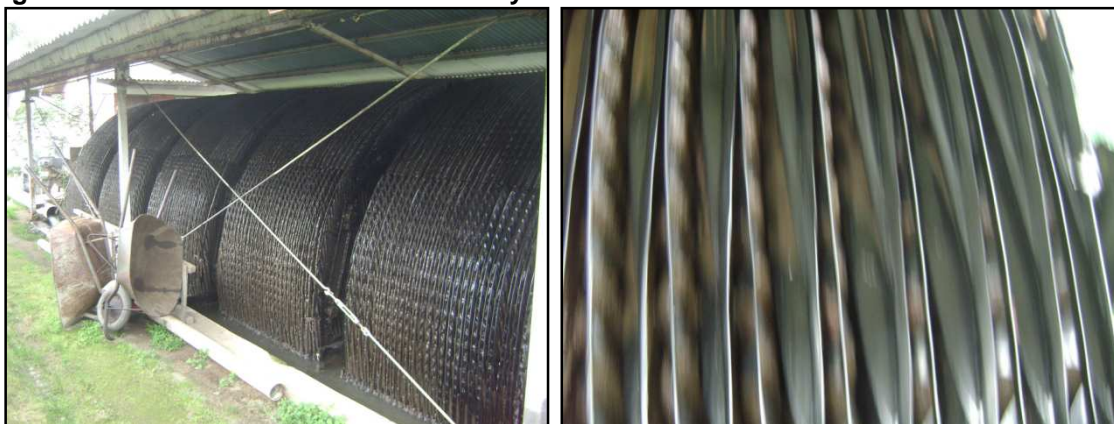


Imagen 86 Biodisco cubierto por malla Raschel y efluente del Biodisco



Sedimentador

Como parte de las modificaciones realizadas en la planta, figura la reparación en el puente del sedimentador. Originalmente, éste se encontraba descentrado y la rotación se hacía por fuera de la guía metálica. Esto se modificó luego de la construcción de la planta.

Imagen 87 Sedimentador secundario



El sedimentador secundario se observa funcionando de manera adecuada sin presentar resuspensión de lodos. Las natas son correctamente contenidas en el centro del sedimentador y el efluente de esta unidad se observa bien clarificado.

Desinfección

Actualmente no se está realizando desinfección del efluente, debido a que la bomba dosificadora para la desinfección con hipoclorito de sodio no se encuentra operativa. Esto se debe a que existe un desperfecto con la manguera y el sistema de válvulas del equipo. Además, el transmisor y sensor de cloro también se encuentran en mal estado, no se envía la señal al dosificador.

Imagen 88 Transmisor y Sensor en cámara de contacto, bombas dosificadoras y controlador cloración y dechloración en casa de máquinas



El operador indica que, junto con los desperfectos del equipamiento, se dejó de llevar a cabo la desinfección del efluente por razones económicas. Según informó, cuando se inició la operación de la planta, se hacían controles de calidad de agua. Luego, debido a problemas económicos, estos dejaron de realizarse. La cámara de contacto de desinfección se encuentra con los tabiques deflectores en buen estado.

Imagen 89 Cámara de contacto desinfección y lugar de disposición del efluente de la PTAS



La disposición final del efluente se realiza en el Estero Puangue, el que se encuentra cercano a la planta. Debido a la cercanía de la PTAS con el estero y el riesgo de inundación que existe, la planta de tratamiento cuenta con una fortificación del cierre perimetral.

Imagen 90 Fortificación del cierre perimetral de la PTAS



Línea de Lodos

El espesador gravitacional de lodos, especificado según diseño de la planta, no se encuentra funcionando. La razón de esto, fue que se producía emanación de malos olores cuando se operaba el espesador, sobre todo en verano.

Imagen 91 Digestor aeróbico (aireado mecánicamente) y Espesador gravitacional (sin operar)



Dado lo anterior, la línea de lodos se inicia con la extracción de lodos del sedimentador secundario, estabilización de éstos en digester aeróbico (aireado mecánicamente) y posterior disposición de lodos en cancha de secado. En el digester los lodos, éstos presentan color negro y mal olor.

Imagen 92 Cancha de secado de lodos



Con respecto a la cancha de secado de lodos, ésta no cuenta con techo y el operador indica que el proceso de desmalezado es una de las labores más difíciles de realizar. Se pudo apreciar en terreno que existe abundante maleza en las canchas de secado, lo que retarda el proceso de secado de lodos. El lodo seco es dispuesto en un recinto municipal para ser utilizado en compostaje.

Casa de Máquinas

En la visita a la PTAS, se observó descuido con respecto al orden en la casa de máquinas y bodega. La disposición de herramientas, tarros de pintura, ropa de aseo, etc., se realiza en el suelo debido a que no existe un mesón o estantería para su disposición.

Las bombas dosificadoras de cloro, PLC de control y compresor de la planta de tratamiento, se encuentran en la casa de máquinas, en la pieza contigua a la bodega.

Imagen 93 Tablero eléctrico, equipamiento de desinfección, bodega y compresor



La PTAS no cuenta con ducha para el operador, para el aseo personal tiene que hacer uso de la ducha de su vivienda, ubicada en el mismo terreno de la PTAS.

5.5.8.4 Operación y Mantenimiento

Con respecto a la mantención, se informa que es el operador de la planta de San Enrique quien se encarga de la reparación de las bombas, mantención de válvulas y motor del Biodisco de la PTAS de María Pinto. Como parte de las tareas de mantenimiento, el operador indica que cada 15 días se procede a engrasar el motor del filtro rotatorio y 1 vez al mes se engrasa el rotor del Biodisco.

A las bombas de la planta de elevación, se les realiza mantención cada 6 meses. Debido a que el PLC de la planta de elevación tiene un desperfecto eléctrico, el relevo alternado de estas bombas se debe realizar de forma manual, aunque el encendido funciona con sistema de flotador. El operador indica que el relevo manual se realiza cada 1 ó 2 días.

Se informa que a esta planta se le tuvo que cambiar el tambor central del puente del sedimentador, debido a que se encontraba en mal estado dado su uso.

Además, informan que cuentan con macromedidor y en un comienzo se llevaba registro de caudales en cuaderno, pero por razones no indicadas se dejó de realizar ese procedimiento.

Con respecto a los gastos de operación, se informó que la PTAS tiene un consumo eléctrico de \$420.000 mensuales. Los equipos que consumen electricidad en la PTAS son: 3 bombas de elevación, filtro rotatorio fino, rotor del Biodisco, el motor de sedimentador y del digestor más un compresor, entre otros. La planta no cuenta con generador eléctrico de respaldo.

Cabe destacar que esta planta de tratamiento fue evaluada en una memoria del año 2004 ^[1] y en ese entonces, fue bien evaluada en términos generales. En esta oportunidad también se observó el proceso de desinfección con cloro suspendido y fallas en la bomba dosificadora de cloro líquido. A pesar de algunos problemas operativos y de mantención ya mencionados, el efluente de la planta se observó bien clarificado al momento de la visita y el poco lodo seco no tenía mal olor. El aseo y cuidado de la PTAS es adecuado, salvo por el desorden en la bodega.

El operador dispone de una vivienda en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS. El medio de transporte que utiliza el operador para movilizarse en el sector es su bicicleta.

El operador cuenta con contrato de prestación de servicios (emisión de boleta de honorarios), el que se renueva cada 1 año. El sueldo mensual del operador es de \$433.000 y el nivel educacional alcanzado es secundario completo.

5.5.8.5 Administración y Tarifas

La responsabilidad de la operación y mantenimiento del servicio de alcantarillado y saneamiento es de la Municipalidad de María Pinto. El cobro de la tarifa, es de responsabilidad de la Cooperativa de APR. Según informó la Cooperativa, la tarifa variable es de 172 [\$/m³], y no se tiene información con respecto a existencia de cobro fijo por servicio de alcantarillado.

5.5.8.6 Asesoría Técnica

El operador indica que se realizó una capacitación por parte de la empresa Manantial. La capacitación consistió en realizar una serie de consultas por parte del operador, a los técnicos de Manantial, en el momento en que éstos operaban la planta de tratamiento.

5.5.8.7 Daños por el terremoto

Tanto el administrador como el operador del servicio, indican que en la planta de tratamiento y sus unidades componentes, no se tuvieron mayores problemas con el terremoto. Sólo se desprendieron dos paneles de hormigón del cierre perimetral (ver Imagen 90).

5.5.9 Estudio de caso N°9, Colegio Villa La Compañía

5.5.9.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día jueves 02 de septiembre de 2010, se encuentra ubicada en el Colegio Villa La Compañía, en la comuna de Graneros, región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta PTAS corresponde a un sistema de tipo Lombrifiltro (Sistema Tohá ®) y su administración está a cargo de la Dirección de Obras del Municipio de Graneros.

Figura 35 Ubicación del servicio en Pasaje Carlos Rubio N°68, Villa La Compañía, Graneros



La PTAS fue construida el año 2005 por la empresa SOLSAN, a requerimiento del Municipio de Graneros, para el Colegio Villa La Compañía y se encuentra en operación desde diciembre del año 2005.

El terreno donde se encuentra ubicada la PTAS corresponde a dependencias del Colegio Villa La Compañía, de propiedad del Municipio de Graneros. El tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS es de aproximadamente 140 [m²]. Indican que en el colegio, cuentan con computador e Internet, pero tienen continuos problemas con la conexión.

Figura 36 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Tabla 53 Tabla resumen estudio de caso N°9, Colegio Villa La Compañía

# Catastro	6
# Terreno	9
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	VI
Región	O'HIGGINS
Provincia	CACHAPOAL
Comuna	GRANEROS
Servicio o Sistema (Localidad)	Colegio Villa La Compañía (La Compañía).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	El Municipio, a través de la Dirección de Obras es el responsable del Alcantarillado y de la PTAS.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	La administración es de responsabilidad del Municipio.
Año de construcción del Servicio (AS)	2005
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2005
Tipo de Tratamiento	Lombrifiltro (Sistema Tohá ®).
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	No aplica, al ser un establecimiento educacional y no un conjunto de viviendas. Sin embargo en el colegio estudian y trabajan un total de 450 personas, entre alumnos, funcionarios y profesores.
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Debido a que la cámara de disgregación no opera adecuadamente, se taparon los aspersores superficiales del Biofiltro, por lo que el riego superficial del lecho resulta deficiente. Además una de las bombas del sistema se encontraba con fallas y sin operar.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	No aplica (Establecimiento educacional).
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Regular: Debido a cambios en la configuración del riego superficial del lecho, se presentan sectores con aposamiento de agua en el lecho del Lombrifiltro. Cámara de desinfección UV presenta acumulación de material particulado, arena, lombrices provenientes del Biofiltro. Además se observó descuido en cuanto al orden y aseo alrededor de las instalaciones.
Tarifa Cargo Fijo	No aplica (Establecimiento educacional).
Tarifa Cargo Variable	No aplica (Establecimiento educacional).
Sueldo Operador	Sin información.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	Sin información.

Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: Sin información (Según administradores del servicio). Fuente 2: \$6.000.000 (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Fondos Municipales. Fuente 2: Programa Mejoramiento Urbano y equipamiento comunal (PMU) ²³ .
Forma de Disposición de Lodos	Se realiza cambio de viruta una vez al año. La viruta seca se acopia junto al Lombrifiltro.
Desinfección	Mediante tubo que emiten radiación ultravioleta.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Canal de regadío.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Una vez al año, realizada por la empresa SOLSAN.
Nivel educacional del Operador	Sin información.
Medio de transporte usado por el operador	A pie. El operador tiene su residencia en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS y el Colegio.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Empresa SOLSAN realizó asesoría en la mantención y operación.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La PTAS se encuentra ubicada en dependencias del Colegio Villa La Compañía, de propiedad del Municipio de Graneros. Cuentan con computador e Internet.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	140 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 34°4' 43.85" S Longitud: 70°41' 0.77" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

²³ El Programa de Mejoramiento Urbano y equipamiento comunal (PMU), es una fuente de financiamiento del Ministerio del Interior, administrado por la SUBDERE, para proyectos de inversión en infraestructura menor urbana y equipamiento comunal, con el fin de colaborar en la generación de empleo y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población más pobre del país ^[34].

5.5.9.2 Servicio de alcantarillado

Si bien el servicio de agua potable para el colegio es otorgado por la Cooperativa de APR La Compañía, la planta de tratamiento sólo recibe las aguas servidas del colegio. En las instalaciones del colegio, estudian y trabajan un total de 450 personas, entre alumnos, funcionarios y profesores. El sistema de alcantarillado, corresponde a instalaciones que se emplazan dentro del recinto, es decir, el sistema capta las aguas servidas de las duchas, lavamanos e inodoros, luego las conduce a la PTAS por gravedad. Este sistema de recolección y distribución funciona de forma adecuada, sin presentar deficiencias.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

El sistema se compone de una cámara de disgregación, la que disminuye el tamaño de los desechos, mediante la aplicación de un chorro presurizado sobre un canastillo, para ello se emplea una de las 2 bombas disponibles. La reja o canastillo y las bombas de elevación se ubican juntas en la misma cámara.

Imagen 94 Cámara de rejas y planta de elevación



El sistema de chorro presurizado evita que se obstruyan los aspersores superficiales de la planta. La otra bomba disponible, eleva el agua servida disuelta a los aspersores superficiales que riegan la superficie del Biofiltro.

Esta unidad no funciona de manera adecuada, debido a que se tuvo que cambiar la configuración del riego superficial del lecho al presentarse obstrucciones en los aspersores.

5.5.9.3 Planta de Tratamiento

Biofiltro

La estructura del filtro biológico (o Lombrifiltro) se construyó en hormigón y posee un tamaño de 50 [m²] (10 [m] largo por 5 [m] de ancho) y 2 metros de altura sobre el nivel del terreno. Se compone de 3 capas físicas, una capa superior de viruta de cerca de 50 centímetros de espesor, bajo esa capa se encuentra una malla sintética (Malla Raschel) y luego en el fondo se cuenta con una capa de bolones de 50 centímetros de espesor.

Imagen 95 Vista del frontis y parte posterior del Lombrifiltro



El acceso por la parte frontal del Lombrifiltro, es a través de un piso metálico, dispuesto en el frontis de éste. El acceso por la parte posterior del Lombrifiltro es a través de un montículo de viruta en desuso (Imagen 95), el que se acopia junto a éste.

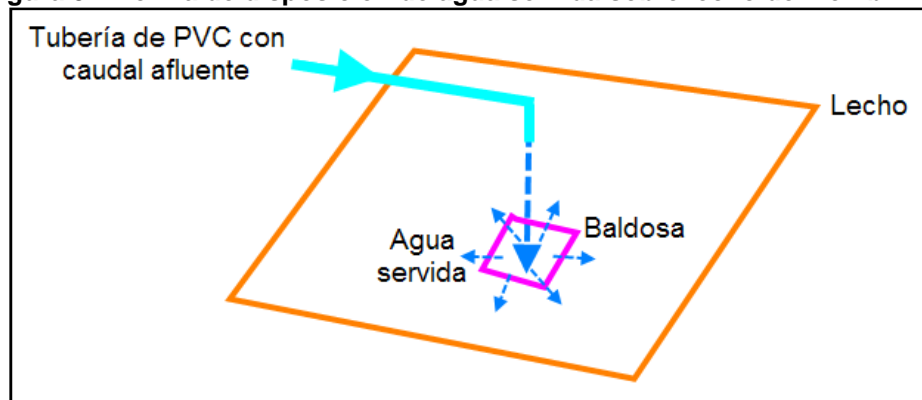
Tal como se comentó anteriormente, el Lombrifiltro funciona de manera regular, debido a que los 8 aspersores existentes no se encuentran operando como lo consideró el diseño original del sistema.

Imagen 96 Vista de los aspersores superficiales y lecho del Biofiltro



Actualmente el riego es realizado por medio de unas tuberías que dejan caer el agua servida sobre una baldosa, que distribuye el agua servida por rechazo (ver figura explicativa).

Figura 37 Forma de disposición de agua servida sobre lecho del Lombrifiltro



Durante la visita, no se apreció emisión de malos olores en el Biofiltro y existe adecuada presencia de lombrices en la viruta, en menor densidad que en el Lombrifiltro del estudio de caso N°6.

La superficie del Lombrifiltro se encuentra humedecida, pero presenta sectores con aposamiento de agua alrededor de las baldosas, debido a la forma inadecuada en que se realiza el riego actualmente. El riego del Lombrifiltro es coordinado por un interruptor tipo flotador existente en la planta de impulsión.

Durante la visita a la PTAS se observó descuido en cuanto al aseo y orden alrededor de las instalaciones. Esto se puede apreciar en la siguiente imagen.

Imagen 97 Vista alrededor de las instalaciones de la PTAS



Desinfección

Luego del paso del agua servida por las distintas capas del Biofiltro, el efluente clarificado entra a la cámara de desinfección, donde se irradia luz ultravioleta a la película fina de agua. La cámara cuenta con 6 tubos ultravioleta, todos en buen estado.

Imagen 98 Vista exterior e interior de cámara de desinfección por radiación ultravioleta



Si bien en la cámara de desinfección se observa un efluente de baja turbidez, este presenta abundante acumulación de material particulado, arena y lombrices provenientes del Lombrifiltro, lo que implica que no se lleve a cabo un correcto proceso de desinfección de la película fina del efluente clarificado.

Imagen 99 Vista de la entrada y salida del agua clarificada en la cámara de desinfección



El efluente desinfectado es dispuesto en canal de regadío que pasa por detrás del colegio. El operador indica que una vez al año, a través de la empresa SOLSAN, se realiza análisis de calidad de aguas al efluente de la PTAS.

5.5.9.4 Operación y Mantenimiento

Informan que en noviembre del 2009 se realizó el último cambio de la viruta, proceso que realizan una vez al año. La viruta seca se dispuso en la parte de atrás del Lombrifiltro.

Según la Directora de Obras del Municipio, el sistema ha tenido problemas menores, relacionados en general a la falta de mantención adecuada. Indicó que la semana antes de la visita, falló una de las bombas de impulsión, la que se envió a reparación.

Las labores de mantención y operación son responsabilidad del auxiliar del colegio, el que hace las veces de Operador de la planta de tratamiento. El operador se encuentra contratado como auxiliar del colegio y tiene su residencia en el mismo terreno donde se encuentra la planta y el colegio.

En varias oportunidades se solicitó información a la Dirección de Obras del Municipio, con respecto a los costos de O&M, pero no se realizó entrega de antecedentes.

5.5.9.5 Administración y Tarifas

La planta de tratamiento corresponde a un sistema de uso exclusivo del Colegio, por lo que no aplica cobro de tarifa. La administración del servicio es de responsabilidad del Municipio de Graneros.

5.5.9.6 Asesoría Técnica

El operador indica que la empresa SOLSAN los asesora en la mantención y operación a través del Gerente de Ingeniería y Proyectos de la empresa.

5.5.9.7 Daños por el terremoto

Informan que en la planta no se tuvo ningún daño producto del terremoto.

5.5.10 Estudio de caso N°10, Cooperativa de APR Santa Margarita (El Maitén)

5.5.10.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento visitada el día jueves 02 de septiembre de 2010, se encuentra ubicada en el sector de El Maitén en la comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana. Esta PTAS corresponde a una planta de tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE) y su administración se encuentra a cargo de la Cooperativa Santa Margarita.

Figura 38 Ubicación del servicio en calle El Maitén 769, Isla de Maipo



Informan que la planta de El Maitén, fue construida en Diciembre del 2001 por la empresa Bapa. La planta de tratamiento comenzó a operar ese mismo año.

Según informó el Director de Obras de la Municipalidad de Isla de Maipo, en el sector de la Islita existen 3 plantas de tratamiento de aguas servidas. Estas PTAS corresponden a los servicios de Cancha de Carrera, El Gomero y El Maitén, estos tres sistemas tratan las aguas servidas de las viviendas conectadas al servicio de agua potable que administra la Cooperativa de APR Santa Margarita.

Con respecto al patrimonio, el terreno donde se encuentra la PTAS es de propiedad del Municipio y tiene un tamaño aproximado de 1.100 [m²]. En la planta de tratamiento, disponen de computador y acceso a Internet.

Figura 39 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Tabla 54 Tabla resumen estudio de caso N° 10, Cooperativa de APR Santa Margarita (El Maitén)

# Catastro	6
# Terreno	10
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	TALAGANTE
Comuna	ISLA DE MAIPO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR Santa Margarita (El Maitén en la Islita).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho, pero se encuentran en proceso de definir el área de concesión de las Cooperativas. Administración, operación y mantenimiento a cargo de la Cooperativa de APR Santa Margarita.
Año de construcción del Servicio (AS)	2001
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2001
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	682
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Bueno.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	No hay registros de viviendas sin conexión al sistema de alcantarillado, debido a que la construcción de la PTAS del sector fue posterior a la de las viviendas.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Bueno: Sólo se observaron restos de basura flotante en el reactor biológico y problemas operacionales menores.
Tarifa Cargo Fijo	Sin información.
Tarifa Cargo Variable	Sin información.
Sueldo Operador	Sin información.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	Sin información.
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información: Fuente 1: Sin información (Según administradores del servicio). Fuente 2: Sin información (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).

Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Sin información. Fuente 2: SERVIU.
Forma de Disposición de Lodos	Lodos deshidratados son llevados a relleno sanitario Santa Marta.
Desinfección	Mediante tubos de radiación ultravioleta.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Canal de regadío.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Todos los meses se controla la calidad del efluente por empresa Anam.
Nivel educacional del Operador	Sin información.
Medio de transporte usado por el operador	El operador cuenta con vivienda en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS. De todas maneras este cuenta con bicicleta para movilizarse.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Los operadores aprendieron como realizar el tratamiento de forma individual, sin asesoría.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS es del Municipio. Disponen de computador y acceso a Internet.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	1.100 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°44' 2.25" S Longitud: 70°52' 0.04" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

5.5.10.2 Servicio de alcantarillado

En la actualidad se encuentran conectadas 682 viviendas al servicio de alcantarillado y no existen viviendas que hayan quedado sin conexión a la red de alcantarillado en este sistema, debido a que la construcción de la PTAS fue posterior a la construcción de las viviendas. El diámetro del colector de aguas servidas es de 200 [mm].

Plantas de elevación y Cámara de rejas

La planta de elevación cuenta con 2 bombas, las que según el operador, no funcionan en ciclos alternados. Es decir, cada bomba funciona por cerca de 2 meses y si se presenta algún problema con alguna de ellas se realiza la reparación y se instala la otra bomba para que la planta se mantenga funcionando.

Luego de la impulsión se encuentra la cámara de rejas y posteriormente el desarenador. La reja funciona de manera regular, debido a que se observaron sólidos gruesos en suspensión en las etapas siguientes.

Imagen 100 Planta de elevación y reja mecánica



5.5.10.3 Planta de Tratamiento

Reactor Biológico

El reactor biológico es de diseño circular, en la parte externa se encuentra el estanque de aireación y en la parte central el sedimentador.

Imagen 101 Vista del Reactor Biológico



En el **estanque de aireación** no se presenta formación de espuma y el licor mezclado en esta unidad es de color café claro (en la etapa anterior era de color gris oscuro). La aireación es uniforme en el estanque, se observó una buena formación de floc y no se observaron puntos muertos. Dado lo anterior, esta unidad funcionaba de manera adecuada durante la visita.

Imagen 102 Vista de estanque de aireación en reposo y en proceso de aireación



Con respecto al **sedimentador**, éste no presentaba resuspensión del lodo de fondo ni sobrenadante, además, el efluente de esta unidad se observó bien clarificado al momento de la visita. Por lo anterior, se puede decir que esta unidad funcionaba de manera adecuada.

Imagen 103 Vista del sedimentador y del efluente clarificado en el vertedero del sedimentador



Sopladores

En la casa de máquinas se cuenta con dos sopladores. El operador indica que la operación de éstos consiste en hacer funcionar uno de los sopladores y cuando falla comienzan a utilizar el otro soplador. Cuando falle el soplador que se encuentra en funcionamiento, vuelven a cambiar los sopladores por el soplador que se reparó anteriormente.

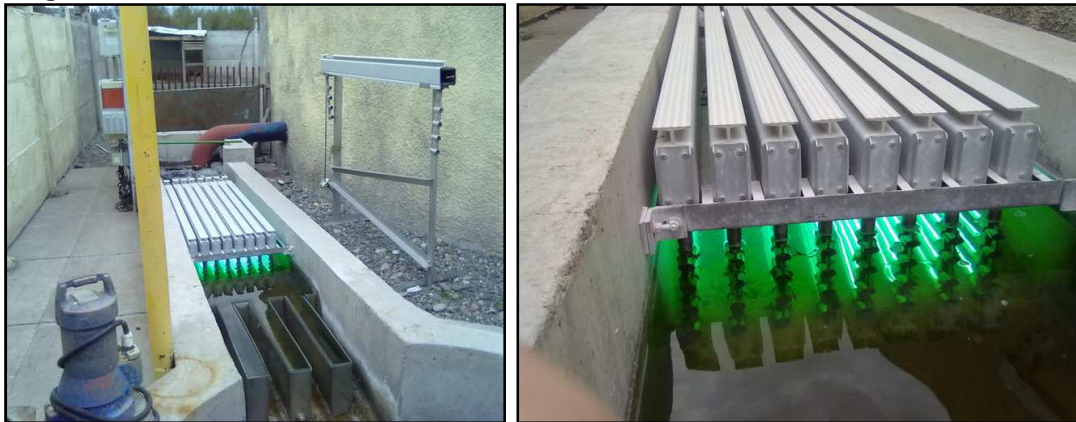
Imagen 104 Casa de máquinas con generador y 2 sopladores



Desinfección

Con respecto a la línea de agua, el efluente del sedimentador pasa a la cámara de desinfección por radiación UV. El soporte contiene 9 hileras de 4 tubos cada una, los que completan 36 tubos. Al momento de la visita, sólo se contabilizaron 32 tubos operativos.

Imagen 105 Cámara de desinfección UV con tubos inmersos en el efluente clarificado



El efluente desinfectado de la PTAS se descarga a un canal de regadío, indican que este se encuentra lejos de la PTAS. Informan que todos los meses la empresa Anam controla calidad del efluente de la PTAS.

Imagen 106 Efluente desinfectado y planta de impulsión del efluente a canal de regadío



Línea de Lodos

Con respecto a la línea de Lodos, del sedimentador los lodos pasan al espesador. Luego, los lodos pasan al digestor ubicado junto al generador eléctrico de respaldo.

Cuentan también con un estanque para almacenamiento de cal y un tanque de mezcla para el adicionamiento de cal. Luego, se encuentra el filtro prensa, que quita el excedente líquido a los lodos.

Los lodos deshidratados ya prensados se disponen en un contenedor que posteriormente es retirado y los lodos son finalmente dispuestos en el relleno Santa Marta.

Imagen 107 Espesador, Digestor y Tanque de mezcla



Todas las unidades de la línea de lodos se observaron funcionando de manera adecuada, los lodos prensados no emitían malos olores, lo que indica que éstos fueron bien estabilizados en el proceso anterior.

Imagen 108 Estanque de almacenamiento de cal, prensa de lodos y lodos deshidratados



5.5.10.4 Operación y Mantenimiento

El servicio de saneamiento cuenta con dos operadores para la PTAS, ambos operadores utilizan bicicleta para movilizarse del hogar al trabajo. De todas formas en la planta se dispuso de vivienda para el operador de turno.

Parte de las tareas de mantención que realizan los operadores son: cambios de aceite, limpieza y engrasado de rodamientos, etc.

En la PTAS se encuentran los planos de la planta y además el manual de operación y diseño, de toda la planta de tratamiento con sus unidades componentes.

En resumen, esta planta de tratamiento se encuentra ordenada, limpia, no presenta malos olores y los operadores cuentan con conocimiento de la operación del servicio.

5.5.10.5 Administración y Tarifas

El servicio El Maitén se encuentra administrado por la Cooperativa de APR Santa Margarita, es decir, son ellos quienes se encargan de realizar el cobro de la tarifa por los servicios de saneamiento y costear la mantención y operación de la PTAS.

Según indica el Director de Obras del Municipio, en el periodo de la visita se estaba en proceso de definir el área de concesión de las Cooperativas del sector.

No se cuenta con información respecto del valor de la tarifa.

5.5.10.6 Asesoría Técnica

Los operadores informan que cuando se construyó la PTAS, aprendieron como realizar el tratamiento de forma autodidacta, sin ningún tipo de asesoría.

5.5.10.7 Daños por el terremoto

Informan que en la planta no se tuvo ningún daño producto del terremoto.

5.5.11 Estudio de caso N° 11, Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de Carrera y La Islita)

5.5.11.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento fue visitada el día jueves 02 de septiembre de 2010. Ésta se encuentra ubicada en el sector de Cancha de Carrera en la comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana.

Figura 40 Ubicación del servicio en calle Cancha de Carrera a 550 [m] de Av. Balmaceda, La Islita



En ese terreno existen dos plantas de tratamiento, uno de los sistemas corresponde a una PTAS que se encontró fuera de servicio y desmantelada, motivo por el cual no se pudo identificar las unidades componentes. La otra PTAS corresponde a un sistema de Biodisco, en construcción al momento de la visita a terreno.

Figura 41 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Tabla 55 Tabla resumen estudio de caso N° 11, Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de Carrera)

# Catastro	6
# Terreno	11
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	TALAGANTE
Comuna	ISLA DE MAIPO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de Carrera en la Islita).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	El Municipio, a través de la Dirección de Obras es el responsable del servicio de alcantarillado y de la PTAS.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	La administración es de responsabilidad del Municipio.
Año de construcción del Servicio (AS)	2002
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2002 hasta el 2010.
Tipo de Tratamiento	Sin Información (PTAS antigua desmantelada).
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	332
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Incierto: Falta información.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Sin información.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Deficiente: La PTAS se encuentra desmantelada.
Tarifa Cargo Fijo	Sin información.
Tarifa Cargo Variable	Sin información.
Sueldo Operador	Sin información.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$450.000 (cuando se encontraba en funcionamiento).
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	101 millones de pesos (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).
Forma de Disposición de Lodos	Sin información.
Desinfección	Sin información.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	El efluente de la PTAS se infiltra a la napa freática mediante un sistema de drenaje.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.

Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Sin información.
Nivel educacional del Operador	Sin información.
Medio de transporte usado por el operador	Sin información.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Sin información.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS es del Municipio.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	3.000 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°44' 44.31" S Longitud: 70°52' 18.01" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

Tabla 56 Tabla resumen estudio de caso N° 11, Cooperativa de APR Santa Margarita (La Islita)

# Catastro	6
# Terreno	11
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	TALAGANTE
Comuna	ISLA DE MAIPO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR Santa Margarita (Cancha de carrera y la Islita en la Islita).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	El Municipio, a través de la Dirección de Obras es el responsable del servicio de alcantarillado y de la PTAS.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Actualmente la administración es de responsabilidad del Municipio. Cuando entre en operación esta planta, la Cooperativa de APR será la entidad encargada de administrar, mantener y operar el servicio.
Año de construcción del Servicio (AS)	2010 (Vida útil superior a 30 años).
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	Se esperaba estuviera en marcha blanca a fines del 2010.
Tipo de Tratamiento	Biodisco (en construcción al momento de la visita).
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	En construcción al momento de la visita.
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Se cuenta con dos fuentes de información: 1.440 (según DIA PTAS La Islita) 1.474 (según Dirección de Obras del Municipio)
Estado del Servicio de Alcantarillado	Incierto: Falta información.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Sin información.

Estado de PTAS (Ver clasificación)	Incierto: En construcción.
Tarifa Cargo Fijo	No aplica (PTAS en construcción al momento de la visita).
Tarifa Cargo Variable	No aplica.
Sueldo Operador	No aplica.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	No aplica.
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	No aplica.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	El monto estimado de la inversión es de aproximadamente 400 millones de pesos (US\$ 800.000 ^[29]).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fondo solidario y de vivienda del MINVU.
Forma de Disposición de Lodos	El diseño considera: Construcción de 2 digestores de lodos, filtro prensa para el deshidratado, construcción de radier techado para disposición temporal de lodos y luego a través de camiones ser llevados a vertedero ^[29] .
Desinfección	El diseño considera: Desinfección a través del uso de hipoclorito de sodio al 10% y cámara de contacto de 40 [m ³] de capacidad ^[29] .
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	El diseño considera: Disponer efluente en el canal de regadío "Fajardino" cercano al emplazamiento de la planta y para lo cual se cuenta con autorización ^[29] .
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	No aplica (PTAS en construcción al momento de la visita).
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	No aplica.
Nivel educacional del Operador	No aplica.
Medio de transporte usado por el operador	No aplica.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	No aplica.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La propiedad del terreno donde se construye la PTAS es del Municipio.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	3.000 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	La PTAS se construyó meses después del terremoto.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°44' 44.31" S Longitud: 70°52' 18.01" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

De las plantas de tratamiento visitadas en Isla de Maipo, este es el sistema con mayores deficiencias, debido a que no se encontraba operativo al momento de la visita y se continuaba infiltrando las aguas servidas a la napa, sin tratamiento.

Según indica personal de la Dirección de Obras del Municipio, debido a la ubicación del terreno donde se ubica la PTAS, se determinó la infiltración del efluente de la PTAS a la napa freática mediante un sistema de drenaje (nivel de la napa a 2 metros bajo la superficie del terreno). Al momento de la visita a terreno, informaron que la napa se encontraba saturada por la infiltración que se realizaba del efluente de la PTAS a través del sistema de drenaje.

Informan que el Servicio de Salud se encuentra en conocimiento del estado de la PTAS, así como de la construcción del nuevo sistema.

5.5.11.2 Servicio de alcantarillado

Actualmente, en el sector de Cancha de Carrera existen 332 viviendas conectadas al servicio de alcantarillado por medio de unión domiciliaria.

Según la Dirección de Obras del Municipio, el proyecto en desarrollo “La Islita” consideró la construcción de 1.142 viviendas sociales (Población La Islita).

Por lo tanto, la nueva PTAS, realizará el tratamiento a estas 1.142 viviendas sociales, más las aguas servidas de las 332 viviendas del sector de Cancha de Carrera. Es decir, el saneamiento se realizará para un total de 1.474 viviendas.

5.5.11.3 Planta de Tratamiento

Con respecto a la PTAS desmantelada, la construcción de esa planta se realizó hace ocho años atrás, en diciembre del año 2002 y según comentan los administradores la planta funcionó hasta el año 2010 tratando las aguas servidas sólo de la población Cancha de Carrera. La administración de este sistema se encuentra a cargo del Municipio.

Imagen 109 Vista general de la PTAS que se encuentra desmantelada



La planta de tratamiento en construcción es parte de un proyecto que se inició con la construcción de un conjunto habitacional llamado La Islita. Este proyecto consiste en la construcción y operación de una planta de aguas servidas para tratar los efluentes de la Población Cancha de Carrera (existente) y el proyecto habitacional La Islita (en construcción) que en conjunto agrupan a una población superior a los 8.500 habitantes ^[29].

Imagen 110 Planta de Tratamiento en construcción



La planta de tratamiento proyectada corresponde a un sistema biológico de Biodisco, cuya aireación se desarrollará mediante el uso de ruedas de disco sumergibles^[29]. Esta nueva PTAS se construye en el mismo terreno donde se encuentra la PTAS desmantelada, el tamaño del terreno es de aproximadamente 3.000 [m²].

Imagen 111 Imágenes referenciales del reactor biológico de la PTAS en construcción



Fuente: DIA PTAS La Islita^[29]

Según las referencias, el horizonte de operación de la PTAS en construcción es superior a 30 años^[29]. Los fondos para la construcción del proyecto corresponden a un fondo solidario y de vivienda del MINVU.

La construcción de la nueva planta comenzó 45 días antes de la visita y consideraba un periodo de 2 meses adicionales para concluir los trabajos. Es decir, a la fecha de término de esta memoria, la PTAS debiera estar construida y en proceso de marcha blanca.

Los administradores del servicio indican que se han sido destinados varios subsidios para la construcción de la PTAS. Entre ellos destaca un subsidio de localización para la compra de los terrenos necesarios para su desarrollo y el de las viviendas, esto es en total 25 [ha]. Se cuenta además con el subsidio a la vivienda, subsidio para la habilitación del nuevo sistema de agua potable y PTAS. Una vez que termine la construcción y puesta en marcha de la PTAS, se espera que la responsabilidad del saneamiento sea de la Cooperativa de APR.

Indican que la empresa constructora de las viviendas y PTAS, se encargará por 1 año de la operación y mantenimiento PTAS, en coordinación con la Cooperativa para luego poder realizar el traspaso legal de la responsabilidad.

El proyecto consiste en la construcción e implementación de las obras necesarias para tratar un caudal medio de 19,025 litros/segundos. Las principales unidades u obras comprendidas en el proyecto son ^[29]:

- Estación Elevadora.
- Separadores de sólidos (tratamiento primario).
- Estanque de Ecuilización.
- Sistema de aireación (tratamiento biológico).
- Sedimentador.
- Cámara de contacto (desinfección).
- Sistema de tratamiento de lodos (digestores, filtro prensa).
- Unidades de control y dosificación.

Para el diseño de la planta de tratamiento se han considerado los siguientes antecedentes:

Tabla 57 Antecedentes del diseño de la PTAS

Número viviendas	1440 ^(*)
Habitantes por viviendas	6 [hab]
Habitantes	8.640 [hab]
Dotación por habitantes	200 [L/hab/d]
Coeficiente de recuperación	0,95
Caudal medio descarga	19,025 [L/s]
Factor Harmon	2,99
Caudal Peak de descarga	62,17 [L/s]
VDD (Volumen de descarga diaria)	1.642 [m ³ /día]

^(*) Valor difiere en 34 UD (2,3%) con respecto al informado por administradores del servicio.

Fuente: DIA PTAS La Islita ^[29]

5.5.11.4 Operación y Mantenimiento

El gasto energético mensual de la planta de tratamiento desmantelada era de aproximadamente \$450.000, siendo las bombas de la planta de elevación las que más consumían energía.

5.5.11.5 Administración y Tarifas

El Municipio es el encargado actual de la administración del servicio de alcantarillado y PTAS. Cuando entre en operación la nueva planta de Biodisco, será la Cooperativa quien deberá asumir la responsabilidad del cobro de tarifa por servicio de alcantarillado y tendrá que administrar, mantener y operar el servicio.

Es conveniente agregar que la Cooperativa Santa Margarita se encuentra tramitando la Concesión Sanitaria correspondiente.

5.5.11.6 Daños por el terremoto

Informan que en la planta desmantelada no se tuvo ningún daño producto del terremoto.

5.5.12 Estudio de caso N° 12, Cooperativa de APR Santa Margarita planta El Gomero

5.5.12.1 Antecedentes Generales

La planta de tratamiento fue visitada el día jueves 02 de septiembre de 2010. Ésta se encuentra ubicada en el sector El Gomero en la comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana. Por problemas de horarios la planta no pudo ser recorrida y tampoco se pudo entrevistar al administrador y operador. Si se actualizó información de contacto y se respondieron algunas preguntas del cuestionario de visita.

Figura 42 Ubicación del servicio en Av. Balmaceda a 200 [m] de Av. Olea, La Islita



La planta de tratamiento corresponde a un sistema tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE). La administración de este sistema se encuentra a cargo de la Cooperativa de APR Santa Margarita. Es decir, la Cooperativa realiza el cobro de tarifa de servicio de alcantarillado y se preocupa de la operación y mantenimiento del sistema.

El año de construcción de la planta fue el 2004. Al servicio de alcantarillado se encuentran conectadas 198 viviendas a través de uniones domiciliarias.

El tamaño aproximado del terreno donde se encuentra la PTAS es de 750 [m²].

Figura 43 Imagen satelital de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



1: Acceso a la PTAS.

Imagen 112 Vista lateral de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



En la Imagen 112 se puede apreciar, desde la entrada a la PTAS, una vista de la casa de máquinas, reactor biológico, cámara de rejillas y planta de elevación.

Tabla 58 Tabla resumen estudio de caso N°12, Cooperativa de APR Santa Margarita planta El Gomeró

# Catastro	6
# Terreno	12
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	TALAGANTE
Comuna	ISLA DE MAIPO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa de APR Santa Margarita (El Gomeró en la Islita).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho, pero se encuentran en proceso de definir el área de concesión de las Cooperativas. Administración, operación y mantenimiento a cargo de la Cooperativa de APR Santa Margarita.
Año de construcción del Servicio (AS)	2004
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2004
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	198
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Incierto: Falta información.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Sin información.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Incierto: Falta información.
Tarifa Cargo Fijo	Sin información.
Tarifa Cargo Variable	Sin información.
Sueldo Operador	Sin información.
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	Sin información.
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	Sin información.
Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Sin información.
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Servicio de Vivienda y Urbanización (SERVIU). (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Forma de Disposición de Lodos	Sin información.
Desinfección	Sin información.

Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	Sin información.
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Sin información.
Nivel educacional del Operador	Sin información.
Medio de transporte usado por el operador	Sin información.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	Sin información.
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	La propiedad del terreno donde se encuentra la PTAS es del Municipio.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	750 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin información.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33° 45' 17.34" S Longitud: 70° 52' 12.58" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

5.5.13 Estudio de caso N°13, Cooperativa Agua Potable Gacitúa

5.5.13.1 Antecedentes Generales

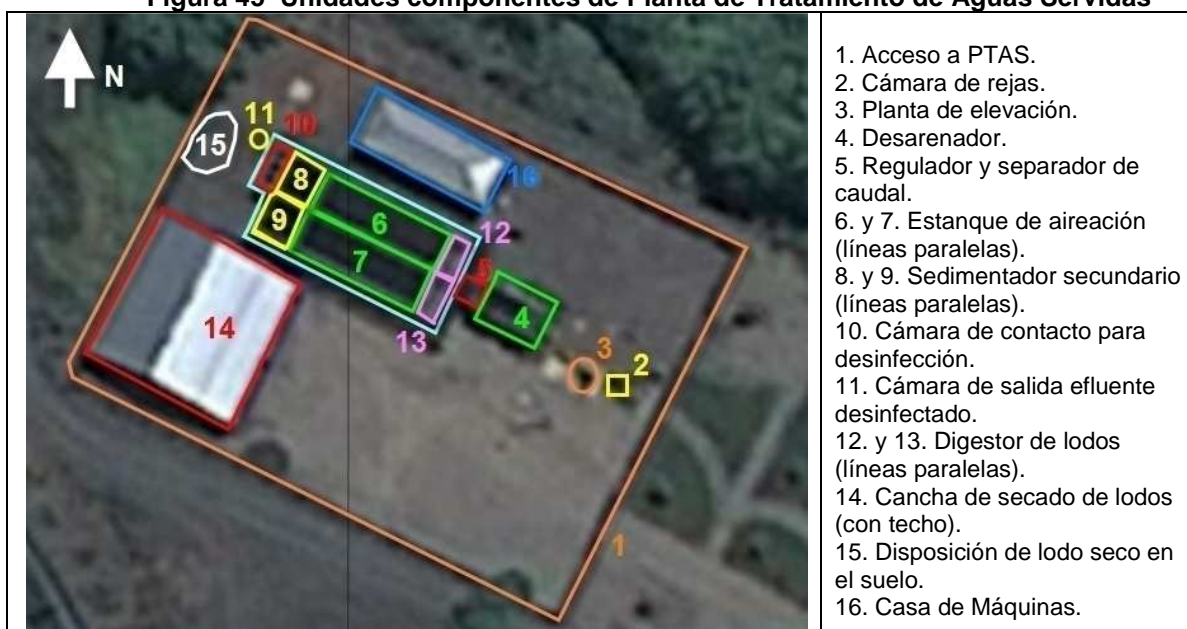
La planta de tratamiento fue visitada el día jueves 02 de septiembre de 2010. Esta se encuentra ubicada en el sector de Gacitúa, en la comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana. Esta planta corresponde a una planta de tipo Lodos Activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE) y su administración se encuentra a cargo del Municipio.

Figura 44 La ubicación del servicio es a los pies del Puente Naltahua en la intersección de las rutas G-420 y G40, Isla de Maipo



La planta de tratamiento comenzó a operar el año 2008 y según informó el administrador del servicio, el costo de construcción del proyecto, que incluyó colector de aguas servidas, uniones domiciliarias y planta de tratamiento, tuvo un costo aproximado de 980 millones de pesos. Esta información se complementa con el costo de construcción de la PTAS, que establece el catastro de la SUBDERE (BD2), de aproximadamente 200 millones de pesos.

Figura 45 Unidades componentes de Planta de Tratamiento de Aguas Servidas



Línea de aguas: 2 → 3 → 4 → 5 → 6 / 7 → 8 / 9 → 10 → 11

Línea de lodos: 8 / 9 → 12 / 13 → 14 → 15

Tabla 59 Tabla resumen estudio de caso N°13, Cooperativa Agua Potable Gacitúa

# Catastro	6
# Terreno	13
Fecha visita a terreno	02 de septiembre de 2010.
Región	RM
Región	METROPOLITANA
Provincia	TALAGANTE
Comuna	ISLA DE MAIPO
Servicio o Sistema (Localidad)	Cooperativa Agua Potable Gacitúa (CAPRUG en Gacitúa).
Entidad responsable del Servicio de Alcantarillado y Saneamiento	Operación y Mantenimiento a cargo del Municipio (Dirección de Obras). La administración, es decir, el cobro de tarifa está a cargo de la Cooperativa de APR.
Situación Administrativa Servicio Alcantarillado y PTAS	Traspasado sólo de hecho.
Año de construcción del Servicio (AS)	2008
Año de inicio de operación del Servicio (AS)	2008
Tipo de Tratamiento	LAAE
UD / Uniones Domiciliarias al 2010	220 (Se espera lleguen a ser 270).
Total de arranques de agua potable (APR)	Sin información.
Capacidad de diseño de la PTAS	Sin información.
Estado del Servicio de Alcantarillado	Regular: Planta de elevación saturada, se encuentra operando a 1/3 de su capacidad debido a fallas en las bombas.
Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de UD al alcantarillado	Sin información.
Estado de PTAS (Ver clasificación)	Deficiente: La PTAS se encuentra rebalsada (20 [cm] por sobre vertedero del sedimentador), en el reactor biológico no se presentan diferencias en las aguas del estanque de aireación y sedimentador. Uno de los sopladores se encuentra sin operar. No se encuentran realizando desinfección del efluente. Se tienen problemas mayores en O&M.
Tarifa Cargo Fijo	Sin información.
Tarifa Cargo Variable	Sin información.
Sueldo Operador	\$ 200.000 cada operador (En total son 3 operadores).
Promedio mensual de consumo de Energía Eléctrica	\$450.000
Gasto en Operación y Mantenimiento mensual (Energía eléctrica, sueldo Operador, insumos desinfección, mantenimiento general)	\$1.200.000

Costo estimado Construcción Alcantarillado y/o PTAS	Existen dos fuentes de información ²⁴ : Fuente 1: 980 millones de pesos (Según administradores del servicio). Fuente 2: 200 millones de pesos (Según se establece en los registros del catastro de la SUBDERE (BD2)).
Fuente de financiamiento para la construcción del servicio de alcantarillado y/o PTAS	Fuente 1: Sin información. Fuente 2: Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).
Forma de Disposición de Lodos	Cancha de secado con techo (impermeabilizada con polietileno).
Desinfección	Mediante cloración del efluente (hipoclorito de sodio granulado). En la visita se constató que no se estaba realizando desinfección.
Forma de Disposición de las Aguas Tratadas (efluente)	En el Río Maipo, sector puente Naltahua (a 125 [m] de la PTAS).
Conocimiento de la normativa que debiera cumplir el efluente de las PTAS	Sin información.
Frecuencia con que se controla la calidad del efluente	Sin información.
Nivel educacional del Operador	Sin información.
Medio de transporte usado por el operador	Bicicleta.
Capacitación Técnica y/o Asesoría técnica que recibió el operador de la PTAS.	No tiene capacitación necesaria (sólo del operador anterior).
Patrimonio del servicio (terreno, computador, Internet, teléfono, vehículo)	Sin información.
Tamaño del terreno donde se encuentra la PTAS*	1.800 [m ²].
Daños por el Terremoto del 27 febrero de 2010	Sin daños.
Coordenadas de ubicación de la PTAS*	Latitud: 33°43' 37.25" S Longitud: 70°55' 0.06" O

* Cálculo realizado utilizando herramientas de software Google Earth Pro.

²⁴ No existe un único y claro registro del detalle del costo de la PTAS, en algunos casos se considera sólo el costo de la PTAS y en otros casos se considera el costo total de las obras relacionadas al saneamiento, como son la construcción de casetas sanitarias (baño-cocina y lavadero), urbanizaciones (agua potable, alcantarillado, electricidad, pavimentación), obras complementarias (PTAS y plantas elevadoras), regularización de terrenos, etc.

5.5.13.2 Servicio de alcantarillado

En la actualidad se encuentran conectadas al servicio de alcantarillado 220 viviendas, de un total de 270 que se espera se conecten al servicio.

Cámara de rejas y Plantas de Elevación

Con respecto a la planta de elevación, la cámara tiene aproximadamente 7 [m] de profundidad y el nivel del agua servida en la unidad, se encuentra a 1 [m] bajo la superficie del terreno. Esta unidad se encuentra saturada, debido a que ésta cámara cuenta con 3 bombas sumergibles, de las cuales sólo 1 de ellas se encuentra operativa, las otras dos presentan daños.

Imagen 113 Vista de la planta de elevación



Si bien el operador indica que no tiene claridad con respecto a la función que cumple el estanque que se encuentra entre la estación de bombeo y el reactor biológico, el administrador del sistema indica que la unidad corresponde a un desarenador, pero también podría corresponder a un regulador de flujo. El acceso a esta unidad, es a través de escalera metálica hacia la superficie.

Imagen 114 Vista general de la PTAS y estanque previo al reactor biológico



Imagen 115 Vista de la cámara de repartición previa al reactor biológico



5.5.13.3 Planta de Tratamiento

El tamaño aproximado del terreno donde se encuentra la PTAS es de 1.800 [m²].

Reactor Biológico y Sedimentador

Las aguas que ingresan al estanque de aireación (reactor biológico) y las que se encuentran en el clarificador (sedimentador) son de igual apariencia, por inspección visual no se identificó ninguna diferencia entre estas dos etapas. Además el agua servida que ingresa a la planta se presentaba más clarificada que en otras PTAS visitadas y con presencia de algas (agua color verde).

Imagen 116 Vista del estanque de aireación detenido en su operación



Durante el tiempo que duró la visita, el proceso de aireación se encontraba detenido, por lo que no se pudo apreciar si los difusores y sopladores se encontraban operativos.

Con respecto al sedimentador, éste se encuentra rebalsado, con el nivel de agua aproximadamente 20 [cm] por sobre el vertedero evacuador hacia la cámara de contacto para la desinfección, también sobrepasaba el nivel del tabique para retención de sobrenadante.

Pese a lo anterior, no se presentaba resuspensión de lodos ni acumulación de natas superficiales, el agua contenida presentaba una apariencia clarificada y de color verde.

Imagen 117 Vista del sedimentador y rebalse en vertedero de salida hacia cámara de desinfección



Casa de Máquinas

La planta de tratamiento tiene una casa de máquinas, donde se almacena el cloro para realizar la desinfección del efluente.

Imagen 118 Sala de máquinas con generador eléctrico y sopladores



Además, indican que cuentan con generador eléctrico de respaldo, él que se encuentra en buen estado, pero no se observó su funcionamiento durante la visita.

Sopladores

La planta de tratamiento cuenta con 2 sopladores, de los cuales 1 no se encuentra operativo por presentar fallas y estar desarmado. Indican que el otro soplador se encuentra operativo, pero en el tiempo que duró la visita, no se inició automáticamente la aireación en el reactor biológico. Lo que da cuenta que el proceso se interrumpe y no se mantiene el régimen de aireación.

No es clara la información que entrega el operador respecto del intervalo de tiempo con que se está realizando el proceso de aireación, debido a que en un comienzo éste informó que se aireaba por un periodo de 20 minutos y se descansaba 1 hora. Luego, según indicó personal de la Dirección de Obras, el proceso de aireación se mantenía por 45 minutos y se detenía por 15 minutos.

El operador indica que les sacaron las máscaras o cubiertas de fibra de vidrio a los sopladores, debido a que les deben realizar mantención de manera periódica a los sopladores.

Imagen 119 Vista de soplador en reparación y tapas de sopladores



Desinfección

Si bien cuentan con bombas dosificadoras y 2 bidones para realizar la dilución del cloro granulado y declorador, a la fecha de la visita no se encontraban realizando desinfección del efluente de la PTAS. El operador indica que ellos utilizan hipoclorito de sodio granulado. Existen 2 bombas para cloración y decloración, las que se encuentran en buen estado aparente.

Imagen 120 Bidones para dosificación de desinfectante, cámara de contacto desinfección y punto de salida efluente de la PTAS



La disposición del efluente de la PTAS, se realiza a 125 [m] de la planta de tratamiento, en el sector puente Naltahua del Río Maipo.

Línea de Lodos

El digester aireado sólo presenta acumulación de lodos en el fondo, no se observan restos de lodos en las paredes de esta unidad.

La cancha de secado es techada y además se encuentra impermeabilizada con polietileno. Tiene además un sistema de drenaje en la parte inferior, de manera que se retorna el agua a la cámara elevación inicial. No se observa huella de uso de estas unidades, las canchas se encuentran limpias y con arena en la superficie.

Imagen 121 Digestor aireado de lodos



Entre la cancha de secado de lodos y el reactor biológico, se acopian los lodos secos. Éstos no presentan mal olor.

Imagen 122 Cancha de secado de lodos con techo y disposición final de lodos secos en el suelo



5.5.13.4 Operación y Mantenimiento

El operador no es claro en explicar el funcionamiento de las partes componentes de la PTAS. Sólo tiene un conocimiento general del proceso que realiza la PTAS con las aguas servidas.

En cuanto a los costos de operación y mantención, indican que mensualmente se gastan del orden de \$1.200.000 en sueldo de operadores, compra de insumos para desinfección, energía, etc. Los gastos mensuales más relevantes se detallan a continuación:

- Gasto energético mensual (bombas y sopladores): \$450.000
- Insumos para desinfección (cloro): \$150.000
- Sueldo de operadores (3 personas): \$600.000

La PTAS se observó limpia, con un adecuado aseo de todas sus unidades, no existió emanación de malos olores.

El afluente a la PTAS no presenta una diferencia notoria con el efluente de la misma, éste se presenta clarificado en todas las etapas del tratamiento.

5.5.13.5 Administración y Tarifas

Se informó por parte del administrador, que se han realizado varios intentos para que sea la Cooperativa de Agua Potable Rural Gacitúa (CAPRUG) la entidad que administre el servicio, pero finalmente no se ha traspasado la responsabilidad por parte del Municipio (esta PTAS no pertenece al sector de La Isleta).

El operador cuenta con contrato de prestación de servicios, el que se renueva anualmente. La remuneración de cada operador es de \$200.000 mensuales. El operador indica que utiliza su bicicleta para movilizarse de su hogar al trabajo.

5.5.13.6 Asesoría Técnica

El administrador indica que el operador trabaja como cuidador de la PTAS ya que no se le realizó la capacitación necesaria para poder manejar el sistema. El operador indica que sólo recibió asesoría por parte del operador anterior de la PTAS.

5.5.13.7 Daños por el terremoto

Informan que en la planta no se tuvo ningún daño producto del terremoto.

5.6 Otros Antecedentes

Los diagnósticos que hicieron entrega los sistemas de APR, luego de solicitar antecedentes en el desarrollo del catastro, se adjuntan como anexos a este informe (ver ANEXO (G)).

Estos informes corresponden a diagnósticos realizados por empresas externas, o bien por los operadores y administradores de las PTAS. Los antecedentes proporcionados, fueron utilizados para completar el catastro y también fueron considerados para el análisis de la situación administrativa, de operación y mantenimiento de las PTAS.

DIAGNÓSTICO Y DESAFÍOS PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES

CAPÍTULO 6: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se presenta un texto integrador de estudios, que sirve como ayuda complementaria para los tomadores de decisiones de los sistemas rurales de tratamiento de aguas servidas, de manera de tener presente las recomendaciones y conclusiones asociadas al catastro y diagnóstico realizados.

Se elaboró una matriz de requerimientos²⁵, en donde se presenta una comparación entre cada sistema de tratamiento de aguas servidas, aplicable a comunidades rurales. Para ello, se consideraron las limitaciones de las localidades rurales de acuerdo a lo observado en PTAS construidas y antecedentes de la literatura, en cuanto a restricciones económicas, obtención de mano de obra calificada para la operación de sistemas complejos, generación de lodos, costos de construcción, entre otros factores.

En términos generales, existen tres factores de mayor incidencia que afectan negativamente la administración, operación y mantención de plantas de tratamiento de aguas servidas rurales, estos son: Elevados costos de electricidad de los sistemas, falta de capacitación técnica a los operadores de las plantas y desconocimiento en donde disponer finalmente los lodos generados. Lo anterior, afecta con mayor intensidad a los sistemas de tratamiento tipo Lodos Activados modalidad aireación extendida (LAAE) y Biodiscos con aireación por inyección de aire.

A continuación, se resumen algunos aspectos específicos con respecto a los resultados del diagnóstico realizado a los sistemas de APR, en relación con la administración, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

- En cuanto a la **gestión y administración de los servicios**, existen deficiencias en Comités y Cooperativas de APR, sobre todo en aquellos sistemas en los que el traspaso del servicio de alcantarillado y tratamiento no ha sido formal de parte del Municipio respectivo.
- En general, los comités de APR y Municipios cuentan con información somera respecto del tratamiento y los antecedentes no se encuentran registrados en un informe detallado que indique los gastos, las mantenciones, los valores de caudales afluentes, etc., es decir, no existe una bitácora de las plantas de tratamiento. En la mayoría de los casos, la información entregada queda sujeta al conocimiento de los miembros del directorio, administrador y operador.
- En el caso de las Cooperativas, si bien tampoco disponen de una bitácora con la información de respaldo, salvo casos excepcionales, si poseen mayor manejo de cifras y cuentan con mayor conocimiento de los sistemas que administran, operan y mantienen.
- En la mayoría de los casos en que el Municipio contactado es la entidad responsable del servicio de alcantarillado y plantas de tratamiento, éstos informan que no cuentan con la capacidad de gestionar los problemas de las plantas de tratamiento rurales. Además, los Municipios carecen de competencia técnica para subsanar problemas relacionados a mantención y operación de plantas de tratamiento de aguas servidas.

²⁵ Ver punto 3.2.2.3 Comparación entre los Sistemas de Tratamiento.

- Con respecto al **apoyo Institucional**, se requiere la existencia de un organismo técnico regional o zonal que capacite y proporcione asistencia técnica a los operadores en terreno, en consideración, a que las inversiones realizadas requieren que se produzcan los beneficios para los que fueron concebidos. Lo anterior permitiría disminuir los costos de operación y mantención, de manera de lograr una mayor eficiencia en el uso de los recursos.
- En cuanto a la capacitación de los operadores y considerando la complejidad de labores que deberían realizar, se constató en terreno que no existe un programa institucional público de formación técnica en manejo de plantas de tratamiento, que les entregue asesoría y apoyo permanente para realizar dicha labor.
- Producto de que no existe un programa de saneamiento rural que agrupe los servicios del sector, no existe una base de datos que recopile, centralice y disponga de información de contacto actualizada, lo que dificulta la comunicación con los servicios de saneamiento rural. Tampoco existe un plano que georeferencie las PTAS en el territorio nacional.
- En lo que se refiere a la **operación y mantención de las PTAS** visitadas en los casos de estudio (representando un 3,3% del universo de PTAS en localidades rurales), el 23% opera de forma adecuada y presenta problemas puntuales de baja complejidad, un 30% de los casos presenta problemas de mediana complejidad y un 39% opera de forma deficiente y presenta problemas generalizados en el tratamiento. Para el 8% restante, no se cuenta con información suficiente para realizar una clasificación.

Lo anterior, se debe a que los operadores han aprendido sus labores en el transcurso del tiempo a través del método de ensayo y error. En la mayoría de los casos, la función de los operadores de las plantas de tratamiento, se refiere a asignación de tareas de limpieza, aseo, cuidado y resguardo de las instalaciones.

- Con respecto a la higiene y seguridad, los operadores incluso desconocen las precauciones sanitarias mínimas para operar sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas servidas.
- En cuanto a los **tipos de soluciones implementadas**, el resultado obtenido por un catastro telefónico y visitas a terreno, indica que el tratamiento de LAE sigue siendo el sistema de tratamiento más utilizado en el sector rural. Sin embargo, debido a los requerimientos operacionales y complejidad tecnológica de este tipo de solución, los encargados de operar los servicios rurales ven superada su capacidad técnica para llevar a cabo una adecuada operación de estos sistemas.
- En lo que se refiere a **asignación de roles**, no existe uniformidad en cuanto a las funciones de cada actor involucrado en el saneamiento rural. Es decir, no existe definición de responsabilidades que tiene cada institución pública y privada con las plantas de tratamiento de aguas servidas rurales. Como por ejemplo, en las tareas de administración, cobro de tarifa, pago de costos de operación y mantención, existen distintas asignaciones en los entes involucrados, como los Comités, Cooperativas y Municipios.

La situación anterior, se traduce en un problema al momento de presentarse dificultades económicas en los sistemas de APR, debido a que éstos no cuentan con fondos suficientes para el pago de servicios básicos o porque se retrasan las reparaciones de

equipamiento tales como bombas, motores, generadores, difusores, etc., unidades necesarias para llevar a cabo un adecuado tratamiento de las aguas servidas.

- Existen también problemas con respecto al **rol de la comunidad**, en cuanto a hacer buen uso de los sistemas de alcantarillado y realizar el pago oportuno de las cuentas del servicio de saneamiento. Es necesario por tanto un cambio cultural, en el sentido que se considere al abastecimiento de agua potable y el tratamiento de las aguas servidas como un conjunto de servicios básicos y necesarios para la comunidad.

El trabajo realizado, permite concluir que el estado general de las plantas de tratamiento de aguas servidas presenta deficiencias, existiendo casos aislados de funcionamiento adecuado. Si bien no se realizaron mediciones para establecer un indicador con respecto a la calidad del efluente, se puede concluir que en la mayoría de los casos, a través de una inspección visual y debido a la problemática existente en los servicios, las plantas no se encuentran cumpliendo los requerimientos mínimos que establece la normativa vigente.

Se destaca que los servicios de saneamiento rural difieren considerablemente de los sistemas de saneamiento existentes en grandes centros urbanos, ya que en las visitas realizadas, fue una constante la deficiente cobertura celular y de Internet, en la mayoría de los servicios visitados.

Cabe mencionar los aspectos positivos observados en el desarrollo del diagnóstico, en este sentido se destaca la participación comunitaria en los comités y cooperativas que administran y operan sistemas de tratamiento de aguas servidas, ya que los que funcionan adecuadamente, son un ejemplo de organización comunitaria responsable para resolver problemas comunes de agua y saneamiento.

Considerando que no existe una base de datos con información de contacto actualizada de los servicios de saneamiento rural, se implementó un sistema de información prototipo, que permite centralizar y disponer en línea la información recopilada en el catastro de este estudio, y que además, cuenta con un sistema de administración de usuarios y edición de contenido.

A partir del diagnóstico realizado se puede concluir que debido a los altos costos de energía, las dificultades operacionales que presentan las soluciones de tratamiento de alta tecnología y considerando la naturaleza de las organizaciones que administran los servicios de saneamiento rural (municipios, comités y cooperativas de APR), es necesario plantear soluciones de tratamiento más simplificadas en términos operacionales.

Además, considerando la realidad del sector rural en el país, los niveles de carga contaminante, la experiencia internacional y los estudios de saneamiento rural referenciados en este trabajo, se plantea la necesidad de realizar una revisión de la normativa vigente, flexibilizando su aplicación a los sistemas rurales.

Por otro lado, existen variados estudios de sistemas de tratamiento en localidades rurales, en los que se da cuenta del alto potencial de falla asociado a la operación y mantenimiento de sistemas convencionales tipo LAEE y Biodiscos. Además, existe consenso en cuanto a las ventajas de la implementación de sistemas de tratamiento no convencionales en pequeñas localidades rurales.

En este sentido, las grandes inversiones realizadas en cobertura de servicio de alcantarillado y construcción de PTAS convencionales, requieren mayor capacidad técnica por parte de los servicios de saneamiento por poder operarlas eficientemente. Por lo tanto, se recomienda el estudio y análisis de tecnologías no convencionales, para su eventual aplicación en localidades

rurales. En el caso de implementar sistemas convencionales como Lodos Activados (en sus distintas modalidades) o Biodiscos, es indispensable disponer de operadores calificados y de apoyo técnico permanente, en caso contrario se presentarán nuevamente los problemas descritos en el diagnóstico de este trabajo.

Finalmente, se hace necesaria la existencia de una institución pública, con competencia en el saneamiento del sector rural, de manera de poder mantener información actualizada, capacitar y apoyar a los operadores en labores de mantenimiento preventivo de los equipamientos y realizar la inversión necesaria para dar solución a la problemática del saneamiento del sector rural, entre otras tareas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DÜNNER Solari, Ignacio Alberto. Evaluación Integral de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas y Alternativas de Tratamiento en Localidades Rurales Concentradas: Aplicación en las Regiones R.M. y VII. Tesis Ingeniero Civil, Tesis Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Recursos y Medio Ambiente Hídrico. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2004. 153, [59] h.
2. DÜNNER Solari, Ignacio Alberto. MENA Patri, María Pía. TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN LOCALIDADES RURALES CONCENTRADAS: APLICACIÓN EN LAS REGIONES R.M. Y VII, CHILE. En: XV CONGRESO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AIDIS – CHILE. Concepción, Chile. Octubre de 2003. [10] h.
3. MONTECINOS Sankan, Luis Javier. Diseño de Filtro Biológico para Lodos y Residuos Industriales Líquidos a Base de Lombricultura. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 1992. 121, [30] h.
4. HOMSI Y ASOCIADOS LTDA. ESTUDIO DE SOLUCIONES DE SANEAMIENTO RURAL. Santiago, Chile. KRISTAL Ingeniería Ambiental, 2007. 247, [55] h.
5. SANTIBAÑEZ González, Jorge Esteban. Estudio de Plantas Pilotos de Aguas Servidas a Base de Tecnologías No Convencionales. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2002. 146, [35] h.
6. MORICE León, Pilar Francisca. Estudio de Plantas Pilotos de Aguas Servidas Basadas en Lombrifiltración y Rhizofiltración. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2005. 176, [77] h.
7. MARTÍNEZ Viertel, Guillermo Francisco. PROPOSICIÓN DE PROGRAMA DE ALCANTARILLADO EN LOS SECTORES RURALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2003. 87, [16] h.
8. BORNHARDT C., BOBADILLA C. y MONJE F. 2003. TRATAMIENTO DE RILES MEDIANTE LOMBRIFILTRO. En: XV CONGRESO DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL AIDIS – CHILE (Agrupación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental). Universidad de La Frontera, Dpto. de Ingeniería Química, Temuco, CHILE, 2003. [5] h.
9. METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales. Tercera Edición. México, McGraw-Hill, 1996. Tomos I y II.
10. Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS (2010). Coberturas de Agua Potable y Alcantarillado.
URL: <<http://www.siss.cl>> [Consulta: Septiembre de 2010].
11. Departamento de Programas Sanitarios DOH MOP. Archivos técnicos. Santiago, Chile. 2010.

12. MENA Patri, María Pía. Clase 3 - Tratamiento Preliminar. Curso CI51M - Procesos Unitarios de Tratamiento Aguas Residuales. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2008.
13. Superintendencia de Servicios Sanitarios SISS (2010). Cobertura histórica del Sector Sanitario. Evolución Histórica Cobertura Nacional Agua Potable y Alcantarillado Urbanos desde 1965. URL: <<http://www.siss.cl/article-3683.html>> [Consulta: Septiembre de 2010]
14. Informe de Gestión del Sector Sanitario 2009 elaborado por la SISS. URL: <http://www.siss.cl/articles-8333_informegestion.pdf> [Consulta: Septiembre de 2010]
15. Texto del Proyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales. URL: <<http://www.fenapru.cl/content/view/458770/PROYECTO-DE-LEY-SERVICIOS-SANITARIOS-RURALES.html>> [Consulta: Septiembre de 2010]
16. Definición, características y competencias de la SISS. URL: <<http://www.siss.cl/article-3684.html>> [Consulta: Octubre de 2010]
17. Ministerio de Obras Públicas (1998). Decreto Supremo 609/1998. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de RILES a sistemas de alcantarillado. Publicado en el Diario Oficial del 20 de julio de 1998.
18. PÉREZ ODDERSHEDE, Astrid Viviana. Selección de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales para Localidad de Santa Bárbara usando metodología de decisión multicriterio AHP. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2010. 92, [6] h.
19. CARRASCO QUIROZ, Carlos Alberto. Tratamiento Físico Químico de Aguas Residuales. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2007. 88, [35] h.
20. Características de un Tipo de Tratamiento por Biodisco, URL: <<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=219&termino=Biodisco>> [Consulta: Octubre de 2010]
21. GARCÍA LASTRA, Andrea Alejandra. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS PARA LOCALIDADES RURALES DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA. ZONAS COSTERAS Y ALTIPLÁNICAS. Memoria (Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2009. 131, [18] h.
22. Descripción de sistema de tratamiento tipo Sistema Tohá (Lombrifiltro). URL: <<http://www.sistematoha.cl/descripcion.htm>> [Consulta: Octubre de 2010]
23. Descripción de sistema de tratamiento tipo Lombrifiltro. URL: <<http://www.lombrifiltro.cl/Lombrifiltro.html>> [Consulta: Octubre de 2010]
24. MATE (MySQL Ajax Table Editor). URL: <<http://www.mysqlajaxtableeditor.com>> [Consulta: Marzo de 2010]

25. Descripción de sistema de tratamiento tipo Hidroplanta.
URL: <<http://www.aguamarket.com/sql/productos/productos.asp?producto=13176>>
[Consulta: Noviembre de 2010]
26. Programa de Agua Potable Rural.
URL: <<http://apr.mop.cl>> [Consulta: Mayo y Noviembre de 2010]
27. Anteproyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales.
URL: <http://apr.mop.cl/documentacion/proyecto_ley/Presentacion_Proyecto_Ley_APR.pdf> [Consulta: Julio de 2010]
28. Sistema de Tramitación de Proyectos del Congreso Nacional. Mensaje con el que se inicia el Proyecto de Ley que regula los Servicios Sanitarios Rurales.
URL: <<http://sil.congreso.cl/docsil/proy6634.doc>> [Consulta: Agosto de 2010]
29. Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Isleta.
URL: <http://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=4530631> [Consulta: Diciembre de 2010]
30. Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
URL: <<http://www.ine.cl>> [Consulta: Diciembre de 2010]
31. Baraňao, P., Tapia L. (2004). Tratamiento de las Aguas Servidas: Situación en Chile. Revista Ciencia & Trabajo, Número 13, pag 111-117.
URL: <<http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/13/Pagina%20111.pdf>> [Consulta: Diciembre de 2010]
32. Programa Mejoramiento de Barrios (PMB)
URL: <<http://www.subdere.gov.cl/1510/w3-propertyvalue-33043.html>> [Consulta: Diciembre de 2010]
33. MANUAL DE SOLUCIONES DE SANEAMIENTO SANITARIO PARA ZONAS RURALES (HOMSI): Noviembre 2009. URL: <<http://www.subdere.gov.cl/1510/w3-article-80176.html>> [Consulta: Junio de 2010]
34. Programa Mejoramiento Urbano y equipamiento comunal (PMU)
URL: <<http://www.subdere.gov.cl/1510/w3-propertyvalue-33042.html>> [Consulta: Diciembre de 2010]
35. Base de Datos que corresponde al catastro de PTAS realizado y proporcionado por la SUBDERE (BD2: Catastro PTAS 2008 PARA SUBSE-julio2009.xls). Departamento de Programas Sanitarios DOH MOP. Archivos técnicos. Santiago, Chile. 2010.
36. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
URL: <<http://www.pnud.cl/acercade/1.asp>> [Consulta: Diciembre de 2010]

ANEXOS

ANEXO (A)

Glosario de Términos

AIDIS:	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, AIDIS, capítulo Chileno.
AJAX:	Acrónimo de JavaScript asíncrono y XML.
AP:	Agua Potable.
APR:	Agua Potable Rural.
AS:	Aguas Servidas.
BD:	Base de Datos.
BD2:	Código de la Base de Datos que corresponde al catastro de PTAS realizado y proporcionado por la SUBDERE (Catastro PTAS 2008 PARA SUBSE-julio2009.xls)
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo.
CAPRUG:	Cooperativa Agua Potable Rural Gacitúa.
CF:	Cargo Fijo.
CFT:	Centros de Formación Técnica.
CONAMA:	Comisión Nacional del Medio Ambiente.
COREMA:	Comisión Regional del Medio Ambiente.
CORFO:	Corporación de Fomento a la Producción.
CSV:	Comma Separated Values (Valores separados por comas).
CV:	Cargo Variable.
DAEM:	Dirección de Administración de Educación Municipal.
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
DFL:	Decreto con Fuerza de Ley.
DGA:	Dirección General de Aguas.
DIA:	Declaración de Impacto Ambiental.
DOH:	Dirección de Obras Hidráulicas.
DOM:	Dirección de Obras Municipales.
DPS:	Departamento de Programas Sanitarios.
DQO:	Demanda Química de Oxígeno.
DS:	Decreto Supremo.
EGIS:	Entidades de Gestión Inmobiliaria Social.
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental.
EPA:	US Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).
FENAPRU:	Federación Nacional de Agua Potable Rural.
FF.AA.:	Fuerzas Armadas.
FIE:	Fondo de Infraestructura Educativa.
FNDR:	Fondo Nacional de Desarrollo Regional.
FOSIS:	Fondo de Solidaridad e Inversión Social.
GORE:	Gobierno Regional.
GPL:	General Public License.
ha:	Hectárea.
hab:	Habitantes.
ID:	Identificador.
INE:	Instituto Nacional de Estadísticas.
IP:	Institutos Profesionales.
ISAR:	Fondos de Inversión Sectorial de Asignación Regional.
IVA:	Impuesto al valor agregado.
JUNJI:	Junta Nacional de Jardines Infantiles.
LA:	Lodo Activado.

LAAE:	Lodo Activado modalidad Aireación Extendida.
LAC:	Lodo Activado Convencional.
LE:	Laguna de Estabilización.
MATE:	MySQL Ajax Table Editor.
MIDEPLAN:	Ministerio de Planificación y Cooperación.
MINSAL:	Ministerio de Salud.
MINVU:	Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
MLE:	Proceso modificado de Ludzack Ettinger.
MOP:	Ministerio de Obras Públicas.
N/A:	No aplica.
N:	Nitrógeno.
NCh:	Norma Chilena.
NKT:	Nitrógeno Kjeldahl Total.
NMP:	Método del Número Más Probable.
O&M:	Operación y Mantenimiento.
ODM:	Objetivos del Milenio.
P:	Fósforo.
pH:	Medida de la acidez o alcalinidad de una solución.
PHP:	Hypertext Preprocessor.
PJ:	Personalidad Jurídica.
PLC:	Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable).
PMB:	Programa Mejoramiento de Barrios.
PMU:	Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal.
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PT:	Planta de Tratamiento.
PTAS:	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.
PVC:	Policloruro de vinilo.
RBC:	Rotating Biological Contactors (Contactor Biológico Rotativo).
RM:	Región Metropolitana.
RUN:	Rol Único Nacional.
RUT:	Rol Único Tributario.
SBR:	Secuencial Batch Reactor (Reactor Discontinuo Secuencial).
SEIA:	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
SEREMI:	Secretaría Regional Ministerial.
SERPLAC:	Secretaría Regional de Planificación y Coordinación.
SERVIU:	Servicio de Vivienda y Urbanización.
SF o FWS:	Sistema de flujo libre.
SI o S/I:	Sin Información.
SISS:	Superintendencia de Servicios Sanitarios.
SS:	Sólidos Suspendidos.
SSF:	Sistema de flujo sub superficial.
SSLM:	Sólidos en Suspensión en el Licor Mezclado.
SSR:	Servicios Sanitarios Rurales.
SST:	Sólidos Suspendidos Totales.
SUBDERE:	Subsecretaría de Desarrollo Regional.
SUBSE:	Diminutivo de Subsecretaría.
U:	Universidades.
UD:	Unión Domiciliaria.
UF:	Unidad de Fomento.
URL:	Uniform Resource Locator (Usado para direcciones de páginas web).
UV:	Ultravioleta.
VDD:	Volumen de descarga diaria.

ANEXO (B)

Resumen de la situación actual de Saneamiento en el Sector Urbano Nacional.

Agua Potable

Según el “Informe de Gestión del Sector Sanitario 2009” elaborado por la SISS²⁶, los índices de cobertura de agua potable en el sector urbano se mantuvieron en 99,8% (2009), igual índice que en 2008. Lo anterior equivale a decir que el 99,8% de los inmuebles residenciales localizados en centros urbanos del país tienen conexión a las redes públicas de agua potable.

Aguas Servidas

Según la SISS, la cobertura del servicio de alcantarillado urbano creció de 95,3% (2008) a 95,6% (2009). Lo anterior se traduce en que sólo el 4,4% de los inmuebles residenciales que se localizan en los centros urbanos del país no tienen conexión a los sistemas de alcantarillado público. En el año 1990 esta cifra correspondía a 17,4%, en el año 2006 se redujo a 4,8%, se espera continuar disminuyendo este valor a prácticamente 0,0% en 2015.

En el caso del saneamiento de las aguas servidas, en 2009 entraron en operación ocho nuevos sistemas de tratamiento, lo que permitió aumentar la cobertura urbana de este servicio de un 82,7% (2008) a un 83,3% (2009).

Tabla 60 Coberturas urbanas efectivas y proyectadas

Cobertura	1990	2000	2006	2009	2015
Coberturas agua potable	97,4	99,6	99,8	99,8	100
Cobertura Alcantarillado	82,6	93,1	95,2	95,6	100
Coberturas tratamiento de aguas servidas	-	20,9	81,9	83,3	98,3
Población abastecida de agua potable	9.984.665	13.287.627	13.529.630	14.771.765	15.558.447
Población Saneada	8.467.488	12.442.703	12.907.191	14.151.609	15.558.447
Población cuyas aguas servidas reciben tratamiento (Tratada)	-	2.788.459	11.099.080	12.321.034	15.293.953
Población Urbana Total	10.251.196	13.341.908	13.559.719	14.798.433	15.558.447

Fuente: Archivo técnico DPS-MOP (2010)

El indicador adicional incorporado, es la cobertura de tratamiento de aguas servidas en zona urbana, debido a que las coberturas urbanas actuales de agua potable y alcantarillado ya superan un 95%; por lo que los principales desafíos se relacionan con la ampliación de este tipo de servicio. El cumplimiento de este objetivo permitirá tratar más del 98% de las aguas servidas generadas por los habitantes de las localidades urbanas del país, devolviendo a los cauces naturales un agua libre de contaminación y mejorando, considerablemente, la calidad de vida de la población.

²⁶ Fuente: <http://www.siss.cl/article-8335.html>

ANEXO (C)

Encuesta Limesurvey

Contenido: 39 planas

URL: <http://ing.uchile.cl/~lpizarro/ci69f>

Ficha Técnica de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (Versión impresa)

Responda este cuestionario una vez que lea completamente las Instrucciones. Es aconsejable que además lea todas las preguntas antes de contestarlas. Cualquier duda con el cuestionario, contactarse con nosotros.

Lea las instrucciones antes de contestar las respuestas.

Para recopilar la información en terreno, se le sugiere imprima esta Ficha Técnica a través del siguiente enlace: <http://deb.homelinux.com/6q9g7/print> o bien descargarla en PDF <http://deb.homelinux.com/6q9g7/print/ficha.pdf>

INSTRUCCIONES:

1) Si tiene dudas para contestar este cuestionario, contáctese con:

Nombre: Leonardo Pizarro Fuentes

Teléfono móvil: 97798399

E-mail: lpizarrof@gmail.com

Nombre: Eric Figueroa San Martín

Teléfono: (2) 4495861

E-mail: eric.figueroa@mop.gov.cl

2) Si ingresa mas de un teléfono o e-mail, separelos por comas.

3) **Lea completamente este cuestionario, recopile la información necesaria para contestarlo**

4) Responda o seleccione las alternativas correspondientes en cada pregunta.

Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

5) Una vez que haya contestado TODAS las preguntas puede presionar el botón **ENVIAR** al final de la página.

También puede guardar sus respuestas para volver a contestar la encuesta en otro momento. Para ello se le solicitara un email válido, un nombre de usuario y una contraseña.

Se le enviará automáticamente al email que Ud ingresó, el enlace para recuperar la encuesta y seguir completándola.

6) Si en el paso (5) el ENVÍO fue realizado con éxito, se desplegara en pantalla un enlace para poder imprimir sus respuestas o guardarlas en formato PDF.

7) Si el paso (6) no se llevó a cabo con éxito, deberá volver a contestar el cuestionario.

Hay 54 preguntas en esta encuesta

I - Ubicación del Servicio

Ubicación del Servicio en el Territorio Nacional

Si tienes dudas revisa la Tabla Resumen de la Organización Territorial Actual: [Click aquí](#)

1 Región *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

2 Provincia *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

3 Comuna *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

II - Alcantarillado y Recolección de las aguas servidas

Preguntas relacionadas con Información acerca de la red de alcantarillado y la recolección de las aguas servidas.

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

4 Existencia de Servicio de Alcantarillado *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- SI
- NO
- En etapa de diseño
- En construcción
- No sabe / No responde
- Otra respuesta (especificar):

Si selecciona "Otra respuesta:" debe especificarla

5 Estado general del servicio de alcantarillado *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Excelente - funcionamiento óptimo
- Bueno - no presenta problemas
- Regular - con algunas deficiencias
- Malo - con problemas importantes
- Deficiente - con graves problemas
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

Debe justificar su respuesta en el recuadro adjunto. Es decir, especificar las deficiencias que presenta el servicio de alcantarillado.

6 Total de uniones domiciliarias instaladas *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Debe escribir el número de uniones domiciliarias instaladas a la red de alcantarillado o al colector de aguas servidas.

Ejemplo: 148 uniones domiciliarias instaladas (escriba sólo el número).

7 Causas por las que no todas las viviendas están conectadas por medio de una unión domiciliaria al servicio de alcantarillado. *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

Todas las viviendas con agua potable están conectadas al alcantarillado

El proyecto solo benefició a una parte de la población

No existe interés por conectarse, no obstante se dispone de colector frente a la vivienda

Precaria situación socio-económica que dificulta la conexión

Existencia de soluciones individuales con fosa séptica

Dificultades técnicas propias a la topografía

Otra causa (Especificarla)

No sabe / No responde

a) Puede seleccionar más de una causa.

b) Debe comentar su elección en el recuadro adjunto a cada alternativa.

8 Entidad responsable del servicio de alcantarillado *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

Municipio

Comité APR

Cooperativa APR

No sabe / No responde

Otra entidad: (Especificarla)

Si selecciona "Otra entidad: ", debe especificarla.

9 Situación administrativa del servicio de alcantarillado *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Traspasado legalmente al Comité APR
- Traspasado legalmente a la Cooperativa APR
- Traspasado solo de hecho al Comité APR
- Traspasado solo de hecho a la Cooperativa APR
- No sabe o se desconoce situación administrativa
- Otra respuesta (especificarla)
- No responde

Comente su elección aquí:

a) Si selecciona "Otra respuesta: " debe especificar la situación.

b) En caso que corresponda, debe especificar a que Comité o Cooperativa APR se traspaso el servicio.

III - Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Disposición de Lodos

Información con respecto al tratamiento de aguas servidas

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

10 Existe planta de Tratamiento de Aguas Servidas en su Localidad *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- SI
- NO
- En etapa de diseño
- En construcción
- No sabe / No responde
- Otra respuesta:

Si selecciona "Otra respuesta: " debe especificarla.

11 Año de construcción del servicio *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

12 Año de inicio de operación del servicio *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

13 Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas utilizado *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- SIN tratamiento
- Laguna de estabilización (LE)
- Lodos activados en modalidad Aireación Extendida (LAAE)
- Lombrifiltro / Lombricultura
- Biodiscos
- Biofiltros (o Filtros biológicos o Percoladores)
- Humedales (o Wetlands)
- Fosa séptica con drenes
- Reactor discontinuo secuencial (SBR)
- Otro tratamiento (especificarlo)
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

a) Revisar el siguiente enlace donde se presenta una descripción de los distintos sistemas de tratamiento con una imagen de cada planta. [ENLACE](#)

b) Si selecciona "Otro tratamiento: ", debe especificar cual es el que realiza.

14 Forma de disposición de Lodos *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Disposición en cancha de secado
- Almacenamiento en piscina
- Se retiran haciendo uso de camión limpia fosa
- Se hace uso de Dren
- Se reparten como abono
- No se generan lodos
- No sabe / No responde
- Otra forma de disposición (Especificar)

Si selecciona "Otra forma de disposición (Especificar): " debe especificar de que otra manera dispone los lodos.

15 Lugar de disposición de las aguas tratadas (Efluente) *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Cauce receptor (Río, estero, acequia, canal)
- Cuerpo lacustre (Lago)
- Mar
- Infiltración a napa subterránea
- Otro lugar (Especificarlo en el recuadro adjunto)
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

a) Cualquiera sea el lugar de disposición, debe escribir la justificación de su respuesta. Es decir, debe especificar el nombre del cuerpo receptor y su ubicación con respecto a la planta de tratamiento.

b) Si selecciona "Otro lugar: " debe especificarlo.

16 Desinfección del Efluente de la Planta *

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- Cloro líquido
- Cloro en pastillas
- Cloro granulado
- Radiación Ultravioleta (Tubo UV)
- Ozono
- Realiza además Decloración
- No sabe / No responde
- No realiza desinfección

Otra forma de desinfección (Especificar):

Se pregunta por la desinfección de las aguas tratadas en la planta de tratamiento de aguas servidas.
Si selecciona "Otra forma de desinfección (Especificar): " debe especificarla

17 Preguntas relacionadas con la capacidad de la planta de tratamiento de aguas servidas. *

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

1) Número máximo de uniones domiciliarias para las cuales se encuentra diseñada la planta.

2) Población de diseño.

3) Población servida

4) Vida útil de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Se pregunta por:

1) El número máximo de uniones domiciliarias para las cuales se encuentra diseñada la planta.

Ejemplo: 250 uniones domiciliarias o UDs (escriba sólo el número).

2) La Población de diseño.

Ejemplo: 1.800 habitantes (escriba solo el número)

3) La Población servida

Ejemplo: 1.000 habitantes (escriba solo el número)

4) La vida útil de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas.

Ejemplo: 30 años (escriba solo el número)

IV - Responsable de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

18 Administración del Servicio.

Es decir la o las entidades responsables o que administran la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas. *

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- No sabe / No responde
- Municipalidad de la Comuna
- Empresa Sanitaria
- Comité Agua Potable Rural (APR)
- Cooperativa Agua Potable Rural (APR)
- Solución Particular
- Colegio, Liceo, Escuela, Sala Cuna
- Departamento de Educación
- Departamento de Salud
- Corporación Municipal
- DAEM
- Directiva Población
- Gendarmería
- Gobernación Regional
- Junta de Vecinos
- Unión Vecinal
- Junta Población
- Junta de Adelanto
- Posta
- SERVIU
- Otra entidad: (Especificarla):

Si selecciona "Otra entidad: ", debe especificarla.

19 Nombre del Administrador de la Planta de Tratamiento o de la Persona encargada de la Planta *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: Juan Fuentes Morales

20 Teléfono de Contacto con la persona encargada o que administra la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ingresa el o los teléfonos de contacto con la planta de tratamiento de aguas servidas.

Ejemplo: 72-413254, 0-96756433, etc

21 Dirección de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: Moneda 1040, Santiago, Chile

Ingresa el nombre de la calle, el número y finalmente la Comuna. Para buscar tu dirección puedes ayudarte con [Google Maps](#).

22 Trabajadores de la planta de tratamiento de aguas servidas.

Escriba el Nombre, teléfono y email de cada trabajador en el recuadro adjunto. *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

ADMINISTRADOR (A)

--

SECRETARIO (A) ADMINISTRATIVO

--

(A)

OPERADOR (A) N° 1 PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

--

OPERADOR (A) N° 2 PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

--

NO Existe Planta de Tratamiento de
Aguas Servidas

--

No sabe / No responde

--

Disponga la información de esta manera:Nombre completo, Teléfono, Email.

Ejemplo: ADMINISTRADOR (A): Germán Castro Riquelme, 0-95668677, germancastro@hotmail.com

23

Municipio responsable del tratamiento de las aguas servidas

Responda esta pregunta solo en caso que el Municipio sea el Organismo encargado del tratamiento de las aguas servidas del servicio que usted representa.

En otro caso, escriba un guión en cada recuadro y pase a la siguiente pregunta.

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " _ "

*

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

1) Nombre del Director de Obras del
Municipio:

2) Teléfono de Contacto:

3) Correo Electrónico (e-mail):

Ejemplo:

Ingresar distintos números de teléfono separados por comas y separando con un guión el código de área, como se muestra en el ejemplo.

1) Nombre del Director de Obras del Municipio: Juan Fuentes Morales

2) Teléfono de Contacto: 72-413254, 0-96756433, etc.

3) Correo Electrónico (e-mail): direcciondeobras@machali.cl

24

Comité o Cooperativa de Agua Potable Rural (APR) es la entidad responsable del tratamiento de las aguas servidas.

Responda esta pregunta solo en caso que el Comité o la Cooperativa APR sea el Organismo encargado del tratamiento de las aguas servidas del servicio que usted representa.

En otro caso, escriba un guión en cada recuadro y pase a la siguiente pregunta.

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " _ "

*

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

1) Nombre del Comité o Cooperativa

APR:

2) Personalidad Jurídica:

3) R.U.T.:

4) Teléfonos de Contacto:

5) Correo Electrónico (e-mail):

Ejemplo:

Ingresar distintos números de teléfono separados por comas y separando con un guión el código de área, como se muestra en el ejemplo.

1) Nombre del Comité o Cooperativa APR: Comite APR El Maitén

2) Personalidad Jurídica: N° 218 del 25.11.93

3) R.U.T.: 71.832.900-0

4) Teléfonos de Contacto: 72-413254, 0-96756433, etc.

5) Correo Electrónico (e-mail): comiteaprelmaiten@gmail.com

25 Directorio Titular del Comité o Cooperativa APR *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

<input type="checkbox"/> PRESIDENTE (A)	
<input type="checkbox"/> VICEPRESIDENTE (A)	
<input type="checkbox"/> SECRETARIO (A)	
<input type="checkbox"/> TESORERO (A)	
<input type="checkbox"/> DIRECTOR (A)	
<input type="checkbox"/> DIRECTOR (A)	
<input type="checkbox"/> No existe Directorio Titular	
<input type="checkbox"/> No sabe / No responde	

Disponga la información de esta manera: Nombre completo, Teléfono, Email.

Ejemplo: PRESIDENTE (A): Fabián Lopez Castro, 0-9678677, fabianlopez@hotmail.com

26

Otra Entidad es la responsable del tratamiento de las aguas servidas.

Responda esta pregunta en caso que el Organismo encargado del tratamiento de las aguas servidas del servicio que usted representa NO sea ni el Municipio ni el Comité o Cooperativa de APR.

En otro caso, escriba un guión en cada recuadro y pase a la siguiente pregunta.

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " _ "

*

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

1) Nombre del la Entidad, Organismo o

Institución responsable:

2) Teléfono de Contacto:

3) Correo Electrónico (e-mail):

Ejemplo:

Ingresar distintos números de teléfono separados por comas y separando con un guión el código de área, como se muestra en el ejemplo.

1) Nombre del la Entidad, Organismo o Institución responsable: Escuela Santa Emilia

2) Teléfono de Contacto: 72-413254, 0-96756433, etc.

3) Correo Electrónico (e-mail): direcciondeobras@machali.cl

V - Tarifas y Costos

Cobro de Tarifas y Costos del servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

27 Cobro de tarifa por servicio de saneamiento. Se considera solo tratamiento de aguas servidas, no se considera el agua potable. *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Sólo Cargo Fijo
- Sólo Cargo Variable
- Cargo Fijo más Cargo Variable
- No sabe / No responde
- Otro forma de cobro (especificarlo):

Si selecciona "Otro forma de cobro: " debes especificar la información con respecto al cobro de tarifa.

28 Cargo Fijo: Valor del Cargo Fijo mensual *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: \$2.900 mensual. Escribir solo el valor.

29 Cargo Variable: Valor del metro cúbico (m3) de Agua Tratada. *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: \$400 por metro cubico. Escribir solo el valor.

30 Describa la tarifa en caso que exista otra forma de cobro. Ya sea diferenciando por diámetro de tubería, caudal y/o tarifas distintas para invierno y verano. *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

A continuación detalle la forma y los valores de cobro de tarifa.

31 Gasto promedio mensual del servicio de alcantarillado en el periodo comprendido entre mayo de 2009 - mayo de 2010 *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

Sueldo Operador

Energía Eléctrica

Insumos para la desinfección

Mantenimiento y Reposición de equipamiento

Gasto Promedio Mensual Total en operación y mantenimiento

No sabe / No responde

Otro:

Escribir el valor del gasto al lado de cada ítem. Se considerarán los gastos separados de los gastos de agua potable. Si no tiene antecedentes de cada ítem por separado, seleccione el Gasto promedio mensual total en operación y mantenimiento.

Ejemplo: Sueldo Operador = \$215.000

32 Fuente de financiamiento para la construcción de la planta de tratamiento de aguas servidas. *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

<input type="checkbox"/> Municipio	
<input type="checkbox"/> Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)	
<input type="checkbox"/> Programa CHILE BARRIO	
<input type="checkbox"/> Ministerio de Obras Públicas (MOP)	
<input type="checkbox"/> Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN)	
<input type="checkbox"/> Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE)	
<input type="checkbox"/> Fondos de Inversión Sectorial de Asignación Regional (ISAR)	
<input type="checkbox"/> Corporación de Fomento a la Producción (CORFO)	
<input type="checkbox"/> Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)	
<input type="checkbox"/> Programa Mejoramiento de Barrios (PMB)	
<input type="checkbox"/> Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS)	
<input type="checkbox"/> Gobierno Regional (GORE)	
<input type="checkbox"/> Junta Nacional de Jardines Infantiles (JUNJI)	
<input type="checkbox"/> Inversión Sectorial de Asignación Regional (ISAR)	
<input type="checkbox"/> Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal (PMU)	
<input type="checkbox"/> Fondo de Infraestructura Educativa (FIE)	
<input type="checkbox"/> No sabe / No responde	

Otro:

- a) Si selecciona "Otra entidad: " debe especificarla.
- b) Especifique la cantidad que proporcionó cada entidad en el recuadro adjunto.

Ejemplo: Municipio = \$100.000.000

33 Costo Total de Construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas. *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Solo se considerará el costo de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, no se considerará el costo asociado al plan de mejoramiento urbano, luminarias y pavimentación de caminos, o cualquier otra obra adicional a la construcción de la Planta de Tratamiento y sus partes componentes.

Ejemplo: \$150.000.000

VI - Operación de la planta de tratamiento de aguas servidas

Información con respecto al Operador y Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

34 Nombre del Operador de la planta de tratamiento de aguas servidas *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: René Fuentes Osorio

Si es más de un Operador, indique los antecedentes en los comentarios generales de esta ficha técnica.

35 Teléfono del Operador *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Ejemplo: 72-413254, 0-96756433, etc

36 Medio de Transporte que usa el Operador para llegar de su hogar a la planta de tratamiento *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- A pie
- En bicicleta
- Vehículo propio
- Vehículo Fiscal
- Transporte público (micro o colectivo)
- No sabe / No responde
- Otro medio de transporte:

a) Seleccione el medio de transporte que usa el Operador en la mayoría de los viajes hacia la planta de tratamiento.

b) Si selecciona "Otro medio de transporte: " debe especificarlo.

37 Tiempo promedio que demora el Operador en llegar de su casa particular a la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas. *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- entre 0 a 15 minutos
- entre 15 a 30 minutos
- entre 30 minutos a 1 hora
- entre 1 a 2 horas
- más de 2 horas
- No sabe / No responde

Seleccione un rango de tiempo, considerando el medio de transporte que escogió en la pregunta anterior.

38 Nivel Educativo del Operador *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- No tiene estudios
- Primaria Incompleta
- Primaria Completa
- Secundaria Incompleta
- Secundaria Completa
- Superior Incompleta
- Superior Completa
- No sabe / No responde

Seleccione el máximo nivel de estudios que posee el Operador. Considere para ello la siguiente ayuda:

- a) Nivel Básico o Enseñanza Básica : Primero a Octavo básico (1° a 8° básico)
- b) Nivel Secundario o Enseñanza Media : Primero a Cuarto medio (1° a 4° medio)

Los liceos o colegios que imparten especialidades técnico-profesionales otorgan Títulos de Técnico de Nivel Medio y se les denomina:

- Liceo Industrial: electricidad, mecánica, electrónica, informática, entre otras.
- Liceo Comercial: administración, contabilidad y secretariado dominan estos liceos.
- Liceos Técnicos: vestuario (corte, confección y/o modas), cocina, enfermería, parvulario y otros.
- Liceos Agrícolas: otorgando títulos de Técnico de Nivel Medio en las actividades propias de la agricultura.
- Liceos Polivalentes: son los que tienen carreras de dos o tres de los liceos antes mencionados.

c) Educación Superior :

- (CFT) Centros de Formación Técnica, tienen una duración de 2 años y sólo pueden otorgar el título de Técnico de Nivel Superior;
- (IP) Institutos Profesionales, pueden otorgar títulos Técnicos de Nivel Superior y Títulos Profesionales en aquellas carreras que no requieran el grado académico de Licenciado.
- (U) Universidades que pueden otorgar todos los Títulos Profesionales y los Grados Académicos de Licenciatura, Magister y Doctor en su especialidad.
- Instituciones de educación superior de las FF.AA. estas últimas, incorporadas recientemente, pueden entregar a través de sus instituciones educativas títulos y grados académicos, siendo parte de las instituciones educación superior.

39 Situación Contractual del Operador *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

Con contrato de trabajo jornada completa

Con contrato de trabajo jornada parcial

Con pago de honorarios

Sin contrato laboral

Voluntario

No sabe / No responde

Otro

Si selecciona "Otro: " debe especificarlo.

40 Asesoría técnica que recibe el Operador por parte de: *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

Empresa Sanitaria

Municipio de la Comuna

Trabajador Particular

No recibe asesoría

No sabe / No responde

Otro:

a) Si selecciona "Otra entidad asesora: ", debe especificar cual es.

b) Debe comentar su elección en el recuadro al lado de cada opción, es decir: Especifique el nombre del asesor y nombre de la entidad que proporciona la asesoría.

Ejemplo 1: Juan Paredes Cáceres, Empresa Sanitaria Aguas del Valle.

Ejemplo 2: Andrés Arce Figueroa, Director de Obras del Municipio de la Comuna.

c) Puede seleccionar más de una entidad asesora.

41 Señale cuales de las siguientes normativas debiera cumplir el efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas. *

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- No sabe o No responde que normativa debiera cumplir el efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas.
- DS 90/00. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
- Nch 1.333 1978. Requisitos de Calidad de Agua para Diferentes Usos.
- DS N° 46/02. Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- Otra norma (especificarla)::

a) Se pregunta por cuales de las normativas debiera cumplir el agua que sale de la planta de tratamiento de aguas servidas.

b) Puede seleccionar más de una respuesta.

42 Cual es la frecuencia con que controla la calidad del efluente de la planta de tratamiento de aguas servidas *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- No sabe / No responde
- Mensual: 1 vez al mes
- Trimestral: 1 vez cada 3 meses
- Semestral: 1 vez cada 6 meses
- Anual: 1 vez al año
- No controla la calidad del efluente
- Otra frecuencia (especificarla):

a) Si selecciona "Otra frecuencia: " debe especificarla.

VII - Patrimonio del Servicio

Bienes que posee el Servicio

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

43 El Servicio dispone de computador *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- SI - (Especifique donde y cuantos computadores)
- NO
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

44 El Servicio cuenta con acceso a Internet *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- SI - (Especifique donde y que tipo de conexión)
- NO
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

45 Propiedad del Terreno donde se encuentra la planta de tratamiento de aguas servidas *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Comité APR
- Cooperativa APR
- Municipio
- Empresa concesionaria
- Privado o Propiedad Particular
- No tiene disponibilidad de terreno
- No sabe / No responde
- Otro Propietario:

Si selecciona "Otro Propietario: " debe especificar e identificar al propietario del terreno.

46 Tamaño de Terreno donde se encuentra la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Entre 1 a 50 metros cuadrados
- Entre 50 a 100 metros cuadrados
- Entre 100 a 250 metros cuadrados
- Entre 250 a 500 metros cuadrados
- Entre 500 a 1.000 metros cuadrados
- Entre 1.000 a 2.500 metros cuadrados
- Entre 2.500 a 5.000 metros cuadrados
- Entre 5.000 a 10.000 metros cuadrados
- Entre 1 a 5 hectáreas
- Entre 5 a 10 hectáreas
- Más de 10 hectáreas
- No tiene disponibilidad de terreno
- No sabe / No responde

Seleccione un rango en metros cuadrados (m²).

Equivalencia: 1 Hectárea = 10.000 m²

VIII - Estado Alcantarillado y Plantas de tratamiento de aguas servidas post Terremoto

Estado de los servicios de Alcantarillado y planta de tratamiento de aguas servidas, después de los terremotos del 27/02/10 y 11/03/10.

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

47 Estado del servicio de alcantarillado post terremoto *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Excelente - funcionamiento óptimo
- Bueno - no presenta problemas
- Regular - con algunas deficiencias
- Malo - con problemas importantes
- Deficiente - con graves problemas
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

Debe justificar su respuesta en el recuadro adjunto. Es decir, especificar las deficiencias que presenta el servicio de alcantarillado que han sido consecuencia del terremoto.

48 Estado de la planta de tratamiento de aguas servidas post terremoto *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Excelente - funcionamiento óptimo
- Bueno - no presenta problemas
- Regular - con algunas deficiencias
- Malo - con problemas importantes
- Deficiente - con graves problemas
- No sabe / No responde

Comente su elección aquí:

Debe justificar su respuesta en el recuadro adjunto. Es decir, especificar las deficiencias que presenta la planta de tratamiento que han sido consecuencia del terremoto.

49 Daños en infraestructura de Alcantarillado y Planta de Tratamiento *

Por favor, seleccione todas las opciones que correspondan y escriba un comentario:

Desmoronamiento o rotura de cerco
perimetral

Daños en Bombas

Rotura o filtración de cámaras

Rotura de ductos y cañerías

Rotura o filtración de estanques

Agrietamiento de muros

Caída de techumbres

Inundación de terrenos aledaños a la
planta

Cortes de luz

Taponamiento de difusores de aire

Sin daños

No sabe / No responde

Otro:

a) Si selecciona "Otro equipamiento: " debe especificarlo

b) Comente el tipo de daño en el recuadro adjunto a cada ítem. Es decir, especificar las deficiencias que presenta el servicio de alcantarillado que han sido consecuencia del terremoto.

IX - Servicios Sanitarios Rurales (SSR)

Preguntas orientadas a obtener comentarios del proyecto que entregará un marco legal a los Servicios Sanitarios Rurales. Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

50 Tiene conocimiento del proyecto que entregará un marco legal a los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) *

Por favor seleccione sólo una de las siguientes opciones:

- Bajo - No existe conocimiento del proyecto
- Medio - Tiene leve conocimiento del proyecto
- Alto - Se conoce el proyecto en detalle
- No sabe / No responde

Proyecto que regula servicios sanitarios rurales y permite a los comités y cooperativas convertirse en servicios sanitarios.

51 Comente su punto de vista con respecto al Proyecto que regulará los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Comente si se escucho su opinión, si se le invitó a participar de reuniones, si esta o no interesado en saber del

X - Observaciones generales

Preguntas orientadas a obtener comentarios del servicio

Recuerde: Si no cuenta con información para los Campos Requeridos (* Required) escriba un guión sin las comillas " - "

52 Observaciones y Comentarios Generales *

Por favor, escriba su respuesta aquí:

Describa los problemas, observaciones, comentarios e información complementaria a las preguntas anteriores, con respecto a:

Responsabilidad del servicio, ubicación, información de contacto, situación del alcantarillado, sistema de tratamiento de aguas servidas, disposición de lodos, efluente, desinfección, uniones domiciliarias, causas por las que algunas viviendas no están conectadas a la red de alcantarillado, situación o problemas administrativos, consumo de agua, tarifa, costos, gastos, operación y mantenimiento, financiamiento, construcción, asesoría técnica, incumplimiento de normativas, reclamos, daños terremoto, si cuenta con sistema de generación eléctrica autónomo (generador), etc.

Si necesita enviar alguna documentación puede hacerlo contactándose con nosotros. [CONTACTO](#)

53 Principales actividades económicas del sector *

Por favor, marque las opciones que correspondan:

- Agricultura
- Ganadería
- Silvicultura
- Pesca o Piscicultura
- Minería
- Generación Eléctrica
- Comercio
- Industria
- Turismo
- No sabe / No responde
- Otra actividad (especificarla)::

Si selecciona "Otra actividad: " debe especificarla

Minería: Relacionada con la extracción de recursos mineros como el hierro, cobre y otros.

Agricultura: Relacionada al cultivo y extracción de recursos agrícolas, como lo son: frutas, hortalizas y otros.

Ganadería: Relacionada con la producción de animales, para la obtención de alimentos y otros productos.

Silvicultura: Relacionada con los bosques y la extracción de la madera.

Pesca o Piscicultura: Relacionada con la extracción de elementos marinos.

54 Nombre y antecedentes de contacto de quienes contestaron esta ficha técnica *

Por favor, escriba su(s) respuesta(s) aquí:

1) Nombre completo - Cargo - Teléfono -
Email

2) Nombre completo - Cargo - Teléfono -
Email

3) Nombre completo - Cargo - Teléfono -
Email

Debe contestar la totalidad de los ítems, por ejemplo:

Nombre completo - Cargo - Teléfono de contacto - Email de contactoFrancisca Morales Castillo - Secretaria Administrativa - 72-217635, 9-98786533 - franciscamorales@hotmail.com

Gracias por completar la ficha técnica.

[Volver a la página principal](#)

Julio de 2010 – 21:00

Cualquier duda contactese con Leonardo Pizarro Fuentes al email: lpizarrof@gmail.com o al celular: 97798399

Ingrese la información recopilada en terreno, a la Ficha Técnica en el sitio web: <http://dps.blogspot.org>

Gracias por completar esta Ficha Técnica.

ANEXO (D)

Informe Técnico de la DIA “Sistema de Alcantarillado sector Pedegua comuna de Petorca”

Fecha: Junio de 2000

Contenido: 8 planas

Informe de ensayo de aguas N°1

Informe número: A180.2007

Fecha emisión informe: 05 de febrero de 2007

Contenido: 2 planas

Informe de ensayo de aguas N°2

Informe número: A788.2007

Fecha emisión informe: 13 de abril de 2007

Contenido: 2 planas

Informe de ensayo de aguas N°3

Informe número: A1405.2007

Fecha emisión informe: 18 de junio de 2007

Contenido: 2 planas

**COMISIÓN REGIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
QUINTA REGIÓN**

INFORME TECNICO DE LA DIA

"SISTEMA DE ALCANTARILLADO SECTOR PEDEGUA COMUNA DE PETORCA"

Valparaíso, Junio del 2000

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO Y SÍNTESIS DE SU EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL PROYECTO

El proyecto consistiría en la construcción y operación del servicio de alcantarillado para la localidad rural de Pedegua de la comuna de Petorca.

De acuerdo a lo establecido en el artículo 10° de la Ley 19.300/94, Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, este proyecto se tipificaría dentro del literal "o" correspondiente a "Proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario".

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROPONENTE

Titular	Ilustre Municipalidad de Petorca
R. Legal	Osvaldo Toro Toro, Alcalde I. Municipalidad de Petorca

1.3 LOCALIZACIÓN:

El proyecto se ubicaría en la localidad rural de Pedegua.

La Planta de Tratamiento de Aguas Servidas se ubicaría a unos 180 m de la orilla este del río Petorca, al fondo del pasaje San Ramón de la localidad.

El uso de suelo del emplazamiento de la Planta de Tratamiento no se encuentra normado por algún instrumento de planificación territorial.

1.4 DEFINICIÓN DE SUS PARTES, OBRAS Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Para dar saneamiento a los habitantes de Pedegua se instalaría una red de colectores de PVC T-1 D= 180 mm, con una longitud total de 5.885 m.

Dado que el proyecto de alcantarillado atraviesa y recorre paralelamente el camino E-35, el titular del proyecto deberá dar cumplimiento a la autorización de atravesamiento y paralelismo en la Ruta E-35, en la Dirección Regional de Vialidad, de acuerdo a lo estipulado en el D.F. N° 850/97 del MOP.

Las aguas servidas serían transportadas hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas ECOJET 3000-H modalidad Aireación Extendida.

Los parámetros de diseño del sistema de tratamiento son los siguientes:

Caudal actual	:	125 m ³ /día
Caudal de diseño	:	192 m ³ /día
Población actual	:	693 hab
Población máxima	:	1.255 hab
DBO afluente	:	200 mg/l
DBO efluente	:	< 40 mg/l
Dotación de agua potable	:	180 l/hab/día
Factor de recuperación	:	0,85
Carga orgánica	:	35 gDBO/hab/día

El proceso realizado por las plantas de aireación extendida Ecojet puede ser dividido básicamente en cinco etapas:

- **Pretratamiento:** La cámara de pretratamiento consideraría una criba o reja para retener las partículas mayores e inorgánicas (plásticos, piedras, etc.).
- **Aireación Extendida:** En el estanque de aireación se agrega aire a través de difusores dispuestos en el fondo del estanque. El agua permanecería entre 18 a 24 horas en este estanque.
- **Sedimentación:** Una vez que el agua tratada pasa por el estanque de aireación llegaría al estanque de sedimentación o de clarificación. En este estanque se producen las condiciones ideales de separación líquido - sólido, ya que las partículas precipitan debido a que el clarificador presenta una ligera inclinación en sus murallas. Por esta razón, en el clarificador se acumulan lodos en el fondo del estanque y una pequeña porción de lodos flotantes en la superficie. Ambos lodos son succionados y devueltos al estanque de aireación.
- **Desinfección:** El efluente de la cámara de sedimentación sería descargado en la cámara de contacto, la cual en su línea de ingreso contendría un clorador accionado con tabletas de hipoclorito de calcio con un 70% de cloro activo.

A la salida de la cámara de contacto se encontraría un dispositivo de dechloración el que estaría alimentado con tabletas de sulfito de sodio con una composición activa de un mínimo de 75%.

- **Digestor de Lodos:** Normalmente la producción de lodo va aumentando con el funcionamiento de la planta, por lo cual parte del lodo generado sería dispuesto en el estanque digestor de lodos, en el cual se inyecta aire a través de difusores con lo cual el lodo se va espesando y se degradaría.

Plan de Monitoreo y Autocontrol:

El titular del proyecto ha señalado que realizaría el siguiente plan de monitoreo al efluente de la planta de tratamiento:

Frecuencia mínima : una vez al mes.
 Parámetros a mediar: DBO, Sólidos suspendidos totales y coliformes fecales

Los análisis se realizarán por un laboratorio aprobado por la SISS y de acuerdo a los métodos indicados en la última edición del "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", los resultados serán enviados a las autoridades pertinentes.

Al respecto el SAG ha señalado que el titular deberá presentar un plan de monitoreo de las aguas tratadas durante el primer año de operación, señalando: frecuencia, puntos de muestreo, número de muestreos, número de muestras por punto, parámetros a medir (basados en las Normas exigidas, etc.) Los informes deberán ser enviados a los Servicios de Salud y SAG. Después del primer año, los Servicios evaluarán su continuidad y parámetros a medir.

La SEREMI de Obras Públicas considerando los riesgos de contaminación de las aguas subterráneas, estima necesario establecer puntos de monitoreo de las aguas servidas en el área de descarga, 20 metros aguas arriba y 20 metros aguas abajo del punto de descarga de la planta. La frecuencia deberá ser establecida por la autoridad competente, y se solicita remitir los resultados a la Dirección Regional de Aguas.

Plan en caso de corte de energía eléctrica:

En caso de que la operación del sistema de tratamiento se vea afectado por un corte de energía eléctrica estaría contemplado un equipo electrógeno, el cual operaría en forma automática. Después de un tiempo del orden de los 5 segundos, la carga sería transferida al grupo electrógeno; al restablecerse la alimentación normal de la red pública, después de 5 segundos, la carga automáticamente volvería a ser transferida a ésta y el grupo electrógeno se detendría.

Si el interruptor selector está en la posición manual, el grupo electrógeno podría operarse por botones pulsadores de arranque y parada.

1.5 VIDA UTIL

La vida útil del proyecto sería de 30 años.

1.6 MONTO ESTIMADO DE LA INVERSIÓN

La materialización de este proyecto significaría una inversión aproximada de \$ 450.000.000.-

1.7 MANO DE OBRA UTILIZADA EN CADA ETAPA DE LA PLANTA O ACTIVIDAD

Etapa	Nº personas
Operación	03

1.8 COMPROMISOS AMBIENTALES

El titular del proyecto no tiene considerado realizar compromisos voluntarios.

2. PERMISOS SECTORIALES AMBIENTALES, TÍTULO VII DEL D.S. Nº 30/97 DEL MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA.

- **Artículo 92.-** que corresponde al permiso para la construcción, modificación y ampliación de cualquier obra pública o particular, destinada a la evacuación, tratamiento o disposición final, de desagües y aguas servidas de cualquier naturaleza.

Al respecto, el Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota Aconcagua, mediante Ord. Nº 623 del 07/06/2000, ha señalado que otorga el Permiso Ambiental estipulado en el Art. 92 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- **Artículo 97.-** Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales para complementar alguna actividad industrial con viviendas, dotar de equipamiento a algún sector rural, o habilitar un balneario o campamento turístico; o para las construcciones industriales, de equipamiento, turismo y poblaciones, fuera del límite urbano, a que se refieren los incisos 3º y 4º del artículo 55 del D.F.L. Nº 458/75 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Al respecto, el SEREMI de Agricultura, mediante Ord. Nº 837 del 08/06/2000, ha señalado que el proyecto debe dar respuesta a las observaciones que los Servicios técnicos de este Ministerio señalan; una vez aclaradas las indicaciones, esta SEREMI no tiene inconveniente en emitir un pronunciamiento favorable al permiso sectorial según el artículo 97 del D.S. Nº 30/97 del Reglamento del Sistema de Impacto Ambiental, de la aplicación del art. 55 del D.F.L. Nº 458/75 de la Ley General de Urbanismo y Construcción.
- La SEREMI de Vivienda y Urbanismo, mediante Ord. Nº 810 del 07/06/2000, ha señalado que no presenta observaciones al addendum Nº 2 de la DIA cumpliendo con las condiciones señaladas en el art. 97 del Reglamento del SEIA.
- El Servicio Agrícola y Ganadero, mediante Ord. Nº 878 del 08.06.2000, ha señalado:

Antes de finalizar la Fase de Construcción, el titular deberá presentar un mapa a escala, señalando las bocatomas y pozos de riego en un radio de 1000 metros aguas abajo del punto de infiltración de las aguas tratadas y remitirlo a este Servicio a fin de determinar los lugares potenciales de ser impactados.

3. **CONCLUSIÓN RESPECTO DE LOS ASPECTOS QUE DICEN RELACIÓN CON EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE CARÁCTER AMBIENTAL Y DE LA PERTINENCIA DE PRESENTAR UNA DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL.**

De acuerdo a lo establecido en la D.I.A. y sus Addenda, lo señalado en los informes de los servicios que han participado en el proceso de evaluación, los demás antecedentes agregados al expediente respectivo y lo expuesto en este Informe Técnico, es posible señalar, que el proyecto "Sistema de Alcantarillado Sector Pedegua, Comuna de Petorca", cumple con la legislación ambiental vigente y que no genera efectos, características y circunstancias de las señaladas en el artículo 11 de la Ley 19.300/94, dado lo siguiente:

a) Con relación al riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de efluentes, emisiones o residuos, es posible indicar que:

- a.1) Emisiones a la atmósfera: Durante la ejecución se producirían excavaciones que levantarían polvo, para lo cual se implementaría el riego del terreno.
- a.2) Residuos Líquidos: Las aguas tratadas provenientes del sistema de tratamiento serían infiltradas en el lecho del Río Petorca, para lo cual cumplirían con la NCh 1333/78 de Riego.
- a.3) Residuos Sólidos: Los sólidos gruesos o basura retenida en la cámara de reja, una vez estrujados, serían depositados en bolsa de polietileno para ser trasladadas al vertedero municipal. Dadas las características de la Planta de tratamiento, la producción de lodos es prácticamente nula. No obstante, de producirse lodos en el tiempo, estos serían retirados por un camión limpiafosa debidamente autorizado.
- a.4) Generación de Ruidos: El proyecto cumpliría con el D.S N° 146/98 que establece normas de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas, del MINSEGPRES.
- a.5) Formas de Energía: En ninguna de las etapas del proyecto se contemplaría generar formas de energía.

b) Con relación a efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, es posible indicar que:

El proyecto en ninguna de sus etapas consideraría generar efectos adversos significativos a los recursos naturales renovables.

Las obras de alcantarillado se emplazarían por el eje de las calzadas, las cuales no tienen ningún tipo de vegetación. Además, en caso de árboles dañados o cortados en forma inevitable, se repondrán los ejemplares nuevos: adultos 10:1.

El titular deberá presentar un Plan de Emergencia, estableciendo medidas y acciones a realizar ante eventuales detenciones de funcionamiento de la planta de tratamiento, ya que no es posible verter aguas no tratadas al Río Petorca. Dicho plan deberá contar con la aprobación de los organismos pertinentes y deberá ser presentado a COREMA Vª Región.

c) Con relación al reasentamiento de comunidades humanas, o alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos, es posible indicar que:

El lugar no sería afectado, ya que en el sitio de emplazamiento del proyecto no habitan personas, ni comunidades que se pudieran ver afectadas.

d) Con relación a la localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar, es posible indicar que:

No habitan ni existe población, ni comunidades o grupos humanos protegidos por leyes especiales en el sitio de emplazamiento del proyecto.

- e) Con relación a la alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona, es posible indicar que:**

El área de localización del proyecto no se encuentra dentro de las zonas o centros declarados de interés turístico nacional o con valor paisajístico.

- f) Con relación a la alteración de monumentos, sitios con valor antropológico, arqueológico, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural, se puede indicar que:**

A través del proyecto no se alteraría ningún monumento, sitios con valor antropológico, arqueológico o histórico.

Sin embargo, se debe señalar que cuando se realicen las obras de excavación que son parte del proyecto, se debería dar cuenta de cualquier hallazgo arqueológico a las autoridades competentes, cumpliendo de ésta manera con lo establecido en el artículo 26° de la Ley 17.288 y en el artículo 20° de su Reglamento.

1. Órganos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental que han participado de la evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto

1.1. Para la evaluación de la Declaración de Impacto Ambiental, sus correspondientes Addenda y la Calificación de Impacto Ambiental del proyecto, han participado bajo la coordinación de la Comisión Regional del Medio Ambiente los siguientes Órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental:

- Gobernación Provincial de Petorca
- SERNATUR Vª Región
- SEREMI de Agricultura
- SEREMI de Obras Públicas
- SEREMI de Salud
- SEREMI de Planificación y Cooperación
- SEREMI de Vivienda y Urbanismo
- SEREMI de Bienes Nacionales
- Consejo de monumentos Nacionales
- Dirección General de Aguas
- Superintendencia de Servicios Sanitarios
- Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota
- Servicio Agrícola y Ganadero
- Corporación Nacional Forestal
- Dirección de Obras Hidráulicas

1.2. De acuerdo a lo establecido en el artículo 24, inciso 2º del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, los siguientes Órganos de la Administración del Estado, han comunicado su decisión de no participar en la evaluación de impacto ambiental.

Superintendencia de Servicios Sanitarios mediante Ord. N° 392 del 24/02/1998 se excluye de participar en la evaluación de impacto ambiental, señalando que en el proyecto no hay generación de residuos industriales líquidos.

1.3. Los siguientes Órganos de la Administración del Estado que no emitieron pronunciamiento durante el proceso de evaluación de impacto ambiental fueron,

- SEREMI de Salud
- SEREMI de Planificación y Cooperación

2. Síntesis Cronológica del Proceso de Calificación Técnica del Proyecto

Las principales actividades, etapas y actos que se sucedieron en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto fueron las siguientes:

Actividad	Documento	Fecha
Ingreso de la D.I.A. al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental		03/02/1998
Envío del primer Informe Consolidado de aclaraciones, rectificaciones y ampliaciones a la D.I.A.	Carta N° 64 Carta N° 67	10/03/1998 12/03/1998
Suspensión de plazos para responder al Informe Consolidado	Res. Exenta N° 50/98	16/03/1998
Ingreso del Addendum N° 1	Ord. N° 182	12/04/2000
Envío del segundo Informe Consolidado de aclaraciones, rectificaciones y ampliaciones a la D.I.A.	Carta N° 164	08/05/2000
Suspensión de plazos para responder al Informe Consolidado	Res. Exenta N° 262	22/05/2000

Actividad	Documento	Fecha
Ampliación de plazos de 60 a 90 días del proceso de calificación de la D.I.A. y sus Addenda	Carta N° 153	20/04/2000
Ingreso del Addendum N° 2	Ord. N° 296	30/05/2000

3. Referencia a los Informes de Los Organismos de la Administración del Estado con Competencia Ambiental que participaron en la Evaluación De Impacto Ambiental del Proyecto

Organismo de la Administración del Estado	En relación a la D.I.A.	En relación Addendum N° 1	En relación Addendum N° 2
Servicio de Salud Viña del Mar - Quillota	ORD. N° 227 del 13/02/1998	ORD. N° 454 del 27/04/2000	ORD. N° 623 del 07/06/2000
SEREMI de Obras Públicas	ORD. N° 120 del 26/02/1998	ORD. N° 219 del 25/04/2000	ORD. N° 334 del 06/06/2000
SEREMI de Vivienda y Urbanismo	_____	_____	ORD. N° 810 del 07/06/2000
SEREMI de Bienes Nacionales	_____	ORD. N° 1515 del 03/05/2000	_____
Gobernación Provincial de Petorca	ORD. N° 157 del 03/03/1998	ORD. N° 7/222 del 25/04/2000	_____
Consejo de Monumentos Nacionales	ORD. N° 714 del 24/02/1998	ORD. N° 2198 del 28/04/2000	ORD. N° 2978 del 06/06/2000
SEREMI de Agricultura	_____	ORD. N° 800 del 10/05/2000	ORD. N° 837 del 08/06/2000
Dirección General de Aguas	ORD. N° 299 del 03/03/1998	_____	_____
Dirección de Obras Hidráulicas	ORD. N° 83 del 05/03/1998	_____	_____
CONAF	ORD. N° 150,98 del 27/02/1998	ORD. N° 215,00 del 19/04/2000	_____
SERNATUR Vª Región	FAX N° 282 del 24.02.1998	FAX S/N del 23/05/2000	_____
Servicio Agrícola y Ganadero	ORD. N° 520 del 12/03/1998	ORD. N° 690 del 08/05/2000	ORD. N°

4. REFERENCIA A OTROS DOCUMENTOS RELEVANTES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

No se elaboraron actas o documentos que necesiten ser mencionados, pues no marcan hitos que superen o sean distintos a los meros actos administrativos del proceso de calificación ambiental.

FECHA EMISIÓN INFORME : 05 de febrero de 2007
ENTIDAD : Silob Chile Laboratorios
SEDE : Javiera Carrera 839, Valparaiso, V Región

INFORME NÚMERO : A180.2007
IDENTIFICACIÓN : 1 Original
NÚMERO PÁGINAS : 2 (1 al 2)
CLIENTE : Agua potable Rural (APR)
COOPERATIVA PEDEGUA

DIRECCION DEL CLIENTE : Calle Principal 521, Pedegua

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

Muestras : Ril
Plan de muestreo : No corresponde
Tamaño de las muestras : 2
Identificación de las muestras : M1 = Entrada Planta
M2 = Salida Planta

Entidad Muestreadora : Silob Chile Laboratorio
Fecha y hora de Muestreo : 22 de enero de 2007 / 15:30 a 15:45 hrs.
Lugar de toma de muestra : Planta de tratamiento de aguas servidas,
Cooperativa APR Pedegua, Petorca
Fecha y hora Ingreso Laboratorio : 22 de enero de 2007 / 19:00 hrs.
Fecha y hora inicio ensayos : 22 de enero de 2007 / 19:15 hrs.
Fecha Obtención Resultados : 02 de febrero de 2007
Tipo de envase : Vidrio y Plástico según corresponda

Desviación al procedimiento especificado en esta Norma

SI		NO	X
----	--	----	---

- Metodología empleada: Normas Chilenas Oficiales

Ensayos	Identificación Método de análisis	Preservante	Condición Acreditación INN según NCh ISO 17025 of 2001 según LE-106, LE-105 (▲ ▲)
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	NCh2313/5 Of.96	Enfriar inmediatamente a 2-5°C y almacenar en oscuridad	SI
Fósforo total (mg/L)	NCh2313/15 Of.97	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
Grasas y aceites (mg/L)	NCh2313/6 Of.97	pH <2 con ácido clorhídrico	SI
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	NCh 2313/28 Of.98	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
pH a*	NCh 2313/1 Of.95	S/P	SI
Sólidos sedimentables (ml)	NCh 2313/4 Of.95	S/P	SI
Sólidos Suspendedos totales (mg/L)	NCh 2313/3 Of.95	S/P	SI
* Temperatura (° C)	NCh 2313/2 Of.95	S/P	SI
MICROBIOLOGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	NCh2313/22.Of95	Tiosulfato + EDTA	Si (▲ ▲)



Silvia Díaz Araya
Silvia Díaz Araya
Laboratorio de aguas
SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE

Revisión	3
Fecha de emisión	28/08/06
Número de páginas	2 de 2
Número de Informe	A180.2007

RESULTADOS

ENSAYOS	Límite máximo permitido D90 Tabla 1	M14	M2
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	35	401	63
Fósforo total (mg/L)	10	6,26	3,35
Grasas y aceites (mg/L)	20	67	6,6
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	50	36,1	22,8
pH a*	6,0 - 8,5	7,93	7,42
Sólidos sedimentables (ml)	—	1,7	<0,1
Sólidos Suspendedos totales (mg/L)	80	240	128
* Temperatura (° C)	35	23,5	23,0
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.000	≥ 160.000.000	3.000



Silvia Díaz Araya
Laboratorio de aguas
SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE



FECHA EMISIÓN INFORME : 13 de Abril de 2007
ENTIDAD : Silob Chile Laboratorios
SEDE : Javiera Carrera 839, Valparaiso, V Región

INFORME NÚMERO : A788.2007
IDENTIFICACIÓN : 1 Original
NÚMERO PÁGINAS : 2 (1 al 2)
CLIENTE : Agua potable Rural (APR)
COOPERATIVA PEDEGUA
DIRECCION DEL CLIENTE : Calle Principal 521, Pedegua

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

Muestras : Ril
Plan de muestreo : No corresponde
Tamaño de las muestras : 2
Identificación de las muestras : M1 = Entrada Planta
 M2 = Salida Planta
Entidad Muestreadora : Silob Chile Laboratorio
Fecha y hora de Muestreo : 27 de marzo de 2007 / 16:20 a 16:45 hrs.
Lugar de toma de muestra : Planta de tratamiento de aguas servidas,
 Cooperativa APR Pedegua, Petorca
Fecha y hora Ingreso Laboratorio : 27 de marzo de 2007 / 19:30 hrs.
Fecha y hora inicio ensayos : 28 de Abril de 2007 / 09:30 hrs.
Fecha Obtención Resultados : 12 de Abril de 2007
Tipo de envase : Vidrio y Plástico según corresponda

Desviación al procedimiento especificado en esta Norma

SÍ

NO X

- Metodología empleada: Normas Chilenas Oficiales

Ensayos	Identificación Método de análisis	Preservación	Condición Acreditación INN según Nch ISO 17025 of 2001 según LE-106, LE-105 (▲ ▲)
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	NCh2313/5 Of.96	Enfriar inmediatamente a 2-5°C y almacenar en oscuridad	SI
Fósforo total (mg/L)	NCh2313/15 Of.97	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
Grasas y aceites (mg/L)	NCh2313/6 Of.97	pH <2 con ácido clorhídrico	SI
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	NCh 2313/28 Of.98	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
pH a*	NCh 2313/1.Of95	S/P	SI
Sólidos sedimentables (ml/)	NCh 2313/4 Of.95	S/P	SI
Sólidos Suspendidos totales (mg/L)	NCh 2313/3 Of.95	S/P	SI
* Temperatura (° C)	NCh 2313/2.Of.95	S/P	SI
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	NCh2313/22.Of95	Tiosulfato + EDTA	SI (▲▲)



Silvia Díaz Araya
 Silvia Díaz Araya
 Laboratorio de aguas
 SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE

Revisión	3
Fecha de emisión	28/08/06
Número de páginas	2 de 2
Número de Informe	A788.2007

RESULTADOS

ENSAYOS	Límite máximo permitido D90 Tabla 1	M1	M2
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	35	653	27,4
Fósforo total (mg/L)	10	4,539	3,555
Grasas y aceites (mg/L)	20	66,3	1,5
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	50	145	62,56
pH a*	6,0 – 8,5	7,92	7,44
Sólidos sedimentables (ml/)	---	2,0	<0,1
Sólidos Suspendidos totales (mg/L)	80	254	31,7
* Temperatura (° C)	35	22,5	21,3
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.000	2.400.000	<2



Silvia Díaz Araya
Laboratorio de aguas
SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE



FECHA EMISIÓN INFORME : 18 de junio de 2007
ENTIDAD : Silob Chile Laboratorios
SEDE : Javiera Carrera 839, Valparaíso, V Región

INFORME NÚMERO : A1405.2007
IDENTIFICACIÓN : 1 Original
NÚMERO PÁGINAS : 2 (1 al 2)
CLIENTE : Agua potable Rural (APR)
COOPERATIVA PEDEGUA
DIRECCION DEL CLIENTE : Calle Principal 521, Pedegua

CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS

Muestras : Ril
Plan de muestreo : No corresponde
Tamaño de las muestras : 2
Identificación de las muestras : M1 = Entrada Planta
M2 = Salida Planta

Entidad Muestreadora : Silob Chile Laboratorio
Fecha y hora de Muestreo : 31 de mayo de 2007 / 15:45 a 16:00 hrs.
Lugar de toma de muestra : Planta de tratamiento de aguas servidas,
Cooperativa APR Pedegua, Petorca

Fecha y hora Ingreso Laboratorio : 31 de mayo de 2007 / 20:30 hrs.
Fecha y hora inicio ensayos : 01 de junio de 2007 / 08:53 hrs.
Fecha Obtención Resultados : 18 de junio de 2007
Tipo de envase : Vidrio y Plástico según corresponda

Desviación al procedimiento especificado en esta Norma

SÍ NO X

- Metodología empleada: Normas Chilenas Oficiales

Ensayos	Identificación Método de análisis	Preservante	Condición Acreditación INN según NCh ISO 17025 of 2001 según LE-106, LE-105 (▲ ▲)
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	NCh2313/5 Of.2005	Enfriar inmediatamente a 2-5°C y almacenar en oscuridad	SI
Fósforo total (mg/L)	NCh2313/15 Of.97	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
Grasas y aceites (mg/L)	NCh2313/6 Of.97	pH <2 con ácido clorhídrico	SI
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	NCh 2313/28 Of.98	Acidificar a pH <2 con H ₂ SO ₄	SI
pH a*	NCh 2313/1.Of95	S/P	SI
Sólidos sedimentables (ml/)	NCh 2313/4 Of.95	S/P	SI
Sólidos Suspensidos totales (mg/L)	NCh 2313/3 Of.95	S/P	SI
* Temperatura (° C)	NCh 2313/2.Of.95	S/P	SI
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	NCh2313/22.Of95	Tiosulfato + EDTA	SI (▲ ▲)




Silvia Díaz Araya
Laboratorio de aguas
SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE

RESULTADOS

ENSAYOS	Límite máximo permitido D90 Tabla 1	M1	M2
QUÍMICOS			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	35	216	54
Fósforo total (mg/L)	10	4,01	0,146
Grasas y aceites (mg/L)	20	28,8	<1
Nitrógeno total kjeldahl (mg/L)	50	49,6	44,3
pH a*	6,0 - 8,5	7,70	7,69
Sólidos sedimentables (ml/)	—	1,0	0,2
Sólidos Suspendidos totales (mg/L)	80	177	19,4
* Temperatura (° C)	35	17,7	16,5
MICROBIOLÓGICO			
Coliformes fecales (NMP/100ml)	1.000	2.300.000	<2


Silvia Diaz Araya
Laboratorio de aguas
SILOB CHILE

SILVIA DIAZ ARAYA
LABORATORIO DE AGUAS
SILOB CHILE



ANEXO (E)

Descripción del Sistema de Fosa Séptica y los Sistemas de Infiltración para comunidades descentralizadas.

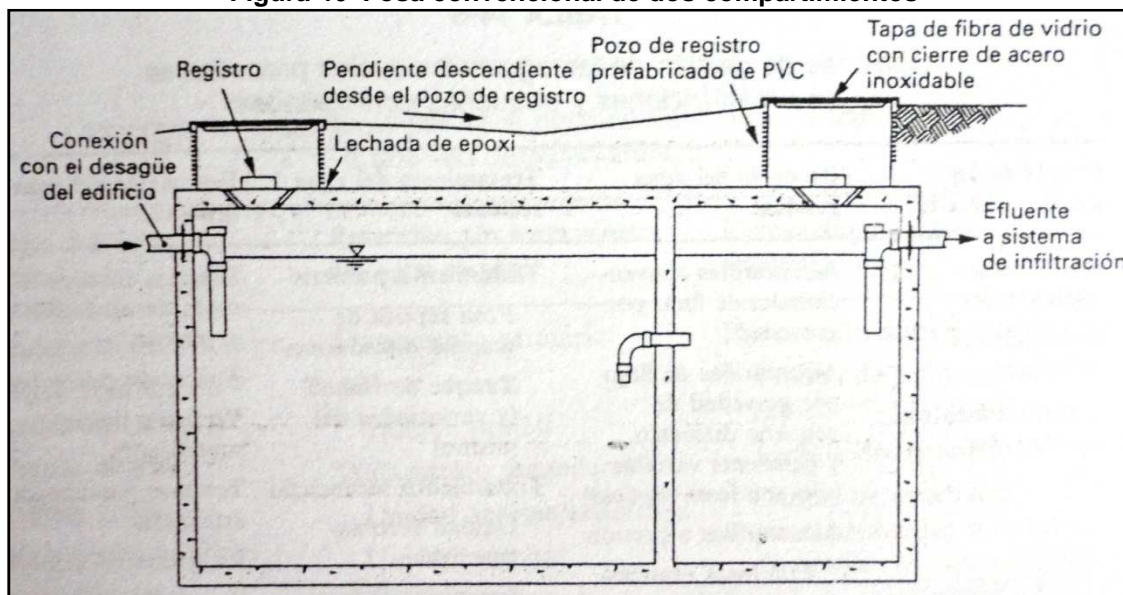
Fosas Sépticas

Las Fosas Sépticas son tanques prefabricados que ofician como tanque combinado de sedimentación, desgrasado y de almacenamiento de lodos, los cuales se digieren en el fondo por digestión anaeróbica, sin mezcla ni calentamiento. El proceso consiste en que los sólidos sedimentables que se encuentran en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo de la fosa séptica; las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior. El agua, exenta ya de sólidos, es extraída de la fosa e infiltrada en el suelo por medio de un pozo absorbente o drenes de infiltración ^[21].

Si bien la descomposición anaeróbica reduce el volumen del material sólido depositado en el fondo del tanque, siempre existe una acumulación neta de lodo, por lo que es necesario realizar una extracción periódica del contenido del tanque.

Generalmente las fosas sépticas poseen doble compartimiento, tal como se muestra en la figura siguiente. El objetivo del doble compartimiento es disminuir la descarga de sólidos en el efluente.

Figura 46 Fosa convencional de dos compartimientos



Fuente: Metcalf & Eddy (1996) ^[9]

Los componentes de las fosas sépticas son ^[21]:

- **Estructuras de Entrada y Salida:** La descarga de agua en el interior de la fosa séptica debe estar al menos 5 [cm] bajo el nivel normal de aguas. La estructura de salida debe ser tal que permita la salida del efluente clarificado.
- **Estanque:** El estanque debe ser estanco y tener un volumen capaz de retener las aguas servidas por 24 [hr].

- **Tapa de Inspección:** Es necesaria una tapa de registro impermeable y hermética de no menos de 60 [cm] de diámetro, que permita el acceso de un hombre y la extracción periódica de lodos.

Operación y Mantenimiento

Se deben retirar periódicamente los lodos acumulados en el interior de la fosa séptica.

Ventajas:

- Simple de operar y mantener.
- Bajo costo de operación y mantención.
- Adaptabilidad a sistemas de alcantarillado de pequeños diámetros.

Desventajas:

- Son necesarias grandes extensiones de terreno en el interior de la vivienda para instalar la fosa séptica con su respectivo sistema de infiltración.

Sistemas de Infiltración

Pozo Absorbente

Un pozo absorbente es aquel que permite la infiltración de aguas en el suelo. Es de forma cónica, relleno hasta 3/4 de su altura con piedras tipo bolón de 0,2 [m] de diámetro como mínimo, los cuales sirven de entubación y permiten distribuir el líquido en el subsuelo. Debe tener una cubierta o losa de hormigón armado, con una tapa de inspección y una cañería de ventilación ^[21].

Al circular el efluente a través del medio poroso y al infiltrarlo en el terreno se consigue un tratamiento producido por la combinación de una serie de mecanismos físicos, biológicos y químicos. Si la inundación es permanente, el medio poroso actúa como un filtro anaerobio sumergido, mientras que si la aplicación es periódica, actúa como un filtro percolador aerobio ^[9].

Ventajas

- Son necesarias pequeñas extensiones de terreno para lograr infiltrar las aguas.
- Se consigue un nivel de tratamiento de las aguas antes de disponerlas.

Desventajas

- La permeabilidad del terreno debe permitir la infiltración del líquido a través de sus poros.
- En presencia de napas subterráneas no se permite la instalación de este sistema de disposición.

Drenes de Infiltración

Los Drenes de Infiltración consisten en una serie de zanjas estrechas, relativamente poco profundas (0,5 – 1,5 [m]), rellenas de un medio poroso, el cual normalmente es grava. El

efluente del tratamiento se aplica a las zanjas por flujo intermitente por gravedad o por dosificación periódica, por medio de una bomba o de un sifón de dosificación ^[21].

Al circular el efluente a través del medio poroso y al infiltrarlo en el terreno, se consigue un tratamiento producido por la combinación de una serie de mecanismos físicos, biológicos y químicos. Si la inundación es permanente, el medio poroso actúa como un filtro anaerobio sumergido, mientras que si la aplicación es periódica, actúa como un filtro percolador aerobio ^[9].

Ventajas

- En las zonas en que se instala el sistema se puede tener napas freáticas menos profundas que en el caso de los pozos absorbentes.
- Se consigue un nivel de tratamiento de las aguas antes de disponerlas.
- Simples de construir.

Desventajas

- La permeabilidad del terreno debe permitir la infiltración del líquido a través de sus poros.
- Se requieren grandes áreas superficiales para infiltrar las aguas.
- Sólo se pueden ubicar en terrenos con pendientes de hasta un 5%.

ANEXO (F)

Matriz de Requerimientos

En el punto 3.2.2.3 Comparación entre los Sistemas de Tratamiento, se presentó una comparación cualitativa, entre cada sistema de tratamiento de aguas servidas, aplicable a comunidades rurales. La información cuantitativa, de cada requerimiento para cada tipo de tratamiento, se obtuvo de los textos de las referencias bibliográficas y se presenta a continuación.

Tabla 61 Matriz de Requerimientos parte I

Tipo de Tratamiento	Requerimientos en cuanto a:					
	Dotación	Caudal afluente	Habitantes	Extensión de Terreno	Superficie Módulo	Mano de Obra
Unidades	[l/hab/d]	[l/s]	[hab]	[m2/hab]	[m2]	[hr/mes]
Tratamiento Primario	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Fosa séptica con drenes	S/I	S/I	8	3,12	25	1
Fosa séptica y pozo absorbente	S/I	S/I	8	1	8	1
Tratamiento Secundario	Requerimientos en cuanto a:					
Tratamiento No Convencional	Dotación	Caudal afluente	Habitantes	Extensión de Terreno	Superficie Módulo	Mano de Obra
Unidades	[l/hab/d]	[l/s]	[hab]	[m2/hab]	[m2]	[hr/mes]
Humedales (o Wetlands)	150	4,38	2968	3	S/I	12
Lombrifiltración	150	1	720	0,27	200	12
Tratamiento Convencional	Dotación	Caudal afluente	Habitantes	Extensión de Terreno	Superficie Módulo	Mano de Obra
Unidades	[l/hab/d]	[l/s]	[hab]	[m2/hab]	[m2]	[hr/mes]
Laguna Aireada	150	6	4312	0,33	1425	160
Biofiltros + Rizhofiltración (BMR)	150	1	720	0,27	200	12
Biodiscos	150	6	4250	S/I	S/I	160
Aireación Extendida (LAAE)	150	6	4320	S/I	S/I	160
Reactor discontinuo secuencial (SBR)	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia a partir de datos existentes en referencias bibliográficas

Tabla 62 Matriz de Requerimientos parte II

Tipo de Tratamiento	Requerimientos en cuanto a:					
	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Generación de Lodos	Generación de Lodos	Generación de Lodos
Unidades	[\$/año]	[KWh/día]	[KWh/m3]	[Ton/año]	[kg/hab/año]	[m3/año][l/s]-1
Tratamiento Primario	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Fosa séptica con drenes	\$ -	S/I	S/I	0	S/I	S/I
Fosa séptica y pozo absorbente	\$ -	S/I	S/I	0	S/I	S/I
Tratamiento Secundario	Requerimientos en cuanto a:					
Tratamiento No Convencional	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Generación de Lodos	Generación de Lodos	Generación de Lodos
Unidades	[\$/año]	[KWh/día]	[KWh/m3]	[Ton/año]	[kg/hab/año]	[m3/año][l/s]-1
Humedales (o Wetlands)	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Lombrifiltración	\$ 356.598	S/I	S/I	130	S/I	S/I
Tratamiento Convencional	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Consumo de Energía	Generación de Lodos	Generación de Lodos	Generación de Lodos
Unidades	[\$/año]	[KWh/día]	[KWh/m3]	[Ton/año]	[kg/hab/año]	[m3/año][l/s]-1
Laguna Aireada	\$ 17.500.000	321	0,91	50	9	41
Biofiltros + Rizhofiltración (BMR)	\$ 2.190.000	40	S/I	S/I	S/I	S/I
Biodiscos	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Aireación Extendida (LAAE)	S/I	S/I	S/I	S/I	16	S/I
Reactor discontinuo secuencial (SBR)	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia a partir de datos existentes en referencias bibliográficas

Tabla 63 Matriz de Requerimientos parte III

Tipo de Tratamiento	Requerimientos en cuanto a:					
	Energía lodo	Operación y Mantenimiento	Operación y Mantenimiento	Costo de Construcción	Costo de Construcción	Tarifa / Operación y Mantenimiento
Unidades	[\$/kg DBO]	[\$/año/hab]	[\$/año]	[\$/hab]	[\$/m3]	[\$/hab/mes]
Tratamiento Primario	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I	S/I
Fosa séptica con drenes	S/I	\$ 5.556	\$ 50.000	\$ 225.000	S/I	S/I
Fosa séptica y pozo absorbente	S/I	\$ 5.556	\$ 50.000	\$ 300.000	S/I	S/I
Tratamiento Secundario	Requerimientos en cuanto a:					
Tratamiento No Convencional	Energía lodo	Operación y Mantenimiento	Operación y Mantenimiento	Costo de Construcción	Costo de Construcción	Tarifa / Operación y Mantenimiento
Unidades	[\$/kg DBO]	[\$/año/hab]	[\$/año]	[\$/hab]	[\$/m3]	[\$/hab/mes]
Humedales (o Wetlands)	S/I	\$ 1.415	\$ 4.200.000	\$ 48.450	S/I	S/I
Lombrifiltración	\$ 34	\$ 2.287	\$ 1.648.570	\$ 59.582	\$ 176	\$ 794
Tratamiento Convencional	Energía lodo	Operación y Mantenimiento	Operación y Mantenimiento	Costo de Construcción	Costo de Construcción	Tarifa / Operación y Mantenimiento
Unidades	[\$/kg DBO]	[\$/año/hab]	[\$/año]	[\$/hab]	[\$/m3]	[\$/hab/mes]
Laguna Aireada	\$ 279	S/I	S/I	\$ 35.214	S/I	S/I
Biofiltros + Rizhofiltración (BMR)	\$ 208	\$ 3.066	\$ 2.210.315	\$ 125.461	S/I	S/I
Biodiscos	S/I	S/I	S/I	\$ 25.500	S/I	S/I
Aireación Extendida (LAAE)	S/I	S/I	S/I	\$ 20.000	S/I	S/I
Reactor discontinuo secuencial (SBR)	S/I	S/I	\$ 74.620.000	\$ 260.495	S/I	S/I

Fuente: Elaboración propia a partir de datos existentes en referencias bibliográficas

Cabe destacar, que en las tablas anteriores, existe información con respecto a requerimientos que no se ajustan a la realidad de los sistemas diagnosticados, debido principalmente a que los valores de los parámetros obtenidos de las referencias, corresponden en muchos casos a plantas piloto. En estas plantas piloto, por lo general se cumplen todos los requisitos técnicos y operacionales para llevar a cabo una buena operación de los sistemas de tratamiento. Esto último, es algo que en la práctica no siempre se cumple en los sistemas visitados.

Existen varios tipos de tratamiento de los que no se obtuvo suficiente información, por lo tanto, como se observaron antecedentes que no son totalmente representativos de los tratamientos, se presentó como resultado en el informe (Tabla 25 y Tabla 26) una Matriz de Requerimientos cualitativa. Es decir, se consideraron algunos de los parámetros de las tablas anteriores (Tabla 61, Tabla 62 y Tabla 63) que se ajustaban a la realidad y el resto se corrigieron considerando las ventajas, desventajas y características de los sistemas de tratamiento, descritos en el punto 3.2.2 Sistemas de Tratamiento.

ANEXO (G)

Otros antecedentes

Corresponden a diagnósticos de PTAS, que hicieron entrega los administradores de los servicios de APR, luego de que les fueran solicitados antecedentes en el desarrollo del catastro de este estudio.

Se presentan copias de los documentos originales.

1. Respuesta de administradores de PTAS La Islita, comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana, a solicitud de información para catastro.

Fecha de recepción de información: 18/02/2010.

Contenido: 2 planas.

2. Respuesta de administradores de PTAS Los Loros, comuna de Tierra Amarilla, Región de Atacama (III), a solicitud de información para catastro.

Fecha de recepción de información: 09/02/2010.

Contenido: 5 planas.

3. Respuesta de administradores de PTAS de Escuelas Copequén, Chillehue y El Rulo, Villa Los Aromos, Villa La Puntilla y Población Nuevo Horizonte, comuna de Coinco, Región de O'Higgins (VI), a solicitud de información para catastro.

Fecha de recepción de información: 30/08/2010.

Contenido: 6 planas.

4. Respuesta de administradores de PTAS del Comité de APR El Maitén, comuna de Curicó, Región del Maule (VII), a solicitud de información para catastro.

Fecha de recepción de información: 16/02/2010.

Contenido: 2 planas.

5. Respuesta de administradores de PTAS del Comité de APR San Alejo, comuna de Retiro, Región del Maule (VII), a solicitud de información para catastro.

Fecha de recepción de información: 19/02/2010.

Contenido: 2 planas.

La Islita, febrero 16 del 2010.

Señor
Leonardo Pizarro
Presente
-----/

De acuerdo a consultas formuladas vía correo electrónico, puedo informar a usted lo siguiente:

- 1) EXISTENCIA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO (SI / NO)
- 2) AÑO DE CONSTRUCCION DEL SERVICIO
- 3) AÑO DE INICIO DE LA OPERACIÓN DEL SERVICIO
- 4) SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS UTILIZADO
- 5) CAUDAL TRATADO, DE DISEÑO
- 6) FORMA DE DISPOSICIÓN DE LODOS (En caso que existan)
- 7) LUGAR DE DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS TRATADAS (EFLUENTE)
- 8) ESTADO GENERAL DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO
- 9) NUMERO DE UNIONES DOMICILIARIAS INSTALADAS
- 10) CAUSAS POR LAS QUE NO TODAS LAS VIVIENDAS ESTAN CONECTADAS
- 11) ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO (COMITÉ, COOPERATIVA, MUNICIPIO)
- 12) NOMBRE DEL PRESIDENTE, GERENTE, SECRETARIO Y ADMINISTRADOR DEL SERVICIO (COMITÉ O COOPERATIVA).
- 13) TELEFONOS DE CONTACTO Y EMAIL DEL SERVICIO.
- 14) OBSERVACIONES

1.- Si

2.- El servicio de la población el Maitén fue construido entre los años 1999 y 2000 y recibido por la cooperativa el 30 de diciembre del 2002, según convenio de administración delegada firmado con Municipalidad de Isla de Maipo.

La Planta de tratamiento de la Villa el Gomero, fue construida el año 2003, siendo adquirida por la Cooperativa el 25 de enero del 2007,

3.- La Planta El Maitén, comienza su operación a finales del año 2001.

La Planta del Gomero comienza a operar a principios del año 2004.-

4.- Sistema aeróbico de lodos activados con aireación forzada.

5.- El Gomero está diseñada para un caudal de tratamiento de 153.6m³/día y no cuenta con caudalímetro.

El Maitén está calculada para recibir 980 m³/día. En este momento está ingresando a esta planta un caudal promedio de 668 m³/día.

6.- Son retirados por camión limpiafosas en una de las plantas y en la otra son prensados y acumulados en un contendor, que se retira cada 2 semanas aprox., por una empresa autorizada para estos fines.

7.- Los efluentes son enviados a cursos de aguas superficiales, debidamente autorizados (Acequias o canales)

8.- En general bueno, salvo la construcción de algunas cámaras y conexiones que no quedaron en buenas condiciones, por lo cual se infiltran las aguas provenientes de las napas.

9.- Las uniones domiciliarias de alcantarillado son 192 en la Villa El Gomero y 680 en la población el Maitén.

10.- La causa fundamental es porque los que poseen conexión de alcantarillado, son poblaciones nuevas, las que obligatoriamente debían tener redes de alcantarillado y planta de

tratamiento de aguas servidas, en las demás no es una obligatoriedad tratándose de un APR que data del año 1968.

11.- La Cooperativa.

12.- El presidente es don Fernando Trujillo Villegas y Gerente y Administrador Aníbal Vásquez Trincado.

13.- Nuestros contactos son : Red Fija 8192102, Celular 7-7498980

Correo electrónico coopsantamargarita@gmail.com

Saluda Atentamente a Ud.,

Aníbal Vásquez Trincado
Administrador

DIAGNOSTICO

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Localidad de Los Loros, Región de Atacama

1. Datos Planta de Tratamiento:

La planta de tratamiento se encuentra ubicada en la comuna de tierra amarilla, localidad de Los Loros (a 67 km al SE de Copiapó), se emplaza en la confluencia de la quebrada Lomas bayas con el río Copiapó, en la ribera oriental del mismo río. en forma específica se encuentra ubicada en el límite norte de loa zona urbana, cercano al punto final de recolección de aguas servidas de la red de alcantarillado (27° 48"S y 70° 7"O). Esta planta fue diseñada para atender a una población rural de 2765 habitantes aprox. con una vida útil de 20 años.

Corresponde a un modelo LF-360 serie 3000, fabricada en fibra de vidrio reforzada con poliéster y se encuentra empotrada a nivel de piso.

La alimentación de las aguas es por medio de descarga gravitacional, previo a una zona de pretratamiento de las aguas en un estanque construido en hormigón armado. Esta planta emplea el proceso biológico conocido como lodos activados modalidad "Lecho Fluidizado".

El tratamiento de agua servida pasa por:

- o zona de pretratamiento
- o aireación
- o sedimentación
- o digestor de lodos
- o desinfección

La población de la localidad de Los Loros es de aproximadamente 1.176 habitantes, pero en época de cosecha esta población casi se triplica (noviembre a febrero). De acuerdo a datos manejados se tiene que de las 252 viviendas 143 presentan alcantarillado a red pública y disposición de aguas servidas. Se debe mencionar que la comunidad no tiene una conciencia de cuidado por este sistema, vertiendo basuras a la red de alcantarillado.

2. Especificaciones:

Los afluentes llegan a una cámara de Pre tratamiento. Los Efluentes se descargan a un drenaje ubicado a 20 mts. de la Planta.

La planta lleva funcionando 8 años, inicio aprox. 16 de abril del año 2000, considerando que estuvo 3 meses en marcha blanca.

2.1 Sala de Control: 2 motores + 2 sopladores; cada motor trabaja 15 min. Alternado. En época de alta (cuando llega un caudal mayor en la planta, producto de la temporada de cosecha de uva de exportación) cada motor trabaja 20 min.

Tablero de control; Clorificador, instrumento que permite inyectar el Cl liquido, 2 mangueras: 1 saca del estanque, la otra lo lleva a una parte de la planta. El Cl se

encuentra en 1 estanque de 250 l capacidad, este se mantiene con 230 l de H₂O o menos, a esto se adiciona +- 20 l de cl activo. Este estanque se carga y limpia c/ 3 días .

2.2 Planta:

- Cámara de pretratamiento: recibe toda la descarga de la conexión de alcantarillado.
- Cámara de Separación: desde la cámara de pretratamiento entra el líquido a la cámara de separación, en época de alta demanda (cosecha) puede ser el doble o el triple.
- Cámara de decantación: existe la presencia de basuras, las cuales deben sacarse cada 3 días
- Cámara de Cloración: de c. de decantación pasa el líquido a esta (la cual es más angosta), acá llega Cl desde el líquido que viene del clorificador de la sala de control y de cloración por pastillas.
- Cámara de repartición: en esta cámara capta el líquido antes de ser arrojado al río o a los drenes:
 - 4 tuberías a los drenes. (220 mm de diámetro): El agua pasa a tierra, luego aflora y por un canal construido por los operarios la hacen llegar al río. Dos (2) de los drenes se encuentran defectuosos, sin poder repararlos.
 - Una tubería que va al río (200 mm de diámetro): Esta descarga corresponde a un 30% del total.

3. Personal

Un operario trabaja 8 horas de lunes a viernes y el sábado ½ día, se tiene el mismo horario para la mantención de equipos. Esta persona también coordina las actividades propias del Comité de Agua en la localidad.

4. Problemas Detectados

- La cámara de pretratamiento se encuentra saturada de basura lo que retrasa el proceso de tratamiento, donde no se ha efectuado una mantención hace 8 meses. Además la población hace mal uso del alcantarillado vertiendo ácidos, tierra y sólidos al sistema.
- Los motores, a pesar haber sido repuestos, están siendo ocupados a su máxima capacidad, lo cual puede producir que se detengan y se traslade sin tratar el agua a los drenes para que no se rebalse las cámaras.
- Existen dos drenes defectuosos, producto de la acumulación de residuos. El uso de todos los drenajes es solo aumentar la capacidad de la napa freática del valle.
- El análisis bioquímico efectuado hace aproximadamente un año, indica que el efluente no cumple con la norma sanitaria. No se ha controlado periódicamente.
- Existen empresas que están conectadas al sistema de alcantarillado, no dando un tratamiento especial a algunos RILES que ellas producen.
- De acuerdo a la proyección poblacional, se requiere una ampliación de su sistema.

5. Conclusiones

Lo que existe es una preocupación por parte de la administración municipal para proveer de los equipos e insumos necesarios que permitan una mantención apropiada y un correcto tratamiento de las aguas servidas, así como también de una comunidad despreocupada por el uso que se le da.

Se requiere ampliar la capacidad del sistema de la planta, de manera de acoger la proyección poblacional de la localidad y el aumento de la demanda en tiempos de cosecha.

La cámara de pretratamiento debe ser limpiada periódicamente, retirando los residuos en bolsas de basuras especiales (mayor espesor) para luego ser trasladados a un relleno sanitario autorizado (El Chulo, comuna de Copiapó).

Los dos sistemas de drenaje defectuosos debieran repararse por medio de una limpieza interior, “embarillar”, para que puedan funcionar correctamente.

La Municipalidad no hace uso de las aguas tratadas para regadío de las áreas verdes, lo cual produce que no se aproveche adecuadamente el recurso.

Debemos considerar que hay dos agrícolas conectadas clandestinamente a la planta de tratamiento, sin contrato alguno con la municipalidad, esto se debe tomar en cuenta al momento de realizar algún estudio, ya que una de las materias primas de las agrícolas son aceites y grasas, desechadas directamente a las cámaras de la población dificultando el trabajo en la planta, por otra parte están también los desechos de animales y basura vertidos por los pobladores de la comunidad de los loros, saturándola en conjunto con los residuos sólidos, lo que podría provocar el rebalse de esta y generar alguna infección a las personas encargadas de la planta y también a la población.

La Ilustre Municipalidad de Tierra Amarilla, cuenta ya con una multa aplicada por la SEREMI DE SALUD, Región de Atacama, por encontrarse con los drenes obstruidos y contaminar las aguas del río COPIAPO.

Un estudio (asistencia técnica) debe arrojar como resultado el diseño y las inversiones para su ampliación, el procedimiento adecuado que debiera tener la operación y mantención para un correcto funcionamiento y uso de la Planta de Tratamiento, así como también las medidas administrativas que permitan concientizar a la municipalidad y comunidad de la importancia de este equipamiento en el desarrollo de la localidad.

6. Vistas



Cámara pretratamiento



Cámara decantación y separación



Cámara de Cloración y repartición



Sala de Control e instalaciones

I. MUNICIPALIDAD DE TIERRA AMARILLA

INFORME TECNICO

PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS, ESCUELA COPEQUÉN

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando de manera regular, y solo presenta algunos problemas en días de lluvia.

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada correctamente, y cumple con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-Según lo indicado en la resolución sanitaria N° 197 con fecha 15/01/2009 que señala la aprobación del proyecto de planta de tratamiento, se indica que se trata de una planta tipo lodos activados, con una capacidad de 32m³ / día, para un total de 313 personas, se trata de un planta relativamente nueva.

3.-El sistema de drenaje presenta deficiencias debido a que la capacidad de estos se ve superada en invierno generando filtraciones hacia el terreno en las cámaras repartidoras de drenes provocando malos olores en el entorno

Conclusión

Para solucionar este problema se debe revisar en primera instancia que no exista evacuación de aguas lluvias hacia el sistema de alcantarillado.

Uno de los motivos por los cuales se puede ver afectada la red, es que la capacidad de absorción está casi igualada a la cantidad de usuarios del establecimiento, según cálculo realizado por el proyectista. Esto se debe que la dimensión del dren está ajustada casi al mínimo según la cantidad de usuarios.

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

INFORME TECNICO

PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS , ESCUELA CHILLEHUE

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando en pésimas condiciones, generando condiciones de insalubridad tanto como para los alumnos como para los agricultores del sector

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada de manera incorrecta por lo que no cumple con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-el sistema de tratamiento en base a lodos activados no se encuentra funcionando debido a que el sistema se encuentra deteriorado y colapsado, no posee sistema de aireación y en la condición actual solo funciona como estanque de acumulación.

3.-el pozo de acumulación de agua tratada recibe agua directamente de los estanques sin ningún tipo de tratamiento y además materia fecal, o que genera descomposición y malos olores, este estanque se encuentra ubicado en una importante área de circulación del colegio generando contaminación y riesgo para los alumnos.

4.-El agua que se acumula en el estanque se elimina directamente al canal en las condiciones ya mencionadas, contaminando el agua del canal que es utilizada principalmente para regadío

Conclusión

Para solucionar este problema la única alternativa es la reposición completa de la planta de tratamiento

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

INFORME TECNICO

Planta tratamiento de aguas, escuela el Rulo

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando en pésimas condiciones, generando condiciones de insalubridad tanto como para los alumnos como para los agricultores del sector

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada de manera correcta cumpliendo con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-el sistema de tratamiento en es del tipo toha, que es en base a lombrices, este sistema no se encuentra funcionando debido a que se ejecuto de manera incorrecta. La cámara primaria es demasiado grande y genera descomposición de las materias orgánicas generando malos olores, los estanques no alcanzan la superficie necesaria para la cantidad de usuarios y las lombrices desaparecieron hace 2 años.

3.-el agua que sale de la planta es un agua solo filtrada por el aserrín de los estanques por lo que no elimina ninguno de los contaminantes del agua servida contaminando las aguas del canal de regadío

4.-El agua que se acumula en el estanque se elimina directamente al canal en las condiciones ya mencionadas, contaminando el agua del canal que es utilizada principalmente para regadío

Conclusión

Para solucionar este problema la única alternativa es la reposición completa de la planta de tratamiento

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

INFORME TECNICO

Planta tratamiento de aguas Servidas, Villa los Aromos

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando en pésimas condiciones, generando condiciones de insalubridad para los vecinos y su entorno inmediato

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada de manera correcta cumpliendo con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-el sistema de tratamiento es del tipo hidroplanta, la cual funciona con piscinas en las cuales cultivan algas que al alimentarse purifican el agua resultante del tratamiento de las aguas servidas.

El principal problema de esta planta es que a raíz de la escasa manutención su funcionamiento es nulo. Los motores del estanque de acumulación no existen, lo que implica que todas las aguas servidas se acumulen en este estanque y no se evacuen, generando contaminación y malos olores.

3.-el sistema de filtrado de las aguas servidas no se encuentra operativo debido al deterioro de las rejillas, de la estructura y del sistema eléctrico.

Conclusión

Para solucionar este problema la única alternativa es la reposición completa de la planta de tratamiento

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

INFORME TECNICO

Planta tratamiento de aguas, Villa la puntilla

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando en pésimas condiciones, generando condiciones de insalubridad para los vecinos y su entorno inmediato

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada de manera correcta cumpliendo con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-el sistema de tratamiento consiste en un estanque da acumulación y un drenaje que evacua hacia el canal sin ningún tipo de tratamiento.

Conclusión

Para solucionar este problema la única alternativa es la construcción de un nuevo sistema en el espacio entre la cancha y el canal de regadío

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

INFORME TECNICO

Planta tratamiento de aguas, población Nuevo Horizonte

En visita realizada por la Dirección de obras, se verifico que el sistema de evacuación y tratamiento de aguas servidas está funcionando en pésimas condiciones, generando condiciones de insalubridad para los vecinos y su entorno inmediato

Descripción del estado de la red.

1.- La red de alcantarillado se encuentra ejecutada de manera correcta cumpliendo con lo establecido en el reglamento RIDAA de agua potable y alcantarillado.

2.-el sistema de tratamiento es del tipo hidroplanta, la cual funciona con piscinas en las cuales cultivan algas que al alimentarse purifican el agua resultante del tratamiento de las aguas servidas.

El principal problema de esta planta es que a raíz de la escasa mantención su funcionamiento es nulo. Los motores del estanque de acumulación se encuentran deteriorados y solo uno esta en funcionamiento, las rejillas de filtrado se encuentran deterioradas y el material de filtrado esta descompuesto.

En el área de piscinas las algas no existen y el agua se elimina directamente al canal sin ningún tipo de tratamiento.

Conclusión

Para solucionar este problema la única alternativa es la reparación del sistema retomando los costos de mantención o la reposición completa de la planta de tratamiento por un sistema más efectivo y mas económico.

Rodrigo Abujatum Astete
ARQUITECTO DOM

Leonardo Mella Plaza
ARQUITECTO DOM

Señor

Leonardo Pizarro

PRESENTE

Información Planta de Tratamiento

- 1) EXISTENCIA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO (SI / NO)
- 2) AÑO DE CONSTRUCCION DEL SERVICIO
- 3) AÑO DE INICIO DE LA OPERACIÓN DEL SERVICIO
- 4) SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS UTILIZADO
- 5) CAUDAL TRATADO, DE DISEÑO
- 6) FORMA DE DISPOSICIÓN DE LODOS (En caso que existan)
- 7) LUGAR DE DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS TRATADAS (EFLUENTE)
- 8) ESTADO GENERAL DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO
- 9) NUMERO DE UNIONES DOMICILIARIAS INSTALADAS
- 10) CAUSAS POR LAS QUE NO TODAS LAS VIVIENDAS ESTAN CONECTADAS
- 11) ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO
- 12) NOMBRE DEL PRESIDENTE, GERENTE Y SECRETARIO DEL SERVICIO (COMITÉ O COOPERATIVA).
- 13) TELEFONOS DE CONTACTO Y EMAIL DEL SERVICIO.
- 14) OBSERVACIONES

- 1) si existe servicio de alcantarillado
- 2) fue construido el 2003
- 3) entro en servicio a fines del 2003
- 4) El sistema de la Planta es de aeración
- 5) No tenemos ese dato por que el caudal que tiene es demasiado por las filtraciones
- 6) Planta de secado de lodo
- 7) Canal de regadío santa cristina
- 8) Regular por mal funcionamiento de la planta y la red de alcantarillado
- 9) 155 conexiones
- 10) Sitios eriazos
- 11) Comité de agua potable y servicios sanitarios el maitén – san salvador Rut:
71767100-7
- 12) Presidente: Miguel Bustamante Roco, Secretario : José Daza Herrera
- 13) Teléfono Presidente 98277829 mail : aprelmaiten@hotmail.com
- 14) Observaciones :

La Planta del 2003 tiene problemas en las filtraciones de la red, También problemas en la planta elevadora por que las bombas son muy chicas y no pueden levantar el caudal que llega a la planta. Problemas en los sopladores que se echaron a perder a fines del 2008 y queda 1 nuevo aportado por la municipalidad de Curico pero el comité no tiene los recursos para su instalación. Además también están en mal estado los difusores, las sogas que levantan los difusores y por estos problemas que nosotros tenemos para la planta del 2008 por no tener los recursos necesarios para la reparación los cuales hemos estado pidiendo a la municipalidad de Curico pero a la fecha no hay ninguna solución. En este estado no podemos darle solución a los castaños para que se conecten a la red de alcantarillado.

Esta es la información que podemos aportar de la plata de tratamiento del comité de el Maitén.

Se despide de usted atentamente.

Comité de agua potable el maitén – san salvador

El Maitén 16/02/2010, curico

SR. LEONARDO PIZARRO
DEPARTAMENTO DE PROGRAMAS SANITARIOS

Estimado Señor:

El Sistema de Agua Potable Rural San Alejo, administrado por la Cooperativa San Alejo Ltda., presta servicio de agua potable a mil doscientas familias de diez localidades rurales ubicadas al oriente de las comunas de Parral y Retiro, con una extensión aproximada de sesenta kilómetros lineales de matriz. De este total, doscientas veinte familias, ubicadas en el área más concentrada (Los Cuarteles y Padre Fernando), cuentan con servicio de alcantarillado, con una red de colector cercana a los seis kilómetros.

Este sistema de alcantarillado fue construido en el año 2006 con fondos del Programa Chile Barrio y, en virtud de un convenio firmado con la I.M. de Retiro, es administrado por la Cooperativa San Alejo Ltda., desde el mes de julio del año 2007. En esta tarea, por cierto, hemos debido enfrentar innumerables inconvenientes, algunos de los cuales, detallamos para usted:

1°) No se capacitó debidamente al personal operativo, por tanto, la cooperativa debió contratar con recursos propios, asesoría externa, para que sus operadores puedan manejar este complejo sistema.

2°) Dentro de los compromisos del proyecto se contemplaba un estudio tarifario, el que nunca se realizó, por tanto, hoy opera una tarifa básica, basada en los cálculos de costos realizados por la cooperativa.

3°) La cooperativa no cuenta con ningún tipo de información acerca de la recepción de las obras, tanto del colector como la planta de tratamiento, a pesar de haberlas solicitado insistentemente a las autoridades encargadas. Eso nos ha dificultado más el trabajo, pues no conocemos las características exactas del colector ni de los circuitos eléctricos de la planta de tratamiento, entre otras cosas.

4°) El proyecto contemplaba un laboratorio de muestras, del que sólo se construyó el espacio físico, sin ningún tipo de implementación, lo que nos impide llevar un estudio objetivo del comportamiento de la planta. Además, esta no cuenta con medidores de caudal, ni de entrada ni de salida.

5°) Por requerimiento de la Inspección del Trabajo, tuvimos que construir pasarelas para los operadores en las piscinas de la planta, con un costo superior a los tres millones de pesos.

6°) Como no se ha realizado ninguna forma de traspaso de las obras a la cooperativa, no hemos podido gestionar la resolución sanitaria que legalice el funcionamiento del sistema ni postular algún proyecto que nos ayude a sostenerlo.

Ante todas estas dificultades, la Cooperativa San Alejo no ha recibido ningún tipo de apoyo, ni del Programa de Servicios Sanitarios, ni de la Municipalidad, y una exigencia tras otra de los servicios encargados de fiscalizar. En la práctica, la cooperativa ha obtenido sólo pérdidas y, en gran medida, ha venido subsidiando el funcionamiento del sistema de alcantarillado. Por todo esto, estimamos que es urgente que las autoridades encargadas asuman el compromiso de apoyarnos en la mantención de este servicio tan importante para la comunidad.

Cooperativa San Alejo Ltda.

Informacion solicitada:

1) EXISTENCIA DE SERVICIO DE ALCANTARILLADO (SI / NO)	SI
2) AÑO DE CONSTRUCCION DEL SERVICIO	2006
3) AÑO DE INICIO DE LA OPERACIÓN DEL SERVICIO	2007
4) SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS UTILIZADO	De aireación extendida
5) CAUDAL TRATADO, DE DISEÑO	No cuenta con medidores de caudal
6) FORMA DE DISPOSICIÓN DE LODOS (En caso que existan)	No cuenta
7) LUGAR DE DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS TRATADAS (EFLUENTE)	Canal de ragadío
8) ESTADO GENERAL DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO	Se adjunta carta explicativa
9) NUMERO DE UNIONES DOMICILIARIAS INSTALADAS	220
10) CAUSAS POR LAS QUE NO TODAS LAS VIVIENDAS ESTAN CONECTADAS	Se adjunta carta explicativa
11) ENTIDAD RESPONSABLE DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO	Se adjunta carta explicativa
12) NOMBRE DEL PRESIDENTE, DE LA COOPERATIVA.	Jorge Antonio Bravo Estay
NOMBRE DEL GERENTE	Mabel Becerra Castillo
NOMBRE DEL SECRETARIO	Victor Ferrada Lopez
13) TELEFONOS DE CONTACTO	073- 1972805
EMAIL DEL SERVICIO	aprsanalejo@yahoo.es
14) OBSERVACIONES	Se adjunta carta explicativa