



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES,
GUATEMALA**

Héctor Alejandro Cruz Torres
Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES,
GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HECTOR ALEJANDRO CRUZ TORRES
ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Roberto Escobedo Martínez
VOCAL III	Inga. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Ing. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES,
GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 8 de febrero de 2019.


Hector Alejandro Cruz Torres

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de mayo de 2019
REF.EPS.DOC.445.05.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor Alejandro Cruz Torres, Registro Académico 201213070 y CUI 2208 19335 0115** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
MRGSdS/ra



Guatemala,
19 de julio de 2019

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor Alejandro Cruz Torres , con CUI 2208193350115 Registro Académico No. 201213070, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

¡DID Y ENSEÑAR A TODOS


Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 23 de julio de 2019
REF.EPS.D.268.07.2019

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor Alejandro Cruz Torres, CUI 2208 19335 0115 y Registro Académico 201213070**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Héctor Alejandro Cruz Torres titulado **DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, octubre 2019

/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 466.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DIAGNÓSTICO E INVENTARIO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN OPERACIÓN, PÚBLICAS Y PRIVADAS DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Héctor Alejandro Cruz Torres**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, octubre de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, sabiduría, amor, por acompañarme en todo momento y demostrarme que sus tiempos son perfectos.
- Mis padres** Oswaldo Cruz y Gloria Torres, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento, por darme todo los valores necesarios para salir adelante y mostrarme lo importante que es el amor de familia.
- Mis hermanos** Oswaldo y Gabriela Cruz Torres, por acompañarme en mi vida, darme su apoyo en todo momento y brindarme su amor.
- Mis abuelitos** Gustavo Cruz y Ana Carrillo, por ser ángeles que me cuidan desde el cielo. A José Torres y Laura Morales por su apoyo y amor brindado siempre.
- Mi familia** Mi familia Cruz y mi familia Torres, por brindarme su apoyo en todo momento, y mostrarme que la familia es lo más importante.

Mis amigos

Fabiola Chinchilla, Jennifer Chinchilla, Ángela Porras, Jackeline Barrios, Vivian Morales, Mónica Gamarro, José Hernández, William Marroquín, Denis Velásquez, Byron García, y José Barrientos, por demostrarme el verdadero valor de la amistad.

Nancy Flores

Por el apoyo incondicional que me has brindado en estos momentos y por todos tus aportes no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi vida, te quiero.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y permitirme llegar a este momento.
Mis padres	Por darme su apoyo incondicional en todos los días de mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y poder formarme en ella.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme todos los conocimientos adquiridos y darme las herramientas necesarias para lograr ser un profesional.
Mis amigos	Aquellos que de una u otra manera me apoyaron en el momento necesario para lograr esta meta.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Villa Canales.....	1
1.2. Ubicación y localización del municipio de Villa Canales, Guatemala.....	1
1.3. Límites, colindancias y extensión	2
1.4. Topografía	3
1.5. Clima	3
1.5.1. Temperatura	3
1.5.2. Nubosidad.....	4
1.5.3. Precipitación	5
1.5.4. Lluvia	6
1.5.5. Viento	7
1.6. Hidrografía.....	8
1.7. Población.....	8
1.8. Servicios públicos existentes.....	10
1.8.1. Servicios de alumbrado público.....	10
1.8.2. Agua y saneamiento	10
1.8.3. Infraestructura para residuos y desechos sólidos...	14

1.8.4.	Condiciones de vivienda.....	15
1.8.5.	Servicios de salud	17
1.8.6.	Educación.....	17
1.9.	Sistemas de tratamiento actual	18
1.10.	Tipos de tratamiento de aguas residuales.....	18
1.10.1.	Ubicación de las plantas de tratamiento de agua residual.....	20
1.10.2.	Impulso al saneamiento y reúso de agua residual ..	22
2.	FASE TÉCNICA DE SERVICIO	23
2.1.	Diagnóstico actual.....	23
2.2.	Normativas de cumplimiento.....	23
2.2.1.	Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo núm. 236-2006 y su reforma, Acuerdo Gubernativo núm. 129-2015.	24
2.2.2.	Código de salud, Decreto núm. 90-97.....	26
2.2.3.	Acuerdo Gubernativo núm. 137-2006, reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental.....	26
2.2.4.	Código Municipal Decreto 12-2002	27
2.3.	Crecimiento poblacional	27
2.4.	Aporte municipal y aporte gubernamental de financiamiento.	28
2.5.	Cobertura actual de las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	30
2.6.	Tipo de aguas residuales	31
2.6.1.	Aguas residuales domésticas.....	31
2.6.2.	Aguas residuales industriales.....	32

2.6.3.	Aguas pluviales.....	32
2.7.	Razones para su tratamiento.....	32
2.8.	Tipos de contaminantes.....	32
2.8.1.	Contaminantes orgánicos	33
2.8.2.	Contaminantes inorgánicos.	33
2.8.3.	Contaminantes habituales en las aguas residuales.	33
2.9.	Sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	34
2.9.1.	Operaciones unitarias de tratamiento previo	35
2.9.1.1.	Rejas de barra	35
2.9.1.2.	Cámaras de desarenado	35
2.9.1.3.	Desmenuzadores.....	36
2.9.2.	Tratamiento primario.....	37
2.9.2.1.	Tanque <i>imhoff</i>	37
2.9.2.2.	Sedimentador primario	38
2.9.2.3.	Fosa séptica	39
2.9.2.4.	Área de ventilación y acumulación de natas.....	39
2.9.2.5.	Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA	40
2.9.3.	Tratamiento secundario	41
2.9.3.1.	Filtro anaerobio.....	41
2.9.3.2.	Lagunas de estabilización.....	42
2.9.3.3.	Lagunas facultativas	42
2.9.3.4.	Lagunas anaerobias	43
2.9.3.5.	Lagunas de maduración	45
2.9.3.6.	Humedales.....	45
2.10.	Disposición de lodos.....	46
2.11.	Tratamiento avanzado de aguas residuales (terciario)	47

2.12.	Productos generados a partir del agua residual	47
2.12.1.	Agua tratada.....	47
2.12.2.	Biogás	48
2.12.3.	Biosolidos	49
2.13.	Beneficios potenciales para la comunidad	49
2.13.1.	Beneficios sociales.....	49
2.13.2.	Beneficios ambientales.....	49
2.14.	Solicitud de información a otras instituciones públicas.....	50
2.14.1.	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA)	50
2.14.2.	Municipalidad de Villa Canales.....	50
2.14.3.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	51
2.14.4.	Instituto de Fomento Municipal (INFOM).....	51
2.14.5.	Instituto Nacional de Estadística (INE)	51
2.15.	Tabulación de datos	51
2.15.1.	Información general.....	53
2.15.2.	Horario y tipo de tratamiento	54
2.15.3.	Ubicación geográfica.....	54
2.15.4.	Tipo de planta y estado del sistema	57
2.15.5.	Eficiencia y desfogue	58
2.15.6.	Unidades de tratamiento	60
2.16.	Interpretación y análisis de datos.....	61
3.	RESUMEN	63
3.1.	Resumen de las plantas de tratamientos públicas y privadas.....	63
3.1.1.	Plantas de tratamiento de aguas residuales públicas	63

3.1.1.1.	Planta de tratamiento de aguas residuales San Agustín las Minas.....	63
3.1.1.2.	Planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas	64
3.1.1.3.	Planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra	65
3.1.2.	Plantas de tratamiento de aguas residuales privadas	66
3.1.2.1.	Planta de tratamiento de aguas residuales Brisas del Valle.....	67
3.2.	Resumen por estado y tipo de tratamiento	68
3.2.1.	Planta de tratamiento de aguas residuales San Agustín las Minas	68
3.2.1.1.	Tratamiento preliminar	68
3.2.1.2.	Tratamiento primario.....	69
3.2.1.3.	Tratamiento secundario	70
3.2.2.	Planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas.....	71
3.2.2.1.	Tratamiento preliminar	71
3.2.2.2.	Tratamiento primario.....	71
3.2.2.3.	Tratamiento secundario	72
3.2.3.	Planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra.....	74
3.2.3.1.	Tratamiento preliminar	74
3.2.3.2.	Tratamiento primario.....	76
3.2.3.3.	Tratamiento secundario	77
3.2.3.4.	Tratamiento terciario.....	78
3.2.4.	Planta de tratamiento de aguas residuales Brisas del Valle	79

3.2.4.1.	Tratamiento preliminar.....	79
3.2.4.2.	Tratamiento primario	80
3.2.4.3.	Tratamiento secundario.....	81
3.3.	Esquema de los principales procesos de tratamiento	83
3.4.	Presupuesto de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.	91
3.5.	Porcentaje de población beneficiada con las plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Villa Canales.....	96
3.6.	Manual de operaciones de las plantas de tratamiento de aguas residuales.....	97
3.6.1.	Unidades de la PTAR.....	97
3.6.2.	Personal involucrado, responsabilidades, normas de higiene y seguridad	97
3.6.2.1.	Jornada de trabajo	98
3.6.2.2.	Perfil y responsabilidades del operador de la PTAR.....	98
3.6.2.3.	Responsabilidades del operador	98
3.6.2.4.	Normas de higiene y seguridad.....	99
3.6.2.5.	Equipo mínimo para el operador	99
3.6.3.	Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales	101
3.6.3.1.	Mantenimiento preventivo	101
3.6.3.2.	Mantenimiento correctivo	106
3.7.	Propuesta de mejora a la eficiencia del tratamiento de las PTAR según diagnóstico.....	107
3.7.1.	Propuesta de mejora para PTAR San Agustín las Minas.....	107

3.7.2.	Propuesta de mejora para PTAR Santa Elena Barillas.....	108
3.7.3.	Propuesta de mejora para PTAR La Cerra.....	108
3.7.4.	Propuesta de mejora para PTAR Brisas del Valle.....	109
3.8.	Recomendaciones según diagnóstico	109
3.8.1.	Recomendaciones para PTAR San Agustín las Minas	109
3.8.2.	Recomendaciones para PTAR Santa Elena Barillas	111
3.8.3.	Recomendaciones para PTAR La Cerra	113
3.8.4.	Recomendaciones para PTAR Brisas del Valle....	113
3.9.	Reúso de aguas tratadas.....	114
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES		119
BIBLIOGRAFÍA.....		121
ANEXOS		123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Villa Canales.....	1
2.	Colindancias del municipio de Villa Canales	2
3.	Temperatura máxima y mínima promedio	4
4.	Categorías de nubosidad	5
5.	Probabilidad diaria de precipitación.....	6
6.	Precipitación de lluvia mensual promedio	7
7.	Velocidad promedio del viento	7
8.	Cantidad de viviendas por tipo de servicio de agua y tipo de servicio sanitario	13
9.	Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio sanitario	13
10.	Porcentaje de hogares conectados a una red de distribución.....	14
11.	Cantidad de viviendas por disposición final de desechos sólidos	15
12.	Tipos de vivienda en el municipio de Villa Canales.....	15
13.	Porcentaje de tipos de vivienda de Villa Canales.....	16
14.	Material predominante en paredes de las viviendas del municipio de Villa Canales	16
15.	Porcentaje de material predominante en viviendas del municipio de Villa Canales	17
16.	Componentes básicos de tratamiento de aguas residuales	19
17.	Ubicación de las PTAR de Villa Canales.....	21
18.	Canal desarenador de flujo constante.....	36
19.	Sedimentador primario con trampa de grasas	38
20.	Fosa séptica.....	39

21.	Esquema de un FAFA.....	40
22.	Sistema de lagunas de estabilización	42
23.	Esquema de una laguna facultativa	43
24.	Laguna anaerobia	44
25.	Esquema general del funcionamiento y elementos de un humedal artificial	46
26.	Diagrama de flujo de PTAR con almacenamiento de biogás	48
27.	Formato de evaluación técnica realizadas en visitas de campo	52
28.	Ubicación PTAR Santa Elena Barillas.	55
29.	Ubicación PTAR San Agustín Las Minas	56
30.	Ubicación PTAR La Cerra.....	56
31.	Ubicación PTAR Brisas Del Valle	57
32.	PTAR San Agustín las Minas.....	64
33.	PTAR Santa Elena Barillas	65
34.	PTAR La Cerra	66
35.	Brisas del Valle	67
36.	Canal desarenador de PTAR San Agustín las Minas	68
37.	Laguna anaerobia número 1 y 2	69
38.	Laguna facultativa número 1 y 2.....	70
39.	Canal desarenador con rejilla	71
40.	Sedimentador primario sin trampa de grasas	72
41.	Filtros percoladores de la PTAR Santa Elena Barillas	73
42.	Sedimentador secundario	73
43.	Digestor de lodos	74
44.	Dique construido para captar el caudal del río Villalobos	75
45.	Disipador, aireador de cascada	75
46.	Laguna número 1, 2 y 3	76
47.	Laguna facultativa y laguna de maduración.....	77
48.	Biofiltros	78

49.	Caja unificadora de caudales con rejilla	80
50.	Sedimentadores, tanques tipo <i>Imhoff</i>	80
51.	Biofiltro artificial	81
52.	Humedal artificial.....	81
53.	Filtro percolador en humedal artificial.....	82
54.	Laguna de maduración con plantas hidrófitas.....	82
55.	Esquema en planta del proceso de la PTAR San Agustín las Minas ...	83
56.	Esquema en perfil del proceso de la PTAR San Agustín las Minas	84
57.	Esquema en planta del proceso de la PTAR Santa Elena Barillas	85
58.	Esquema en perfil del proceso de la PTAR Santa Elena Barillas	86
59.	Esquema en planta del proceso de la PTAR La Cerra.....	87
60.	Esquema en perfil del proceso de la PTAR La Cerra.....	88
61.	Esquema en planta del proceso de la PTAR Brisas del Valle	89
62.	Esquema en perfil del proceso de la PTAR Brisas del Valle	90
63.	Sólidos extraídos de las rejillas del canal desarenador.....	110
64.	Estructura dañada por la raíz de un árbol	111
65.	Comparativa de un sedimentador sin trampa de grasas con un sedimentador con trampa de grasas	112

TABLAS

I.	Distribución de población por grupos de edad	8
II.	Distribución de población según su grupo étnico	9
III.	Distribución de población asentada en área rural y urbana	9
IV.	Cobertura de la infraestructura de agua y saneamiento municipio de Villa Canales.	10
V.	Pozos mecánicos administrados por la municipalidad de Villa Canales.....	11
VI.	Plantas de tratamiento de Villa Canales.....	18

VII.	Unidades de tratamiento de aguas residuales	19
VIII.	Ubicación de las PTAR en jurisdicción de Villa Canales.....	21
IX.	Límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales.....	25
X.	Estimaciones de la población total para el municipio de Villa Canales. Periodo 2008-2020	28
XI.	Listado de proyectos en ejecución 2018.....	29
XII.	Listado de proyectos en ejecución 2019.....	30
XIII.	Resumen de cobertura actual de las PTAR de Villa Canales	31
XIV.	Principales contaminantes presentes en aguas residuales	34
XV.	Resumen general de las PTAR de Villa Canales.....	53
XVI.	Horario y tratamiento de las PTAR	54
XVII.	Ubicación geográfica de las plantas de tratamiento.....	55
XVIII.	Sistema de tratamiento y estado de las PTAR	57
XIX.	Demostración de niveles de eficiencia de remoción del sistema	58
XX.	Desfogue y la eficiencia	60
XXI.	Unidades de tratamiento por PTAR	60
XXII.	Presupuesto PTAR San Agustín las Minas.....	92
XXIII.	Presupuesto PTAR Santa Elena Barillas	93
XXIV.	Presupuesto PTAR La Cerra.	94
XXV.	Presupuesto PTAR Brisas del Valle.....	95
XXVI.	Porcentaje de cobertura actual de las plantas de tratamiento (población 2018)	96
XXVII.	Herramientas necesarias en las PTAR	100
XXVIII.	Mantenimiento a tuberías de distribución	102
XXIX.	Mantenimiento a rejas.....	102
XXX.	Mantenimiento a canal desarenador	103
XXXI.	Mantenimiento de lagunas anaerobias	103
XXXII.	Mantenimiento de sedimentadores	104

XXXIII.	Mantenimiento de filtros percoladores.....	104
XXXIV.	Mantenimiento de digestor de lodos	105
XXXV.	Mantenimiento en patio de secado de lodos	105
XXXVI.	Artículo 35. parámetros y límites máximos permisibles para reuso....	116

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal
°c	Celsius
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
CO2	Dióxido de carbono
P	Fosforo
l/s	Litros sobre segundo
CH4	Metano
m	Metro
m³	Metro cúbico
m/h	Metros sobre hora
mgO 2 /l	miligramos de oxígeno diatómico por litro
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
N	Nitrógeno
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
%	Porcentaje
SST	Sólidos suspendidos totales
TCR	Temperatura del cuerpo receptor

GLOSARIO

Afluente	El agua captada por un ente generador.
Agua residual	Las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.
AMSA	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán.
Análisis	El examen de una sustancia para identificar sus componentes.
Aireación	Proceso de transferencia de oxígeno del aire al agua por medios naturales o artificiales.
Asolvamiento	Acumulación de sedimentos provenientes del arrastre de un flujo hidráulico.
Caracterización de una muestra	La determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas incluyendo caudal para los parámetros requeridos.
Caudal	El volumen de agua por unidad de tiempo.
Coliformes fecales	El parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas provenientes del tracto digestivo.

Demanda bioquímica de oxígeno	Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Se utiliza para medir el grado de contaminación, se mide transcurridos cinco días de reacción (DBO 5), y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO ₂ /l).
Demanda química de oxígeno	Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO ₂ /l).
Digestión anaerobia	Descomposición biológica de la materia orgánica del lodo, sin presencia de oxígeno.
Disposición final	Disposición del efluente o del lodo tratado de una planta de tratamiento.
Efluente	Líquido que sale de un proceso de tratamiento.
Eutrofización	Enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema, produciendo un aumento en la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad.

Fito	Elemento prefijal y sufijal de origen griego que entra en la formación de nombres y adjetivos con el significado de planta, vegetal.
Grado de tratamiento	Eficiencia de remoción de una planta de tratamiento de aguas residuales para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor o las normas de reuso.
Límite máximo permisible	El valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales en aguas para reuso y lodos.
Lodos	Los sólidos con un contenido variable de humedad proveniente del tratamiento de aguas residuales.
Nutriente	Cualquier sustancia que al ser asimilada por organismos, promueve su crecimiento. En aguas residuales se refiere normalmente al nitrógeno y fósforo, pero también pueden ser otros elementos esenciales.
Parámetro	La variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos, asignándole un valor numérico.
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Recurso hídrico	Disponibilidad de agua subterránea o superficial en determinada área geográfica.
Reuso	El aprovechamiento de un efluente, tratado o no.
Tratamiento de aguas residuales	Cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.

RESUMEN

Debido a la problemática existente sobre el tema de las plantas de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional; se determinó la planificación de un proyecto importante para la protección de los cuerpos receptores de agua, proveniente de las aguas servidas, el cual es un diagnóstico e inventario de plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Villa Canales.

Para establecer la metodología del diagnóstico e inventario de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se establecieron diálogos con personal de la municipalidad de Villa Canales, y la división de manejo y tratamiento de desechos sólidos y líquidos de AMSA, asimismo, por medio de visitas de campo a las zonas afectadas, con el fin de conocer todos los factores que afectan el recurso hídrico. Posterior de dichos diálogos y análisis, se formuló y planteo una solución técnica al realizar un diagnóstico técnico sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales, tomando en consideración los datos de campo recolectados y apegándose a los reglamentos, normas y guías nacionales.

En el presente proyecto se determinó el número exacto de las plantas de tratamiento que se encuentran en jurisdicción de Villa Canales con sus respectivos administradores, por medio de visitas de campo se comprobó la situación actual de las plantas de tratamiento, el estado de las infraestructuras que conforman cada uno de los procedimientos de las PTAR, por medio de GPS se georreferenciaron, y se determinó su eficiencia con los estudios de caracterización del agua.

OBJETIVOS

General

Determinar el número de plantas de tratamiento de aguas residuales públicas y privadas que se encuentran en jurisdicción del municipio de Villa Canales, con su respectivo diagnóstico.

Específicos

1. Comprobar el ente individual, público o privado, a cargo de la administración de las plantas de tratamiento de aguas residuales de Villa Canales, Guatemala.
2. Diagnosticar el estado técnico de las plantas de tratamiento de agua residual ubicadas en Villa Canales.
3. Georreferenciar las plantas de tratamiento que se encuentran en Villa Canales.
4. Definir la eficiencia de las PTAR con respecto al Acuerdo Gubernativo 236-2006 de aguas residuales, así como el Código Municipal y de Salud.
5. Establecer argumentos técnicos para el mejoramiento de las PTAR, con base en el diagnóstico realizado.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala actualmente entro en vigencia el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, tiene como objetivo establecer los límites máximos permisibles que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como la disposición de lodos, debido a ello, los entes generadores de agua residual municipal y privada, debe contar con plantas de tratamiento de aguas residuales, asimismo, con estudios técnicos, sobre la caracterización del afluente y efluente de las aguas residuales.

La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán (AMSA) es el ente encargado de buscar soluciones para mejorar el saneamiento de la cuenca del lago de Amatitlán, por esa responsabilidad, su división de manejo y tratamiento de desechos sólidos y líquidos, conoce la importancia, de elaborar diagnósticos, sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios que se encuentran dentro de la Cuenca del lago de Amatitlán, entre ellos Villa Canales.

Con el siguiente trabajo se pretende dejar información importante, sobre las plantas de tratamiento públicas y privadas que se encuentran en el municipio de Villa Canales, determinando por medio de un diagnóstico exhaustivo el funcionamiento actual de cada una de las plantas de tratamiento en funcionamiento, y determinando por medio de los laboratorios el cumplimiento de los límites máximos permisibles que se encuentran en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

El siguiente diagnóstico, se pretende realizar con el fin de identificar oportunidades de mejora, y plantear propuestas que aseguren una eficiencia en el desempeño de los sistemas de tratamiento utilizados en Villa Canales.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Villa Canales

De acuerdo con la información recopilada, a continuación se presenta la monografía del municipio de Villa Canales, presentando la siguiente descripción del municipio.

1.2. Ubicación y localización del municipio de Villa Canales, Guatemala

Villa Canales es un municipio del departamento de Guatemala, se encuentra ubicado a 22 kilómetros al sur de la capital, se localiza según sus coordenadas en la latitud $14^{\circ} 28' 53''$ y en longitud $90^{\circ} 32' 00''$. La elevación del municipio se puede observar en el relieve que va desde 900 metros sobre el nivel del mar a 1 760 metros, sobre el nivel del mar.

Figura 1. Ubicación de Villa Canales



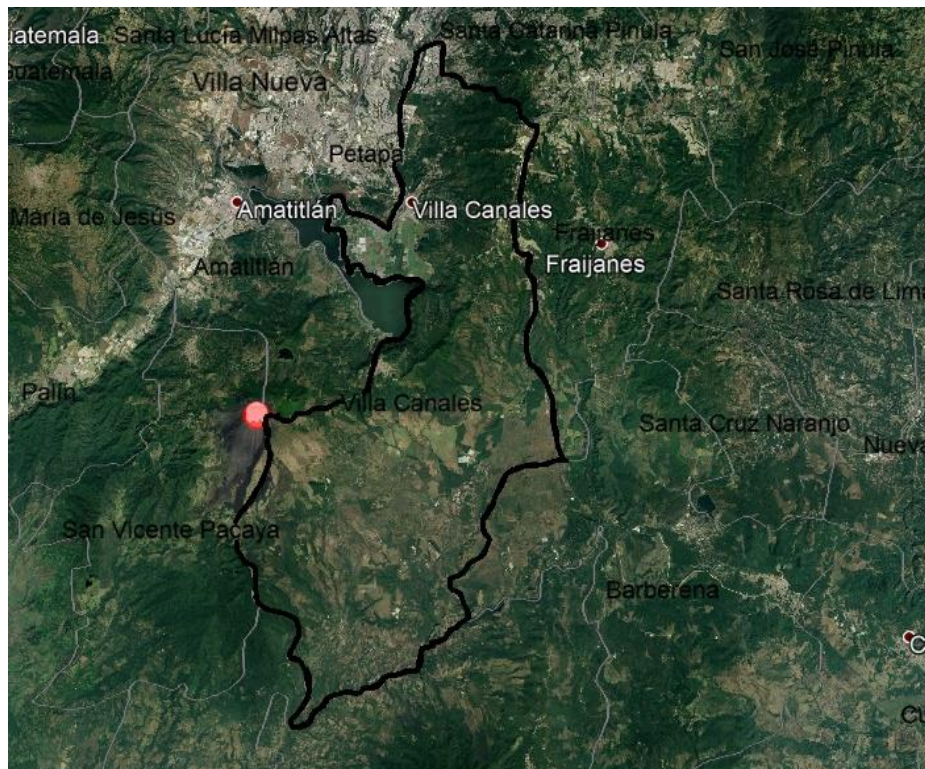
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

1.3. Límites, colindancias y extensión

Limita al norte con el municipio de Guatemala y Santa Catarina Pinula; al oeste con Guatemala, San Miguel Petapa, Amatitlán y San Vicente Pacaya, Escuintla, al este con Santa Catarina Pinula, Fraijanes y Barberena, Santa Rosa; al sur con San Vicente Pacaya y Guanagazapa, Escuintla.

El municipio de Villa Canales cuenta con una extensión territorial de 353 kilómetros cuadrados.

Figura 2. Colindancias del municipio de Villa Canales



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

1.4. Topografía

Villa Canales cuenta con 19 cerros: Ajolom, Alto, El Aguacate, El Cucurucho, El Chorro, El Gavilán, El Limón, El Manzano, El Pajal, El Pericón, El Pinal, El Zapote, Gordo, La Campana, La Felicidad, Las Pastoría, La Tambora y Las Orquídeas; con 10 montañas, siendo las siguientes: El Socorro, La Cumbre, La Estanzuela, La Plata, Padilla, del Aguacate, Los Coyotes, El Garbanzal, El Guaje y Veramina, la sierra de Canales.

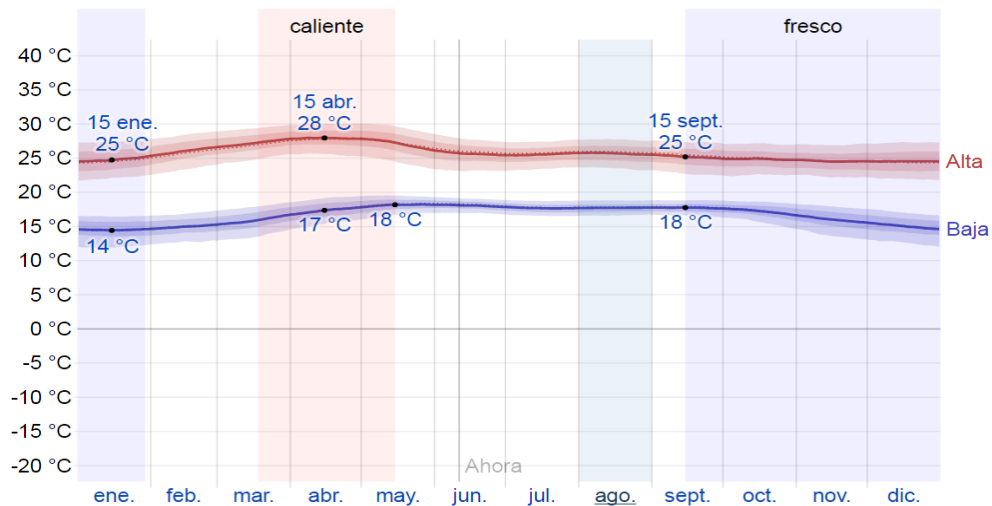
1.5. Clima

Es importante para realizar el diagnóstico tomar en cuenta las diferentes épocas según el clima y analizar por separado su temperatura, nubosidad, precipitación, lluvia, entre otros.

1.5.1. Temperatura

Según datos del INSIVUMEH, la temporada templada dura 1,9 meses, del 18 de marzo al 15 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 27 °C. El día más caluroso del año es el 15 de abril, con una temperatura máxima promedio de 28 °C y una temperatura mínima promedio de 17 °C.

Figura 3. Temperatura máxima y mínima promedio

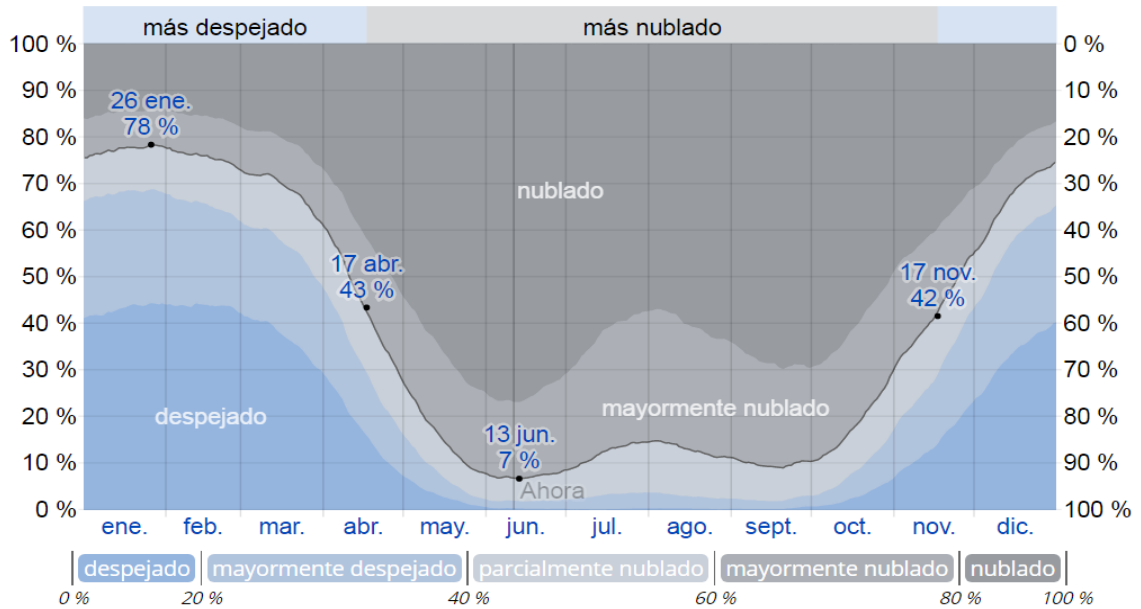


Fuente: MERRA-2 . *Weather Spark, Modern-Era, Retrospective Analysis*. p.35.

1.5.2. Nubosidad

En Villa Canales, la parte más despejada del año comienza aproximadamente el 17 de noviembre; dura 5,0 meses y se termina aproximadamente el 17 de abril. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 17 de abril; dura 7,0 meses y se termina aproximadamente el 17 de noviembre.

Figura 4. **Categorías de nubosidad**



Fuente: MERRA-2. *Weather Spark, Modern-Era, Retrospective Analysis*. p. 38.

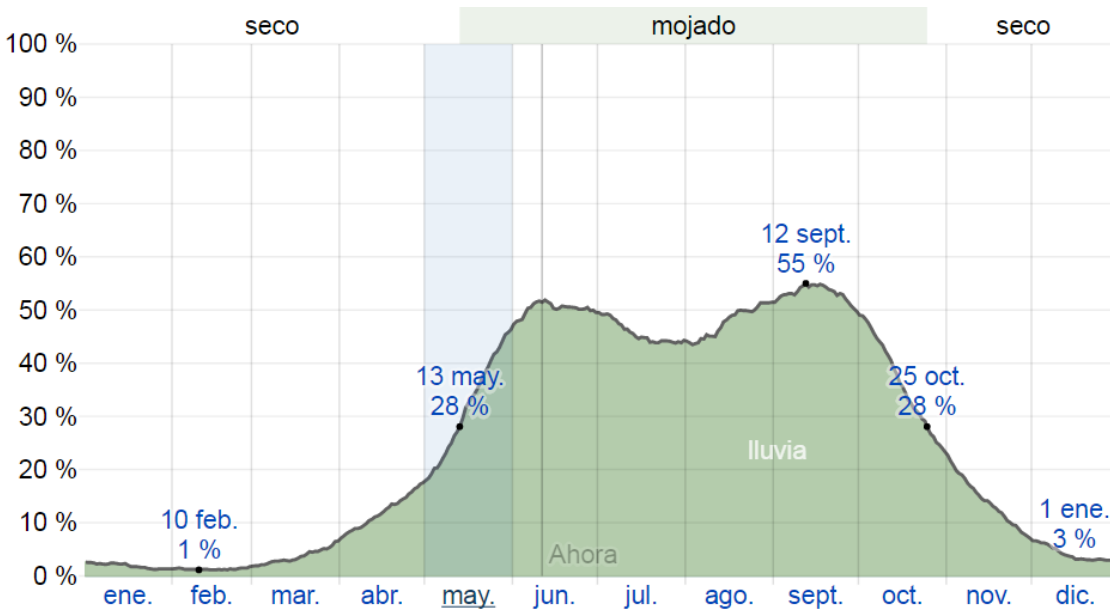
1.5.3. Precipitación

Según el INSIVUMEH, un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Villa Canales varía muy considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 5,4 meses, de 13 de mayo a 25 de octubre, con una probabilidad de más del 28 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 55 % el 12 de septiembre.

La temporada más seca dura 6,6 meses, del 25 de octubre al 13 de mayo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 10 de febrero.

Figura 5. Probabilidad diaria de precipitación

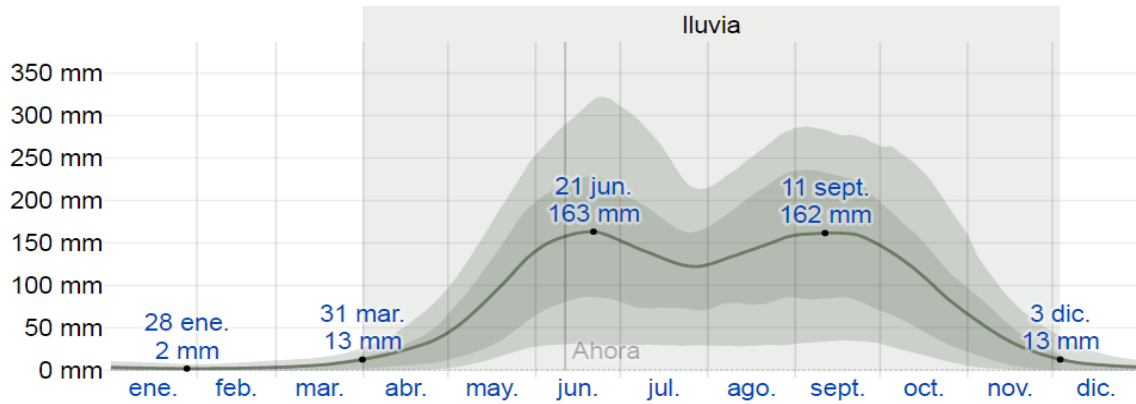


Fuente: MERRA-2. Modern-Era, *Weather Spark, Retrospective Analysis*. p. 39.

1.5.4. Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, el INSIVUMEH muestra la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Villa Canales tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

Figura 6. **Precipitación de lluvia mensual promedio**

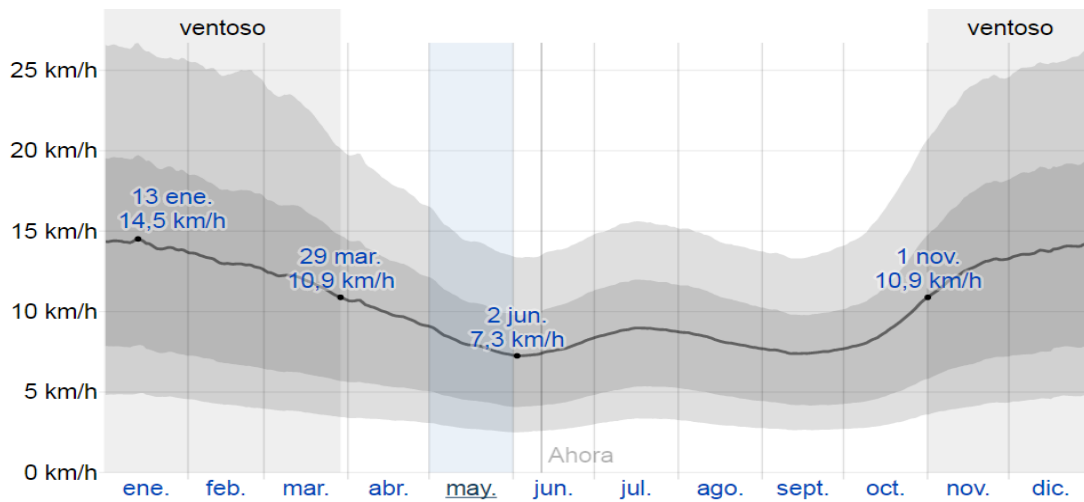


Fuente: MERRA-2. *Weather Spark, Modern-Era, Retrospective Analysis*. p. 39.

1.5.5. Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Villa Canales tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

Figura 7. **Velocidad promedio del viento**



Fuente: MERRA-2. *Weather Spark, Modern-Era, Retrospective Analysis*. p. 40.

1.6. Hidrografía

Villa Canales se encuentra dentro de la vertiente del pacífico, ubicada en la cuenca del río María Linda; está bañado por los ríos: Agua Blanca, Agua Santa, Agua Tibia, Aguacapa, Aguacate, Blanco, Chamacal, Chanquín, Chiquilote, Chiquimula, El Bosque, El Chupadero, El Jute, El Precio, Frío. La concha, La Cumbre, La Puerta, Las Canoas, Las Minas, Los Encuentros, Morán, Nacimiento, Negro, Obrajuelo, Pinula, San Pedro, San Serapio, Santa Cecilia, Santo Domingo, Tuluja, Villalobos y Zarzal; por los riachuelos: El Bosque, El Jutillo, El Silencio y La Canoa; por 21 quebradas, entre ellas: San Rafael, El Colmenal, San Nicolás y de la Ceiba; colinda directamente con el lago de Amatitlán.

1.7. Población

Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el último censo realizado durante el 2002, muestra que: en el municipio de Villa Canales hasta esa fecha habitaban 103 814 personas distribuidas en 74 638 personas que viven en el área urbana y 29 176 en el área rural, de los cuales 51 277 son hombres y 52 537 son mujeres.

Según el INE la población de Villa Canales está distribuida de según la tabla I.

Tabla I. **Distribución de población por grupos de edad**

Grupos	0 a 6 años	7 a 14 años	15 a 17 años	18 a 59 años	60 a 64 años	65 y mas años
Población	20 295	21 036	6 284	50 688	1 744	3 767
Porcentaje	19,55 %	20,3 %	6,05 %	48,83 %	1,67 %	3,6 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Se puede observar que la mayoría de la población de Villa Canales se encuentra entre el rango de 18 a 59 años, es decir, que la mayoría de población es joven. La población de menor porcentaje se encuentra entre el rango de 65 años y más, afirmando una característica general del país, debido a que el promedio de vida de Guatemala se encuentra en los 60 años.

Tabla II. **Distribución de población según su grupo étnico**

Grupos	Indígena	No Indígena
Población	3 477	100 337
Porcentaje %	3,35 %	96,95 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

La población indígena de Villa Canales no sobrepasa el 4 %, es decir, que cuenta con un porcentaje muy alto de la población no indígena.

Tabla III. **Distribución de población asentada en área rural y urbana**

Grupos	Área urbana	Área rural
Población	74 638	29 176
Porcentaje %	71 %	29 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Según el censo realizado en el 2002 por el Instituto Nacional de Estadística, la población de Villa Canales se encuentra distribuida en 58 cantones, los cuales se distribuyen en toda su extensión territorial; sin embargo solo 29 % de la población está situada en el área rural

1.8. Servicios públicos existentes

A continuación se detallan los servicios públicos mínimos necesarios en las aldeas y caseríos.

1.8.1. Servicios de alumbrado público

El servicio de alumbrado público eléctrico en las aldeas y caseríos que conforman el municipio, ha mejorado considerablemente. Actualmente, un 70 % de las aldeas y caseríos cuentan con este servicio, sin embargo, existen en las mismas, solicitud de ampliación, en el resto de aldeas y caseríos que carecen de éste, también existen solicitudes y en algunas ya se han hecho estudios lo cual significa que está en proceso de gestión.¹

1.8.2. Agua y saneamiento

El censo realizado en el 2002 por el INE, demostró que un porcentaje muy elevado de la población total cuenta con la cobertura de agua potable y el servicio básico de saneamiento, como se muestra en la tabla IV.

Tabla IV. **Cobertura de la infraestructura de agua y saneamiento municipio de Villa Canales**

Total de viviendas	Cobertura de agua potable	Viviendas con servicios de saneamiento básico
22 327	80,73 %	96,93 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

¹ Municipalidad de Villa Canales. *Plan de Desarrollo Municipal*.

Según el departamento de Agua y Saneamiento de la municipalidad de Villa Canales, el sistema de agua municipal se abastece por medio de 39 pozos y también existen otra cantidad de pozos propiedad de las colonias privadas que tienen sus propios abastecimientos, sin contar con los pozos artesanales y otros de fincas y granjas del municipio.

Tabla V. **Pozos mecánicos administrados por la municipalidad de Villa Canales**

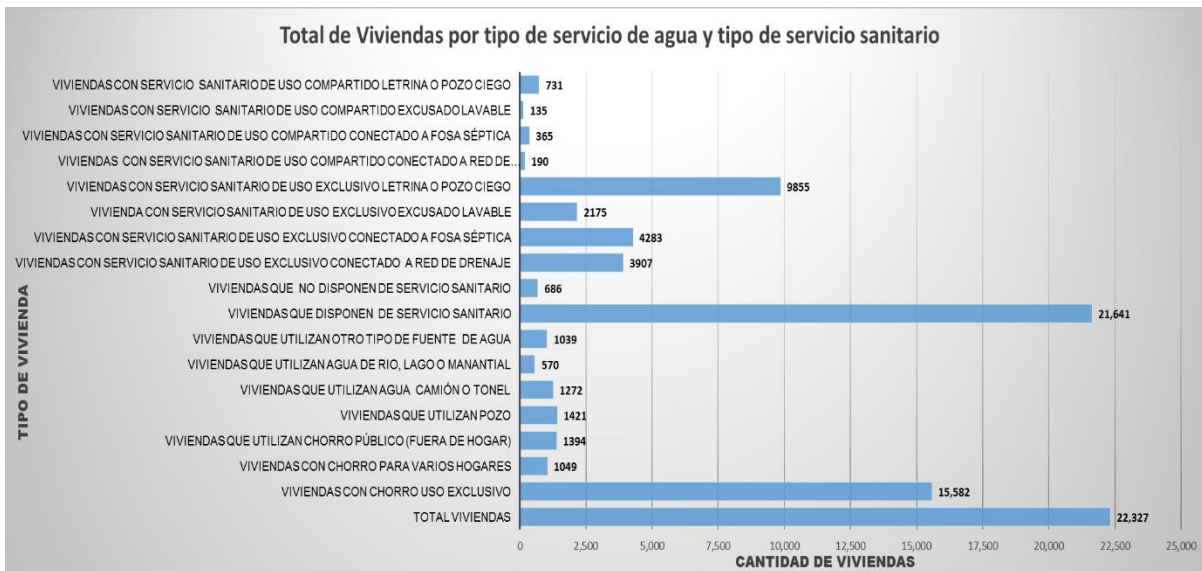
Número	Nombre	Dirección
Aldea Boca del Monte		
1	El Campo	3 a Avenida "A" 2-37
2	Las Flores	3a. Avenida 5-49
3	La Comunidad	4 a. Calle "A" 0-47
4	El aguacate Hincapié	Km 10,9 Ruta a Villa Canales
5	Pozo de río	Km 11 Aldea Boca del Monte.
6	7av. Zona 2	7av. 1-90
7	El Rosario	9a av. "A" 2-08
8	1a. Calle B y 7av. Av zona 2 BDM(Nuevo)	1a. Calle B y 7av. Av. zona 2 BDM
9	Doña Betty	6a. Calle "B" 4-92
10	Reynaldo	6a. Calle 3-63
11	De La Roca	4a. Calle 3-34
12	Agua Santa	7a. Calle 1-05
13	El Jicaro	1a. Calle 7-94
14	El Cafetal	0 avenida "A" Colonia el Cafetal, BDM
Aldea el Porvenir		
15	Santana	1a. Avenida entre 3a. Y 4a. Calle
16	El Pedrero	3av. Y 6a. Calle
17	El Cementerio	5a. Calle y 2a Avenida "C"
18	Centro de Salud	1a. Calle y 3av.
Zona Centro (Cabecera municipal)		
19	Escamilla	4a. Avenida 10 a. Calle
20	Tulujá I	Periferia, Estadio Tujula, VC.
21	Tulujá II	Periferia, Estadio Tujula, VC.

Continuación de la tabla V.

22	Morancito	Km 20,5 Entrada a Villa Canales.
23	Morancito (nacimiento)	Km 20,5 Entrada a Villa Canales.
Aldea Chichimecas		
24	Chichimecas No. 1	Parque Central, Aldea Chichimecas
25	Monja Blanca	Proyecto Monja Blanca, Aldea Chichimecas
Aldea Rustrían		
26	Rustrían núm. 1	
27	Rustrían núm. 2 (nuevo)	
Aldea El Durazno		
28	El Durazno núm. 3 (nuvo)	Aldea el Durazno, Villa Canales
29	El Durazno núm. 2	Km 24,9 Aldea el Durazno, Villa Canales.
Aldea El Zapote		
30	El Zapote	Colonia El Milagro, El Zapote VC.
Aldea Cumbre de San Nicolás		
31	Cumbre de San Nicolás	Calle principal, aldea Cumbre de San Nicolás.
Aldea Santa Elena Barillas		
32	Chamacal (nacimiento)	Aldea Santa Elena Barillas
33	Chipilinar (Nuevo)	Caserío El Chipilinar, aldea Santa Elena Barillas
Aldea Jocotillo		
34	Jocotillo núm. 1	Entrada principal a la aldea
35	Jocotillo núm. 2	Calle principal de la aldea
36	Jocotillo núm. (nuevo)	
37	Jocotillo núm. (nuevo)	
Aldea Los Pocitos		
38	Los pocitos núm. 1	Periférica, escuela rural mixta, aldea Los Pocitos VC.
Cacerío El Rincón de Pacaya		
39	El Rincón de Pacaya (nuevo)	

Fuente: Municipalidad de Villa Canales.

Figura 8. Cantidad de viviendas por tipo de servicio de agua y tipo de servicio sanitario



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.

Figura 9. Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio sanitario



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.

Figura 10. **Porcentaje de hogares conectados a una red de distribución**

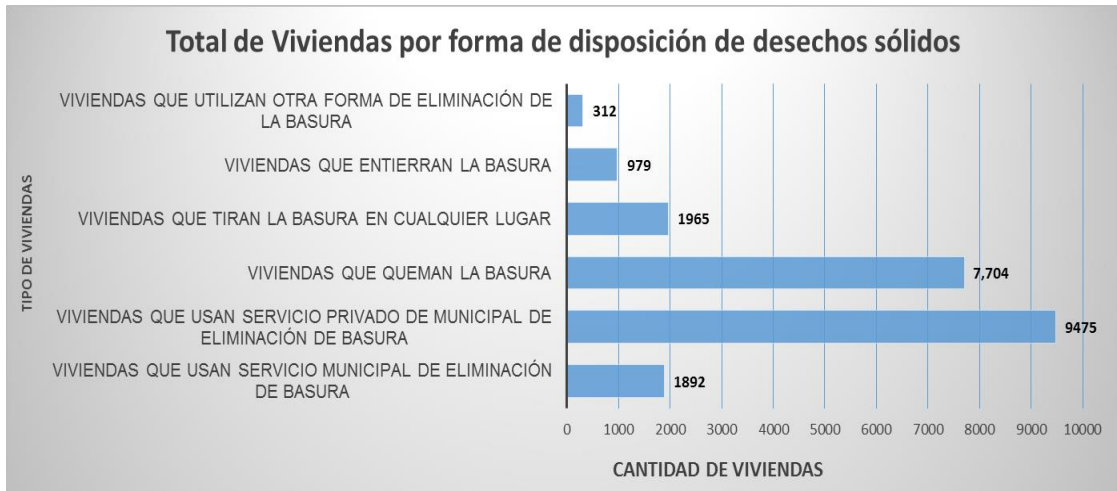


Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

1.8.3. **Infraestructura para residuos y desechos sólidos**

Según el plan maestro integrado de la cuenca del lago de Amatlán. PLANDEAMAT, no se tiene infraestructura para el tratamiento y la disposición final de residuos y desechos sólidos dentro del municipio. La basura se lleva al vertedero controlado del km 22. La producción per cápita de residuos y desechos sólidos = 0,52 kilogramos/habitante/día , o que se traduce en 53 toneladas/día. En cuanto a la recolección 13 camiones prestan el servicio a 6 610 generadores. En Villa Canales se identificaron 25 vertederos ilegales, donde los residuos sólidos ocupan un volumen aproximado de 8 000 m³, que representa lo que genera el 80 % de población de este municipio en alrededor de 4 semana.

Figura 11. **Cantidad de viviendas por disposición final de desechos sólidos**

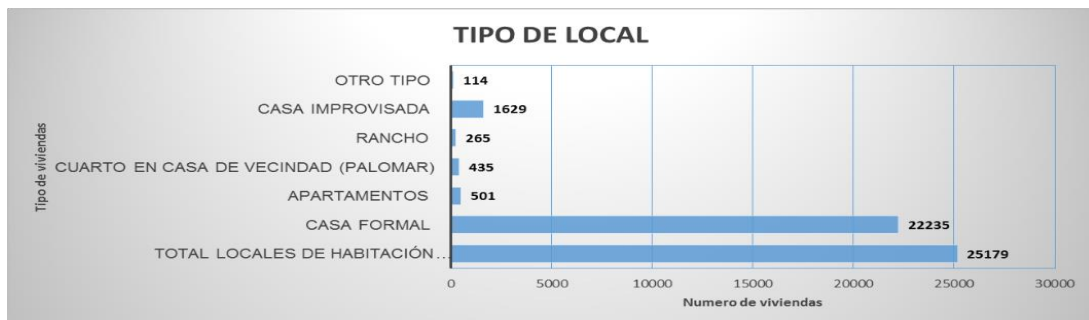


Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

1.8.4. Condiciones de vivienda

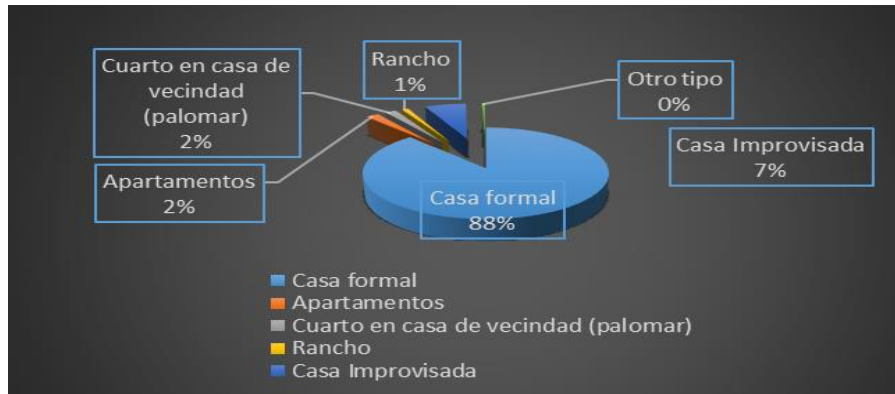
Según el censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística en el 2002 las viviendas de tipo formal son las que predominan en el municipio, mientras que los apartamentos aún no son una opción utilizada en Villa Canales.

Figura 12. **Tipos de vivienda en el municipio de Villa Canales**



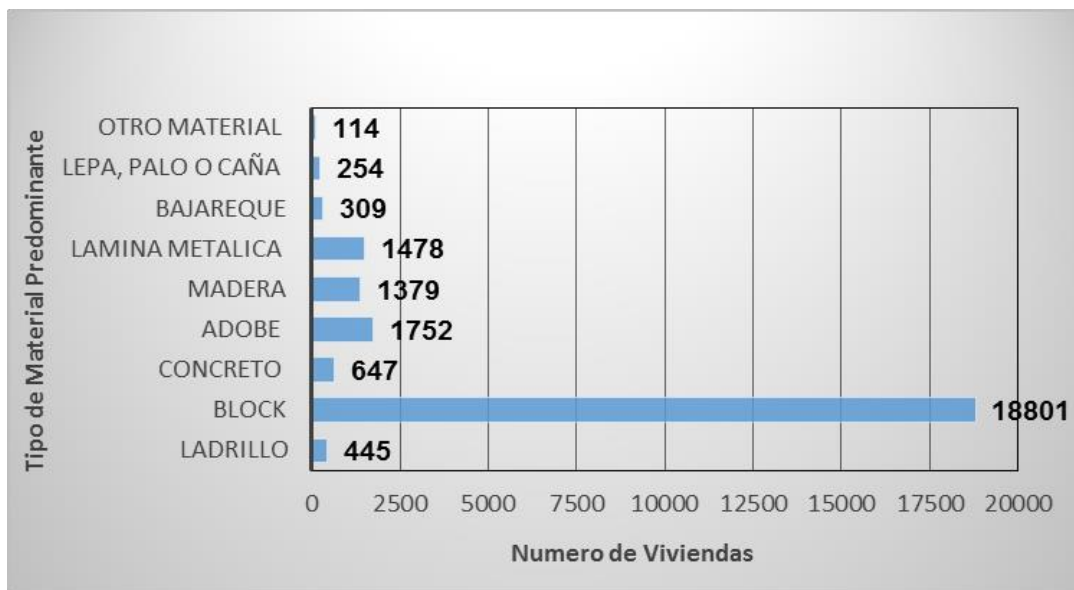
Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

Figura 13. **Porcentaje de tipos de vivienda de Villa Canales**



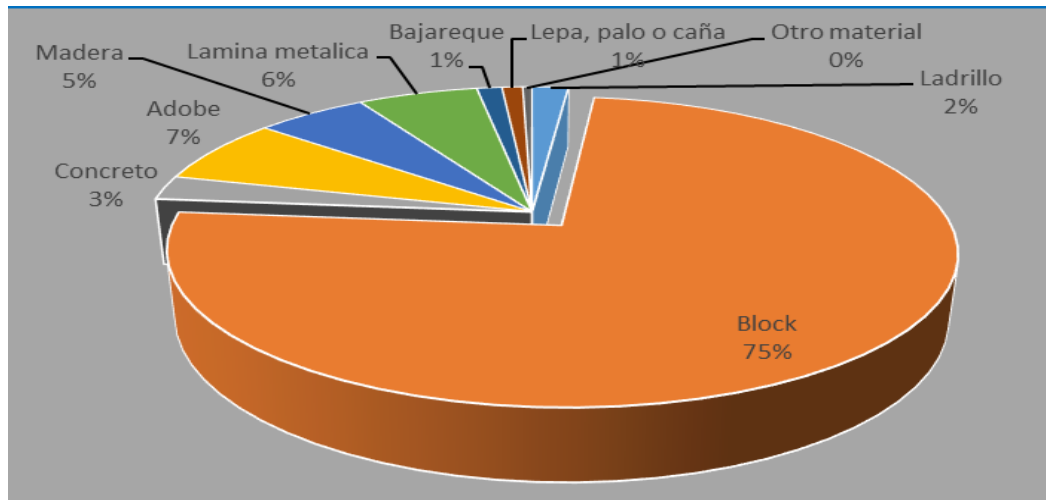
Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

Figura 14. **Material predominante en paredes de las viviendas del municipio de Villa Canales**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

Figura 15. **Porcentaje de material predominante en viviendas del municipio de Villa Canales**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística. *XI Censo de Población y VI de Habitación. 2002.*

1.8.5. Servicios de salud

Únicamente en la cabecera municipal se encuentran un centro de salud, y cuenta con puestos de salud en Boca Del Monte, El Porvenir, El Jocotillo, Los Pocitos, Los Dolores, Santa Elena Barillas, Los Llanos, Colmenas.

1.8.6. Educación

Villa Canales cuenta con establecimientos educativos en los niveles de preprimaria, primaria, básicos y diversificado, en los sectores oficial y privado. La población de Villa Canales posee acceso a la educación en todas las aldeas hasta nivel primario, de nivel básico a diversificado, los centros educativos se concentran en la cabecera municipal y Boca del Monte.

1.9. Sistemas de tratamiento actual

Según datos del PLANDEAMAT de AMSA Villa Canales actualmente cuenta con drenajes que cubren 558 viviendas , 102 tienen pozo ciego y 7 fosas séptica.

Existen dos plantas de tratamiento a cargo de la municipalidad, una a cargo de la Autoridad Para el Manejo Sustentable de la Cuenca y el Lago de Amatitlán (AMSA) y una con administración privada. El tratamiento primario y secundario es el más común que poseen las plantas de tratamiento.

Tabla VI. **Plantas de tratamiento de Villa Canales**

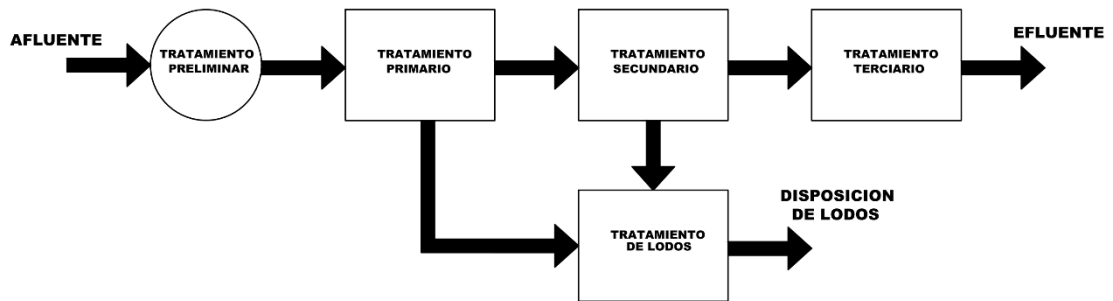
Número	Planta de Tratamiento	Administración
1	San Agustín	Pública
2	Brisas del Valle	Privada
3	Santa Elena Barillas	Pública
4	La Cerra	Pública

Fuente: elaboración propia.

1.10. Tipos de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, utiliza tres tipos de tratamiento a las aguas residuales. Los tipos de tratamientos se explican en la figura 3. El nivel de tratamiento recomendable dependerá del uso final de las aguas tratadas y también se relacionara con el factor económico.

Figura 16. Componentes básicos de tratamiento de aguas residuales



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Unidades de tratamiento de aguas residuales

Tipo de tratamiento	Unidad de tratamiento	Descripción
Tratamiento preliminar	<ul style="list-style-type: none"> •Rejas de barra •cámaras de desarenado •Desmenuzadores 	Su objetivo principal es la protección del resto de las etapas de tratamiento, por medio de la remoción de grandes sólidos y arenas que ingresan a la ptar.
Tratamiento primario	<ul style="list-style-type: none"> •Tanque <i>imhoff</i> •Sedimentador primario •Fosa séptica •Área de ventilación y acumulación de natas •Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA 	La finalidad es de remover sólidos suspendidos por medio de sedimentación, filtración, flotación y precipitación.

Continuación de la tabla VII.

<p>Tratamiento secundario</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Filtro anaerobio •Lagunas de estabilización •Lagunas facultativas •Lagunas anaerobias •Lagunas de maduración •Humedales 	<p>La finalidad es de remover material orgánico y en suspensión. Se utiliza procesos biológicos, aprovechando la acción de microorganismos, que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).</p>
<p>Tratamiento terciario</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microcribado • Coagulación-floculación • Filtros rápidos • Adsorción Oxidación química • Electrodiálisis • Intercambio iónico 	<p>Este tratamiento consiste en un proceso fisicoquímico que utiliza la precipitación, la filtración o la cloración para reducir drásticamente los niveles de nutrientes orgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final.</p>

Fuente: elaboración propia.

1.10.1. Ubicación de las plantas de tratamiento de agua residual

o

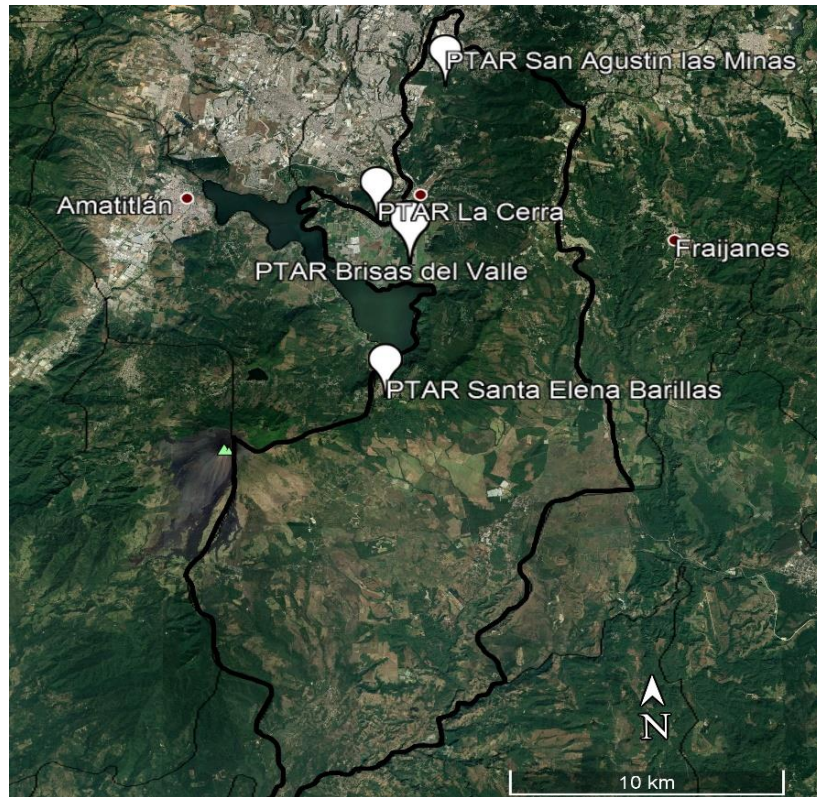
La tabla VIII indica la ubicación de las PTAR pertenecientes al municipio de Villa Canales.

Tabla VIII. **Ubicación de las PTAR en jurisdicción de Villa Canales**

Número	Planta de Tratamiento	Ubicación
1	San Agustín	Finca San Agustín Las Minas
2	Brisas del Valle	Colonia Brisas del Valle
3	Santa Elena Barillas	Km. 38,5 Carretera CA-9 hacia Aldea Los Pocitos
4	La Cerra	1 Ave. Finca Santa Teresa

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Ubicación de las PTAR de Villa Canales**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

1.10.2. Impulso al saneamiento y reúso de agua residual

Uno de los objetivos principales en el tema del reúso del agua, es reducir el agua sin tratar aumentar el reciclado y la reutilización. Estas acciones tienen un impacto en la salud y la energía, llevan a ciudades más sostenibles y mejoran la vida en la tierra y en los mares.

El manejo eficiente de las aguas servidas, demanda una excelente planificación y un alto nivel de participación tanto ciudadano y municipal. Uno de los pasos fundamentales es la participación ciudadana, actores claves de los temas básicos de saneamiento, por medio de sus solicitudes pueden determinar la calidad del agua que quieren obtener, reglamentando así a las municipalidades o instituciones responsables del saneamiento del recurso hídrico.

2. FASE TÉCNICA DE SERVICIO

2.1. Diagnóstico actual

Villa Canales cuenta con cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales ordinarias. De las cuatro plantas de tratamiento que cuenta Villa Canales, la que se encuentra en mejores condiciones y resultado eficiente es la PTAR La Cerra, es administrado por AMSA. La planta de tratamiento Brisas del Valle trabaja de manera eficiente según los resultados de laboratorio realizados por la división división de control, calidad ambiental y manejo de lagos de AMSA. El mantenimiento y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas presenta un servicio ineficiente, el problema radica en que la planta de tratamiento fue puesta nuevamente en operación en el 2017, no obstante fue construida en el 2005, pero fue abandonada luego de su construcción, al disponerla nuevamente en funcionamiento presentó fallas en su infraestructuras. En la actualidad la municipalidad no cuenta con una planificación para invertir en plantas de tratamiento, y la exigencia en el saneamiento de aguas servidas generadas por la iniciativa privada es escasa.

2.2. Normativas de cumplimiento

Guatemala cuenta con diversos reglamentos y normativas que dictan los criterios y requisitos que deben cumplirse de manera puntual en las descargas y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos, esto con el fin de proteger los cuerpos receptores, y disminuir el impacto que generan las aguas servidas provenientes de la actividad humana y la industria.

2.2.1. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo núm. 236-2006 y su reforma, Acuerdo Gubernativo núm. 129-2015

El objeto del presente reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

El presente reglamento debe aplicarse a:

- Los entes generadores de aguas residuales.
- Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.
- Las personas que produzcan aguas residuales para reúso.
- Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales.
- Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

Tabla IX. **Límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales**

Fecha máxima de cumplimiento						
			Dos de mayo de dos mil diecisiete	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
Parámetros	Dimensionales	Valores Iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7	TCR+/-7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100	50	10	10	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	250	100	100	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300	275	200	100	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	150	70	20	20
Fósforo total	Miligramos por litro	50	40	20	10	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	<1x10 ⁸	<1x10 ⁷	<1x10 ⁴	<1x10 ⁴	<1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	1	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	3	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0,02	0,02	0.1	0.1
Níquel	Miligramos por litro	6	2	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	0,4	0,4	0,4	0,4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1 500	1 000	750	500	500

TCR=temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Fuente: Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo Núm. 236-2006 y su reforma, Acuerdo Gubernativo Núm. 129-2015.

2.2.2. Código de salud, Decreto núm. 90-97

El código de salud es un instrumento legal que contiene normas ambientales dentro de su estructura y especialmente en la eliminación y disposición de excretas y aguas residuales; en la sección III en el artículo 92 dicta lo siguiente: Las municipalidades, industrias, comercios, entidades agropecuarias, turísticas y otro tipo de establecimientos públicos y privados, deberán dotar o promover la instalación de sistemas adecuados para la eliminación sanitaria de excretas, el tratamiento de aguas residuales y aguas servidas, así como del mantenimiento de dichos sistemas conforme a la presente ley y los reglamentos respectivos.

En la misma sección dicta la importancia en la construcción de obras de tratamiento como lo dice en su artículo 96: Es responsabilidad de las municipalidades o de los usuarios de las cuencas o subcuencas afectadas, la construcción de obras para el tratamiento de las aguas negras y servidas, para evitar la contaminación de otras fuentes de agua: ríos, lagos, nacimientos de agua. El Ministerio de Salud deberá brindar asistencia técnica en aspectos vinculados a la construcción, funcionamiento y mantenimiento de las mismas.

2.2.3. Acuerdo Gubernativo núm. 137-2006, reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental

El reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental contiene los lineamientos, estructura y procedimientos necesarios para apoyar el desarrollo sostenible del país en el tema ambiental, estableciendo reglas para el uso de instrumentos y guías que faciliten la evaluación, control y seguimiento ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades, que se desarrollan y los que se pretenden desarrollar en el país. Lo anterior facilitará la determinación de las

características y los posibles impactos ambientales, para orientar su desarrollo en armonía con la protección del ambiente y los recursos naturales.

2.2.4. Código Municipal Decreto 12-2002

El código municipal hace referencia en las obligaciones que tiene el gobierno municipal con la población, entre ellos la importancia de velar por el bienestar de sus habitantes. Entre el bienestar de la población se encuentra el manejo de desechos sólidos y líquidos, cumpliendo con los parámetros correspondientes para el reuso del agua residual, como lo dicta en el Capítulo V, Artículo 68, diciendo lo siguiente:

Las competencias propias deberán cumplirse por el municipio, por dos o más municipios bajo convenio, o por mancomunidad de municipios, y son las siguientes:

- Abastecimiento domiciliario de agua potable debidamente clorada; alcantarillado; alumbrado público; mercados; rastros; administración de cementerios y la autorización y control de los cementerios privados; limpieza y ornato; formular y coordinar políticas, planes y programas relativos a la recolección, tratamiento y disposición final de desechos y residuos sólidos hasta su disposición final.

2.3. Crecimiento poblacional

El crecimiento demográfico del municipio de Villa Canales ha sido acelerado como sucede en casi todos los municipios del departamento, principalmente los de la región sur que son considerados municipios dormitorio.

Según la estimaciones realizadas por INDE de la población total por municipio. Período 2008-2020, el municipio de Villa Canales queda de la siguiente manera:

Tabla X. **Estimaciones de la población total para el municipio de Villa Canales. Período 2008-2020**

Municipio	Periodo	Población
Villa Canales	2008	131,984
	2009	135,618
	2010	139,449
	2011	143,258
	2012	147,050
	2013	150,823
	2014	154,577
	2015	158,309
	2016	162,017
	2017	165,698
	2018	169,349
	2019	172,970
	2020	176,559

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

2.4. Aporte municipal y aporte gubernamental de financiamiento

La ejecución de nuevos proyectos con respecto al saneamiento y al tratamiento de aguas residuales, es la solución más eficaz para lograr la recuperación de los ríos y lagos que se encuentran contaminados. En la actualidad el gobierno y la municipalidad tienen varios proyectos en ejecución para mejorar el agua y saneamiento. A pesar que cuenta con proyectos en

ejecución, no existe una regulación seria que sancione a la iniciativa privada cuando no cumple con los parámetros en sus descargas de aguas residuales.

En la tabla XI, se presenta el listado de proyectos en ejecución registrados en el Sistema Nacional de Inversión Pública en el ejercicio 2018.

Tabla XI. **Listado de proyectos en ejecución 2018**

No.	Proyecto	Ubicación	Función	Fase	Asignación (Q)
1	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA SANTA ELENA BARILLAS, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	122 185,00
2	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	2 436 581,99
3	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	4 100 666,00
4	CONSERVACIÓN AL AGUA Y SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	10 902 569,18
5	AMPLIACIÓN SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES ZONA 1 ALDEA BOCA DEL MONTE, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	885 353,00

Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública.

En la tabla XII, se presenta el listado de proyectos en ejecución registrados en el sistema nacional de inversión pública en el ejercicio 2019.

Tabla XII. **Listado de proyectos en ejecución 2019**

No.	Proyecto	Ubicación	Función	Fase	Asignación (Q)
1	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES ALDEA EL PORVENIR, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	2 000 000,00
2	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES ALDEA SANTA ELENA BARILLAS, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	3 246 993,00
3	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SANTA ELENA BARILLAS, VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	3 397 250,00
4	MANEJO DE SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL MUNICIPIO DE VILLA CANALES	Villa Canales	Agua y Saneamiento	Ejecución	13 407 300,00

Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública.

2.5. Cobertura actual de las plantas de tratamiento de aguas residuales

Según el estudio técnico de las plantas de tratamiento de Villa Canales, la planta de tratamiento de San Agustín Las Minas posee un caudal de 61 l/s provenientes de Boca del Monte. La PTAR Santa Elena Barillas trata la descarga de aguas residuales de la zona 1 y 2 de Santa Elena Barillas, no teniendo un dato exacto de los usuarios conectados al sistema de drenajes siendo 650 aproximadamente. La PTAR Brisas del Valle de uso privado, fue construida para tratar las aguas servidas provenientes de la colonia Brisas del Valle.

Actualmente la PTAR La Cerra trata la tercera parte del río Villalobos proveniente de la parte alta y media de la Cuenca del Lago de Amatitlán, la planta de tratamiento fue diseñada para tratar un caudal de 300 litros/segundo,

provenientes del río Villalobos y 55 litros/segundo, provenientes del municipio de Villa Canales².

Tabla XIII. **Resumen de cobertura actual de las PTAR de Villa Canales**

Numero	Planta de tratamiento	Cobertura actual
1	San Agustín Las Minas	Boca del Monte
2	Brisas del Valle	Colonia Residencial Brisas del Valle
3	Santa Elena Barillas	Zona 1 y zona 2 de Santa Elena Barillas
4	La Cerra	55 litros/segundo parte baja de Villa Canales

Fuente: elaboración propia.

2.6. Tipo de aguas residuales

Las aguas residuales son también llamadas aguas negras, este tipo de aguas fueron desechadas y modificadas químicamente generalmente por el uso humano.

2.6.1. Aguas residuales domesticas

Proceden del metabolismo humano, del aseo personal, actividades diarias, la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica, microorganismos y sedimentos, así como restos de jabones, sólidos, detergentes, lejía y grasas.

² Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán. *Estudio Técnico de Aguas Residuales*. p. 27.

2.6.2. Aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales son las que proceden de cualquier actividad industrial, que han sido vertidas desde un lugar con finalidad comercial o industrial en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua.

2.6.3. Aguas pluviales

Son las aguas provenientes de las lluvias, las aguas pluviales se recolectan en alcantarillas y fluyen a colectores pluviales y al sistema de drenaje pluvial de la ciudad. Generalmente este tipo de aguas son conducidas sin tratamiento alguno hasta sus desfuegos que por lo general son ríos tributarios.

2.7. Razones para su tratamiento

El motivo principal de tratar las aguas residuales es defender la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente a ríos, lagos o mares, se afectan los cuerpos receptores contaminándolos, causando importantes daños ecológicos, y enfermedades a la salud en personas y comunidades que tienen contacto con este tipo de aguas servidas.

2.8. Tipos de contaminantes

Las aguas residuales consisten de agua, sólidos disueltos y sólidos suspendidos, por lo general se clasifican en dos grupos de acuerdo a su composición: orgánicos e inorgánicos.

2.8.1. Contaminantes orgánicos

Los contaminantes orgánicos también son compuestos disueltos o dispersos en el agua que provienen de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos de humanos y animales, de rastros o mataderos, de procesamiento de alimentos para humanos y animales, diversos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, tinturas, y diversos productos químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, entre otros.

2.8.2. Contaminantes inorgánicos

Los contaminantes inorgánicos son diversos productos disueltos o dispersos en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la erosión del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. También desechos ácidos, alcalinos y gases tóxicos disueltos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico).

2.8.3. Contaminantes habituales en las aguas residuales

En las aguas servidas, habitan diversidad de contaminantes, al contrario de los sólidos que se aprecian de manera exacta, existen contaminantes microscópicos, apreciables por medio de estudios de laboratorio.

En la tabla XIV, representa los principales contaminantes que se presentan en las aguas residuales, con su respectivo origen.

Tabla XIV. **Principales contaminantes presentes en aguas residuales**

Contaminante	Parámetro	Origen
Basura	Basura	Residuos domésticos Deficiencia en los sistemas de recolección de basura Arrastres pluviales
Arenas	Arenas	Arrastres pluviales
Grasas y aceites	Grasas y aceites	Residuos domésticos, residuos de restaurantes, mercados, industrias, entre otros.
Material suspendido	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Residuos domésticos (materia fecal), Residuos de restaurantes, mercados, industrias, entre otros.
Materia orgánica	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Residuos domésticos (materia fecal), residuos de restaurantes, mercados, industrias, ente otros.
Microorganismos patógenos	Coliformes fecales	Residuo fecal humano y animal
Nutrientes	Nitrógeno (N) y Fósforo (P)	Nitrógeno: orina, materia fecal fertilizantes Fosforo: detergentes y fertilizantes

Fuente: OCAMPO, Armando, *Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales*. p. 150.

2.9. **Sistemas de tratamiento de aguas residuales**

El tipo de tratamiento que se le proporcionara al agua residual depende del uso o su disposición final que se le quiere dar luego de sus etapas, por lo general está determinada por normativas, códigos y Acuerdos Gubernativos.

A continuación se describen los diferentes niveles de tratamiento que concurren en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

2.9.1. Operaciones unitarias de tratamiento previo

El tratamiento previo también llamado tratamiento preliminar, se refiere a la eliminación de los componentes que puedan provocar daños operacionales en los procesos posteriores de la planta de tratamiento, su objetivo principal es la remoción de componentes de gran y mediano tamaño, por ejemplo, ramas, plásticos, pañales, arenas, grasas, aceites, entre otros.

2.9.1.1. Rejas de barra

El objetivo principal de la reja de barras es la eliminación de sólidos que ingresan a la planta de tratamiento, mayormente son sólidos de pequeño y mediano tamaño (madera, plásticos, ropa, entre otros.).

Las barras generalmente son barrotes rectos soldados a una barra de separación, esto con el fin de rastrillarla, extrayendo los sólidos depositados en las rejas. Los barrotes van inclinados sobre la horizontal con ángulos entre 60° a 80°.

2.9.1.2. Cámaras de desarenado

Su objetivo principal es eliminar del afluente la arena y partículas pesadas superior a 0,2 mm, con esta acción se evita que las partículas se sedimenten en canales y obras de conducción, asimismo, proteger los sistemas posteriores. En esta operación se eliminan también gravas y partículas minerales, así como elementos de origen orgánico, no putrescibles (huesos, granos de café,

cáscaras de frutas, semillas, y huevos, entre otros.). Los canales desarenadores pueden ser de flujo variable o de flujo constante.

Figura 18. **Canal desarenador de flujo constante**



Fuente: AMSA. *PTAR El Mezquital*.

2.9.1.3. Desmenzadores

El funcionamiento de los desmenzadores es el mismo de las rejillas, ya que un trabajo inadecuado permite a la basura obstruir las válvulas que extraen los lodos. Los desmenzadores dividen los finos que hace que la sedimentación se haga más lenta.

2.9.2. Tratamiento primario

El tratamiento primario, es el primer tratamiento importante que sufren las aguas residuales, después de las fases preliminares, es generalmente, la sedimentación de los sólidos suspendido en un tanque adecuado en el que se mantienen las aguas por un lapso de 0,5 a 3 horas o más, que es suficiente para permitir que el 40 % al 65 % de los sólidos finamente divididos, se depositen en el fondo del tanque, del cual se extraen por medios mecánicos en forma de lodos.³

2.9.2.1. Tanque *imhoff*

El tanque *Imhoff* es un proceso anaerobio en el que se realiza la sedimentación de sólidos sedimentables. Este proceso se han utilizado para comunidades entre 500 y 5 000 habitantes, y en su interior se presentan por separado la sedimentación y la digestión de lodos, en compartimientos diferentes. Los tanques se construyen con concreto armado, son de forma cuadrada o rectangular, y normalmente están abiertos en su superficie, por lo que se puede observar el agua. La relación largo-ancho varía de 3:1 a 5:1. Su profundidad común varía entre 1,5 y 4 m, aunque si la excavación lo permite pueden construirse hasta de 7 m de altura.⁴

Los tanques *imhoff* tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y de remoción de arenas.

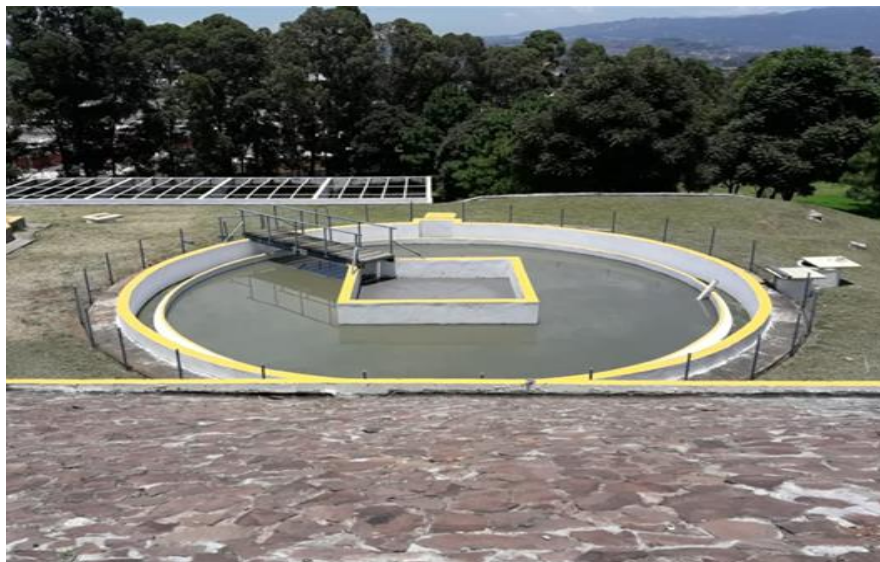
³ OCAMPO, Armando, *Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales*. p. 15.

⁴ Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos, comisión nacional del agua, México.

2.9.2.2. Sedimentador primario

Los sedimentadores primarios se diseñan para obtener reducciones en sólidos en suspensión del 40 al 60 % y reducciones de DBO5 entre el 25 y el 35 %. Los tiempos de retención varían entre 0,5 y 1,5 h. El tiempo de retención de lodos debe ser menor de 5 h. para evitar la anaerobiosis. Los valores más usuales de velocidad van de 2,0 a 2,6 metros y la velocidad de paso varía de 18 a 80 m/h. Hay decantadores rectangulares y circulares. Los rectangulares presentan la ventaja de que permiten una implantación más compacta de los diferentes equipos de tratamiento, si bien su costo es generalmente más elevado. La profundidad suele estar comprendida entre 2,5 y 4 metros. y la pendiente del fondo del 1 %⁵.

Figura 19. **Sedimentador primario con trampa de grasas**



Fuente: PTAR Santa Isabel II, Villa Nueva, Guatemala.

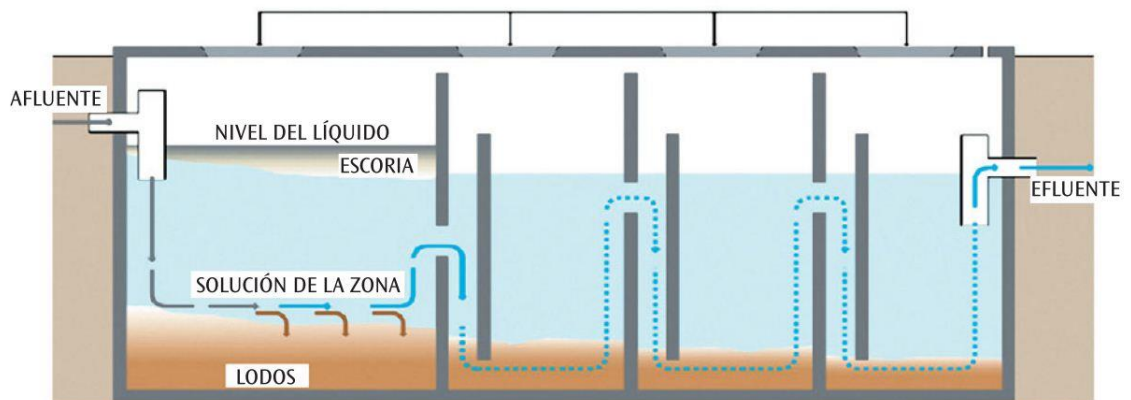
⁵ *Sedimentador primario*. <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=1809>.

2.9.2.3. Fosa séptica

La fosa séptica es un mecanismo básico para el tratamiento primario de las aguas residuales. En ella se efectúa la sedimentación y eliminación de flotantes, realiza la separación y transformación física-química de la materia orgánica, actuando también como digestores anaerobios.

Los elementos básicos que poseen las fosas sépticas son: trampa de grasas, tanque séptico, caja de distribución, campo de oxidación, pozos de absorción.

Figura 20. Fosa séptica



Fuente: OCAMPO, Armando. *Procesos Unitarios para el Tratamiento de Aguas Residuales*. p. 98.

2.9.2.4. Área de ventilación y acumulación de natas

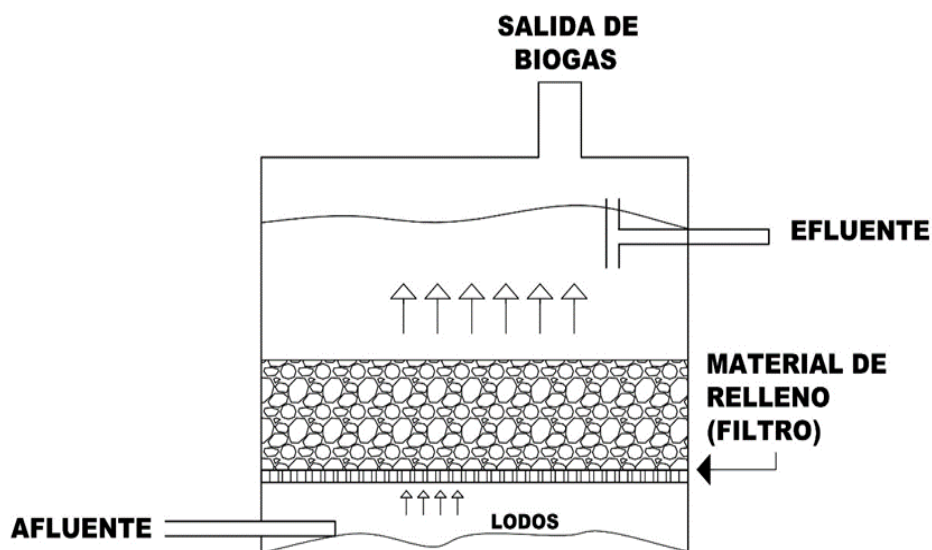
Las natas son grasas, sólidos o espumas que se generan en la superficie de los tanques de sedimentación en el tratamiento de aguas residuales, en su mayoría se forma una capa o película en la superficie. Debido a este proceso natural es necesario que los tanques de sedimentación, en su mayoría los

tanques *imhoff*, cuentan con el área específica de acumulación de natas, esto con el fin que las natas se acumulen en un solo lugar y su remoción sea accesible. Generalmente en este espacio se proporciona un área de ventilación, debido a los gases que se generan en el proceso de tratamiento de las aguas servidas.

2.9.2.5. Filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA

El FAFA es un reactor biológico de aguas residuales de flujo ascendente, compuesto de biopelícula fija para la remoción de materia orgánica en condiciones anaerobias con una cámara inferior vacía y una cámara superior con un relleno de material filtrante sumergido donde actúan microorganismos facultativos y anaerobios, responsables por la estabilización de la materia orgánica.

Figura 21. Esquema de un FAFA



Fuente: elaboración propia.

2.9.3. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario es utilizado para eliminar la materia orgánica biodegradable, que en su etapa anterior no se eliminaron. En esta etapa se utiliza un tratamiento biológico que se realiza con la ayuda de microorganismos.

Básicamente, los contaminantes presentes en el agua residual son transformados por los microorganismos en materia celular, energía para su metabolismo y en otros compuestos orgánicos e inorgánicos. Estas células microbianas forman flóculos, los cuales son separados de la corriente de agua tratada, normalmente por sedimentación. De esta forma, una sustancia orgánica soluble se transforma en flóculos que son fácilmente retirados del agua. En el caso del agua residual doméstica o municipal, el objetivo principal es reducir el contenido orgánico y, en ciertos casos, los nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo.⁶

2.9.3.1. Filtro anaerobio

El filtro anaerobio es una etapa adicional de tratamiento que recibe el agua residual previamente tratada en una fosa séptica. Este tanque se rellena con un material filtrante de alto rendimiento que logra una remoción efectiva de la materia contaminante disuelta en el agua residual.

El filtro anaeróbico puede ser operado ya sea con flujo ascendente o descendente. Se recomienda el modo de flujo ascendente porque hay un menor riesgo de que la biomasa fijada sea arrastrada. El nivel de agua debe cubrir el material del filtro por lo menos 0,3 m para garantizar un régimen de flujo regular.

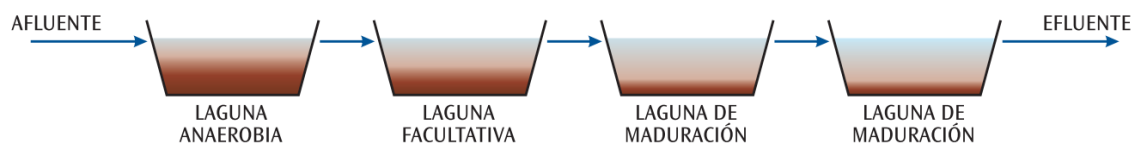
⁶ NOYOLA, Adalberto. *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales, México*. 15 p.

2.9.3.2. Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización son estructuras simples, construidas por embalses artificiales abiertos a la acción del sol y aire, en su mayoría tienen forma rectangular o cuadrada, son diseñadas con periodos de retención variable en función de la carga aplicada y condiciones climáticas. La laguna de estabilización es un método simple de tratamiento de aguas residuales ya que es un procedimiento biológico natural de tratamiento, basado en los mismos principios por los que tiene lugar la autodepuración que utilizan los ríos y lagos.

De acuerdo a su clasificación y al contenido de oxígeno, las lagunas se clasifican en: lagunas anaerobias (remoción de sólidos y materia orgánica), lagunas facultativas (remoción de materia orgánica y microorganismos patógenos) y lagunas de maduración (remoción de patógenos).

Figura 22. Sistema de lagunas de estabilización



Fuente: OCAMPO, Armando. *Procesos unitarios para el tratamiento de aguas residuales*
p. 111.

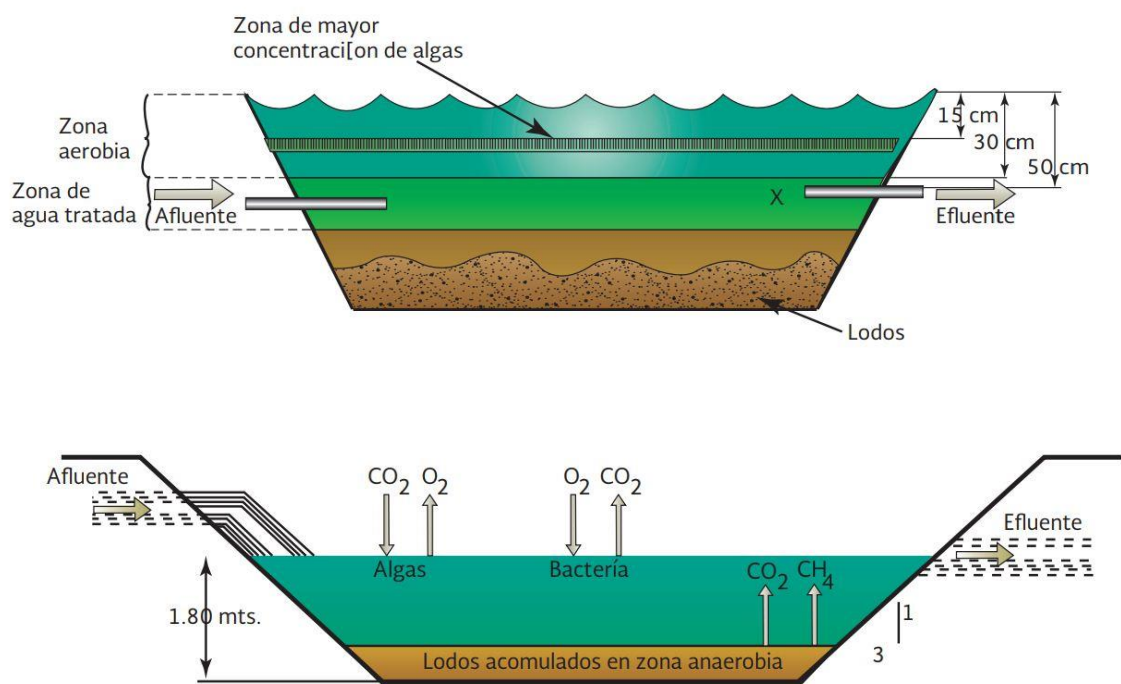
2.9.3.3. Lagunas facultativas

Las lagunas facultativas son estanques que se identifican en poseer en las capas superiores un proceso aeróbico y en las capas inferiores se tiene un

proceso anaeróbico. El proceso aeróbico es proporcionado por el desarrollo de una población de alga activa. La delimitación de las zonas está en función de la carga aplicada y la eficiencia de los procesos.

La profundidad de diseño en estas lagunas varía entre 1,5 y 2 metros

Figura 23. **Esquema de una laguna facultativa**



Fuente: Comisión Nacional del Agua. *Lagunas de estabilización*. p. 3.

2.9.3.4. **Lagunas anaerobias**

Las lagunas anaerobias se destacan por el desarrollo de microorganismos anaerobios y facultativo utilizando un proceso es similar al de un tanque séptico. El objetivo de estas lagunas es retener los sólidos en suspensión, que

luego se acumulan en la zona baja de la laguna y eliminar parte de la carga orgánica.

Las lagunas anaerobias trabajan en óptimas condiciones en climas tropicales o en climas calientes, debido a la intensidad solar y la temperatura son factores claves en el proceso de tratamiento.

La estabilización es estas lagunas tiene lugar mediante las etapas siguientes.

- Hidrólisis
- Formación de ácidos
- Formación de metano

Figura 24. **Laguna anaerobia**



Fuente: AMSA.PTAR La Cerra.

2.9.3.5. Lagunas de maduración

Este tipo de laguna tiene como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además, de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado.

Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1,5 metros. En la práctica el número de lagunas de maduración lo determina el tiempo de retención necesario para proveer una remoción requerida de coliformes fecales.

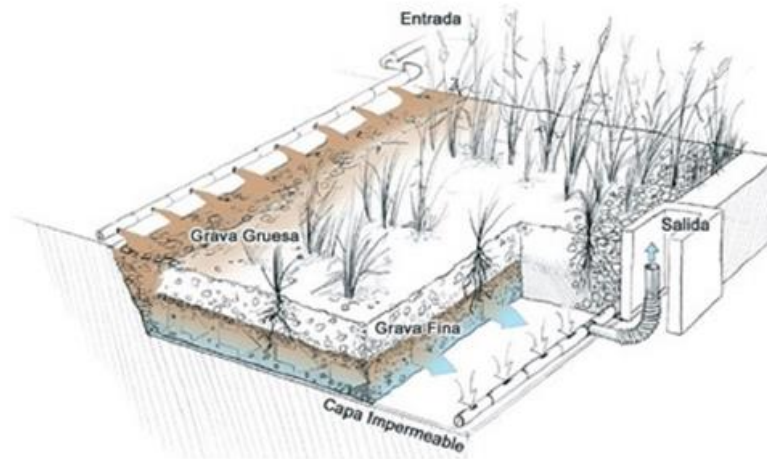
2.9.3.6. Humedales

Se define humedal como una zona inundada o saturada, bien sea por aguas superficiales o por aguas subterráneas y con una frecuencia, duración y profundidad suficientes para mantener especies de plantas predominantes adaptadas a crecer en suelos saturados. En estas zonas húmedas se han aprovechado para el control de la contaminación, generada por las aguas residuales de manera espontánea e indiscriminada.

Los humedales construidos, generalmente se clasifican dentro de los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales acuáticos. La depuración del agua ocurre por la interacción entre los elementos componentes del humedal y de los fenómenos físicos, químicos y biológicos dentro del humedal, con la intervención del sol como fuente principal de energía.⁷

⁷ Funcionamiento y elementos de un humedal artificial. *Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales*. p. 27.

Figura 25. **Esquema general del funcionamiento y elementos de un humedal artificial**



Fuente: Esquema general del funcionamiento de un humedal artificial.

www.aguasresiduales.info/media/images/ckfinder/userfiles/images/Fig1_IMDEA_mayo.jpg.

Consulta: enero de 2019.

2.10. Disposición de lodos

En el tratamiento de las aguas residuales, obtiene como resultado de la remoción de contaminantes, se generan diferentes productos secundarios principalmente lodos. Estos se producen en las etapas de tratamiento, principalmente en los tratamientos primarios y secundarios. Es necesario darles tratamiento y estabilizarlos antes de su disposición.

El tratamiento de lodos en Guatemala tienen que cumplir con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, donde se encuentran los parámetros y límites máximos permisibles para la disposición de lodos. Y en su artículo 41 hace referencia sobre la disposición final dictando lo siguiente:

Se permite efectuar la disposición final de lodos, por cualquiera de las siguientes formas:

- Aplicación al suelo: acondicionador, abono o compost
- Disposición en rellenos sanitarios
- Confinamiento o aislamiento
- Combinación de las antes mencionadas

2.11. Tratamiento avanzado de aguas residuales (terciario)

El tratamiento terciario es el grado de tratamiento más completo para tratar el contenido de las aguas residuales. El tratamiento terciario es utilizado con el fin de eliminar nutrientes inorgánicos generalmente los fosfatos y nitratos. Se recurre a este tratamiento igualmente para llegar a tener agua con alta calidad física-química.

Por lo general, las metas del tratamiento terciario varían respecto a los reglamentos o al reuso específico que se pretende dar al efluente final.

2.12. Productos generados a partir del agua residual

A continuación se describe las bondades que se generan a partir del agua residual.

2.12.1. Agua tratada

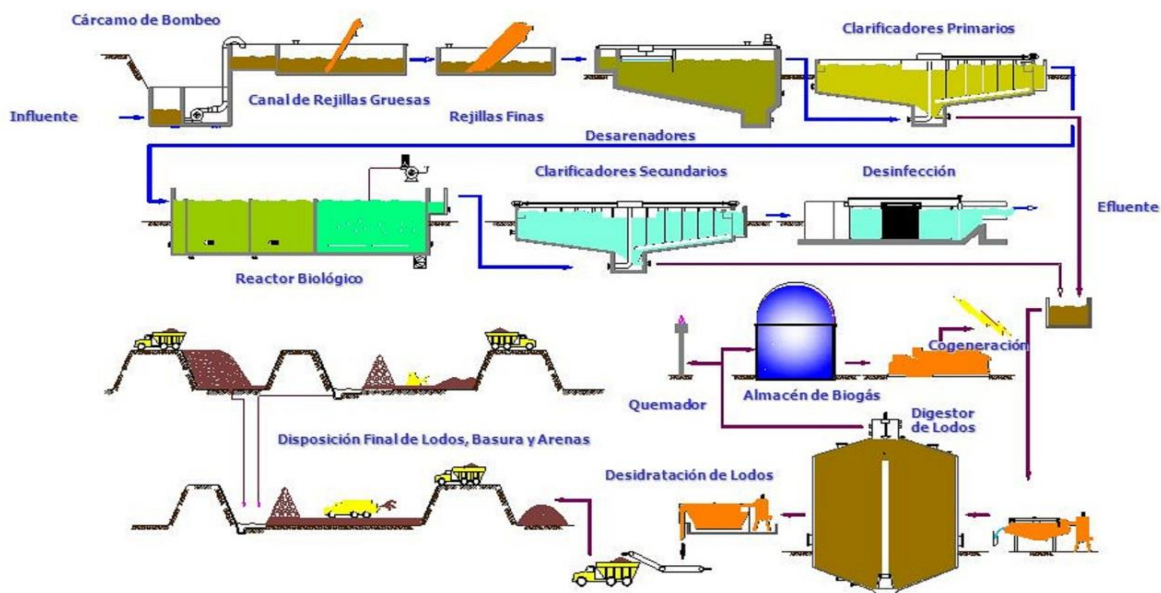
Agua tratada es conocida como efluente y es un proceso que se realiza a las aguas residuales. Generalmente el tratamiento es proporcionado por una planta de tratamiento de aguas residuales. Los procesos varían según el tipo de agua que se quiere obtener como resultado final.

El agua tratada, puede ser reutilizada según el tratamiento que se le proporcione, generalmente el agua tratada se desfoga en los ríos, mares, lagos, Pero en la actualidad se le da otros usos como riego, actividades diarias, industria, entre otros.

2.12.2. Biogás

En los reactores anaerobios y en el proceso de degradación biológica de la materia orgánica, se obtienen subproductos uno de ellos es el biogás, el cual puede ser aprovechado para la producción de combustible. En las plantas de tratamiento de aguas residuales, la sustancia para la obtención del producto de biogás es la materia orgánica que se contiene en el agua residual y en los lodos que el agua servida contrae.

Figura 26. Diagrama de flujo de PTAR con almacenamiento de biogás



Fuente: PTAR El Ahogado, Jalisco, México.

2.12.3. Biosólidos

Los biosólidos o lodos estabilizados, son los residuos orgánicos, que resultan del tratamiento de las aguas residuales, a pesar que no pueden tener una clasificación de tóxicos o peligrosos, poseen contaminantes que requieren de un tratamiento previo antes de su disposición final. Por su alto nivel de nutrientes los biosólidos pueden ser utilizados en la agricultura y jardinería.

2.13. Beneficios potenciales para la comunidad

Los biosólidos también generan otros beneficios a la comunidad, los cuales se describen a continuación.

2.13.1. Beneficios sociales

Utilizar plantas de tratamientos de aguas residuales, disminuye de manera directa la contaminación de las aguas servidas, beneficiando a la población que se encuentra en las riberas o en cercanías de los ríos o lagos. Por medio del tratamiento de las aguas residuales se evitan la proliferación de plagas como por ejemplo; los zancudos o especies similares que son portadores de virus. Se eliminan los malos olores que poseen las aguas sin tratar.

2.13.2. Beneficios ambientales

Las aguas residuales una vez que han sido tratadas deben ser devueltas a la naturaleza vertiéndolas en los ríos, lagos o mares para que continúe su ciclo hidrológico, siempre y cuando se encuentre en condiciones adecuadas, de esta forma evita la alteración de los ecosistemas, se disminuye la contaminación a la biodiversidad y se mitiga el riesgo para la salud pública.⁸

⁸ Domos Agua. *Importancia de plantas de tratamiento de aguas residuales*. p. 48.

2.14. Solicitud de información a otras instituciones públicas

Para realizar el diagnóstico de plantas de tratamiento, es necesario contar con la autorización de distintas entidades públicas, como se detalla ahora.

2.14.1. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA)

La división de recolección y tratamiento de desechos líquidos y sólidos, de AMSA, es la división encargada de administrar las plantas de tratamiento que se encuentran bajo la responsabilidad de la institución, especialmente se proporcionó información de la PTAR La Cerra que se encuentra en Villa Canales.

Cabe destacar que AMSA por medio de su división división de control, calidad ambiental y manejo de lagos, realizó los laboratorios de aguas residuales, de las cuatro plantas de tratamiento que se encuentran en el diagnóstico.

2.14.2. Municipalidad de Villa Canales

La municipalidad de Villa Canales por medio de su división de agua y saneamiento, brindo el apoyo necesario para realizar las diferentes visitas técnicas que se hicieron en el municipio de Villa Canales.

2.14.3. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Por medio de este ministerio se estableció los Acuerdos Gubernativo que se utilizaron en el diagnóstico, los Acuerdos Gubernativos fueron los siguientes: Acuerdo Gubernativo número 137-2006 y 236-2006, ambos acuerdos entre otros objetos, dictan la disposición final de las aguas residuales y los parámetros de cumplimiento para el reuso.

2.14.4. Instituto de Fomento Municipal (INFOM)

El INFOM proporcionó información correspondiente a las plantas de tratamiento de aguas residuales, a las cuales ellos tienen acercamiento en el área metropolitana.

2.14.5. Instituto Nacional de Estadística (INE)

El censo elaborado por el INE en el 2002, y las proyecciones de población futura, fueron los datos utilizados para los cálculos realizados.

2.15. Tabulación de datos

Los datos que se exponen en las tablas XV, XVI y XVII, fueron recopilados por medio de solicitudes de información y visitas de campo a las plantas de tratamiento de aguas residuales; las visitas fueron realizadas en conjunto con personal de AMSA y la municipalidad de Villa canales.

En la figura 15, se muestra el formato utilizado en las diferentes visitas de campo, el formato fue utilizado para recopilar información fundamental de las plantas de tratamiento, y realizar el diagnóstico a cada PTAR.

Figura 27. **Formato de evaluación técnica realizadas en visitas de campo**

Evaluación técnica de PTAR del Municipio de Villa Canales

Nombre de PTAR: _____ Fecha: _____

Ubicación: _____

Estado:

En Operación: _____ Abandono: _____ Otro: _____

Administración:

Privada: _____ Pública: _____ AMSA: _____ Otro: _____

Año de construcción: _____ Caudal: _____

Manual de operaciones:

Si: _____ No: _____

Frecuencia de limpieza: _____

Horas de trabajo: _____

Donde desfoga el efluente: _____

Tipo de tratamiento:

Primario: _____ Secundario: _____ Terciario: _____

Unidad de tratamiento preliminar: _____

Unidad de tratamiento primario: _____

Unidad de tratamiento Secundario: _____

Unidad de tratamiento Terciario: _____

Estado de los sistemas: _____

Elementos dañados: _____

Observaciones:

Fuente: elaboración propia.

2.15.1. Información general

Por medio de información a las instituciones ya mencionadas y por visitas de campo, se determinó que en la actualidad el municipio de Villa Canales cuenta con cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, dos de ellas con administración municipal, una con administración privada y una es administrada por AMSA. Cada una de ellas fue analizada técnicamente, para verificar el funcionamiento de sus infraestructuras y la eficiencia que tienen con los Acuerdos Gubernativos.

En la tabla XV se muestra el resumen general de las plantas de tratamiento localizadas en el municipio de Villa Canales, cabe destacar que las cuatro plantas de tratamiento están en operación, no obstante la eficiencia de las PTAR se determinó por medio de los laboratorios de caracterización del afluente y efluente realizados por AMSA.

Tabla XV. **Resumen general de las PTAR de Villa Canales**

Numero	Planta de Tratamiento	Ubicación	Administración	Administrador	Estado
1	San Agustín	Finca San Agustín Las Minas	Pública	Municipalidad de Villa Canales	En operación
2	Brisas del Valle	Colonia Brisas del Valle	Privada	Administración Residencial Brisas del Valle	En operación
3	Santa Elena Barillas	Km. 38,5 Carretera CA-9 hacia aldea Los Pocitos	Pública	Municipalidad de Villa Canales	En operación
4	La Cerra	1 Ave. Finca Santa Teresa	Pública	AMSA	En operación

Fuente: elaboración propia.

2.15.2. Horario y tipo de tratamiento

En la tabla XVI se muestran el horario de operación y el tipo de tratamiento que tienen las PTAR, cada una de las PTAR trabaja las 24 horas del día.

Tabla XVI. Horario y tratamiento de las PTAR

Número	Planta de Tratamiento	Horario	Tipo de tratamiento	Caudal medio (litros/segundos)
1	San Agustín	24 horas del día	Secundario	80
2	Brisas del Valle	24 horas del día	Secundario	Sin Información
3	Santa Elena Barillas	24 horas del día	Secundario	15
4	La Cerra	24 horas del día	Terciario	350

Fuente: AMSA.

2.15.3. Ubicación geográfica

En la tabla XVII, se muestra la ubicación con sus respectivas coordenadas.

Tabla XVII. **Ubicación geográfica de las plantas de tratamiento**

Numero	Planta de Tratamiento	Ubicación	Coordenadas	
			Longitud Norte	Longitud Oeste
1	San Agustín	Finca San Agustín Las Minas	14° 31' 43.78"	90° 31' 27.69"
2	Brisas del Valle	Colonia Brisas del Valle	14° 27' 21.01"	90° 32' 13.96"
3	Santa Elena Barillas	Km. 38,5 Carretera CA-9 hacia aldea Los Pocitos	14° 24' 9.08"	90° 32' 44.93"
4	La Cerra	1 Ave. Finca Santa Teresa	14° 28' 16.62"	90° 32' 47.89"

Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Ubicación PTAR Santa Elena Barillas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 29. **Ubicación PTAR San Agustín Las Minas**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 30. **Ubicación PTAR La Cerra**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 31. Ubicación PTAR Brisas Del Valle



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

2.15.4. Tipo de planta y estado del sistema

Las cuatro plantas de tratamiento de Villa Canales tienen en común su sistema anaerobio en sus dos fases. En la actualidad todas se encuentran en funcionamiento.

Tabla XVIII. Sistema de tratamiento y estado de las PTAR

Numero	Planta de Tratamiento	Sistema de tratamiento	Estatus
1	San Agustín	Anaerobio	Funcionamiento
2	Brisas del Valle	Aerobio, Humedal artificial	Funcionamiento
3	Santa Elena Barillas	Anaerobio	Funcionamiento
4	La Cerra	Anaerobio, biofiltros	Funcionamiento

Fuente: elaboración propia.

2.15.5. Eficiencia y desfogue

La eficiencia de las PTAR se determinaron por medio de los laboratorios realizados por AMSA y la división de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos (ver anexos), tomando como límites máximos permisibles los que se encuentran en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Como resultado, se obtuvo que la planta más eficiente remoción del DBO, es la PTAR la Cerra con un 93 % de eficiencia en su remoción, seguida por la PTAR Brisas del Valle. Las plantas de tratamiento ineficientes fueron las de Santa Elena Barillas y San Agustín las Minas.

Tabla XIX. **Demostración de niveles de eficiencia de remoción del sistema**

PTAR La Cerra						
Parámetro	Dimens- ional	Límite máximo permisible Acuerdo Gubernativo 236-2006	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente	% Eficiencia	Cumple con parámetros Artículo 236- 2006
DQO	mg/L		148	570	74	SI
DBO	mg/L	250	20	300	93	SI
Nitrógeno Total	mg/L	150	24,5970	32,0850	23	SI
Fosforo Total	mg/L	40	3,7220	4,4940	17	SI
Solidos Suspendidos	mg/L	275	8	171	95	SI

PTAR Santa Elena Barillas						
Parámetro	Dimens- ional	Límite máximo permisible Acuerdo Gubernativo 236-2006	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente	% Eficiencia	Cumple con parámetros Artículo 236-2006

Continuación de la tabla XIX.

DQO	mg/L		1 466	1 763	17	NO
DBO	mg/L	250	900	1 250	28	NO
Nitrógeno Total	mg/L	150	81,200	72,1385	13	SI
Fosforo Total	mg/L	40	13,700	13,90	1	SI
Sólidos Suspendidos	mg/L	275	460	810	43	NO

PTAR San Agustín las minas						
Parámetro	Dimen-sional	Límite máximo permisible Acuerdo Gubernativo 236-2006	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente	% Eficien-cia	Cumple con parámetros Artículo 236-2006
DQO	mg/L		721	911	20	NO
DBO	mg/L	250	260	650	60	NO
Nitrógeno Total	mg/L	150	38,4825	49,2193	22	SI
Fosforo Total	mg/L	40	5,5793	5,9742	7	SI
Solidos Suspendidos	mg/L	275	200	300	33	SI
PTAR Brisas del Valle						
Parámetro	Dimen-sional	Límite máximo permisible Acuerdo Gubernativo 236-2006	Resultado del efluente	Resultado del afluente	% Eficien-cia	Cumple con parámetros Artículo 236-2006
DQO	mg/L		282	1 090	74	SI
DBO	mg/L	250	60	650	91	SI
Nitrógeno Total	mg/L	150	23,2130	46,8710	50	SI
Fosforo Total	mg/L	40	3,4070	8,5560	60	SI
Solidos Suspendidos	mg/L	275	91,5	406,0	77	SI

Fuente: AMSA. Resultados de análisis de laboratorios.

Tabla XX. **Desfogue y la eficiencia de las PTAR Villa Canales**

Numero	Planta de tratamiento	Eficiencia	Desfogue
1	San Agustín	Ineficiente	Río las Minas
2	Brisas del Valle	Eficiente	Río Guacalate
3	Santa Elena Barillas	Ineficiente	Zanjon Santa Elena
4	La Cerra	Eficiente	Río Villalobos

Fuente: elaboración propia.

2.15.6. Unidades de tratamiento

En la tabla XXI, se muestran las unidades de tratamiento por PTAR.

Tabla XXI. **Unidades de tratamiento por PTAR**

Unidades de tratamiento					
Número	Planta de Tratamiento	Pretratamiento	Tratamiento primario	Tratamiento secundario	Tratamiento terciario
1	San Agustín	Desarenador	Lagunas anaerobias	Laguna de estabilización	No
2	Brisas del Valle	Caja con rejilla	Tanques <i>Imhoff</i>	Biofiltros artificiales, Humedal, Laguna de maduración	No
3	Santa Elena Barillas	Desarenador	Sedimentador Primario	Sedimentador secundario, Filtros percoladores	No
4	La Cerra	Desarenador	Lagunas anaerobias	Laguna de estabilización	Batería de biofiltros

Fuente: elaboración propia.

2.16. Interpretación y análisis de datos

En la tabla XV se puede observar que el municipio de Villa Canales cuenta con cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales; tres de ellas con administración pública y una con administración privada, las cuatro plantas de tratamiento tratan aguas de tipo ordinaria provenientes en su mayoría de alcantarillados públicos, cabe destacar que las cuatro plantas que se inspeccionaron se encuentran en operación.

La localización de las plantas de tratamiento mostrada en la tabla XVII indica que las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales se encuentran entre el área jurisdiccional del municipio de Villa Canales, cada una de ellas recibe directamente el afluente del sistema de drenajes municipal.

Según los resultados de análisis de laboratorios realizados por AMSA, dos plantas de tratamiento (La Cerra, Brisas del Valle) cuentan con una eficiencia por arriba del 90 % (ver tabla XIX) cumpliendo con la remoción de DBO que exige el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

Las PTAR San Agustín las Minas y Santa Elena Barillas lanzaron resultados negativos con respecto a los límites permisibles, es importante mencionar que la PTAR San Agustín las Minas, tiene una eficiencia de 60 % en cuanto a la remoción del DBO, sin embargo el afluente por muy poco, aún se encuentra por arriba de los límites permisibles que dicta el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

En cuanto los laboratorios realizados a la PTAR La Cerra (Ver anexo 2) mostro su eficiencia en todos sus resultados (pH, grasas y aceites, material flotante, sólidos suspendidos, nitrógeno total, entre otros.) obteniendo una

eficiencia de 93 % en cuanto a remoción del DBO, cabe destacar que según los límites permisibles del Acuerdo Gubernativo 236-2006 cumple con todos sus parámetros.

La PTAR de Brisas del Valle, y su sistema de lagunaje, biofiltros y humedal artificial, cuenta con una eficiencia del 91 % en cuanto a remoción del DBO, es una planta de tratamiento con resultados eficientes (Ver anexo 4) en todo sus aspectos, esto es a consecuencia de su plan exigente en su mantenimiento

Según los laboratorios realizados a la PTAR Santa Elena Barillas (Ver anexo 3), dio a conocer un porcentaje muy bajo en cuanto a su eficiencia. Su sistema de sedimentadores no está obteniendo los resultados esperados, ya que cuenta con un tipo de tratamiento secundario las expectativas en su eficiencia son diferentes a las actuales.

De las cuatro plantas de tratamiento existentes en Villa Canales, la planta de tratamiento La Cerra es la única que cuenta con un sistema de tratamiento terciario, mientras que las tres restantes tienen un grado de tratamiento secundario. Es preciso señalar que las cuatro plantas de tratamiento operan las 24 horas del día los 7 días de la semana, es decir que su operación es constante los 365 días del año.

El sistema de tratamiento tipo anaerobio es el que impera en las plantas de tratamiento de Villa Canales; cada planta de tratamiento cuenta con sistemas de tratamiento diferentes (lagunaje, sedimentadores, filtros percoladores), la diferencia en el diseño de construcción radica en el caudal de diseño, debido a que la cantidad de caudal y su retención estimada es el que rige el sistema más eficiente para su tratamiento.

3. RESUMEN

3.1. Resumen de las plantas de tratamientos públicas y privadas

Actualmente, Villa Canales cuenta con 4 plantas de tratamiento de aguas residuales, 3 de ellas son públicas y 1 planta es administrada bajo la iniciativa privada.

3.1.1. Plantas de tratamiento de aguas residuales públicas

En la actualidad la municipalidad de Villa Canales administra dos plantas de tratamiento de aguas residuales, mientras que una planta de tratamiento es administrada por AMSA.

3.1.1.1. Planta de tratamiento de aguas residuales San Agustín las Minas

La planta de tratamiento San Agustín las Minas es administrada por la municipalidad de Villa Canales, el sistema que utiliza es por lagunaje, dos lagunas anaerobias y dos lagunas facultativas, está ubicada en la finca San Agustín, Boca del Monte.

Figura 32. **PTAR San Agustín las Minas**



Fuente: PTAR San Agustín las Minas, Villa Canales, Guatemala.

3.1.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas

En su actualidad la PTAR Santa Elena Barillas es administrada por la municipalidad de Villa Canales, brindándole mantenimiento por su personal. Trabaja por medio de gravedad, cuenta con sedimentador primario, filtros percoladores, y sedimentador secundario. La planta de tratamiento de Santa Elena Barillas posee un digestor de lodos donde luego los lodos pasan a ser depositados a los patios de secado de lodos.

Figura 33. **PTAR Santa Elena Barillas**



Fuente: PTAR Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

3.1.1.3. Planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra

La PTAR La Cerra fue diseñada para tratar la tercera parte del río Villalobos, en la actualidad trata 300 litros/segundo provenientes del río Villalobos y 50 litros/segundos provenientes del municipio de Villa Canales. La planta cuenta con sistema terciario, sus sistemas son de lagunajes en sus dos etapas de tratamiento y según el estudio técnico de la planta de tratamiento la Serra cuenta con sistema terciario cuenta con baterías de biofiltros.

Figura 34. **PTAR La Cerra**



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

3.1.2. Plantas de tratamiento de aguas residuales privadas

En el municipio de Villa Canales, únicamente una planta de tratamiento logra tratar las aguas residuales generadas por una colonia privada.

3.1.2.1. **Planta de tratamiento de aguas residuales Brisas del Valle**

La residencial Brisas del Valle, está ubicada al sur de Villa Canales, la planta de tratamiento de aguas residuales se encuentra dentro de la colonia, cabe destacar que es la única colonia privada que cuenta con una PTAR para tratar las aguas servidas generadas por sus habitantes. La asociación de vecinos, es la encargada en brindarle el mantenimiento a la PTAR.

Figura 35. **Brisas del Valle**



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

3.2. Resumen por estado y tipo de tratamiento

Las cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales cuentan con sistema primario y secundario, a continuación el resumen de cómo se encuentran las estructuras que conforman las plantas de tratamiento.

3.2.1. Planta de tratamiento de aguas residuales San Agustín las Minas

Planta de tratamiento ubicada en la finca San Agustín, es de tipo lagunaje y biofiltros, actualmente trata las aguas servidas de Boca del Monte.

3.2.1.1. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar que utiliza la PTAR es un desarenador ubicado al inicio donde se reúne la conducción del caudal, el canal desarenador cuenta con rejillas para retención de sólidos, ambos en buen estado.

Figura 36. **Canal desarenador de PTAR San Agustín las Minas**



Fuente: Finca San Agustín las Minas, Villa Canales.

3.2.1.2. Tratamiento primario

La planta de tratamiento de San Agustín utiliza sistemas de lagunaje en sus dos fases de tratamiento, como tratamiento primario utiliza dos lagunas anaerobias con proceso biológico, ambas lagunas trabajan en paralelo, para luego realizar su salida, hacia el siguiente proceso.

Figura 37. Laguna anaerobia número 1 y 2



Fuente: Finca San Agustín las Minas, Villa Canales.

3.2.1.3. Tratamiento secundario

Como tratamiento secundario la PTAR utiliza dos lagunas facultativas, trabajan de manera paralela, su tiempo de retención es de 5 a 10 días, para luego desfogar sus aguas al río las Minas.

Figura 38. Laguna facultativa número 1 y 2



Fuente: Finca San Agustín las Minas, Villa Canales.

3.2.2. Planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas

Esta planta de tratamiento está ubicada en Santa Elena Barillas, y cuenta con sedimentadores y patio de secado.

3.2.2.1. Tratamiento preliminar

La PTAR de Santa Elena Barillas cuenta con un canal desarenador de flujo constante, con rejillas para contener los sólidos que llegan por medio de la tubería.

Figura 39. **Canal desarenador con rejilla**



Fuente: Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

3.2.2.2. Tratamiento primario

Como tratamiento primario se utiliza un sedimentador primario, el sedimentador primario no cuenta con trampa de grasas por lo tanto, existe materia orgánica flotante, esta materia pasa a la siguiente etapa del tratamiento.

Actualmente, la válvula que extrae los lodos del sedimentador primario se encuentra dañada, debido a ello existe exceso de lodos depositados en la parte baja del sedimentador, disminuyendo así el tiempo de retención.

Figura 40. **Sedimentador primario sin trampa de grasas**



Fuente: Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

3.2.2.3. Tratamiento secundario

Según el estudio técnico de las plantas de tratamiento realizado por la municipalidad la PTAR de Santa Elena Barillas, utiliza 3 baterías de filtros percoladores con piedra bola en su interior, seguido del filtro percolador utiliza un sedimentador secundario. En la visita de campo se observó que luego del sedimentador secundario el caudal pasa por el digester de lodos, dicho evento no debería de suceder, debido a que el digester de lodos es exclusivo para la

descomposición biológica de lodos generados por los sedimentadores y no como un sedimentador extra.

Figura 41. **Filtros percoladores de la PTAR Santa Elena Barillas**



Fuente: Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

Figura 42. **Sedimentador secundario**



Fuente: Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

Figura 43. **Digestor de lodos**



Fuente: Santa Elena Barillas, Villa Canales, Guatemala.

3.2.3. Planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra

Esta planta de tratamiento es considerada entre las más grandes de Guatemala, trata la tercera parte del cauce del río Villalobos, y cuenta con un sistema de lagunas y biofiltros.

3.2.3.1. Tratamiento preliminar

Como tratamiento preliminar se construyó un dique para conducir un tercio del caudal del río Villalobos, luego el agua se dirige al pozo de captación y ser bombeado hacia el canal desarenador que conduce a las lagunas anaerobias.

Antes de ingresar a las lagunas anaerobias, está construido una serie de disipadores de energía tipo gradas, cuya función es disipar la energía y proporcionarle aire al agua a tratar.

Figura 44. **Dique construido para captar el caudal del río Villalobos**



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

Figura 45. **Disipador, aireador de cascada**



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

3.2.3.2. Tratamiento primario

Como tratamiento primario utiliza tres lagunas tipo anaeróbicas, la laguna número 1 trata las aguas provenientes del sector de Villa Canales, la laguna número 2 y 3 reciben el caudal proveniente del sistema de bombeo.

Figura 46. **Laguna número 1, 2 y 3**



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

3.2.3.3. Tratamiento secundario

Como tratamiento secundario la planta de tratamiento utiliza de nuevo el sistema de lagunaje, en esta etapa utiliza la laguna facultativa, Esta laguna funciona en serie con la laguna anaeróbica tres, esta laguna se diferencia de las anteriores por dar un tratamiento facultativo (aeróbico, anaeróbico) las aguas que anteriormente han recibido un tratamiento anaeróbico. También funciona como un clarificador primario, esta laguna cuenta con menor profundidad ya que cuenta con una profundidad de 1,80 mts. La laguna de maduración es la última del sistema de lagunaje, es la encargada de dar el proceso de estabilización y clarificación final a las aguas del casco urbano de Villa Canales y del río Villalobos, previo al proceso biológico a los que están sometidos los biofiltros.⁹

Figura 47. **Laguna facultativa y laguna de maduración**



⁹ La Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca de Lago de Amatitlán. *Estudio Técnico de Aguas Residuales*, p. 26.

Continuación de la figura 47.



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

3.2.3.4. Tratamiento terciario

Según el estudio técnico de aguas residuales realizado por AMSA, la planta de tratamiento la Cerra cuenta con un tratamiento terciario, conformado por tres baterías de biofiltros, la primera batería consta de cuatro canales de Fito depuración, la segunda batería con 8 canales y la última batería con 12 canales.

Figura 48. **Biofiltros**



Continuación de la figura 48.



Fuente: La Cerra, Villa Canales, Guatemala.

3.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales Brisas del Valle

La PTAR Brisas del Valle, cuenta con un sistema secundario, trata las aguas negras de la colonia privada Brisas del Valle.

3.2.4.1. Tratamiento preliminar

En la caja unificadora de caudales se localiza una rejilla para los sólidos flotantes, al contar solo con una rejilla como tratamiento preliminar, se da paso a tipo de arenas o gravas que pueden afectar el funcionamiento de las estructuras en las siguientes etapas.

Figura 49. **Caja unificadora de caudales con rejilla**



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

3.2.4.2. Tratamiento primario

El caudal recolectado en la caja unificadora es bombeado hacia una caja derivadora de caudales, luego el caudal es distribuido hacia los sedimentadores; la planta utiliza como sedimentadores tanques tipo *Imhoff*.

Figura 50. **Sedimentadores, tanques tipo *Imhoff***



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

3.2.4.3. Tratamiento secundario

La planta de tratamiento utiliza sistemas artificiales, luego de los sedimentadores primarios, el caudal pasa hacia su segunda fase que son biofiltros, para luego llevar el caudal hacia un humedal artificial que contiene roca volcánica como filtro percolador, para finalizar el proceso el efluente llega hacia una laguna de maduración para luego realizar su desfogue.

Figura 51. **Biofiltro artificial**



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

Figura 52. **Humedal artificial**



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

Figura 53. **Filtro percolador en humedal artificial**



Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

Figura 54. **Laguna de maduración con plantas hidrófitas**

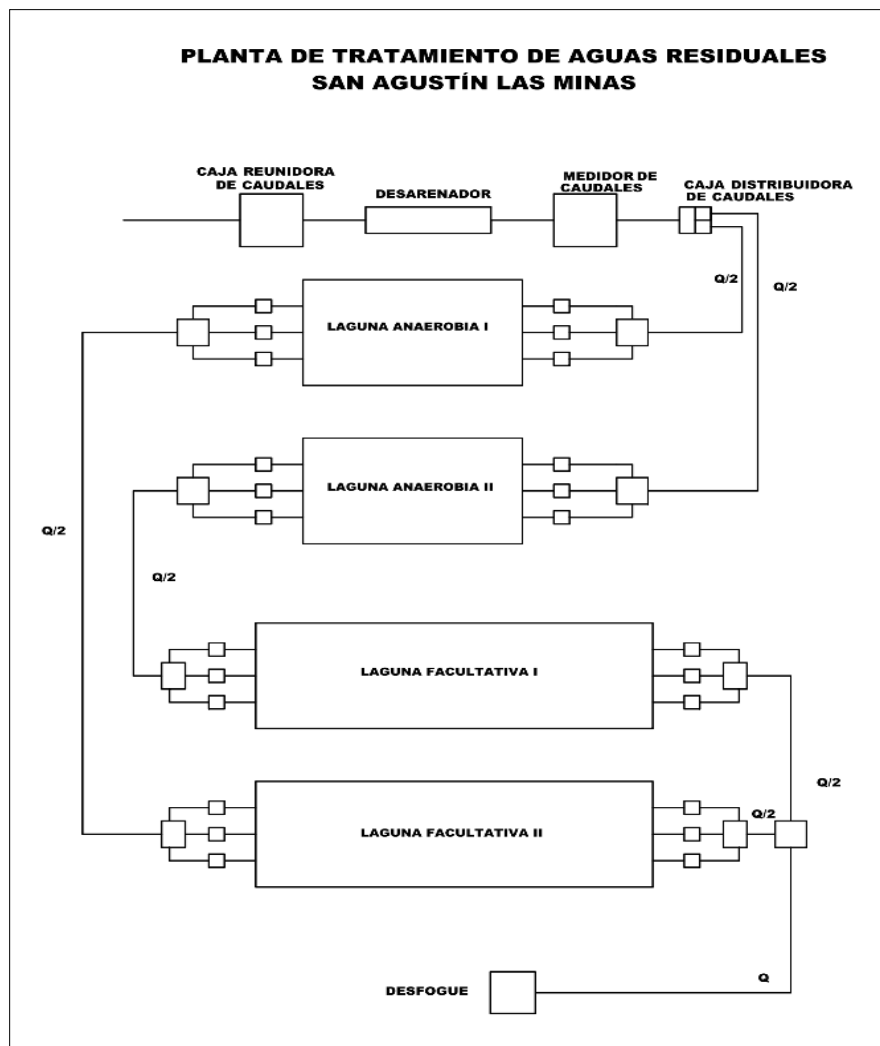


Fuente: Brisas del Valle, Villa Canales, Guatemala.

3.3. Esquema de los principales procesos de tratamiento

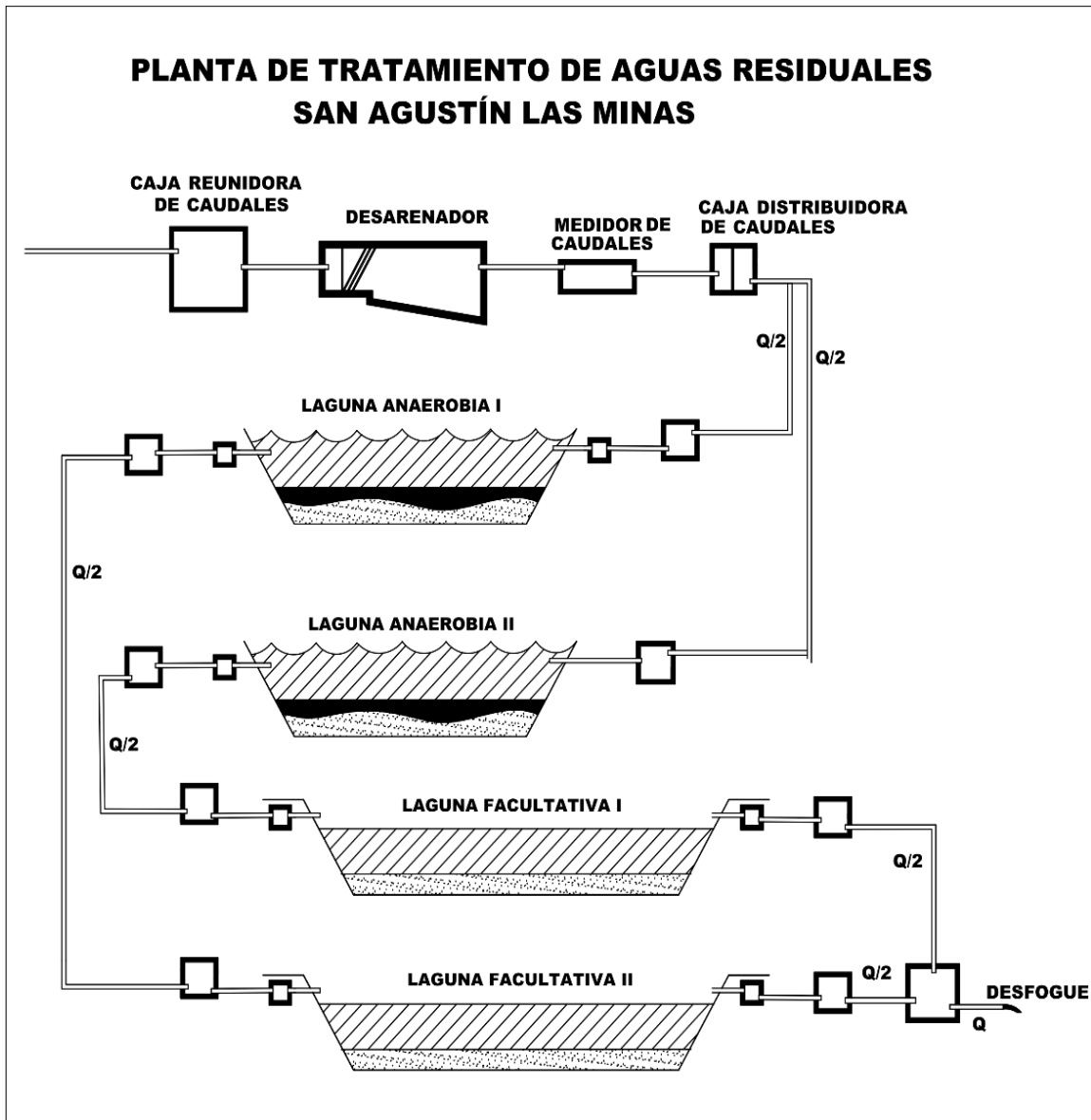
Los esquemas presentados a continuación representan un diagrama en el cual indica los procesos importantes que tiene cada planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 55. Esquema en planta del proceso de la PTAR San Agustín las Minas



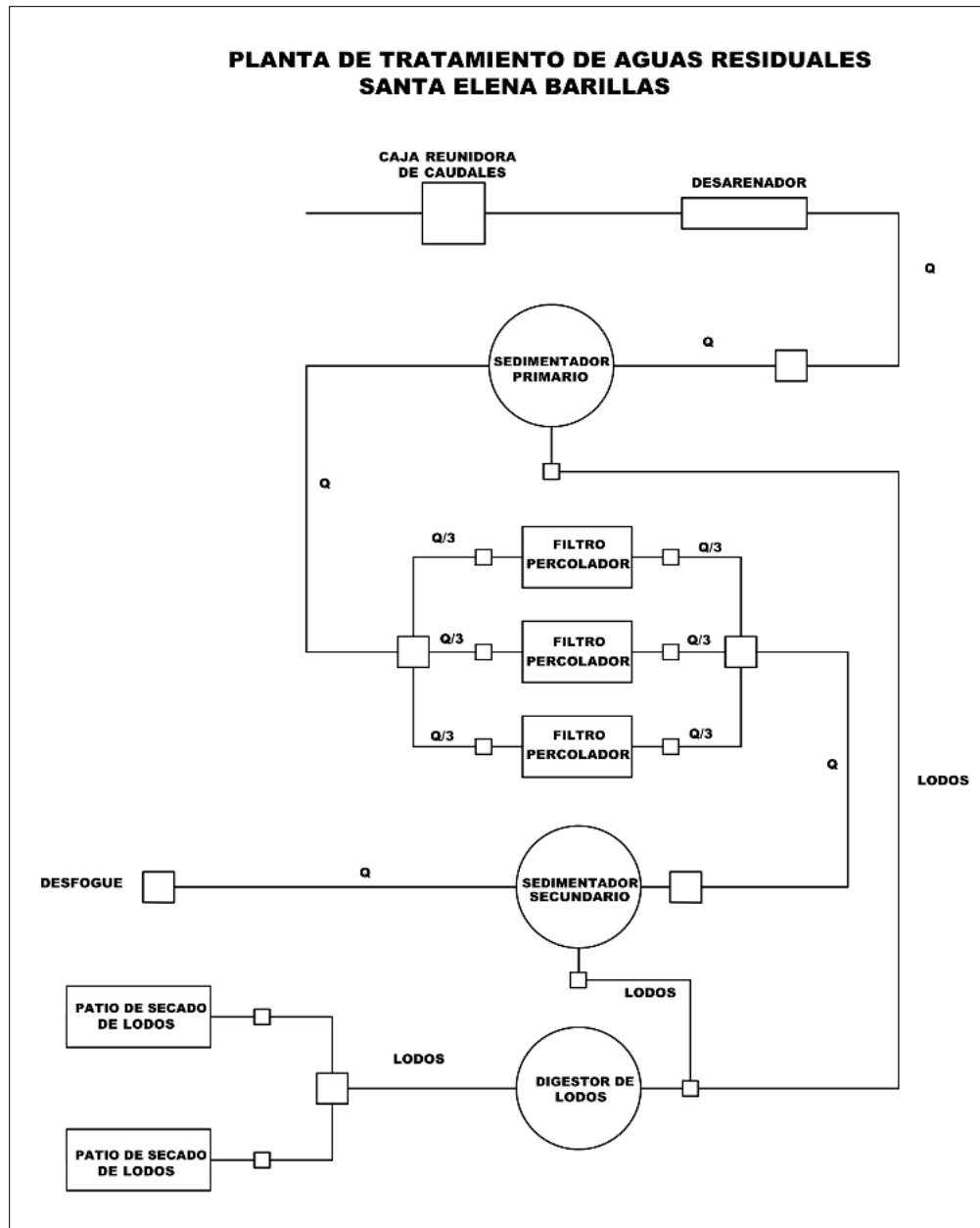
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 56. Esquema en perfil del proceso de la PTAR San Agustín las Minas



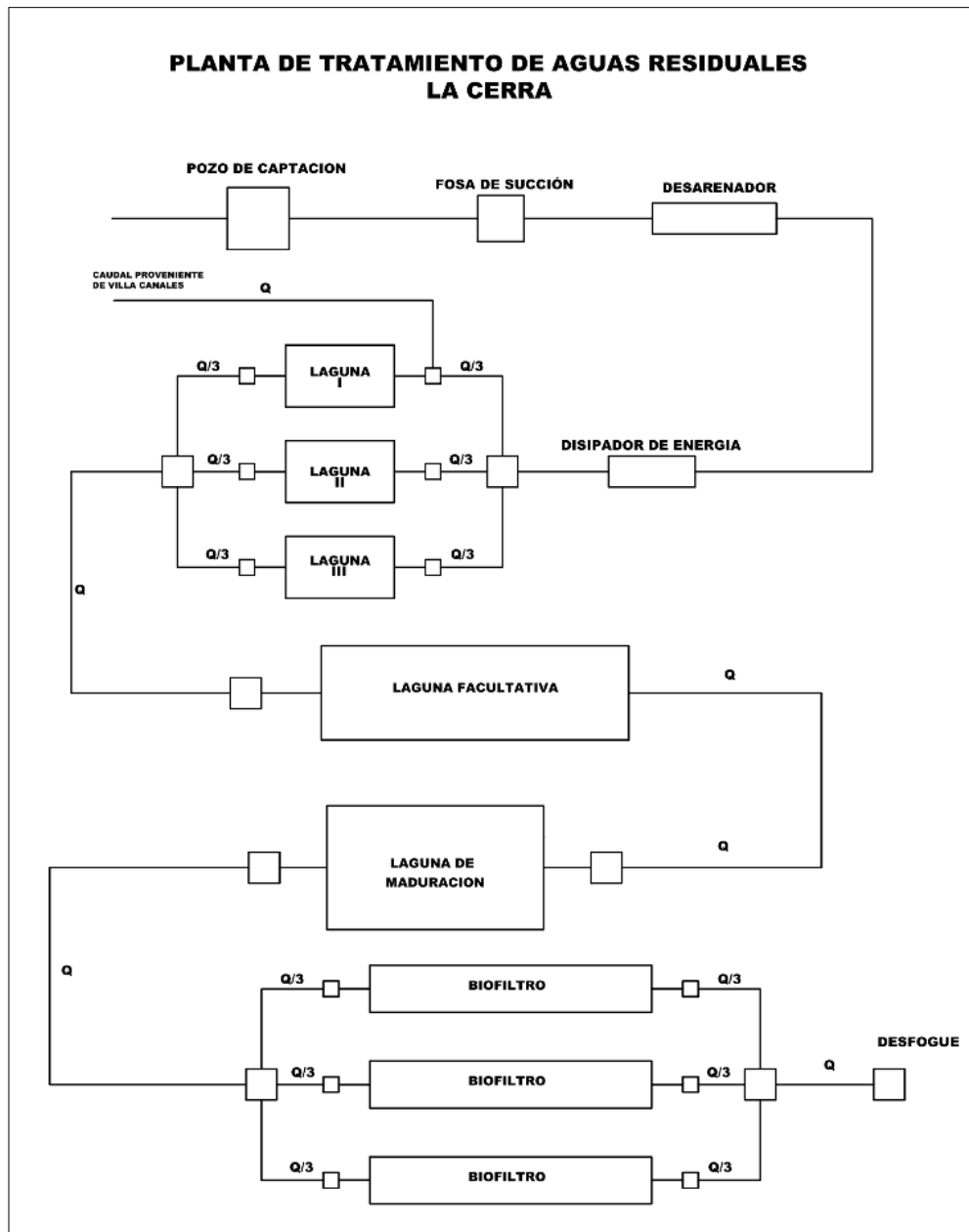
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 57. Esquema en planta del proceso de la PTAR Santa Elena Barillas



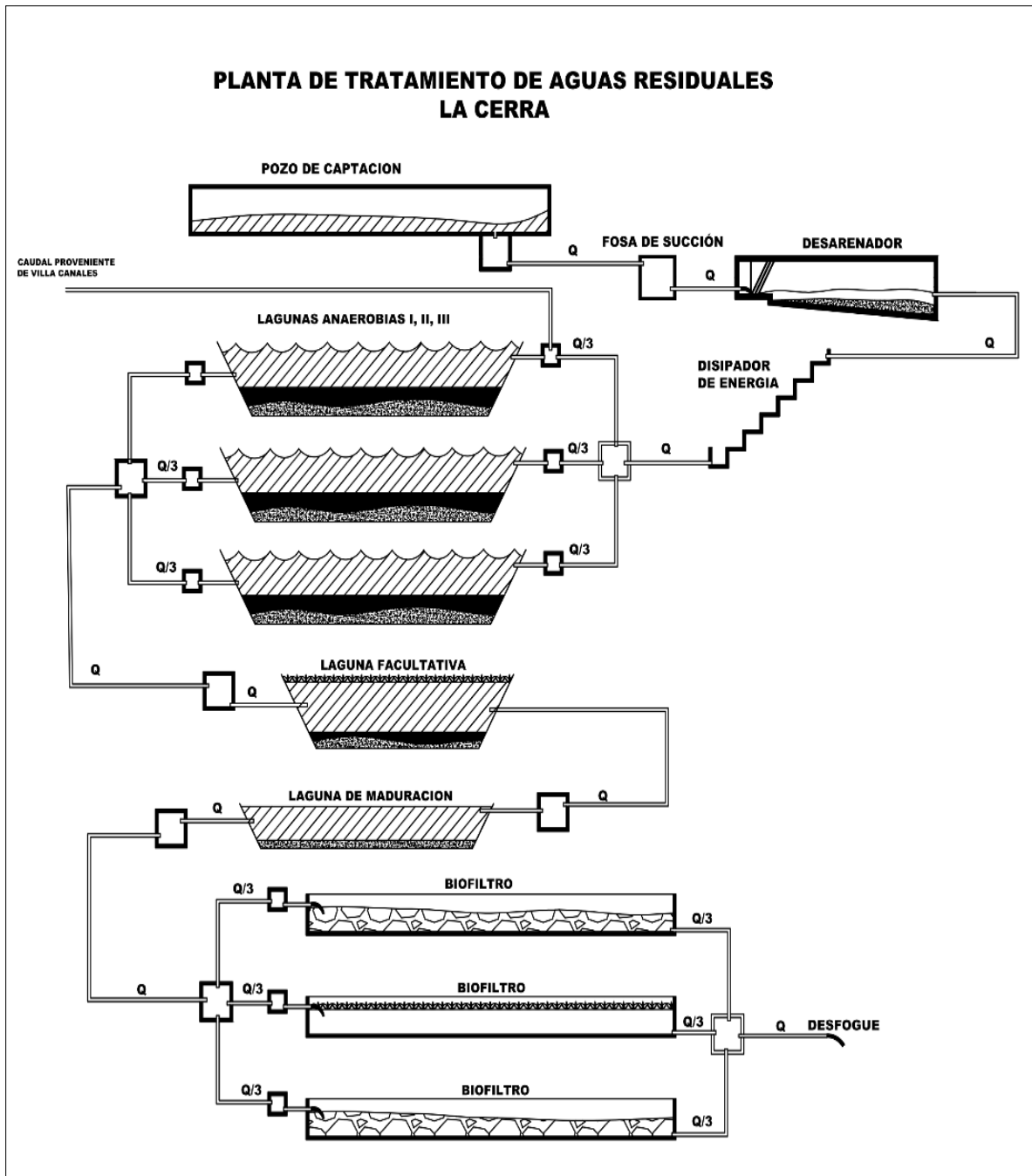
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 59. Esquema en planta del proceso de la PTAR La Cerra



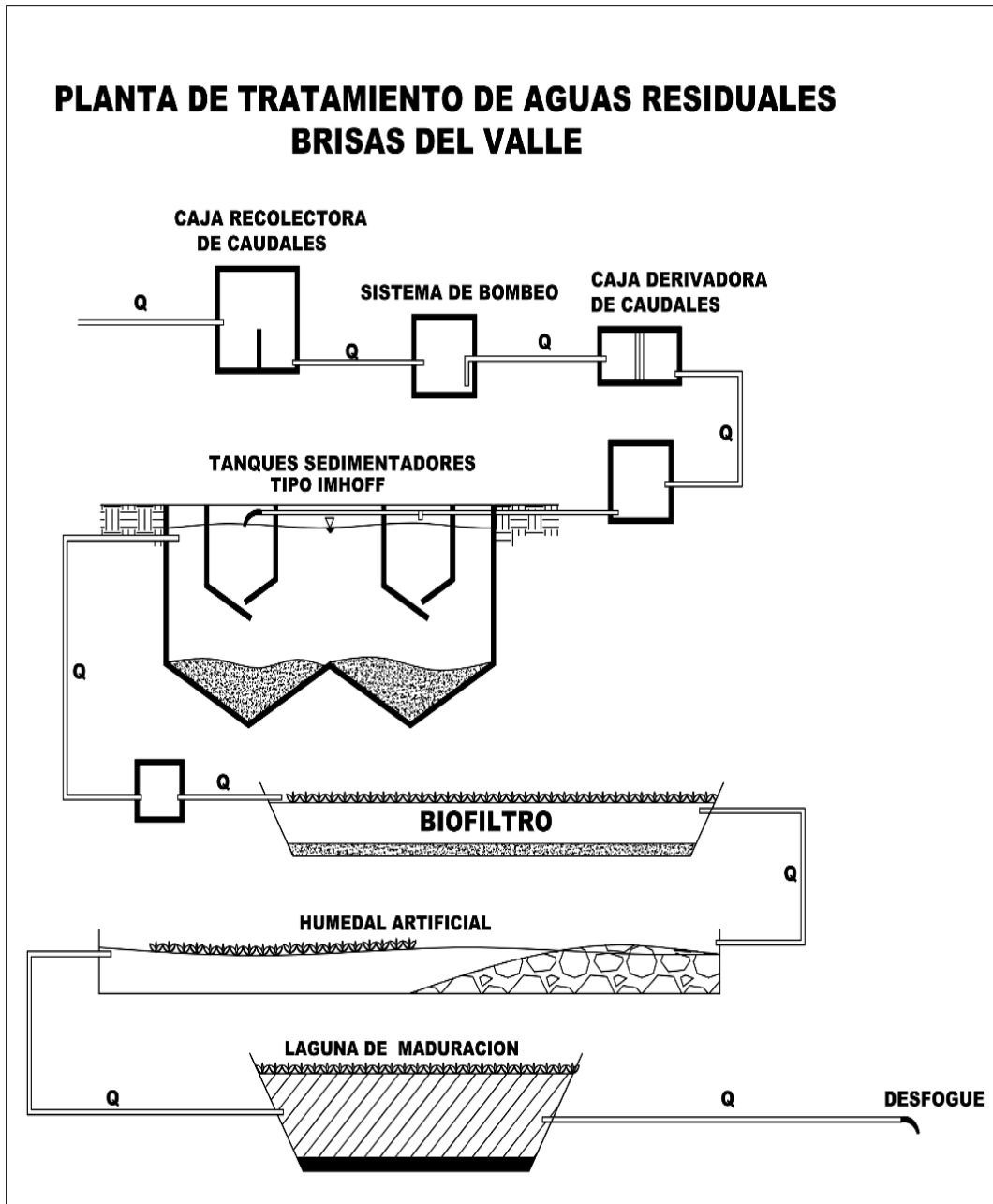
Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 60. Esquema en perfil del proceso de la PTAR La Cerra



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

Figura 62. Esquema en perfil del proceso de la PTAR Brisas del Valle



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2018.

3.4. Presupuesto de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales

El presupuesto se elaboró tomando como base los precios que se cotizan en el área de Villa Canales, los salarios de mano de obra fueron obtenidos por la municipalidad de Villa Canales y AMSA.

En el renglón de extracción de lodos, para determinar el precio del acarreo de lodos con camión de volteo, se utilizó la siguiente fórmula: (precio unitario= $Q3 \cdot \text{distancia hacia disposición final (km)} \cdot \text{capacidad de camión (m}^3\text{)}$).

Es importante mencionar que en los presupuestos siguientes, cada planta de tratamiento cuenta con un renglón denominado herramientas, el gasto de ese renglón será anual, ya que esa herramienta servirá para trabajar durante todo el año. Los renglones de mantenimiento y extracción de lodos se proyectaron a 30 días. Se tomó en cuenta los gastos administrativos que actualmente cada planta de tratamiento tiene.

En imprevistos se consideró un 5 % del subtotal, esto con el fin de llevar un mantenimiento correctivo y así realizar la reparación inmediata de cualquier daño que sufran los equipos o componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Tabla XXII. Presupuesto PTAR San Agustín las Minas

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.00	Herramienta				8 613,00
1.1	Vestimenta completa impermeable (camisa manga larga y pantalón)	Unidad	2	150,00	300,00
1.2	Capa impermeable para la época de lluvia	Unidad	1	125,00	125,00
1.3	Botas de hule (pares)	Unidad	2	75,00	150,00
1.4	Guantes de hule largos (pares)	Unidad	4	20,00	80,00
1.5	Lentes o gafas de protección	Unidad	2	15,00	30,00
1.6	Casco de protección	Unidad	1	35,00	35,00
1.7	Botiquín de primeros auxilios (completo)	Unidad	1	150,00	150,00
1.8	Jabón antibacterial (galón)	Unidad	1	45,00	45,00
1.9	Jabón antibacterial en barra	Unidad	4	8,00	32,00
1.10	Linternas de luz potente	Unidad	2	120,00	240,00
1.11	Mascarillas con filtro	Unidad	4	35,00	140,00
1.1	Escobas	Unidad	2	15,00	30,00
1.11	Escoba tipo cepillo	Unidad	2	35,00	70,00
1.12	Palas para recolección de basura y desechos	Unidad	2	20,00	40,00
1.13	Cepillos plásticos de mano	Unidad	2	20,00	40,00
1.14	Cepillos de metal	Unidad	2	12,00	24,00
1.15	Pala	Unidad	2	70,00	140,00
1.16	Azadón	Unidad	2	120,00	240,00
1.17	Carreta de mano	Unidad	2	400,00	800,00
1.18	Rastrillo	Unidad	1	70,00	70,00
1.19	Machete	Unidad	2	40,00	80,00
1.20	Limas para afilar	Unidad	6	15,00	90,00
1.21	Cortadora de césped a gasolina (pequeña)	Unidad	2	1 800,00	3 600,00
1.22	Cubetas (botes) para trasportar desecho	Unidad	5	30,00	150,00
1.23	Brochas para pintar	Unidad	4	9,00	36,00
1.24	Martillo	Unidad	1	50,00	50,00
1.25	Marco para sierra	Unidad	1	45,00	45,00
1.26	Sierras para cortar	Unidad	4	9,00	36,00
1.27	Llave de cangrejo 18 pulgadas	Unidad	2	200,00	400,00
1.28	Llave inglesa de 18 pulgadas	Unidad	2	60,00	120,00
1.29	Tenazas	Unidad	1	55,00	55,00
1.30	Tarrajás	Unidad	2	15,00	30,00
1.31	Jabón para limpieza en polvo (bolsa)	Unidad	2	15,00	30,00
1.32	Tonel de plástico o metal	Unidad	2	75,00	150,00
1.33	Uña de metal	Unidad	1	40,00	40,00
1.34	Lazo de nylon de 5 metros	Unidad	2	50,00	100,00
1.35	Tijera de lámina	Unidad	1	60,00	60,00
1.36	Cloro para desinfectar (galón)	Unidad	1	20,00	20,00
1.37	Cubeta	Unidad	2	55,00	110,00
1.38	Utensilios para atrapar sólidos gruesos y material flotante	Unidad	2	60,00	120,00
1.39	Kit de herramienta básica	Unidad	1	150,00	150,00
1.40	Recipientes plásticos de 1 y 5 galones	Unidad	4	35,00	140,00
1.41	Bolsas plásticas para basura	Unidad	1,00	1,00	100,00
1.42	Manguera de 30 pies de largo o más	Unidad	2	60,00	120,00
2.00	Mantenimiento				4 000,00
2.1	Chapeo con chapeadora (incluye gasolina)	Global	1,00	1 200,00	1 200,00
2.2	Encargado de planta (actividades a realizar descritas en el manual de operaciones)	Global	1,00	2 800,00	2 800,00
3.00	Extraccion de lodos				1 300,00
3.1	Acarreo de lodos (lodos con previo tratamiento en patio de secado)	m³	15,00	10,00	150,00
3.2	Camión con capacidad 12 m³	Camión	2,00	650,00	1 300,00
4.0	Administrativos				3 400,00
4.1	Gastos de Agua y luz	Mensual	1,00	600,00	600,00
4.2	Guardiania	Mensual	1,00	2 800,00	2 800,00
SUBTOTAL					17 313,00
	Imprevistos	%	5		865,65
ÚLTIMA LÍNEA					
	TOTAL				18 178,65

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Presupuesto PTAR Santa Elena Barillas

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.1	Herramienta				8 613,00
1.2	Vestimenta completa impermeable (camisa manga larga y pantalón)	Unidad	2	150,00	300,00
1.3	Capa impermeable para la época de lluvia	Unidad	1	125,00	125,00
1.4	Botas de hule (pares)	Unidad	2	75,00	150,00
1.5	Guantes de hule largos (pares)	Unidad	4	20,00	80,00
1.6	Lentes o gafas de protección	Unidad	2	15,00	30,00
1.7	Casco de protección	Unidad	1	35,00	35,00
1.8	Botiquín de primeros auxilios (completo)	Unidad	1	150,00	150,00
1.9	Jabón antibacterial (galón)	Unidad	1	45,00	45,00
1.10	Jabón antibacterial en barra	Unidad	4	8,00	32,00
1.11	Linternas de luz potente	Unidad	2	120,00	240,00
1.1	Mascarillas con filtro	Unidad	4	35,00	140,00
1.11	Escobas	Unidad	2	15,00	30,00
1.12	Escoba tipo cepillo	Unidad	2	35,00	70,00
1.13	Palas para recolección de basura y desechos	Unidad	2	20,00	40,00
1.14	Cepillos plásticos de mano	Unidad	2	20,00	40,00
1.15	Cepillos de metal	Unidad	2	12,00	24,00
1.16	Pala	Unidad	2	70,00	140,00
1.17	Azadón	Unidad	2	120,00	240,00
1.18	Carreta de mano	Unidad	2	400,00	800,00
1.19	Rastrillo	Unidad	1	70,00	70,00
1.20	Machete	Unidad	2	40,00	80,00
1.21	Limas para afilar	Unidad	6	15,00	90,00
1.22	Cortadora de césped a gasolina (pequeña)	Unidad	2	1 800,00	3 600,00
1.23	Cubetas (botes) para trasportar desecho	Unidad	5	30,00	150,00
1.24	Brochas para pintar	Unidad	4	9,00	36,00
1.25	Martillo	Unidad	1	50,00	50,00
1.26	Marco para sierra	Unidad	1	45,00	45,00
1.27	Sierras para cortar	Unidad	4	9,00	36,00
1.28	Llave de cangrejo 18 pulgadas	Unidad	2	200,00	400,00
1.29	Llave inglesa de 18 pulgadas	Unidad	2	60,00	120,00
1.30	Tenazas	Unidad	1	55,00	55,00
1.31	Tarrajás	Unidad	2	15,00	30,00
1.32	Jabón para limpieza en polvo (bolsa)	Unidad	2	15,00	30,00
1.33	Tonel de plástico o metal	Unidad	2	75,00	150,00
1.34	Uña de metal	Unidad	1	40,00	40,00
1.35	Lazo de nylon de 5 metros	Unidad	2	50,00	100,00
1.36	Tijera de lámina	Unidad	1	60,00	60,00
1.37	Cloro para desinfectar (galón)	Unidad	1	20,00	20,00
1.38	Cubeta	Unidad	2	55,00	110,00
1.39	Utensilios para atrapar sólidos gruesos y material flotante	Unidad	2	60,00	120,00
1.40	Kit de herramienta básica	Unidad	1	150,00	150,00
1.41	Recipientes plásticos de 1 y 5 galones	Unidad	4	35,00	140,00
1.42	Bolsas plásticas para basura	Unidad	100	1,00	100,00
1.42	Manquera de 30 pies de largo o más	Unidad	2	60,00	120,00
2.00	Mantenimiento				3 050,00
2.1	Chapeo con chapeadora (incluye gasolina)	Global	1,00	250,00	250,00
2.2	Encargado de planta (actividades a realizar descritas en el manual de operaciones)	Global	1,00	2 800,00	2 800,00
3.00	Extraccion de lodos				400,00
3.1	Acarreo de lodos (lodos con previo tratamiento en patio de secado)	m³	10,00	10,00	100,00
3.2	Camión con capacidad 12 m³	Camión	1,00	300,00	300,00
4.0	Administrativos				500,00
4.1	Gastos de agua y luz	Mensual	1,00	500,00	500,00
SUBTOTAL					12 563,00
	Imprevistos	%	5		628,15
ÚLTIMA LÍNEA					
TOTAL					13 191,15

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Presupuesto PTAR La Cerra

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1,1	Herramienta				8 613,00
1,2	Vestimenta completa impermeable (camisa manga larga y pantalón)	Unidad	2	150,00	300,00
1,3	Capa impermeable para la época de lluvia	Unidad	1	125,00	125,00
1,4	Botas de hule (pares)	Unidad	2	75,00	150,00
1,5	Guantes de hule largos (pares)	Unidad	4	20,00	80,00
1,6	Lentes o gafas de protección	Unidad	2	15,00	30,00
1,7	Casco de protección	Unidad	1	35,00	35,00
1,8	Botiquín de primeros auxilios (completo)	Unidad	1	150,00	150,00
1,9	Jabón antibacterial (galón)	Unidad	1	45,00	45,00
1,10	Jabón antibacterial en barra	Unidad	4	8,00	32,00
1,11	Linternas de luz potente	Unidad	2	120,00	240,00
1,1	Mascarillas con filtro	Unidad	4	35,00	140,00
1,11	Escobas	Unidad	2	15,00	30,00
1,12	Escoba tipo cepillo	Unidad	2	35,00	70,00
1,13	Palas para recolección de basura y desechos	Unidad	2	20,00	40,00
1,14	Cepillos plásticos de mano	Unidad	2	20,00	40,00
1,15	Cepillos de metal	Unidad	2	12,00	24,00
1,16	Pala	Unidad	2	70,00	240,00
1,17	Azadón	Unidad	2	120,00	240,00
1,18	Carreta de mano	Unidad	2	400,00	800,00
1,19	Rastrillo	Unidad	1	70,00	70,00
1,20	Machete	Unidad	2	40,00	80,00
1,21	Limas para afilar	Unidad	6	15,00	90,00
1,22	Cortadora de césped a gasolina (pequeña)	Unidad	2	1 800,00	3 600,00
1,23	Cubetas (botes) para trasportar desecho	Unidad	5	30,00	150,00
1,24	Brochas para pintar	Unidad	4	9,00	3 600,00
1,25	Martillo	Unidad	1	50,00	50,00
1,26	Marco para sierra	Unidad	1	45,00	45,00
1,27	Sierras para cortar	Unidad	4	9,00	36,00
1,28	Llave de cangrejo 18 pulgadas	Unidad	2	200,00	400,00
1,29	Llave inglesa de 18 pulgadas	Unidad	2	60,00	120,00
1,30	Tenazas	Unidad	1	55,00	55,00
1,31	Tarrazas	Unidad	2	15,00	30,00
1,32	Jabón para limpieza en polvo (bolsa)	Unidad	2	15,00	30,00
1,33	Tonel de plástico o metal	Unidad	2	75,00	150,00
1,34	Uña de metal	Unidad	1	40,00	40,00
1,35	Lazo de nylon de 5 metros	Unidad	2	50,00	100,00
1,36	Tijera de lámina	Unidad	1	60,00	60,00
1,37	Cloro para desinfectar (galón)	Unidad	1	20,00	20,00
1,38	Cubeta	Unidad	2	55,00	110,00
1,39	Utensilios para atrapar sólidos gruesos y material flotante	Unidad	2	60,00	120,00
1,40	Kit de herramienta básica	Unidad	1	150,00	150,00
1,41	Recipientes plásticos de 1 y 5 galones	Unidad	4	35,00	140,00
1,42	Bolsas plásticas para basura	Unidad	100	1,00	100,00
2,00	Manguera de 30 pies de largo o más	Unidad	2	60,00	120,00
2,1	Mantenimiento				10 600,00
2,2	Chapeo con chapeadora (incluye gasolina)	Global	1,00	2 200,00	2 200,00
3,00	Extracción de Ninfas en laguna 1,2,3 y laguna de maduración.	Global	1,00	2 800,00	2 800,00
3,1	Encargado de planta (actividades a realizar descritas en el manual de operaciones)	Mensual	2,00	2 800,00	5,600,00
3,2	Extracción de lodos				9 760,00
3,3	Acarreo de lodos (lodos con previo tratamiento en patio de secado)	m ³	28,00	10,00	280,00
4,0	Camión con capacidad 12 m ³	Camión	3,00	720,00	2 160,00
4,1	Alquiler de retroexcavadora (con operario y combustible)	hora	20,00	380,00	7, 600,00
4,00	Administrativos				4 300,00
4,1	Gastos de Agua y luz	Mensual	1,00	1 500,00	1 500,00
4,2	Guardiana	Mensual	1,00	2 800,00	2 800,00
SUBTOTAL					33 273,00
	Imprevistos	%	5		1 663,65
ÚLTIMA LÍNEA					
TOTAL					34 936,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Presupuesto PTAR Brisas del Valle

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1.00	Herramienta				8 613,00
1.1	Vestimenta completa impermeable (camisa manga larga y pantalón)	Unidad	2	150,00	300,00
1.2	Capa impermeable para la época de lluvia	Unidad	1	125,00	125,00
1.3	Botas de hule (pares)	Unidad	2	75,00	150,00
1.4	Guantes de hule largos (pares)	Unidad	4	20,00	80,00
1.5	Lentes o gafas de protección	Unidad	2	15,00	30,00
1.6	Casco de protección	Unidad	1	35,00	35,00
1.7	Botiquín de primeros auxilios (completo)	Unidad	1	150,00	150,00
1.8	Jabón antibacterial (galón)	Unidad	1	45,00	45,00
1.9	Jabón antibacterial en barra	Unidad	4	8,00	32,00
1.10	Linternas de luz potente	Unidad	2	120,00	240,00
1.11	Mascarillas con filtro	Unidad	4	35,00	140,00
1.1	Escobas	Unidad	2	15,00	30,00
1.11	Escoba tipo cepillo	Unidad	2	35,00	70,00
1.12	Palas para recolección de basura y desechos	Unidad	2	20,00	40,00
1.13	Cepillos plásticos de mano	Unidad	2	20,00	40,00
1.14	Cepillos de metal	Unidad	2	12,00	24,00
1.15	Pala	Unidad	2	70,00	240,00
1.16	Azadón	Unidad	2	120,00	240,00
1.17	Carreta de mano	Unidad	2	400,00	800,00
1.18	Rastrillo	Unidad	1	70,00	70,00
1.19	Machete	Unidad	2	40,00	80,00
1.20	Limas para afilar	Unidad	6	15,00	90,00
1.21	Cortadora de césped a gasolina (pequeña)	Unidad	2	1 800,00	3 600,00
1.22	Cubetas (botes) para transportar desecho	Unidad	5	30,00	150,00
1.23	Brochas para pintar	Unidad	4	9,00	36,00
1.24	Martillo	Unidad	1	50,00	50,00
1.25	Marco para sierra	Unidad	1	45,00	45,00
1.26	Sierras para cortar	Unidad	4	9,00	36,00
1.27	Llave de cangrejo 18 pulgadas	Unidad	2	200,00	400,00
1.28	Llave inglesa de 18 pulgadas	Unidad	2	60,00	120,00
1.29	Tenazas	Unidad	1	55,00	55,00
1.30	Tarrajás	Unidad	2	15,00	30,00
1.31	Jabón para limpieza en polvo (bolsa)	Unidad	2	15,00	30,00
1.32	Tonel de plástico o metal	Unidad	2	75,00	150,00
1.33	Uña de metal	Unidad	1	40,00	40,00
1.34	Lazo de nylon de 5 metros	Unidad	2	50,00	100,00
1.35	Tijera de lamina	Unidad	1	60,00	60,00
1.36	Cloro para desinfectar (galón)	Unidad	1	20,00	20,00
1.37	Cubeta	Unidad	2	55,00	110,00
1.38	Utensilios para atrapar sólidos gruesos y material flotante	Unidad	2	60,00	120,00
1.39	Kit de herramienta básica	Unidad	1	150,00	150,00
1.40	Recipientes plásticos de 1 y 5 galones	Unidad	4	35,00	140,00
1.41	Bolsas plásticas para basura	Unidad	100	1,00	100,00
1.42	Manquera de 30 pies de largo o más	Unidad	2	60,00	120,00
2.00	Mantenimiento				3 500,00
2.1	Chapeo con chapeadora (incluye gasolina)	Global	1,00	700,00	700,00
2.2	Encargado de planta (Actividades a realizar descritas en el manual de operaciones)	Global	1,00	2 800,00	2 800,00
3.00	Extracción de lodos			Q	-
3.1	Acarreo de lodos (lodos con previo tratamiento en patio de secado)	m³	10,00	10,00	100,00
3.2	Camion con capacidad 12 m³	Camion	1,00	792,00	792,00
3.3	Extracción de lodos en tanques Imhoff con bomba	Global	1,00	1 200,00	1 200,00
4.0	Administrativos				900,00
4.1	Gastos de agua y luz	Mensual	1,00	Q 900,00	900,00
SUBTOTAL					15 105,00
	Imprevistos	%	5		755,00
ÚLTIMA LÍNEA					
TOTAL					15 860,25

Fuente: elaboración propia.

3.5. Porcentaje de población beneficiada con las plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio de Villa Canales

El porcentaje de cobertura que se encuentra en la tabla XXVI, se determinó, por medio de la estimación de población para el 2018 que el Instituto Nacional de Estadística proporciono para la población de Villa Canales para el 2018. Los datos de cobertura que tienen las plantas de tratamiento de aguas residuales se obtuvieron por medio de los estudios técnicos de aguas residuales de Villa Canales y el estudios técnicos de aguas residuales de La Cerra.

Tabla XXVI. **Porcentaje de cobertura actual de las plantas de tratamiento (población 2018)**

Planta de tratamiento	Población	Porcentaje de población de 169,349 habitantes
San Agustín Las Minas	48 400	28,58 %
Santa Elena Barillas	15 089	8,91 %
Brisas del Valle	2 100	1,24 %
La Cerra	44 930	26,53 %
TOTAL	110 519	65,26 %

Fuente: elaboración propia.

3.6. Manual de operaciones de las plantas de tratamiento de aguas residuales

El presente manual contiene las acciones necesarias que se deben desarrollar para la buena operación y mantenimiento del sistema de tratamiento para las aguas servidas. El manual de operaciones siguiente, es aplicable para todas las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en Villa Canales.

3.6.1. Unidades de la PTAR

- Caja unificadora de caudales
- Canal de rejas
- Canal desarenador
- Sedimentador primario
- Sedimentador secundario
- Lagunas anaerobias (1 y 2)
- Lagunas facultativas (1 y 2)
- Canal de evacuación
- Digestor de lodos
- Desfogue

3.6.2. Personal Involucrado, responsabilidades, normas de higiene y seguridad

A continuación se realiza una descripción del personal involucrado, responsabilidades, normas de higiene y seguridad.

3.6.2.1. Jornada de trabajo

La planta de tratamiento trabajará 24 horas por día, durante 7 días a la semana y 52 semanas al año, debe contar con un sistema de iluminación para la operación durante la noche.

3.6.2.2. Perfil y responsabilidades del operador de la PTAR

El perfil de las personas encargadas de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales debe ser:

- Educación básica de preferencia (como mínimo nivel primaria)
- Experiencia en actividades de mantenimiento, limpieza y guardianía
- Buena actitud para aprender los procedimientos de rutina de operación de bombas y sistemas de válvulas.
- Buen estado de salud.

3.6.2.3. Responsabilidades del operador

- Al operador de la PTAR debe conocer actividades de rutina, actividades periódicas y debe llevar registros de control de la PTAR los que serán revisados continuamente por el supervisor de la PTAR.
- Las actividades serán asignadas y programadas de manera conjunta con el supervisor a cargo de la PTAR, para lo cual se debe elaborar un documento final de responsabilidades, actividades, procedimientos, y registros para el operador.
- Además, de las actividades y registros establecidos previamente el operador debe de notificar de cualquier situación fuera de lo normal.

3.6.2.4. Normas de higiene y seguridad

El personal operativo de la PTAR debe permanecer alerta todo el tiempo, y vigilar los aspectos de seguridad, salud y medio ambiente, debido a las actividades que se desarrollan en la PTAR se deben de considerar los siguientes puntos críticos:

- El orden y el aseo alrededor de las instalaciones que conforman la planta de tratamiento son fundamentales para una buena imagen y para la correcta operación del sistema.
- La PTAR maneja aguas residuales, las cuales presentan microorganismos potencialmente patógenos al ser humano.
- Tener instalaciones para aseo personal sanitario, lavamanos y ducha.
- No se permite comer o fumar dentro de las instalaciones de la PTAR.
- Disponer de jabón yodado (u otro bactericida) dentro de la PTAR, para que el operario y visitantes asean sus manos luego de recorrer las instalaciones.

3.6.2.5. Equipo mínimo para el operador

Los equipos, herramientas, reactivos e implementos necesarios para llevar a cabo las diferentes actividades y procedimientos para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento se tendrán en un área determinada, en la tabla XXVII se indican los equipos y herramientas con los que se debe de contar en la PTAR.

Tabla XXVII. **Herramientas necesarias en las PTAR**

Numero	Herramienta	cantidad
1	Vestimenta completa impermeable (camisa manga larga y pantalón)	2
2	Capa impermeable para la época de lluvia	1
3	Botas de hule (pares)	2
4	Guantes de hule largos (pares)	4
5	Lentes o gafas de protección	2
6	Casco de protección	1
7	Botiquín de primeros auxilios (completo)	1
8	Jabón antibacterial (galón)	1
9	Jabón antibacterial en barra	4
10	Linternas de luz potente	2
11	Mascarillas con filtro	4
12	Escobas	2
13	Escoba tipo cepillo	2
14	Palas para recolección de basura y desechos	2
15	Cepillos plásticos de mano	2
16	Cepillos de metal	2
17	Pala	2
18	Azadón	2
19	Carreta de mano	2
20	Rastrillo	1
21	Machete	2
22	Limas para afilar	6
23	Cortadora de césped a gasolina (pequeña)	2
24	Cubetas (botes) para trasportar desecho	5
5	Brochas para pintar	4
26	Martillo	1
27	Marco para sierra	1
28	Sierras para cortar	4
29	Llave de cangrejo 18 pulgadas	2
30	Llave inglesa de 18 pulgadas	2
31	Tenazas	1
32	Tarrajás	2
33	Jabón para limpieza en polvo (bolsa)	2
34	Tonel de plástico o metal	2
35	Uña de metal	1
36	Lazo de nylon de 5 metros	2

Continuación de la tabla XXVII.

37	Tijera de lámina	1
38	Cloro para desinfectar (galón)	1
39	Cubeta	2
40	Utensilios para atrapar sólidos gruesos y material flotante	2
41	Kit de herramienta básica	1
42	Recipientes plásticos de 1 y 5 galones	4
43	Bolsas plásticas para basura	100
44	Manguera de 30 pies de largo o más	2

Fuente: AMSA.

3.6.3. Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales

El mantenimiento puede ser de 2 tipos, preventivo y correctivo.

3.6.3.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que se realiza para conservar en buen estado las instalaciones y equipo de la planta; asegurando su buen funcionamiento y alargando su vida útil. Consiste en la ejecución de rutinas de trabajo que se realizan con mayor o menor frecuencia para prevenir desperfectos.

Tabla XXVIII. **Mantenimiento a tuberías de distribución**

Actividades	Frecuencia	Herramientas
Inspección de tuberías de entrada	Diario	Operador
Retirar sólidos en tubería que puedan ocasionar obstrucción	Diario	Palas, rastrillo, carreta
Mantenimiento, limpieza, de tuberías	Semanal	Palas y cubetas
Mantenimiento, limpieza y lubricación de válvulas	Trimestral	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Mantenimiento a rejas**

Actividades	Frecuencia	Herramientas
Inspección de rejillas	Diario	Operador
Limpieza y retiro de sólidos depositados en rejas	Diario	Palas, rastrillo, carreta
Acarreo de sólidos hacia depósito de sólidos o patio de secado de lodos	Diario	Palas, cubetas, carreta
Cepillado y aplicación de pintura en rejas	Trimestral	Cepillo de metal, brocha
Mantenimiento, limpieza y lubricación de válvulas	Trimestral	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Mantenimiento a canal desarenador**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Inspección de funcionamiento del canal	Diario	Operador
Verificar nivel de sedimentos depositados en el canal	Mensual	Palas
Retiro y acarreo de sólidos depositados en el canal	Trimestral	Pala, piocha, carreta. Botes
Mantenimiento, limpieza y de canal desarenador	Semestral	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Mantenimiento de lagunas anaerobias**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Inspección de funcionamiento del sistema de lagunaje	Diario	Operador
Limpieza y remoción de espumas, natas, lodos, sólidos y material flotante de las lagunas y depositarlos en patios de secado	Diario	Botas de hule, palas, azadón, carretas
Chapeo y retiro de vegetación existente en laguna	Semanal	Machete, piocha, carreta botes
Mantener caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento libres de maleza	semanal	Machete, piocha, carreta botes
Verificación de taludes y mantenimiento, evitando erosión	Semanal	Pala, carretas, piocha.
Medición de profundidad de lodos depositados en el fondo de la laguna	Anual	Lancha, vara de madera, metro
Retiro de arena, lodos y sedimentos y depositarlos en las lagunas de secado de lodos.	Anual	Retroexcavadora, palas, botes, carretas

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Mantenimiento de sedimentadores**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Inspección de funcionamiento del sedimentador	Diario	Operador
Limpieza y remoción de espumas, natas, lodos, sólidos y material flotante de los sedimentadores depositarlos en patios de secado	Diario	Botas de hule, palas, azadón, carretas
Mantener caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento libres de maleza	semanal	Machete, piocha, carreta y botes
Verificación de taludes y mantenimiento, evitando erosión	Semanal	Pala, carretas, piocha.
Medición de profundidad de lodos depositados en el fondo del sedimentador	Anual	vara de madera, metro
Descargar mínima cantidad de lodos hacia el digestor	Semanal	Operador
Descargar una cantidad de lodos hacia el digestor, para evitar la generación de malos olores provocados por la digestión de los mismos.	Anual	palas, botes, carretas
Después de la descarga de lodos se deberá desaguar y escurrir las tuberías y válvulas.	Anual	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Mantenimiento de filtros percoladores**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Inspección de funcionamiento de los filtros percoladores	Diario	Operador
Limpieza y remoción de espumas, natas, sólidos y material flotante de los filtros	Diario	Botas de hule, palas, azadón, carretas
Limpieza de válvulas y tubería de ingreso y salida	Semestral	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza
Limpieza de piedra o material filtrante	Anual	Manguera, pala, cepillo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Mantenimiento de digestor de lodos**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Inspección de funcionamiento de los filtros percoladores	Diario	Operador
Retirar las capas de natas, espumas o lodos mal digeridos que se formen en la superficie	Diario	Botas de hule, palas, azadón, carretas
Descargar los lodos hacia los patios de secado y el efluente hacia la descarga	Mensual	Operador
Limpieza de válvulas y tubería de ingreso y salida	Semestral	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Mantenimiento en patio de secado de lodos**

Actividades	Frecuencia	Herramienta
Antes de verter los lodos sobre los patios de secado, estos deben estar limpios, no contener restos de lodos anteriores, basuras, vegetación, entre otros. Debe comprobarse el estado del sistema de drenaje para que la operación se realice eficientemente.	Diario	Operador
Verter, lo más espeso posible, los lodos directamente al patio, mediante las tuberías o		

Continuación de la tabla XXXV.

canales distribuidores de manera uniforme, con un espesor de 0,20 o 0,30 metros dependiendo del diseño, una capa más delgada secará más rápidamente, permitiendo la más rápida remoción del lodo y usar nuevamente el lecho. Una capa de 0,20 metros se secaría en unas tres semanas aproximadamente dependiendo del grado de insolación.	Anual	Botas de hule, palas, azadón, carretas
Terminada la descarga deberá procederse a limpiar las tuberías o canales distribuidores.	Anual	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza
Dejar secar los lodos por un período que oscila entre 3 y 4 semanas, dependiendo de las características de los lodos, condiciones climatológicas y del funcionamiento de los patios.	Anual	Cepillo, lubricante, utensilios de limpieza

Fuente: AMSA.

3.6.3.2. Mantenimiento correctivo

Consiste en la reparación inmediata de cualquier daño que sufran los equipos o componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual ocasiona situaciones de emergencia.

3.7. Propuesta de mejora a la eficiencia del tratamiento de las PTAR según diagnóstico

Cada planta de tratamiento cuenta con un funcionamiento diferente, y la propuesta de mejora se hizo con base en los resultados de su eficiencia.

3.7.1. Propuesta de mejora para PTAR San Agustín las Minas

Según análisis de laboratorios realizados por AMSA, que se encuentran en la base de datos de la división de Desechos Sólidos y líquidos, en el 2016, esta PTAR tenía una eficiencia del 91 % en remoción del DBO, es decir cumplía a la perfección con los límites máximos permisibles, es decir, que la misma estructura que conforma la PTAR cumplía con los parámetros, a lo contrario de los análisis realizados en el 2018 (Ver anexo) la planta bajo del 90 % al 60 % en eficiencia, esto sucede debido a que según personal de la municipalidad de Villa Canales, desde el 2016 no se extraen los lodos que se encuentran al fondo de las 4 lagunas teniendo como resultado menor tiempo de retención del afluente, por consiguiente se hacen las siguientes propuestas;

- Realizar aforos para determinar los caudales y determinar si aún se encuentran entre los parámetros de diseño, según el Estudio Técnico de Aguas Residuales Municipio de Villa Canales, el caudal máximo es 144l/s
- Extracción inmediata de los lodos que se encuentran depositados en parte baja de las lagunas anaerobias y las lagunas facultativas, hacer uso del *bypass*, para desviar el caudal y con retroexcavadoras acarrear lo lodos para depositarlos en el patio de secados.

3.7.2. Propuesta de mejora para PTAR Santa Elena Barillas

La PTAR de Santa Elena Barillas fue la PTAR que presentó los porcentajes de eficiencia más bajos de las cuatro PTAR que se encuentran en el diagnóstico, es necesario su intervención para tratar el agua de una manera eficiente, donde se hacen las siguientes propuestas para elevar el porcentaje de eficiencia.

- Extracción inmediata de lodos acumulados en parte baja del sedimentador primario, hacer limpieza profunda del sedimentador primario. Construcción de cámara para retener natas y sólidos flotantes en sedimentador primario.
- En filtros percoladores realizar cambio de material filtrante y realizar limpieza de los tres filtros percoladores.
- Extracción de lodos en sedimentador secundario, instalar tubería para desfogar el efluente luego de este proceso.
- Realizar limpieza en patio de secados, para tratar los lodos de una manera eficaz a como dicta el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

3.7.3. Propuesta de mejora para PTAR La Cerra

La PTAR La Cerra, en la actualidad es muy eficiente y cumple de una manera satisfactoria los parámetros permisibles, como propuesta para continuar con la eficiencia se sugiere continuar con el mantenimiento correspondiente, y con la mano de obra calificada. Es necesaria la construcción de un patio de secado de lodos, para poder realizar el tratamiento a los lodos que se extraen de las 5 lagunas que se encuentran en la PTAR.

3.7.4. Propuesta de mejora para PTAR Brisas del Valle

Es importante mencionar que la PTAR de Brisas del Valle, cuenta con una eficiencia del 91 % en cuanto a remoción del DBO, cuenta con un plan muy exigente en su mantenimiento, pero es necesario que las plantas acuáticas que se encuentran en la laguna aerobia, no permanezcan más del tiempo previsto, la extracción temprana hará que la laguna de maduración trabaje de manera más eficiente

La limpieza constante, y movimientos a la piedra volcánica ubicada en el humedal artificial, hará que el caudal tenga mayor contacto con el material filtrante obteniendo así mejores resultados.

3.8. Recomendaciones según diagnóstico

Las recomendaciones propuestas a continuación, se realizaron con base en las visitas de campo que se hicieron a cada una de las plantas de tratamiento.

3.8.1. Recomendaciones para PTAR San Agustín las Minas

Se recomienda la construcción de estructura para depositar los sólidos que se extraen de las rejas ubicadas en el canal desarenador. Dicha estructura puede ser una caja con dimensiones de 1 m³ y un desfogue de tubería PVC para evitar acumulación de líquidos al fondo de la caja. Como se muestra en la figura 51 los sólidos son depositados en la intemperie, ocasionando así contaminación y los sólidos pueden ingresar nuevamente al canal.

Figura 63. **Sólidos extraídos de las rejillas del canal desarenador**



Fuente: Finca San Agustín las Minas, Villa Canales, Guatemala.

- Actualmente, en la PTAR San Agustín las Minas se encuentra una persona encargada de operación, mantenimiento y guardianía de la planta de tratamiento. Debido al área de la planta de tratamiento y su sistema es de lagunaje es necesario que el mínimo de personal sean de dos personas, esto con el propósito que las actividades diarias sean distribuidas y por apoyo en cualquier inconveniente que pueda suceder en las labores cotidianas.
- Alrededor de la laguna de maduración número 4 se encuentran sembrados dos árboles, las raíces de los árboles están creciendo con dirección a la laguna número 4; como se muestra en la figura 52, a consecuencia de ello, la estructura de concreto que limita la laguna se está fracturando, por tanto es necesario cortar la raíz que va en dirección a la laguna o trasplantar los arboles hacia el área que no afecte el funcionamiento de las estructuras.

Figura 64. **Estructura dañada por la raíz de un árbol**



Fuente: Finca San Agustín las Minas, Villa Canales, Guatemala.

- Es necesario que el chapeo y retiro de vegetación existente en laguna sea constante recomendable sea semanal.
- Es necesario verificar la profundidad de lodos depositados en las lagunas anaerobias, para que el tiempo de retención sea el adecuado en el tratamiento de las aguas.
- Se recomienda la construcción de un patio de secado de lodos, con el fin de darle el tratamiento adecuado a los lodos para su disposición final.

3.8.2. Recomendaciones para PTAR Santa Elena Barillas

- Actualmente, los sólidos que se extraen de las rejillas son depositados en el barranco, influyendo directamente a la contaminación del río, es necesario la construcción de una estructura tipo caja de un m³ y un desfogue de tubería PVC para evitar acumulación de líquidos al fondo de la caja.

- La válvula que extrae los lodos del sedimentador primario se encuentra dañada, debido a ello existen una cantidad considerable de sedimentos depositados en el fondo, es necesario la reparación inmediata o cambio de válvula para que el proceso sea eficiente.
- El sedimentador primario que utiliza esta planta de tratamiento no posee trampa de grasas, a causa de estos los sólidos flotantes pasan directamente hacia la siguiente etapa, en este caso a los filtros percoladores. En la figura 65 se muestra la comparativa de un sedimentador que no posee trampa de grasas y un sedimentador que si posee trampa de grasas, mostrando su fácil acceso de retiro de las natas, y sólidos flotantes.

Figura 65. **Comparativa de un sedimentador sin trampa de grasas con un sedimentador con trampa de grasas**



Fuente: AMSA. *División de recolección y tratamiento de desechos líquidos y sólidos.*

- Actualmente, los filtros percoladores utilizan piedra bola como material filtrante, la piedra bola no es recomendable en este tipo de tratamiento, la

piedra volcánica es el material más utilizado, debido a su efectividad, fácil acceso y su precio, siendo una buena opción para utilizarlo como material filtrante.

- La planta de tratamiento de aguas residuales actualmente utiliza un procedimiento erróneo y es el siguiente: el afluente pasa por el canal desarenador, sigue al sedimentador primario, luego a los filtros percoladores, seguido al sedimentador secundario, para pasar por el digestor de lodos y luego al patio de secado para realizar su desfogue. Mientras el proceso correcto es que cuando el afluente pasa al sedimentado secundario, se realice el desfogue hacia el zanjón Santa Elena y utilizar el patio de secados exclusivamente cuando el digestor de lodos sea descargado.

3.8.3. Recomendaciones para PTAR La Cerra

- Remover el exceso de arena en el dique de entrada, para evitar el acarreo de arena hacia el pozo de captación.
- En la actualidad la planta de tratamiento no cuenta con patio de secado de lodos, por tanto los lodos que se extraen de las lagunas no cuentan con un tratamiento previo a su disposición final, por consiguiente es necesario la construcción de un patio de secado de lodos.

3.8.4. Recomendaciones para PTAR Brisas del Valle

- Es recomendable realizar la construcción de un desarenador con un sistema de rejillas al inicio del sistema, esto antes de la caja unificadora de caudal, con el fin de evitar el traslado de sólidos hacia la caja distribuidora de caudales.

- Se recomienda la construcción de una caja atrapa grasa antes de ingresar el caudal por el sistema de cámaras de sedimentación para evitar que se dispersen las grasas en las paredes de las cámaras antes mencionadas
- Es recomendable la construcción de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), el cual mejorará el funcionamiento de la planta, este filtro puede ser ubicado después del tanque Imhoff, y así este evitará que lleguen sólidos (lodos) al área de los biofiltros, lo cual evitará sedimentación en dichos biofiltros.
- En los biofiltros o lagunas aerobias, como su función o trabajo es en presencia de oxígeno lo que se pretende es cosechar plantas acuáticas que absorben nutrientes, evitando que estas mueran dentro de la laguna por lo cual se recomienda una buena planificación para la extracción de dichas plantas y así evitar que las plantas muertas no contaminen la laguna nuevamente.
- En la laguna de maduración, es recomendable la inexistencia de plantas acuáticas, por ser un proceso anaerobio debe de penetrar totalmente la luz solar, en consecuencia a esto, es necesario la remoción constante de las plantas acuáticas que crecen en la laguna de maduración.

3.9. Reúso de aguas tratadas

En los últimos años el reúso del efluente se convirtió en una solución técnica para alternar los problemas con relación a la escasez del recurso hídrico que sufre el planeta.

En la actualidad Guatemala cuenta con el Acuerdo Gubernativo 236-2006 reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos, en su capítulo VII hace referencia sobre el reúso de las aguas residuales,

y el cumplimiento de los parámetros correspondientes para el reúso; en el artículo 34 del mismo capítulo dicta lo siguiente:

- Tipo I: reúso para riego agrícola en general: uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de fertirriego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35. Se exceptúa de este reúso los cultivos considerados en el tipo II.
- Tipo II: reúso para cultivos comestibles: con restricciones en el riego de áreas con cultivos comestibles que se consumen crudos o precocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permisibles del artículo 35. Adicionalmente, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permisibles presentados en el cuadro del artículo 21 del presente reglamento, a excepción de sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total.
- Tipo III: reúso para acuacultura: uso de un efluente para la piscicultura y camaricultura, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.
- Tipo IV: reúso para pastos y otros cultivos: con restricciones en el riego de áreas de cultivos no alimenticios para el ser humano como pastos, forrajes, fibras, semillas y otros, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.
- Tipo V: reúso recreativo: con restricciones en el aprovechamiento para fines recreativos en estanques artificiales donde el ser humano sólo puede tener contacto incidental, incluido el riego en áreas verdes, donde el

público tenga contacto o no, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 35.

Cualquier otro reuso no contemplado en el presente artículo deberá ser autorizado previamente por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla XXXVI. **Artículo 35. Parámetros y límites máximos permisibles para reuso**

Tipo de reuso	Demanda bioquímica de oxígeno, miligramos por litro	Coliformes fecales, número más probable por cien mililitros
Tipo I	No aplica	No aplica
Tipo II	No aplica	$<2 \times 10^2$
Tipo III	200	No aplica
Tipo IV	No aplica	$<1 \times 10^3$
Tipo V	200	$<1 \times 10^3$

Fuente: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, Acuerdo Gubernativo 236-2006.

CONCLUSIONES

1. Luego de realizar el inventario de las plantas de tratamiento de aguas residuales, se determinó la existencia de cuatro plantas de tratamiento en jurisdicción del municipio de Villa Canales.
2. De las cuatro plantas de tratamiento localizadas en Villa Canales, tres PTAR son públicas, dos son administradas por la municipalidad de Villa Canales (PTAR San Agustín las Minas, PTAR Santa Elena Barillas), una administrada por AMSA (PTAR La Cerra), y solo una PTAR es de propiedad privada (PTAR Brisas del Valle).
3. Luego de analizar las cuatro PTAR, la que presentó fallas en su infraestructura fue la PTAR Santa Elena Brillas que es administrada por la municipalidad de Villa Canales, teniendo fallas en su sedimentador primario, las tres plantas de tratamiento restantes, se encuentran en buen estado técnico.
4. Se obtuvo la georreferencia vía GPS de las cuatro plantas de tratamiento con sus respectivas coordenadas geográficas, determinado la ubicación exacta de las PTAR.
5. La PTAR La Cerra y PTAR Brisas del Valle, cumplen de manera eficiente con los límites máximos permisibles que dicta el Acuerdo Gubernativo 236-2006, mientras que PTAR Santa Elena Barillas y PTAR San Agustín las Minas, presentaron un servicio ineficiente, sus análisis de caracterización de aguas se encuentran por debajo de los límites establecidos por el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

RECOMENDACIONES

1. A la municipalidad de Villa Canales se recomienda que en las PTAR que trabajan por lagunaje trabajen dos personas como mínimo, para prevenir cualquier inconveniente.
2. El mantenimiento adecuado en el tiempo exacto es primordial en la eficiencia de una PTAR, por ende es recomendable la reparación de la válvula del sedimentador primario que extraen los lodos en la PTAR Santa Elena Barillas, para tener el tiempo de retención con el cual fue diseñado.
3. Se recomienda la extracción de los lodos sedimentados en las lagunas anaerobias de la PTAR Finca San Agustín, esto con el fin de obtener la altura óptima con el cual fue diseñada.
4. Se recomienda en el caso de la PTAR Santa Elena Barillas, el cambio de material en el filtro percolador, remplazar la piedra bola existente, a un material filtrante como piedra volcánica o rosetas.
5. Se recomienda un correcto mantenimiento y operación de la planta de tratamiento, realizando chequeos diarios y semanales, registrando y monitoreando el caudal de entrada y las variables fisicoquímicas, y el agua tratada que se vierte al cauce natural.


6. En el tratamiento de lodos, se recomienda implementar un sistema de tratamiento adecuado para los lodos, con su correcta desestabilización y adición de químicos para obtener un abono orgánico estable, que pueda ser usado para fines agrícolas,
7. Es necesario la capacitación constante al personal que labora en las plantas de tratamiento, realizar, talleres, charlas, cursos, para tener el personal capacitado y una operación eficiente en las plantas de tratamiento.
8. Se recomienda hacer campañas de concientización a toda la población de Villa Canales, realizarlas por medio de conferencias, seminarios, concursos, talleres, entre otros, y mostrarles la importancia del cuidado del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA


1. AMSA. *Unidad de desechos líquidos, plantas de tratamiento de aguas residuales*. Guatemala, 2015. 54 p.
2. Acuerdo Gubernativo 2-36 2006. *Reglamento para las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos*. Guatemala: Gobierno de la República, 2015. 87 p.
3. MARÍN OCAMPO, Armando. *Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activos*. México: Comisión Estatal del Agua de Jalisco, 2013. 241 p.
4. Municipalidad de Villa Canales. *Estudio técnico de aguas residuales municipio Villa Canales julio 2015*. Guatemala. 2015. 112 p.
5. Municipalidad de Villa Canales. *Plan de desarrollo municipal de Villa Canales. Guatemala 2008-2012*. Guatemala, 2008. 59 p.
6. SILVA LLERENA, Carlos Eduardo. *Inventario y diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas residuales en operación, públicas y privadas del municipio de San Miguel Petapa, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 56 p.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los laboratorios de la PTAR San Agustín las Minas.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-



Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext. 134 @: info@amsa.gov.gt

INFORME DE LABORATORIO

Referencia: **DCA18-114** Fecha de informe: 13 de diciembre de 2018 Página 2 de 2


INFORMACIÓN GENERAL

Sitio de captación:	PTAR San Agustín Las Minas Entrada		
Dirección del sitio:	Finca San Agustín Las Minas, Villa Canales, Guatemala		
Tipo de muestra:	Agua Residual	Ubicación:	N 14°31'33.4", O 90°32'48.5"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	21/08/2018
ID de la muestra:	AMSA-180644	Temperatura de transporte:	6.9 °C
Fecha y hora de muestreo:	21/08/2018 12:00:00 p. m.	Tipo de recipiente:	Polietileno, vidrio y frasco estéril
Responsable de muestreo:	Lic. Juan Pablo Guzmán Perera	Fecha de procesamiento:	21/08/2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS


PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Caudal	55.40	L/s	NA ³	Validación
Temperatura	NR	°C	0.1	SMEW 2550 B
Temperatura del cuerpo receptor (TCR)	NR	°C	0.1	SMEW 2550 B
Grasas y Aceites (G&A)	NR	mg/L	2.0	SMFW 3520 B
Materia Flotante	Presente	Presente/Ausente	NA ³	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales (SST)	300.0	mg/L	5.0	SMEW 2540 D
Nitrógeno total	49.2193	mg/L	0.0004	SMEW 2540 F
Fósforo total	5.9742	mg/L	0.0003	Valencia 1781 / Hanna 1781/1785
Potencial de hidrógeno	7.06	Unidades de pH	0.01	SMEW 4500 B
Coliformes Fecales	3.4x10 ⁶	NMP/100 mL	1.8	SMEW 9221 C y E
Arsénico	NR	mg/L	0.0012	SMFW 5113 B
Cadmio	NR	mg/L	0.0001	SMFW 3113 B
Cianuro	<0.005	mg/L	0.002	Spectroquant 1.06613
Cobre	NR	mg/L	0.0204	SMEW 3111 B
Cromo hexavalente	<0.05	mg/L	0.05	Spectroquant 1.14552
Mercurio	NR	mg/L	0.0008	SMFW 3090 K/3112 B
Níquel	NR	mg/L	0.0815	SMFW 3111 B
Plomo	NR	mg/L	0.0027	SMFW 3113 B
Zinc	NR	mg/L	0.0257	SMFW 3111 B
Color verdadero	167.0	Unidades de Pt-Co	0.1	SMEW 2120 C
Color aparente	2940.0	Unidades de Pt-Co	0.1	SMEW 2120 C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	911	mg/L	0.01	SMFW 5220 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	650	mg/L	6	SMFW 5210 D

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd. Ed. 2017, Método colorimétrico Spectroquant® Merck
² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL: Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA: No aplica; NR: No se realizó; ND: No Detectado, lectura por debajo del límite inferior.



Lic. Juan Pablo Guzmán Perera
 Encargado de Laboratorio de Aguas y Sólidos

ORIGINAL



Lic. Manuel Francisco Cazo A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

La información presente en este informe se refiere única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio


FIN DEL INFORME

Formato: FMT-AMSA-01-002

Versión: 4.0


Fecha de autorización: 19/01/20108

Continuación del anexo 1.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext. 134. @: info@amsa.gob.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: **DCA18-114** Fecha de informe: 13 de diciembre de 2018 Página 1 de 2

INFORMACIÓN GENERAL


Sitio de captación:	PTAR San Agustín Las Minas Salida		
Dirección del sitio:	Finca San Agustín Las Minas, Villa Canales, Guatemala		
Tipo de muestra:	Agua Residual	Ubicación:	N 14°31'43.3" , O 90°32'48.5"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	21/08/2018
ID de la muestra:	AMSA-180643	Temperatura de transporte:	6.9 °C
Fecha y hora de muestreo:	21/08/2018 11:40:00 a.m.	Tipo de recipiente:	Policéleno, vidrio y frasco estéril
Responsable de muestreo:	Lic. Juan Pablo Guzmán Pereira	Fecha de procesamiento:	21/08/2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Caudal	NR	L/s	NA ²	Volumétrico
Temperatura	NR	°C	0.1	SMEWW 2550 B
Temperatura del cuerpo receptor (TCR)	NR	°C	0.1	SMEWW 2550 B
Grasas y Aceites (G&A)	NR	mg/L	2.0	SMEWW 5520 B
Matena Flotante	Presente	Presente/Ausente	NA ²	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales (SST)	200.0	mg/L	5.0	SMEWW 2540 D
Nitrógeno total	38.4825	mg/L	0.0004	SMEWW 2540 F
Fósforo total	5.5793	mg/L	0.0003	Valderrama, 1981 / Müller & Weidemann, 1955
Potencial de hidrógeno	7.96	Unidades de pH	0.01	SMEWW 4500 B
Coliformes Fecales	1.6x10 ⁵	NMP/100 mL	1.8	SMEWW 9221 C y E
Arsénico	NR	mg/L	0.0012	SMEWW3113 B
Cadmio	NR	mg/L	0.0001	SMEWW3113 B
Cianuro	<0.005	mg/L	0.002	Spectroquant 1.00613
Cobre	NR	mg/L	0.0204	SMEWW 3111 B
Cromo hexavalente	<0.05	mg/L	0.05	Spectroquant 1.14552
Mercurio	NR	mg/L	0.0008	SMEWW 3050 K, 3112 B
Níquel	NR	mg/L	0.0813	SMEWW 3111 B
Plomo	NR	mg/L	0.0027	SMEWW 3113 B
Zinc	NR	mg/L	0.0257	SMEWW 3111 B
Color verdadero	144.0	Unidades de Pt-Co	0.1	SMEWW 2120 C
Color aparente	2610.0	Unidades de Pt-Co	0.1	SMEWW 2120 C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	721	mg/L	0.01	SMEWW 5220 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	260	mg/L	6	SMEWW 5210 D


¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd. Ed. 2017; Método colorimétrico Spectroquant®, Merck.

² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA: No aplica; NR: No se analizó; ND: No Detectado, lectura por debajo del límite de detección del método.



Licda. Elena Rojas S.
Laboratorio de Aguas y Sólidos

ORIGINAL



Lic. Manuel Francisco Cano A.
División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos y del Lago de Amatitlán


La información presente en éste informe se refieren única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio

----- FIN DEL INFORME -----

Formato: FMT-AMSA-01-002 Versión: 4.0 Fecha de autorización: 19/01/20108


Fuente: Laboratorios PTAR.

Anexo 2. Resultados de los laboratorios de la PTAR La Cerra



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 Tel: (502) 6641-1700 ext:134. @: info@amsa.gov.gt



INFORME DE RESULTADOS

Referencia: DCA17-041 Fecha de informe: 26 de septiembre de 2018 Página 2 de 2


INFORMACIÓN GENERAL

Información de la muestra:	PTAR La Cerra Entrada #1	Ubicación:	14°28'16.2"
Tipo de muestra:	Agua Residual Ordinaria		90°52'48.5"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	22/08/2018
ID de la muestra:	AMS.A-170532	Condición de recepción:	Adecuada
Fecha y hora de muestreo:	22/08/2018 13:00	Tipo de recipiente:	Polietileno, Vidrio, Frasco Estéril
Responsable de muestreo:	Alexis Canteros	Fecha de procesamiento:	22/08/2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Dimensionales ²	Límite de detección	Resultados	Método ¹
Temperatura	°C	0.1	26.7	SMEWW 2530B 21 EDT
Caudal	L/s	N.A. ³	30.6	M-Instre
Grasas y Aceites	mg/L	0.2	245.2	SMEWW 5520B 21 EDT
Materia Flotante	Presente/Ausente	N.A. ³	Presente	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales	mg/L	5.0	171.0	SMEWW 2540D 21 EDT
Nitrógeno total	mg/L	0.0020	32.0850	SMEWW 4500C 21 EDT / método-olea 2016 de Winkler, 1995
Fósforo total	mg/L	0.0020	4.4940	SMEWW 4500-F 21 EDT
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	0.01	7.02	SMEWW 4500-H 21 EDT
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	2.8x10 ⁵	SMEWW 9221-F 21 EDT
Arsénico	mg/L	0.00751	0.00755	SMEWW3113B 21 EDT
Cadmio	mg/L	0.00008	<0.00008	SMEWW3113B 21 EDT
Cianuro total	mg/L	0.002	0.003	Spectroquant 1.00613
Cobre	mg/L	0.0183	<0.0183	SMEWW 3111B 21 EDT
Cromo hexavalente	mg/L	0.05	<0.05	Spectroquant 1.14552
Mercurio	mg/L	0.002820	<0.00282	SMEWW 3112B 21 EDT
Níquel	mg/L	0.0535	<0.0535	SMEWW 3111B 21 EDT
Plomo	mg/L	0.00412	<0.00412	SMEWW3113B 21 EDT
Zinc	mg/L	0.0170	0.0821	SMEWW 3111B 21 EDT
Color verdadero	Unidades de Pt-Co	0.1	21.5	SMEWW 2120C 21 EDT
Color aparente	Unidades de Pt-Co	0.1	300.0	SMEWW 2120C 21 EDT
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	25	570	Spectroquant 1.14500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	6	300	SMEWW 5210D 21 EDT

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 21st EDT 2005; Método colorimétrico Spectroquant NOVA 60, Block; Organización Internacional de Normalización.
² Abreviaturas: mg/L = parte por millón; NMP/100 mL = Número más probable en 100 mililitros de muestra; N.A. = No aplica; NR = No se realizó.


 Alexis Canteros S.
 Encargado de Laboratorio


 Lic. Manuel Francisco Cano A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos




ORIGINAL


Los resultados se refieren única y exclusivamente a la muestra analizada.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

Formato: FMT-AMSA-002-2016

Versión: 3.1


Fecha de autorización: 03/08/2016

Continuación del anexo 2.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext.134. ✉: info@amsa.gov.gt



INFORME DE RESULTADOS

Referencia: DCA17-041 Fecha de informe: 26 de septiembre de 2018 Página 1 de 2

INFORMACIÓN GENERAL


Información de la muestra:	PTAR La Cerra Salida	Ubicación:	14°28'42.8"
Tipo de muestra:	Agua Residual Ordinaria		90°33'21.0"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	22/08/2018
ID de la muestra:	AMSA-170531	Condición de recepción:	Adecuada
Fecha y hora de muestreo:	22/08/2018 12:35	Tipo de recipiente:	Poliétileno, Vidrio, Frasco Estéril
Responsable de muestreo:	Alexis Canteros	Fecha de procesamiento:	22/08/2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS


PARÁMETROS	Dimensionales ¹	Límite de detección	Resultados	Método ¹
Temperatura	°C	0.1	24.9	SMEWW 2508 21 EDT
Caudal	L/s	N.A. ²	35.7	Método
Grasas y Aceites	mg/L	0.2	129.2	SMEWW 5520B 21 EDT
Materia Flotante	Presente/Ausente	N.A. ²	Ausente	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales	mg/L	5.0	8.0	SMEWW 2540D 21 EDT
Nitrógeno total	mg/L	0.0020	24.5970	SMPWW 4500C 21 EDT - retroanalizado (Método Hachmann, 1955)
Fósforo total	mg/L	0.0020	3.7220	SMEWW 4500-P E 21 EDT
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	0.01	7.04	SMEWW 4500-H B 21 EDT
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.5x10 ³	SMEWW 9221E 21 EDT
Arsénico	mg/L	0.00751	<0.00751	SMEWW3113B 21 EDT
Cadmio	mg/L	0.00008	<0.00008	SMEWW3113B 21 EDT
Cianuro total	mg/L	0.002	<0.002	Spectroquant L90615
Cobre	mg/L	0.0183	<0.0183	SMEWW 3111B 21 EDT
Cromo hexavalente	mg/L	0.05	<0.05	Spectroquant L14552
Mercurio	mg/L	0.002820	<0.00282	SMEWW3112B 21 EDT
Níquel	mg/L	0.0535	<0.0535	SMEWW 3111B 21 EDT
Plomo	mg/L	0.00412	<0.00412	SMEWW3113B 21 EDT
Zinc	mg/L	0.0170	<0.0170	SMEWW 3111B 21 EDT
Color verdadero	Unidades de Pt-Co	0.1	28.1	SMEWW 2120C 21 EDT
Color aparente	Unidades de Pt-Co	0.1	57.2	SMEWW 2120C 21 EDT
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	25	148	Spectroquant L14560
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	6	20	SMEWW 5210D 21 EDT

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 21st EDT 2005; Método colorimétrico Spectroquant NOVA 60, Merck; Organización Internacional de Normalización.

² Abreviatura: NMP/100 mL=Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA= No aplica; NR= No se realizó



Encargada de Laboratorio
 Licda. Estela Reyes S.



Lic. Manuel Francisco Cano A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

ORIGINAL

Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio


Formato: FMT-AMSA-002-2016

Versión: 3.1

Fecha de autorización: 05/08/2016


Fuente: Laboratorios PTAR.

Anexo 3. **Resultados de los laboratorios de la PTAR Santa Elena Barillas.**



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext. 134. @: info@amsa.gov.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: **DCA19-080** Fecha de informe: 01 de abril de 2018 Página 1 de 1

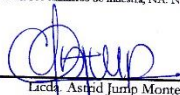
INFORMACIÓN GENERAL

Sitio de captación:	Planta de Tratamiento, Santa Elena Barillas (Afluente)		
Dirección del sitio:	Santa Elena Barillas		
Tipo de muestra:	Agua residual	Ubicación:	N 14°24'08.8" , O 90°32'45.2"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	18/02/2019
ID de la muestra:	AMSA -190139	Temperatura de transporte:	4.1°C
Fecha y hora de muestreo:	18/02/2019 11:35:00 a. m.	Tipo de recipiente:	Frasco estéril, Plástico, Vidrio.
Responsable de muestreo:	Lic. Juan Pablo Guzmán Pereira	Fecha de procesamiento:	18/02/2019


RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Caudal	15.78	L/s	NA ²	Volumétrico
Temperatura	20.8	°C	0.1	SMEWW 2550 B
Grasas y Aceites (G&A)	183.4	mg/L	0.2	SMEWW 5520 B
Materia Flotante	Ausencia	Presente/Ausente	NA ²	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales (SST)	810.0	mg/L	0.5	SMEWW 2540 D
Nitrógeno total	72.1385	mg/L	0.0004	SMEWW 2540 F
Fósforo total	13.9000	mg/L	0.0003	Valderrama, 1981 / Müller & Wiedemann, 1955
Potencial de hidrógeno	8.31	Unidades de pH	0.01	SMEWW 4500 B
Coliformes Fecales	5600000.00	NMP/100 mL	1.8	SMEWW 9221 C y E
Arsénico	<0.0071	mg/L	0.0024	SMEWW3113 B
Cadmio	ND	mg/L	0.0001	SMEWW3113 B
Cianuro	<0.005	mg/L	0.005	Spectroquant 1.00613
Cobre	<0.0852	mg/L	0.0281	SMEWW 3111 B
Cromo hexavalente	<0.010	mg/L	0.01	Spectroquant 1.14552
Mercurio	ND	mg/L	0.0007	SMEWW 3000 K/3112 B
Níquel	ND	mg/L	0.0476	SMEWW 3111 B
Plomo	ND	mg/L	0.0015	SMEWW 3113 B
Zinc	0.3907	mg/L	0.0208	SMEWW 3111 B
Color verdadero	267.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120 C
Color aparente	7560.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120 C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1763	mg/L	0.6	SMEWW 5220 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	1250	mg/L	6.0	SMEWW 5210 D

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd. Ed. 2017; Método colorimétrico Spectroquant®, Merck.
² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL: Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA: No aplica; NR: No se realizó; ND: No Detectado, lectura por debajo del límite de detección del método.



Licda. Astrid Jurip Monterroso
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo




ORIGINAL

La información presente en éste informe se refieren única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio


FIN DEL INFORME

Continuación del anexo 3.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext. 134. @: info@amsa.gob.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: **DCA19-081** Fecha de informe: 01 de abril de 2018 Página 1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL

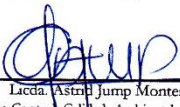
Sito de captación:	Planta de Tratamiento, Santa Elena Barillas (Efluente)		
Dirección del sitio:	Santa Elena Barillas		
Tipo de muestra:	Agua residual	Ubicación:	N 14°24'06.1" , O 90°32'45.2"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	18/02/2019
ID de la muestra:	AMSA -190138	Temperatura de transporte:	4.1°C
Fecha y hora de muestreo:	18/02/2019 11:15:00 a. m.	Tipo de recipiente:	Frasco estéril, Plástico, Vidrio.
Responsable de muestreo:	Lic. Juan Pablo Guzmán Pereira	Fecha de procesamiento:	18/02/2019

RESULTADOS DE ANÁLISIS


PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Caudal	4.64	L/s	NA ²	Volumétrico
Temperatura	22.8	°C	0.1	SMEWW 2550 B
Grasas y Aceites (G&A)	150.4	mg/L	0.2	SMEWW 5520 B
Materia Flotante	Ausencia	Presente/Ausente	NA ²	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales (SST)	460.0	mg/L	0.5	SMEWW 2540 D
Nitrógeno total	81.2000	mg/L	0.0004	SMEWW 2340 F
Fósforo total	13.7000	mg/L	0.0003	Valdemara, 1981 / Müller&Wiedemann, 1955
Potencial de hidrógeno	7.45	Unidades de pH	0.01	SMEWW 4500 B
Coliformes Fecales	5.60E+06	NMP/100 mL	1.8	SMEWW 9221 C y E
Arsénico	<0.0071	mg/L	0.0024	SMEWW3113 B
Cadmio	ND	mg/L	0.0001	SMEWW3113 B
Cianuro	<0.005	mg/L	0.005	Spectroquant 1.00613
Cobre	ND	mg/L	0.0281	SMEWW 3111 B
Cromo hexavalente	<0.010	mg/L	0.01	Spectroquant 1.14552
Mercurio	ND	mg/L	0.0007	SMEWW 3030 K/3112 B
Níquel	ND	mg/L	0.0476	SMEWW 3111 B
Plomo	ND	mg/L	0.0015	SMEWW 3113 B
Zinc	0.3907	mg/L	0.0208	SMEWW 3111 B
Color verdadero	256.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120 C
Color aparente	5480.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SMEWW 2120 C
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	1466	mg/L	0.6	SMEWW 5220 D
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	900	mg/L	6.0	SMEWW 5210 D

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd. Ed. 2017; Método colorimétrico Spectroquant®, Merck

² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL: Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA: No aplica; NR: No se realizó; ND: No Detectado, lectura por debajo del límite de detección del método.



Licda. Astrid Jump Monterroso
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo




ORIGINAL

La información presente en éste informe se refieren única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio


FIN DEL INFORME

Fuente: Laboratorios PTAR.

Anexo 4. Resultados de los laboratorios de la PTAR Brisas del Valle.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-



Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎: (502) 6641-1700 ext 134. @: info@amsa.gob.gt

INFORME DE RESULTADOS

Referencia: DCA17-040 Fecha de informe: 26 de septiembre de 2018 Página 2 de 2


INFORMACIÓN GENERAL

Información de la muestra:	Planta de Tratamiento, Brisas del Valle (Afluente)	Ubicación:	14°31'33.4"
Tipo de muestra:	Agua Residual Ordinaria		90°31'29.2"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	22/08/2018
ID de la muestra:	AMSA-170530	Condición de recepción:	Adecuada
Fecha y hora de muestreo:	22/08/2018 11:00	Tipo de recipiente:	Polietileno, Vidrio, Frasco Estérel
Responsable de muestreo:	Alexis Canteros	Fecha de procesamiento:	22/08/2018

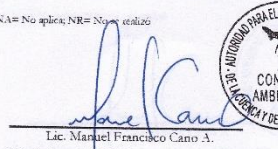
RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Dimensionales ²	Límite de detección	Resultados	Método ¹
Temperatura	°C	0.1	26.1	SMEWW 2550B 21 EDT
Caudal	L/s	NA ²	49.6	Molinet
Grasas y Aceites	mg/L	0.2	113.4	SMEWW 5520B 21 EDT
Materia Flotante	Presente/Ausente	NA ²	Presente	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales	mg/L	5.0	406.0	SMEWW 2540D 21 EDT
Nitrógeno total	mg/L	0.0020	46.8710	SMEWW 4800C 21 EDT, espectrofotómetro (Método Wadsworth 1958)
Fósforo total	mg/L	0.0020	8.5560	SMEWW 4500-PE 21 EDT
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	0.01	7.20	SMEWW 4500-H ⁺ B 21 EDT
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	4.8x10 ⁵	SMEWW 921E 21 EDT
Arsénico	mg/L	0.00751	0.01376	SMEWW3113B 21 EDT
Cadmio	mg/L	0.00008	0.00019	SMEWW3113B 21 EDT
Cianuro total	mg/L	0.002	<0.002	Spectroquant 1.00615
Cobre	mg/L	0.0183	0.0189	SMEWW 3111B 21 EDT
Cromo hexavalente	mg/L	0.05	<0.05	Spectroquant 1.14552
Mercurio	mg/L	0.002820	<0.00282	SMEWW3112B 21 EDT
Níquel	mg/L	0.0535	<0.0535	SMEWW 3111B 21 EDT
Plomo	mg/L	0.00412	<0.00412	SMEWW3113B 21 EDT
Zinc	mg/L	0.0170	0.1996	SMEWW 3111B 21 EDT
Color verdadero	Unidades de Pt-Co	0.1	65.2	SMEWW 2120C 21 EDT
Color aparente	Unidades de Pt-Co	0.1	748.0	SMEWW 2120C 21 EDT
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	25	1090	Spectroquant 1.14560
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	6	650	SMEWW 5210D 21 EDT



¹ Método de análisis Standard Methods for the examination of water and wastewater 21st EDT 2005, Método colorimétrico Spectroquant NOVA 60, Método: Organización Internacional de Normatización.
² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL = Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA = No aplica; NR = No realizó



Encargada de Laboratorio



Lic. Manuel Francisco Cano A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos





ORIGINAL

Los resultados se refieren única y exclusivamente a la muestra analizada.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio


Formato: FMT-AMSA-002-2016
Versión: 3.1
Fecha de autorización: 03/08/2016

Continuación del anexo 4.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 ☎ (502) 6641-1700 ext 134. @: info@amsa.gov.gt



INFORME DE RESULTADOS

Referencia: DCA17-040 Fecha de informe: 26 de septiembre de 2018 Página 1 de 2

INFORMACIÓN GENERAL


Información de la muestra:	Planta de Tratamiento, Brisas del Valle (Efluente)	Ubicación:	14°31'43.3"
Tipo de muestra:	Agua Residual Ordinaria		90°31'28.3"
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	22/08/2018
ID de la muestra:	AMSA-170529	Condición de recepción:	Adecuada
Fecha y hora de muestreo:	22/08/2018 10:35	Tipo de recipiente:	Polietileno, Vidrio, Frasco Estéril
Responsable de muestreo:	Alexis Canteros	Fecha de procesamiento:	22/08/2018

RESULTADOS DE ANÁLISIS

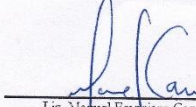
PARÁMETROS	Dimensionales ²	Límite de detección	Resultados	Método ¹
Temperatura	°C	0.1	27.4	SMEWW 2550B 21 EDT
Caudal	L/s	NA ²	53.1	Molinet
Grasas y Aceites	mg/L	0.2	17.6	SMEWW 5520B 21 EDT
Materia Flotante	Presente/Ausente	NA ²	Ausente	VISUAL
Sólidos Suspendedos totales	mg/L	5.0	91.5	SMEWW 2540D 21 EDT
Nitrógeno total	mg/L	0.0020	23.2130	SMEWW 4500C 21 EDT / nitrodifilato (Nilesh/Wedman,1985)
Fósforo total	mg/L	0.0020	3.4070	SMEWW 4500-P E 21 EDT
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	0.01	8.33	SMEWW 4500-H ⁺ B 21 EDT
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1.8	1.6x10 ⁴	SMEWW 9221E 21 EDT
Arsénico	mg/L	0.00751	0.01330	SMEWW3413B 21 EDT
Cadmio	mg/L	0.00008	0.00008	SMEWW3413B 21 EDT
Cianuro total	mg/L	0.002	0.003	Spectroquant L00643
Cobre	mg/L	0.0183	<0.0183	SMEWW 3111B 21 EDT
Cromo hexavalente	mg/L	0.05	<0.05	Spectroquant L14532
Mercurio	mg/L	0.002820	<0.00282	SMEWW3112B 21 EDT
Níquel	mg/L	0.0535	<0.0535	SMEWW 3111B 21 EDT
Plomo	mg/L	0.00412	<0.00412	SMEWW3113B 21 EDT
Zinc	mg/L	0.0170	<0.0170	SMEWW 3111B 21 EDT
Color verdadero	Unidades de Pt-Co	0.1	31.8	SMEWW 2120C 21 EDT
Color aparente	Unidades de Pt-Co	0.1	350.0	SMEWW 2120C 21 EDT
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	25	282	Spectroquant L14560
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	6	60	SMEWW 5210D 21 EDT

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 21st EDT 2005; Método colorimétrico Spectroquant NOVA 60, Merck, Organización Internacional de Normalización.



² Abreviaturas: mg/L = ppm; NMP/100 mL=Número más probable en 100 mililitros de muestra; NA= No aplica; NR= No se realizó



Encargado de Laboratorio



Lic. Manuel Francisco Cano A.
 División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

ORIGINAL

Los resultados se refieren única y exclusivamente a la muestra analizada.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

Formato: FMT-AMSA-002-2016 Versión: 3.1 Fecha de autorización: 03/08/2016

Fuente: Laboratorios PTAR.

Anexo 5. **Fichas técnicas de cada Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.**



PTAR

LA CERRA

Información General:
 La planta de tratamiento de aguas residuales La Cerra fue construida y desarrollada en los años 2005, para tratar la tercera parte del caudal que conduce el Río Villalobos y las aguas residuales generadas por los habitantes de Villa Canales. La planta es del tipo lagunaje y biofiltros.

Ubicación:
 La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica en los Municipios de San Miguel Petapa y Villa Canales, Departamento de Guatemala, en la rivera del Río Villalobos de la Cuenca del Lago de Amatitlán.

<i>CARACTERISTICAS GENERALES</i>	
Ubicación	1 avenida fca. Santa Teresa San Miguel Petapa zona 3.
Tipo de agua que se trata	industrial/domiciliar
Caudal	355 l/s
Efluente dirigido hacia	el río Villalobos
Tipo de planta	lagunaje y Fito depuración
Tipo de tratamiento	terciario
Población tributaria	290,000 habitantes
Residencia del sistema de lagunaje	3 días
Residencia del sistema de Fito depuración	1.23 días

Coordenadas:

Longitud Norte:
14°28'16.62"

Longitud Oeste:
90°32'47.89

Tipos de aguas a tratar:

Industrial, Ordinarias, domésticas, procedentes de viviendas

Horas de trabajo:
 24 horas al día
 7 días a la semana

Tipo de tratamiento:
 Terciario

Unidades de la PTAR:

- Dique
- Caja de Captación
- Tubería de Impulsión
- Canal de Conducción
- Canal de Rejas
- Desarenador
- Disipadores de Energía
- By pass
- Lagunas (Unidades 1, 2, 3, 4 y 5) Biofiltros
- Canal de Evacuación
- Desfogue

Continuación del anexo 5.

ULTIMO ANALISIS BACTERIOLÓGICO DEL SISTEMA (SEPTIEMBRE 2018)			
Parámetro	Dimensional	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente
DQO	mg/L	148	570
DBO	mg/L	20	300
Nitrógeno Total	mg/L	24.5970	32.0850
Fosforo Total	mg/L	3.7220	4.4940
Sólidos Suspendidos	mg/L	8	171
Temperatura	°c	24.9	26.7
Grasas y aceites	mg/L	129.2	245.2
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	7.04	7.02
Arsénico	mg/L	<0.00751	0.0075
cobre	mg/L	<0.0183	<0.0183
Mercurio	mg/L	<0.00282	<0.00282
Niquel	mg/L	<0.0535	<0.0535

PROGRAMA DE OPERACIÓN		
Unidad Tratamiento	Actividad	Frecuencia
Pre tratamiento	Limpiar rejillas/canasta y chequeo de bombas	Tres veces al día. Mínimo diariamente
Lagunas 1,2 y 3	Limpieza y extracción de lodos	Cada vez que este a un 100 % de su capacidad. Mínimo una vez al año.
Lagunas	Extracción de solidos suspendidos	Dos veces al día. Mínimo diariamente
Equipos aireación	Servicio menor y mayor	Uno menor y uno mayor al año.
Bombas recirculación y pozo	Revisar funcionamiento Servicio menor y mayor	Diariamente Uno menor y uno mayor al año
Reportes operacionales	Confeción reportes y envío a autoridades	Anualmente
Mediciones de campo	Temperatura, pH, sólidos sedimentables, cauda	Una vez al mes como mínimo. Recomendable una vez a la semana.

Evaluación Técnica de PTAR del Municipio de Villa Canales

Nombre de PTAR: _____ Fecha: _____

Ubicación: _____

Estado:
En Operación: _____ Abandono: _____ Otro: _____

Administración:
Privada: _____ Pública: _____ ANSA: _____ Otro: _____

Año de construcción: _____ Caudal: _____

Manual de operaciones:
Si: _____ No: _____

Frecuencia de limpieza: _____

Horas de trabajo: _____

Donde desflora el efluente: _____

Tipo de tratamiento:
Primario: _____ Secundario: _____ Terciario: _____

Unidad de tratamiento preliminar: _____

Unidad de tratamiento primario: _____

Unidad de tratamiento Secundario: _____

Unidad de tratamiento Terciario: _____

Estado de los sistemas: _____

Elementos dañados: _____

Observaciones:

Continuación del anexo 5.



PTAR BRISAS DEL VALLE

Información General:

La planta de tratamiento de aguas residuales Brisas del Valle, es de tipo secundario, con tratamiento de lagunaje y Biofiltros, actualmente la planta de tratamiento trata las aguas residuales que genera la colonia privada Brisas del Valle.

Ubicación:

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica en residencial Brisas del valle, Villa Canales, Guatemala.

CARACTERISTICAS GENERALES	
Ubicación	Colonia Brisas del Valle
Tipo de agua que se trata	Domiciliar
Efluente dirigido hacia	Rio Guacalate
Tipo de planta	Lagunaje y Fito depuración
Tipo de tratamiento	Secundario
Población tributaria	2,100 habitantes

Coordenadas:

Longitud Norte:

14°27'21.01"

Longitud Oeste:

90°32'13.96

Tipos de aguas a tratar:

Ordinarias, domésticas,
procedentes de viviendas

Horas de trabajo:

24 horas al día
7 días a la semana

Tipo de tratamiento:

Secundario

Unidades de la PTAR:

- Caja de Captación
- Desarenador
- Canal de Rejas
- Sedimentadores tipo Imhoff
- Laguna facultativa
- Humedal artificial

Continuación del anexo 5.



PTAR SAN AGUSTIN

Información General:

La planta de tratamiento de aguas residuales San Cristóbal fue construida y desarrollada en los años 1998, la planta cuenta con un diseño de lagunaje y biofiltros que corresponde a un tratamiento secundario, actualmente la planta de tratamiento trata las descargas de aguas negras de Boca del Monte.

Ubicación:

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica en la Finca San Agustín las Minas Km 14. Municipios Villa Canales, Departamento de Guatemala.

CARACTERISTICAS GENERALES	
Ubicación	Finca San Agustín, Boca del monte km 14, Villa Canales
Tipo de agua que se trata	industrial/domiciliar
Caudal	6 l/s
Efluente dirigido hacia	Rio las Minas
Tipo de planta	lagunaje y Fito depuración
Tipo de tratamiento	Secundario
Población tributaria	48,400 habitantes
Periodo de retención lagunas anaerobias	5 días
Periodo de retención lagunas facultativas	5 a 10 días

Coordenadas:

Longitud Norte:

14°31'43.78"

Longitud Oeste:

90°31'27.69

Tipos de aguas a tratar:

Industrial, Ordinarias, domésticas, procedentes de viviendas

Horas de trabajo:

24 horas al día
7 días a la semana

Tipo de tratamiento:

Secundario

Unidades de la PTAR:

- Caja de Captación
- Desarenador
- Canal de Rejas
- Lagunas Facultativas
- Lagunas de maduración
- Desfogue

Continuación del anexo 5.

ULTIMO ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL SISTEMA (Diciembre 2018)			
Parámetro	Dimensional	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente
DQO	mg/L	721	911
DBO	mg/L	260	650
Nitrógeno Total	mg/L	38.4825	49.2193
Fosforo Total	mg/L	5.5793	5.9742
Sólidos Suspendidos	mg/L	200	300.0
Temperatura	°c	NR	NR
Grasas y aceites	mg/L	NR	NR
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	7.96	7.06
Arsénico	mg/L	NR	NR
cobre	mg/L	NR	NR
Mercurio	mg/L	NR	NR
Níquel	mg/L	NR	NR

PROGRAMA DE OPERACIÓN		
Unidad Tratamiento	Actividad	Frecuencia
Pre tratamiento	Limpiar rejillas	Tres veces al día. Mínimo diariamente
Lagunas Facultativa	Limpieza y extracción de lodos	Cada vez que este a un 100 % de su capacidad. Mínimo una vez al año.
Lagunas de maduración	Extracción de solidos suspendidos	Dos veces al día. Mínimo diariamente
pozo	Revisar funcionamiento Servicio menor y mayor	Diariamente Uno menor y uno mayor al año
Reportes operacionales	Confeción reportes y envío a autoridades	Anualmente
Mediciones de campo	Temperatura, pH, sólidos sedimentables, cauda	Una vez al mes como mínimo. Recomendable una vez a la semana.

Continuación del anexo 5.



PTAR SANTA ELENA BARILLAS

Información General:

La planta de tratamiento de aguas residuales Santa Elena Barillas, es de tipo biológico por gravedad, actualmente la planta de tratamiento trata la aguas residuales de la zona 1 y 2 de Santa Elena Barillas.

Ubicación:

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se ubica en el Km 38.5 Carretera CA-9 hacia Aldea Los Pocitos, 4ta Calle 1 Av. Santa Elena Barillas, Villa Canales.

CARACTERISTICAS GENERALES	
Ubicación	Km. 38.5 Carretera CA-9 hacia Aldea Los Pocitos
Tipo de agua que se trata	industrial/domiciliar
Caudal	15 l/s
Efluente dirigido hacia	Zanjón Santa Elena
Tipo de planta	Biológica, Sedimentadores
Tipo de tratamiento	Secundario
Población tributaria	15,089 habitantes

Coordenadas:

Longitud Norte:
14°24'9.08"
Longitud Oeste:
90°32'44.93

Tipos de aguas a tratar:

Industrial, Ordinarias, domésticas, procedentes de viviendas

Horas de trabajo:

24 horas al día
7 días a la semana

Tipo de tratamiento:

Secundario

Unidades de la PTAR:

- Caja de Captación
- Desarenador
- Canal de Rejas
- Sedimentador primario
- Sedimentador secundario
- Filtros percoladores

Continuación del anexo 5.

ULTIMO ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL SISTEMA (ABRIL 2019)

Parámetro	Dimensión	Resultado del Efluente	Resultado del Afluente
DQO	mg/L	1466	1763
DBO	mg/L	900	1250
Nitrógeno Total	mg/L	81.200	72.1385
Fosforo Total	mg/L	13.700	13.900
Sólidos Suspendidos	mg/L	460	810.0
Temperatura	°c	22.8	20.8
Grasas y aceites	mg/L	450.4	183.4
Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	7.45	8.31
Arsénico	mg/L	<0.0071	0.01376
cobre	mg/L	ND	ND
Mercurio	mg/L	ND	ND
Níquel	mg/L	ND	ND

Evaluación Técnica de PTAR del Municipio de Villa Canales

Nombre de PTAR: _____ Fecha: _____

Ubicación: _____

Estado: _____

En Operación: _____ Abandono: _____ Otro: _____

Administración: _____

Privada: _____ Pública: _____ AMSA: _____ Otro: _____

Año de construcción: _____ Caudal: _____

Manual de operaciones: _____

Si: _____ No: _____

Frecuencia de limpieza: _____

Horas de trabajo: _____

Donde desflota el efluente: _____

Tipo de tratamiento: _____

Primario: _____ Secundario: _____ Terciario: _____

Unidad de tratamiento preliminar: _____

Unidad de tratamiento primario: _____

Unidad de tratamiento Secundario: _____

Unidad de tratamiento Terciario: _____

Estado de los sistemas: _____

Elementos dañados: _____

Observaciones: _____

PROGRAMA DE OPERACIÓN

Unidad Tratamiento	Actividad	Frecuencia
Pre tratamiento	Limpiar rejillas	Tres veces al día. Mínimo diariamente
Sedimentador primario y sedimentador secundario	Limpieza y extracción de lodos	Cada vez que este a un 100 % de su capacidad. Mínimo una vez al año.
Sedimentador primario	Extracción de sólidos suspendidos	Dos veces al día. Mínimo diariamente
Filtros percoladores	Revisar funcionamiento	Diariamente Uno menor y uno mayor al año
Digestor de lodos	Extracción de lodos hacia patio de secados	Cada vez que este a un 100 % de su capacidad. Mínimo una vez al año
Reportes operacionales	Confección reportes y envío a autoridades	Mensualmente
Mediciones de campo	Temperatura, pH, sólidos sedimentables, cauda	Una vez al mes como mínimo. Recomendable una vez a la semana.

Fuente: Laboratorios PTAR.