



**PLAN DIRECTOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DE ZONAS URBANAS EN LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS  
METROPOLI DE LOS ALTOS**

**INFORME FINAL**

**Contenido**

INTRODUCCIÓN .....	4
OBJETIVOS .....	7
OBJETIVO GENERAL .....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	7
JUSTIFICACIÓN .....	8
ALCANCE DEL PROYECTO .....	9
METODOLOGÍA.....	10
SIBILIA.....	13
UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	13
POBLACIÓN.....	13
ESTADO SOCIAL .....	13
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO .....	13
DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	14
OPCION DE SOLUCION .....	14
ANTECEDENTES .....	17
DATOS HISTÓRICOS .....	17
IDENTIFICACION DEL PROYECTO.....	19
LOCALIZACIÓN.....	19
CLIMATOLOGÍA .....	20
IDIOMAS .....	20
CAPITAL NATURAL.....	20
DENSIDAD POBLACIONAL.....	20
VIVIENDA .....	21
SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA .....	21
EDUCACION .....	21
ECONOMIA .....	22

CULTURA .....	22
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	23
OBJETIVO GENERAL.....	23
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	24
ASPECTOS METODOLOGICOS.....	24
VISITA PRELIMINAR DE CAMPO .....	24
BASES DE DISEÑO .....	24
Estudios de población y pronósticos de crecimiento.....	24
Periodo de diseño .....	24
Calculo de la población futura.....	25
Tipo de servicio .....	25
Drenaje sanitario.....	25
Drenaje pluvial .....	26
Dotación .....	26
Determinación de Caudal de aguas servidas .....	27
Factor de Caudal Máximo .....	27
Caudal medio diario .....	27
Caudal Máximo de origen Domestico .....	27
Diseño de Sección y Pendiente .....	28
Diámetros Mínimos.....	29
Velocidades Máximas y Mínimas .....	29
Pozo de Visita .....	29
Cuarto de guardianía.....	29
Programa de educación en salud .....	30
IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA.....	31
DEMANDA Y OFERTA.....	32
ANÁLISIS DE POBLACIÓN.....	32
CONSUMO ACTUAL Y FUTURO.....	32
ESTRUCTURA DE INGRESOS DE LA POBLACIÓN .....	33
PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA.....	35
SOLUCIÓN DE ALTERNATIVA .....	36
COSTOS DE INVERSION .....	37
Presupuesto de Opción de Solución .....	37



Costo de inversión y tarifa .....	38
Relación costo beneficio .....	38
Cálculo de tarifa .....	39
ESTUDIOS FINANCIEROS.....	40
ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	40
PLANTA DE TRATAMIENTO: UNIDADES QUE LA COMPONEN.....	41
Vertedero de demasías .....	41
Canal de rejas .....	41
Desarenador .....	41
Sedimentador Primario .....	41
Filtro Percolador.....	41
Sedimentador Secundario.....	42
Digestor de lodos .....	42
Patio de Lodos.....	42
ANEXO 1: MEMORIA DE DISEÑO.....	43
ANEXO 2: CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	47
ANEXO 3 .....	48
ANEXO 4: ESPECIFICACIONES .....	49
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES.....	49
ESPECIFICACIONES GENERALES.....	51
ESPECIFICACIONES GENERALES TECNICAS.....	52
JUNTAS .....	55
PRUEBAS A LAS INSTALACIONES .....	56
FORMA DE PAGO.....	56
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	56
ANEXO 5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DRENAJE.....	58
TUBERIA CENTRAL .....	58
POZOS DE VISITA .....	58
ANEXO 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).....	59



## INTRODUCCIÓN

La parte central de este informe es el conjunto de propuestas de pre factibilidad para sistemas de tratamiento y uso de aguas residuales los cuales se han trabajado en el marco de los lineamientos del INFOM-UNEPAR en el acuerdo Gubernativo 236-06; con la finalidad que pasen formar parte esencial del plan director para el tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas de Municipios de la Mancomunidad Metrópoli de Los Altos.

Contienen fundamentos para descontaminar las descargas de drenajes de tipo municipal e industrial que se encuentran en la cuenca alta del río Samalá. También se dan lineamientos para el desempeño de actores institucionales, organizativos y sociedad en general; sabiendo que todos tenemos responsabilidad histórica y social con las actuales y futuras generaciones; así, lo que se haga o se deje de hacer de aquí para adelante, tendrá incidencia en las condiciones de vida y salud de los habitantes de los territorios urbanos y la naturaleza en general.

La propuesta técnica se enriquece con análisis del medio ambiente, social, financiero y administrativo, para darle el carácter integrador de los esfuerzos a soluciones de fondo porque en efecto los problemas tienen orígenes específicos pero que vienen acompañados de otros muchas veces más complejos de los que a primera vista parecen.

El punto es que si la propuesta técnica se pone en marcha es obligado implementar acciones colaterales importantes, por ejemplo proponerse estrategias de relación con quienes reciben los servicios a efecto que se genere y/o fortalezca una cultura permanente de actitudes positivas en cuanto al manejo del recursos hídrico y los desechos sólidos; así como responder con pago de los servicios.

Otros puntos relacionados tienen que ver con la organización administrativa que impulse iniciativas de forma creativa, ordenada y con visión de largo plazo, en donde la sostenibilidad sea un objetivo a lograr.

Un punto muy importante también en las propuestas es la consideración a lineamientos legales, recomendaciones, procesos y gestiones técnicas que hagan posible la descontaminación de los desfogues sanitarios.

Otro punto importante en este proceso es tener presente por lo menos dos aspectos de primer orden:

Primero: Que la problemática existente afecta la vida humana y a la naturaleza, desde el contexto local, los territorios urbanos, poblaciones y entorno que se encuentra rio abajo.

Segundo: que las soluciones no son responsabilidad exclusiva de los Gobiernos Municipales; tampoco son exclusivas de la sociedad en general.

En consecuencia; si se reconocen estos puntos y se explicitan para tomar decisiones; de aquí en adelante un reto clave será es identificar los puntos de encuentro; estar dispuestos a unir criterios y concretar acciones en forma sostenida que permitan desarrollar soluciones de fondo desde el corto plazo.

Un punto fundamental es estar seguros, como Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, que el norte y la ruta a seguir ya están claros, que el camino andado aparte de que ha hecho historia, sienta las bases para seguir con mucha creatividad, unidad y dispuestos a vencer dificultades.

Una acción prioritaria en esta línea de pensamiento es establecer canales de comunicación y estrategias por que se integren otros municipios que son afectados por los mismos problemas aquí analizados, pero que con su contribución a este proceso de enfrentar los problemas, serán beneficiados.

El presente documento, consta de varias partes: En la primera aparecen un objetivo general y tres específicos; justificación y la metodología aplicada en el periodo que cubre esta consultoría.

En la segunda parte: Se desarrolla la propuesta de carácter técnico a nivel de pre factibilidad pero con lineamientos, que llegado el momento de decisiones, orientan la fase para desarrollar, estudio de la factibilidad.

Para cada municipio se presenta opción de solución viable, que se explica en su propio apartado. Por las características que los identifican se hace tres grupos, así:

El Municipio de La Esperanza es especial porque ya tiene siete plantas de tratamiento, lo que hace falta es su reactivación.

Municipios de San Juan Ostuncalco y Quetzaltenango, del departamento de Quetzaltenango, porque tienen sistema de drenaje combinado. Se propone iniciar un proceso- fases, de acciones indicadas oportunamente.

Municipios de San Andrés Xecul del departamento de Totonicapán y Salcajá del departamento de Quetzaltenango, por el proceso de elaboración de tejidos típicos

utilizan tintes cuyos contenidos son tóxicos y se incorporan a las aguas residuales, eliminando materia orgánica, propia del río Samalá, reduciendo la probabilidad de descontaminación que el propio río puede generar por aireación. También los detalles aparecen oportunamente.



Municipios de San Carlos Sija, Sibilia, Zunil del departamento de Quetzaltenango Totonicapán, como cabecera departamental, se propone un adopción mediante un proceso biológico aerobio.

En cada municipio se aportan conclusiones finales, que corresponden a los determinados hallazgos en el proceso de estudio y análisis de esta consultoría.

En la tercera parte, aparecen conclusiones y recomendaciones de índole general, que corresponden a la naturaleza de la consultoría, sus fines y objetivos. Finalmente aparecen varios anexos, que amplían las descripciones, contenidos y temas relacionados.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Contribuir al mejoramiento biofísico, institucional y social del territorio de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos, mediante la descontaminación de las descargas de drenajes de tipo municipal e industrial que se verifican en la Cuenca Alta del Río Samalá.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✚ Evaluar las condiciones existentes del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales en las zonas urbanas (Cabeceras municipales), de los municipios de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos.
- ✚ Evaluar en forma preliminar el contexto socioeconómico de los sistemas existentes.
- ✚ Elaborar un informe que incluya los aspectos fundamentales de la información general solicitada en el artículo 6 del acuerdo gubernativo 236-06 con la finalidad de generar insumos para la elaboración de los estudios técnicos requeridos.

## JUSTIFICACIÓN

Las condiciones de vulnerabilidad del río Samalá crecen constantemente y ello hace que los daños sean mayores cada vez con riesgos de pérdida de vidas humanas, biodiversidad, suelos y deterioro ambiental. También pérdida de infraestructura y otros. Razones suficientes para tomar decisiones importantes con la finalidad de ordenar e impulsar estrategias para enfrentar la problemática con visión de mediano y largo plazo.

Es decidir caminar una ruta y realizar acciones concretas que evidencien importantes avances.

Para investigar y encontrar vías de solución la Mancomunidad de la Metrópoli de Los Altos, abrió espacios para la presente consultoría planteándose una hipótesis orientadora: “ el problema al que se enfoca la consultoría es la falta de procesos integrales, eficientes sostenibles para el tratamiento de las aguas residuales”.

Si como CECOIN, estamos en la dirección correcta, reconocer la problemática existente es un buen punto de partida. A partir de esto, se puede hacer mucho para fortalecer y profundizar las acciones conjuntas e individuales que están llevando a cabo los municipios por su propia iniciativa.

Un antecedente que hace viable esta tarea es la conformación de la Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, en el año 2005

Por la importancia que reviste para los efectos que ocupan este trabajo, se transcriben los artículos 2 y 3, aplicación y competencia. Y el número 55.

**“Artículo 2. APLICACIÓN.** El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a. Los entes generadores de aguas residuales;
- b. Las personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c. Las personas que produzcan aguas residuales para reúso;
- d. Las personas que rehúsen parcial o totalmente aguas residuales; y
- e. Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos

**Artículo 3. COMPETENCIA.** Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a

estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”



9

**Artículo 55. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.** Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en alcantarillado pluvial.

Resumiendo, hay un conjunto de problemas que se agigantan afectando la vida humana y el entorno. Para reducirlos hay iniciativas en marcha, hay apoyos; respaldo legal y como líderes Municipales ocupan una importante posición para tomar las decisiones que sean necesarias.

## **ALCANCE DEL PROYECTO**

**MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA Y SALUD DE LAS PERSONAS**, según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD se entiende que salud no solamente es la ausencia de enfermedades, sino el adecuado estado físico, social, mental y ambiental de una persona que en conjunto conforma una comunidad.

## METODOLOGÍA

10

Centro de Consultoría Integral (CECOIN), desarrolló el siguiente marco metodológico para el estudio de las condiciones actuales de las aguas residuales en 9 de los Municipios que integran la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos. La finalidad fue conocer las condiciones/problemática de contaminación que afecta directamente al río Samalá y en la que los afluentes la incrementan con impacto negativo en la vida y salud de las personas que están directamente relacionadas y ligadas a este tema; puesto que existen varias viviendas cercanas a los puntos de desfuegos.

### DECISIONES INTERNAS

Reuniones de trabajo al interior de CECOIN, para analizar y elaborar el plan con niveles de precisión: objetivos, metas, formulación de herramientas de campo, tareas y actividades claves. Tiempos. Un paso fundamental fue la sintonía e integración del equipo de especialistas; personal de base y de apoyo.

Tareas de coordinación con autoridades de la oficina Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos. En reunión específica se presentó al equipo de la empresa consultora al tiempo que se dio a conocer el plan general de trabajo.

Reunión informativa con Alcaldes Municipales y representantes, para compartirles los objetivos, alcances y proceso de trabajo de campo; dieron su consentimiento para trabajar con las Direcciones Municipales de Planificación y otros funcionarios.

Con la oficina de la Mancomunidad se definió instrumentos y calendarios para trabajo y desplazamiento a campo.

### DIAGNÓSTICO:

Para coordinar visitas y entrevistas, hubo comunicación con la Dirección Municipal de Planificación (DMP); esto facilitó la participación de autoridades, integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODES), y voluntarios provenientes de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos. También especialistas en lo técnico, ambiental, social, financiero y administrativo; para ver la problemática y condiciones con enfoque integral.

Las visitas a municipios se efectuaron durante dos semanas del mes de febrero y posteriormente se hizo una segunda visita de ampliación de información y situaciones de campo. En varios casos se hizo uso de medios de comunicación electrónica y otras con el mismo propósito.

En las primeras visitas se contactó especialmente con las Direcciones Municipales de Planificación (DMP's). Con buen criterio se organizaron las entrevistas, reuniones con especialistas. También personal técnico de ingeniería y medio ambiente hizo el trabajo – recorrido con apoyo de Señores fontaneros, en algunos casos con el acompañamiento del director de la oficina de planificación, concejal o representante Municipal y en un caso acompañado por Alcalde Municipal.

Para la obtención de estos datos se hizo observaciones in situ, utilizó encuestas, de orden abierto y cerrado incluyentes para la obtención de información del municipio y características. Recorridos en las áreas de desfuegos de aguas residuales, desechos sólidos y el entorno inmediato, por el tema de medio ambiente.

Otras áreas importantes como lo financiero y administrativo conforman parte del diagnostico interno del municipio, se hizo con aporte especialmente de las Direcciones Municipales de Planificación (DMP). Importante por los fines siguientes:

- Identificar la existencia y estructura administrativa de las variables que controlan y mantienen el sistema de alcantarillado en los municipios objetos de estudio.
- Determinar si al aplicar modelos administrativos eficientes, más la identificación de variables y ejes de trabajo óptimos , junto a estructuras físicas y operativas de alto rendimiento, puede lograrse operar con éxito en proyectos de este tipo.
- Conocer el estatus actual de la parte administrativa.

## LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTAS DE OPCIÓN.

Con la información obtenida se generaron reuniones de análisis, puntos de relación, causas y efectos de la problemática encontrada, se procede al ordenamiento de situaciones en orden de importancia que apunten a la búsqueda de alternativas de solución “opciones de solución” consignados en el informe dos.

El proceso de análisis se enriqueció con verificación de la información recabada tanto de campo como de gabinete- bibliográfica, proceso que permite ahora en este informe, hacer propuesta de solución o soluciones a cada Concejo Municipal. La propuesta es de carácter integral con miras a 22 años y con propósitos de sostenibilidad, con la consideración que queda expresado en términos de pre factibilidad. Abarca las siguientes áreas: Técnica, Ambiental, Social, Financiera Y Administrativa.

En este marco metodológico se ha presentado tanto a los Señores Alcaldes Municipales o sus representantes como a las autoridades de la Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, dos informes anteriores que contienen avances de información, de análisis y de propuestas de alternativas de solución a la problemática de aguas residuales y desechos sólidos.

## MARCO METODOLÓGICO REFERENTE

El marco metodológico descrito en partes claves, sirvió de referente para el trabajo de diagnóstico, identificación de la problemática y propuestas de solución en cada municipio.



Fuente: Elaboración propia. CECOIN.

## SIBILIA

13

### UBICACIÓN DEL PROYECTO

Se encuentra ubicado en la parte norte del departamento. Su extensión territorial es de 28 km<sup>2</sup>. Dista de la cabecera departamental de Quetzaltenango 30 km. Las coordenadas de localización del centro urbano son: latitud 14° 59' 36" N; longitud, 91° 37' 23" O y elevación 2,800 metros Sobre el Nivel de Mar(SNM).

El acceso hacia este municipio es por medio de una carretera asfaltada en buen estado, lo que hace un fácil acceso en todas las épocas del año.

### POBLACIÓN

Actualmente el número de habitantes en el municipio de Sibilia asciende a la cantidad de 14,701, de ellos 4,000 son del sexo masculino y 10,701 pertenecen al sexo femenino. El idioma que se habla es el español

### ESTADO SOCIAL

El Municipio cuenta con servicios básicos como red de distribución de energía eléctrica, cuenta con sistema de agua entubada, con drenaje sanitario y un basurero municipal.

El municipio cuenta con 2,940 viviendas, la mayoría están concentradas, muy pocas en forma dispersa. Las viviendas concentradas están distribuidas en dos sectores, identificados como Barrio la Libertad y Barrio el Progreso.

### DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Para contribuir con el "Plan director para el tratamiento de aguas residuales de zonas urbanas en la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos", se debe construir una planta de tratamiento de aguas residuales; ésta debe funcionar correctamente para lograr la descontaminación hasta los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores según el acuerdo gubernativo No. 236-2,006, bajo el **Artículo 20**.

El proyecto que se plantea construir consiste dos ejes de trabajo, el primer eje es la construcción de una línea de drenaje sanitario que pueda captar todos los desfuegos clandestinos que existen en el inicio del río y que transporte las aguas residuales hasta la ubicación del terreno donde se plantea la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales; el segundo eje de trabajo es la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en un terreno propiedad de la municipalidad y donde se le prevé dar el respectivo tratamiento a las aguas de drenaje para desfogarlas al río Samalá (cuerpo

receptor) ya tratadas, cumpliendo con lo establecido en el Acuerdo Gubernativo 236-06.

14

La planta de tratamiento se construirá con el fin de no contaminar el cuerpo receptor y consta de los siguientes elementos: Canal de rejas, vertedero de demasías, desarenador, vertedero sutro, tanque imhoff, filtro percolador. Se utilizó un periodo de diseño de 20 años.

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Para la ejecución de este proyecto será necesario la construcción de la línea principal en donde se utilizarán diámetros de 12" y 15", además de 8 pozos de visita aproximadamente y la planta de tratamiento.

Se captará el caudal domiciliario por medio de un pozo de visita que recolectará el afluente de los dos desfuegos actuales, convirtiéndolos en uno solo, luego de lo anterior se trabajará en la construcción de la respectiva planta de tratamiento de aguas residuales.

Este proyecto beneficiará a 2,940 viviendas, 14,701 habitantes con una densidad poblacional de 6.

## OPCION DE SOLUCION

Como los dos desfuegos están a escasa distancia uno del otro, con esta opción se hará los trabajos necesarios para interceptarlos, construyendo una CAJA UNIÓN, como fase de transición y canalización hacia su respectiva planta de tratamiento y desfugar las aguas tratadas al cuerpo receptor, río Samalá.

El cuerpo receptor donde se llevará el caudal después de finalizado el proceso de descontaminación sigue siendo el río Samalá, pero es necesario que estén dentro de los parámetros señalados en el artículo 20. Ver anexo.

Al utilizar plantas de tratamiento no estamos eliminando el 100% de esta descontaminación; si debe estar dentro de los parámetros, por lo tanto la contaminación que queda en las aguas residuales después de realizado el proceso se desfugará al río, la diferencia radica en que el río ya es capaz de terminar el proceso de descontaminación por aireación.



### Cuadro No.9

Problemas más recurrentes y soluciones con opción 1.

No.	Problema	Problemas Actuales	Opción 1/Solución del problema
1	Falta de tratamiento en los desfogues	X	✓
2	Contaminación química por tintes	X	✓
3	Desfogue con alta contaminación(rastro)	X	✓
4	Desfogues clandestinos	X	50.00%
5	Conexiones Clandestinas	X	75.00%
6	Contaminación por lixiviados	X	25.00%
7	No cuentan con todos los planos de la red de distribución	X	10.00%
8	Existe poco mantenimiento al sistema de drenajes	X	10.00%

X	No se resuelve el problema
✓	Si se resuelve el problema
%	Solución

Fuente: Elaboración propia. CECOIN.

## INCONVENIENTES

Esta opción, tiene la limitante de auto-sostenibilidad porque necesita utilizar coagulantes químicos y operación permanente.

## INTRODUCCION

Por su ubicación geográfica, debajo de del Municipio de San Carlos Sija, el sistema de drenajes contribuye a la contaminación del río Samalá con los afluentes del río Las Piedrecitas y el río Chacap.

Los integrantes de la Dirección Municipal de Planificación, expresan que se está consciente de esta contaminación, tienen mucho interés en el tema de construcción de plantas de tratamiento para minimizar o resolver el problema. Sin embargo en este estudio de pre factibilidad, se detectó que al interior de lo organizativo dígase Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), aún hay muchas debilidades, toda vez que las decisiones en término de prioridades se concentran en el Concejo Municipal.

En términos de propuesta de solución se explica con enfoque de carácter integral con las áreas siguientes: técnica, ambiental, social, administrativa y financiera debido a que la problemática en cada área tiene sus particularidades las cuales aparecen al interior del informe.

En lo técnico se propone construir dos ejes de trabajo a saber:

El primero, es la construcción de una línea de drenaje sanitario que capte todos los desfuegos clandestinos que están presentes al inicio del río, que conduzca las aguas residuales hasta donde se prevé la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

El segundo eje, construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en terreno de propiedad municipal y ahí darle tratamiento a las aguas de drenaje para que desfogue al río Samalá. Más detalles en el apartado especial.

## ANTECEDENTES

### DATOS HISTÓRICOS

Municipio del departamento de Quezaltenango. Área aprox. 28 km<sup>2</sup>. Nombre geográfico oficial: Sibilia. Colinda al norte con Huitán (Quetzaltenango.); al sur con San Carlos Sija y Palestina de Los Altos (Quetzaltenango.); al este con San Carlos Sija (Quetzaltenango.); al oeste con San Carlos Sija (Quetzaltenango.) y Río Blanco. La cabecera se encuentra en la margen norte del río Las Piedrecitas, sierra de Sija. Por la carretera departamental de Quezaltenango 17 al este unos 9 km. a la cabecera. San Carlos Sija, donde enlaza con la ruta nacional 9-N que al sur tiene aproximadamente. 16 km. a la cabecera. Olintepeque y de allí unos 5 km. a la cabecera. departamental, y municipio de Quezaltenango. En el parque frente a la iglesia 2,800 mts. Sobre el Nivel del Mar (SNM), latitud. 14°59'36", longitud. 91°37'23". *Quezaltenango 1860 I.* También cuenta con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos Según ha comunicado la municipalidad, el título se encuentra inscrito en el Segundo Registro de la Propiedad de Quezaltenango con fecha 8 noviembre 1915, teniendo en esa época una extensión de 97 caballerías, 3 manzanas y 4,712 varas cuadradas, así como que el municipio fue deslindado en 1914 por el Ing. Luis Aguilar P. teniendo todos sus mojones visibles. Poblado del período indígena se le conocía con el nombre de Bobós. Así figura en el Título de la Casa Ixquín-Nehaib, Señora del Territorio de Otoyoyá, presentado en la versión conocida actualmente, ante el Juzgado Privativo de Tierras a mediados del siglo XVIII. En cumplimiento de la real cédula dada en San Ildefonso el 26 julio 1763, desde Quezaltenango escribió el 4 noviembre 1765 don Gregorio Lizaurzábal y Anssola sobre el Corregimiento de Quezaltenango: "Es también de la jurisdicción de este Corregimiento un valle que llaman Bobós, que se compone de varios ladinos, pocos estancieros de ganados mayores y menores de que pasan escasamente ayudados de siembras cortas, y dista de la cabecera seis leguas. ...". El arzobispo doctor don Pedro Cortés y Larraz visitó en 1770 la Parroquia de Ostuncalco. Mencionó que a 4 leguas de la misma estaba el "valle de ladinos de Bobós" que tenía 15 familias con 75 personas. Por ahora no se ha localizado la fecha en que se redujo a poblado, pero en la Descripción coreográfica de la Provincia de Quezaltenango de don Joseph Domingo Hidalgo, publicada en la Gaceta de Guatemala del lunes 7 agosto 1797, parece que ya se había realizado la reducción: "San Antonio Bobós, aldea de ladinos, que está sobre la cuesta de los Veinte Palos, al noroeste cuarta al norte de Ostuncalco, del cual dista cuatro y media leguas. Tendrá cien individuos de todos sexos y edades, cuyo comercio es sembrar y criar algún ganado pobremente". No fue mencionado por Domingo Juarros en su Compendio de la Historia de la Ciudad de Guatemala, que escribió por 1800, quizá debido a su anotación general: "Los demás pueblos de este Partido no tienen cosa notable". A raíz de haber decretado la Asamblea Constituyente el 11 octubre 1825 la Constitución Política del Estado de

Guatemala, al declarar los pueblos que comprendía el Estado aparece Bobós dentro del distrito 9°, Totonicapán. Conforme al decreto del 27 de agosto de 1836 citado por Pineda Mont en su Recopilación de Leyes, para la administración de justicia por el sistema de jurados Bobós continuó dentro del Circuito de Totonicapán. Con el mismo nombre, dentro del círculo San Carlos Sija, 12° distrito, en la tabla para elección de diputados a la Asamblea Constituyente, según decreto 225 del 9 noviembre 1878. Al haberse emitido la Constitución de 1879 Bobós aparece incluido en la lista de los municipios de Quezaltenango. El acuerdo gubernativo del 15 diciembre 1887 dispuso que el pueblo de Bobós, se denomine en lo sucesivo Sibilia. La cabecera Flores Costa Cuca, conocida antes sólo como Flores pertenecía a Sibilia, conforme al acuerdo. Gubernativo del 20 mayo 1911 que trata de su traslado “a otro lugar que reúna mejores condiciones, a fin de aprovechar las ventajas que reportará el Ferrocarril Panamericano”. En la actualidad pertenece al tercer distrito electoral. El Registro Civil inició Sus operaciones el 13 mayo 1878. Al 30 junio 1971 operaba con 32 libros principales. El acuerdo Gubernativo del 4 agosto 1917 dispuso que la municipalidad, por medio de su síndico, extienda a los poseedores de lotes acotados el título de propiedad. Debido a su altura el clima es frío, pero agradable. El municipio es atravesado de este a oeste por un sistema de montañas, entre las que están los cerros El Paxte y Patunún y, de norte a sur, Panimaché y El Barrial. A medio kilómetro de la cabecera está el cerro Las Cacerías, de forma cónica, que se encontraba cubierto de variada vegetación. En los alrededores de la cabecera está la llanura conocida como Grama. La mayor parte de los accidentes hidrográficos se unen al río San José en el municipio de San Carlos Sija, formando con otros afluentes el río Caquixá o Samalá. En las montañas se ha encontrado gran cantidad de maderas finas. Los terrenos son en extremo fértiles cultivándose maíz, trigo, cebada, avena, habas y papas o patatas. La tradición dice que los indígenas explotaban una mina de oro en el cerro El Paxte, vendiendo el mineral en bruto en la ciudad de Quezaltenango. Ahora ninguno se dedica, que se sepa, a la explotación de minas. La fiesta religiosa del patrono del pueblo se realiza en junio. El día principal ha sido el 13, en que la Iglesia conmemora al confesor y doctor franciscano San Antonio de Padua. El acuerdo Gubernativo del 23 mayo 1952 dispuso que la fiesta titular se celebre del 10 al 16 enero. Por acuerdo Gubernativo del 29 noviembre 1962 se declaró zona de veda temporal por un plazo mínimo de 25 años a toda la zona hidrográfica del río Samalá y sus tributarios. Sibilia quedó comprendida dentro del área. La oficina telegráfica se estableció por acuerdo Gubernativo del 16 noviembre 1882.

## IDENTIFICACION DEL PROYECTO

19

### LOCALIZACIÓN

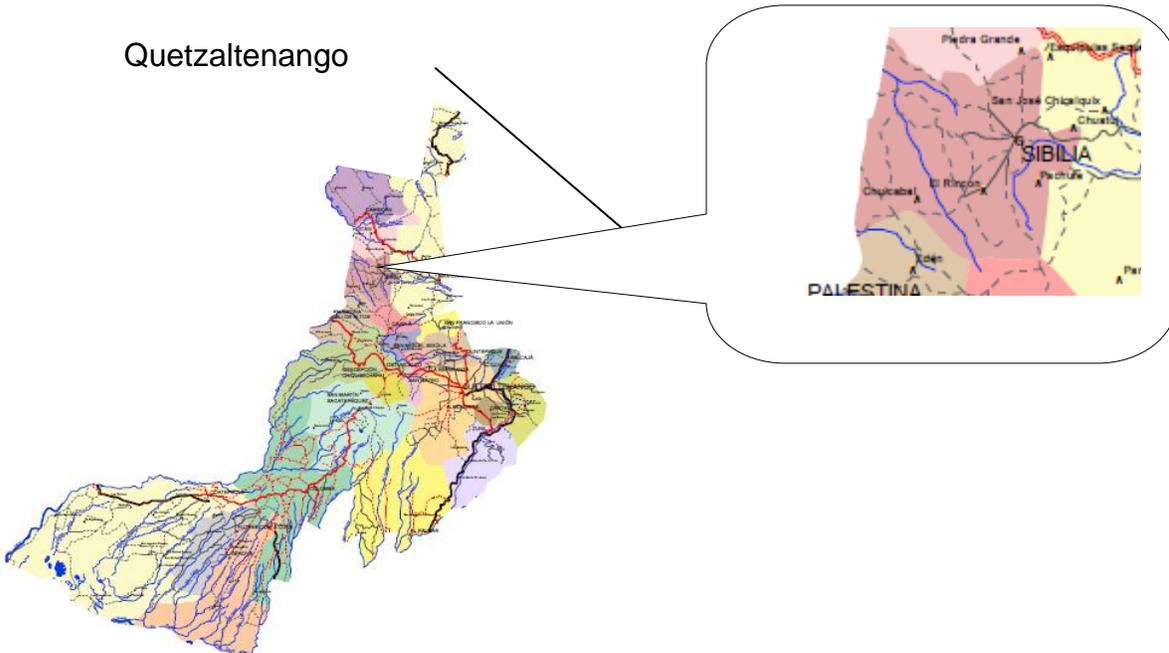
Municipio del departamento de Quetzaltenango. Se encuentra ubicado en la parte norte del departamento. Su extensión territorial es de 28 km<sup>2</sup>. Dista de la cabecera departamental Quetzaltenango 30 km. Las coordenadas de localización del centro urbano son: latitud 14° 59' 36" N; longitud, 91° 37' 23" O y 2,800 metros Sobre el Nivel del Mar (SNM).

### País de Guatemala

Ver mapa



### Quetzaltenango



Municipio de Sibilía, Departamento de Quetzaltenango.

*"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"*  
*La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilía, Totonicapán y Zunil*  
*3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango*  
*Telefax (502) 7765-8690 [www.metropolidelosalto.org](http://www.metropolidelosalto.org)*

## CLIMATOLOGÍA

Sibilia tiene una altura de 2,800 metros sobre el nivel del mar, se caracteriza por su clima frío ya que se encuentra en las partes más altas del departamento de Quetzaltenango. Las temperaturas durante el año están en el rango un mínimo de -5 grados centígrados en los meses de diciembre y enero a un máximo de 23 grados centígrados en los meses de marzo y abril, se mantiene una temperatura promedio de 18 grados centígrados en el resto del año.<sup>1</sup>

## IDIOMAS

El idioma que prevalece es el castellano, aunque en el área rural existe el uso frecuente del MAM, El municipio de Sibilia se caracteriza por que su población es eminentemente ladina, siendo poca la presencia de personas indígenas en el municipio.

## CAPITAL NATURAL

El municipio de Sibilia está situado en la parte alta de departamento de Quetzaltenango, a una altura y con un clima que favorece la siembra de maíz y trigo. Este municipio también se caracteriza por la alta tasa de emigración que se presenta hacia países del norte donde actualmente existe una colonia sibiliana bastante grande.

## DENSIDAD POBLACIONAL

De acuerdo a la información obtenida, en la comunidad por medio de un grupo de personas que conforman el comité existen 2,940 viviendas actúales y un total de 14,701 habitantes, esto nos da como resultado una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda

---

<sup>1</sup>Fuente: INSIVUMEH, Diccionario Geográfico Nacional.

## VIVIENDA

Las viviendas en el casco urbano de Sibilia son predominantemente de paredes block y terraza de concreto o paredes de block con techo de lamina de zinc, esto se debe a la característica de la emigración que existe a los países del norte y las remesas que estas personas envían al municipio facilita la construcción de este tipo de viviendas.



## SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA

Los habitantes del casco urbano cuentan con servicio de agua potable, cuentan además con energía eléctrica 110V/220V desde ya hace varios años, cuenta con un sistema de drenaje sanitario que cubre la totalidad de las viviendas, salvo los casos de viviendas que por diversos motivos no se conectan al sistema de drenaje y contaminan el afluente del río Samalá, el municipio cuenta también con salón de usos múltiples, correos y telégrafos, sistemas telefónicos tanto residenciales como celulares.

## EDUCACION

Este Municipio cuenta con dos escuelas primarias, un colegio privado a nivel de primaria como básico, también funciona un Instituto de Educación Básica y Secundaria, además de contar con servicios de educación superior Privada con la Universidad Panamericana.

## ECONOMIA

Su economía se basa en cultivos de maíz, trigo, papa, frijol, haba, avena, y camote; así como algunas artesanías entre las que se destacan las frazadas de lana rústicas, tejidos y trabajos en madera.



## CULTURA

Celebra la fiesta religiosa del patrono del pueblo en junio, siendo el día principal el 13, en que la Iglesia conmemora al confesor y doctor Franciscano San Antonio de Padua. Sin embargo, por Acuerdo Gubernativo del 23 mayo 1952, se dispuso que la fiesta titular se celebre del 10 al 16 enero.

## OBJETIVOS DEL PROYECTO

### OBJETIVO GENERAL

Coadyuvar en la mejora del nivel de vida de la población, mejorando los niveles de salud mediante un proyecto de drenaje sanitario y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, con esto también procurar disminuir la contaminación de la cuenca del río Samalá.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un sistema de drenaje el cual se adapte a las necesidades de la población, a fin de eliminar por completo los drenajes a cielo abierto y los desfogues clandestinos.
- Diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de no contaminar las aguas del cuerpo receptor.
- Que se implemente un programa de educación en salud para los pobladores y que los proyectos ejecutados sean aprovechados y que cumplan la función para lo que fueron creados.
- Dar cobertura del servicio de drenaje sanitario al 100% a los habitantes de la población.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El medio ambiente ha caído en un proceso de deterioro constante, este deterioro es causado por una serie de problemas que van desde la falta de tratamiento de las aguas residuales hasta el manejo inadecuado de los residuos sólidos, el problema de la contaminación es multi causal y por consecuencia las opciones de solución tocan varios aspectos del desarrollo, uno de los principales actores de la contaminación es el río Samalá, ya que es allí donde este el municipio de Sibilia descargas sus aguas residuales sin darle a las mismas algún tipo de tratamiento la contaminación de este río no solo provoca problemas en el propio municipio de Sibilia sino que lleva la contaminación a través de todos los municipios por donde este río transcurre. Es por ello que si consideramos que es el río Samalá, una de las fuentes hídricas más importantes de la región el disminuir los niveles de contaminación que este tiene es uno una labor importante y de involucramiento general.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

### VISITA PRELIMINAR DE CAMPO

Durante las visitas de campo, se pudo conocer la situación actual del municipio de Sibilia, asimismo se recorrió el lugar por donde se conducirá las líneas de drenaje, así como el lote en donde estará ubicada la planta de tratamiento. Se realizó un recorrido en el trayecto de la red de drenaje para verificar el tipo de suelo.

### BASES DE DISEÑO

#### Estudios de población y pronósticos de crecimiento

Estos estudios indican la población actual que existe en la comunidad, así como la tasa de crecimiento poblacional por año y el número aproximado de personas que existirán en el futuro, y así saber cuál será la densidad poblacional con la cual se calculará el proyecto.

Para calcular la población futura se realizó a través del método geométrico con una tasa de crecimiento del 2.2% anual.

#### Periodo de diseño

El período de diseño se define como el tiempo durante el cual un sistema de drenaje sanitario funcione eficientemente; para determinar el período de diseño real, se debe realizar un análisis económico tomando en cuenta el diámetro real a

utilizar, el cual dará como resultado un período de diseño óptimo. Para este proyecto se considera la utilización de 22 años, donde se incluye el tiempo para trámites, gestiones y ejecución de dicho proyecto.

25

### Calculo de la población futura

El método que se utilizó fue el geométrico, que por sus características es el que proporciona un resultado más cercano a la realidad.

La fórmula que se utilizará para calcular la población futura se basa en la población actual, la cantidad de casas al final del período de diseño para este proyecto es de 4,745 viviendas.

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Pf = Pa (1 + (r/100))^n$$

En donde

Pf = población futura

Pa = Población actual

n = período de diseño del proyecto en años

r = tasa de crecimiento poblacional para la región en estudio

### Tipo de servicio

El drenaje funcionará por gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el centro del municipio hacia el exterior del mismo. Cada cierta distancia se construye pozos de registro verticales para permitir el acceso a la red con fines de mantenimiento.

### Drenaje sanitario

Se llama drenaje sanitario al que transporta los desechos líquidos de casas, comercios y fábricas no contaminantes. Deben ser dirigidos a plantas depuradoras para su tratamiento y posterior vertido a un cauce que permita al agua continuar el ciclo hidrológico.

## Drenaje pluvial

Se conoce con este nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde se organiza su aprovechamiento.

En muchas localidades no se realiza la diferencia entre drenaje sanitario y pluvial y todo el material recolectado es concentrado al mismo destino.

## Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, se expresa en litros por habitante por día, la dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de todos los pobladores, para que éstos desarrollen sus actividades de la mejor forma posible.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación de fraccionamientos habitacionales, condominios, comercios, industrias y otros giros, sin considerar la reutilización y tratamiento del agua residual, deben contemplarse los siguientes.

- ❖ Nivel de servicio
- ❖ Clima
- ❖ Costumbres
- ❖ Condiciones socio-económicas
- ❖ Estándar de vida.

El clima es uno de los factores que más hace variar la dotación de agua, pues en un lugar con clima cálido es mayor el consumo que en aquellas poblaciones con clima frío.

Las costumbres son el conjunto de actividades diarias realizadas por una población, forman el carácter de un determinado lugar, unos difieren de otros, éstos hacen que la dotación sea diferente para cada caso, generalmente la dotación para el medio rural es menor que para el medio urbano.

Las condiciones socio-económicas se refieren a la ocupación de sus habitantes, el mayor o menor desarrollo industrial, comercial y agrícola, con lo cual hace variar la cantidad de agua consumida por cada población

## Determinación de Caudal de aguas servidas

### Factor de Caudal Máximo

El factor de día máximo se considera en base a la población futura de la comunidad en la cual se ejecutará el proyecto, considerando que la población flotante aumenta pero no sobrepasa el 20% de la población actual en días de mayor afluencia se opta por el factor de incremento de 2 sobre el caudal medio.

### Caudal medio diario

Es el consumo de agua promedio diario de una población, el cual se calcula multiplicando la dotación de 100lts/ hab/ día por el número de habitantes futuros dividido por la cantidad de segundo que tiene un día. El caudal medio obtenido es de l/s.

$$Q_{med} = \frac{(\text{hab. Futuros}) (\text{dotación})}{86,400}$$

### Caudal Máximo de origen Domestico

Será calculado para cada tramo en base al caudal medio por el factor de retorno que es de 85% para encontrar la Datación o Caudal Domestico.

$$\text{Datación} = (\text{Factor de Retorno}) (\text{Caudal medio})$$

### Infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas se tomara en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de la misma. Los caudales por cada kilometro de tubería que contribuya al tramo se estimaran calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo.

Para tuberías que quedan sobre el nivel friático

- Tubería de Cemento  $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$
- Tubería PVC  $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

En este proyecto se instalara la tubería sobre el nivel freático y se deberá utilizar tubería de pvc por lo que se utilizara el factor de  $q_i = 0.01 * \text{el diámetro en pulgadas}$ .

## Caudal de Diseño

El caudal con que se diseñara cada tramo del sistema sanitario será la suma de:

- 1.- Qd = Caudal máximo de origen domestico por el factor de flujo
- 2.- Qinf = Caudal de Infiltración
- 3.- Qlli = Caudal de lluvia ilícita
- 4.- QInd+Com= Caudal Industrial Comercial

$$\text{Caudal de Diseño} = Qd + Qinf + Qlli + Qind+com$$

## Diseño de Sección y Pendiente

### Calculo Hidráulico

En general, se usara en el diseño, secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena. Para el buen funcionamiento, estos canales deben funcionar entre 70% a 90% como máximo del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la formula de Manning en sistema métrico para secciones circulares.

$$V = 1/n R^{2/3} S^{1/2}$$

V= Velocidad del flujo a sección (m/s)

D= Diámetro de la Sección Circular (pulgadas)

S= Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

0.014 para tubos de concreto

0.010 para tubos de pvc.

## Diámetros Mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de pvc. " Se prevé instalar tubería de 6" de pvc en el proyecto de drenaje sanitario.

## Velocidades Máximas y Mínimas

En este caso la velocidad máxima se debe a las altas pendientes del terreno mayores a 45°

- La velocidad máxima propuesta para este tipo de este proyecto es de 3.60 m/seg
- La velocidad mínima es de 0.60 m/seg

## Pozo de Visita

Se diseñaran pozos de visita en los diferentes casos:

- Cambios de pendiente
- Cambio de diámetro
- Intersecciones de tubería
- En ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

## Cuarto de guardianía

Se debe construir un cuarto para uso exclusivo del personal de guardianía que tendrá a su cargo el velar por el buen funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. Su respectivo mantenimiento y la vigilancia de todo el sistema para que este se encuentre en buenas condiciones y se esté utilizando exclusivamente para los usos que fue creado, como lo es la conducción de aguas residuales y su respectivo tratamiento en la planta.

## Programa de educación en salud

Se debe crear un sistema de información en la población, que les enseñe la forma correcta de utilizar los sistemas instalados en la comunidad, como el proyecto de sistema de drenaje sanitario, para que estos aprovechen de mejor forma el servicio de aguas negras y no para otras actividades que podrían terminar en destrucción o congestión de sólidos o basura en la misma.

La adecuada instalación al nuevo servicio de drenaje sanitario, como servicios sanitarios lavables, pilas, y demás artefactos hidráulicos que posea cada vivienda. El uso de los sanitarios lavables en la cual deberán desechar únicamente las excretas humanas en ellas, que utilicen papel para limpieza cada vez que utilicen el baño, y que depositen estos papeles usados en el recipiente destinado para ello, utilizar las pilas para el lavado de la ropa, utensilios de cocina y no para otro uso que puedan perjudicar el buen funcionamiento.

Este proyecto está destinado únicamente para desechar aguas grises y negras, no desechos sólidos que podrían llegar a taparlo.

Educando a la población en estos aspectos y que los pobladores pongan en práctica estas medidas, ayuda a la conservación y buen funcionamiento de estos proyectos que por lo tanto dará como resultado elevar la calidad de vida de la población.

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Tipo de sistema	Servicio de Drenaje Sanitario
Viviendas actuales	2,940 viviendas
Habitantes actuales	14,701 Habitantes
Viviendas futuras	4,745 viviendas
Habitantes futuros	23,727 Habitantes
Densidad de vivienda	5 Habitantes / Vivienda
Período de diseño Drenaje	22 años
Tasa de crecimiento geométrico	2.2 %
Dotación	100 litros/habitante/día
Factor de Retorno	85%
Factor de Flujo	3
Coeficiente de rugosidad de Manning	0.010
PLANTA DE TRATAMIENTO	
Periodo de diseño Planta de Tratamiento	de 22 años
Tasa de crecimiento geométrico	2.2%
Caudal aproximado de diseño	27.46 litros/ segundo

## IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA

31

Dentro de las áreas de influencia para la ejecución de este proyecto se considera, como influencia directa las áreas aledañas a la ubicación de la planta de tratamiento y como área de influencia indirecta toda la cuenca media y baja del río Samalá, y los municipios por donde transita el río.



Se puede observar los desfuegos de los drenajes que contaminan el ambiente.





Se puede observar la contaminación que el río lleva a los largo de su recorrido.

## DEMANDA Y OFERTA

### ANÁLISIS DE POBLACIÓN

Realizando un análisis de la población del Municipio de Sibilía en Quetzaltenango, se observo que las viviendas con la que cuentan los habitantes en su mayoría están construidas de block con techo de lámina o block con loza.

Cuentan con agua potable y energía eléctrica; drenaje sanitario, telefonía móvil y residencial, internet y la mayoría de servicios urbanos.

### CONSUMO ACTUAL Y FUTURO

Los habitantes actualmente tiene un consumo de agua aproximado de 100 l/hab/día, para cubrir sus necesidades el cual con un porcentaje de consumo para la elaboración de alimentos y el resto para suplir necesidades como lavado de ropa, utensilios de cocina, en servicio sanitario, para su aseo personal, se toma como un caudal domestico el cual tiene un servicio de drenaje sanitario para ser desfogado y tratado.

El proyecto de la construcción de las líneas finales de drenaje sanitario está destinado para los 14,701 beneficiarios actuales y con una proyección futura a 22 años, lo que da como resultado una población futura de 23,727 personas.

## ESTRUCTURA DE INGRESOS DE LA POBLACIÓN

Los pobladores del municipio de Sibilia se dedican principalmente a la agricultura, siendo el maíz el cultivo predominante en la región, cabe mencionar que existe una tendencia bastante marcada en la emigración de jóvenes a países del norte para obtener ingresos económicos y como consecuencia de ello las remesas representan un ingreso importante en este municipio.

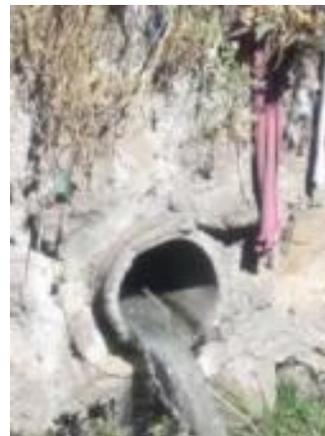
## ANÁLISIS Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS EXISTENTES EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA.

Ubicación de las descargas referenciadas con coordenadas Geográficas.

En el Municipio de Sibilia existen 2 descargas municipales identificadas que van hacia el primer río conocido como las piedrecitas y varios desfogues clandestinos. Al segundo río conocido como Chacap, van a desfogar el resto de las conexiones que son clandestinas.

### DESCARGAS 1 Y 2

Dos Descargas municipales desfogan en el Río Las Piedrecitas, que están a un metro de una de la otra, aproximadamente.



Sibilia		Coordenadas Geográficas	
Puntos de desfogue		Latitud	Longitud
1 y 2	1er Río	14°59' 39.1"	91°37' 12.3"
	Pozo de Agua Potable	14°59' 36.5"	91°28' 00.3"
	2do Río	14°59' 36.5"	91°37' 02.8"
	2da Catarata	14°59' 33.3"	91°37' 05.7"
	Basurero	14°57' 08.6"	91°37' 47.0"

Fuente: Elaboración propia CECOIN.

Los desfogues existentes vierten al agua residual, proveniente del casco urbano directamente al Río Las Piedrecitas, sin ningún tipo de tratamiento previo, para reducir la contaminación que dichas aguas producen al Río. Debido a lo anterior se planifica la construcción de una planta de tratamiento de agua residual (PTAR), para ayudar al saneamiento del medio ambiente de dicho Municipio.

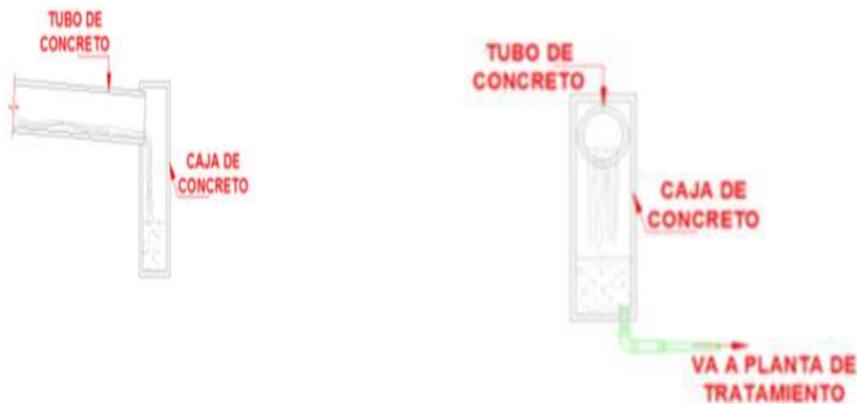
## PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA

35

### OPCION:

Se pretende interceptar los dos desfogues existentes en Sibilia, por medio de una CAJA UNION, la cual recolectara el agua residual proveniente de la comunidad, para luego dirigirla hacia una planta de tratamiento de agua residual (PTAR), que será ubicada en terreno Municipal, cercano al cuerpo receptor. El agua proveniente de la planta de tratamiento de agua residual, será dirigida al Rio Samalá, con poca o casi nula contaminación.

Con lo anterior se espera conseguir reducir la contaminación que dicho municipio ha provocado a lo largo de su existencia, principalmente al Rio Samalá.



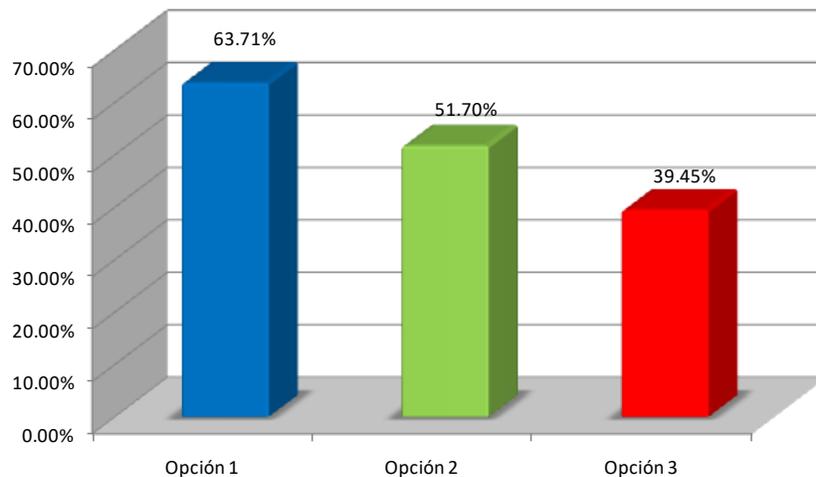
## SOLUCIÓN DE ALTERNATIVA

Para dar una solución efectiva a la situación actual, se plantearon tres posibles alternativas, las cuales se analizaron desde cinco puntos de vista, el punto de vista técnico, ambiental, social, financiero y administrativo. Al realizar una investigación exhaustiva de lo anterior, e integrar los criterios aquí citados, por medio de gráficos se obtuvo lo siguiente:

Determinación de Opción de Solución en base a criterios globales

Opción	Análisis técnico		Análisis Social		Análisis Financiero		Análisis ambiental		Análisis administrativo		Resultado final
	20.00%	20.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%	16.00%		
Opción 1	44.42%	8.88%	90.00%	14.40%	81.25%	13.00%	81.43%	13.03%	90.00%	14.40%	63.71%
Opción 2	44.42%	8.88%	69.38%	11.10%	61.25%	9.80%	65.71%	10.51%	71.25%	11.40%	51.70%
Opción 3	37.54%	7.51%	42.46%	6.79%	63.44%	10.15%	50.00%	8.00%	43.75%	7.00%	39.45%

Fuente: Elaboración propia. CECOIN



Del lo anterior se logro concluir que, la opción presentada a continuación es la más idónea en este caso, la que mejorará las condiciones actuales en las que se encuentra en Rio Samalá.

## COSTOS DE INVERSION

37

### Presupuesto de Opción de Solución

#### PRESUPUESTO

Proyecto: Planta de tratamiento de aguas residuales 1, Sibilia  
Quetzaltenango

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Materiales		Mano de obra		Transporte Total	Equipo Total	Costo total
				Unitario	Total	Unitario	Total			
1	<b>Trabajos preliminares</b>									
	Excavación	100.00	m3			Q 15.00	Q 1,500.00			Q 1,500.00
	Bodega	40.18	m2	Q 6,292.00				Q 400.00		Q 6,692.00
	Trazo general		Global			Q 1,500.00	Q 1,500.00			Q 1,500.00
										<b>Q 9,692.00</b>
2	<b>Vertedero de demasias</b>									
	Trazo	1.00	Unidad			Q 69.70	Q 69.70			Q 69.70
	Excavación	1.01	m3			Q 15.00	Q 15.21		Q 1,200.00	Q 1,215.21
	Formaleteado	1.00	Unidad			Q 158.40	Q 158.40			Q 158.40
	Armado y fundición	1.00	Unidad	Q 1,344.75		Q 696.96	Q 696.96	Q 800.00		Q 2,841.71
	Desencofrado	1.00	Unidad			Q 76.03	Q 76.03			Q 76.03
	Tallado	1.00	Unidad			Q 38.02	Q 38.02			Q 38.02
										<b>Q 4,399.06</b>
3	<b>Canal de rejas</b>									
	Elaboración	1.00	Unidad	Q 1,500.00						Q 1,500.00
	Instalación	1.00	Unidad			Q 60.80	Q 60.80			Q 60.80
										<b>Q 1,560.80</b>
4	<b>Desarenador</b>									
	Trazo	1.00	Unidad			Q 114.78	Q 114.78			Q 114.78
	Excavación	6.43	m3			Q 15.00	Q 96.41		Q 2,500.00	Q 2,596.41
	Formaleteado	50.50	m2			Q 30.00	Q 1,515.04			Q 1,515.04
	Armado y fundición	1.00	Unidad	Q 15,871.55		Q 3,098.96	Q 3,098.96	Q 800.00		Q 19,770.51
	Desencofrado	50.50	m2			Q 8.00	Q 404.01			Q 404.01
Tallado	1.00	u			Q 550.93	Q 550.93			Q 550.93	
										<b>Q 24,951.68</b>
5	<b>Sedimentador primario</b>									
	Trazo	1.00	Unidad			Q 117.05	Q 117.05			Q 117.05
	Excavación	163.87	m3			Q 15.00	Q 2,458.12		Q 3,500.00	Q 5,958.12
	Formaleteado	156.07	m2			Q 30.00	Q 4,682.12			Q 4,682.12
	Armado y fundición	1.00	Unidad	Q 151,988.66		Q 22,760.33	Q 22,760.33	Q 800.00	Q 300.00	Q 175,848.99
	Desencofrado	156.07	m2			Q 8.00	Q 1,248.57			Q 1,248.57
Tallado	1.00	Unidad			Q 728.33	Q 728.33			Q 728.33	
										<b>Q 188,583.18</b>
6	<b>Filtro percolador</b>									
	Trazo	1.00	Unidad			Q 506.60	Q 506.60			Q 506.60
	Excavación	156.73	m3			Q 15.00	Q 2,350.94		Q 2,500.00	Q 4,850.94
	Formaleteado	60.16	m2			Q 30.00	Q 1,804.76			Q 1,804.76
	Armado y fundición	1.00	Unidad	Q 281,623.73		Q 35,224.56	Q 35,224.56	Q 800.00	Q 300.00	Q 317,948.29
	Desencofrado	60.16	m2			Q 8.00	Q 481.27			Q 481.27
	Tallado	1.00	Unidad			Q 569.93	Q 569.93			Q 569.93
	Instalación de medio filtrante	53.83	m3			Q 7.00	Q 376.78			Q 376.78
										<b>Q 326,530.58</b>
7	<b>Sedimentador secundario</b>									
	Trazo	1.00	Unidad			Q 230.77	Q 230.77			Q 230.77
	Excavación	218.47	m3			Q 15.00	Q 3,277.00		Q 1,200.00	Q 4,477.00
	Formaleteado	215.39	m2			Q 30.00	Q 6,461.69			Q 6,461.69
	Armado y fundición	1.00	Unidad	Q 142,471.12		Q 29,231.47	Q 29,231.47	Q 800.00	Q 600.00	Q 173,102.60
	Desencofrado	215.39	m2			Q 8.00	Q 1,723.12			Q 1,723.12
Tallado	1.00	Unidad			Q 953.87	Q 953.87			Q 953.87	
										<b>Q 186,949.06</b>

<b>8</b>	<b>Digestor Aerobio de todos</b>										
	Punteado	57.00	ml			Q 3.00	Q 171.00			Q 171.00	
	Trazo	57.00	ml			Q 4.00	Q 228.00			Q 228.00	
	Excavación	851.29	m3			Q 15.00	Q 12,769.35		Q 300.00	Q 13,069.35	
	Formateado, armado y fundición	321.00	m2			Q 23.00	Q 7,383.00		Q 300.00	Q 7,683.00	
	Colocación de accesorios	1.00	global		Q 82,092.57	Q 450.00	Q 450.00	Q 500.00		Q 83,042.57	
										<b>Q 104,193.92</b>	
<b>9</b>	<b>Instalaciones generales</b>										
	Instalación de tubería y accesorios	Global			Q 57,207.20	Q 5,700.00	Q 5,700.00	Q 800.00		Q 63,707.20	
	Pintura general	Global				Q 2,880.00	Q 2,880.00			Q 2,880.00	
	Jardinización	Global				Q 600.00	Q 600.00			Q 600.00	
	Circulación	120.00	ml			Q 135.00	Q 16,200.00			Q 16,200.00	
	Conducción a cuerpo receptor	26.40	ml			Q 145.00	Q 3,828.00			Q 3,828.00	
										<b>Q 87,215.20</b>	
<b>10</b>	<b>Cabezal de descarga</b>										
	Trazo	9.10	ml			Q 4.00	Q 36.40			Q 36.40	
	Construcción	1.95	m3		Q 1,872.00	Q 1,300.00	Q 2,535.00	Q 800.00	Q 300.00	Q 5,507.00	
	Tallados	23.40	ml			Q 4.00	Q 93.60			Q 93.60	
										<b>Q 5,637.00</b>	
<b>11</b>	<b>Pozos de Visita</b> No de epozos 7										
	Levantado de muro de ladrillo	92.40	m2			Q 9.00	Q 831.60			Q 831.60	
	Armado pozo de visita	7.00	Pozo		Q 39,657.10	Q 100.00	Q 700.00	Q 200.00	Q 100.00	Q 40,657.10	
	Fundición y repello	110.50	m2			Q 100.00	Q 11,049.50			Q 11,049.50	
										<b>Q 52,538.20</b>	
<b>12</b>	<b>Tubería de conducción y pilotes</b>										
	Colocado y recubrimiento de tubo	500.00	ml		Q 201,863.83	Q 15.00	Q 18,000.00	Q 5,000.00	Q 500.00	Q 225,363.83	
	Armado y fundición de pilotes	-	unidad			Q 50.00	Q 20,000.00			Q 20,000.00	
										<b>Q 245,363.83</b>	
<b>13</b>	<b>Trabajos finales</b>										
	Prueba general de la planta	1.00	Unidad			Q 1,000.00	Q 1,000.00	Q 300.00		Q 1,300.00	
	Limpieza final	1.00	Unidad			Q 1,500.00	Q 1,500.00			Q 1,500.00	
										<b>Q 2,800.00</b>	
<b>Sub total</b>										<b>Q 1,240,422.51</b>	
Administración										5.00%	Q 62,021.13
Supervisión										5.00%	Q 62,021.13
Utilidad										10.00%	Q 124,042.25
<b>Total Indirectos</b>											Q 248,084.50
<b>TOTAL</b>											Q 1,488,507.01

## Costo de inversión y tarifa

### Relación costo beneficio

Uno de los factores más importantes en la evaluación de proyectos es la relación costo beneficio, es por ello que se presenta a continuación:

#### Conexiones actuales

$$\text{Costo/Beneficio} = \text{Q } 1,488,507.01 / 2,940 \text{ conexiones}$$

$$\text{Costo /Beneficio} = \text{Q } 506.29 / \text{conexión.}$$

#### Conexiones futuras

$$\text{Costo/Beneficio} = \text{Q } 1,488,507.01 / 4,745 \text{ conexiones}$$

$$\text{Costo /Beneficio} = \text{Q } 313.7 / \text{conexión.}$$

## Cálculo de tarifa

La tarifa es un monto económico, que se establece para la administración, mantenimiento y operación del proyecto.

Esta tarifa es un pago que se estipula mensualmente por cada una de las viviendas de los beneficiarios del proyecto.

### Presupuesto de implementación

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Cajas de unión	2.00	U	Q 700.00	Q 1,400.00
2	Tubería de conducción	500.00	m	Q 400.00	Q 200,000.00
4	Planta de tratamiento de aguas residuales	1.00	U	Q 750,000.00	Q 750,000.00
5	Desfogue final a cuerpo receptor	20.00	m	Q 500.00	Q 10,000.00
6	Cabezal de descarga	1.00	U	Q 3,500.00	Q 3,500.00
					Q 964,900.00

### Presupuesto de Administración, operación y mantenimiento mensual

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Operador	1.00	U	Q 3,315.15	Q 3,315.15
2	Mantenimiento	Global		Q 321.63	Q 321.63
					Q 3,636.78

Tarifa por vivienda	Q	1.24
Costo anual de A, O y M	Q	43,641.40
Costo de A, O y M en 20 años	Q	872,828.00

### Relación Costo / Beneficio

Número de viviendas actuales	2,940.00	viviendas
Número de viviendas futuras	5,174.40	viviendas
Costo / Beneficio de implementación	Q 186.48	Por vivienda
Costo / Beneficio de A, O y M	Q 168.68	Por vivienda
Costo / Beneficio completo	Q 355.16	Por vivienda

## Tarifa Recomendada Q. 1.25

## ESTUDIOS FINANCIEROS

Los controles y registros acerca de pago de tarifa por servicios de agua y drenajes están a cargo de la tesorería, cancelan Q 40.00 mensuales alrededor de 900 usuarios, desde luego solo esta oficina y el Señor Alcalde seguramente conocen cómo se dispone de estos recursos. Lo que se indicó en las entrevistas es que todo requerimiento de fondos para materiales pasa por el proceso administrativo propio de la Municipalidad. De forma que cualquier tarea relacionada a mantenimiento y otros temas relacionados, el Señor fontanero a cargo buscar los apoyos. Otra fuente de ingresos es por instalación un solo pago de Q 200.00. En adelante es tarea del Concejo Municipal buscar fuentes de recursos para atender proyectos por administración y otros mayores de Q 900,000.00. Se indicó en el estudio administrativo que es necesario incrementar personal para hacer más eficientes las funciones en el tema de aguas residuales, desechos sólidos y otros temas en el ámbito integral.

Será necesario, por decisión del Concejo Municipal, ahondar en el conocimiento de este tema en el contexto de mejoramiento organizativo e institucional.

## ESTUDIO ADMINISTRATIVO

Este municipio cuenta con dos personas en la Dirección Municipal de Planificación (DMP), el tema de aguas, drenajes y medio ambiente son atendidos como atender otro proyecto. Es positivo que se tenga bastante conocimiento e información sobre las necesidades- prioridades. De igual forma que tengan de cierto modo libertad de acción al relacionarse con el Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE) hablando del centro urbano. La dificultad que se enfrenta es que no se tiene personal exclusivo para el tema que ocupa a esta investigación y entonces el ritmo y toma de decisiones más depende de la autoridad máxima del Concejo Municipal. El punto clave aquí es que las prioridades de atención a proyectos los determina el Señor Alcalde Municipal únicamente, porque el Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE), no tiene voz ni voto. Si se los toma en cuenta como mano de obra cuando los proyectos han sido decididos. Es necesario revisar este punto porque desde un mejoramiento a fondo de la parte administrativa en aguas y drenajes y temas vinculados, puede alcanzar mayores y mejores realizaciones. Es cuestión de personal, funciones, responsabilidades, procedimientos.

## PLANTA DE TRATAMIENTO: UNIDADES QUE LA COMPONEN

41

### Vertedero de demasías

Es la primera unidad que se coloca, su función es permitir el ingreso de caudal máximo de diseño, si se excediera se vierte ó extravía hacia otro lugar para que no reduzca la eficiencia de la planta de tratamiento según los parámetros de diseño.

### Canal de rejás

Unidad que sirve para separar sólidos gruesos como: Piedras, ramas, chatarra, papel, bolsas plásticas, etc.

El espacio entre las varillas que forman la reja es de 0.75 pulgadas (1.9 cm), haciendo un total de 31, estos estarán colocados en la base de 0.59 metros, la varilla a utilizar es de ½”.

### Desarenador

El propio nombre indica la función de este elemento estructural, diseñado para eliminar la materia inorgánica que recibe el nombre de “arenas” y partículas que se por su propio peso pueden sedimentarse. Las unidades que se colocan después del desarenador funcionan mediante un proceso biológico y no debe ingresar el material descrito anteriormente.

El caudal de diseño utilizado para diseñar el: Vertedero de demasías, canal de rejás y desarenador es el caudal máximo 70.04l/s

### Sedimentador Primario

El caudal que sale del desarenador ingresa al sedimentador primario, aquí las partículas caen por su propio peso y empieza un proceso biológico ++

### Filtro Percolador

Se necesita la construcción de dos unidades de este tipo, el tratamiento que se produce en esta unidad es biológico, tiene la labor de remover la materia orgánica mediante la metabolización a cargo de una población bacteriana adherida a un medio filtrante que forma una capa ligosa llamada “zooglea”, traduciéndose con un efluente de menor concentración DBO<sub>5</sub>, hasta cumplir con las especificaciones técnicas.

La zooglea no elimina totalmente la materia orgánica, pero durante el tiempo que el caudal esta dentro del filtro percolador, si oxida la materia orgánica que posteriormente para a un sedimentador secundario.



42

### **Sedimentador Secundario**

Elimina la materia orgánica que oxido el filtro percolador haciendo que estas partículas se sedimenten por su propio peso.

### **Digestor de lodos**

Se crea un proceso de biodegradación que posteriormente va al patio de lodos.

### **Patio de Lodos**

Se contemplo un patio de secado de lodos de 12 X 4, se utilizo el método más simple y económico de deshidratación de lodos estabilizados (lodos digeridos)

## ANEXO 1: MEMORIA DE DISEÑO

### PARAMETROS INICIALES

Habitantes Actuales	14,701	
Viviendas Actuales	2,940	
Periodo de diseño (años)	22	años
tasa de crecimiento poblacional	2.2	%

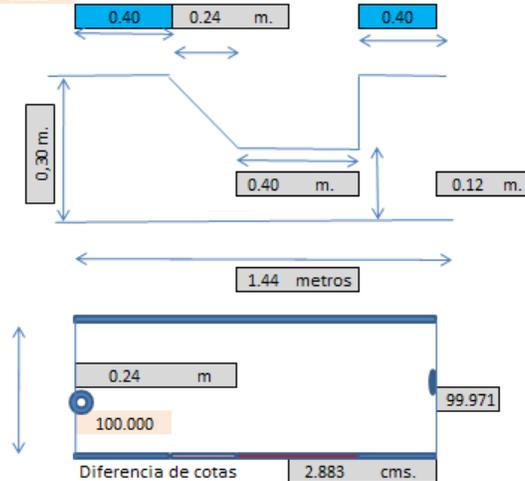
Habitantes Futuros	23728
Viviendas Futuras	4746
Dotación (l/hab/día)	100
Factor	1.61

### CAUDALES DE DISEÑO

Qmedio 27.463 m/s      Datación 23.34 m/s      Qmax 70.031 m/s

### VERTEDERO DE DEMASIAS

Caudal de dis 70.03 l/s      Capacidad de cau 70.03 l/s      Diferencia  
 Pendiente de 2.00 %  
 Base propues 0.242 m      **V = 2.40 m/s**  
 Tirante propu 0.121 m

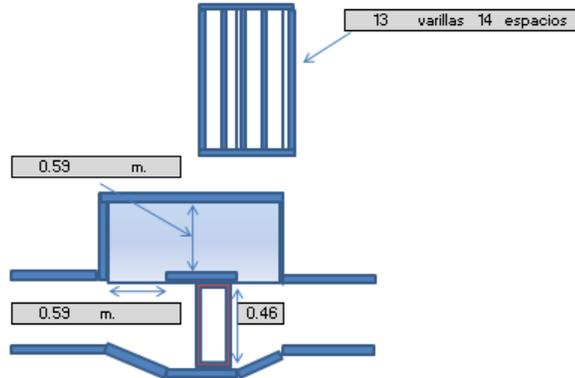


### CANAL DE REJAS

Diámetro de barilla a utilizar: 1/2 Pulgad. 0.01  
Espaciamento entre barilla: 3/4 Pulgad. 0.02

Área transversal: 0.1751 m<sup>2</sup>  
Titante hidráulico: 0.30 m  
Base: 0.59 m

Número de espacios: 31.06 utilizar 14 espacios  
Ancho total: 0.46 metros



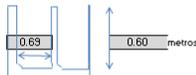
### DESARENADOR

Caudal de diseño: 70.03 l/s  
Velocidad de diseño: 0.40 m/s

**CUERPO**  
Área: 0.18 m<sup>2</sup>  
Transte hidráulico: 0.30 m  
Base: 0.59 m  
Longitud: 11.83 m

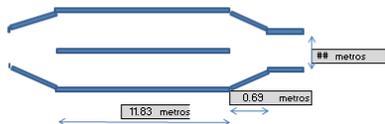
Habitantes Actuales	14.701	
Viviendas Actuales	2.340	
Periodo de diseño (años)	22	años
Tasa de crecimiento poblacional	2.2	%

Habitantes Futuros	23728
Viviendas Futuras	4746
Dotación (l/hab/día)	100
Factor	1.61



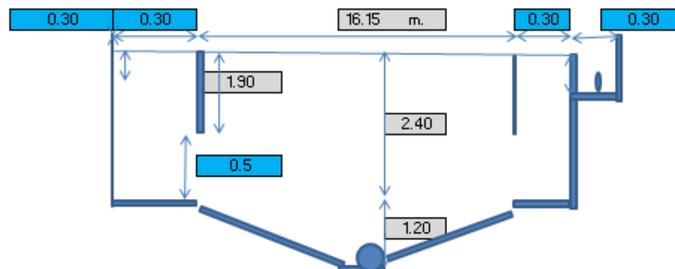
#### CAUDALES DE DISEÑO

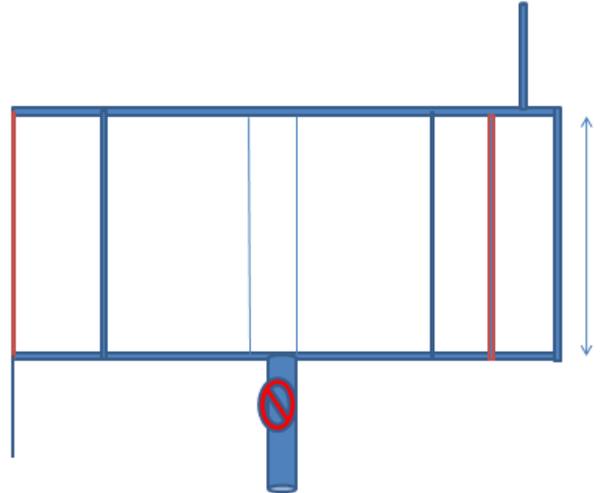
Qmedio: 27.463 m<sup>3</sup>/s    Datación: 23.34 m/s    Qmax: 70.031 m<sup>3</sup>/s



### SEDIMENTADOR PRIMARIO

Velocidad vertical de sedin: 0.00017 m/s  
Caudal de diseño: 23.34 l/s  
Área de espejo: 137.32 m<sup>2</sup>  
Altura del cuerpo: 2.40 m  
Ancho del cuerpo: 8.50 m  
Largo del cuerpo: 16.15 m  
Volumen de la tolva de lodo: 62.39 m<sup>3</sup>  
Altura de la tolva de lodos: 1.20 m  
Pendiente de la tolva de lodo: 14.86%





### FILTRO PERCOLADOR

#### FILTRO PERCOLADOR

DBO de entrada	350	mg/l
DBO de salida	25	mg/l
Caudal de diseño	19.84	l/s
Porcentaje de eficiencia	92.86	%
Carga de DBO	70.00%	
Eficiencia de la carga de D	91.00	%
Carga de DBO por día	600.0293	DBO / día
Volumen del filtro	5.0291	
	10.8393	
	0.428571	
	25.2916	

Volumen del filtro	639.665	m <sup>3</sup>
Volumen propuesto	640	m <sup>3</sup>

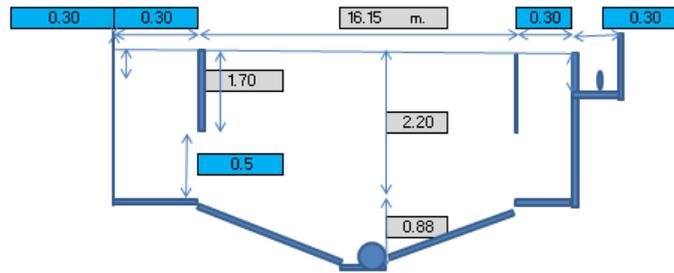
#### DIMENSIONES PROPUESTAS

Número de unidades	2.00
Volumen por unidad	320.00
Altura propuesta	2.20
Área transversal	145.45
Ancho propuesto	9.00
Longitud del filtro	16.16



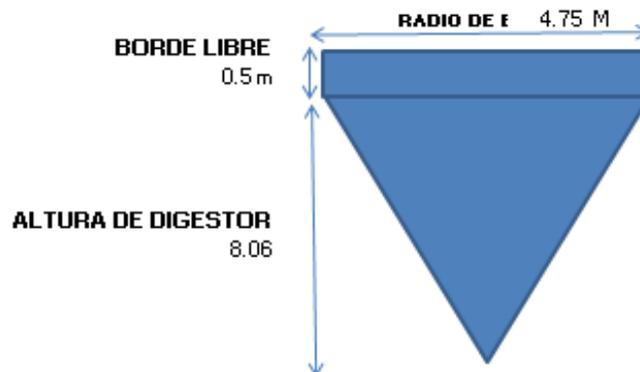
### SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Velocidad vertical de sedin	0.000145	m/s
Caudal de diseño	19.84	l/s
Area de espejo	137.32	m <sup>2</sup>
Altura del cuerpo	2.20	m
Ancho del cuerpo	8.50	m
Largo del cuerpo	16.15	m
Volumen de la tolva de lodo	60.42	m <sup>3</sup>
Altura de la tolva de lodos	0.88	m
Pendiente de la tolva de lodo	10.83%	%



### DIGESTOR AEROBIO DE LODOS

RADIO DE LA E	4.75 M
ALTURA DEL D	8.06 M



## ANEXO 2: CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA		
Contaminantes	Unidades	Concentración Media
Sólidos totales(ST)	mg/l	720
Disueltos totales	mg/l	500
Fijos	mg/l	300
Volátiles	mg/l	200
Sólidos en suspensión (SS)	mg/l	220
Fijos	mg/l	55
Volátiles	mg/l	165
Sólidos sedimentables	mg/l	10
Demanda Bioquímica de oxígeno, mg l: 5 días, 20°C (DBO5, 20°C)	mg/l	220
Carbono orgánico total (COT)	mg/l	160
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	500
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	40
Orgánico	mg/l	15
Amoníaco libre	mg/l	25
Nitritos	mg/l	0
Nitratos	mg/l	0
Fósforo (total en la forma P)	mg/l	8
Orgánico	mg/l	3
Inorgánico	mg/l	5
Cloruros a	mg/l	50
Sulfato a	mg/l	30
Alcalinidad (como CaCO3)	mg/l	100
Grasa	mg/l	100
Coliformes totales b	n.º/100 ml	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	µg/l	110-400

### ANEXO 3

**Artículo 28. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.** Para la descarga de las aguas residuales de tipo especial hacia un alcantarillado público, se debe cumplir con los límites máximos permisibles de conformidad con las etapas de cumplimiento correspondientes establecidos en el cuadro siguiente:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	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			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	200	100	60	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	1500	700	400	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	180	150	80	40
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>
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

## ANEXO 4: ESPECIFICACIONES

49

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DISEÑO HIDRAULICO MEMORIA DE CÁLCULO**

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES**

##### **Objeto de los planos y especificaciones**

El objeto de las Especificaciones, es definir y regir la construcción de la Obra, la que deberá ejecutarse de acuerdo a las condiciones establecidas en el Contrato.

Serán de carácter complementario y todo lo que se designe o especifique en cualquiera de ellos será como si se hiciera en ambos. El Contratista procederá de acuerdo con los Planos y Especificaciones Técnicas, incluyendo las modificaciones aprobadas y las disposiciones emitidas por medio de órdenes escritas del Supervisor.

##### **Dudas en la interpretación de planos y especificaciones.**

Cualquier duda en la interpretación de los Planos o Especificaciones Técnicas, debe someterse a consideración del Supervisor de obra y/o al coordinador del componente técnico del programa. Quienes tendrán en consideración en orden de prioridad:

- a) Texto del Contrato
- b) Bases de Cotización
- c) Disposiciones Especiales
- e) Especificaciones Técnicas
- f) Especificaciones Generales
- d) Planos del Proyecto
- g) Normas de otras Instituciones

##### **Modificaciones a los planos**

Cualquier modificación o alteración que fuera necesario introducir a los Planos será autorizado previamente por el Supervisor y tendrá que ratificarse por el Coordinador del Componente Técnico del programa, para que se considere como incorporado a los originales. Es obligación del Contratista, mantener en la Obra un juego de Planos debidamente autorizados y en buen estado de legibilidad.

## Ensayo de materiales

Todos los ensayos y pruebas que se indiquen o sean ordenados por el Supervisor, se llevarán a cabo a costa del Contratista, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El Contratista podrá utilizar laboratorios particulares, siempre que éstos sean previamente aprobados por el Coordinador del Programa.

## Rótulo de identificación

Deberá de colocarse un rótulo de construcción en lugar visible al ingreso de la comunidad, el Supervisor proporcionará las especificaciones del mismo y deberá de ser colocado desde el inicio de la Obra en la primera quincena de iniciado el proceso de construcción.

## Referencias

El Contratista debe mantener referencias a través de marcas y banderolas sobre la línea por donde se instalará la tubería de drenaje y sus respectivas conexiones si esta fuera por ramales abiertos, específicamente en los ejes de las bifurcaciones. El Contratista será responsable de la correcta ubicación de las obras de arte del sistema de drenaje sanitario, que estén indicados en los Planos.

Si fuese necesario un replanteo topográfico para definir dicho caminamiento, correrá por cuenta del contratista dichos gastos, lo cual no constituye un renglón de trabajo y no tendrá un precio unitario alguno en el costo del proyecto.

## Planos finales

Al finalizar los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor o en su defecto al Coordinador del componente técnico del programa, un juego de Planos finales en copias reproducibles y magnético, que muestren la Obra tal como se construyó, elaborándose para el efecto únicamente los Planos que, por modificaciones introducidas a la obra en el campo, ocasionen variantes en los Planos originales.

La ejecución de los Planos finales no constituye un renglón de trabajo y no tendrá un precio unitario. El Contratista debe entregar dicho juego de Planos a más tardar, al solicitar la liquidación respectiva. Al incumplir con lo establecido en este inciso es motivo relevante para NO entregar la liquidación respectiva al contratista; así mismo queda bajo responsabilidad del Supervisor de Obra exigir el trabajo de ejecución de los planos finales.

## ESPECIFICACIONES GENERALES

### Control de los materiales

- a) Todos los materiales que se emplearán en la construcción de la obra deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el proyecto.
- b) Los materiales especificados por referencia a un número o símbolo de una norma específica, tales como: NEMA, A.S.T.M., A.A.S.H.O., A.C.I., I.S.O., AWWA, D.I.N. u otras normas similares, deberán cumplir con los requisitos de la última revisión y con cualquier modificación o suplemento de las mismas que estuviese en vigor en la fecha que se presenten las ofertas, excepto cuando se hallasen limitados por tipo, clase o grado, o estuviesen modificados en la propia referencia. No obstante se aceptará utilizar para dichas referencias alternativas que le sean equivalentes y a los cuales se les dé su aprobación.
- c) El Contratista estará obligado a presentar certificación de informes de las pruebas llevadas a cabo en laboratorio o constancia certificada que garantice la calidad de todo material a usar en la obra.
- d) Pruebas o ensayos se harán en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala u otra institución acreditada en la materia.
- e) Si existiese duda en la prueba de un material, el Supervisor ordenará o procederá por sí mismo, a repartirla. El costo de cada ensayo será por cuenta del Contratista. Los materiales que no cumplan con las condiciones mínimas específicas, que se encuentren incorrectamente almacenados o que hubiesen perdido su calidad específica serán totalmente rechazados y el Contratista deberá removerlos de la obra.
- f) En cualquier caso, el Contratista dará las facilidades indispensables para la recolección y despacho de las muestras.

De no tener el informe respectivo de calidad de los materiales a usar en la obra, éstos no podrán incorporarse a la misma

## ESPECIFICACIONES GENERALES TECNICAS

### Limpieza del área de trabajo

La ejecución de este concepto abarca, parcial o totalmente las operaciones que a continuación se mencionan.

- a) Remover la maleza, hierba, zacate o cualquier otra clase de residuos vegetales.
- b) Extracción y eliminación de raíces, troncos, y cualquier otro objeto que pueda poner en peligro la estabilidad de los trabajos a realizar.
- c) Eliminación de hormigueros, tierra inerte.
- d) Ejecutar la junta y eliminación del material producto del desmonte y desenraizado, retirando los desechos a un lugar apropiado que no represente un foco de continuación.
- e) Eliminación de la capa vegetal hasta la profundidad que indique los planos.

Los trabajos de limpieza deberán ser ejecutados dentro de los límites que se indican en los respectivos planos y a la terminación de dichos trabajos, el área deberá estar en condiciones para ser ejecutados los trabajos subsiguientes.

### Trazo y nivelación

- a) La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados en el campo por el Contratista de acuerdo con los planos del proyecto, asumiendo la responsabilidad total de las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de la obra.
- b) Para las referencias de los trazos y niveles, el Contratista deberá de replantear topográficamente para la correcta localización de la obra evitando cualquier tipo de desplazamiento. El trazo deberá ejecutarse con teodolito cuya aproximación angular sea un décimo de minuto y con cinta metálica; la nivelación se ejecutará con nivel montado.

- c) Las tolerancias que rigen en la ejecución de estos trabajos, serán las establecidas según sea el tipo de trabajo de que se trata.

## Excavaciones

### DEFINICIÓN:

Conjunto de operaciones necesarias para extraer, y si es preciso, remover previamente parte de un terreno.

Las excavaciones para colocar la tubería se harán de acuerdo al diseño y medidas que indican los planos de instalación de drenajes para el edificio.

La zanja deberá cortarse simétricamente de acuerdo al eje y cotas establecidas. Tendrá un ancho acorde al diámetro de la tubería y a la profundidad requerida para su instalación, la cual dependerá a su vez de la pendiente indicada en los planos y del recubrimiento mínimo especificado.

El Supervisor aprobará el método de zanjeo a utilizarse, ya sea con excavadora o a mano, tendrá un ancho mínimo de 0.40 m. en adición al ancho del tubo a instalar, observando todas las medidas de seguridad, especialmente para las tuberías de mayor diámetro.

A menos que los planos indiquen otra cosa, la profundidad mínima (sobre la corona) del recubrimiento será la siguiente:

Tubería de 1 1/2" hasta 2":	0.50 m.
Tubería de 3" a 6":	0.70 m.
Tubería de 8" en adelante:	0.90 m.

El fondo de la zanja deberá ser nivelada minuciosamente a fin de que la tubería a instalarse quede a la profundidad señalada y con las pendientes requeridas. Se procederá a rellenar la zanja hasta que el supervisor de el visto bueno de la instalación.

Las pendientes se establecerán y se verificarán con nivel. En caso de excavar la zanja a una profundidad mayor de la requerida, deberá ser rellenada hasta el nivel correcto usando arena compactada.

Para el relleno de la zanja, primeramente se procederá a recubrir la parte de abajo de la zanja con una capa de granza o arena, tendiendo la tubería y recubriéndola

con el mismo material hasta 2" arriba del tubo, procediéndose al relleno con la utilización del material de la propia excavación, colocando capas de 20 cm. que irán humedecidas y apisonadas.

Los sobrantes después del relleno de excavación de zanjas deberán ser colocados en el lugar designado para el efecto por el Supervisor, fuera del perímetro de construcción del proyecto.

## **Relleno para Instalación**

### **DEFINICIÓN**

Por medio de terraplenes se entenderán todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno, bordos, rellenos o tercerías que servirá de asiento o terreno de fundación de una obra de arte del proyecto.

El relleno de las zanjas de instalaciones se hará después que se efectúen las pruebas de presión y sellado y sean aprobadas y aceptadas por el Supervisor. En el proceso del relleno deberá tenerse el cuidado de no dañar las instalaciones al realizarse la compactación.

Para tuberías de 6" en adelante el relleno se efectuará en capas de 7 cm. hasta la mitad del tubo, luego en capas de 15 cm. hasta 30 cm. arriba del tubo, y hasta el nivel definitivo en capas de 20 cm.

## **Instalaciones de tuberías**

### **Especificaciones de tubería de concreto**

La tubería de concreto deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASTM C-14 tuberías no reforzadas en diámetros menores de 24 pulgadas.

### **Especificaciones de tubería de pvc**

La tubería para drenajes de cloruro de polivinilo (PVC) se utilizará en las áreas indicadas en los planos de instalación de drenajes. Esta tubería deberá cumplir con las normas de fabricación de tubería ASTM D-2241-75 y PS-22-70 (CS-256-63), SRD 32.5. La presión de trabajo será de 125 PSI para tubos con extremos de unión cementada. La longitud de la tubería será de 20 pies (6.10 m)

La tubería para bajadas de drenaje de agua pluvial será de PVC, con las especificaciones para tubería de PVC anotadas anteriormente. Tanto la tubería como los accesorios observarán las mismas normas y requisitos.

## Dimensiones y pendientes

Los diámetros, dimensiones y pendientes de la tubería de drenajes se indican en la planta de instalación de drenajes, con el diámetro específico para cada tramo.

Cualquier cambio que se necesite hacer en la instalación deberá ser justificado por el Contratista y aprobado por el Supervisor. El cambio se consignará en la bitácora y en los planos finales de la obra.

## Pozos de Visita

Los pozos de visita son estructuras construidas con el objetivo de conectar los distintos ramales de un sistema de alcantarillado, son diseñados considerando que se pueda ejecutar a través de ellos, los trabajos de operación, mantenimiento y reparación.

Estos elementos varían de profundidad, prestando más atención a los de profundidad del pozo T de 4.70m la justificación para la altura del pozo se debe a que el terreno cuenta con pendientes fuertes mayores a 45°, para el pozo J de 11.81m se debe a que este tramo está diseñado en contrapendiente lo que aumenta la profundidad del mismo.

## JUNTAS

Todas las juntas, tanto de tubería de PVC como de concreto, deben de hacerse de modo que resulten impermeables a los gases y al agua, siguiendo las normas que a continuación se exponen:

### a) Juntas para tubería de concreto (T.C.):

En las juntas entre tubo y tubo se pondrán cuñas de ladrillo tayuyo y se fundirá un anillo con mortero o pasta de cemento en todo su alrededor. Una vez hechos los anillos, las tuberías deberán someterse a las pruebas necesarias para su mejor funcionamiento.

### b- Juntas para tubería PVC:

Se harán con el cemento de secado lento recomendado por el fabricante de la tubería y los accesorios, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Antes de proveer el solvente a la junta, ésta se limpiará y lijará hasta tener una superficie adecuada; luego se les aplicará a ambos extremos el solvente. La razón de usar cemento solvente de secado lento es con el objeto de hacer correcciones y rectificar pendientes con las tuberías y accesorios ya acoplados en su lugar.

## PRUEBAS A LAS INSTALACIONES

Al terminar la instalación, el Contratista tiene la responsabilidad de efectuar pruebas del sistema de drenaje. Debe colocar tapones en todos los puntos de descarga, llenando luego de agua todo el sistema, debe asegurarse que no hay ninguna fuga en ninguno de los puntos. Para las pruebas de tuberías de drenaje, cada sección del sistema se llena con agua a una altura de presión mínima de 7 m. Se mantendrá el agua en el sistema un mínimo de 120 minutos antes de iniciar la inspección.

Para las tuberías que ya están ocultas, la pérdida de agua dentro de los sistemas debe ser prácticamente nula en 24 horas de llenado. Todo el sistema de tuberías deberá estar libre de fugas.

## FORMA DE PAGO

El pago de este renglón se hará por metro lineal de tubería instalada, probada y aceptada, la cual contemplará todas las actividades de instalación, las cajas y demás elementos que aseguren su funcionalidad.

En caso de ser necesario romper pavimento para realizar la instalación, aunque no aparezca dentro del pliego de oferta, los costos de reposición del pavimento, para dejar el lugar de la instalación en condiciones similares a las originales, deben estar incluidos dentro del costo unitario ofertado.

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### Mantenimiento preventivo

Es la acción de proteger las partes de un sistema de drenaje sanitario, con la finalidad de evitar daños, disminuir los efectos dañinos, y asegurar la continuidad del servicio, cada cierto tiempo se deben de limpiar los pozos de visita, candelas. Cada mes debe hacerse un recorrido a las líneas de red de drenaje para revisar y verificar la limpieza del caminamiento y si hay roturas o fugas.

### Mantenimiento correctivo

Es la acción de reparación de daños y desperfectos, de las partes que constituyen un sistema de drenaje sanitario, que pueden suceder por accidentes naturales, deterioro, desgaste o por otra causa.

## Educación Sanitaria

En el desarrollo de un proyecto de este tipo, juega papel muy importante la actitud que asuma el usuario frente a las ventajas y beneficios de un servicio de drenaje sanitario. Por eso tiene mucho sentido tener control del sistema porque se traduce en disponibilidad durante las 24 horas del día. Este servicio, ayuda el desarrollo normal de distintas actividades de los habitantes de una comunidad. Se cumple de esta forma el objetivo de disponer donde recolectar sus aguas servidas.

## Operación y mantenimiento

La institución que tendrá a su cargo la administración, operación y mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, será el comité avalado por la comunidad y/o modalidades administrativas para atender este servicio.

La estructura organizacional de la empresa que dirigirá el mantenimiento del proyecto, es fundamental para definir las necesidades de personal calificado y los costos de mano de obra ejecutiva.

## ANEXO 5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DRENAJE

58

### TUBERIA CENTRAL

El mantenimiento de la tubería central se limita a mantenimiento correctivo, en casos de taponamiento o fugas ocasionadas por varias razones, podemos mencionar: exceso de peso sobre los caminos donde se instala la tubería, trabajos de construcción en áreas aledañas a la tubería, etc.

Es necesario tener consideraciones técnicas, cuando se conectan nuevas acometidas en el caso de viviendas que se construyen después de la instalación del sistema de drenaje, para que no lo dañe.

### POZOS DE VISITA

El mantenimiento de los pozos de visita se circunscribe a limpieza periódica, aproximadamente una vez al año, esto se realizará destapando los pozos y haciendo una limpieza con una varilla de 3/8".

Los pozos de visita tiene varias funciones entre ellas: sirven como unidades de inspección, para darle mantenimiento preventivo ó correctivo al sistema, si existen taponamientos en la tubería será por medio de los pozos de visita que se podrá identificar el punto exacto del taponamiento, se debe tener cuidado con el mantenimiento de las tapaderas de los pozos de visita ya que son unidades muy sensibles a quebraduras, especialmente en caminos con tráfico pesado.

Al tener pozos de 11 metros de profundidad, es aconsejable utilizar disipadores de energía a cada metro, para que el caudal no socave esta unidad (fondo).

## ANEXO 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

59

### VERTEDERO DE DEMASIAS

#### Concepto

Es una unidad estructural construida para que el agua que ingresa a la planta de tratamiento, no rebase la capacidad prevista en el diseño.

#### Operación

Dado que la unidad es una estructura de concreto, la operación se reduce a inspección visual del mismo.

#### Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

#### Preventivo

La operación de esta unidad es únicamente la limpieza periódica, aproximadamente cada 3 meses, en este proceso debe utilizarse una escoba y no sacar de operación la unidad.

#### Correctivo

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado ya que no se sabe que elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.

### CANAL DE REJAS

#### Concepto

El canal de rejillas es una unidad que tiene la función de evitar que ingresen sólidos de gran tamaño al sistema de tratamiento, está constituido por un grupo de barras metálicas para que pasen líquido.

## Operación

La operación de esta unidad se limita a la inspección visual.

## Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

## Preventivo

El mantenimiento preventivo de esta unidad se refiere a que el operador de la planta debe utilizar un rastrillo o un elemento similar para extraer los sólidos detenidos por las rejas del canal.

## Correctivo

Lo más común que sucede con el canal de rejas es la oxidación de las barras que lo forman, por consiguiente habrá que estar preparado con pintura anticorrosiva y aplicarla.

## DESARENADOR

### Concepto

En el caso del desarenador, la entrada tiene como función el conseguir la distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a la vez la velocidad, mientras que en el cuerpo se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.

### Operación

Consiste en abrir y cerrar las compuertas para dejar funcionando una unidad en lo que se realiza el mantenimiento con una escoba.

### Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica las acciones que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

- **Funcionamiento del Mantenimiento Preventivo**

2 unidades mínimas en paralelo: una cámara a la vez, para caudales pequeños y turbiedades bajas. Una unidad con un canal de by-pass para mantenimiento.

Dentro del mantenimiento preventivo las arenas acumuladas no deben pasar la mitad de la alta del desarenador (Se recomienda (medir con escantillón=varilla para medir espesor de losas).

- **Correctivo**

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado porque no se sabe qué elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.

## **FILTRO PERCOLADOR**

### **Concepto**

La unidad se conforma por un lecho rocoso. El agua residual es distribuida en el lecho rocoso por medio de una serie de tuberías perforadas. Estas están ubicadas transversalmente en la parte superior de la unidad. Lo que les permite distribuir el líquido en una forma uniforme, sobre toda la superficie del lecho. Para la recolección del líquido se dispone de una serie de canales instalados en la parte inferior del filtro, que simultáneamente sirven para ventilar la unidad y permitir el desarrollo del proceso aeróbico.

El proceso del tratamiento es muy sensible Para garantizar un buen funcionamiento de la unidad, el lecho rocoso necesita continuamente una distribución del líquido

Para que se desarrolle el tratamiento biológico, debe evitarse al máximo que ingresen químicos, aceites o materiales desintegradores.

### **Operación**

#### **Se requiere de una persona encargada:**

1. Debe chequear los niveles de agua que van entrando al filtro. Dichos niveles tienen que ser iguales en cada tubería. Se mide también el nivel del agua en cada agujero del segundo canal y debe ser igual en todos.
2. Si no están nivelados, significa que hay taponamientos en las tuberías. Para solucionar este problema basta con subirse al filtro percolador y

*"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"*  
*La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Totonicapán y Zunil*  
*3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango*  
*Telefax (502) 7765-8690 [www.metropolidelosalto.org](http://www.metropolidelosalto.org)*

situarse frente a cada tubo y por medio de un alambre liso de 1/4", se destapan los agujeros que van a ambos lados de cada tubo. Esto se hace en las tuberías que estén taponadas. Tiempo requerido es de 1 hora, dos veces por día, todos los días.

3. Debe observarse el nivel del agua sobre la superficie del lecho filtrante. Si está encima, se remueve con una pala hasta lograr que la altura del agua baje del nivel del que se ha elevado.
4. La superficie del filtro debe estar limpia de toda basura o hierva que crezca. Estas tareas requieren de una hora, una vez al día, cada tres días.
5. Para evitar obstrucción del paso de agua, es necesario lo siguiente: a) quitar las piedras o arena que haya caído sobre el canal recolector principal, proveniente del lecho filtrante. b) quitar el lodo depositado en el canal de salida. Esto se hace cada 8 días, aproximadamente en 30 minutos.

## Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

## PATIO DE SECADO DE LODOS

### Concepto

El patio de secado de lodos es la unidad que recibe los lodos que egresan del sedimentador primario y del sedimentador secundario, en este patio los lodos evaporan y se absorbe el exceso de agua con que cuentan, luego de ello habrá que enterrar los sólidos que quedan.

### Operación

La operación del patio de secado es la manipulación de las válvulas de este patio, de tal manera que en cada uno contenga los respectivos lodos un tiempo promedio de 3 días.

## Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

### Preventivo

El mantenimiento preventivo de la unidad consiste en hacer una limpieza manual aproximadamente cada 6 meses, para ello se necesita que la unidad no funcione.

### Correctivo

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado porque no se sabe qué elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.