



**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**DISEÑO DE RED DE DRENAJES DE AGUAS SERVIDAS DE LAS  
COMUNIDADES DE BOSQUE DEL MIRADOR Y VISTAS DE SAN LORENZO,  
EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO**

**Marco Vinicio Orellana Morales**

Asesorado por: Inga. Christa Classon de Pinto

Guatemala, noviembre de 2008



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE RED DE DRENAJES DE AGUAS SERVIDAS DE LAS  
COMUNIDADES DE BOSQUE DEL MIRADOR Y VISTAS DE SAN LORENZO,  
EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MARCO VINICIO ORELLANA MORALES**

ASESORADO POR: INGA. CHRISTA CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Byron Pivaral Albarizaes
EXAMINADOR	Ing. Eduardo Ramírez Saravia
EXAMINADOR	Ing. Nicolás de Jesús Guzmán Saenz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE RED DE DRENAJES DE AGUAS SERVIDAS DE LAS  
COMUNIDADES DE BOSQUE DEL MIRADOR Y VISTAS DE SAN LORENZO,  
EN EL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS ITZAPA, CHIMALTENANGO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 8 de mayo de 2008.

Marco Vinicio Orellana Morales



## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mi asesora, Ingeniera Christa Classon de Pinto

Por su apoyo, asesoría y cooperación en el desarrollo del presente trabajo de graduación.

Los Ingenieros Luis Alfaro y Juan Merck, de la unidad de E.P.S.

Por el valioso e incondicional apoyo brindado

La Unidad de E.P.S. de la Facultad de Ingeniería

Por la oportunidad que brinda al estudiante de ingeniería de involucrarse en el desarrollo de las comunidades más necesitadas del país.

La Facultad de Ingeniería

Por darme las herramientas necesarias para el correcto desarrollo de mi profesión.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Alma Máter, por brindarme la formación profesional y conciencia social necesaria para mi desarrollo personal, como el de mi Patria Guatemala.

Al COCODE y Municipalidad de San Andrés Itzapa, Chimaltenango

Por darme la oportunidad de colaborar en el mejoramiento de la calidad de vida de sus comunidades, así como permitirme la oportunidad de convivir con esa gente maravillosa.



## **ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS, SOBRE  
TODAS LAS COSAS**

Por dejarme llegar a este preciado momento.

**MIS PADRES**

Eriberto Orellana Arias y Blanca Ileana Morales de Orellana, por ser ejemplo de vida y por el infinito apoyo y confianza que me han brindado. Este triunfo es gracias a ustedes.

**MIS HERMANOS Y CUÑADAS**

Eriberto, Eddy, Ana Lucía, Patty y Vivi, por su apoyo, cariño y comprensión.

**MI FUTURA ESPOSA**

Suzanne Gómez, con todo mi amor, por esos preciosos momentos juntos y por toda una vida que nos falta por compartir. Te amo.

**MI SOBRINA**

Diana Sofía, por ser la expresión de las bendiciones recibidas en nuestra familia.

**MIS TÍOS Y TÍAS**

Que con sabios consejos e interminables muestras de cariño, han servido de estímulo para alcanzar esta meta.

**MIS COMPAÑEROS  
Y AMIGOS**

Por terminar de enriquecer mi vida con esos momentos inolvidables.





2.2. Aspectos preliminares	9
2.3. Levantamiento topográfico	10
2.3.1. Planimetría	10
2.3.2. Altimetría	10
2.4. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	11
2.4.1. Descripción del sistema a utilizar	11
2.4.2. Diseño hidráulico	11
2.4.2.1. Período de diseño	11
2.4.2.2. Población de diseño	12
2.4.2.3. Dotación	12
2.4.2.4. Factor de retorno	13
2.4.2.5. Factor de flujo instantáneo	14
2.4.2.6. Caudal sanitario	14
2.4.2.6.1. Caudal domiciliar	14
2.4.2.6.2. Caudal de infiltración	15
2.4.2.6.3. Caudal de conexiones ilícitas	16
2.4.2.6.4. Caudal comercial e industrial	16
2.4.2.7. Factor de caudal medio	16
2.4.2.8. Caudal de diseño	17
2.4.2.9. Diseño de secciones y pendientes	18
2.4.2.10. Velocidades máximas y mínimas	20
2.4.2.11. Cotas Ínvert	20
2.4.2.12. Diámetros de las tuberías	20
2.4.2.13. Profundidad de las tuberías	20
2.4.2.14. Pozos de visita	21
2.4.2.15. Conexiones domiciliarias	21
2.4.2.16. Plan de operación y mantenimiento del sistema	22
2.4.2.17. Elementos del sistema de alcantarillado sanitario	22
2.4.2.17.1. Tubería principal	23

2.4.2.17.2.	Tubería secundaria	23
2.4.2.17.3.	Pozos de visita	23
2.4.2.17.4.	Candelas	24
2.4.2.17.5.	Desfogue con dissipador de energía	24
2.4.2.18.	Forma de descarga del sistema	25
2.4.2.19.	Cálculo de muestra de un tramo de la red de drenajes	25
2.4.2.20.	Memoria de cálculo de la red de drenajes	33
2.5.	Presupuesto general	35
2.5.1.	Cuantificación de materiales y mano de obra	35
2.5.1.1.	Cantidades unitarias por cada elemento	35
2.5.1.1.1.	Pozos de visita	35
2.5.1.1.2.	Candelas domiciliarias	36
2.5.1.1.3.	Cajas de unión	37
2.5.1.1.4.	Tubería de concreto	37
2.5.1.2.	Cuadro resumen para cuantificación de elementos	38
2.5.1.3.	Cuadro resumen de cantidades de materiales	39
2.5.1.4.	Cuadro resumen de cantidades de mano de obra	40
2.5.2.	Listado de precios de mercado para materiales y mano de obra	41
2.5.2.1.	Cuadro resumen de precios de materiales	41
2.5.2.2.	Cuadro resumen de precios de mano de obra	42
2.5.3.	Integración de costos	43
2.5.3.1.	Integración de costos de materiales	43
2.5.3.2.	Integración de costos de mano de obra	44
2.5.3.3.	Integración de costos	45
2.5.4.	Evaluación de impacto ambiental	45
2.5.5.	Evaluación socio-económica	46
2.5.5.1.	Valor presente neto (VPN)	47
2.5.5.1.1.	Tabla para cálculo de valor presente neto	48

2.5.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)	50
<b>3. FASE DE DOCENCIA</b>	
3.1. Manual de uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario	53
3.2. Contenido programático del curso de capacitación del uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario	53
3.3. Agenda didáctica para visita guiada a proyectos similares	54
<b>CONCLUSIONES</b>	55
<b>RECOMENDACIONES</b>	57
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	59
<b>APÉNDICE</b>	61

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
P	Población
$P_f$	Población final
$P_o$	Población inicial
r	Tasa de crecimiento poblacional
N	Período de diseño
$t_1$	Tiempo entre dos censos
GPS	Abreviatura de “sistema de posicionamiento global”, por sus siglas en inglés: Global Positioning System
m	Metro
$m^2$	Metro cuadrado
$m^3$	Metro cúbico
Km	Kilómetro
cm	Centímetro
UTM	Coordenadas expresadas en el sistema de la cuadrícula universal de Mercator, por sus siglas en inglés: Universal Transverse of Mercator
INFOM	Siglas para el Instituto de Fomento Municipal
COCODE	Siglas para los Consejos Comunitarios de Desarrollo
lt	Litros
hab	Habitantes
F.H.	Factor de Harmond

F.R.	Factor de Retorno
seg	Segundo
$Q_{dom}$	Caudal domiciliar
$Q_{com}$	Caudal comercial
$Q_{ind}$	Caudal industrial
$Q_{inf}$	Caudal de infiltraciones
$Q_{il}$	Caudal de conexiones ilícitas
FQM	Factor de caudal medio
$Q_s$	Caudal sanitario
$Q_{dis}$	Caudal de diseño
$FH_{actual}$	Factor de Harmond actual
$FH_{futuro}$	Factor de Harmond futuro
S	Pendiente de la tubería
n	Coeficiente de rugosidad del material de la tubería
q	Caudal de diseño de un tramo determinado (a sección parcial)
Q	Caudal de diseño de un tramo determinado (a sección llena)
q / Q	Relación hidráulica de caudales
$v / V$	Relación hidráulica de velocidades
V	Velocidad del flujo a sección llena
d	Tirante hidráulico
D	Diámetro de la tubería
d / D	Relación hidráulica de tirantes

a / A	Relación hidráulica de áreas
A	Área
“	Pulgadas
%	Por ciento
PVC	Abreviatura del material de cloruro de polivinilo, por sus siglas en inglés: Polyvinyl Chloride
PV	Pozo de Visita
msnm	Metros sobre el nivel del mar
$\Delta H$	Diferencia de altura entre pozos de visita
$D_{hor}$	Distancia horizontal entre pozos de visita
Dot	Dotación de agua potable
m / s	Metros por segundo
$\Pi$	Pi. Constante con valor de 3.1416
$\leq$	Símbolo de menor o igual que
l / s	Litros por segundo
saco	bolsa con capacidad de 42.5 kilogramos de cemento o bien de 20 kilogramos de cal hidratada
var	Varilla
u	Unidad
$\Theta$	Diámetro de la varilla de hierro corrugado
psi	abreviatura de libra sobre pulgada cuadrada, por sus siglas en inglés: pound-square inch. Medida de presión en el sistema inglés.
h	altura
VPN	Valor Presente Neto

TIR	Tasa Interna de Retorno
$i$	Tasa ponderada promedio de capital
FN	Flujo neto de caja anual
I	Inversión inicial
$r'$	Tasa de retorno experimental para encontrar la TIR

## GLOSARIO

<b>Agua residual</b>	Son las aguas que son retiradas de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema formado por obras, accesorios, tuberías o conductos, generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales.
<b>Cajas de unión</b>	Estructuras de mampostería o concreto armado que sirven para acometer un ramal de tubería secundaria al colector principal u otro ramal secundario.
<b>Candela domiciliar</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda, y que conduce al sistema de drenaje por medio de la tubería secundaria.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
<b>Coefficiente de rugosidad</b>	Factor constante de fricción caracterizado por la superficie del material del que está hecha la tubería

<b>Concreto ciclópeo</b>	Método constructivo que emula la construcción de mampostería, con piedras grandes aglomeradas con mortero de cemento y arena de río.
<b>Cota Ínvert</b>	Es la cota referida a un banco de marca, de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
<b>Disipador de energía</b>	Estructura que tiene como finalidad disminuir el trabajo que produce el agua residual sobre el suelo en el que es descargada.
<b>Planta de tratamiento</b>	Conjunto de estructuras o edificaciones que permiten la purificación preliminar del agua residual antes de ser descargada al ambiente.
<b>Pozo de absorción</b>	Es una fosa profunda en la cual se descarga y concentra agua residual con la finalidad que esta sea absorbida por el suelo en el que está construido.
<b>Pozos de visita</b>	Son estructuras de concreto o mampostería, usualmente cilíndricas, que permiten el acceso de personas a su interior con la finalidad de brindar mantenimiento preventivo o correctivo a la red de drenajes.
<b>Precio modal</b>	Es el precio más común de un artículo o renglón de mano de obra, en una evaluación entre varios precios.

<b>Tubería principal</b>	Es el conjunto de tubos que sirven como colector general en un sistema de alcantarillado.
<b>Tubería secundaria</b>	Es el conjunto de tubos que conforman cada uno de los ramales de la red de alcantarillado, conduciendo el agua residual hacia el colector general.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación muestra como resultado el diseño de la red de drenajes de aguas servidas de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, comenzando con una breve descripción monográfica que permite el análisis previo de las características de dichas comunidades.

Se incluye una breve descripción de los factores a tomar en cuenta en el diseño, así como las respectivas fórmulas y / o criterios a utilizar, para después desarrollar un cálculo de muestra que evidencia precisamente la metodología que se usa para diseñar una red de drenajes. Esto da lugar a la construcción de un cuadro que resume la memoria de cálculo, y posteriormente a la integración de un presupuesto de ejecución del proyecto y la respectiva evaluación socioeconómica del mismo.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango.

### **ESPECÍFICOS**

1. Realizar una investigación de tipo monográfico que permita conocer y dar a conocer las características geográficas, topográficas, climáticas y culturales del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, y en particular de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo.
2. Contribuir por medio del presente diseño a mejorar la calidad de vida de los vecinos de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo.
3. Contribuir al mejoramiento del ornato de las comunidades rurales del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango.
4. Capacitar a los personeros del consejo comunitario de desarrollo acerca de aspectos de la correcta operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.



## **INTRODUCCIÓN**

La Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de los programas de Ejercicio Profesional Supervisado, tiene como objetivo la proyección social de los estudiantes, previo a alcanzar un grado universitario. La Facultad de Ingeniería no es la excepción: se atienden solicitudes de distintas comunidades y / o entidades públicas y estatales para ayudar a mejorar la calidad de vida de los sectores más pobres del país.

El presente trabajo de graduación responde a la solicitud del Consejo Comunitario de Desarrollo que funciona en el municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, de diseñar la red de alcantarillado sanitario para las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, localizadas en el cantón San Lorenzo, en la cabecera del mencionado municipio.

En las páginas siguientes se encontrará una breve monografía del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, y el diseño de la red de drenajes de aguas servidas de las comunidades mencionadas, incluyendo un presupuesto de ejecución y un análisis socioeconómico que evalúa la rentabilidad del proyecto.



## **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Monografía del municipio de San Andrés Itzapa, Chimaltenango.**

La palabra Itzapa viene de las voces "Itzllí", que significa obsidiana y "Pa" apócope de Pan, que unido tiene significado de "Pan de Obsidiana". Es un poblado antiguo, mencionado en los Anales de los Kaqchikeles. Sus habitantes se dedican a la agricultura, a la industria del café molido y del jabón. Entre sus artesanías es importante la cerería. Fue otra de las poblaciones totalmente destruidas por el terremoto del 4 de febrero de 1976.

La fundación de este municipio se debe al señor Pascual Noj, acaecido el 27 de Agosto de 1624, que coincide con la creación del curato de San Andrés, en honor a San Andrés Apóstol. El 27 de agosto de 1836 el pueblo se adscribió al círculo de Chimaltenango. El 17 de diciembre de 1828 se aprobó el contrato de suministro de luz y fuerza eléctrica. El 10 de Julio de 1926 se acordó que de los fondos de ornato se invirtiera una suma en empedrado de las calles de la cabecera municipal.

#### **1.1.1 Localización geográfica.**

El municipio de San Andrés Itzapa se encuentra a unos 5 km al sur suroeste de la cabecera departamental de Chimaltenango, a unos 35 km al oeste de la ciudad capital de Guatemala. Se encuentra entre las latitudes de 14°36'50" y 14°38'00" al norte del ecuador, y entre las longitudes de 90°49'48" y 90°51'16" al oeste del meridiano de Greenwich.



### **1.1.2 Accesos y comunicaciones.**

Se puede acceder a la localidad de San Andrés Itzapa, por la ruta interamericana, a la altura del kilómetro 53 en la ciudad de Chimaltenango, en la desviación que conduce al balneario “Los Aposentos”, y luego de recorrer 4 km hacia el pueblo de Parramos, se encuentra el acceso a la carretera que conduce al Parque Central y al Palacio Municipal de San Andrés Itzapa. Existen además vías de menor categoría que conducen directamente a otras ciudades de Chimaltenango, como la cabecera departamental, a El Sitán, Acatenango, La Soledad y Parramos.

### **1.1.3 Topografía del lugar.**

La localidad de San Andrés Itzapa se encuentra en medio de una extensa ladera que desemboca las aguas pluviales al litoral del pacífico, pasándolo en medio de los volcanes de agua y fuego. Los ríos de La Virgen y Negro, tributarios del Guacalate, son los de mayor caudal. El lugar se encuentra a una altura de 1800 m sobre el nivel del mar y ocupa unas colinas de perfil suave. La orografía hacia el norte y este de la población es plana, utilizándose en la actualidad para cultivos intensivos que fortalecen la industria agro-exportadora. El resto del municipio es sumamente quebrado, con montañas que van desde 2000 hasta los 2668 m, tal es el caso del cerro Soco. Muchas de las aldeas importantes se encuentran en esta zona, tales como Xeparquiy, Chicasanga, Panimaquim y Chimachoy.

### **1.1.4 Aspectos climáticos.**

El clima de San Andrés Itzapa es templado, pudiendo ser frío durante los meses de diciembre, enero y febrero. El lugar se encuentra a una altura de 1800 metros sobre el nivel del mar, aproximadamente a 5 Km de la estación

meteorológica de “La Alameda ICTA”, del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), lo que hace suponer condiciones meteorológicas similares a la región de la misma. De acuerdo a los datos recabados por el INSIVUMEH, la temperatura promedio anual de 15°C, con picos de hasta 27.5°C en la época más cálida y de hasta 6.2°C en la más fría. Su humedad relativa promedio es de 80%. El viento sopla con predominancia al sur suroeste con una velocidad promedio anual de 5 km/h. La precipitación anual promedio está entre 1000 y 1500 mm de lluvia, en un promedio de 100 días lluviosos anuales.

#### **1.1.5 Actividades y servicios públicos.**

La ocupación principal de los habitantes es el pastoreo del ganado y el comercio de productos lácteos. El resto de los habitantes del municipio se dedican al cultivo de productos agrícolas tradicionales tales como trigo, maíz, frijol, aguacate, güisquil, remolacha, arveja china, puerro, cebollín, duraznos, manzanas, romanesco, rábano, güicoy, zanahoria, brócoli, repollo, café y especialmente chile guaque. La artesanía del municipio es rica en la realización de instrumentos de cuero como aparejos, mecapales, vainas para machetes y fundas de navajas, caites, artículos de jade, mesas y sillas, redes de pita entre otros.

La población dispone de los servicios básicos de agua potable, electricidad, red de drenajes combinados, iluminación pública, calles adoquinadas, accesos asfaltados, red telefónica de cobre, cobertura de telefonía celular, etc. Cuenta con un mercado central, palacio municipal, templo de iglesia católica, varias pilas públicas, cementerio y basurero público.

### **1.1.6 Autoridades.**

El municipio de San Andrés Itzapa es dirigido por el Alcalde y el Consejo Municipal. El alcalde actual es el Sr. Marvin Alejandro Ávila Gómez. También se tiene influencia del gobernador departamental de Chimaltenango, el Sr. Alejandro Jarquín.

La cabecera municipal se encuentra organizada por el casco urbano y cinco cantones: San Pedro y San Pablo, San Lorenzo, San Antonio, Santísima Trinidad y San Cristóbal El Llano. En los alrededores de la cabecera municipal se encuentran sus 9 aldeas: Chicazanga, Chimachoy, Panimaquin, San José Calderas, Yerba Buena, El Aguacate, San José Los Corrales, Xiparquiy, San José Cahualten. Cada una de estas aldeas y cantones cuenta con su respectivo alcalde auxiliar.

### **1.1.7 Generalidades.**

La población se encuentra conformada mayoritariamente por indígenas de la etnia Kaqchikel, aunque la población ladina tiene fuerte presencia principalmente en San Andrés. La aldea de Xiparquiy es un caso extraordinario de una población solo de ladinos. Estos emigraron de Zaragoza a finales del siglo XIX, logrando desplazar a la población indígena.

La deforestación es un asunto grave debido al uso de tierras cuya vocación es mayormente forestal, aunque en las laderas de la montaña Soco aún se puede observar vegetación propia de la zona, entre ellas rodales de pino y encino. En algunos lugares se observan plantaciones de ciprés.

Dentro de los principales aspectos folklóricos del lugar se encuentra el culto a un peculiar personaje, San Simón, al que los creyentes, fuereños u oriundos del lugar, llevan ofrendas a cambio de “favores”, a favor o en contra de sí mismos u otras personas. El rito consiste especialmente en llevar al altar donde se encuentra la imagen del santo, ofrendas de dinero, encender tabacos crudos (puros) y colocarlos en su boca y aguardiente que usualmente rocían con la boca en su cara y cuerpo, luego de dar un trago.

Esta expresión de cultura se atribuye al ingreso del cristianismo a la región, donde se tuvieron que mezclar tradiciones de origen maya con tradiciones cristianas, en este caso con santos católicos, lo que comúnmente se llama sincretismo. El culto a San Simón se extiende hacia regiones del altiplano, especialmente en Sololá, donde incluso se varía su nombre llamándole “Maximón”, que es un vocablo indígena que significa “el amarrado”. Se ha hecho sin embargo una diferencia entre San Simón y Maximón, a pesar de que el ritual guarda características muy similares, siendo la imagen del primero un caballero de tez blanca con bigote nutrido y que usa sombrero y traje, y el segundo una figura de trapos de tejido típico con una máscara de madera con rostro poco definido.

#### **1.1.8 Censo anterior.**

Los datos de censos anteriores fueron obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE). Se tomó en cuenta el IX censo general de población de 1981, el X censo general de población y VI de habitación de 1994, así como censos anteriores. En los respectivos informes, se obtuvo un total de 10,626 y 13,691 habitantes respectivamente.

### 1.1.9 Censo actual.

Para el censo actual se tomaron en cuenta también los datos de Instituto Nacional de Estadística, en su informe del 30 de noviembre de 2002, cuando la población de San Andrés Itzapa fue de 21,151 habitantes: 10,274 hombres y 10,877 mujeres.

### 1.1.10 Tasa de crecimiento.

Dadas las características del crecimiento poblacional del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, como se puede observar en los informes de censos anteriores en los que se registró un incremento de 3,065 personas en un período de 13 años (de 1981 a 1994), mientras que se observa un incremento de 7,460 en un período de 8 años (de 1994 a 2002), se infiere que el método de cálculo más recomendable para la tasa de crecimiento del mencionado municipio, sea el geométrico.

Utilizando la ecuación del método geométrico para obtener la tasa de crecimiento:

$$P_f = P_o (1 + r)^n \quad (\text{ec. 1})$$

Despejando de tal forma que:

$$r = \left( \frac{P_o}{P_f} \right)^{(1/n)} - 1 \quad (\text{ec. 1- a})$$

donde:      r      =      Tasa de crecimiento  
              P<sub>o</sub>    =      Población actual  
              P<sub>f</sub>    =      Población futura  
              n      =      Período de diseño

Para obtener el tiempo exacto “n” entre los censos de 1994 y 2002, se suma la cantidad de días que pasaron de cada año hasta la publicación del informe censal, o sea:

Días hasta el 30 de abril en 1994		Hasta el 30 de noviembre en 2002	
Enero	31 días	Enero	31 días
Febrero	28 días	Febrero	28 días
Marzo	31 días	Marzo	31 días
Abril	30 días	Abril	30 días
		Mayo	31 días
		Junio	28 días
		Julio	31 días
		Agosto	31 días
		Septiembre	30 días
		Octubre	31 días
		<u>Noviembre</u>	<u>30 días</u>
Total =	120 días	Total =	334 días

$$t_1 = 1994 + \frac{120}{365} = 1994.328$$

$$t_1 = 2002 + \frac{334}{365} = 2002.932$$

Entonces:

$$n = 2002.932 - 1994.328 = 8.604$$

Utilizando los datos del censo de 1994 como población inicial, y los del censo de 2002 como población final, se obtiene la siguiente tasa de crecimiento:

$$r = \left( \frac{21,151}{13,691} \right)^{(1/8.604)} - 1 = 0.051851$$

$$\approx 5.19 \%$$

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Descripción del proyecto.**

Como se indicó anteriormente, el municipio de San Andrés Itzapa, en su casco urbano, cuenta con los servicios básicos de agua potable, energía eléctrica, red de telefonía y drenajes combinados. Tiene calles pavimentadas en su mayoría por adoquín, aunque hay algunas calles de concreto y otras de asfalto. Sin embargo, en los cantones y aldeas no se cuenta con todas las instalaciones y las vías de comunicación son en su mayoría simples caminos vecinales, y en el mejor de los casos terracería. En los cantones tienen servicio de electricidad y agua potable para cada vivienda, pero no cuentan con una red de drenajes.

Por medio del presente proyecto se diseñará la red de drenajes para las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, de los cantones San Antonio y San Lorenzo, respectivamente. Dichas comunidades son cercanas y tienen la posibilidad de conducir conjuntamente sus aguas servidas hacia una vertiente que se encuentra cuesta abajo, donde otras comunidades las descargan también.

### **2.2 Aspectos preliminares.**

Se tomará en cuenta los datos obtenidos en el inciso 1.1.10 para la tasa de crecimiento poblacional, que para el municipio de San Andrés Itzapa es del 5.19%. La población que actualmente habita las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, son de 213 y 397 habitantes respectivamente.

La cantidad de viviendas a servir en las mencionadas comunidades serán, para Vistas de San Lorenzo de 78 casas (o lotes para construcciones próximas), y para Bosque del Mirador de 71 casas o lotes. De la misma forma, casi al final de la red de alcantarillado sanitario, actualmente hay 26 viviendas que ya cuentan con drenajes sanitarios, y existe la posibilidad de que se integren al drenaje objeto del presente estudio, por lo que también serán tomadas en cuenta en el diseño.

## **2.3 Levantamiento topográfico.**

### **2.3.1 Planimetría.**

Para el levantamiento se utilizó un receptor del sistema de posicionamiento global satelital, o GPS por sus siglas en inglés (Global Positioning System), apoyado con medición de distancias por medio de una cinta métrica de 30 m de largo. Las distancias fueron comprobadas con cálculos geométricos de triángulos, para lo cual se utilizaron los datos de la altimetría.

Los datos obtenidos del GPS, inicialmente en coordenadas geográficas, fueron convertidos a coordenadas de la cuadrícula universal de Mercator, o UTM, y estas a su vez a coordenadas parciales, de las que se obtuvo azimuts y distancias, que como ya se mencionó, se comprobaron por medio de triángulos con la diferencia altimétrica entre puntos y la distancia inclinada obtenida con la cinta métrica.

### **2.3.2 Altimetría.**

La altimetría se obtuvo con un nivel de precisión marca WILD, y un estadal de aluminio de 4.00 metros de altura. Para dicho levantamiento altimétrico se observaron cuidadosamente las recomendaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) al respecto: Precisión de 1 cm de error vertical por cada Km horizontal como máximo, y tomando elevaciones en:

- a) todos los cruces de calles
- b) a distancias no mayores de 20 m.
- c) en todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno
- d) en los lechos de quebradas, puntos salientes de terreno o depresiones
- e) en las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en que se proyecte efectuar la descarga.

## **2.4 Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.**

### **2.4.1 Descripción de sistema a utilizar.**

Dada la carencia de pavimento en ambas comunidades, se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, pues si se diseñara del tipo combinado implicaría tener tragantes para el agua de lluvia, los que podrían captar arena, tierra, basura, etc., y podrían presentar frecuentes problemas de azolvamiento u obstrucciones, y esto implica a su vez un mayor costo de mantenimiento.

Al respecto, el INFOM recomienda que en general, y excepto razones especiales, en poblaciones que no cuenten con ningún sistema anterior al que se está diseñando, se proyectarán sistemas de alcantarillado sanitario del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

### **2.4.2 Diseño hidráulico.**

#### **2.4.2.1 Período de diseño.**

El INFOM recomienda que los sistemas de alcantarillado sean proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período entre 30 y 40 años a partir de la fecha en que se elabore el diseño. Por esta razón el período de diseño será de 31 años, tomando en cuenta un año que probablemente tardarán las gestiones previas a la ejecución del proyecto.

### 2.4.2.2 Población de diseño.

Como se mencionó en el inciso 2.2, la población actual de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, suman en total 610 habitantes. Si la tasa de crecimiento poblacional, obtenida por el método geométrico en el inciso 1.1.10 para el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, es de 5.19%.

De la ecuación:

$$P_f = P_o (1 + r)^N \quad (\text{ec. 1})$$

donde:  $P_f$  = Población futura  
 $P_o$  = Población actual  
 $r$  = Tasa de crecimiento  
 $N$  = Período de diseño

se obtiene:

$$P_f = (610) * (1 + (0.05185))^{(31)} = 2,923 \text{ habitantes}$$

### 2.4.2.3 Dotación.

La dotación es la cantidad de agua potable que la municipalidad o la empresa reguladora otorgan a cada contribuyente, es decir cada casa o comercio que se encuentre adherida al sistema de distribución.

Este dato es de uso vital para el diseño de la red de drenajes pues el caudal de agua que se descargue al mismo depende directamente de la cantidad de agua de la que dispone cada vecino.

La municipalidad de San Andrés Itzapa indicó que no cuenta con registros de la cantidad de agua que suministra a los habitantes de las comunidades de Bosques del Mirador y Vistas de San Lorenzo, pues estos se administran por medio del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE). Sin embargo, la dotación que suministran normalmente por vivienda a todo el municipio es de 30,000 litros al mes, que equivaldría a 1000 litros diarios por vivienda, y según la densidad de población promedio estimada de 8 habitantes por vivienda, corresponde a 125 lt/hab/día.

#### **2.4.2.4 Factor de retorno.**

Como se mencionó en el inciso 2.4.2.3, la cantidad de agua que se descargará al sistema de drenajes depende directamente de la cantidad de agua potable de la que dispone cada vecino. El factor de retorno del sistema de drenajes es el porcentaje de la dotación inicial de agua que se espera que sea descargada al sistema de drenajes.

El factor de retorno que habrá de utilizarse en el diseño de la red de alcantarillado sanitario para las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo es de 75 %. Es decir que se considera que de la dotación de agua potable con que se cuenta, se espera que el 75 % sea desechado como agua servida, y el 25 % sea consumido por las personas o evaporado al ambiente.

#### 2.4.2.5 Factor de flujo instantáneo.

También llamado factor de Harmond, brinda un factor de protección al sistema que se está diseñando, ante la probabilidad de que se descargue el agua de varias instalaciones al mismo tiempo, y se calcula de la forma siguiente:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \quad (\text{ec.2})$$

donde:                      F.H. =        Factor de Harmond  
                                  P        =        Población

#### 2.4.2.6. Caudal sanitario.

El caudal sanitario determina la cantidad de flujo que correrá por la tubería del sistema de alcantarillado. Está integrado por la suma del caudal domiciliar, el caudal de infiltraciones, el caudal de conexiones ilícitas, el caudal comercial y el caudal industrial.

##### 2.4.2.6.1. Caudal domiciliar.

El caudal domiciliar es el caudal que retorna al sistema, partiendo de la dotación de agua potable, es decir:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\# \text{ hab}) * (\text{Dotación}) * (\text{F.R.})}{86,400 \text{ seg}} \quad (\text{ec.3})$$

donde:                      Q dom        =        Caudal domiciliar  
                                  # hab        =        Población futura  
                                  Dotación    =        125 litros / habitante / día  
                                  F.R.         =        Factor de Retorno  
                                  86,400 seg =        segundos en un día

de donde se obtiene:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\# \text{ ha}2923 \text{ hab}) * \left(125 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} / \text{dia}\right) * (0.75)}{86,400 \text{ seg}} = 3.1717 \text{ lt / seg}$$

#### 2.4.2.6.2. Caudal de infiltración.

El caudal de infiltración es el incremento en el caudal de aguas servidas debido al agua que se filtra a las tuberías desde el suelo circundante, encontrándose éstas o no, por debajo del nivel freático. Cuando se encuentran arriba del nivel freático, para tuberías de concreto, el INFOM recomienda que se utilice el factor de 0.025 lt / seg, multiplicado por el diámetro en pulgadas y por la longitud de la red expresada en kilómetros. Para tuberías de PVC, el factor a utilizar es de 0.01 lt / seg.

Cuando la tubería se ubica por debajo del nivel freático se incrementa la cantidad de infiltración de agua, por lo que se utilizan factores de infiltración mas grandes, a saber: 0.15 lt / seg, para tubería de concreto, y 0.02 para tubería de PVC.

Para el diseño de la red de drenajes del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, se utiliza la siguiente fórmula,

$$Q_{\text{inf}} = 0.025 * (\text{Diámetro de tubo en pulgadas}) \quad (\text{ec.4})$$

de donde se obtiene:

$$Q_{\text{inf}} = 0.025 * (10'') * (1.5 \text{ km}) = 0.375 \text{ lt / seg}$$

#### **2.4.2.6.3. Caudal de conexiones ilícitas.**

Este es el caudal que se tiene como contribución debido al agua de lluvia proveniente de patios y techos conectados por error al sistema. En este concepto se agrega por lo menos un 10 % del caudal domiciliar.

$$Q_{il} = 0.10 * Q_{dom} \quad (ec.5)$$

donde  $Q_{il}$  = Caudal por conexiones ilícitas  
 $Q_{dom}$  = Caudal domiciliar

de donde se obtiene

$$Q_{il} = 0.10 * (3.1717 \text{ lt / seg}) = 0.3172 \text{ lt / seg}$$

#### **2.4.2.6.4. Caudal comercial e industrial.**

El caudal comercial y el caudal industrial no serán tomados en cuenta para el presente diseño, debido a que actualmente no existen comercios o fábricas dentro de las comunidades, y no se tiene contemplado que a un corto o mediano plazo vaya a destinarse ninguna área a dicho propósito.

#### **2.4.2.7. Factor de caudal medio.**

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería respecto del tiempo con la intención de evitar el sobre diseño y el sub diseño. Corresponde a la sumatoria de todos los caudales que contribuyen al caudal sanitario, dividida

entre la cantidad de habitantes a servir. Su valor debe estar comprendido entre 0.002 y 0.005 litros / habitante / día.

$$FQM = \frac{Q_s}{\# \text{ hab futuro}} \quad (\text{ec.6})$$

donde

$$FQM = \text{Factor de caudal medio}$$

$$Q_s = \text{Caudal sanitario}$$

$$= \sum ( Q_{\text{dom}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{il}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{com}} )$$

de donde se obtiene

$$FQM = \frac{( 3.1717 ) + ( 0.625 ) + ( 0.3172 )}{2923 \text{ habitantes}} = 0.0014 \text{ lt / hab / seg}$$

$$\approx 0.002 \text{ lt / hab / seg}$$

#### 2.4.2.8. Caudal de diseño.

Es el caudal con base en el cual se habrá de diseñar la red de alcantarillado. Es el producto de multiplicar el factor de caudal medio por la cantidad de habitantes a servir y por el factor de Harmond.

$$Q_{\text{dis}} = \# \text{ habitantes} * FQM * FH \quad (\text{ec.7})$$

donde

$$Q_{\text{dis}} = \text{Caudal de diseño}$$

$$FQM = \text{Factor de caudal medio}$$

$$FH = \text{Factor de Harmond}$$

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \quad (\text{de la ec.2})$$

de donde se obtiene:

$$\text{Factor de Harmond actual: } FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{610/1000}}{4 + \sqrt{610/1000}} = 3.9127$$

$$\text{Factor de Harmond futuro: } FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{2923/1000}}{4 + \sqrt{2923/1000}} = 3.4520$$

$$\text{Caudal de diseño actual } Q_{\text{dis}} = (610) * (0.002) * (3.9127) = 4.77 \text{ lt/s}$$

$$\text{Caudal de diseño futuro } Q_{\text{dis}} = (2923) * (0.002) * (3.4520) = 20.18 \text{ lt/s}$$

#### 2.4.2.9. Diseño de secciones y pendientes.

Según las recomendaciones establecidas por el INFOM, en las “Normas Generales Para Diseño de Alcantarillado”, se usará en general secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena, cuya máxima ocupación corresponde al 74 % del diámetro de la tubería.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning, en sistema métrico para secciones circulares, de la siguiente manera:

$$V = \frac{0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (\text{ec.8})$$

donde:      V      =      Velocidad de flujo a sección llena  
                  D      =      Diámetro de la sección circular en pulgadas  
                  S      =      Pendiente de la sección hidráulica  
                  n      =      Coeficiente de rugosidad (0.014 en tubos de concreto)

y además en:                      Q      =      A \* V                      (ec.9)

donde:      Q      =      Caudal a sección llena  
                  A      =      Área de la tubería ( m<sup>2</sup>)  
                  V      =      Velocidad a sección llena

Se determina el caudal y la velocidad a sección llena, y al conocer el caudal acumulado en el tramo en cuestión, se puede determinar las velocidades y diámetros en dicho tramo por medio de las tablas de relaciones hidráulicas de (  $q / Q$  ), (  $v / V$  ) y (  $d / D$  ).

De esta forma, dado que la pendiente determina la velocidad del flujo hidráulico, cuando los valores sobrepasen los niveles máximos y mínimos, ésta deberá variarse para permitir que la velocidad se mantenga dentro del rango. Si la velocidad es superior al límite alto, se podrá además variar el diámetro del tubo o bien colocar pozos de visita intermedios en los que las cotas ínvert de entrada y salida en los mismos tengan una diferencia considerable, reduciendo así la pendiente en ambos tramos resultantes.

#### **2.4.2.10. Velocidades máximas y mínimas.**

La velocidad máxima permitida para el diseño del drenaje, con base en el caudal de diseño, es de 2.50 m / s. La velocidad mínima es de 0.60 m / s. Esto se debe a que la velocidad del flujo debe ser suficiente para que los materiales sólidos sean arrastrados por el agua, pero no tan alta como para dañar las tuberías por el trabajo que pueda producir la fricción en los revestimientos de las mismas.

#### **2.4.2.11. Cotas Ínvert.**

Las cotas ínvert de las tuberías son las que corresponden a la parte baja interior de las mismas. Las cotas ínvert usan un mismo banco de marca como referencia para todo el proyecto. La cota ínvert de entrada a un pozo de visita está directamente relacionada por la cota ínvert al inicio del tramo y la pendiente y la distancia del mismo. La diferencia entre la cota ínvert de entrada a un pozo de visita y la de salida del mismo, estará entre 0.03 y 0.05 m, que corresponde a la pendiente misma del fondo del pozo de visita.

#### **2.4.2.12. Diámetros de las tuberías.**

Según las recomendaciones del INFOM en las “Normas Generales para Diseño de Alcantarillado”, el diámetro mínimo de la tubería de concreto para el colector de drenaje sanitario es de 8”, y para las conexiones domiciliarias de 6” en tubos de concreto y de 4” en tubos de PVC. En las candelas para conexión domiciliar se usará un diámetro mínimo de 12”.

#### **2.4.2.13. Profundidad de las tuberías.**

El INFOM recomienda que la diferencia mínima entre la altura del terreno y la altura de coronamiento de la tubería sea de 1.00 metro, para evitar que las

cargas vivas, como el paso de vehículos, dañen las mismas. Es decir que las zanjas deben tener al menos 1.00 metro más el diámetro externo del tubo.

La pendiente de los diferentes tramos que conforman la red de alcantarillado debe también ajustarse para que los mismos sigan, en la medida de lo posible, un perfil similar al del terreno natural, evitando así excavaciones excesivas que puedan aumentar los costos.

#### **2.4.2.14. Pozos de visita.**

Los pozos de visita son estructuras de concreto o mampostería, usualmente cilíndricas, que permiten el acceso de personas a su interior con la finalidad de brindar mantenimiento preventivo o correctivo a la red de drenajes. Se ubicarán de acuerdo a las recomendaciones del INFOM, localizándolos en los siguientes casos:

- a) En cambios de diámetro;
- b) En cambios de pendiente;
- c) En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”;
- d) En las intersecciones de tuberías colectoras;
- e) En los extremos superiores de los ramales principales;
- f) A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros de hasta 24”; y
- g) A distancias no mayores de 300 metros en línea recta en diámetros superiores a 24”.

#### **2.4.2.15. Conexiones domiciliarias.**

Las conexiones domiciliarias son accesorios construidos como parte de las obras de arte del sistema de drenajes, en los que cada vivienda habrá de integrarse a la red para descargar sus aguas servidas. Están integradas

básicamente por las candelas domiciliarias, la tubería que conduce el agua de las candelas al colector principal, y que se llamará red secundaria de drenajes; y por último las cajas de unión por medio de las cuales uno o varios ramales del drenaje secundario se pueden integrar directamente al drenaje primario cuando no hay un pozo de visita cercano.

La tubería secundaria tendrá un diámetro mínimo de 6" en tuberías de concreto y de 4" en tubería de PVC, en éste último debe incluir un accesorio de reducción. La profundidad de la misma sigue las especificaciones de la tubería principal, excepto que cuando ésta es muy profunda, se conducirá una línea de drenaje secundaria dejando la cota cónvert (nivel superior de la tubería) a una profundidad de 1.00 m bajo el nivel natural del suelo, como mínimo.

#### **2.4.2.16. Plan de operación y mantenimiento del sistema.**

El sistema de drenajes sanitarios operará básicamente por gravedad, con pendientes adecuadas que mantengan un balance entre una velocidad mínima que permita el "autolavado" de la tubería para evitar azolvamientos, y una velocidad máxima que no deteriore excesivamente la tubería por fricción de sólidos y líquidos. Sin embargo, como un mantenimiento preventivo de la tubería, la municipalidad del lugar deberá hacer chequeos y limpiezas periódicas. Se recomienda hacer un chequeo cada año y una limpieza completa cada cinco años.

#### **2.4.2.17. Elementos del sistema de alcantarillado sanitario.**

A continuación se describirá cada uno de los elementos del sistema de alcantarillado sanitario que se construirá al servicio de las comunidades de

Bosques del Mirador y Villas de San Lorenzo, del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango.

#### **2.4.2.17.1. Tubería principal.**

Tubos de concreto de 8" para redes de drenajes interiores de cada comunidad y de 10" para la conducción del caudal resultante al unirse ambas. Los tubos de concreto se deben unir y pegar con sabieta de cemento y arena de río en proporción de 1 : 3, dejando asimismo una cinta de 2" de ancho alrededor de la unión. El suelo debe estar perfectamente nivelado, con la pendiente indicada en los planos para la tubería. Los tubos deben ser acuñados con piedras o terrones mientras son colocados y hasta que la pegadura haya endurecido, evitando movimientos que produzcan fracturas en la misma. Es de suma importancia la alineación de cada tramo de tubería, tanto vertical como horizontalmente, desde su punto de inicio hasta su punto final. Adicionalmente es muy importante verificar que durante la pega de tubos de concreto no quede rebaba de sabieta en el interior de los mismos, para que esta no interfiera el libre flujo del caudal descargado.

#### **2.4.2.17.2. Tubería secundaria.**

Tubos de concreto de 6" para conducir el caudal de cada candela o conexión domiciliar hacia un pozo de visita o caja de unión. Las recomendaciones para la instalación de esta tubería son las mismas que las indicadas en el inciso 2.4.2.17.1 para la tubería principal.

#### **2.4.2.17.3. Pozos de visita.**

Estructura cilíndrica de 1.60 m de diámetro interno construida de ladrillo tayuyo de punta. La base o cimentación será de concreto reforzado con hierro de 3/8" a cada 0.25, con espesor de 0.25 m, por

encima de la cual se formará una “media caña” con el mismo concreto, con una pendiente mínima de 1.5 %, dirigida hacia la tubería de salida. La parte superior será cónica excéntrica en 1.00 m de altura. Las paredes internas y el piso deberán tener un acabado de cemento alisado. La altura total del pozo depende de la diferencia entre el nivel del suelo natural y la cota ínter de salida de la tubería.

#### **2.4.2.17.4. Candelas.**

Se colocará un tubo de concreto de 12” verticalmente en ubicaciones que permitan que dos viviendas descarguen sus aguas residuales en cada candela. La base de cada candela de ser de concreto fundido (sin refuerzo) con un espesor de 0.20 m y un diámetro de fundición de 16”. El piso de la candela debe tener un acabado de cemento alisado.

Cada candela estará adicionada por medio tubo extra ubicado en su parte superior, de manera que la mitad de dicha extensión quedará por encima del nivel natural de suelo, y la otra mitad por debajo del mismo. Contará con una tapadera cuadrada de 0.50 x 0.50 x 0.08 m de concreto reforzado con electromalla de 6” x 6” simplemente colocada encima. Cuando se hayan concretado todas las conexiones esperadas para esa candela, la mencionada extensión de medio tubo de concreto se eliminará y se sellará la candela con la tapadera de concreto y sabieta de cemento y arena de río en proporción 1 : 3.

#### **2.4.2.17.5. Desfogue con dissipador de energía.**

Es un empedrado elaborado con sabieta y piedra bola, cual si fuese concreto ciclópeo. Tendrá forma de abanico y su pendiente será

apenas la necesaria para que el caudal a descargar no se quede en las sisas de las piedras.

#### **2.4.2.18. Forma de descarga del sistema.**

Como se mencionó en el inciso 2.4.2.17.5, la descarga se realizará por medio de un desfogue disipador de energía elaborado con piedra bola aglomerada con sabieta de cemento y arena de río.

Dado que no hay espacio para una planta de tratamiento, el caudal sanitario será descargado a un río que actualmente sirve como colector de caudales de aguas servidas de distintas comunidades, a la vez que hace las funciones de campo de absorción. Las autoridades municipales tienen planificado instalar a mediano plazo una planta de tratamiento río abajo, donde el espacio lo permite.

Como parte del presente estudio, se recomienda la excavación de un pozo de absorción para reducir el impacto de la descarga de aguas servidas, lo que en conjunto con la planta de tratamiento que construirá la municipalidad, minimizará la contaminación ambiental.

#### **2.4.2.19. Cálculo de muestra de un tramo de la red de drenajes.**

A continuación se desarrollará una muestra del cálculo a efectuar en cada uno de los tramos que integran la red de drenajes que dará servicio a las comunidades de Vistas de San Lorenzo y Bosques de Mirador, del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango.

Parámetros a utilizar:

Tramo seleccionado al azar:	de PV 1 a PV 2
Cota del terreno al inicio:	1919.09 msnm
Cota del terreno al final:	1914.42 msnm
Distancia horizontal:	88.76 m
Cantidad acumulada de viviendas:	12 casas
Densidad de población:	5 hab / casa
Período de diseño:	30 años ( + 1 de trámites)
Tasa de crecimiento poblacional:	5.19 %
Dotación de agua potable:	125 lt / hab / día
Factor de retorno:	75 %

Procedimiento:

$$\begin{array}{l} \text{Cota inicial} : 1919.09 \\ \text{Cota final} : \underline{1914.42} \\ \Delta H = 4.67 \text{ m} \end{array}$$

$$\text{Pendiente del terreno: } \frac{\Delta H}{D \text{ hor}} = \frac{4.67}{88.7} = 5.26 \%$$

$$\text{Población actual: } (12 \text{ casas}) \times (5 \text{ hab / casa}) = 60 \text{ hab}$$

Población futura: de la ecuación (ec.1) de la sección 2.4.2.2

$$P_f = P_o (1 + r)^n = (60)(1 + 0.0519)^{31}$$

$$P_f = 288 \text{ hab}$$

Factor de flujo instantáneo: de la ecuación (ec.2) de la sección 2.4.2.5

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} = \frac{18 + \sqrt{0.060}}{4 + \sqrt{0.060}} = 4.30$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} = \frac{18 + \sqrt{0.288}}{4 + \sqrt{0.288}} = 4.09$$

Factor de caudal medio: de la ecuación (ec.6) de la sección 2.4.2.7

$$FQM = \frac{Q_s}{\# \text{ hab}_{\text{futuro}}} = \frac{Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{il}}}{288 \text{ hab}}$$

de la ecuación (ec.3) de la sección 2.4.2.6.1

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\# \text{ Hab} \times \text{Dot} \times \text{F.R.}}{86,400} = \frac{(288) \times (125) \times (0.75)}{86,400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 0.3125 \text{ lt / seg}$$

$$Q_{ind} = 0 \quad (\text{no existe industrias en la localidad})$$

$$Q_{com} = 0 \quad (\text{no existe comercios en la localidad})$$

de la ecuación (ec.4) de la sección 2.4.2.6.2

$$Q_{inf} = 0.025 \times D \times Long = 0.025 \times (8") \times (0.09 \text{ km})$$

$$Q_{inf} = 0.018 \quad \text{lt / seg}$$

de la ecuación (ec.5) de la sección 2.4.2.6.3

$$Q_{il} = 0.10 \times Q_{dom} = 0.10 \times (0.3125 \text{ lt / seg})$$

$$Q_{il} = 0.031 \quad \text{lt / seg}$$

$$FQM = \frac{Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{il}}{288 \text{ Hab}}$$

$$FQM = \frac{(0.3125) + (0) + (0) + (0.018) + (0.031)}{288 \text{ Hab}} = 0.00126$$

NOTA:

El Factor de Caudal Medio FQM encontrado es menor que el FQM mínimo, por lo que se usará el mínimo, que es FQM = 0.002

Encontrando el caudal de diseño: de la ecuación (ec.7) de la sección 2.4.2.8

$$Q_{\text{dis}} = \# \text{ habitantes} * \text{FQM} * \text{FH}$$

$$Q_{\text{dis}} \text{ Actual} = (60) * (0.002) * (4.30) = 0.516 \text{ lt / seg}$$

$$Q_{\text{dis}} \text{ Futuro} = (288) * (0.002) * (4.09) = 2.356 \text{ lt / seg}$$

Encontrando la velocidad a sección llena: de la ecuación (ec.8) de la sección 2.4.2.9 (Fórmula de Manning)

$$V = \frac{0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Asumiendo:

$$D \text{ Tubería de Concreto} = 8''$$

$$S\% \text{ de Tubería} = 4.76\%$$

$$V = \frac{0.03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{0.03429 * (8)^{2/3} * (0.0476)^{1/2}}{(0.014)}$$

$$V = 2.137 \text{ m / seg}$$

Encontrando el caudal a sección llena: de la ecuación (ec.9) de la sección 2.4.2.9

$$Q = A * V$$

el área está expresada en metros cuadrados:

$$A = \pi * r^2 \quad (\text{ec.10})$$

$$A = 3.1416 * (0.1016)^2 = 0.0324$$

entonces:

$$Q = (0.0324) * (2.137) = 0.0693 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

$$Q = 69.30 \text{ lt} / \text{seg}$$

Chequeando la velocidad (ACTUAL) en el tramo:

Se utiliza las tablas de relaciones hidráulicas incluidas en el ANEXO 1. Primero se relaciona el caudal de diseño del tramo con el caudal de sección llena:

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.516}{69.30} = 0.0074$$

Y de ahí se obtiene la relación  $v / V$ , que sirve para encontrar la velocidad en el tramo. En las mencionadas tablas se encontró que:

$$\frac{v}{V} = 0.289$$

Encontrando la velocidad del caudal sanitario en el tramo:

si  $\frac{v}{V} = 0.289$  entonces  $v = (0.289) * V$

$v = (0.289) * (2.137)$        $v = 0.618$       m / seg      CHEQUEA

Chequeando la velocidad (FUTURA) en el tramo:

Relacionando el caudal de diseño del tramo con el caudal de sección llena:

$$\frac{q}{Q} = \frac{2.356}{69.30} = 0.034$$

Encontrando la relación hidráulica  $v / V$  a partir de las tablas de relaciones hidráulicas:

$$\frac{v}{V} = 0.46$$

Encontrando la velocidad del caudal sanitario en el tramo:

si  $\frac{v}{V} = 0.46$  entonces  $v = (0.46) * V$

$v = (0.46) * (2.137)$

$v = 0.98$       m / seg      TAMBIÉN CHEQUEA

Como se indicó en el inciso 2.4.2.10, la velocidad en cada tramo debe estar comprendida en el rango de  $0.60 \leq v \leq 2.50$ .

Se ha logrado determinar que el diámetro de la tubería de concreto y la pendiente de la tubería que se asumieron para iniciar el chequeo de velocidad en el tramo seleccionado, fueron asumidas correctamente.

Asimismo se logró determinar que el porcentaje de ocupación de la tubería también cumple con los requerimientos del INFOM, de no exceder el 75 % de la tubería. Esto se determina también por las tablas de relaciones hidráulicas, donde el  $d / D$  que se encontró fue de 6 % y 12.9 %, para el caudal actual y futuro respectivamente.

Si se diera el caso de que alguno de los chequeos realizados no cumpliera con los requisitos recomendados por el INFOM, es necesario cambiar la pendiente de la tubería, o bien el diámetro de la misma, a fin de ir ensayando con los datos hasta obtener las condiciones óptimas de funcionamiento.

#### **2.4.2.20. Memoria de cálculo de la red de drenajes.**

Para facilitar el cálculo matemático de las operaciones necesarias para el diseño de la red de drenajes, se puede utilizar una hoja electrónica en la que se incluyan los parámetros para diseñar todos y cada uno de los tramos que conforman el sistema, de forma inter relacionada, para que las implicaciones resultantes de las variaciones individuales de determinado tramo, sean tomadas en cuenta de forma automática para los tramos subsiguientes, y si fuese el caso, el o los tramos anteriores. Para el cálculo de la red de drenajes de las comunidades de Vistas de San Lorenzo y Bosque de Mirador, del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango se utilizó una hoja electrónica del programa MS Office – Excel.

MEMORIA DE CALCULO RED DE DRENAJES SANITARIOS  
COMUNIDADES DE BOSQUES DE MIRADOR Y VISTAS DE SAN LORENZO  
SAN ANDRES ITZAPA - CHIMALTENANGO

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes a Servir		F.H.		Fum l/s/hab	Q Diseño (lit/seg)		Diámetro (pulgadas)	S% Tubo
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro	Actual	Futuro		Actual	Futuro		
<b>San Lorenzo</b>																
1	2	1919.09	1914.42	89.35	5.22	12.00	12.00	60.00	288.00	4.30	4.09	0.002	0.52	2.35	8.00	4.76
2	4	1914.42	1913.70	49.04	1.48	0.00	12.00	60.00	288.00	4.30	4.09	0.002	0.52	2.35	8.00	4.42
3	4	1916.20	1913.70	43.91	5.69	9.00	9.00	45.00	216.00	4.32	4.14	0.002	0.39	1.79	8.00	8.02
4	5	1913.70	1911.00	45.89	5.87	7.00	28.00	140.00	672.00	4.20	3.90	0.002	1.18	5.25	8.00	3.66
5	6	1911.00	1904.73	39.98	15.69	6.00	34.00	170.00	816.00	4.17	3.86	0.002	1.42	6.29	8.00	19.18
6	9	1904.73	1905.95	46.38	-2.63	9.00	43.00	215.00	1032.00	4.14	3.79	0.002	1.78	7.82	8.00	3.71
7	8	1917.58	1909.88	100.71	7.65	17.00	17.00	85.00	408.00	4.26	4.02	0.002	0.72	3.28	8.00	7.65
8	9	1909.88	1905.95	21.09	18.63	2.00	19.00	95.00	456.00	4.25	3.99	0.002	0.81	3.64	8.00	20.72
9	11	1905.95	1901.38	43.60	10.47	6.00	68.00	340.00	1632.00	4.05	3.65	0.002	2.76	11.92	8.00	5.11
10	11	1909.14	1901.38	49.43	15.70	4.00	4.00	20.00	96.00	4.38	4.25	0.002	0.18	0.82	8.00	16.91
11	12	1901.38	1893.47	41.95	18.87	4.00	76.00	380.00	1824.00	4.03	3.62	0.002	3.06	13.19	10.00	15.97
<b>Mirador</b>																
19	20	1911.76	1907.01	27.90	17.00	5.00	5.00	15.00	72.00	4.40	4.28	0.002	0.13	0.62	8.00	17.03
20	21	1907.01	1901.57	29.99	18.16	4.00	9.00	27.00	130.00	4.36	4.21	0.002	0.24	1.09	8.00	18.14
21	24	1901.57	1902.09	29.76	-1.75	6.00	15.00	45.00	216.00	4.32	4.14	0.002	0.39	1.79	8.00	5.81
22	23	1910.12	1905.09	33.28	15.11	6.00	6.00	18.00	87.00	4.39	4.26	0.002	0.16	0.74	8.00	12.86
23	24	1905.09	1902.09	24.02	12.51	3.00	9.00	27.00	130.00	4.36	4.21	0.002	0.24	1.09	8.00	12.49
25	26	1913.47	1910.98	25.71	9.68	4.00	4.00	12.00	58.00	4.41	4.30	0.002	0.11	0.50	8.00	18.63
26	27	1910.98	1906.70	32.57	13.13	6.00	10.00	30.00	144.00	4.35	4.20	0.002	0.26	1.21	8.00	8.38
27	24	1906.70	1902.09	35.85	12.87	4.00	14.00	42.00	202.00	4.33	4.15	0.002	0.36	1.68	8.00	10.77
24	31	1902.09	1896.86	26.07	20.06	3.00	41.00	123.00	591.00	4.22	3.94	0.002	1.04	4.65	8.00	11.43
28	29	1913.87	1910.09	37.56	10.06	5.00	5.00	15.00	72.00	4.40	4.28	0.002	0.13	0.62	8.00	13.92
29	30	1910.09	1899.25	55.37	19.58	12.00	17.00	51.00	245.00	4.31	4.11	0.002	0.44	2.02	8.00	17.37
30	31	1899.25	1896.86	69.08	3.47	8.00	25.00	75.00	360.00	4.28	4.04	0.002	0.64	2.91	8.00	3.56
31	12	1896.86	1893.47	24.04	14.10	4.00	70.00	210.00	1008.00	4.14	3.80	0.002	1.74	7.66	8.00	12.85
<b>Conducción</b>																
12	13	1893.47	1883.28	64.99	15.68	3.00	149.00	590.00	2832.00	3.94	3.46	0.002	4.64	19.62	10.00	12.06
13	14	1883.28	1877.51	56.13	10.28	0.00	149.00	616.00	2967.00	3.93	3.45	0.002	4.84	20.39	10.00	9.83
14	15	1877.51	1871.47	90.62	6.66	0.00	149.00	616.00	2967.00	3.93	3.45	0.002	4.84	20.39	10.00	6.67
15	16	1871.47	1865.27	90.94	6.82	0.00	149.00	616.00	2967.00	3.93	3.45	0.002	4.84	20.39	10.00	7.52
16	17	1865.27	1855.85	94.11	10.01	0.00	149.00	616.00	2967.00	3.93	3.45	0.002	4.84	20.39	10.00	9.88
17	18	1855.85	1850.58	57.15	9.23	26.00	175.00	875.00	4200.00	3.84	3.31	0.002	6.71	27.84	10.00	7.70
18	Reja	1848.68	1847.03	3.11	53.07	0.00	175.00	890.00	4272.00	3.83	3.31	0.002	6.82	28.26	10.00	4.82

I	0.0519
N	31
n	0.014
<b>Tuberia Concreto</b>	

Continúa

Sec. Liena	Rel q/Q		Rel v/V		Vel		Rel d/D		Cota Invert		Profundidad del Pozo	
	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final
2.14	69.32	0.01	0.04	0.29	0.46	0.62	0.99	0.13	1916.82	1912.59	2.24	1.82
2.06	66.79	0.01	0.04	0.29	0.47	0.60	0.96	0.13	1912.57	1910.43	1.82	3.27
2.77	89.97	0.00	0.02	0.25	0.39	0.69	1.09	0.05	1914.92	1911.42	1.25	2.27
1.87	60.78	0.02	0.09	0.39	0.61	0.73	1.13	0.10	1910.40	1908.75	3.27	2.25
4.29	139.14	0.01	0.05	0.32	0.50	1.37	2.15	0.07	1908.72	1901.08	2.25	1.25
1.89	61.20	0.03	0.13	0.44	0.68	0.83	1.29	0.12	1903.45	1901.75	1.25	4.19
2.71	87.87	0.01	0.04	0.30	0.47	0.80	1.28	0.06	1916.30	1908.63	1.25	1.25
4.46	144.62	0.01	0.03	0.26	0.42	1.18	1.87	0.05	1908.60	1904.25	1.25	1.69
2.21	71.82	0.04	0.17	0.48	0.73	1.06	1.62	0.13	1901.72	1899.52	4.19	1.85
4.03	130.65	0.00	0.01	0.17	0.27	0.70	1.10	0.03	1907.86	1899.53	1.25	1.85
4.54	230.20	0.01	0.06	0.35	0.54	1.58	2.44	0.08	1898.50	1891.83	2.85	1.64
4.04	131.11	0.00	0.00	0.15	0.25	0.61	1.00	0.02	1910.47	1905.75	1.25	1.25
4.17	135.32	0.00	0.01	0.18	0.30	0.77	1.24	0.03	1905.73	1900.32	1.25	1.25
2.36	76.58	0.01	0.02	0.26	0.41	0.60	0.98	0.05	1900.29	1898.59	1.25	3.50
3.51	113.93	0.00	0.01	0.17	0.28	0.61	0.99	0.03	1908.09	1903.84	2.00	1.25
3.46	112.28	0.00	0.01	0.19	0.31	0.67	1.08	0.03	1903.81	1900.84	1.25	1.25
4.23	137.13	0.00	0.00	0.14	0.23	0.60	0.97	0.02	1912.19	1907.43	1.25	3.55
2.84	91.97	0.00	0.01	0.21	0.35	0.60	0.99	0.04	1907.40	1904.70	3.55	2.00
3.22	104.26	0.00	0.02	0.23	0.37	0.74	1.18	0.04	1904.67	1900.84	2.00	1.25
3.31	107.41	0.01	0.04	0.31	0.50	1.03	1.64	0.07	1898.56	1895.60	3.50	1.25
3.66	118.54	0.00	0.01	0.16	0.26	0.60	0.94	0.03	1912.59	1907.39	1.25	2.70
4.08	132.41	0.00	0.02	0.22	0.36	0.90	1.47	0.04	1907.36	1897.77	2.70	1.48
1.85	59.95	0.01	0.05	0.33	0.51	0.80	0.94	0.07	1897.74	1895.31	1.48	1.55
3.51	113.89	0.02	0.07	0.36	0.57	1.27	1.99	0.09	1895.28	1892.22	1.55	1.25
3.95	200.05	0.02	0.10	0.41	0.63	1.63	2.50	0.11	1889.84	1882.03	3.60	1.25
3.56	180.61	0.03	0.11	0.43	0.66	1.54	2.35	0.11	1882.00	1876.51	1.25	1.25
2.94	148.77	0.03	0.14	0.46	0.69	1.34	2.03	0.12	1876.23	1870.21	1.25	1.25
3.12	157.97	0.03	0.13	0.45	0.68	1.40	2.13	0.12	1870.19	1863.38	1.25	1.89
3.57	181.07	0.03	0.11	0.43	0.66	1.52	2.35	0.11	1863.35	1854.08	1.89	1.77
3.15	159.85	0.04	0.17	0.49	0.75	1.55	2.36	0.14	1851.80	1847.43	4.02	1.25
2.50	126.47	0.05	0.22	0.53	0.80	1.33	2.01	0.16	1847.40	1847.28	1.25	0.00

## 2.5 Presupuesto general.

Para determinar el costo del proyecto, es necesario determinar con exactitud las cantidades de materiales y mano de obra que se ven involucradas en la elaboración de cada unidad integrante y tomar en cuenta los precios de los mismos, trabajándolos de forma ordenada. Esto servirá para hacer las modificaciones de manera precisa con el menor esfuerzo, en dado caso hubiese fluctuaciones en los precios, ya que estos ajustes constantes condicionan un costeo eficiente. Los cambios en los precios de los materiales usualmente influyen en los costos de la mano de obra.

### 2.5.1 Cuantificación de materiales y mano de obra.

Se inicia esta cuantificación haciendo un costeo unitario de cada elemento del sistema de drenajes, para posteriormente multiplicar estas cantidades unitarias por el número de unidades necesarias.

#### 2.5.1.1 Cantidades unitarias por cada elemento.

Para este costeo se ha tomado en cuenta las especificaciones para cada elemento que se ha descrito en la sección 2.4.2.17, con sus respectivas medidas.

##### 2.5.1.1.1 Pozos de visita.

Piso: (u)

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	7	saco	Excavación de terreno	0.90	m <sup>3</sup>
Cal hidratada	4	saco	Armadura de Hierro	24	m
Arena de río	1	m <sup>3</sup>	Fundición de piso con concreto hecho in situ	0.80	m <sup>3</sup>
Piedrín	0.50	m <sup>3</sup>	Conformación de media caña hecha con mezclón	3.50	m <sup>2</sup>
Hierro comercial Ø No. 3	4	var			

**Cilindro: ( 1 hilada = 0.075 m )**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	2	saco	Excavación de terreno	0.25	m <sup>3</sup>
Arena de río	0.20	m <sup>3</sup>	Instalación de ladrillo tayuyo, de punta	45	u
Ladrillo Tayuyo de barro de 0.23x0.11x0.065	45	u	Relleno maseado c/ paral	0.1	m <sup>3</sup>
Hierro comercial Ø No. 5	0.10	var	Instalación escalones	0.25	u
			Alisado de paredes con sabieta de cemento	0.40	m <sup>2</sup>

**Cono: (u)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Ladrillo Tayuyo de barro de 0.23x0.11x0.065	420	u	Excavación de terreno	4.00	m <sup>3</sup>
Cemento Pórtland 4000 psi	31	saco	Instalación de ladrillo tayuyo, de punta	420	u
Arena de río	3	m <sup>3</sup>	Fundición de viga de corona circular	1	u
Piedrín	0.10	m <sup>3</sup>	Fundición de tapadera de concreto	1	u
Hierro comercial Ø No. 3	2	var	Instalación de escalones	4	u
Hierro comercial Ø No. 5	1	var	Armadura hierro Ø No. 3 para viga y tapadera	12	m
			Relleno maseado por capas de 0.20 m	3.50	m <sup>3</sup>
			Alisado de paredes con sabieta de cemento	1.50	m <sup>2</sup>

**2.5.1.1.2 Candelas domiciliars. (u)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	1	saco	Fundición piso concreto Sin armadura	0.10	m <sup>3</sup>
Tubo de concreto Ø 12"	1.5	u	Instalación tubo concreto Ø 12"	2	u
Arena de río	0.10	m <sup>3</sup>	Fundición de tapadera de concreto de 0.70 x 0.70	1	u
Hierro comercial Ø No. 3	1	var			

**2.5.1.1.3 Cajas de unión. (u)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	4	saco	Fundición piso concreto Sin armadura	0.10	m <sup>3</sup>
Ladrillo Tayuyo de barro de 0.23x0.11x0.065	84	u	Instalación de ladrillo tayuyo de sogá	84	u
Hierro comercial Ø No. 3	1	var	Fundición de tapadera de concreto de 0.80 x 0.80	1	u

**2.5.1.1.4 Tubería de concreto.**

**Tubería Ø 6": (ml)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	0.05	saco	Instalación de tubería de concreto de Ø 6"	1	u
Arena de río	0.01	m <sup>3</sup>			
Tubo de Concreto Ø 6"	1	u			

**Tubería Ø 8": (ml)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	0.05	saco	Instalación de tubería de concreto de Ø 8"	1	u
Arena de río	0.01	m <sup>3</sup>			
Tubo de Concreto Ø 8"	1	u			

**Tubería Ø 10": (ml)**

MATERIALES			MANO DE OBRA		
Cemento Pórtland 4000 psi	0.05	saco	Instalación de tubería de concreto de Ø 10"	1	u
Arena de río	0.01	m <sup>3</sup>			
Tubo de Concreto Ø 10"	1	u			

### 2.5.1.2 Cuadro resumen para cuantificación de elementos.

Para esta cuantificación se revisó los planos finales de planta y perfil.

TRAMO	EXCAVACION		POZOS DE VISITA			TUBERIA			CAJA UNION	CAND DOM
	PRIM	SEC	PISO	CIL	CONO	6"	8"	10"		
PV1-PV2	124.08	41.40	1	13	1	69	89	-	1	4
PV2-PV4	74.96	18.00	1	8	1	30	42	-	-	2
PV3-PV4	45.02	30.60	1	-	1	51	49	-	-	4
PV4-PV5	101.42	26.40	1	27	1	44	46	-	1	5
PV5-PV6	77.62	2.60	1	14	1	24	44	-	-	3
PV6-PV9	126.15	36.60	1	-	1	61	47	-	-	4
PV7-PV8	204.11	46.80	1	-	1	78	100	-	2	8
PV8-PV9	28.72	4.20	1	-	1	7	23	-	-	2
PV9-PV11	114.50	23.40	1	40	1	39	58	-	-	4
PV10-PV11	73.08	5.40	1	-	1	9	58	-	1	2
PV11-PV12	83.26	19.80	1	22	1	33	50	-	-	2
PV12-PV13	104.48	16.2	1	32	1	27	-	65	-	3
PV13-PV14	38.87	-	1	-	1	-	-	84	-	-
PV14-PV15	80.07	-	1	-	1	-	-	88	-	-
PV15-PV16	84.68	-	1	-	1	-	-	95	-	-
PV16-PV17	110.01	-	1	9	1	-	-	94	-	-
VP17-PV18	87.86	-	1	37	1	-	-	54	-	-
VP18-Reja	2.47	-	1	-	1	-	-	10	-	-
PV19-PV20	23.00	7.80	1	-	1	13	27	-	-	2
PV20-PV21	23.23	10.20	1	-	1	17	30	-	-	2
PV21-PV24	31.84	25.20	1	-	1	42	30	-	-	3
PV22-PV23	34.23	16.20	1	10	1	27	33	-	-	2
PV23-PV24	18.32	13.80	1	-	1	23	25	-	-	3
PV25-PV26	37.02	10.80	1	-	1	18	27	-	-	2
PV26-PV27	77.57	12.60	1	31	1	21	33	-	-	3
PV27-PV24	51.48	8.40	1	10	1	14	35	-	-	2
PV24-PV31	49.56	16.20	1	30	1	27	67	-	-	2
PV28-PV29	49.45	11.40	1	-	1	19	27	-	-	3
PV29-PV30	98.87	34.80	1	20	1	58	38	-	1	6
PV30-PV31	85.29	42.00	1	3	1	70	63	-	-	2
PV31-PV12	18.54	14.40	1	4	1	24	44	-	-	2
<b>TOTALES</b>	<b>2159.76</b>	<b>495.20</b>	<b>31</b>	<b>310</b>	<b>31</b>	<b>845</b>	<b>1085</b>	<b>490</b>	<b>6</b>	<b>77</b>

### 2.5.1.3 Cuadro resumen de cantidades de materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Cemento portland para 4000 psi	2084	saco
Cal hidratada	124	saco
Arena de río	219	m <sup>3</sup>
Piedrín	20	m <sup>3</sup>
Varilla de hierro corrugado No. 3	269	var
Varilla de hierro corrugado No. 5	62	var
Ladrillo tayuyo de 0.23 x 0.11 x 0.65	27,474	u
Tubo de concreto Ø 6" de 1.00 m	845	u
Tubo de concreto Ø 8" de 1.00 m	1,085	u
Tubo de concreto Ø 10" de 1.00 m	490	u
Tubo de concreto Ø 12" de 1.00 m	116	u

**2.5.1.4 Cuadro resumen de cantidades de mano de obra.**

<b>RENGLONES DE MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD TOTAL</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>
Excavación de zanjas, altura mayor de 1.00 m	2160	m <sup>3</sup>
Excavación de zanjas, altura menor de 1.00 m	495	m <sup>3</sup>
Excavación para pozos y cajas	245	m <sup>3</sup>
Fundición de concreto hecho "in situ"	34	m <sup>3</sup>
Armadura de hierro No. 3	1365	m
Armadura de hierro No. 5	202	m
Instalación de ladrillo tayuyo, de punta	26970	u
Instalación de ladrillo tayuyo, de sogá	504	u
Fundición viga de corona en pozos	31	u
Elaboración de tapaderas para pozo de visita	31	u
Instalación de escalones de hierro No.5	202	u
Tallado y alisado de pisos de pozos de visita	108.50	m <sup>2</sup>
Alisado con cemento en paredes	291	m <sup>2</sup>
Tallado de "media caña", en cajas y candelas	83	u
Elaboración de tapaderas cuadradas de concreto, de 0.70 x 0.70 x 0.05	83	u
Instalación de tubería de concreto de 6"	845	u
Instalación de tubería de concreto de 8"	1085	u
Instalación de tubería de concreto de 10"	490	u
Instalación de tubería de concreto de 12"	144	u
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado y por capas, áreas reducidas	140	m <sup>3</sup>
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado y por capas, h=0.20 m	2655	m <sup>3</sup>

### 2.5.2 Listado de precios de mercado, para materiales y mano de obra.

Para establecer los precios de cada uno de los materiales mencionados en el inciso 2.5.1.3, se cotizó en tres diferentes ferreterías distribuidoras de materiales de construcción, para luego obtener un promedio de dichos precios en cada artículo. A cada artículo se le agregó una parte proporcional del costo de transporte hasta el lugar del proyecto.

Un procedimiento similar se siguió para obtener los precios de mano de obra mencionados en el inciso 2.5.1.4, en los que se entrevistó a varias personas que se dedican a la construcción para consultarles el precio que ellos cobrarían por realizar cada uno de los trabajos, explicándoles exactamente la forma de realizarlos, para obtener un precio modal para cada uno de los mismos.

Estos dos procedimientos dieron como resultado los cuadros siguientes:

#### 2.5.2.1 Cuadro resumen de precios de materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
Cemento portland para 4000 psi	saco	Q.54.60
Cal hidratada	saco	Q.27.50
Arena de río (p/ en obra)	m <sup>3</sup>	Q.80.00
Piedrín (p/ en obra)	m <sup>3</sup>	Q.170.00
Varilla de hierro corrugado No. 3	var	Q.33.44
Varilla de hierro corrugado No. 5	var	Q.108.12
Ladrillo tayuyo de 0.23 x 0.11 x 0.65	u	Q.1.10
Tubo de concreto Ø 6" de 1.00 m	u	Q.17.75
Tubo de concreto Ø 8" de 1.00 m	u	Q.23.75
Tubo de concreto Ø 10" de 1.00 m	u	Q.37.50
Tubo de concreto Ø 12" de 1.00 m	u	Q.54.50

**2.5.2.2 Cuadro resumen de precios de mano de obra.**

<b>REGLONES MANO DE OBRA</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
Excavación de zanjas, altura mayor de 1.00 m	m <sup>3</sup>	Q.15.00
Excavación de zanjas, altura menor de 1.00 m	m <sup>3</sup>	Q.12.00
Excavación para pozos y cajas	m <sup>3</sup>	Q.12.00
Fundición de concreto hecho "in situ"	m <sup>3</sup>	Q.160.00
Armadura de hierro No. 3	m	Q.0.20
Armadura de hierro No. 5	m	Q.1.00
Instalación de ladrillo tayuyo, de punta	u	Q.0.80
Instalación de ladrillo tayuyo, de sogá	u	Q.0.70
Fundición viga de corona en pozos	u	Q.20.00
Elaboración de tapaderas para pozo de visita	u	Q.65.00
Instalación de escalones de hierro No.5	u	Q.5.00
Tallado y alisado de pisos de pozos de visita	m <sup>2</sup>	Q.5.00
Alisado con cemento en paredes	m <sup>2</sup>	Q.12.00
Tallado de "media caña", en cajas y candelas	u	Q.8.00
Elaboración de tapaderas cuadradas de concreto, de 0.70 x 0.70 x 0.05	u	Q.20.00
Instalación de tubería de concreto de 6"	u	Q.5.00
Instalación de tubería de concreto de 8"	u	Q.6.00
Instalación de tubería de concreto de 10"	u	Q.8.00
Instalación de tubería de concreto de 12"	u	Q.10.00
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado y por capas, áreas reducidas	m <sup>3</sup>	Q.12.00
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado y por capas, h=0.20 m	m <sup>3</sup>	Q.10.00

### 2.5.3 Integración de costos.

Para integrar los costos totales del proyecto, será necesario sumar los costos de materiales con los costos de mano de obra.

Para el primero de los casos se multiplica el contenido del cuadro resumen de las cantidades de materiales que se encuentran en el inciso 2.5.1.3 con los precios de los mismos, que se encuentran en el cuadro resumen de precios de materiales del inciso 2.5.2.1.

Para obtener los costos que se deben a mano de obra directa, se multiplica las cantidades de mano de obra que se encuentran en el cuadro resumen del inciso 2.5.1.4 con los precios unitarios de cada artículo, que se encuentra en el cuadro resumen de precios de mano de obra en el inciso 2.5.2.2.

#### 2.5.3.1 Integración de costos de materiales.

<b>MATERIAL</b>	<b>CANT</b>	<b>UNIDAD MEDIDA</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>TOTAL</b>
Cemento portland 4000 psi	2084	saco	Q.54.60	Q.113,786.40
Cal hidratada	124	saco	Q.27.50	Q.3,410.00
Arena de río (p/ en obra)	219	m <sup>3</sup>	Q.80.00	Q.17,520.00
Piedrín (p/ en obra)	20	m <sup>3</sup>	Q.170.00	Q.3,400.00
Varilla hierro corrugado No. 3	269	var	Q.33.44	Q.8,995.36
Varilla hierro corrugado No. 5	62	var	Q.108.12	Q.6,703.44
Ladrillo tayuyo 0.23x0.11x 0.65	27,474	u	Q.1.10	Q.30,221.40
Tubo de concreto Ø 6"	845	u	Q.17.75	Q.14,998.75
Tubo de concreto Ø 8"	1,085	u	Q.23.75	Q.25,768.75
Tubo de concreto Ø 10"	490	u	Q.37.50	Q.18,375.00
Tubo de concreto Ø 12"	116	u	Q.54.50	Q.6,322.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q.249,501.10</b>

### 2.5.3.2 Integración de costos de mano de obra.

RENGLONES MANO DE OBRA	CANT.	UNIDAD MEDIDA	PRECIO UNIT.	TOTAL
Excavación zanjas, altura mayor 1.00 m	2160	m <sup>3</sup>	Q.15.00	Q.32,400.00
Excavación zanjas, altura menor 1.00 m	495	m <sup>3</sup>	Q.12.00	Q.5,940.00
Excavación para pozos y cajas	245	m <sup>3</sup>	Q.12.00	Q.2,940.00
Fundición de concreto hecho "in situ"	34	m <sup>3</sup>	Q.160.00	Q.5,440.00
Armadura de hierro No. 3	1365	m	Q.0.20	Q.273.00
Armadura de hierro No. 5	202	m	Q.1.00	Q.202.00
Instalación de ladrillo tayuyo, de punta	26970	u	Q.0.80	Q.21,576
Instalación de ladrillo tayuyo, de sogá	504	u	Q.0.70	Q.352.80
Fundición viga de corona en pozos	31	u	Q.20.00	Q.620.00
Elaboración tapaderas para pozo visita	31	u	Q.65.00	Q.2,015.00
Instalación de escalones de hierro No.5	202	u	Q.5.00	Q.1,010.00
Tallado y alisado pisos pozos de visita	108.50	m <sup>2</sup>	Q.5.00	Q.542.50
Alisado con cemento en paredes	291	m <sup>2</sup>	Q.12.00	Q.3,492.00
Tallado de "media caña", en candelas	83	u	Q.8.00	Q.664.00
Elaboración de tapaderas cuadradas de concreto, de 0.70 x 0.70 x 0.05	83	u	Q.20.00	Q.1,660.00
Instalación de tubería concreto de 6"	845	u	Q.5.00	Q.4,225.00
Instalación de tubería concreto de 8"	1085	u	Q.6.00	Q.6,510.00
Instalación de tubería concreto de 10"	490	u	Q.8.00	Q.3,920.00
Instalación de tubería concreto de 12"	144	u	Q.10.00	Q.1,440.00
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado, áreas reducidas	140	m <sup>3</sup>	Q.12.00	Q.1,680.00
Relleno y compactación de terreno, homogeneizado y por capas, h=0.20	2655	m <sup>3</sup>	Q.10.00	Q.26,550.00
<b>TOTAL</b>				<b>Q.123,452.30</b>

### 2.5.3.3 Integración de costos.

COSTOS DE MATERIALES	Q.249,501.10
COSTOS DE MANO DE OBRA	Q.123,452.30
<b>TOTAL</b>	<b>Q.372,953.40</b>

### 2.5.4 Evaluación de impacto ambiental.

Tal como se indicó en el inciso 2.4.2.18, el caudal sanitario de la red de drenajes que se está diseñando, será descargado en un río que actualmente funciona como colector de caudales de aguas servidas de distintas comunidades, que a la vez hace las funciones de campo de absorción, dado que la municipalidad no ha dispuesto aún la instalación de una planta de tratamiento.

Esto tendrá inherentemente un impacto negativo al ambiente, pues la contaminación del mismo afecta tanto la superficie del suelo y el ambiente con malos olores y otras emanaciones, como las aguas subterráneas por filtración de entes contaminantes, lo que puede producir enfermedades por el consumo de las mismas por animales y seres humanos.

Sin embargo, para paliar en cierta medida este efecto, se ha propuesto la construcción de un pozo de absorción, que contendrá las aguas servidas permitiendo que las mismas se concentren en un solo lugar, y así no contaminen el ambiente circundante.

Esta solución es sólo temporal, pues como se indicó en el mencionado inciso, 2.4.2.18, la municipalidad de San Andrés Itzapa tiene contemplada la implementación de una planta de tratamiento de aguas servidas río abajo, y probablemente la conducción hacia la misma de estas aguas residuales por medio de tuberías.

Siendo la propuesta de este estudio la implementación de uno o varios pozos de absorción, queda resuelto provisionalmente el tema del destino de las aguas residuales, mientras se implementa la planta de tratamiento, por lo que en lo restante se puede considerar que el único impacto ambiental que tendrá el proyecto, será positivo, pues redundará en la limpieza y salud de las comunidades para las que está destinado.

Si bien es cierto que los vecinos de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, se verán afectados temporalmente por el polvo y otras molestias propias de la construcción, mientras se esté ejecutando el proyecto, esta será tan solo una pequeña inversión a cuenta de los beneficios que brindará el mismo.

### **2.5.5 Evaluación socio-económica.**

La evaluación socioeconómica indica si un proyecto es rentable y el tiempo en el cual será retribuida la inversión inicial del mismo. A partir de que un proyecto al que se le da mantenimiento preventivo y/o correctivo, termine de “auto-pagarse”, el mismo comenzará a generar ganancias.

Esta evaluación socioeconómica permite conocer la rentabilidad de un proyecto, y se obtiene de dos principales indicadores, como lo son el “Valor Presente Neto” (VPN), y la “Tasa Interna de Retorno” (TIR).

### 2.5.5.1 Valor presente neto (VPN).

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si un proyecto es rentable. Convierte los flujos de efectivo, positivos o negativos, que se tendrá durante los años de vida útil del proyecto, a flujos de efectivo actual, comparándolos entre sí para evaluar la rentabilidad de un proyecto.

La fórmula para encontrar el VPN es la siguiente:

$$\text{VPN} = ( - \text{Valor Inicial} + \text{Flujo Neto} ) / ( 1 + i )^N \quad (\text{ec.11})$$

Donde:	VPN	=	Valor Presente Neto
	Valor Inicial	=	Costo total de ejecución del proyecto
	Flujo Neto	=	Ingresos – Egresos , por año
	$i$	=	Tasa ponderada promedio de capital
	N	=	Período de diseño

Tomando como tasa ponderada promedio de capital un 12 %, y asumiendo que se cobrará una tasa municipal de mantenimiento del sistema de alcantarillado de Q.10.00 mensuales, que se incrementará 1% por año, y que en promedio se dará mantenimiento de limpieza al sistema una vez cada dos años a cargo de un técnico con sueldo equivalente a dos salarios mínimos, y un ayudante con sueldo equivalente a un salario mínimo. Se estima que anualmente se erogará Q.1,000.00 en concepto de reparaciones menores. Entonces se puede construir una tabla que indique el valor del flujo neto de efectivo:

- Tasa municipal:  $Q.10.00 / \text{casa} / \text{mes} * 175 \text{ casas} * 12 \text{ meses} = Q.21,000.00$
- Salario Mínimo: Q.1,365.00
 

Sueldo del técnico:	Q.2,730.00
Sueldo ayudante 2:	<u>Q.1,365.00</u>
Total:	Q.4,095.00 / cada 2 años
- Incremento al salario mínimo: 10 % cada 5 años
- Incremento en costos de materiales y mano de obra: 5 % anual

#### **2.5.5.1.1 Tabla para cálculo de valor presente neto.**

En la siguiente página se presenta una hoja electrónica elaborada en el programa MS Office - Excel, donde se resume el cálculo del V.P.N. Se presentan los valores de flujos netos anuales, que incluyen los ingresos por tasa municipal, los gastos anuales de limpieza y mantenimiento de acuerdo a la programación y los costos estimados anuales de reparaciones menores.

### Tabla para cálculo de valor presente neto.

AÑOS	TASA MUNICIPAL	CUOTAS LIMPIEZA	COSTOS REPARACIONES MENORES	FLUJO NETO
1	Q -	Q -	Q -	Q -
2	Q 21,000.00	Q -	Q 1,000.00	Q 20,000.00
3	Q 21,210.00	Q 4,095.00	Q 1,050.00	Q 16,065.00
4	Q 21,422.10	Q -	Q 1,102.50	Q 20,319.60
5	Q 21,636.32	Q 4,095.00	Q 1,157.63	Q 16,383.70
6	Q 21,852.68	Q -	Q 1,215.51	Q 20,637.18
7	Q 22,071.21	Q 4,504.50	Q 1,276.28	Q 16,290.43
8	Q 22,291.92	Q -	Q 1,340.10	Q 20,951.83
9	Q 22,514.84	Q 4,504.50	Q 1,407.10	Q 16,603.24
10	Q 22,739.99	Q -	Q 1,477.46	Q 21,262.54
11	Q 22,967.39	Q 4,954.95	Q 1,551.33	Q 16,461.11
12	Q 23,197.06	Q -	Q 1,628.89	Q 21,568.17
13	Q 23,429.04	Q 4,954.95	Q 1,710.34	Q 16,763.75
14	Q 23,663.33	Q -	Q 1,795.86	Q 21,867.47
15	Q 23,899.96	Q 5,450.45	Q 1,885.65	Q 16,563.86
16	Q 24,138.96	Q -	Q 1,979.93	Q 22,159.03
17	Q 24,380.35	Q 5,450.45	Q 2,078.93	Q 16,850.97
18	Q 24,624.15	Q -	Q 2,182.87	Q 22,441.28
19	Q 24,870.39	Q 5,450.45	Q 2,292.02	Q 17,127.93
20	Q 25,119.10	Q -	Q 2,406.62	Q 22,712.48
21	Q 25,370.29	Q 5,995.49	Q 2,526.95	Q 16,847.85
22	Q 25,623.99	Q -	Q 2,653.30	Q 22,970.69
23	Q 25,880.23	Q 5,995.49	Q 2,785.96	Q 17,098.78
24	Q 26,139.03	Q -	Q 2,925.26	Q 23,213.77
25	Q 26,400.42	Q 6,595.04	Q 3,071.52	Q 16,733.86
26	Q 26,664.43	Q -	Q 3,225.10	Q 23,439.33
27	Q 26,931.07	Q 6,595.04	Q 3,386.35	Q 16,949.68
28	Q 27,200.38	Q -	Q 3,555.67	Q 23,644.71
29	Q 27,472.39	Q 6,595.04	Q 3,733.46	Q 17,143.89
30	Q 27,747.11	Q -	Q 3,920.13	Q 23,826.98
31	Q 28,024.58	Q 7,254.54	Q 4,116.14	Q 16,653.90
FLUJO NETO TOTAL				Q 581,553.00

De la ecuación (ec.11):

$$VPN = ( - Q.372,953.40 + Q.581,553.00 ) / ( 1.12 )^{(31)} = Q. 6,216.63$$

VPN indica que el proyecto es rentable

### 2.5.5.2 Tasa interna de retorno (TIR).

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero. El VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente.

Es la tasa de descuento que iguala el valor actual de los gastos con el valor futuro de los ingresos previstos, se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Está dada por la siguiente ecuación:

$$VPN = I + \sum_{N=1}^N \left( \frac{FN_i}{(1+TIR)^i} \right) = 0 \quad (\text{ec.12})$$

Donde:	VPN	=	Valor Presente Neto
	I	=	Inversión Inicial
	n	=	año a trasladar al presente
	FN <sub>i</sub>	=	Flujo neto de caja en el período i
	TIR	=	Tasa Interna de Retorno

Expandiendo la ecuación para simplificar:

$$VPN = 0 = \left( \frac{FN_1}{(1+r')^1} \right) + \left( \frac{FN_2}{(1+r')^2} \right) + \dots , \quad \left( \frac{FN_N}{(1+r')^N} \right) - I$$

Utilizando una hoja electrónica de Microsoft Office-Excel, se puede ejecutar varias pruebas para obtener la tasa “r” que al convertir el VPN en cero, se convierte en la TIR.

Después de varios intentos por ensayo y error en una hoja electrónica de Excel, se determinó que la TIR = 2.87 %, que es relativamente cercana a cero, por lo que se concluye que cualquier imprevisto o sobrecosto en la operación durante el tiempo de vida útil del proyecto, puede ocasionar que el mismo sea considerado como no rentable.



### **3. FASE DE DOCENCIA**

#### **3.1 Manual de uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.**

Este manual se reduce a un pequeño folleto que se entregará a los directivos del respectivo COCODE, así como a las autoridades municipales, destacando la importancia de la educación de los vecinos en el uso de las instalaciones que se construirán, qué acometidas pueden realizar a la red de drenajes sanitarios y cuales no son apropiadas.

En el mencionado folleto se incluirá también las indicaciones para el mantenimiento del sistema, la periodicidad de sus servicios de limpieza, y se recomendará incluir una descripción concisa de los elementos que conforman la red de drenajes, para que sirva de referencia en posibles reparaciones futuras.

Como recomendación final, se indicará la forma como pueden dejar documentada la construcción del sistema, por medio de una bitácora de obra y fotografías, que ayuden a evitar, y en último caso solucionar, posibles problemas de operación.

#### **3.2 Contenido programático del curso de capacitación del uso y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.**

- Funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario
- Elementos que integran la red de drenajes sanitarios
- Normas de control para evitar conexiones ilícitas

- Aspectos principales a controlar durante la construcción del proyecto
- Documentación de procesos constructivos
- Mantenimiento y limpieza de la red de drenajes

### **3.3 Agenda didáctica para visita guiada a proyectos similares.**

- Descripción del sistema de drenajes que se está visitando
- Comparación de elementos en común
- Exhibición de forma de limpieza del sistema de drenajes
- Conclusiones de parte de los asistentes
- Conclusiones a cargo del guía de la visita

## CONCLUSIONES

1. Las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo tendrán a partir del desarrollo del proyecto descrito en el presente trabajo de graduación, una red de drenajes de aguas servidas que por medio de su funcionamiento mejorará la calidad de vida de sus habitantes, reduciendo factores que produzcan riesgo de enfermedades o que provoquen la propagación de plagas.
2. Según la evaluación socioeconómica que se ha desarrollado en el presente trabajo de graduación, el proyecto a ejecutar es rentable, por lo que se espera que la inversión a ejecutar, además de mejorar la calidad de vida de los vecinos, produzca utilidades a la entidad administrativa correspondiente.
3. El ornato de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo, del municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, se verá beneficiado, ya que el entorno natural no se verá afectado por el proyecto y quedará en condiciones similares a como se encuentra actualmente, se desaparecerán algunos de los factores que contaminan el ambiente.



## RECOMENDACIONES

1. La municipalidad de San Andrés Itzapa, Chimaltenango, debe considerar la urgente necesidad de construir a corto plazo al menos un pozo de absorción en el sector donde actualmente se colectan las aguas residuales de varias comunidades, en la entrada del cantón de San Lorenzo, que es el lugar donde se descargará la red de drenaje sanitario que proviene de las comunidades de Bosque del Mirador y Vistas de San Lorenzo.
2. La municipalidad de San Andrés Itzapa debe construir una planta de tratamiento de aguas residuales, para que la descarga al ambiente produzca el menor impacto posible. Esto ayudará al desarrollo de un proyecto integral de saneamiento ambiental.
3. El Comité Comunitario de Desarrollo, COCODE, así como las autoridades municipales, deberán poner toda la atención del caso, principalmente en la correcta operación y mantenimiento que necesita el sistema de drenajes.
4. Las autoridades municipales, la directiva del COCODE y los vecinos de las comunidades en general, tendrán que involucrarse directamente en la construcción de la red de alcantarillado sanitario, pues esto les ayudará a entender mejor el funcionamiento correcto del sistema.
5. Las autoridades que supervisarán el proyecto, deberán llevar una bitácora de obra, así como una memoria fotográfica que sirva como referencia en la prevención o solución de inconvenientes para el funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario.



## BIBLIOGRAFÍA

1. STREETER, Víctor L. “MECÁNICA DE LOS FLUIDOS”. 4<sup>º</sup> edición. México 1975. McGraw-Hill. 747 pp.
2. GUERRA Villeda, Wilder Ronaldo. “SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ Y PUENTE VEHICULAR DEL CASERÍO EL COROZAL, MUNICIPIO DE SAN JOSÉ , PETÉN”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 98 pp.
3. TZOC Menchú, Marco Antonio. “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PAVIMENTACIÓN DEL ACCESO PARA LA ALDEA LAS VENTANAS DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006. 109 pp.
4. INFOM, Instituto de Fomento Municipal. “NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS”. Resolución 420-2001 de Junta Directiva del INFOM. Noviembre 2001. 31 pp.
5. <http://es.wikipedia.org/wiki/>. Sitio de internet que incluye biblioteca en español para consultas varias.



## **APÉNDICE**

- **PLANOS FINALES DE RED DE DRENAJES DE AGUAS SERVIDAS**
  - PLANTA GENERAL
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 1 Y 2
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 3 Y 4
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 5 Y 6
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 7 Y 8
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 9 Y 10
  - PLANTA Y PERFIL TRAMOS 11 Y 12
  - OBRAS DE ARTE