



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS
DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO
URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**

Marlon Rafael Chipix Notz

Asesorado por el Ing. José Francisco Gómez Rivera

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS
DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO
URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARLON RAFAEL CHIPIX NOTZ

ASESORADO POR EL ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Inga. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Leonel Estuardo Godínez Alquijay
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocoj Barrientos
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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:

IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO,

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 30 noviembre de 2010.


Marlon Rafael Chipix Notz

Guatemala, 27 de abril del 2011.

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Me permito comunicarle, que he tenido a la vista el informe final del trabajo de graduación del estudiante **Marlon Rafael Chipix Notz**, carné universitario No. 2006-14972, titulado **IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**, y después de realizar las revisiones correspondientes, he encontrado que el mismo cumple con los objetivos planteados y además se ajusta al contenido indicado y autorizado según protocolo, procediendo por este medio a su aprobación final.

Atentamente,



Ing. José Francisco Gómez Rivera
Asesor
Colegiado No. 1665

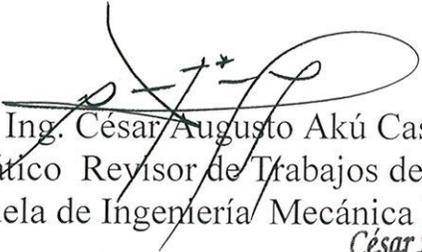
José Francisco Gómez Rivera
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 1665



REF.REV.EMI.100.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Marlon Rafael Chipix Notz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. César Augusto Akú Castillo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Guatemala, junio de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Marlon Rafael Chipix Notz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, septiembre de 2011.

/mgp



DTG. 369.2011.

El Decano 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 Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE ASPECTOS PRESUPUESTARIOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS DEL CASCO URBANO DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Marlon Rafael Chipix Notz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 4 de octubre de 2011.



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Fuente de misericordia, sabiduría y amor que mantuvo viva la llama de mi esperanza durante la carrera y me guió hasta la metra trazada.
Mis padres	Olivia Notz y Rafael Chipix por darme la vida y enseñarme a valorar cada esfuerzo de superación.
Mis abuelos	Ernestina Colaj (qepd.) por su legado buscando siempre a Dios e Isabel Notz, por su carisma y ejemplo de superación ante las adversidades.
Mis hermanos	Roselia, Edwin, Noemí, Marwin, Elvia y Miriam, por compartir la vida juntos y su apoyo en todas las etapas de ella.
Mi familia	Tíos, primos y sobrinos.
Mis amigos	Por los desvelos, éxitos y decepciones vividas durante nuestra formación, personas de gran ayuda y aprecio hacia mi persona.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por acompañarme, guardarme y sostenerme en todo momento de mi vida, otorgándome valor, fuerza, sabiduría y los medios para alcanzar mi meta.
- Mis padres** Por darme la vida y cuidarme desde pequeño pudiendo ver ahora el fruto de su esfuerzo poniendo en práctica los buenos valores que me enseñaron.
- Mis hermanos** Roselia, Edwin, Noemí, Marwin, Elvia y Miriam por su cariño y aprecio durante todos estos años de mi carrera que han sido de ausencia.
- Mis abuelos** Por darles la vida a mis padres y por corregirme como ellos mismos, y a la vez dando muestras de su cariño y aprecio.
- Mi familia** Primos, tíos y sobrinos por compartir momentos especiales de la vida juntos.
- Mis amigos** Porque nuestros sueños se vean culminados al llegar a esta etapa y hagamos valer los esfuerzos realizados como universitarios.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por todas las vivencias en esta casa de estudios y estos gloriosos cinco años de aprendizaje en el alma mater de este país.

Los ingenieros

Francisco Gómez y Arnaldo Tacam por el apoyo y la confianza depositada en mí, así como al claustro de catedráticos de la Facultad de Ingeniería y Escuela de Mecánica Industrial.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL DESTINO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO.	1
1.1. Desechos líquidos en el casco urbano de Chimaltenango	1
1.1.1. Datos históricos.....	2
1.1.2. Aspectos territoriales.....	3
1.1.3. Problemática de acumulación de desechos líquidos.....	10
1.2. Opciones que fueron consideradas	10
1.3. Análisis causa – efecto sin proyecto	13
1.4. Análisis causa – efecto con proyecto.....	17
2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ASPECTOS PRESUPUESTARIOS Y FINANCIEROS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS	23
2.1. Organización de la municipalidad de Chimaltenango	23
2.1.1. Organigrama Municipal	23
2.1.2. Tipos de relaciones laborales.....	24
2.1.3. Organización de la Dirección Municipal de Planificación	25
2.1.3.1. Funciones.....	27

2.1.4.	Proyectos que se administran.....	29
2.1.5.	Asignación presupuestaria.....	29
2.2.	Aportes.....	30
2.2.1.	De gobierno.....	31
2.2.2.	CODEDE (Consejo Departamental de Desarrollo).....	33
2.2.3.	Instituciones ministeriales e internacionales.....	34
2.3.	Reconocimiento de las Áreas.....	35
2.3.1.	Identificación y localización de las descargas.....	36
2.3.2.	Tamaño del área tributaria a la descarga actual.....	42
2.3.3.	Tamaño de la planta.....	47
3.	PROPUESTA DE LOS INSUMOS, RECURSOS ECONÓMICOS, HUMANOS Y ADMINISTRATIVOS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.....	51
3.1.	Plan de Administración, operación y mantenimiento.....	51
3.1.1.	Actividades agrupadas de plantas.....	52
3.1.2.	Costos previstos.....	53
3.1.2.1.	Personal administrativo y operativo.....	53
3.1.2.2.	Costos de operación y mantenimiento.....	55
3.1.2.3.	Calculo de sueldos y prestaciones.....	57
3.1.3.	Programa de ejecución física y financiera.....	63
3.1.4.	Supervisión y evaluación.....	65
3.1.4.1.	Supervisión.....	65
3.1.4.2.	Evaluación.....	66
3.1.4.3.	Recomendaciones.....	67
3.1.4.4.	Análisis Financiero.....	69

4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS, ASPECTOS FINANCIEROS Y LOS COSTOS TOTALES MENSUALES Y ANUALES.	73
4.1.	Presentación del la Estrategia de Administración	73
4.1.1.	Misión.....	73
4.1.2.	Visión	74
4.1.3.	Objetivos	74
4.1.4.	Plan operativo	75
4.1.5.	Descripción de puestos y funciones.....	80
4.1.6.	Perfiles de los aspirantes	83
4.2.	Descripción del plan de mantenimiento	85
4.2.1.	Plan de actividades	97
4.2.2.	Requerimientos de accesorios e insumos.....	98
4.2.3.	Manual de operación básica	100
4.2.4.	Programa de capacitación.....	109
4.3.	Presentación de costos en hojas electrónicas	113
4.3.1.	Costo total anual de Operación y Mantenimiento e imprevistos.	114
5.	SEGUIMIENTO PARA UN MODELO AJUSTABLE DE CONTROL Y PRESUPUESTOS PARA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS.	115
5.1.	Prueba piloto de la hoja electrónica de cálculos	115
5.2.	Análisis de la prueba piloto	115
5.3.	Correcciones de la hoja electrónica	116
5.4.	Actualización de manual de operación	116
5.5.	Reportes de estado de las plantas de tratamiento.....	116
5.5.1.	Reporte individual por planta.....	117
5.5.2.	Reporte general	117

5.6.	Plan de control y seguimiento del programa de actividades.....	118
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	121
6.1.	Situación ambiental y efectos del proyecto.....	121
6.1.1.	Descripción del medio ambiente actual del proyecto y su área de influencia.	122
6.1.2.	Breve descripción del proyecto.....	123
6.1.3.	Impactos adversos posibles y su evaluación.....	124
6.1.4.	Impactos positivos del proyecto.....	125
6.2.	Medidas de Mitigación.....	126
6.2.1.	Etapas del tratamiento de efluentes.....	126
6.2.1.1.	Pretratamiento.....	127
6.2.1.2.	Tratamiento primario.....	128
6.2.1.3.	Tratamiento secundari.....	129
6.2.1.4.	Tratamiento biológico aeróbico.....	130
6.2.1.5.	Tratamiento biológico anaeróbico.....	130
6.2.1.6.	Lagunas de estabilización.....	131
6.2.1.7.	Tratamiento terciario.....	132
6.2.1.8.	Desinfección.....	133
6.2.1.9.	Control de calidad.....	134
	CONCLUSIONES.....	137
	RECOMENDACIONES.....	139
	BIBLIOGRAFÍA.....	141
	ANEXOS.....	143

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Nomenclatura urbana de la ciudad de Chimaltenango	2
2.	Esquema de un Sistema de Tratamiento con Tanque Imhoff	12
3.	Árbol de problemas	14
4.	Árbol de objetivos.....	16
5.	Organigrama de la municipalidad de Chimaltenango.....	24
6.	Organigrama de la Dirección Municipal de Planificación.....	27
7.	Mapa de la Ciudad de Chimaltenango y las aldeas que conforman el municipio, remarcada la Carretera Interamericana	36
8.	Riachuelo Matuloj.....	37
9.	Riachuelo Ciénaga Grande	38
10.	Riachuelo Matuloj.....	39
11.	Riachuelo barranca grande	40
12.	Rio Itzapa	41
13.	Área determinada con software de fotografía aérea	42
14.	Área determinada con software de fotografía aérea	43
15.	Área determinada con software de fotografía aérea	44
16.	Área determinada con software de fotografía aérea	45
17.	Área determinada con software de fotografía aérea	46
18.	Avance en la construcción de la planta Ciénaga Grande.....	48
19.	Avance en la construcción de la planta Santa Isabel.....	49
20.	Avance en la construcción de la planta 2av. Final. Z. 3.	50
21.	Gráfica del flujo de efectivo para el año 2011	70
22.	Aplicación de agua con cal en el tanque Imhoff.....	86

23.	Limpieza de las rejas.	86
24.	Disposición de los desechos recolectados.	87
25.	Limpieza de los desarenadores.	88
26.	Limpieza de las paredes del tanque.	88
27.	Limpieza de la cámara de espumas.	89
28.	Limpieza de la caja de reunión.	89
29.	Extracción de lodos.....	91
30.	Extracción de lodos.....	92
31.	Protección adecuada para el operador.	93
32.	Limpiado del lecho filtrante.	93
33.	Extracción de la arena para ser lavada.....	94
34.	Reposición del lecho filtrante	94
35.	Limpieza de maleza dentro de los lechos de secado.....	95
36.	Lavado de las herramientas utilizadas.....	96
37.	Limpieza personal luego de realizar labores.....	96
38.	Vista transversal de un tanque Imhoff.....	100
39.	Esquema de los elementos mencionados y su forma física.	101
40.	Tanque Imhoff.....	102
41.	Cámara de espumas.....	103
42.	Cámara de digestión.....	103
43.	Caja de Reunión	104
44.	Lechos de Secado	105
45.	Arranque del sistema.....	106
46.	Apertura de la válvula de paso del emisor.	107
47.	Descripción de la vestimenta y accesorios para protección.....	108
48.	Hoja de cálculo Excel con los costos.....	113

TABLAS

I.	Cobertura de la Red de Drenajes.....	1
II.	Matriz de Marco Lógico	21
III.	Resumen de los aportes que realiza el gobierno para las municipalidades y la distribución en su ejecución	32
IV.	Costo de materiales y herramientas a utilizar para el funcionamiento y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff.	56
V.	Sueldos devengados por los trabajadores de la planta.....	58
VI.	Resumen de los sueldos y prestaciones con total anual por cada empleado.....	61
VII.	Pago de sueldos y prestaciones para un año completo de labores	62
VIII.	Flujo de efectivo primer semestre 2011	63
IX.	Flujo de efectivo segundo semestre 2011	64
X.	Plan Operativo Anual 2011.....	76
XI.	Plan de actividades	77
XII.	Requerimiento de herramientas e insumos y su compra estimada	99
XIII.	Extracción de lodos en función de la temperatura de la localidad	107
XIV.	Inventario de las herramientas y materiales bajo responsabilidad del operador	119
XV.	Registro de las actividades realizadas por el Operador	121
XVI.	Contexto de desarrollo habitacional	122
XVII.	Características del área de influencia	122
XVIII.	Actividades próximas	123

XIX.	Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores	143
XX.	Frecuencia de toma de muestras.....	143
XXI.	Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno para descargas al alcantarillado público	144

GLOSARIO

Afluente	Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.
Aguas servidas	Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.
Alcantarillado público	Es el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.
Cámara de digestión	Unidad de los tanques Imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos.
Cámara de sedimentación	Unidad del tanque Imhoff, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables.
Caudal	Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m ³ /seg.

Coliformes fecales	Es el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.
Cuerpo receptor	Embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.
Deshidratación de lodos	Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.
Efluente	Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.
Infiltración	Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.
Lecho de lodo	Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque Imhoff.
Lodos	Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque Imhoff y que son evacuados a un lecho de secado.

Nata	Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque Imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.
Efectividad del Hidrógeno (pH)	Concentración de iones de hidrógeno.
Servicios públicos municipales	Aquellos que, de acuerdo con el Código Municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.
Sólido sedimentable	Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.
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

Las plantas de tratamiento son el medio por el cual las aguas servidas pueden desfogarse hacia corrientes de agua como lo son los ríos, pero con un nivel de contaminación menor del que inicialmente tienen para ayudar al ambiente y no contaminar estas fuentes de agua, las cuales se encargan de terminar con la purificación de forma natural para que pueda ser reutilizada y así colaborar con la conservación del manto acuífero del área de Chimaltenango.

Es necesario destacar que para poner en marcha las plantas, es indispensable administrar los recursos económicos, humanos y físicos con que se cuentan de una manera eficiente para aprovecharlos al máximo en beneficio de las comunidades que contarán con este servicio.

Los elementos que deben tomarse en cuenta para hacer funcionar cada planta son: el origen de los recursos financieros, ya que es necesario contar con fondos para la compra insumos útiles para la operación y mantenimiento de las instalaciones; el pago de un salario justo para los trabajadores que deben involucrarse y que estarán directamente involucrados en el funcionamiento de la planta, como lo serán un operador y un supervisor; así como también se debe contemplar los parámetros de operación y mantenimiento que serán ejecutados por los trabajadores.

Seguidamente de determinar los costos individuales ha de definir un costo total mensual y anual para que la municipalidad y el Concejo Comunitario de Desarrollo en conjunto, dividan los gastos en forma proporcional para mantener en óptimas condiciones el sistema para extender su vida útil.

OBJETIVOS

General

Elaborar el plan administrativo en conjunto con los requerimientos de recursos humanos que deben utilizarse y presupuestar los costos, que implicará el funcionamiento de las cinco plantas de tratamiento que la municipalidad debe financiar y mantener.

Específicos

1. Determinar por medio de un estudio financiero los gastos en que incurrirá cada planta, tomando en cuenta las variantes que dependen de la ubicación y envergadura de la misma.
2. Establecer un modelo presupuestario y de flujo mensual y anual para las plantas, que pueda ser aplicado en proyectos futuros de esta naturaleza.
3. Definir los perfiles de puestos y tipo de mano de obra necesaria para mantener en funcionamiento las plantas, así como los insumos necesarios.
4. Realizar un plan de administración, operación y mantenimiento adecuado para las diferentes plantas de tratamiento de desechos líquidos.
5. Establecer guías para la supervisión, control y evaluación de las plantas de tratamiento de desechos líquidos.

6. Redactar instructivos básicos de operación del equipo que se utilizará en las distintas plantas de tratamiento de desechos líquidos.

INTRODUCCIÓN

Existen muchas necesidades en las diferentes poblaciones de las zonas urbanas de nuestro país, una de ellas es el tratamiento de las aguas residuales, que de no ser así, representan un serio problema para el medio ambiente y por la salud de las personas que viven cerca de la desembocadura de estos desechos líquidos. Este tipo de proyecto también beneficia al proceso de reutilización del agua, ya que de forma natural las corrientes de los ríos son las que llevan a cabo este proceso, pero debido a la cantidad de población, esta alternativa se hace insuficiente y es entonces donde las plantas de tratamiento entran a jugar un papel muy importante dentro del ecosistema, para acelerar el proceso de purificación del agua y así evitar brotes de enfermedades y contaminación ambiental.

Como todo proceso administrativo, este representa la obligación de la elaboración de la planificación estratégica, técnica, financiera y metódica, organización, dirección y control, es aquí donde surge la oportunidad para el estudiante de Ingeniería Industrial interesado en poner en práctica las habilidades adquiridas en el transcurso de la carrera para la elaboración de un proyecto de análisis financiero - presupuestario, administración y operación de plantas de tratamientos de desechos líquidos.

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL DESTINO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHIMALTENANGO.

1.1. Desechos líquidos en el casco urbano de Chimaltenango

En la actualidad existe una red de drenajes que se encargan de recolectar los desechos líquidos tanto de las calles como de los hogares de las familias chimaltecas, aunque no todos los hogares y sectores tienen acceso al servicio de drenajes según un estudio realizado por una entidad gubernamental, con el cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla I. Cobertura de la Red de Drenajes

Tipo de servicio	No. de hogares	% de hogares
Viviendas con servicio sanitario de uso exclusivo conectado a red de drenaje.	7 527	52,39
Viviendas con servicio sanitario de uso exclusivo conectado a fosa séptica.	713	4,96
Viviendas con servicio sanitario de uso exclusivo excusado lavable.	339	2,36
Viviendas con servicio sanitario de uso exclusivo letrina o pozo ciego.	3 991	27,78
Viviendas con servicio sanitario de uso compartido conectado a red de drenaje.	706	4,91
Viviendas con servicio sanitario de uso compartido conectado a fosa séptica.	41	0,29
Viviendas con servicio sanitario de uso compartido excusado lavable.	36	0,25
Viviendas con servicio sanitario de uso compartido letrina o pozo ciego.	390	2,71
Total de hogares	13 743	95,66

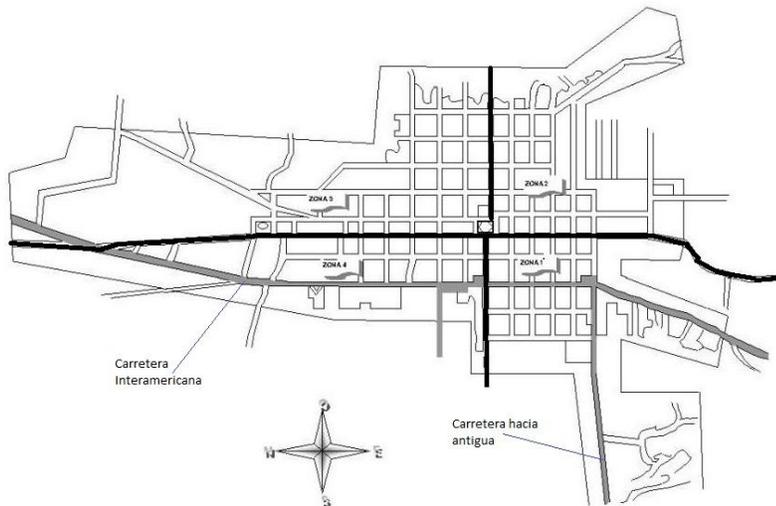
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, XI Censo de Población y VI Habitación 2002.

Con la tabla anterior se deduce que el 4.43% de los hogares del municipio de Chimaltenango no tienen acceso a ningún tipo de servicios sanitario.

1.1.1. Datos históricos

Según lo expresado por el Coordinador de la Dirección Municipal de Planificación, Ingeniero Civil Ludvin Arnaldo Tacam Cúmez, la cabecera municipal de Chimaltenango cuenta con tres sistemas de drenajes sanitarios, los cuales descargan las aguas residuales en tres puntos diferentes. Así, el primer sistema está constituido por la parte Sur del municipio, el cual descarga sus aguas residuales en la quebrada denominada “El Rastro”. El segundo sistema cubre un sector que comprende el Nor-Este del municipio y drena hacia el riachuelo Matuloj de la sub-cuenca del río Pixcayá. El tercer sistema drena la zona Oeste de la ciudad, desfogando actualmente en el río Barranca Grande (afluente del río Guacalate), en jurisdicción del municipio de El Tejar.

Figura 1. **Nomenclatura urbana de la ciudad de Chimaltenango**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Actualmente, el tercer sistema mencionado, descarga en un área que es jurisdicción del municipio del Tejar, la cual obviamente no recibe ningún tratamiento sanitario, por lo tanto provoca malos olores, proliferación de mosquitos y zancudos en los alrededores de ésta, ocasionando malestar en los vecinos, al extremo de elevar sus protestas ante las autoridades municipales de Chimaltenango.

En virtud de lo anterior, la municipalidad de Chimaltenango, consciente de la problemática que representa dicha situación y con el afán de fortalecer los planes de saneamiento de la población, en conjunto con el gobierno y las comunidades beneficiadas, ha iniciado la construcción de cinco plantas de tratamiento en puntos estratégicos para responder a las necesidades ya mencionadas.

Evidentemente para el saneamiento general de la cabecera municipal de Chimaltenango, es necesaria la implementación de un plan maestro de saneamiento que incluya estudios para otras áreas que no han sido consideradas aún.

1.1.2. Aspectos territoriales

- **Fisiografía**

El territorio de Chimaltenango pertenece al complejo montañoso que se desprende de la cordillera que atraviesa longitudinalmente todo el continente americano desde Alaska hasta los Andes de Sudamérica y que en Centroamérica se denomina la Sierra Madre. Cuenta con los majestuosos volcanes de Agua, Acatenango y de Fuego.

El departamento de Chimaltenango está ubicado dentro de las coordenadas cartesianas 14° 31' 21" latitud Norte y 90° 49' 21" longitud Oeste. Con una extensión territorial de 1,979 metros sobre el nivel del mar (3,900 MSNM en el volcán de Acatenango hasta cerca de 300 MSNM en la parte sur del departamento). Se sitúa en la región central de la República de Guatemala a una distancia de 54 kilómetros de la ciudad capital. Limita al Norte, con los departamentos de Quiché y Baja Verapáz; al Sur, con los departamentos de Escuintla y Suchitepéquez; al Oriente, con los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez; y al Occidente con el departamento de Sololá.

- Suelos

Los suelos de Chimaltenango pueden clasificarse en cuatro grupos:

- Suelos de las Montañas Volcánicas: localizados a elevaciones mayores de los 2,500 MSNM. Se caracterizan por ser suelos superficiales y profundos que tienen un alto contenido de materia orgánica.
- Suelos de la Altiplanicie Central: son los de mayor proporción del departamento. Las siete series de suelo de este grupo tienen un subsuelo café amarillento o café rojizo y se desarrollan sobre ceniza volcánica de color claro.
- Suelos de Declive del Pacífico: estos agrupan a los suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, suelos poco profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro y suelos desarrollados sobre material volcánico.

- Clases de Misceláneas de Terreno: incluyen áreas donde no domina ningún tipo particular de suelo y donde alguna característica geográfica u otro factor limitan el uso continuado del terreno, como las áreas fangosas, cimas volcánicas y suelos de los valles no diferenciados.
- Hidrografía

El departamento de Chimaltenango cuenta con los siguientes ríos que fluyen al Océano Pacífico:

- Río Madre Vieja: tiene su origen en las montañas del municipio de Tecpán-Guatemala, sirviendo de límite entre los departamentos de Chimaltenango y Sololá. Desemboca finalmente en las costas del departamento de Escuintla.
- Río Coyolate: nace en la jurisdicción del municipio de Tecpán-Guatemala; se desliza por la cañada de los volcanes de Acatenango y Atitlán y desemboca en las costas del departamento de Escuintla.
- Río Guacalate: nace en el departamento de Chimaltenango y atraviesa el departamento de Sacatepéquez. El río Pensativo cerca del municipio de Ciudad Vieja en el departamento de Sacatepéquez, se une al río Guacalate.

- Condiciones climáticas

El departamento de Chimaltenango se caracteriza por tener un clima templado, con temperatura promedio de 19 grados centígrados. Durante la época lluviosa hay un período de sequía fuerte, denominado “canícula”, que incide directamente en el rendimiento de los cultivos, además de ser una limitante para el mes de noviembre a abril, regularmente ocurren algunas lluvias que se consideran normales; pueden ocurrir heladas en la región de Tecpán en estos meses. Esta época tiene relevante importancia porque en ella es cuando se operan cambios bruscos en el uso del suelo, como lo es el hecho de aprovechar la humedad residual del mismo para el cultivo de hortalizas.

- Zonas de vida

De acuerdo a la clasificación de zona de vida de Guatemala, basada en el Sistema Hollridge, el departamento de Chimaltenango posee cuatro condiciones bioclimáticas:

- Bosque Húmedo Subtropical, localizado al Norte, cerca del Motagua
- Bosque muy Húmedo Montano bajo Subtropical, que se encuentra en los alrededores de Tecpán-Guatemala
- Bosque Húmedo Montano Subtropical, que predomina en la mayor parte del departamento
- Bosque muy Húmedo Subtropical, en la parte Sur del Departamento

- Flora y fauna

De ser un departamento totalmente montañoso, en Chimaltenango pueden apreciarse zonas topográficas como las formadas por tierras bajas al norte en el valle del río Motagua, unido al río Pixcayá. En esta área predomina la vegetación de tipo chaparral espinoso, cactus y otras.

La zona intermedia y más extensa del departamento de encuentra a una elevación promedio de 2,000 MSNM, constituyéndose la altitud más baja en San Miguel Pochuta con 213 MSNM, y la más alta en Tecpán-Guatemala, con un promedio de 2,350 MSNM. Debido a la variedad de elevaciones y topografía, Chimaltenango posee un clima que varía de frío hasta cálido, predominando el clima templado con temperaturas promedio de 19 grados centígrados.

Por ello, los pinos, cipreses, encinos y álamos también son característicos del lugar. Abundan las aves y el color de la iluminación natural varía de acuerdo con el cambio de la estación anual.

La zona donde se desarrolla la exuberante vegetación de la selva subtropical húmeda, corresponde al extremo meridional, hacia el este del río Madre Vieja y al Sur de los municipios de Yepocapa y Pochuta.

La extensión territorial del departamento de Chimaltenango es de 1,979 Km², lo que equivale al 1.8% de la extensión total del país. La cabecera departamental lleva el mismo nombre. Se divide en 16 municipios.

- Uso potencial de la tierra

En la región central constituida por los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Escuintla, el 28% de la tierra tiene vocación agrícola con ninguna o pocas limitaciones. En el departamento de Chimaltenango, este tipo de suelo se encuentra en un 20% del territorio (38 Km²) principalmente en los municipios de Chimaltenango, El Tejar y Patzicía.

Las tierras que sólo son aptas para bosques de protección, cubren el 13% de la región. El departamento de Chimaltenango posee la mayor extensión en este tipo de tierras (617 Km²), distribuidas en los municipios de Acatenango, Pochuta y Yepocapa principalmente.

El 30% de la tierra de la Región Central son suelos con vocación “agrícola con limitaciones”, de los cuales Chimaltenango posee un 11% (233 Km²) y se encuentran en los municipios de Tecpán-Guatemala, Zaragoza y San Martín Jilotepeque entre otros.

Los suelos aptos para bosques de producción, sólo cubren el 7% de la región central, la mayor extensión (400 Km²), se encuentra en el departamento de Chimaltenango principalmente en el municipio de San Martín Jilotepeque.

- Uso actual del suelo

La distribución del uso de las 120,200 Has. de tierras agrícolas en Chimaltenango es la siguiente: el 26.57% se destina a la producción de hortalizas, 0.29% para frutales, 41.6% para granos básicos, 9.98% para ganadería, 9.7% para cultivos permanentes, 11.86 para otros.

Es común también encontrar bosques de coníferas y latifoideas; ambos se explotan, los primeros en la industria de la madera y leña y los segundos para producir carbón y leña.

- Atractivos turísticos y sitios naturales

Chimaltenango se caracteriza por contar con sitios de potencial turístico adecuados para el ecoturismo y turismo cultural. Entre ellos figura el Lago de los Cisnes, los palacios de Iximché, los bosques nubosos que comunican con los municipios de Patzún y San Miguel Pochuta, (estos bosques son áreas de conservación y protección) y los volcanes de Agua, Fuego y Acatenango. Además cuenta con paisajes naturales como los afluentes del río Motagua.

- Áreas de protección y conservación

En el departamento de Chimaltenango existen actualmente cuatro áreas de protección identificadas, de las cuales una ya está legalmente constituida y tres se encuentran en proceso de aprobación, siendo ellas: Parque Nacional Los Aposentos, San Rafael Pixcayá, Tecpán (Astillero municipal) y Xayá (Fuente: Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP-. 1999)

1.1.3. Problemática de acumulación de desechos líquidos

La cabecera municipal de Chimaltenango cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo sus vertidos son desfogados sin ningún tratamiento, en quebradas que son afluentes de distintas corrientes de aguas: el riachuelo Matuloj, el río Barranca Grande y el río Guacalate; que es el más afectado debido a su extenso cauce que atraviesa no sólo el poblado de Chimaltenango sino también otros municipios, incluso de otros departamentos, además de la quebrada del Rastro, cuyo afluente afecta las aguas del parque nacional Los Aposentos y contribuye a la contaminación de dichos cuerpos de agua y expone así, la salud de los pobladores, principalmente a los que habitan los márgenes de los ríos y riachuelos mencionados, afectando sensiblemente y principalmente a la población infantil.

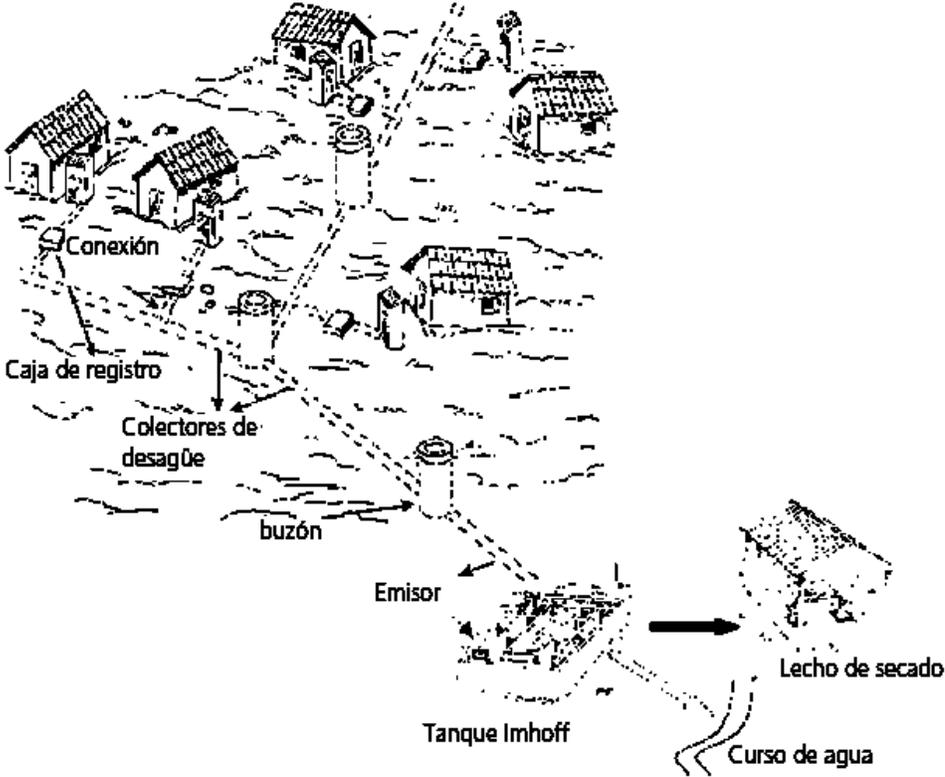
1.2. Opciones que fueron consideradas

Debido a que las descargas se harán hacia distintos ríos, se diseñaron las plantas de tratamiento con el objetivo de mejorar las condiciones de salud de las poblaciones en las que se localizan aguas debajo de dichas descargas. Bajo esta premisa se efectuó el siguiente análisis:

- Se consideró la utilización de un sistema construido por: caja derivadora de excedencias y canal de rejas, una planta convencional con sistema de sedimentadores y filtros percoladores, sin embargo, se determinó que el tratamiento con dicho sistema ocupa un área relativamente pequeña pero requiere un mayor nivel de operación, que es posible siempre y cuando se capacite al personal que operará la planta. En cuanto a la calidad de agua del efluente, este sistema puede reducir las condiciones DBO_5 del agua residual, pero su eficiencia en cuanto a remoción de organismos patogénicos es bastante baja.
- La segunda opción fue la utilización de un sistema de lagunas de estabilización, tomando en cuenta que proporcionan un mejor nivel de calidad de agua de efluente, principalmente en lo que respecta a la eliminación de patógenos y que se tiene un área disponible para ubicarlas; así mismo este sistema es de operación y mantenimiento sencillo.
- Como tercera opción y que finalmente es la que se implementará, se contempló la utilización de tanques Imhoff, es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

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 remoción de arena.

Figura 2. Esquema de un Sistema de Tratamiento con Tanque Imhoff



Fuente: FONCODES, Operación y mantenimiento de tanques Imhoff. Lima, 2000

1.3. Análisis causa – efecto sin proyecto

Para realizar este análisis se utiliza el enfoque de Marco Lógico que es una técnica para la conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de programas y proyectos, usando distintas herramientas para complementarlo:

- **Árbol de problemas:**

Es una herramienta visual de análisis que debe ser utilizada para identificar con precisión al problema objeto de estudio, a través de él se especifican e investigan las causas y los efectos del problema a plantear en la tesis o monografía, además de destacarse las relaciones entre ellas.

- **Árbol de Objetivos:**

El árbol de objetivos es un procedimiento metodológico que permite describir la situación futura que prevalecerá una vez resueltos los problemas e identificar y clasificar los objetivos por orden de importancia visualizando en un diagrama las relaciones medios y fines.

- **Matriz de Marco Lógico:**

Herramienta para la conceptualización, el diseño, la ejecución, el seguimiento del desempeño y la evaluación del proyecto. La Matriz de Marco Lógico (MML) se utiliza en todas las etapas y por ello debe ser modificada y mejorada a lo largo del diseño y ejecución.

- Diagnostico del problema

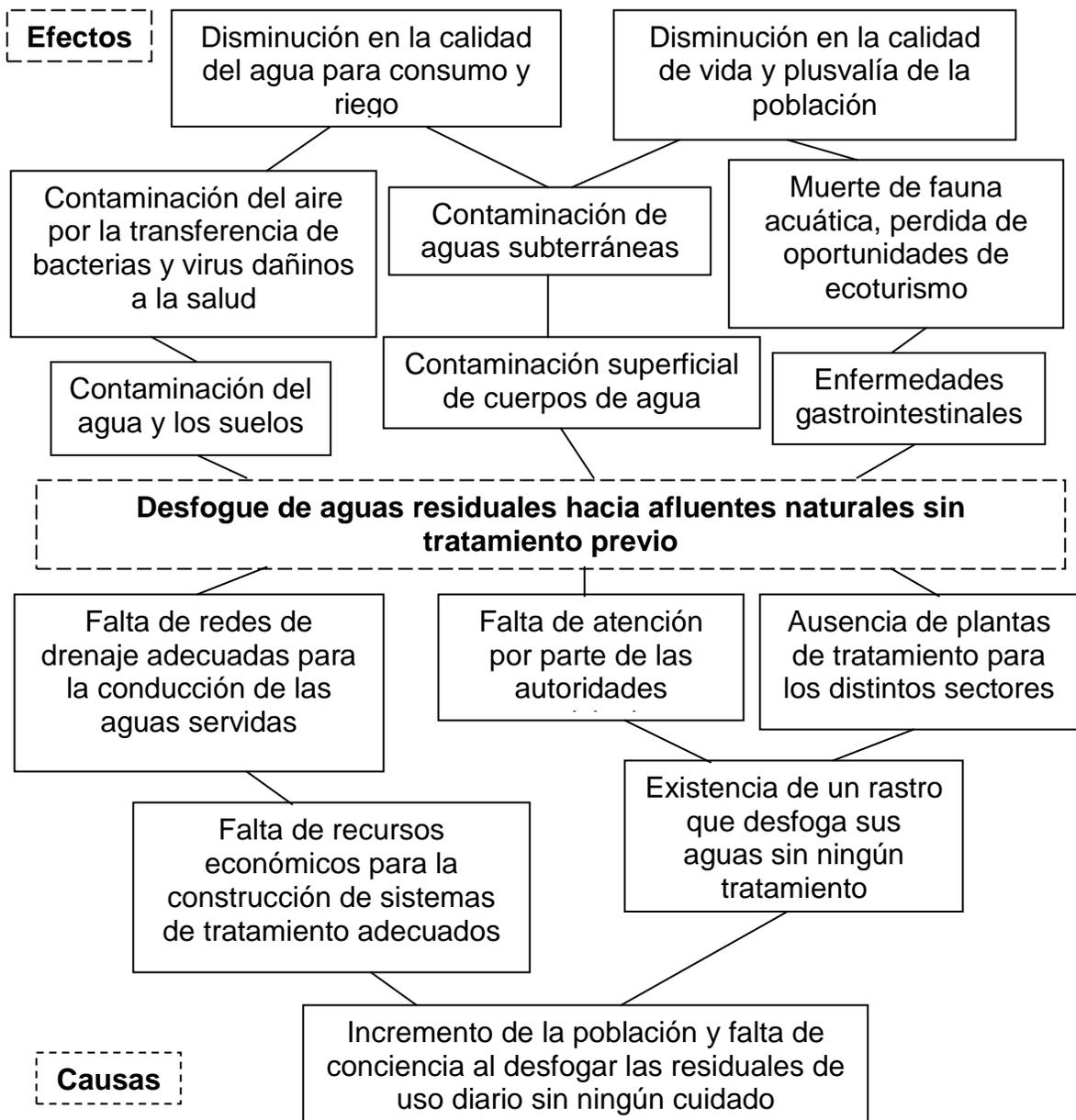
La ciudad de Chimaltenango, debido a sus características topográficas y al desarrollo de proyectos de alcantarillado que diferentes administradores municipales han ejecutado a la fecha, cuenta con tres colectores principales que drenan las redes de alcantarillado de tres sectores importantes:

- Un sector que drena actualmente la zona Sur de la cabecera y que desfoga en la quebrada “El Rastro”.
- Un segundo sector que drena la zona Nor-Este de la ciudad y drena hacia el riachuelo Matuloj de la sub-cuenca del río Pixcayá.
- El tercero que drena la zona Oeste de la ciudad, desfogando actualmente en el río Barranca Grande (afluente del río Guacalate), en jurisdicción del municipio El Tejar.

Dichos desfogues no cuentan con ningún tratamiento adecuado de las aguas servidas, previo a verterlas al afluente de distintos ríos y riachuelos como el río Guacalate que atraviesa un área aproximada de 400 km², que durante su recorrido es receptor de las aguas servidas de todas las poblaciones que se localizan en la cuenca, tales como: Chimaltenango, San Andrés Itzapa, Antigua Guatemala, Ciudad Vieja, etc., presentando en la medida de su recorrido, una mayor carga de contaminantes que evidentemente, afecta directa o indirectamente la salud de los pobladores de la cuenca y consumidores potenciales de sus productos agrícolas de consumo directo que reciben riego de dichas aguas.

El riesgo de que las aguas servidas de la población de Chimaltenango, no reciban ningún tratamiento previo a verterlas en los diferentes afluentes de los ríos circundantes se analiza en el siguiente árbol de problemas:

Figura 3. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

- Convenientemente en las áreas de estudio no existen fábricas e industrias que generen aguas industriales que requieran tratamiento especial. En la zona existe la panificadora Bimbo, que genera desechos de residuos de aceites, emulsiones de aceites y grasas principalmente, para lo cual se recomienda el uso de una planta de incineración especial y relleno de seguridad para los desechos sólidos. Para el caso de las aguas residuales se recomienda el uso de una fosa séptica y trampa de grasas, previo a ingerirla en el sistema de alcantarillado cercano.
- Aunque no es objeto de este proyecto, se recomienda que para el caso del Rastro se efectúe un estudio especial para el diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales, previo a verterlas hacia el río Guacalate.
- El problema afecta económicamente a la población al requerir medicina curativa y no preventiva, para atender las enfermedades provocadas por la falta de tratamiento de las aguas servidas, esto requiere de mayor inversión de la familia cuyo ingreso familiar es bastante bajo.

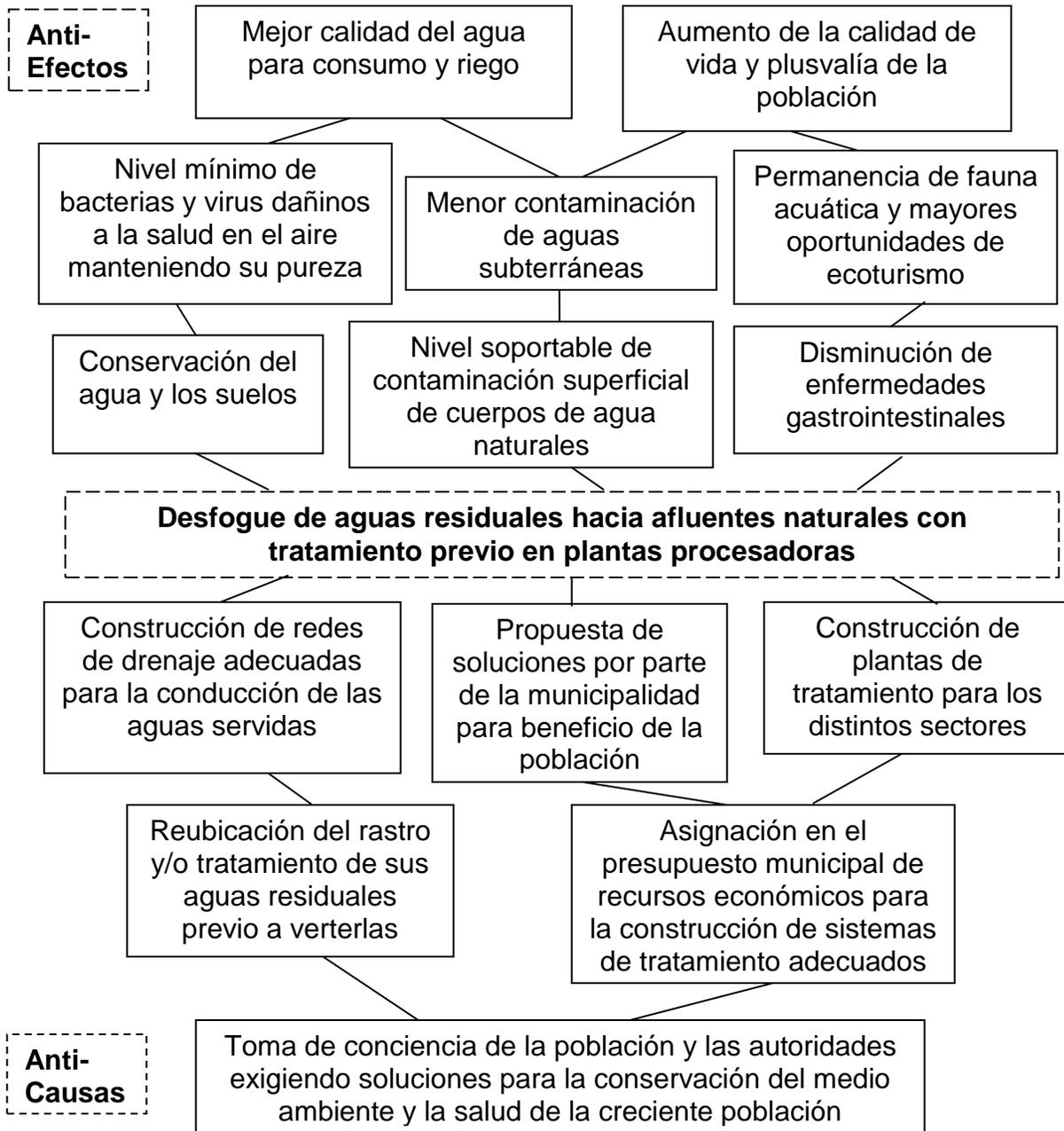
1.4. Análisis causa – efecto con proyecto

Con el objetivo de coadyuvar con el saneamiento de las zonas de descarga de los tres sistemas de drenajes de aguas residuales de la Ciudad de Chimaltenango y de las zonas de influencia, que en este caso son las cuencas de los ríos antes mencionados, se planteó la necesidad de modificar el sistema actual de desfogue construyendo nuevas línea de drenaje que distribuyan hacia las diferentes plantas las corrientes de aguas residuales para que sean tratadas.

Sin embargo, es necesario mencionar que, para que el proyecto tenga éxito, la municipalidad de Chimaltenango creó también un plan maestro de alcantarillado, que establece la implementación de un sistema de drenajes pluviales y sanitarios que funcionan separadamente. En tal sentido, actualmente la municipalidad está implementando un plan para separar las aguas pluviales, conduciéndolas a pozos de absorción donde se infiltrarán, contribuyendo a la recarga artificial de mantos acuíferos de la zona.

En la figura 4 se ilustra el árbol de objetivos, donde se plantea las posibles soluciones para la problemática que representa el no contar con un sistema adecuado de procesamiento de aguas residuales y los beneficios que la población obtendrá, enfatizando que la solución lógica y necesaria es la construcción y puesta en marcha cuanto antes de plantas de tratamiento en distintos sectores de la población respondiendo así a la urgencia para evitar un foco de contaminación dañino para la salud, flora y fauna, medio ambiente y recursos naturales de la población.

Figura 4. **Árbol de objetivos.**



Fuente: elaboración propia

- El saneamiento de las aguas y la conservación del medio ambiente contribuye a la población económicamente, al disminuir los casos de enfermedades gastrointestinales y de de la piel, al eliminar la contaminación por coniformes fecales y requerir únicamente medicina preventiva.
- Los sub-productos obtenidos de la planta de tratamiento posteriormente de la limpieza en las lagunas de estabilización, son los lodos orgánicos, que debidamente secados, constituyen un abono orgánico, que es posible comercializarlo, obteniendo ganancias para hacer autosostenible la operación y mantenimiento de la misma.

Actualmente se encuentran en construcción cinco plantas de tratamiento en distintos puntos que darán saneamiento a las aguas residuales de distintos sectores de la cabecera municipal de Chimaltenango y así evitar problemas futuros inherentes a la contaminación ambiental y recursos naturales y de salud derivados de usos del agua contaminada.

A continuación se presenta la Matriz de Marco Lógico en donde se analiza de manera conceptual la ejecución, seguimiento y evaluación de los resultados esperados al dar solución a la problemática con la medida seleccionada.

Tabla II. **Matriz de Marco Lógico**

RESUMEN	INDICADORES VERIFICABLES	FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPOSICIONES IMPORTANTES
<p>Objetivo general: Mejorar la calidad de vida de la población y conservar el medio ambiente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de familias beneficiadas. • Volumen de aguas tratadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos tabulados de encuestas para conocer las percepciones de la población. • Informes y mediciones del Operador y del Supervisor. 	<p>Apoyo financiero por parte del Consejo Departamental de Desarrollo correspondiente.</p> <p>Mantenimiento adecuado de las plantas para alargar su vida útil.</p>
<p>Objetivo del proyecto: Beneficiar a cada comunidad con una planta de tratamiento de desechos líquidos y un sistema de drenaje adecuado.</p>	<p>Cantidad de plantas de tratamiento finalizadas o en construcción.</p>	<p>Informe del Coordinador de Dirección Municipal de Planificación sobre las construcciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguimiento por parte de las autoridades municipales. • Buena administración de los recursos financieros.

Fuente: elaboración propia

Continuación Tabla II. **Matriz de Marco Lógico**

<p>Resultados del proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eliminar los desfogues de aguas a flor de tierra. • Disminución de la contaminación en los ríos y mantos acuíferos es menor. • Disminuir enfermedades gastro-intestinales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de drenajes subterráneos. • Nivel de contaminación en los ríos y mantos acuíferos expuestos. • Tasa de enfermedades gastro-intestinales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección por parte de la municipalidad sobre el uso de drenajes y la eliminación de desfogues a flor de tierra. • Resultados de las mediciones del INFOM. • Registros de enfermedades gastro-intestinales del Centro de Salud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de terrenos alejados de la población pero cercanos al cuerpo de agua para el desfogue. • Apoyo total por parte de las comunidades beneficiadas con mano de obra y aporte económico.
<p>Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incluir en presupuesto municipal la construcción y mantenimiento de las plantas de tratamiento. • Planificar y ejecutar el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asignar un rubro especial en el presupuesto municipal para la construcción y mantenimiento de las plantas de tratamiento. • Establecer un plan real con metas a corto plazo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación del proyecto ante el consejo municipal y la aprobación del mismo. • Verificar el cumplimiento de las etapas del plan y las estrategias que se están utilizando. 	<p>Los pobladores reconocen la importancia desfogar las aguas de manera subterránea hacia plantas de tratamiento que controlan de manera adecuada la carga de contaminación para evitar el brote de enfermedades gastro-intestinales.</p>

Fuente: elaboración propia

2. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS ASPECTOS PRESUPUESTARIOS Y FINANCIEROS PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS LÍQUIDOS

2.1. Organización de la municipalidad de Chimaltenango

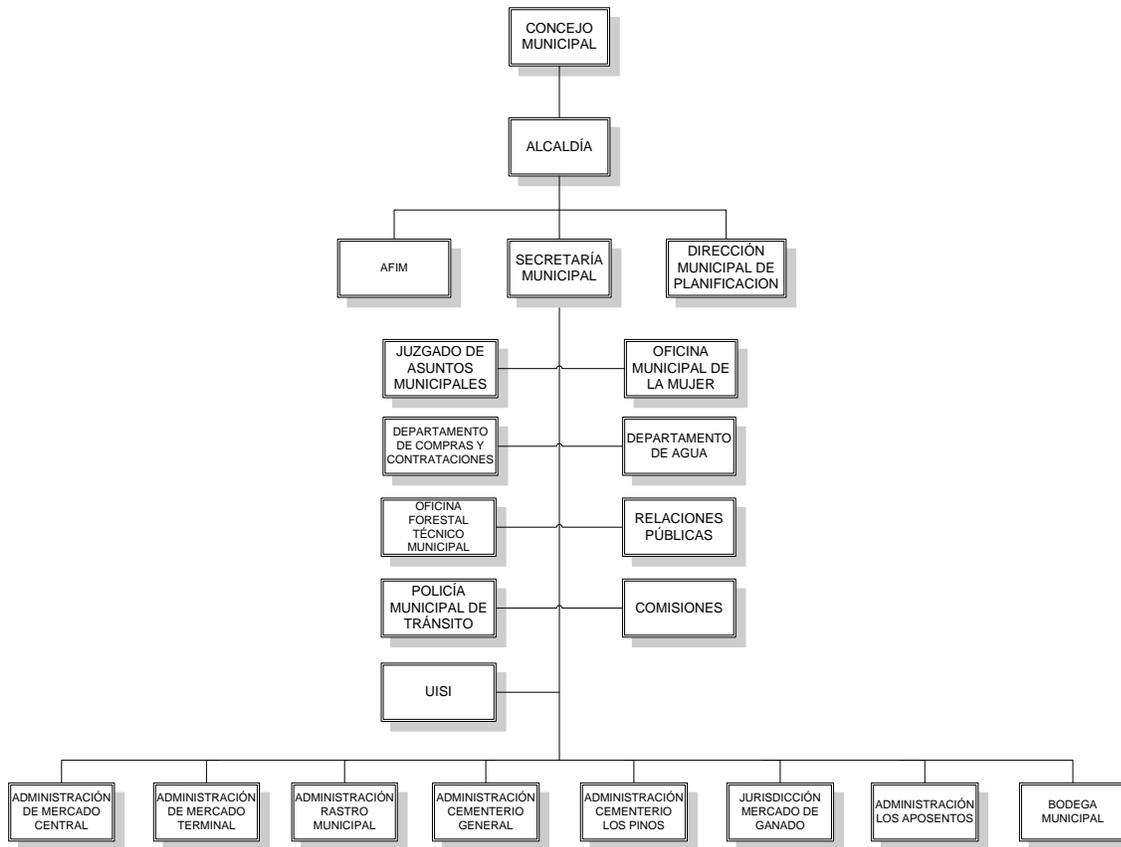
Gobierno municipal: el gobierno municipal será ejercido por un concejo el cual se integra con el alcalde, los síndicos y concejales, electos directamente por sufragio universal y secreto para un período de cuatro años pudiendo ser reelectos. Fuente: Constitución Política de la República, Artículo 254.

Como es bien sabido, la municipalidad se gobierna de forma autónoma y es conformada por distintas oficinas y departamentos auxiliares, que se ocupan de diferentes áreas para dar una atención a la población que va de acuerdo a sus necesidades como puede ser el Departamento de Agua, el Juzgado de Asuntos Municipales, la oficina Técnico Forestal o la propia Dirección Municipal de Planificación donde se centra este proyecto.

2.1.1. Organigrama Municipal

En la figura 5 se muestra el organigrama, que presenta la estructura administrativa actual de la municipalidad de Chimaltenango donde se puede observar claramente como el concejo y el alcalde ejercen un gobierno tomando decisiones en conjunto.

Figura 5. Organigrama de la municipalidad de Chimaltenango



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

2.1.2. Tipos de relaciones laborales

Existen básicamente dos tipos de relaciones entre los trabajadores y la municipalidad, las cuales son:

- Por planilla: a la vez se divide en dos subtipos, el primero es el personal permanente o de renglón 011, este tipo de personal por lo regular está contratado durante el tiempo que dura un período de gobierno municipal de cuatro años ya que luego de las elecciones para cambio de gobierno el partido que ha ganado la alcaldía ocupa los puestos con nuevo personal.

Hay situaciones en que algunos trabajadores continúan con el nuevo gobierno municipal debido a la experiencia y/o neutralidad de dicho trabajador, en todo caso si el alcalde actual es reelegido muy probablemente todos los trabajadores municipales conservaran su puesto, generalmente ocupan puestos administrativos.

El segundo subtipo de la planilla son los jornaleros, que son contratados por temporadas o por proyectos, y la duración varía desde un día hasta un año de labores, esta planilla está presente en el presupuesto municipal, normalmente estos trabajadores realizan trabajos de campo según requiera la municipalidad.

- Por Contrato: son trabajadores que no aparecen en la planilla, sino en el presupuesto municipal bajo el renglón 022, sus servicios son contratados por un año y su contrato puede ser renovado dependiendo de su desempeño y mutuo acuerdo entre el trabajador y la municipalidad.

Las relaciones laborales entre la municipalidad, sus funcionarios y empleados se rigen por la Ley de Servicio Municipal, los reglamentos que sobre la materia emita el Concejo Municipal, los pactos y convenios colectivos que suscriban de conformidad con la ley. De acuerdo al Código Municipal Decreto 12-2002, Título V: Administración Municipal, Capítulo III: Artículo 80.

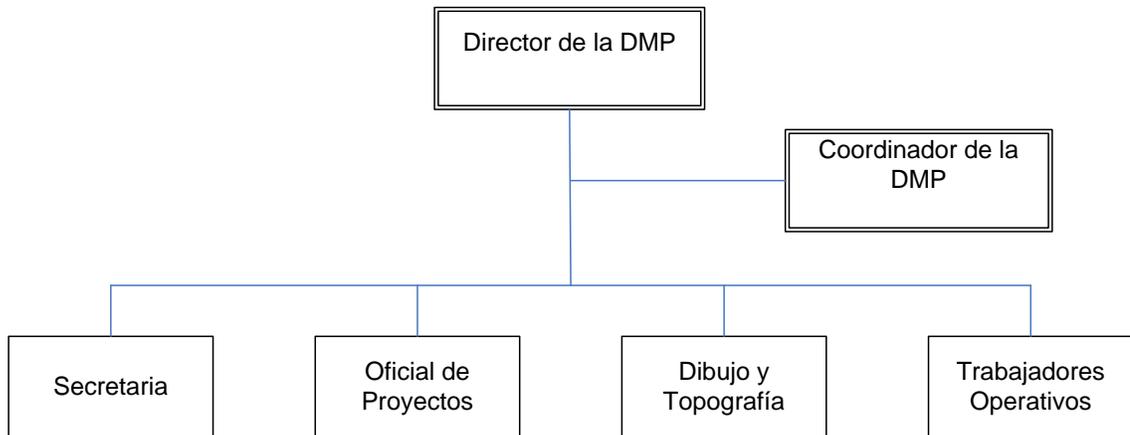
2.1.3. Organización de la Dirección Municipal de Planificación

Está conformada por personal técnico y operativo o de campo, antiguamente era conocida como la Oficina Municipal de Proyectos (OMP) pero según reformas recientes a al Código Municipal ahora es la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Esta organizada de la siguiente forma:

- Director: es el encargado de organizar y consolidar los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio.
- Coordinador: apoya a la DMP y se encarga de la parte técnica de los programas y proyectos generando información de estudios, cálculos, planos y demás soporte que le sea requerido.
- Secretaria: organiza y genera la documentación requerida tanto por el Director como por el Coordinador, necesaria para diferentes gestiones que tiene la DMP.
- Oficial de Proyectos: es el intermediario entre la DMP y la municipalidad además de las distintas entidades y ministerios para realizar trámites de papelería referente a los proyectos a realizar.
- Dibujante y Topógrafo: el Dibujante es el encargado de realizar planos, croquis y demás trabajos que le sean encargados por el Director y/o el Coordinador al igual que el Topógrafo que es el encargado de realizar estudios de suelos.
- Trabajadores Operativos: existen diferentes trabajos de campo que realizan como fontanería, albañilería, limpieza, etc. la cantidad de trabajadores puede variar y están a disposición tanto del Director como del Coordinador.

Figura 6. **Organigrama de la Dirección Municipal de Planificación**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

2.1.3.1. **Funciones**

Las funciones de la Dirección Municipal de Planificación están regidas por el Código Municipal que en el Título V: Administración Municipal, Capítulo V: Oficinas Técnicas Municipales, Artículo 95: Dirección Municipal de Planificación, describe lo siguiente:

El Concejo Municipal tendrá una Dirección Municipal de Planificación, que coordinará y consolidará los diagnósticos, planes, programas y proyectos de desarrollo del municipio. La Dirección Municipal de Planificación es responsable de producir la información precisa y de calidad requerida para la formulación y gestión de las políticas públicas municipales.

Así mismo el Código también establece las funciones de la Dirección Municipal de Planificación en el Título V: Administración Municipal, Capítulo V: Oficinas Técnicas Municipales, Artículo 96: Funciones de la Dirección Municipal de Planificación, de la siguiente manera:

- Cumplir y ejecutar las decisiones del Concejo Municipal en lo correspondiente a su responsabilidad y atribuciones específicas.
- Elaborar los perfiles, estudios de preinversión, y factibilidad de los proyectos para el desarrollo del municipio, a partir de las necesidades sentidas y priorizadas.
- Mantener actualizadas las estadísticas socioeconómicas del municipio, incluyendo la información geográfica de ordenamiento territorial y de recursos naturales.
- Mantener actualizado el registro de necesidades identificadas y priorizadas y de los planes, programas y proyectos en sus fases de perfil, factibilidad, negociación y ejecución.
- Mantener un inventario permanente de la infraestructura social y productiva con que cuenta cada centro poblado; así como de la cobertura de los servicios públicos de los que gozan éstos.
- Asesorar al Concejo Municipal y al Alcalde en sus relaciones con las entidades de desarrollo públicas y privadas.
- Suministrar la información que le sea requerida por las autoridades municipales u otros interesados con base a los registros existentes; y,
- Mantener actualizado el catastro municipal.

2.1.4. Proyectos que se administran

La Dirección Municipal de Planificación como tal no administra ningún proyecto de manera permanente, tiene participación principalmente al momento de la implementación y antes de ella, realizando estudios, cálculos y supervisando los trabajos ya que la mayoría de los proyectos que se realizan son de beneficio público y de ornato, por lo que no se obtiene una remuneración por el trabajo realizado que ingrese para uso de la Dirección. A nivel de municipalidad se puede mencionar la administración que realiza el Departamento de Agua, que sí tiene a su cargo la distribución de agua para toda la ciudad y debe velar por el mantenimiento de las bombas, pozos y tubería para asegurar el acceso al vital líquido para lo cual recibe una remuneración directa por parte de los usuarios.

Cabe mencionar que para el proyecto de las plantas, la municipalidad aporta trabajo y documentación técnica así como los terrenos donde se ubicarán, aunque los gastos de funcionamiento serán cubiertos de forma mancomunada por el Consejo de Desarrollo Departamental de Chimaltenango y la municipalidad.

2.1.5. Asignación presupuestaria

La DMP no cuenta con fondos asignados como tal, más bien está sujeta al presupuesto general de la municipalidad, quien plantea todos los proyectos posibles a ejecutar durante un año, tanto los que son ejecutados directamente por la administración municipal o bien como contrapartida, co-financiado con COCODES o CODEDES, FONAPAZ u otra institución las cuales poseen su propio presupuesto, por lo que la DMP se encarga de toda la planificación técnica y estudios para que los proyectos puedan ser justificados e integrados al presupuesto.

Cada municipalidad debe empezar el proceso de aprobación de su presupuesto ante el consejo municipal junto con el tesorero, el alcalde y la DMP, lo cual está normado por la Ley General de Presupuesto.

Este proceso debe iniciarse en el último trimestre de cada año y debe estar aprobado a más tardar el 15 de diciembre del año anterior a la fecha de ejecución del presupuesto, en caso de no lograrse la aprobación entra en vigencia el presupuesto del año anterior.

2.2. Aportes

Entre los ingresos por aporte que tiene la municipalidad para cubrir su presupuesto se puede mencionar primeramente el IUSI (Impuesto Único sobre la Renta), impuesto que anteriormente se manejaba a través del gobierno, que lo recaudaba por medio de la SAT (Superintendencia de Administración Tributaria) quien se encargaba de remitir un porcentaje a cada municipalidad, actualmente este impuesto se cobra directamente en tesorería municipal, del cual, el total recaudado se utiliza de la siguiente forma: el 70% se usa para financiar proyectos y el 30% para cubrir gastos administrativos.

Cuando se asigna fondos para la realización de un proyecto, la DMP actúa como intermediaria en la ejecución del aporte por parte de la municipalidad en coordinación con las demás entidades, que también aportan para la realización de proyectos con las que se trabaja de forma tripartita de la siguiente manera:

2.2.1. De gobierno

En el Artículo 257 de la Constitución Política de la República de Guatemala, se establece: el Organismo Ejecutivo incluirá anualmente en el Presupuesto General de Ingresos ordinarios del Estado, un diez por ciento del mismo para las municipalidades del país. Este porcentaje deberá ser distribuido en la forma en que la ley determine y destinado por lo menos en un noventa por ciento para programas y proyectos de educación, salud preventiva, obras de infraestructura y servicios públicos que mejoren la calidad de vida de los habitantes. El diez por ciento restante podrá utilizarse para financiar gastos de funcionamiento.

Además de esta asignación en el Presupuesto General de la nación existe una distribución de porcentajes que la ley establece sobre impuestos específicos para las 333 municipalidades del país que se describe a continuación:

- Por medio de la SAT (Superintendencia de Administración Tributaria) se recauda el impuesto denominado IVAPAZ (Impuesto al Valor Agregado para la Paz), que de un 100% que recibe la municipalidad el 25% se utiliza para cubrir los gastos de administración y el 75% para inversión en proyectos y obras públicas.
- El Impuesto de Circulación de Vehículos que se recauda cada año es aporte para la municipalidad que de un 100% el 97.5% se utiliza para obras públicas y el 2.5% restante para cubrir gastos de administración.
- Impuesto al petróleo. También es un aporte del cual el 100% se utiliza para inversión en obras públicas y proyectos.

Tabla III. **Resumen de los aportes que realiza el gobierno para las municipalidades y la distribución en su ejecución**

Origen del Aporte	Administración Municipal	Proyectos y Obras Públicas	Total
Situado Constitucional	10%	90%	100%
IVAPAZ	25%	75%	100%
Impuesto de Circulación de Vehículos	2,5%	97,5%	100%
Impuesto al Petróleo	0%	100%	100%
IUSI (recaudación local)	30%	70%	100%

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango.

Para establecer el monto sobre el situado constitucional a recibir por una municipalidad es necesario que ésta envíe cada año un informe acerca de todo lo ejecutado en gastos así como los ingresos percibidos.

A través del Ministerio de Finanzas se acredita a una cuenta única del tesoro propia de cada municipalidad en una agencia del sistema bancario (actualmente Banrural) de lo recaudado por parte del gobierno mensualmente.

2.2.2. Consejo Departamental de Desarrollo CODEDE

En la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, Capítulo I, Artículo 3, se establece lo siguiente: el objetivo del Sistema de Consejos de Desarrollo es organizar y coordinar la administración pública mediante la formulación de políticas de desarrollo, planes y programas presupuestarios y el impulso de la coordinación interinstitucional, pública y privada.

Así mismo la Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, Capítulo I, Artículo 9 define la estructura administrativa de la siguiente forma: es presidido y coordinado por el Gobernador departamental, el consejo lo conforman todos los alcaldes de los diferentes municipios del departamento además cuentan la participación de representantes de diferentes grupos étnicos, organizaciones de trabajadores, etc.

En el artículo 21 de la Ley en mención específica la manera en que el CODEDE puede obtener financiamiento por parte del gobierno para ejecución de obras de beneficio de la comunidad y mejorar las condiciones de vida, dicho artículo dice lo siguiente: el Consejo Departamental de Desarrollo debe presentar al Ministerio de Finanzas Públicas los requerimientos financieros para su funcionamiento, en el marco de la política financiera del Estado.

El CODEDE trabaja mancomunadamente con la municipalidad, apoyando generalmente en proyectos de gran envergadura, donde la municipalidad no puede cubrir el total de la inversión o tales casos en los que desarrolla proyectos de forma individual, donde la municipalidad únicamente tiene participación de forma administrativa, aprobando los permisos y demás requisitos para que la entidad pueda trabajar de forma libre.

El aporte del CODEDE para un proyecto mancomunado con la municipalidad y la comunidad es de un 85% del total de este. Presenta a SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación) un informe acerca de los proyectos que están dentro de la cartera de proyectos a ejecutar y que están comprendidos dentro del techo presupuestario asignado. De no ejecutar la totalidad de su asignación presupuestaria deberán regresar los saldos al banco de Guatemala y estos son asignados a fondo común, en determinadas ocasiones en caso de que la asignación no sea suficiente se puede optar a una asignación extraordinaria para cubrir los proyectos.

2.2.3. Instituciones ministeriales e internacionales

Fondo Nacional para la Paz (FONAPAZ) es una de las instituciones que en determinadas ocasiones aporta el total del valor de un proyecto en cuanto a materiales y mano de obra, en otras, la institución aporta los materiales y la municipalidad colabora con la mano de obra para la construcción como por ejemplo en la construcción de una escuela.

Los aportes para proyectos de gobierno son ejecutados por el ministerio al que corresponde dependiendo del tipo de proyecto a desarrollar por ejemplo: un hospital correspondería al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), una escuela al Ministerio de Educación (MINEDUC) o una carretera al Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda (MICIVI) aunque puede darse el caso en que se requiera alguna colaboración económica o de mano de obra por parte de la municipalidad.

Las embajadas de países que mantienen relaciones diplomáticas con el nuestro, también participan y aportan para proyectos de desarrollo.

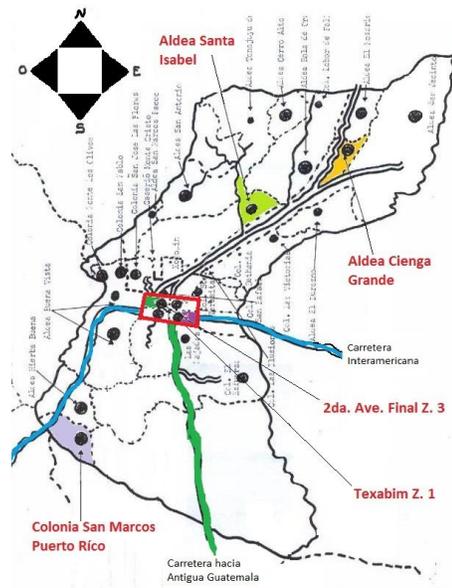
2.3. Reconocimiento de las Áreas

La figura 7 muestra el mapa donde están localizadas las cinco plantas en distintas áreas del de la ciudad Chimaltenango, debido a lo extenso de la imagen satelital se utiliza un mapa simple para facilitar la ubicación, en las posteriores referencias a estas áreas se utilizan imágenes de fotografía aérea.

Remarcado se encuentra el casco urbano central de la ciudad de Chimaltenango dividido dentro de sus cuatro zonas, y con texto de fuente roja está señalada la ubicación de cada planta siendo estas sin importar el orden:

- 2da. Avenida final Zona 3
- Aldea Ciénaga Grande
- Aldea Santa Isabel
- Texabim zona 1, lado norte Carretera Interamericana
- Colonia San Marcos Puerto Rico, km. 60 Carretera Interamericana.

Figura 7. Mapa de la Ciudad de Chimaltenango y las aldeas que conforman el municipio, remarcadas la Carretera Interamericana y Carretera hacia Antigua Guatemala



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

2.3.1. Identificación y localización de las descargas

El producto final de las diferentes plantas es el agua con un grado de contaminación menor al inicial que se descarga en las aguas de las corrientes de ríos, donde terminarán con el proceso de purificación de forma natural, a continuación en se mostrarán en fotografías de satélite la ubicación exacta de estas descargas.

- Descarga de la planta que cubre 2da. Avenida final Zona 3, Chimaltenango: en la figura 8 marcado con rojo se encuentra el curso que tendrá el desfogue hacia el área del río donde la planta ubicada a algunos metros descargará las aguas. La carretera que se visualiza al Sur-Este conduce a San Martín Jilotepéque hacia el Norte-Este.

Figura 8. **Riachuelo Matuloj**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Descarga de la planta que cubre Aldea Ciénaga Grande: en la figura 9 se encuentra marcado el curso que tendrá el desfogue hacia el área del río donde la planta ubicada a algunos metros descargará las aguas. La carretera que se visualiza al oeste conduce a San Martín Jilotepéque hacia el Norte.

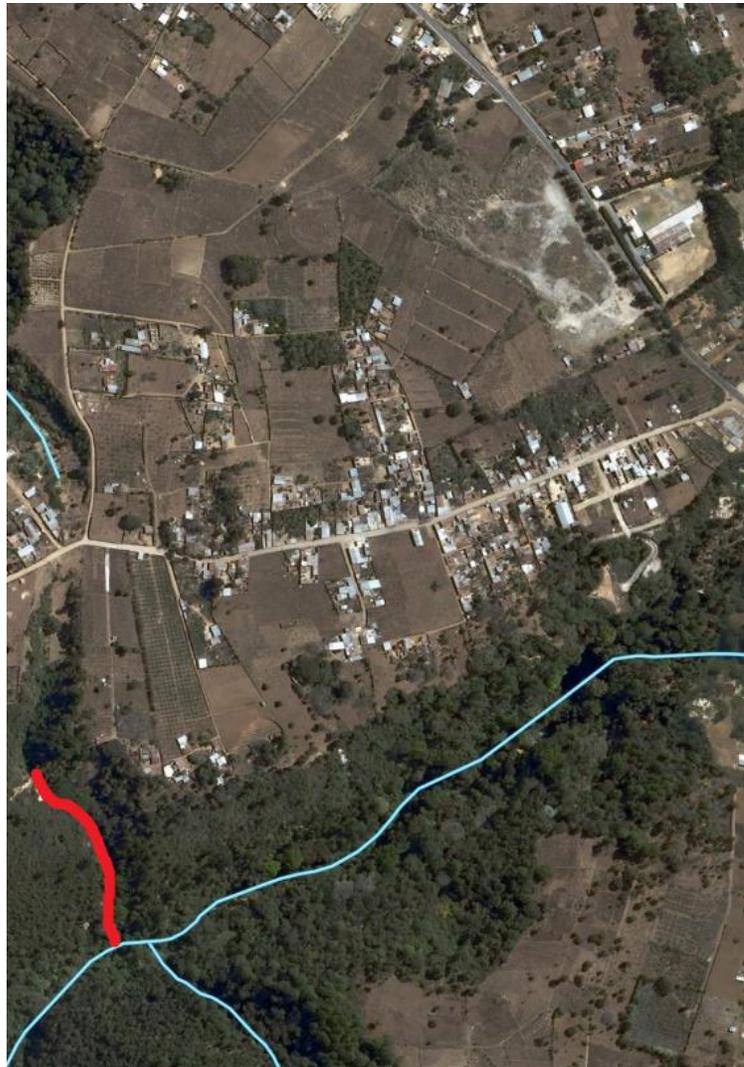
Figura 9. **Riachuelo Ciénaga Grande**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Descarga de la planta que cubre Aldea Santa Isabel: en la figura 10 se encuentra marcado el curso que tendrá el desfogue hacia el área del río donde la planta ubicada a algunos metros descargará las aguas. La carretera que se visualiza al sur-este conduce a San Martín Jilotepéque hacia el Noreste.

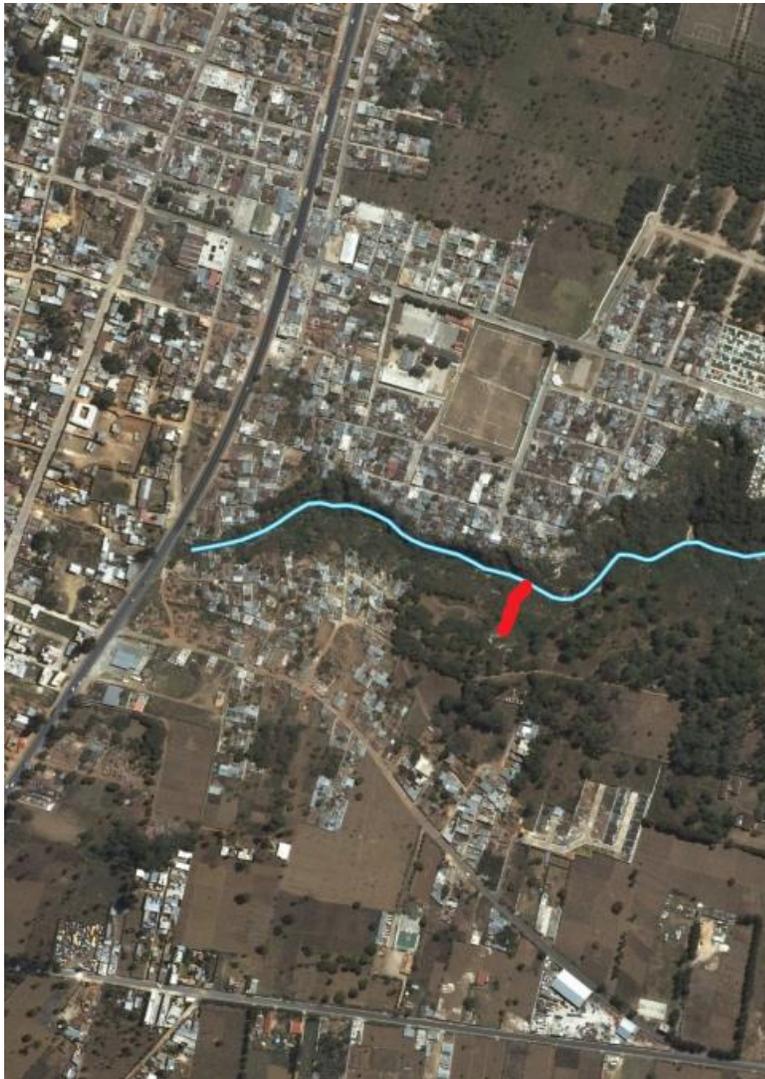
Figura 10. **Riachuelo Matuloj**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Descarga de la planta que cubre Texabim zona 1, lado norte Carretera Interamericana: en la figura 11 se encuentra marcado el curso que tendrá el desfogue hacia el área del río donde la planta ubicada a algunos metros descargará las aguas. La Carretera Interamericana se visualiza al Nor-Este y conduce a la capital hacia el Este.

Figura 11. **Riachuelo barranca grande**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Descarga de la planta que cubre Colonia San Marcos Puerto Rico, km. 60 Carretera Interamericana.

En la figura 12 se encuentra marcado el curso que tendrá el desfogue hacia el área del río donde la planta ubicada a algunos metros descargará las aguas. La Carretera Interamericana se visualiza al Norte y conduce a la capital hacia el Este.

Figura 12. **Rio Itzapa**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

2.3.2. Tamaño del área tributaria a la descarga actual

Para establecer el tamaño del área tributaria se cuenta con software de fotografía aérea, el cual permite realizar este cálculo de manera práctica especificando detalladamente las zonas que tributarán los líquidos que tratarán las distintas plantas que antes ya fueron debidamente localizadas con la misma técnica, a continuación se muestra la fotografía de cada área tributaria con los resultados arrojados por el software.

Figura 13. **Área tributaria para la planta de tratamiento de 2da. Avenida final Zona 3**



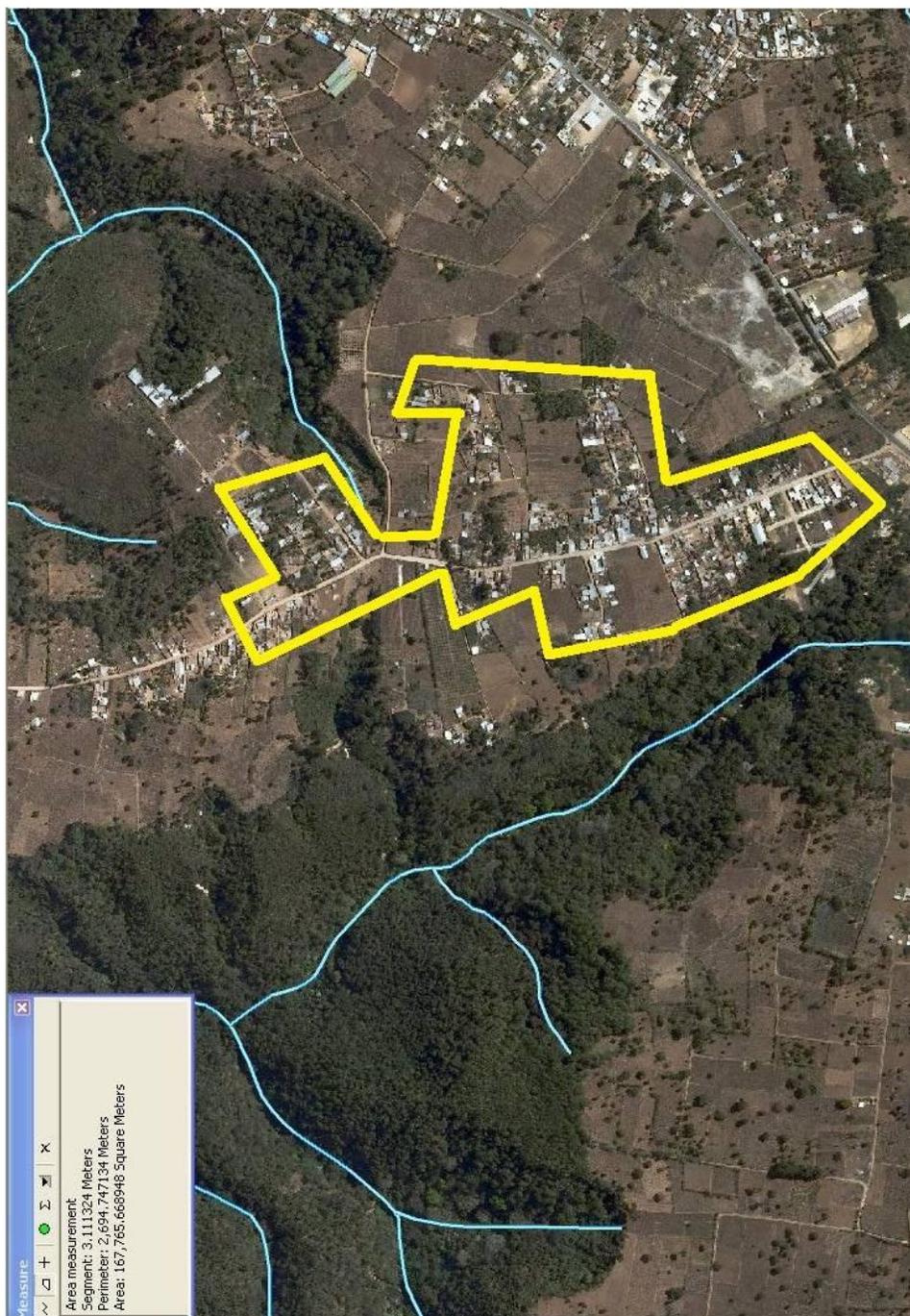
Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 14. **Área tributaria para la planta de tratamiento de Aldea Ciénaga Grande**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 15. Área tributaria para la planta de tratamiento de Aldea Santa Isabel



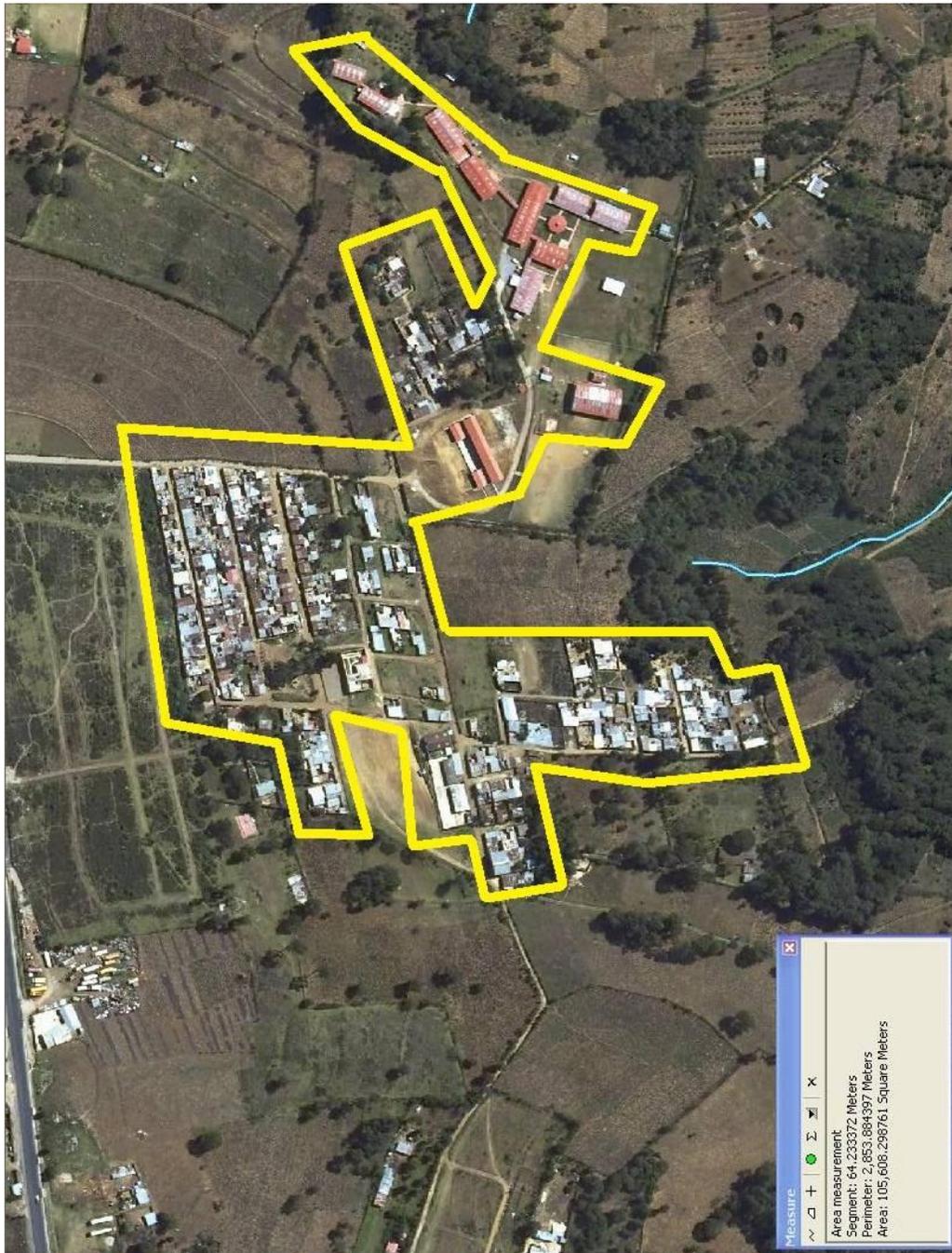
Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 16. **Área tributaria para la planta de tratamiento de Texabim zona 1, lado norte Carretera Interamericana**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 17. Área tributaria para la planta de tratamiento de Colonia San Marcos Puerto Rico, km. 60 Carretera Interamericana.



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

2.3.3. Tamaño de la planta

Las plantas están ubicadas en terrenos adquiridos por la comunidad que será beneficiada con el servicio y con el apoyo de la municipalidad cuyas áreas se extienden con las siguientes medidas:

- 2da. Avenida final Zona 3 = 597.44 m²
- Aldea Ciénaga Grande = 912.16 m²
- Aldea Santa Isabel = 384.48 m²
- Texabim zona 1, lado norte Carretera Interamericana = 457.25 m²
- Col. San Marcos Puerto Rico, km. 60 Carret. Interamericana = 521.98 m²

En las figuras 18, 19 y 20 se puede observar el avance en la construcción de algunas de las diferentes plantas que entrarán pronto en funcionamiento, el área total ocupada por cada uno de las construcciones en los terrenos adquiridos por la municipalidad varía en dimensiones de acuerdo a la carga de agua a tratar como se especifico anteriormente.

Figura 18. Avance en la construcción de la planta
Ciénaga Grande - 912.16 m²



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 19. **Avance en la construcción de la planta
Santa Isabel- 384.48 m²**



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

Figura 20. **Avance en la construcción de la planta 2da. Avenida final**
Zona 3 597.44 m²



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

3. PROPUESTA DE LOS INSUMOS, RECURSOS ECONÓMICOS, HUMANOS Y ADMINISTRATIVOS PARA LA IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

3.1. Plan de administración, operación y mantenimiento

En Guatemala, la mayoría de sistemas de alcantarillado y saneamiento de aguas residuales de las comunidades están a cargo de las administraciones municipales locales, por consiguiente, el éxito del funcionamiento, operación y mantenimiento de éstos depende directamente de la buena administración de las entidades edilicias.

En este caso la administración será responsabilidad de la municipalidad de manera conjunta con el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) correspondiente, ya que el presupuesto municipal no cuenta con los recursos necesarios para cubrir a totalidad los gastos que implicará el mantener en funcionamiento las plantas. Ambas partes coordinarán la operación y mantenimiento, contratando y capacitando personal operativo y técnico que en breve será especificado para cada planta, así como su perfil, conocimientos requeridos, experiencia, horario de labores, funciones, etc.

3.1.1. Actividades agrupadas de plantas

Es importante mencionar que la operación y el mantenimiento de rutina para los componentes del sistema de tratamiento son decisivos para el buen desempeño del sistema. Aunque la principal ventaja del tratamiento de aguas residuales es su simplicidad operativa, no quiere decir que no sea necesario contar con personal para su operación y mantenimiento.

Cada planta cuenta con las siguientes actividades básicas para su funcionamiento:

Operación: es el conjunto de acciones adecuadas y oportunas a fin de que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente.

Mantenimiento: es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en los equipos e instalaciones.

Capacitación: es un proceso continuo de enseñanza-aprendizaje, mediante el cual se desarrolla las habilidades y destrezas de los servidores, que les permitan un mejor desempeño en sus labores habituales. Puede ser interna o externa, de acuerdo a un programa que pueda brindar aportes a la institución.

Control de calidad del agua: conjunto de actividades ejercidas en forma continúa con el objetivo de verificar que la calidad del agua desfogada a los cuerpos de agua cumpla con la legislación

En virtud de lo anterior es necesario contar con una guía básica para efectuar labores de operación y mantenimiento, en el capítulo cuatro de este documento se presenta el Manual de Operación y Mantenimiento correspondiente.

Esta condición no descarta que sea necesaria la contratación de un profesional en el ramo de Ingeniería Civil o Ambiental con experiencia, que evalúe las condiciones de operación y mantenimiento, así como también proponga las acciones correctivas y preventivas necesarias.

3.1.2. Costos previstos

Cada planta como tal necesita de insumos, herramientas y mano de obra para poder cumplir su objetivo, como se pudo observar en las figuras 18, 19 y 20 los sistemas funcionan por gravedad, por lo que no es necesario equipo hidráulico como las bombas de agua para hacer funcionar el sistema, sin embargo, existe la necesidad de la intervención del elemento humano, es decir, la contratación de personal para controlar el sistema y velar por la funcionalidad antes mencionada, para ello es necesario adquirir herramientas como palas, azadones, rastrillos, etc. que le permitan manipular basura y otros desechos semilíquidos como lodos, incluyendo implementos para limpieza de las instalaciones y su protección.

3.1.2.1. Personal administrativo y operativo

Tomando en consideración las actividades descritas y el personal administrativo y operativo mínimo requerido, a continuación se justifican los puestos a generar:

- Supervisor

La planta debe ser inspeccionada cada cierto tiempo prudencial para verificar el cumplimiento de las normas de salubridad, la correcta operación y la implementación de técnicas adecuadas para mantener en funcionamiento el sistema, por ello es necesario contar con la asesoría de una persona experta en el tema ambiental, que se encargará de monitorear cada planta de acuerdo con un programa y hacer las recomendaciones y correcciones correspondientes a los operativos, así mismo dar informes periódicos a la municipalidad sobre sus visitas.

- Operador-Guardián

Con base en los requerimientos de personal para el funcionamiento de la planta, se establece que es necesario un operador, quien se encargará de la extracción de lodos, limpieza de rejillas y demás actividades para mantener bajo control el sistema, dichas funciones serán especificadas en el capítulo cuatro de este documento.

Debido a que las plantas están en terrenos relativamente alejados de los poblados y con pocas viviendas en los alrededores, es necesario que por las noches esta misma persona se encargue de cuidar las instalaciones de las plantas de potenciales sabotajes, robo de herramientas o incluso atender de inmediato algún colapso para poder actuar de manera inmediata y evitar un desastre que podría ocasionar un daño ambiental.

3.1.2.2. Costos de operación y mantenimiento

Como ya se mencionó anteriormente, debido a que el sistema no utiliza equipo mecánico ni eléctrico para su funcionamiento, no será necesaria la compra de piezas mecánicas o lubricantes para mantenerlo activo, ni reparaciones de esa naturaleza, aunque si es necesario contar con ciertos materiales y herramientas para que la planta trabaje sin inconvenientes, obedeciendo a los cuidados necesarios para preservar la limpieza, el bienestar del trabajador y ante todo la disminución en la contaminación de las aguas residuales por lo que cada planta en función de su tamaño, el caudal y el área en que opera necesitará en diferentes cantidades los materiales y herramientas que se especificarán de forma individual en el siguiente capítulo.

Tabla IV. **Costo de materiales y herramientas a utilizar para el funcionamiento y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales tipo Imhoff**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario
Herramientas y equipo				
1	Pala con cabo	1	u	Q 40,00
2	Manguera 15'	1	u	Q 225,00
3	Rastrillo	1	u	Q 20,00
4	Piocha	1	u	Q 75,00
5	Tijera podadora	1	u	Q 65,00
6	Recogedor de basura	1	u	Q 18,35
7	Machete	1	u	Q 30,00
8	Tijeras	1	u	Q 145,60
9	Alicate	1	u	Q 80,00
10	Recoge hojas	1	u	Q 150,00
11	Carretilla de palangana	1	u	Q 225,00
12	Alambre de amarre	1	Libra	Q 25,00
13	Azadon con cabo	1	u	Q 102,50
14	Tonel	1	u	Q 75,00
15	Escalera de aluminio	1	u	Q 1 101,97
16	Cubeta	1	u	Q 21,00
17	Palos telescópicos p/destape	1	u	Q 50,00
18	Destapacaños	1	u	Q 91,00
Accesorios de protección				
19	Mascarilla desechable	1	u	Q 1,25
20	Lentes protectores	1	u	Q 15,00
21	Guantes corrugados	1	par	Q 14,22
22	Botas de Hule	1	par	Q 78,15
23	Casco de plástico	1	u	Q 60,59
Materiales para limpieza				
24	Bolsas plásticas	1	paquete	Q 13,90
25	Escoba	1	u	Q 15,75
26	Bolsa de jabón en polvo 3kg	1	bolsa	Q 57,15
27	Cepillos de plástico	1	u	Q 5,00
28	Cepillos de metal	1	u	Q 8,00
29	Hipoclorito de Sodio (Cloro)	1	galón	Q 22,75
30	Cal en polvo	1	saco	Q 23,85
31	Soda Caustica	1	frasco	Q 18,75
Total				Q 2 874,78

Fuente: cotización fábrica de artículos de construcción S. A. FACSSA, Chimaltenango

3.1.2.3. Calculo de sueldos y prestaciones

Las plantas de tratamiento entrarán en funcionamiento inmediatamente después de finalizada su construcción, por lo que se estima que para el mes de mayo se realicen las contrataciones correspondientes y en este mismo mes empiecen a laborar los seleccionados. Cada trabajador tiene derecho a prestaciones de ley como lo son el aguinaldo, el bono 14 y las vacaciones, en este caso durante el presente año el bono 14 y el aguinaldo serán proporcionales debido a la fecha de inicio de labores. En la tabla IV se muestra el resumen de los sueldos que devengaría los trabajadores de cada planta por individual durante el año en curso.

Para establecer el suelo para un operador-guardián se hizo un monitoreo de los sueldos ofrecidos por entidades y empresas. Se determinó que debido al rol para el que es contratado, que sería de monitoreo, mantención y trabajo de campo; para este puesto el mercado ofrece el salario mínimo, que actualmente el presidente Álvaro Colom definió una cantidad de Q 2 161,00 mensuales que incluye el bono de Q 250,00, y que debido a que la contratación será por año se recomienda redondear esta cantidad a Q 2 200,00, teniendo la oportunidad de aumentar este salario de acuerdo a su rendimiento, hasta Q 300,00 gradualmente, con aumentos de Q 50,00 o de Q 100,00 para un total de Q2 500,00, conforme valla adiestrando sus habilidades y para compensar la época de lluvia donde será mucho más indispensable la vigilancia sobre el sistema, debido a la cantidad de agua que este período representa. Se recomienda dar 3 meses de prueba al trabajador y si su rendimiento es el esperado aumentar el sueldo automáticamente a Q 2 300,00.

Tabla V. **Sueldos devengados por los trabajadores de las plantas**

	Mes año 2011		Puesto
			Operador
1	Mayo	=	Q 2 200,00
2	Junio	=	Q 2 200,00
3	Julio	=	Q 2 200,00
4	Agosto	=	Q 2 300,00
5	Septiembre	=	Q 2 300,00
6	Octubre	=	Q 2 300,00
7	Noviembre	=	Q 2 300,00
8	Diciembre	=	Q 2 300,00
	Promedio ultimos 6 meses	=	Q 2 283,33
	Promedio Total	=	Q 2 262,50

Fuente: Investigación de campo

En base a los datos de la tabla V se calculan las prestaciones para el año en curso. Mes contable 30 días, Año contable 360 días.

- Operador/Guardián

Bono 14:

$$\text{Pago de Bono 14} = \frac{(\text{Promedio ultimos 6 sueldos})}{360 \text{ días}} \times \begin{matrix} \# \text{ de días del} \\ 1/7/\text{año anterior al} \\ 31/6/\text{año actual} \end{matrix}$$

$$\text{Pago de Bono 14} = \frac{2283,3333}{360} \times 60 = \mathbf{Q \quad 380,56}$$

Aguinaldo:

$$\text{Pago de Aguinaldo} = \frac{(\text{Promedio ultimos 6 sueldos})}{360 \text{ días}} \times \begin{matrix} \# \text{ de días del} \\ 1/12/\text{año anterior al} \\ 31/11/\text{año actual} \end{matrix}$$

$$\text{Pago de Aguinaldo} = \frac{2283,3333}{360} \times 210 = \mathbf{Q \quad 1 \ 331,94}$$

Vacaciones:

$$\text{Pago de Vacaciones} = \frac{(\text{Promedio ultimos 12 sueldos})/2}{360 \text{ días}} \times \begin{matrix} \# \text{ de días laborados} \\ \text{este año} \end{matrix}$$

$$\text{Pago de Vacaciones} = \frac{(2262,5/2)}{360} \times 240 = \mathbf{Q \quad 754,17}$$

- Supervisor

La presencia de una persona experta en el área de Ingeniería Ambiental Sanitaria es necesaria de manera parcial; dicho de otra manera, sus visitas a la planta son periódicas, debido a que su labor será mayormente de control, capacitación, mantenimiento preventivo y correctivo, considerando que la misma persona será la que se encargue de la supervisión de todas las plantas. Se programará las visitas con la ayuda del mismo profesional, de acuerdo a su criterio y recomendaciones, por lo que la creación de un puesto a tiempo completo para un profesional de esta área no es necesaria, proponiendo un pago mensual por sus servicios en función del tiempo efectivo laborado durante el lapso de tiempo mencionado o fijar un pago por cada visita que se realice.

Cotizando la oferta y demanda laboral en esta área de la ingeniería para un profesional se fija un sueldo de entre Q 10,000.00 a Q 20,000.00 variando de acuerdo a la experiencia, que en este caso es muy necesaria, para que aporte sus conocimientos e ideas en pro del buen desempeño de las plantas y la sanidad de las aguas, por lo que se propone ofrecer un sueldo proporcional a la cantidad de tiempo efectivo laborado, presentando para ello el siguiente calculo:

Salario base	=	Q	20 000,00
T. laborable	=		20 dias/mes
Salario por hora	=	$\frac{\text{Salario Base}}{8 \text{ hrs/dia} * 20}$	
Salario por hora	=	Q	125,00
Salario por visita	=	Sal. x hora * 4 hrs	
	=	Q	500,00
Total al mes	=	Sal por visita * 4 visitas mensuales	
Total al mes	=	Q	2 000,00

Suponiendo que el supervisor realice una visita semanal a todas las plantas, tendrá en un mismo día el tiempo suficiente para monitorear, hacer observaciones, correcciones, tomar muestras para el control de la calidad del agua y deberá transmitir todo conocimiento que crea conveniente a los operadores por medio de capacitaciones programadas por él mismo.

Cabe resaltar que se recomienda que esta relación laboral se efectúe por medio de facturación, es decir que se contrate los servicios profesionales sin hacer algún tipo de contrato y así evitar el pago de prestaciones que serían un costo muy alto.

A continuación en la tabla VI se presenta resumen con el monto total a invertir en concepto de sueldos para una sola planta durante este año:

Tabla VI. **Resumen de los sueldos y prestaciones con total anual por cada empleado.**

Puesto	Número de Empleados	Salario mensual en Q.	Vacaciones	Bono 14	Aguinaldo	Total Anual
Operador	1	Q 2 200,00	Q 754,17	Q 380,56	Q 1 331,94	Q 28 866,67
Supervisor	1	Q 2 000,00				Q 24 000,00
Total Anual						Q 52 866,67

Fuente: estimación de sueldos y prestaciones municipalidad de Chimaltenango 2011

Para el 2012 las prestaciones deben ser pagadas al 100% ya que finalmente se cumple con el tiempo establecido por la ley para el pago total de estas, realizando nuevamente los cálculos con las formulas antes utilizadas y estipulando un aumento de sueldo de Q 50 al cumplirse un año de labores los valores quedan como se muestra a continuación:

Tabla VII. **Pago de sueldos y prestaciones para un año completo de labores**

Puesto	Número de Empleados	Salario promedio	Vacaciones	Bono 14	Aguinaldo	Total Anual
Operador	1	Q 2 350,00	Q 1 163,89	Q 2 341,67	Q 2 341,67	Q 34 047,23
Supervisor	1	Q 2 000,00				Q 24 000,00
Total Anual						Q 58 047,23

Fuente: estimación de sueldos y prestaciones municipalidad de Chimaltenango 2011

3.1.3. Programa de ejecución física y financiera

La municipalidad y las comunidades financiarán de forma mancomunada el funcionamiento de las distintas plantas, se presenta la propuesta de aporte que se debe recaudar en las cinco comunidades, el aporte de la municipalidad y la inversión prevista durante cada mes en concepto de materiales, herramientas y mano de obra del total de las cinco plantas. El aporte inicial de los COCODES y la municipalidad será utilizado para la compra de todos los materiales descritos en la tabla IV, el total de la suma de dicha tabla ha sido multiplicado por el total de plantas (cinco) y redondeado para facilitar el cálculo porcentual del aporte de los COCODES y el subsidio de la municipalidad, de la misma forma se calculó el total de los sueldos tomando en cuenta 5 operadores-guardianes y el pago individual por planta al supervisor.

Tabla VIII. Flujo de Efectivo primer semestre 2011

ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS
PRIMER SEMESTRE AÑO 2011

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Saldo Inicial					Q 20 500,00	Q 21 700,00
Ingresos						
Aporte de COCODES (20%)				Q 7 500,00	Q 4 500,00	Q 4 500,00
Subsidio de la Municipalidad (80%)				Q 30 500,00	Q 18 000,00	Q 18 000,00
Venta de subproductos				Q -	Q -	Q -
Suma ingresos				Q 38 000,00	Q 22 500,00	Q 22 500,00
Egresos						
Materiales e insumos p/ 5 plantas				Q 17 500,00	Q 300,00	Q 300,00
Sueldo de 5 Operadores/Guardias					Q 11 000,00	Q 11 000,00
Pago a Supervisor por las 5 plantas					Q 10 000,00	Q 10 000,00
Suma egresos				Q 17 500,00	Q 21 300,00	Q 21 300,00
Saldo				Q 20 500,00	Q 21 700,00	Q 22 900,00

Fuente: tabulación de datos flujo de efectivo municipalidad de Chimaltenango 2011

Tabla IX. **Flujo de efectivo segundo semestre 2011**

ESTADO DE FLUJO DE EFECTIVO
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS
SEGUNDO SEMESTRE AÑO 2011

Concepto	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Saldo Inicial	Q 22 900,00	Q 22 197,20	Q 23 397,20	Q 24 597,20	Q 25 797,20	Q 24 297,20
Ingresos						
Aporte de COCODES (20%)	Q 4 500,00					
Subsidio de la Municipalidad (80%)	Q 18 000,00					
Venta de subproductos	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -	Q -
Suma ingresos	Q 22 500,00					
Egresos						
Materiales e insumos p/ 5 plantas	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 300,00	Q 3 000,00	Q 300,00
Sueldo de 5 Operadores/Guardias	Q 11 000,00					
Pago a Supervisor por las 5 plantas	Q 10 000,00					
Bono 14 p/ 5 Operadores/Guardias	Q 1 902,80					
Aguinaldo p/ 5 Operadores/Guardias						Q 6 659,70
Vacaciones p/ 5 Operadores/Guardias						Q 3 770,85
Suma egresos	Q 23 202,80	Q 21 300,00	Q 21 300,00	Q 21 300,00	Q 24 000,00	Q 31 730,55
	Q 22 197,20	Q 23 397,20	Q 24 597,20	Q 25 797,20	Q 24 297,20	Q 15 066,65

Fuente: tabulación de datos flujo de efectivo municipalidad de Chimaltenango 2011

A final de 2011 se prevé un remanente de Q 15 066,65 (las cantidades varían en cuanto a precios de distintos materiales, herramientas, aumentos de sueldo, etc.), que servirá como saldo inicial para el año 2012 y para continuar con el flujo de efectivo. El remanente es útil, en la necesidad de tener que atender algún imprevisto, razón por la cual siempre debe existir como mínimo Q 10 000,00.

Cabe mencionar que en el flujo de efectivo se ha contemplado un ingreso por concepto de venta de subproductos orgánicos, resultado del secado de lodos, dicho ingreso deberá ser objeto de un nuevo estudio en conjunto con el supervisor y la comunidad, para obtener un ingreso que pueda hacer autosostenibles las plantas o por lo menos reducir considerablemente la cuota por el servicio y el subsidio otorgado por la municipalidad.

3.1.4. Supervisión y evaluación

La supervisión de las diferentes etapas y actividades del funcionamiento de la planta de tratamiento de desechos líquidos, es un factor muy importante, ya que garantiza la buena operación, acorde a las especificaciones técnicas y el buen uso de las herramientas.

Para determinar si se están alcanzando las expectativas deseadas, es necesario evaluar y calificar el desempeño del sistema, actividad que va íntimamente ligada a la supervisión, ya que en la observación está la clave.

3.1.4.1. Supervisión

El supervisor deberá decidir sobre todas las situaciones que surjan con respecto al progreso en la etapa inicial, la calidad del agua ya procesada, los métodos de trabajo, problemas imprevistos, reparaciones y la correcta mantención de las instalaciones y el sistema.

La municipalidad y la comunidad deberán apoyar al supervisor con datos y papelería que sea requerida para realizar su trabajo, así como mano de obra si en determinado momento se presentara una situación de trabajo en que el trabajador designado no pueda solo.

El supervisor debe reportar acerca del estado de las plantas y hacer sus recomendaciones de forma directa al Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y la municipalidad, para que estas entidades en conjunto tomen las medidas pertinentes para atender las peticiones y órdenes por parte de éste para que sus conocimientos sean aprovechados.

La municipalidad y el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) pueden realizar también visitas para cerciorarse de que el operador-guardián y el supervisor están cumpliendo con las normas establecidas, su horario de trabajo y verificar si las condiciones de la planta y el trabajo están acorde a los informes recibidos y las recomendaciones hechas.

3.1.4.2. Evaluación

El Consejo Comunitario de Desarrollo, como encargado principal de velar por el correcto funcionamiento de la planta que se encuentra en su jurisdicción, tiene la potestad de poder evaluar el trabajo del operador asignado para justificar no solo si es apto para el trabajo, sino también para justificar un aumento de sueldo del que se ya se habló en la sección 3.1.2.3, de acuerdo a su productividad y el cumplimiento de sus funciones, para lo cual el supervisor puede apoyar calificando el desempeño del trabajador, al mismo tiempo que el representante del COCODE verifique si lo dicho por el supervisor es válido, visitando la planta en presencia del operador y así poder concluir sobre el merecimiento de un aumento, la continuidad e incluso el despido.

De la misma manera, es necesario que se evalúe el trabajo del supervisor, pues es necesario determinar si realmente está aportando algo para el correcto funcionamiento de la planta, transmitiendo sus conocimientos al operador, mejorando el sistema y monitoreando la calidad del agua, pero debido a que el nivel profesional de este personal es más elevado, sería prudente dejar esta parte a la municipalidad que cuenta con personal calificado en la Dirección Municipal de Planificación.

3.1.4.3. Recomendaciones

De acuerdo a las sugerencias en cuanto a compra de materiales, contratación de personal, funciones, supervisión y evaluación se realizan las siguientes recomendaciones:

- La Dirección Municipal de Planificación debe contemplar entre su programa de actividades la visita a las plantas según considere conveniente, que se realice de preferencia, por el director o el coordinador para que conforme a su experiencia, aporte al igual que el supervisor, algunos consejos según sea necesario y así mismo pueda mantener un control sobre las mismas, para que la vida útil se alargue, ya que igualmente la municipalidad aportará un monto por lo que es necesario cuidar esa inversión en pro de las comunidades.
- Debido a las ventajas que presenta, el operador contratado deberá ser elegido por el Consejo Comunitario de Desarrollo, de preferencia, como ya se mencionó en el perfil, que resida en la comunidad y sea una persona de confianza, además de responsable para que su trabajo lo realice teniendo en cuenta que beneficiará tanto a su familia como a su vecindario.
- En el caso del supervisor, se recomienda que la municipalidad sea la encargada de realizar la contratación, específicamente solicitando la ayuda de la DMP para la entrevista y verificación de los conocimientos del profesional, ya que ésta cuenta con personal calificado en el área de ingeniería.

- Para la compra de herramienta es necesario realizar más cotizaciones, para lograr obtener el precio más favorable y la mejor calidad posible
- En el caso de los pagos de los sueldos, sería conveniente solicitar al operador y al supervisor la apertura de una cuenta bancaria para realizar un depósito y así evitar el uso de efectivo, al igual que el COCODE deberá abrir una cuenta específica para la planta, donde se depositará el aporte que realice la municipalidad y el aporte de la comunidad, lo que permitirá llevar un mejor control con transparencia.
- Al momento de entregar las herramientas al operador de la planta, deberá existir una pequeña bodega donde puedan ser guardadas de manera segura para su conservación, así mismo es necesario extender una tarjeta de responsabilidad, donde se enliste todas las herramientas que tiene a sus disposición, para poder controlar tanto el estado de las mismas como su correcto uso y evitar el robo o pérdida.
- Para la supervisión y evaluación del trabajo del operador, es recomendable también que el COCODE designe a uno de sus integrantes para que periódicamente asegure el cumplimiento del trabajador en cuanto a sus funciones y horario, al mismo tiempo verificando las visitas del supervisor y que se ponga en práctica las recomendaciones realizadas por este ultimo, y cualquier eventualidad que surja resolverla con el apoyo de la municipalidad.

3.1.4.4. Análisis Financiero

Proyecto: Es un conjunto de actividades realizadas por varias personas con la finalidad de conseguir ciertos objetivos que permiten ejecutarlo y llevarlo a su materialización.

Tipos de proyectos: existen esencialmente dos tipos de proyectos:

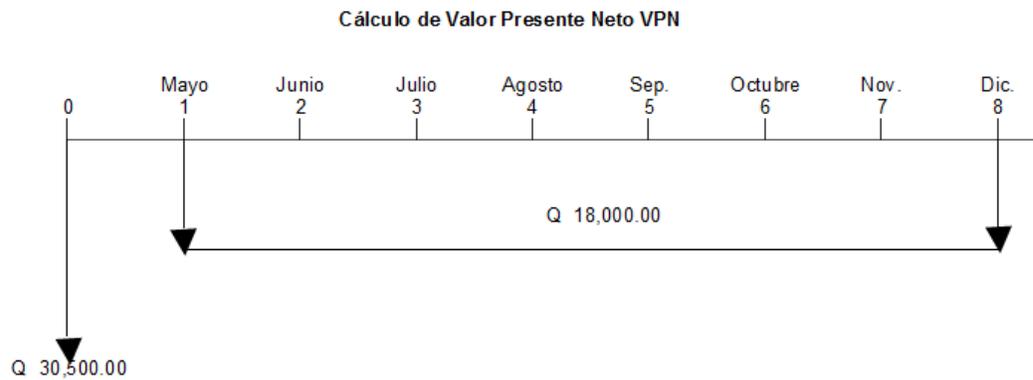
- De carácter Económico: son aquellos en los que se tiene una idea contemplada de qué se quiere llegar a hacer, con el propósito de obtener una utilidad a favor del proyectista.
- De carácter Social: su objetivo primordial es obtener un beneficio para la sociedad y ponerlo en marcha, dependiendo del número de personas beneficiadas.

Este proyecto tiene un carácter estrictamente social, ya que la inversión con que la municipalidad subsidiará la sostenibilidad de las plantas beneficiará directamente a las familias de las diferentes comunidades.

Para la construcción de las plantas, se financiaron mancomunadamente como se acostumbra, aportando el CODEDE un 80%, la municipalidad un 15% y la comunidad (COCODE) un 5%, sin embargo, para el funcionamiento el CODEDE no puede seguir ayudando de manera permanente, por lo que la municipalidad deberá amortizar los gastos, pero recurriendo a una colaboración un poco mayor de la comunidad, proponiendo que los gastos por funcionamiento y mantenimiento se dividan en 80% subsidiado por la municipalidad y un 20% aportado por los COCODES, como ya se pudo apreciar en los flujos de efectivo de las tablas VIII y IX.

Cada comunidad obtendrá el beneficio en función de su aporte directo con el servicio de drenaje, por otro lado la municipalidad debe tener claro el beneficio que está otorgando a las comunidades en función del subsidio, para lo cual se presenta el siguiente análisis financiero de Beneficio-Costo (B/C).

Figura 21. **Gráfica del flujo de efectivo para el año 2011**



Fuente: elaboración propia

Cálculos:

$$P = \text{Inversión Inicial} + \text{Mensualidad} * \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$P = Q \quad 30\,500,00 + Q \quad 18\,000,00 * \frac{(1+0.12)^8 - 1}{0.12(1+0.12)^8}$$

$$P = Q \quad 119\,917,52$$

$$B/C = \frac{\# \text{ beneficiados}}{\text{Costos}} = \frac{1169 \text{ hogares}}{Q \quad 119\,917,52} = 0,0097 \frac{\text{hogares}}{Q}$$

Es importante mencionar que los indicadores financieros de los proyectos sociales no reflejan rentabilidad, debido a que la gran mayoría son subsidiados por el gobierno y las municipalidades, tal es el caso del B/C calculado donde según la ingeniería económica, al obtener un **B/C ≥ 1**, el proyecto puede ser aceptado, pero de ocurrir lo contrario, como en este resultado, el proyecto habría de rechazarse.

En conclusión se obtiene 0,0097 hogares beneficiados con cada Quetzal invertido por la municipalidad, es decir que para beneficiar por completo un hogar, se requiere mucho más que un solo quetzal, por lo que realmente la municipalidad está contribuyendo de forma directa y en mayor parte, para que las personas puedan gozar del servicio de drenaje.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS, ASPECTOS FINANCIEROS Y LOS COSTOS TOTALES MENSUALES Y ANUALES

4.1. Presentación de la estrategia de administración

Las plantas como tal, representan un compromiso de control, evaluación y seguimiento por lo que es necesario sentar las bases para dirigir, por un buen camino, la actividad que se va a realizar y en torno a la cual gira todo el proyecto, es sanear las aguas residuales de comunidades que no cuentan con un servicio de drenaje formal y ponen en riesgo su salud y el ambiente en el que viven.

4.1.1. Misión

Velar por el correcto funcionamiento de las distintas plantas de tratamiento, operándolas de manera correcta y eficaz con el personal idóneo, dotándolas de las herramientas e insumos necesarios para su cuidado y limpieza, supervisándolas periódicamente para hacer cumplir sus funciones, detectar deficiencias en el sistema y hacer correcciones para mejorar constantemente el servicio que se presta a la comunidad y que sana las aguas para la mejora del medio ambiente.

4.1.2. Visión

En un período menor a un año de entrar en funcionamiento, las plantas de tratamiento son la solución a los problemas de desagüe de una manera efectiva, mejorando el medio ambiente de los hogares circundantes con drenajes subterráneos y que además, aprovechan los productos finales de los residuos, como la venta de abono orgánico, lo cual las hace autosostenibles bajo responsabilidad de la municipalidad y que sirven de ejemplo para otras comunidades y municipalidades.

4.1.3. Objetivos

- Presentar a las comunidades y la municipalidad una propuesta para la correcta administración, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de desechos líquidos.
- Especificar los materiales y herramientas que deben adquirirse para uso de las personas que laborarán en las plantas.
- Justificar los puestos de personal que debe ser contratado además de los requisitos del perfil que deben llenar para poder trabajar en la operación y mantenimiento de las plantas.
- Diseñar un plan de ejecución financiera que especifique en qué momento deben realizarse aportes y la manera en que los fondos han de utilizarse para que la totalidad sea utilizada para beneficio de las comunidades.
- Elaborar manuales de operación y mantenimiento básicos que servirán como material de apoyo para la inducción del personal a contratar.

- Especificar los costos totales mensuales y anuales para que la municipalidad y los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) puedan establecer en mutuo acuerdo el aporte que deben hacer mensual o anualmente para el funcionamiento de las plantas, y a su vez el COCODE que tenga en su jurisdicción una planta, defina una cuota para la comunidad circundante que resulta beneficiada.

4.1.4. Plan operativo

Debido a que existen expectativas en cuanto la evolución que puedan tener las plantas, se debe enumerar los objetivos y las directrices que deben marcarse a corto plazo, por ello se presenta el siguiente plan operativo con duración de un año de forma general para tener a la vista las actividades que han de realizarse, para lograr tener un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente, en la tabla X se observa la planificación por mes.

Tabla X. **Plan Operativo Anual 2011**

Mes	Contenido	Actividades
Abril	<ul style="list-style-type: none"> • Contratación de personal • Aporte de la municipalidad y el COCODE • Compra de herramientas y materiales 	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar el perfil requerido a cada COCODE y que estos se encargue de buscar a los candidatos en la comunidad. • Al momento de tener el total de los gastos contemplados definir el monto a aportar. • El COCODE recaudará la cuota por familia por uso del servicio de drenaje y hará el primer aporte al igual que la municipalidad, el COCODE se encargará de la compra de los insumos.

Continuación Tabla X. **Plan Operativo Anual 2011**

<p>Mayo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inauguración de las distintas plantas • Arranque del sistema e Inducción a los operadores/guardianes. • Monitoreo de la evolución del sistema. • Aporte de la comunidad y la municipalidad. • Verificación del inventario de herramientas y materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por el Alcalde y los miembros de cada COCODE. • El supervisor en conjunto con el Director y el Coordinador de la DMP y con la presencia del operador arrancarán el sistema con los parámetros establecidos. • El supervisor, un representante del COCODE y el Coordinador de la DMP verificarán el correcto desempeño de la planta. • Se hará de la forma en que el COCODE y la municipalidad consideren adecuada para llevar las finanzas claras. • Un representante del COCODE y de la DMP revisarán la lista de herramientas y materiales junto con el operador.
-------------	---	---

Continuación Tabla X. **Plan Operativo Anual 2011**

Junio	<ul style="list-style-type: none"> • Primera extracción de lodos. • Limpieza interna del Tanque Imhoff. • Limpieza externa de las instalaciones, retiro de maleza. • Aporte de la comunidad y la municipalidad. • Verificación del inventario de herramientas y materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la temperatura media del municipio al final de este mes debe llevarse a cabo esta actividad tras haberse cumplido dos meses desde el inicio de sus funciones. • Realizado por el operador utilizando las herramientas y materiales que se le han facilitado. • Se hará de la forma en que el COCODE y la municipalidad consideren adecuada para llevar las finanzas claras. • Realizado por un representante del COCODE y de la DMP, para la reposición o reabastecimiento.
-------	--	---

Continuación Tabla X. **Plan Operativo Anual 2011**

Julio	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza interna del Tanque Imhoff. • Limpieza externa de las instalaciones, retiro de maleza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por el operador utilizando las herramientas y materiales que se le han facilitado.
Agosto	<ul style="list-style-type: none"> • Aporte de la comunidad y la municipalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se hará de la forma en que el COCODE y la municipalidad consideren adecuada para llevar las finanzas claras.
Septiembre		
Octubre	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del inventario de herramientas y materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por un representante del COCODE y de la DMP, para la reposición o reabastecimiento.
Noviembre		
Diciembre	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verificar si es necesaria la extracción de lodos hacia los lechos de secado. ✓ Realizar un análisis simple de la calidad del agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por el operador para mantener el nivel del tanque Imhoff adecuado • Al realizar esta prueba se hará con un sistema básico de mezcla de químicos.

Fuente: Dirección Municipal de Planificación

Luego de la iniciación del sistema y la inducción del operador las actividades son repetitivas salvo, que cada 3 meses es recomendable que el supervisor realice un examen de laboratorio, exhaustivo de la calidad del agua para evitar descargar a los ríos agua muy contaminada, además de asegurar la eficacia de la planta presentando un informe del mismo donde, de haber anomalías, se proceda a resolver lo antes posible, estos meses serían a finales del mes de julio, octubre, enero de 2012 y así sucesivamente.

4.1.5. Descripción de puestos y funciones

Al momento de realizar contrataciones, debido a la naturaleza y lo poco común de la actividad que han de realizar los trabajadores, estos deberán recibir una inducción adecuada donde se le especificarán sus funciones, las cuales pondrán en práctica bajo la supervisión de un profesional en el área y la bajo responsabilidad de la municipalidad. A continuación se describen los puestos y las funciones que implican:

- Operador-Guardián

Es la persona encargada de realizar las actividades de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de desechos líquidos, durante la noche vigila y cuida las instalaciones de invasores, deterioro o robos de herramientas, manteniéndolas limpias y ordenadas.

Funciones:

- Arranque del sistema.
- Control de olores y espuma en la cámara de sedimentación.
- Limpieza de la cámara de rejillas.
- Manipulación de los desechos de la cámara de rejillas y su erradicación.
- Limpieza del desarenador.
- Manipulación y tratamiento de los desechos del desarenador.
- Limpieza del tanque Imhoff.
- Limpieza de la caja de unión.
- Extracción de lodos hacia los patios de secado.
- Limpieza de los lechos de secado.
- Lavado de herramientas.

- Obedecer las normas de seguridad y limpieza para evitar infecciones.
- Resguardar las instalaciones en el horario nocturno el mayor tiempo posible para evitar el ingreso de invasores y el robo de herramientas.
- Estar presente en horas pico de mayor afluencia aguas para impedir que haya un rebalse por causa de la acumulación de basura en las tuberías y rejillas del sistema.
- Reportar semanal y mensualmente el estado del inventario de herramientas que se le han facilitado para corroborar su estado o la falta de insumos consumibles y así poder reponer o abastecer según sea el caso.
- Mantener limpias las instalaciones tanto interior como exteriormente retirando la maleza y haciendo bien la disposición de los desechos.
- Hacer saber al supervisor y a la DMP de manera inmediata sobre alguna anomalía mayor, que esté fuera de sus capacidades individuales, para que se tomen las medidas necesarias y así evitar cualquier tipo de desastre.

- Supervisor

Es el profesional con conocimientos y experiencia en ingeniería sanitaria y ambiental, que se encarga de monitorear el trabajo realizado por el operador y los resultados del proceso de tratamiento de los desechos líquidos, corrigiendo y haciendo recomendaciones para el óptimo funcionamiento del sistema, actualiza los métodos empleados por el operador, examina la calidad del agua que se desfoga hacia los ríos e informa a la municipalidad y al COCODE del estado de las plantas.

Funciones:

- Presentarse al arranque del sistema para familiarizarse con el operador, el Coordinador y Director de la DMP, los representantes del COCODE, las instalaciones de la planta y la comunidad en la que se encuentra.
- Apoyar y participar en la inducción de los operadores con material didáctico en conjunto con la práctica directa.
- Efectuar una visita por semana de por lo menos 4 horas para examinar con tiempo y a fondo cada elemento del sistema y observar el desempeño de cada una de las partes.
- Hacer las recomendaciones, observaciones y correcciones pertinentes al operador de acuerdo a su criterio durante la visita.
- Realizar una bitácora donde registre cada una de sus visitas, sus percepciones y sus recomendaciones.
- Revisar la calidad del agua de desfogue final cada 3 meses, para determinar que se está cumpliendo con las normas establecidas por la ley en cuanto al nivel de contaminación permitida, por medio de un examen de laboratorio completo.
- Presentar un informe mensual sobre el estado de las plantas a los representantes del COCODE y a la DMP, para mantenerlos al tanto del curso que llevan.
- Buscar los medios y el apoyo de instituciones del área ambiental para capacitar al operador, y que éste adquiera nuevos conocimientos que le ayuden a al buen desempeño dentro de la planta y al buen manejo de los desechos.
- Recurrir a la ayuda solicitada por el operador y la DMP en caso de emergencia por alguna situación anómala de peligro en la planta.
- Actualizar los documentos de apoyo como el manual de operación y mantenimiento según considere necesario y oportuno.

4.1.6. Perfiles de los aspirantes

Para que una persona sea contratada es necesario que llene ciertos requisitos, indispensables para el correcto desempeño en su puesto. Lógicamente cada puesto tiene características diferentes por lo que es necesario especificar los requerimientos como un primer filtro y reclutar al personal potencial desde el primer aviso.

- **Perfil del aspirante a Operador/Guardián**

Oferta de trabajo

Puesto: operador de planta de tratamiento de desechos líquidos.

Fecha de publicación: abril-mayo de 2011

Detalle

Descripción del puesto: operador del sistema de tratamiento de desechos líquidos (aguas residuales).

Área: operativa

Lugar: Chimaltenango, Chimaltenango

Rango salarial: Q (0.00 – 2,200.00)

Se ofrece:

- Salario de acuerdo a capacidad
- 14 sueldos
- Bono por productividad
- Capacitación constante
- Oportunidad de aumentar ingresos según adiestramiento
- Horario flexible

Requerimientos:

- Rango de Edades: 25 - 40 años
 - Experiencia en fontanería (no indispensable)
 - De preferencia que resida en área aledaña a la planta
 - Disponibilidad de horario (fin de semana si fuera requerido)
 - Grado de escolaridad: mínimo sexto primaria
-
- Perfil del Supervisor

Oferta de Trabajo

Puesto: supervisor de planta de tratamiento de desechos líquidos.

Fecha de publicación: Abril de 2011

Detalle

Descripción del puesto: supervisar el sistema de tratamiento de desechos líquidos (aguas residuales).

Área: operativa

Lugar: Chimaltenango, Chimaltenango

Rango Salarial: Q (0.00 – 2,000.00)

Contratación de servicios profesionales por facturación

Se ofrece:

- Horario flexible según planificación

Requerimientos:

- Grado de escolaridad: Ingeniero Civil, Ingeniero Ambiental, Ingeniero Agrónomo, Arquitecto (con Maestría en el área de Ingeniería Sanitaria).
- Rango de Edades: 26 - 50 años
- Experiencia comprobable en el ramo de ingeniería sanitaria.
- Disponibilidad de horario (fin de semana si fuera requerido)
- Poseer vehículo todo terreno.

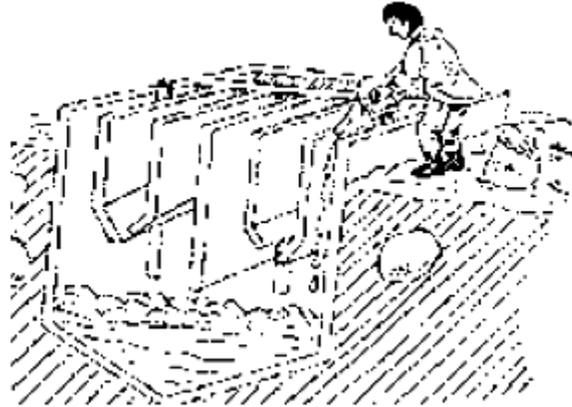
4.2. Descripción del plan de mantenimiento

Mantenimiento: es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en los equipos e instalaciones.

- Preventivo: es el que se efectúa con la finalidad de evitar problemas en el funcionamiento de los sistemas.
- Correctivo: es el que se efectúa para reparar daños causados por acciones extrañas, imprevistas o deterioros normales del uso del sistema.
- Control de olores: si se percibe un mal olor no habitual y la presencia de gran cantidad de espuma, es recomendable agregar lechada de cal (agua con cal) en pequeñas cantidades y de forma gradual con intervalos de 1 a 2 horas sobre la cámara de sedimentación y/o en la zona libre de acumulación de natas y/o zonas de ventilación.

La cantidad aproximada a prepararse es de 5 kg de cal, diluidos en 20 litros de agua por cada 1 000 habitantes de la comunidad.

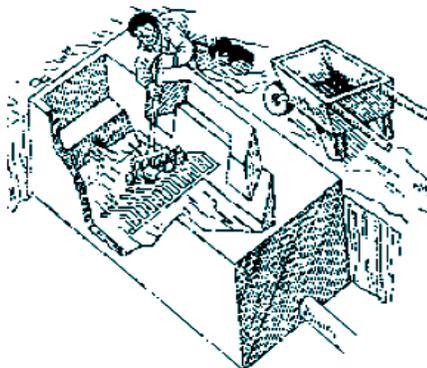
Figura 22. **Aplicación de agua con cal en el tanque Imhoff**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- **Cámara de Rejas:** se deben limpiar diariamente, con la ayuda de un rastrillo, sacando todo el material que ha sido retenido. Luego el material recogido se debe colocar sobre la plataforma de la reja para que escurra el agua. Una vez escurrido bien el material recogido se debe verter a un tonel es recomendable que se le perforen pequeños agujeros en el fondo para que el agua termine de escurrir y drenar producto del lavado de los desechos.

Figura 23. **Limpieza de las rejillas**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Una vez llenado el recipiente (cilindro) se deben disponer los desechos en un relleno sanitario municipal, basurero municipal o en una pequeña excavación dentro del lugar de ubicación del tanque Imhoff como se muestra en la figura 24.

Figura 24. **Disposición de los desechos recolectados**



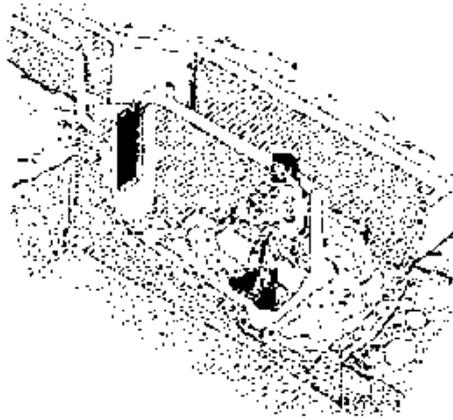
Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Los desechos antes de ser enterrados deben ser rociados con cal para evitar la presencia de insectos y roedores, además de los malos olores.

- Desarenador: por lo general, los desarenadores constan de dos canales de paso para ser operados alternativamente, de tal manera que se pueda poner uno de ellos fuera de servicio para su limpieza.

El material reposado debe ser extraído con palas, operación que debe realizarse una vez por semana.

Figura 25. **Limpieza de los desarenadores**



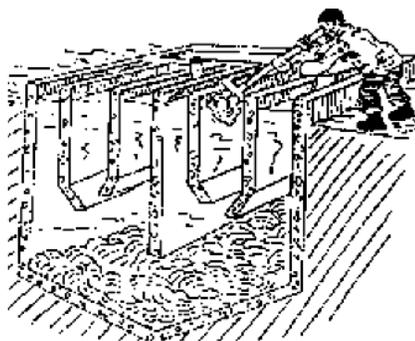
Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Los sedimentos deben ser enterrados y rociados con cal de la misma forma que los residuos de la cámara de rejas.

- Limpieza del tanque Imhoff:

Cámara de sedimentación: Se quitar las natas de las grasas y los materiales flotantes en la superficie de la cámara a diario si fuese necesario. Las paredes verticales deben rasparse y limpiarse con la ayuda de un rastrillo o escoba por los menos 2 veces por semana.

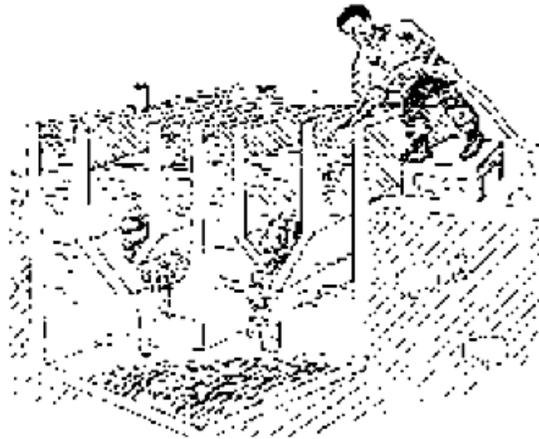
Figura 26. **Limpieza de las paredes del tanque**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Cámara de espumas: las natas deben bajarse con un chorro de agua continua usando la manguera, hasta que el nivel de espuma baje, o en caso contrario, se recomienda sacar las natas y enterrarlas, cubriéndolas con tierra y cal.

Figura 27. **Limpieza de la cámara de espumas**

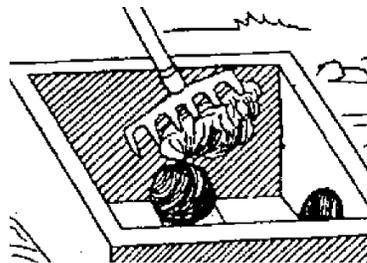


Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Además, las ranuras, la tubería de entrada y descarga de los lodos deben mantenerse limpios para evitar obstrucciones por parte de los productos del secado de los lodos.

- Caja de reunión: esta caja debe revisarse diariamente, limpiando los desperdicios con un rastrillo.

Figura 28. **Limpieza de la caja de reunión**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Lecho de secado de lodos

Extracción de lodos: La descarga de los lodos se debe realizar antes de que su nivel llegue a estar cerca de los 45 cm de distancia de la ranura de compartimiento de sedimentación. Se recomienda descargar pequeñas cantidades con frecuencia, que grandes cantidades dejando pasar mucho tiempo.

Los lodos deben descargarse a velocidad moderada y regular para que no se forme un canal a través de los lodos y permita que se descarguen parcialmente digeridos.

La descarga de los lodos se debe realizar antes de que llegue el invierno porque en esta época la digestión es muy lenta y, por lo tanto, habrá mayor acumulación de lodos.

Las características adecuadas de los lodos extraídos de la cámara de digestión para que puedan pasarse al lecho de secado son:

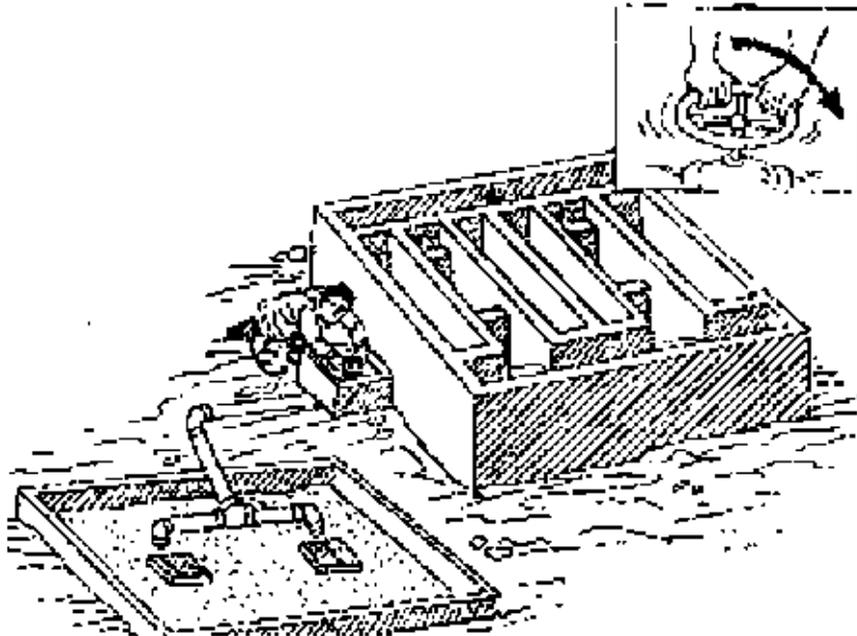
- Tener color negruzco
- Textura granular
- Tener la propiedad de deshidratarse rápidamente.

Esto puede comprobarse cuando se observa una separación inmediata de los lodos y el agua en donde se encuentran suspendidos.

Para la extracción de lodos se tiene que seguir los siguientes pasos:

- Abrir la válvula que está en la tubería de interconexión con el lecho de secado de lodos.
- Dejar escurrir los lodos hacia los lechos de secado.
- Si observamos cambios de color durante su salida (gris o café) debemos suspender la extracción, ya que esa coloración nos indica que requieren mayor tiempo de digestión en el tanque Imhoff, además es necesario que siempre quede aproximadamente el 20% de lodos para la siembra o arranque del sistema cuando volvamos a ponerlo en marcha.

Figura 29. **Extracción de lodos**

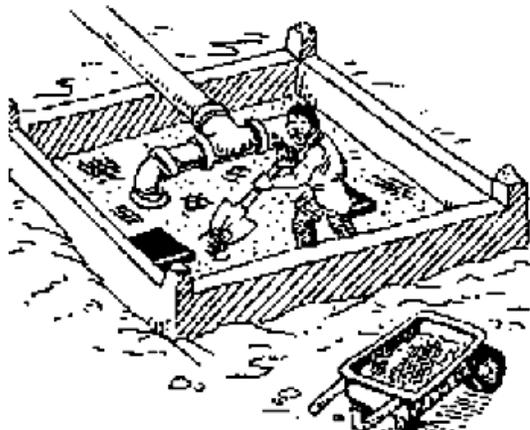


Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Además, se debe tomar en cuenta que:

- Los lodos deben extraerse lentamente, para evitar que se apilen en los lechos de secado, procurando que se distribuyan uniformemente.
- No deben vaciarse los lodos húmedos sobre los lodos secos o parcialmente secos. Antes de recibir una nueva carga de lodos, se debe limpiar el lecho de secado.

Figura 30. **Extracción de lodos**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Si se desea utilizar los lodos se debe esperar un periodo mínimo de 6 meses para evitar la contaminación. Se recomienda no usarlos en la siembra de alimentos que pueden ser consumidos crudos.

- **Mantenimiento del lecho de secado de lodos**

Cuando observamos que el agua del lodo no pasa por la capa de arena (no se infiltra) en el lecho de secado, es debido a que el lecho está saturado; para ello, debemos realizar las siguientes labores:

- El operador deberá colocarse el equipo de protección personal (botas, guantes, mascarilla y una ropa de protección que luego deberá ser remojada y lavada), evitándose de esta manera el contacto directo entre el operador y el lodo ya que está altamente contaminado.

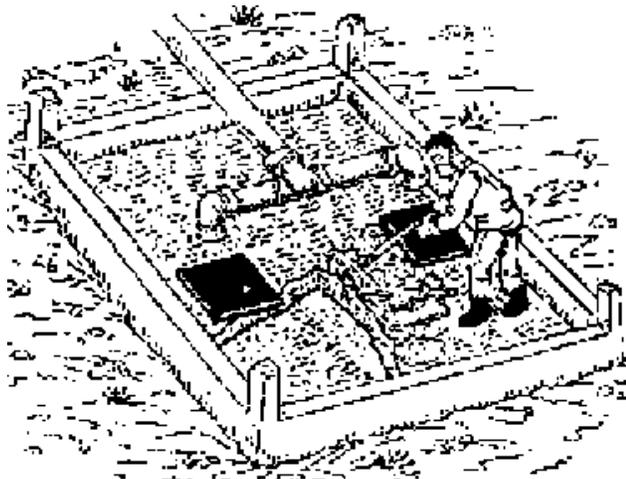
Figura 31. **Protección adecuada para el operador**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Se sacará con un rastrillo la arena que está en la superficie aproximadamente unos 2 cm, para que de esta manera se cuele el lodo. Luego, se deberá sacar hasta la mitad del lecho filtrante.

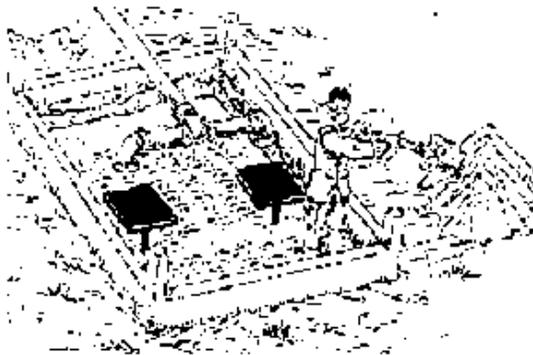
Figura 32. **Limpiado del lecho filtrante**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- El material sacado se lavará y se dejará secar. Una vez seco se debe meter en bolsas y se guardarán para reponerlo después. Se tiene que tener cuidado con el lavado, evitando el contacto directo con nuestro cuerpo y manos, ya que de no ser así podemos contraer enfermedades.

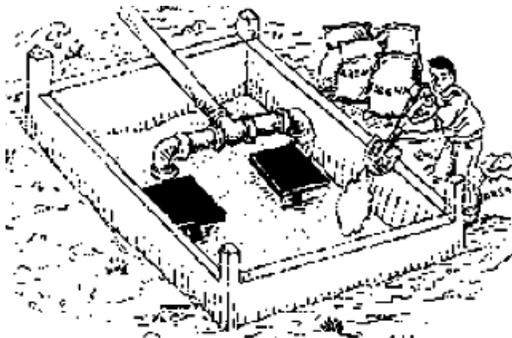
Figura 33. **Extracción de la arena para ser lavada**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Posteriormente, debemos reponer el lecho filtrante con el material extraído, lavado y filtrado como se ve en la figura 33.

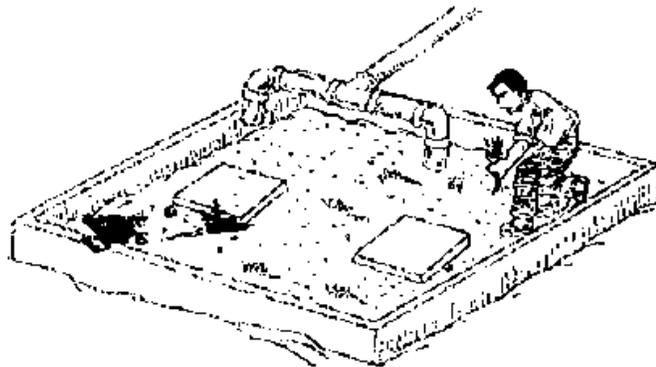
Figura 34. **Reposición del lecho filtrante**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Se debe evitar el crecimiento de plantas dentro del tanque Imhoff. Si hubiera plantas debemos sacarlas de raíz. También se debe cortar las malezas de los alrededores del tanque.

Figura 35. **Limpieza de maleza dentro de los lechos de secado**



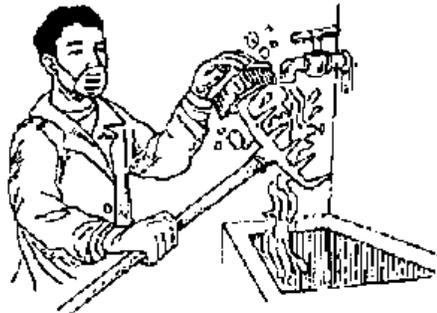
Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Además, hay que limpiar y lavar todos los exteriores del tanque Imhoff, cuando menos cada 6 meses.

- Lavado de materiales utilizados e higiene personal

Al finalizar todas las labores de operación y mantenimiento de cada día, se deben lavar las herramientas utilizadas para evitar el contacto con las moscas y se conviertan en medio de contaminación. Si fuera posible, enjuagar las herramientas con una solución de hipoclorito de sodio. Luego deben ser guardadas en el almacén.

Figura 36. **Lavado de las herramientas utilizadas**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Inmediatamente después, debemos lavarnos las manos y bañarnos con un jabón germicida para evitar ser contaminados e infectados con enfermedades.

Figura 37. **Limpieza personal luego de realizar labores**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

4.2.1. Plan de actividades

No todas las actividades de operación y mantenimiento de la planta se realizan a diario, es decir que varían en cuanto al período de realización, es necesario enumerar y especificar cada una de ellas para que el operador y el supervisor las tengan presente y como prioridad para no dejar al margen ninguna, el tiempo en horas que requiera cada actividad variará según su complejidad.

Tabla XI. Plan de actividades

DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO			
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL
Cámara de rejás				
Limpieza y retiro de sólidos	X			
Disposición de los residuos extraídos	X			
Desarenador				
Retiro de la arena		X		
Tanque Imhoff				
Limpieza externa de las instalaciones del tanque Imhoff			X	
Lavado de las herramientas e higiene personal	X			
Revisión de las instalaciones del enrejado			X	
Cámara de sedimentación				
Retiro de grasas y material flotante		X		
Limpieza de ranuras del tanque		X		
Retiro de acumulación lodos de las tuberías de entrada y salida de la cámara		X		
Camara de espumas				
Limpieza / Extracción de las natas	X			
Camara de digestión				
Verificar si es necesaria la extracción de lodos hacia el lecho de secado			X	
Caja de reunión				
Limpieza de la caja de reunión	X			
Lecho de secado de lodos				
Extracción y lavado de la arena (de acuerdo a necesidad se puede realizar en un menor periodo)	X			
Limpieza interna (retiro de cubierta vegetal si lo hubiera - otros elementos extraños)				X
Limpieza externa de las instalaciones (retiro de maleza)			X	

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

4.2.2. Requerimientos de accesorios e insumos

Luego de conocer el listado de herramientas e insumos que han de utilizarse para las actividades operación y mantenimiento de la planta y sus instalaciones, es necesario definir la cantidad necesaria de cada elemento, ya que el uso o requerimiento de cada uno es diferente, al igual que el deterioro. Cabe mencionar que hasta que la planta esté en pleno funcionamiento podrá determinarse los requerimientos reales de acuerdo a las vivencias el operador, en su experiencia en la planta, por lo que inicialmente se realiza el siguiente estimado dejando un margen de insuficiencia o exceso de algunos materiales.

En la Tabla XII se especifica la cantidad de herramientas e insumos, así mismo su costo total, tomando en cuenta la cotización presentada en la tabla IV y se estima el período en que han de adquirirse.

Tabla XII. **Requerimiento de herramientas e insumos y su compra estimada**

No.	Descripción	Cant.	Unidad	P/U	Total	Compra mensual	Compra por deterioro
Herramientas y equipo							
1	Pala con cabo	1	u	Q 40.00	Q 40.00		X
2	Manguera 15'	1	u	Q 225.00	Q 225.00		X
3	Rastrillo	1	u	Q 20.00	Q 20.00		X
4	Piocha	1	u	Q 75.00	Q 75.00		X
5	Tijera podadora	1	u	Q 65.00	Q 65.00		X
6	Recogedor de basura	1	u	Q 18.35	Q 18.35		X
7	Machete	1	u	Q 30.00	Q 30.00		X
8	Tijeras	1	u	Q 145.60	Q 145.60		X
9	Alicate	1	u	Q 80.00	Q 80.00		X
10	Recoge hojas	1	u	Q 150.00	Q 150.00		X
11	Carretilla de palangana	1	u	Q 225.00	Q 225.00		X
12	Alambre de amarre	1	Rollo	Q 25.00	Q 25.00		X
13	Azadon con cabo	1	u	Q 102.50	Q 102.50		X
14	Tonel	2	u	Q 75.00	Q 150.00		X
15	Escalera de aluminio	1	u	Q 1,101.97	Q 1,101.97		X
16	Cubeta	10	u	Q 21.00	Q 210.00		X
17	Palos telescópicos p/destape	5	u	Q 50.00	Q 250.00		X
18	Destapacaños	1	u	Q 91.00	Q 91.00		X
Accesorios de protección							
19	Mascarilla desechable	30	u	Q 1.25	Q 37.50	X	
20	Lentes protectores	1	u	Q 15.00	Q 15.00		X
21	Guantes corrugados	1	par	Q 14.22	Q 14.22	X	
22	Botas de Hule	1	par	Q 78.15	Q 78.15		X
23	Casco de plástico	1	u	Q 60.59	Q 60.59		X
Materiales para limpieza							
24	Bolsas plásticas	5	paq	Q 13.90	Q 69.50	X	
25	Escoba	2	u	Q 15.75	Q 31.50	X	
26	Bolsa de jabón en polvo 3kg	2	bolsa	Q 57.15	Q 114.30	X	
27	Cepillos de plástico	2	u	Q 5.00	Q 10.00	X	
28	Cepillos de metal	3		Q 8.00	Q 24.00	X	
29	Hipoclorito de Sodio (Cloro)	1	gal	Q 22.75	Q 22.75	X	
30	Cal en polvo	2	saco	Q 23.85	Q 47.70	X	
31	Soda Caustica	1		Q 18.75	Q 18.75		X
Total					Q 3,548.38		

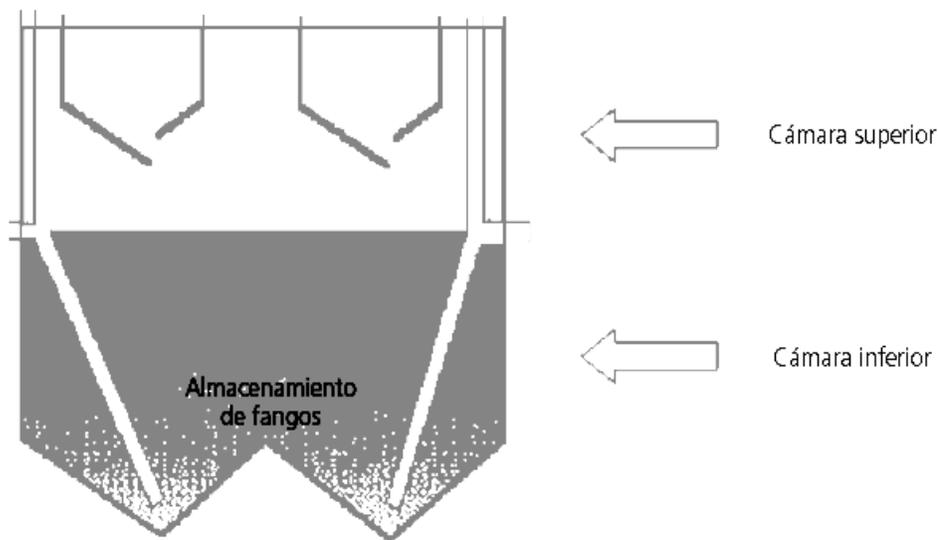
Fuente: cotización, ferretería y artículos para la construcción S.A. FACSSA

4.2.3. Manual de operación básica

- Elementos del sistema

En primera instancia es necesario conocer los componentes primarios del sistema de tratamiento de desechos líquidos, en la figura 38 se observa un corte transversal del elemento principal, el tanque Imhoff para comprender su forma y apreciar algunas de sus características.

Figura 38. Vista transversal de un tanque Imhoff

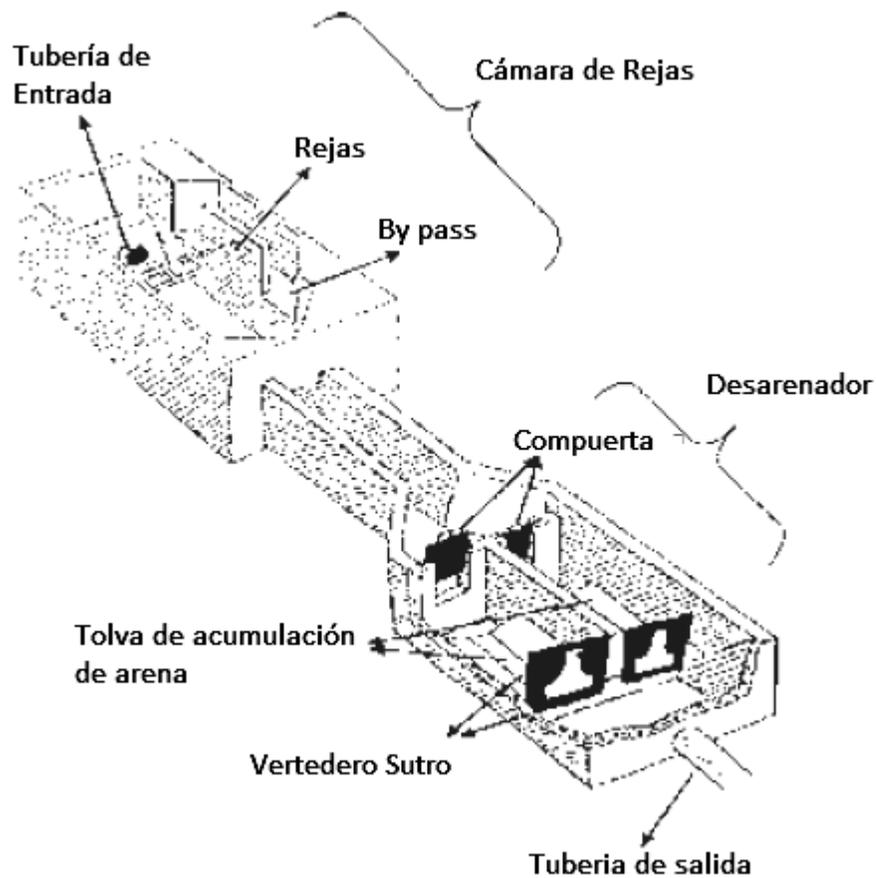


Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Emisor o Colector: es una tubería que recibe todas las aguas residuales de la comunidad o pueblo y las transporta hacia las obras de tratamiento.

- **Cámara de Rejas:** es la encargada de retener los desperdicios y todo cuerpo extraño (basura) que viene con las aguas residuales, evitando el paso de objetos gruesos, lo que afectaría el normal funcionamiento de la unidad de tratamiento.
- **Desarenador:** es una unidad que sirve para retener las arenas, cenizas o piedras, que obstruirían o alterarían el funcionamiento de la unidad de tratamiento.

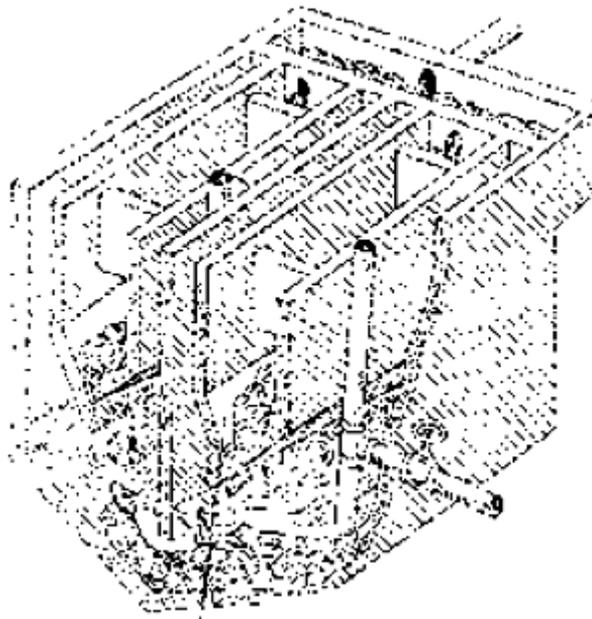
Figura 39. **Esquema de los elementos mencionados y su forma física**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Tanque Imhoff:
- Cámara de sedimentación: sirve para ayudar a separar el agua de los sólidos y líquidos de las heces o de los sólidos, así en la superficie se quedan los líquidos y en el fondo los sólidos.

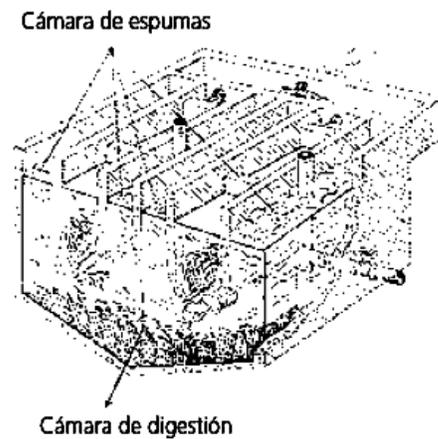
Figura 40. **Tanque Imhoff**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Cámara de espumas: se encarga de separar las espumas de las aguas negras y están ubicadas a los costados de la cámara de sedimentación.

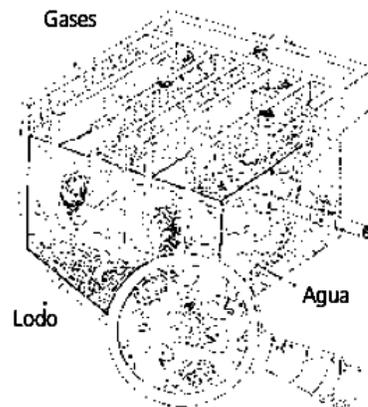
Figura 41. **Cámara de espumas**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Cámara de digestión: en esta cámara se asientan los sólidos o lodo y se realiza su digestión anaerobia, en donde las bacterias descomponen los lodos.

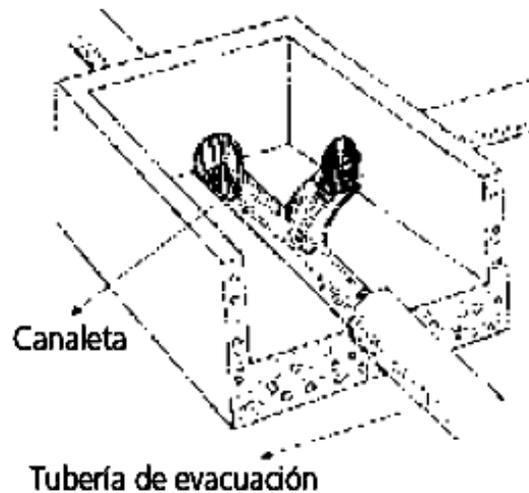
Figura 42. **Cámara de digestión**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- **Caja de Reunión:** es una caja de concreto que sirve para reunir las aguas del tanque Imhoff y el lecho de secado.

Figura 43. **Caja de Reunión**

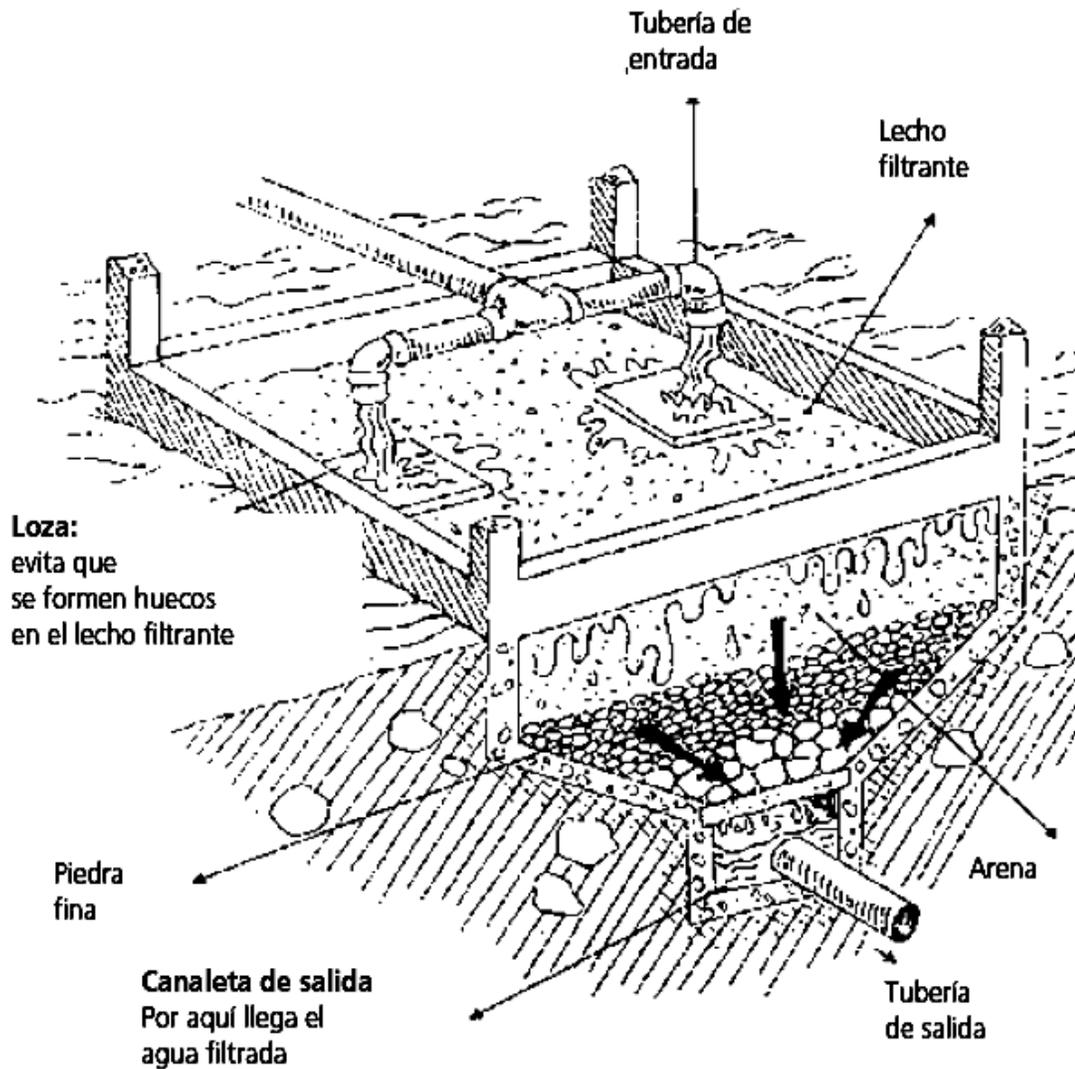


Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- **Lechos de secado:** es el área en la cual se depositan los lodos para que sean secados con la energía solar y con la ayuda de la infiltración del agua, a través de la capa de arena que se ubica debajo de la deposición de los lodos.

En climas tropicales, donde las lluvias son abundantes, es aconsejable techar el lecho de secado para que no perjudique el secado de los lodos.

Figura 44. Lechos de Secado



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

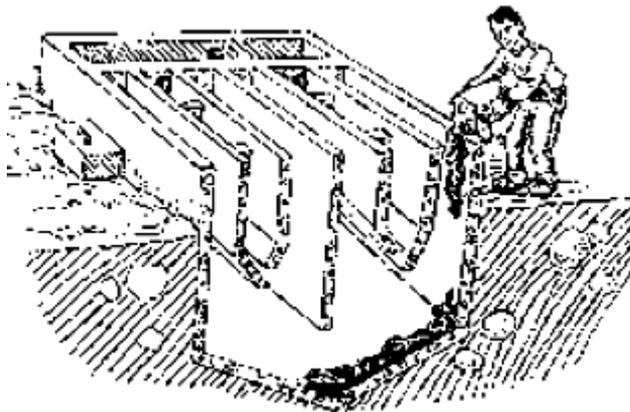
Disposición final: los efluentes del tanque Imhoff serán descargados a lagunas de oxidación para recibir tratamiento secundario y obtener un efluente de mejor calidad antes de desfogar el agua en el afluente de un río o riachuelo.

- Operación

Como ya se mencionó antes, es el conjunto de acciones adecuadas y oportunas a fin de que todas las partes del sistema funcionen en forma continua y eficiente.

- Arranque del sistema: se recomienda iniciar en época de verano, inoculando con lodos de algún tanque Imhoff o tanque séptico cercano, de preferencia que se conozca que tiene un buen funcionamiento de su sistema. De lo contrario, echar materia nutritiva, como por ejemplo, unas cuantas palas o baldes de abono o estiércol.

Figura 45. **Arranque del sistema**

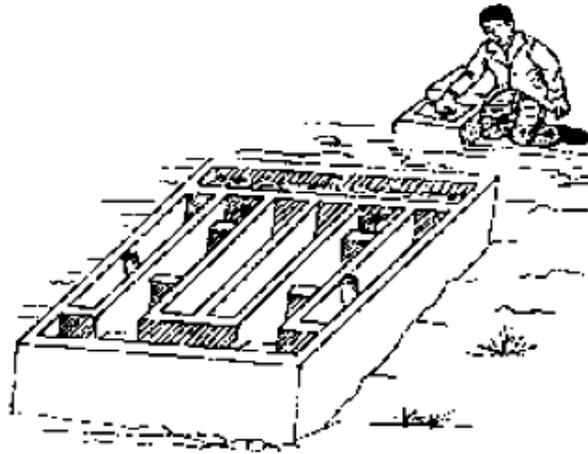


Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Luego llenar con agua limpia y cubrir hasta los 50 cm de altura desde la base del tanque Imhoff.

Finalizada nuestra preparación del arranque del sistema, podemos iniciar el funcionamiento del tanque Imhoff.

Figura 46. **Apertura de la válvula de paso del emisor**



Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

- Extracción de lodos: la extracción de lodos se realizará periódicamente. Su frecuencia dependerá de la temperatura de la localidad, según la tabla XIII.

Tabla XIII. **Extracción de lodos en función de la temperatura de la localidad**

Temperatura °C	Tiempo en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Cuando el tanque inicia su funcionamiento, la primera extracción de los lodos se realizará en el doble de tiempo que le corresponde a la temperatura de la localidad, en el caso de Chimaltenango la temperatura oscila entre los 20 y 25 °C.

- Sugerencias de protección e higiene personal: Antes de Iniciar el trabajo de operación y mantenimiento se tiene que tomar como parte de la tarea el uso de los equipos de protección personal, para prevenir accidentes y enfermedades.

Figura 47. Descripción de la vestimenta y accesorios para protección



1. Gorra, 2. Mascarilla, 3. Guantes,
4. Uniforme completo, 5. Botas de hule

Fuente: www.proagua-gtz.org.pe

Luego de culminada nuestras labores, es necesario tomar un baño con jabón germicida para desinfectarnos y evitar enfermedades.

4.2.4. Programa de capacitación

Es la descripción detallada de un conjunto de actividades de instrucción-aprendizaje, tendientes a satisfacer las necesidades de capacitación de los trabajadores y que pueden estar constituidos por temas, subtemas y/o módulos.

Elementos de un programa

- Relación de eventos a impartir
 - Objetivos terminales e intermedios que especifiquen el cambio de conductas a modificar en los trabajadores
 - Contenido temático del evento
 - Los recursos didácticos que apoyarán y facilitarán la asimilación de conocimientos a los participantes
 - Recursos financieros y materiales requeridos para efectuar las acciones
 - Duración total en horas de cada uno de los eventos que se programen
 - El instructor y/o institución capacitadora responsable de los eventos previstos
-
- Modalidades para impartir capacitación

Elaborados el plan y programas de capacitación, el siguiente paso es llevarlos a la práctica; es decir, operar las acciones de capacitación. Para ello se deben prever algunos aspectos antes, durante y después de la realización de los eventos.

- Tipos de capacitación

Curso:

- Evento de capacitación formal.
- Desarrolla la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes.
- Puede combinar la teoría y la práctica.
- Se emplea cuando se desea involucrar al trabajador en actividades más teóricas.

Taller:

- Evento de capacitación que desarrolla temas vinculados a la práctica.
- Es de corta duración (menor de 12 horas)

Seminario:

- Tiene como objetivo la investigación o estudio de temas.
- Los participantes fungen como investigadores.
- Se conforman por grupos de discusión y análisis de temas.
- Se utiliza para tener un conocimiento más profundo de determinados temas y/o situaciones.

Conferencia:

- Su finalidad es proporcionar información, datos, temas, etc.
- El ponente debe ser un experto que explique, ilustre, etc.
- Se lleva a cabo principalmente para capacitar al personal de nivel directivo y cuando se dispone de poco tiempo para el desarrollo de un tópico o grupo de ellos.

Preparación:

Se refiere a la organización que debe existir para el desarrollo adecuado de un evento, coordinando las características de los siguientes aspectos:

De los participantes:

- Área ocupacional a la que pertenecen
- Nivel que ocupan
- Puesto que desempeñan
- Edad
- Escolaridad
- Horario de trabajo

Del evento:

- Nombre del curso, taller, conferencia, seminario, etc.
- Nombre del instructor
- Objetivos
- Fecha de realización
- Horario

Del ambiente:

- Selección de aulas
- Condiciones materiales e higiénicas
- Visibilidad, acústica, ventilación.etc.
- Servicios complementarios: cafetería, materiales, servicios, etc.

Ejecución:

- Es la realización propiamente dicha de los eventos de capacitación, en ese momento se deben considerar:
 - La intervención y desempeño de los agentes capacitadores
 - Ratificación de los coordinadores.
 - Asistencia de los participantes.
 - Optimo funcionamiento de las instalaciones.
 - Desarrollo de los cursos, módulos, talleres, etc.
 - Cumplimiento permanente de los objetivos.
- Evaluación diagnóstica

Se efectúa al inicio del proceso y parte de los resultados que arroja el diagnóstico de necesidades, de las propuestas establecidas en el plan y programas, ejecución de las acciones, así como de los conocimientos y habilidades que posee el capacitando y los que requiere. Esta evaluación permite analizar la situación actual de la organización, los fines que busca lograr y sobre todo de los compromisos y responsabilidades que competen a la función de capacitación con referencia al que hacer global del centro de trabajo.

- Evaluación intermedia

Se realiza durante el proceso con el objeto de localizar deficiencias cuando aún se está en posibilidad de subsanarlas, intenta poner de manifiesto los puntos débiles y errores cometidos de tal forma que sean corregidos, aclarados o resueltos.

- Evaluación sumaria

Se enfoca a los logros obtenidos como resultado de las actividades efectuadas a fin de establecer parámetros que coadyuven a retroalimentar y reiniciar el ciclo.

En este momento es cuando se analiza la efectividad y funcionalidad de las acciones emprendidas a fin de reprogramar nuevas tareas.

4.3. Presentación de costos en hojas electrónicas

Para facilitar los cálculos, la manejabilidad y la modificación de los datos numéricos utilizados se ha utilizado software de computadora, específicamente una hoja electrónica que es bien sabido, ofrece solidez para presentar datos, para tal efecto se uso el programa Excel, en una hoja donde se podrá observar cuatro solapas en la parte baja como se muestra en la figura 48.

Figura 48. Hoja de cálculo Excel con los costos

COSTO ANUAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS			
Concepto	Para una planta	Para las 5 plantas	
1 Compra mensual de consumibles de herramientas y materiales	Q 347.47	Q 1,737.35	
2 Pago de sueldo a Operarios/Operadas con prestaciones	Q 2,200.00	Q 11,000.00	
3 Pago de sueldo a Supervisor	Q 2,000.00	Q 10,000.00	
Total		Q 22,737.35	
COSTO ANUAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS			
	Porcentaje	Total	
1 Subsidio municipal	80%	Q 18,189.88	
2 Aporte de la comunidad	20%	Q 4,547.47	

COSTO ANUAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS			
Concepto	Para una planta	Para las 5 plantas	
1 Compra anual de herramientas y materiales	Q 3,548.38	Q 17,741.90	
2 Pago de sueldo a Operarios/Operadas con prestaciones	Q 28,866.67	Q 144,333.33	
3 Pago de sueldo a Supervisor	Q 24,000.00	Q 120,000.00	
Total		Q 282,075.23	
COSTO ANUAL PARA LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS CINCO PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS			
	Porcentaje	Total	
1 Subsidio municipal	80%	Q 225,660.19	
2 Aporte de la comunidad	20%	Q 56,415.05	

Fuente: datos tabulados municipalidad de Chimaltenango 2011

En cada pestaña se encontrará el desglose de los costos de materiales en la compra inicial, así mismo los materiales que han de comprarse mensualmente debido a su uso y consumo, como es el caso de las pestañas “Compra inicial de herramientas” y “costo mensual de Materiales”.

En la pestaña “Costos de personal” se encuentran los cálculos de bono 14, aguinaldo y vacaciones.

Finalmente en la pestaña “costos mensuales y anuales” se resume el concepto y total de los costos en que se incurrirá por la operación de las plantas de tratamiento de los desechos líquidos que estarán activas, como se muestra en la figura 48.

Cabe mencionar que la manipulación y modificación de los datos para simular distintas situaciones o hacer correcciones es bastante sencilla y ello se especificará en el Capítulo 5.

4.3.1. Costo total anual de operación y mantenimiento e imprevistos

Como se muestra en la figura 48 el costo total para la Operación y el Mantenimiento de las 5 plantas asciende al monto de Q 282 075,23 cifra que ha de ser cubierta mancomunadamente entre la municipalidad y los COCODES correspondientes, proponiendo una contribución del 80% (Q 225 660,19) anuales por parte de la municipalidad y un 20% (Q 56 415,05) anuales por parte de las comunidades, con todo esto se garantiza la continuidad del proyecto y el extensión de la vida útil de las plantas.

5. SEGUIMIENTO PARA UN MODELO AJUSTABLE DE CONTROL Y PRESUPUESTOS PARA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE DESECHOS LÍQUIDOS

5.1. Prueba piloto de la hoja electrónica de cálculos

Se realizaron una serie de pruebas a la hoja electrónica para determinar si con la variación de los valores de precios y sueldos podía existir algún error en los resultados. Luego se hizo una revisión de los cálculos y los enlaces en los entre hojas, para asegurar que los resultados que se obtendrán serán confiables.

5.2. Análisis de la prueba piloto

Luego de realizada la prueba piloto, no se encontraron problemas por lo que la hoja está lista para poder ser utilizada en otro momento por el ingeniero Coordinador de la Dirección Municipal de Planificación, que necesita de este tipo de herramientas para facilitar su trabajo en cuanto a cálculos de presupuestos, costos, etc.

5.3. Correcciones de la hoja electrónica

Inicialmente se había creado documentos individuales para los diferentes cálculos, como los costos de materiales y herramientas, así mismo para el cálculo de prestaciones y sueldos, pero a manera de evitar la dispersión de documentos a la hora de transportarlos, se consideró oportuna la fusión de los archivos en uno solo, como ya se mostró en la figura 48 por lo que es más práctico ir desplazándose entre las pestañas de las hojas y no abrir varias ventanas.

Todo ello cuidando que la funcionalidad sea la misma que cuando los documentos estaban separados y que fue comprobada en la prueba piloto.

5.4. Actualización de manual de operación

Corresponderá al supervisor, según sus funciones, la actualización de las técnicas, normas y actividades descritas en el manual de operación y mantenimiento definido en este documento, de acuerdo a su criterio conforme a la evolución de las plantas, para ello se deberá proporcionar una copia del documento de forma digital para que pueda modificar su estructura si fuera necesario.

5.5. Reportes de estado de las plantas de tratamiento

Es necesario conocer constantemente el estado de cada una de las plantas de tratamiento en cuanto a sus instalaciones, el inventario de las herramientas y materiales facilitados, además del desempeño del operador asignado, todo esto con el firme propósito de mantener el orden y la eficiencia, actuando de manera oportuna cuando se presente algún imprevisto.

5.5.1. Reporte individual por planta

Se sugiere poner a disposición del operador un libro de actas donde cada semana haga un recuento de sus actividades, especificando lo realizado cada día de la misma y que pueda ser revisada al menos una vez cada 15 días, es decir dos veces por mes, por el Coordinador o el Director de la DMP, que además de este reporte, también contará con un reporte semanal (por visita) del supervisor (especificado en sus funciones) para cada planta, donde pondrá de manifiesto lo registrado en su bitácora.

Para complementar el reporte del estado de las plantas se tienen las tablas XIV y XV, en las que se realiza un control de las actividades realizadas conforme al plan de actividades mencionado en el punto 4.2.3.

5.5.2. Reporte general

Primeramente el supervisor, quien tiene a su cargo el monitoreo de las cinco plantas debe presentar además del reporte individual mensual, cada tres meses el informe debe incluir no solo el estado de las plantas de manera generalizada dando a conocer sus observaciones sino también el resultado del análisis de la calidad del agua, indispensable para conocer la eficiencia de la planta y verificar si se está trabajando respetando los niveles de contaminación permisibles que se especifican en el “Reglamento De Las Descargas Y Reuso De Aguas Residuales Y De La Disposición De Lodos”, incluyendo de ser posible una reunión con los representantes de los COCODES y de la DMP.

Igualmente el operador, además del registro de sus actividades de forma semanal en el libro, debe realizar su informe mensual resaltando los puntos más sobresalientes en las semanas anteriores para que el Director o el Coordinador de la DMP puedan estar al tanto de las plantas

5.6. Plan de control y seguimiento del programa de actividades

La idea de implementar un libro de actas donde el operador registre sus actividades se debe complementar con una hoja del inventario de herramientas y materiales disponibles, para controlar el estado de los mismos y así poder definir su reemplazo o reabastecimiento, para ello se presenta la tabla XIV donde se registra la cantidad inicial y entregada al operador para realizar sus actividades, también un espacio para que pueda especificar la existencia (la cantidad restante o si aún se encuentra en funcionamiento) y la descripción, si fuese necesaria, para una mayor comprensión por parte de la DMP y los representantes del COCODE. Para complementar el libro de registro también se puede utilizar la tabla XV, donde el operador marcará las actividades que realizó durante la semana, para que luego el Coordinador de la DMP pueda comparar si se realizaron las actividades conforme al plan.

Tabla XIV. Inventario de las herramientas y materiales bajo responsabilidad del operador

Cod.	Descripción	Entregado	Unidad	Existencia	Descripción de estado
Herramientas y equipo					
PL1	Pala con cabo	1	u		
MG1	Manguera 15'	1	u		
RA1	Rastrillo	1	u		
PI1	Piocha	1	u		
TP1	Tijera podadora	1	u		
RB1	Recogedor de basura	1	u		
MA1	Machete	1	u		
TI1	Tijeras	1	u		
AL1	Alicate	1	u		
RH1	Recoge hojas	1	u		
CAR1	Carretilla de palangana	1	u		
AA1	Alambre de amarre	1	Rollo		
AZ1	Azadon con cabo	1	u		
TO1	Tonel	2	u		
ES1	Escalera de aluminio	1	u		
CU1	Cubeta	10	u		
PT1	Palos telescópicos p/destape	5	u		
DT1	Destapacaños	1	u		
Accesorios de protección					
MS1	Mascarilla desechable	30	u		
LP1	Lentes protectores	1	u		
GC1	Guantes corrugados	1	par		
BO1	Botas de Hule	1	par		
CP1	Casco de plástico	1	u		
Materiales para limpieza					
BOL1	Bolsas plásticas	5	paq		
ESC1	Escoba	2	u		
BJP1	Bolsa de jabón en polvo 3kg	2	bolsa		
CEP1	Cepillos de plástico	2	u		
CEM1	Cepillos de metal	3	u		
CLO1	Hipoclorito de Sodio (Cloro)	1	gal		
CAL1	Cal en polvo	2	saco		
SC1	Soda Caustica	1			

Fuente: tabulación de datos municipalidad de Chimaltenango 2011

En la tabla XV se muestra el cuadro de registro de las actividades realizadas semanalmente donde solamente debe marcar con una "X" la actividad realizada.

Tabla XV. **Registro de las actividades realizadas por el Operador**

ACTIVIDAD	REALIZADO	OBSERVACIONES
Cámara de rejás		
Limpieza y retiro de sólidos		
Disposición de los residuos extraídos		
Desarenador		
Retiro de la arena		
Tanque imhoff		
Limpieza externa de las instalaciones del tanque Imhoff		
Lavado de las herramientas e higiene personal		
Revisión de las instalaciones del enrejado		
Cámara de sedimentación		
Retiro de grasas y material flotante		
Limpieza de ranuras del tanque		
Retiro de acumulación lodos de las tuberías de entrada y salida de la cámara		
Camara de espumas		
Limpieza / Extracción de las natas		
Camara de digestión		
Verificar si es necesaria la extracción de lodos hacia el lecho de secado		
Caja de reunión		
Limpieza de la caja de reunión		
Lecho de secado de lodos		
Extracción y lavado de la arena (de acuerdo a necesidad se puede realizar en un menor periodo)		
Limpieza interna (retiro de cubierta vegetal si lo hubiera - otros elementos extraños)		
Limpieza externa de las instalaciones (retiro de maleza)		

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

El supervisor por su nivel de conocimiento académico y profesionalidad, debe presentar el informe mensual realizado a computadora e impreso, donde especifique su bitácora, cuya realización se ha mencionado entre sus funciones.

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Situación ambiental y efectos del proyecto

Afortunadamente el casco urbano de Chimaltenango está rodeado de bosques, ríos, riachuelos y barrancos, todo ello contribuye a que haya alternativas naturales para poder conducir los desechos líquidos y sean reutilizables. Es necesario tener en cuenta que si se abusa de estos medios, saturando todo cuerpo de agua y espacio, se estará creando un foco de contaminación bastante grave, que a la largo plazo afectaría al ecosistema y ambiente del casco urbano, por que las aguas estarían altamente contaminadas, proliferarían los olores y las enfermedades.

El medio ambiente en que se encuentran las comunidades beneficiadas, por estar cercanas a ríos donde pueden desfogar las aguas aun sin la existencia de los drenajes formales, afortunadamente no ha resultado muy afectado salvo el mal aspecto de los charcos fuera de los hogares en toda época del año, y los olores que ocasionan, pero se debe tomar en cuenta que estas comunidades son crecientes y llegara un punto donde sería imposible que manejen sus desechos líquidos de esta manera, por lo que el proyecto de las plantas no solo viene a resolver los problemas actuales, elevando la calidad de vida y plusvalía de los habitantes de las comunidades, pues a largo plazo más personas pagando su derecho de conexión podrán gozar de este servicio y así el crecimiento poblacional no sería un problema para el ambiente por contaminación.

6.1.1. Descripción del medio ambiente actual del proyecto y su área de influencia

- Contexto de desarrollo habitacional

Tabla XVI. **Contexto de desarrollo habitacional**

Área Urbana	
Área Semi-Urbana	x
Área Rural	

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Características del Área del influencia del Proyecto

Tabla XVII. **Características del área de influencia**

	Si	No
Desarrollo industrial y comercial		X
Área Turística		X
Reserva ecológica o área protegida	X	
Zona arqueológica		X
Zona de uso restringido		X
Desarrollo agrícola	X	
Presencia de bosque nativo	X	
Presencia de cuerpos de agua	X	

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

- Actividades próximas al proyecto:

Tabla XVIII. **Actividades próximas**

	Si	No
Industria		X
Agro-industria		X
Comercio		X
Agricultura y/o ganadería	X	
Exploración forestal		X
Riego o drenaje	X	
Pesca		X
Núcleos poblacionales	X	
Turismo		X

Fuente: Municipalidad de Chimaltenango

6.1.2. Breve descripción del proyecto

El proyecto consta básicamente de dos componentes:

- Diseño, construcción de la canalización y el tratamiento de las aguas residuales originadas por el uso domiciliar en las comunidades de Texabim, 2 av. Final zona 3, Colonia San Marcos Puerto Rico, las Aldeas Santa Isabel y Ciénaga Grande de Chimaltenango; por medio una red de drenajes dirigidos a su planta correspondiente.

- Definición de los recursos humanos, herramientas y materiales para la determinación de plan administrativo-financiero y puesta en marcha del funcionamiento de las plantas.

6.1.3. Impactos adversos posibles y su evaluación

Como consecuencia de las actividades que se llevarán a cabo en el área donde se ubican las plantas, que indudablemente generarán consecuencias en el medio ambiente, a continuación se identifican los impactos, que por su naturaleza e importancia son sujetos de análisis y de discusión.

- Generación de aguas residuales

Tipificación: el uso de agua potable por parte de los pobladores, genera aguas servidas las cuales son desfogadas actualmente hacia los ríos cercanos, lo que genera un foco de contaminación en el área de descarga y aguas debajo de ésta.

Impacto: el desfogue de las aguas negras origina un impacto al ambiente y recurso natural (río), que para tal caso, a manera de reducir el daño se están implementando las plantas.

- Generación de desechos sólidos

Tipificación: generará desechos sólidos como plásticos, bolsas, restos de comida, madera, etc. que serán retenidos en la cámara de rejillas.

Disposición: estos materiales serán depositados en excavaciones dentro de las instalaciones de la planta o dirigidos al basurero municipal.

Impacto: considerando el manejo y disposición final de estos materiales de la forma indicada, no ocasionarán impacto negativo en el medio ambiente, por lo cual es necesario que el material que se vaya removiendo y obteniendo se deposite en el lugar previamente elegido.

- Vegetación

Tipificación: durante la fase de operación y mantenimiento no se impactará la vegetación nativa existente.

Impacto: se considera no significativo:

- Fauna

Tipificación: debido al grado de deforestación, la fauna nativa del lugar es mínima, encontrándose que la mayoría de especies son exóticas.

Impacto: se considera poco significativo.

6.1.4. Impactos positivos del proyecto

- Desarrollo socioeconómico:

Tipificación: el proyecto permitirá un mejor desarrollo socioeconómico de la población y su área de influencia a través de una disminución de las enfermedades relacionadas directa e indirectamente con el consumo de aguas contaminadas.

Impacto: el proyecto incidirá en un impacto altamente significativo y continuo, si se opera apropiadamente el sistema acorde al manual de operación y mantenimiento propuesto, en cuanto a la plusvalía y el nivel de vida de los habitantes que tendrán conexión directa al servicio de drenaje.

6.2. Medidas de mitigación

Se entiende como medida de mitigación la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto y mejorar la calidad ambiental, aprovechando las oportunidades existentes.

En el establecimiento de proyectos con una visión y misión de solventar un problema ambiental que afecta a la mayoría de la población, sus medidas de mitigación son vinculadas a la sostenibilidad financiera para no provocar un abandono en su mantenimiento, por lo que es de vital importancia implementar acciones para la obtención de los recursos financieros, humanos y tecnológicos para garantizar su continuidad y efectividad.

6.2.1. Etapas del tratamiento de efluentes

En la actualidad existen muchas formas de realizar cada una de las etapas, que van desde los métodos más simples y generalmente manuales, a los más complejos y automatizados.

Genéricamente, todas las plantas de tratamiento obedecen el siguiente esquema básico:

6.2.1.1. Pretratamiento

El objetivo del pretratamiento es la remoción de los sólidos gruesos y sólidos inertes. Los sólidos gruesos son basura, en general, plásticos, ramas, trapos, etc. arrastrados por la corriente de líquidos residuales y que ingresan el sistema de drenaje, generalmente, por descuido o mal uso. Los sólidos inertes son principalmente arena y partículas de tierra. La importancia del pretratamiento es que si no se separan estos materiales en esta etapa, más adelante pueden obstruir cañerías, dañar equipos electromecánicos, ocupar espacio útil u ocasionar distorsiones en la unidad de tratamiento siguiente. Esta etapa del proceso puede ser realizada con los siguientes dispositivos:

- **Rejas:** utilizadas para la remoción de residuos de tamaño relativamente grande que pueden producir daños en las estaciones de bombeo o depósitos en los canales, provocando obstrucciones. Se colocan antes de los pozos de bombeo. Para rejas gruesas se podrá retener partículas con diámetro entre 4 y 10 centímetros, para rejas medias entre 2 y 4 centímetros y para rejas finas entre 1 y 2 centímetros.
- **Tamizado:** los tamices son utilizados para la remoción de residuos de tamaño comprendido entre 0,25 y 2,5 cm de diámetro, que pueden producir daños en las estaciones de bombeo o depósitos en los canales, provocando obstrucciones y acumulaciones en la planta de tratamiento. Suelen colocarse a continuación de los sistemas de rejas.

- Desarenado: remoción de arena y sólidos discretos con el objeto de proteger los equipamientos subsecuentes contra la abrasión, evitar obstrucciones, canalizaciones y depósitos de materiales inertes en los decantadores y digestores.
- Compensación: se utiliza para atenuar variaciones y obtener un efluente líquido de caudal y calidad uniformes, cuando se tienen oscilaciones significativas en cuanto a la cantidad y calidad de la corriente de desecho. Esta operación reduce la variabilidad del tratamiento, permitiendo la utilización de plantas más compactas con un mejor aprovechamiento de todas las unidades.
- Separación de aceites y grasas: se utilizan desengrasadores gravitatorios de diseño simple que permiten la separación de grasas no emulsionadas por el efecto de flotación natural, y sin el agregado de aire en el efluente.
- Neutralización: consiste en el agregado de soluciones ácidas o alcalinas para llevar el pH extremadamente alto o bajo de un efluente líquido, a valores cercanos a la neutralidad (rango de pH: 6 a 9).

6.2.1.2. Tratamiento primario

El objetivo en esta etapa es la remoción física de los sólidos en suspensión y materia orgánica. Los métodos para llevar a cabo esta etapa son:

- Sedimentación: remoción de las partículas sedimentables, granulares y floculentas por la acción de la gravedad.

- Flotación: separación de la materia suspendida. Se utiliza principalmente para lograr el espesamiento de suspensiones de barros químicos o biológicos. Consiste en la inyección de aire a presión en la masa líquida, la cual se conduce a un tanque a presión atmosférica, provocando la liberación del aire disuelto en pequeñas burbujas que permiten el ascenso de las partículas suspendidas, para ser recogidas en la superficie.
- Coagulación: es el proceso de adición de reactivos químicos para producir la desestabilización de las partículas coloidales y permitir en la etapa de floculación su aglomeración con otras partículas suspendidas, de modo tal que se puedan formar agregados capaces de sedimentar en forma más rápida.
- Floculación: consiste en la aplicación de agitación suave a la corriente que ha sido sometida a una etapa de coagulación, para promover el contacto entre las partículas y posterior formación de partículas mayores.

6.2.1.3. Tratamiento secundario

El objetivo en esta etapa es la degradación de la materia orgánica en un reactor biológico, a través de la actividad microbiológica (generalmente bacteriana) que la utilizan como substrato y alimento. Estos reactores son el lugar donde tiene lugar la formación de la masa de microorganismos. Parte de esta biomasa se desprende y es arrastrada por el efluente, por lo que, generalmente, los reactores son seguidos por sedimentadores. Los sólidos sedimentados se recirculan al reactor biológico pero parte se descarta, a fin de mantener bajo control la población de microorganismos.

Los sistemas biológicos utilizados a nivel industrial que se aplican por lo general como tratamiento secundario pueden ser de tipo aerobio y anaerobio.

6.2.1.4. Tratamiento biológico aeróbico

Entre los procedimientos aeróbicos existe una diversidad de tecnologías disponibles como barros activados, lagunas de aireación, lechos percoladores, etc. son fundamentalmente procesos de digestión que pueden aplicarse a residuos líquidos o sólidos e incluyen generalmente separación y aprovechamiento del gas producido.

Cuando se comparan procesos aerobios con anaerobios se suele enfatizar que existe una marcada preferencia por el uso de procedimientos anaeróbicos debido fundamentalmente a la economía de energía lograda, dado que los costos de operación de los sistemas aerobios son cada vez más elevados. Sin embargo, la comparación debe hacerse en forma más completa.

6.2.1.5. Tratamiento biológico anaeróbico

La digestión anaeróbica puede considerarse como un proceso en serie y es por lo tanto más vulnerable que la aeróbica que comprende microorganismos y caminos metabólicos que actúan en paralelo. Una variedad de compuestos como amoníaco, agua oxigenada, sulfitos, sulfatos e hidrógeno sulfurado, que no interfieren en tratamientos aerobios pueden ser inhibidores de las bacterias metanogénicas.

6.2.1.6. Lagunas de estabilización

Son grandes tanques excavados en la tierra, aisladas, de profundidad reducida, generalmente menores a los 5 metros, diseñados para el tratamiento de aguas residuales, por medio de la interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.), la materia orgánica del desecho y otros procesos naturales tales como factores físicos, químicos y meteorológicos.

- Laguna anaeróbica: son estanques de profundidad entre 2,5 y 5 metros, dimensionadas para recibir cargas orgánicas superiores a 0,1 kg DBO/m³ día, con tiempos de retención de 3 a 6 días. La elevada carga orgánica suprime la actividad fotosintética de las algas, con lo cual se tiene ausencia de oxígeno en todos sus niveles. En estas condiciones las lagunas actúan como un digestor anaeróbico abierto sin mezcla, obteniéndose un efluente con alta proporción de materia orgánica, el cual requiere un proceso de tratamiento complementario.
- Laguna facultativa: son cuerpos de agua superficiales, de 1 a 2 metros de profundidad que se extienden sobre un área relativamente grande, en la cual los efluentes permanecen por un período aproximado de 15 a 50 días. La remoción de materia orgánica se logra a través de procesos físicos, químicos y biológicos, que involucran la acción de algas y bacterias bajo la influencia de la luz solar (fotosíntesis), produciéndose la estabilización de la materia orgánica bajo la forma de células de algas nuevas y compuestos finales inorgánicos, como el CO₂. Las características principales de las lagunas facultativas son el comensalismo entre algas y bacterias en el estrato superior y la descomposición anaeróbica de los sólidos sedimentados en el fondo.

- Laguna aeróbica: son sistemas de gran extensión y muy poca profundidad, alrededor de 0,5 m, que presentan una alta concentración de algas y de oxígeno disuelto en su totalidad. En general se utilizan al final de un tren de tratamiento que incluye lagunas anaeróbicas y facultativas y el objetivo principal es lograr la remoción de organismos patógenos, sólidos en suspensión y nutrientes, brindando además la posibilidad de mejorar la calidad del efluente, por lo cual pueden llegar a considerarse como un tratamiento terciario.
- Laguna aireada: las lagunas aireadas son tanques excavados en el terreno de profundidad comprendida entre los 2,5 y 4 metros, provistas de aireadores superficiales mecánicos que se encuentran instalados sobre boyas, tarimas o fijados a columnas o unidades de aire difuso, los cuales permiten transferir el oxígeno al seno del líquido. En este tipo de lagunas la aireación suministrada artificialmente reemplaza a la oxigenación realizada por las algas en las lagunas de estabilización.
- Laguna de decantación: son lagunas que se colocan a continuación de la laguna aireada a fin de obtener un efluente que pueda ser vertido a un curso receptor con una concentración reducida de sólidos en suspensión, y en consecuencia con menor concentración de materia orgánica.

6.2.1.7. Tratamiento terciario

Este tipo de tratamiento, también conocido como tratamiento avanzado, tiene por objetivo el mejoramiento de la calidad del efluente que abandona la etapa de tratamiento secundario.

- Intercambio iónico. Consiste en el intercambio de iones que se encuentran en solución por otros iones presentes en un medio. Esta operación se utiliza para la eliminación de dureza en el tratamiento de aguas y para la remoción de metales tóxicos o recuperación de metales preciosos en el tratamiento de efluentes líquidos. Existe una gran cantidad de sustancias naturales aptas para el intercambio de iones, aunque en la actualidad se ha desarrollado una amplia variedad de medios sintéticos, tales como las resinas, que son altamente específicos para algunos iones y que presentan elevada eficiencia de remoción.
- Adsorción. Es la concentración de un soluto en la superficie de un sólido, dándose este fenómeno cuando la superficie se encuentra en contacto con la solución. La fase sólida se denomina adsorbente, siendo el carbón activado el más ampliamente utilizado, mientras que el soluto adsorbido recibe el nombre de adsorbato.

6.2.1.8. Desinfección

Es la etapa final del tratamiento. La finalidad de la desinfección es la destrucción de los organismos que causan enfermedades. En el campo de las aguas residuales, las tres categorías de organismos entéricos que causan enfermedades son las bacterias, los virus y los quistes amebianos. Para determinar la eficiencia de la desinfección se utilizan organismos indicadores (coliformes) cuya eliminación se considera indicativa de que todos los organismos han muerto. La desinfección puede realizarse por métodos físicos (rayos ultravioletas, calor) o químicos (Hipoclorito de sodio, ácido hipocloroso, dióxido de cloro, cloro gaseoso, ozono).

6.2.1.9. Control de calidad

La integridad de cualquier resultado del laboratorio depende de un correcto muestreo y traslado de las muestras desde la planta hacia el laboratorio. El muestreo se debe realizar en puntos predeterminados en los que se requiera conocer determinadas características del líquido cloacal (por ejemplo, sólidos sedimentables a la entrada y salida de los sedimentadores) al fin de mantener el proceso bajo control. Para obtener muestras representativas debe dejarse de lado los posibles materiales flotantes acumulados en los rincones donde el agua está parcialmente estancada. Debido a la alta complejidad de las matrices y la rápida alteración de las mismas en este tipo de muestras, es necesario un traslado rápido al laboratorio, como así también rapidez en el análisis. Pueden tomarse dos tipos de muestras diferentes, dependiendo del tiempo disponible de los análisis. Una es una muestra instantánea. La otra es una muestra media, que consiste de porciones de aguas residuales que se toman a intervalos regulares de tiempo, siendo proporcional el volumen de cada porción al flujo del agua en el momento de la recolección.

- Análisis a realizar para el control de calidad

Demanda Biológica De Oxígeno (DBO) es el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado. La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable. Este ensayo consiste en la siembra de una porción de la muestra de agua (diluida generalmente), donde se mide la concentración inicial de oxígeno y se incuba a una cierta temperatura durante un lapso de tiempo determinado.

Con el fin de asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos es preciso diluir la muestra con una solución especialmente preparada de modo que se asegure la disponibilidad de nutrientes y oxígeno.

El agua de dilución consiste en agua bidestilada o de mayor calidad con una cantidad de oxígeno preferentemente mayor a 8mg/l y entre los nutrientes más comunes, fosfatos de sodio y potasio y cloruro de amonio y férrico. De ser necesario, el agua de dilución también debe contener un inóculo de microorganismos (en efluentes desinfectados, por ejemplo). En el caso de tener que realizarse diluciones, debe también incubarse paralelamente un blanco del agua de dilución, en el cual no debe disminuir el oxígeno disuelto más de 0.2mg/l para ser considerado de buena calidad. El periodo de incubación estándar es de 5 días a 20 °C y sin nitrificación.

CONCLUSIONES

1. Los gastos necesarios para el funcionamiento de cada planta son, en primera instancia, los sueldos para un operador y un supervisor quienes serán los responsables directos de que la planta logre su cometido, además del personal se tienen gastos por concepto de herramientas y productos de limpieza y protección personal. El equipamiento con los elementos mencionados es similar en todas las plantas ya que la variación en cuanto su tamaño y capacidad no influye directamente en los requerimientos de estos materiales, más bien en el trabajo físico que debe realizar el operador.
2. Se definió un flujo de efectivo válido para el año en curso, dividido en semestres, el cual además de las salidas y aportes contempla un ingreso extra por venta de subproductos, que en algún momento podrá producir la planta cuando haya una acumulación considerable de residuos y de los cuales el COCODE podrá disponer para autosostener la planta, de igual manera se estableció el presupuesto donde se incluyen los costos por materiales y sueldos, que haciende en promedio a Q 21 300,00.
3. Se determinó que será necesaria la contratación de un operador-guardián, denominado así por la conveniencia que representa que sea la misma persona quien opere y cuide la planta en todo momento, y pueda responder de manera inmediata a cualquier eventualidad que se presente, además del supervisor quien atenderá a todas las plantas programando las visitas para el análisis de las condiciones y resultados de los procesos.

4. El plan de operación y mantenimiento contempla la descripción de las actividades en tablas, que han de realizarse y el período de tiempo en que han de ejecutarse, así mismo una ficha de control donde el supervisor podrá verificar si las actividades han sido realizadas y calificarlas para determinar si se hicieron de manera adecuada.
5. Para determinar si la operación de la planta se realiza de manera adecuada se estableció un sistema de control, por medio de cuadros de cumplimiento de labores donde quien supervisa tiene un listado completo de las actividades que han de realizarse, en él deberá marcar si la actividad ha sido realizada o no, y así poder calificar la calidad de trabajo y responsabilidad de operador e implementar medidas correctivas.
6. Se redactó un manual básico, ilustrado, para complementar el plan de operación y mantenimiento, en el que se presenta una breve introducción, identificando las diferentes partes del sistema, el arranque, así como la manera adecuada de darle mantenimiento, incluyendo la manera en que el operador debe protegerse de la contaminación a la que se expone. Será de mucha utilidad para la inducción.

RECOMENDACIONES

1. Tanto la municipalidad como los Consejos Comunitarios de Desarrollo deben tomar con seriedad la administración de estas plantas, de manera formal, por eso es importante que ambas partes designen a una persona encargada de velar porque el plan operativo establecido se esté practicando en su totalidad, supervisando y asegurando la correcta ejecución de los fondos que se recibirán por parte de la comuna y el subsidio municipal, para hacer cumplir al supervisor y los operadores las funciones que se les han designado, las cuales son necesarias para el correcto funcionamiento de la planta y así alargar su vida útil.
2. Para tener un control eficiente de todos los materiales, accesorios y herramientas facilitadas, se recomienda hacer una tarjeta de responsabilidad, para que el operador se comprometa a hacer buen uso y cuidar el patrimonio de la planta, además de que la persona encargada por parte del COCODE lleve correctamente el registro del inventario, para determinar cuando los consumibles necesiten ser renovados o las herramientas reemplazadas.
3. Debe considerarse la posibilidad de sacar provecho de los subproductos generados por la planta, tal es el caso del abono orgánico, que pudiera resultar de los lodos secos además de los gases, en este caso, metano que pudieran ser extraídos; esto representa un ingreso que puede significar que la planta en algún momento sea autosostenible y la municipalidad pueda dirigir los fondos que ahora destina para la continuidad de este proyecto hacia otros y la colaboración de la comunidad sea mínima.

4. Es aconsejable que para la contratación del operador se tome en cuenta a las personas de la comunidad, ya que esto implica que el seleccionado podrá estar cerca de su lugar de trabajo cuando su intervención de emergencia sea requerida y mayormente en la época de lluvia, así mismo para su labor de guardián, ya que esta actividad es muy importante en el horario nocturno, el COCODE correspondiente puede realizar la convocatoria y notificar a la municipalidad la selección del candidato.
5. La municipalidad debe recibir también un informe al menos mensual y programar visitas para corroborar que el estado de los trabajos, el inventario de herramientas y de las instalaciones esté acorde a lo plasmado en el documento. Es importante que el supervisor evalúe constantemente la calidad del agua, determine si la eficiencia del tratamiento es la esperada y que esté dentro de las normas legales; tomando en cuenta que realizar este tipo de exámenes de laboratorio en un período corto de tiempo tiene un costo muy alto, es necesario contemplar, como ya se mencionó, que el operador pueda hacer evaluaciones simples con mezclas de químicos a reacción.
6. Es necesario someter a inducción al operador, lo adecuado sería que se realizara de manera presencial en la planta, facilitándole una copia del manual de operación y mantenimiento, explicando y practicando las actividades que se describen detallada y gráficamente sobre cómo debe trabajar, que herramientas usar, en qué momento realizar las actividades y un listado de todas.

BIBLIOGRAFÍA

1. DESSLER, Gary; LALFAVÓN MARTÍNEZ, Marco Antonio. *Administración de personal*. México: Prentice-Hall, 1996. 812 p.
2. GIRÓN MORALES, Rubén Alexander. “*Consideraciones ambientales para plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando tanques Imhoff en la colonia El Tesoro, Mixco*”. Trabajo de graduación de Ing. Civil de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 172 p.
3. HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, Joaquín. *El presupuesto municipal en Guatemala como instrumento de planificación*. Trabajo de graduación de Ing. Civil de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1982. 119 p.
4. HERNÁNDEZ RIVERA, Max Adalberto. “*Diagnóstico de la planta de tratamiento de aguas residuales Aurora II*”. Trabajo de graduación de Ing. Civil de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, 1995. 44 p.
5. HERRERA AROCHE, Jorge Arturo. “*Análisis del estado y tratamiento de las aguas negras provenientes del municipio de San José del Golfo*”. Trabajo de graduación de Ing. Civil de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1985. 136 p.
6. Instituto de Desarrollo y Administración Municipal. *El reglamento de personal municipal, guía para su elaboración*. Guatemala: (IDAM) FUNCEDE, 1996. 24 p.
7. RAUTENSTRAUCH, Walter; VILLERS R. *El presupuesto en el control de las empresas industriales*. Manuel Bravo, Tr. México: Fondo de Cultura Económica, 1955. 318 p.
8. VASQUEZ ESTRADA, Cesar Augusto. “*Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales construidas por el Banvi en la cuenca sur de la ciudad capital*”. Trabajo de graduación de Ing. Civil de Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 40 p.

ANEXOS

TABLA XIX. Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.

Parámetros		Fecha máxima de cumplimiento				
		Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	
		Etapa				
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	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	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	$< 1 \times 10^6$	$< 1 \times 10^5$	$< 1 \times 10^4$	$< 1 \times 10^3$	$< 1 \times 10^2$
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

TABLA XX. Frecuencia de toma de muestras

Peso promedio de lodos producidos	Periodicidad
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual

Número de muestras simples para conformar una muestra compuesta e intervalos por muestreo		
Horas por día que opera la actividad que genera la descarga de aguas residuales	Número mínimo de muestras simples para conformar una muestra compuesta	Intervalo mínimo en horas entre toma de muestras simples
Menor que 8	2	2
De 8 a 12	3	3
Mayor que 12	4	3

TABLA XXI. Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno para descargas al alcantarillado público.

Etapa	Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
Etapa	Dos				
Duración, años	4				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5500	5500≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<50000	50000≤EG<125000
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
Etapa	Tres				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5000	5000≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<65000	
Reducción porcentual	50	70	85	90	
Etapa	Cuatro				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000<EG<4000		4000≤EG<7000		
Reducción porcentual	40		60		

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.