



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8
Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL,
PATZÚN, CHIMALTENANGO**

Manfredo Leonel Cancinos López
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8
Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL,
PATZÚN, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANFREDO LEONEL CANCINOS LÓPEZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8
Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL,
PATZÚN, CHIMALTENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 18 de octubre de 2019.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized cursive letters, positioned above a horizontal line.

Manfredo Leonel Cancinos López



Guatemala, 12 de agosto de 2020
Ref.EPS.DOC.284.08.2020

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

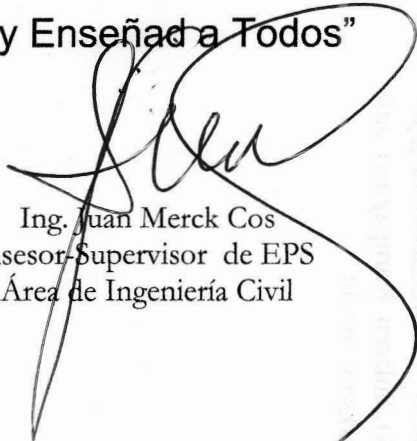
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manfredo Leonel Cancinos López, Registro Académico 201503680 y CUI 23435 22640 0101** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, 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"



Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra



Guatemala, 04 de septiembre de 2,020

Ingeniero
Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director de Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Manfredo Leonel Cancinos López, DPI 2343522640101**, Registro Académico **201503680**, quién contó con la asesoría de el **Ing. Juan Merck Cos**, 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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor del Departamento de Hidráulica

/mrrm.



Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 21 de septiembre de 2020
REF.EPS.D.142.09.2020

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manfredo Leonel Cancinos López, CUI 23435 22640 0101 y Registro Académico 201503680**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



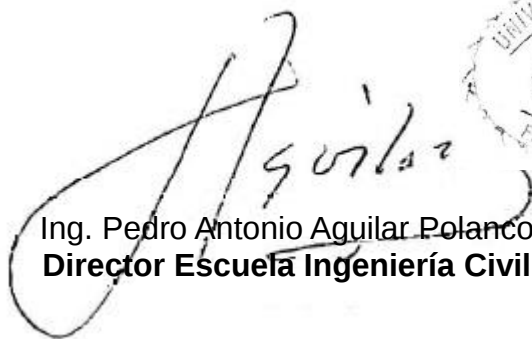
OAH/ra



Guatemala, 19 de noviembre de 2020
DEIC-TG-EPS-020-2020/paap

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer los dictámenes del Asesor-Supervisor de EPS, Ingeniero Juan Merck Cos, del Director Unidad de EPS, Ingeniero Oscar Argueta Hernández y del revisor del Área de Hidráulica, Ingeniero Rafael Enrique Morales Ochoa, al trabajo de graduación correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) del estudiante Manfredo Leonel Cancinos López, **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela Ingeniería Civil

Interesada
Asesor-Supervisor de EPS
Director Unidad EPS
Jefe del Área de Hidráulica



DTG. 398.2020.

La Decana 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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO Y DEL CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Manfredo Leonel Cancinos López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por guiarme y acompañarme en este camino y darme la oportunidad de cumplir mis metas.

Mis padres

Graciela López y Leonel Cancinos, por todo su apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida.

Mis hermanos

Gabriela y Sergio Cancinos, por su ayuda y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria.

Iveth Pesquera

Por ser parte importante de mi vida y apoyarme en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Mi *alma máter*, por enriquecerme como ser humano y profesional. Orgulloso de ser sancarlista, hoy y siempre.

Facultad de Ingeniería

Por hacer de mí un profesional competente mediante conocimientos científicos, técnicos y éticos.

**Dirección Municipal de
Planificación de Patzún**

Por haberme dado la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en su institución.

**Compañeros de la
Facultad**

Mónica Roquel, Óscar Villanueva, Sergio Barahona, José Yantuche y Michel Secord, por la amistad y apoyo a lo largo de la carrera.

Mi asesor de EPS

Ing. Juan Merck, quien con su dirección y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango. 1	
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	3
1.1.3. Condiciones geológicas	3
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Servicios	4
1.1.6. Transporte	5
1.1.7. Industria y comercio.....	5
1.1.8. Demografía.....	6
1.1.9. Religión.....	7
1.1.10. Población	7
1.1.11. Educación.....	7
1.1.12. Salud	7
1.1.13. Descripción de las necesidades	8
1.1.14. Evaluación y priorización de las necesidades.....	8
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11

2.1.	Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Oriente, cabecera municipal, Patzún, Chimaltenango.....	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico	12
2.1.2.1.	Altimetría	12
2.1.2.2.	Planimetría	12
2.1.3.	Descripción del sistema a utilizar	12
2.1.4.	Periodo de diseño	13
2.1.5.	Población de diseño	13
2.1.6.	Dotación de agua potable.....	14
2.1.7.	Factor de retorno.....	14
2.1.8.	Caudal medio	15
2.1.8.1.	Caudal domiciliar.....	15
2.1.8.2.	Caudal de infiltración.....	16
2.1.8.3.	Caudal conexiones ilícitas.....	16
2.1.8.4.	Caudal comercial.....	17
2.1.8.5.	Caudal industrial.....	17
2.1.9.	Factor de caudal medio	18
2.1.10.	Factor de Harmon	18
2.1.11.	Caudal de diseño	19
2.1.12.	Selección de tipo de tubería	20
2.1.13.	Diseño de secciones y pendientes	21
2.1.14.	Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	21
2.1.15.	Cotas invert	22
2.1.16.	Pozos de visita	23
2.1.16.1.	Especificaciones de pozos de visita	23
2.1.17.	Conexiones domiciliarias.....	25
2.1.18.	Profundidad de zanjas y de tubería.....	27
2.1.19.	Principios hidráulicos.....	29

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango	2
2.	Ubicación aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango	2
3.	Secciones típicas de pozo de visita construido en sitio	25
4.	Conexión domiciliar	26
5.	Conexión domiciliar con tubería PVC	26
6.	Características de una zanja	27
7.	Procedimiento de encamado en zanjas	28
8.	Variación del valor n de Manning en tuberías PVC	30
9.	Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares	33
10.	Secciones típicas de pozo de visita construido en sitio	55
11.	Conexión domiciliar	56
12.	Conexión domiciliar con tubería PVC	56
13.	Características de una zanja	57
14.	Procedimiento de encamado en zanjas	58
15.	Variación del valor n de Manning en tuberías PVC	60
16.	Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares	63

TABLAS

I.	Parámetros A, B y n de la estación meteorológica Alameda ICTA	4
II.	Patrón de cultivo durante el año	6
III.	Rendimiento promedio de los cultivos y la producción agrícola	6
IV.	Dimensiones de tubería PVC lisa, Norma ASTM D-3034	20

V.	Coeficiente de rugosidad n (Manning)	31
VI.	Datos del tramo a utilizar	35
VII.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario cantón Oriente	39
VIII.	Cronograma físico/financiero del sistema del alcantarillado sanitario cantón Oriente	40
IX.	Dimensiones de tubería PVC lisa, Norma ASTM D-3034	50
X.	Coeficiente de rugosidad n (Manning)	61
XI.	Datos del tramo a utilizar	65
XII.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario Xeatzán Bajo	69
XIII.	Cronograma físico financiero del sistema de alcantarillado en Xeatzán Bajo	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal
Qd	Caudal de diseño
Qmed	Caudal medio
cm	Centímetro
PVC	Cloruro de polivinilo
n	Coeficiente de rugosidad
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
Ø	Diámetro
FQM	Factor caudal medio
FH	Factor de Harmon
FR	Factor de retorno
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
P.V.	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudal de diseño/caudal a sección llena
d/D	Relación de tirantes

v/V

Relación de velocidad del fluido/velocidad a sección
llena

d

Tirante del flujo en tubería

GLOSARIO

Agua residual	Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido degradada por la incorporación de agentes contaminantes; es generada por viviendas, instituciones, industria, comercio y demás inmuebles.
Alcantarillado	Sistema de estructuras y tuberías utilizadas para la recolección y transporte de aguas residuales o pluviales, desde su origen hasta un emisario final.
Brocal	Anillo de protección ubicado en la parte superior del pozo de visita que se utiliza para estabilizar las paredes y sostener firmemente la estructura que se apoya en este.
Candela domiciliar	Cámara ubicada al inicio de la conexión domiciliar que recoge las aguas residuales provenientes de un inmueble, con su respectiva tapadera removible.
Caudal	Relación del volumen de agua que pasa a través de una sección por unidad de tiempo, expresado usualmente en litros por segundo, en sistemas de alcantarillado sanitario.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.

Colector	Tubería que recoge las aguas residuales de las conexiones domiciliarias.
Conexión domiciliar	Derivación que parte de la candela domiciliar y llega hasta el colector de la red de alcantarillado.
Contaminación	Incorporación a un cuerpo de agua natural de cualquier sustancia que conlleve el deterioro de la calidad física, química o biológica de este.
Dotación	Cantidad de agua asignada a una población o a un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en litros/habitante/día.
Drenaje	Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños en estructuras, terrenos o excavaciones.
Escorrentía	Lámina de agua que circula sobre la superficie de una cuenca de drenaje.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Nivel freático	Profundidad de la superficie de un acuífero libre, con respecto a la superficie del terreno.
Período de diseño	Período durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.

Plantilla	Sobreexcavación y relleno con material que garantiza la estabilidad del fondo de la zanja.
Pozo de visita	Estructura de ladrillo o concreto de forma usualmente cilíndrica, construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento vertical y horizontal.
Secano	Terreno de cultivo que no tiene riego y solamente se beneficia del agua de la lluvia.
Tubería	Ducto de concreto poliuretano de alta densidad, hierro fundido o PVC, con sección circular para el transporte de agua potable o residual, cuya tecnología y proceso de fabricación cumple con las normas técnicas correspondientes.
Usuario	Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público.
Vector	Organismo, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades.

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado fue realizado en la municipalidad de Patzún, municipio de Chimaltenango; el mismo fue solicitado por el Departamento Municipal del Planificación, para realizar el diseño de dos sistemas de alcantarillado sanitario en la aldea de Xeatzán Bajo y el cantón Oriente de la cabecera municipal. Tanto la aldea Xeatzán Bajo como el cantón Oriente se encuentran en el municipio de Patzún; la aldea se ubica rumbo a Godínez, Sololá, Ruta Nacional 01-A, y el cantón Oriente, en la cabecera municipal de Patzún Ruta Nacional -01.

El plan de trabajo consta de cuatro etapas: visita técnica, levantamiento topográfico, diseño, elaboración de planos y presupuesto. Durante la visita técnica se definieron los límites de ambos proyectos, para luego realizar el levantamiento topográfico. Con los datos obtenidos se procedió a realizar ambos diseños con base en las Normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM. Los sistemas de alcantarillado sanitario consistieron en una red de drenajes con tubería PVC de diámetro variable, pozos de visita, conexiones domiciliarias y trabajos complementarios. Ambas comunidades cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales para la disposición de las aguas negras que serán recolectadas por los sistemas de alcantarillado.

Con estos proyectos se beneficiará directamente a una población actual de: 2 424 personas y a 6 496 a futuro. El monto en quetzales de ambos proyectos asciende a dos millones cuatrocientos cuarenta y siete mil doscientos veinte con cuarenta y nueve centavos Q 2 447 220,49.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario para los sectores 5, 6, 8 y 9 de la aldea Xeatzán Bajo, y otro para el cantón Oriente de la cabecera municipal de Patzún, Chimaltenango para reducir el brote de enfermedades gastrointestinales causadas por la falta de disposición de aguas residuales.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y el diagnóstico de necesidades de servicios básicos de saneamiento e infraestructura de la aldea Xeatzán Bajo y del cantón Oriente.
2. Proponer un diseño adecuado que cumpla con los parámetros y normativos nacionales.
3. Contribuir al ornato del poblado al disponer eficientemente de las aguas servidas, que en la actualidad se encuentran a flor de tierra, aumentando de esta manera los niveles de sanidad en las comunidades.
4. Capacitar a los miembros del COCODE en aspectos de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

La importancia de proyectos de saneamiento radica en la existencia de múltiples externalidades positivas en la calidad de vida de las viviendas, especialmente las del área rural y de bajos recursos; las mismas se encuentran en alta vulnerabilidad ante enfermedades provocadas por focos de contaminación, algunas transmitidas por vectores o bien por contacto directo.

El plan de trabajo de la municipalidad de Patzún consistió en diseñar proyectos de saneamiento, tanto para la población urbana como rural; debido a esto en el 2018 se construyó una planta de tratamiento en Xeatzán Bajo, y en el 2019 se iniciaron los trabajos para la construcción de una planta de tratamiento en el cantón Oriente. Por lo cual fue necesario realizar el diseño de dos sistemas de alcantarillado sanitario para ambas comunidades, como complemento del plan de saneamiento establecido por la municipalidad de Patzún; de esta forma podrá solventarse el servicio básico en mención, ya que ha sido requerido por sus habitantes debido a los problemas ambientales y de salud pública presentes en los últimos años.

Estos sistemas de alcantarillado sanitario tienen el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la zona, para fortalecer el ornato de cada comunidad y reducir el brote de enfermedades mediante sistemas de alcantarillado que dispongan de manera eficiente las aguas residuales generadas en las comunidades.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango

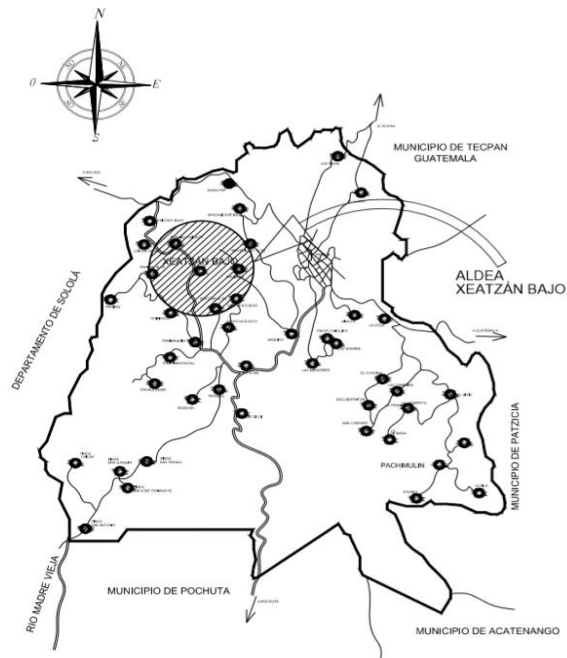
Xeatzán Bajo es una aldea que pertenece al municipio de Patzún, del departamento de Chimaltenango. Su origen, data aproximadamente desde hace 140 años con la migración de 3 familias originarias del municipio de Chimaltenango, que buscaron terrenos para cultivar. Se encuentra dentro de las comunidades del sector oeste del municipio de Patzún. La mayoría de la población se dedica a la agricultura.

El uso actual del suelo en la microcuenca de la aldea se dispone de la siguiente manera: 45 % se utiliza para la producción agrícola; 30 % corresponde a cobertura boscosa; 10 % está cubierto por arbustos y pastos naturales y el 15 % por viviendas, caminos y otros.

1.1.1. Ubicación y localización

La aldea Xeatzán Bajo se encuentra a 91 kilómetros de distancia de la ciudad capital y a 9,5 km de la cabecera municipal de Patzún. Está ubicada a 14° 41' de latitud norte y 91° 10' de longitud oeste; la elevación varía entre 2 150 a 2 500 msnm.

Figura 1. **Localización aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango**



Fuente: Oficina de Planificación. Municipalidad de Patzún.

Figura 2. **Ubicación aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango**



Fuente: Google. *Ubicación Xeatzán Bajo*. www.maps.google.com. Consulta: Guatemala, 2020.

1.1.2. Límites y colindancias

La aldea Xeatzán Bajo colinda con los siguientes poblados del municipio de Patzún: aldea Chuiquel, caserío Chuchucá Bajo, aldea Chipiacul, aldea Panibaj Alto y caserío Paraíso Chichoy.

1.1.3. Condiciones geológicas

El suelo varía entre franco y franco-arcilloso, óptimo para la productividad agrícola; la topografía es ondulada, con pendiente que varía entre 1 y 14 %. La elevación varía entre 2 150 a 2 500 msnm. Xeatzán Bajo se encuentra en el área montañosa del municipio de Patzún, en donde se presentan bosques nubosos y cerros que sobrepasan los 2 400 metros. Tiene montañas con franjas de terrenos alargados sobre la parte más alta y en algunos lugares se presentan pequeños valles. Existen barrancos profundos donde corren ríos permanentes y efímeros. Xeatzán Bajo tiene 5 nacimientos; el más importante es Pachomochai, que actualmente se utiliza para el abastecimiento de agua potable de una parte de la aldea, por ser el más grande.

1.1.4. Clima

La estación meteorológica más cercana se encuentra en el municipio de Chimaltenango y corresponde al nombre de Alameda ICTA. La temperatura promedio anual reportada es de 20 °C; la temperatura promedio máxima varía entre 25,3 °C a 29,5 °C y la mínima varía entre 0 °C a 9 °C. La precipitación promedio anual es de 1 000 mm; la época lluviosa ocurre durante el periodo de mayo a octubre. La radiación solar promedio anual es de 5,24 kW/m²/día. La humedad relativa promedio anual es de 78,66 %; es durante el mes de septiembre que presenta la humedad relativa más alta: 84,37 %.

El periodo más ventoso del año dura 4,8 meses, del 1 de noviembre al 25 de marzo; con velocidades promedio del viento de más de 8,0 km/h. Mientras que el periodo más calmado del año dura 7,2 meses, del 26 de marzo al 31 de octubre, con una velocidad promedio de 6,1 km/h. El viento con más frecuencia viene del norte durante 6,9 meses, del 4 de octubre al 2 de mayo.

Tabla I. **Parámetros A, B y n de la estación meteorológica Alameda ICTA**

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
ALAMEDA ICTA								
A	21 810	105 300	639 800	319 800	311 660	302 850	290 500	283 480
B	35	45	70	65	65	65	65	65
n	1,451	1,701	1,954	1,819	1,812	1,805	1,794	1,787
R2	0,995	0,983	0,987	0,985	0,985	0,985	0,984	0,984

Fuente: INSIVUMEH. *Informe de intensidades de lluvia en Guatemala*. p. 5.

1.1.5. Servicios

Existe una escuela de nivel primario y un centro de salud que brinda consultas generales. En el 2014, la aldea se benefició por el proyecto de construcción de un pozo mecánico, el cual abastece de agua potable en un 87 % a la comunidad; este proyecto fue realizado por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la alcaldía municipal de Patzún y la comunidad.

Según el estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA,) el 87 % cuenta con estufas mejoradas; el 91 % de la población tiene servicio de energía eléctrica; el 84 % posee letrina con pozo ciego, para la disposición de

aguas residuales, por la falta de sistemas de alcantarillado. La aldea tiene caminos de terracería en mal estado, pero ha sido beneficiada por la pavimentación de concreto hidráulico de la ruta nacional RN-01A desde el casco urbano de Patzún hasta Xeatzán Bajo. En el 2018 se construyó un sistema de alcantarillado sanitario para 3 sectores de la aldea y a finales de ese año se concluyó la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

1.1.6. Transporte

No existe transporte público; sin embargo, se utiliza un sistema organizado de microbuses hacia la cabecera municipal de Patzún, con programación de salidas y entradas cada 30 minutos. La ruta nacional RN-01-A comunica a Xeatzán Bajo con el caserío Paraíso Chichoy, caserío Xeatzán Alto y con la cabecera municipal de Patzún.

1.1.7. Industria y comercio

Xeatzán Bajo se caracteriza por la fabricación de tejido a mano; la mayoría de las mujeres están dedicadas al bordado para la producción del huipil tradicional, el cual es vendido los días de mercado en la cabecera municipal de Patzún. Los principales cultivos en la aldea son las hortalizas como: brócoli, arveja, coliflor y zanahoria, que son producidos como cultivos rentables bajo condiciones de secano.

Todos los agricultores siembran maíz para la venta y el autoconsumo. Otros cultivos en el área incluyen mora, aguacate y durazno. Casi toda la producción de hortalizas se realiza por medio de contratos entre agricultores y las compañías exportadoras tales como: ALCOSA, INAPSA y NETARESA.

Tabla II. Patrón de cultivo durante el año

[illegible]

Fuente: JICA. *Plan Maestro para el desarrollo rural sostenible en las áreas de la región del altiplano central de Guatemala*. p. 17.

Tabla III. Rendimiento promedio de los cultivos y la producción agrícola

Cultivo	Rendimiento promedio (Por manzana)	Área cosechada (manzana)	Producción
Brócoli	190 qq	170	64 600 qq
Arveja china	175 qq	100	17 500 qq
Zanahoria	13 000 docenas	20	260 000 docenas
Maíz	25 qq	200	5 000 qq
Moras	1 200 flats	20	24 000 flats
Aguacate	190 000 unidades	5	950 unidades

Fuente: JICA. *Plan Maestro para el desarrollo rural sostenible en las áreas de la región del altiplano central de Guatemala*. p. 17.

1.1.8. Demografía

Xeatzán Bajo es parte de las comunidades del sector 2 de Patzún, las cuales están ubicadas en el oeste del municipio. Se divide en 9 sectores distribuidos de acuerdo con consideraciones tomadas por las autoridades y la Alcaldía Auxiliar. El censo de población del 2018 del Instituto Nacional de Estadística (INE) indica una tasa de crecimiento para el municipio de 3,34 %.

1.1.9. Religión

El 60 % de los habitantes de la aldea son católicos y el 40 % evangélicos. La comunidad católica tiene una iglesia llamada Parroquia Xeatzán Bajo, mientras que la comunidad evangélica tiene un centro de culto llamado Campamento de Los Ángeles.

1.1.10. Población

En Xeatzán Bajo hay 2 757 habitantes, de los cuales 1 351 son hombres y 1 406 mujeres; su población se encuentra en un rango de edad de 1 a 80 años. La mayoría es de origen kaqchiquel. El ingreso familiar promedio mensual es de mil quinientos quetzales. Existen aproximadamente 450 viviendas.

1.1.11. Educación

La aldea cuenta con una escuela primaria. El número promedio anual de estudiantes que asiste a la escuela primaria es de 364. La deserción aumenta conforme avanzan de grado; un 40 % concluye el nivel primario. Entre las principales causas de deserción están: falta de importancia por parte de los padres, carencia de maestros, pocas aulas, necesidad de trabajar por falta de recursos económicos en el hogar. No hay instituto de educación básica; sin embargo, el Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA) imparte clases de alfabetización para noventa adultos entre 15 y 55 años.

1.1.12. Salud

Las principales causas de muerte en la aldea son sepsis neonatal, desnutrición, alcoholismo crónico y pulmonía. Las principales causas de

morbilidad son resfriado común y enfermedades gastrointestinales. El índice de mortalidad infantil es de 47,8 %, y la tasa de mortalidad materna es de 55,7 %. Xeatzán Bajo posee un centro de salud donde laboran un doctor y una enfermera auxiliar, quienes brindan servicios generales de consulta. El hospital más cercano se encuentra en la cabecera municipal de Patzún.

1.1.13. Descripción de las necesidades

En el 2014, la aldea fue beneficiada con la construcción de un pozo mecánico, el cual abastece de agua potable al 87 % de la población, lo que ha provocado la generación de una mayor cantidad de aguas residuales domiciliarias. Actualmente, la comunidad ha manifestado la necesidad de complementar el sistema de alcantarillado sanitario para que se dispongan las aguas residuales correctamente hacia la planta de tratamiento, construida en el 2018.

1.1.14. Evaluación y priorización de las necesidades

El 84 % de las viviendas en la aldea Xeatzán Bajo cuentan con letrina con pozo ciego para la disposición de las aguas residuales, sin embargo, el resto descarga las aguas residuales a flor de tierra, lo que ha provocado diversas enfermedades en los habitantes, derivadas por los focos de contaminación. Otro problema es la contaminación de los acuíferos al utilizar pozos ciegos, por lo que las autoridades de la aldea han solicitado proyectos de saneamiento para su comunidad.

La municipalidad ha planificado la ejecución de proyectos de saneamiento en el área rural y urbana para el periodo 2016-2020; por lo cual estableció un presupuesto para el 2020 para la aldea Xeatzán Bajo; con esto se plantea la

construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para los sectores 5, 6, 7 y 9. Con la ejecución del presente proyecto se recolectarán y conducirán las aguas residuales domiciliarias hacia la nueva planta de tratamiento, con el fin de cubrir del servicio básico al 90 % de la comunidad.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Oriente, cabecera municipal de Patzún, Chimaltenango

En el 2018, la comunidad del cantón Oriente fue beneficiada con la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para la colonia La Fe; sin embargo, dicha red de drenaje carecía de un sistema de tratamiento; por lo que en el 2019 se iniciaron los trabajos de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales. Actualmente se tiene la necesidad del diseño de otro sistema de alcantarillado que complemente al sistema actual.

2.1.1. Descripción del proyecto

La comunidad del cantón Oriente necesita cubrir cierta área de su territorio para completar la red de drenaje en su totalidad. En el 2019 se inició la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, para ambos sistemas de alcantarillado. El proyecto consiste en el diseño del sistema restante que genere ramales principales y secundarios, que en su totalidad suman 2 538,54 metros de tubería PVC norma 3034, de diámetro variable entre 6" 8" y 10". Asimismo, se cuenta con 171 conexiones domiciliarias y 55 pozos de visita. La población que se beneficiará es de 1 026 habitantes; el periodo de diseño utilizado es de 30 años y la tasa de crecimiento de población de 3,34 %.

Con esto se beneficiarán 2 750 habitantes a futuro. Se utilizaron las especificaciones técnicas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y las normas generales para el diseño de alcantarillados para el desarrollo del diseño.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Consiste en la recolección de información del terreno para definir con posterioridad el lineamiento adecuado por donde se establecerá la red de alcantarillado sanitario; luego se elaborarán planos que reflejen el mayor detalle y exactitud del terreno. El levantamiento topográfico se realizó con una estación total marca RUIDE, modelo R2.

2.1.2.1. Altimetría

Conjunto de procedimientos y mediciones que se utilizan para determinar y representar la altura o cota de cada punto del terreno respecto de un plano de referencia, definiendo la rasante del terreno. Con los datos obtenidos es posible representar el relieve del terreno por medio de curvas de nivel y perfiles.

2.1.2.2. Planimetría

Conjunto de métodos y mediciones que determinan la representación a escala de todos los puntos del terreno sobre una superficie plana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal como líneas rectas, puntos, superficies y contornos, sin considerar la diferencia de elevación.

2.1.3. Descripción del sistema a utilizar

Debido a la necesidad de evacuar las aguas residuales de cada vivienda se diseñará un sistema convencional de alcantarillado sanitario, que excluye a las aguas pluviales y que cuenta con una red de drenaje constituida por colectores principales, ramales de tubería secundarios y pozos de visita de profundidad variable.

El sistema desfoga en un pozo de visita, el cual dirige las aguas residuales hacia una planta de tratamiento existente.

2.1.4. Periodo de diseño

Periodo en el cual se cumplen los parámetros para los cuales se diseña el sistema; el periodo de diseño “n” dependerá de la vida útil de las instalaciones y recursos financieros. Este diseño se proyecta para un periodo de vida útil de 30 años, tomando en cuenta las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM, las cuales establecen que dichos sistemas serán proyectados para trabajar adecuadamente durante un periodo de 30 a 40 años, a partir de la fecha en que se realice el diseño del sistema.

2.1.5. Población de diseño

Se debe realizar una proyección de población futura a la cual se le brindará el servicio; esta población es un factor importante que ayuda a calcular el aporte de caudales al sistema. El cálculo se hace tomando en cuenta el número de viviendas y de habitantes por vivienda. Para este diseño se utilizó el método de proyección geométrico, el cual establece que la población aumenta a tasa constante.

Según las estadísticas proporcionadas por la municipalidad de Patzún se tiene una tasa de crecimiento en la cabecera municipal de 3,34 % y una población actual de 1 026 habitantes.

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población del tramo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Cálculo de la población futura para un periodo de diseño de 30 años:

$$Pf = 1\,026 * \left(1 + \frac{3,34}{100}\right)^{30} = 2\,750 \text{ habitantes}$$

2.1.6. Dotación de agua potable

Corresponde a la cantidad de agua potable para cada habitante en un día y está expresada en litros por habitante por día. El consumo de agua de cada persona depende de una serie de factores de tipo social, económico y disponibilidad de agua.

La dotación asignada por la municipalidad para el cantón Oriente es de 100 l/hab/día.

2.1.7. Factor de retorno

Se considera que no toda el agua proporcionada a una vivienda retorna completamente al sistema de alcantarillado sanitario, debido a que un porcentaje de esta se evapora o infiltra. El factor de retorno varía entre 0,70 y 0,90; se aplicará un factor de 0,90.

2.1.8. Caudal medio

Es la sumatoria de los caudales: domiciliario, de infiltración, de conexiones ilícitas, comercial e industrial.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_i + Q_{ilicito} + Q_{comercial} + Q_{industrial}$$

2.1.8.1. Caudal domiciliario

Son las aguas residuales de uso doméstico; el caudal domiciliario está relacionado directamente con la dotación de agua de cada vivienda. Proviene de lavado de ropa, aseo personal, limpieza de la vivienda, limpieza o elaboración de alimentos, menos un pequeño porcentaje que no ingresa al drenaje debido a riego de jardines, lavado de patios, entre otros.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Pf * FR}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliario

Dot = dotación de agua

Pf = población futura

FR = factor de retorno

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{100 * 2\ 750 * 0,90}{86\ 400} = 2,86\ l/s$$

2.1.8.2. Caudal de infiltración

Para el diseño se propone tubería PVC norma ASTM D-3034, con infiltración 0; sin embargo, las normas del INFOM recomiendan asumir un caudal de infiltración, considerando la profundidad del nivel freático del agua en relación con la profundidad de la tubería. De esta manera se tomarán en cuenta posibles infiltraciones que se produzcan en uniones de tuberías provocadas por una incorrecta instalación. Se realiza el cálculo por cada kilómetro de tubería, en donde se incluyen: conexiones domiciliarias y líneas de conducción.

$$Q_i = F_{inf} \left(\frac{\text{Longitud de tramo} + \text{No. viviendas} * L}{1\ 000} \right)$$

Donde:

L = longitud de conexión domiciliar

F_{inf} = factor de infiltración para tubería PVC sobre nivel freático = 0,01

Sustituyendo valores:

$$Q_i = 0,01 * \left(\frac{2\ 538,54\ m + 171 * 8,5\ m}{1\ 000} \right) = 0,040\ l/s$$

2.1.8.3. Caudal conexiones ilícitas

Es el caudal de conexiones que recolectan aguas pluviales y son conectados al sistema, ya sea de forma errónea o ilícita. Las normas del INFOM establecen que se debe considerar un 10 por ciento del caudal doméstico como mínimo para calcular el caudal ilegal; en áreas rurales donde no existe drenaje pluvial se puede utilizar un porcentaje mayor; ya que el cantón Oriente no cuenta

con un drenaje para evacuar aguas pluviales; se utilizará un 20 por ciento del caudal domiciliar.

$$Q_{ilicito} = 20 \% * Q_{domiciliar}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{ilicito} = 20 \% * 2,86 \text{ l/s} = 0,57 \text{ l/s}$$

2.1.8.4. Caudal comercial

Son las aguas residuales que provienen de edificaciones comerciales, hoteles, restaurantes, entre otros. Dependiendo del tipo de negocio, este puede variar entre 600 y 3 000 litros por comercio por día. El cantón Oriente carece de este tipo de negocios, por lo que para este estudio el caudal comercial no se consideró.

2.1.8.5. Caudal industrial

Es el caudal generado por industrias tales como: fábricas de textiles, procesadores de alimentos, embotelladoras, entre otros. El cantón Oriente carece de industrias, por lo que en este estudio no se considera este caudal.

Por lo tanto, el caudal medio es de:

$$Q_{med} = 2,86 \text{ l/s} + 0,040 \text{ l/s} + 0,57 \text{ l/s} = 3,47 \text{ l/s}$$

2.1.9. Factor de caudal medio

Es la relación entre el caudal sanitario y la población futura del área. Su valor se encuentra entre 0,002 y 0,005. Si el valor calculado es menor debe utilizarse 0,002 y si es mayor 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Qmed = caudal medio

Pf = población futura

Sustituyendo valores:

$$f_{qm} = \frac{3,47 \text{ l/s}}{2\,750 \text{ habitantes}} = 0,0013$$

El valor calculado es menor a 0,002; por lo que se deberá de utilizar un factor de caudal medio de 0,002.

2.1.10. Factor de Harmon

Conocido como factor de flujo instantáneo. Es un factor de seguridad que considera la descarga simultánea de aguas servidas de todas las viviendas que se encuentran conectadas al sistema, regulando un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

El factor es adimensional y está en función del número de habitantes en el tramo de aporte. Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

Donde:

FH = factor de Harmon

Pf = población futura

2.1.11. Caudal de diseño

Establece las condiciones hidráulicas sobre las que se basará el diseño de la red de alcantarillado. Debe calcularse por cada tramo mediante la siguiente ecuación:

$$Q_d = f_{qm} * FH * No. hab.$$

Donde:

Qd = caudal de diseño

Fqm = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

No. hab. = número de habitantes futuros acumulados

2.1.12. Selección de tipo de tubería

Considerando que en el sector transita únicamente tráfico liviano y tomando en cuenta el factor económico, se decidió utilizar una tubería de cloruro de polivinilo PVC lisa que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM D 3034. Esta tubería presenta importantes características, las cuales fueron tomadas en cuenta para su utilización:

- Alto grado de rigidez debido a su diseño de doble pared.
- Resistencia a la corrosión química y otros componentes químicos presentes en las aguas residuales y en el suelo.
- El diseño de unión entre tubos evita tanto infiltraciones como exfiltraciones.
- Alta resistencia al impacto, lo que evita que el tubo se dañe durante su instalación y transporte.
- Presenta asentamientos mínimos ante la aplicación de carga.
- Fácil manejo e instalación.
- Mayor vida útil.

Tabla IV. Dimensiones de tubería PVC lisa, Norma ASTM D-3034

Diámetro nominal		Diámetro externo		Tolerancia		Espesor mínimo de pared			
		Promedio		Promedio		SDR 41		SDR 35	
mm	plg	mm	plg	mm	plg	mm	plg	mm	plg
75	3	82,55	3,250	0,20	0,008	-----	-----	2,36	0,093
100	4	107,06	4,215	0,23	0,009	-----	-----	3,05	0,120
150	6	159,39	6,275	0,28	0,011	3,89	0,153	4,57	0,180
200	8	213,36	8,400	0,30	0,012	5,21	0,205	6,10	0,240
250	10	266,70	10,500	0,38	0,015	6,50	0,256	7,62	0,300
300	12	317,50	12,500	0,46	0,018	7,75	0,305	9,14	0,360
375	15	388,62	15,300	0,58	0,023	9,53	0,375	11,10	0,437

Fuente: COGUANOR. *Especificación estándar para tubos y accesorios de drenaje tipo PSM de cloruro de polivinilo (PVC) – ASTM D3034.* p. 7.

2.1.13. Diseño de secciones y pendientes

Las tuberías del sistema de alcantarillado sanitario funcionarán como canales abiertos; están diseñadas para trabajar a un tirante máximo del 75 % del tubo, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire. El diámetro mínimo que se va a utilizar es de 6 pulgadas para colectores; para conexiones domiciliarias se usará tubería PVC de 4 pulgadas. Asimismo, el diámetro para candelas domiciliarias será de 12 pulgadas de tubería de concreto.

El diseño del sistema debe adecuarse a la topografía del lugar; las tuberías seguirán en lo posible la pendiente del terreno, con el fin de tener excavaciones mínimas. En el caso que existan zonas sin drenaje natural se utilizarán las pendientes de diseño mínimas, que cumplan con las condiciones de tirante mínimo y máximo dentro de la tubería, así como las velocidades máximas y mínimas en la conducción del flujo.

2.1.14. Velocidades máximas y mínimas de diseño

Se considera velocidad mínima aquella con la cual no se permite depósito de sólidos dentro de la tubería que provoquen taponamientos. La velocidad máxima trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras del sistema. Las normas del INFOM establecen que la velocidad mínima sea de 0,60 m/s y que la velocidad máxima para el caudal de diseño será de 2,50 m/s.

El fabricante recomienda que la velocidad del flujo mínima sea de 0,40 m/s para que el sistema tenga la capacidad de autolimpieza. Las paredes de la tubería PVC tienen alta resistencia a la erosión, por lo que el fabricante recomienda una velocidad máxima de 5,00 m/s. Para efectos de diseño se tomó velocidad mínima de 0,60 m/s y velocidad máxima de 5,00 m/s.

2.1.15. Cotas Invert

Son cotas de entrada y salida de la tubería en los pozos de visita. Las normas del INFOM indican que la profundidad mínima del coronamiento de tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,00 m. La Cota Invert inicial se mide desde la cota del terreno hasta la parte inferior de la tubería. La Cota Invert de salida de cada pozo debe de estar como mínimo 3,00 centímetros debajo de la Cota Invert de entrada.

$$CI = CT_i - (H_{min} + E_t + \phi_{tubo})$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S\%_{terreno})$$

$$S\%_{terreno} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIE_2 = CI - (DH * S\%_{tubo})$$

$$CIS_2 = CIE_1 - 0,03$$

Donde:

CI = cota invert inicial

CT_i = cota de terreno inicial

H_{min} = altura mínima de pozo

E_t = espesor de tubería

Ø_{tubo} = diámetro de tubería

CT_f = cota de terreno final

DH = distancia del tramo horizontal entre pozos

S%_{terreno} = pendiente del terreno

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida

S%_{tubería} = pendiente de la tubería

2.1.16. Pozos de visita

Son estructuras de forma cilíndrica en la parte inferior y cónica en la superior. Están conformados por un brocal, tapadera de concreto armado y paredes que usualmente son construidas de ladrillo. Pueden tener varias entradas, pero solamente una salida de tubería. Se utilizan como medio de inspección y limpieza de la red de alcantarillado sanitario. Pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra. Las normas del INFOM establecen el diseño de pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro.
- En cambios de pendiente.
- Cuando se tenga cambio 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”.

2.1.16.1. Especificaciones de pozos de visita

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Para diámetros de colectores menores a 15”, el diámetro interno del pozo deberá ser como mínimo de 1,10 m. Las tapaderas de los pozos deberán tener la capacidad de soportar las cargas en vías de circulación sujetas al tráfico vehicular. El fondo está conformado por una plataforma en donde se encuentran canales (medias cañas) que prolongan el flujo de las aguas servidas de una tubería a otra.

Si el pozo tiene más de una entrada de tubería, el fondo deberá tener como mínimo una pendiente igual a la pendiente mayor de los tubos que le llegan; de esta manera se evitará la formación de remansos.

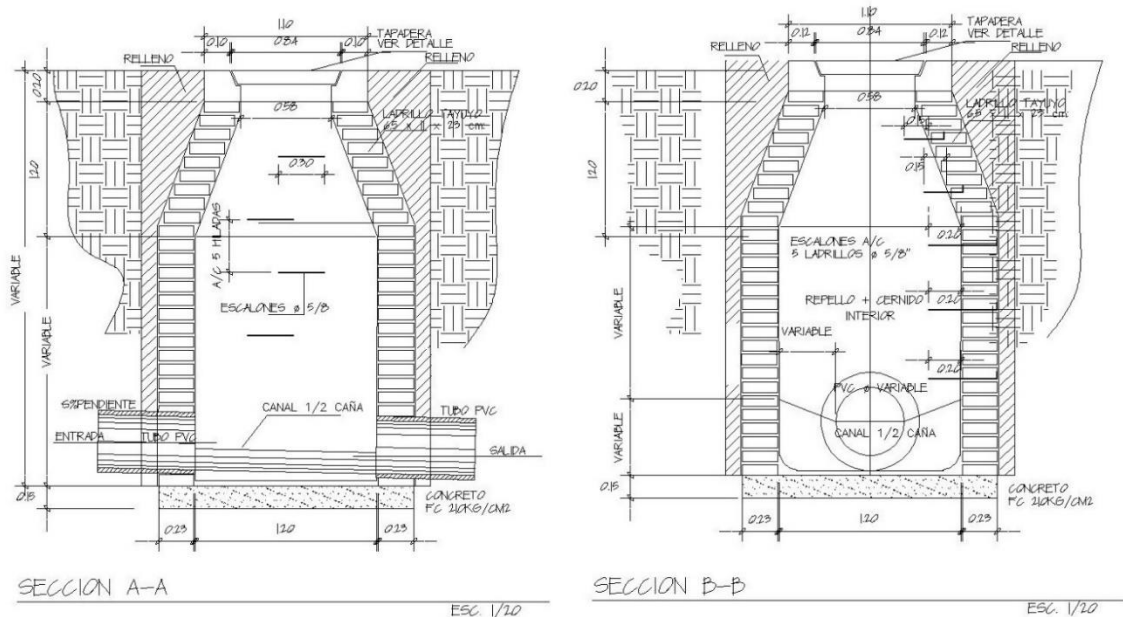
La cimentación de un pozo puede ser de mampostería o concreto monolítico; para terrenos con capacidad baja de soporte se recomienda colocar una base de concreto armado con espesor mínimo de 15 cm. Los pozos se deberán cernir y alisar exterior e interiormente con mezcla cemento-arena con aditivos epóxicos que garanticen la estanqueidad y hermeticidad de estos. El espesor mínimo del cernido deberá ser de 1 cm, aplicando un procedimiento de curado, durante un tiempo mínimo igual a 10 días.

Los pozos serán marcados en la tapadera, en bajo relieve con el orden indicado en los planos generales de cada red; esta marca se hará con letras y números no menores de 5 centímetros de alto y un centímetro de espesor y medio centímetro de profundidad.

Para este diseño se proponen pozos de visita contruidos en obra con base, brocal y tapadera de concreto armado. Se construirán pozos de visita típicos de ladrillo tayuyo de acuerdo con la localización indicada en los planos de red general, debiendo de tomar en cuenta la profundidad total del pozo después de analizar cada uno de los perfiles. Su construcción deberá realizarse con base en los planos. La dimensión de altura mínima para un pozo de visita será igual a 1,20 m, medida desde la cota de fondo a la cota de brocal.

Todo pozo deberá incluir escalones espaciados adecuadamente, que permitan el acceso e inspección del mismo en forma cómoda y segura; por lo regular son escalones de material anticorrosivo empotrados entre las juntas de los ladrillos.

Figura 3. Secciones típicas de pozo de visita construido en sitio



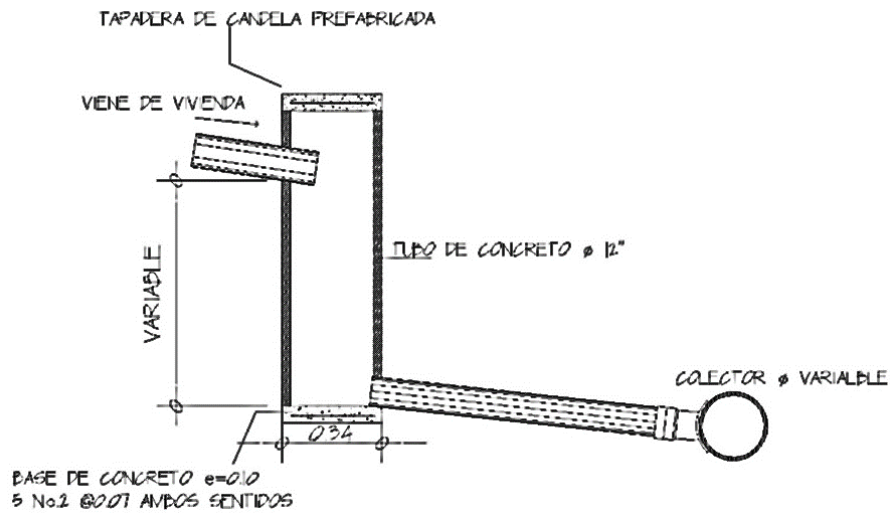
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

2.1.17. Conexiones domiciliarias

Es la conexión hermética de la red interna de la vivienda con el colector principal por medio de una caja de inspección (candela), tubería y accesorios PVC. La candela domiciliar para este diseño se propone que sea de tubo de concreto colocado de forma vertical y de diámetro mínimo de 12", con una tapadera de concreto armado. La tubería deberá ser colocada al colector principal a 45° con una pendiente mínima de 2 %; el diámetro mínimo de esta deberá ser de 4".

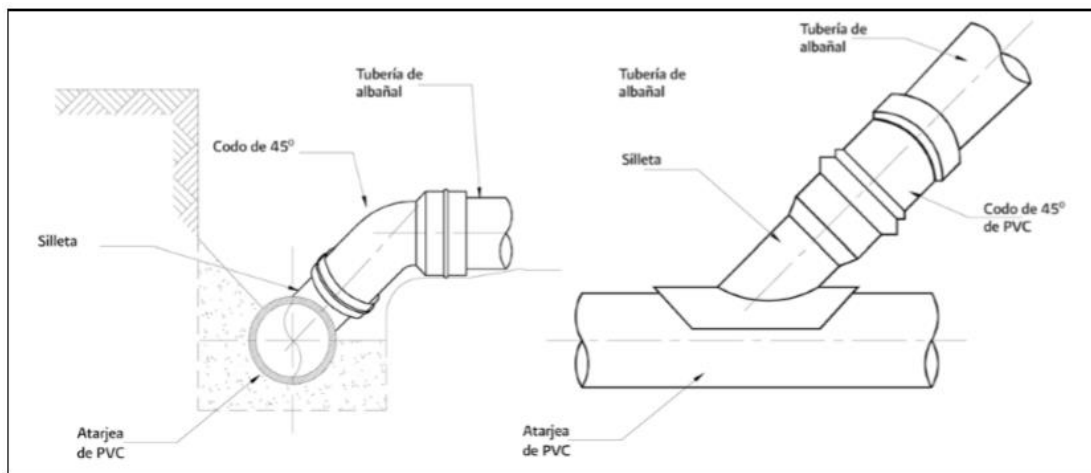
El diámetro de la conexión domiciliar debe ser menor al del colector principal se busca que al momento de provocarse una obstrucción, ésta se dé en la conexión domiciliar o bien dentro de la red interna.

Figura 4. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 5. **Conexión domiciliar con tubería PVC**



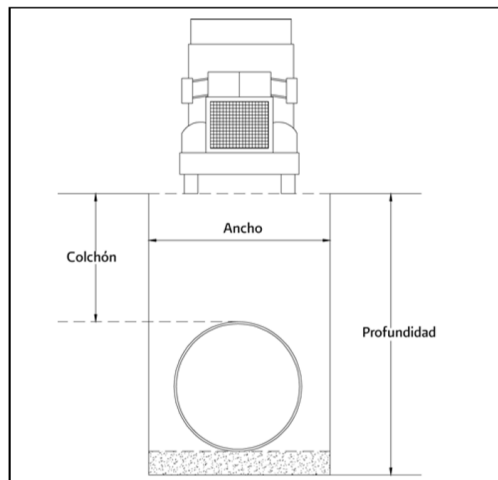
Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 44.

Para este diseño se propone utilizar silleta PVC a 45 grados, con campana y extremo de apoyo para unir al colector, y un codo de 45 grados con espiga y campana para el acoplamiento a la tubería de la conexión domiciliar. Normalmente la silleta está provista de un anillo de hule para lograr la hermeticidad con el colector. Según sea la necesidad en campo es posible utilizar “Y” reducidas en lugar de silletas.

2.1.18. Profundidad de zanjas y de tubería

Para obtener una máxima protección de las tuberías se deberán colocar en zanjas, de acuerdo con lo señalado en las especificaciones de construcción del fabricante. Normalmente la profundidad de las excavaciones de la zanja para las tuberías queda definida por los factores que se muestran en la figura 6.

Figura 6. **Características de una zanja**



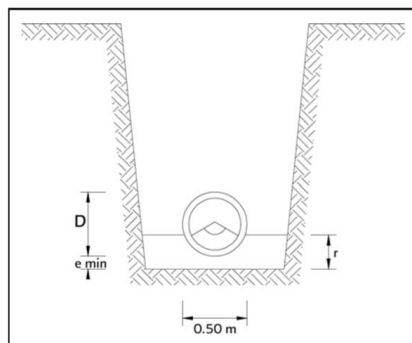
Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 70.

La profundidad mínima o colchón mínimo depende de la resistencia de la tubería a las cargas exteriores y el tipo de suelo en la zona de estudio. Las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM indican que la profundidad mínima del coronamiento (colchón) de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,00 metro.

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno. Si la topografía del terreno tiene pendientes fuertes, se deberá hacer un estudio económico comparativo entre el costo de la excavación contra el número de pozos de visita. Cuando sea necesario satisfacer condiciones de estabilidad y asiento de la tubería debe construirse una plantilla (encamado) en toda la longitud de la zanja.

La plantilla consistirá en un piso de material fino colocado sobre el fondo de la zanja, que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa interior de la tubería, en un ancho mínimo igual al 60 % de su diámetro exterior.

Figura 7. **Procedimiento de encamado en zanjas**



Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 86.

Se deberán excavar las cavidades para alojar la campana de las juntas de los tubos, con el propósito de permitir que la tubería se apoye sobre el fondo de la zanja o la plantilla compactada. El grosor será de 10 cm y el espesor mínimo sobre el eje vertical de la tubería deberá ser de 5 cm.

2.1.19. Principios hidráulicos

La pequeña concentración de sólidos (600 ppm) presente en las aguas residuales no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de autolimpieza. El sistema se deberá diseñar permitiendo que la altura del flujo en la tubería varíe, considerando este comportamiento como flujo a superficie o canal abierto. Las normas del INFOM establecen que en general se utilizarán en el diseño secciones circulares que trabajen a sección parcialmente llena, con un tirante máximo de 74 % del diámetro del tubo.

2.1.19.1. Ecuación de Manning

La ecuación empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, pudiendo también ser utilizada para conductos cerrados que no trabajan a presión.

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q= caudal, m³/s

A= área hidráulica de la tubería, m²

R = radio hidráulico; $R= D_i/4$ para conductos circulares, trabajando a sección llena y parcialmente llena.

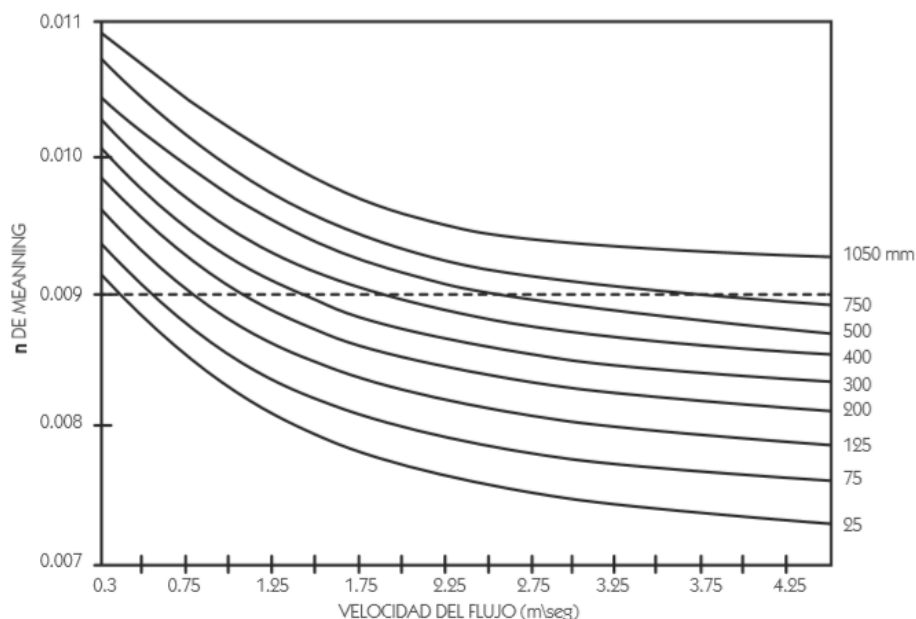
n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional

S = pendiente hidráulica, m/m

D_i = diámetro interno de la tubería

El coeficiente de rugosidad n representa las características internas de la superficie de la tubería; su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de conservación de la misma. El valor de n ha sido determinado experimentalmente para los materiales más comunes en sistemas de alcantarillado; su valor puede ser tan bajo como 0,007 en pruebas de laboratorio para tuberías plásticas y tan alto como 0,025 en tuberías de acero corrugado.

Figura 8. **Variación del valor n de Manning en tuberías PVC**



Fuente: MEXICHEM. *Manual de diseño NOVAFORT y NOVALOC*. p. 11.

Tabla V. **Coeficiente de rugosidad n (Manning)**

Coeficiente de rugosidad n (Manning)	
Material	Coeficiente n
Concreto	0,012
Concreto con revestimiento PVC/PEAD	0,009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0,011
Acero sin revestimiento	0,014
Fibrocemento	0,010
Polietileno pared sólida	0,009
Polietileno corrugado/ estructurado	0,012
PVC pared sólida	0,007-0,011
PVC pared corrugado/ estructurado	0,007-0,011
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009

Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 76.

2.1.19.2. Ecuación sección llena

La velocidad a sección llena se calculará con la ecuación de Manning en términos de velocidad, diámetro y pendiente.

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

Donde:

D = diámetro de la tubería en pulgadas

S = pendiente de la tubería

V = velocidad del flujo (m/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= constante (sistema métrico)

El caudal a sección llena se calculará con la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A * 1\,000 \frac{Lt}{m^3}$$

Donde:

Q = caudal en Lt/s

V = velocidad en m/s

A = área en m²

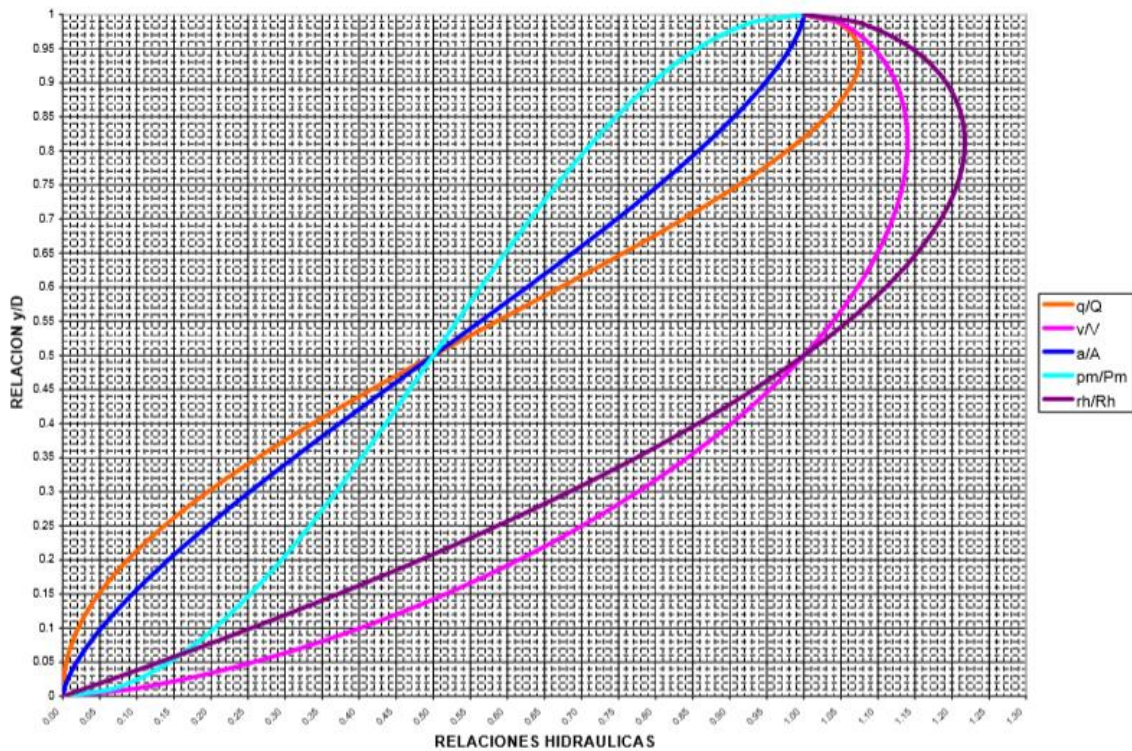
Con la ecuación de continuidad se determina el caudal a sección llena de cada tramo; el caudal de diseño del tramo con su respectivo caudal a sección llena se utilizará para determinar las relaciones hidráulicas.

2.1.19.3. Relaciones hidráulicas

Debe considerarse que la condición normal de flujo en las tuberías es la sección parcialmente llena, teniendo una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Es necesario calcular el caudal, velocidad y tirante cuando el conducto se encuentra en condiciones reales (sección parcialmente llena); para determinar estos valores es necesario utilizar la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares, que relaciona las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

Figura 9. Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares



Fuente: MEXICHEM. *Manual de diseño NOVAFORT y NOVALOC*. p. 16.

- Relación de caudales (q/Q): relaciona el caudal de diseño con el caudal máximo a sección llena que soporta la tubería, tomando en cuenta la pendiente de la misma.
- Relación de velocidades (v/V): establece la relación entre las velocidades de flujo a sección parcial y a sección llena. Se obtiene de la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares con base en el valor calculado de la relación de caudales.

- Relación de tirantes $\left(\frac{d}{D}\right)$: es la relación entre la altura del flujo dentro de la tubería con el diámetro total de la tubería. Este valor se obtiene de la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares, con base en el valor calculado de la relación de caudales. Las normas del INFOM establecen que la relación de tirantes debe ser mayor a 0,10 y menor a 0,74.

2.1.19.4. Ecuación a sección parcialmente llena

La velocidad del caudal a sección parcialmente llena dentro de la tubería se obtiene multiplicando el valor de relación de velocidades obtenido por la velocidad a sección llena, calculada con la ecuación de Manning:

$$v = \frac{v}{V} * V(\text{sección llena})$$

La velocidad a sección parcial debe ser como mínimo 0,6 m/s y no mayor a 5,0 m/s para tubería de cloruro de polivinilo PVC.

2.1.20. Ejemplo de diseño de un tramo

El sistema de alcantarillado sanitario ha sido diseñado con el objeto de recolectar exclusivamente las aguas servidas de las viviendas, por lo que no se debe de admitir otro tipo de contribución al sistema. A través de este sistema llegarán las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.

Tabla VI. Datos del tramo a utilizar

Datos del tramo PV-8 a PV-9	
Número de casas del tramo	7
Número de casas acumuladas	60
Número de habitantes actuales acumulados	360
Factor caudal medio (Fqm)	0,002
Tasa de crecimiento de Patzún	3,34 %
Periodo de diseño	30
Densidad de vivienda	6 habitantes/vivienda
Dotación por habitante	100 L/habitante/día
Cota inicial del tramo	100,12 m
Cota final del tramo	99,01 m
Distancia horizontal	35,46 m
Diámetro de tubería	6 pulgadas $\approx$ 150 mm PVC
Pendiente de la tubería	1 %
Coeficiente de rugosidad de Manning	0,010 para PVC
Cota invert de entrada PV-8	90,99 m
Cota de terreno PV-9	92,36 m

Fuente: elaboración propia, empleando el programa Excel.

- Pendiente del terreno:

$$S \% = \frac{Cota\ inicial - cota\ final}{Distancia\ horizontal} = \frac{92,74 - 92,36}{43,87} = 0,87 \%$$

- Población futura acumulada del tramo:

$$Pf = 360 * \left(1 + \frac{3,34}{100}\right)^{30} = 965\ habitantes$$

- Factor de flujo:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{965}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{965}{1\,000}}} = 3,81$$

- Caudal de diseño:

$$Q_d = f_{qm} * FH * hab. acumulados = 0,002 * 3,81 * 965 hab = 7,35 l/s$$

- Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{N} = \frac{0,03429 * 6^{\frac{2}{3}} * 1\, \text{\%}^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 1,13 m/s$$

- Caudal a sección llena:

$$Q = A * V = \frac{\pi}{4} D^2 * V * 1\,000 = \frac{\pi}{4} * 6^2 * 1,13 * 1\,000 = 20,65 l/s$$

- Relaciones hidráulicas:

- $$\frac{q}{Q} = \frac{7,35}{20,65} = 0,356023$$

- $$\frac{d}{D} = 0,4120$$

- $$\frac{v}{V} = 0,9153$$

- Velocidad sección parcial:

$$V_{sección\,parcial} = 0,9153 * 1,13 = 1,04 m/s$$

- Cotas Invert:
 - Cota invert salida CIS PV-8 = 90,99 m - 0,03 m = 90,97 m
 - Cota invert de entrada CIE PV-9 = 90,97 m - (1 %*43,87 m) = 90,53 m
- Profundidad de pozo PV-9:
 - Cota a nivel de terreno = 92,36 m
 - Profundidad de pozo = 92,36 m – (90,53 m – 0,03 m) = 1,86 m
- Volumen de excavación:

$$Vol_{excavación} = \left(\frac{1,77 \text{ m} + 1,86 \text{ m}}{2} \right) * 43,87 \text{ m} * 0,65 \text{ m} = 51,76 \text{ m}^3$$

2.1.21. Propuesta de tratamiento

Se plantea realizar el desfogue del sistema en el pozo PV-33, el cual ya existe y es parte de otra red que se dirige hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. La planta dispone de un área de 4 220 m², utiliza tecnología combinada de tipo aerobia y anaerobia.

El proceso de tratamiento del agua residual que llega a la planta se da en cuatro etapas:

- Pretratamiento: canal de rejillas y desarenador para retener basura y solidos flotantes de gran tamaño, así como la arena que proviene del agua residual.

- Tratamiento primario: trampa de grasas, sedimentador primario (tanque Imhoff); se separa el material orgánico del inorgánico, los sólidos suspendidos se sedimentan.
- Tratamiento secundario: filtro percolador; el agua pretratada entra y se rocía sobre el filtro; la materia orgánica se degrada al entrar en contacto con el cultivo bacteriano y con el oxígeno.
- Tratamiento terciario: patio de secado de lodos; se da el proceso de desinfección por radiación solar, deshidratando los lodos en la unidad de secado.

Finalmente, el agua ya tratada se dispone en un cabezal de desfogue hacia el río de la vega.

2.1.22. Elaboración de planos

Se incluyen en este trabajo los siguientes planos:

- Planta general
- Planta de densidad de vivienda
- 6 planos de planta perfil de los ramales del sistema
- Detalles

2.1.23. Elaboración de presupuesto

Consiste en diez renglones de trabajo elaborados con base en los precios unitarios. Los precios de materiales y mano de obra son representativos de la región y son los que aplica la municipalidad para proyectos similares.

Se consideró un factor de costos indirectos del 30 %. En quetzales, el monto asciende a un millón doscientos noventa y tres mil trescientos noventa y ocho con cincuenta y nueve centavos (Q 1 293 398,59). Se presenta el resumen de precios unitarios en la tabla VII.

Tabla VII. **Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario cantón Oriente**

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN ORIENTE, ZONA 6, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Ubicación:

Municipio:

Departamento:

Dimensión:

Cantón Oriente, zona 6

Patzún

Chimaltenango

2538,54 ml de drenaje



REGLONES DE TRABAJO					
No	Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
1	Replanteo topográfico	1	Global	Q 5 148,00	Q 5 148,00
2	Trazo general, ubicación de pozos	1	Global	Q 12 338,94	Q 12 338,94
3	Excavación de zanja	3112	m³	Q 39,00	Q 121 367,61
4	Relleno y compactación	3112	m³	Q 26,00	Q 80 912,00
5	Línea de drenaje: tubo PVC 6" gris NORMA 3034 junta rápida	1222,80	ml	Q 170,96	Q 209 043,90
6	Línea de drenaje: tubo PVC 8" gris NORMA 3034 junta rápida	727,71	ml	Q 309,42	Q 225 164,52
7	Línea de drenaje: tubo PVC 10" gris NORMA 3034 junta rápida	588,03	ml	Q 392,61	Q 230 867,88
8	Pozo de visita: de 1,20 m a 2,00 m	41	Unidad	Q 4 977,53	Q 204 078,55
9	Pozo de visita: de 2,01 m a 4,00 m	14	Unidad	Q 7 006,77	Q 98 094,75
10	Acometidas domiciliarias: construcción de conexiones domiciliarias con candela domiciliar de 12" , tubería pvc de 4" y silletas de 6" X 4"; 8"x4"; 10x4"	171,00	Unidad	Q 622,12	Q 106 382,44
MONTO TOTAL DEL PROYECTO					Q1 293 398,59

Fuente: elaboración propia, empleando el programa Excel.

2.1.23.1. Elaboración de cronograma

Es una herramienta con la cual se establece el programa o los tiempos del proyecto, en donde se define el calendario de ejecución de los trabajos o actividades previstas. Normalmente se utiliza el diagrama de Gantt y el presupuesto para estructurarlo; sin embargo, su elaboración dependerá del sistema constructivo y la complejidad del proyecto.

Tabla VIII. **Cronograma físico/financiero del sistema del alcantarillado sanitario cantón Oriente**

PROGRAMA FÍSICO/FINANCIERO GENERAL DE EJECUCIÓN																							
No.	REGLONES	UNIDAD DE MEDIDA	SUBTOTAL	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
				SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4
1	Replanteo topográfico	Global	Q 5 148,00	0,40 %																			
2	Trazo general, ubicación de pozos	Global	Q 12 338,94	0,48 %				0,48 %															
3	Excavación de zanja	m³	Q 121 367,61			4,69 %		4,69 %															
4	Relleno y compactación	m³	Q 80 912,00									2,09 %				2,09 %				2,09 %			
5	Línea de drenaje: tubo PVC 6" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 209 043,90									5,39 %				5,39 %				5,39 %			
6	Línea de drenaje: tubo PVC 8" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 225 164,52													8,70 %				8,70 %			
7	Línea de drenaje: tubo PVC 10" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 230 867,88													8,92 %				8,92 %			
8	Pozo de visita: de 1,20 m a 2,00 m	Unidad	Q 204 078,55																	7,89 %			7,89 %
9	Pozo de visita: de 2,01 m a 4,00 m	Unidad	Q 98 094,75																				7,58 %
10	Acometidas domiciliarias: construcción de conexiones domiciliarias con candela domiciliar de 12" , tubería pvc de 4" y silletas de 6" X 4"; 8"x4"; 10x4"	Unidad	Q 106 382,44													2,74 %				2,74 %			2,74 %
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Q 1 293 398,59																				
PORCENTAJE MENSUAL DEL AVANCE FÍSICO DEL PROYECTO				5,57 %				5,17 %				7,47 %				27,84 %				35,73 %			
PORCENTAJE ACUMULADO DEL AVANCE FÍSICO ACUMULADO				5,57 %				10,74 %				18,21 %				46,05 %				81,78 %			

Fuente: elaboración propia, empleando el programa Excel.

2.1.23.2. Evaluación de impacto ambiental inicial

Impacto ambiental es la modificación en el ambiente, que se origina por los efectos de acción por la actividad humana. Este impacto puede ser tanto negativo como positivo. El cantón Oriente de la cabecera municipal de Patzún ha sido afectado debido a que no cuenta con un sistema de alcantarillado, por tal razón las aguas residuales domiciliarias en muchos casos se encuentran a flor de tierra, creando focos de contaminación y problemas de salud a los pobladores.

La construcción del proyecto conlleva un impacto negativo temporal durante la fase de construcción; sin embargo, al evacuar de manera eficiente las aguas residuales hacia una planta de tratamiento existente se obtendrá un impacto ambiental positivo para el ornato de la comunidad.

Este proyecto se encuentra dentro del listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en la sección "E", división 37, grupo 370, categoría 550 y clase 3 700 como: "Diseño, construcción y operación de empresas que realizan proyectos de gestión de sistemas de alcantarillado, colectores subterráneos y de instalaciones de captación, tratamiento y eliminación de aguas residuales".

La resolución administrativa No. 012-2020 establece que dentro de los requisitos de evaluación de impacto ambiental B1, ya no se deberá incluir el formato de instrumentos ambientales de valuación ambiental inicial; sin embargo, se deberá de presentar el formato DVGA-GA-R-042, que corresponde a la evaluación y diagnóstico de impacto ambiental; los instrumentos ambientales requeridos en esta categoría deberán de ser elaborados por un consultor ambiental acreditado en el MARN.

2.2. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para los sectores 5, 6, 8 y 9 de la aldea Xeatzán Bajo, Patzún, Chimaltenango

La aldea Xeatzán Bajo, actualmente cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual no está en funcionamiento, ya que no existe red de alcantarillado sanitario en los sectores 5, 6, 8 y 9; por lo cual la comunidad ha solicitado realizar el estudio y diseño de la red.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la red de drenaje para estos sectores, la cual generará ramales principales y secundarios que en su totalidad suman 2 315,96 metros de tubería PVC, norma 3034, de diámetro variable entre 6", 8" y 10". Se cuenta con 233 acometidas domiciliarias y 66 pozos de visita. La población actual que se beneficiará es de 1 398 habitantes; el periodo de diseño utilizado es de 30 años y la tasa de crecimiento poblacional, de 3,34 %. Para el desarrollo del diseño se utilizaron las especificaciones técnicas del INFOM, las normas generales para el diseño de alcantarillados, así como las especificaciones del fabricante de tubería de cloruro de polivinilo PVC.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total marca RUIDE, modelo R2.

2.2.2.1. Altimetría

Conjunto de procedimientos y mediciones que se utilizan para determinar y representar la altura o cota de cada punto del terreno respecto de un plano de

referencia, definiendo la rasante del terreno. Con los datos obtenidos es posible representar el relieve del terreno por medio de curvas de nivel y perfiles.

2.2.2.2. Planimetría

Es el conjunto de métodos y mediciones que determinan la representación a escala de todos los puntos del terreno sobre una superficie plana, exceptuando su relieve y representándose en una proyección horizontal como líneas rectas, puntos, superficies y contornos, sin considerar la diferencia de elevación.

2.2.3. Descripción del sistema a utilizar

Debido a la necesidad de evacuar las aguas residuales de cada vivienda se diseñará un sistema convencional de alcantarillado sanitario que excluye a las aguas pluviales y que cuenta con una red de drenaje constituida por colectores principales, ramales de tubería secundarios y pozos de visita de profundidad variable.

El sistema desfoga en dos pozos de visita existentes, los cuales dirigen las aguas residuales hacia una planta de tratamiento.

2.2.4. Periodo de diseño

Este diseño se proyecta para un periodo de vida útil de 30 años, considerando que es el valor mínimo que establecen las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM.

2.2.5. Población de diseño

Según las estadísticas proporcionadas por la municipalidad de Patzún se tiene una tasa de crecimiento para la aldea Xeatzán Bajo de 3,34 % y una densidad poblacional por vivienda de 6 habitantes.

$$Pf = Po(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población del tramo

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Cálculo de la población futura para un periodo de diseño de 30 años:

$$Pf = 1\,398 * \left(1 + \frac{3,34}{100}\right)^{30} = 3\,746 \text{ habitantes}$$

2.2.6. Dotación de agua potable

La dotación asignada por la municipalidad para la aldea Xeatzán Bajo es de 100 l/hab/día.

2.2.7. Factor de retorno

Para este diseño se aplicará un factor de retorno de 0,90.

2.2.8. Caudal medio

Es la sumatoria de los caudales: domiciliario, de infiltración, de conexiones ilícitas, comercial e industrial.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_i + Q_{ilicito} + Q_{comercial} + Q_{industrial}$$

2.2.8.1. Caudal domiciliario

Son las aguas residuales de uso doméstico; este caudal está relacionado directamente con la dotación de agua de cada vivienda. Proviene de lavado de ropa, aseo personal, limpieza de la vivienda, elaboración higiénica de alimentos menos un pequeño porcentaje que no ingresa al drenaje, como riego de jardines, lavado de patios, entre otros.

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Pf * FR}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliario

Dot = dotación de agua

Pf = población futura

FR = factor de retorno

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{100\ L/hab/día * 3\ 746\ hab * 0,90}{86\ 400} = 3,90\ l/s$$

2.2.8.2. Caudal de infiltración

Para el diseño se propone tubería PVC norma ASTM D-3034 con infiltración 0; sin embargo, las normas del INFOM recomiendan asumir un caudal de infiltración, considerando la profundidad del nivel freático del agua en relación con la profundidad de la tubería. De esta manera se tomarán en cuenta posibles infiltraciones que se produzcan en uniones de tuberías provocadas por una incorrecta instalación. Se realiza el cálculo por cada kilómetro de tubería en donde se incluyen: conexiones domiciliarias y líneas de conducción.

$$Q_i = F_{inf} \left(\frac{\text{longitud de tramo} + \text{No. viviendas} * L}{1\,000} \right)$$

Donde:

L = longitud de conexión domiciliar

F_{inf} = factor de infiltración para tubería PVC sobre nivel freático = 0,01

Sustituyendo valores:

$$Q_i = 0,01 * \left(\frac{2\,315,96\,m + 233\,viviendas * 8,5\,m}{1000} \right) = 0,043\,l/s$$

2.2.8.3. Caudal conexiones ilícitas

Es el caudal de conexiones que recolectan aguas pluviales y son conectados al sistema, ya sea de forma errónea o ilícita. Las normas del INFOM establecen que se debe considerar un 10 % del caudal doméstico como mínimo para calcular el caudal ilegal; en áreas rurales donde no existe drenaje pluvial se puede utilizar un porcentaje mayor, ya que el cantón Oriente no cuenta con un

drenaje para evacuar aguas pluviales; se utilizará un 20 por ciento del caudal domiciliar.

$$Q_{ilicito} = 20 \% * Q_{domiciliar}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{ilicito} = 20 \% * 3,90 \text{ l/s} = 0,78 \text{ l/s}$$

2.2.8.4. Caudal comercial

Son las aguas residuales que provienen de edificaciones comerciales, hoteles, restaurantes, entre otros. Dependiendo del tipo de negocio, este puede variar de entre 600 y 3 000 litros por comercio por día. La aldea Xeatzán Bajo carece de este tipo de negocios, por lo que para este diseño este caudal no se tomó en cuenta.

2.2.8.5. Caudal industrial

Es el caudal generado por industrias tales como: fábricas de textiles, procesadores de alimentos, embotelladoras, entre otros. La aldea Xeatzán Bajo carece de industrias, por lo que en este estudio no se considera este caudal.

Por lo tanto, el caudal medio es de:

$$Q_{med} = 3,90 \text{ l/s} + 0,043 \text{ l/s} + 0,78 \text{ l/s} = 4,72 \text{ l/s}$$

2.2.9. Factor de caudal medio

Es la relación entre el caudal sanitario y la población futura del área. Su valor se encuentra entre 0,002 y 0,005. Si el valor calculado es menor debe utilizarse 0,002; si es mayor, 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{P_f}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Qmed = caudal medio

Pf = población futura

Sustituyendo valores:

$$f_{qm} = \frac{4,72 \text{ l/s}}{3\,746 \text{ hab}} = 0,00126$$

El valor calculado es menor a 0,002; por lo que se deberá de utilizar un factor de caudal medio de 0,002.

2.2.10. Factor de Harmon

Conocido como factor de flujo instantáneo; es un factor de seguridad que considera la descarga simultánea de aguas servidas de todas las viviendas conectadas al sistema, regulando un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico.

El factor es adimensional y está en función del número de habitantes en el tramo de aporte. Se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{P}{1\,000}}}$$

Donde:

FH = factor de Harmon

Pf = población

2.2.11. Caudal de diseño

Establece las condiciones hidráulicas que se tomarán en cuenta para realizar el diseño de la red de alcantarillado. Debe calcularse por cada tramo mediante la siguiente ecuación:

$$Q_d = f_{qm} * FH * No.Hab.$$

Donde:

Qd = caudal de diseño

Fqm = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

No. hab. = número de habitantes futuros acumulados

2.2.12. Selección de tipo de tubería

Considerando que en el sector transita únicamente tráfico liviano y tomando en cuenta el factor económico, se decidió utilizar una tubería de cloruro de polivinilo PVC lisa, que cumpla con las especificaciones de la norma ASTM D 3034. Esta tubería presenta importantes características que fueron tomadas en cuenta para su utilización.

- Alto grado de rigidez debido a su diseño de doble pared.
- Resistencia a la corrosión química y otros componentes químicos presentes en las aguas residuales y en el suelo.
- El diseño de unión entre tubos evita tanto infiltraciones como exfiltraciones.
- Alta resistencia al impacto; lo que evita que el tubo se dañe durante su instalación y transporte.
- Presenta asentamientos mínimos ante la aplicación de carga.
- Fácil manejo e instalación.
- Mayor vida útil.

Tabla IX. **Dimensiones de tubería PVC lisa, Norma ASTM D-3034**

Diámetro nominal		Diámetro externo		Tolerancia		Espesor mínimo de pared			
		Promedio		Promedio		SDR 41		SDR 35	
mm	plg	mm	plg	mm	plg	mm	plg	mm	plg
75	3	82,55	3,250	0,20	0,008	-----	-----	2,36	0,093
100	4	107,06	4,215	0,23	0,009	-----	-----	3,05	0,120
150	6	159,39	6,275	0,28	0,011	3,89	0,153	4,57	0,180
200	8	213,36	8,400	0,30	0,012	5,21	0,205	6,10	0,240
250	10	266,70	10,500	0,38	0,015	6,50	0,256	7,62	0,300
300	12	317,50	12,500	0,46	0,018	7,75	0,305	9,14	0,360
375	15	388,62	15,300	0,58	0,023	9,53	0,375	11,10	0,437

Fuente: COGUANOR. *Especificación estándar para tubos y accesorios de drenaje tipo PSM de poli (cloruro de vinilo) (PVC) – ASTM D3034. p. 7.*

2.2.13. Diseño de secciones y pendientes

El diámetro mínimo que se va a utilizar es de 6 pulgadas para tubería PVC, y para conexiones domiciliarias se empleará tubería PVC de 4 pulgadas. Asimismo, el diámetro para candelas domiciliarias será de 12 pulgadas de tubería de concreto.

El diseño del sistema debe adecuarse a la topografía del lugar; las tuberías seguirán en lo posible la pendiente del terreno, con el objeto de tener excavaciones mínimas. En el caso de que existan zonas sin drenaje natural, se utilizarán las pendientes de diseño mínimas, que cumplan con las condiciones de tirante mínimo y máximo dentro de la tubería, así como las velocidades máximas y mínimas en la conducción del flujo.

2.2.14. Velocidades máximas y mínimas de diseño

Para efectos de diseño se consideró velocidad mínima de 0,60 m/s y velocidad máxima de 5,00 m/s, con base en los límites que estable el fabricante de tubería de cloruro de polivinilo PVC.

2.2.15. Cotas Invert

Son cotas de entrada y salida de la tubería en los pozos de visita. La cota invert inicial se mide desde la cota del terreno (nivel de calle) hasta la parte inferior de la tubería. La cota invert de salida de cada pozo debe de estar como mínimo 3,00 cm debajo de la cota invert de entrada.

$$CI = CT_i - (H_{min} + E_t + \phi_{tubo})$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S\%_{terreno})$$

$$S\%_{\text{terreno}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CIE_2 = CI - (DH * S\%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_2 = CIE_1 - 0,03$$

Donde:

CI = cota invert inicial

CT_i = cota de terreno inicial

H_{min} = altura mínima de pozo

E_t = espesor de tubería

Ø_{tubo} = diámetro de tubería

CT_f = cota de terreno final

DH = distancia del tramo horizontal entre pozos

S%_{terreno} = pendiente del terreno

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida

S%_{tubería} = pendiente de la tubería

2.2.16. Pozos de visita

Son estructuras que tienen forma cilíndrica en la parte inferior y cónica en la superior. Están conformados por un brocal, tapadera de concreto armado y paredes que usualmente se construyen de ladrillo. Pueden tener varias entradas, pero solamente una salida de tubería.

Se utilizan como medio de inspección y limpieza de la red de alcantarillado sanitario. Pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra.

Las normas del INFOM establecen el diseño de pozos de visita para localizarlos en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente
- Cuando se tenga cambio de dirección horizontal
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

2.2.16.1. Especificaciones de pozos de visita

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Para diámetros de colectores menores a 15"; el diámetro interno del pozo deberá ser como mínimo de 1,10 m.

Las tapaderas de los pozos deberán tener la capacidad de soportar las cargas en vías de circulación sujetas al tráfico vehicular.

El fondo está conformado por una plataforma en donde se encuentran canales (medias cañas) que prolongan el flujo de las aguas servidas de una tubería a otra.

Si el pozo tiene más de una entrada de tubería, el fondo deberá tener como mínimo una pendiente igual a la pendiente mayor de los tubos que llegan al pozo; de esta manera se evitará la formación de remansos.

La cimentación puede ser de mampostería o concreto monolítico; para terrenos con capacidad de soporte baja se recomienda colocar una base de concreto armado con espesor mínimo de 15 cm. Los pozos deberán cernirse y pulirse tanto al interior como exterior, con mezcla cemento-arena y con aditivos epóxicos que garanticen la estanqueidad y hermeticidad de estos.

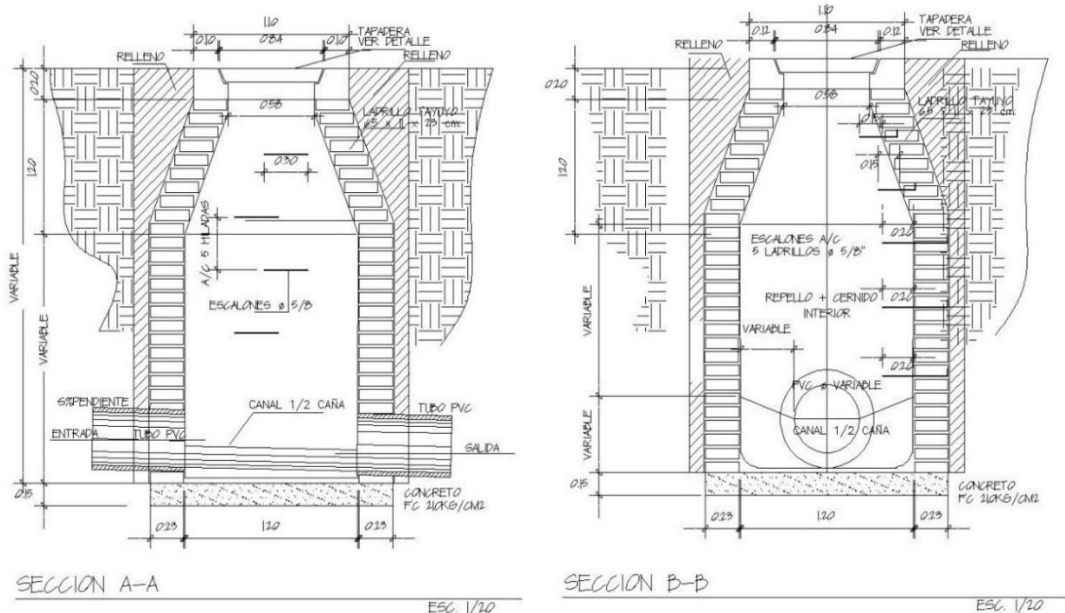
Los pozos serán marcados en la tapadera, en bajo relieve, con el orden indicado en los planos generales de cada red; esta marca se hará con letras y números no menores de cinco centímetros de alto y un centímetro de espesor y medio centímetro de profundidad.

Para este diseño se proponen pozos de visita contruidos en obra, con base, brocal y tapadera de concreto armado.

Se construirán pozos de visita típicos de ladrillo tayuyo de acuerdo con la localización indicada en los planos de red general, debiendo tomar en cuenta la profundidad total del pozo después de analizar cada uno de los perfiles. Su construcción deberá realizarse con base en los planos. La dimensión de altura mínima para un pozo de visita será igual a 1,20 m, medida desde la cota de fondo a la cota de brocal.

Todo pozo deberá incluir escalones espaciados adecuadamente, que permitan el acceso e inspección del mismo en forma cómoda y segura; por lo regular, son escalones de material anticorrosivo empotrados entre las juntas de los ladrillos.

Figura 10. Secciones típicas de pozo de visita construido en sitio



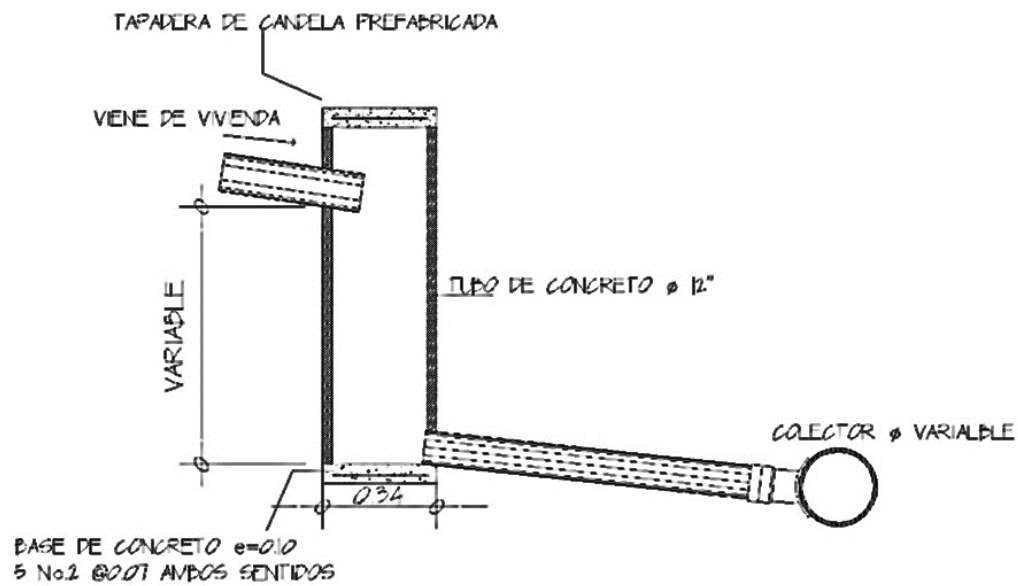
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

2.2.17. Conexiones domiciliarias

Es la conexión hermética de la red interna de la vivienda con el colector principal por medio de una caja de inspección (candela), tubería y accesorios PVC. Para este diseño se propone que la candela domiciliar sea de tubo de concreto colocado en forma vertical, con diámetro mínimo de 12", y tapadera de concreto armado.

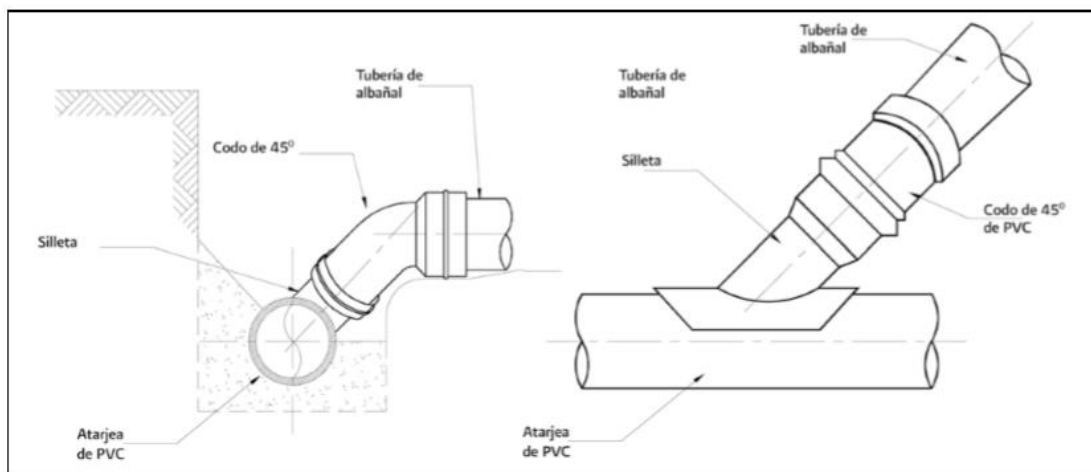
La tubería deberá ser colocada al colector principal a 45° con una pendiente mínima de 2 % y el diámetro mínimo de esta deberá ser de 4". El diámetro de la conexión domiciliar debe ser menor al del colector principal; por tanto, se busca que, al momento de provocarse una obstrucción, esta se dé en la conexión domiciliar o bien dentro de la red interna.

Figura 11. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2017.

Figura 12. **Conexión domiciliar con tubería PVC**



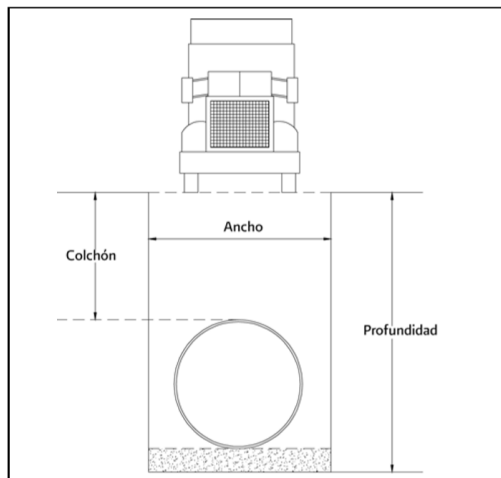
Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p 44.

Para este diseño se propone utilizar silleta PVC a 45°, con campana y extremo de apoyo para unir al colector; así también un codo de 45° con espiga y campana, para el acoplamiento de la conexión domiciliar a la tubería. Normalmente la silleta está provista de un anillo de hule para lograr la hermeticidad con el colector. Según sea la necesidad en campo es posible utilizar “Y” reducidas en lugar de silletas.

2.2.18. Profundidad de zanjas y de tubería

Para obtener una máxima protección de las tuberías se deberán colocar en zanjas, de acuerdo con lo señalado en las especificaciones de construcción del fabricante. Normalmente la profundidad de las excavaciones de la zanja para las tuberías queda definida por los factores que se muestran en la siguiente figura.

Figura 13. **Características de una zanja**

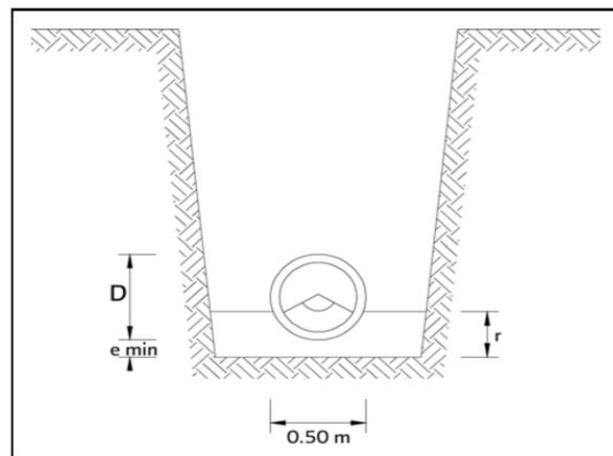


Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 70.

La profundidad mínima o colchón mínimo depende de la resistencia de la tubería a las cargas exteriores y el tipo de suelo en la zona de estudio. Las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM indican que la profundidad mínima del coronamiento (colchón) de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,00 metro.

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas mayores durante la excavación, de acuerdo con la estabilidad del terreno. Si la topografía del terreno tiene pendientes fuertes, se deberá hacer un estudio económico comparativo entre el costo de la excavación contra el número de pozos de visita. Cuando sea necesario satisfacer condiciones de estabilidad y asiento de la tubería es necesaria la construcción de una plantilla (encamado) en toda la longitud de la zanja. La plantilla consistirá en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa interior de la tubería, en un ancho mínimo igual al 60 % de su diámetro exterior.

Figura 14. **Procedimiento de encamado en zanjas**



Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 86.

Se deberán excavar las cavidades para alojar la campana de las juntas de los tubos, con el propósito de permitir que la tubería se apoye sobre el fondo de la zanja o la plantilla compactada. El espesor de dicha plantilla será de 10 cm y su espesor mínimo sobre el eje vertical será de 5 cm.

2.2.19. Principios hidráulicos

La pequeña concentración de sólidos (600 ppm) presente en las aguas residuales no es suficiente para hacer que el comportamiento hidráulico difiera al agua limpia, siempre que se mantengan velocidades mínimas de autolimpieza. El sistema deberá diseñarse permitiendo que la altura del flujo en la tubería varíe; este comportamiento es considerado como flujo a superficie o canal abierto. Las normas del INFOM establecen que en general se utilizarán en el diseño secciones circulares que trabajen a sección parcialmente llena, con un tirante máximo de 74 % del diámetro del tubo.

2.2.19.1. Ecuación de Manning

La fórmula empírica de Manning es la más práctica para el diseño de canales abiertos, pudiendo también ser utilizada para conductos cerrados que no trabajan a presión.

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q = caudal, m³/s

A = área hidráulica de la tubería, m²

R = radio hidráulico; $R = D_i/4$ para conductos circulares trabajando a sección llena y a sección parcialmente llena.

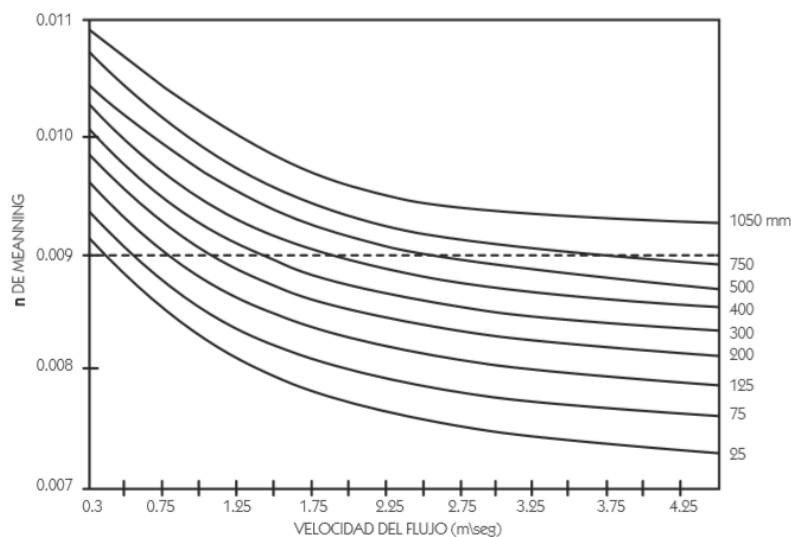
n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional

S = pendiente hidráulica, m/m

D_i = diámetro interno de la tubería

El coeficiente de rugosidad n representa las características internas de la superficie de la tubería; su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de conservación de la tubería. El valor de n ha sido determinado experimentalmente para los materiales más comunes en sistemas de alcantarillado; su valor puede ser tan bajo como 0,007 en pruebas de laboratorio para tuberías plásticas y tan alto como 0,025 en tuberías de acero corrugado.

Figura 15. **Variación del valor n de Manning en tuberías PVC**



Fuente: MEXICHEM. *Manual de Diseño NOVAFORT y NOVALOC*. p. 11.

Tabla X. **Coeficiente de rugosidad n (Manning)**

Coeficiente de rugosidad n (Manning)	
Material	Coeficiente n
Concreto	0,012
Concreto con revestimiento PVC/PEAD	0,009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0,011
Acero sin revestimiento	0,014
Fibrocemento	0,010
Polietileno pared sólida	0,009
Polietileno corrugado/ estructurado	0,012
PVC pared sólida	0,007-0,011
PVC pared corrugado/ estructurado	0,007-0,011
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009

Fuente: CONAGUA. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. p. 76.

2.2.19.2. Ecuación sección llena

La velocidad a sección llena se calculará con la fórmula de Manning en términos de velocidad, diámetro y pendiente.

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

Donde:

D = diámetro de la tubería en pulgadas

S = pendiente de la tubería

V = velocidad del flujo (m/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

= constante (sistema métrico)

El caudal a sección llena se calculará con la ecuación de continuidad:

$$Q = V * A * 1\,000 \frac{Lt}{m^3}$$

Donde:

Q = caudal en Lt/s

V = velocidad en m/s

A = área en m²

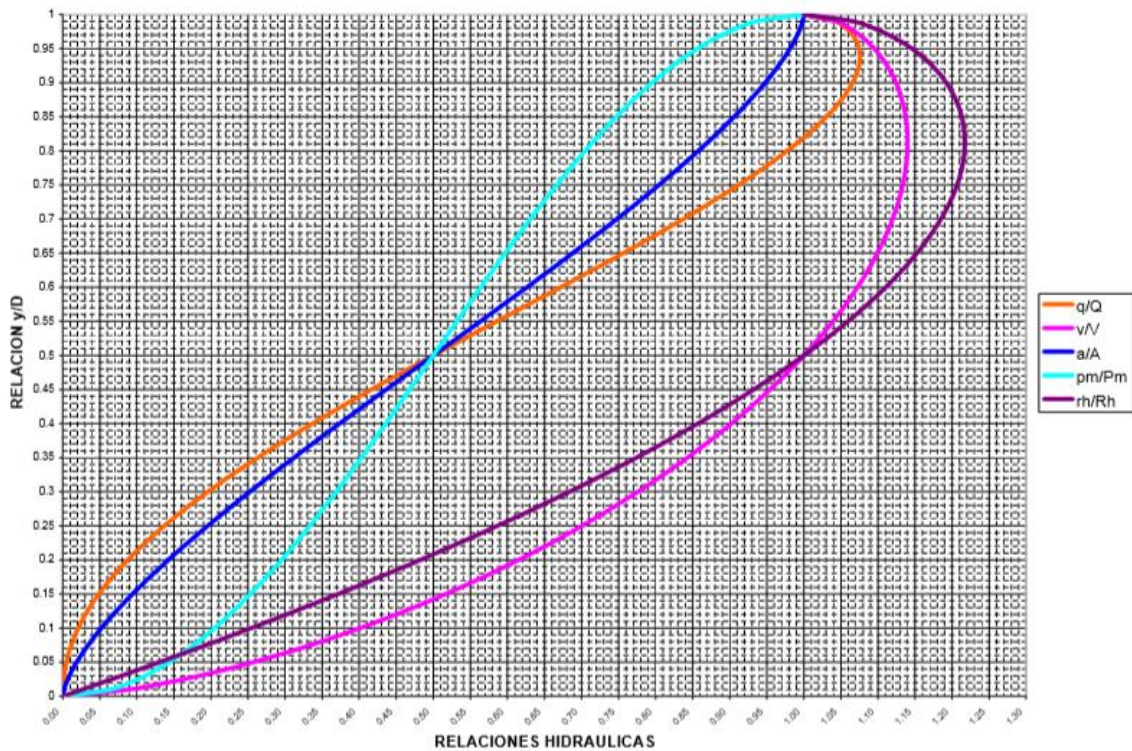
Con la ecuación de continuidad se determina el caudal a sección llena de cada tramo; el caudal de diseño del tramo con su respectivo caudal a sección llena se utilizará para determinar las relaciones hidráulicas.

2.2.19.3. Relaciones hidráulicas

Se debe considerar que la condición normal de flujo en las tuberías es a sección parcialmente llena, teniendo una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Es necesario calcular el caudal, velocidad y tirante cuando el conducto se encuentra en condiciones reales (sección parcialmente llena); para determinar estos valores es necesario utilizar la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares, que relaciona las características de flujo a sección llena y parcialmente llena.

Figura 16. Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares



Fuente: MEXICHEM. *Manual de diseño NOVAFORT y NOVALOC*. p. 16.

- Relación de caudales (q/Q): relaciona el caudal de diseño con el caudal máximo a sección llena que soporta la tubería, tomando en cuenta la pendiente de la misma.
- Relación de velocidades (v/V): es la relación entre la velocidad del flujo a sección parcial con la velocidad del flujo a sección llena. Se obtiene de la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares con base en el valor calculado de la relación de caudales.

- Relación de tirantes $\left(\frac{d}{D}\right)$: es la relación entre la altura del flujo dentro de la tubería con el diámetro total de la tubería. Este valor se obtiene de la curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares, con base en el valor calculado de la relación de caudales. Las normas del INFOM establecen que la relación de tirantes debe ser mayor a 0,10 y menor a 0,74.

2.2.19.4. Ecuación a sección parcialmente llena

La velocidad del caudal a sección parcialmente llena dentro de la tubería se obtiene multiplicando el valor de relación de velocidades por la velocidad a sección llena; esta se calcula con la ecuación de Manning:

$$v = \frac{v}{V} * V(\text{sección llena})$$

El valor de la velocidad a sección parcial debe ser como mínimo de 0,6 m/s y no mayor a 5,0 m/s para tubería de cloruro de polivinilo PVC.

2.2.20. Ejemplo de diseño de un tramo

El sistema de alcantarillado sanitario ha sido diseñado con el fin de recolectar exclusivamente las aguas servidas de las viviendas, por lo que no se debe de admitir otro tipo de contribución al sistema. A través de este sistema llegarán las aguas residuales a la planta de tratamiento existente.

Tabla XI. Datos del tramo a utilizar

Datos del tramo PV-36 a PV-37	
Número de casas del tramo	3
Número de casas acumuladas	152
Número de habitantes actuales acumulados	912
Factor caudal medio (Fqm)	0,002
Tasa de crecimiento de Patzún	3,34 %
Periodo de diseño	30
Densidad de vivienda	6 habitantes/vivienda
Dotación por habitante	100 L/habitante/día
Cota inicial del tramo	102,49 m
Cota final del tramo	100,19 m
Distancia horizontal	40,25 m
Diámetro de tubería	10 pulgadas $\approx$ 254 mm PVC
Pendiente de la tubería	5 %
Coeficiente de rugosidad de Manning	0,010 para PVC
Cota invert de entrada PV-36	101,09 m
Cota de terreno PV-37	100,19 m

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

- Pendiente del terreno:

$$S \% = \frac{\text{Cota inicial} - \text{cota final}}{\text{Distancia horizontal}} = \frac{102,49 - 100,19}{40,24} = 5,71 \%$$

- Población futura acumulada del tramo:

$$Pf = 912 * \left(1 + \frac{3,34}{100}\right)^{30} = 2\,444 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmon:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{2\,444}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{2\,444}{1\,000}}} = 3,52$$

- Caudal de diseño:

$$Q_d = f_{qm} * FH * hab. = 0,002 * 3,52 * 2\,444\ hab = 17,19\ l/s$$

- Velocidad a sección llena:

$$V = \frac{0,03429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{N} = \frac{0,03429 * 10^{\frac{2}{3}} * 5^{\frac{1}{2}}}{0,010} = 3,56\ m/s$$

- Caudal a sección llena:

$$Q = A * V = \frac{\pi}{4} D^2 * V * 1\,000 = \frac{\pi}{4} * 10^2 * 3,56 * 1\,000 = 180,33\ l/s$$

- Relaciones hidráulicas:

- $\frac{q}{Q} = \frac{17,19}{180,33} = 0,09532$
- $\frac{d}{D} = 0,208$
- $\frac{v}{V} = 0,6297$

- Velocidad sección parcial:

$$V_{sección\ parcial} = 0,6297 * 3,56 = 2,24\ m/s$$

- Cotas invert:
 - CIS PV-36 = 101,09 m – 0,03 m = 101,06 m
 - CIE PV-37 = 101,06 m - (5 %*40,25 m) = 99,05 m
- Profundidad de pozo PV-37:
 - Cota a nivel de terreno = 100,19 m
 - Profundidad de pozo = 100,19 m – (99,05 m – 0,03 m) = 1,17 m
- Volumen de excavación:

$$Vol_{excavación} = \left(\frac{1,43 \text{ m} + 1,17 \text{ m}}{2} \right) * 40,25 \text{ m} * 0,65 \text{ m} = 34,06 \text{ m}^3$$

2.2.21. Propuesta de tratamiento

El desfogue del sistema se ingerirá en el pozo PV-44, el cual ya existe y es parte de otra red que se dirige hacia una planta de tratamiento de aguas residuales. La planta dispone de un área de 3 723 m²; utiliza tecnología combinada de tipo aerobia y anaerobia. El proceso de tratamiento del agua residual que llega a la planta se da en cuatro etapas:

- Pretratamiento: canal de rejillas y desarenador para retener basura y sólidos flotantes de gran tamaño, así como la arena que proviene del agua residual.
- Tratamiento primario: trampa de grasas, sedimentador primario (tanque Imhoff); se separa el material orgánico del inorgánico; los sólidos suspendidos se sedimentan.

- Tratamiento secundario: filtro percolador; el agua pretratada entra y se rocía sobre el filtro; la materia orgánica se degrada al entrar en contacto con el cultivo bacteriano y con el oxígeno.
- Tratamiento terciario: patio de secado de lodos; se da el proceso de desinfección por radiación solar, deshidratando los lodos en la unidad de secado.

Finalmente, el agua ya tratada se dispone en un cabezal de desfogue hacia el río Xeatzán.

2.2.22. Elaboración de planos

Se incluyen en este trabajo los siguientes planos:

- Planta general
- Planta de densidad de vivienda
- 7 planos de planta perfil de los ramales del sistema
- Un plano de detalles

2.2.23. Elaboración de presupuesto

Consiste en diez renglones de trabajo que se elaboraron con base en precios unitarios. El precio de materiales y de mano de obra son representativos de la región y son los que aplica la municipalidad para proyectos similares. Se consideró un factor de costos indirectos del 30 %. En quetzales, el monto asciende a un millón ciento cincuenta y tres mil ochocientos veintiuno, con noventa centavos (Q1 153 821,90). Se presenta el resumen de precios unitarios en la tabla XII.

Tabla XII. **Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario Xeatzán Bajo**

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SECTORES: 5,6,8,9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO, MUNICIPIO DE PATZÚN , DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Ubicación:

Municipio:

Departamento:

Dimensión:

Aldea Xeatzán Bajo

Patzún

Chimaltenango

2315,96 ml de drenaje



RENGLONES DE TRABAJO					
No	Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
1	Replanteo topográfico	1	Global	Q 3 861,00	Q 3 861,00
2	Trazo general, ubicación de pozos	1	Global	Q 10 748,92	Q 10 748,92
3	Excavación de zanja	2148,17	m³	Q 39,00	Q 83 778,63
4	Relleno y compactación	2148,17	m³	Q 26,00	Q 55 852,42
5	Línea de drenaje: tubo PVC 6" gris NORMA 3034 junta rápida	1644,56	ml	Q 171,34	Q 281 778,38
6	Línea de drenaje: tubo PVC 8" gris NORMA 3034 junta rápida	357,85	ml	Q 317,69	Q 113 687,11
7	Línea de drenaje: tubo PVC 10" gris NORMA 3034 junta rápida	313,55	ml	Q 396,88	Q 124 441,17
8	Pozo de visita: de 1,20 m a 2,00 m	61	Unidad	Q 5 085,10	Q 310 191,00
9	Pozo de visita: de 2,01 m a 3,00 m	5	Unidad	Q 6 560,52	Q 32 802,58
10	Acometidas domiciliarias: construcción de conexiones domiciliarias con candela domiciliar de 12" , tubería pvc de 4" y silletas de 6" X 4"; 8"x4"; 10x4"	233,00	Unidad	Q 586,61	Q 136 680,70
MONTO TOTAL DEL PROYECTO					Q1 153 821,90

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

2.2.24. Elaboración de cronograma

El cronograma es una herramienta con la cual se establece el programa o los tiempos del proyecto; en él se define el calendario de ejecución de los trabajos o actividades previstas.

Tabla XIII. **Cronograma físico financiero del sistema de alcantarillado Xeatzán Bajo**

PROGRAMA FÍSICO/FINANCIERO GENERAL DE EJECUCION																												
No.	RENGLONES	UNIDAD DE MEDIDA	SUBTOTAL	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				
				SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	
1	Replanteo topográfico	Global	Q 3 861,00	0,33 %																								
2	Trazo general, ubicación de pozos	Global	Q 10 748,92	0,47 %				0,47 %																				
3	Excavación de zanja	m³	Q 83 778,63			0,91 %		1,82 %			1,82 %			1,82 %			1,82 %			0,91 %								
4	Relleno y compactación	m³	Q 55 852,42					1,21 %			1,21 %			1,21 %			1,21 %			1,21 %								
5	Línea de drenaje: tubo PVC 6" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 281 778,38					8,14 %				8,14 %				8,14 %												
6	Línea de drenaje: tubo PVC 8" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 113 687,11								4,93 %				4,93 %													
7	Línea de drenaje: tubo PVC 10" gris NORMA 3034 junta rápida	ml	Q 124 441,17													5,39 %				5,39 %								
8	Pozo de visita: de 1,20 m a 2,00 m	Unidad	Q 310 191,00																13,44 %				13,44 %					
9	Pozo de visita: de 2,01 m a 3,00 m	Unidad	Q 32 802,58																				2,84 %					
10	Acometidas domiciliarias: construcción de conexiones domiciliarias con candela domiciliar de 12" , tubería pvc de 4" y silletas de 6" X 4"; 8"x4"; 10x4"	Unidad	Q 136 680,70														3,95 %				3,95 %				3,95 %			
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q	1 153 821,90																									
PORCENTAJE MENSUAL DEL AVANCE FISICO DEL PROYECTO				1,71 %				11,63 %				16,09 %				25,43 %				24,90 %				20,23 %				
PORCENTAJE ACUMULADO DEL AVANCE FISICO ACUMULADO				1,71 %				13,34 %				29,43 %				54,84 %				79,77 %				100,00 %				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

2.2.25. Evaluación de impacto ambiental inicial

Impacto ambiental es la modificación en el ambiente que se origina por los efectos de la actividad humana. Este impacto puede ser tanto negativo como positivo. La aldea Xeatzán Bajo carece de un sistema de alcantarillado sanitario, a través del cual disponga las aguas residuales provenientes de las viviendas; debido a esto las aguas servidas, en muchos casos, se encuentran a flor de tierra, creando focos de contaminación y problemas de salud a los pobladores.

La construcción del proyecto de alcantarillado conlleva un impacto negativo temporal durante la fase de construcción; sin embargo, al evacuar de manera eficiente las aguas residuales hacia una planta de tratamiento, se obtendrá un impacto ambiental positivo a largo plazo; de esa manera disminuirán los brotes de enfermedades provocadas por la falta del servicio.

Este proyecto se encuentra dentro del listado taxativo de proyectos, obras, industrias o actividades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en la sección "E", división 37, grupo 370, categoría 550 y clase 3 700 como: "Diseño, construcción y operación de empresas que realizan proyectos de gestión de sistemas de alcantarillado, colectores subterráneos y de instalaciones de captación, tratamiento y eliminación de aguas residuales".

La resolución administrativa No. 012-2020 establece que dentro de los requisitos de evaluación de impacto ambiental B1, ya no se deberá incluir el formato de instrumentos ambientales de evaluación ambiental inicial; sin embargo, se deberá de presentar el formato DVGA-GA-R-042-Evaluación y diagnóstico de impacto ambiental; los instrumentos ambientales requeridos en esta categoría deberán ser elaborados por un consultor ambiental acreditado en el MARN.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con el diagnóstico de necesidades de Xeatzán Bajo y el cantón Oriente se estableció que un sistema de alcantarillado en cada comunidad es un factor determinante para evitar que las aguas residuales domiciliarias sigan siendo evacuadas en las calles, contribuyendo a prolongar la vida útil de la red vial y eliminando focos de contaminación. Tanto para las comunidades como para la municipalidad de Patzún es prioritario realizar estos proyectos, debido a que en ambas comunidades ya existen dos plantas de tratamiento.
2. Los dos sistemas de alcantarillado sanitario proporcionan beneficios importantes para la salud pública y la economía de las comunidades de Xeatzán Bajo y cantón Oriente, evitando pérdidas de productividad laboral y deserción escolar debido a las enfermedades producidas por las aguas residuales. Estos sistemas permitirán el manejo adecuado de las aguas residuales domésticas, que en muchas zonas de las comunidades se encuentran en la superficie, sin ningún tipo de disposición o tratamiento.
3. El diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario se realizó con base en la normativa guatemalteca establecida por el INFOM y los parámetros de diseño establecidos por el fabricante de tubería Norma ASTM D-3034, cumpliendo así con los parámetros mínimos y máximos que estos indican. De esta manera se asegura que ambos sistemas funcionen satisfactoriamente durante su periodo de diseño.

4. Por medio de las plantas de tratamiento existentes en conjunto con los sistemas de alcantarillado se disminuirá la contaminación ambiental y el índice de enfermedades provocadas por el agua contaminada. De esta manera se permitirá la implementación de nuevos proyectos como pavimentación de calles y sistemas de alcantarillado pluvial que contribuyan al incremento del desarrollo local y calidad de vida de las comunidades.
5. El sistema de alcantarillado sanitario para Xeatzán Bajo consiste en una red de drenaje de 2 315,96 m de longitud, 66 pozos de visita y 233 conexiones domiciliarias. Por su parte, el sistema de alcantarillado para el cantón Oriente consiste en una red de drenaje de 2 538,54 m de longitud, 55 pozos de visita y 171 conexiones domiciliarias. De esta forma se beneficiará a 2 424 habitantes actuales y 6 496 a futuro, en ambas comunidades.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de Patzún:

1. Cumplir con todas las especificaciones técnicas contenidas en los planos de los proyectos; la Dirección Municipal de Planificación deberá realizar una supervisión detallada del proceso constructivo. Cualquier modificación al diseño original deberá ser consultada previamente con el ingeniero supervisor, para establecer de qué manera se podrá modificar el diseño original sin alterar el correcto funcionamiento del sistema.
2. Capacitar y concientizar a las comunidades acerca del uso adecuado de los sistemas de alcantarillado sanitario, evitando el ingreso de aguas pluviales, desechos sólidos o algún otro objeto que pueda obstruir las redes de alcantarillado.
3. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que involucre la participación de las comunidades, con la finalidad de mantener en buen estado las estructuras y redes de tubería de los sistemas de alcantarillado sanitario.
4. Considerar la importancia de la comunicación con la comunidad acerca de las diversas actividades que pudieran realizarse fuera de lo proyectado, a fin de evitar conflictos sociales.
5. Implementar sistemas de protección en trabajos de excavación cuando el ingeniero supervisor lo considere, por medio de apuntalamiento,

ademes o tablestacado. De esta manera se podrán evitar accidentes o pérdidas humanas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. *Manual para el desarrollo de la planificación de alcantarillado*. San Salvador, El Salvador: ANDA, 2009. 119 p.
2. Comisión Nacional del Agua. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Tlalpan, México: CONAGUA, 2009. 122 p.
3. Empresas Públicas de Medellín. *Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado*. Medellín, Colombia: EPM, 2009. 71 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Edición 2009. Guatemala: INFOM, 2009. 22 p.
5. MATAS ORIA, Arturo. *Etnohistoria de Patzún, municipio del departamento de Chimaltenango*. Centro de Estudios Folklóricos Consultoría RIDES. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 137 p.
6. MEXICHEM. *Manual de diseño NOVAFORT y NOVALOC. Tubería para alcantarillado sanitario y pluvial*. Guatemala, Guatemala: AMANCO, 2019. 46 p.

7. PINEL SERRATO, Eduardo. *Levantamiento topográfico para la construcción de red de alcantarillado sanitario ubicado en el barrio Quinta Pacheco del distrito seis de Managua*. Trabajo de graduación de Técnico Superior en Topografía. Facultad de Ciencias e Ingenierías, Departamento de Construcción, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, 2016. 53 p.
8. Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado sanitario*. Capítulo 3. Jalisco, México: SIAPA, 2014. 38 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Hoja de cálculo hidráulico para sistema de alcantarillado sanitario cantón Oriente**

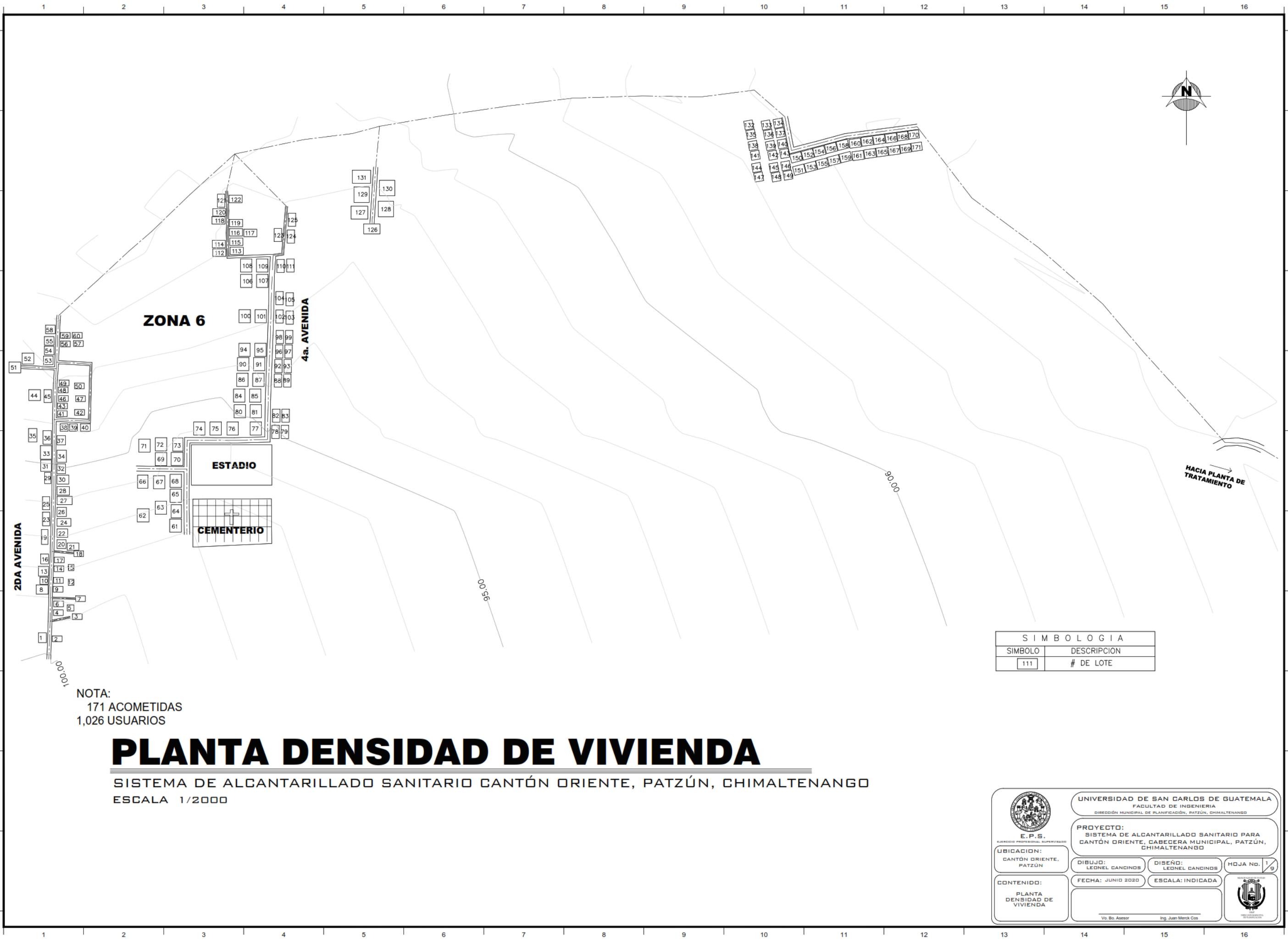
Fuente: elaboración propia.

Red de Drenajes Cantón Oriente

		Cotas de Terreno		Longitud	S (%)	Viviendas		Número de Habitantes		Factor Caudal	Fac.de Harmon		Caudal de Diseño	Caudal de Diseño	Diámetro Tubería pulg	S (%) Tubería	Sección llena		Relaciones Hidráulicas			v m/s	d cm	Cota invert		Profundidad de Pozo			Volumen de corte Zanja	
De PV	A PV	Inicio	Final	Tramo	Terreno	Local	Acumulada	Base	Proyect	Medio	actual	futuro	actual	futuro			Vel m/s	Q L/s	q/Q	v/V	d/D			Inicio	Final	Inicio CT	Final CF	Profundidad		
Tramo 1																														
PV - 1	PV - 2	100.120	99.010	35.46	3.13	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870	6	3	0.784	14.309	0.0201	0.3961	0.0980	0.311	1.494	98.870	97.806	100.120	98.870	1.250	28.62	
PV - 38	PV - 2	98.930	99.010	19.20	-0.42	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870	6	1	0.453	8.261	0.0347	0.4662	0.1270	0.211	1.935	97.680	97.488	98.930	97.680	1.250	17.38	
PV - 2	PV - 3	99.010	99.010	22.05	0.00	2	6	36	97	0.0020	4.3415	4.2472	0.3126	0.8240	6	4	0.906	16.523	0.0499	0.5189	0.1510	0.470	2.301	97.458	96.576	99.010	96.546	2.464	28.78	
PV - 39	PV - 3	99.010	99.010	23.27	0.00	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870	6	1	0.453	8.261	0.0347	0.4662	0.1270	0.211	1.935	97.780	97.547	99.010	97.517	1.493	29.92	
PV - 3	PV - 4	99.010	97.430	43.59	3.62	9	17	102	274	0.0020	4.2412	4.0950	0.8652	2.2441	6	3	0.784	14.309	0.1568	0.7274	0.2670	0.571	4.069	96.546	95.238	97.430	95.208	2.222	31.47	
PV - 40	PV - 4	97.530	97.430	20.09	0.50	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870	6	1	0.453	8.261	0.0347	0.4662	0.1270	0.211	1.935	96.280	96.079	97.430	96.049	1.381	18.76	
PV - 4	PV - 5	97.430	95.640	57.51	3.11	9	28	168	451	0.0020	4.1747	3.9969	1.4027	3.6052	6	3	0.784	14.309	0.2519	0.8328	0.3420	0.653	5.212	95.208	93.483	95.640	93.453	2.187	66.69	
PV - 5	PV - 6	95.640	93.900	65.92	2.64	11	39	234	628	0.0020	4.1224	3.9213	1.9293	4.9251	6	3	0.784	14.309	0.3442	0.9066	0.4040	0.711	6.157	93.453	91.475	93.900	91.445	2.455	99.44	
PV - 6	PV - 7	93.900	92.630	47.96	2.65	7	46	276	740	0.0020	4.0937	3.8805	2.2597	5.7432	6	2	0.640	11.683	0.4916	0.9957	0.4950	0.638	7.544	91.445	90.486	92.630	90.456	2.174	72.14	
PV - 41	PV - 7	93.500	92.630	32.75	2.66	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870	6	3	1.961	35.773	0.0080	0.2984	0.0630	0.585	0.960	92.250	91.268	92.630	91.238	1.393	28.13	
PV - 7	PV - 8	92.630	92.740	5.93	-1.85	1	49	294	788	0.0020	4.0822	3.8643	2.4003	6.0902	6	1	1.132	20.654	0.2949	0.8699	0.3720	0.985	5.669	90.456	90.397	92.740	90.367	2.373	7.26	
PV - 42	PV - 43	93.670	92.830	53.51	1.57	4	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577	6	2	1.601	29.209	0.0191	0.3883	0.0950	0.622	1.448	92.420	91.350	92.830	91.320	1.510	67.53	
PV - 43	PV - 8	92.830	92.740	32.05	0.28	0	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577	6	1	1.132	20.654	0.0270	0.4333	0.1130	0.491	1.722	91.320	90.999	92.740	90.969	1.771	34.17	
PV - 8	PV - 9	92.740	92.360	43.87	0.87	7	60	360	965	0.0020	4.0435	3.8099	2.9113	7.3532	6	1	1.132	20.654	0.3560	0.9153	0.4120	1.036	6.279	90.969	90.531	92.360	90.501	1.859	51.76	
PV - 9	PV - 10	92.360	91.050	50.11	2.61	0	60	360	965	0.0020	4.0435	3.8099	2.9113	7.3532	6	1	1.132	20.654	0.3560	0.9153	0.4120	1.036	6.279	90.501	90.000	91.050	89.970	1.080	47.88	
PV - 10	PV - 11	91.050	90.950	67.15	0.15	0	60	360	965	0.0020	4.0435	3.8099	2.9113	7.3532	6	0.5	0.801	14.604	0.5035	1.0017	0.5020	0.802	7.650	89.970	89.634	90.950	89.604	1.346	52.96	
PV - 11	PV - 12	90.950	91.120	49.10	-0.35	0	60	360	965	0.0020	4.0435	3.8099	2.9113	7.3532	6	0.5	0.801	14.604	0.5035	1.0017	0.5020	0.802	7.650	89.604	89.358	91.120	89.328	1.792	50.07	
PV - 12	PV - 13	91.120	90.550	57.37	0.99	0	60	360	965	0.0020	4.0435	3.8099	2.9113	7.3532	6	0.5	0.801	14.604	0.5035	1.0017	0.5020	0.802	7.650	89.328	89.041	90.550	89.011	1.539	62.10	
Tramo 2																														
PV - 44	PV - 45	92.190	92.280	43.45	-0.21	9	9	54	145	0.0020	4.3078	4.1958	0.4652	1.2168	6	1	0.453	8.261	0.1473	0.7151	0.259	0.324	3.947	90.940	90.506	92.190	90.940	1.250	43.13	
PV - 45	PV - 46	92.280	92.180	18.58	0.54	2	11	66	177	0.0020	4.2888	4.1669	0.5661	1.4751	6	1	0.453	8.261	0.1786	0.7559	0.286	0.342	4.359	90.476	90.290	92.180	90.260	1.920	22.49	
PV - 46	PV - 13	92.180	90.550	35.52	4.59	0	11	66	177	0.0020	4.2888	4.1669	0.5661	1.4751	6	3	0.784	14.309	0.1031	0.6437	0.216	0.505	3.292	90.260	89.194	90.550	89.164	1.386	38.17	
PV - 47	PV - 48	98.080	96.771	61.32	2.13	6	6	36	97	0.0020	4.3415	4.2472	0.3126	0.8240	6	3	0.784	14.309	0.0576	0.5417	0.162	0.425	2.469	96.830	94.990	96.771	94.960	1.811	36.08	
PV - 58	PV - 48	95.603	96.771	45.94	-2.54	4	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577	6	1	0.453	8.261	0.0675	0.5697	0.176	0.258	2.682	94.353	93.894	96.771	93.864	2.907	70.35	
PV - 48	PV - 49	96.771	96.270	27.04	1.85	3	13	78	210	0.0020	4.2716	4.1402	0.6664	1.7389	6	1	0.453	8.261	0.2105	0.7915	0.311	0.358	4.740	93.864	93.593	96.270	93.563	2.707	49.34	
PV - 49	PV - 50	96.270	95.930	44.07	0.77	3	16	96	258	0.0020	4.2484	4.1056	0.8157	2.1185	6	1	0.453	8.261	0.2564	0.8366	0.345	0.379	5.258	93.563	93.123	95.930	93.093	2.838	79.41	
PV - 50	PV - 51	95.930	95.190	31.11	2.38	1	17	102	274	0.0020	4.2412	4.0950	0.8652	2.2441	6	1	0.453	8.261	0.2716	0.8504	0.356	0.385	5.425	93.093	92.781	95.190	92.751	2.439	53.35	
PV - 51	PV - 52	95.190	94.026	48.17	2.42	8	25	150	402	0.0020	4.1910	4.0211	1.2573	3.2330	6	1	0.453	8.261	0.3913	0.9384	0.434	0.425	6.614	92.751	92.270	94.026	92.240	1.786	66.14	
PV - 52	PV - 53	94.026	93.140	49.54	1.79	12	37	222	595	0.0020	4.1312	3.9342	1.8342	4.6817	6	1	0.453	8.261	0.5667	1.0304	0.538	0.467	8.199	92.240	91.744	93.140	91.714	1.426	51.71	
PV - 53	PV - 54	93.140	92.745	41.43	0.95	8	45	270	724	0.0020	4.0976	3.8861	2.2127	5.6270	8	1	0.549	17.792	0.3163	0.8864	0.386	0.486	7.844	91.714	91.300	92.745	91.270	1.475	39.06	
PV - 54	PV - 55	92.745	92.610	33.42	0.40	4	49	294	788	0.0020	4.0822	3.8643	2.4003	6.0902	8	1	0.549	17.792	0.3423	0.9055	0.403	0.497	8.189	91.270	90.936	92.610	90.906	1.704</		

Apéndice 2. **Planos del sistema de alcantarillado sanitario cantón Oriente**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



NOTA:
171 ACOMETIDAS
1,026 USUARIOS

PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN ORIENTE, PATZÚN, CHIMALTENANGO
ESCALA 1/2000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
[111]	# DE LOTE



E.P.S.
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

UBICACION:
CANTÓN ORIENTE, PATZÚN

CONTENIDO:
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

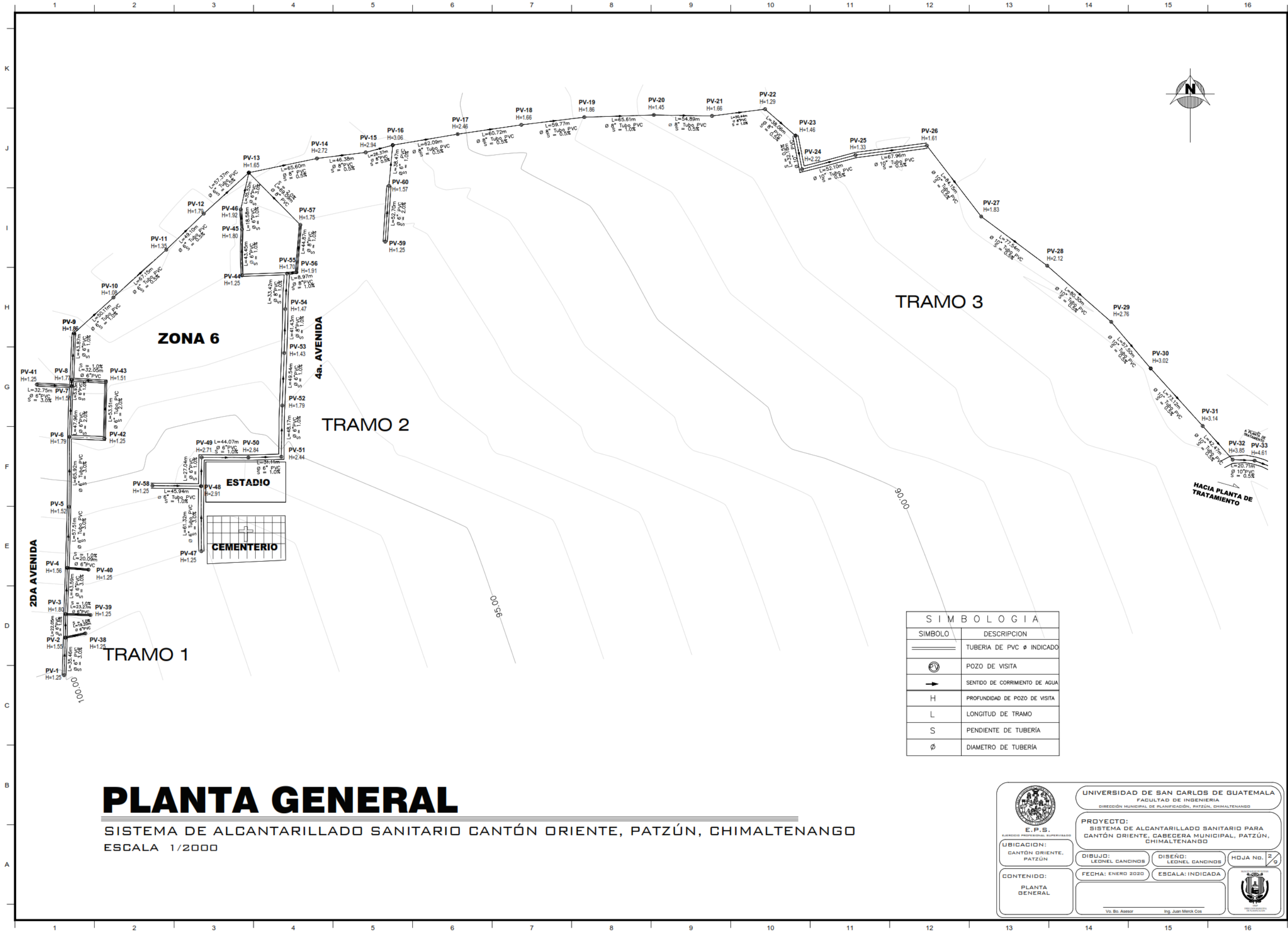
PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO

DIBUJO: LEONEL CANCINOS
DISEÑO: LEONEL CANCINOS
FECHA: JUNIO 2020
ESCALA: INDICADA

HOJA NO. 1/9



Ing. Juan Merck Cos



PLANTA GENERAL

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CANTÓN ORIENTE, PATZÚN, CHIMALTENANGO
ESCALA 1/2000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN,
CHIMALTENANGO

UBICACION:
CANTÓN ORIENTE,
PATZÚN

CONTENIDO:
PLANTA
GENERAL

DIBUJO:
LEONEL CANCINOS

DISEÑO:
LEONEL CANCINOS

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

HOJA No. 2
9

Ing. Juan Merck Cos

TRAMO 1.0

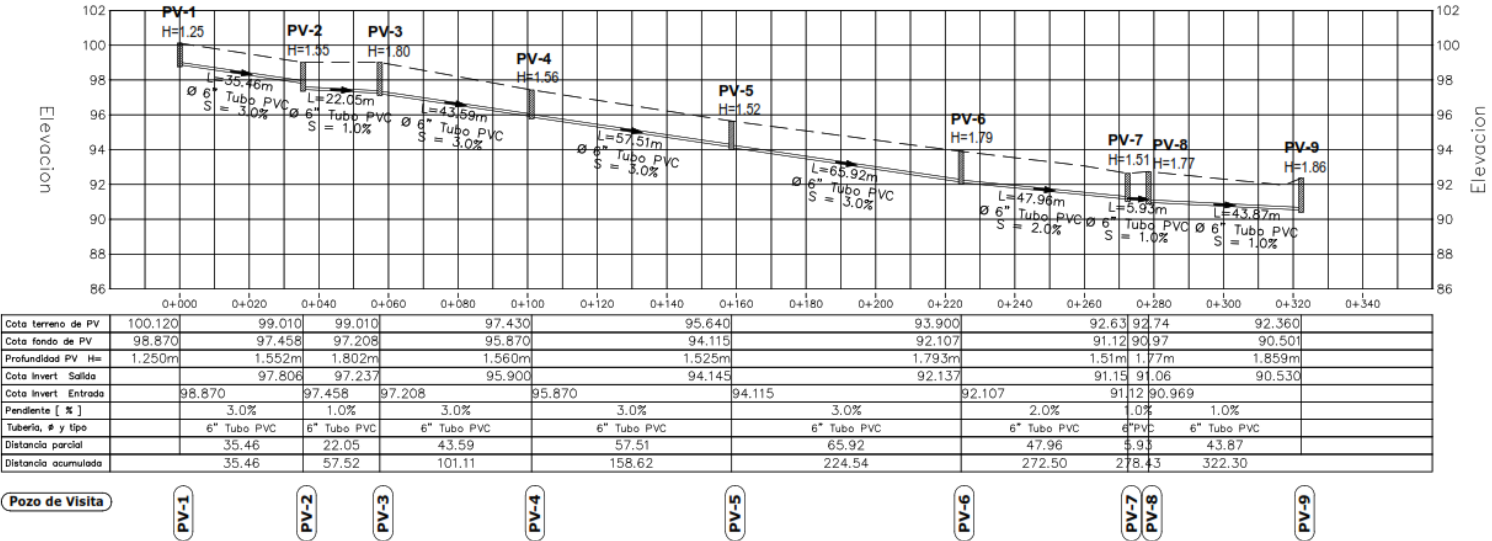
2DA AVENIDA

TRAMO 1.3

TRAMO 1.2

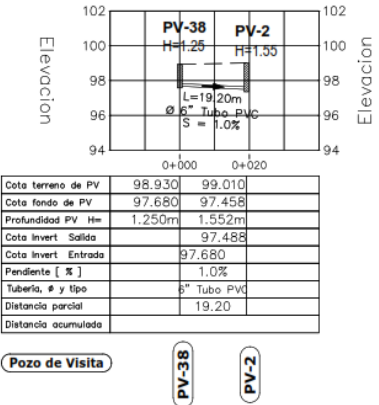
TRAMO 1.1

PLANTA TRAMO 1.0,1.1,1.2,1.3
ESCALA: 1/750



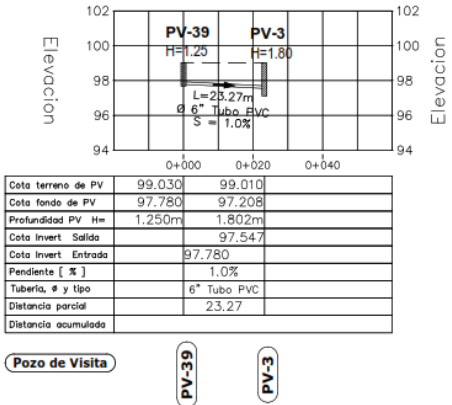
PERFIL TRAMO 1.0

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



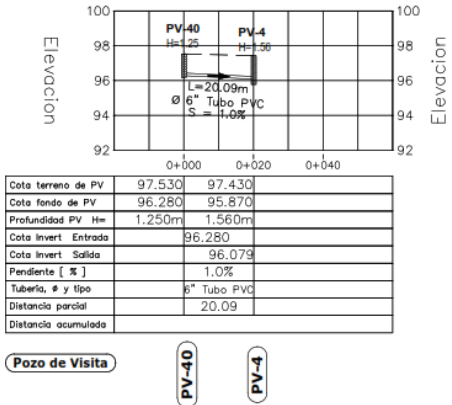
PERFIL TRAMO 1.1

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



PERFIL TRAMO 1.2

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



PERFIL TRAMO 1.3

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTON ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZUN,
CHIMALTENANGO

UBICACION:
CANTON ORIENTE,
PATZUN

CONTENIDO:
PLANTA- PERFIL
TRAMOS
1.0, 1.1, 1.2, 1.3

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

FECHA: ENERO 2020

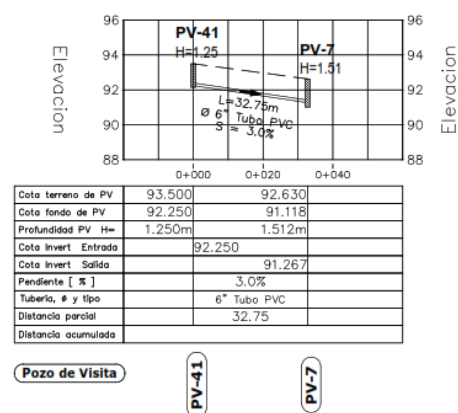
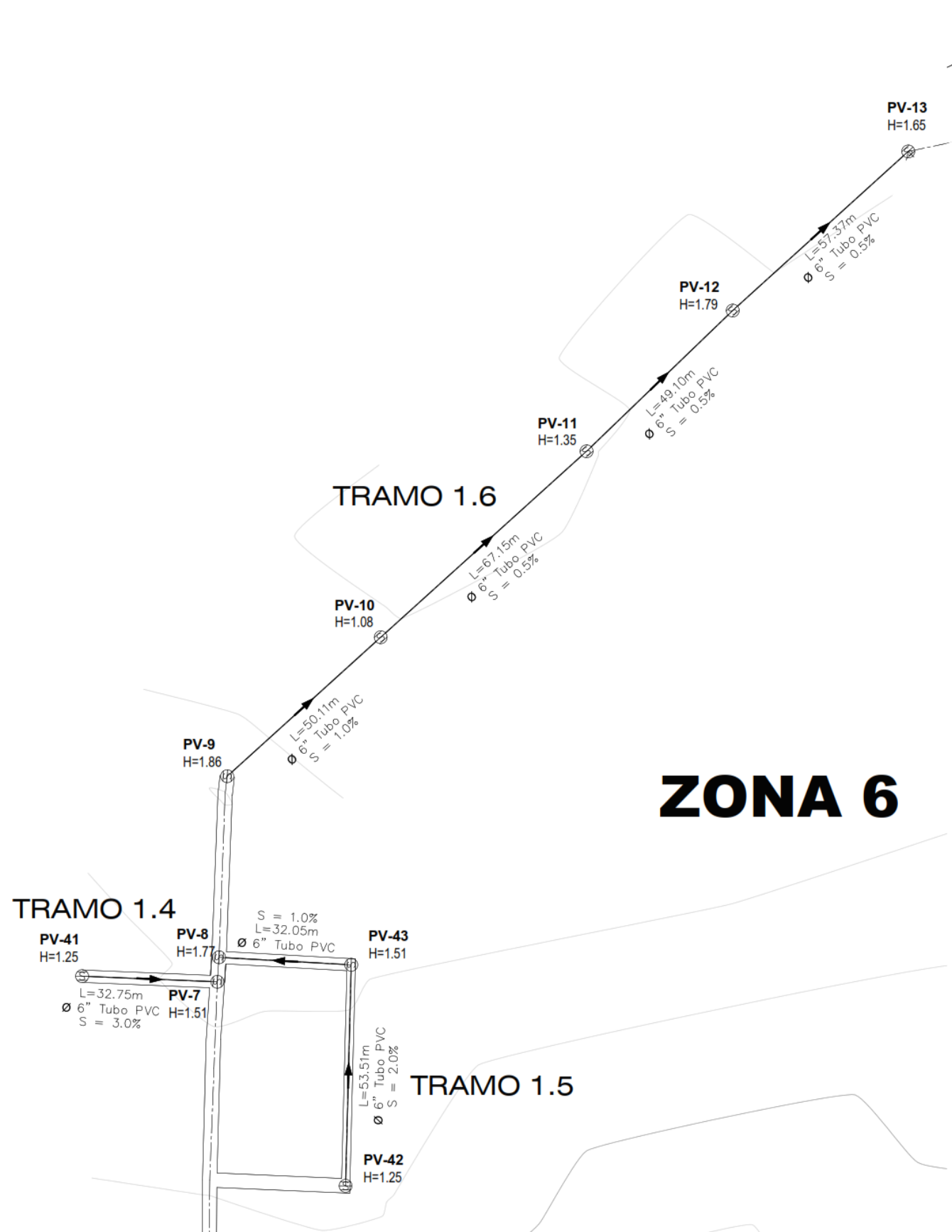
ESCALA: INDICADA

HOJA NO. 3/9

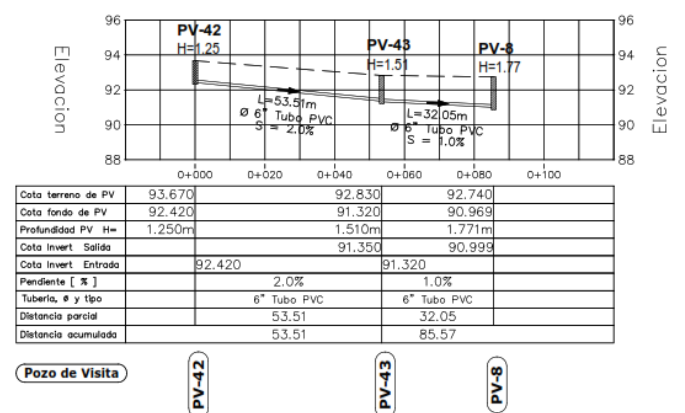
Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

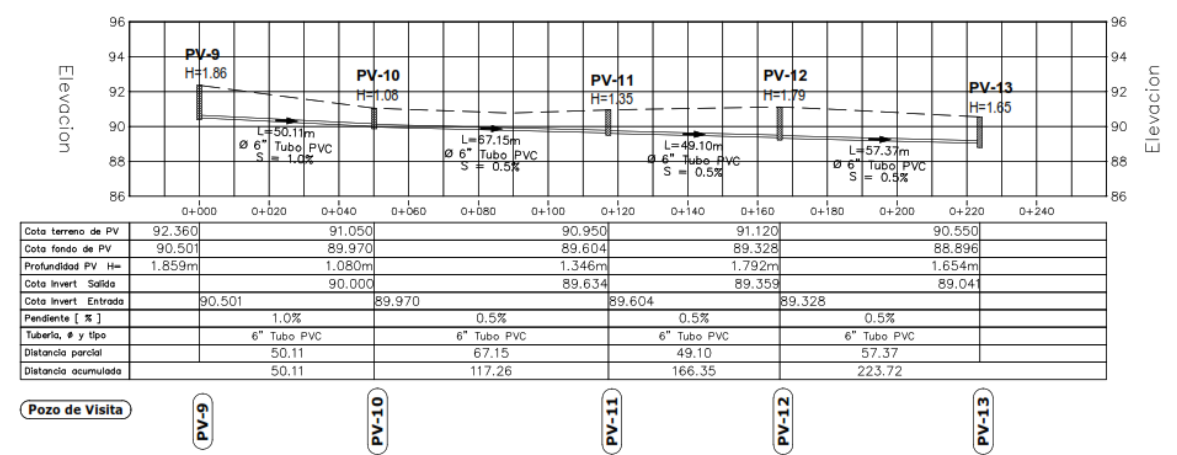
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A



PERFIL TRAMO 1.4
ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



PERFIL TRAMO 1.5
ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



PERFIL TRAMO 1.6
ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
=====	TUBERÍA DE PVC # INDICADO
-----	TUBERÍA DE CONCRETO # INDICADO
⊕	POZO DE VISITA
→	SENTIDO DE CORRIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTÓN ORIENTE, CABEDERA MUNICIPAL, PATZÚN,
CHIMALTENANGO

E.P.S.
EJECUTOR PROFESIONAL SUPERVISADO

UBICACIÓN:
CANTÓN ORIENTE,
PATZÚN

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

FECHA: ENERO 2020

DISÑO:
LEONEL CANGINOS

ESCALA: INDICADA

HOJA No. 4/9

CONTENIDO:
PLANTA- PERFIL
TRAMOS
1.4,1.5,1.6

Vo. Bo. Asesor

Ing. Juan Merck Cox



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

ZONA 6

4a. AVENIDA

TRAMO 2.0

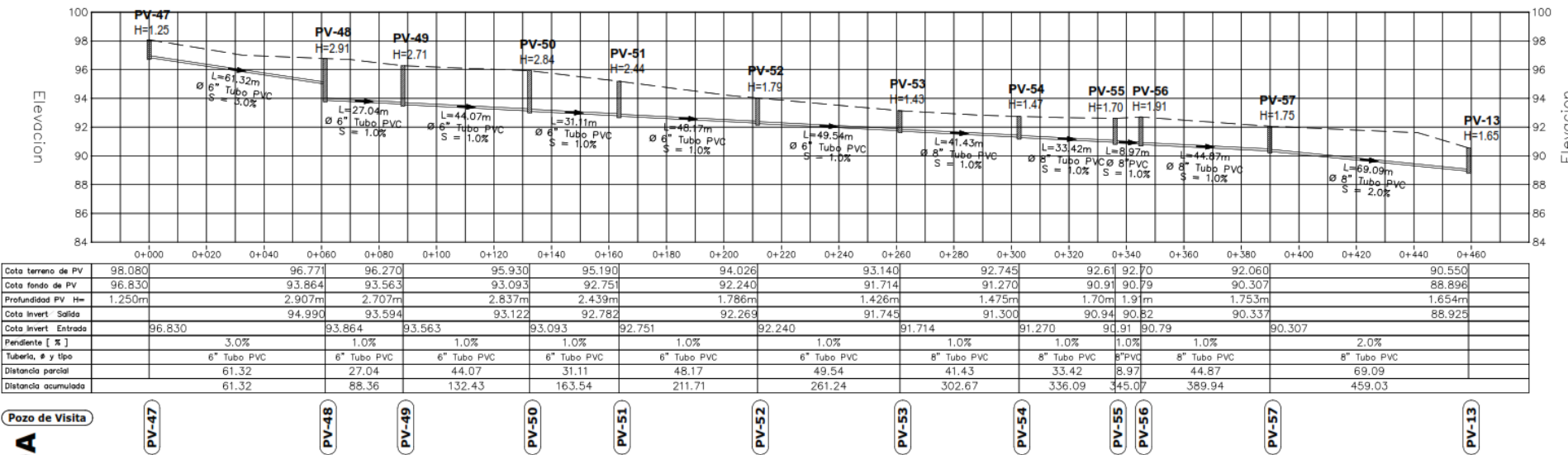
TRAMO 2.1

ESTADIO

CEMENTERIO

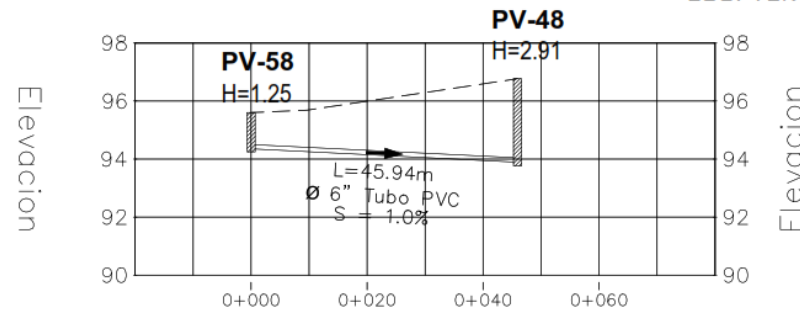
PLANTA TRAMO 2.0 y 2.1

ESCALA: 1/750



PERFIL TRAMO 2.0

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



PERFIL TRAMO 2.1

ESC. HORIZONTAL: 1/150
ESC. VERTICAL: 1/30

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN,
CHIMALTENANGO

UBICACION:
CANTÓN ORIENTE,
PATZÚN

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

DISÑO:
LEONEL CANGINOS

HOJA NO. 5

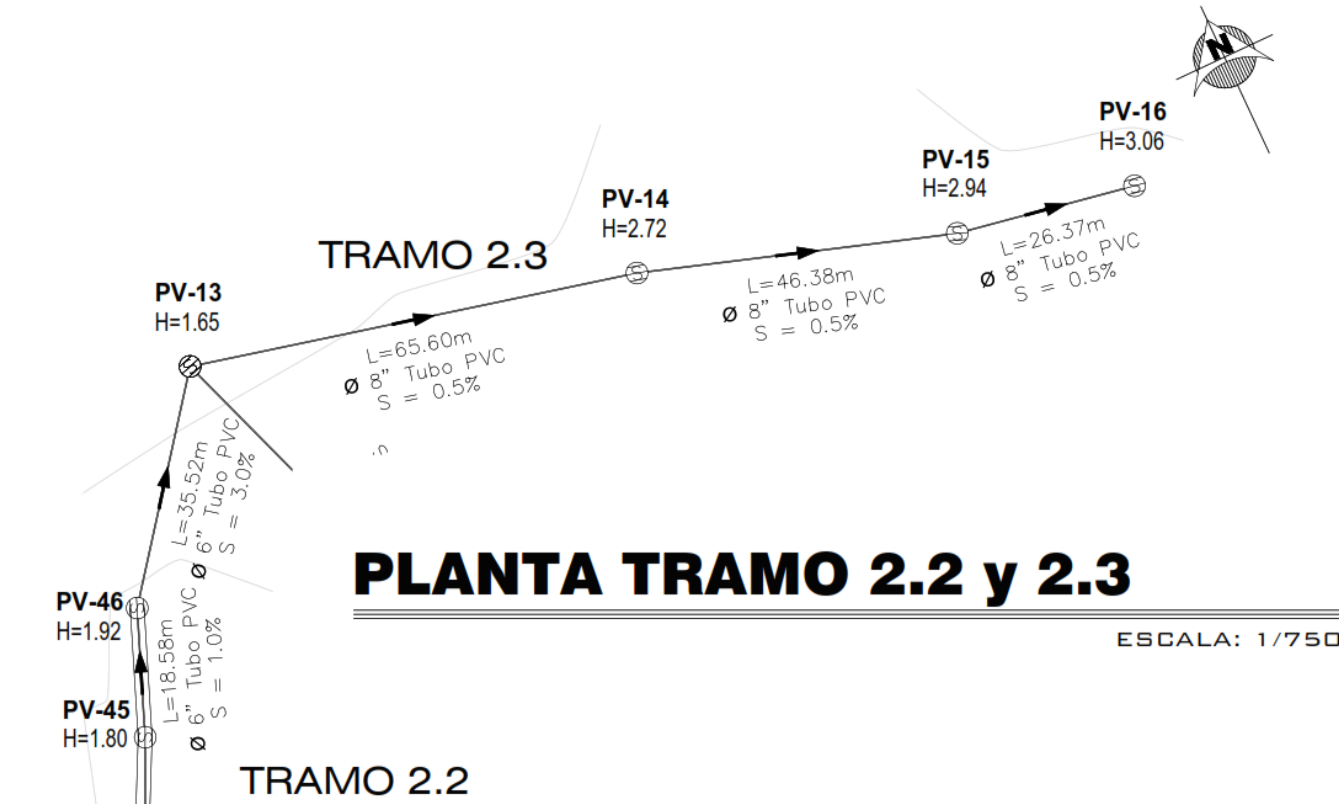
FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

CONTENIDO:
PLANTA: PERFIL
TRAMOS
2.0, 2.1

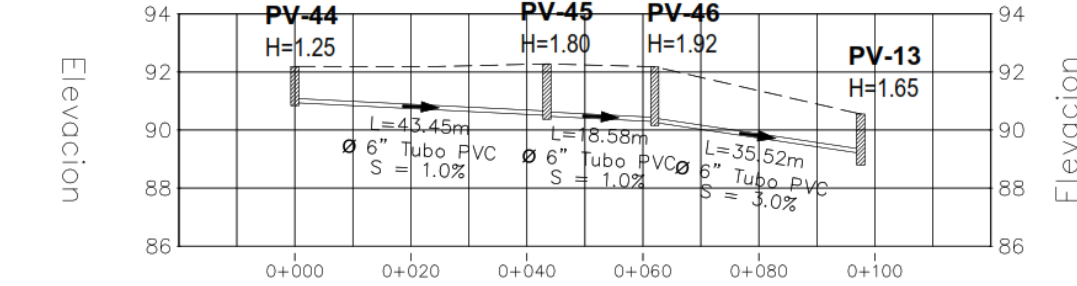
Vo. Bto. Asesor

Ing. Juan Merck Cos



PLANTA TRAMO 2.2 y 2.3

ESCALA: 1/750

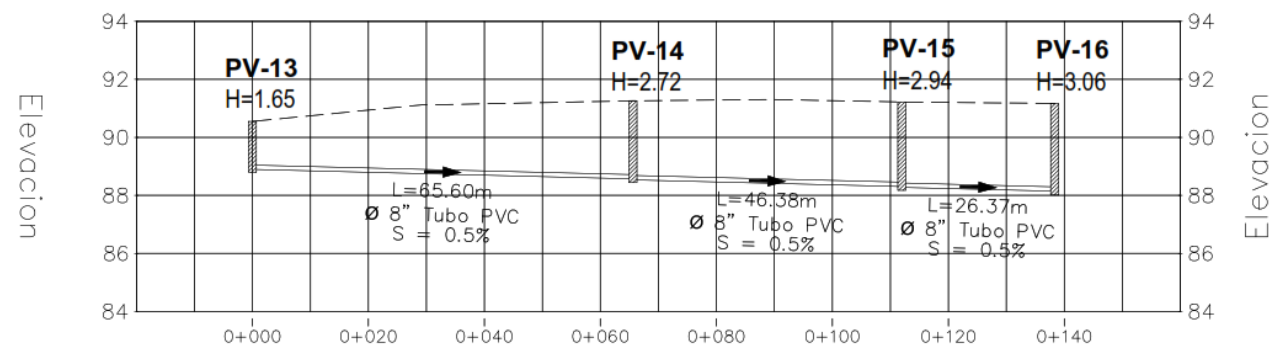


Cota terreno de PV	92.190	92.280	92.180	90.550
Cota fondo de PV	90.940	90.476	90.260	88.896
Profundidad PV H=	1.250m	1.804m	1.920m	1.654m
Cota Invert Salida		90.506	90.290	89.195
Cota Invert Entrada	90.940	90.476	90.260	
Pendiente [%]		1.0%	1.0%	3.0%
Tubería, ø y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		43.45	18.58	35.52
Distancia acumulada		43.45	62.03	97.55

Pozo de Visita

PERFIL TRAMO 2.2

ESC. HORIZONTAL: 1/150
ESC. VERTICAL: 1/30



Cota terreno de PV	90.550	91.260	91.220	91.170
Cota fondo de PV	88.896	88.538	88.276	88.114
Profundidad PV H=	1.654m	2.722m	2.944m	3.056m
Cota Invert Salida		88.568	88.306	88.144
Cota Invert Entrada	88.896	88.538	88.276	
Pendiente [%]		0.5%	0.5%	0.5%
Tubería, ø y tipo		8" Tubo PVC	8" Tubo PVC	8" Tubo PVC
Distancia parcial		65.60	46.38	26.37
Distancia acumulada		65.60	111.98	138.34

Pozo de Visita

PERFIL TRAMO 2.3

ESC. HORIZONTAL: 1/150
ESC. VERTICAL: 1/30

S I M B O L O G I A	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
ø	DIAMETRO DE TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTON ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZUN,
CHIMALTENANGO

UBICACION:
CANTON ORIENTE,
PATZUN

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

FECHA: ENERO 2020

CONTENIDO:
PLANTA- PERFIL
TRAMOS
2.2, 2.3

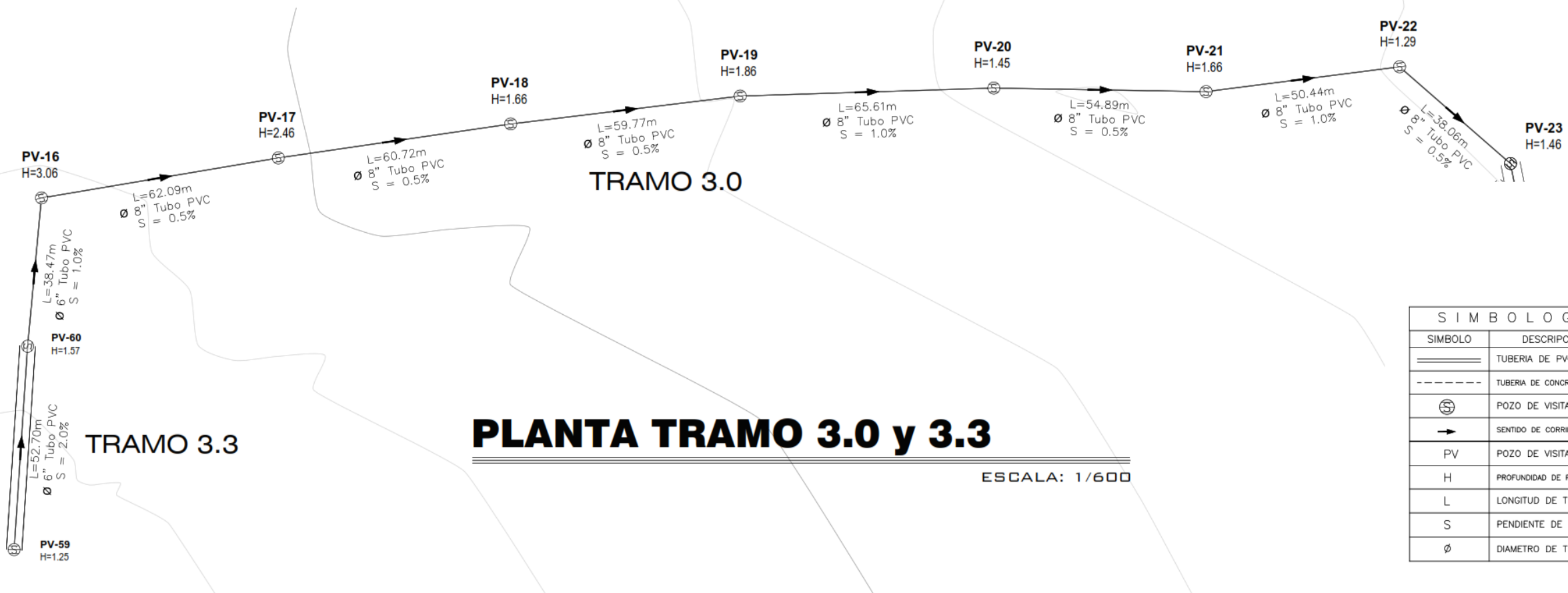
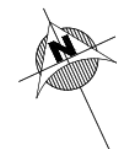
ESCALA: INDICADA

HOJA NO. 5/9

Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

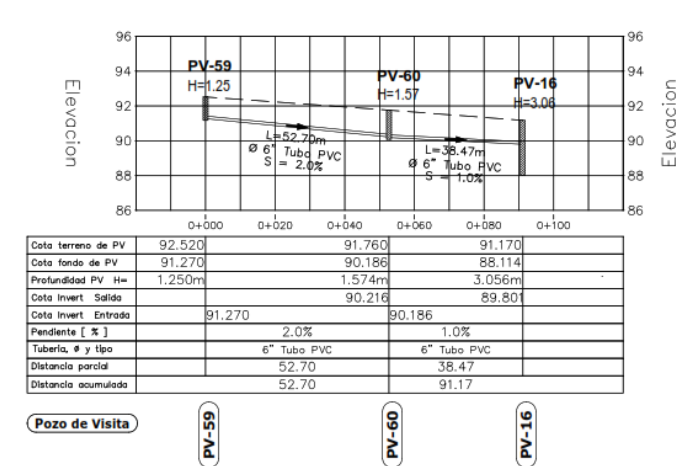
K J I H G F E D C B A



PLANTA TRAMO 3.0 y 3.3

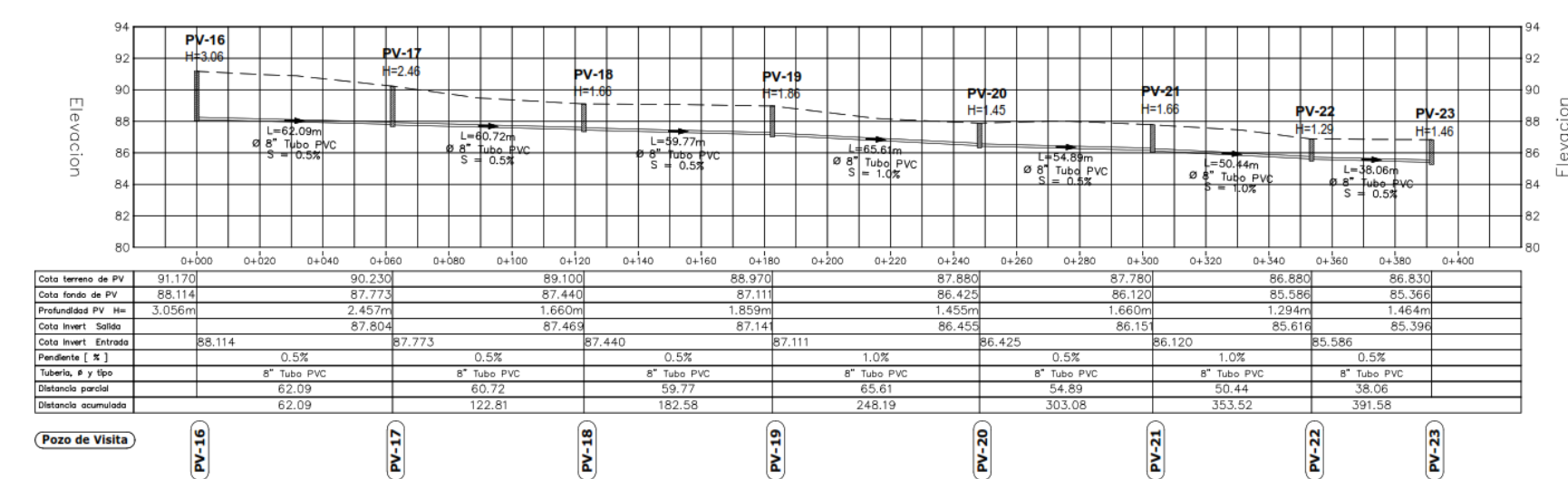
ESCALA: 1/600

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA



PERFIL TRAMO 3.3

ESC. HORIZONTAL: 1/150
ESC. VERTICAL: 1/30



PERFIL TRAMO 3.0

ESC. HORIZONTAL: 1/150
ESC. VERTICAL: 1/30



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTON ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZUN,
CHIMALTENANGO

E.P.S.
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR

UBICACION:
CANTON ORIENTE,
PATZUN

CONTENIDO:
PLANTA- PERFIL
TRAMOS
3.0,3.3

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

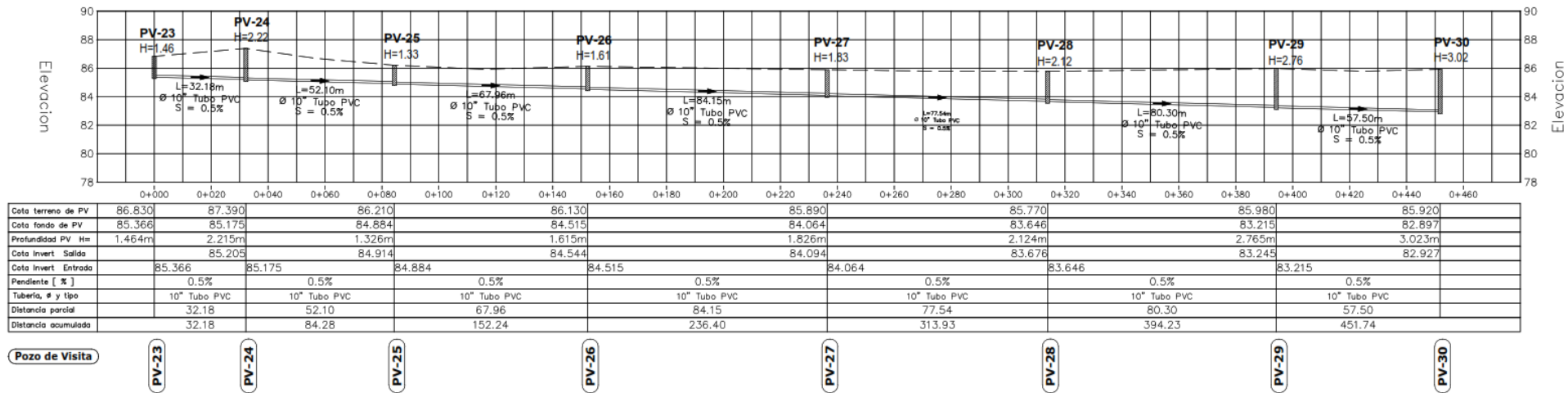
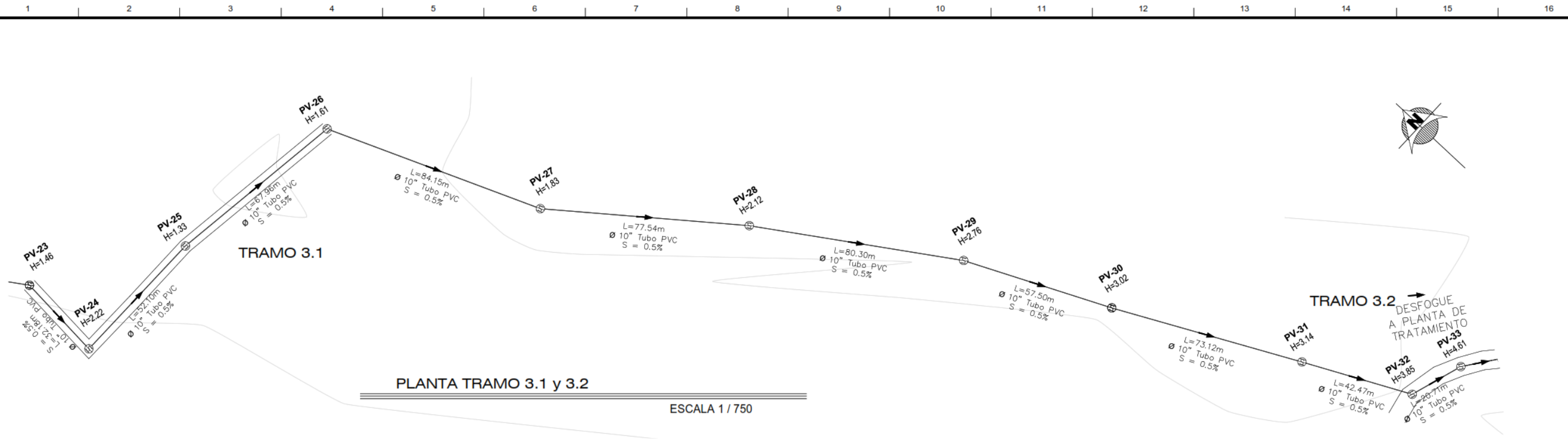
HOJA No. 7/9

Vo. Bn. Asesor Ing. Juan Merck Cos

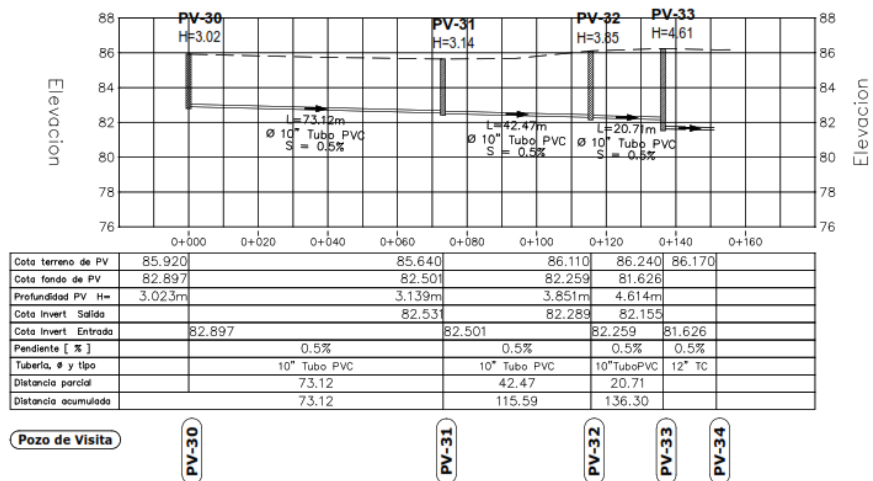


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

B A



PERFIL TRAMO 3.1



PERFIL TRAMO 3.2

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
CANTON ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZUN,
CHIMALTENANGO

UBICACION:
CANTON ORIENTE,
PATZUN

DISEÑO:
LEONEL CANGINOS

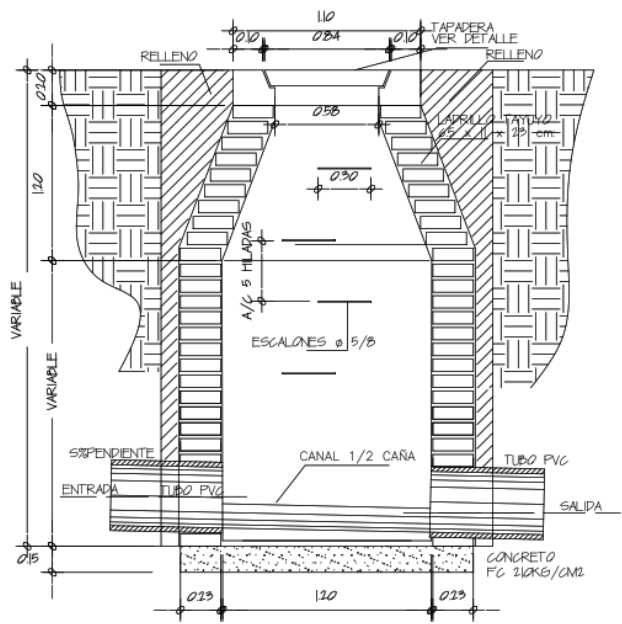
FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

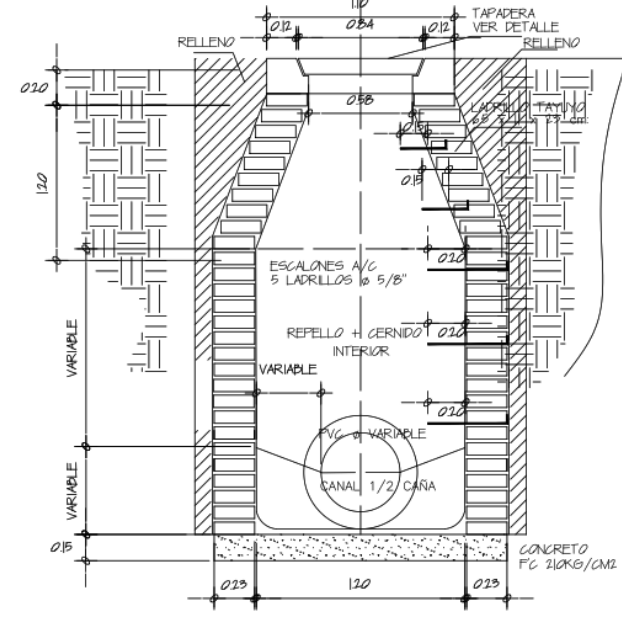
CONTENIDO:
PLANTA- PERFIL
TRAMOS
3.1, 3.2

HOJA NO. 8

Ing. Juan Merck Cos



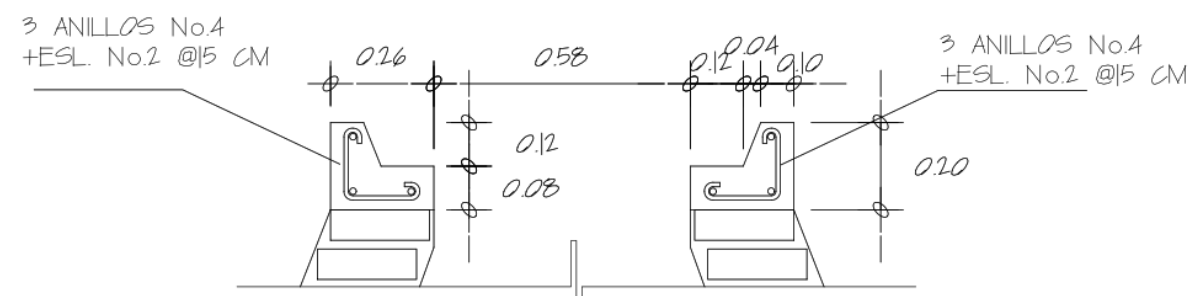
SECCION A-A
ESC. 1/20



SECCION B-B
ESC. 1/20

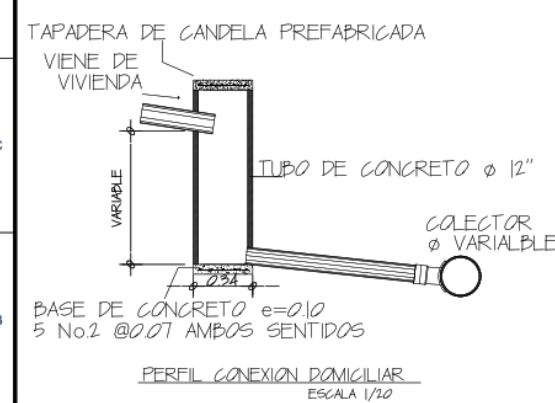
POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA: INDICADA



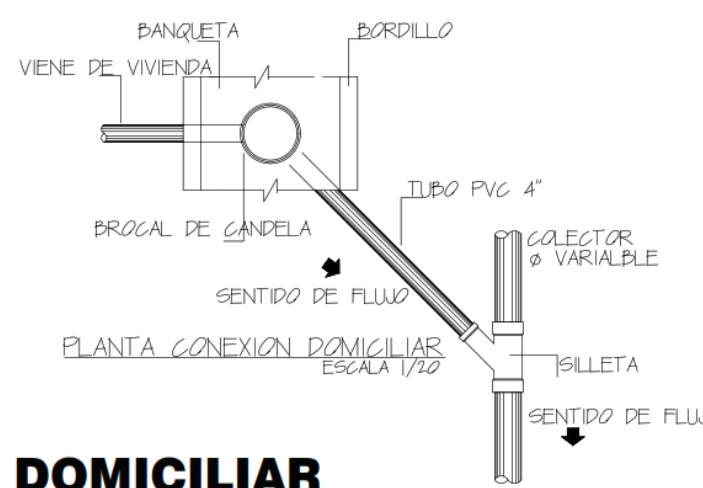
DETALLE DE BROCAL

ESCALA: 1/10



CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA: INDICADA

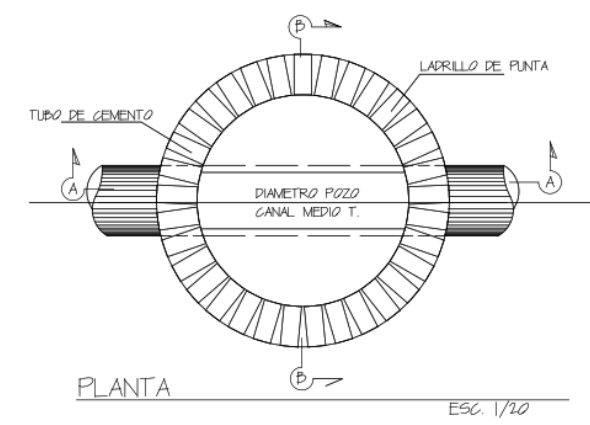


DETALLE EMPOTRAMIENTO ESCALONES

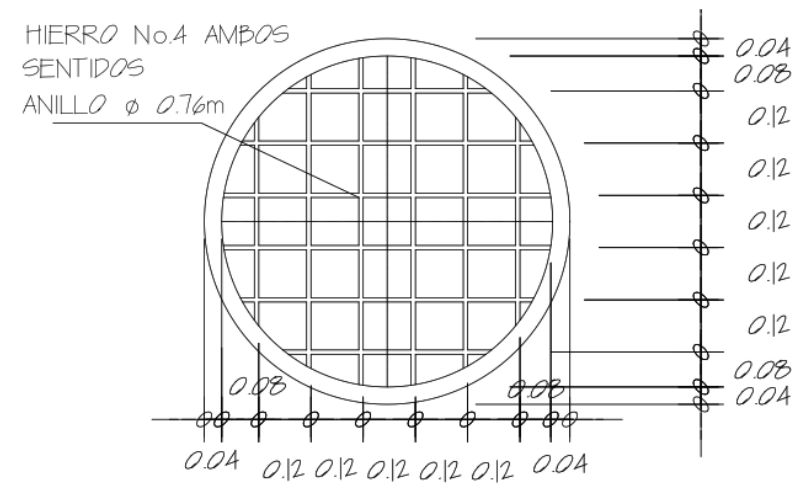
ESCALA 1/10

DETALLE ESCALONES

ESCALA: INDICADA

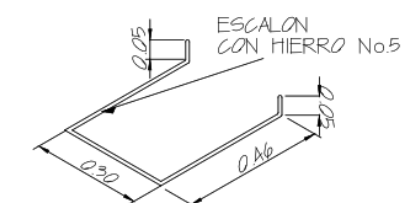
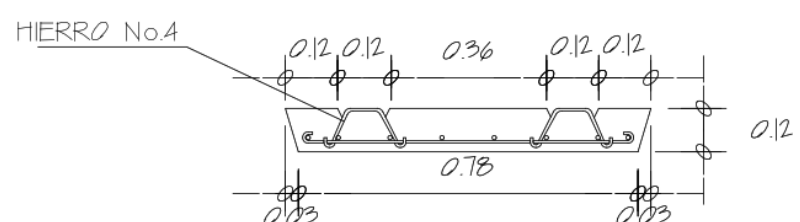


PLANTA
ESC. 1/20



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



ISOMETRICO ESCALONES

ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO			
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN ORIENTE, CABECERA MUNICIPAL, PATZÚN, CHIMALTENANGO			
UBICACIÓN: CANTÓN ORIENTE CABECERA MUNICIPAL	DISEÑO: LEONEL CANGINOS	HOJA No. 9	FECHA: ENERO 2020
CONTENIDO: DETALLES	ESCALA: INDICADA	Ing. Juan Merck Cos	Vo. Bo. Asesor

ESPECIFICACIONES:

- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL.
- EL MORTERO DEBE SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ACI ANTES DE SU INSTALACION
- EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy=2800 KG/CMT
- EL CONCRETO A UTILIZAR SERA Fc=210 KG/CMT
- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRA CON ALISADO (ESPESOR 1CM) HASTA UNA ALTURA DE 0.30M SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERIA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA
- LA PROPORCION DEL ALISADO SERA DE 1:2 (CEMENTO GRISARENA DE RIO)
- LA TUBERIA A UTILIZAR COMO CANDELAS DOMICILIARES SERA DE CONCRETO DE DIAMETRO 12" CON TAPADERA PREFABRICADA
- LA TUBERIA A COLOCAR EN LA RED DE DRENAJE SERA PVC NORMA ASTM D-3034 DE DIAMETRO SEGUN INDIQUE EN PLANOS

Apéndice 3. **Hoja de cálculo hidráulico para sistema de alcantarillado sanitario Xeatzán Bajo**

Fuente: elaboración propia.

Red de Drenajes Xeatzán Bajo

Tramo						Viviendas		Número de		Factor	Fac.de Flujo		Caudal	Cauda	Diámetro		Sección llena		Relaciones Hidráulicas			v	d	Cota invert		Profundidad de Pozo			Volumen			
						Local	Acumulada	Base	Proyect		Actual	Futuro					de Diseño	de Diseño	de Diseño	de Diseño	Vel			Q	q/Q	v/V	d/D	Inicio		Final	Inicio	Final
De PV	A PV	Inicio	Final	Tramo	S (%) Terreno					Medio			actual	futuro	Tubería	S (%) Tubería	m/s	L/s				m/s	cm			CT	CF	Profund- didad	Zanja			
Tramo 1																																
De PV-1 a PV-9 Tubería existente, Tubo de concreto diámetro 12"																																
PV - 1	PV - 1		200.183																													
PV - 1	PV - 2	200.183	195.960	40.07	10.54	2	2	12	33	0.0020	4.4067	4.3480	0.1058	0.2870																		
PV - 2	PV - 3	195.960	190.226	40.63	14.11	2	4	24	65	0.0020	4.2903	4.2903	0.2059	0.5577																		
PV - 3	PV - 4	190.226	183.110	42.03	16.93	1	5	30	81	0.0020	4.2675	4.2675	0.2561	0.6913																		
PV - 4	PV - 5	183.110	172.213	59.84	18.21	1	6	36	97	0.0020	4.2472	4.2472	0.3058	0.8240																		
PV - 5	PV - 6	172.213	165.176	67.59	10.41	1	7	42	113	0.0020	4.2287	4.2287	0.3552	0.9557																		
PV - 6	PV - 7	165.176	162.092	27.42	11.25	1	8	48	129	0.0020	4.2116	4.2116	0.4043	1.0866																		
PV - 7	PV - 8	162.092	153.228	46.02	19.26	1	9	54	145	0.0020	4.1958	4.1958	0.4531	1.2168																		
PV - 8	PV - 9	153.228	148.652	42.48	10.77	3	12	72	193	0.0020	4.1536	4.1536	0.5981	1.6033																		
	PV - 17		176.619																													
PV - 17	PV - 18	176.619	173.752	12.20	23.50	3	3	18	49	0.0020	4.3864	4.3165	0.1579	0.4230																		
PV - 18	PV - 19	173.752	169.002	19.38	24.51	3	6	36	97	0.0020	4.3415	4.2472	0.3126	0.8240																		
PV - 19	PV - 20	169.002	166.352	13.90	19.06	3	9	54	145	0.0020	4.3078	4.1958	0.4652	1.2168																		
PV - 20	PV - 21	166.352	150.644	69.26	22.68	8	17	102	274	0.0020	4.2412	4.0950	0.8652	2.2441																		
PV - 21	PV - 9	150.644	148.652	10.12	19.68	0	17	102	274	0.0020	4.2412	4.0950	0.8652	2.2441																		
De PV-9 a PV-12 Tubería existente, Tubo de concreto diámetro 12"																																
PV - 9	PV - 10	148.652	147.607	32.64	3.20	1	30	180	483	0.0020	4.1644	3.9819	1.4992	3.8465																		
PV - 10	PV - 11	147.607	146.651	39.33	2.43	1	31	186	499	0.0020	4.1594	3.9747	1.5473	3.9667																		
PV - 11	PV - 12	146.651	143.271	76.73	4.41	1	32	192	515	0.0020	4.1544	3.9676	1.5953	4.0866																		
PV - 12	PV - 13	143.271	139.008	33.82	12.60	1	33	198	531	0.0020	4.1496	3.9606	1.6433	4.2062																		
PV - 13	PV - 14	139.008	132.030	56.09	12.44	2	35	210	563	0.0020	4.1402	3.9472	1.7389	4.4445																		
PV - 14	PV - 15	132.030	132.196	10.92	-1.52	0	35	210	563	0.0020	4.1402	3.9472	1.7389	4.4445																		
PV - 15	PV - 16	132.196	125.688	76.78	8.48	2	37	222	595	0.0020	4.1312	3.9342	1.8342	4.6817																		
De PV-25 a PV-16 Tubería existente, Tubo de concreto diámetro 12"																																
	PV - 22		135.081																													
PV - 22	PV - 23	135.081	134.536	15.64	3.48	1	1	6	17	0.0020	4.4335	4.3895	0.0532	0.1492																		
PV - 23	PV - 24	134.536	129.638	65.60	7.47	3	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577																		
PV - 24	PV - 25	129.638	126.308	26.48	12.58	0	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577																		
PV - 25	PV - 16	126.308	125.688	37.07	1.67	42	46	276	740	0.0020	4.0937	3.8805	2.2597	5.7432																		
De PV-16 a PV-26 Tubería existente, Tubo de concreto diámetro 12"																																
PV - 16	PV - 26	125.688	126.272	69.62	-0.84	2	85	510	1367	0.0020	3.9698	3.7084	4.0492	10.1386																		
	PV - 27		143.280																													
PV - 27	PV - 28	143.280	132.748	50.00	21.06	4	4	24	65	0.0020	4.3695	4.2903	0.2097	0.5577																		
PV - 28	PV - 26	132.748	126.272	63.53	10.19	6	10	60	161	0.0020	4.2980	4.1809	0.5158	1.3463																		

Tramo 2

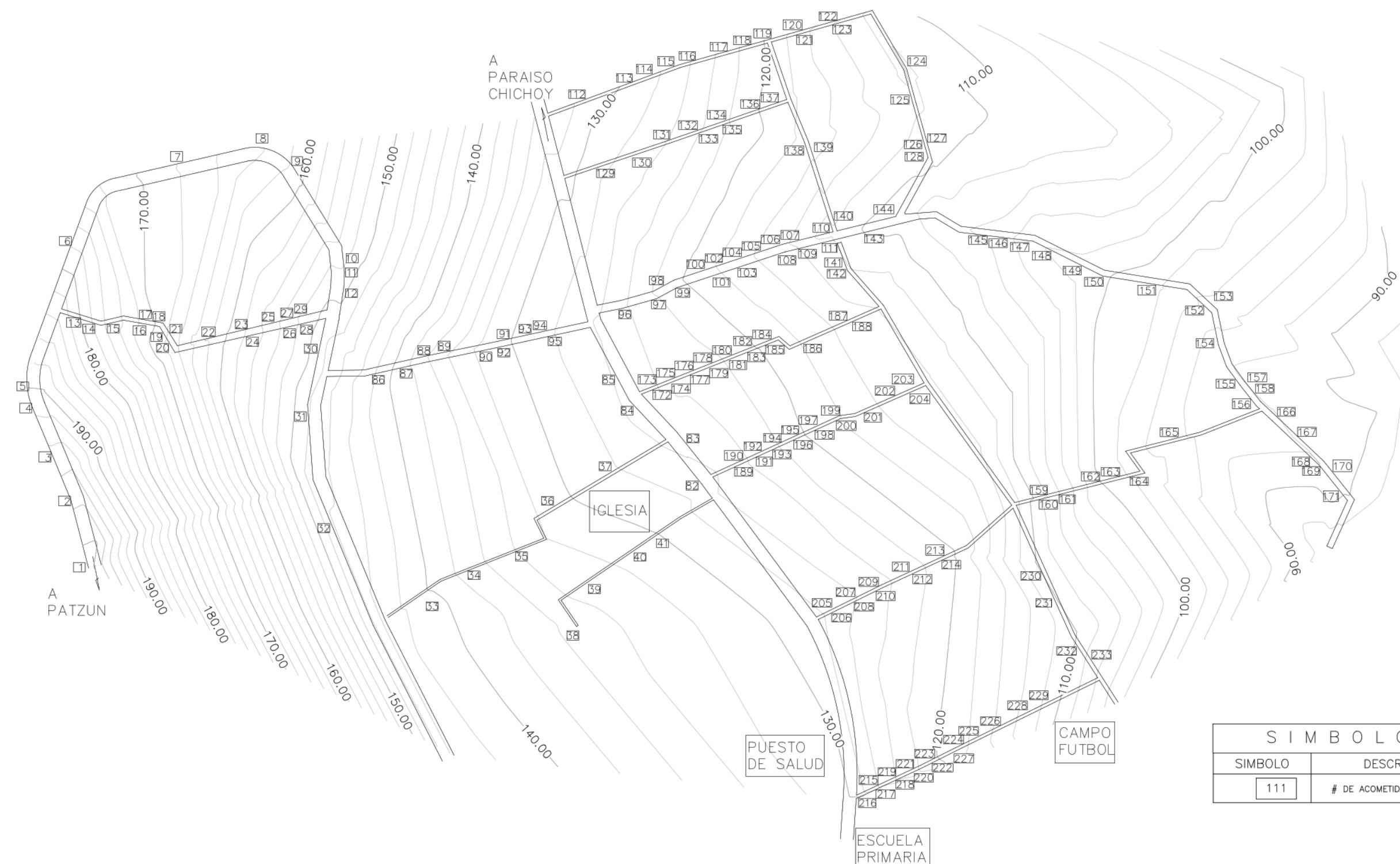
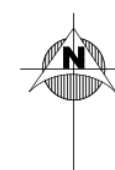
											126.272	123.636	2.637	0.00
8	1	1.372	44.480	0.25240	0.83280	0.342	1.142	6.949	123.636	123.546	126.240	123.516	2.724	15.54
8	10	4.337	140.658	0.08287	0.60400	0.194	2.620	3.942	123.516	119.238	120.319	119.208	1.111	53.31
8	11	4.549	147.523	0.08411	0.60771	0.196	2.765	3.983	119.208	113.031	114.354	113.001	1.353	44.97
8	11	4.549	147.523	0.08769	0.61506	0.200	2.798	4.064	113.001	110.177	111.559	110.147	1.412	23.07
											128.906	127.656	1.250	
6	10	3.580	65.312	0.01059	0.32526	0.072	1.165	1.097	127.656	122.471	124.688	122.441	2.247	58.93
6	10	3.580	65.312	0.02061	0.39861	0.099	1.427	1.509	122.441	117.256	118.447	117.226	1.221	58.44
											119.183	117.933	1.250	
6	3	1.961	35.773	0.00417	0.24332	0.046	0.477	0.701	117.933	117.285	118.447	117.255	1.192	17.13
6	5	2.532	46.183	0.03472	0.46619	0.127	1.180	1.935	117.255	116.079	117.230	116.049	1.181	18.13
6	12	3.922	71.546	0.02608	0.42848	0.111	1.681	1.692	116.049	110.310	111.559	110.280	1.279	38.24
											112.449	111.199	1.250	
6	4	2.264	41.307	0.00695	0.28603	0.059	0.648	0.899	111.199	110.272	111.559	110.242	1.317	19.34
8	7	3.629	117.683	0.12595	0.68289	0.239	2.478	4.856	110.147	107.896	109.150	107.866	1.284	27.19
											131.614	130.364	1.250	
6	9	3.397	61.961	0.00900	0.31052	0.067	1.055	1.021	130.364	125.472	126.678	125.442	1.236	43.93
6	16	4.529	82.614	0.02105	0.40116	0.100	1.817	1.524	125.442	109.757	111.520	109.727	1.793	96.52
6	1	1.132	20.654	0.09035	0.62055	0.203	0.703	3.094	109.727	109.397	112.165	109.367	2.798	49.24
6	1	1.132	20.654	0.10865	0.65411	0.222	0.741	3.383	109.367	108.921	110.662	108.891	1.771	66.15
6	3	1.961	35.773	0.06273	0.55585	0.169	1.090	2.576	108.891	107.831	109.150	107.801	1.349	35.86
10	12	5.513	279.371	0.05935	0.54782	0.165	3.020	4.191	107.801	105.582	106.773	105.552	1.221	15.45
10	3	2.757	139.686	0.11869	0.67112	0.232	1.850	5.893	105.552	105.090	106.324	105.060	1.264	12.42
10	11	5.279	267.478	0.06312	0.55785	0.170	2.945	4.318	105.060	101.088	102.489	101.058	1.431	31.62
10	5	3.559	180.334	0.09532	0.62970	0.208	2.241	5.283	101.058	99.046	100.189	99.016	1.173	34.06
10	9	4.775	241.943	0.07146	0.57746	0.180	2.757	4.572	99.016	95.295	96.463	95.265	1.198	31.86
10	8	4.502	228.106	0.07668	0.59086	0.187	2.660	4.750	95.265	93.768	94.975	93.738	1.237	14.80
10	10	5.033	255.030	0.06901	0.57164	0.177	2.877	4.496	93.738	90.923	92.143	90.893	1.250	22.75
10	1	1.592	80.648	0.22072	0.80251	0.319	1.277	8.103	90.893	90.633	92.200	90.603	1.598	24.13
											109.517	108.267	1.250	
6	28	5.991	109.288	0.00510	0.26022	0.051	1.559	0.777	108.267	99.027	100.192	98.997	1.195	26.22
6	13	4.082	74.467	0.01106	0.33103	0.074	1.351	1.128	98.997	96.125	97.455	96.095	1.360	18.34
6	1	1.132	20.654	0.03989	0.48646	0.136	0.551	2.073	96.095	95.972	97.259	95.942	1.317	10.69
6	10	3.580	65.312	0.01463	0.35904	0.084	1.286	1.280	95.942	92.196	93.584	92.166	1.418	33.29
6	4	2.264	41.307	0.02314	0.41373	0.105	0.937	1.600	92.166	90.852	92.200	90.822	1.378	29.87
10	1	1.592	80.648	0.23446	0.81587	0.329	1.299	8.357	90.603	90.172	91.942	90.142	1.800	42.68
10	10	5.033	255.030	0.07493	0.58706	0.185	2.955	4.699	90.142	88.132	89.507	88.102	1.405	20.94
10	11	5.279	267.478	0.07144	0.57746	0.180	3.048	4.572	88.102	85.255	86.597	85.225	1.372	23.36

Tramo 3

[illegible][illegible]

Apéndice 4. **Planos del sistema de alcantarillado sanitario Xeatzán Bajo**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA XEATZÁN BAJO SECTORES: 5,6,8 Y 9
ESCALA 1/1000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
111	# DE ACOMETIDA DOMICILIAR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5,6,8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO,
PATZÚN, CHIMALTENANGO

UBICACION:
ALDEA XEATZÁN BAJO

CONTENIDO:
PLANTA
DENSIDAD DE
VIVIENDA

DIBUJO:
LEONEL CANCINOS

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

HOJA NO. 1/10

Ing. Juan Merck Cos



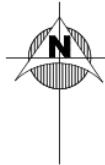
PLANTA GENERAL

SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA XEATZÁN BAJO SECTORES: 5,6,8 Y 9
ESCALA 1/1000

TRAMO 2

TRAMO 1

TRAMO 3



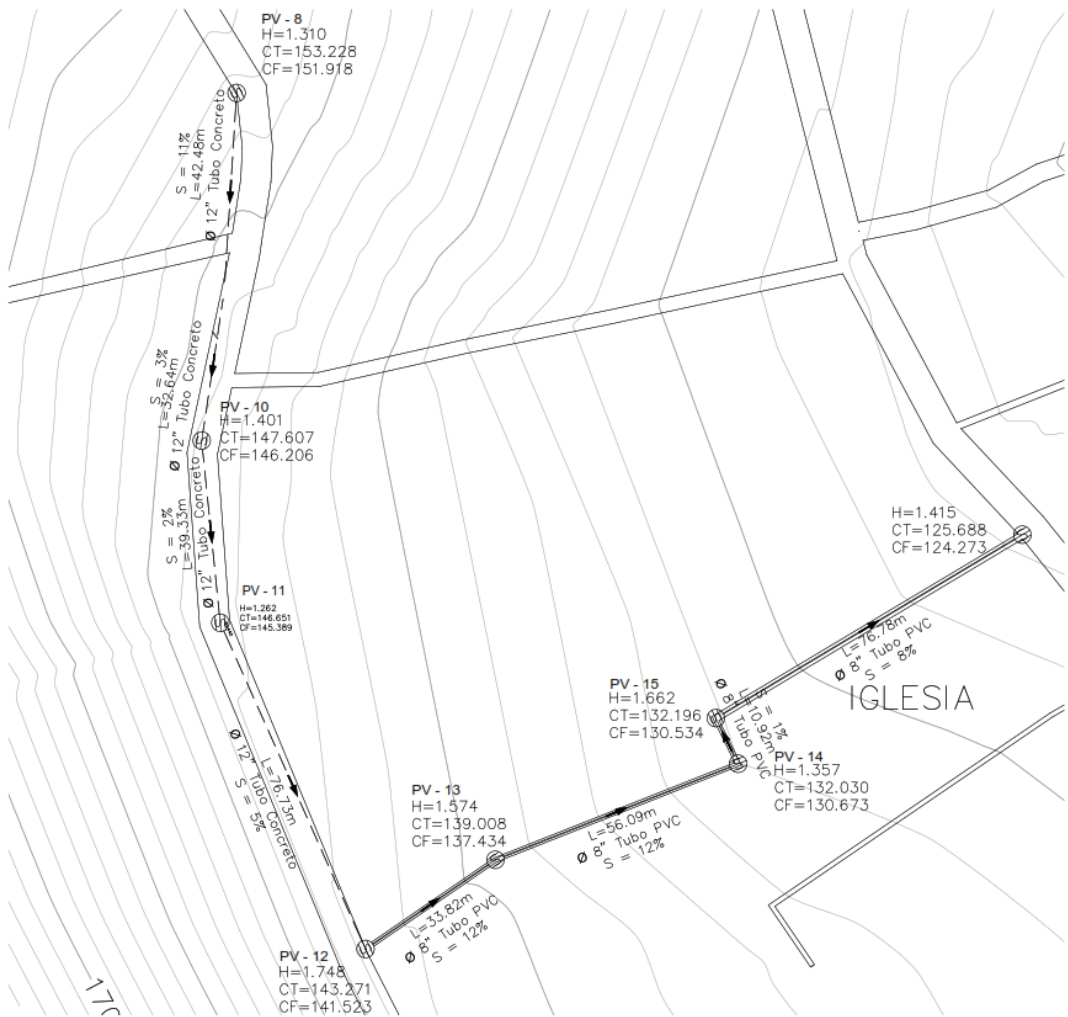
SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO		
	PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES: 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO, PATZÚN, CHIMALTENANGO		
UBICACION: ALDEA XEATZÁN BAJO	DIBUJO: LEONEL CANDINOS	DISEÑO: LEONEL CANDINOS	HOJA NO. 2 10
CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: ENERO 2020	ESCALA: INDICADA	
Vo. Bo. Asesor Ing. Juan Merck Cos			

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A

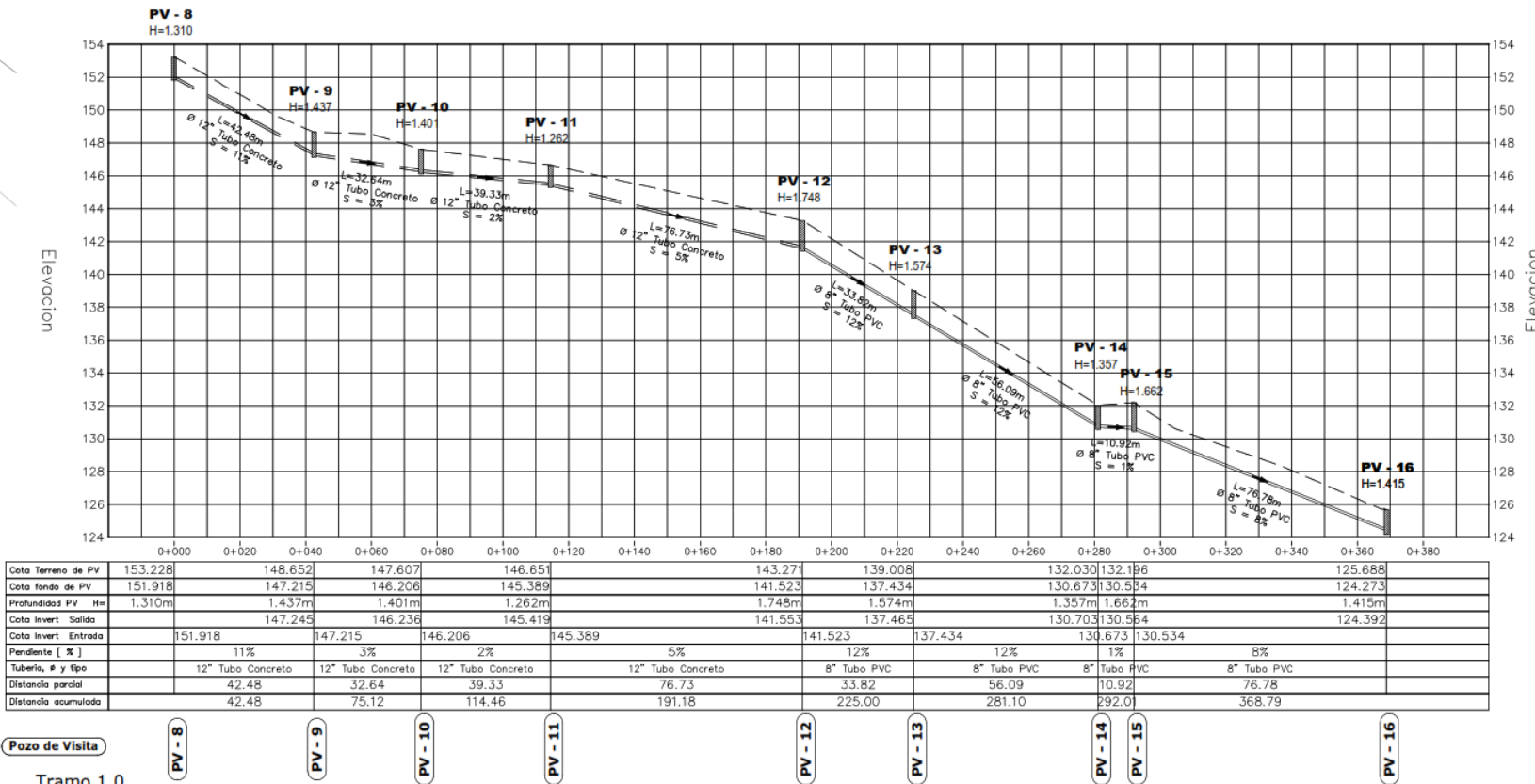
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIAMETRO DE TUBERÍA

PLANTA TRAMO 1.0

ESCALA: 1/750



Cota Terreno de PV	153.228	148.652	147.607	146.651	143.271	139.008	132.030	132.196	125.688
Cota fondo de PV	151.918	147.215	146.206	145.389	141.523	137.434	130.673	130.534	124.273
Profundidad PV H=	1.310m	1.437m	1.401m	1.262m	1.748m	1.574m	1.357m	1.662m	1.415m
Cota Invert. Salida		147.245	146.236	145.419	141.553	137.465	130.703	130.564	124.392
Cota Invert. Entrada	151.918	147.215	146.206	145.389	141.523	137.434	130.673	130.534	
Pendiente [%]	11%	3%	2%	5%	12%	12%	1%	8%	
Tubería, Ø y tipo	12" Tubo Concreto	12" Tubo Concreto	12" Tubo Concreto	12" Tubo Concreto	8" Tubo PVC	8" Tubo PVC	8" Tubo PVC	8" Tubo PVC	
Distancia parcial	42.48	32.64	39.33	76.73	33.82	56.09	10.92	76.78	
Distancia acumulada	42.48	75.12	114.46	191.18	225.00	281.10	292.0	368.79	

Pozo de Visita

Tramo 1.0
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 1.0

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5,6,8 Y 9 DE LA ALDEA KEATZÁN BAJO,
PATZÚN, CHIMALTENANGO

UBICACIÓN:
ALDEA KEATZÁN BAJO

DIBUJO:
LEONEL CANDINOS

DISÑO:
LEONEL CANDINOS

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

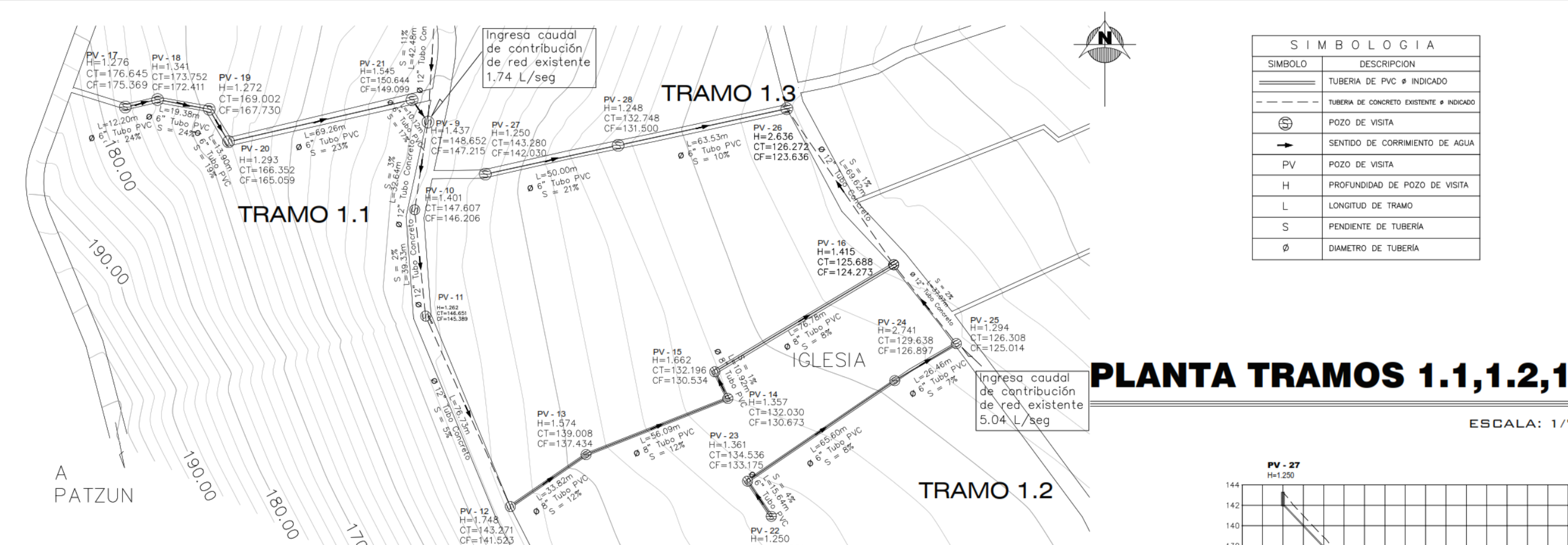
PLANTA PERFIL
TRAMO
1.0

Hoja No. 3/10

Ing. Bo. Asesor Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

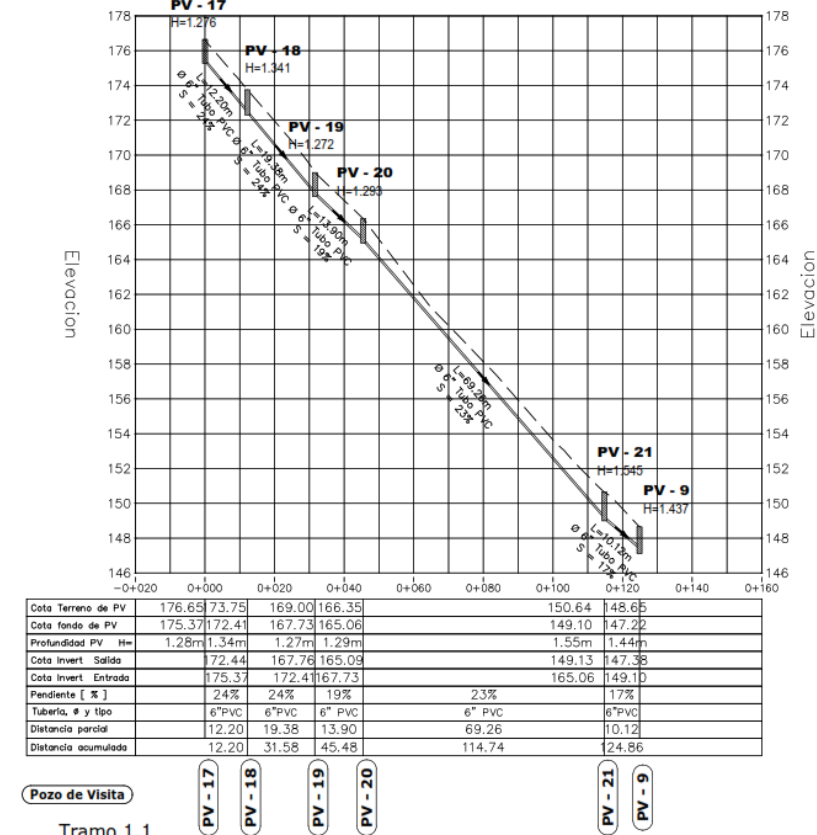
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
ø	DIAMETRO DE TUBERIA

PLANTA TRAMOS 1.1,1.2,1.3

ESCALA: 1/750

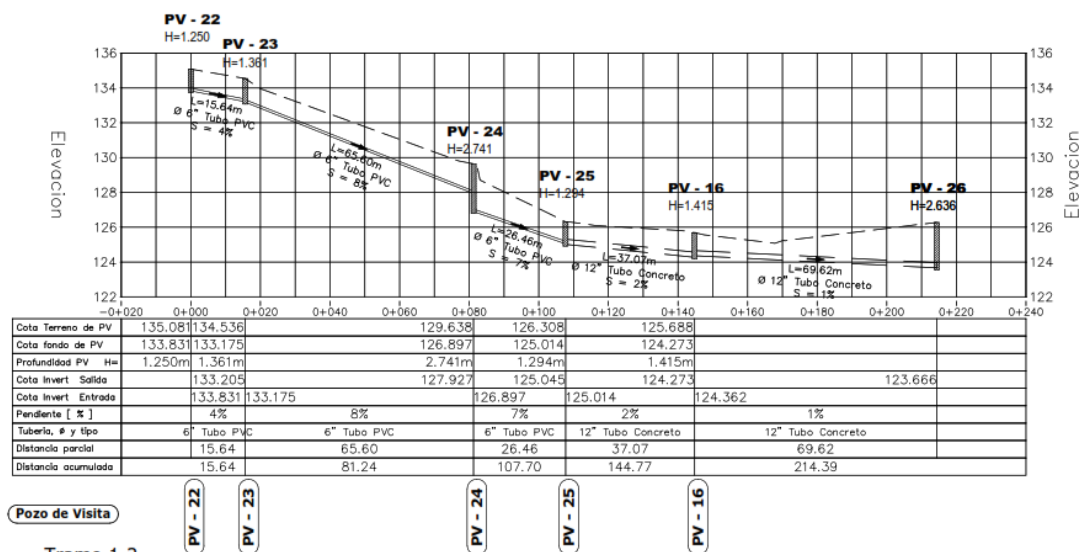


Cota Terreno de PV	176.65	173.75	169.00	166.35	150.64	148.65
Cota fondo de PV	175.37	172.41	167.73	165.06	149.10	147.22
Profundidad PV H=	1.28m	1.34m	1.27m	1.29m	1.55m	1.44m
Cota Invert. Salida	172.44	167.76	165.09		149.13	147.38
Cota Invert. Entrada	175.37	172.41	167.73		165.06	149.10
Pendiente [%]	24%	24%	19%	23%	17%	
Tubería, ø y tipo	6" PVC	6" PVC	6" PVC	6" PVC	6" PVC	
Distancia parcial	12.20	19.38	13.90	69.26	10.12	
Distancia acumulada	12.20	31.58	45.48	114.74	124.86	

Tramo 1.1
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 1.1

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

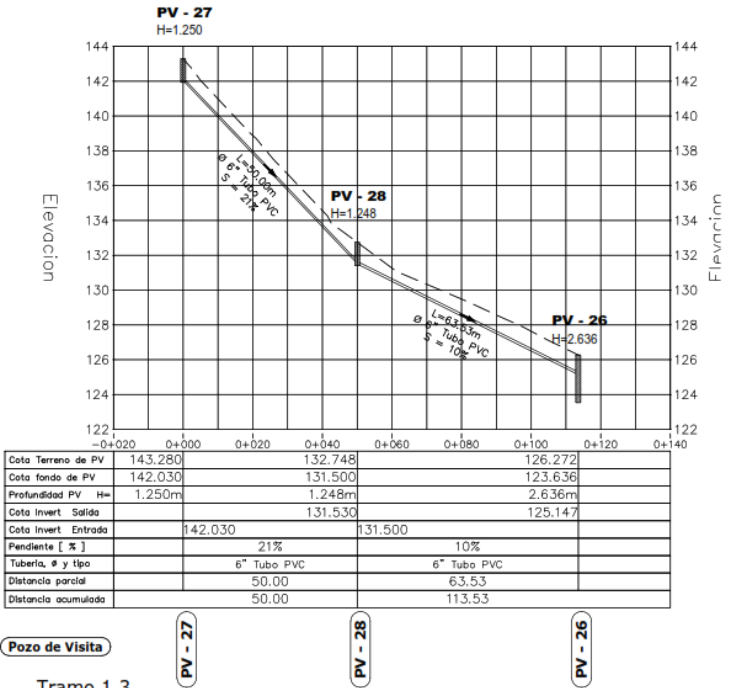


Cota Terreno de PV	135.08	134.53	129.63	126.30	125.68	124.27
Cota fondo de PV	133.83	133.17	126.89	125.04	124.27	
Profundidad PV H=	1.250m	1.361m	2.741m	1.294m	1.415m	
Cota Invert. Salida	133.20		127.92	125.04	124.27	123.66
Cota Invert. Entrada	133.83	133.17				
Pendiente [%]	4%	8%	7%	2%	1%	
Tubería, ø y tipo	6" PVC	6" PVC	6" PVC	12" Concreto	12" Concreto	
Distancia parcial	15.64	65.60	26.46	37.07	69.62	
Distancia acumulada	15.64	81.24	107.70	144.77	214.39	

Tramo 1.2
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 1.2

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



Cota Terreno de PV	143.280	132.748	126.272
Cota fondo de PV	142.030	131.500	123.636
Profundidad PV H=	1.250m	1.248m	2.636m
Cota Invert. Salida		131.530	125.147
Cota Invert. Entrada	142.030		
Pendiente [%]		21%	10%
Tubería, ø y tipo		6" PVC	6" PVC
Distancia parcial		50.00	63.53
Distancia acumulada		50.00	113.53

Tramo 1.3
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 1.3

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES: 5,6,8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZAN BAJO, PATZUN, CHIMALTENANGO

UBICACION:
ALDEA XEATZAN BAJO

DISEÑO:
LEONEL GARCINOS

HOJA No. 4/4

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

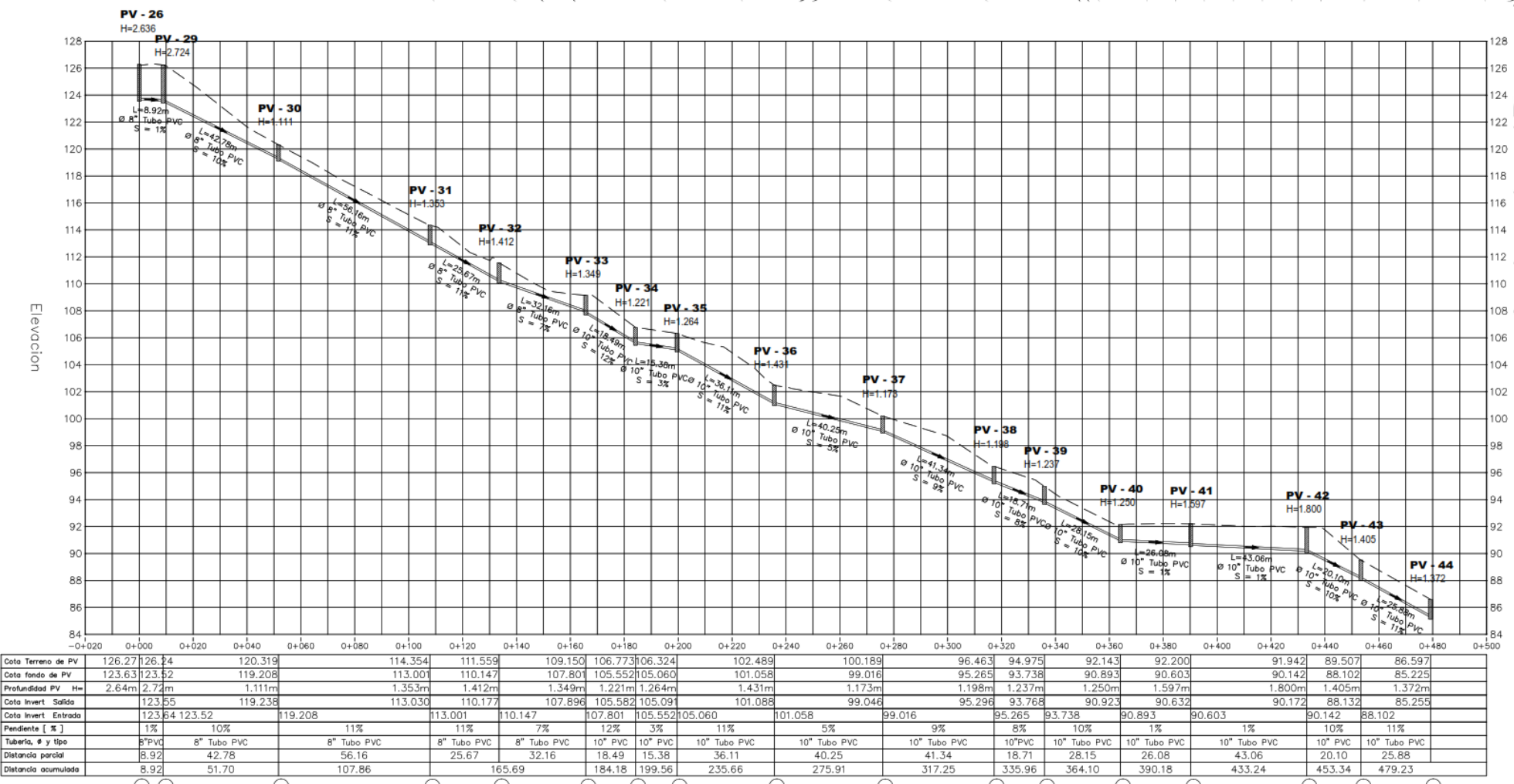
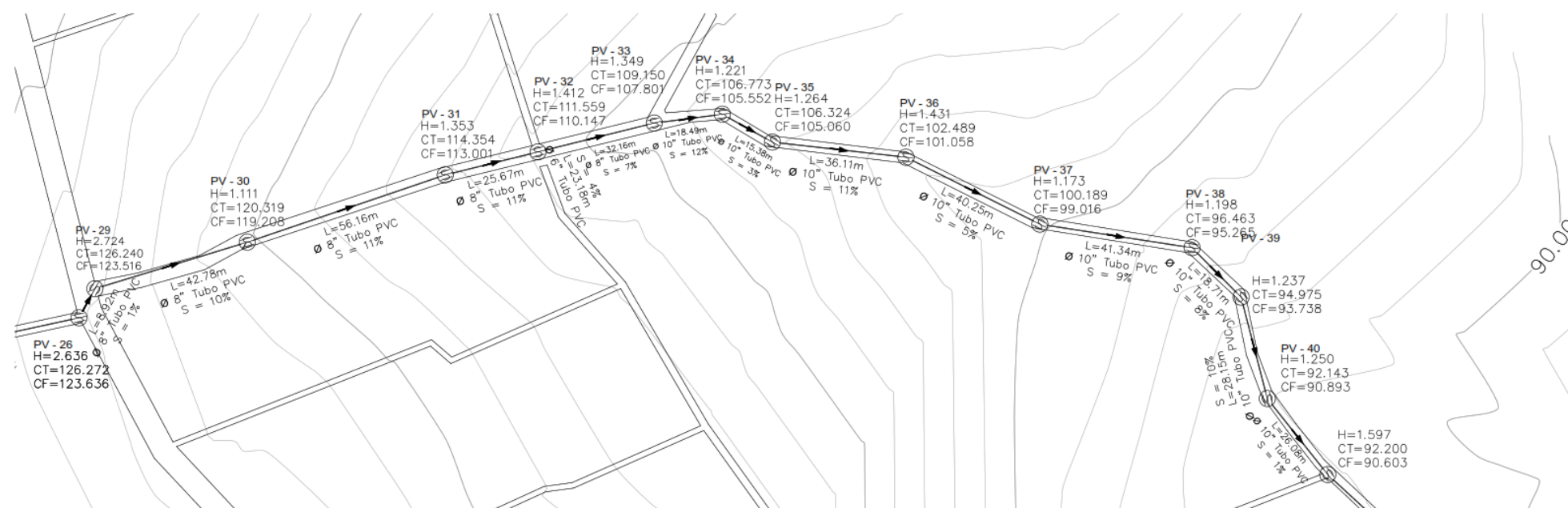
CONTENIDO:
PLANTA PERFILES TRAMOS 1.1,1.2,1.3

Vs. Bo. Asesor Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A



Pozo de Visita
Tramo 2.0
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 2.0

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

PLANTA TRAMO 2.0

ESCALA: 1/750

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
ø	DIAMETRO DE TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZAN BAJO,
PATZUN, CHIMALTENANGO

UBICACION:
ALDEA XEATZAN BAJO

DISEÑO:
LEONEL CANDINO

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

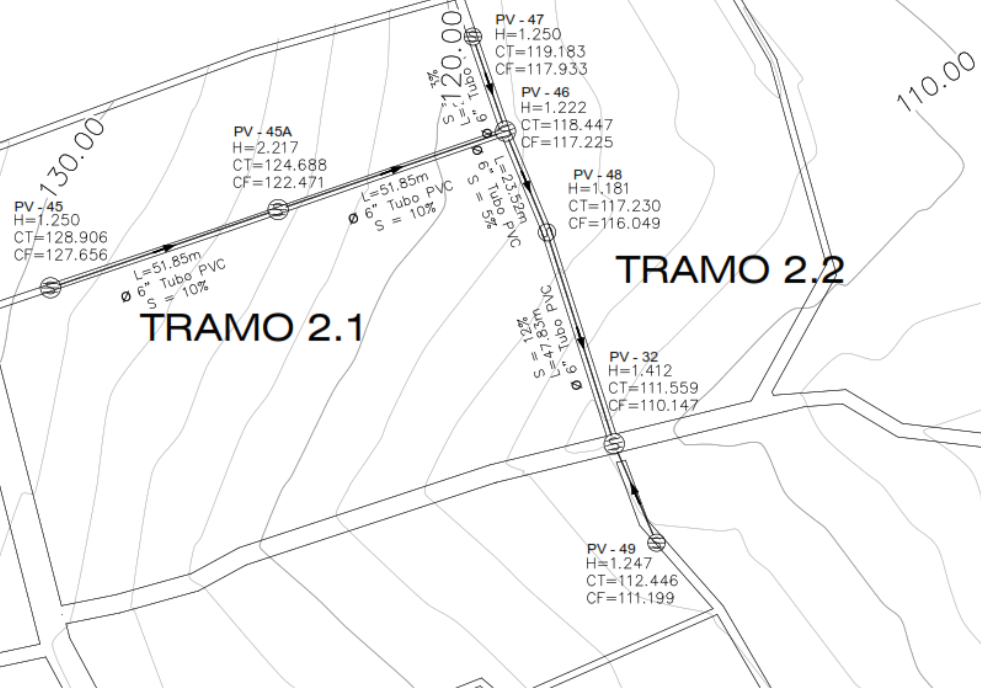
PLANTA PERFIL
TRAMO 2.0

Hoja No. 5/10

Ing. Juan Merck Cos

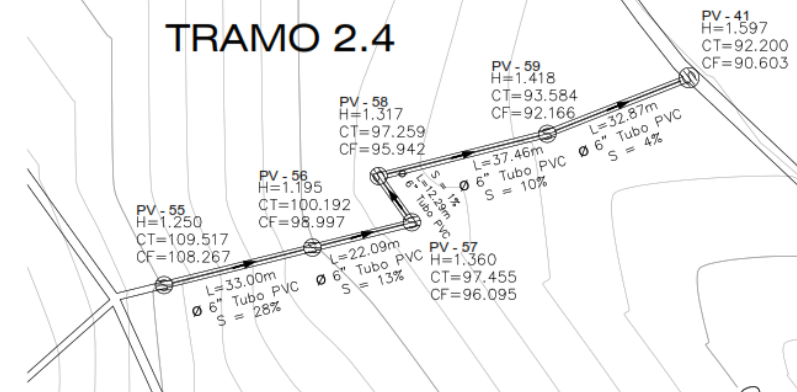
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

A
PARAISO
CHICHOY



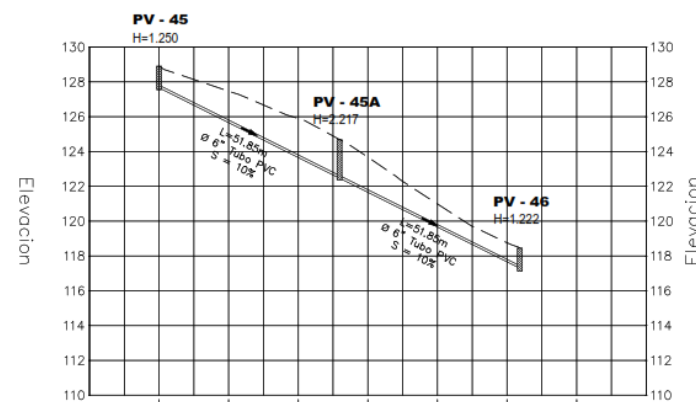
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA

TRAMO 2.4



PLANTA TRAMOS 2.1,2.2,2.4

ESCALA: 1/750



Cota Terreno de PV	128.906	124.688	118.447
Cota fondo de PV	127.656	122.471	117.225
Profundidad PV H=	1.250m	2.217m	1.222m
Cota Invert. Salida	127.656	122.501	117.286
Cota Invert. Entrada		122.471	117.255
Pendiente [%]		10%	10%
Tubería, # y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		51.85	51.85
Distancia acumulada		51.85	103.70

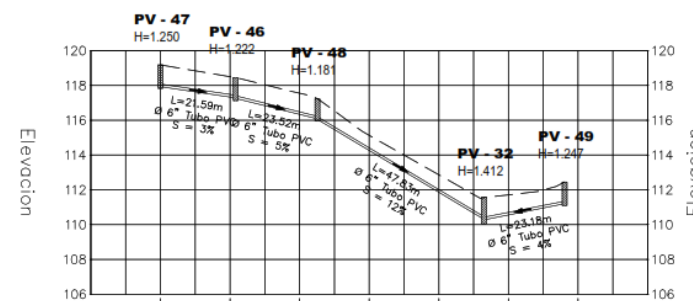
Pozo de Visita

Tramo 2.1
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 2.1

PERFIL TRAMO 2.1

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



Cota Terreno de PV	119.183	118.447	117.230	111.559	112.446
Cota fondo de PV	117.933	117.225	116.049	110.147	111.199
Profundidad PV H=	1.250m	1.222m	1.181m	1.412m	1.247m
Cota Invert. Salida	117.933	117.285	116.079	110.309	111.199
Cota Invert. Entrada		117.255	116.049	110.272	
Pendiente [%]		3%	5%	12%	4%
Tubería, # y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		21.59	23.52	47.83	23.18
Distancia acumulada		21.59	45.11	92.94	116.13

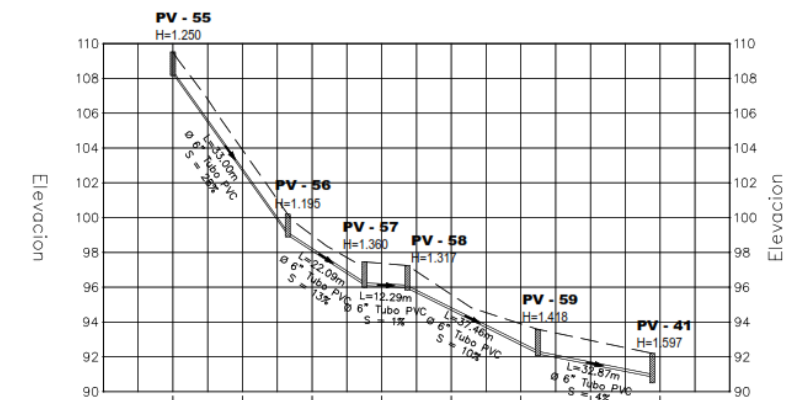
Pozo de Visita

Tramo 2.2
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 2.2

PERFIL TRAMO 2.2

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



Cota Terreno de PV	109.517	100.192	97.46	97.26	93.584	92.200
Cota fondo de PV	108.267	98.997	96.10	95.94	92.166	90.603
Profundidad PV H=	1.250m	1.195m	1.36m	1.32m	1.418m	1.597m
Cota Invert. Salida	99.027	96.13	95.97	92.196	90.851	
Cota Invert. Entrada	108.267	98.997	96.10	95.942	92.166	
Pendiente [%]		28%	13%	1%	10%	4%
Tubería, # y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		33.00	22.09	12.29	37.46	32.87
Distancia acumulada		33.00	55.09	67.38	104.84	137.71

Pozo de Visita

Tramo 2.4
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 2.4

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES: 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO, PATZÚN, CHIMALTENANGO	DISEÑO: LEONEL CANGINOS
UBICACION: ALDEA XEATZÁN BAJO	DIBUJO: LEONEL CANGINOS
CONTENIDO: PLANTA PERFIL TRAMO 2.1, 2.2, 2.4	FECHA: ENERO 2020
	ESCALA: INDICADA
	HOJA No. 6/10
	Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

K

J

I

H

G

F

E

D

C

B

A

K

J

I

H

G

F

E

D

C

B

A

A
PARAISO
CHICHOY

PV - 50
H=1.250
CT=131.614
CF=130.364

PV - 51
H=1.236
CT=126.678
CF=125.442

PV - 51A
H=1.274
CT=119.497
CF=118.223

PV - 52
H=1.793
CT=111.520
CF=109.727

PV - 53
H=2.798
CT=112.165
CF=109.367

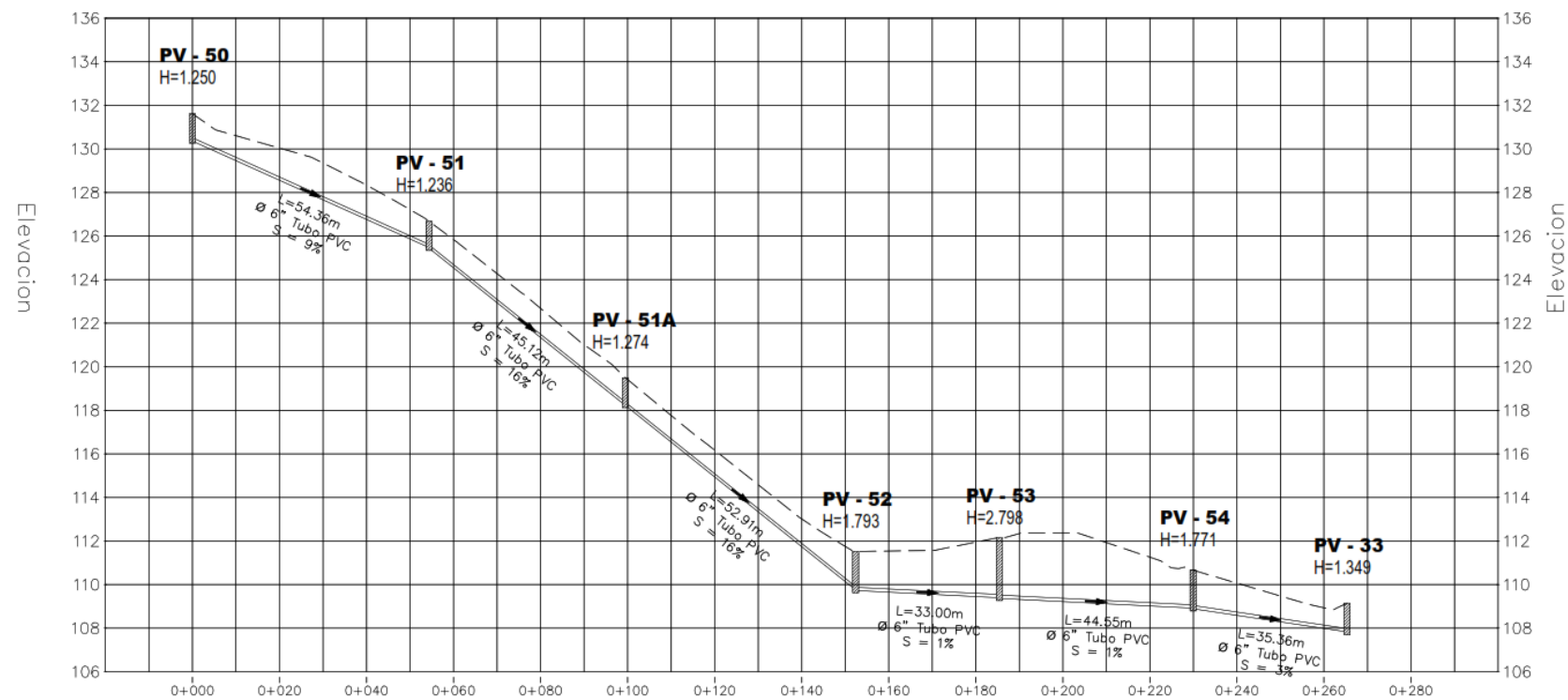
PV - 54
H=1.771
CT=110.662
CF=108.891

H=1.349
CT=109.150
CF=107.801

TRAMO 2.3

PLANTA TRAMO 2.3

ESCALA: 1/500



Cota Terreno de PV	131.614	126.678	119.497	111.520	112.165	110.662	109.150
Cota fondo de PV	130.364	125.442	118.223	109.727	109.367	108.891	107.801
Profundidad PV H=	1.250m	1.236m	1.274m	1.793m	2.798m	1.771m	1.349m
Cota Invert Salida		125.471	118.223	109.757	109.397	108.922	107.830
Cota Invert Entrada	130.364	125.442	118.223	109.727	109.367	108.891	
Pendiente [%]		9%	16% 21%	16%	1%	1%	3%
Tubería, ø y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		54.36	45.12	52.91	33.00	44.55	35.36
Distancia acumulada		54.36	99.48	152.39	185.39	229.94	265.30

Pozo de Visita

PV - 50

PV - 51

PV - 51A

PV - 52

PV - 53

PV - 54

PV - 33

PERFIL TRAMO 2.3

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
ø	DIAMETRO DE TUBERIA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

UBICACION:
ALDEA XEATZAN BAJO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5,6,8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZAN BAJO,
PATZUN, CHIMALTENANGO

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

DISEÑO:
LEONEL CANGINOS

HOJA No. 7/10

CONTENIDO:
PLANTA PERFIL
TRAMO 3.0

FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

Vs. Bo. Asesor Ing. Juan Merck Cos

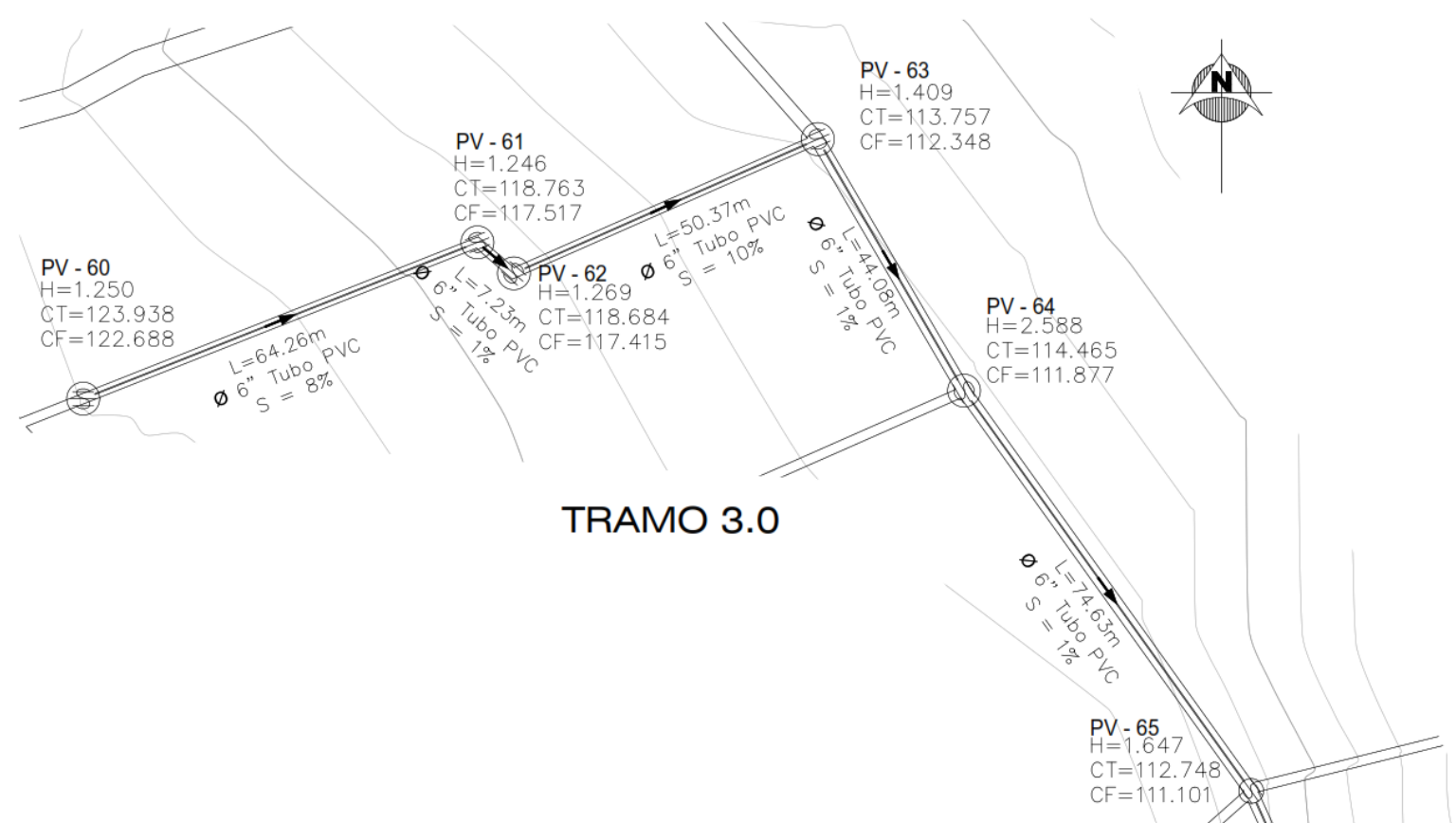


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A

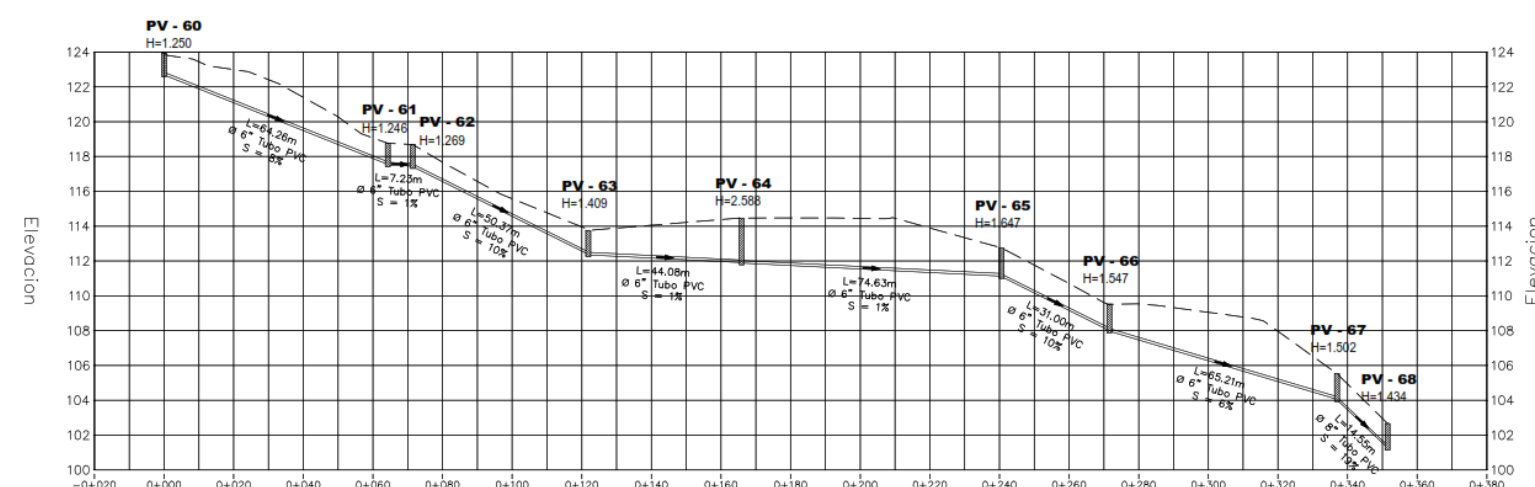
K
J
I
H
G
F
E
D
C
B
A



S I M B O L O G I A	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA

PLANTA TRAMO 3.0

ESCALA: 1/500



Cota Terreno de PV	123.938	118.76	118.68	113.757	114.465	112.748	109.518	105.53	102.67
Cota fondo de PV	122.688	117.52	117.42	112.348	111.877	111.101	107.971	104.03	101.23
Profundidad PV H=	1.250m	1.25m	1.27m	1.409m	2.588m	1.647m	1.547m	1.50m	1.43m
Cota Invert Salida	117.55	117.45	112.378	112.378	111.907	111.131	108.001	104.06	101.26
Cota Invert Entrada	122.688	117.52	117.42	112.348	111.877	111.101	107.971	104.03	101.26
Pendiente [%]		1%	10%	1%	1%	10%	6%	19%	
Tubería, ø y tipo		6" Tubo PVC	6" PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	8" PVC	
Distancia parcial	64.26	7.23	50.37	44.08	74.63	31.00	65.21	14.55	
Distancia acumulada	64.26	71.49	121.86	165.94	240.57	271.57	336.78	351.33	



PERFIL TRAMO 3.0

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, PATZUN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5,6,8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZAN BAJO,
PATZUN, CHIMALTENANGO

UBICACION:
ALDEA XEATZAN BAJO

DISEÑO:
LEONEL CANDINGS

FECHA: ENERO 2020

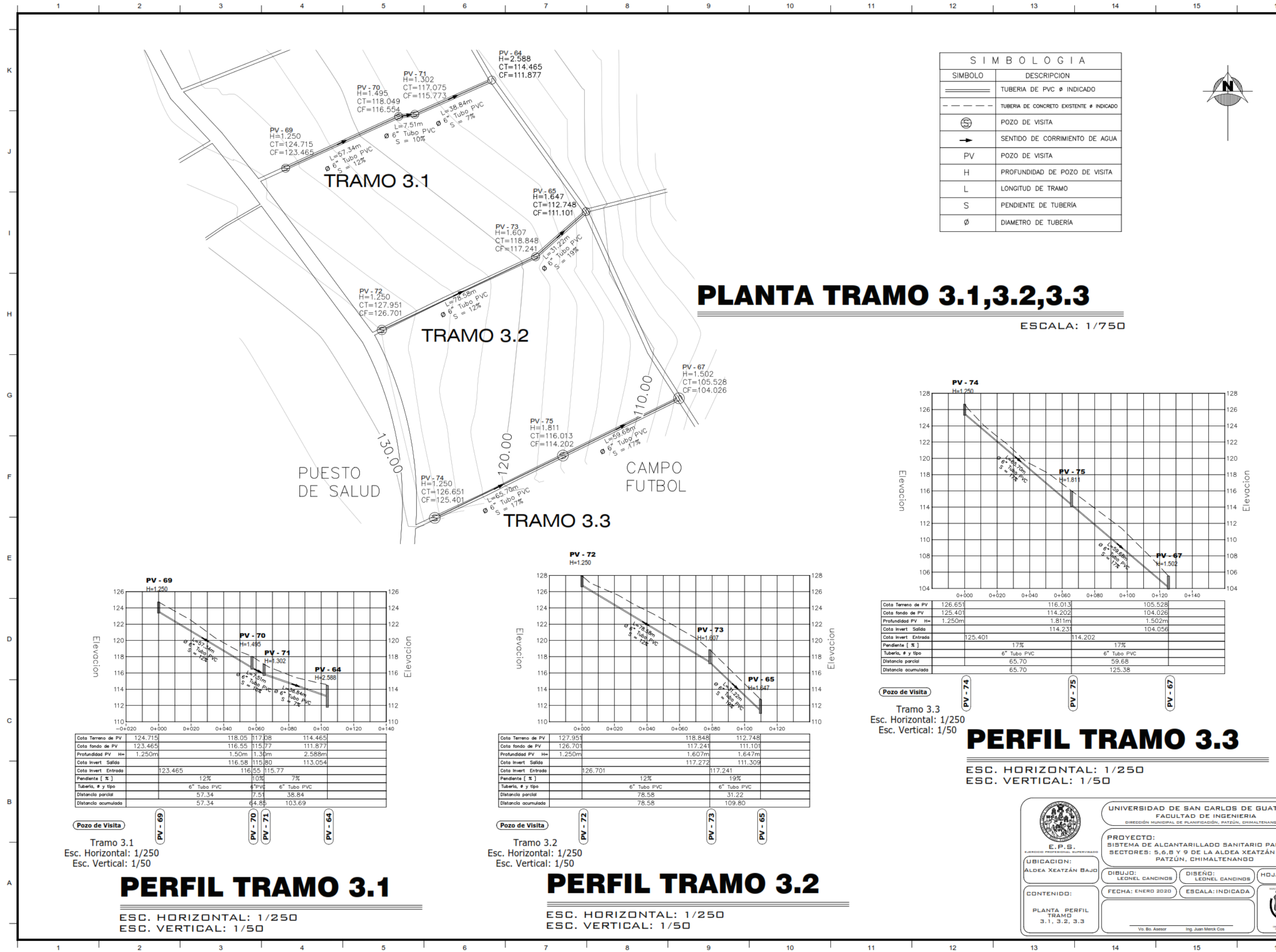
ESCALA: INDICADA

CONTENIDO:
PLANTA
PERFIL
TRAMO
3.0

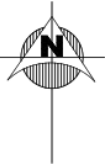
HOJA No. 8/10

Vo. Bo. Asesor Ing. Juan Merck Cos

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

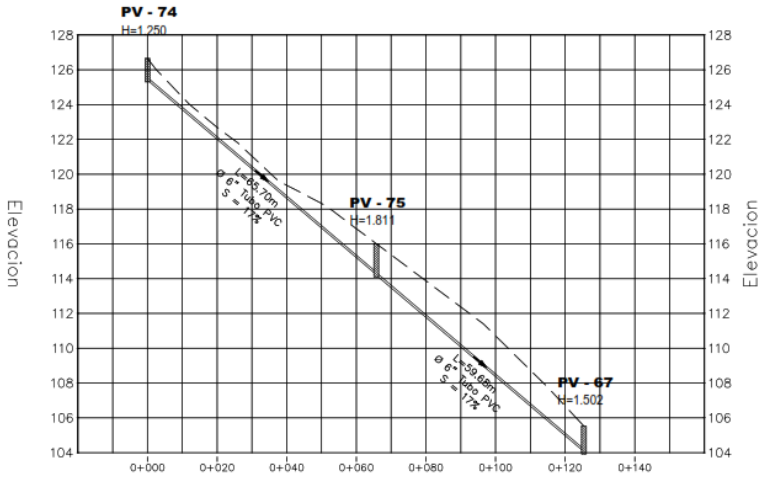


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE PVC Ø INDICADO
	TUBERIA DE CONCRETO EXISTENTE Ø INDICADO
	POZO DE VISITA
	SENTIDO DE CORRIMIENTO DE AGUA
PV	POZO DE VISITA
H	PROFUNDIDAD DE POZO DE VISITA
L	LONGITUD DE TRAMO
S	PENDIENTE DE TUBERIA
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA



PLANTA TRAMO 3.1,3.2,3.3

ESCALA: 1/750



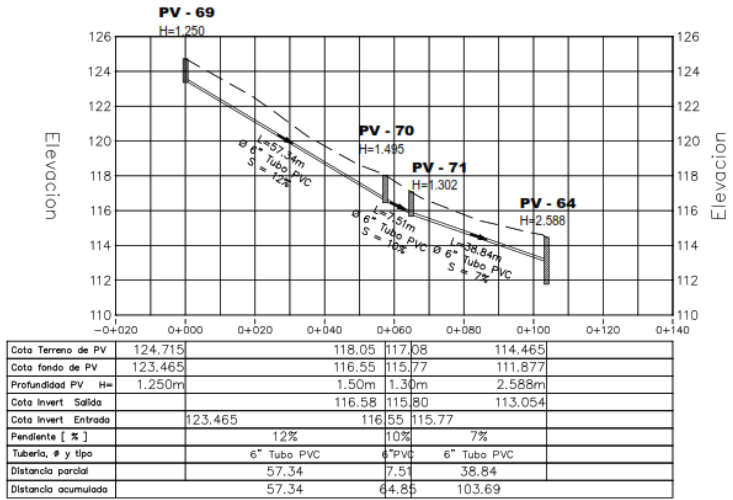
Cota Terreno de PV	126.651	116.013	105.528
Cota fondo de PV	125.401	114.202	104.026
Profundidad PV H=	1.250m	1.811m	1.502m
Cota Invert. Salida		114.231	104.056
Cota Invert. Entrada	125.401		
Pendiente [%]	17%	17%	
Tubería, # y tipo	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	
Distancia parcial	65.70	59.68	
Distancia acumulada	65.70	125.38	

Pozo de Visita

Tramo 3.3
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 3.3

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



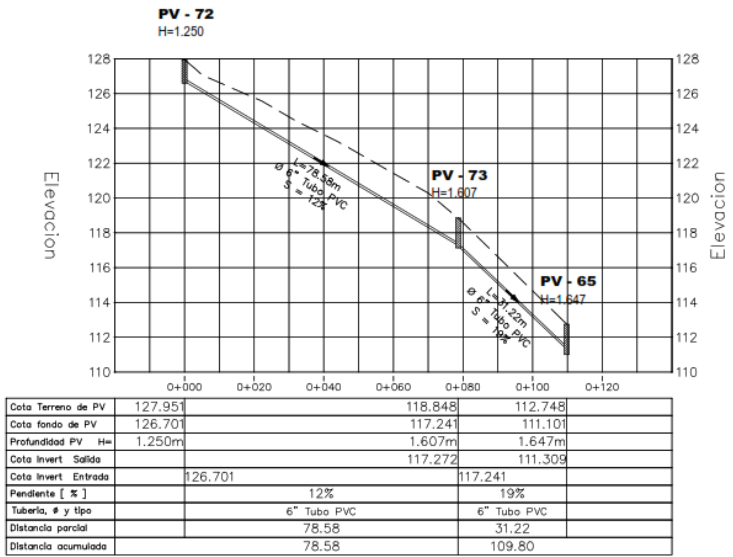
Cota Terreno de PV	124.715	118.05	117.08	114.465
Cota fondo de PV	123.465	116.55	115.77	111.877
Profundidad PV H=	1.250m	1.50m	1.30m	2.588m
Cota Invert. Salida		116.58	115.80	113.054
Cota Invert. Entrada	123.465			
Pendiente [%]		12%	10%	7%
Tubería, # y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		57.34	7.51	38.84
Distancia acumulada		57.34	64.85	103.69

Pozo de Visita

Tramo 3.1
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 3.1

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



Cota Terreno de PV	127.951	118.848	112.748
Cota fondo de PV	126.701	117.241	111.101
Profundidad PV H=	1.250m	1.607m	1.647m
Cota Invert. Salida		117.272	111.309
Cota Invert. Entrada	126.701		
Pendiente [%]		12%	19%
Tubería, # y tipo		6" Tubo PVC	6" Tubo PVC
Distancia parcial		78.58	31.22
Distancia acumulada		78.58	109.80

Pozo de Visita

Tramo 3.2
Esc. Horizontal: 1/250
Esc. Vertical: 1/50

PERFIL TRAMO 3.2

ESC. HORIZONTAL: 1/250
ESC. VERTICAL: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS
SECTORES: 5, 6, 8 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO,
PATZÚN, CHIMALTENANGO

UBICACIÓN:
ALDEA XEATZÁN BAJO

DIBUJO:
LEONEL CANGINOS

DISEÑO:
LEONEL CANGINOS

HOJA NO. 9/10

CONTENIDO:

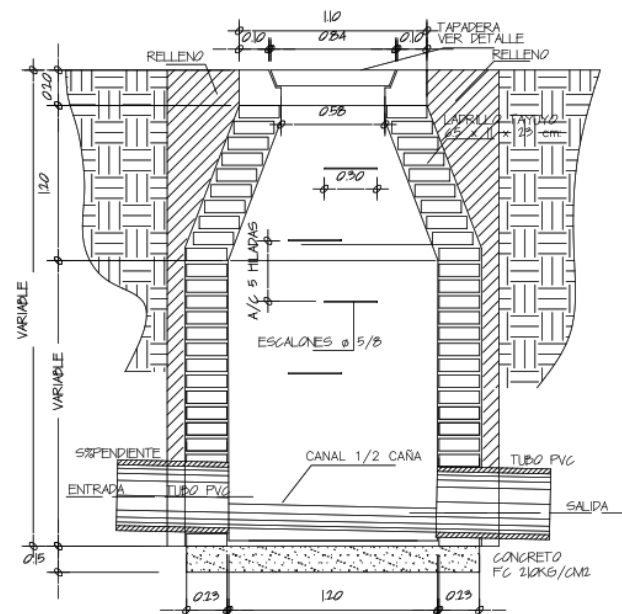
FECHA: ENERO 2020

ESCALA: INDICADA

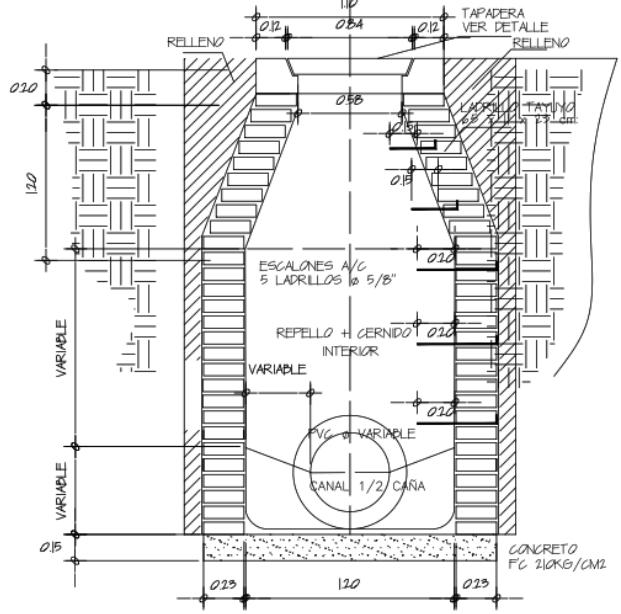
PLANTA PERFIL
TRAMO
3.1, 3.2, 3.3

Vs. Bto. Asesor Ing. Juan Merck Cos





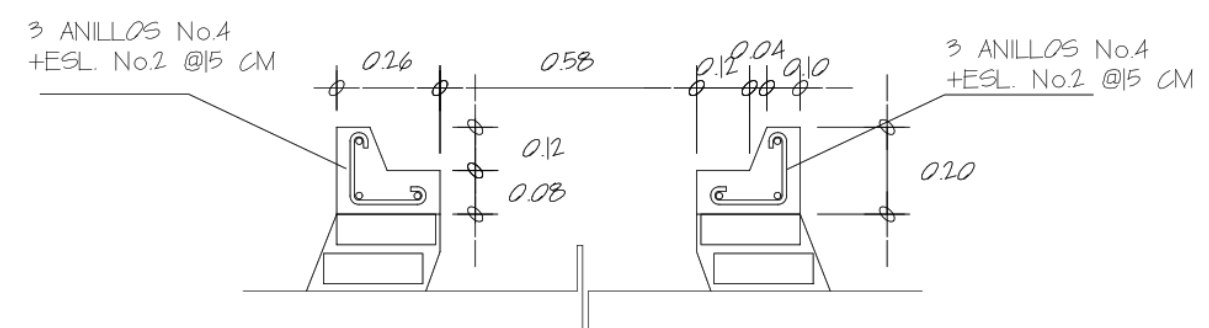
SECCION A-A
ESC. 1/20



SECCION B-B
ESC. 1/20

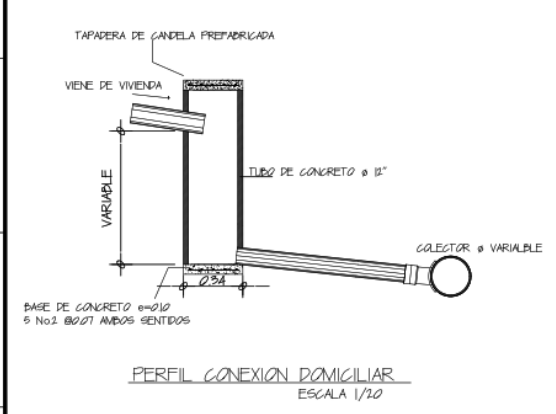
POZO DE VISITA TÍPICO

ESCALA: INDICADA

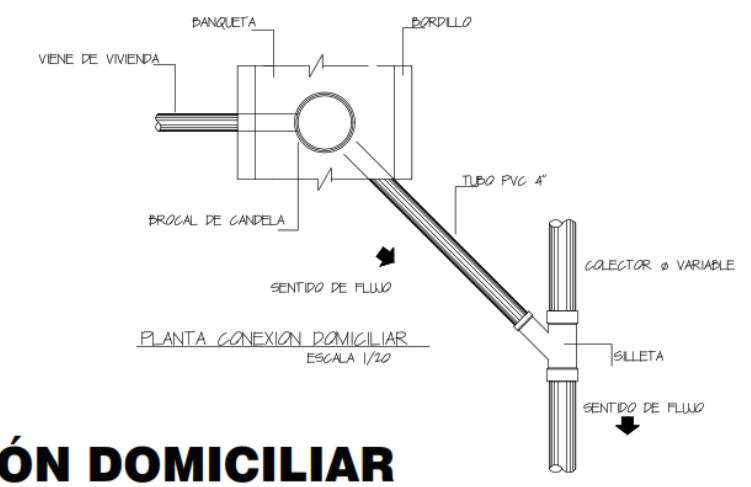


DETALLE DE BROCAL

ESCALA: 1/10



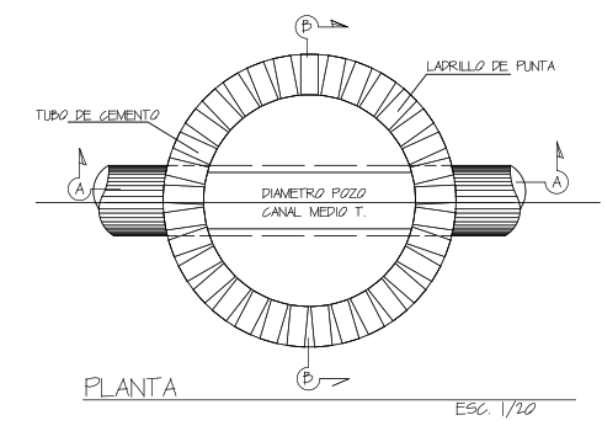
PERFIL CONEXIÓN DOMICILIAR
ESCALA 1/20



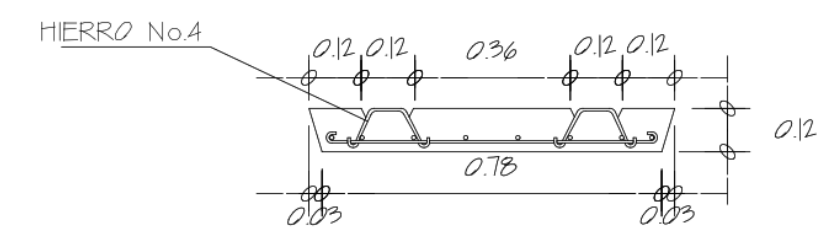
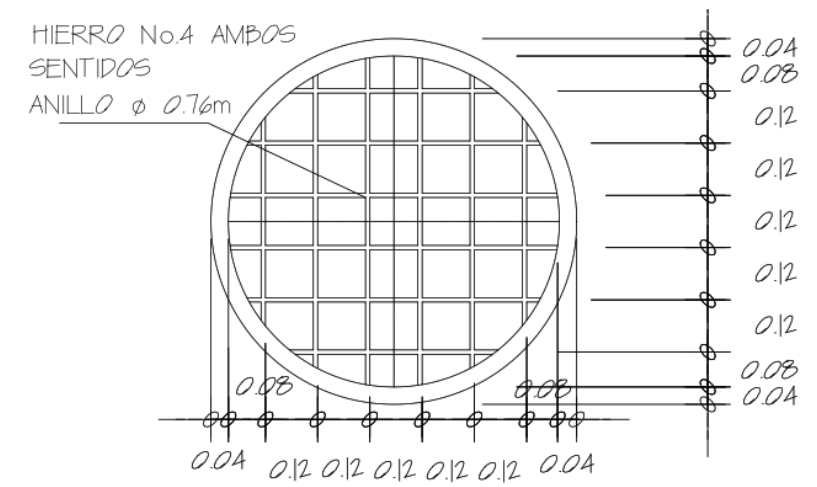
PLANTA CONEXIÓN DOMICILIAR
ESCALA 1/20

CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA: INDICADA

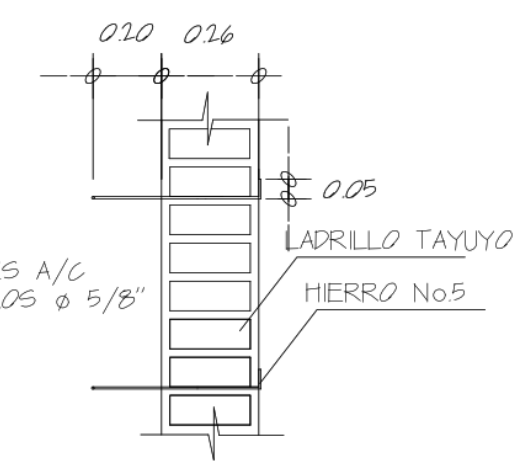


PLANTA
ESC. 1/20



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



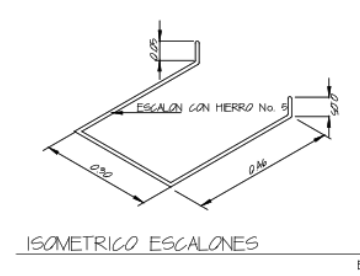
DETALLE EMPOTRAMIENTO ESCALONES
ESCALA 1/10

DETALLE ESCALONES

ESCALA: INDICADA

ESPECIFICACIONES:

- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL.
- EL MORTERO DEBE SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN GUARDARSE SEGUN ESPECIFICACIONES ANTES DE SU INSTALACION
- EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy=2810 KG/CM2
- EL CONCRETO A UTILIZAR SERA Fc=210 KG/CM2
- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRA CON ALISADO (ESPESOR 1CM) HASTA UNA ALTURA DE 0.30M SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERIA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA
- LA PROPORCIÓN DEL ALISADO SERA DE 1:2 (CEMENTO GRISARENA DE RIO)
- LA TUBERIA A UTILIZAR COMO CANDELAS DOMICILIARES SERA DE CONCRETO DE DIAMETRO 12" CON TAPADERA PREFABRICADA
- LA TUBERIA A COLOCAR EN LA RED DE DRENAJE SERA PVC NORMA ASTM D-3034 DE DIAMETRO SEGUN INDIQUE EN PLANOS



ISOMETRICO ESCALONES
ESCALA 1/10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN, PATZÚN, CHIMALTENANGO			
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LOS SECTORES: 5, 8, 9 Y 9 DE LA ALDEA XEATZÁN BAJO, PATZÚN, CHIMALTENANGO			
UBICACIÓN: ALDEA XEATZÁN BAJO	DISEÑO: LEONEL CANGINOS	DISEÑO: LEONEL CANGINOS	HOJA No. 10
CONTENIDO: DETALLES	FECHA: ENERO 2020	ESCALA: INDICADA	
Vto. Bto. Asesor Ing. Juan Merck Cos			