



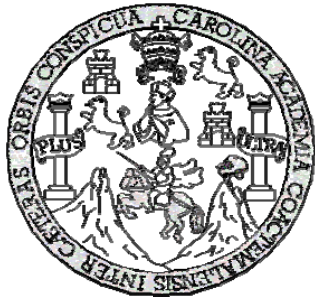
**Universidad de San Carlos de Guatemala
Faculta de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil**

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS
RESIDUALES, DEL CASERÍO LOS ÁNGELES, DEL MUNICIPIO
DE CHAMPERICO, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**

**Erick José Rodas Aldana
Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

Guatemala, marzo de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS
RESIDUALES, DEL CASERÍO LOS ÁNGELES, DEL MUNICIPIO DE
CHAMPERICO, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ERICK JOSÉ RODAS ALDANA

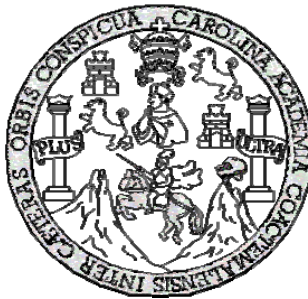
ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Isuur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENER AL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Roberto Ángel Sic García
EXAMINADOR	Ing. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE COMITE 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:

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES, DEL CASERÍO LOS ÁNGELES, DEL MUNICIPIO DE CHAMPERICO, DEPARTAMENTO DE RETALHULEU

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 10 de septiembre de 2003.

Erick José Rodas Aldana

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Monografía del caserío Los Ángeles.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Límites y colindancias	1
1.1.3. Clima.....	1
1.1.4. Topografía.....	2
1.1.5. Suelo.....	2
1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte.....	2
1.1.7. Idioma	3
1.1.8. Servicios públicos	3
1.1.9. Aspectos de salud.....	3
1.2. Encuesta sanitaria.....	4
1.2.1. Datos de población.....	5
1.2.2. Datos educativos.....	5
1.2.3. Datos de vivienda.....	6
1.2.4. Datos sobre el uso del agua.....	6
1.2.5. Canalización de las aguas servidas.....	6
1.3. Investigación sobre las necesidades prioritarias del caserío.....	7

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Métodos estadísticos para estimar población.....	9
2.1.1. Población tributaria.....	9
2.1.2. Método de incremento geométrico.....	9
2.1.3. Método de incremento grafico.....	10
2.2. Cálculo de población futura del lugar.....	10

3. DESARROLLO DE PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ÁNGELES

3.1. Levantamiento topográfico.....	13
3.1.1. Levantamiento planimétrico.....	13
3.1.2. Levantamiento altimétrico.....	14
3.2. Características del subsuelo.....	14
3.3. Tipo de sistema a utilizar.....	15
3.4. Periodo de diseño.....	15
3.5. Estimación de la población de diseño.....	16
3.6. Determinación del caudal de las aguas servidas.....	16
3.6.1. Población tributaria.....	17
3.6.2. Dotación.....	17
3.6.3. Factor de retorno al sistema.....	18
3.6.4. Factor de flujo instantáneo.....	18
3.6.5. Relación de diámetro y caudales.....	18
3.6.6. Caudal domiciliar.....	19
3.6.7. Caudal por conexiones ilícitas.....	19
3.6.8. Factor de caudal medio.....	20
3.6.9. Caudal de diseño.....	21
3.6.10. Diseño de secciones y pendientes.....	22
3.6.11. Obras accesorias.....	24

3.6.12. Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	26
3.6.13. Desfogue.....	30
3.6.13.1. Ubicación.....	30
3.6.13.2. Diseño.....	30
3.6.14. Propuesta del tratamiento a utilizar	31
3.6.14.1. Importancia de un tratamiento de aguas negras.	31
3.6.14.2. Proceso de tratamiento.....	32

4. PRESUPUESTO ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS ÁNGELES

4.1. Presupuesto colector principal.....	37
4.2. Presupuesto conexión domiciliar.....	37
4.3. Presupuesto de pozos de visita	38
4.4. Presupuesto de materiales.....	39
4.5. Presupuesto mano de obra.....	39
4.6. Resumen presupuesto final.....	40

CONCLUSIONES.....	41
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	43
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	45
--------------------------	-----------

APÉNDICE.....	47
----------------------	-----------

1. Cuadro de cálculo hidráulico.....	49
2. Levantamiento topográfico.....	53
3. Planos.....	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA

1.	Plano de planta topográfica.....	55
2.	Plano de planta general.....	57
3.	Plano de densidad de vivienda.....	59
4.	Plano de planta-perfil de Pv-1 a Pv-3 y Pv-21 a Pv-20.....	61
5.	Plano de planta-perfil de Pv-4 a Pv-3, Pv-19 a Pv-14 y Pv-9 a Pv-8.....	63
6.	Plano de planta-perfil de Pv-26 a Pv-3.....	65
7.	Plano de planta-perfil de Pv-12 a Pv-42.....	67
8.	Plano de planta-perfil de Pv-42 a Pv-36 y Pv-39 a Pv-32.....	69
9.	Plano de planta-perfil de Pv-11 a Pv-36.....	71
10.	Plano de planta-perfil de Pv-37 a Pv-36.....	73
11.	Plano de planta-perfil de Pv-26 a Pv-42.....	75
12.	Detalle de caja de visita.....	77
13.	Detalle de pozo de visita para alturas de 1.20 a 3.00 metros.....	79
14.	Detalle de pozo de visita para alturas de 1.20 a 3.00 metros.....	81
15.	Detalle de sección de conexión domiciliar.....	83

TABLAS

I.	Edad de los habitantes.....	5
II.	Sexo de los habitantes.....	5
III.	Datos de educación.....	5
IV.	Datos de vivienda.....	6
V.	Datos sobre el uso del agua.....	6
VI.	Canalización de las aguas servidas.....	6
VII.	Profundidades de zanja.....	24
VIII.	Presupuesto materiales colector principal.....	37
IX.	Presupuesto mano de obra colector principal.....	37
X.	Presupuesto materiales conexión domiciliar.....	37
XI.	Presupuesto mano de obra conexión domiciliar.....	38
XII.	Presupuesto materiales pozos de visita.....	38
XIII.	Presupuesto mano de obra pozos de visita.....	38
XIV.	Presupuesto general de materiales.....	39
XV.	Presupuesto general de mano de obra.....	39
XVI.	Resumen de presupuesto.....	40
XVII.	Cuadro hidráulico población actual.....	49
XVIII.	Cuadro hidráulico población futura.....	51
XIX.	Libreta topográfica.....	53

LISTA DE SÍMBOLOS

r.	Tasa de crecimiento de la población, expresado en %
v.	Velocidad del flujo en la tubería expresada en m/s
V.	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s
D.	Diámetro de la tubería expresada en m
a.	Área que ocupa el tirante en la tubería expresada en m ²
A.	Área de la tubería (en caso a/A) expresada en m ²
A.	Área del terreno (en caso Q=CIA) expresada en Ha
q.	Caudal de diseño expresada en m ³ /s
Q.	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m ³ /s
v/V.	Relación de velocidad de fluidos / velocidad a sección llena
d/D.	Relación de profundidad de flujo / profundidad a sección llena
a/A.	Relación de área de flujo / área a sección llena
q/Q.	Relación de caudal / caudal a sección llena
m/s	Metros por segundo
m ²	Metros al cuadrado
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
I.	Intensidad de lluvia
C.	Coefficiente de escorrentía superficial
mm/h	Milímetros por hora
FH.	Factor de <i>Harmond</i>
P.	Población
n.	Coefficiente de rugosidad
R.	Radio
S.	Pendiente
Rh.	Radio hidráulico

Min.	Mínima
Máx.	Máxima
P.V.C.	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
Est.	Estación
P.O.	Punto observado
Dist.	Distancia
Lts/hab/día.	Litros por habitante por día
Hab.	Habitantes
S%.	Pendiente en porcentaje
P.V.	Pozo de visita
qdis.	Caudal de diseño
P.U.	Precio unitario
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
INE	Instituto Nacional de Estadística
D.G.O.P.	Dirección General de Obras Públicas
S.S.	Sólidos en suspensión totales
Scs.	Sacos
m ³	Metros cúbicos
Cant.	Cantidad
U.	Unidad

GLOSARIO

Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de oxígeno.
Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Aguas servidas	Sinónimo de aguas negras.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Anaeróbico	Condición en la cual no se encuentra presencia de oxígeno.
Bases de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño, como la población, el clima, tipos de comercio, caudales.
Banco de marca	Punto en la altimetría cuya altura se conoce y se utilizará para determinar alturas siguientes.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas al colector del sistema de drenaje.

Caudal comercial	Volumen de aguas negras que se descarga de los comercios.
Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
Caudal doméstico	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.
Caudal industrial	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.
Cota <i>invert</i>	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se descargan la aguas servidas o negras que provienen de un colector.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.

Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
Fórmula de Manning	Fórmula para determina la velocidad de un flujo en un canal abierto; esta fórmula se relaciona con la rugosidad del material con que está construido el canal, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Irrigación superficial	Aplicación de las aguas residuales en el terreno por gravedad, mediante la cual el agua residual fluye desde uno o varios puntos hasta el final de un lote.
Lagunas aeróbicas	Término que se utiliza para describir “laguna de alta productividad de biomasa”, cuyo proceso sirve para la oxidación aeróbica de la materia orgánica.
Laguna anaeróbica	Laguna con alta carga orgánica en la cual se efectúa el tratamiento de las aguas residuales en ausencia oxígeno.
Lodo activado	Lodo que recircula del fondo del sedimentador secundario al tanque de aeración en el proceso formativo de lodos activos.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones horizontales de una superficie.
Planta de tratamiento	Conjunto de obras y procesos que se utilizan para tratar el agua residual.

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un drenaje.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.

RESUMEN

El caserío Los Ángeles, del municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu, se ubica en el suroccidente del país. De acuerdo con la investigación realizada en el mismo, se logró determinar que uno de los problemas de prioridad máxima es la falta de un sistema de recolección de aguas residuales. Por lo anterior, es necesario, la contratación de un sistema de alcantarillado sanitario, para lo cual se necesita tomar en cuenta una serie de factores, como el crecimiento poblacional y el estudio topográfico.

El estudio topográfico se realizó utilizando el levantamiento planimétrico, el cual se empleó el método de conservación de azimut. La nivelación debe ser de precisión, hecha sobre el eje de las calles. Se tomarán elevaciones de todos los cruces de calles, a distancias no mayores de 20 metros, de todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno, de todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.

Para el diseño propiamente dicho, se consideraron los parámetros: período de diseño, área que se va a servir, caudal de conexiones ilícitas, caudales de infiltración chequeos en las relaciones d/D , q/Q y v/V , para poder comprobar que el diseño está correctamente calculado y no tendrá ningún tipo de problema en la vida útil. Finalmente, se incluye un cálculo hidráulico y todo lo basado en normas generales para el diseño de redes de alcantarillado sanitario. Con el diseño terminado, se elaboró un juego de planos, se calcularon los materiales y la mano de obra necesarios para la ejecución del proyecto. Esto fue presentado a la Municipalidad de Champerico, junto con las bases de diseño donde se especificaron los materiales y su calidad para la elaboración de un buen proyecto.

OBJETIVOS

Generales

Desarrollar el proyecto de diseño de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles, presentar a la Municipalidad de Champerico una solución adecuada al problema de las aguas negras, y contribuir el saneamiento ambiental y al mejoramiento de la infra-estructura del caserío los Ángeles.

Específicos

1. Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario para la población que no cuenta con el servicio
2. Educar a la población sobre los beneficios del sistema de drenaje
3. Aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería, en beneficio de la población

INTRODUCCIÓN

La falta de drenajes ha producido una alteración en los sistemas ambientales, tanto al edáfico como al hídrico, siendo responsables de una serie de enfermedades parasitarias. Por su parte la Ingeniería Sanitaria indica que el saneamiento básico es un factor necesario para su la prevención de estos males.

En todo lugar o población dotados de agua potable, se requiere de un sistema de evacuación de aguas negras. El sistema de alcantarillado sanitario se define como el conjunto de conductos y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas o aquellas que, por una u otra razón, representan un peligro para la localidad.

El ingeniero es responsable del diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado, por lo que debe estar consciente de su papel en este campo. El costo de proyectos de este tipo alcanza valores considerables y generalmente no son rentables. Estas obras representan una inversión difícilmente cuantificable, en beneficio de la salud de los pobladores. Por ello es necesario llevarlos a cabo con una buena calidad y con seguridad de que el proyecto no colapsará en un tiempo menor a su período de diseño. Deben realizarse buscando el mínimo costo y el máximo beneficio para los pobladores y para las entidades que prestan ayuda para estos proyectos.

El presente trabajo contiene el desarrollo de proyecto de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles, municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu. Incluye el diseño, con los cálculos correspondientes, que se resumen en la tabla de cálculo hidráulico, el presupuesto tanto de materiales como de mano de obra, y los planos finales donde se detallan los materiales y la calidad de los mismos.

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

1.1.1. Ubicación

El caserío Los Ángeles pertenece al municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu, y está ubicado a una distancia aproximada de 4 kilómetros de la cabecera municipal y a una altura de 40 pies sobre el nivel del mar.

1.1.2. Límites y colindancias

Posee los siguientes límites y colindancias:

AL NORTE: Caserío el Conacaste

AL SUR: Caserío El Palmo

AL ESTE: Salinas

AL OESTE: Finca San José Chapán

Todas las aldeas pertenecen al municipio de Champerico

1.1.3. Clima

El caserío posee un clima cálido, con ciertas características homogéneas a lo largo de todo el año. La producción agrícola es variada; se cultiva maíz, ajonjolí, tomate, sandía y mango. La temperatura mínima es de 30 grados centígrados y la máxima, de 38 grados centígrados.

1.1.4. Topografía

Su territorio es casi plano. Tiene una extensión aproximada de 4 kilómetros cuadrados. La región no cuenta con un río cercano y la línea del tren pasa por el caserío.

1.1.5. Suelo

El suelo del caserío Los Ángeles está formado por una capa vegetal que se encuentra en el primer metro. Le sigue una capa de barro, arena, y por último talpetate. La napa freática está localizada como a unos 10 metros de profundidad.

1.1.6. Vías de acceso, comunicación y transporte

El caserío cuenta con dos vías de acceso. La primera es de terracería. Se encuentra en regular estado, y pasa por la aldea el Rosario. La otra vía de acceso es por la carretera de Retalhuleu a Champerico. La entrada se encuentra por el kilómetro 218 de la ruta asfaltada. Desde allí hay medio kilómetro para entrar a el caserío, y está cubierto por terrecería. El caserío cuenta con un teléfono comunitario y con teléfonos residenciales. Hay un transporte colectivo, con una tarifa de Q. 5.00 a la cabecera municipal.

1.1.7. Idioma

El idioma que se habla en todo el caserío es el español.

1.1.8. Servicios públicos

Se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, y con un sistema de energía eléctrica trifásico de 110 voltios, de 220 voltios. Funciona una escuela, en la cual se imparte la educación primaria. Está en ampliación para contar con 3 aulas más. Existe un templo católico.

1.1.9. Aspectos de salud

En el caserío no se cuenta con ningún puesto de salud, así que los habitantes tienen que viajar hasta la cabecera municipal. Las principales enfermedades en los niños son, parásitos, desnutrición y diarrea. Las causas de su muerte, principalmente, son desnutrición y parásitos. Las enfermedades más comunes en los adultos son, gripe, diarrea, diabetes y artritis. Las causas generalizadas de muerte en adultos son, parásitos, cáncer y diabetes.

1.2. Encuesta sanitaria de el caserío

Se realizó una encuesta sanitaria y socioeconómica con el propósito de obtener información sobre las condiciones sanitarias en que viven los habitantes. Dicha encuesta fue realizada con la colaboración del Comité de Vecinos de la aldea. La información obtenida aparece en las tablas I, II, III IV, V, VI.

1.2.1. Datos de la población

Tabla I. Edad de los habitantes

EDAD	TOTAL HAB.
0-6 años	101
7-14 años	158
15-20 años	101
De 21 años en adelante	210
TOTAL	570

Tabla II. Sexo de los habitantes

SEXO	Masculino	Femenino
0-6 años	76	25
7-14 años	119	39
15-20 años	80	21
De 21 años en adelante	158	52
TOTAL	433	137

1.2.2. Datos de educación

Tabla III. Nivel de educación

NIVEL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Pre-primaria	14	13	27
Primaria	149	108	41

1.2.3. Datos de vivienda

Tabla IV. Servicios de vivienda

Servicios	Cuantos tienen (%)
Luz eléctrica	73.33
Agua	73.33
Pozo	100
Letrinas	100

1.2.4. Datos sobre el uso del agua

Tabla V. Usos del agua

FORMA	PORCENTAJE (%)
Tiene pila	73.33
Tiene letrina	100

1.2.5. Canalización de las aguas servidas

Tabla VI. Canalización de las aguas negras

FORMA	PORCENTAJE (%)
Pozo ciego	90
A la calle	7
Al terreno	3

1.3. Investigación sobre las necesidades prioritarias del caserío

El caserío Los Ángeles demanda múltiples servicios. Como parte de la fase de investigación del presente trabajo, se evaluaron las diferentes necesidades, planteándose para el efecto los siguientes proyectos:

1. Proyecto de alcantarillado sanitario
2. Proyecto de balastado de sus calles
3. Proyecto de alumbrado público
4. Proyecto de puesto de salud

DE LOS CUATRO ANTERIORES SE DIO PRIORIDAD A EL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PORQUE ÉSTA ES UNA ALDEA MUY AFECTADA POR LA FALTA DE DRENAJES, YA QUE EXISTEN VARIAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR LA GRAN ACUMULACIÓN DE AGUAS SERVIDAS. ESTE PROYECTO CONTARÁ CON 3,000 METROS LINEALES DE TUBERÍA Y SE BENEFICIARÁN 570 PERSONAS.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Métodos estadísticos para estimar población futura

2.1.1. Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributará caudales al sistema se calcula con los métodos de estimación de población futura usualmente empleados en Ingeniería Sanitaria. Pueden clasificarse en analíticos y gráficos, entre los cuales se tienen:

1. Incremento aritmético
2. Incremento geométrico
3. Método gráfico

2.1.1. Método de incremento aritmético

Proporciona buen criterio de comparación, con incrementos constantes para periodos iguales. Gráficamente, su comportamiento es una recta. La desventaja de este método es que necesita mucha información.

$$P_N = P_0 + (P_0 - P_1) * \frac{t}{t_1}$$

- P_n = Población buscada
 P_0 = Población del último censo
 P_1 = Población del penúltimo censo
 t = Tiempo entre el último censo y el año
correspondiente al período de diseño
 t_1 = Tiempo entre el último censo y el anterior

2.1.2. Método de incremento geométrico

Con este método se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población. Gráficamente su comportamiento es una curva. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos, y la desventaja de que se puede sobrestimar la población.

$$P_N = P_0(1 + r)^n$$

P_n	=	Población buscada
P_0	=	Población del último censo
r	=	Tasa de crecimiento
n	=	Diferencia en años

2.1.3. Método de incremento gráfico

Este consiste en comparar la tendencia que sigue la curva gráfica del crecimiento de una ciudad con otra de características similares, que tenga mayores datos de censos.

2.2. Cálculo de la población futura

Debido a que no existen datos de censos anteriores, para este caso sólo se puede utilizar el método geométrico, el cual se describe a continuación.

Se utiliza una tasa de crecimiento del 2.5%, que es la del municipio de Champerico, del departamento de Reltalhuleu, dato obtenido en el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La población actual es de 570 habitantes, y en un periodo de 30 años, se tendrá una población de 1737 habitantes.

Este dato se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + R)^n$$
$$Pf = 570 * (1 + .025)^{30} = 1737$$

3. DESARROLLO DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO

3.1. Levantamiento topográfico

Al hacer el levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino que también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; los edificios, la alineación municipal, la ubicación de éstos; las carreteras, cementerios, todos los pavimentos, anotando su clase y estado; los parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños. También debe ser incluida la posible localización de la planta de tratamiento de aguas negras, así como la del cuerpo receptor del desfogue del drenaje.

3.1.1. Levantamiento planimétrico

Los levantamientos planimétricos se hacen por el método de conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia u otro de los usados generalmente.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Los datos del levantamiento están consignados en la libreta de campo, acompañados del croquis correspondiente.

3.1.2. Levantamiento alimétrico

La nivelación debe ser de precisión, hecha sobre el eje de las calles. Se tomaron elevaciones:

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

Los datos del levantamiento están consignados en la libreta de campo, acompañados del croquis correspondiente.

3.2. Características del subsuelo

Las características del subsuelo son determinadas por medio de las excavaciones, en las que se determina a la vez el nivel freático del agua subterránea, cuando sea necesario. De estas excavaciones se presentan secciones que describen la constitución del terreno hasta la profundidad necesaria para la colocación de las tuberías.

El tipo de suelo de la aldea es areno-limoso, encontrándose minas de arena blanca y material selecto, utilizable para el proyecto. El nivel freático se encuentra a una profundidad promedio de 10 metros, según datos obtenidos de los pozos artesanales del lugar.

3.3. Tipo de sistema a usar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales e infiltración.

b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.

c) Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias, comerciales y de residuos industriales e infiltración.

3.4. Periodo de diseño

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este periodo, es necesario rehabilitarlo.

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha de su construcción.

Para seleccionar el periodo de diseño de una red de alcantarillado, o cualquier obra de Ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, y la relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

3.5. Estimación de la población de diseño

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, involucrando de forma directa la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 570 habitantes y una población futura, a 30 años, de 1737 habitantes.

3.6. Determinación del caudal de las aguas servidas

En el sistema sanitario, el caudal de diseño será determinado de acuerdo con los siguientes parámetros:

3.6.1. Población tributaria

En este caso se obtuvo la población tributaria con base en el número de casas localizadas en cada tramo, multiplicándose por el número de habitantes por vivienda.

$$\text{Habitantes por vivienda} = \text{Número de habitantes} / \text{número de casas}$$

3.6.2. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día).

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Para fijar la dotación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

Dotación de agua para áreas rurales

Dirección General de Obras Públicas _____ 60 a 100 l/hab/día

Organización Panamericana de Salud _____ 90 a 170 l/hab/día

Se presumió una dotación de 120 l/hab/día, por el clima cálido y el tipo de actividad productiva agrícola.

3.6.3. Factor de retorno al sistema

Se considera que del 75% al 90% del consumo de agua de una población, retorna al alcantarillado.

En este caso se tomó un factor de retorno al sistema de alcantarillado del 85%.

3.6.4. Factor de flujo instantáneo (fh)

Es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. Se calcula por medio de la fórmula de Harmond:

$$FH = \left(\frac{18 + p^{1/2}}{4 + p^{1/2}} \right)$$

FH = Factor de Harmond

P = Población en miles de habitantes

3.6.5. Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q deberá ser menor o igual a 0.75. La relación d/D debe ser mayor o igual a 0.10, y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario.

3.6.6. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras, como la que se usa para los jardines y el lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0.75 a 0.9. De esta forma, el caudal domiciliar o doméstico quedaría integrado de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotación} * \text{Nohabitantes} * \text{factor}}{86,400}$$

$$Q_{dom} = \frac{120 \text{ l/hab/día} * 570 \text{ hab} * 0.85}{86,400} = 0.67 \text{ lts/seg}$$

3.6.7. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de la localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0.5 a 2.5 por ciento.

Como el cálculo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, para su cálculo se utiliza la fórmula dada por el método racional.

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{CiA}{360} = Ci * \left(\frac{A * \%}{360} \right)$$

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (hectáreas)

En el presente proyecto, se consideró un área total de techos igual a 2882 m². No se consideró el área de patios, puesto que las casas de la aldea carecen de patios formales (terracería). La intensidad de lluvia es de 120 mm/hora.

Área total de techos = 0.29 hectáreas

C = 0.8 suelo con baja infiltración

Qc.ilícitas = (0.8*120*(0.29*.015))/360

Qc.ilícitas = 1.152 lts/seg.

3.6.8. Factor de caudal medio (Fqm)

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Es la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas y comercial e industrial. Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005.

Para este caserío el factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

$$f_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No.habitantes}$$

Donde,

$$Q_{medio} = Q_{Doméstico} + Q_{Infiltración} + Q_{Conexiones\ ilícitas}$$

En este caso no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial, por carecer la aldea de comercios e industrias.

$$Q_{doméstico} = 0.67 \text{ l/s}$$

$$Q_{conexiones\ ilícitas} = 1.156 \text{ l/s}$$

$$Q_{medio} = 1.82 \text{ l/s}$$

$$F_{qm} = (1.82 \text{ l/s}) / (570 \text{ habitantes}) = 0.0031$$

Por lo que comprobamos que el f_{qm} . se encuentra entre los rangos establecidos.

3.6.9. Caudal de diseño

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

- a. caudal máximo de origen doméstico
- b. caudal de infiltración
- c. caudal de conexiones ilícitas

d. aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares de estos establecimientos

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se diseñó para población actual y futura.

3.6.10. Diseño de secciones y pendientes

En general se usarán en el diseño secciones circulares de pvc, funcionando como canales.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la formula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

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

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

En la cual:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

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

n = coeficiente de rugosidad Manning

= 0.0009 para tubos de pvc

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según la Dirección General de Obras Públicas (DGOP), será de 6", el cual podrá aumentar cuando, a criterio del Ingeniero diseñador, sea necesario. Este cambio puede deberse a influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%, y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva como retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

La velocidad máxima será de 3.00 m/seg, y la velocidad mínima, de 0.41 m/seg.

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3.00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

El ancho de la zanja es muy importante, para evitar el exceso de excavación y, que a la vez, permita trabajar dentro de ésta. A continuación se

presenta una tabla de anchuras de zanja, dependiendo del diámetro del tubo y la profundidad de la zanja.

Tabla VII. Profundidades de zanja

Tubo pulgada	Menos de 1.86 m.	Menos de 2.86 m.	Menos de 3.86 m.	Menos de 5.36 m.	Menos de 6.36m.
6	60	65	70	75	80
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

En este proyecto se utilizará un ancho de zanja variado, según sea necesario.

3.6.11. Obras accesorias

Se diseñarán pozos de visita, para localizarlos en los siguientes casos:

- a.Cambio de diámetro
- b.Cambio de pendiente
- c.Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24”
- d.Las intersecciones de dos o más tuberías

- e. Los extremos superiores de ramales iniciales
- f. A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros de hasta 24"
- g. A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo, de 0.03m. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor que 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

En este proyecto se construirán pozos de visita con paredes de ladrillo cocido. Para los demás elementos se usará el concreto.

Se construirán muros de concreto o mampostería, con el fin de proteger a la turbulencia de corrientes o crecidas de algún río. También en el final de la descarga se hará un cabezal de mampostería protector. Recuérdese que a veces es necesario apoyar la tubería sobre muros de piedra o mampostería para poder mantener una pendiente mínima, cuando el terreno no lo permite, o bien cuando se quiere llegar con cierta altura a alguna planta de tratamiento. En este caso, en la descarga del río se diseñó una base y un muro de protección de mampostería de piedra.

3.6.12. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Se realizará el drenaje sanitario con tubería de pvc, para un periodo de diseño de 30 años, utilizando un diámetro mínimo para la red principal de 6 pulgadas, de 4 pulgadas para las conexiones domiciliarias y de 12 pulgadas para la candela domiciliar.

Utilizando las normas de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) y del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se diseñará el alcantarillado sanitario.

Ejemplo de diseño de un tramo de alcantarillado sanitario.

Para el tramo de pozo de visita 16 a 15, se tienen los siguientes datos para el diseño:

PV = Pozo de visita

Cota de inicio del terreno PV-16 = 104.75

Cota de final del terreno PV-15 = 104.20

Distancia horizontal = 61 metros

Factor de caudal medio (fqm) = 0.0031

Periodo de diseño = 30 años

Material a utilizar = tubería de pvc

La pendiente del terreno se define como la diferencia de nivel entre la distancia horizontal del terreno.

Pendiente del terreno = 0.90 %

No. de casas del tramo = 6

No. de casas acumuladas del tramo = 15

El número de habitantes actuales del tramo se calcula multiplicando la densidad de habitantes por vivienda por el número de viviendas existentes en de dicho tramo.

No. de habitantes actual = 36

No. de habitantes futuro = 90

Para el diseño se utilizaron las poblaciones actuales y futuras, para que funcione el sistema correctamente al inicio y al final del periodo de diseño, cumpliendo con los criterios de diseño adoptados.

Para el factor de Harmond (FH) se utilizó la siguiente fórmula:

$$FH = \left(\frac{18 + P^{1/2}}{4 + P^{1/2}} \right)$$

P = población en miles de habitantes

$$(FH, \text{ con población actual}) \rightarrow FH = (18 + 0.036^{1/2}) / (4 + 0.036^{1/2}) = 4.34$$

$$(FH, \text{ con población futura}) \rightarrow FH = (18 + 0.090^{1/2}) / (4 + 0.090^{1/2}) = 4.26$$

El caudal de diseño es igual al número de habitantes a servir, multiplicando por el factor de caudal medio y el factor de Harmon.

$$Q_{dis} = f_{qm} * No. \text{ habitantes} * F.H.$$

Para este caso:

El caudal de diseño actual = $0.0031 * 90 * 4.34 = 1.19$ l/seg.

El caudal de diseño futuro = $0.0031 * 189 * 4.28 = 2.43$ l/seg.

Utilizando un diámetro de 6 pulgadas y una pendiente igual a la del terreno, que en este caso es del 0.90 %, para evitar exceso de excavación, se tiene: que utilizando la fórmula de Manning, se calcula la velocidad y el caudal a sección llena del tubo, donde:

$$V = \frac{0.3429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q = V * A$$

La velocidad a sección llena es de:

$$V = 0.03429/0.0009 * (10*0.1524)^{2/3} * 0.0090^{1/2} = 1.19 \text{ m/s}$$

El caudal a sección llena es de:

$$Q = 1.19 * \pi/4 * (0.1524)^2 * 100^3/1000 = 21.77 \text{ lts/s}$$

Se obtiene la relación q/Q con el caudal de diseño actual y el futuro:

$$q/Q \text{ actual} = 0.44 / 21.77 = 0.05454$$

$$q/Q \text{ futuro} = 0.90 / 21.77 = 0.11175$$

La relación d/D se obtiene a partir de la relación q/Q , que debe oscilar entre 0.10 y 0.75, donde d es el tirante y D el diámetro del tubo.

$$d/D \text{ actual} = 0.535578$$

$$d/D \text{ futuro} = 0.659259$$

Con ello se obtienen las relaciones v/V , las cuales se derivan de la relación q/Q . Se calcula que V es la velocidad a sección parcialmente llena con un tirante d , y V es la velocidad a sección llena del tubo.

$$v/V \text{ actual} = 0.535, \quad v \text{ actual} = 0.64 \text{ m/s},$$

$$v/V \text{ futuro} = 0.659, \quad v \text{ futuro} = 0.79 \text{ m/s}$$

De acuerdo a estos resultados, se comprueba que se cumplen los rangos de velocidades máximas y mínimas.

La cota invert inicial en este tramo, por ser inicio de tramo, es la cota de terreno inicial menos la altura de pozo inicial (1.20 m).

La cota invert inicial para los demás puntos del tramo es la cota invert final del tramo anterior, menos 3 cm, cuando el tubo de entrada y salida son del mismo diámetro. Cuando son de distinto diámetro, se toma la diferencia de diámetros.

La cota invert final es la cota invert inicial menos el producto de la pendiente del ramal por la distancia horizontal, por lo cual se tiene:

$$\text{Cota invert salida} = 104.75 - 2.05 = 102.70$$

$$\text{Cota invert entrada} = 102.70 - 0.90/100 * 100 = 102.15$$

La altura de pozo inicial es la diferencia de la cota inicial de terreno y la cota invert final.

Altura pozo de inicio = $104.75 - 102.70 = 2.05$ m.

Altura pozo final = $104.20 - 102.05 + \text{dif CIE y CIS} = 2.05$ m.

El ancho de zanja se toma dependiendo de las alturas de los pozos.

El volumen de excavación es igual al producto del ancho de zanja, por el promedio de altura de pozo por la distancia horizontal.

Los demás tramos se diseñan de la misma forma. (Ver cuadro de cálculo hidráulico).

3.6.13. Desfogue

3.6.13.1. Ubicación

El desfogue se hará en dos lugares, ya que ese sistema contará con dos plantas de tratamiento, que fue lo indicado para el esta red por el tipo de terreno que se encontró en este lugar y la topografía del mismo.

3.6.13.2. Diseño

EL DISEÑO QUE SE PROPONE PARA EL DESFOGUE DE ESTE SISTEMA CONSISTEN EN PLANTAS DE TRATAMIENTO. DESPUÉS DE TRATADAS LAS AGUAS SERVIDAS, SE PROCEDERÁ A DESFOGARLAS EN POZOS DE ABSORCIÓN.

3.6.14. Propuesta del tratamiento a utilizar

3.6.14.1. Importancia de un tratamiento de aguas negras

Hoy en día es un delito desfogar las aguas residuales a los manantiales de agua, y alterar la naturaleza de los mismos, eliminando el oxígeno disuelto. La atención de las reservas ambientales es un problema de todos, que tenemos que resolver en un tiempo urgente, si queremos tener la biodiversidad que se que se heredará a las nuevas generaciones.

Para que esta agua, al ser descargada, no afecte al medio ambiente y atente así contra la salud de los pobladores, es necesario practicar lo siguiente:

- Purificar la corriente de agua que se descargará a los manantiales de agua, lo cual se puede lograr así:
 - Disminuir la velocidad del agua a descargar, a la hora de entrar a los manantiales de agua
 - Regular la formación de los depósitos de lodos
 - Aumentar la ventilación de las aguas a descargar por medio de remolinos y remover cualquier otra cosa que provoque la ventilación de las aguas

- Evitar que llegue a los manantiales de agua la totalidad o parte de las aguas servidas recolectadas por sistemas de alcantarillado sanitario, lo cual se puede lograr así:

- Instalando un planta de tratamiento de aguas residuales o aguas negras

En este sentido, es importante que antes de disponer de las aguas servidas o aguas negras en los cauces de los ríos, éstas reciban previamente un tratamiento que permita que se remuevan las bacterias, los patógenos y parásitos, ya que éstos son los causantes de las enfermedades más comunes en el país.

3.6.14.2. Proceso de tratamiento

Cada etapa del tratamiento tiene una función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad de las aguas residuales al final de todo el proceso. Esto permite separar las etapas; por lo tanto, se puede hacer el análisis de cada una de ellas en forma individual, existiendo siempre interrelación en ellas.

Todo proceso de tratamiento contiene las siguientes etapas:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Disposición de lodos

3.6.14.2.1. Tratamiento preliminar

LOS DISPOSITIVOS PARA EL TRATAMIENTO PRELIMINAR ESTÁN DESTINADOS A SEPARAR LOS SÓLIDOS MAYORES O FLOTANTES, LOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PESADOS Y ELIMINAR CANTIDADES EXCESIVAS DE ACEITES O GRASAS. PARA LOGRAR ESTOS OBJETIVOS SE UTILIZAN DIVERSAS UNIDADES ENTRE LAS QUE SE PUEDEN MENCIONAR:

- Rejillas
- Desarenadores

3.6.4.2.2. Tratamiento primario

Los dispositivos que se utilizan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales o aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos. Esto se realiza mediante el proceso físico de sedimentación.

El propósito de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir la velocidad de las aguas para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia orgánica o inorgánica susceptible a degradarse. Para lograr este objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Tanques *Imhoff*
- Sedimentadotes simples o primarios

3.6.14.2.3. Tratamiento secundario

A este tratamiento se le puede llamar también tratamiento biológico. En el se aprovecha la presencia de microorganismos en las aguas residuales. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en las aguas residuales define dos grupos de procesos de actividad biológica: proceso aeróbico (presencia de oxígeno) y proceso anaeróbico (ausencia de oxígeno). Para lograr estos objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundario
- Tanques de aeración
- Filtro percolador
- Filtros de arena
- Lechos de contacto
- Lagunas de estabilización

3.6.14.2.4 Tratamiento terciario

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al nuevo uso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

3.6.14.2.5. Desinfección

Existen dos procesos para efectuar la desinfección :

- Físicos: filtración, ebullición, rayos ultravioleta
- Químicos: aplicación de cloro, bromo, yodo, ozono, iones, plata, y otros

El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más usuales, accesibles, de fácil manejo y aplicación para la desinfección del agua residual. Su uso es amplio, pues también se utiliza para:

- Eliminar olor y sabor
- Decolorar
- Evitar formación de algas
- Oxidar la materia orgánica
- Mejorar la eficiencia de la sedimentación primaria
- Eliminar las espumas de los sedimentadotes
- Favorecer el decaimiento y mortandad de microorganismos

En plantas de tratamiento donde se manejan grandes volúmenes de agua es recomendable el uso de cloro gaseoso.

3.6.14.2.6. Disposición de lodos

Los lodos de las aguas residuales están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, que junto con el agua se adhiere a ellos.

Los diversos tipos de tratamiento tienen dos objetivos fundamentales, que son:

- Disminuir el volumen de material manejado por la eliminación de parte o toda la porción líquida
- Descomponer la materia orgánica degradable a compuestos orgánicos o inorgánicos relativamente estables o inertes, de los cuales puede separarse el agua con mayor facilidad. A este proceso se le denomina “digestión”, y con él se disminuye el total de sólidos presentes.

3.6.14.2.7. Tipo de planta de tratamiento a utilizar

EN EL PROYECTO SE UTILIZARÁ UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PREFABRICADA. LOS TRATAMIENTOS A USAR SON LOS SIGUIENTES: TRATAMIENTO PRELIMINAR, TRATAMIENTO PRIMARIO, TRATAMIENTO SECUNDARIO Y TRATAMIENTO TERCIARIO, YA DEFINIDOS ANTERIORMENTE. EL AGUA YA TRATADA SE UTILIZARÁ PARA RIEGO DE CULTIVOS DE LOS HABITANTES.

4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

a. Presupuesto de colector principal

Tabla VIII. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 6" ASTM 3034	tubo	Q399.01	535	Q213,470.35
3	Pegamento para tubería PVC	galon	Q399.43	18	Q7,189.74
TOTAL DE MATERIALES					Q220,660.09

Tabla IX. Mano de obra

No.	Renglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	6650	Q199,500.00
2	Relleno	m3	Q40.00	6320	Q252,800.00
3	Colocación de tubería	tubo	Q11.00	535	Q5,885.00
Total mano de obra					Q458,185.00

b. Presupuesto de la conexión domiciliar

Tabla X. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 4" ASTM 3034	Tubo	Q178.89	131	Q23,434.59
2	Codo 4" x 45	U	Q83.24	131	Q10,904.44
3	Codo 4" x90	U	Q83.24	131	Q10,904.44
4	Silleta de Y 6" x 4"	U	Q86.18	131	Q11,289.58
5	Cemento	Scs	Q39.00	268	Q10,452.00
6	Arena	m3	Q90.00	15	Q1,350.00
7	Piedrin	m3	Q140.00	23	Q3,220.00
8	Hierro # 2	qq	Q138.50	7	Q969.50
9	Alambre de amarre	Lbs	Q2.75	35	Q96.25
10	Tubo de PVC de 12"	Tubo	Q1,356.11	20	Q27,122.20
11	Pegamento para PVC	galon	Q399.43	9	Q3,594.87

TOTAL DE MATERIALES				Q103,337.87
----------------------------	--	--	--	--------------------

Tabla XI. Mano de obra

No.	Reglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	710	Q21,300.00
2	Relleno	m3	Q40.00	675	Q27,000.00
3	Conexiones domiciliars	u	Q181.00	131	Q23,711.00
Total mano de obra					Q72,011.00

c. Presupuesto de los pozos de visita

Tabla XII. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
	Ladrillo tayuyo	U	Q1.42	32500	Q46,150.00
	Cemento	Scs	Q38.00	405	Q15,390.00
	Cal	Bolsa	Q22.00	80	Q1,760.00
	Arena	m3	Q90.00	52	Q4,680.00
	Piedrín	m3	Q130.00	11	Q1,430.00
	Hierro # 3	qq	Q140.00	22	Q3,080.00
	Hierro # 4	qq	Q145.00	16	Q2,320.00
	Alambre	Lbs	Q2.75	40	Q110.00
	Madera	Pie tabla	Q2.75	423	Q1,163.25
TOTAL DE MATERIALES					Q76,083.25

Tabla XIII. Mano de obra

No.	Reglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q98.00	420	Q41,160.00
2	Relleno	m3	Q16.00	25	Q400.00
3	Levantado de paredes	m2	Q125.00	162	Q20,250.00
Total mano de obra					Q61,810.00

d. Presupuesto de materiales

Tabla XIV. Materiales en general

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 6" ASTM 3034	tubo	Q395.32	620	Q245,098.40
3	Pegamento para tubería PVC	galon	Q397.00	27	Q10,719.00
4	Tubo PVC 4" ASTM 3034	Tubo	Q152.36	131	Q20,720.96
5	Codo 4" x 45	U	Q34.80	131	Q6,298.80
6	Codo 4" x90	U	Q83.24	131	Q10,904.44
7	Silleta de Y 6" x 4"	U	Q86.18	131	Q11,289.58
8	Cemento	Scs	Q38.00	673	Q25,574.00
9	Arena	m3	Q90.00	67	Q6,030.00
10	Piedrín	m3	Q130.00	34	Q4,420.00
11	Hierro # 2	qq	Q138.50	7	Q1,662.00
12	Alambre de amarre	Lbs	Q2.75	75	Q206.25
13	Tubo de PVC de 12"	Tubo	Q1,356.11	20	Q27,122.20
14	Ladrillo tayuyo	U	Q1.42	32500	Q28,116.00
15	Cal	Bolsa	Q22.00	80	Q1,078.00
16	Hierro # 3	qq	Q140.00	22	Q1,204.00
17	Hierro # 4	qq	Q145.00	16	Q899.00
18	Madera	Pie tabla	Q2.75	423	Q1,163.25
TOTAL DE MATERIALES					Q402,505.88

Presupuesto de mano de obra

Tabla XV. Mano de obra en general

No.	Reglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	7780	Q261,960.00
2	Relleno	m3	Q40.00	7020	Q280,200.00
3	Colocación de tubería	tubo	Q11.00	535	Q5,885.00
3	Conexiones domiciliarias	u	Q181.00	131	Q23,711.00
3	Levantado de paredes	m2	Q125.00	162	Q20,250.00
Total mano de obra					Q592,006.00

Tabla XVI. Resumen de presupuesto

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	CU Q.	SUB-TOTAL Q.
	Trabajo de campo				
1	Trabajos preliminares	1	Global	10000	10000
2	Rectificación topográfica	2888.73	M.L.	0.2	577.746
3	Limpia, chapeo y destronque	2888.73	M.L.	0.1	288.873
4	Trazo y estaqueado	2888.73	M.L.	0.15	433.3095
	total				11299.9285
	Resumen de materiales				
1	Colector principal	1	Global	Q220,660.09	Q220,660.09
2	Pozos de visita	38	Global	76,083.25	76,083.25
3	Conexión domiciliar	1	Global	103,337.87	103,337.87
	total materiales				Q394,870.18
	Resumen mano de obra				
1	Colector principal	1	Global	458,185.00	458,185.00
2	Pozos de visita	38	Global	61,810.00	61,810.00
3	Conexión domiciliar	1	Global	72,011.00	72,011.00
	total mano de obra				Q592,006.00
TOTAL DEL PROYECTO					
Total trabajo de campo, materiales y mano de obra					Q998,176.11
Imprevistos (5%)					Q49,908.81
Transporte de materiales (4%)					Q39,927.04
Dirección y supervisión (10%)					Q99,817.61
Pago de Impuestos y fianzas (12%)					Q119,781.13
MONTO TOTAL					Q1,307,610.70

Tipo de cambio Us \$ 1.00 = Q 8.10

Al día 11 de marzo de 2004

El costo del proyecto asciende a un millón trescientos siete mil seiscientos diez con setenta centavos de quetzal, su equivalente en moneda extranjera es de ciento sesenta y un mil cuatrocientos treinta y tres dólares con cuarenta y dos centavos de dólar

CONCLUSIONES

1. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles contribuirá a elevar el nivel de vida de su población, debido a que dicho sistema es esencial en esta comunidad y cooperará a la conservación del medio ambiente.
2. Es necesario que en las obras de ingeniería, y específicamente en el alcantarillado sanitario en la etapa de construcción, se garantice una supervisión técnica, debido a que con ello se evitarán defectos y fallas en los métodos a emplear en la construcción y en los materiales que se utilizarán.
3. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se complementa la formación profesional del estudiante, ya que permite la confrontación teórico-práctico. Además, se proyecta la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala a la sociedad guatemalteca, contribuyendo a proponer solución a problemas que las comunidades plantean.
4. La falta del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Los Ángeles provoca focos de contaminación y proliferación de enfermedades, por lo que la construcción de este sistema es vital para la conservación del medio ambiente y aún mas importante para la salud de los habitantes de dicho caserío.

RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de Champerico, que tenga una supervisión constante en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles, con el fin de obtener mayor eficiencia tanto en la mano de obra como en los materiales que se emplearan para dicho sistema.
2. Que la ya citada Municipalidad instale conjuntamente con el sistema de alcantarillado sanitario las plantas de tratamiento para que el desfogue de las aguas servidas no sea dañino para el manto freático a donde van a ir a dar.
3. Asimismo, que la misma verifique si la empresa que va a realizar la construcción de este proyecto tiene los conocimientos necesarios, para evitar errores que perjudicarían al caserío.
4. A la hora de estar construyendo el proyecto, debe y ejercerse un eficiente control con la topografía del lugar, ya que las pendientes son muy pequeñas y pueden llegar a provocar errores.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ávila Contreras, Salvador Enrique. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la Aldea Joya Grande, Zaragoza. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,989. 87 pp.
2. Cabrera Riépele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,989. 135 pp.
3. Quintanilla Contreras, Edwin Orlando. Análisis de los servicios básicos que presta la municipalidad de Antigua Guatemala y propuesta de mejoras al sistema de drenajes, tratamiento de aguas residuales y organización administrativa municipal. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,997. 95 pp.

APÉNDICES

Apéndice 2

Tabla XIX. Libreta topográfica

E	P.O.	AZIMUTH	DIST. <mts.>
0	1	243°07'21"	79.91
0	2	143°49'15"	106.06
2	3	165°11'49"	46.88
0	4	324°34'42"	127.84
4	5	308°01'29"	98.47
5	6	301°29'01"	19.00
6	6A	220°49'20"	66.00
6	7	294°58'09"	49.99
7	8	295°09'34"	109.95
8	8A	207°46'02"	69.00
8A	8B	256°29'32"	54.00
8B	8C	230°58'19"	180.00
8C	8D	306°55'07"	86.00
8D	8E	295°28'31"	56.91
8E	8J	219°54'16"	20.00
8E	8K	38°55'03"	43.00
8C	8F	231°07'02"	159.99
8F	8G	309°52'42"	61.00
8G	8H	289°07'27"	61.00
8F	8I	137°10'37"	102.00
8	9	296°11'20"	125.99
9	10	294°50'23"	103.91
10	11	295°50'32"	123.84
11	11A	209°30'16"	133.96
11A	11B	206°27'24"	134.89
11B	11C	182°06'53"	57.88
11	12	296°19'05"	119.00
12	12A	198°16'45"	113.36
12A	12B	187°07'51"	64.91
12	13	294°41'49"	119.99
13	14	291°19'10"	103.31

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

1.1.1. Ubicación

El caserío Los Ángeles pertenece al municipio de Champerico, del departamento de Retalhuleu, y está ubicado a una distancia aproximada de 4 kilómetros de la cabecera municipal y a una altura de 40 pies sobre el nivel del mar.

1.2.2. Límites y colindancias

Posee los siguientes límites y colindancias:

AL NORTE: Caserío el Conacaste

AL SUR: Caserío El Palmo

AL ESTE: Salinas

AL OESTE: Finca San José Chapán

Todas las aldeas pertenecen al municipio de Champerico

1.2.3. Clima

El caserío posee un clima cálido, con ciertas características homogéneas a lo largo de todo el año. La producción agrícola es variada; se

cultiva maíz, ajonjolí, tomate, sandía y mango. La temperatura mínima es de 30 grados centígrados y la máxima, de 38 grados centígrados.

1.2.4. Topografía

Su territorio es casi plano. Tiene una extensión aproximada de 4 kilómetros cuadrados. La región no cuenta con un río cercano y la línea del tren pasa por el caserío.

1.2.5. Suelo

El suelo del caserío Los Ángeles está formado por una capa vegetal que se encuentra en el primer metro. Le sigue una capa de barro, arena, y por último talpetate. La napa freática está localizada como a unos 10 metros de profundidad.

1.2.6. Vías de acceso, comunicación y transporte

El caserío cuenta con dos vías de acceso. La primera es de terracería. Se encuentra en regular estado, y pasa por la aldea el Rosario. La otra vía de acceso es por la carretera de Retalhuleu a Champerico. La entrada se encuentra por el kilómetro 218 de la ruta asfaltada. Desde allí hay medio kilómetro para entrar a el caserío, y está cubierto por terrecería. El caserío cuenta con un teléfono comunitario y con teléfonos residenciales. Hay un transporte colectivo, con una tarifa de Q. 5.00 a la cabecera municipal.

1.2.7. Idioma

El idioma que se habla en todo el caserío es el español.

1.2.8. Servicios públicos

Se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, y con un sistema de energía eléctrica trifásico de 110 voltios, de 220 voltios. Funciona una escuela, en la cual se imparte la educación primaria. Está en ampliación para contar con 3 aulas más. Existe un templo católico.

1.2.9. Aspectos de salud

En el caserío no se cuenta con ningún puesto de salud, así que los habitantes tienen que viajar hasta la cabecera municipal. Las principales enfermedades en los niños son, parásitos, desnutrición y diarrea. Las causas de su muerte, principalmente, son desnutrición y parásitos. Las enfermedades más comunes en los adultos son, gripe, diarrea, diabetes y artritis. Las causas generalizadas de muerte en adultos son, parásitos, cáncer y diabetes.

1.3. Encuesta sanitaria de el caserío

Se realizó una encuesta sanitaria y socioeconómica con el propósito de obtener información sobre las condiciones sanitarias en que viven los habitantes. Dicha encuesta fue realizada con la colaboración del Comité de Vecinos de la aldea. La información obtenida aparece en las tablas I, II, III IV, V, VI.

1.2.2. Datos de la población

Tabla I. Edad de los habitantes

EDAD	TOTAL HAB.
0-6 años	101
7-14 años	158
15-20 años	101
De 21 años en adelante	210
TOTAL	570

Tabla II. Sexo de los habitantes

SEXO	Masculino	Femenino
0-6 años	76	25
7-14 años	119	39
15-20 años	80	21
De 21 años en adelante	158	52
TOTAL	433	137

1.2.2. Datos de educación

Tabla III. Nivel de educación

NIVEL	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
--------------	----------------	----------------	--------------

Pre-primaria	14	13	27
Primaria	149	108	41

1.2.3. Datos de vivienda

Tabla IV. Servicios de vivienda

Servicios	Cuantos tienen (%)
Luz eléctrica	73.33
Agua	73.33
Pozo	100
Letrinas	100

1.2.4. Datos sobre el uso del agua

Tabla V. Usos del agua

FORMA	PORCENTAJE (%)
Tiene pila	73.33
Tiene letrina	100

1.3.5. Canalización de las aguas servidas

Tabla VI. Canalización de las aguas negras

FORMA	PORCENTAJE (%)
-------	----------------

Pozo ciego	90
A la calle	7
Al terreno	3

1.4. Investigación sobre las necesidades prioritarias del caserío

El caserío Los Ángeles demanda múltiples servicios. Como parte de la fase de investigación del presente trabajo, se evaluaron las diferentes necesidades, planteándose para el efecto los siguientes proyectos:

5. Proyecto de alcantarillado sanitario
6. Proyecto de balastado de sus calles
7. Proyecto de alumbrado público
8. Proyecto de puesto de salud

DE LOS CUATRO ANTERIORES SE DIO PRIORIDAD A EL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PORQUE ÉSTA ES UNA ALDEA MUY AFECTADA POR LA FALTA DE DRENAJES, YA QUE EXISTEN VARIAS ENFERMEDADES CAUSADAS POR LA GRAN ACUMULACIÓN DE AGUAS SERVIDAS. ESTE PROYECTO CONTARÁ CON 3,000 METROS LINEALES DE TUBERÍA Y SE BENEFICIARÁN 570 PERSONAS.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Métodos estadísticos para estimar población futura

2.1.1. Población tributaria

En sistemas de alcantarillados sanitarios y combinados, la población que tributará caudales al sistema se calcula con los métodos de estimación de población futura usualmente empleados en Ingeniería Sanitaria. Pueden clasificarse en analíticos y gráficos, entre los cuales se tienen:

4. Incremento aritmético
5. Incremento geométrico
6. Método gráfico

2.1.1. Método de incremento aritmético

Proporciona buen criterio de comparación, con incrementos constantes para periodos iguales. Gráficamente, su comportamiento es una recta. La desventaja de este método es que necesita mucha información.

$$P_N = P_0 + (P_0 - P_1) * \frac{t}{t_1}$$

- | | | |
|-------|---|---|
| P_n | = | Población buscada |
| P_0 | = | Población del último censo |
| P_1 | = | Población del penúltimo censo |
| t | = | Tiempo entre el último censo y el año
correspondiente al período de diseño |
| t_1 | = | Tiempo entre el último censo y el anterior |

2.1.2. Método de incremento geométrico

Con este método se obtiene un incremento que se comporta más acorde al crecimiento real de la población. Gráficamente su comportamiento es una curva. Tiene la ventaja de que no necesita muchos datos, y la desventaja de que se puede sobrestimar la población.

$$P_N = P_0(1 - r)^n$$

P_n	=	Población buscada
P_0	=	Población del último censo
r	=	Tasa de crecimiento
n	=	Diferencia en años

2.1.4. Método de incremento gráfico

Este consiste en comparar la tendencia que sigue la curva gráfica del crecimiento de una ciudad con otra de características similares, que tenga mayores datos de censos.

2.2. Cálculo de la población futura

Debido a que no existen datos de censos anteriores, para este caso sólo se puede utilizar el método geométrico, el cual se describe a continuación.

Se utiliza una tasa de crecimiento del 2.5%, que es la del municipio de Champerico, del departamento de Reltalhuleu, dato obtenido en el Instituto Nacional de Estadística (INE).

La población actual es de 570 habitantes, y en un periodo de 30 años, se tendrá una población de 1737 habitantes.

Este dato se obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * (1 + R)^n$$
$$Pf = 570 * (1 + .025)^{30} = 1737$$

3. DESARROLLO DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO

3.1. Levantamiento topográfico

Al hacer el levantamiento topográfico del área a drenar, no sólo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino que también las que en un futuro puedan contribuir al sistema, incluyendo la localización exacta de todas las calles y zonas con o sin edificación; los edificios, la alineación municipal, la ubicación de éstos; las carreteras, cementerios, todos los pavimentos, anotando su clase y estado; los parques públicos, campos de deporte y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en los diseños. También debe ser incluida la posible localización de la planta de tratamiento de aguas negras, así como la del cuerpo receptor del desfogue del drenaje.

3.1.1. Levantamiento planimétrico

Los levantamientos planimétricos se hacen por el método de conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia u otro de los usados generalmente.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimut, con vuelta de campana. Los datos del levantamiento están consignados en la libreta de campo, acompañados del croquis correspondiente.

3.1.2. Levantamiento altimétrico

La nivelación debe ser de precisión, hecha sobre el eje de las calles. Se tomaron elevaciones:

- f. En todos los cruces de calles
- g. A distancias no mayores de 20 metros
- h. De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno
- i. De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones
- j. De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua donde se proyecta efectuar la descarga

Los datos del levantamiento están consignados en la libreta de campo, acompañados del croquis correspondiente.

3.2. Características del subsuelo

Las características del subsuelo son determinadas por medio de las excavaciones, en las que se determina a la vez el nivel freático del agua subterránea, cuando sea necesario. De estas excavaciones se presentan secciones que describen la constitución del terreno hasta la profundidad necesaria para la colocación de las tuberías.

El tipo de suelo de la aldea es areno-limoso, encontrándose minas de arena blanca y material selecto, utilizable para el proyecto. El nivel freático se encuentra a una profundidad promedio de 10 metros, según datos obtenidos de los pozos artesanales del lugar.

3.3. Tipo de sistema a usar

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

a) Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales e infiltración.

b) Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.

c) Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario porque sólo se recolectarán aguas servidas domiciliarias, comerciales y de residuos industriales e infiltración.

3.4. Periodo de diseño

Es el periodo de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este periodo, es necesario rehabilitarlo.

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha de su construcción.

Para seleccionar el periodo de diseño de una red de alcantarillado, o cualquier obra de Ingeniería, se deben considerar factores como la vida útil de las estructuras y del equipo componente, tomando en cuenta la antigüedad, el desgaste y el daño; así como la facilidad para hacer ampliaciones a las obras planeadas, y la relación anticipada de crecimiento de la población, incluyendo en lo posible el desarrollo urbanístico, comercial o industrial de las áreas adyacentes.

3.5. Estimación de la población de diseño

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, involucrando de forma directa la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 570 habitantes y una población futura, a 30 años, de 1737 habitantes.

3.6. Determinación del caudal de las aguas servidas

En el sistema sanitario, el caudal de diseño será determinado de acuerdo con los siguientes parámetros:

3.6.2. Población tributaria

En este caso se obtuvo la población tributaria con base en el número de casas localizadas en cada tramo, multiplicándose por el número de habitantes por vivienda.

$$\text{Habitantes por vivienda} = \text{Número de habitantes} / \text{número de casas}$$

3.6.4. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día).

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Para fijar la dotación se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

Dotación de agua para áreas rurales

Dirección General de Obras Públicas _____ 60 a 100 l/hab/día

Organización Panamericana de Salud _____ 90 a 170 l/hab/día

Se presumió una dotación de 120 l/hab/día, por el clima cálido y el tipo de actividad productiva agrícola.

3.6.5. Factor de retorno al sistema

Se considera que del 75% al 90% del consumo de agua de una población, retorna al alcantarillado.

En este caso se tomó un factor de retorno al sistema de alcantarillado del 85%.

3.6.4. Factor de flujo instantáneo (fh)

Es un factor que está en función del número de habitantes localizados en el área de influencia. Regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico. Se calcula por medio de la fórmula de Harmond:

$$FH = \left(\frac{18 + p^{1/2}}{4 + p^{1/2}} \right)$$

FH = Factor de Harmond

P = Población en miles de habitantes

3.6.13. Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q deberá ser menor o igual a 0.75. La relación d/D debe ser mayor o igual a 0.10, y menor o igual a 0.75 para alcantarillado sanitario.

3.6.14. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable, menos una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras, como la que se usa para los jardines y el lavado de vehículos. Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0.75 a 0.9. De esta forma, el caudal domiciliar o doméstico quedaría integrado de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotación} * \text{Nohabitantes} * \text{factor}}{86,400}$$

$$Q_{dom} = \frac{120 \text{ l/hab/día} * 570 \text{ hab} * 0.85}{86,400} = 0.67 \text{ lts/seg}$$

3.6.15. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de la localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0.5 a 2.5 por ciento.

Como el cálculo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, para su cálculo se utiliza la fórmula dada por el método racional.

$$Q_{c.ilicitas} = \frac{CiA}{360} = Ci * \left(\frac{A * \%}{360} \right)$$

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

i = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = área que es factible conectar ilícitamente (hectáreas)

En el presente proyecto, se consideró un área total de techos igual a 2882 m². No se consideró el área de patios, puesto que las casas de la aldea carecen de patios formales (terracería). La intensidad de lluvia es de 120 mm/hora.

Área total de techos = 0.29 hectáreas

C = 0.8 suelo con baja infiltración

Qc.ilícitas = (0.8*120*(0.29*.015))/360

Qc.ilícitas = 1.152 lts/seg.

3.6.16. Factor de caudal medio (Fqm)

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería. Es la suma de los caudales doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas y comercial e industrial. Este factor debe estar entre los rangos de 0.002 a 0.005. Si da un valor menor se tomará 0.002, y si fuera mayor se tomará 0.005.

Para este caserío el factor de caudal medio se calculó de la forma siguiente:

$$f_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No.habitantes}$$

Donde,

$$Q_{medio} = Q_{Doméstico} + Q_{Infiltración} + Q_{Conexiones ilícitas}$$

En este caso no se tomó en cuenta el caudal comercial e industrial, por carecer la aldea de comercios e industrias.

$$Q_{doméstico} = 0.67 \text{ l/s}$$

$$Q_{conexiones ilícitas} = 1.156 \text{ l/s}$$

$$Q_{medio} = 1.82 \text{ l/s}$$

$$F_{qm} = (1.82 \text{ l/s}) / (570 \text{ habitantes}) = 0.0031$$

Por lo que comprobamos que el f_{qm} . se encuentra entre los rangos establecidos.

3.6.17. Caudal de diseño

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

e. caudal máximo de origen doméstico

f. caudal de infiltración

g. caudal de conexiones ilícitas

h. aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares de estos establecimientos

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se diseñó para población actual y futura.

3.6.18. Diseño de secciones y pendientes

En general se usarán en el diseño secciones circulares de pvc, funcionando como canales.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la formula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares, así:

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

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

En la cual:

V = velocidad del flujo a sección llena (m/seg)

R = radio hidráulico igual a la sección del tubo entre el perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

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

n = coeficiente de rugosidad Manning

= 0.0009 para tubos de pvc

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios, según la Dirección General de Obras Públicas (DGOP), será de 6", el cual podrá aumentar cuando, a criterio del Ingeniero diseñador, sea necesario. Este cambio puede deberse a influencia de la pendiente, del caudal o de la velocidad.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 4", con una pendiente mínima de 2% y una máxima de 6%, y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

El tubo de la conexión domiciliar debe ser de menor diámetro que el del tubo de la red principal, con el objeto de que sirva como retenedor de algún objeto que pueda obstruir el colector principal.

La velocidad máxima será de 3.00 m/seg, y la velocidad mínima, de 0.41 m/seg.

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1.20 metros, más el diámetro interior y el espesor del tubo.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor de 3.00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

El ancho de la zanja es muy importante, para evitar el exceso de excavación y, que a la vez, permita trabajar dentro de ésta. A continuación se

presenta una tabla de anchuras de zanja, dependiendo del diámetro del tubo y la profundidad de la zanja.

Tabla VII. Profundidades de zanja

Tubo pulgada	Menos de 1.86 m.	Menos de 2.86 m.	Menos de 3.86 m.	Menos de 5.36 m.	Menos de 6.36m.
6	60	65	70	75	80
8	60	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

En este proyecto se utilizará un ancho de zanja variado, según sea necesario.

3.6.19. Obras accesorias

Se diseñarán pozos de visita, para localizarlos en los siguientes casos:

- h. Cambio de diámetro
- i. Cambio de pendiente
- j. Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24"
- k. Las intersecciones de dos o más tuberías

- l. Los extremos superiores de ramales iniciales
- m. A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros de hasta 24"
- n. A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo, de 0.03m. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cota invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor que 0.70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.

En este proyecto se construirán pozos de visita con paredes de ladrillo cocido. Para los demás elementos se usará el concreto.

Se construirán muros de concreto o mampostería, con el fin de proteger a la turbulencia de corrientes o crecidas de algún río. También en el final de la descarga se hará un cabezal de mampostería protector. Recuérdese que a veces es necesario apoyar la tubería sobre muros de piedra o mampostería para poder mantener una pendiente mínima, cuando el terreno no lo permite, o bien cuando se quiere llegar con cierta altura a alguna planta de tratamiento. En este caso, en la descarga del río se diseñó una base y un muro de protección de mampostería de piedra.

3.6.20. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Se realizará el drenaje sanitario con tubería de pvc, para un periodo de diseño de 30 años, utilizando un diámetro mínimo para la red principal de 6 pulgadas, de 4 pulgadas para las conexiones domiciliarias y de 12 pulgadas para la candela domiciliar.

Utilizando las normas de la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) y del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se diseñará el alcantarillado sanitario.

Ejemplo de diseño de un tramo de alcantarillado sanitario.

Para el tramo de pozo de visita 16 a 15, se tienen los siguientes datos para el diseño:

PV = Pozo de visita

Cota de inicio del terreno PV-16 = 104.75

Cota de final del terreno PV-15 = 104.20

Distancia horizontal = 61 metros

Factor de caudal medio (fqm) = 0.0031

Periodo de diseño = 30 años

Material a utilizar = tubería de pvc

La pendiente del terreno se define como la diferencia de nivel entre la distancia horizontal del terreno.

Pendiente del terreno = 0.90 %

No. de casas del tramo = 6

No. de casas acumuladas del tramo = 15

El número de habitantes actuales del tramo se calcula multiplicando la densidad de habitantes por vivienda por el número de viviendas existentes en de dicho tramo.

No. de habitantes actual = 36

No. de habitantes futuro = 90

Para el diseño se utilizaron las poblaciones actuales y futuras, para que funcione el sistema correctamente al inicio y al final del periodo de diseño, cumpliendo con los criterios de diseño adoptados.

Para el factor de Harmond (FH) se utilizó la siguiente fórmula:

$$FH = \left(\frac{18 + P^{1/2}}{4 + P^{1/2}} \right)$$

P = población en miles de habitantes

$$(FH, \text{ con población actual}) \rightarrow FH = (18 + 0.036^{1/2}) / (4 + 0.036^{1/2}) = 4.34$$

$$(FH, \text{ con población futura}) \rightarrow FH = (18 + 0.090^{1/2}) / (4 + 0.090^{1/2}) = 4.26$$

El caudal de diseño es igual al número de habitantes a servir, multiplicando por el factor de caudal medio y el factor de Harmon.

$$Qdis = fqm * No. habitantes * F.H.$$

Para este caso:

El caudal de diseño actual = $0.0031 * 90 * 4.34 = 1.19$ l/seg.

El caudal de diseño futuro = $0.0031 * 189 * 4.28 = 2.43$ l/seg.

Utilizando un diámetro de 6 pulgadas y una pendiente igual a la del terreno, que en este caso es del 0.90 %, para evitar exceso de excavación, se tiene: que utilizando la fórmula de Manning, se calcula la velocidad y el caudal a sección llena del tubo, donde:

$$V = \frac{0.3429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q = V * A$$

La velocidad a sección llena es de:

$$V = 0.3429/0.0009 * (10*0.1524)^{2/3} * 0.0090^{1/2} = 1.19 \text{ m/s}$$

El caudal a sección llena es de:

$$Q = 1.19 * \pi/4 * (0.1524)^2 * 100^3/1000 = 21.77 \text{ lts/s}$$

Se obtiene la relación q/Q con el caudal de diseño actual y el futuro:

$$q/Q \text{ actual} = 0.44 / 21.77 = 0.05454$$

$$q/Q \text{ futuro} = 0.90 / 21.77 = 0.11175$$

La relación d/D se obtiene a partir de la relación q/Q , que debe oscilar entre 0.10 y 0.75, donde d es el tirante y D el diámetro del tubo.

$$d/D \text{ actual} = 0.535578$$

$$d/D \text{ futuro} = 0.659259$$

Con ello se obtienen las relaciones v/V , las cuales se derivan de la relación q/Q . Se calcula que V es la velocidad a sección parcialmente llena con un tirante d , y V es la velocidad a sección llena del tubo.

$$v/V \text{ actual} = 0.535, \quad v \text{ actual} = 0.64 \text{ m/s},$$

$$v/V \text{ futuro} = 0.659, \quad v \text{ futuro} = 0.79 \text{ m/s}$$

De acuerdo a estos resultados, se comprueba que se cumplen los rangos de velocidades máximas y mínimas.

La cota invert inicial en este tramo, por ser inicio de tramo, es la cota de terreno inicial menos la altura de pozo inicial (1.20 m).

La cota invert inicial para los demás puntos del tramo es la cota invert final del tramo anterior, menos 3 cm, cuando el tubo de entrada y salida son del mismo diámetro. Cuando son de distinto diámetro, se toma la diferencia de diámetros.

La cota invert final es la cota invert inicial menos el producto de la pendiente del ramal por la distancia horizontal, por lo cual se tiene:

$$\text{Cota invert salida} = 104.75 - 2.05 = 102.70$$

$$\text{Cota invert entrada} = 102.70 - 0.90/100 * 100 = 102.15$$

La altura de pozo inicial es la diferencia de la cota inicial de terreno y la cota invert final.

Altura pozo de inicio = $104.75 - 102.70 = 2.05$ m.

Altura pozo final = $104.20 - 102.05 + \text{dif CIE y CIS} = 2.05$ m.

El ancho de zanja se toma dependiendo de las alturas de los pozos.

El volumen de excavación es igual al producto del ancho de zanja, por el promedio de altura de pozo por la distancia horizontal.

Los demás tramos se diseñan de la misma forma. (Ver cuadro de cálculo hidráulico).

3.6.13. Desfogue

3.6.13.1. Ubicación

El desfogue se hará en dos lugares, ya que ese sistema contará con dos plantas de tratamiento, que fue lo indicado para el esta red por el tipo de terreno que se encontró en este lugar y la topografía del mismo.

3.6.14.2. Diseño

EL DISEÑO QUE SE PROPONE PARA EL DESFOGUE DE ESTE SISTEMA CONSISTEN EN PLANTAS DE TRATAMIENTO. DESPUÉS DE TRATADAS LAS AGUAS SERVIDAS, SE PROCEDERÁ A DESFOGARLAS EN POZOS DE ABSORCIÓN.

3.6.15. Propuesta del tratamiento a utilizar

3.6.14.3. Importancia de un tratamiento de aguas negras

Hoy en día es un delito desfogar las aguas residuales a los manantiales de agua, y alterar la naturaleza de los mismos, eliminando el oxígeno disuelto. La atención de las reservas ambientales es un problema de todos, que tenemos que resolver en un tiempo urgente, si queremos tener la biodiversidad que se que se heredará a las nuevas generaciones.

Para que esta agua, al ser descargada, no afecte al medio ambiente y atente así contra la salud de los pobladores, es necesario practicar lo siguiente:

- Purificar la corriente de agua que se descargará a los manantiales de agua, lo cual se puede lograr así:
 - Disminuir la velocidad del agua a descargar, a la hora de entrar a los manantiales de agua
 - Regular la formación de los depósitos de lodos
 - Aumentar la ventilación de las aguas a descargar por medio de remolinos y remover cualquier otra cosa que provoque la ventilación de las aguas

- Evitar que llegue a los manantiales de agua la totalidad o parte de las aguas servidas recolectadas por sistemas de alcantarillado sanitario, lo cual se puede lograr así:

- Instalando un planta de tratamiento de aguas residuales o aguas negras

En este sentido, es importante que antes de disponer de las aguas servidas o aguas negras en los cauces de los ríos, éstas reciban previamente un tratamiento que permita que se remuevan las bacterias, los patógenos y parásitos, ya que éstos son los causantes de las enfermedades más comunes en el país.

3.6.14.4. Proceso de tratamiento

Cada etapa del tratamiento tiene una función específica que contribuye, en forma secuencial, al mejoramiento de la calidad de las aguas residuales al final de todo el proceso. Esto permite separar las etapas; por lo tanto, se puede hacer el análisis de cada una de ellas en forma individual, existiendo siempre interrelación en ellas.

Todo proceso de tratamiento contiene las siguientes etapas:

- Tratamiento preliminar
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Disposición de lodos

3.6.14.2.1. Tratamiento preliminar

LOS DISPOSITIVOS PARA EL TRATAMIENTO PRELIMINAR ESTÁN DESTINADOS A SEPARAR LOS SÓLIDOS MAYORES O FLOTANTES, LOS SÓLIDOS INORGÁNICOS PESADOS Y ELIMINAR CANTIDADES EXCESIVAS DE ACEITES O GRASAS. PARA LOGRAR ESTOS OBJETIVOS SE UTILIZAN DIVERSAS UNIDADES ENTRE LAS QUE SE PUEDEN MENCIONAR:

- Rejillas
- Desarenadores

3.6.4.2.2. Tratamiento primario

Los dispositivos que se utilizan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales o aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos. Esto se realiza mediante el proceso físico de sedimentación.

El propósito de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir la velocidad de las aguas para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia orgánica o inorgánica susceptible a degradarse. Para lograr este objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Tanques *Imhoff*
- Sedimentadotes simples o primarios

3.6.14.2.3. Tratamiento secundario

A este tratamiento se le puede llamar también tratamiento biológico. En el se aprovecha la presencia de microorganismos en las aguas residuales. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en las aguas residuales define dos grupos de procesos de actividad biológica: proceso aeróbico (presencia de oxígeno) y proceso anaeróbico (ausencia de oxígeno). Para lograr estos objetivos se utilizan diversas unidades, entre las que se pueden mencionar:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundario
- Tanques de aeración
- Filtro percolador
- Filtros de arena
- Lechos de contacto
- Lagunas de estabilización

3.6.14.2.4 Tratamiento terciario

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al nuevo uso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

3.6.14.2.5. Desinfección

Existen dos procesos para efectuar la desinfección :

- Físicos: filtración, ebullición, rayos ultravioleta
- Químicos: aplicación de cloro, bromo, yodo, ozono, iones, plata, y otros

El cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más usuales, accesibles, de fácil manejo y aplicación para la desinfección del agua residual. Su uso es amplio, pues también se utiliza para:

- Eliminar olor y sabor
- Decolorar
- Evitar formación de algas
- Oxidar la materia orgánica
- Mejorar la eficiencia de la sedimentación primaria
- Eliminar las espumas de los sedimentadotes
- Favorecer el decaimiento y mortandad de microorganismos

En plantas de tratamiento donde se manejan grandes volúmenes de agua es recomendable el uso de cloro gaseoso.

3.6.14.2.6. Disposición de lodos

Los lodos de las aguas residuales están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, que junto con el agua se adhiere a ellos.

Los diversos tipos de tratamiento tienen dos objetivos fundamentales, que son:

- Disminuir el volumen de material manejado por la eliminación de parte o toda la porción líquida
- Descomponer la materia orgánica degradable a compuestos orgánicos o inorgánicos relativamente estables o inertes, de los cuales puede separarse el agua con mayor facilidad. A este proceso se le denomina “digestión”, y con él se disminuye el total de sólidos presentes.

3.6.14.2.7. Tipo de planta de tratamiento a utilizar

EN EL PROYECTO SE UTILIZARÁ UNA PLANTA DE TRATAMIENTO PREFABRICADA. LOS TRATAMIENTOS A USAR SON LOS SIGUIENTES: TRATAMIENTO PRELIMINAR, TRATAMIENTO PRIMARIO, TRATAMIENTO SECUNDARIO Y TRATAMIENTO TERCIARIO, YA DEFINIDOS ANTERIORMENTE. EL AGUA YA TRATADA SE UTILIZARÁ PARA RIEGO DE CULTIVOS DE LOS HABITANTES.

4. PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

a. Presupuesto de colector principal

Tabla VIII. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 6" ASTM 3034	tubo	Q399.01	535	Q213,470.35
3	Pegamento para tubería PVC	galon	Q399.43	18	Q7,189.74
TOTAL DE MATERIALES					Q220,660.09

Tabla IX. Mano de obra

No.	Renglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	6650	Q199,500.00
2	Relleno	m3	Q40.00	6320	Q252,800.00
3	Colocación de tubería	tubo	Q11.00	535	Q5,885.00
Total mano de obra					Q458,185.00

b. Presupuesto de la conexión domiciliar

Tabla X. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 4" ASTM 3034	Tubo	Q178.89	131	Q23,434.59
2	Codo 4" x 45	U	Q83.24	131	Q10,904.44
3	Codo 4" x90	U	Q83.24	131	Q10,904.44
4	Silleta de Y 6" x 4"	U	Q86.18	131	Q11,289.58
5	Cemento	Scs	Q39.00	268	Q10,452.00
6	Arena	m3	Q90.00	15	Q1,350.00
7	Piedrin	m3	Q140.00	23	Q3,220.00
8	Hierro # 2	qq	Q138.50	7	Q969.50
9	Alambre de amarre	Lbs	Q2.75	35	Q96.25
10	Tubo de PVC de 12"	Tubo	Q1,356.11	20	Q27,122.20
11	Pegamento para PVC	galon	Q399.43	9	Q3,594.87

TOTAL DE MATERIALES				Q103,337.87
----------------------------	--	--	--	--------------------

Tabla XI. Mano de obra

No.	Renglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	710	Q21,300.00
2	Relleno	m3	Q40.00	675	Q27,000.00
3	Conexiones domiciliarias	u	Q181.00	131	Q23,711.00
Total mano de obra					Q72,011.00

c. Presupuesto de los pozos de visita

Tabla XII. Materiales

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
	Ladrillo tayuyo	U	Q1.42	32500	Q46,150.00
	Cemento	Scs	Q38.00	405	Q15,390.00
	Cal	Bolsa	Q22.00	80	Q1,760.00
	Arena	m3	Q90.00	52	Q4,680.00
	Piedrín	m3	Q130.00	11	Q1,430.00
	Hierro # 3	qq	Q140.00	22	Q3,080.00
	Hierro # 4	qq	Q145.00	16	Q2,320.00
	Alambre	Lbs	Q2.75	40	Q110.00
	Madera	Pie tabla	Q2.75	423	Q1,163.25
TOTAL DE MATERIALES					Q76,083.25

Tabla XIII. Mano de obra

No.	Renglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q98.00	420	Q41,160.00
2	Relleno	m3	Q16.00	25	Q400.00
3	Levantado de paredes	m2	Q125.00	162	Q20,250.00
Total mano de obra					Q61,810.00

d. Presupuesto de materiales

Tabla XIV. Materiales en general

No.	Material	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Tubo PVC 6" ASTM 3034	tubo	Q395.32	620	Q245,098.40
3	Pegamento para tubería PVC	galon	Q397.00	27	Q10,719.00
4	Tubo PVC 4" ASTM 3034	Tubo	Q152.36	131	Q20,720.96
5	Codo 4" x 45	U	Q34.80	131	Q6,298.80
6	Codo 4" x90	U	Q83.24	131	Q10,904.44
7	Silleta de Y 6" x 4"	U	Q86.18	131	Q11,289.58
8	Cemento	Scs	Q38.00	673	Q25,574.00
9	Arena	m3	Q90.00	67	Q6,030.00
10	Piedrín	m3	Q130.00	34	Q4,420.00
11	Hierro # 2	qq	Q138.50	7	Q1,662.00
12	Alambre de amarre	Lbs	Q2.75	75	Q206.25
13	Tubo de PVC de 12"	Tubo	Q1,356.11	20	Q27,122.20
14	Ladrillo tayuyo	U	Q1.42	32500	Q28,116.00
15	Cal	Bolsa	Q22.00	80	Q1,078.00
16	Hierro # 3	qq	Q140.00	22	Q1,204.00
17	Hierro # 4	qq	Q145.00	16	Q899.00
18	Madera	Pie tabla	Q2.75	423	Q1,163.25
TOTAL DE MATERIALES					Q402,505.88

Presupuesto de mano de obra

Tabla XV. Mano de obra en general

No.	Reglón de trabajo	Unidad	P.U.	Cantidad	Precio
1	Excavación	m3	Q30.00	7780	Q261,960.00
2	Relleno	m3	Q40.00	7020	Q280,200.00
3	Colocación de tubería	tubo	Q11.00	535	Q5,885.00
3	Conexiones domiciliarias	u	Q181.00	131	Q23,711.00
3	Levantado de paredes	m2	Q125.00	162	Q20,250.00
Total mano de obra					Q592,006.00

Tabla XVI. Resumen de presupuesto

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	CU Q.	SUB-TOTAL Q.
	Trabajo de campo				
1	Trabajos preliminares	1	Global	10000	10000
2	Rectificación topográfica	2888.73	M.L.	0.2	577.746
3	Limpia, chapeo y destronque	2888.73	M.L.	0.1	288.873
4	Trazo y estaqueado	2888.73	M.L.	0.15	433.3095
	total				11299.9285
	Resumen de materiales				
1	Colector principal	1	Global	Q220,660.09	Q220,660.09
2	Pozos de visita	38	Global	76,083.25	76,083.25
3	Conexión domiciliar	1	Global	103,337.87	103,337.87
	total materiales				Q394,870.18
	Resumen mano de obra				
1	Colector principal	1	Global	458,185.00	458,185.00
2	Pozos de visita	38	Global	61,810.00	61,810.00
3	Conexión domiciliar	1	Global	72,011.00	72,011.00
	total mano de obra				Q592,006.00
TOTAL DEL PROYECTO					
Total trabajo de campo, materiales y mano de obra					Q998,176.11
Imprevistos (5%)					Q49,908.81
Transporte de materiales (4%)					Q39,927.04
Dirección y supervisión (10%)					Q99,817.61
Pago de Impuestos y fianzas (12%)					Q119,781.13
MONTO TOTAL					Q1,307,610.70

Tipo de cambio Us \$ 1.00 = Q 8.10

Al día 11 de marzo de 2004

El costo del proyecto asciende a un millón trescientos siete mil seiscientos diez con setenta centavos de quetzal, su equivalente en moneda extranjera es de ciento sesenta y un mil cuatrocientos treinta y tres dólares con cuarenta y dos centavos de dólar

CONCLUSIONES

2. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles contribuirá a elevar el nivel de vida de su población, debido a que dicho sistema es esencial en esta comunidad y cooperará a la conservación del medio ambiente.

2. Es necesario que en las obras de ingeniería, y específicamente en el alcantarillado sanitario en la etapa de construcción, se garantice una supervisión técnica, debido a que con ello se evitarán defectos y fallas en los métodos a emplear en la construcción y en los materiales que se utilizarán.

3. A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se complementa la formación profesional del estudiante, ya que permite la confrontación teórico-práctico. Además, se proyecta la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala a la sociedad guatemalteca, contribuyendo a proponer solución a problemas que las comunidades plantean.

4. La falta del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Los Ángeles provoca focos de contaminación y proliferación de enfermedades, por lo que la construcción de este sistema es vital para la conservación del medio ambiente y aún mas importante para la salud de los habitantes de dicho caserío.

RECOMENDACIONES

2. A la Municipalidad de Champerico, que tenga una supervisión constante en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario del caserío Los Ángeles, con el fin de obtener mayor eficiencia tanto en la mano de obra como en los materiales que se emplearan para dicho sistema.

2. Que la ya citada Municipalidad instale conjuntamente con el sistema de alcantarillado sanitario las plantas de tratamiento para que el desfogue de las aguas servidas no sea dañino para el manto freático a donde van a ir a dar.

3. Asimismo, que la misma verifique si la empresa que va a realizar la construcción de este proyecto tiene los conocimientos necesarios, para evitar errores que perjudicarían al caserío.

4. A la hora de estar construyendo el proyecto, debe y ejercerse un eficiente control con la topografía del lugar, ya que las pendientes son muy pequeñas y pueden llegar a provocar errores.

BIBLIOGRAFÍA

4. Ávila Contreras, Salvador Enrique. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de la Aldea Joya Grande, Zaragoza. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,989. 87 pp.

5. Cabrera Riépele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,989. 135 pp.

6. Quintanilla Contreras, Edwin Orlando. Análisis de los servicios básicos que presta la municipalidad de Antigua Guatemala y propuesta de mejoras al sistema de drenajes, tratamiento de aguas residuales y organización administrativa municipal. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1,997. 95 pp.

APÉNDICES

DE	A	COTA TERRENO		DH	S <%>	HAB		FACT	FACT	Q. DIS.	DIA	S <%>	SECCION LLENA		COTA INVERT		PROF. DE POZO		COTA	PROF	RELACIONES			v
		INICIO	FINAL			LOC	AC						HARMON	Q. MED.	<L/S>	<Pig.>	TUBO	V<m/s>			Q<l/s>	INICIO	FINAL	
PV 1	PV 2	104.70	103.64	46.88	2.261	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	103.30	103.02	1.40	0.62	102.82	0.82	0.01377	0.35355	0.34	
PV 2	PV 3	103.64	100.60	106.06	2.866	12	30	4.3547	0.0031	0.405	6	0.6	0.974	17.78	100.64	100.00	3.00	0.60	99.80	0.80	0.02278	0.41123	0.40	
PV 4	PV 3	102.94	100.60	79.91	2.928	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	100.44	99.96	2.50	0.64	99.76	0.84	0.01377	0.35355	0.34	
PV 26	PV 27	105.81	105.70	54	0.204	0	12	4.4067	0.0031	0.164	6	0.6	0.974	17.78	104.61	104.29	1.20	1.41	104.09	1.61	0.00922	0.31647	0.31	
PV 27	PV 11	105.70	104.54	69	1.681	42	54	4.3078	0.0031	0.721	6	1	1.258	22.95	104.26	103.57	1.44	0.97	103.37	1.17	0.03142	0.45464	0.57	
PV 11	PV 10	104.54	106.14	109.95	-1.458	42	96	4.2484	0.0031	1.264	6	0.6	0.974	17.78	103.34	102.68	1.20	3.46	102.48	3.66	0.07113	0.57940	0.56	
PV 10	PV 8	106.14	105.61	50	1.066	36	132	4.2086	0.0031	1.722	6	0.6	0.974	17.78	102.65	102.35	3.49	3.26	102.15	3.46	0.09688	0.63309	0.62	
PV 9	PV 8	105.63	105.61	66	0.030	24	24	4.3695	0.0031	0.325	6	0.6	0.974	17.78	104.43	104.03	1.20	1.58	103.83	1.78	0.01829	0.38572	0.38	
PV 8	PV 7	105.61	105.59	19	0.105	6	162	4.1800	0.0031	2.099	6	0.6	0.974	17.78	102.32	102.21	3.29	3.38	102.01	3.58	0.11809	0.67112	0.65	
PV 7	PV 6	105.59	103.36	98.47	2.265	30	192	4.1544	0.0031	2.473	6	0.6	0.974	17.78	102.18	101.59	3.41	1.77	101.39	1.97	0.13911	0.70387	0.69	
PV 6	PV 5	103.36	101.98	63.84	2.162	30	222	4.1312	0.0031	2.843	6	0.6	0.974	17.78	101.56	101.18	1.80	0.80	100.98	1.00	0.15994	0.73197	0.71	
PV 5	PV 3	101.98	100.60	64	2.156	12	234	4.1224	0.0031	2.990	6	0.6	0.974	17.78	100.38	100.00	1.60	0.604	99.80	0.80	0.16823	0.74407	0.73	
PV 19	PV 18	105.30	105.08	78.5	0.280	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	104.10	103.63	1.20	1.45	103.43	1.65	0.01377	0.35357	0.34	
PV 18	PV 14	105.08	104.86	78.5	0.280	18	36	4.3415	0.0031	0.485	6	0.6	0.974	17.78	103.60	103.13	1.48	1.73	102.93	1.93	0.02726	0.43572	0.42	
PV 12	PV 14	105.35	104.86	41	1.195	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	104.15	103.90	1.20	0.96	103.70	1.16	0.01377	0.35355	0.34	
PV 14	PV 16	104.86	104.75	61	0.180	24	54	4.3078	0.0031	0.721	6	0.6	0.974	17.78	103.10	102.73	1.76	2.02	102.53	2.22	0.04057	0.49808	0.49	
PV 16	PV 15	104.75	104.20	61	0.902	36	90	4.2558	0.0031	1.187	6	0.9	1.193	21.77	102.70	102.15	2.05	2.05	101.95	2.25	0.05454	0.53558	0.64	
PV 15	PV 42	104.20	100.68	84.61	4.160	0	90	4.2558	0.0031	1.187	6	4	2.516	45.90	102.12	98.74	2.08	1.94	98.54	2.14	0.02587	0.42848	1.08	
PV 26	PV 25	105.81	105.56	90	0.278	30	30	4.3547	0.0031	0.405	6	0.6	0.974	17.78	104.61	104.07	1.20	1.49	103.87	1.69	0.02278	0.41123	0.40	
PV 25	PV 19	105.56	105.30	90	0.289	30	60	4.2980	0.0031	0.799	6	0.6	0.974	17.78	104.04	103.50	1.52	1.80	103.30	2.00	0.04497	0.50396	0.49	
PV 19	PV 23	105.30	104.61	86	0.802	30	90	4.2558	0.0031	1.187	6	0.6	0.974	17.78	103.47	102.95	1.83	1.66	102.75	1.86	0.06680	0.56773	0.55	
PV 23	PV 22	104.61	103.82	56.91	1.388	30	120	4.2210	0.0031	1.570	6	0.6	0.974	17.78	102.92	102.58	1.69	1.24	102.38	1.44	0.08834	0.61690	0.60	
PV 21	PV 22	103.90	103.82	20	0.400	12	12	4.4067	0.0031	0.164	6	0.6	0.974	17.78	102.70	102.58	1.20	1.24	102.38	1.44	0.00922	0.31350	0.31	
PV 20	PV 22	103.60	103.82	43	-0.512	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	102.40	102.14	1.20	1.68	101.94	1.88	0.01377	0.35355	0.34	
PV 22	PV 42	103.82	100.68	107.01	2.934	0	150	4.1910	0.0031	1.949	6	2.08	1.814	33.10	102.11	99.88	1.71	0.80	99.68	1.00	0.05888	0.54579	0.99	
PV 42	PV 36	100.68	99.63	57.88	1.814	0	240	4.1181	0.0031	3.064	6	0.6	0.974	17.78	98.71	98.36	1.97	1.27	98.16	1.47	0.17236	0.74854	0.73	
PV 11	PV 28	104.54	103.47	63	1.698	12	12	4.4067	0.0031	0.164	6	0.73	1.075	19.61	103.34	102.88	1.20	0.59	102.68	0.79	0.00836	0.30753	0.33	
PV 28	PV 29	103.47	102.40	63	1.698	18	30	4.3547	0.0031	0.405	6	0.63	0.999	18.21	102.27	101.87	1.20	0.53	101.67	0.73	0.02223	0.41123	0.41	

PV 29	PV 30	102.40	99.22	103.91	3.060	36	66	4.2888	0.0031	0.877	6	2.48	1.981	36.14	101.20	98.62	1.20	0.60	98.42	0.80	0.02428	0.41868	0.83
PV 30	PV 31	99.22	101.42	61.92	-3.553	12	78	4.2716	0.0031	1.033	6	0.6	0.974	17.78	98.59	98.22	0.63	3.20	98.02	3.40	0.05811	0.54579	0.53
PV 31	PV 32	101.42	103.63	61.92	-3.569	18	96	4.2484	0.0031	1.264	6	0.3	0.689	12.57	98.19	98.00	3.23	5.63	97.80	5.83	0.10059	0.64017	0.44
PV 39	PV 32	104.73	103.63	119	0.924	24	24	4.3695	0.0031	0.325	6	0.6	0.974	17.78	103.53	102.82	1.20	0.81	102.62	1.01	0.01829	0.38831	0.38
PV 32	PV 33	103.63	102.84	66.98	1.179	36	156	4.1855	0.0031	2.024	6	0.3	0.689	12.57	97.97	97.77	5.66	5.07	97.57	5.27	0.16103	0.73502	0.51
PV 33	PV 34	102.84	102.05	66.97	1.180	30	186	4.1594	0.0031	2.398	6	0.3	0.689	12.57	97.74	97.54	5.10	4.51	97.34	4.71	0.19080	0.77043	0.53
PV 34	PV 35	102.05	100.89	67.44	1.720	12	198	4.1496	0.0031	2.547	6	0.3	0.689	12.57	97.51	97.31	4.54	3.58	97.11	3.78	0.20264	0.78319	0.54
PV 35	PV 36	100.89	99.63	67.44	1.868	12	210	4.1402	0.0031	2.695	6	0.6	0.974	17.78	97.28	96.88	3.61	2.75	96.68	2.95	0.15163	0.72275	0.70
PV 37	PV 38	104.19	104.84	103.31	-0.629	18	18	4.3864	0.0031	0.245	6	0.6	0.974	17.78	102.99	102.37	1.20	2.47	102.17	2.67	0.01377	0.35355	0.34
PV 38	PV 39	104.84	104.73	119.99	0.092	42	60	4.2980	0.0031	0.799	6	0.6	0.974	17.78	102.34	101.62	2.50	3.11	101.42	3.31	0.04497	0.50366	0.49
PV 39	PV 40	104.73	103.28	113.96	1.272	18	78	4.2716	0.0031	1.033	6	0.6	0.974	17.78	101.59	100.91	3.14	2.37	100.71	2.57	0.05811	0.54579	0.53
PV 40	PV 41	103.28	101.95	64.91	2.049	18	96	4.2484	0.0031	1.264	6	0.6	0.974	17.78	100.88	100.49	2.40	1.46	100.29	1.66	0.07113	0.57940	0.56
PV 41	PV 36	101.95	99.63	119.99	1.933	0	96	4.2484	0.0031	1.264	6	2	1.779	32.45	100.46	98.06	1.49	1.57	97.86	1.77	0.03896	0.48201	0.86

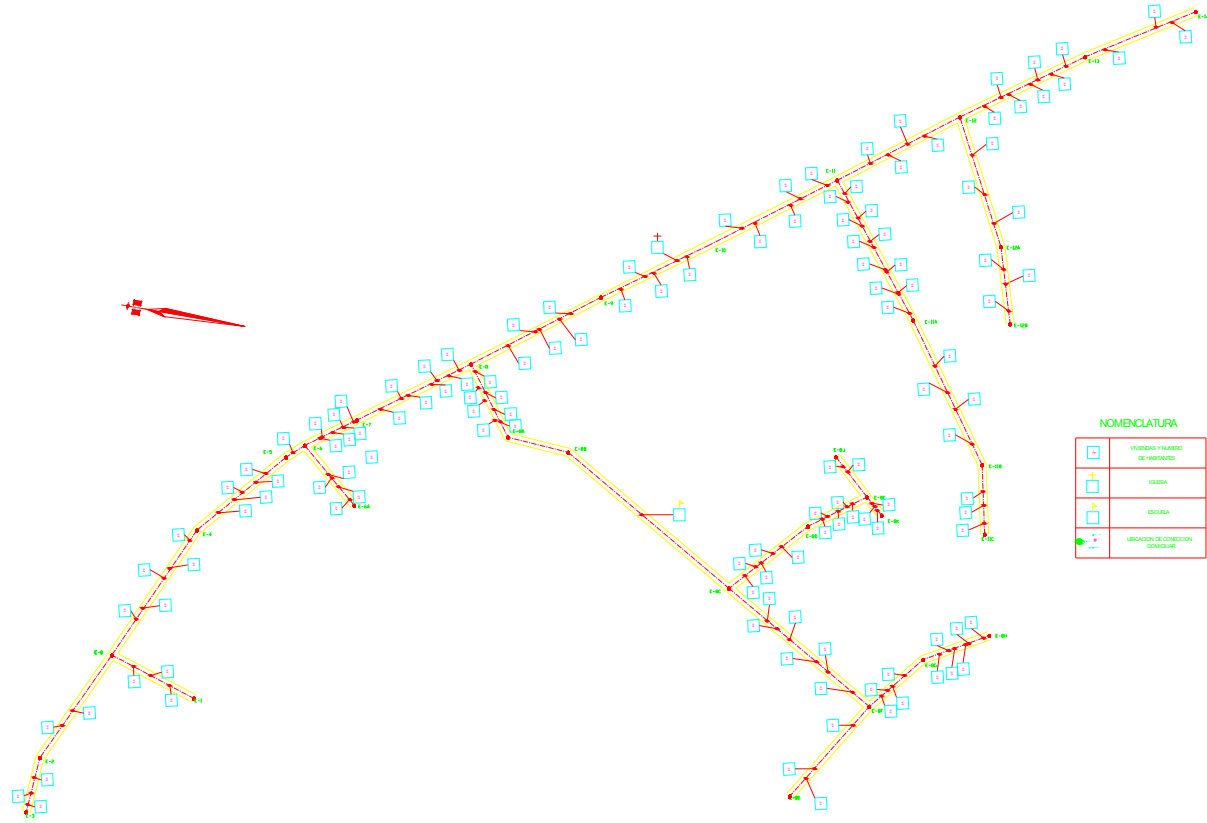
DE	A	COTA TERRENO		DH	S <-%>	HAB		FACT	FACT	Q. DIS.	DIA	S <-%>	SECCION LLENA		COTA INVERT		PROF. DE POZO		COTA	PROF	RELACIONES		V
PV	PV	INICIO	FINAL	<m>	terreno	LOC	AC	HARMON	Q. MED.	<L/S>	<Plg.>	TUBO	V<m/s>	Q<l/s>	INICIO	FINAL	INICI O	FINA L	POZO	POZO	q/Q	v/V	<m/s>
PV 1	PV 2	104.70	103.64	46.88	2.261	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	103.30	103.02	1.40	0.62	102.82	0.82	0.02856	0.44051	0.43
PV 2	PV 3	103.64	100.60	106.06	2.866	25	63	4.2935	0.0031	0.838	6	0.6	0.974	17.78	100.64	100.00	3.00	0.60	99.80	0.80	0.04712	0.51254	0.50
PV 4	PV 3	102.94	100.60	79.91	2.928	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	100.44	99.96	2.50	0.64	99.76	0.84	0.02856	0.44051	0.43
PV 26	PV 27	105.81	105.70	54	0.204	0	25	4.3665	0.0031	0.341	6	0.6	0.974	17.78	104.61	104.29	1.20	1.41	104.09	1.61	0.01917	0.39349	0.38
PV 27	PV 11	105.70	104.54	69	1.681	88	113	4.2284	0.0031	1.485	6	1	1.258	22.95	104.47	103.78	1.23	0.76	103.58	0.96	0.06470	0.56182	0.71
PV 11	PV 10	104.54	106.14	109.95	-1.458	88	201	4.1470	0.0031	2.589	6	0.6	0.974	17.78	103.34	102.68	1.20	3.46	102.48	3.66	0.14563	0.71338	0.70
PV 10	PV 8	106.14	105.61	50	1.066	76	277	4.0931	0.0031	3.513	6	0.6	0.974	17.78	102.65	102.35	3.49	3.26	102.15	3.46	0.19764	0.77755	0.76
PV 9	PV 8	105.63	105.61	66	0.030	50	50	4.3141	0.0031	0.673	6	0.6	0.974	17.78	104.43	104.03	1.20	1.58	103.83	1.78	0.03787	0.92911	0.91
PV 8	PV 7	105.61	105.59	19	0.105	13	340	4.0548	0.0031	4.271	6	0.6	0.974	17.78	102.32	102.21	3.29	3.38	102.01	3.58	0.24029	0.82246	0.80
PV 7	PV 6	105.59	103.36	98.47	2.265	63	403	4.0207	0.0031	5.020	6	0.6	0.974	17.78	102.18	101.59	3.41	1.77	101.39	1.97	0.28240	0.86029	0.84
PV 6	PV 5	103.36	101.98	63.84	2.162	63	466	3.9899	0.0031	5.760	6	0.6	0.974	17.78	101.56	101.18	1.80	0.80	100.98	1.00	0.32402	0.89318	0.87
PV 5	PV 3	101.98	100.60	64	2.156	25	491	3.9783	0.0031	6.053	6	0.6	0.974	17.78	100.38	100.00	1.60	0.604	99.80	0.80	0.34054	0.90439	0.88
PV 19	PV 18	105.30	105.08	78.5	0.280	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	104.10	103.63	1.20	1.45	103.43	1.65	0.02856	0.44051	0.43
PV 18	PV 14	105.08	104.86	78.5	0.280	38	76	4.2750	0.0031	1.001	6	0.6	0.974	17.78	103.60	103.13	1.48	1.73	102.93	1.93	0.05630	0.53763	0.52
PV 12	PV 14	105.35	104.86	41	1.195	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	104.15	103.90	1.20	0.96	103.70	1.16	0.02856	0.44051	0.43
PV 14	PV 16	104.86	104.75	61	0.180	50	113	4.2284	0.0031	1.485	6	0.6	0.974	17.78	103.10	102.73	1.76	2.02	102.53	2.22	0.08352	0.60586	0.59
PV 16	PV 15	104.75	104.20	61	0.902	76	189	4.1571	0.0031	2.433	6	0.9	1.193	21.77	102.70	102.15	2.05	2.05	101.95	2.25	0.11175	0.65926	0.79
PV 15	PV 42	104.20	100.68	84.61	4.160	0	189	4.1571	0.0031	2.433	6	4	2.516	45.90	102.12	98.74	2.08	1.94	98.54	2.14	0.05301	0.53763	1.35
PV 26	PV 25	105.81	105.56	90	0.278	63	63	4.2935	0.0031	0.838	6	0.6	0.974	17.78	104.61	104.07	1.20	1.49	103.87	1.69	0.04712	0.51467	0.50
PV 25	PV 19	105.56	105.30	90	0.289	63	126	4.2149	0.0031	1.644	6	0.6	0.974	17.78	104.04	103.50	1.52	1.80	103.30	2.00	0.09251	0.62594	0.61
PV 19	PV 23	105.30	104.61	86	0.802	63	189	4.1571	0.0031	2.433	6	0.6	0.974	17.78	103.47	102.95	1.83	1.66	102.75	1.86	0.13686	0.70067	0.68
PV 23	PV 22	104.61	103.82	56.91	1.388	63	252	4.1099	0.0031	3.207	6	0.6	0.974	17.78	102.92	102.58	1.69	1.24	102.38	1.44	0.18041	0.75886	0.74
PV 21	PV 22	103.90	103.82	20	0.400	25	25	4.3665	0.0031	0.341	6	0.6	0.974	17.78	102.70	102.58	1.20	1.24	102.38	1.44	0.01917	0.39091	0.38
PV 20	PV 22	103.60	103.82	43	-0.512	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	102.40	102.14	1.20	1.68	101.94	1.88	0.02856	0.44051	0.43
PV 22	PV 42	103.82	100.68	107.01	2.934	0	315	4.0696	0.0031	3.969	6	2.08	1.814	33.10	102.11	99.88	1.71	0.80	99.68	1.00	0.11993	0.67280	1.22

PV 42	PV 36	100.68	99.63	57.88	1.814	0	503	3.9727	0.0031	6.200	6	0.6	0.974	17.78	98.71	98.36	1.97	1.27	98.16	1.47	0.34878	0.90989	0.89
PV 11	PV 28	104.53	103.47	63	1.683	25	25	4.3665	0.0031	0.341	6	0.73	1.075	19.61	103.33	102.87	1.20	0.60	102.67	0.80	0.01738	0.38310	0.41
PV 28	PV 29	103.47	102.40	63	1.698	38	63	4.2935	0.0031	0.838	6	0.63	0.999	18.21	102.27	101.87	1.20	0.53	101.67	0.73	0.04598	0.07131	0.07
PV 29	PV 30	102.40	99.22	103.91	3.060	76	138	4.2021	0.0031	1.803	6	2.48	1.981	36.14	101.20	98.62	1.20	0.60	98.42	0.80	0.04990	0.51890	1.03
PV 30	PV 31	99.22	101.42	61.92	-3.553	25	164	4.1786	0.0031	2.119	6	0.6	0.974	17.78	98.59	98.22	0.63	3.20	98.02	3.40	0.11923	0.67280	0.66
PV 31	PV 32	101.42	103.63	61.92	-3.569	38	201	4.1470	0.0031	2.589	6	0.3	0.689	12.57	98.19	98.00	3.23	5.63	97.80	5.83	0.20595	0.78598	0.54
PV 39	PV 32	104.73	103.63	119	0.924	50	50	4.3141	0.0031	0.673	6	0.6	0.974	17.78	103.53	102.82	1.20	0.81	102.62	1.01	0.03787	0.47977	0.47
PV 32	PV 33	103.63	102.84	66.98	1.179	76	327	4.0621	0.0031	4.121	6	0.3	0.689	12.57	97.97	97.77	5.66	5.07	97.57	5.27	0.32782	0.89545	0.62
PV 33	PV 34	102.84	102.05	66.97	1.180	63	390	4.0273	0.0031	4.871	6	0.3	0.689	12.57	97.74	97.54	5.10	4.51	97.34	4.71	0.38752	0.93635	0.65
PV 34	PV 35	102.05	100.89	67.44	1.720	25	415	4.0143	0.0031	5.168	6	0.3	0.689	12.57	97.51	97.31	4.54	3.58	97.11	3.78	0.41119	0.95143	0.66
PV 35	PV 36	100.89	99.63	67.44	1.868	25	440	4.0019	0.0031	5.465	6	0.6	0.974	17.78	97.28	96.88	3.61	2.75	96.68	2.95	0.30742	0.88053	0.86
PV 37	PV 38	104.19	104.84	103.31	-0.629	38	38	4.3379	0.0031	0.508	6	0.6	0.974	17.78	102.99	102.37	1.20	2.47	102.17	2.67	0.02856	0.44051	0.43
PV 38	PV 39	104.84	104.73	119.99	0.092	88	126	4.2149	0.0031	1.644	6	0.6	0.974	17.78	102.34	101.62	2.50	3.11	101.42	3.31	0.09251	0.62414	0.61
PV 39	PV 40	104.73	103.28	113.96	1.272	38	164	4.1786	0.0031	2.119	6	0.6	0.974	17.78	101.59	100.91	3.14	2.37	100.71	2.57	0.11923	0.67280	0.66
PV 40	PV 41	103.28	101.95	64.91	2.049	38	201	4.1470	0.0031	2.589	6	0.6	0.974	17.78	100.88	100.49	2.40	1.46	100.29	1.66	0.14563	0.71338	0.70
PV 41	PV 36	101.95	99.63	119.99	1.933	0	201	4.1470	0.0031	2.589	6	2	1.779	32.45	100.46	98.06	1.49	1.57	97.86	1.77	0.07976	0.59840	1.06

Apéndice 2

Tabla XIX. Libreta topográfica

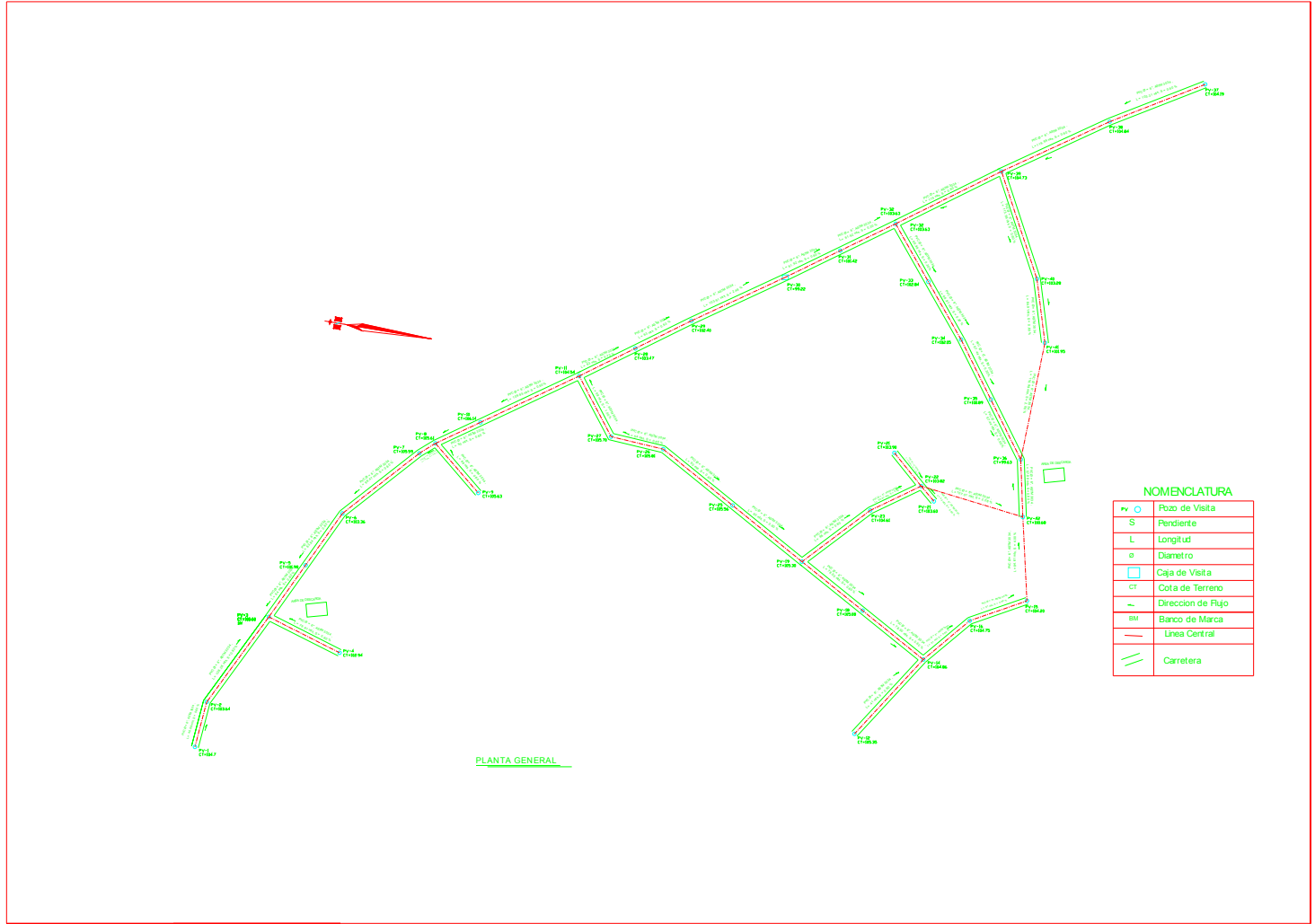
E	P.O.	AZIMUTH	DIST. <mts.>
0	1	243°07'21"	79.91
0	2	143°49'15"	106.06
2	3	165°11'49"	46.88
0	4	324°34'42"	127.84
4	5	308°01'29"	98.47
5	6	301°29'01"	19.00
6	6A	220°49'20"	66.00
6	7	294°58'09"	49.99
7	8	295°09'34"	109.95
8	8A	207°46'02"	69.00
8A	8B	256°29'32"	54.00
8B	8C	230°58'19"	180.00
8C	8D	306°55'07"	86.00
8D	8E	295°28'31"	56.91
8E	8J	219°54'16"	20.00
8E	8K	38°55'03"	43.00
8C	8F	231°07'02"	159.99
8F	8G	309°52'42"	61.00
8G	8H	289°07'27"	61.00
8F	8I	137°10'37"	102.00
8	9	296°11'20"	125.99
9	10	294°50'23"	103.91
10	11	295°50'32"	123.84
11	11A	209°30'16"	133.96
11A	11B	206°27'24"	134.89
11B	11C	182°06'53"	57.88
11	12	296°19'05"	119.00
12	12A	198°16'45"	113.36
12A	12B	187°07'51"	64.91
12	13	294°41'49"	119.99
13	14	291°19'10"	103.31



NOMENCLATURA

	VIVIENDAS Y ALBERGUE DE INDIANOS
	IGLESIA
	ESCUELA
	UBICACION DE CONEXION COBOCQUE

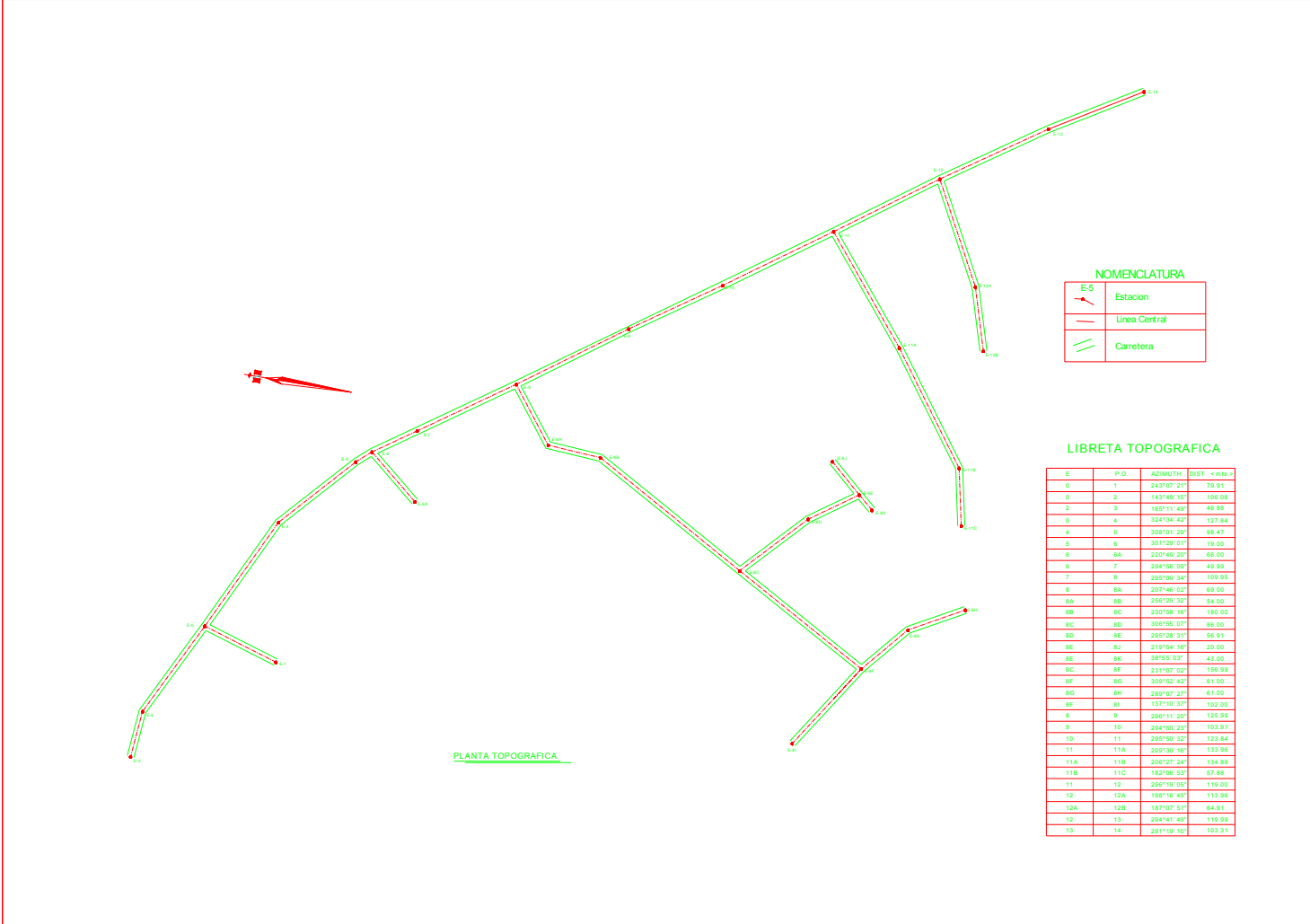
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA



PLANTA GENERAL

NOMENCLATURA

IV	○	Pozo de Visita
S		Pendiente
L		Longitud
φ		Diametro
	□	Caja de Visita
CT		Cota de Terreno
→		Direccion de Flujo
BM		Banco de Marca
	—	Linea Central
	—	Carretera



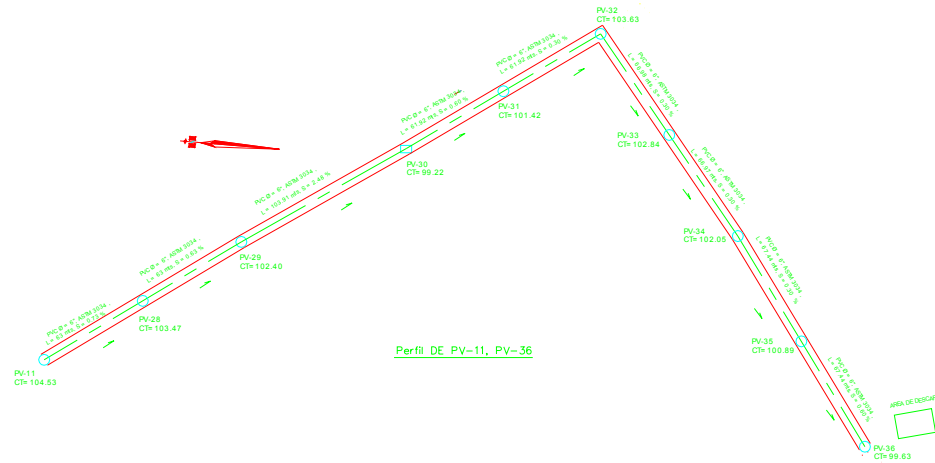
NOMENCLATURA

ES	Estacion
—	Linea Central
—	Carretera

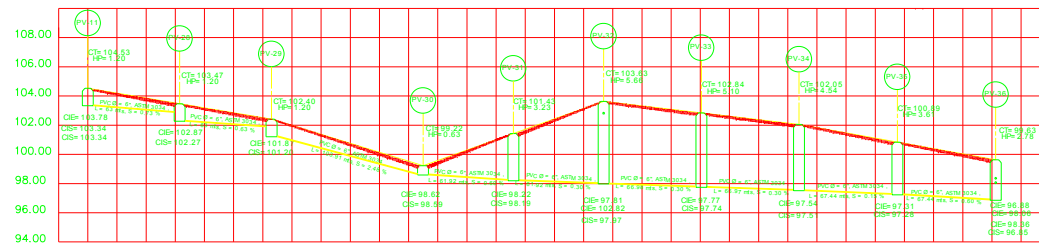
LIBRETA TOPOGRAFICA

E	P.O.	AZIMUTH	DIST. \timesmts>
0	1	243°07'21"	79.91
0	2	143°49'15"	108.08
2	3	165°11'49"	48.88
0	4	324°34'42"	127.84
4	5	328°01'29"	98.47
5	6	351°29'01"	19.00
6	6A	220°49'20"	68.00
6	7	294°58'09"	49.99
7	8	295°09'34"	109.95
8	8A	207°48'02"	69.00
8A	8B	250°29'32"	24.00
8B	8C	230°58'19"	180.00
8C	8D	306°56'07"	86.00
8D	8E	295°28'31"	56.91
8E	8F	210°54'16"	28.00
8E	8K	387°55'03"	43.00
8C	8F	231°07'02"	158.99
8F	8G	306°52'42"	61.00
8G	8H	289°07'27"	61.00
8F	8I	137°10'37"	162.00
8	9	290°11'20"	125.99
9	10	294°50'23"	103.91
10	11	295°50'32"	123.84
11	11A	209°30'16"	133.96
11A	11B	200°23'24"	134.99
11B	11C	182°06'53"	97.88
11	12	296°19'05"	119.00
12	12A	198°16'45"	113.98
12A	12B	187°07'51"	64.91
12	13	284°41'49"	110.99
13	14	291°19'10"	103.31

PLANTA TOPOGRAFICA



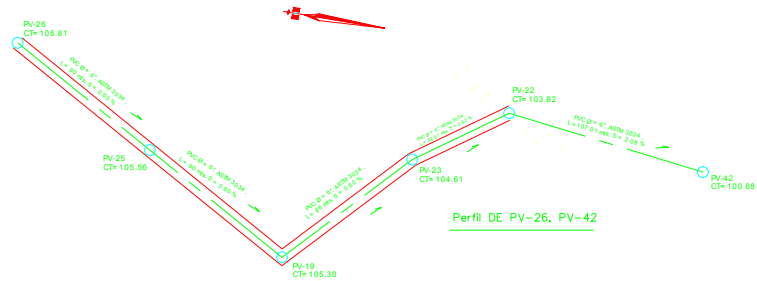
Perfil DE PV-11, PV-36



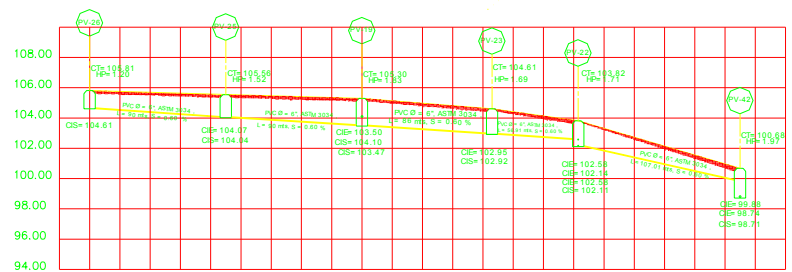
Perfil DE PV-11, PV-36

NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
\varnothing	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



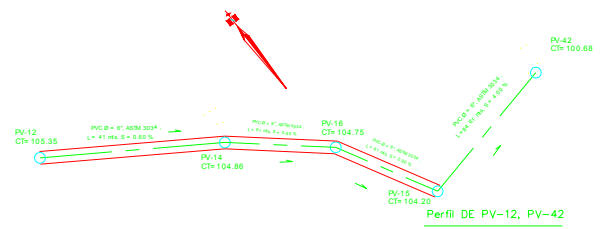
Perfil DE PV-26, PV-42



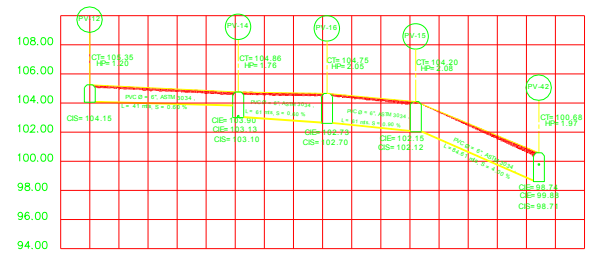
Perfil DE PV-26, PV-42

NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
\varnothing	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



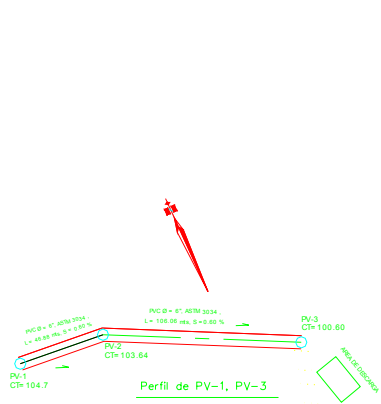
Perfil DE PV-12, PV-42



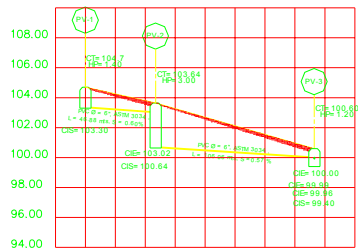
Perfil DE PV-12, PV-42

NOMENCLATURA

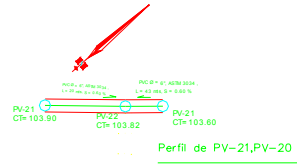
	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
\emptyset	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



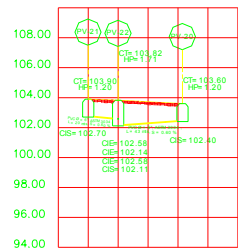
Perfil de PV-1, PV-3



Perfil de PV-1, PV-3



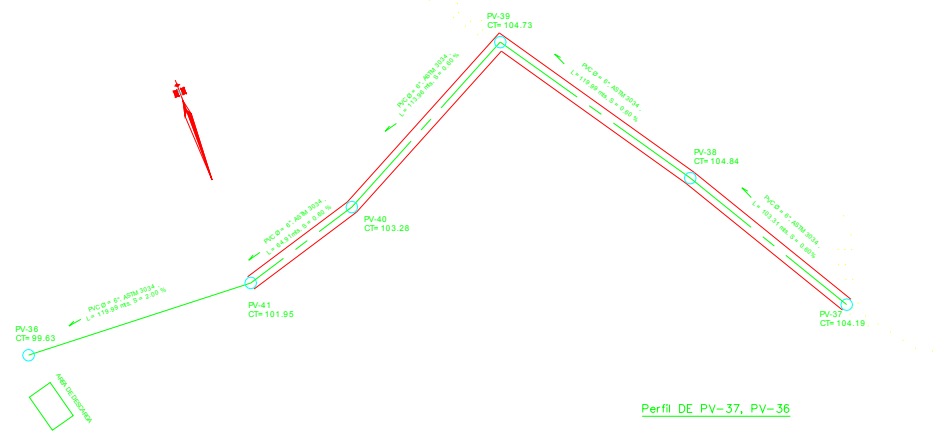
Perfil de PV-21, PV-20



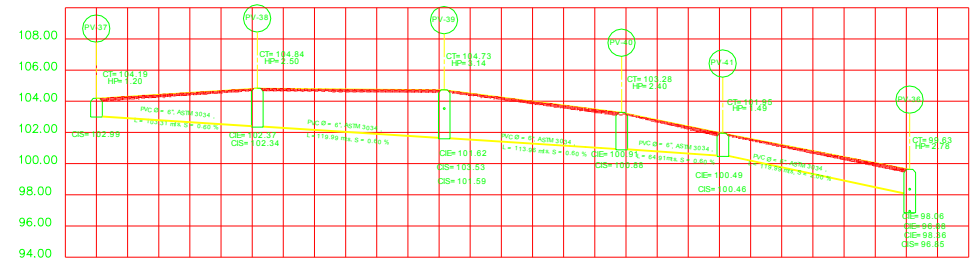
Perfil de PV-21, PV-20

NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
∅	Diametro
CI	Cota Inver de Entrada
CS	Cota Inver de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
→	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



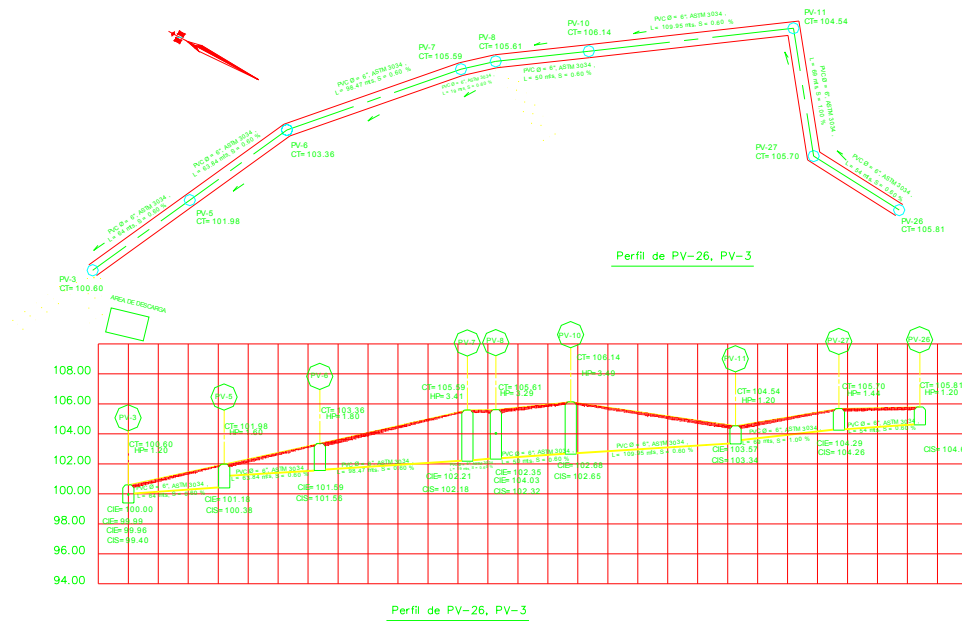
Perfil DE PV-37, PV-36



Perfil DE PV-37, PV-36

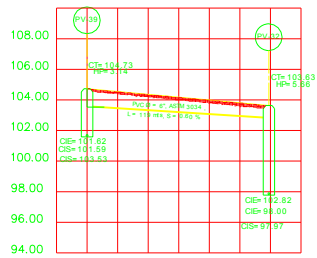
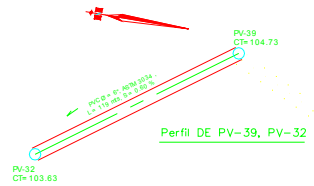
NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
∅	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita

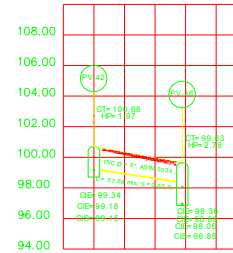
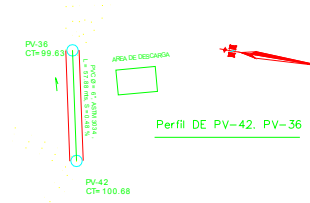


NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
∅	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



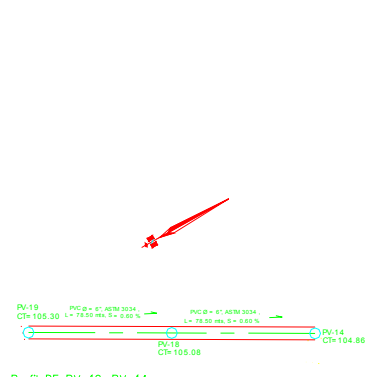
Perfil DE PV-39, PV-32



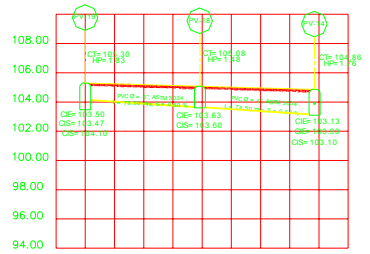
Perfil DE PV-42, PV-36

NOMENCLATURA

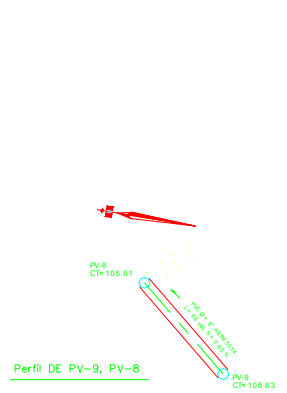
	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
∅	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Caja de Visita



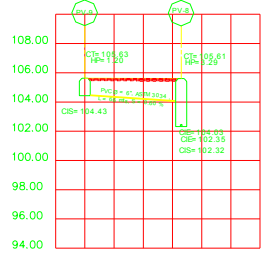
Perfil DE PV-19, PV-14



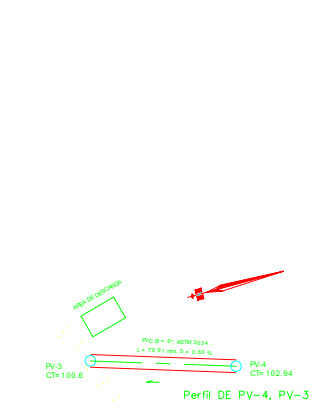
Perfil DE PV-19, PV-14



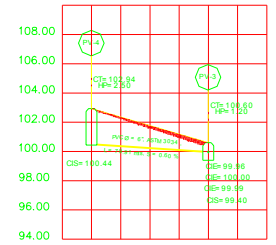
Perfil DE PV-9, PV-8



Perfil DE PV-9, PV-8



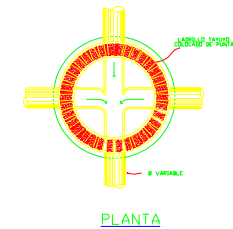
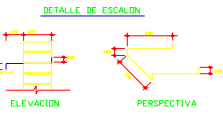
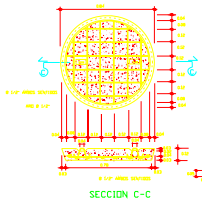
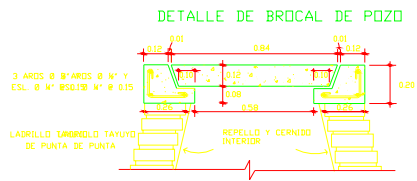
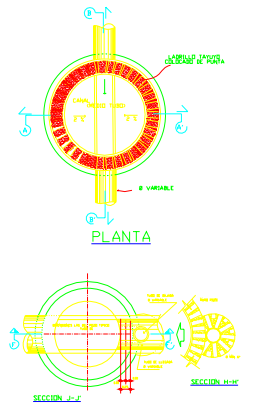
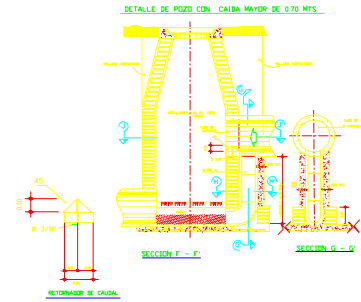
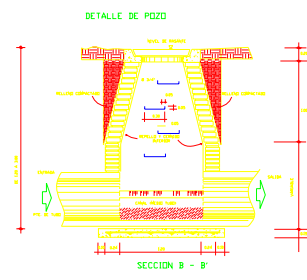
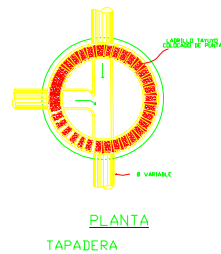
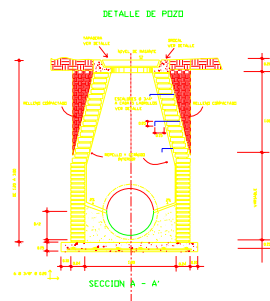
Perfil DE PV-4, PV-3



Perfil DE PV-4, PV-3

NOMENCLATURA

	Pozo de Visita
S	Pendiente
L	Longitud
ø	Diametro
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida
CT	Cota de Terreno
HP	Altura de Pozo
	Direccion de Flujo
	Caja de Visita



POZO DE VISITA DE 1.20 A 3.00 mt.

- NOTA 1:
EL CONCRETO SERA CON LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:2:
CEMENTO, ARENA DE RIO, PIEDRIN DE 1/2"
PARA 10 SACOS DE CEMENTO SE NECESITAN
7 CARRETELLAS DE ARENA Y 7 CARRETELLAS DE PIEDRIN.
- NOTA 2:
PARA EL ALISADO SE UTILIZARA UNA MEZCLA CON
PROPORCIONES DE 1:2. ESTO QUIERE DECIR QUE SE
UTILIZARA 1 SACO DE CEMENTO Y 2 CARRETELLAS DE
ARENA CERNIDA O BIEN POR CADA BOTE DE CEMENTO
DOS BOTES DE ARENA CERNIDA
- NOTA 3:
ACERO DE REFUERZO GRADO 40

