



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO,
CHIMALTENANGO**

Edgar Eduardo Hernández Miculax

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, septiembre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE
ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO,
CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR EDUARDO HERNÁNDEZ MICULAX

ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto de 2015.


Edgar Eduardo Hernández Miculax



Guatemala, 18 de julio de 2016

REF.EPS.DOC.428.07.16

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

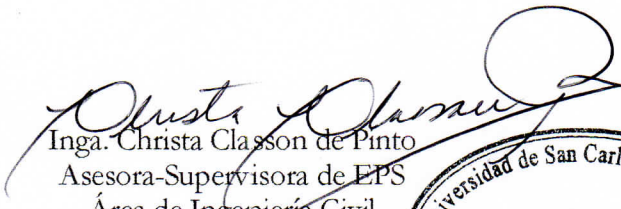
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edgar Eduardo Hernández Miculax** con carné No. **200915384**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
CDRSdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
20 de julio de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edgar Eduardo Hernández Miculax, con Carnet No.200915384 , quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 21 de julio de 2016
Ref.EPS.D.278.07.16

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

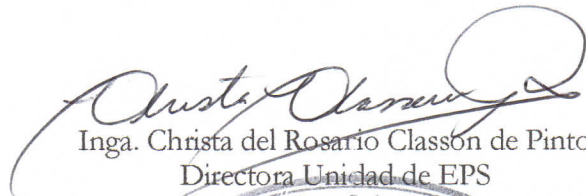
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edgar Eduardo Hernández Miculax, carné 200915384**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Inga.Christa Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor – Supervisor de EPS, como asesora-supervisora y Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

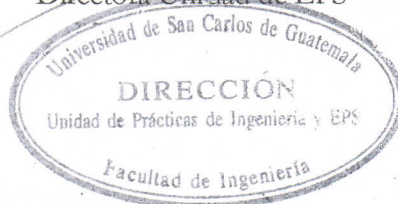
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CdRCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Eduardo Hernández Miculax, titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2016.

/mrrm.

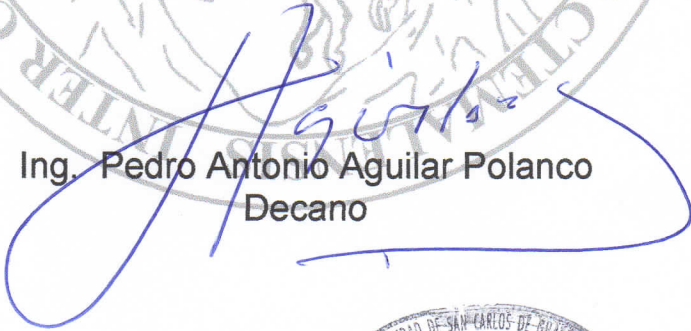
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



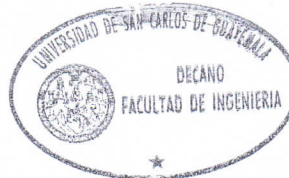


El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTÉNANGO, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Eduardo Hernández Miculax**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, septiembre de 2016



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por todas las bendiciones derramadas en mi vida y mi familia, por su inmenso amor al acompañarme en este camino de la vida.
- Mis padres** Pedro Hernández Elel y María Magdalena Miculax de Hernández, por ser un gran ejemplo de vida y superación, porque con su gran esfuerzo y sacrificio me permiten llegar a culminar mis estudios universitarios.
- Mis hermanos** José, Flor, Pablo, Josué, Heidy y María Hernández Miculax, por formar parte de mi vida y el apoyo que han brindado en la familia, para que fuese posible llegar a mi meta.
- Mis familiares** A mis tíos y primos, cada uno por nombre y apellido, que creyeron y confiaron en mi persona, dándome palabras de ánimos y buenos deseos en mi formación académica.
- Mis amigos** Otoquí Junajpú Hernández, por ser el principal motivador para seguir mi carrera universitaria, así como a cada uno de los amigos que conocí durante el proceso de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por regalarme el don de la vida y permitirme alcanzar mi meta y todas las bendiciones que ha derramado en mí.
Mis padres	Pedro Hernández Elel y María Magdalena Miculax de Hernández, por el sacrificio que realizan cada día para poder brindarme su apoyo incondicional.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrir sus puertas a todos aquellos que quieran superarse, estudiando una carrera universitaria.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme el conocimiento necesario para mi formación académica y así poder desempeñar la profesión de la mejor manera.
Municipalidad de Chimaltenango	Por permitirme realizar el Ejercicio Profesional Supervisado, así como compartir el conocimiento; por su valiosa amistad y apoyo incondicional durante el período de la práctica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía y generalidades.....	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.1.1. Origen de la comunidad.....	2
1.1.2. Aspectos físicos.....	2
1.1.2.1. Ubicación y localización geográfica.....	2
1.1.2.2. Límites y colindancias.....	4
1.1.2.3. Población y demografía.....	4
1.1.2.4. Clima.....	5
1.1.2.5. Hidrografía.....	8
1.1.2.6. Orografía.....	9
1.1.3. Servicios básicos.....	9
1.1.3.1. Vías de acceso.....	9
1.1.3.2. Centros educativos.....	10
1.1.3.3. Centros de salud.....	11
1.1.3.4. Letrinización.....	11

2.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.1.	Situación actual	13
2.1.1.	Agua potable	13
2.1.2.	Alcantarillados	13
2.1.2.1.	Alcantarillado sanitario	13
2.1.2.2.	Alcantarillado pluvial	14
2.1.3.	Tipo de sistema a utilizar	14
3.	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	15
3.1.	Levantamiento planimétrico	15
3.2.	Levantamiento altimétrico	16
4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	17
4.1.	Normas de diseño	17
4.1.1.	Período de diseño	17
4.1.2.	Diseño de secciones y pendientes	17
4.1.3.	Diámetros mínimos	19
4.1.4.	Velocidad máxima y mínima	19
4.1.5.	Profundidad de la tubería	20
4.1.6.	Ancho de zanja	20
4.1.7.	Obras accesorias	21
4.1.8.	Pozos de visita	22
4.2.	Diseño del sistema	23
4.2.1.	Población tributaria	23
4.2.2.	Dotación	24
4.2.3.	Factor de retorno	24
4.2.4.	Cálculo e integración de caudales	24
4.2.4.1.	Caudal domiciliar	24
4.2.4.2.	Caudal de infiltración	25

4.2.4.3.	Caudal de conexiones ilícitas	25
4.2.4.4.	Caudal comercial	26
4.2.4.5.	Caudal industrial	27
4.2.4.6.	Caudal sanitario	27
4.2.5.	Factor de caudal medio (Fqm)	28
4.2.6.	Factor de flujo (Harmond)	28
4.2.7.	Caudal de diseño	29
4.2.8.	Diseño hidráulico	29
4.2.8.1.	Relaciones hidráulicas	31
4.2.9.	Cotas invert.....	34
4.2.10.	Tratamiento de aguas residuales	36
4.2.10.1.	Propuesta de tratamiento	36
4.2.10.1.1.	Tratamiento preliminar ..	37
4.2.10.1.2.	Tratamiento primario	37
4.2.10.1.3.	Tratamiento secundario	37
4.2.10.1.4.	Tratamiento terciario	39
4.2.10.1.5.	Desinfección.....	40
4.2.10.1.6.	Tratamiento y disposición de lodos	40
4.2.10.2.	Diseño de fosas sépticas	40
4.2.10.3.	Dimensionamiento de fosas sépticas ...	41
4.2.10.3.1.	Cálculo del volumen de líquidos.....	41
4.2.10.3.2.	Cálculo de volumen de lodos	42
4.2.10.3.3.	Cálculo del volumen total	42

4.2.10.3.4.	Cálculo de número de fosas para el sistema	44
-------------	---	----

5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL.....	45
5.1.	Normas de diseño	45
5.1.1.	Período de diseño	45
5.1.2.	Diámetros mínimos.....	45
5.1.3.	Velocidades máximas y mínimas.....	46
5.1.4.	Profundidad de la tubería	46
5.1.5.	Pozos de visita	46
5.1.5.1.	Separación entre cada pozo de visita ..	47
5.1.6.	Tragantes	47
5.1.7.	Diseño del sistema	48
5.1.7.1.	Área tributaria	48
5.1.7.2.	Período de retorno.....	48
5.1.7.3.	Tiempo de concentración.....	49
5.1.7.4.	Intensidad de lluvia	49
5.1.7.5.	Coeficiente de escorrentía	51
5.1.7.6.	Caudal de diseño.....	53
5.1.8.	Diseño de un tramo de alcantarillado pluvial.....	53
5.1.9.	Diseño hidráulico	56
5.1.10.	Diseño del tragante	57
5.1.10.1.	Capacidad de transporte de la cuneta.....	57
5.1.10.2.	Ancho de la rejilla	58
6.	PRESUPUESTO.....	63
6.1.	Presupuesto alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial	63
6.1.1.	Cronograma de ejecución física-financiera.....	65

7.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)	71
7.1.	Medidas de mitigación de impacto	71
7.1.1.	Impacto benéfico.....	72
7.1.2.	Impacto mitigable.....	72
7.1.3.	Duración del impacto	73
7.1.4.	Importancia del impacto	73
8.	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	75
8.1.	Valor presente neto (VPN).....	75
8.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	77
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFÍA.....	83
	APÉNDICES.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y localización del municipio de Chimaltenango	3
2.	Ubicación de la comunidad El Durazno	3
3.	Familia de curvas IDF para la estación Alameda Icta	51
4.	Planta de rejilla transversal	59
5.	Sección de calle	59

TABLAS

I.	Promedios anuales de temperatura máxima y mínima	5
II.	Promedios de temperatura máxima y mínima absoluta	6
III.	Precipitación mensual y anual en mm	6
IV.	Totales mensuales y anuales de días de lluvia	7
V.	Promedios mensuales y anuales de nubosidad en octas	7
VI.	Promedios mensuales y anuales de dirección del viento.....	8
VII.	Promedios mensuales y anuales de velocidad de viento (km/h).....	8
VIII.	Anchos mínimos de zanja	21
IX.	Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular	31
X.	Intensidad de lluvia y su período de retorno	50
XI.	Coeficiente de escorrentía	52
XII.	Dimensionamiento de sumideros transversales	62
XIII.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario	64
XIV.	Cronograma de ejecución física	65

XV.	Cronograma de ejecución financiera	66
XVI.	Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial	67
XVII.	Cronograma de ejecución física.....	68
XVIII.	Cronograma de ejecución financiera	69
XIX.	Propuesta de tarifa	76
XX.	Ingresos y egresos	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_f	Altura de pozo final
H_i	Altura de pozo inicial
A	Área
Q_{II}	Caudal a sección llena
$Q_{com.}$	Caudal comercial
$Q_{dis.}$	Caudal de diseño
$Q_{inf.}$	Caudal de infiltración
$Q_{dom.}$	Caudal domiciliar
q	Caudal existente
$Q_{ci.}$	Caudal ilícito
C	Coefficiente de escorrentía
n	Coefficiente de rugosidad de Manning
CT_f	Cota del terreno final
CT_i	Cota del terreno inicial
CIE	Cota invert entrada
CII	Cota invert inicial
CIS	Cota invert salida
D	Diámetro de la sección circular
$Dist$	Distancia horizontal
Dot	Dotación
F_{qm}	Factor de caudal medio
$F.H.$	Factor de flujo
Fr	Factor de retorno

hab.	Habitantes
Ha	Hectárea
I	Intensidad de lluvia
Lts	Litros
L	Longitud de cauce
PVC	Material termoplástico o de policloruro de vinilo
m	Metros
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
S	Pendiente de gradiente horizontal
% S	Pendiente del terreno
T	Período de diseño
T_L	Período de retención de lodos
P	Población
P_a	Población actual
P_f	Población final
Pulg	Pulgadas
R	Razón de crecimiento poblacional
s	Segundos
T_c	Tiempo de concentración
d	Tirante de agua en la sección
V_{II}	Velocidad a sección llena
v	Velocidad del flujo a sección parcialmente llena
V_{liq.}	Volumen de líquidos
V_{TOT.}	Volumen total

GLOSARIO

Altimetría	Rama de la topografía que se encarga de las mediciones de los diferentes niveles entre dos puntos de un terreno.
Área tributaria	Área que contribuye a un solo tramo de alcantarillado sanitario o alcantarillado pluvial.
Caudal	Relación que existe entre el volumen de un líquido por unidad de tiempo.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Cota invert	Distancia que existe entre el nivel de la rasante y la parte inferior de la tubería.
Dotación	Cantidad de agua que se asigna para el consumo por día de una persona, para satisfacer sus necesidades personales.
Escorrentía	Es el flujo de agua de lluvia que circula libremente por la superficie de un terreno.
Factor de flujo	Es el valor de seguridad que se presenta principalmente en las horas pico del uso del sistema de alcantarillado sanitario.

Factor de retorno	Porcentaje de agua que regresa al sistema de alcantarillado sanitario después de su uso.
Icta	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.
INE	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Insivumeh	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrografía.
Intensidad de lluvia	Espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo.
MSNM	Metros sobre el nivel del mar.
Período de retorno	Es el intervalo (T), al lapso promedio en años de ocurrencia de un evento igual o de mayor a una magnitud.
Pozo de visita	Estructura que permite la inspección y limpieza de los alcantarillados, sanitario o pluvial.
Sosea	Secretaría de Obras Sociales de la Esposa del Alcalde.
Tragante	Estructura que se encarga de recolectar el agua pluvial para conducirla al sistema de alcantarillado.

RESUMEN

La comunidad El Durazno del municipio de Chimaltenango, es una de las comunidades que carece de algunos de los servicios básicos como los sistemas de alcantarillados.

A través del presente trabajo de investigación se desarrolla el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, así como un sistema de alcantarillado pluvial, el cual será de gran beneficio para sus habitantes.

Para la determinación de los proyectos se realizó un diagnóstico de las necesidades que afronta la comunidad, así como su infraestructura, población y aspectos sociales.

Este trabajo de investigación consta de cinco fases: la fase de investigación trata acerca de la monografía y aspectos generales de la comunidad; la segunda fase consta de la identificación del problema; en la tercera fase se lleva a cabo el estudio topográfico adecuado para obtener la planimetría y altimetría del lugar; en la cuarta y quinta fase se realizan los diseños de los alcantarillados respectivos, basados en las normas del INFOM, siendo el diseño para un período de vida útil establecido por las normas.

En la parte final del trabajo de investigación se incluyen las conclusiones y recomendaciones necesarias para que los diseños realizados mantengan un buen funcionamiento en el transcurso de los años. Así como los planos constructivos de ambos sistemas respectivamente.

OBJETIVOS

General

Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario y de alcantarillado pluvial para la comunidad El Durazno, del municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango.

Específicos

1. Brindar a los pobladores de la comunidad una planificación que les ayude a la buena construcción de los sistemas de alcantarillados para que estos cumplan con el buen funcionamiento y ayude con la infraestructura de la comunidad.
2. Proveer los planos constructivos de los alcantarillados respectivos para la construcción.
3. Apoyar a los habitantes de la comunidad El Durazno, a que puedan contar con un servicio de saneamiento adecuado para evitar las enfermedades en los pobladores, así como tener un mejor acceso a la comunidad en tiempos de invierno.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Chimaltenango, existen muchas comunidades que aún no cuentan con los servicios básicos necesarios, así como una buena infraestructura.

Entre los distintos servicios se pueden mencionar: centros de salud, agua potable, servicios de saneamiento, caminos en buen estado, entre otros servicios más. Estos son necesarios para el desarrollo de una comunidad y así contar con mejores condiciones de vida en las comunidades.

La comunidad El Durazno carece de varios servicios básicos, por lo cual al priorizar las necesidades se encuentra que el saneamiento es de gran interés para los pobladores, ya que no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario por el cual puedan descargar sus aguas residuales de una manera adecuada y estas no corran a flor de tierra; en tiempos de invierno se ve afectado el libre acceso por las inundaciones de las calles, por lo cual es necesaria la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial para contar con un libre acceso.

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) tiene como finalidad brindar a la comunidad una planificación de los proyectos priorizados por la comunidad, junto con la municipalidad. Se presenta el siguiente el siguiente trabajo de investigación y planificación de los sistemas de alcantarillados para la comunidad El Durazno, del municipio de Chimaltenango.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía y generalidades

Se presentarán algunos aspectos referentes a la comunidad El Durazno, los cuales servirán de referencia para poder llevar a cabo el diseño de los alcantarillados.

1.1.1. Aspectos históricos

La comunidad El Durazno se originó hace aproximadamente 50 años, donde se identificaba con el nombre original de finca El Durazno, siendo esta fuente de trabajo para las diversas familias que trabajaban como jornaleros sembrando y cosechando cultivos como: durazno, café y caña.

En ese período los dueños de la finca El Durazno, eran el señor Juan del Carmen de origen nicaragüense y la señora Rosa del Carmen, de nacionalidad guatemalteca, ambos esposos.

En 1956, al establecerse la Ley Agraria, los dueños decidieron repartir las tierras en partes iguales a todos los trabajadores que laboraban en la finca, esto en compensación de una liquidación salarial; fue así como cuarenta y un jornaleros recibieron una cantidad de seis cuerdas cada uno; algunos un poco más. Siendo 39 hombres y 2 mujeres los beneficiarios de dicha finca.

1.1.1.1. Origen de la comunidad

La comunidad se formó con 41 parcelarios dueños actuales de las tierras, quedando la escritura como registro colectivo. Aproximadamente en 1958 la finca El Durazno cambia de nombre a microparcelamiento El Durazno; este se pobló cada vez más con el paso de los años de una forma dispersa, quedando compuesta por 50 manzanas.

1.1.2. Aspectos físicos

A continuación se describe la ubicación del lugar de estudio.

1.1.2.1. Ubicación y localización geográfica

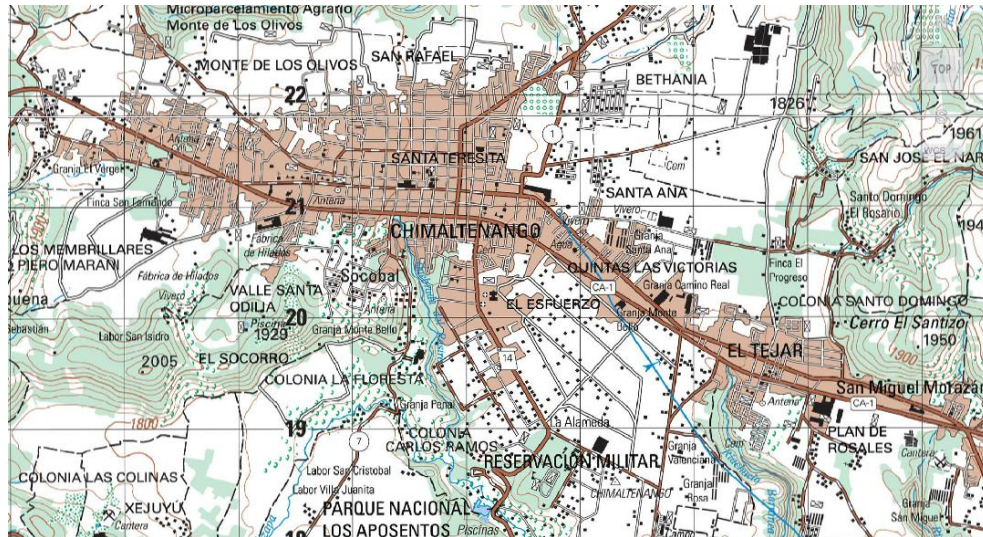
El municipio de Chimaltenango se encuentra situado en la región V o región central (ubicado en el centro del departamento), a una distancia de 54 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala, con una extensión territorial de 212 kilómetros cuadrados.

Está localizado en la altitud 14° 39' 38" norte y en la longitud 90° 49' 10" oeste, a una altura de 1800 metros sobre el nivel del mar.

La comunidad El Durazno se ubica a 5 kilómetros de la cabecera departamental, del casco urbano. Está localizada en la altitud 14° 40' 28.72" norte y longitud 90° 48' 10.40" oeste; a una altura de 1772 metros sobre el nivel del mar.

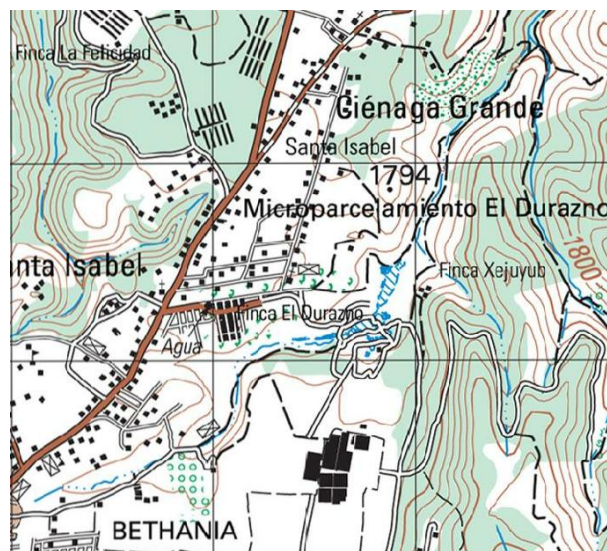
Siendo la vía de acceso la carretera que va hacia el municipio de San Martín Jilotepeque.

Figura 1. **Ubicación y localización del municipio de Chimaltenango**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

Figura 2. **Ubicación de la comunidad El Durazno**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.1.2.2. Límites y colindancias

El municipio de Chimaltenango colinda con los siguientes municipios:

- Norte: San Martín Jilotepeque, Zaragoza
- Sur: Acatenango, Parramos
- Este: El Tejar
- Oeste: Zaragoza y San Andrés Itzapa

La comunidad El Durazno tiene como colindantes:

- Norte: Residenciales Bosques del Porvenir
- Sur: aldea Ciénaga Grande
- Este: finca El Durazno
- Oeste: aldea Santa Isabel

1.1.2.3. Población y demografía

La población de la cabecera departamental de Chimaltenango según proyecciones del INE, para el 2009 era de 109 656 habitantes, siendo el 50,19 % mujeres y 49,81 % hombres.

El crecimiento poblacional a partir de 2002 al 2009 registra una tasa de crecimiento poblacional de 5,76 %, mientras que del año 2009 al 2020 se proyecta un crecimiento del 4,17 % por año.

Con base en los datos del INE, para el 2015, se proyectó una población de 140 116 habitantes en la cabecera departamental.

Según datos del censo realizado por la Sosea, para el 2014 la población de la comunidad El Durazno era de 1 503 habitantes.

1.1.2.4. Clima

Chimaltenango es un departamento que cuenta con un clima templado y frío; es frío en los primeros y últimos meses de cada año, y templado en los meses intermedios.

La estación meteorológica del Insivumeh más cercana es la Alameda Icta, la cual se encuentra en el sector B, La Alameda, Chimaltenango; se ubica en las coordenadas, latitud norte 14° 39' 30" y longitud oeste 90° 49' 30", con altura de 1 786 msnm, dentro del casco urbano de la cabecera departamental.

Según los datos recabados en la estación se tiene los siguientes:

Tabla I. **Promedios anuales de temperatura máxima y mínima**

AÑO	TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL (°C)
2006	18,5	13,2
2007	18,2	12,1
2008	18,5	11,7
2009	14,0	11,6
2010	24,7	11,9

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla II. **Promedios de temperatura máxima y mínima absoluta**

AÑO	TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL (°C)	TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL (°C)
2006	26	-1
2007	26	1
2008	22	3
2009	29,8	0,8
2010	29,6	2,4

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla III. **Precipitación mensual y anual en mm**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1982	2	8	0	6,3	163,9	217,2	108,7	101,4	---	95,7	5,5	5,4	714,1
1983	4	59,4	32,6	7,8	18,3	246,1	164,1	119,6	159,1	68,2	66,6	4,6	950,4
1984	0	7,8	13,3	11,4	135,6	98,4	221,4	139,7	211,2	63,9	7,8	0,6	911,1
1985	0	3,9	4,5	1,7	146,4	207,6	189	169,8	172,9	90	11,8	0	997,6
1986	0,4	---	0	28,1	175	---	149,8	200	127,3	90,6	10,5	0	781,7
1987	0	0	110,9	59,8	---	276,7	197	80,9	258,9	59,6	1,1	2,8	1047,7
1990	0	2,7	1,7	21,1	80	257,5	134,7	91,4	---	76,7	32,9	0,4	699,1
1991	2	0	0	7,6	106,5	313,3	46,4	57,2	182,1	72,9	1,7	35,6	825,3
1992	40,2	0	23,8	24,2	33,1	155,7	91,9	84,8	174,1	162,7	7,4	23,5	821,4
1993	0	0	0	23,5	64,1	334,7	81	207,5	54	97,1	3,7	0	865,6
1994	9,7	2	4,8	23,5	171,1	165,3	94,4	213,6	117,8	77,6	9,6	6,1	895,5
1995	0	0	23,5	46,5	94,6	266,2	149,2	149,3	232,9	126,1	3,5	30,6	1122,4
1996	6,7	0	0	91,9	143,9	211,2	286,1	149,2	227,7	81,7	23,9	30,6	1252,9
1997	0	5	0	17	79,5	210,5	88	80,2	288,9	98,1	49,5	8	924,7
1998	0	0	2	0	116	207,1	---	---	---	---	---	---	325,1
1999	0	0	0	0	0	320,4	257,7	119	285,3	---	13,7	16,3	1012,4
2000	0,3	---	---	---	---	---	---	115	136,9	39,3	0	38,2	329,7
2001	0	4,9	0	17,9	232,6	66,9	209,4	172,9	225,3	90,7	12,2	1	1033,8
2002	25,5	2,8	1	0	92,9	220,2	177,4	68,1	133,7	108,9	51,1	0,4	882
2003	3,6	4,8	75,6	35,5	157,8	280,7	162	98,3	385,3	97,9	36,6	0,5	1338,6

Continuación de la tabla III.

2004	3,9	0	29,7	33,1	177,5	159,4	127,6	89	279,5	177,8	5	0	1082,5
2005	1,3	0	4,4	6,1	127,6	383,1	248	183,9	148,4	190,6	15,7	7,6	1316,7
2006	14,7	0	6,2	56,3	131	438,7	234,5	148,5	231,8	221,9	13,7	9	1506,3
2007	4,8	0	6,2	0	81,5	186,9	142,8	175,4	215,4	133,1	14,9	1,6	962,6
2008	0	0	0	12,4	56	---	---	---	---	---	---	---	68,4
2009	0	4,6	0	7,9	130,8	186,6	103,9	111,4	155,6	59,5	144,2	44,4	948,9
2010	0	0,6	3,5	68,6	404,4	251,5	237,2	398,4	315,2	---	---	---	1684,8

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla IV. **Totales mensuales y anuales de días de lluvia**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2006	3	0	2	5	8	---	17	15	18	15	3	4	90
2007	1	---	---	0	6	19	15	16	24	16	5	2	104
2008	0	0	0	3	8	---	---	---	---	---	---	---	11
2009	---	1	0	3	16	20	13	15	17	9	10	4	108
2010	2	2	2	10	15	6	23						60

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla V. **Promedios mensuales y anuales de nubosidad en octas**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2006	7	6	6	6	8	7	6	7	8	7	7	7	7
2007	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	6	6	7
2008	6	6	6	6	6	---	---	---	---	---	---	---	6
2009	---	4	3	4	6	6	5	6	6	5	4	4	5
2010	4	5	4	5	6	6	6						5

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla VI. **Promedios mensuales y anuales de dirección del viento**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2006	E	C	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2007	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
2008	E	E	VRB	E	E	--	--	--	--	--	--	--	E
2009	---	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	N	N
2010	N	SUR	SUR	SUR	N	SUR	SUR						SUR

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Tabla VII. **Promedios mensuales y anuales de velocidad de viento (km/h)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2006	---	---	5,9	5,6	3	3,1	3,7	3,1	3,5	3,9	4,1	4	4
2007	5,3	5	5,7	5,4	4,3	3,6	4,2	3,9	3,4	3,4	9	4,1	4,8
2008	5	4,8	5,8	3,4	5	--	--	--	--	--	--	--	4,8
2009	---	16,6	17,5	9,9	7,2	5,2	6,2	4,9	4,2	4,7	4,4	4,2	7,7
2010	5,5	6,1	6,6	7,1	5,1	4,7	5						5,7

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

1.1.2.5. Hidrografía

El departamento de Chimaltenango es cruzado por varios ríos, siendo los principales:

- El Coyolate
- Madre Vieja
- Pixcayá
- Grande o Motagua
- Guacalate o de la Virgen

1.1.2.6. Orografía

Chimaltenango está situado sobre la Sierra Madre que conforma el altiplano central, la cual se encuentra al norte del departamento; los ramales forman elevadas montañas y cerros prominentes, lo que da una conformación orográfica muy especial, con profundos barrancos, hermosos valles y grandes llanuras fértiles.

En su territorio se encuentra el volcán de Fuego, que alcanza una altura de 3 763 msnm; también el volcán de Acatenango que tiene dos picos, uno de 3 975 msnm y el otro de 3 880 msnm.

1.1.3. Servicios básicos

Se enlistan a continuación los diversos servicios básicos con que cuenta la comunidad.

1.1.3.1. Vías de acceso

Su principal vía de comunicación es la carretera Interamericana CA-1, que inicia desde El Tejar y cruza el territorio, finalizando en Tecpán Guatemala, hacia los departamentos de El Quiché y Sololá.

Las vías de acceso hacia las comunidades del municipio de Chimaltenango, en su mayoría son de terracería o balasto; esto ocasiona dificultades de tránsito vehicular para los habitantes de dichas comunidades.

1.1.3.2. Centros educativos

El municipio de Chimaltenango cuenta con los suficientes centros educativos en todas las áreas, tanto nacionales, como privados y por cooperativa. Asimismo con extensiones universitarias, cuyo único fin es de promover la transformación del sistema educativo.

La tasa bruta de escolaridad es de 91,52 % en el nivel primario, y en el nivel medio, es de 80,56 % en el ciclo básico y de 110,19 % en el ciclo diversificado. El ciclo diversificado pasa del 100 % debido a la migración de estudiantes de los otros municipios a la cabecera departamental.

En torno a la cobertura se reportan 73 centros educativos de nivel primario, siendo 40 públicos y 33 privados; mientras que en el ciclo básico existen 66, de los cuales 9 son públicos y 52 privados y 5 por cooperativa, en el ciclo diversificado 13 son públicos, 59 privados y 5 por cooperativa.

La comunidad El Durazno cuenta con un establecimiento nacional educativo a nivel primario que trabaja doble jornada, con 11 aulas, un salón que se divide en aula y dirección, una bodega, una cocina, una cancha de recreación deportiva y seis sanitarios. De la misma manera cuenta con una casa hogar de la comunidad que atiende a una cantidad de 20 niños de 1 a 6 años de edad.

La comunidad no cuenta con establecimientos de nivel básico y diversificado, por lo que deben viajar a las comunidades vecinas o casco urbano para seguir con su educación.

1.1.3.3. Centros de salud

La cabecera departamental de Chimaltenango cuenta con un hospital nacional, un centro de salud tipo B, 2 puestos de salud, 14 centros comunitarios, hospitales y sanatorios privados.

1.1.3.4. Letrinización

En la actualidad, a falta de un sistema de alcantarillado sanitario, el 100 % de la población posee letrinas artesanales por medio de las cuales descargan sus aguas servidas; estas a su vez por el uso inadecuado, provocan enfermedades en los pobladores de la comunidad.

2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Situación actual

Se realizó una inspección de los servicios que presta la comunidad y se pudo apreciar el estado en que se encuentran actualmente.

2.1.1. Agua potable

La comunidad cuenta con un pozo mecánico para abastecer el servicio de agua potable; este servicio se brinda a toda la comunidad; cada uno posee su servicio domiciliar.

2.1.2. Alcantarillados

A continuación se describen los tipos de alcantarillado y si la comunidad posee alguno de ellos.

2.1.2.1. Alcantarillado sanitario

En la actualidad la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario por medio del cual descarguen las aguas negras de sus viviendas. La mayor parte de la población utiliza los pozos sépticos para realizar la descarga de las mismas.

2.1.2.2. Alcantarillado pluvial

No se cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial; esto ocasiona que en tiempo de invierno las aguas se estanquen en las calles, provocando así dificultades de transporte para los habitantes y visitantes.

2.1.3. Tipo de sistema a utilizar

Con base en la investigación de campo y las normas de diseño de las instituciones públicas, se opta por diseñar los alcantarillados separativos; de esa manera se evitará la contaminación innecesaria de las aguas pluviales y podrá economizarse en el tratamiento de las aguas residuales.

Para el alcantarillado pluvial se propondrá un sistema de pozos de visita, rejillas colectoras y tubería para la conducción de las aguas pluviales.

3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Para lograr determinar las características físicas del lugar donde se construirán los drenajes, se debe realizar un levantamiento topográfico adecuado que permita conocer por dónde pasará la línea del drenaje central así como sus diversos ramales. Las alturas, cruces, cambios de pendientes, desfogue final, así como el lugar donde se construirá la planta de tratamiento, son factores que hay que tomar en cuenta al momento de realizar el levantamiento.

3.1. Levantamiento planimétrico

El levantamiento planimétrico consiste en la toma de distancias horizontales que existen entre los distintos elementos o puntos de interés, partiendo de una referencia o de una referencia al norte magnético; y así poder esquematizar la superficie del terreno que servirá para el diseño.

Para este proyecto el método utilizado fue el de conservación de azimut, dejando estaciones y bancos de referencia para un replanteo topográfico. Para la realización del levantamiento se utilizó el equipo siguiente:

- Una estación total
- Un estadal
- Una brújula magnética
- Un prisma
- Estacas de madera
- Clavos

3.2. Levantamiento altimétrico

El levantamiento altimétrico consiste en la medición de niveles o elevaciones entre dos puntos diferentes del terreno, ubicados a una distancia horizontal conocida; que permitan esquematizar los perfiles del terreno, así como conocer la pendiente del mismo.

Para este proyecto se realizó el levantamiento planimétrico con el equipo mencionado anteriormente en la planimetría, ya que por ser una estación total, los trabajos topográficos se agilizan evitando utilizar otros equipos.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

4.1. Normas de diseño

Para que un sistema de alcantarillado sea factible económicamente, así como funcional, es necesario basarse en las Normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (Infom), así como en los diferentes criterios, según el tipo de material a utilizar.

4.1.1. Período de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario puede variar entre 30 a 40 años, según lo establecido en las normas del Infom; dentro de este período su función será adecuadamente.

Para este proyecto se optará por un período de diseño de 30 años, ya que es recomendable no sea demasiado largo, debido también al tiempo en que puedan tardar en el trámite y construcción del mismo.

4.1.2. Diseño de secciones y pendientes

Para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en general, se usarán secciones circulares que funcionen como canales a sección parcialmente llena. El valor máximo que debe permitirse para el diseño es el 75 % del diámetro de la tubería.

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

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

Donde:

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

R = radio hidráulico (m)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

S = pendiente (m/m)

El radio hidráulico se define como la relación que existe entre el área mojada y el perímetro mojado. Para una sección llena está definido como:

$$R = \frac{D}{4}$$

En la cual:

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

Sustituyendo el radio hidráulico en la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} * \left[\frac{D}{4} \right]^{2/3} * S^{1/2}$$

Realizando las operaciones indicadas y las conversiones de pulgadas a metros del diámetro de la tubería, se obtiene la ecuación siguiente:

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

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

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= 0,014 para tubos de concreto

= 0,010 para tubos de PVC

4.1.3. Diámetros mínimos

Para que el sistema funcione adecuadamente el diámetro de la tubería es muy importante, según las Normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom, el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo será de 6" en concreto o de 4" en PVC. La candela domiciliar tendrá un diámetro mínimo de 12".

4.1.4. Velocidad máxima y mínima

La velocidad dependerá de la pendiente del terreno, diámetro de la tubería y tipo de tubería utilizada; las Normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom recomiendan que la velocidad máxima y mínima deben ser 0,6 m/s y 3,0 m/s, respectivamente. Esto para evitar daños a la tubería utiliza y a las obras complementarias del sistema.

Para el diseño a realizar, en casos especiales la velocidad mínima se tomará como 0,4 m/s, en tramos de inicio y con bajo caudal. Así la velocidad máxima optada será de 5 m/s, con base en las especificaciones de la tubería a utilizar.

4.1.5. Profundidad de la tubería

Para determinar la profundidad de la tubería se debe tomar en cuenta qué tipo de tráfico circula en el lugar y así evitar que se dañe la tubería al no contar con el recubrimiento adecuado que garantice soportar las cargas aplicadas.

Para tráfico pesado se recomienda un recubrimiento mínimo de 1,20 m, medidos a partir de la parte inferior del tubo (cota invert), y para tráfico liviano un recubrimiento de 1,10 m.

Para el diseño la profundidad optada es de 1,10 m para tráfico liviano.

4.1.6. Ancho de zanja

El ancho de la zanja a excavar es muy importante y está en función del diámetro de la tubería a utilizar; esta debe ser adecuada para realizar los trabajos necesarios para la buena construcción del sistema tales como: manejo y colocación de la tubería, conexiones y sobre todo evitar el exceso de excavación que implicaría mayor costo.

A continuación se presenta una tabla con los anchos mínimos de zanja para la instalación de tubería en suelos estables:

Tabla VIII. **Anchos mínimos de zanja**

DIÁMETRO NOMINAL		ANCHO DE ZANJA	
Milímetros	Pulg.	Metros	Pulgadas
100	4	0,50	20
150	6	0,55	22
200	8	0,62	24
250	10	0,67	26
300	12	0,75	28
375	15	0,80	32
450	18	0,90	36
525	21	1,00	40
600	24	1,10	44
675	27	1,16	46
750	30	1,25	48
825	33	1,35	50
900	36	1,45	54
1000	42	1,55	60
1200	48	1,80	66
1350	54	2,00	72
1500	60	2,20	78

Fuente: AMANCO. *Manual de diseño para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 28.

4.1.7. Obras accesorias

Para el sistema se diseñarán pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En cambios de diámetros.
- En cambios de de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24".
- En las intersecciones de tuberías colectoras.

- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

La diferencia entre la cota invert de entrada y salida de la tubería no debe ser menor a 0,03 m. Cuando exista un cambio de diámetro entre la tubería de entrada con la de salida, la diferencia de la cota invert no debe ser menor a la diferencia de diámetros de las tuberías.

Si la diferencia de la cota invert de entrada con la de salida excede en 0,70 m, se deberá diseñar una obra que evite el daño al pozo de visita debido a la turbulencia del caudal.

4.1.8. Pozos de visita

Son estructuras que permiten el acceso para la inspección y limpieza de los sistemas de alcantarillado sanitario, son utilizados también para la unión de tuberías de distinto diámetro.

Se construirán las paredes de barro cocido y el resto de concreto armado; las alturas dependerán del diseño hidráulico.

Si es necesario deberán construirse pozos disipadores que permitan el buen funcionamiento de todas las obras accesorias del sistema.

4.2. Diseño del sistema

Con base en lo anterior se diseña el sistema de alcantarillado sanitario de la siguiente manera:

4.2.1. Población tributaria

Para el diseño se tomará en cuenta la población actual y la futura, que depende del período de diseño establecido. Se tomará como ejemplo de diseño un tramo del sistema.

Para el cálculo de esta se utilizará el método geométrico, que depende de la razón de crecimiento geométrico, siendo esta elevada en el departamento de Chimaltenango.

Fórmula general:

$$Pf = Pa * (1 + R)^T$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual (42 habitantes)

R = razón de crecimiento geométrico (4,17 %)

T = período de diseño (30 años)

Aplicando la ecuación:

$$Pf = 42 * (1 + 0,0417)^{30} = 143,06 \approx 143 \text{ habitantes}$$

4.2.2. Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada para el consumo por día y satisfacer sus necesidades personales. Esta depende de la cantidad de agua que disponga la población, ya que es muy variable.

Para el diseño se consideró la dotación de 150 lts/hab/día para la población en general y 50 lts/alumno/día para la dotación escolar.

4.2.3. Factor de retorno

El factor de retorno se refiere al porcentaje de agua que regresa al sistema de alcantarillado sanitario después de su uso. Este factor está comprendido entre 0,70 % a 0,95 % para alcantarillado sanitario.

Para el proyecto se considera un factor de retorno igual a 85 % de la dotación.

4.2.4. Cálculo e integración de caudales

Se calculan los distintos tipos de caudales individuales a utilizar en la comunidad, luego se integran para obtener un solo caudal.

4.2.4.1. Caudal domiciliar

El caudal de tipo doméstico es aquel que ha servido para uso de aseo personal o actividades como: lavar, cocinar, limpiar, entre otros; el cual es conducido y desechado al sistema de alcantarillado sanitario. La integración se realiza con la expresión siguiente:

$$Q_{dom.} = \frac{Dot. * \# \text{ de habitantes} * Fac. \text{ retorno}}{86\ 400}$$

$$Q_{dom.} = \frac{150 \text{ lts/hab/día} * 42 \text{ habitantes} * 0,85}{86\ 400} = 0,062 \text{ lts/seg}$$

4.2.4.2. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración para el sistema de drenaje sanitario dependerá de la tubería con que se está diseñando. Para la estimación del caudal de infiltración se tomará el siguiente criterio para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:

- Tuberías de cemento: = 0,025 * diámetro en pulgadas
- Tuberías de PVC: = 0,010 * diámetro en pulgadas

Para el diseño se utilizará tubería PVC y siendo tramo inicial, el caudal de infiltración es el siguiente:

$$Q_{dom.} = 0,010 * 6 = 0,06 \text{ lts/seg}$$

4.2.4.3. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal que se produce de las malas conexiones en las viviendas, causado por agua de lluvia que se conecten en patios o bajadas de techos por error. Para el cálculo existen distintos criterios siendo los siguientes:

- Según las *Normas generales para el diseño de alcantarillados* del Infom en su sección 2.8, es válido agregar un 10 por ciento del caudal

doméstico. Sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial podrá usarse un valor más alto.

- Debido a que el caudal es producido por el agua de lluvia y basados en el método racional, el cálculo puede efectuarse mediante la fórmula siguiente:

$$Q_{ci.} = \frac{CIA}{360} * 1000 \text{ (lt/s)}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm / h)

A = área tributaria (Ha)

Para el diseño del sistema se considera un 15 % del caudal domiciliar como el caudal ilícito.

$$Q_{ci.} = 0,15 * 0,062 \text{ lt/s} = 0,009 \text{ lt/s}$$

4.2.4.4. Caudal comercial

Es el caudal proveniente de los distintos comercios que puedan existir en el lugar como; mercados, hoteles, comedores, entre otros. Las dotaciones dependerán del tipo de comercio que se esté considerando. Para la estimación del caudal se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{com.} = \frac{Com.* Dot.* Fac.}{86\ 400} \text{ lt/s}$$

Donde:

Com. = tipo de comercio

Dot. = dotación del comercio

Fac. = factor de retorno

Para el diseño no se considera un caudal comercial, debido a que la comunidad no cuenta con servicios comerciales.

4.2.4.5. Caudal industrial

Es el caudal proveniente de las pequeñas o grandes industrias tales como; rastros municipales, fabricas, Lavanderías, entre otros. El cálculo se efectúa de la misma manera que el caudal comercial.

Para el diseño no existe caudal industrial.

4.2.4.6. Caudal sanitario

El caudal sanitario no es más que, la suma de todos los caudales que tendrán un aporte al sistema de alcantarillado sanitario, utilizando para el diseño los calculados con anterioridad.

$$Q_{san.} = Q_{dom.} + Q_{inf.} + Q_{ci.} + Q_{com.} + Q_{ind.} \quad lt/s$$

$$Q_{san.} = 0,062 + 0,06 + 0,009 + 0 + 0 = 0,131 \quad lt/s$$

4.2.5. Factor de caudal medio (Fqm)

Es la relación que existe entre el caudal sanitario y el total de habitantes que lo aportan; se expresa de la siguiente manera:

$$Fqm. = \frac{Q_{san.}}{\#hab.} \text{ lt/s/hab.}$$

$$Fqm. = \frac{0,131}{42} = 0,0031 \text{ lt/s/hab.}$$

Para el factor de caudal medio a utilizar pueden considerarse los siguientes criterios:

- Si $Fqm < 0,002$ entonces usar 0,002
- Si $Fqm > 0,005$ entonces usar 0,005

El cálculo del Fqm debe estar comprendido entre este rango, según los criterios del Infom; algunas instituciones han establecido que el valor mínimo del Fqm es de 0,003.

Para el diseño se opta por el rango comprendido entre 0,003 - 0,005.

4.2.6. Factor de flujo (Harmond)

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo, es el valor que regula el valor máximo de aportación de las aguas residuales; es el valor de seguridad que se presenta principalmente en las horas pico, es decir, en las horas en las que más se utiliza el sistema de alcantarillado sanitario.

Debe calcularse para cada sección de alcantarillado sanitario en función de su población; se obtiene de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Donde:

P = población a servir expresada en miles.

$$F.H. = \frac{(18 + \sqrt{0,042})}{(4 + \sqrt{0,042})} = 4,329$$

4.2.7. Caudal de diseño

Como su nombre lo indica, es el caudal con el cual se diseñará el alcantarillado sanitario; tanto para la población actual como la población proyectada a futuro. Con este caudal se conocerá el diámetro de la tubería, que será necesario para el buen funcionamiento del mismo.

Está definida por la siguiente expresión:

$$Q_{dis.} = \#Hab. * Fqm. * F.H.$$

$$Q_{dis.} = 42 Hab. * 0,00312 * 4,329 = 0,57 \text{ lt/s}$$

4.2.8. Diseño hidráulico

Datos topográficos del tramo calculado:

Cota de terreno inicial = 121,039 m

Cota de terreno final = 120,834 m

Distancia horizontal = 68,79 m

La pendiente del terreno se calcula de la siguiente manera:

$$\%S = \frac{CTi. - CTf.}{Dist.} * 100$$

$$\%S = \frac{121,039 \text{ m} - 120,834 \text{ m}}{68,79 \text{ m}} * 100 = 0,30 \%$$

La pendiente para el diseño será aquella que haga cumplir los parámetros de diseño; velocidad y tirante mínimo. Para el diseño de este tramo se aumentará la pendiente de 0,30 % a 0,80 % para lograr cumplir los parámetros.

Siguiendo los parámetros de diseño descritos anteriormente, el diámetro de la tubería con que se inicia será de 6 pulgadas. Calculando la capacidad de la tubería a sección llena:

$$V_{ll.} = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 0,008^{1/2}}{0,010} = 1,013 \text{ m/s}$$

$$Q_{ll.} = A * V \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ll.} = \pi/4 * (6 * 0,0254)^2 * 1,013 \text{ m/s} = 0,0185 \text{ m}^3/\text{s} = 18,48 \text{ lt/s}$$

4.2.8.1. Relaciones hidráulicas

Para la determinación de los parámetros hidráulicos de una tubería, se relaciona el caudal de diseño con el caudal a sección llena de la tubería. Las relaciones que se van a determinar son las siguientes:

- (q/Q) relación que existe entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena.
- (v/V) relación que existe entre la velocidad a sección parcialmente llena con la velocidad a sección llena.
- (d/D) relación que existe entre el tirante de agua a sección parcialmente llena con el tirante a sección llena. Esta no debe ser menor que 0,10, salvo en tramos donde la cantidad de aportación sea demasiado pequeña como por ejemplo; tramos de inicio.

Tabla IX. **Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular**

q/Q	v/V	d/D	a/A	q/Q	v/V	d/D	a/A
0,000030	0,050	0,0050	0,00060	0,002584	0,212	0,0375	0,01219
0,000081	0,074	0,0075	0,00110	0,002966	0,221	0,0400	0,01342
0,000147	0,088	0,0100	0,00167	0,003376	0,230	0,0425	0,01468
0,000244	0,103	0,0125	0,00237	0,003822	0,239	0,0450	0,01599
0,000360	0,116	0,0150	0,00310	0,004295	0,248	0,0475	0,01732
0,000504	0,129	0,0175	0,00391	0,004787	0,256	0,0500	0,01870
0,000672	0,141	0,0200	0,00477	0,005306	0,264	0,0525	0,02010
0,000865	0,152	0,0225	0,00569	0,005880	0,273	0,0550	0,02154
0,001084	0,163	0,0250	0,00665	0,006463	0,281	0,0575	0,02300
0,001336	0,174	0,0275	0,00768	0,007078	0,289	0,0600	0,02449
0,001608	0,184	0,0300	0,00874	0,007731	0,297	0,0625	0,02603
0,001911	0,194	0,0325	0,00985	0,008412	0,305	0,0650	0,02758
0,002233	0,203	0,0350	0,01100	0,009098	0,312	0,0675	0,02916

Continuación de la tabla IX.

q/Q	v/V	d/D	a/A	q/Q	v/V	d/D	a/A
0,009850	0,320	0,0700	0,03078	0,050310	0,522	0,1525	0,09638
0,010565	0,327	0,0725	0,03231	0,052082	0,528	0,1550	0,09864
0,011379	0,334	0,0750	0,03407	0,053806	0,533	0,1575	0,10095
0,012194	0,341	0,0775	0,03576	0,055565	0,538	0,1600	0,10328
0,013040	0,348	0,0800	0,03747	0,059162	0,548	0,1650	0,10796
0,013923	0,355	0,0825	0,03922	0,063594	0,560	0,1700	0,11356
0,014794	0,361	0,0850	0,04098	0,066763	0,568	0,1750	0,11754
0,015739	0,368	0,0875	0,04277	0,070630	0,557	0,1800	0,12241
0,016721	0,375	0,0900	0,04459	0,074743	0,587	0,1850	0,12733
0,017918	0,381	0,0925	0,04642	0,078845	0,596	0,1900	0,13229
0,018729	0,388	0,0950	0,04827	0,083036	0,605	0,1950	0,13725
0,019693	0,393	0,0975	0,05011	0,087564	0,615	0,2000	0,14238
0,020868	0,401	0,1000	0,05204	0,091040	0,624	0,2050	0,14750
0,022016	0,408	0,1025	0,05396	0,096634	0,633	0,2100	0,15266
0,023118	0,414	0,1050	0,05584	0,101662	0,644	0,2150	0,15786
0,024289	0,420	0,1075	0,05783	0,106191	0,651	0,2200	0,16312
0,025500	0,426	0,1100	0,05986	0,110976	0,659	0,2250	0,16840
0,026724	0,432	0,1125	0,03186	0,116112	0,669	0,2300	0,17356
0,028043	0,439	0,1150	0,06388	0,121092	0,676	0,2350	0,17913
0,029264	0,444	0,1175	0,06591	0,126232	0,684	0,2400	0,18455
0,030587	0,450	0,1200	0,06797	0,131480	0,692	0,2450	0,19000
0,031943	0,456	0,1225	0,07005	0,137260	0,702	0,2500	0,19552
0,033401	0,463	0,1250	0,07214	0,147930	0,716	0,2600	0,20660
0,034754	0,468	0,1275	0,07426	0,159020	0,730	0,2700	0,21784
0,036137	0,473	0,1300	0,07640	0,171220	0,747	0,2800	0,22921
0,037625	0,479	0,1325	0,07855	0,183170	0,761	0,2900	0,24070
0,039064	0,484	0,1350	0,08071	0,195800	0,776	0,3000	0,25232
0,040616	0,490	0,1375	0,08289	0,208580	0,790	0,3100	0,26403
0,042120	0,495	0,1400	0,08509	0,221800	0,804	0,3200	0,27587
0,043747	0,501	0,1425	0,08732	0,235160	0,817	0,3300	0,28783
0,045397	0,507	0,1450	0,08954	0,248820	0,830	0,3400	0,29978
0,046649	0,511	0,1475	0,09129	0,263270	0,843	0,3500	0,31230
0,048629	0,517	0,1500	0,09406	0,277440	0,856	0,3600	0,32411

Continuación de la tabla IX.

0,291970	0,868	0,3700	0,33637	0,805230	1,112	0,6800	0,72413
0,306490	0,879	0,3800	0,34828	0,821330	1,116	0,6900	0,73596
0,321720	0,891	0,3900	0,36108	0,837410	1,120	0,7000	0,74769
0,336930	0,902	0,4000	0,37354	0,853760	1,124	0,7100	0,75957
0,352460	0,913	0,4100	0,38604	0,867910	1,123	0,7200	0,77079
0,367090	0,921	0,4200	0,39858	0,883840	1,130	0,7300	0,78219
0,381910	0,934	0,4300	0,40890	0,897340	1,132	0,7400	0,79340
0,399630	0,943	0,4400	0,42379	0,912300	1,134	0,7500	0,80450
0,416810	0,955	0,4500	0,43645	0,926340	1,136	0,7600	0,81544
0,432960	0,964	0,4600	0,44913	0,939420	1,137	0,7700	0,82623
0,449310	0,973	0,4700	0,46178	0,953210	1,139	0,7800	0,83688
0,466470	0,983	0,4800	0,47454	0,970150	1,140	0,7900	0,85101
0,483030	0,991	0,4900	0,48742	0,989060	1,140	0,8000	0,86460
0,500000	1,000	0,5000	0,50000	1,000450	1,140	0,8100	0,87759
0,517190	1,009	0,5100	0,51256	1,000450	1,140	0,8200	0,87759
0,533870	1,016	0,5200	0,52546	1,009660	1,139	0,8300	0,88644
0,550600	1,023	0,5300	0,53822	1,021400	1,139	0,8400	0,89672
0,566850	1,029	0,5400	0,55087	1,031000	1,138	0,8500	0,90594
0,582150	1,033	0,5500	0,56355	1,047400	1,136	0,8600	0,91491
0,604440	1,049	0,5600	0,57621	1,047400	1,134	0,8700	0,92361
0,622970	1,058	0,5700	0,58882	1,054100	1,131	0,8800	0,93202
0,637500	1,060	0,5800	0,60142	1,060300	1,128	0,8900	0,94014
0,654880	1,066	0,5900	0,61396	1,065500	1,124	0,9000	0,94796
0,671570	1,072	0,6000	0,62646	1,070100	1,120	0,9100	0,95541
0,688760	1,078	0,6100	0,63892	1,074200	1,116	0,9200	0,96252
0,705370	1,083	0,6200	0,65131	1,074900	1,109	0,9300	0,96922
0,722690	1,089	0,6300	0,66363	1,074100	1,101	0,9400	0,97554
0,739470	1,094	0,6400	0,67593	1,073500	1,094	0,9500	0,98130
0,755100	1,098	0,6500	0,68770	1,071400	1,086	0,9600	0,98658
0,773390	1,104	0,6600	0,70053	1,065600	1,075	0,9700	0,99126
0,789130	1,108	0,6700	0,71221	1,056900	1,062	0,9800	0,99522

Descripción: la tabla muestra las relaciones entre caudal, velocidad, área y tirante de las secciones parcialmente llenas con las secciones llenas.

Fuente: SALAZAR, Walter. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 33.

Con base en las tablas de relaciones hidráulicas, se obtienen los siguientes resultados:

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,57}{18,48} = 0,0308$$

Chequeo de la velocidad:

$$\frac{v}{V} = 0,450 \Rightarrow v = (0,450 * 1,013 \text{ m/s}) = 0,46 \text{ m/s}$$

Como se puede observar, la velocidad es mayor que la mínima, por lo tanto el chequeo de la velocidad cumple el parámetro.

Chequeo del tirante:

$$\frac{d}{D} = 0,12 > 0,10$$

El tirante obtenido es mayor que el tirante mínimo, por lo tanto el chequeo del tirante cumple.

4.2.9. Cotas invert

La cota invert no es más que la distancia vertical que existe entre la rasante y la parte inferior de la tubería colocada en la zanja.

Para el cálculo de la altura que tendrán los pozos de visita es necesario determinar las cotas invert de entrada y salida de la tubería, por medio de las siguientes expresiones:

La cota invert inicial será de 1,10 m debido al tipo de tráfico considerado.

Cota invert de salida:

$$CIS = CT - CII - 0,03$$

$$CIS = 121,039 \text{ m} - 1,10 \text{ m} - 0,03 \text{ m} = 119,909 \text{ m}$$

Cota invert de entrada:

$$CIE = CIS - D_{\text{diseño}} * \% S_{\text{diseño}}$$

$$CIE = 119,909 \text{ m} - (67,59 \text{ m} * 0,008) = 119,368 \text{ m}$$

Altura de pozo de visita inicial:

$$Hi = CTi - CIS$$

$$Hi = 121,039 - 119,09 = 1,13 \text{ m}$$

Altura de pozo de visita final:

$$Hf = CTf - CIE$$

$$Hf = 120,834 - 119,368 = 1,47 \text{ m}$$

Todos los tramos se diseñan de la misma manera; los mismos se incluyen en la memoria de cálculo.

4.2.10. Tratamiento de aguas residuales

En la actualidad es de suma importancia contar con un tratamiento para las aguas residuales y así evitar la contaminación de afluentes y suelos. Esto ha llevado a realizar una serie de actividades para la protección del medio ambiente, de la salud humana y de la provisión de agua potable.

4.2.10.1. Propuesta de tratamiento

En Guatemala existe el Reglamento de las Descargas y Residuos de Aguas Residuales y Disposición de Lodos; este reglamento debe aplicarse a:

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

Por tal razón es necesario proponer un tratamiento al final del sistema de alcantarillado sanitario.

Todo proceso de tratamiento contiene varias etapas, las cuales dependen una de la otra; estos procesos son:

4.2.10.1.1. Tratamiento preliminar

Este tipo de tratamiento es utilizado para eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos orgánicos pesados y eliminar el exceso de grasas y aceites; para poder realizar estas acciones las unidades más utilizadas son:

- Rejillas o cribas de barras
- Desarenadores

4.2.10.1.2. Tratamiento primario

En esta etapa la finalidad es separar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación.

La finalidad del proceso es disminuir la velocidad de las aguas residuales de tal modo que el proceso de sedimentación de los sólidos pueda efectuarse correctamente. El tratamiento primario puede realizarse con las unidades:

- Fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Sedimentadores simples o primarios

4.2.10.1.3. Tratamiento secundario

Después de realizar un tratamiento primario a las aguas residuales, si esta contiene aún sólidos orgánicos en suspensión, es necesario realizar un tratamiento secundario.

El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aeróbicos para la descomposición de los sólidos orgánicos, hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables.

Las unidades de tratamiento secundario pueden ser las siguientes:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundario
- Tanques de aireación
- Filtro percolador (goteador, biofiltro o biológico)
- Filtros de arena
- Lechos de contacto
- Laguna de estabilización

El tratamiento secundario puede realizarse a través de dos distintos procesos:

- Proceso anaerobio: este proceso se realiza en ausencia de oxígeno; los microorganismos anaerobios emplean las sustancias orgánicas como fuente de alimento, logrando su degradación. Como producto se forma biogás compuesto principalmente de metano (60 %) , y dióxido de carbono (35 %). El biogás se puede aprovechar como fuente de energía, los procesos anaerobios son apropiados para el tratamiento de aguas residuales con concentraciones muy elevadas de sustancias orgánicas. Frecuentemente se implementan como etapa previa a un proceso aerobio.
- Proceso aerobio: los procesos biológicos permiten eliminar de las aguas residuales las sustancias biodegradables disueltas llamadas substrato. El substrato suministra la fuente de alimento a los microorganismos y se

transforma en condiciones aerobias en biomasa, dióxido de carbono y agua. Los microorganismos aerobios necesitan oxígeno para respirar.

4.2.10.1.4. Tratamiento terciario

En esta etapa se alcanza el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica adecuada para el reuso del agua residual.

El objetivo del tratamiento terciario es eliminar la materia en suspensión del afluente secundario mediante filtración directa, y desinfectar completamente el afluente.

Los tratamientos terciarios o avanzados pueden utilizarse como complemento al proceso convencional de depuración biológica, para eliminar contaminantes disueltos o en suspensión, elementos nutritivos, metales específicos y otros componentes peligrosos.

Los tratamientos terciarios utilizados comúnmente son los físicos, químicos y biológicos, de los cuales se pueden mencionar:

- Filtración
- Coagulación
- Adsorción
- Remoción por espuma
- Precipitación

4.2.10.1.5. Desinfección

Es el proceso que permite la desinfección del agua, eliminando el mal olor, sabor, sales de hierro y manganeso. Para la desinfección el cloro y sus derivados son indudablemente los compuestos más usuales, accesibles y de fácil manejo.

4.2.10.1.6. Tratamiento y disposición de lodos

Con los tratamientos de lodos se busca disminuir el volumen del materia, el cual ha quedado de la extracción líquida; también se busca descomponer la materia orgánica degradable a compuestos orgánicos e inorgánicos relativamente más estables. Para tratamiento de las aguas residuales del alcantarillado sanitario inicialmente se propondrá un tratamiento primario, debido a que la comunidad está en proceso de gestión de una planta de tratamiento más completa.

En este proyecto se realizará un tratamiento primario a través del diseño de fosas sépticas; esto debido al factor económico de la comunidad, así como a la gestión de la construcción de una planta de tratamiento.

4.2.10.2. Diseño de fosas sépticas

Una fosa séptica es un tanque que puede construirse de concreto armado, mampostería, concreto ciclópeo o cualquier otro material que se considere adecuado. Se diseñan de tal manera que puedan separar las aguas residuales de los sólidos en suspensión, orgánicos e inorgánicos sedimentables. Para su diseño se deben considerar los siguientes parámetros:

- El período de retención debe ser como mínimo 12 horas.
- La relación largo-ancho de la fosa va de 2/1 a 4/1.
- La dotación de lodos por habitante y por período de limpieza en áreas rurales, está entre 30 y 80 l/hab/año.

La capacidad recomendable de la fosa para que sea funcional debe estar comprendida entre 55 a 60 viviendas futuras por cada fosa.

4.2.10.3. Dimensionamiento de fosas sépticas

A continuación se describen los diversos cálculos.

4.2.10.3.1. Cálculo del volumen de líquidos

$$V_{liq} = P * Dot. * Fr.$$

Donde:

V_{liq} = volumen de líquidos

P = población por saturación tributaria por cada fosa

Dot = dotación domiciliar

Fr = factor de retorno

Sustituyendo en la ecuación:

$$V_{liq} = 60 \text{ viv} * 6 \frac{\text{hab}}{\text{viv}} * 150 \frac{\text{lt}}{\text{hab}/\text{dia}} * 0,85 = 45\,900,00 \frac{\text{lt}}{\text{dia}}$$

$$V_{liq} = 45,90 \text{ m}^3 \text{ (día)}$$

El volumen del líquido está dado para un tiempo de retención de la fosa de 24 horas.

4.2.10.3.2. Cálculo de volumen de lodos

$$V_{lod} = P * Dot_{lod} * T$$

Donde:

V_{lod} = volumen de lodos

P = población por saturación tributaria por cada fosa

Dot_{Lodos} = dotación de lodos en área rural

T_L = período de retención de lodos (período de limpieza)

Sustituyendo en la ecuación:

$$V_{lod} = 60 \text{ viv} * 6 \frac{\text{hab}}{\text{viv}} * 70 \frac{\text{lt}}{\text{hab/año}} * 5 \text{ años} = 126\,000,00 \text{ lt}$$

$$V_{lod} = 126,00 \text{ m}^3$$

4.2.10.3.3. Cálculo del volumen total

El volumen total está definido como la suma del volumen del líquido más el volumen de los sólidos. Para el volumen que tendrá la fosa se asume una altura útil, esta va del fondo de la fosa hasta la parte superior del nivel del agua. Para las dimensiones se tomará una relación largo-ancho como 2.

$$V_{tot.} = 45,90 \text{ m}^3 + 126,00 \text{ m}^3 = 171,90 \text{ m}^3$$

Asumiendo una altura útil de 2,80 m.

$$V_{tot.} = l * a * h$$

Donde:

l = largo (2a)

a = ancho

h = altura

Ahora iguala esta ecuación con el volumen total obtenido de la suma de los volúmenes y sustituyendo la relación largo ancho igual a 2. Se obtiene lo siguiente:

$$2a * a * h = 171,90 \text{ m}^3$$

Despejando "a" de la ecuación anterior:

$$a = \sqrt{\frac{171,90 \text{ m}^3}{2 * h}} = \sqrt{\frac{171,90 \text{ m}^3}{2 * 2,80 \text{ m}}} = 5,54 \text{ m}$$

El largo de la fosa será de 11,08 m. debido a la relación 2a.

Las dimensiones finales que tendrá la fosa séptica serán:

- Largo útil = 11,10 m
- Ancho útil = 5,55 m
- Altura útil = 2,80 m

4.2.10.3.4. Cálculo de número de fosas para el sistema

$$\text{Núm. fosas} = \frac{\text{Núm de viviendas}}{60 \frac{\text{viv.}}{\text{fosa}}} = \frac{216 \text{ viviendas}}{60 \frac{\text{viv.}}{\text{fosa}}} = 3,60 \approx 4 \text{ fosas}$$

Para que la comunidad El Durazno pueda construir el sistema de alcantarillado sanitario es necesaria la construcción de 4 fosas sépticas como tratamiento primario. Sin embargo la comunidad tiene en gestión una planta de tratamiento que de llevarse a cabo la construcción dichas fosas no serán necesarias.

5. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

5.1. Normas de diseño

El alcantarillado pluvial se diseñará con base en las Normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom, también tomando en cuenta los distintos criterios de las especificaciones de los materiales a utilizar.

5.1.1. Período de diseño

El período de diseño de un alcantarillado pluvial será igual al período de retorno de la tormenta en estudio, el cual dependerá de la importancia de la obra hidráulica a construir y puede ser de 2, 5, 10, 20, 25, 30, 50 y 100 años.

Para el proyecto, por ser un drenaje pluvial, se elaboró el diseño para un período de 30 años.

5.1.2. Diámetros mínimos

Para los sistemas de alcantarillados pluviales, los diámetros iniciales deben ser mayores que los de un alcantarillado sanitario debido a la gran cantidad de agua que puede aportar una lluvia; para las tuberías de concreto los diámetros pueden ser de 10 o 12 pulgadas de diámetro, dependiendo del factor económico. Para las tuberías de PVC el diámetro mínimo es de 8 pulgadas, aunque algunas instituciones recomiendan que el diámetro mínimo debe ser de 10 pulgadas, al igual que la tubería de concreto.

5.1.3. Velocidades máximas y mínimas

Al igual que un alcantarillado sanitario, el alcantarillado pluvial debe diseñarse con las velocidades establecidas por las *Normas generales para el diseño de alcantarillados*; estas deben estar comprendidas entre 0,60 m/s y 3,0 m/s. Sin embargo se adoptarán los criterios de velocidades permisibles de 0,40 m/s y 5 m/s, en casos especiales, y por las especificaciones de la tubería PVC a utilizar.

5.1.4. Profundidad de la tubería

Al igual que el drenaje sanitario la profundidad de la tubería del drenaje pluvial dependerá del tipo de tráfico que circule en el lugar. Sin embargo para determinar la profundidad de la tubería se tomará 1,47 m como cota invert debido al tamaño de los diámetros que se puedan presentar en el diseño.

5.1.5. Pozos de visita

Son obras accesorias de un alcantarillado y se utilizan para la inspección del buen funcionamiento y limpieza del alcantarillado. Se podrán construir las paredes con ladrillo de barro cocido con base, brocal y tapadera de concreto armado.

Se localizarán los pozos de visita en las siguientes condiciones:

- El cambio de diámetro de la tubería
- El cambio de pendiente
- Las intersecciones de las tuberías
- Los extremos superiores de los ramales iniciales

- Los cambios de dirección de flujo
- Los cambios de material de la tubería

5.1.5.1. Separación entre cada pozo de visita

Para tuberías de diámetros menores a 24 pulgadas, a distancias no mayores de 100 m.

Para tuberías de diámetros mayores a 24" pulgadas, a distancias no mayores de 300 m.

5.1.6. Tragantes

Los tragantes son obras accesorias específicamente de un sistema de alcantarillado pluvial, su función es recolectar el agua de lluvia y luego conducirla hacia el sistema de alcantarillado.

Según su forma y ubicación existen tres tipos de tragantes:

- Tragantes de acera
- Tragantes de rejilla transversal
- Tragantes de rejilla longitudinal

Se localizarán en las siguientes condiciones:

- En la parte baja de un tramo o calle
- A una distancia de 3.00 m arriba
- Cuando el tirante de agua en la calle sea de 0.10 m
- A una distancia de 100 m aguas abajo de una calle pavimentada

Debido a la topografía de la comunidad se diseñarán rejillas transversales para la captación del agua pluvial.

5.1.7. Diseño del sistema

A continuación se describen los diversos cálculos a realizarse.

5.1.7.1. Área tributaria

El área tributaria no es más que la suma total de las áreas que contribuyen a un solo tramo del alcantarillado sanitario. Para cada tramo calculado el área tributaria será la suma de las áreas del tramo más la suma de las áreas tributarias de los tramos anteriores. Esta debe expresarse en hectáreas (Ha).

5.1.7.2. Período de retorno

El período de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años de ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Es uno de los parámetros más significativos que se debe tomar en cuenta en el momento de diseñar una obra hidráulica.

El período de retorno para el que se debe dimensionar una obra varía en función de la importancia de la misma, interés económico, socioeconómico, entre otros.

Para el sistema de alcantarillado pluvial se considerarán los factores socioeconómicos de la comunidad, así como el período de diseño de los alcantarillados y optará por diseñar con un período de retorno de 30 años.

5.1.7.3. Tiempo de concentración

Se define como el tiempo que transcurre desde el final de la lluvia total, hasta el final de la escorrentía directa. Representa el tiempo que tarda en llegar al aforo la última gota de lluvia que cae en el extremo más lejano de la cuenca en estudio y que circula por escorrentía directa.

El tiempo de concentración se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{3L^{1,15}}{154H^{0,38}}$$

Donde:

L = longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca o área tributaria

H = desnivel del cauce o cuenca

En tramos iniciales, el tiempo de concentración será igual al tiempo de entrada y se tomará como referencia 12 min.

Cuando en un punto converjan dos o más ramales del sistema, se considerará el ramal que tenga mayor tiempo de concentración.

5.1.7.4. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia está definida como el espesor de lámina de agua caída por unidad de tiempo; asumiendo que el agua aún se encuentra reposando en el lugar donde ha caído. Esta es medida en milímetros por hora (mm/h).

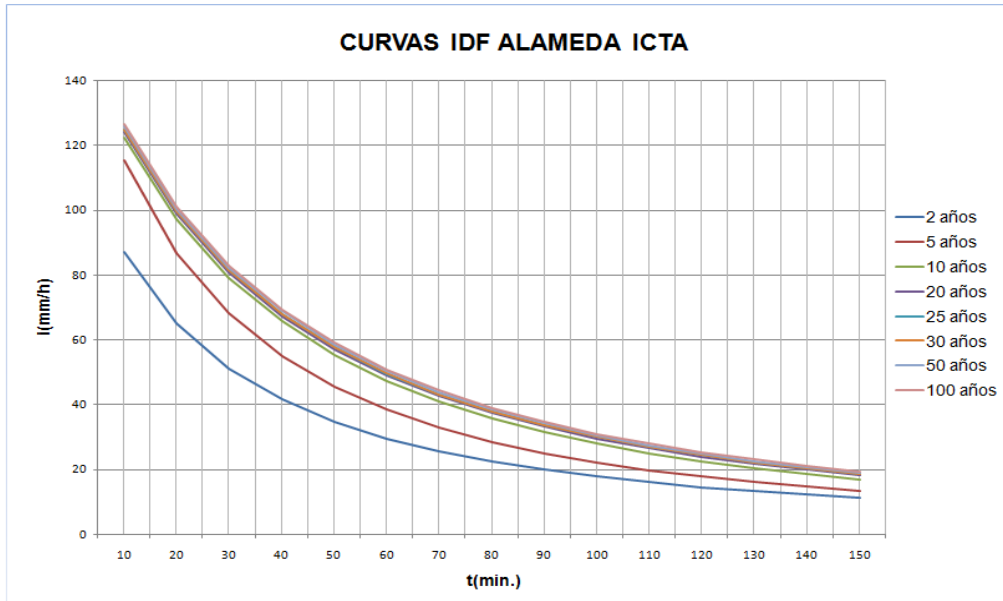
El cálculo de la intensidad de lluvia varía según el período de retorno considerado. Para el diseño del alcantarillado la estación meteorológica más cercana es Alameda Icta, de la cual se pueden obtener las siguientes expresiones para el cálculo de la intensidad de lluvia.

Tabla X. **Intensidad de lluvia y su período de retorno**

PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)	ECUACIÓN
2	$\frac{21\ 810}{(35 + T)^{1,451}}$
5	$\frac{105\ 300}{(45 + T)^{1,701}}$
10	$\frac{639\ 800}{(70 + T)^{1,954}}$
20	$\frac{319\ 800}{(65 + T)^{1,819}}$
25	$\frac{311\ 660}{(65 + T)^{1,812}}$
30	$\frac{302\ 850}{(65 + T)^{1,805}}$
50	$\frac{290\ 500}{(65 + T)^{1,794}}$
100	$\frac{283\ 480}{(65 + T)^{1,787}}$

Fuente: estación Alameda Icta - Insivumeh.

Figura 3. Familia de curvas IDF para la estación Alameda Icta



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

5.1.7.5. Coeficiente de escorrentía

Es la relación que existe entre la parte total precipitada y el porcentaje que se considera para el diseño, ya que no toda el agua de lluvia drena por medio del alcantarillado. Esto se debe a la evaporación, infiltración, retención del suelo, entre otros.

Dependiendo del tipo de suelo o superficie, así será el coeficiente de escorrentía que va desde 0,01 a 0,95.

Si existen diversos tipos de superficies se calcula un coeficiente de escorrentía promedio de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

c = coeficiente de escorrentía de cada área parcial

a = área parcial (Ha)

Para cada tipo de superficie se presentan a continuación los coeficientes de escorrentía:

Tabla XI. **Coeficiente de escorrentía**

TIPO DE SUPERFICIE	Coeficiente (C)
Comercial	
Centro de la ciudad	0,70 - 0,75
Periferia	0,50 - 0,70
Residencial	
Casas individuales	0,30 - 0,50
Colonias	0,40 - 0,60
Condominios	0,60 - 0,75
Residencial suburbana	0,25 - 0,40
Industrial	
Pequeñas fábricas	0,50 - 0,80
Grandes fábricas	0,60 - 0,90
Parques y cementerios	0,10 - 0,25
Campos de recreo	0,20 - 0,35
Campos	0,10 - 0,30
Techos	0,10 - 0,30
Pavimentos	
Asfalto	0,70 - 0,95
Concreto	0,80 - 0,95

Continuación de la tabla XI.

Adoquín	0,70 - 0,85
Terracerías	0,25 - 0,60
Aceras	0,75 - 0,85
Patios	0,35 - 0,65
Parques, jardines y paradas	0,05 - 0,25
Bosques y tierras cultivadas	0,01 - 0,20

Fuente: GIL LAROJ, Joram Matías. *Evaluación de tragantes pluviales para la ciudad de Guatemala 1984*. p. 96.

5.1.7.6. Caudal de diseño

Para estimar el caudal de diseño se utilizará el método racional, mediante la fórmula siguiente:

$$Q_{dis.} = \frac{CIA}{360} * 1000 \left(\frac{lt}{s} \right)$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia (mm / h)

A = área tributaria (Ha)

5.1.8. Diseño de un tramo de alcantarillado pluvial

Cota del terreno inicial = 121,824 m

Cota del terreno final = 119,990 m

Distancia horizontal = 99,95 m

Pendiente del terreno:

$$\% S = \frac{CTi. - CTf.}{D} * 100$$

$$\% S = \frac{121,824 \text{ m} - 119,990 \text{ m}}{99,95 \text{ m}} * 100 = 1,83 \%$$

Cálculo del área tributaria:

$A_{TOTAL} = 0,57 \text{ Ha}$ (cálculo realizado en el programa AutoCAD)

Núm. de casas en el tramo = 5 casas (120 m²/casa asumido)

$A_{CASAS} = 0,06 \text{ Ha}$

$A_{ADOQUÍN} = 0,06 \text{ Ha}$

$A_{TERRACERÍA} = 0,45 \text{ Ha}$

Cálculo del tiempo de concentración:

$$T_c = \frac{3(99,95)^{1,15}}{154 * (121,824 - 119,990)^{0,38}} = 3,09 \text{ min.}$$

Por ser un tramo inicial se deben sumar 12 minutos al tiempo de concentración calculado. Debido al cambio climático que afecta a Guatemala, se puede observar que la intensidad de la lluvia ha cambiado; hay más precipitación en menos tiempo; a causa de tal efecto se reducirá el tiempo de concentración de 12 min. a 10 min. Con la finalidad de obtener caudales más acercados a la actualidad, entonces se tiene que el tiempo de concentración total será:

$$T_c = 10 \text{ m in.} + 3,09 \text{ min.} = 13,09 \text{ min.}$$

Cálculo de intensidad de lluvia:

Utilizando la ecuación con un período de retorno de 30 años:

$$I_{tr} = \frac{302\,850}{(65 + 13,09)^{1,805}} = 116,17 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Cálculo del coeficiente de escorrentía promedio:

Los valores del coeficiente de escorrentía a usar serán:

$C_1 = 0,50$ para terracería

$C_2 = 0,30$ para techos

$C_3 = 0,80$ adoquín

$$C = \frac{(0,50 * 0,45 \text{ Ha}) + (0,30 * 0,06 \text{ Ha}) + (0,80 * 0,06 \text{ Ha})}{0,57 \text{ Ha}} = 0,51$$

Cálculo del caudal de diseño:

Utilizando la fórmula del método racional:

$$Q_{dis.} = \frac{(0,51) * (116,17 \text{ mm/h}) * (0,57 \text{ Ha})}{360} * 1000 = 93,81 \text{ lt/s}$$

5.1.9. Diseño hidráulico

Calculando la capacidad de la tubería a sección llena con una pendiente de 1,80 % se obtiene:

$$V_{ll.} = \frac{0,03429 * 10^{2/3} * 0,018^{1/2}}{0,010} = 2,135 \text{ m/s}$$

El caudal a sección llena se obtiene con la fórmula siguiente:

$$Q_{ll.} = A * V \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{ll.} = \pi/4 * (10 * 0,0254)^2 * 2,135 \text{ m/s} = 0,108 \text{ m}^3/\text{s} = 108,18 \text{ lt/s}$$

Con base en las tablas de relaciones hidráulicas, se obtienen los siguientes resultados:

$$\frac{q}{Q} = \frac{93,81}{108,18} = 0,86717$$

Chequeo de la velocidad:

$$\frac{v}{V} = 1,124 \Rightarrow v = (1,124 * 2,135 \text{ m/s}) = 2,40 \text{ m/s}$$

Como se puede observar, la velocidad es menor que la máxima permisible; por lo tanto el chequeo de la velocidad cumple el parámetro.

Chequeo del tirante:

$$\frac{d}{D} = 0,71 \leq 0,75$$

El tirante obtenido es menor que el tirante máximo, por lo tanto el chequeo del tirante cumple.

5.1.10. Diseño del tragante

Para el diseño hidráulico del tragante o sumidero es necesario tener en cuenta que su capacidad de captación debe ser consistente con el diseño hidráulico de la red del sistema de alcantarillado pluvial calculada.

5.1.10.1. Capacidad de transporte de la cuneta

El primer paso para el diseño del sumidero es determinar la capacidad de transporte de escorrentía superficial aguas arriba del tragante, considerando que la calzada trabaja como un canal de sección triangular, la ecuación de Manning adaptada para una sección triangular es:

$$Q = 0,375 * \left(\frac{Z}{n}\right) * Y^{8/3} * S^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal en la cuneta (m³/s)

Y = profundidad máxima de aproximación al sumidero (m)

S = pendiente longitudinal de la avenida

Z = inverso de la pendiente transversal de la cuneta

n = coeficiente de rugosidad de Manning

5.1.10.2. Ancho de la rejilla

La longitud de la rejilla en el sentido del flujo se define con el objeto de que la lámina vertiente alcance a pasar por la rejilla, sin golpear el extremo aguas debajo de la misma.

Para el cálculo se puede utilizar la siguiente ecuación empírica:

$$L = 0,94 * V * H^{1/2}$$

Donde:

L = longitud libre de rejilla (m)

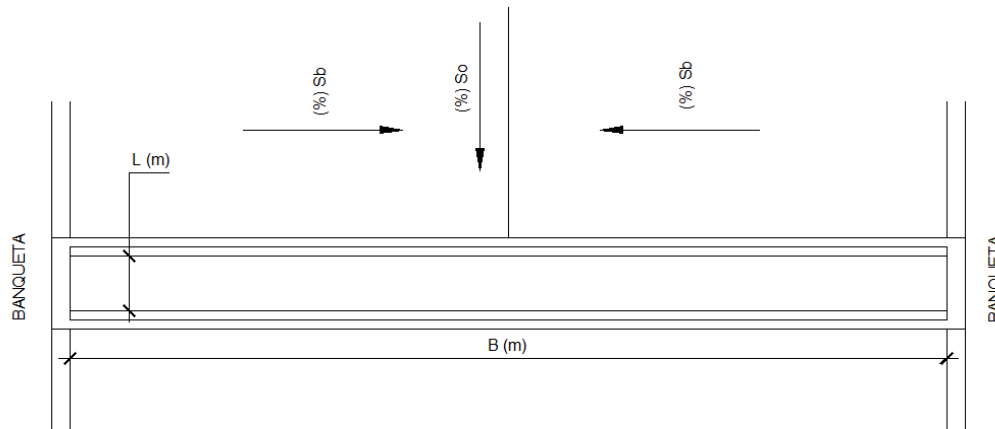
V = velocidad media de aproximación en la cuneta (m/s)

H = profundidad de aproximación al sumidero más espesor de la rejilla (m)

Dimensionamiento del tragante:

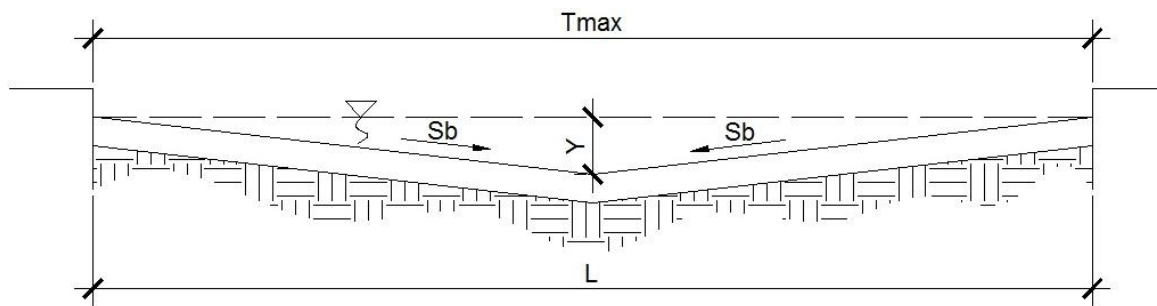
Diseño de la capacidad de transporte y dimensiones máximas que permite la calle.

Figura 4. **Planta de rejilla transversal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

Figura 5. **Sección de calle**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.

Datos:

$$S_0 = 1,83 \%$$

$$S_b = 2,5 \%$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$n = 0,020 \text{ (adoquín)}$$

Considerando un ancho libre de calle por cada lado igual a 1 m.

$$T = 6 \text{ m} - 2 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$Y = 0,025 * 2 \text{ m} = 0,05 \text{ m}$$

Calculando capacidad de transporte de la calle:

$$Q = 0,375 * \left(\frac{1}{0,020}\right) * \left(\frac{1}{0,025}\right) * 0,05^{8/3} * 0,0183^{1/2}$$

$$Q = 0,0918 \text{ m}^3/\text{seg} = 91,80 \text{ Lt}/\text{seg}$$

Considerando T igual al ancho de la calle:

$$T = 6 \text{ m}$$

$$Y = 0,025 * 3 \text{ m} = 0,075 \text{ m}$$

Calculando capacidad de transporte máxima de la calle:

$$Q = 0,375 * \left(\frac{1}{0,020}\right) * \left(\frac{1}{0,025}\right) * 0,075^{8/3} * 0,0183^{1/2}$$

$$Q = 0,1015 \text{ m}^3/\text{seg} = 101,50 \text{ Lt}/\text{seg}$$

Calculando la longitud de la rejilla necesaria para el caudal de transporte máximo de la calle:

Se considera la calle como un canal rectangular, y se utiliza la ecuación de Manning para el cálculo de la velocidad:

$$Rh = \frac{0,5 * 6 m * 0,075m}{6m} = 0,038 m$$

$$V = \frac{0,038^{2/3} * 0,0183^{1/2}}{0,020} = 0,765 m/s$$

$$L = 0,94 * (0,765) * 0,075^{1/2} = 0,20 m$$

Comparando las secciones con el caudal de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial se tiene.

Cálculo del tirante máximo para el caudal de diseño:

$$Y = \left[\frac{Qdis.}{0,375 * S^{1/2} * \frac{Z}{n}} \right]^{3/8}$$

$$Y = \left[\frac{0,094}{0,375 * 0,0183^{1/2} * \frac{40}{0,020}} \right]^{3/8} = 0,073 m$$

Se observa que el tirante necesario para el caudal de diseño es menor que el tirante máximo sobre la calle, por lo tanto, las dimensiones de la rejilla utilizada por la Municipalidad de Chimaltenango cumple con el diseño hidráulico.

Tabla XII. **Dimensionamiento de sumideros transversales**

ANCHO DE CALLE (m)	COEFICIENTE MANNING (n)	PENDIENTE LONGITUDINAL	CAUDAL DE DISEÑO Q_{DIS} (Lts/s)	PENDIENTE TRANSVERSA L (1/Z)	TIRANTE Y (m)	LONGITUD DE REJILLA T (m)	ANCHO DE REJILLA (m)
6.00	0.020	1.83%	93.81	3.00%	0.078	5.20	0.20
6.00	0.020	1.86%	84.58	3.00%	0.075	5.00	0.20
6.00	0.020	2.28%	59.51	3.00%	0.063	4.20	0.18
5.50	0.020	2.00%	49.64	3.00%	0.060	4.00	0.16
2.00	0.020	4.00%	57.39	3.00%	0.056	3.73	0.21

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

6. PRESUPUESTO

El presupuesto no es más que, el cálculo anticipado del costo de una obra a realizar. Para la realización de este es necesario cotizar los distintos materiales que intervienen en la obra a construir, así como el precio de la mano de obra calificada y no calificada.

6.1. Presupuesto alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial

Se presenta a continuación el resumen del presupuesto para los distintos renglones de trabajo de las obras a construir en la comunidad El Durazno, tomando en cuenta los precios de los materiales de las distribuidoras del municipio.

Tabla XIII. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario

	REGLONES DE TRABAJO	
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	ago-16

Núm.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	PRELIMINARES	ml	4100	Q 10,60	Q 43 460,00
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	1095	Q 32,35	Q 35 423,25
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	m ³	1095	Q 83,95	Q 91 925,25
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 6" DE DIÁMETRO	ml	3503	Q 214,85	Q 752 619,55
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	ml	353	Q 321,90	Q 113 630,70
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	ml	87	Q 480,50	Q 41 803,50
7	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (H _{PROMEDIO} = 1.50 m)	unidad	55	Q 4 862,65	Q 267 445,75
8	CONSTRUCCIÓN DE POZO DISIPADOR (H _{PROMEDIO} = 4.50 m)	unidad	11	Q 15 542,40	Q 170 966,40
9	CONEXIÓN DOMICILIAR	unidad	250	Q 1 401,40	Q 350 350,00
10	LIMPIEZA FINAL	ml	4100	Q 9,35	Q 38 335,00
TOTAL					Q 1 905 959,40

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

6.1.1. Cronograma de ejecución física-financiera

Para toda obra es necesario conocer el tiempo que se llevará para su construcción, por lo cual es muy importante la organización del tiempo para efectuar los distintos trabajos de la obra de una manera ordenada y eficaz.

Tabla XIV. Cronograma de ejecución física

Núm.	REGLÓN	SUBTOTAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS															
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1	PRELIMINARES	Q 43 460,00																
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	Q 35 423,25																
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	Q 91 925,25																
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 6" DE DIÁMETRO	Q 752 619,55																
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	Q 113 630,70																
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	Q 41 803,50																
7	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 1.50 m)	Q 267 445,75																
8	CONSTRUCCIÓN DE POZO DISIPADOR (HPROMEDIO = 4.50 m)	Q 170 966,40																
9	CONEXIÓN DOMICILIAR	Q 350 350,00																
10	LIMPIEZA FINAL	Q 38 335,00																
TOTAL DEL PROYECTO		Q1 905 959,40	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 4 MESES															

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XV. Cronograma de ejecución financiera

Núm.	REGLÓN	SUBTOTAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS															
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1	PRELIMINARES	Q 43 460,00	Q 43 460,00															
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	Q 35 423,25	Q 14 169,30				Q 21 253,95											
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	Q 91 925,25									Q 52 528,71				Q 39 396,54			
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 6" DE DIÁMETRO	Q 752 619,55					Q 451 571,73				Q 301 047,82							
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	Q 113 630,70									Q 113 630,70							
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	Q 41 803,50									Q 13 934,50				Q 27 869,00			
7	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 1.50 m)	Q 267 445,75									Q 152 826,14				Q 114 619,61			
8	CONSTRUCCIÓN DE POZO DISIPADOR (HPROMEDIO = 4.50 m)	Q 170 966,40									Q 85 483,20				Q 85 483,20			
9	CONEXIÓN DOMICILIAR	Q 350 350,00					Q 43 793,75				Q 175 175,00				Q 131 381,25			
10	LIMPIEZA FINAL	Q 38 335,00													Q 38 335,00			
TOTAL DEL PROYECTO		Q1 905 959,40	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 4 MESES															

TOTAL MENSUAL	Q 57 629,30	Q 516 619,43	Q 894 626,08	Q 437 084,59
TOTAL MENSUAL ACUMULADO	Q 57 629,30	Q 574 248,73	Q 1 468 874,81	Q 1 905 959,40
PORCENTAJE MENSUAL	3,02 %	27,11 %	46,94 %	22,93 %
PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO	3,02 %	30,13 %	77,07 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVI. Presupuesto del sistema de alcantarillado pluvial

	REGLONES DE TRABAJO	
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	ago-16

Núm .	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	PRELIMINARES	ml	3105	Q 10,60	Q 32 913,00
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	4360	Q 32,35	Q 141 046,00
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	m ³	4360	Q 62,55	Q 272 718,00
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	ml	258	Q 321,90	Q 83 050,20
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	ml	360	Q 480,50	Q 172 980,00
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 12" DE DIÁMETRO	ml	426	Q 628,50	Q 267 741,00
7	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 15" DE DIÁMETRO	ml	462	Q 965,20	Q 445 922,40
8	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 18" DE DIÁMETRO	ml	744	Q 1 502,00	Q 1 117 488,00
9	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 24" DE DIÁMETRO	ml	510	Q 2 190,85	Q 1 117 333,50
10	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 27" DE DIÁMETRO	ml	126	Q 3 756,70	Q 473 344,20
11	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 36" DE DIÁMETRO	ml	84	Q 4 791,75	Q 402 507,00
12	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 1.60 m)	unidad	27	Q 4 667,00	Q 126 009,00
13	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 3.55 m)	unidad	20	Q 16 128,60	Q 322 572,00
14	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 4.5 m) + CAJA DE REGISTRO.	unidad	24	Q 11 459,70	Q 275 032,80
15	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 2.5 m) + CAJA DE REGISTRO.	unidad	7	Q 7 251,15	Q 50 758,05
16	CONSTRUCCIÓN CABEZAL DE SALIDA	unidad	1	Q 8 242,80	Q 8 242,80
17	LIMPIEZA FINAL	ml	3105	Q 9,15	Q 28 410,75
				TOTAL	Q 5 338 068,70

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVII. Cronograma de ejecución física

Núm.	REGLÓN	SUBTOTAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS															
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1	PRELIMINARES	Q 32 913,00																
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	Q 141 046,00																
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	Q 272 718,00																
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	Q 83 050,20																
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	Q 172 980,00																
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 12" DE DIÁMETRO	Q 267 741,00																
7	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 15" DE DIÁMETRO	Q 445 922,40																
8	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 18" DE DIÁMETRO	Q1 117 488,00																
9	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 24" DE DIÁMETRO	Q1 117 333,50																
10	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 27" DE DIÁMETRO	Q 473 344,20																
11	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 36" DE DIÁMETRO	Q 402 507,00																
12	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 1.60 m)	Q 126 009,00																
13	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 3.55 m)	Q 322 572,00																
14	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 4.5 m) + CAJA DE REGISTRO.	Q 275 032,80																
15	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 2.5 m) + CAJA DE REGISTRO.	Q 50 758,05																
16	CONSTRUCCIÓN CABEZAL DE SALIDA	Q 8 242,80																
17	LIMPIEZA FINAL	Q 28 410,75																
TOTAL DEL PROYECTO		Q5 338 068,70	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 4 MESES															

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Tabla XVIII. Cronograma de ejecución financiera

Núm.	RENLÓN	SUBTOTAL	TIEMPO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS															
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1	PRELIMINARES	Q 32 913,00	Q 32 913,00															
2	EXCAVACIÓN DE ZANJA	Q 141 046,00	Q 47 015,33				Q 94 030,67											
3	COMPACTACIÓN DE ZANJA	Q 272 718,00					Q 136 359,00				Q 136 359,00							
4	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIÁMETRO	Q 83 050,20					Q 83 050,20											
5	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIÁMETRO	Q 172 980,00					Q 172 980,00											
6	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 12" DE DIÁMETRO	Q 267 741,00					Q 133 870,50				Q 133 870,50							
7	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 15" DE DIÁMETRO	Q 445 922,40					Q 167 220,90				Q 222 961,20				Q 55 740,30			
8	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 18" DE DIÁMETRO	Q1 117 488,00					Q 159 641,14				Q 638 564,57				Q 319 282,29			
9	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 24" DE DIÁMETRO	Q1 117 333,50									Q 744 889,00				Q 372 444,50			
10	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 27" DE DIÁMETRO	Q 473 344,20									Q 284 006,52				Q 189 337,68			
11	COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 36" DE DIÁMETRO	Q 402 507,00									Q 201 253,50				Q 201 253,50			
12	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 1.60 m)	Q 126 009,00					Q 42 003,00				Q 56 004,00				Q 28 002,00			
13	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (HPROMEDIO = 3.55 m)	Q 322 572,00					Q 46 081,71				Q 184 326,86				Q 92 163,43			
14	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 4.5 m) + CAJA DE REGISTRO	Q 275 032,80					Q 68 758,20				Q 137 516,40				Q 68 758,20			
15	CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METÁLICA (LPROMEDIO = 2.5 m) + CAJA DE REGISTRO	Q 50 758,05									Q 33 838,70				Q 16 919,35			

Continuación de la tabla XVIII.

16	CONSTRUCCIÓN CABEZAL DE SALIDA	Q 8 242,80		Q 8 242,80
17	LIMPIEZA FINAL	Q 28 410,75		Q 28 410,75
TOTAL DEL PROYECTO		Q5 338 068,70	TIEMPO ESTIMADO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO 4 MESES	

TOTAL MENSUAL	Q 79 928,33	Q1 103 995,32	Q 2 773 590,25	Q 1 380 554,79
TOTAL MENSUAL ACUMULADO	Q 79 928,33	Q1 183 923,66	Q 3 957 513,91	Q 5 338 068,70
PORCENTAJE MENSUAL	1,50 %	20,68 %	51,96 %	25,86 %
PORCENTAJE MENSUAL ACUMULADO	1,50 %	22,18 %	74,14 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

7. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

El objetivo principal de la evaluación de impacto ambiental es identificar, evaluar y valorar impactos favorables y desfavorables en el medio ambiente que puedan presentarse durante la ejecución de cada fase del proyecto, dentro del área de influencia en la comunidad; con énfasis en las recomendaciones necesarias para mitigar los impactos negativos que la construcción del proyecto pueda ocasionar al medio ambiente.

7.1. Medidas de mitigación de impacto

Para proponer medidas y acciones para prevenir o mitigar los impactos que la obra pueda provocar sobre la comunidad, es necesario identificar el tipo y magnitud de dichos impactos y si los mismos son favorables, desfavorables, significativos, no significativos, temporales o permanentes. Clasificándolos de la siguiente manera:

- Impacto benéfico
- Impacto adverso
- Impacto mitigable
- Duración del impacto
- Importancia del impacto

Con base en lo anterior, para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario y sistema de alcantarillado pluvial los impactos son similares:

- Impacto benéfico

- Impacto mitigable
- Duración del impacto
- Importancia del impacto

7.1.1. Impacto benéfico

Entre los impactos benéficos pueden citarse los siguientes:

- Aspectos sociales:
 - Visual: con la construcción de ambos sistemas de alcantarillados, se evita que las aguas residuales corran a flor de tierra, asimismo que las aguas pluviales se estanquen por las calles y puedan provocar enfermedades.
 - Locomoción: con la construcción del sistema de alcantarillado pluvial se podrá evitar el estanque de aguas en las calles. Permitiendo que los pobladores puedan trasladarse sin dificultades en tiempos de invierno.

7.1.2. Impacto mitigable

- Atmosféricos:
 - Aire: puede verse afectado por el polvo que pueda generar la excavación de la zanja. Se propone ir humedeciendo el suelo excavado para que este mantenga una consistencia húmeda y así evitar que el viento transporte demasiadas partículas de suelo.

También el uso de mascarillas respiratorias para los pobladores y trabajadores.

- Ruido: por el uso de la maquinaria utilizada en la excavación o compactación del suelo se producirá contaminación auditiva, que afectará más a los operarios y trabajadores de la construcción. Se propone que los operarios y trabajadores más cercanos a la maquinaria utilicen equipo de protección auditiva.

7.1.3. Duración del impacto

- Aspectos sociales:
 - Vial: debido a la excavación e instalación de la tubería, las vías de acceso a la comunidad pueden verse afectadas temporalmente. Se propone realizar señalizaciones de las rutas de accesos obstruidas, así como las rutas alternas para el ingreso a la comunidad.

7.1.4. Importancia del impacto

- Agua:
 - Contaminación de agua pluvial: con la construcción de este sistema de alcantarillado se logrará evitar la contaminación de gran cantidad de agua pluvial, debido a que la población está acostumbrada a evacuar dichas aguas por el sistema de alcantarillado sanitario.

- Contaminación del agua de ríos o lagos: debido al tratamiento de las aguas residuales, se logra evitar la contaminación de los ríos, lagos o desfuegos del sistema de alcantarillado sanitario, ya que el sistema será funcional si se cuenta con una propuesta de tratamiento. La construcción de los sistemas tienen un impacto de gran importancia significativa, benéfica e importancia adversa mitigable; por lo cual si se siguen las indicaciones adecuadas y el constante mantenimiento, los proyectos son factibles sin dañar el medio ambiente.

8. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Todo proyecto es económicamente rentable si no existen pérdidas de capital respecto del costo de la inversión a realizar. Para conocer si un proyecto es factible habrá que realizar una evaluación económica que garantice que el proyecto proporcionará las ganancias adecuadas.

Para conocer la rentabilidad de un proyecto se utilizan distintos métodos matemáticos financieros; para los proyectos a realizar se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

8.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo financiero de maximizar la inversión; este método es el más utilizado para la evaluación de proyectos a largo plazo. Al ser una inversión social este proyecto no tendrá ningún ingreso o rentabilidad. Siendo el valor presente neto el costo total de la obra.

A continuación se presenta una propuesta de tarifa, ya que para el buen funcionamiento es necesario darle mantenimiento cada cierto tiempo, el cual será costado por los usuarios mediante un pago mensual.

Tabla XIX. **Propuesta de tarifa**

Gastos anuales	
Personal de mantenimiento	Q 35 000,00
Equipo de mantenimiento	Q 50 000,00
Reparación y gastos indirectos	Q 25 500 00
Costo anual	Q 110 500,00
Costo mensual	Q 9 208,33
Usuarios actuales	250,00
Costo mensual / usuario	Q 36,83

Fuente: elaboración propia.

Para el siguiente proyecto se determina el VPN con una tasa de interés del 10 por ciento actualmente en el mercado.

Cálculo del VPN:

Costo inicial del proyecto = Q 1 905 959,40

Cobro por conexión de servicio de alcantarillado = Q 800,00 (cobro municipal).

Ingreso inicial = Q 800,00* 250 conexiones = Q 200 000,00

Tabla XX. **Ingresos y egresos**

	MONTOS INICIALES	MENSUALES	ANUALES
INGRESOS	Q. 200 000,00	Q. 5 000,00	Q. 60 000,00
COSTOS	Q. 1 905 959,40	Q. 9 208,33	Q. 110 500,00

Fuente: elaboración propia.

Ecuación del valor presente dado en anualidades:

$$VP = A * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

Valor presente de costos de operación y mantenimiento:

$$VP = Q. 1\ 905\ 959,40 + Q. 110\ 500,00 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{30} - 1}{0,10 * (1 + 0,10)^{30}} \right] = Q. 2\ 947\ 633,45$$

Valor presente de tarifa poblacional:

$$VP = Q. 200\ 000,00 + Q. 60\ 000,00 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{30} - 1}{0,10 * (1 + 0,10)^{30}} \right] = Q. 767\ 241,38$$

$$VPN = Q. 767\ 241,38 - Q. 2\ 947\ 633,45 = \mathbf{Q. -2\ 180\ 392,07}$$

No se podrán cubrir los costos de mantenimiento y operación del sistema con la tarifa propuesta durante el período de funcionamiento.

8.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es un método de variación de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros de los proyectos y los pagos actualizados, generados por una inversión. Cuanto mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto, más deseable será llevar a cabo el proyecto.

En los proyectos de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno activa. Para ello se realiza un análisis socioeconómico de costo-beneficio de la obra.

$$\text{Costo} = \text{inversión} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = Q. 1\ 905\ 959,40 - (Q. -2\ 180\ 392,07) = Q. 4\ 086\ 351,47$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{beneficio}} = \frac{Q. 4\ 086\ 351,47}{4\ 419 \text{ hab. futuro}} = Q. 924,72 \frac{Q}{\text{hab}} \cdot \text{futuro}.$$

CONCLUSIONES

1. En la actualidad, en la mayoría de las aldeas y comunidades del departamento de Chimaltenango, es necesaria la construcción de sistemas de alcantarillados sanitarios y pluviales; ya que no solo la comunidad en estudio carece de este servicio básico.
2. En la comunidad El Durazno del municipio de Chimaltenango, debido al crecimiento de la población y a las necesidades que afronta, el sistema de alcantarillado les brindará una mejor manera de evacuar las aguas residuales que corren por las calles, ya que provocan contaminación visual y ambiental, así como enfermedades a los pobladores.
3. La construcción de un sistema de alcantarillado pluvial no solo beneficia a la comunidad sino al medio ambiente, ya que de esta manera el agua de lluvia puede ser recolectada y conducida hacia un desfogue apropiado, evitando así su contaminación al momento de ser introducida a un sistema de alcantarillado sanitario, como están acostumbrados a realizarlo en las comunidades.
4. Con la construcción de ambos sistemas, la comunidad podrá contar con una mejor calidad de vida, evitando enfermedades y teniendo libre acceso y circulación de sus principales calles.

RECOMENDACIONES

1. Cumplir con las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar, así como las especificaciones y medidas en los planos, para garantizar una buena construcción de los sistemas de alcantarillados.
2. Contar con un ingeniero civil supervisor al momento de la construcción, para garantizar la buena interpretación de los planos constructivos, así como dar soluciones a problemas o cambios que pudieran existir al momento de la construcción.
3. Brindar mantenimiento al sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y rejillas colectoras, cada cierto período de tiempo. Para el sistema de alcantarillado pluvial y sus obras accesorias, el mantenimiento se efectuaría antes y después de la temporada de lluvia.
4. Actualizar los precios de materiales de construcción, tuberías, maquinaria y mano de obra establecidos en el presupuesto, debido a la fluctuación de precios que existe en el mercado, antes de hacer una contratación para la construcción.
5. Para la construcción, debe buscarse financiamiento de otras instituciones, tanto gubernamentales como internacionales, así como el apoyo de los pobladores en mano de obra no calificada o con un aporte por familia.

BIBLIOGRAFÍA

1. BARRERA URÍZAR, José Antonio. *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y abastecimiento de agua potable para el asentamiento La Paz, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 232 p.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
3. GÁLVEZ FERNÁNDEZ, José Rodrigo. *Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales sector cuatro caminos y diseño del mercado de la aldea El Pajón, municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 104 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2009. 15 p.
5. LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*, 2a ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1995. 546 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Integración de precios unitarios de alcantarillado sanitario

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
PRELIMINARES	ml	4100	Q 10,60	Q 43 460,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	MATERIALES PARA TRAZO Y ESTAQUEADO	ML	1	Q 0,25	Q 0,25
TOTAL					Q 0,25

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EQUIPO PARA REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1	Q 1,25	Q 1,25
2	HERRAMIENTAS PARA LIMPIEZA	ml	1	Q 0,25	Q 0,25
TOTAL					Q 1,50

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TOPÓGRAFO	ml	1	Q 1,75	Q 1,75
2	CADENERO	ml	1	Q 0,75	Q 0,75
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 0,95	Q 0,95
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 2,95
TOTAL					Q 6,40

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 0,25
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 1,50
3	MANO DE OBRA	Q 6,40
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 8,15
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 0,94
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 0,40
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 1,10
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 2,45
TOTAL		Q 10,60

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	1095	Q 32,35	Q 35 423,25

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVADORA HIDRÁULICA (rendimiento mínimo 30 m ³ /h)	m ³	1	Q 15,35	Q 15,35
				TOTAL	Q 15,35

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	OPERADOR DE MAQUINARIA	m ³	1	Q 2,25	Q 2,25
2	ALBAÑIL	m ³	1	Q 1,50	Q 1,50
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 1,40	Q 1,40
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 4,40
				TOTAL	Q 9,55

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q -
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 15,35
3	MANO DE OBRA	Q 9,55
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 24,90
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 2,85
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 1,24
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 3,36
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 7,45
TOTAL		Q 32,35

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COMPACTACIÓN DE ZANJA	m ³	1095	Q 83,95	Q 91 925,25

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	MATERIAL SELECTO PARA BASE DE TUBERÍA	m ³	1,28	Q 19,00	Q 24,32
TOTAL					Q 24,32

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	VIBRO-COMPACTADORA	m ³	1	Q 32,00	Q 32,00
TOTAL					Q 32,00

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	OPERADOR DE MAQUINARIA	m ³	1	Q 1,75	Q 1,75
2	ALBAÑIL	m ³	1	Q 1,50	Q 1,50
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 1,20	Q 1,20
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 3,80
TOTAL					Q 8,26

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 24,32
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 32,00
3	MANO DE OBRA	Q 8,26
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 64,58
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 7,41
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 3,23
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 8,74
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 19,37
TOTAL		Q 83,95

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 6" DE DIAMETRO	ml	3503	Q 214,85	Q 752 619,55

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 6" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 134,75	Q 134,75
TOTAL				Q	134,75

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL				Q	-

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 12,00	Q 12,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 4,44	Q 4,44
3	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 14,09
TOTAL				Q	30,53

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 134,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 30,53
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 165,28
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 19,00
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 8,26
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 22,31
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 49,57
TOTAL		Q 214,85

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8" DE DIAMETRO	ml	353	Q 321,90	Q 113 630,70

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 8" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 205,00	Q 205,00
				TOTAL	Q 205,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 16,75	Q 16,75
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 6,20	Q 6,20
3	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 19,66
				TOTAL	Q 42,61

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 205,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 42,61
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 247,61
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 28,48
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 12,38
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 33,44
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 74,29
TOTAL		Q 321,90

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10" DE DIAMETRO	ml	87	Q 480,50	Q 41 803,50

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 10" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 306,00	Q 306,00
TOTAL					Q 306,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 25,00	Q 25,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 9,25	Q 9,25
3	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 29,35
TOTAL					Q 63,60

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 306,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 63,60
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 369,60
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 42,50
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 18,49
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 49,92
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 110,91
TOTAL		Q 480,50

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (H _{PROMEDIO} = 1.50 m)	unidad	55	Q 4 862,65	Q 267 445,75

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	LADRILLO TAYUTO DE 0.065 * 0.11 * 0.23 m	unidad	750	Q 1,25	Q 937,50
2	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	13	Q 78,00	Q 1 014,00
3	ARENA DE RIO	m ³	1	Q 110,00	Q 110,00
4	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	0,35	Q 280,00	Q 98,00
5	HIERRO Núm. 5	varillas	1	Q 72,00	Q 72,00
6	HIERRO Núm. 4	varillas	1,5	Q 46,00	Q 69,00
7	HIERRO Núm. 3	varillas	6	Q 24,00	Q 144,00
8	HIERRO Núm. 2	varillas	2	Q 9,50	Q 19,00
9	ALAMBRE DE AMARRE	lb	4	Q 4,50	Q 18,00
TOTAL					Q 2 481,50

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN	m ³	3,6	Q 15,50	Q 55,80
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 450,00	Q 450,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 172,24	Q 172,24
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 580,94
TOTAL					Q 1 258,98

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 2 481,50
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 1 258,98
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 3 740,48
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 430,18
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 187,02
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 504,96
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 1 122,17
TOTAL		Q 4 862,65

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE POZO DISIPADOR (H _{PROMEDIO} = 4.50 m)	unidad	11	Q 15 542,40	Q 170 966,40

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	LADRILLO TAYUTO DE 0.065 * 0.11 * 0.23 m	unidad	2965	Q 1,25	Q 3 706,25
2	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	53	Q 78,00	Q 4 134,00
3	ARENA DE RIO	m ³	4,15	Q 110,00	Q 456,50
4	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	1,55	Q 280,00	Q 434,00
5	HIERRO Núm. 5	varillas	0,50	Q 72,00	Q 36,00
6	HIERRO Núm. 4	varillas	7,5	Q 46,00	Q 345,00
7	HIERRO Núm. 3	quintales	2,5	Q 24,00	Q 60,00
8	HIERRO Núm. 2	varillas	2	Q 9,50	Q 19,00
9	ALAMBRE DE AMARRE	lb	12	Q 4,50	Q 54,00
				TOTAL	Q 9 244,75

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN	m ³	13,60	Q 16,25	Q 221,00
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 900,00	Q 900,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 339,01	Q 339,01
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 1 250,94
				TOTAL	Q 2 710,95

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 9 244,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 2 710,95
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 11 955,70
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 1 374,90
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 597,79
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 1 614,02
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 3 586,70
TOTAL		Q 15 542,40

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONEXIÓN DOMICILIAR	unidad	250	Q 1 401,40	Q 350 350,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO PVC DE 4" DE DIÁMETRO	unidad	0,75	Q 386,00	Q 289,50
2	TUBO DE CONCRETO DE 12" DE DIÁMETRO	unidad	1	Q 55,00	Q 55,00
3	SILLETA TEE DE 6"X4"	unidad	1	Q 286,00	Q 286,00
4	CODO A 90° DE 4"	unidad	1	Q 71,10	Q 71,10
5	CEMENTO UGC 3000 PSI	saco	1	Q 78,00	Q 78,00
6	ARENA DE RIO	m ³	0,050	Q 110,00	Q 5,50
7	PRIDRÍN TRITURADO DE 3/4"	m ³	0,05	Q 280,00	Q 14,00
8	HIERRO Núm. 3	varilla	1	Q 24,00	Q 24,00
9	ALAMBRE DE AMARRE	lb	1	Q 4,90	Q 4,90
TOTAL					Q 828,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	INSTALACIÓN (INCLUYE TODOS LOS TRABAJOS)	unidad	1,00	Q 250,00	Q 250,00
TOTAL					Q 250,00

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 828,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 250,00
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 1 078,00
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 123,97
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 53,90
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 145,53
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 323,40
TOTAL		Q 1 401,40

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	abr-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
LIMPIEZA FINAL	ml	4100	Q 9,35	Q 38 335,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
---	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE	viaje	8	Q 350,00	Q 2 800,00
TOTAL					Q 2 800,00

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	AYUDANTE	ml	1	Q 3,50	Q 3,50
2	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 3,00
TOTAL					Q 6,50

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q -
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 0,68
3	MANO DE OBRA	Q 6,50
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 7,18
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 0,84
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 0,36
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 0,97
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 2,16
TOTAL		Q 9,35

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 2. Integración de precios unitarios de alcantarillado pluvial

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
PRELIMINARES	ml	3105	Q 10,60	Q 32 913,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	MATERIALES PARA TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	1	Q 0,25	Q 0,25
				TOTAL	Q 0,25

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EQUIPO PARA REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1	Q 1,25	Q 1,25
2	HERRAMIENTAS PARA LIMPIEZA	ml	1	Q 0,25	Q 0,25
				TOTAL	Q 1,50

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TOPÓGRAFO	ml	1	Q 1,75	Q 1,75
2	CADENERO	ml	1	Q 0,75	Q 0,75
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 0,95	Q 0,95
4	PRESTACIONES (85,68 %)	---	---	---	Q 2,95
				TOTAL	Q 6,40

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 0,25
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 1,50
3	MANO DE OBRA	Q 6,40
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 8,15
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 0,94
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 0,40
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 1,10
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 2,45
TOTAL		Q 10,60

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
EXCAVACIÓN DE ZANJA	m ³	4360	Q 32,35	Q 141 046,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVADORA HIDRÁULICA (rendimiento mínimo 30 m ³ /h)	m ³	1	Q 15,35	Q 15,35
				TOTAL	Q 15,35

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	OPERADOR DE MAQUINARIA	m ³	1	Q 2,25	Q 2,25
2	ALBAÑIL	m ³	1	Q 1,50	Q 1,50
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 1,40	Q 1,40
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 4,40
				TOTAL	Q 9,55

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q -
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 15,35
3	MANO DE OBRA	Q 9,55
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 24,90
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 2,85
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 1,24
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 3,36
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 7,45
TOTAL		Q 32,35

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COMPACTACIÓN DE ZANJA	m ³	4360	Q 62,55	Q 272 718,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	MATERIAL SELECTO PARA BASE DE TUBERÍA	m ³	1,28	Q 6,15	Q 7,87
TOTAL					Q 7,87

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	VIBRO-COMPACTADORA	m ³	1	Q 32,00	Q 32,00
TOTAL					Q 32,00

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	OPERADOR DE MAQUINARIA	m ³	1	Q 1,75	Q 1,75
2	ALBAÑIL	m ³	1	Q 1,50	Q 1,50
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 1,20	Q 1,20
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 3,80
TOTAL					Q 8,26

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 7,87
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 32,00
3	MANO DE OBRA	Q 8,26
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 48,13
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 5,51
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 2,41
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 6,50
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 14,42
TOTAL		Q 62,55

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 8"	ml	258	Q 321,90	Q 83 050,20

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 8" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 205,00	Q 205,00
TOTAL					Q 205,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	-----	-----	-----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 16,75	Q 16,75
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 6,20	Q 6,20
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 19,65
TOTAL					Q 42,60

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 205,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 42,60
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 247,60
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 28,49
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 12,38
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 33,43
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 74,30
TOTAL		Q 321,90

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	ml	360	Q 480,50	Q 172 980,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 10" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 306,00	Q 306,00
				TOTAL	Q 306,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 25,00	Q 25,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 9,25	Q 9,25
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 29,35
				TOTAL	Q 63,60

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 306,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 63,60
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 369,60
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 42,50
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 18,50
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 49,90
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 110,90
TOTAL		Q 480,50

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 12"	ml	426	Q 628,50	Q 267 741,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 12" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 400,00	Q 400,00
				TOTAL	Q 400,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 32,80	Q 32,80
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 12,14	Q 12,14
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 38,51
				TOTAL	Q 83,45

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 400,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 83,45
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 483,45
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 55,61
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 24,17
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 65,27
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 145,05
TOTAL		Q 628,50

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 15"	ml	462	Q 965,20	Q 445 922,40

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 15" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 600,00	Q 600,00
				TOTAL	Q 600,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 56,00	Q 56,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 20,72	Q 20,72
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 65,73
				TOTAL	Q 142,45

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 600,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 142,45
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 742,45
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 85,38
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 37,14
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 100,23
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 222,75
TOTAL		Q 965,20

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 18"	ml	744	Q 1 502,00	Q 1 117 488,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 18" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-949	ml	1	Q 957,00	Q 957,00
				TOTAL	Q 957,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 78,00	Q 78,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 28,86	Q 28,86
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 91,54
				TOTAL	Q 198,40

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 957,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 198,40
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 1 155,40
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 132,87
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 57,77
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 155,96
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 346,60
TOTAL		Q 1 502,00

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 24"	ml	510	Q 2 190,85	Q 1 117 333,50

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 24" DE DIÁMETRO NORMA AASHTO M-304	ml	1	Q 1 380,00	Q 1 380,00
				TOTAL	Q 1 380,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 120,00	Q 120,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 44,40	Q 44,40
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 140,86
				TOTAL	Q 305,26

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 1 380,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 305,26
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 1 685,26
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 193,80
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 84,26
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 227,53
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 505,59
TOTAL		Q 2 190,85

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 27"	ml	126	Q 3 756,70	Q 473 344,20

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 27" DE DIÁMETRO NORMA ASTM F-2307	ml	1	Q 2 381,00	Q 2 381,00
				TOTAL	Q 2 381,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 200,00	Q 200,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 74,00	Q 74,00
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 234,76
				TOTAL	Q 508,76

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 2 381,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 508,76
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 2 889,76
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 332,33
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 144,49
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 390,12
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 866,94
TOTAL		Q 3 756,70

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
COLOCACIÓN DE TUBERÍA DE 36"	ml	84	Q 4 791,75	Q 402 507,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	TUBO DE 36" DE DIÁMETRO NORMA AASHTO M-304	ml	1	Q 3 050,00	Q 3 050,00
TOTAL				Q	3 050,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL				Q	-

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ml	1	Q 250,00	Q 250,00
2	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 92,50	Q 92,50
3	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 293,45
TOTAL				Q	635,95

INTEGRACIÓN DE UNITARIO			
Núm.	DESCRIPCIÓN		SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q	3 050,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q	-
3	MANO DE OBRA	Q	635,95
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q	3 685,95
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q	423,89
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q	184,30
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q	497,60
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q	1 105,80
TOTAL		Q	4 791,75

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (H _{PROMEDIO} = 1.60 m)	unidad	27	Q 4 667,00	Q 126 009,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	LADRILLO TAYUTO DE 0.065 * 0.11 * 0.23 m	unidad	815	Q 1,25	Q 1 018,75
2	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	15	Q 78,00	Q 1 170,00
3	ARENA DE RIO	m ³	1,3	Q 110,00	Q 143,00
4	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	0,4	Q 280,00	Q 112,00
5	HIERRO Núm. 5	varillas	1	Q 72,00	Q 72,00
6	HIERRO Núm. 4	varillas	1,5	Q 46,00	Q 69,00
7	HIERRO Núm. 3	varillas	6	Q 24,00	Q 144,00
8	HIERRO Núm. 2	varillas	2	Q 9,50	Q 19,00
9	ALAMBRE DE AMARRE	lb	4	Q 4,50	Q 18,00
TOTAL					Q 2 765,75

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN	m ³	3,80	Q 15,50	Q 58,90
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 300,00	Q 300,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 116,75	Q 116,75
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 407,50
TOTAL					Q 824,25

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 2 765,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 824,25
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 3 590,00
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 412,85
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 179,50
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 484,65
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 1 077,00
TOTAL		Q 4 667,00

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	ene-00

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA (H _{PROMEDIO} = 3.55 m)	unidad	20	Q 16 128,60	Q 322 572,00

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	LADRILLO TAYUTO DE 0.065 * 0.11 * 0.23 m	unidad	2285	Q 1,25	Q 2 856,25
2	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	46	Q 78,00	Q 3 588,00
3	ARENA DE RIO	m ³	3,5	Q 110,00	Q 385,00
4	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	1,5	Q 280,00	Q 420,00
5	HIERRO Núm. 5	varillas	1	Q 72,00	Q 72,00
6	HIERRO Núm. 4	varillas	9	Q 46,00	Q 414,00
7	HIERRO Núm. 3	varillas	29,5	Q 24,00	Q 708,00
8	HIERRO Núm. 2	varillas	2	Q 9,50	Q 19,00
9	ALAMBRE DE AMARRE	lb	15	Q 4,50	Q 67,50
TOTAL					Q 8 529,75

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
TOTAL					Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN	m ³	3,80	Q 15,50	Q 58,90
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 1 500,00	Q 1 500,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 560,75	Q 560,75
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 1 816,10
TOTAL					Q 3 876,85

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 8 529,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 3 876,85
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 12 406,60
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 1 426,76
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 620,35
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 1 674,89
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 3 722,00
TOTAL		Q 16 128,60

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METALICA (L _{PROMEDIO} = 4,5 m) + CAJA DE REGISTRO.	unidad	24	Q 11 459,70	Q 275 032,80

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	36	Q 78,00	Q 2 808,00
2	ARENA DE RIO	m ³	2,2	Q 110,00	Q 242,00
3	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	1,7	Q 280,00	Q 476,00
4	HIERRO Núm. 6	varillas	5	Q 110,00	Q 550,00
5	HIERRO Núm. 3	quintales	2	Q 240,00	Q 480,00
6	ALAMBRE DE AMARRE	lb	12	Q 4,50	Q 54,00
7	CLAVOS DE 3"	lb	1	Q 5,50	Q 5,50
8	TABLA PARA FORMAleta	pie-tabla	70	Q 6,25	Q 437,50
9	TUBO PVC NORMA ASTM F-949 10" DE DIÁMETRO	unidad	0,5	Q 1 836,00	Q 918,00
10	ANGULAR DE 2" X 2"	unidad	3,5	Q 268,50	Q 939,75
11	ELECTRODOS PUNTO CAFÉ	lb	1,5	Q 11,50	Q 17,25
				TOTAL	Q 6 928,00

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	EXCAVACIÓN	m ³	2,50	Q 31,00	Q 77,50
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 500,00	Q 500,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 196,50	Q 196,50
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 663,15
5	ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE REJILLA	unidad	1	Q 450,00	Q 450,00
				TOTAL	Q 1 887,15

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 6 928,00
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 1 887,15
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 8 815,15
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 1 013,74
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 440,78
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 1 190,03
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 2 644,55
TOTAL		Q 11 459,70

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN DE REJILLA METALICA (L _{PROMEDIO} = 2.5 m) + CAJA DE REGISTRO.	unidad	7	Q 7 251,15	Q 50 758,05

MATERIALES						
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
1	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	21	Q 78,00	Q	1 638,00
2	ARENA DE RIO	m ³	1,25	Q 110,00	Q	137,50
3	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	1	Q 280,00	Q	280,00
4	HIERRO Núm. 6	varillas	3	Q 110,00	Q	330,00
5	HIERRO Núm. 3	quintales	1,2	Q 240,00	Q	288,00
6	ALAMBRE DE AMARRE	lb	8	Q 4,50	Q	36,00
7	CLAVOS DE 3"	lb	1	Q 5,50	Q	5,50
8	TABLA PARA FORMALETA	pie-tabla	45	Q 6,25	Q	281,25
9	TUBO PVC NORMA ASTM F-949 10" DE DIÁMETRO	unidad	0,5	Q 1 836,00	Q	918,00
10	ANGULAR DE 2" X 2"	unidad	2	Q 268,50	Q	537,00
11	ELECTRODOS PUNTO CAFÉ	lb	1	Q 11,50	Q	11,50
TOTAL					Q	4 462,75

MAQUINARIA Y EQUIPO						
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
----	----	----	----	----	----	
TOTAL					Q	-

MANO DE OBRA						
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
1	EXCAVACIÓN	m ³	1,40	Q 31,00	Q	43,40
2	ALBAÑIL	unidad	1	Q 300,00	Q	300,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 122,50	Q	122,50
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q	399,15
5	ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE REJILLA	unidad	1	Q 250,00	Q	250,00
TOTAL					Q	1 115,05

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 4 462,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 1 115,05
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 5 577,80
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 641,45
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 278,92
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 752,98
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 1 673,35
TOTAL		Q 7 251,15

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
CONSTRUCCIÓN CABEZAL DE SALIDA	unidad	1	Q 8 242,80	Q 8 242,80

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	CEMENTO UGC 4000 PSI	sacos	27	Q 78,00	Q 2 106,00
2	ARENA DE RIO	m ³	1,5	Q 110,00	Q 165,00
3	PIEDRÍN TRITURADO 3/4"	m ³	1,5	Q 280,00	Q 420,00
4	ELECTROMALLA 6"X6" 3/3 CORRUGADA GRADO 40	unidad	2,5	Q 457,50	Q 1 143,75
5	ALAMBRE DE AMARRE	lb	3	Q 4,50	Q 13,50
6	CLAVOS DE 3"	lb	4	Q 5,50	Q 22,00
7	TABLA PARA FORMALETA	pie-tabla	90	Q 6,25	Q 562,50
				TOTAL	Q 4 432,75

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
----	----	----	----	----	----
				TOTAL	Q -

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	ALBAÑIL	unidad	1	Q 750,00	Q 750,00
3	AYUDANTE (37 %)	---	---	Q 277,50	Q 277,50
4	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 880,35
				TOTAL	Q 1 907,85

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q 4 432,75
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q -
3	MANO DE OBRA	Q 1 907,85
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 6 340,60
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 729,17
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 317,05
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 855,98
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 1 902,20
TOTAL		Q 8 242,80

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS		
PROYECTO	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	FECHA:
UBICACIÓN	CARRETERA HACIA SAN MARTÍN JILOTEPEQUE	feb-16

RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
LIMPIEZA FINAL	ml	3105	Q 9,15	Q 28 410,75

MATERIALES					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
---	---	---	---	---	---
				TOTAL	Q -

MAQUINARIA Y EQUIPO					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE	viaje	7	Q 250,00	Q 1 750,00
				TOTAL	Q 1 750,00

MANO DE OBRA					
Núm.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	AYUDANTE	ml	1	Q 3,50	Q 3,50
2	PRESTACIONES (85.68 %)	---	---	---	Q 3,00
				TOTAL	Q 6,50

INTEGRACIÓN DE UNITARIO		
Núm.	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	MATERIALES	Q -
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	Q 0,55
3	MANO DE OBRA	Q 6,50
4	TOTAL COSTOS DIRECTOS	Q 7,05
5	ADMINISTRACION (11,50 %)	Q 0,81
6	IMPREVISTOS (5 %)	Q 0,34
7	UTILIDAD (13,50 %)	Q 0,95
8	TOTAL COSTOS INDIRECTOS	Q 2,10
TOTAL		Q 9,15

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

Apéndice 3. **Tabla resumen de diseño de alcantarillado sanitario**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

DE PV.	A PV.	DISEÑO ACTUAL							DISEÑO A FUTURO							COTAS. m		LONGITUD DE DISEÑO m	PENDIENTE DE DISEÑO m	COTA INVERT m		ALTURA DE PV. m	
		D(φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D	D(φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1	1,1	6	1,013	18,48	0,03084	0,450	0,46	0,12	6	1,013	18,48	0,09740	0,633	0,64	0,21	121,039	120,834	67,59	0,80%	119,909	119,368	1,13	1,47
1,1	1,3	6	1,240	22,62	0,04421	0,501	0,62	0,14	6	1,240	22,62	0,14456	0,702	0,87	0,25	120,834	119,595	94,94	1,20%	119,338	118,199	1,50	1,40
1,2	1,3	6	1,013	18,48	0,02597	0,426	0,43	0,11	6	1,013	18,48	0,07035	0,568	0,58	0,18	118,484	119,595	65,55	0,80%	117,354	116,830	1,13	2,77
1,3	1,4	6	1,013	18,48	0,08604	0,605	0,61	0,20	6	1,013	18,48	0,27976	0,856	0,87	0,36	119,595	118,047	63,97	0,80%	116,800	116,288	2,80	1,76
1,4	1,8	6	1,240	22,62	0,08974	0,615	0,76	0,20	6	1,240	22,62	0,28912	0,856	1,06	0,36	118,047	116,521	68,10	1,20%	116,258	115,441	1,79	1,08
1,5	1,7	6	2,264	41,30	0,00630	0,273	0,62	0,06	6	2,264	41,30	0,01356	0,348	0,79	0,08	120,021	118,248	43,95	4,00%	119,091	117,333	0,93	0,92
1,6	1,7	6	1,013	18,48	0,03084	0,450	0,46	0,12	6	1,013	18,48	0,09740	0,633	0,64	0,21	117,265	118,248	46,92	0,80%	116,135	115,760	1,13	2,49
1,7	1,8	6	1,291	23,55	0,03609	0,468	0,60	0,13	6	1,291	23,55	0,11847	0,669	0,86	0,23	118,248	116,521	48,32	1,30%	115,730	115,101	2,52	1,42
1,8	1,9	6	1,679	30,63	0,10839	0,651	1,09	0,22	6	1,679	30,63	0,34476	0,902	1,51	0,40	116,521	114,524	73,23	2,20%	115,071	113,460	1,45	1,06
1,9	1,11	6	2,320	42,32	0,09003	0,615	1,43	0,20	6	2,320	42,32	0,28521	0,856	1,99	0,36	114,524	110,987	83,52	4,20%	113,430	109,923	1,09	1,06
1,11	2,3	6	1,895	34,57	0,11426	0,659	1,25	0,23	6	1,895	34,57	0,36159	0,913	1,73	0,41	110,987	109,408	57,08	2,80%	109,893	108,294	1,09	1,11
2	2,2	6	1,013	18,48	0,02597	0,426	0,43	0,11	6	1,013	18,48	0,07035	0,568	0,58	0,18	107,298	108,782	75,19	0,80%	106,168	105,566	1,13	3,22
2,1	2,2	6	1,013	18,48	0,02868	0,439	0,44	0,12	6	1,013	18,48	0,08442	0,605	0,61	0,20	109,223	108,782	55,48	0,80%	108,093	107,649	1,13	1,13
2,2	2,3	6	0,801	14,61	0,05270	0,528	0,42	0,16	6	0,801	14,61	0,17454	0,747	0,60	0,28	108,782	109,408	12,98	0,50%	105,536	105,472	3,25	3,94
2,3	2,4	8	0,970	31,46	0,16275	0,730	0,71	0,27	8	0,970	31,46	0,51113	1,000	0,97	0,50	109,408	113,614	85,18	0,50%	105,442	105,016	3,97	8,60
3	1,5	6	1,895	34,57	0,01128	0,327	0,62	0,07	6	1,895	34,57	0,02285	0,408	0,77	0,10	120,947	120,021	27,32	2,80%	119,817	119,052	1,13	0,97
1,5	3,1	6	2,264	41,30	0,01162	0,334	0,76	0,08	6	2,264	41,30	0,03148	0,450	1,02	0,12	120,021	117,664	55,89	4,00%	118,972	116,736	1,05	0,93
3,1	3,2	6	2,025	36,94	0,01543	0,361	0,73	0,09	6	2,025	36,94	0,04873	0,517	1,05	0,15	117,664	115,974	43,27	3,20%	116,534	115,149	1,13	0,82
3,2	3,3	6	1,601	29,20	0,18493	0,761	1,22	0,29	6	1,601	29,20	0,26130	0,830	1,33	0,34	115,974	114,691	63,62	2,00%	114,844	113,572	1,13	1,12
3,3	2,4	6	1,961	35,77	0,17053	0,730	1,43	0,27	6	1,961	35,77	0,27761	0,856	1,68	0,36	114,691	113,614	40,52	3,00%	113,542	112,326	1,15	1,29
2,4	2,5	8	0,970	31,46	0,38907	0,934	0,91	0,43	8	0,970	31,46	0,92467	1,134	1,10	0,75	113,614	108,313	87,57	0,50%	104,986	104,548	8,63	3,77
4	4,1	6	1,519	27,71	0,01588	0,368	0,56	0,09	6	1,519	27,71	0,03789	0,479	0,73	0,13	119,118	117,341	97,53	1,80%	117,988	116,232	1,13	1,11
4,1	4,2	6	1,387	25,30	0,01897	0,388	0,54	0,10	6	1,387	25,30	0,05138	0,522	0,72	0,15	117,341	116,893	28,99	1,50%	116,202	115,768	1,14	1,13
4,2	4,4	6	1,013	18,48	0,03084	0,450	0,46	0,12	6	1,013	18,48	0,09740	0,633	0,64	0,21	116,893	118,781	90,36	0,80%	115,738	115,015	1,16	3,77
4,3	4,4	6	1,519	27,71	0,01588	0,368	0,56	0,09	6	1,519	27,71	0,03789	0,479	0,73	0,13	120,592	118,781	90,36	1,80%	119,462	117,836	1,13	0,95
4,4	4,5	6	1,132	20,65	0,05182	0,522	0,59	0,15	6	1,132	20,65	0,16998	0,730	0,83	0,27	118,781	115,501	64,89	1,00%	114,985	114,336	3,80	1,17
4,5	4,7	6	2,402	43,81	0,02625	0,426	1,02	0,11	6	2,402	43,81	0,08560	0,605	1,45	0,20	115,501	113,714	36,73	4,50%	114,306	112,653	1,20	1,06
4,6	4,7	6	1,790	32,65	0,01348	0,348	0,62	0,08	6	1,790	32,65	0,03216	0,456	0,82	0,12	115,974	113,714	86,63	2,50%	114,844	112,678	1,13	1,04
4,7	4,8	6	2,750	50,16	0,03030	0,444	1,22	0,12	6	2,750	50,16	0,09829	0,633	1,74	0,21	113,714	110,790	48,90	5,90%	112,623	109,738	1,09	1,05
4,8	2,5	6	2,481	45,26	0,03513	0,468	1,16	0,13	6	2,481	45,26	0,11423	0,659	1,63	0,23	110,790	108,313	54,32	4,80%	109,708	107,101	1,08	1,21
2,5	UNIF.	8	1,940	62,91	0,34176	0,902	1,75	0,40	8	1,940	62,91	0,92195	1,134	2,20	0,75	108,313	107,834	29,42	2,00%	104,518	103,929	3,80	3,90

DE PV.	A	PV.	DISEÑO ACTUAL						DISEÑO A FUTURO						COTAS. m		LONGITUD DE DISEÑO m	PENDIENTE DE DISEÑO m	COTA INVERT. m		ALTURA DE PV. m		
			D(φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D	D(φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL
5	5,1	6	2,996	54,65	0,00476	0,248	0,74	0,05	6	2,996	54,65	0,01025	0,320	0,96	0,07	119,340	116,944	32,28	7,00%	118,210	115,950	1,13	0,99
5,1	5,2	6	2,532	46,19	0,00844	0,305	0,77	0,07	6	2,532	46,19	0,01710	0,375	0,95	0,09	116,944	114,263	45,88	5,00%	115,920	113,626	1,02	0,64
5,2	5,3	6	1,961	35,77	0,01230	0,341	0,67	0,08	6	1,961	35,77	0,02935	0,444	0,87	0,12	114,263	112,016	63,73	3,00%	113,133	111,221	1,13	0,79
5,3	7,19	6	1,790	32,65	0,01470	0,355	0,64	0,08	6	1,790	32,65	0,03982	0,484	0,87	0,14	112,016	110,918	61,61	2,50%	110,886	109,346	1,13	1,57
6,0	6,1	6	3,922	71,54	0,00615	0,273	1,07	0,06	6	3,922	71,54	0,01468	0,355	1,39	0,08	134,899	123,859	88,75	12,00%	133,769	123,119	1,13	0,74
6,1	6,2	6	1,601	29,20	0,01507	0,361	0,58	0,09	6	1,601	29,20	0,03596	0,468	0,75	0,13	123,859	122,470	63,12	2,00%	122,729	121,467	1,13	1,00
6,2	6,4	6	1,601	29,20	0,01507	0,361	0,58	0,09	6	1,601	29,20	0,03596	0,468	0,75	0,13	122,470	121,088	63,12	2,00%	121,437	120,174	1,03	0,91
6,3	6,4	6	3,202	58,41	0,00976	0,312	1,00	0,07	6	3,202	58,41	0,03082	0,450	1,44	0,12	128,295	121,088	87,95	8,00%	127,165	120,129	1,13	0,96
6,4	6,6	6	2,264	41,30	0,02058	0,393	0,89	0,10	6	2,264	41,30	0,06755	0,568	1,29	0,18	121,088	119,975	23,68	4,00%	119,958	119,011	1,13	0,96
6,5	6,6	6	2,727	49,74	0,01146	0,334	0,91	0,08	6	2,727	49,74	0,03619	0,473	1,29	0,13	125,539	119,975	94,11	5,80%	124,409	118,951	1,13	1,02
6,6	6,7	6	0,801	14,61	0,09377	0,624	0,50	0,21	6	0,801	14,61	0,30527	0,868	0,70	0,37	119,975	119,555	89,66	0,50%	118,921	118,472	1,05	1,08
6,7	4	6	0,947	17,27	0,07933	0,596	0,56	0,19	6	0,947	17,27	0,25825	0,830	0,79	0,34	119,555	119,118	89,66	0,70%	118,442	117,815	1,11	1,30
4	6,8	6	1,717	31,32	0,05077	0,522	0,90	0,15	6	1,717	31,32	0,16507	0,730	1,25	0,27	119,118	117,234	70,48	2,30%	117,785	116,164	1,33	1,07
6,8	7,17	6	2,974	54,25	0,03207	0,456	1,36	0,12	6	2,974	54,25	0,10378	0,644	1,92	0,22	117,234	111,711	80,33	6,90%	116,134	110,591	1,10	1,12
7	7,1	6	1,961	35,77	0,01090	0,327	0,64	0,07	6	1,961	35,77	0,02209	0,408	0,80	0,10	142,456	141,146	44,45	3,00%	141,326	139,993	1,13	1,15
7,1	7,2	6	2,118	38,63	0,01476	0,355	0,75	0,08	6	2,118	38,63	0,04660	0,507	1,07	0,15	141,146	137,820	87,33	3,50%	139,963	136,906	1,18	0,91
7,2	7,3	6	1,601	29,20	0,02397	0,414	0,66	0,11	6	1,601	29,20	0,07877	0,587	0,94	0,19	137,820	136,127	81,91	2,00%	136,690	135,052	1,13	1,08
7,3	7,4	6	1,187	21,65	0,04942	0,517	0,61	0,15	6	1,187	21,65	0,16212	0,730	0,87	0,27	136,127	135,680	62,15	1,10%	135,022	134,338	1,11	1,34
7,4	7,5	6	0,801	14,61	0,09377	0,624	0,50	0,21	6	0,801	14,61	0,30527	0,868	0,70	0,37	135,680	136,047	59,35	0,50%	134,308	134,011	1,37	2,04
7,5	7,8	6	1,132	20,65	0,07700	0,587	0,66	0,19	6	1,132	20,65	0,25036	0,830	0,94	0,34	136,047	135,292	63,08	1,00%	133,981	133,351	2,07	1,94
7,6	7,7	6	1,860	33,93	0,01149	0,334	0,62	0,08	6	1,860	33,93	0,02328	0,414	0,77	0,11	137,105	136,617	31,74	2,70%	135,975	135,118	1,13	1,50
7,7	7,8	6	1,961	35,77	0,01594	0,368	0,72	0,09	6	1,961	35,77	0,05032	0,522	1,02	0,15	136,617	135,292	33,21	3,00%	135,088	134,092	1,53	1,20
7,8	7,9	6	2,887	52,66	0,04406	0,501	1,45	0,14	6	2,887	52,66	0,14147	0,702	2,03	0,25	135,292	129,875	62,62	6,50%	133,321	129,250	1,97	0,62
7,9	7,11	6	4,236	77,27	0,03197	0,456	1,93	0,12	6	4,236	77,27	0,10237	0,644	2,73	0,22	129,875	126,725	21,57	14,00%	128,745	125,725	1,13	1,00
7,11	7,12	6	3,922	71,54	0,04249	0,495	1,94	0,14	6	3,922	71,54	0,13545	0,692	2,71	0,25	126,725	118,475	67,82	12,00%	125,595	117,457	1,13	1,02
7,12	7,16	6	3,704	67,56	0,04811	0,511	1,89	0,15	6	3,704	67,56	0,15305	0,716	2,65	0,26	118,475	112,893	52,21	10,70%	117,345	111,759	1,13	1,13
7,13	7,14	6	3,340	60,92	0,00722	0,289	0,97	0,06	6	3,340	60,92	0,01724	0,375	1,25	0,09	125,598	120,591	56,99	8,70%	124,468	119,510	1,13	1,08
7,14	7,15	6	4,385	79,99	0,00713	0,289	1,27	0,06	6	4,385	79,99	0,02250	0,408	1,79	0,10	120,591	114,011	43,97	15,00%	119,480	112,884	1,11	1,13
7,15	7,16	6	1,961	35,77	0,01733	0,375	0,74	0,09	6	1,961	35,77	0,05759	0,538	1,06	0,16	114,011	112,893	34,52	3,00%	112,854	111,819	1,16	1,07
7,16	7,17	6	1,961	35,77	0,11238	0,659	1,29	0,23	6	1,961	35,77	0,35533	0,913	1,79	0,41	112,893	111,711	36,47	3,00%	111,729	110,634	1,16	1,08
7,17	7,19	8	1,372	44,49	0,14408	0,702	0,96	0,25	8	1,372	44,49	0,44842	0,964	1,32	0,46	111,711	110,918	94,67	1,00%	110,561	109,614	1,15	1,30
7,18	7,19	6	1,132	20,65	0,02567	0,426	0,48	0,11	6	1,132	20,65	0,07554	0,587	0,66	0,19	109,499	110,918	22,61	1,00%	108,369	108,143	1,13	2,78
7,19	UNIF.	8	2,169	70,34	0,10719	0,651	1,41	0,22	8	2,169	70,34	0,33196	0,891	1,93	0,39	110,918	107,834	55,71	2,50%	108,113	106,720	2,81	1,11
UNIF.	8	10	3,376	171,06	0,16976	0,730	2,46	0,27	10	3,376	171,06	0,47556	0,983	3,32	0,48	102,590	99,872	57,51	4,50%	96,185	93,597	1,16	1,03
8	PTAR.	10	3,183	161,28	0,18006	0,747	2,38	0,28	10	3,183	161,28	0,50440	1,000	3,18	0,50	99,872	98,731	29,05	4,00%	98,767	97,605	1,10	1,13

Apéndice 4. **Tabla resumen de diseño de alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

DE PV	A PV.	COEF. DE ESCORRENTÍA				PARÁMETROS		CAUDAL DE DISEÑO (Lt/seg.)	PENDIENTES		DISEÑO ACTUAL							COTAS		LONGITUD DISEÑO (m)	PENDIENTE DISEÑO	COTA INVERT		ALTURA DE PV.	
		a1 (VIV)	a2 (ADOQ.)	a3 (TERR.)	C (PROM.)	Tc (min)	I (mm/h)		TERRENO	DISEÑO	D (φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1	1,1	0,06	0,06	0,45	0,51	13,09	116,17	93,81	1,83%	1,80%	10	2,135	108,18	0,86717	1,124	2,40	0,71	121,824	119,990	98,75	1,80%	120,324	118,547	1,50	1,44
1,1	1,2	0,12	0,12	0,88	0,51	16,08	108,55	178,39	1,86%	1,85%	15	2,837	323,43	0,55156	1,023	2,90	0,53	119,990	118,200	95,18	1,85%	118,487	116,726	1,50	1,47
1,2	1,4	0,18	0,17	1,18	0,51	18,41	103,14	238,30	2,28%	2,30%	15	3,163	360,60	0,66084	1,066	3,37	0,59	118,200	116,440	76,15	2,30%	116,696	114,944	1,50	1,50
1,3	1,4	0,04	0,04	0,24	0,51	12,26	118,43	53,69	3,70%	3,70%	8	2,638	85,55	0,62759	1,058	2,79	0,57	120,021	116,521	93,29	3,70%	118,521	115,069	1,50	1,45
1,4	1,5	0,25	0,27	1,95	0,51	20,93	97,75	377,85	3,11%	3,10%	15	3,672	418,63	0,90259	1,132	4,16	0,74	116,440	113,330	98,75	3,10%	114,914	111,853	1,53	1,48
1,5	1,6	0,31	0,30	2,26	0,51	22,25	95,09	431,73	4,16%	4,15%	15	4,249	484,41	0,89125	1,130	4,80	0,73	113,330	111,250	48,75	4,15%	111,823	109,800	1,51	1,45
1,6	1,7	0,37	0,34	2,57	0,51	24,11	91,54	484,90	2,86%	3,00%	18	4,079	669,64	0,72412	1,089	4,44	0,63	111,250	109,408	63,19	3,00%	109,750	107,854	1,50	1,55
1,7	1,8	0,04	0,04	0,28	0,51	24,11	91,54	545,81	-5,00%	0,50%	24	2,017	588,67	0,92719	1,136	2,29	0,76	109,408	113,640	85,18	0,50%	107,824	107,398	1,58	6,24
1,8	1,9	0,07	0,06	0,50	0,51	25,90	88,31	760,85	6,00%	1,00%	24	2,853	832,66	0,91376	1,134	3,24	0,75	113,640	108,313	87,57	1,00%	107,368	106,493	6,27	1,82
1,9	UNIF	0,02	0,02	0,15	0,51	28,26	84,32	1094,53	1,00%	1,00%	27	3,086	1139,90	0,96020	1,139	3,51	0,78	108,313	108,11	37,02	1,00%	106,463	106,092	1,85	2,02
2	2,1	0,04	0,04	0,33	0,51	11,73	119,91	69,65	4,00%	4,00%	10	3,183	161,28	0,43186	0,955	3,04	0,45	119,78	116,98	68,38	4,00%	118,280	115,545	1,50	1,44
2,1	2,2	0,10	0,08	0,62	0,51	13,75	114,42	132,87	3,00%	2,70%	12	2,953	215,46	0,61668	1,049	3,10	0,56	116,98	115,11	68,42	2,70%	115,480	113,633	1,50	1,48
2,2	1,8	0,13	0,11	0,88	0,51	15,69	109,50	182,51	2,00%	2,40%	12	2,784	203,13	0,89849	1,132	3,15	0,74	115,11	113,64	60,82	2,40%	113,610	112,150	1,50	1,49
1,8	1,9	0,17	0,17	1,04	0,51	25,90	88,31	760,85	6,00%	1,00%	24	2,853	832,66	0,91376	1,134	3,24	0,75	113,64	108,313	87,57	1,00%	107,368	106,493	6,27	1,82
3	3,1	0,01	0,02	0,08	0,51	12,16	118,71	18,50	2,00%	2,50%	8	2,169	70,34	0,26301	0,83	1,80	0,34	120,592	118,781	71,84	2,50%	119,092	117,296	1,50	1,49
3,1	3,2	0,01				12,76			2,00%									118,781	116,893						
3,2	3,1	0,01	0,02	0,26	0,51	12,76	117,06	48,09	-2,00%	0,50%	10	1,125	57,00	0,84368	1,12	1,26	0,70	116,893	118,781	90,36	0,50%	115,393	114,941	1,50	3,84
3,1	3,3	0,07	0,07	0,90	0,51	14,26	113,09	167,52	5,00%	2,50%	12	2,842	207,36	0,80787	1,112	3,16	0,68	118,781	113,970	97,37	2,50%	114,911	112,477	3,87	1,49
3,3	3,5	0,10	0,10	1,38	0,51	15,30	110,46	253,59	6,00%	6,50%	12	4,582	334,32	0,75852	1,098	5,03	0,65	113,970	111,090	43,80	6,50%	112,447	109,600	1,52	1,49
3,5	1,9	0,14	0,15	1,67	0,51	16,90	106,60	310,98	4,00%	4,30%	15	4,325	493,08	0,63069	1,058	4,58	0,57	111,090	108,36	63,37	4,30%	109,570	106,845	1,52	1,51
4	4,1	0,06	0,02	0,68	0,49	11,45	120,71	124,87	11,00%	11,60%	8	4,672	151,51	0,82417	1,116	5,21	0,69	134,388	123,800	91,37	11,60%	132,888	122,289	1,50	1,51
4,1	4,2	0,12	0	1,01	0,48	13,36	115,45	181,83	2,00%	2,30%	12	2,726	198,90	0,91418	1,134	3,09	0,75	123,800	122,550	56,80	2,30%	122,259	120,953	1,54	1,60
4,2	4,3	0,18	0	1,41	0,47	15,69	109,50	253,31	3,00%	2,50%	15	3,298	375,99	0,67371	1,072	3,54	0,60	122,550	120,510	79,80	2,50%	120,923	118,928	1,63	1,58
4,3	4,4	0,24	0,04	2,16	0,49	19,45	100,86	364,51	1,00%	1,50%	18	2,884	473,46	0,76989	1,098	3,17	0,65	120,510	119,590	93,30	1,50%	118,898	117,498	1,61	2,09
4,4	4,5	0,30	0,06	2,52	0,49	24,43	90,95	418,98	0,00%	1,50%	18	2,884	473,46	0,88493	1,130	3,26	0,73	119,590	119,130	94,80	1,50%	117,468	116,046	2,12	3,08
4,5	4,6	0,36	0,10	2,72	0,49	26,82	86,72	454,39	3,00%	2,00%	18	3,331	546,84	0,83094	1,116	3,72	0,69	119,130	116,870	84,70	2,00%	116,016	114,322	3,11	2,55
4,6	4,7	0,42	0,14	3,05	0,49	28,27	84,30	503,73	7,00%	4,10%	18	4,769	782,92	0,64340	1,060	5,06	0,58	116,870	111,860	71,21	4,10%	113,292	110,373	3,58	1,49

DE PV.	A PV.	COEF. DE ESCORRENTÍA				PARÁMETROS		CAUDAL DE DISEÑO (Lt/seg.)	PENDIENTES		DISEÑO ACTUAL							COTAS		LONGITUD DISEÑO (m)	PENDIENTE DISEÑO	COTA INVERT		ALTURA DE PV.	
		a1 (VIV)	a2 (ADOQ.)	a3 (TERR.)	C (PROM.)	Tc (min)	I (mm/h)		TERRENO	DISEÑO	D (φ)	VII (m/s)	QII (lt/s)	q/Q	v/V	v (m/s)	d/D	INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

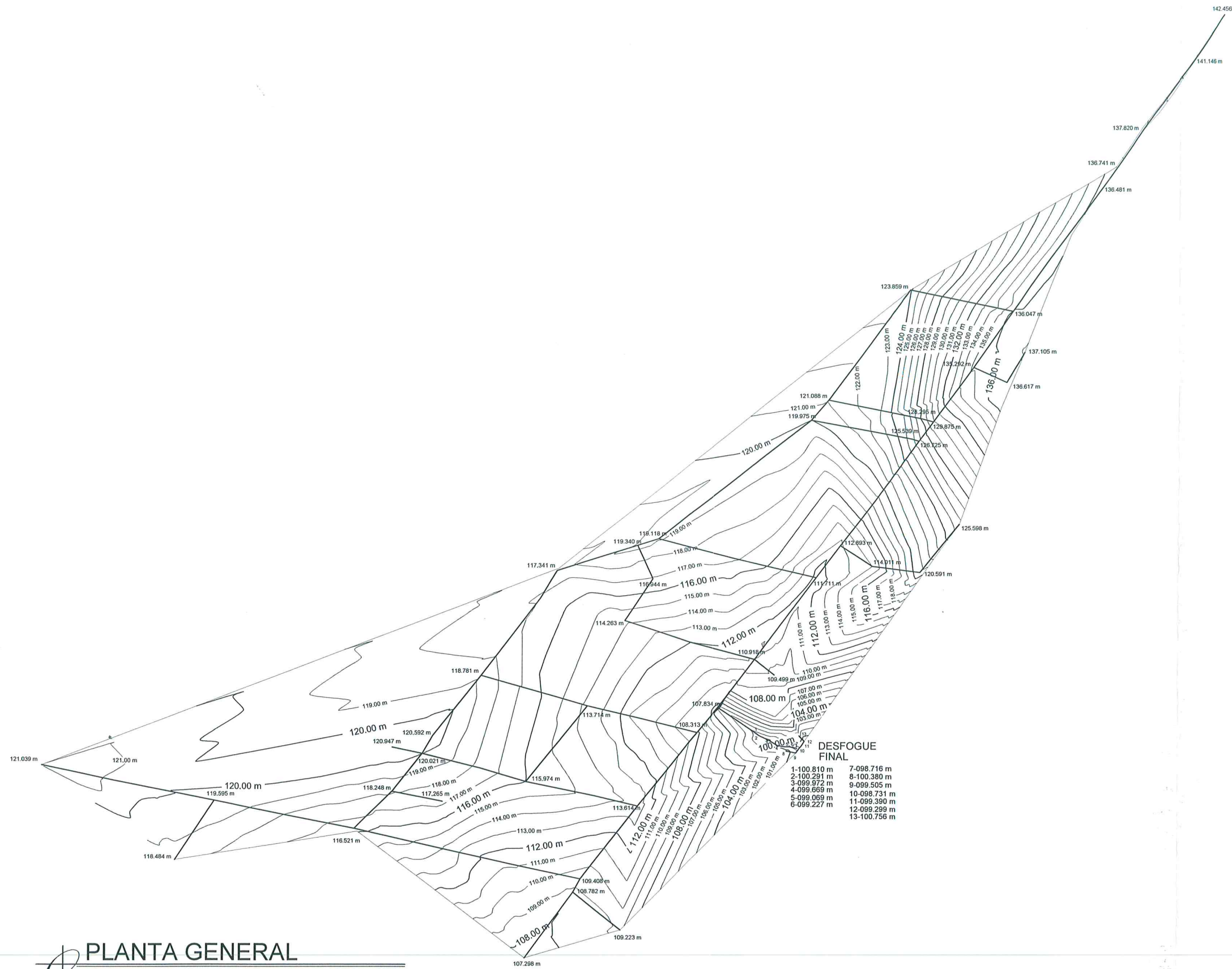
5	5,1	0,04	0,04	0,36	0,51	12,42	117,99	73,55	3,43%	3,45%	10	2,956	149,78	0,49105	0,991	2,93	0,49	142,456	139,040	98,30	3,45%	140,956	137,565	1,50	1,48
5,1	5,2	0,08	0,09	0,71	0,51	15,10	110,96	142,72	2,63%	2,60%	12	2,898	211,45	0,67496	1,072	3,11	0,60	139,040	136,420	98,30	2,60%	137,535	134,979	1,51	1,44
5,2	5,3	0,16	0,15	1,02	0,51	19,71	100,30	206,66	0,63%	0,60%	18	1,824	299,44	0,69015	1,078	1,97	0,61	136,420	135,790	98,30	0,60%	134,949	134,359	1,47	1,43
5,3	5,4	0,19	0,21	1,34	0,51	25,35	89,28	258,52	0,37%	0,60%	18	1,824	299,44	0,86334	1,124	2,05	0,71	135,790	135,420	98,30	0,60%	134,329	133,739	1,46	1,68
5,4	5,5	0,23	0,23	1,50	0,51	26,35	87,53	285,80	4,56%	4,50%	18	4,996	820,19	0,34846	0,902	4,51	0,40	135,420	133,770	35,01	4,50%	133,709	132,134	1,71	1,64
5,5	5,6	0,25	0,24	1,59	0,51	26,80	86,76	300,55	11,12%	5,50%	18	5,523	906,70	0,33148	0,891	4,92	0,39	133,770	131,540	18,86	5,50%	131,104	130,067	2,67	1,47
5,6	5,7	0,26	0,26	1,67	0,51	27,44	85,67	313,90	12,86%	5,50%	18	5,523	906,70	0,34620	0,902	4,98	0,40	131,540	127,220	32,38	5,50%	127,437	125,656	4,10	1,56
5,7	5,8	0,28	0,27	1,72	0,51	27,94	84,84	323,52	12,76%	5,40%	18	5,473	898,49	0,36007	0,913	5,00	0,41	127,220	124,070	23,48	5,40%	123,876	122,608	3,34	1,46
5,8	5,9	0,30	0,29	1,87	0,51	28,55	83,85	346,09	11,53%	5,10%	18	5,319	873,21	0,39634	0,934	4,97	0,43	124,070	120,610	28,80	5,10%	120,578	119,109	3,49	1,50
5,9	5,11	0,34	0,32	2,13	0,51	29,47	82,38	384,60	10,84%	4,85%	24	6,283	1833,72	0,20974	0,790	4,96	0,31	120,610	115,190	48,80	4,85%	116,080	113,713	4,53	1,48
5,11	5,12	0,37	0,34	2,29	0,51	30,15	81,32	408,79	8,50%	4,75%	24	6,218	1814,75	0,22526	0,804	5,00	0,32	115,190	112,640	28,80	4,75%	112,503	111,135	2,69	1,50
5,12	4,7	0,38	0,35	2,37	0,51	31,02	80,00	420,12	3,12%	3,10%	24	5,023	1465,99	0,28658	0,856	4,30	0,36	112,640	111,860	23,80	3,10%	111,105	110,367	1,53	1,49
4,7	5,13	0,41	0,38	2,50	0,51	33,41	76,52	944,45	0,76%	1,50%	24	3,494	1019,74	0,92617	1,134	3,96	0,75	111,860	111,510	45,10	1,50%	110,337	109,661	1,52	1,85
5,13	5,14	0,44	0,42	2,69	0,51	35,68	73,44	971,50	2,00%	1,70%	24	3,720	1085,70	0,89481	1,130	4,20	0,73	111,510	110,560	60,42	1,70%	109,631	108,604	1,88	1,96
5,14	UNIF.	0,44	0,44	2,77	0,51	36,70	72,11	981,72	6,00%	2,50%	24	4,511	1316,56	0,74567	1,094	4,94	0,64	110,560	108,110	40,67	2,50%	107,474	106,457	3,09	1,65

UNIF	6	0		0	0	0	0	2076,25	4,00%	1,55%	36	4,654	3056,16	0,67937	1,072	4,99	0,60	102,590	101,770	18,80	1,55%	100,690	100,3986	1,90	1,37
6	6,1	0		0	0	0	0	2076,25	5,00%	1,55%	36	4,654	3056,16	0,67937	1,072	4,99	0,60	101,770	100,850	18,80	1,55%	99,729	99,437	2,04	1,41
6,1	6,2	0		0	0	0	0	2076,25	3,00%	1,55%	36	4,654	3056,16	0,67937	1,072	4,99	0,60	100,850	99,970	26,16	1,55%	98,987	98,582	1,86	1,39
6,2	DESF	0		0	0	0	0	2076,25	6,00%	1,55%	36	4,654	3056,16	0,67937	1,072	4,99	0,60	99,970	98,730	18,77	1,55%	97,602	97,311	2,37	1,42

Apéndice 5. **Planos constructivos de alcantarillado sanitario**

1. Planta de curvas de nivel
2. Planta general más libreta topográfica
3. Planta general más perfil ramal principal II y VII
4. Planta más perfil ramal principal II
5. Planta más perfil ramal principal I
6. Planta más perfil ramal principal III y IV
7. Planta más perfil ramal principal V y VI
8. Perfil de desfogue final más detalles constructivos

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.



PLANTA GENERAL
CURVAS DE NIVEL ESCALA 1:4000

- DESFOGUE FINAL**
- 1-100.810 m
 - 2-100.281 m
 - 3-099.972 m
 - 4-099.669 m
 - 5-099.069 m
 - 6-099.227 m
 - 7-098.716 m
 - 8-100.380 m
 - 9-099.505 m
 - 10-098.731 m
 - 11-099.390 m
 - 12-099.299 m
 - 13-100.756 m

		MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN		PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COMUNIDAD EL DURAZNO.	
CONTENIDO:		PLANTA DE CURVAS DE NIVEL	
DISEÑO: EDGAR HERNÁNDEZ		ESCALA: INDICADA	HOJA No. 1
CÁLCULO: EDGAR HERNÁNDEZ		Vo. Bo. DIRECTOR DMP	
INGA. CRISTA CLASSON		ASESOR DE EPS	
		8	

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
1	1.1	57°2'28"	68.79
1.1	1.3	56°23'22"	96.14
1.3	1.2	168°36'54"	66.75
1.3	1.4	56°36'36"	65.17
1.4	1.8	56°2'36"	69.30
1.8	1.7	0°19'9"	49.52
1.7	1.5	353°12'24"	45.15
1.7	1.6	56°13'53"	48.12
1.8	1.9	58°2'52"	74.43
1.9	1.11	57°38'52"	84.72
1.11	2.3	57°8'37"	58.28

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
7.5	6	236°45'40"	2.08
6	6.1	236°45'40"	96.89
6.1	6.2	171°11'35"	64.31
6.2	6.4	171°11'35"	64.31
6.4	6.3	56°16'38"	89.15
6.4	6.6	175°47'43"	24.88
6.6	6.5	55°35'55"	95.31
6.6	6.7	187°13'6"	90.86
6.7	4	187°13'6"	90.86
4	6.8	59°42'32"	71.68
6.8	7.17	58°13'2"	81.53
4	4.1	207°24'32"	98.73
4.1	4.2	165°31'3"	30.19
4.2	4.4	172°32'21"	91.56
4.4	4.3	173°45'41"	73.04
4.4	4.5	60°48'6"	66.09
4.5	4.7	61°27'6"	37.93
4.7	4.6	173°53'4"	87.83
4.7	4.8	58°36'30"	50.10
4.8	2.5	59°4'57"	55.52

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
2	2.2	351°13'41"	76.39
2.2	2.1	83°50'39"	56.68
2.2	2.3	343°21'39"	14.18
2.3	2.4	352°50'19"	86.38
2.4	2.5	354°0'21"	88.77
2.5	UNIF.	354°24'19"	30.62
UNIF.	7.19	352°23'15"	56.91
7.19	7.17	351°47'50"	95.87
7.17	7.16	351°49'22"	37.67
7.16	7.15	78°23'11"	35.72
7.15	7.14	52°1'56"	45.17
7.14	7.13	354°2'41"	58.19
7.16	7.12	352°29'12"	53.41
7.12	7.11	351°3'25"	69.02
7.11	7.9	351°29'45"	22.77
7.9	7.8	351°17'38"	63.82
7.8	7.5	350°8'18"	64.28
7.5	7.4	349°58'7"	60.55
7.4	7.3	350°32'8"	63.35
7.3	7.2	350°45'30"	83.11
7.2	7.1	351°4'42"	88.53
7.1	7	349°50'21"	46.65

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
7.19	7.18	82°54'15"	23.81
7.19	5.3	239°52'52"	62.81
5.3	5.2	243°23'43"	64.93
5.2	5.1	348°21'5"	47.08
5.1	5	290°39'11"	33.48

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
1.5	3	237°14'34"	28.52
1.5	3.1	59°10'27"	57.09
3.1	3.2	61°17'6"	44.47
3.2	3.3	56°55'28"	64.82
3.3	2.4	58°39'24"	41.72

EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
7.8	7.7	69°15'51"	34.41
7.7	7.6	345°46'15"	32.94

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

3. COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA: LA TUBERÍA A COLOCAR DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ASTM F-949, RESPETANDO LOS DIÁMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS. PARA EVITAR DAÑOS, LOS TUBOS Y ACCESORIOS NO DEBEN SER ARRASTRADOS, GOLPEADOS CONTRA EL SUELO O ARROJADOS HACIA LA ZANJA Y UTILIZAR LAS HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA SU INSTALACIÓN.

LA INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA DEBERÁ INICIARSE A PARTIR DEL EXTREMO AGUAS ABAJO DE CADA TRAMO, LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA DE CADA TRAMO.

3. POZOS DE VISITA: INDICADOS EN PLANOS, SI ES NECESARIO DICHA ESTRUCTURA PODRÁ CONSTRUIRSE EN OTRO PUNTO QUE PERMITA LA CONCURRENCIA DE LOS DEMAS COLECTORES Y SUS NIVELES. ESTE POZO ES DE TIPO ARTESANAL, CONSTRUIDO DE LADRILLOS DE BARRO COCIDO, LOS MATERIALES A UTILIZAR DEBRÁN TENER LAS CARACTERÍSTICAS SIGUIENTES:

3.1 CONCRETO: MATERIAL COMPUESTO POR CEMENTO, ARENA, PIEDRÍN Y AGUA EN PROPORCIÓN 1:2:3, O CON UNA PROPORCIÓN QUE GARANTICE UNA RESISTENCIA DE 210 Kg/cm².

3.2 ALIZADO: MATERIAL QUE SE COLOCARÁ EN LA IMPERMEABILIZACIÓN INTERNA DE TODOS LOS POZOS O CAJAS PRINCIPALES. EL MORTERO A UTILIZAR SERÁ DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CERNIDA EN UNA PROPORCIÓN 1:2.

3.3 REFUERZO: EL REFUERZO DE TODAS LAS OBRAS DE CONCRETO ARMADO SE HARÁ CON EL HIERRO DE DIÁMETRO ESPECIFICADO EN PLANOS, EL REFUERZO TENDRÁ UNA RESISTENCIA DE 2800 Kg/cm². REFERENCIA A GRADO 40.

3.4 LADRILLO TAYUYO: LAS DIMENSIONES DE CADA UNIDAD SERÁN DE 0.065 X 0.11 X 0.23 m. LOS CUALES DEBERÁN CUMPLIR CON UNA RESISTENCIA MÍNIMA DE 35 Kg/cm².

4. POZOS DE VISITA TIPO DISIPADOR: SU CONSTRUCCIÓN SERÁ CON LADRILLOS DE BARRO COCIDO DE 0.065 X 0.11 X 0.23 m. CON BANDEJAS DICIPADORAS DE CONCRETO REFORZADO A CADA 0.70 m DE SEPARACIÓN CADA UNA, COMO LO INDICAN LOS PLANOS.

ESPECIFICACIONES GENERALES:

EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COMUNIDAD EL DURAZNO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO, ESTA DISEÑADO BAJO LAS NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS DEL INFOM. DEBIDO A LA TOPOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD EL SISTEMA SE DIVIDIO EN DISTINTOS RAMALES INDICADOS EN PLANOS.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- LIMPIEZA, CHAPEO: SE REALIZARÁ EN UN ANCHO ADECUADO, EN LOS LUGARES QUE SEA NECESARIO, DE TAL MANERA QUE LA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA SEA ADECUADA Y DE FORMA ORDENADA.
- EXCAVACIÓN: LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS SE HARÁ DEACUERDO A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN PLANOS, TENIENDO EN CUENTA LOS ANCHOS SIGUIENTES:

DIÁMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA
6"	0.55 m
8"	0.62 m
10"	0.67 m

CUANDO EN LA EXCAVACIÓN SE ENCUENTRE ROCA, ESTA DEBERÁ SER REMOVIDA AL MENOS 30 cm. DEBAJO DE LA LÍNEA DE PENDIENTE DE LA TUBERÍA Y SUSTITUIDA CON MATERIAL COMPACTADO QUE PROPORCIONE UNA BUENA BASE PARA LA TUBERÍA A COLOCAR. EN ZANJAS PROFUNDAS, NO ES NECESARIO RESPETAR LOS ANCHOS DE ZANJA ANTERIORMENTE DESCRITOS Y DEBERÁ CONSIDERAR EL VOLUMEN EXTRA EXCAVADO, INICIANDO EL ANCHO DE ZANJA COMO MÍNIMO DE 1m.

1.) PARÁMETROS DE DISEÑO:

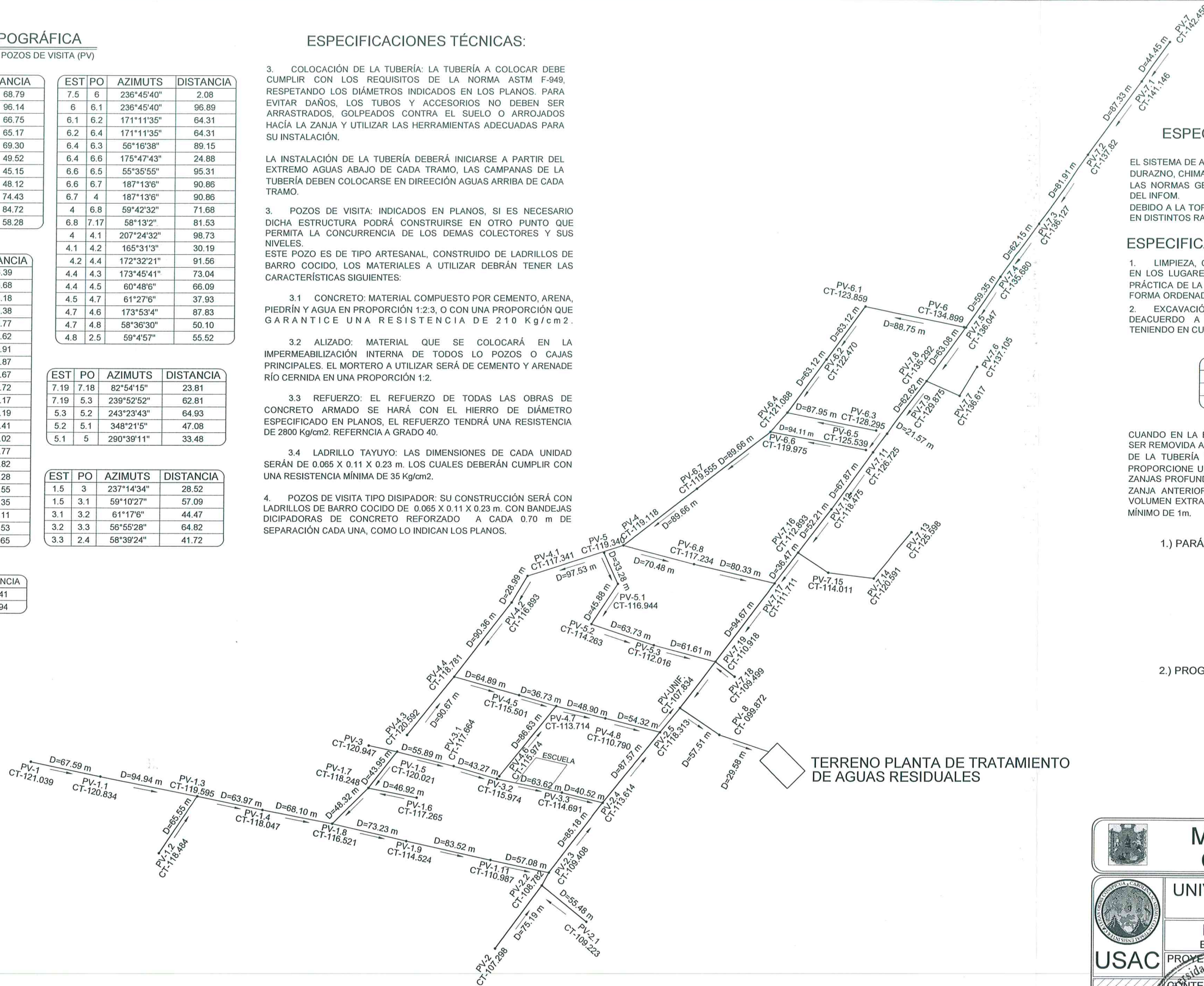
- PERÍODO DE DISEÑO: 30 AÑOS
- HABITANTES/VIVIENDA: 6 HAB.
- DOTACIÓN: 150 LTS./HAB./DÍA.
- FACTOR DE RETORNO: 85%
- DOTACIÓN DE ALUMNOS: 50 LTS./ALUM./DÍA.
- DIÁMETRO DE TUBERÍA: INDICADO
- ALTURA DE POZO DE VISITA: INDICADO

2.) PROGRAMAS UTILIZADOS:

- DISEÑO HIDRÁULICO: MICROSOFT EXCEL 2007.
- DIBUJO DE PLANOS: AUTOCAD 2012.

SIMBOLOGÍA

D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA



PLANTA GENERAL
DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1:4000

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD EL DURAZNO.

CONTENIDO: PLANTA GENERAL + LIBRETA TOPOGRÁFICA

DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ
CALCULO: EDGAR HERNANDEZ

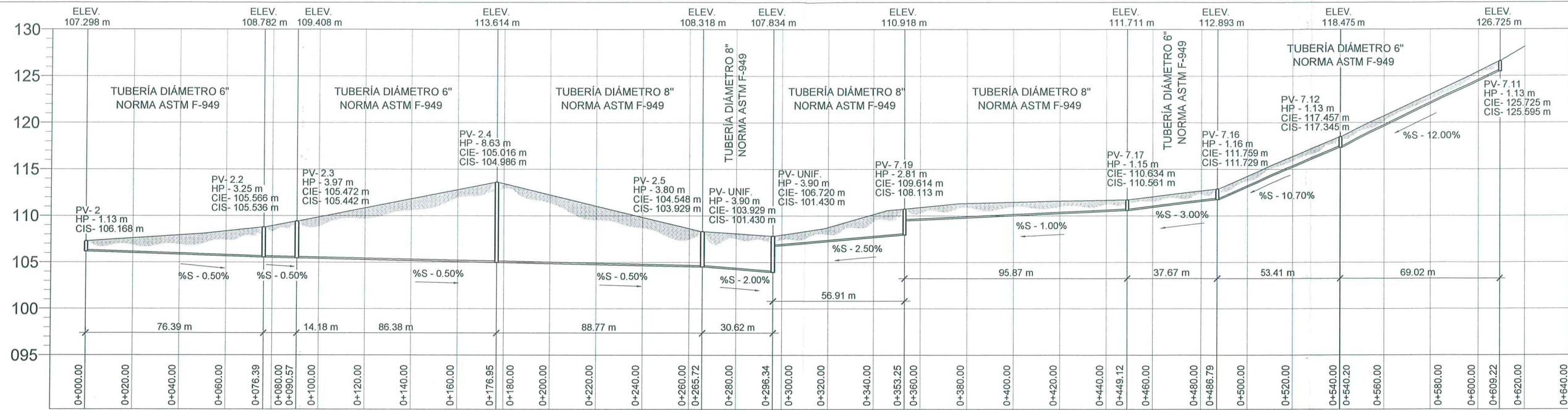
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

ESCALA: INDICADA

HOJA No. 2

INGA. CHRISTA CLASSON
DIRECTOR DMP

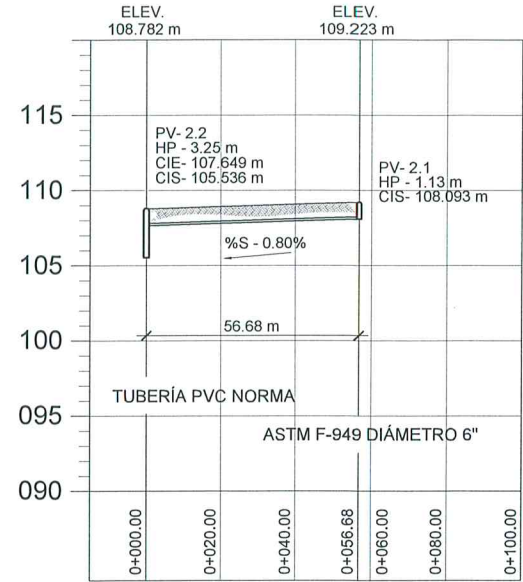
Vo. Bo. 8



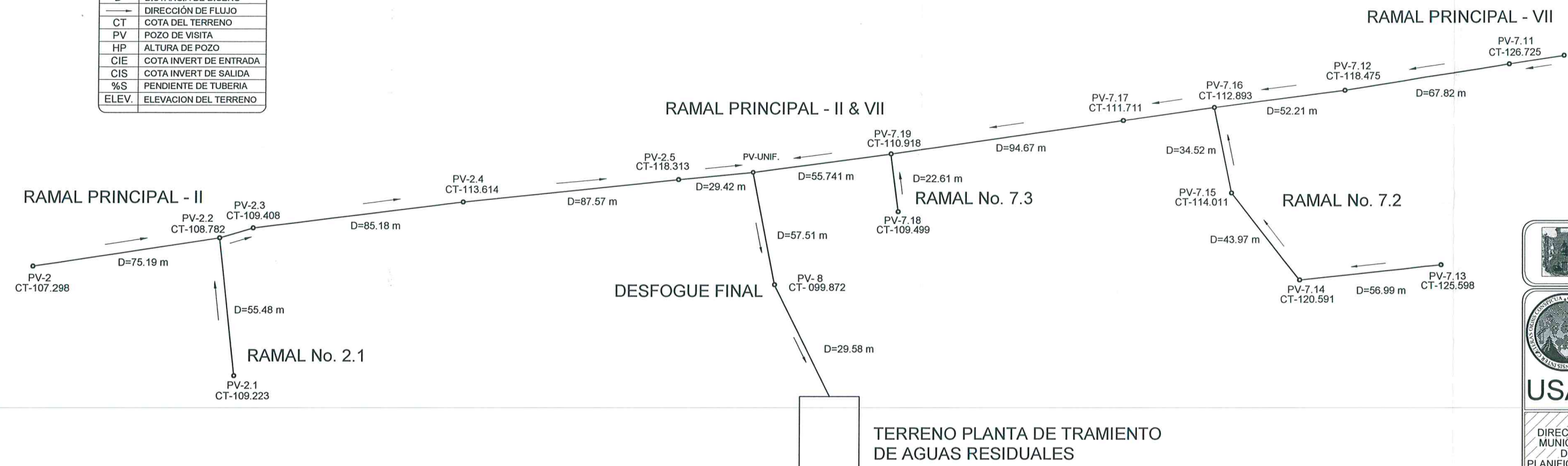
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - II & VII
DRENAJE SANITARIO
 ESCALA HORIZONTAL 1:2000
 ESCALA VERTICAL 1:500



SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO



PERFIL RAMAL No. 2.1
 ESCALA HORIZONTAL 1:2000
 ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL - II & VII
DRENAJE SANITARIO
 ESCALA 1:2000

TERRENO PLANTA DE TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

USAC

PROYECTO: SISTEMA DE ALcantarillado Sanitario Comunidad EL DURAZNO.

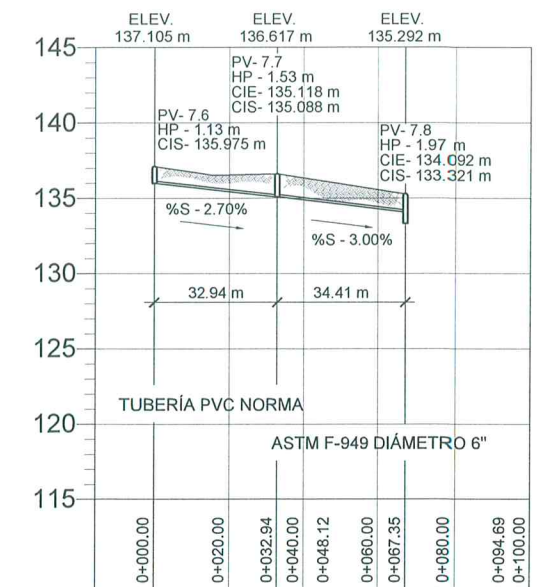
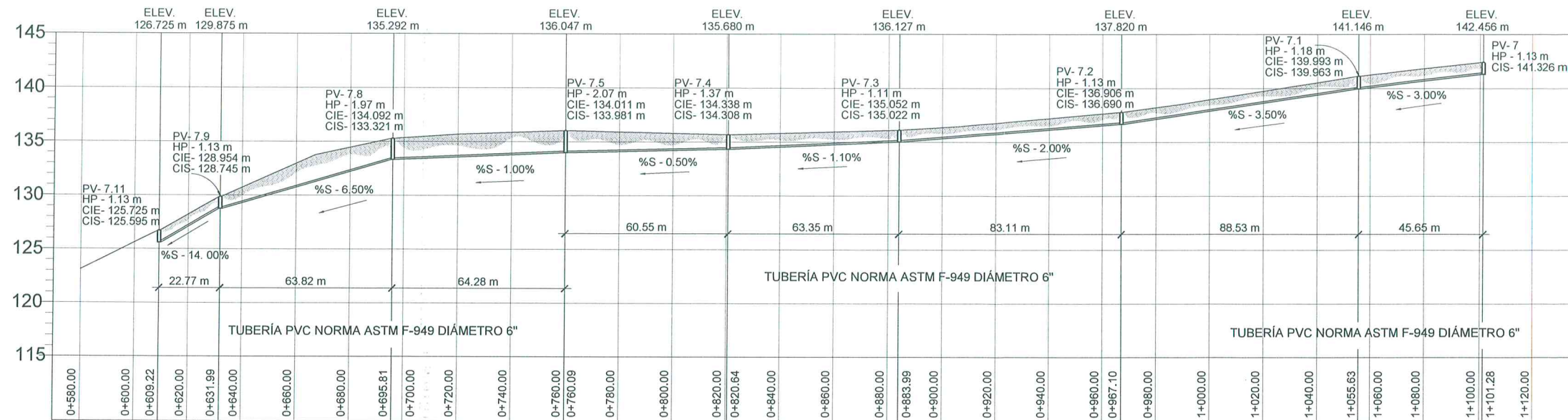
CONTENIDO: PLANTA GENERAL, PERFIL RAMAL PRINCIPAL II & VII

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

ING. CHRISTA CLASSON
 DIRECTOR DMP

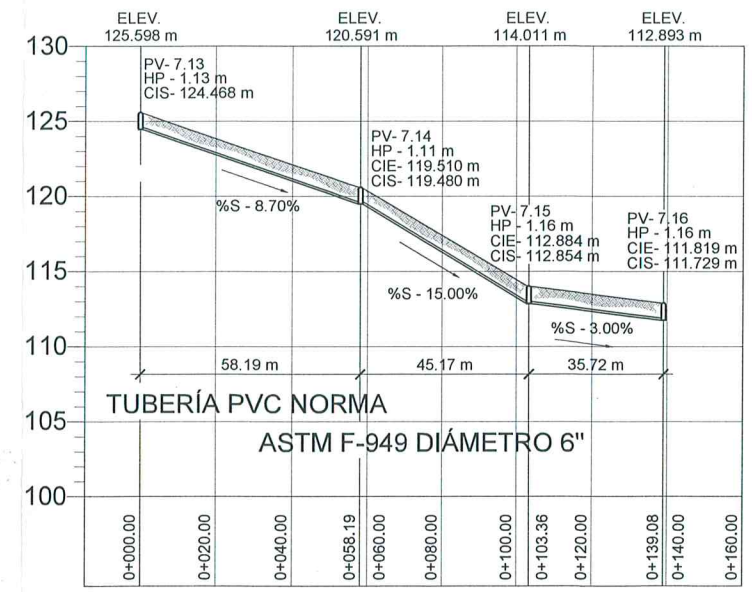
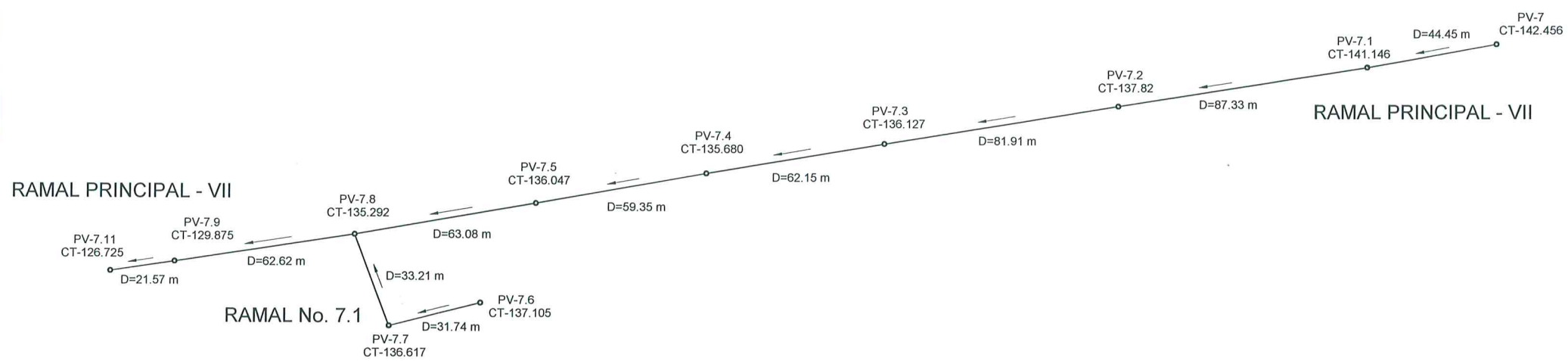
ESCALA: INDICADA

HOJA No. 3 / 8



PERFIL RAMAL PRINCIPAL - II
DRENAJE SANITARIO
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500

PERFIL RAMAL No. 7.1
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PERFIL RAMAL No. 7.2
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500

PLANTA RAMAL PRINCIPAL - II
DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA

D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTÁ DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD EL DURAZNO.

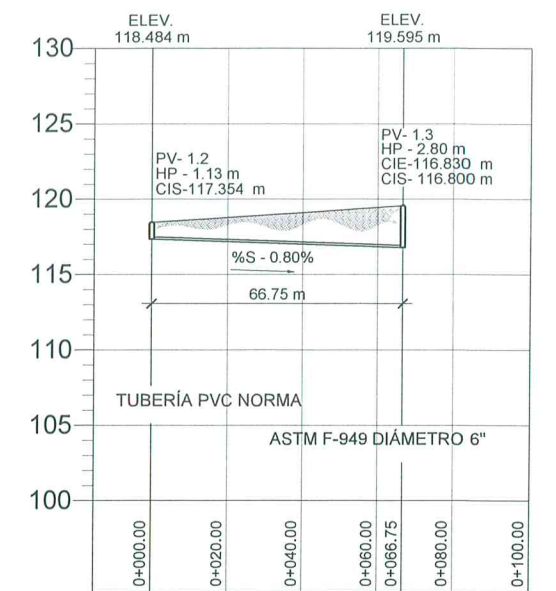
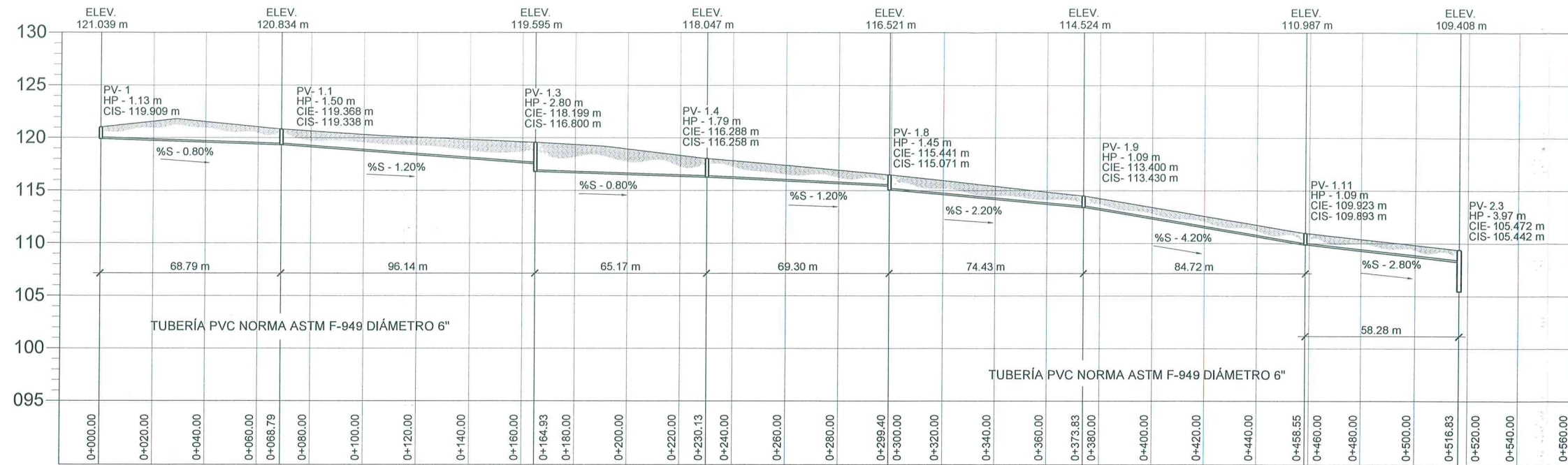
CONTENIDO: PLANTA Y PERFILES RAMAL PRINCIPAL II.

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION: **ING. EDGAR HERNANDEZ**

ASESOR DE EPS: **ING. CHRISTA CLASSON**

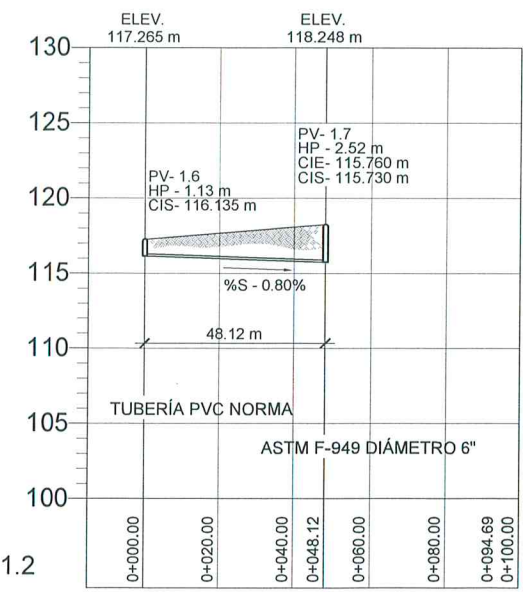
ESCALA: INDICADA

HOJA No. **4** de **8**

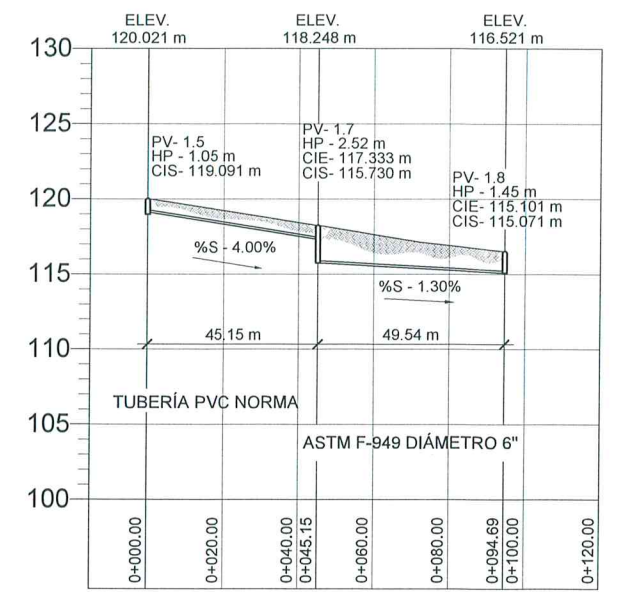


PERFIL RAMAL PRINCIPAL - I
DRENAJE SANITARIO
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500

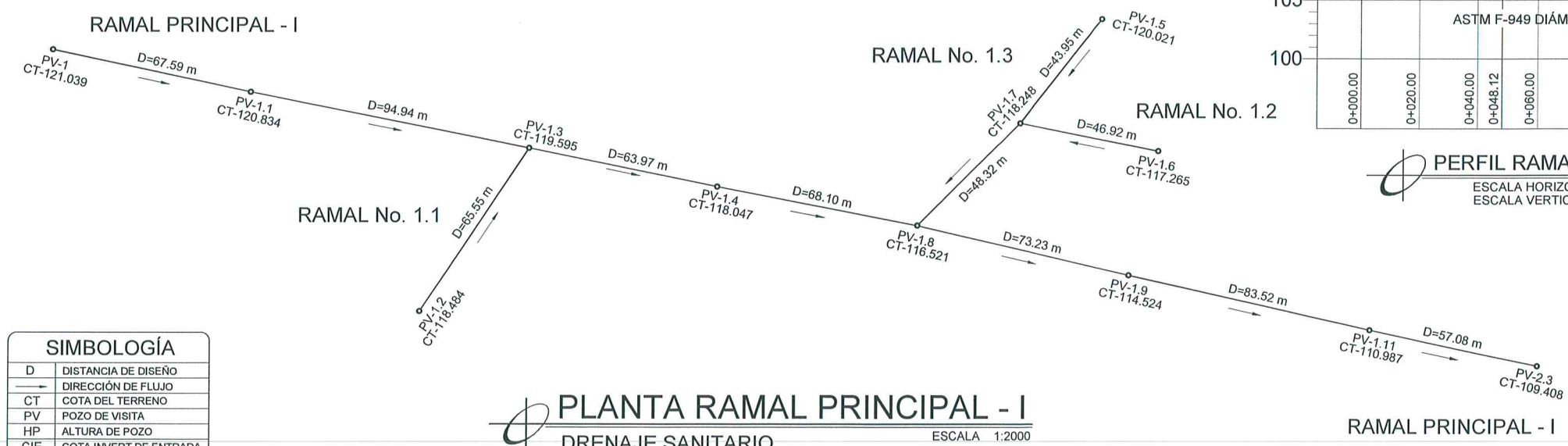
PERFIL RAMAL No. 1.1
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PERFIL RAMAL No. 1.2
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PERFIL RAMAL No. 1.3
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL - I
DRENAJE SANITARIO
ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

USAC

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD EL DURAZNO.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL I.

ASESORA: CHRISTA CLASSON

DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ

CALCULO: EDGAR HERNANDEZ

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

DMP

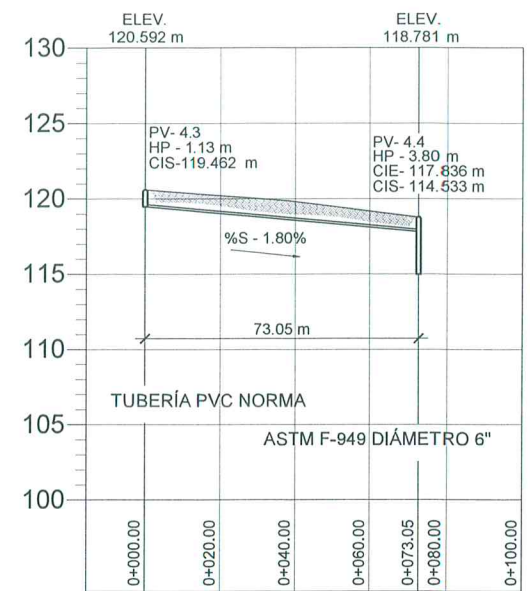
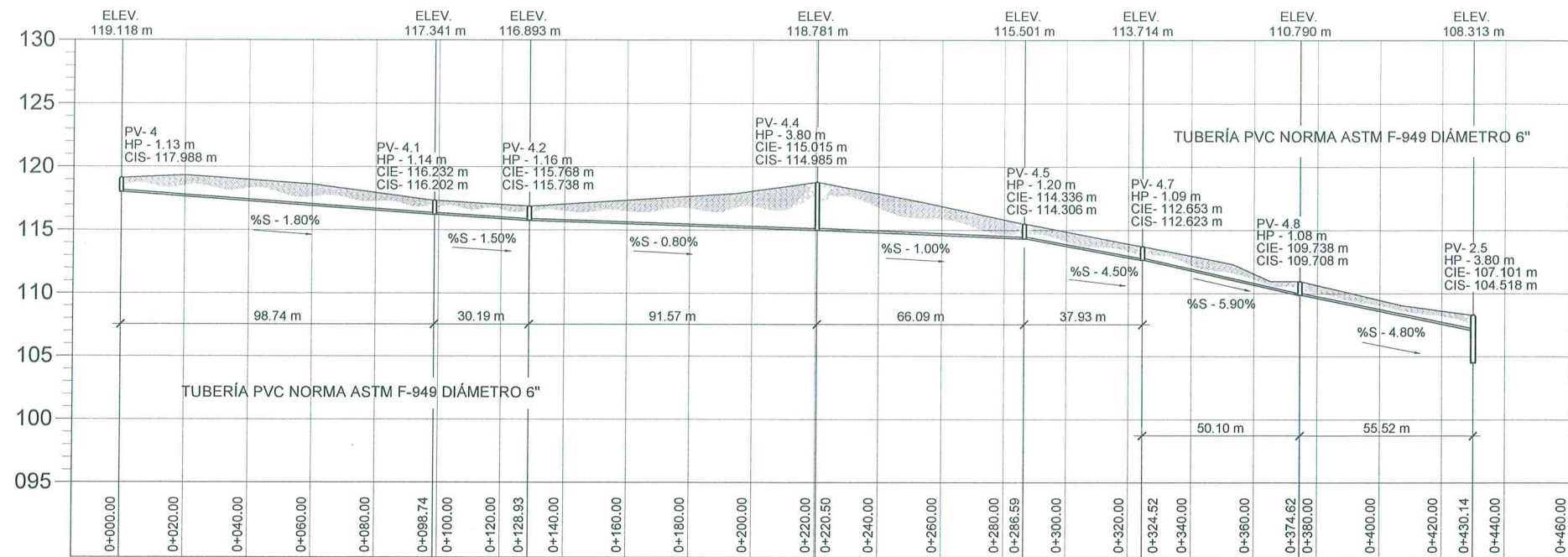
ASESOR DE EPS

INGA: CHRISTA CLASSON

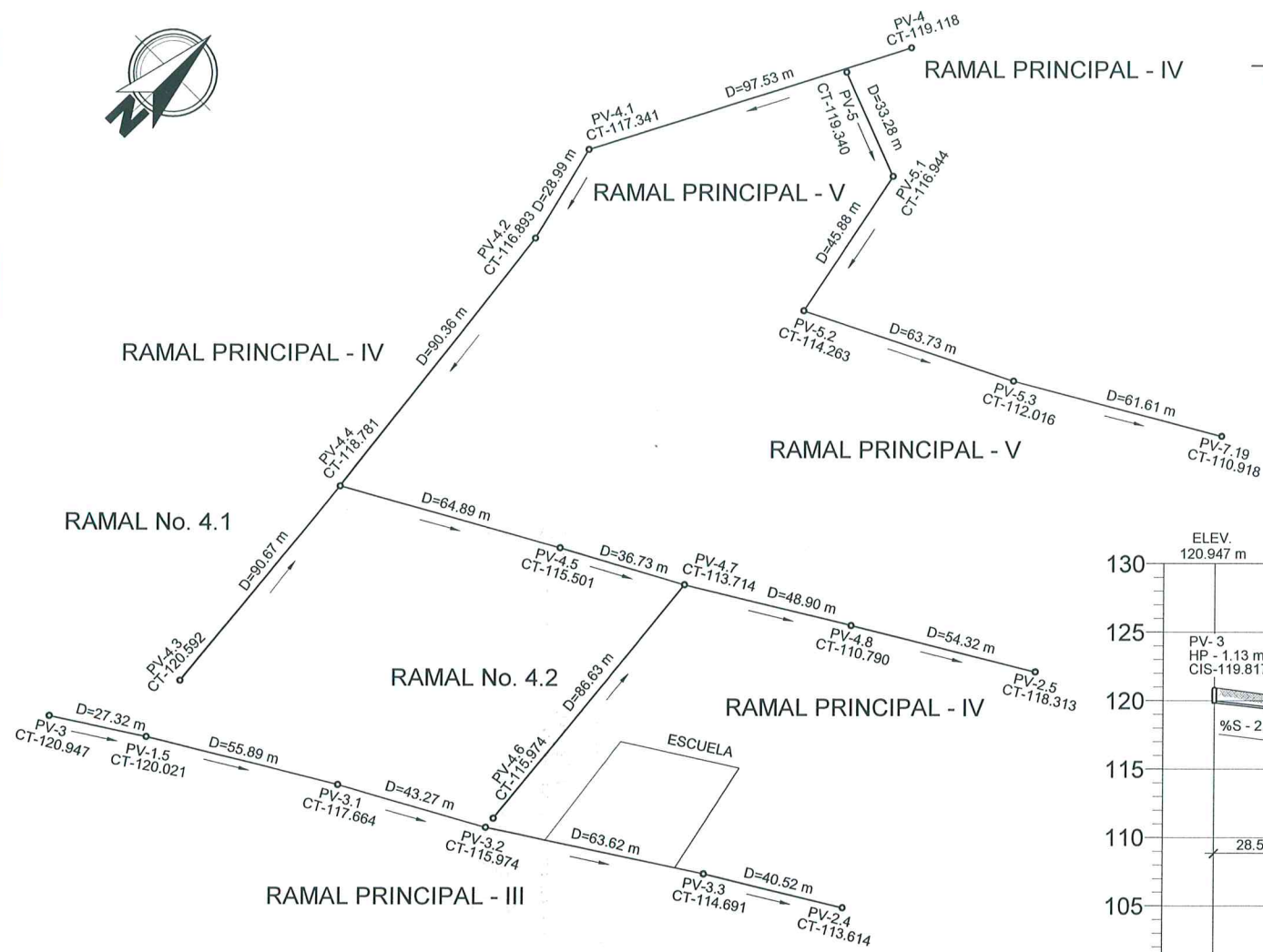
ESCALA: INDICADA

HOJA No. 5

Vo. Bo. DIRECTOR DMP 8



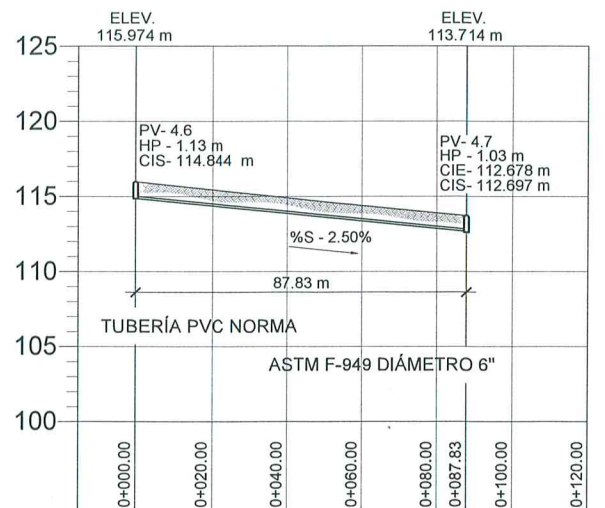
PERFIL RAMAL No. 4.1
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



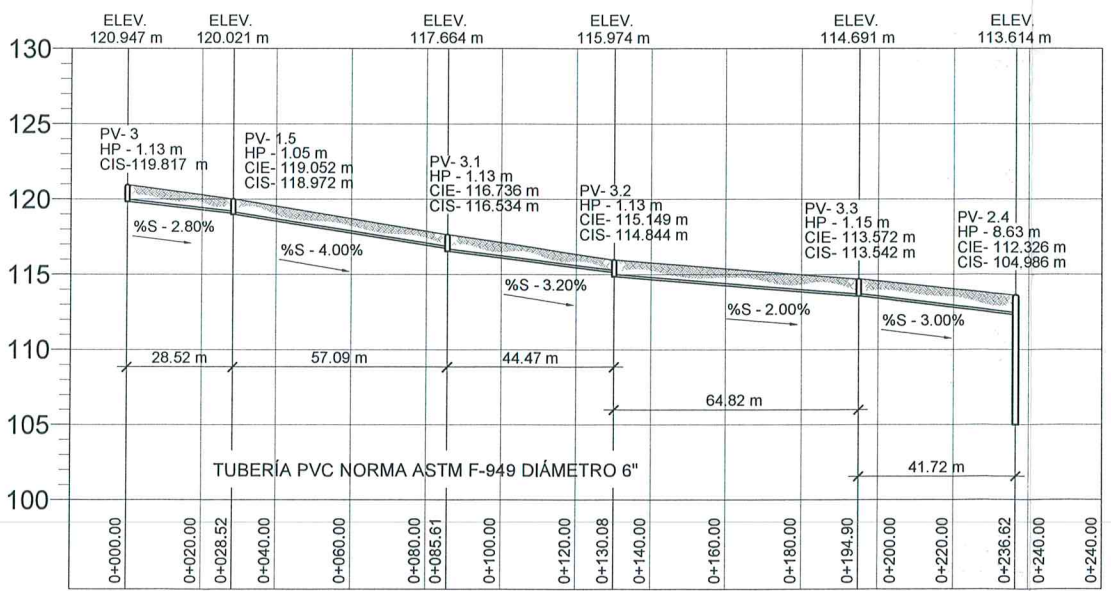
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - IV
DRENAJE SANITARIO

SIMBOLOGÍA

D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO



PERFIL RAMAL No. 4.2
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PERFIL RAMAL PRINCIPAL - III
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD EL DURAZNO.

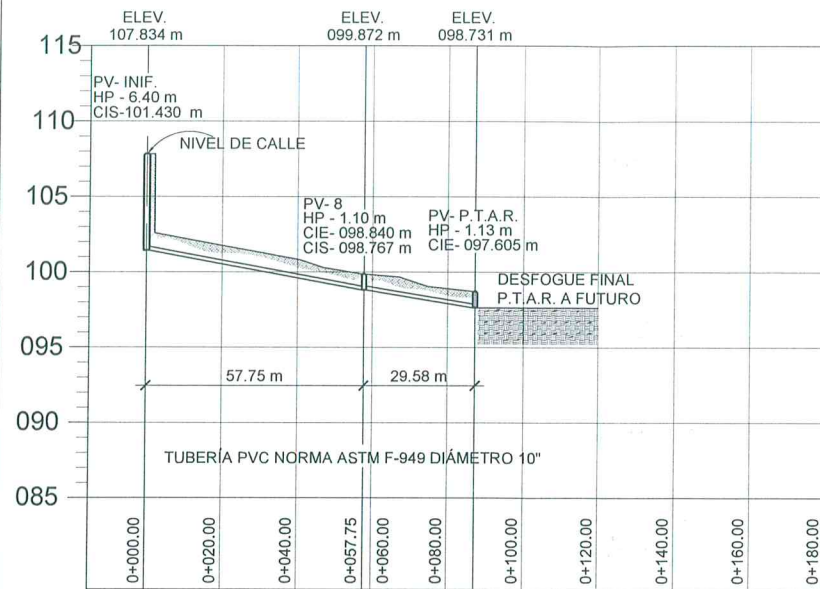
CONTENIDO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO + PERFIL RAMAL PRINCIPAL III & IV.

DISEÑO: EDGAR HERNÁNDEZ
CALCULO: EDGAR HERNÁNDEZ

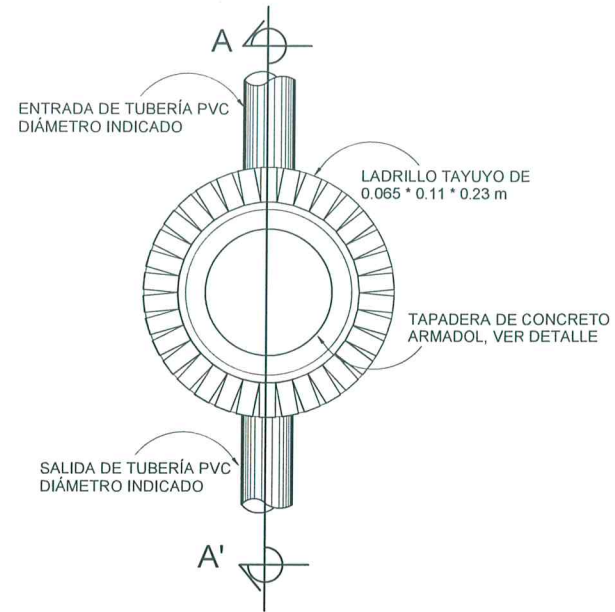
ASESOR DE EPS
INGA. CHRISTA CLASSON

ESCALA: INDICADA
HOJA No. 6/8

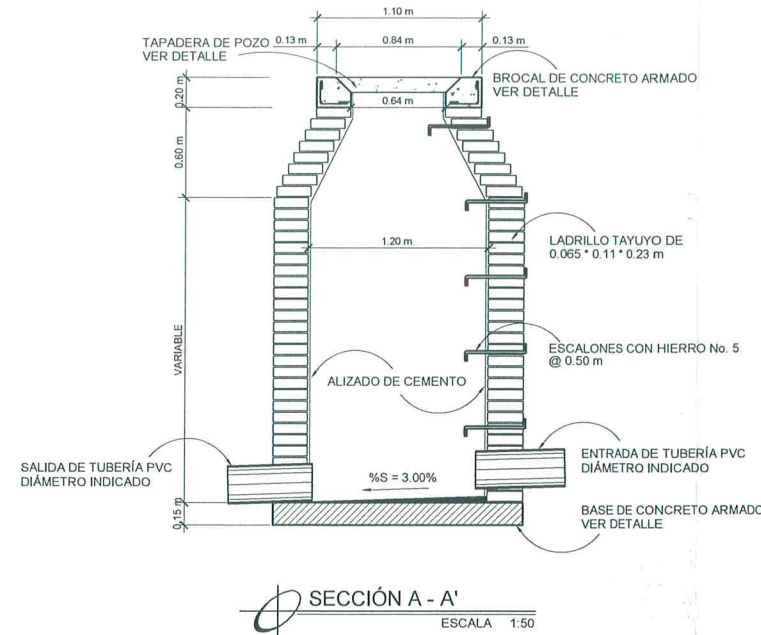
Vo. Bo. DIRECTOR DMP



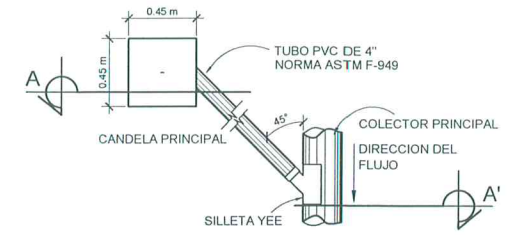
PERFIL DE DESFOGUE FINAL
DRENAJE SANITARIO
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



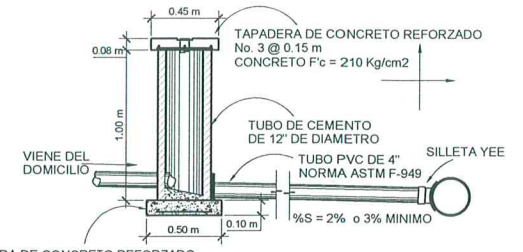
PLANTA POZO DE VISITA
POZO DISIPADOR
ESCALA 1:50



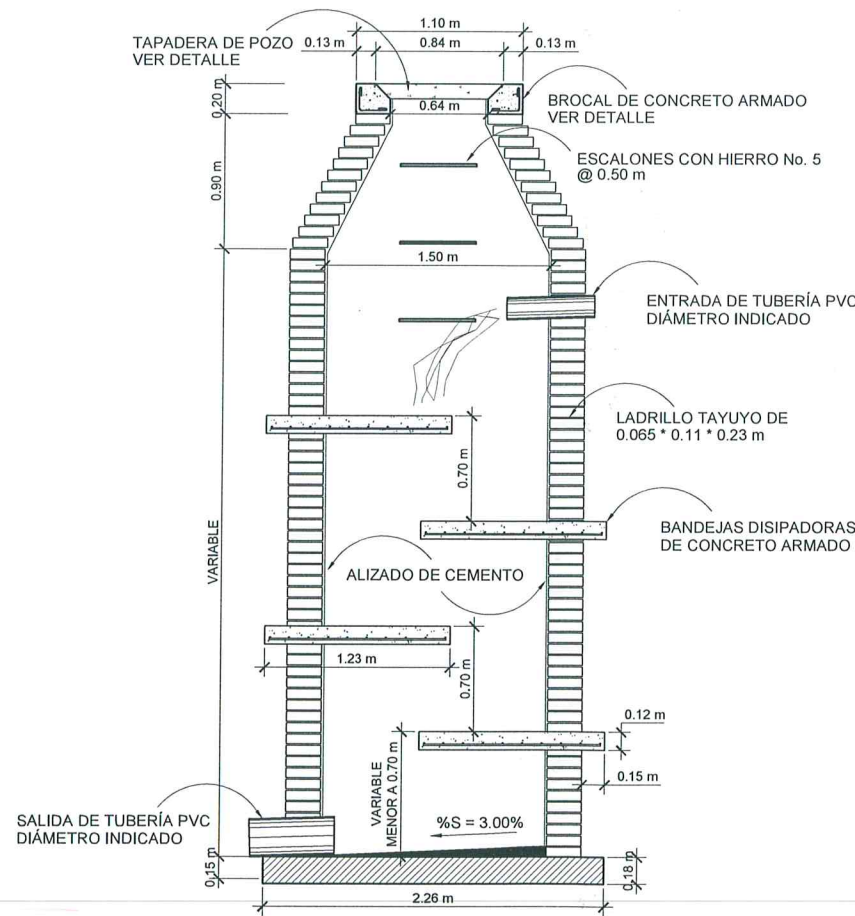
SECCIÓN A - A'
ESCALA 1:50



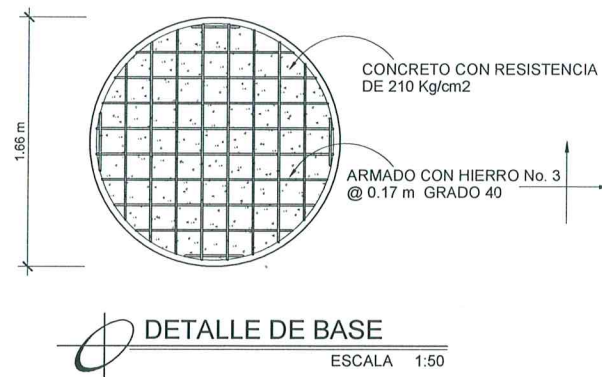
PLANTA CONEXION
DOMICILIAR
ESCALA 1:20



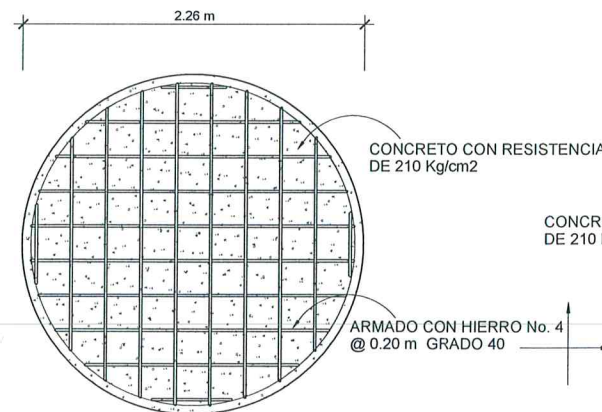
SECCIÓN A - A'
ESCALA 1:50



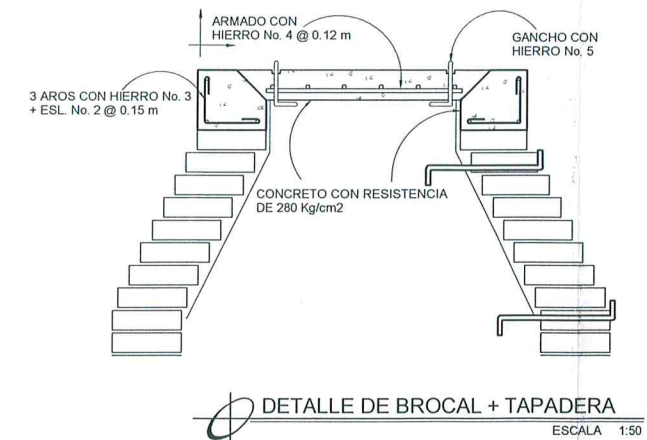
SECCIÓN A - A'
POZO DISIPADOR
ESCALA 1:50



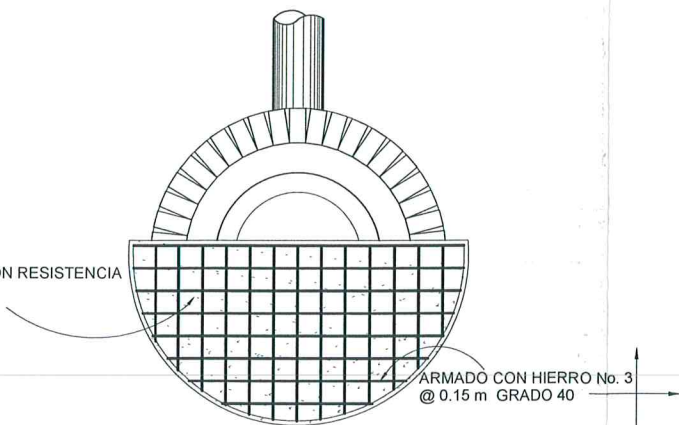
DETALLE DE BASE
POZO DISIPADOR
ESCALA 1:50



DETALLE DE BASE
POZO DISIPADOR
ESCALA 1:50



DETALLE DE BROCAL + TAPADERA
ESCALA 1:50



DETALLE DE BANDEJA
POZO DISIPADOR
ESCALA 1:50

SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

USAC PROYECTO SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO COMUNIDAD EL DURAZNO.

CONTENIDO: PERFIL DE DESFOGUE FINAL + DETALLES CONSTRUCTIVOS

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION DE OBRAS DE INGENIERIA Y EPS

ING. CHRISTA CLASSON

ESCALA: INDICADA

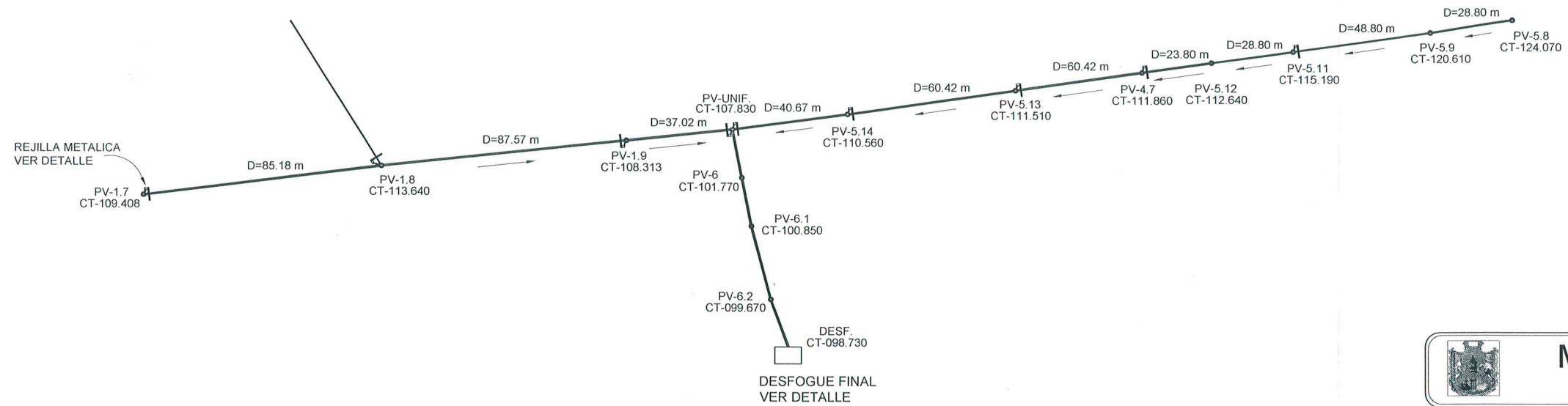
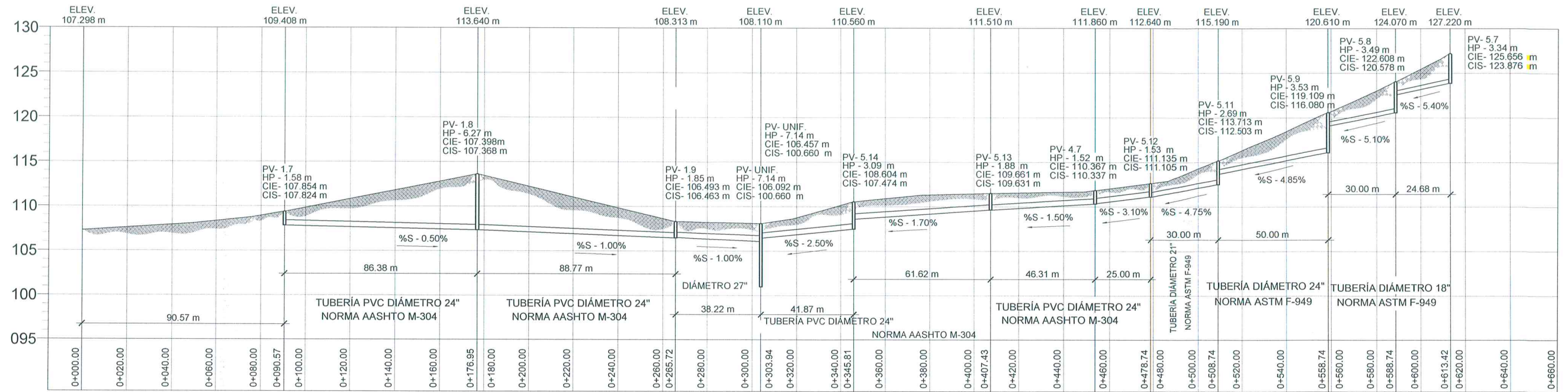
HOJA No. 8

Vo. Bo. DIRECTOR DMP

Apéndice 6. **Planos constructivos de alcantarillado pluvial**

1. Planta general más libreta topográfica
2. Planta más perfil ramal principal I Y V
3. Planta más perfil ramal principal V
4. Planta más perfil ramal principal I
5. Planta más perfil ramal principal II Y III
6. Planta más perfil ramal principal VI
7. Perfil de desfogue final más detalles constructivos
8. Detalles constructivos

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2012.



SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

USAC

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.

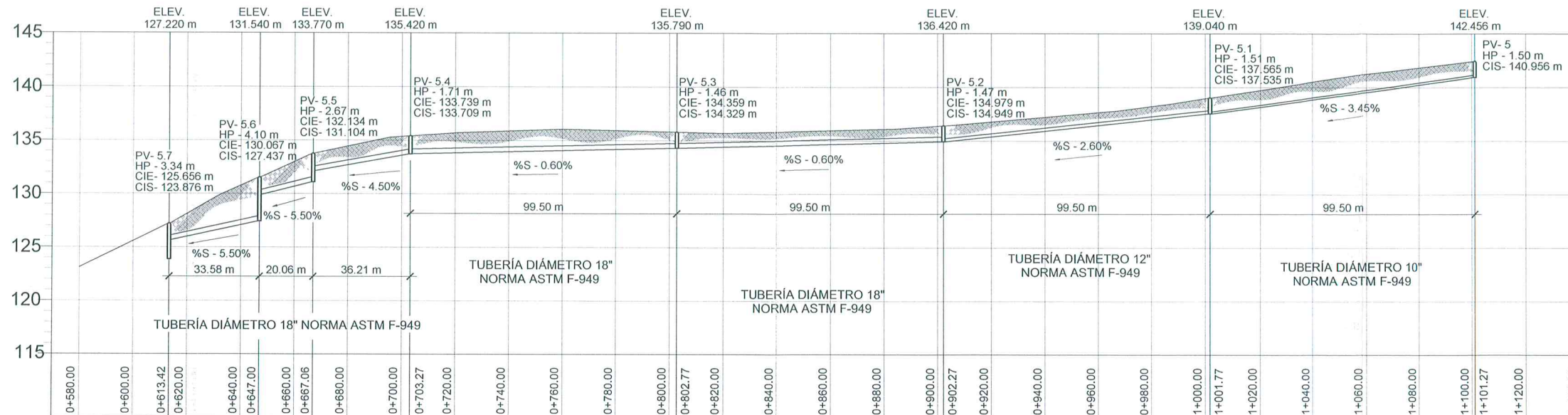
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL I & V.

DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ
CALCULO: EDGAR HERNANDEZ
ASESORA SUPERVISORA DE EPS: Inga Christa Classon

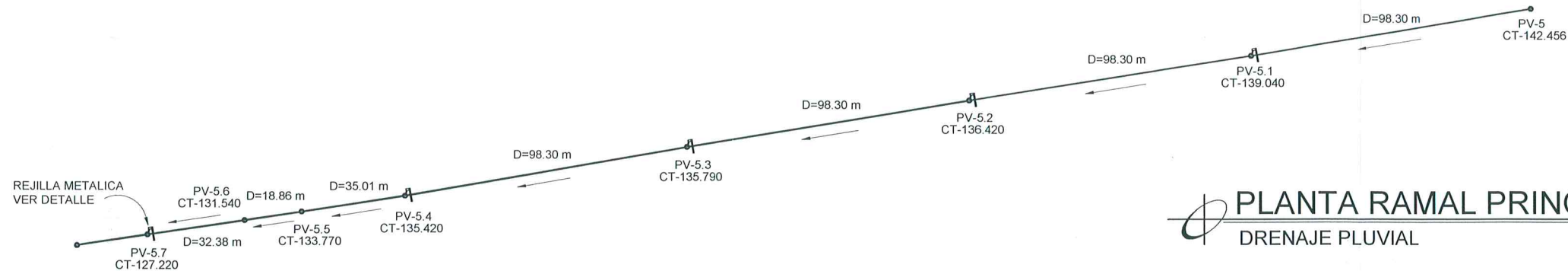
ESCALA: INDICADA

HOJA No. 2/8

ASESOR DE EPS: Inga Christa Classon
Vo. Bo. DIRECTOR DMP



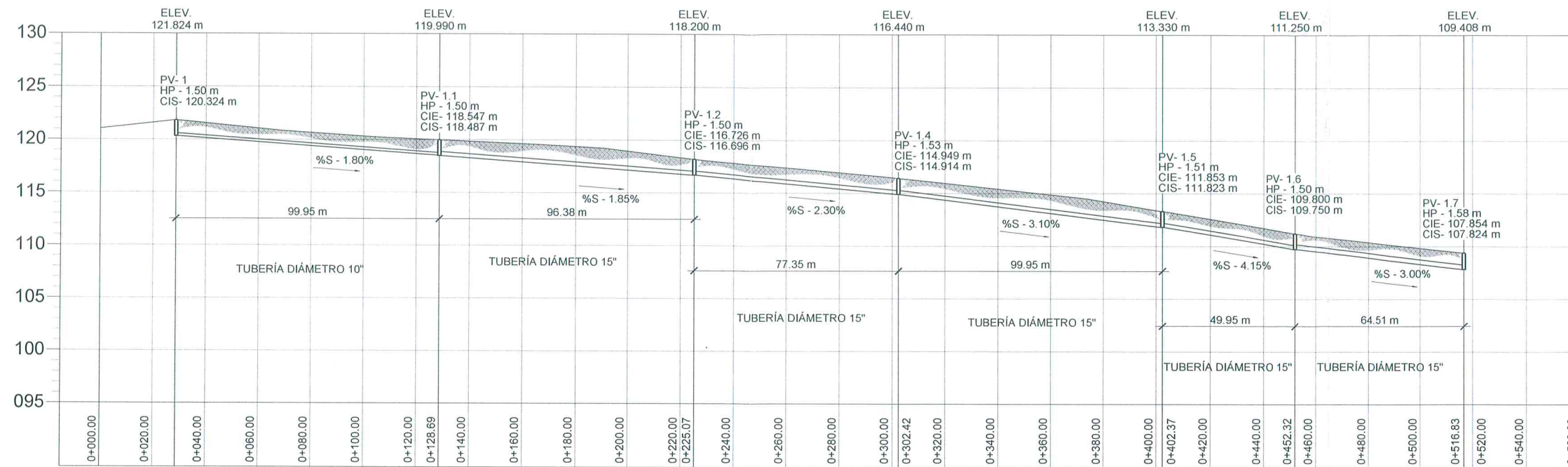
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - V
 DRENAJE PLUVIAL
 ESCALA HORIZONTAL 1:2000
 ESCALA VERTICAL 1:500



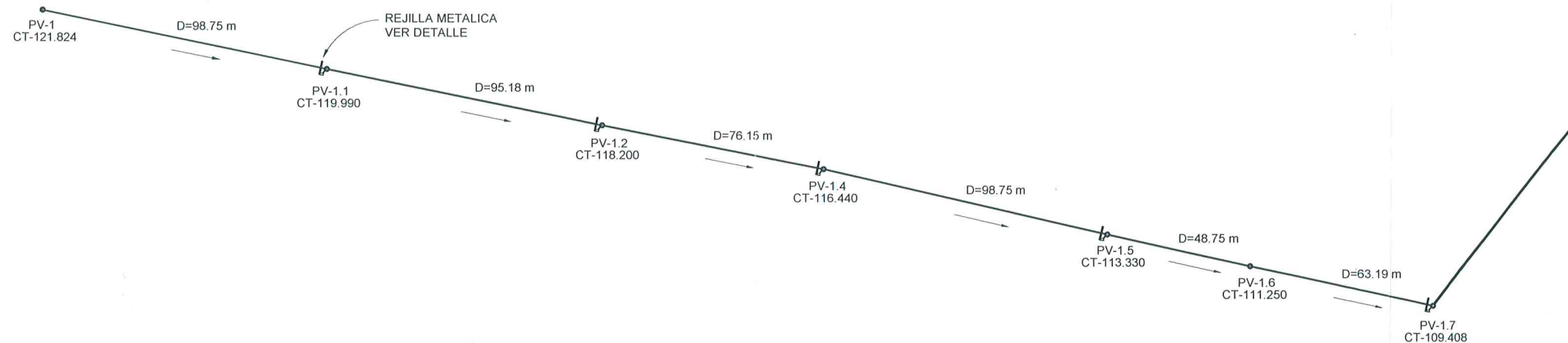
PLANTA RAMAL PRINCIPAL - V
 DRENAJE PLUVIAL
 ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
USAC	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.	
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL V.	
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ CALCULO: EDGAR HERNANDEZ
DMP	ESCALA: INDICADA
ASesor DE EPS INGA. CRISTIA CLASSON	HOJA No. 3
Vo. Bo. DIRECTOR DMP	8



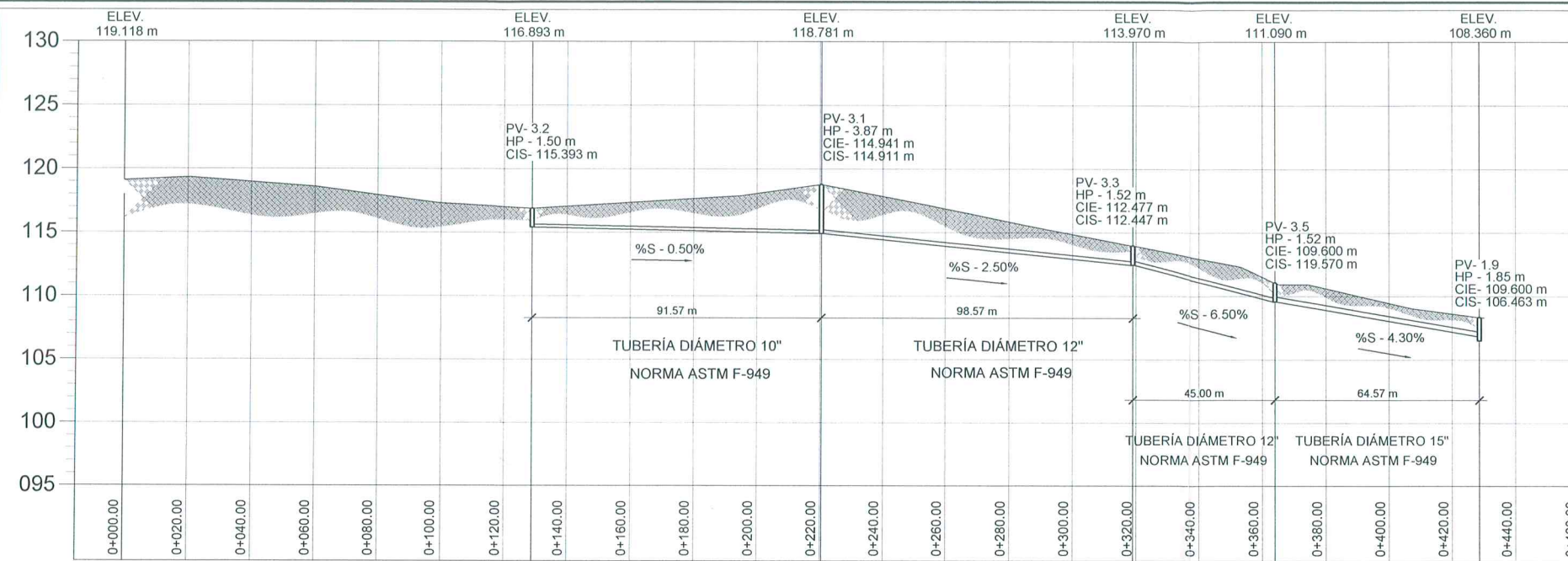
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - I
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL - I
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA 1:2000

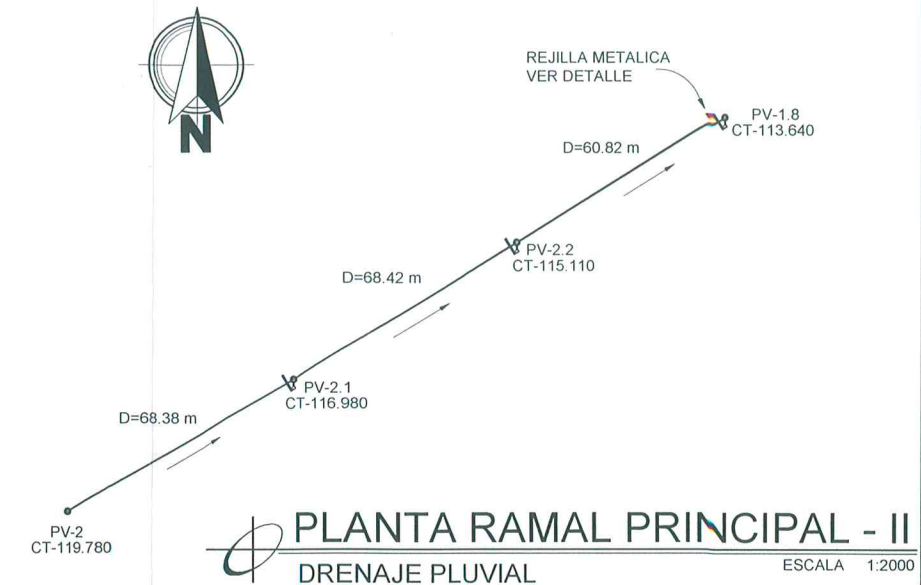
SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.	
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL I.	
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	DISEÑO: EDGAR HERNÁNDEZ CALCULO: EDGAR HERNÁNDEZ
DMP	ASESOR DE EPS INGENIERIA INGA. CHRISTA GLASSON
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 4
Vo. Bo. DIRECTOR DMP	8



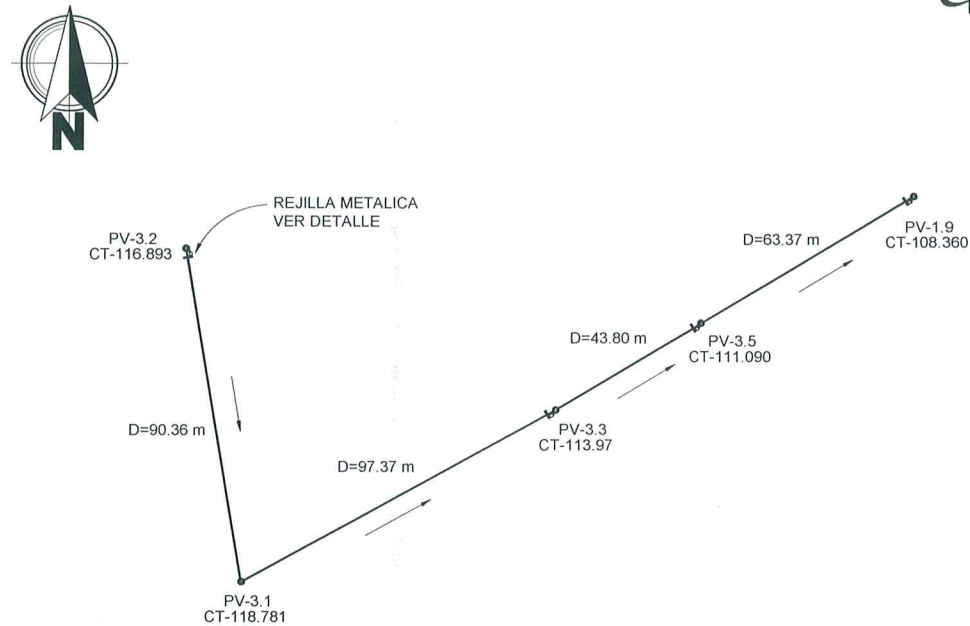
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - III
DRENAJE PLUVIAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA RAMAL PRINCIPAL - II
DRENAJE PLUVIAL

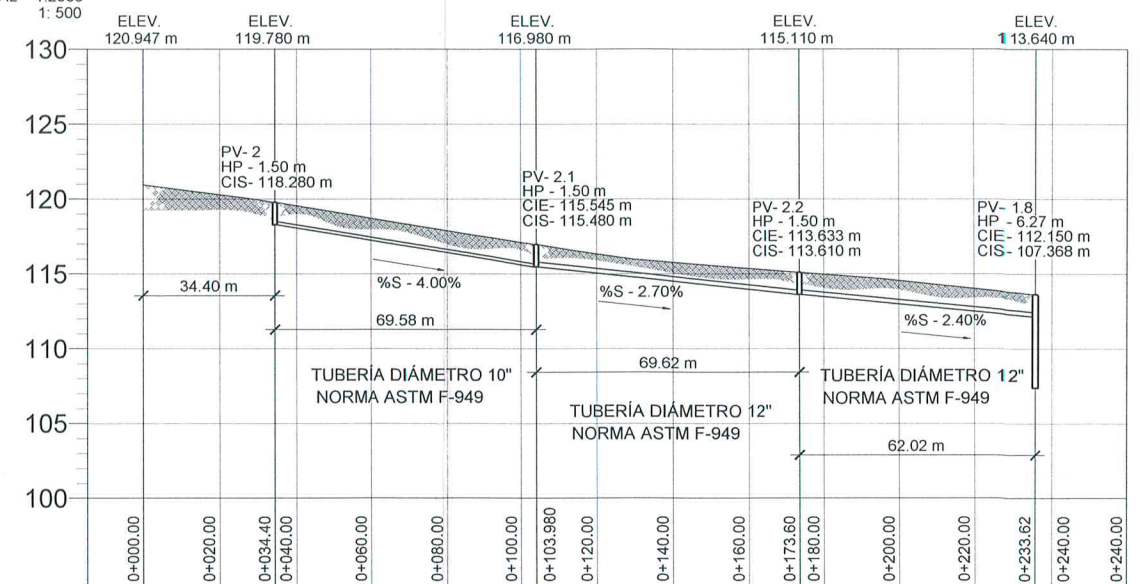
ESCALA 1:2000



PLANTA RAMAL PRINCIPAL - III
DRENAJE PLUVIAL

ESCALA 1:2000

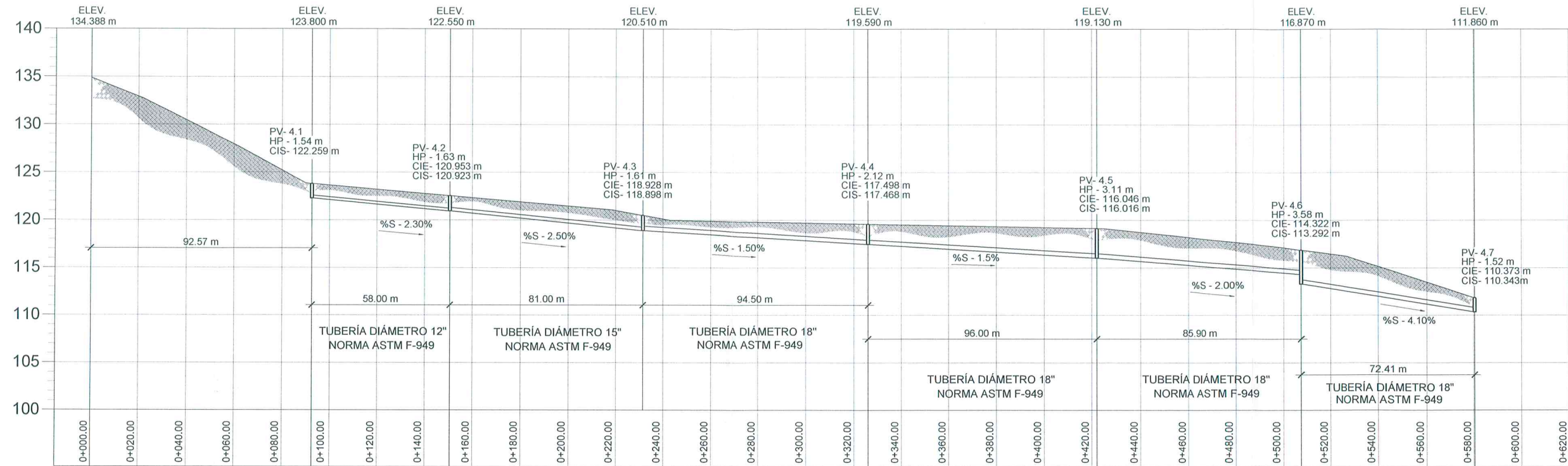
SIMBOLOGÍA	
D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO



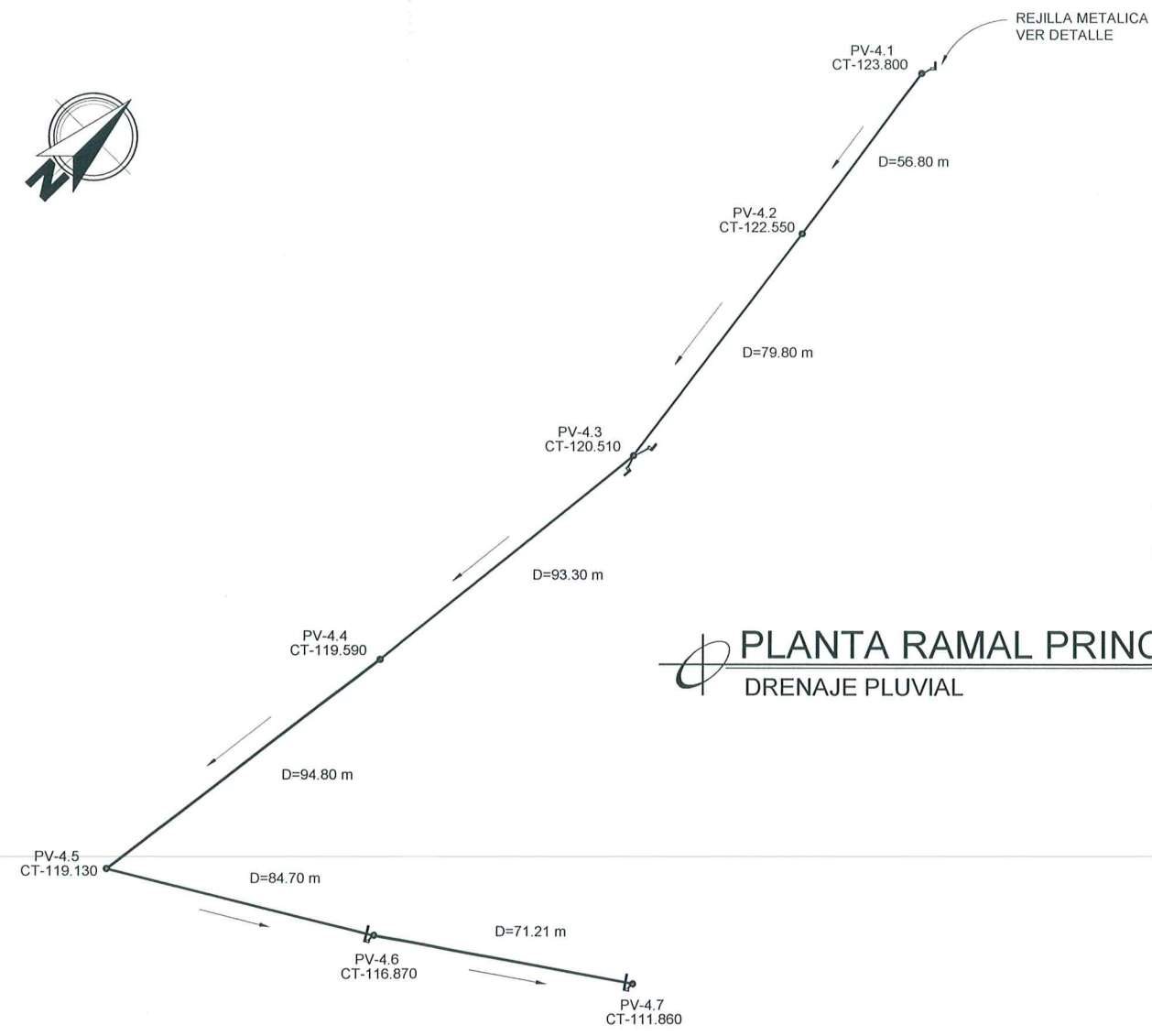
PERFIL RAMAL PRINCIPAL - II
DRENAJE PLUVIAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500

<p>MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO</p>			
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p>			
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>			
<p>PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.</p>			
<p>CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL II & III.</p>			
<p>DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ</p>		<p>ESCALA: INDICADA</p>	
<p>ASESORA: SUPERVISORA DE EPS</p>		<p>HOJA No. 5</p>	
<p>ASESOR DE EPS</p>		<p>Vo. Bo. 8</p>	
<p>INGA. CRISTINA CLASSON</p>		<p>DIRECTOR DMP</p>	



PERFIL RAMAL PRINCIPAL - VI
DRENAJE PLUVIAL
ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



SIMBOLOGÍA

D	DISTANCIA DE DISEÑO
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT	COTA DEL TERRENO
PV	POZO DE VISITA
HP	ALTURA DE POZO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
%S	PENDIENTE DE TUBERÍA
ELEV.	ELEVACION DEL TERRENO

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

USAC

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL RAMAL PRINCIPAL VI.

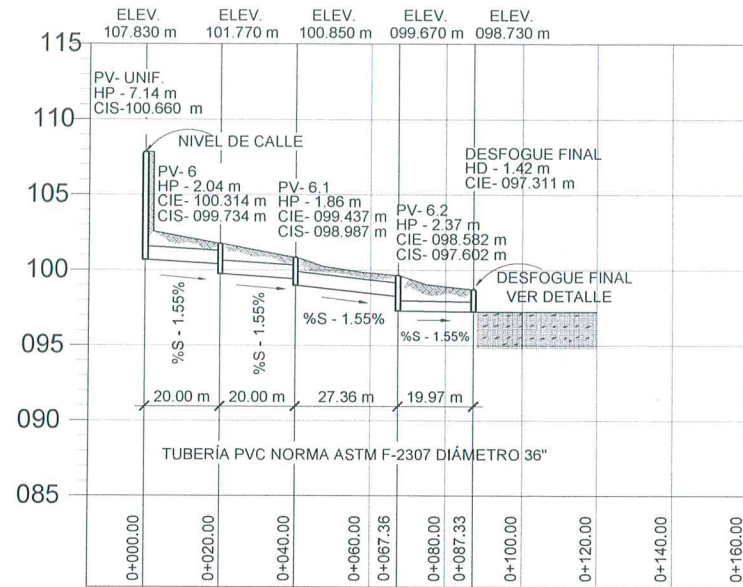
DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ
CALCULO: EDGAR HERNANDEZ

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

DMP

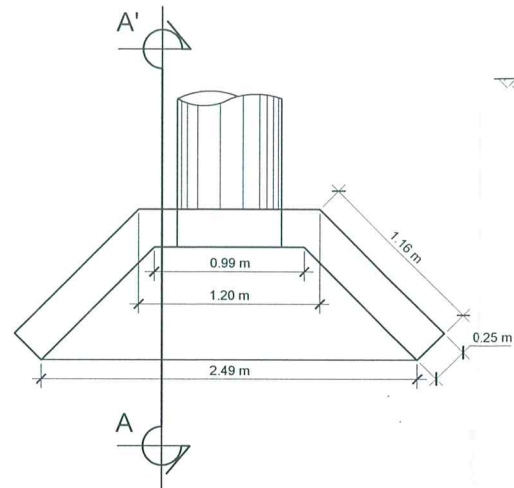
ASESOR DE EPS: INGA. CRISTA CLASÓN
Vo. Bo. DIRECTOR DMP

ESCALA: INDICADA
HOJA No. 6/8



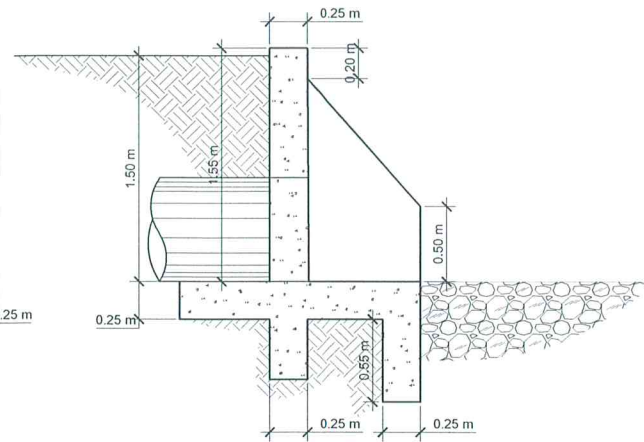
PERFIL DE DESFOGUE FINAL

ESCALA HORIZONTAL 1:2000
ESCALA VERTICAL 1:500



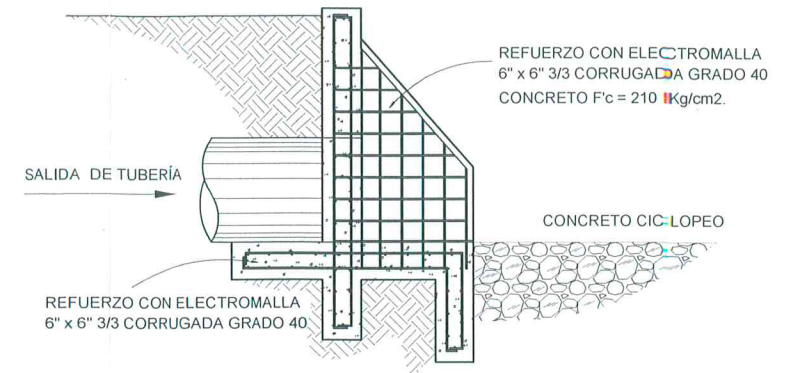
PLANTA CABEZAL DE DESFOGUE

ESCALA 1:50



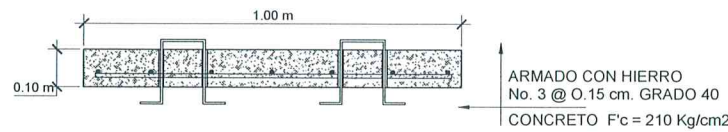
SECCIÓN A-A' CABEZAL DE DESFOGUE

ESCALA 1:50



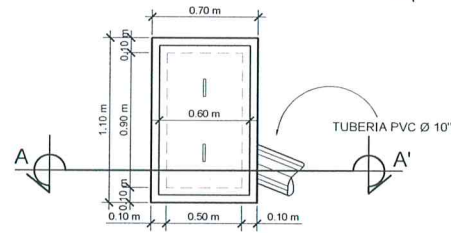
SECCIÓN A-A' DETALLE DE ARMADO

ESCALA 1:50



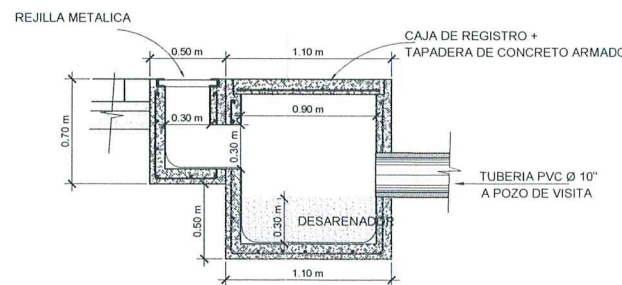
DETALLE DE TAPADERA

CAJA DE REGISTRO ESCALA 1:20



PLANTA CAJA DE REGISTRO + TAPADERA

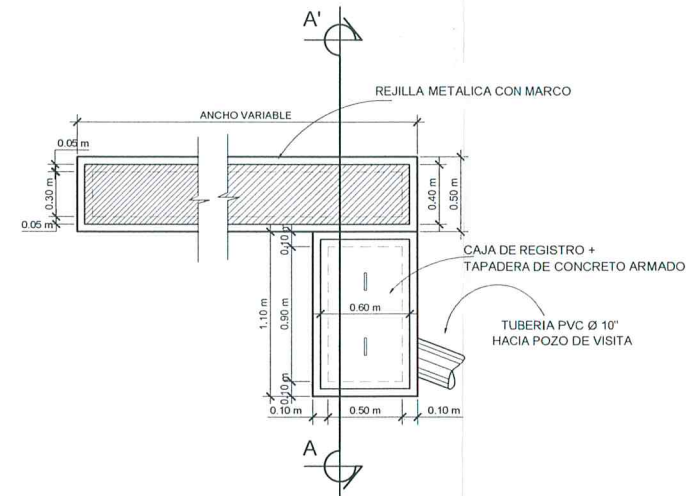
ESCALA 1:50



SECCIÓN A-A'

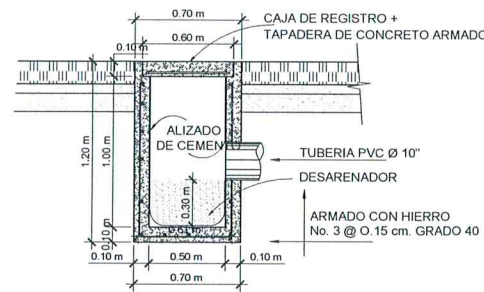
CAJA DE REGISTRO + REJILLA METALICA

ESCALA 1:50



PLANTA REJILLA METALICA + CAJA DE REGISTRO + TAPADERA

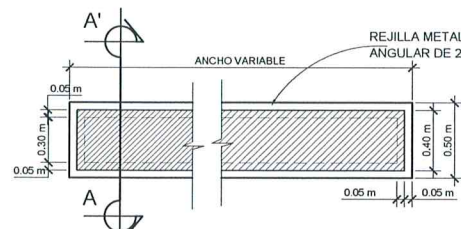
ESCALA 1:50



SECCIÓN A-A'

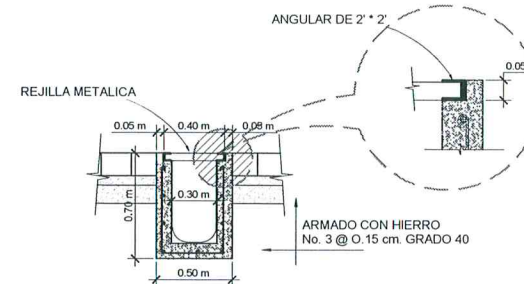
CAJA DE REGISTRO

ESCALA 1:50



PLANTA REJILLA METALICA

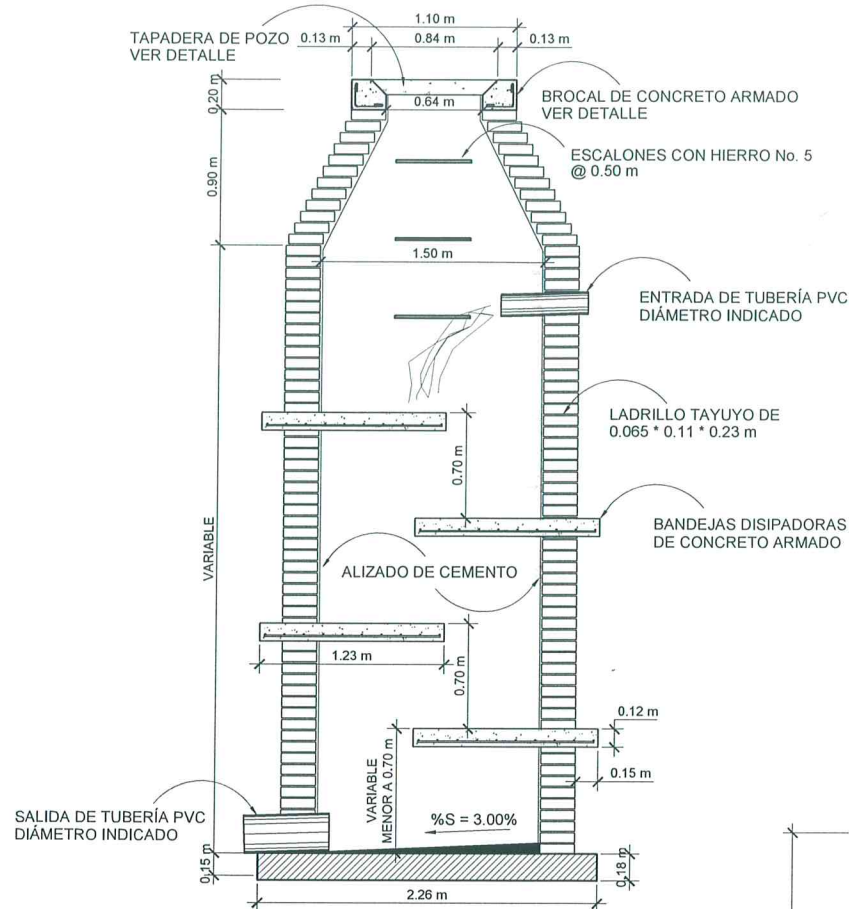
ESCALA 1:50



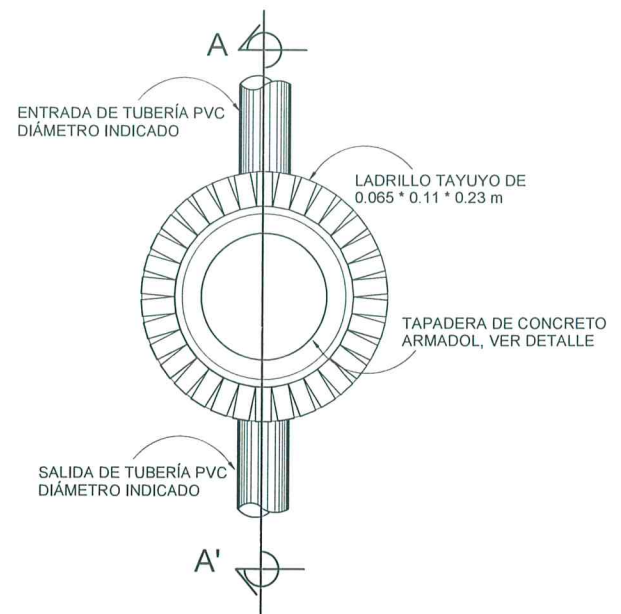
SECCIÓN A-A' REJILLA METALICA

ESCALA 1:50

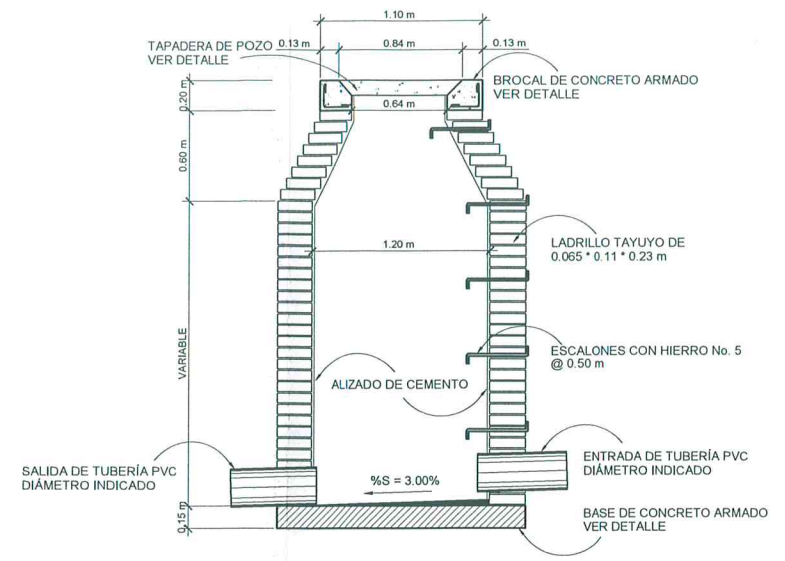
MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.	
CONTENIDO: PERFIL DE DESFOGUE FINAL + DETALLES CONSTRUCTIVOS.	
DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ	ESCALA:
CALCULO: EDGAR HERNANDEZ	INDICADA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
DMP	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
ASESOR DE EPS INGA. CHRISTA CLASSON	Vo. Bo. DIRECTOR DMP
HOJA No. 7	8



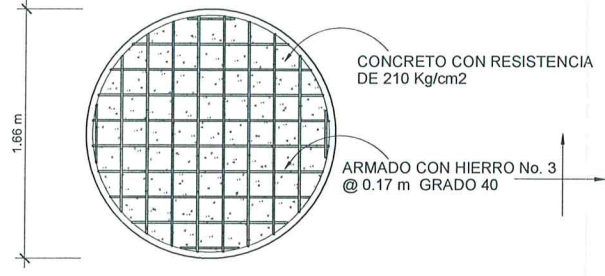
SECCIÓN A - A' ESCALA 1:50
POZO DISIPADOR



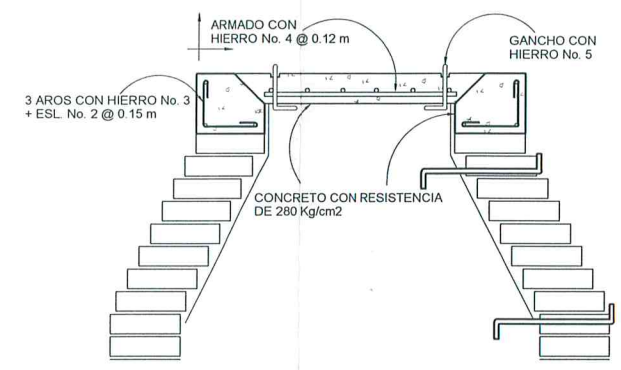
PLANTA POZO DE VISITA ESCALA 1:50
POZO DISIPADOR



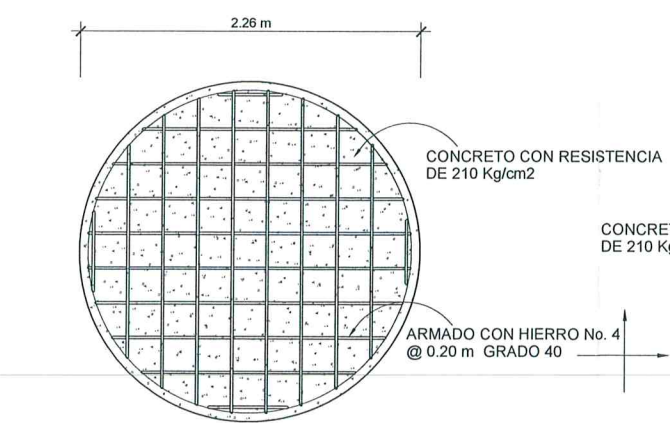
SECCIÓN A - A' ESCALA 1:50



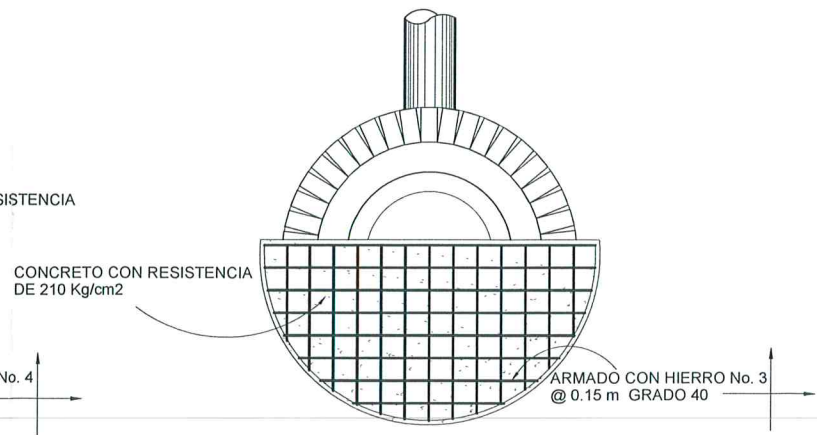
DETALLE DE BASE ESCALA 1:50



DETALLE DE BROCAL + TAPADERA ESCALA 1:50



DETALLE DE BASE ESCALA 1:50
POZO DISIPADOR



DETALLE DE BANDEJA ESCALA 1:50
POZO DISIPADOR

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL COMUNIDAD EL DURAZNO.	
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS.	
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto	
DISEÑO: EDGAR HERNANDEZ	
CALCULO: EDGAR HERNANDEZ	
Instituto de Prácticas de Ingeniería y C.P.S.	
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN	ASESOR DE E.P.C.
INGA. CHRISTA CLASSON	Vo. Bo. DIRECTOR DMP
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 8
	8