



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

**DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY,
PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

Albylin René Barrios Botzoc

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY,
PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC

ASESORADO POR: Ing. Juan Merck Cos

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Darío Francisco Lucas Mazariegos
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 DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY,
PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 17 de mayo de 2021.



Albylin René Barrios Botzoc

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 07 de agosto de 2023
REF.EPS.DOC.210.08.2023

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

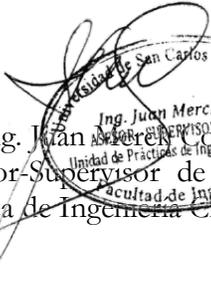
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Albylin René Barrios Botzoc**, CUI 1648 99375 1601 y **Registro Académico 200722290** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.**

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
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
/ra

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de agosto de 2023
REF.EPS.D.268.08.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Albylin René Barrios Botzoc, CUI 1648 99375 1601 y Registro Académico 200722290**, 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”

A handwritten signature in blue ink over an official stamp. The stamp is circular and contains the text: "Universidad de San Carlos de Guatemala", "DIRECCION", "Unidad de Profesores de Ingeniería y EPS", and "Facultad de Ingeniería".

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



Guatemala, 08 de agosto 2023

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Ingeniero Fuentes:

Por medio de la presente comunico a usted, que a través del Departamento de Hidráulica de la Escuela de Ingeniería Civil se ha revisado el Trabajo Final de EPS, **“DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ”**, del estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, **ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC**, **Registro Académico: 200722290**, quien contó con la asesoría del **ING. JUAN MERCK COS**.

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

Sin otro particular, le saludo muy atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
U S A C
Ing. Civil Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe Del Departamento de Hidraulica

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Coordinador del Departamento de Hidráulica

Asesor
Interesado





LNG.DIRECTOR.230.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, presentado por: **Albylin René Barrios Botzoc**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

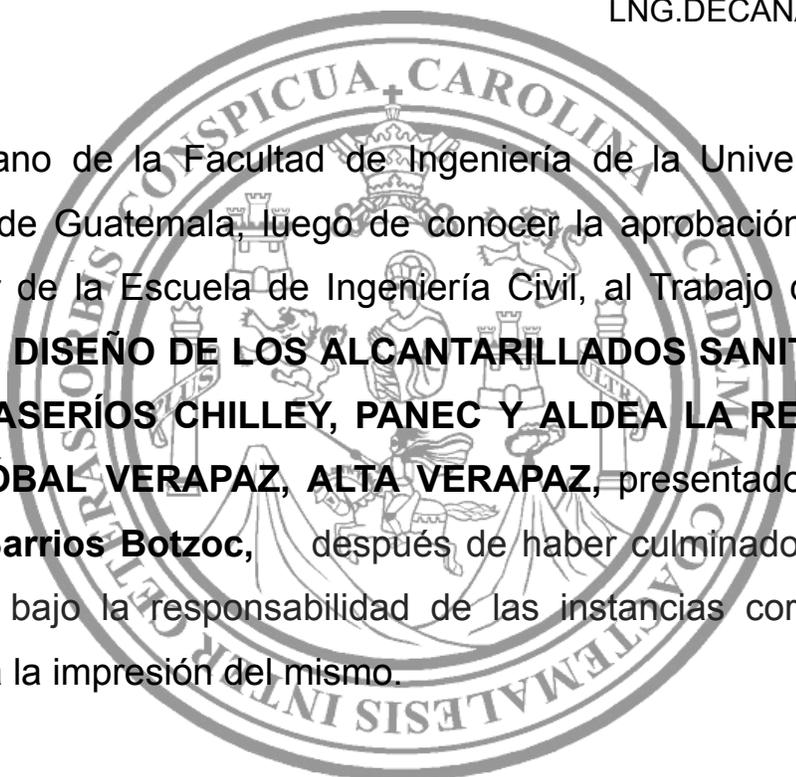


Guatemala, noviembre de 2023



Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.736.2023



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, presentado por: **Albylin René Barrios Botzoc**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.

Guatemala, noviembre de 2023

JFGR/gaac

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 28 de agosto de 2023
REF.EPS.D.268.08.2023

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

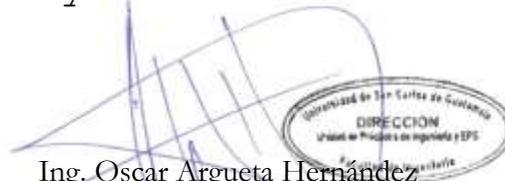
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS ALCANTARILLADOS SANITARIOS PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC Y ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Albylin René Barrios Botzoc, CUI 1648 99375 1601 y Registro Académico 200722290**, 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

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la vida y la oportunidad de servirle a través de esta hermosa profesión. La carrera aún no termina. “Al Dios y Padre nuestro sea gloria por los siglos de los siglos. Amén”. Filipenses 4.20 (RV60).

Jesús

El modelo por excelencia, por modelarme un estilo de vida que pueda yo imitar, por ser la imagen exacta del padre “No es que ya lo haya conseguido todo, o que ya sea perfecto. Sin embargo, sigo adelante esperando alcanzar aquello para lo cual Cristo Jesús me alcanzó a mí”. Filipenses 3.12 (NVI).

Mis padres

Onofre Barrios y Alva Botzoc, por ser los mejores padres, por inculcarme valores que me hacen ser mejor persona cada día, y sobre todo, enseñarme el temor a Dios.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Padre	Por darme todo lo que tengo, especialmente la vida para servirle a Él. Eternamente agradecido.
Mis padres	Onofre Barrios y Alva Botzoc, por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años. Los amo tanto.
Mis hermanos	Sergio, Hary y Junior Barrios, por ayudarme a culminar esta etapa de mi vida.
Universidad de San Carlos de Guatemala	La que me abrió sus puertas para adquirir los conocimientos de la Ingeniería Civil.
Ing. Juan Merck Cos	Por brindarme su asesoría durante todo el EPS y al presente trabajo de graduación.
Mis amigos de la Facultad	A cada uno de ellos por regalarme su amistad y compañerismo en las aulas de la facultad. Especialmente a Gabriel Pérez, Alexis Oliva y Julio Ventura.
Mis amigos de infancia	Por todos los momentos vividos, alegres y tristes, por cada una de las experiencias que nos llevaron a ser buenos amigos. Especialmente a Álvaro Cuc.

Mi novia

Crisley Leal por su amor, cariño y apoyo en esta etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de los caseríos Chilley y Panec y aldea La Reforma, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.....	1
1.1.1. Generalidades	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.1.3. Condiciones geológicas.....	3
1.1.1.3.1. Suelos	3
1.1.1.3.2. Hídrico	4
1.1.1.4. Servicios	4
1.1.1.5. Transporte	4
1.1.1.6. Actividad económica.....	5
1.1.2. Aspectos sociales	5
1.1.2.1. Demografía	5
1.1.2.2. Religión.....	6
1.1.2.3. Población.....	6
1.1.2.4. Educación.....	7

1.2.	Diagnóstico de necesidades en infraestructura, servicios básicos y saneamiento de los caseríos Chilley, Panec y aldea La Reforma.....	7
1.2.1.	Descripción de necesidades.....	8
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	9
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para los caseríos Chilley y Panec, del municipio de San Cristóbal Verapaz.....	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.	Diseño del sistema	13
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	13
2.1.3.2.	Periodo de diseño	14
2.1.3.3.	Población de diseño	14
2.1.3.4.	Dotación de agua potable.....	15
2.1.3.5.	Factor de retorno.....	15
2.1.3.6.	Factor de Harmond	16
2.1.3.7.	Caudal sanitario	17
2.1.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	18
2.1.3.7.2.	Caudal de infiltración....	19
2.1.3.7.3.	Caudal de conexiones ilícitas	20
2.1.3.7.4.	Caudal comercial e industrial.....	21

	2.1.3.7.5.	Factor de caudal medio.....	22
	2.1.3.7.6.	Caudal de diseño.....	24
2.1.3.8.		Selección de tipo de tubería	25
2.1.3.9.		Diseño de secciones y pendientes	29
	2.1.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas	29
	2.1.3.9.2.	Cotas invert	30
2.1.3.10.		Especificaciones de pozos de visita	33
	2.1.3.10.1.	Especificaciones técnicas físicas	39
2.1.3.11.		Conexiones domiciliarias.....	40
2.1.3.12.		Profundidad de tubería	43
2.1.3.13.		Principios hidráulicos	47
	2.1.3.13.1.	Ecuación de Manning ...	47
	2.1.3.13.2.	Ecuación sección llena.....	48
	2.1.3.13.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	50
	2.1.3.13.4.	Relaciones hidráulicas	52
	2.1.3.13.5.	Normas y especificaciones técnicas.	52
2.1.3.14.		Ejemplo de diseño de un tramo	53
2.1.3.15.		Propuesta de tratamiento	65
2.1.3.16.		Elaboración de planos	66
2.1.3.17.		Elaboración de presupuesto	66
2.1.3.18.		Elaboración de cronograma.....	68

	2.1.3.19.	Evaluación de impacto ambiental inicial	70
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Reforma, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.	70
	2.2.1.	Descripción del proyecto	70
	2.2.2.	Levantamiento topográfico	71
	2.2.2.1.	Altimetría	71
	2.2.2.2.	Planimetría	71
	2.2.3.	Diseño del sistema	71
	2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	72
	2.2.3.2.	Periodo de diseño	72
	2.2.3.3.	Población de diseño	72
	2.2.3.4.	Dotación de agua potable.....	73
	2.2.3.5.	Factor de retorno.....	74
	2.2.3.6.	Factor de Harmond	74
	2.2.3.7.	Caudal sanitario	75
	2.2.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	75
	2.2.3.7.3.	Caudal de conexiones ilícitas	77
	2.2.3.7.4.	Caudal comercial e industrial.....	78
	2.2.3.7.5.	Factor de caudal medio	79
	2.2.3.7.6.	Caudal de diseño	80
	2.2.3.8.	Selección de tipo de tubería.....	82
	2.2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes	85
	2.2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas.....	85
	2.2.3.9.2.	Cotas invert.....	86

2.2.3.10.	Pozos de visita.....	89
2.2.3.10.1.	Especificaciones de pozos de visita.....	89
2.2.3.10.2.	Especificaciones técnicas físicas	89
2.2.3.11.	Conexiones domiciliarias.....	89
2.2.3.12.	Profundidad de tubería	89
2.2.3.13.	Principios Hidráulicos	91
2.2.3.13.1.	Ecuación de Manning ...	91
2.2.3.13.2.	Ecuación sección llena.....	92
2.2.3.13.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	93
2.2.3.13.4.	Relaciones hidráulicas	95
2.2.3.13.5.	Normas y especificaciones técnicas.	95
2.2.3.14.	Ejemplo de diseño de un tramo	95
2.2.3.15.	Propuesta de tratamiento	107
2.2.3.16.	Elaboración de planos	107
2.2.3.17.	Elaboración de presupuesto	108
2.2.3.18.	Elaboración de cronograma.....	109
2.2.3.19.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	111
CONCLUSIONES		113
RECOMENDACIONES.....		115
REFERENCIAS		117

APÉNDICES..... 119
ANEXOS..... 145

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Ubicación y localización San Cristóbal Verapaz	2
Figura 2.	Cotas invert en pozo de visita.....	33
Figura 3.	Pozo sin artefacto disipador.....	36
Figura 4.	Colchón de agua.....	37
Figura 5.	Codo disipador.....	38
Figura 6.	Bandejas disipadoras	39
Figura 7.	Conexión domiciliar	42
Figura 8.	Conexión domiciliar	43
Figura 9.	Curva de elementos hidráulicos.....	51
Figura 10.	Descarga en una alcantarilla o tubo circular bajo presión atmosférica	51
Figura 11.	Cronograma financiero, alcantarillado sanitario, caserío Chilley, Panec.....	69
Figura 12.	Cotas invert en pozo de visita.....	88
Figura 13.	Curva de elementos hidráulicos.....	94
Figura 14.	Descarga en una alcantarilla o tubo circular bajo presión atmosférica	94
Figura 15.	Cronograma financiero, alcantarillado sanitario, aldea La Reforma.....	110

TABLAS

Tabla 1.	Población de San Cristóbal Verapaz.....	6
Tabla 2.	Necesidades observadas en el área de influencia	8
Tabla 3.	Datos para cálculo caudal comercial	22
Tabla 4.	Velocidades máximas y mínimas	30
Tabla 5.	Profundidad mínima para tubería de concreto en metros.....	44
Tabla 6.	Profundidad mínima para tubería de PVC en metros	44
Tabla 7.	Anchos de zanja mínimos	45
Tabla 8.	Tramo a diseñar	54
Tabla 9.	Relaciones hidráulicas (actual).....	61
Tabla 10.	Relaciones hidráulicas (futuro)	61
Tabla 11.	Resumen del presupuesto, alcantarillado sanitario, caserío Chilley y Panec.....	67
Tabla 12.	Velocidades máximas y mínimas	86
Tabla 13.	Tramo a diseñar	96
Tabla 14.	Relaciones hidráulicas (actual).....	103
Tabla 15.	Relaciones hidráulicas (futuro)	103
Tabla 16.	Resumen del presupuesto, diseño de alcantarillado sanitario, aldea La Reforma	108

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Az	Ancho de zanja
A	Área de la tubería
A	Área que ocupa el tirante en la tubería
Q	Caudal
Q	Caudal a sección llena
Q	Caudal a sección llena en tuberías
Qcom	Caudal comercial
Q(c.i)	Caudal conexiones ilícitas
Q	Caudal de diseño
Qdis	Caudal de diseño
Qdom	Caudal domiciliar
Qind	Caudal industrial
Qi	Caudal por infiltración
Qsan	Caudal sanitario
N	Coeficiente de rugosidad
CT	Cota de terreno
∅	Diámetro
D	Diámetro de la tubería
DH	Distancia horizontal efectiva entre pozos de visita
fqm	Factor de caudal medio
g	Gravedad
hab	Habitante
Hab	Habitantes

Km	Kilómetro(s)
Km²	Kilómetros cuadrados
psi	Libras por pulgadas cuadradas
l	Litro
l/hab/día	Litros consumidos por un habitante en un día
lts/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
lts/seg	Litros por segundo
lts/viv/día	Litros por vivienda por día
m	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
Mm	Milímetros
Q	Moneda en Quetzales
No./hab/viv	Número de habitantes por vivienda
S	Pendiente
S	Pendiente del terreno
n	Periodo de diseño
PVC	Policloruro de vinilo
%	Porcentaje
PV	Pozo de Visita
plg	Pulgada
“	Pulgadas
Rh	Radio hidráulico
a/A	Relación de área de flujo a sección parcial / área a sección llena.

q/Q	Relación de caudal a sección parcial / caudal a sección llena.
d/D	Relación de diámetro sección parcial entre sección llena.
e	Relación de esbeltez
d/D	Relación de profundidad de flujo a sección parcial / profundidad a sección llena.
v/V	Relación de velocidad de fluidos sección parcial / velocidad a sección llena.
v/V	Relación de velocidad sección parcial entre sección llena.
r	Tasa de crecimiento poblacional
und	Unidad
V	Velocidad
V	Velocidad a sección llena de la tubería
v	Velocidad de diseño
v	Velocidad del flujo en la tubería
viv	Viviendas
π	314,159,265

GLOSARIO

Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
Aforo	Medición del caudal de una fuente.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Aguas residuales	Efluente que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Alcantarilla	Conducto subterráneo que tiene por objeto recolectar y alejar de los edificios las aguas residuales procedentes de los mismos, así como las aguas de lluvia caídas en casas y calles.
Alcantarillado	Conjunto de tuberías que sirven para recolectar aguas sanitario-residuales y transportarlas a una instalación de tratamiento o cuerpo receptor, sin que afecte a la población.
Alcantarillado sanitario	Conjunto de tuberías que sirven para recolectar aguas residuales y transportarlas a una instalación de tratamiento o cuerpo receptor, sin que afecte a la población.

Altimetría	Parte de la topografía que da las mediciones de las elevaciones del terreno.
ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, por sus siglas en inglés (American Society for Testing and Materials o ASTM International).
Bases de diseño	Base técnica adoptada para el diseño de proyectos.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas al colector del sistema de drenaje.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule el líquido.
Colector	Es una tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas residuales de la población.
Concreto	Es un material compuesto utilizado en la construcción formado por un material aglomerante, acompañado por fragmentos o partículas de arena, agua y pedrín.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta la candela.
Contaminación	Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para consumo humano.

Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota invert	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
Desfogue	Componente de protección en un sistema de alcantarillado, donde se ancla la tubería final para disposición final de las aguas residuales.
Dotación	Suministro promedio de agua que necesita un habitante diariamente para satisfacer sus necesidades.
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua.
Especificaciones	Son las normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
FH	Factor de Harmond.
FQM	Factor de Caudal Medio.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en colocar un material mampuesto uniformemente uniendo las piezas con un mortero.
Nivelación	Es un procedimiento de campo que se realiza para determinar las elevaciones en puntos determinados.
Obras accesorias	Cualquier obra destinada a proteger la integridad física de los componentes de una obra, que puedan estar expuestos a daños por causas naturales o humanas.
Pendiente	Es el grado de inclinación que pueda poseer un terreno.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, y para iniciar un tramo de tubería.
Pozos de visita	Estructuras de concreto, mampostería y otro material especificado, construidas en las redes de alcantarillado para permitir el acceso a las tuberías, para limpieza, cambios de dirección en flujo o revisión.
PVC	Policloruro de vinilo.

Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
Tratamiento	Es el conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre las aguas residuales, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable que cumpla con las normas y criterios de calidad establecidos.
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales.

RESUMEN

En el presente informe del Ejercicio Profesional Supervisado, se desarrollará el Diseño de los sistemas de alcantarillados sanitarios para los caseríos Chilley y Panec, y de aldea La Reforma del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz.

En el caso de los caseríos Chilley y Panec, no cuentan con alcantarillado sanitario, por lo cual, se pretende de igual forma, que ambos caseríos cuenten con el sistema de alcantarillado. En el caso de aldea La Reforma cuenta parcialmente con un sistema, pero se pretende ampliar el mismo.

En la aldea La Reforma, se encuentra cubierta de forma parcial, por un sistema de alcantarillado sanitario, teniendo todos sus respectivos elementos para dicha función, con lo cual, con el presente EPS, se cubrirá la parte que carece del sistema, con el propósito de beneficiar al 100 % de la población.

Los diseños de alcantarillados sanitarios propuestos en el presente informe se unirán a sistemas existentes.

OBJETIVOS

General

Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario, para los caseríos Chilly y Panec, y de la aldea La Reforma, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

Específicos

1. Planificar los sistemas de alcantarillado sanitario de manera que estos sean funcionales durante el periodo de diseño.
2. Reducir la contaminación ambiental que provocan las aguas negras.
3. Mejorar las condiciones de vida, de cada uno de los habitantes, y evitar muertes maternas.
4. Elaborar los planos, presupuestos y otros documentos necesarios para la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la cabecera municipal de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, está cubierta por un sistema de alcantarillado sanitario, casi en un 100 %, no así algunas comunidades cercanas al municipio. Dicho esto, con el Ejercicio Profesional Supervisado, se pretende que las tres comunidades en mención tengan este beneficio, conectándose los tres alcantarillados a ciertos sistemas ya existentes a las cercanías de las comunidades.

Para el caso de Chilley y Panec, no se cuenta con un alcantarillado sanitario, por lo que las aguas sucias corren por el suelo, produciendo alta contaminación y a lo largo de su trayecto, van uniéndose todas las viviendas por toda la carretera vertiendo sus aguas contaminadas. En estos sectores, no se cuenta con un alcantarillado sanitario.

En aldea La Reforma, se pretende cubrir toda la parte que aún no cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario, ya que solo existe una parte y las condiciones topográficas permiten que todas las viviendas puedan contarse en el servicio existe, para este caso, también se pretende conectar al alcantarillado sanitario existente en dicha aldea.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de los caseríos Chilley y Panec y aldea La Reforma, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

A continuación, se presentan en los siguientes incisos una breve descripción de la monografía de los lugares en estudio.

1.1.1. Generalidades

Se dice que el nombre original del municipio fue San Andrés, esto antes de la llegada de los frailes dominicos, este lugar se le conocía como Kaq-Koj que significa, león colorado, y con la llegada de los Poqomchies al barrio Santa Ana, al lugar se le denominó San Cristóbal, bajo la orden del fraile Francisco de Viana, el 14 de agosto de 1565. El cabildo municipal fue inaugurado en el año de 1871, por los generales Justo Rufino Barrios y Miguel García Granados. Desde dicha fecha, el municipio cuenta con un edificio municipal.

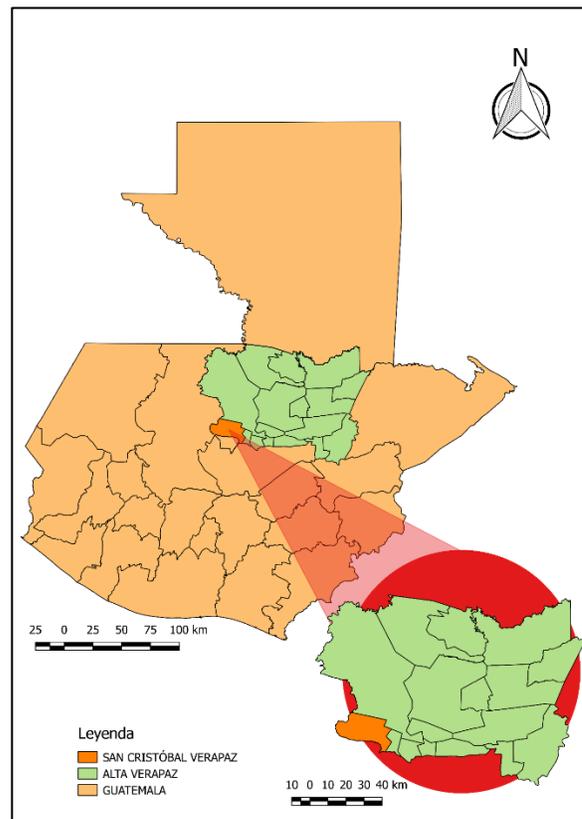
1.1.1.1. Ubicación y localización

Es un municipio ubicado al sur del departamento de Alta Verapaz, localizado en la región conocida como Bosque lluvioso subtropical, se encuentra aproximadamente a 29 km de la cabecera departamental y a unos 210 km de la Ciudad de Guatemala. Sus coordenadas son: latitud 15°21'50" longitud: 90°28'45". Los caseríos Chilley y Panec se ubican en las coordenadas N 15° 21' 57.22 y O 90° 28' 44.41 esto al sur oeste del casco urbano, mientras que aldea

La Reforma se ubica en las coordenadas N 15° 22.07' 24" y O 90° 29' 39.26" al oeste de la cabecera (deGuate.com, 2011).

Figura 1.

Ubicación y localización San Cristóbal Verapaz



Nota. Ubicación de Alta Verapaz y el municipio de San Cristóbal dentro del mapa de Guatemala. Elaboración propia, realizado con QGIS 2018.

1.1.1.2. Límites y colindancias

Los límites territoriales de los caseríos Chilley y Panec son: al norte el casco urbano de San Cristóbal Verapaz; al sur con las aldeas Agua Blanca y San

Joaquín; al este con el Barrio Esquipulas y al oeste con la aldea Chiyuc. Mientras que la aldea La Reforma colinda al norte y este con el cantón Las Arrugas, al sur con la Carretera RN-7W y al oeste con la Aldea Chiyuc.

1.1.1.3. Condiciones geológicas

A continuación, se presentan las principales condiciones geológicas de los lugares de estudio, en San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

1.1.1.3.1. Suelos

Según Simmons, Tarano y Pinto, San Cristóbal Verapaz cuenta con cinco tipos de suelos, los cuales incluyen: Tamahú, Chixoy, Cobán, Carchá y Calante; predominando el grupo de suelos poco profundos sobre caliza en sus series Chixoy.

En los suelos Chixoy y Tamahú, los afloramientos de roca y precipicios son comunes. Casi toda el área se encuentra bajo bosque, pero hay muchas partes que se usan para la producción de maíz. En muchos lugares donde la presión de la población es intensa la erosión del suelo es seria y los bosques, en vez de regenerarse, han dado paso a los matorrales, malezas y helechos. En una menor producción se encuentra el grupo de suelos profundos sobre caliza, representada por sus series Carchá y Cobán. (Simmons *et al.*, 1959, p. 2)

1.1.1.3.2. Hídrico

El municipio de San Cristóbal Verapaz dispone de un recurso hídrico superficial y subterráneo importante, tal como la laguna Chichoj, que está invadida de lirio acuático denominado ninfa (*Eichhomia crassipes Mart*), actualmente se lucha por eliminarla. La contaminación se debe en parte al río Chijulha que cruza el casco urbano y desemboca en la laguna, utilizado para basurero y vertedero de aguas negras.

1.1.1.4. Servicios

La población de San Cristóbal Verapaz cuenta con los servicios básicos, que son: Agua potable en el casco urbano del municipio, servicios de alcantarillados sanitarios, energía eléctrica en la mayoría del municipio, recolección de basura, todos estos provistos por la municipalidad. Cabe mencionar que en algunas comunidades o áreas rurales es difícil de encontrar con un alcantarillado sanitario. En el caso del servicio de agua potable, está cubierta en algunas áreas rurales. En el caso de los caseríos Chilley y Panec, se cuenta con agua potable, energía eléctrica, así como servicios de telefonía móvil, sin embargo, no cuenta con un alcantarillado sanitario.

1.1.1.5. Transporte

El municipio de San Cristóbal Verapaz cuenta con transporte urbano y extraurbano (a las comunidades). Por dicho municipio pasan buses hacia el municipio de Chicamán y Uspantán del departamento del Quiche, así como los buses que se dirigen a la cabecera departamental, Cobán. El sistema de transporte es de buena calidad, las carreteras son en su mayoría muy accesibles y se les da el respectivo mantenimiento. Del casco urbano, existe buses

pequeños, los cuales sirven el servicio hacia los caseríos Chilley y Panec, saliendo 15 minutos entre uno y otro.

1.1.1.6. Actividad económica

San Cristóbal Verapaz, se caracteriza por tener muchos artesanos, trabajadores en pieles y cueros, elaboración de calzado, cinchos, entre otros. Haciendo al municipio muy productivo en este tipo de actividades. En la salida del municipio por la carretera 7W se encuentra instalada la fábrica de calzado Cobán, que provee de empleos a muchos de sus habitantes, así como de otros municipios cercanos. Los Caseríos Chilley y Panec se caracterizan por ser altamente comerciales, los pequeños artesanos, se dedican a la fabricación de cortes típicos y cinchos de cuero.

1.1.2. Aspectos sociales

A continuación, se describen los aspectos sociales principales del municipio de San Cristóbal Verapaz.

1.1.2.1. Demografía

El municipio de san Cristóbal Verapaz está dividido de la siguiente forma: 50.64 % son mujeres y el 49.36 % son hombres, dividiéndose en el municipio con el 62 % en el área rural y el 38 % en el área urbana. En el municipio se hablan tres idiomas Poqomchi', Q'eqchi' y castellano, pero el idioma predominante es el Poqomchi'. Pero en su mayoría dominan en cierto porcentaje el idioma Q'eqchi', lo que permite tener acceso al comercio con la cabecera departamental, por lo que se crea un vínculo comercial grande. En Chilley y Panec, los pobladores se

identifican como indígenas Poqomchiees, por lo que predomina este grupo étnico, así como su idioma.

1.1.2.2. Religión

El municipio de San Cristóbal Verapaz tiene distintos grupos religiosos, los cuales se congregan en distintos puntos y días en el área urbana y rural, dentro de dichos grupos se cuentan con la religión católica, evangélica, mormona, Testigos de Jehová, y adventista, pero predomina la católica. En el Caserío Chilley, existe una sola iglesia evangélica y una católica, por lo que la población está dividida en dos grupos religiosos. En el caso de Panec, existe solo una iglesia evangélica, por lo que, en este sector, predomina más la religión evangélica.

1.1.2.3. Población

La población total del municipio hasta el año 2,002 asciende a 43,336 habitantes: 21,352 hombres y 21,984 mujeres; la distribución de la población se detalla en la tabla siguiente de acuerdo con la edad y al grupo étnico.

Tabla 1.

Población de San Cristóbal Verapaz

GRUPOS POR EDAD				GRUPO ÉTNICO	
0-6	7-14	15-64	65 y más	Indígena	No indígena
10 315	9 660	21 780	1 581	37 837	5 499
TOTAL	43 336			43 336	

Nota. Situación poblacional en San Cristóbal Verapaz. Adaptado de INE (2002). *Censo Nacional*. (p. 2). Instituto Nacional de Estadística.

Con relación a la población económicamente activa, según el Censo de Población y Habitación del año 2 002, la población masculina es de 9 172 y 2 344 la femenina.

1.1.2.4. Educación

El sector educación está cubierto por todos los niveles, desde educación preprimaria, primaria, básico y nivel universitario (en algunos sectores del área privada). En el caserío chilley existe una escuela rural mixta, a nivel escolar. Mas no así nivel básico. En el caserío Panec, no se cuenta con ningún nivel escolar, debido a su cercanía con el casco urbano.

1.2. Diagnóstico de necesidades en infraestructura, servicios básicos y saneamiento de los caseríos Chilley, Panec y aldea La Reforma

Se visitó las comunidades antes mencionadas, y se verifico que ambas cuentan con energía eléctrica, siendo este servicio el único con el que cuentan. No existe servicio de alcantarillado sanitario, extracción de basura, entre otros. Dichas comunidades están cubiertas por el sistema educativo nacional. A continuación, se muestran algunas necesidades más importantes con las que no se cuentan.

Tabla 2.*Necesidades observadas en el área de influencia*

No.	NECESIDADES	CASERÍOS CHILLEY, PANEC	ALDEA REFORMA	LA
1	ALCANTARILLADO SANITARIO	NO	NO	
2	RECOLECCIÓN DE BASURA	NO	NO	
3	AGUA POTABLE	SI	SI	
4	CARRETERA PAVIMENTADA	NO	NO	
5	ENERGÍA ELÉCTRICA	SI	SI	

Nota. Principales necesidades básicas en áreas de estudio. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

1.2.1. Descripción de necesidades

En el anterior cuadro se muestran los servicios que se tiene y con cuáles no. De esta manera se puede notar claramente que el sistema de alcantarillado sanitario es básico o fundamental para lograr una mejor calidad de vida de cada uno de sus habitantes, evitando enfermedades digestivas en menores de edad, haciendo entonces que este servicio sea que se le priorice para su respectivo diseño. Respecto a los otros servicios, por ser ya cubiertos, no se necesita priorizar.

- Alcantarillado sanitario: a pesar de que el casco urbano cuenta con alcantarillado sanitario, es importante que las áreas rurales, en las que se puedan desarrollar estos proyectos, sean proyectos que cumplan con todas las condiciones requeridas para su ejecución.
- Centros educativos: si bien es cierto que la municipalidad actualmente viene construyendo escuelas e institutos básicos, es necesario que las

escuelas de las áreas rurales sean remodeladas en su totalidad. Las escuelas del área urbana necesitan que el techo sea reemplazado por uno nuevo.

- Caminos vecinales: la municipalidad está desarrollando proyectos de mejoramiento de caminos vecinales en algunas comunidades y aldeas, pero por falta de presupuesto, se necesitan cubrir más espacios todavía. Si no se puede con concreto, se recomienda empedrados.
- Apertura de carreteras: para que exista más desarrollo, es necesario seguir aperturando más carreteras para que las poblaciones acorten distancias para llegar a la cabecera municipal, o comunicarse entre aldeas.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

La priorización de las necesidades se hizo en base a los criterios que las autoridades municipales y COCODES definieron.

- Alcantarillados sanitarios
- Centros educativos
- Caminos vecinales
- Aperturas de carreteras

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para los caseríos Chilley y Panec, del municipio de San Cristóbal Verapaz

A continuación, se presenta la descripción del diseño de alcantarillado sanitario en los caseríos Chilley y caserío Panec, del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para los caseríos Chilley y Panec, ya que ambos caseríos carecen de este. Actualmente las aguas negras corren a flor de tierra, exponiendo a los habitantes a que se puedan enfermar por la contaminación de estas aguas, provocando problemas gastrointestinales, y otras enfermedades derivado de dicha problemática. Chilley y Panec no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que en la oficina de dirección municipal de planificación se designó estos dos caseríos como propuesta, y debido a las necesidades básicas y elementales del saneamiento, se diseñará el sistema consistente en red de alcantarillado, con tubería tipo pvc, pozos de visita, y sus respectivas conexiones domiciliarias. Estos proyectos se conectarán a sistemas existentes. Para ambos caseríos se hace factible dicho diseño ya que la topografía lo permite perfectamente, siempre y cuando los parámetros y normas mínimas de diseño se cumplan, se considera el diseño para este efecto. El proyecto en sí, inicia desde la parte alta y terminara en un ramal ya existente cerca del hospital o centro de atención permanente CAP.

Teniendo en consideración lo anterior, se tiene una población actual de 666 habitantes, con una densidad de habitantes por vivienda de 6 habitantes y una tasa de crecimiento de 3 % (recomendada por la municipalidad de San Cristóbal Verapaz).

2.1.2. Levantamiento topográfico

La topografía es una rama importante de la ingeniería, ya que por medio de esta se pueden determinar las condiciones o características del lugar o la descripción del lugar donde se pretende diseñar, todo esto tiene por objeto la representación gráfica de la superficie, con todas sus formas, detalles, naturales o artificiales.

2.1.2.1. Altimetría

Para este caso, se realizó un levantamiento topográfico de primer orden, ya que se trata de un alcantarillado sanitario, se requiere de datos exactos y precisos, para lograr obtener un mejor diseño, con base a este, se obtienen las cotas o perfil del terreno, y a partir de puntos de referencia que son puntos conocidos. Este levantamiento, se realizó con una estación total marca Target, un prisma, un estadal, cinta métrica y una plomada.

2.1.2.2. Planimetría

Este trabajo consiste en ubicar una red principal por donde pasará el sistema de alcantarillado sanitario, es importante hacer un recorrido a pie, a lo largo de todo el proyecto, esto ayudará a tener una mejor idea de lo que se puede presentar en campo y así poder ubicar los respectivos pozos de visita, así como los posibles puntos donde se requiera la entrada y salida del sistema. También

es importante resaltar que el sistema, se unirá a un alcantarillado ya existente en la parte baja. Este levantamiento, se realizó con una estación total marca Target, un prisma, un estadal, cinta métrica y una plomada. Con la información topográfica obtenida de campo se elaboraron los planos topográficos correspondientes, en plata general y perfiles.

2.1.3. Diseño del sistema

El sistema de alcantarillado sanitario para los caseríos Chilley, Panec, del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz, el cual será diseñado con las normas y especificaciones técnicas del INFOM con tubería tipo PVC ASTM F-949. (AMANCO, S. A., 2007). El alcantarillado será calculado con un periodo de diseño de 33 años, con una dotación de 150 l/hab./d, con el factor de retorno de 75 %, tanto la dotación y el factor de retorno son los recomendados por la municipalidad de San Cristóbal Verapaz (Pérez, 2022).

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Para determinar entre un tiempo u otro, es de suma importancia tomar en cuenta el tiempo de vida útil de los distintos materiales a utilizar, así como los posibles daños que se le pueden causar a todo el sistema, esto debido al tipo de suelo, topografía del lugar (que incide directamente en la velocidad dentro de la tubería) clima, mantenimiento, así como posibles conexiones futuras al sistema por parte de vecinos que se puedan conectar.

2.1.3.2. Período de diseño

Es el tiempo en años para el cual el sistema de alcantarillado sanitario funcionará eficientemente, está diseñado para determinado tiempo (vida útil), y pasado este tiempo es necesario un rediseño.

El periodo de diseño adoptado para este proyecto es de 33 años, dichos sistemas de alcantarillados están diseñados o proyectados para su buen “funcionamiento por un tiempo o periodo en años de 30 a 40 años, dependiendo de distintos puntos de vista o criterios del diseñador” (INFOM, 2001, p. 12). Para este caso, se utilizará un periodo de diseño de 33 años, según el manual del INFOM.

2.1.3.3. Población de diseño

Para determinar la población de diseño, se procedió a utilizar el método geométrico, tomando en cuenta la población actual en los caseríos, que tributarán de forma directa al sistema, así como su respectiva tasa de crecimiento del lugar.

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

Donde:

Pf: población futura

Pa: población actual

r: tasa de crecimiento

n: número de años

Cálculo de la población actual y futura del proyecto:

Número de viviendas: 111.000 viviendas

Densidad: 6 habitantes por vivienda

- Actual

$$No. Hab = 111.000 \text{ viviendas} * \left(6.000 \frac{hab}{viv} \right) = 666.000 \text{ hab}$$

- Futuro

$$P_f = (666.000 \text{ hab}) * (1 + 3.000 \%)^{33.000} = 1766.000 \text{ hab}$$

2.1.3.4. Dotación de agua potable

Respecto a la dotación de agua potable, se refiere a la cantidad de agua que se le ha asignado en un día a cada habitante. Esta es expresada en litros habitante por día (l/Hab/día). Dicha cantidad es determinada por el clima, las actividades productivas, servicios familiares, comunales, así como la presión del mismo. Este dato varía según la actividad que se tenga en cada vivienda, fabrica, centros de salud, comercios, iglesias, entre otros. Para este caso se utilizó una dotación de 150 lts/hab./día, información proporcionada por la municipalidad de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

2.1.3.5. Factor de retorno

En todas las viviendas, el agua tiene diferentes tipos de usos, estos usos han sido cuantificados o medidos por diferentes instituciones, los cuales han determinado en lo referente a todos los factores de consumo del agua como: lavado de ropa, utensilios, servicios sanitarios, bebidas, lavado de utensilios de cocina, todos estos están en su conjunto van dirigidas al sistema de alcantarillado sanitario.

Por lo que del total de agua que ingresa o se consume en una vivienda, aproximadamente un 70 % al 90 % va directo al sistema de alcantarillado sanitario. Por lo que se concluye que entre 10 % al 30 % de la dotación de agua es aprovechada al máximo en las distintas actividades. Para este diseño se utilizó un factor de retorno de 75 %.

2.1.3.6. Factor de Harmond

Como lo explica Cabrera (1989), conocido también como factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad, para cubrir a toda el área de influencia por donde pasará el sistema de alcantarillado, o población a servir. Es un factor que se incrementa en horas de alta utilización del alcantarillado u horas pico. Este factor es adimensional y está dada por:

$$FH = \frac{\sqrt{18+p}}{\sqrt{4+p}}$$

Donde:

P: es el número de población a servir, esta se expresa en miles de habitantes. Este valor de factor, se encuentra entre los valores de 1.5 a 4.5, todo esto, dependiendo del tamaño de la población.

FH: factor de Harmond.

- Cálculo del factor de Harmond actual y futuro del proyecto:

- Actual:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{666.000}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{666.000}{1\ 000}}} = 3.907$$

- Futuro:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{1766.000}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{1766.000}{1\ 000}}} = 3.627$$

2.1.3.7. Caudal sanitario

El caudal sanitario, se calcula para un tramo determinado, esto cumpliendo con los respectivos requerimientos concernientes a la velocidad y el tirante (Boj, 2011).

El caudal sanitario es uno de los elementos esenciales con el cual se realizará el diseño del sistema de alcantarillado, estará dado por la suma de:

- Caudal doméstico o domiciliar
- Caudal de infiltración
- Caudal de conexiones ilícitas
- Caudal comercial e industrial

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_i + Q_{c.i} + Q_{com} + Q_{ind}$$

Donde:

Qsan: caudal sanitario (L/s)

Qdom: caudal domiciliar (L/s)

Qi: caudal de infiltración (L/s)

Q c.i.: caudal de conexiones ilícitas (L/s)

Qcom: caudal comercial (l/s)

Qind: caudal industrial (l/s)

2.1.3.7.1. Caudal domiciliar

El Caudal domiciliar está dado por toda la cantidad de agua utilizada en las distintas actividades del ser humano dentro de una vivienda, establecimiento industrial, comercial, entre otros. Y que es depositado y conducido a lo largo de la red de alcantarillado, este está relacionado con la dotación de suministro de agua potable. Por lo tanto, el caudal domiciliar está relacionado directamente con el factor de retorno, que puede variar entre el 75 % al 90 %. Este dado en litros por segundo.

$$Q_{dom} = \frac{(\text{Dot}) * (\text{poblacion}) * (\text{factor de retorno})}{86400 \text{ s/día}} = \text{lt/s}$$

Donde:

Dot: dotación seleccionada para el diseño del tramo es de 150.000 lts/hab/día.

población: población en el tramo.

factor de retorno: factor de retorno seleccionado para el diseño del tramo.

86400 s/día: 86400 segundos que tiene un día.

- Cálculo del caudal domiciliar actual y futuro del proyecto
 - Actual

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (666.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.867 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (1766.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 2.299 \text{ lts/s}$$

2.1.3.7.2. Caudal de infiltración

Se refiere a todo el caudal pluvial que ingresa por las alcantarillas y que se infiltra a los conductos del alcantarillado, provenientes de los pozos de visita y candelas o conexiones domiciliarias. Su dimensional es en litros por segundo.

Dicho caudal de infiltración está dado por:

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{L \text{ m}}{1000} + \frac{\text{numero de viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (DI) = \text{lts/s}$$

Donde:

L: longitud del tramo en metros

DI: diámetro interno de la tubería en pulgadas

"0.01 = factor de infiltración que indica el normativo de INFOM y recomendado por la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, para tuberías de PVC que están sobre el nivel freático" (INFOM, 2001, p. 14).

- Cálculo del caudal de infiltración actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{1,409.544 \text{ m}}{1000} + \frac{111.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (11.715")$$

$$Q_{inf} = 0.243 \text{ lts/seg}$$

- Futuro

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{1,409.544 \text{ m}}{1000} + \frac{294.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (11.715")$$

$$Q_{inf} = 0.372 \text{ lts/seg}$$

2.1.3.7.3. Caudal de conexiones ilícitas

Se refiere a la cantidad de agua de lluvia que es introducida al sistema de alcantarillado sanitario por medio de distintas conexiones de manera ilícita, esto quiere decir que los usuarios conectan las bajadas de agua de lluvia, introduciéndolas al sistema, todo esto provoca que dicho caudal dañe el sistema, provocando su deterioro. Se recomienda asumir un porcentaje desde 0.5 hasta 2.5 por ciento de toda el área total que puede conectarse al sistema. Para determinar este dato, se calcula por medio del método racional, que depende de: intensidad de la lluvia, el área de influencia del terreno y el coeficiente de esorrentia del suelo.

Para este caso, se utilizó las normas del INFOM (2001), que toma para las “conexiones ilícitas un 10 % del caudal domiciliar” (p.14). Si en cuyo caso no existiera un drenaje pluvial podría utilizarse un valor más alto.

$$Q_{c.i} = (0.10) * (Q_{\text{dom}}) = \text{lts/s}$$

Donde:

Q c.i.: caudal de conexiones ilícitas (l/s)

Q dom.: caudal domiciliar (l/s)

0.10: porcentaje que se aplica al caudal domiciliar según el reglamento de INFOM y recomendado por la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz.

- Cálculo del caudal conexiones ilícitas actual y futuro del proyecto
 - Actual

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.867 \text{ lts/s}) = 0.087 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{c.i} = (0.10) * (2.299 \text{ lts/s}) = 0.230 \text{ lts/s}$$

2.1.3.7.4. Caudal comercial e industrial

El caudal comercial e industrial, son todas aquellas aguas que son producidas por la actividad industrial y son depositadas en el sistema de alcantarillado sanitario. Es importante resaltar que no todas estas aguas pueden ser depositadas al alcantarillado sanitario, específicamente las que son producidas por las industrias químicas o farmacéuticas, ya que no es permitido por distintos químicos son depositados.

La dotación diaria para los comercios varía dependiendo del tipo de comercio desde 600 hasta 3,000 litros.

La dotación de agua para las industrias varía desde 1,000 hasta 18,000 litros diarios por industria.

Tabla 3.

Datos para cálculo caudal comercial

Servicio Público	Cantidad	Unidad	Dotación lts/und-día
Salón Municipal y/o Centro de Convergencia	75.000	m ²	10.000
Iglesias	50	personas	50

Nota. Cantidad de dotación asignada según necesidades en áreas destinadas para su uso. Adaptado de P. Aguilar (2007). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1.* (p. 88). A.P.

Cálculo de los caudales comerciales del proyecto:

$$Q_{com\ iglesia} = \frac{(50\ personas) * (50\ lts/und - día)}{86400\ seg/día} = 0.029\ lts/s$$

$$Q_{com\ salón\ municipal} = \frac{(75\ m^2) * \left(\frac{10\ lts/und - día}{1\ m^2}\right)}{86400\ seg/día} = 0.009\ lts/s$$

Debido a que en dichos caseríos no existe ningún tipo de actividad industrial, no se utilizó este tipo de caudal.

2.1.3.7.5. Factor de caudal medio

Se refiere a la suma de todos los caudales: domestico, infiltración, conexiones ilícitas y caudal comercial. Todos estos dividido por el número de habitantes. Este factor debe estar entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el resultado de esta operación da un valor menor a 0.002, se tomará 0.002, y si es mayor a 0.005, tomará 0.005. Puede ocurrir el caso en que el factor de caudal medio sea

mayor a 0.002, pero menor a 0.005, en este caso se tomará el resultado que se obtenga por medio de la ecuación del caudal medio:

$$f_{qm} \frac{Q \text{ sanitario}}{\text{No. habitantes}}$$

Donde:

Fqm = factor de caudal medio

Q sanitario = caudal sanitario (l/s)

No. Habitantes = número de habitantes acumulados del tramo (habitantes).

- Cálculo del caudal sanitario del proyecto

- Actual

$$Q_{san} = \left(0.867 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.243 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.087 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.029 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.009 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right)$$

$$Q_{san} = 1.235 \text{ lbs/s}$$

- Futuro

$$Q_{san} = \left(2.299 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.372 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.230 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.029 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right) + \left(0.009 \frac{\text{lbs}}{\text{s}}\right)$$

$$Q_{san} = 2.939 \text{ lbs/s}$$

- Cálculo del factor de caudal medio actual y futuro del proyecto

- Actual

FQM actual= 1.235 l/s / 666 habitantes

FQM actual= 0.00185 litros/habitante/segundo

$0.00185 \leq 0.002$

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

○ Futuro

FQM futuro= 2.939 l/s / 1766 habitantes

FQM futuro= 0.00166 litros/habitante/segundo

$0.00166 \leq 0.002$

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

2.1.3.7.6. Caudal de diseño

Este caudal es el que se calcula para cada tramo dentro de todo el sistema. Para este diseño se tiene que tomar en cuenta la velocidad y tirante, respecto a ciertos requerimientos.

Este caudal está dado por la suma de:

- Caudal doméstico
- Caudal de infiltración
- Caudal de conexiones ilícitas
- Caudal industrial y comercial (estos últimos dos, según las condiciones específicas para cada tipo de establecimiento industrial)

El caudal de diseño se calcula aplicando la ecuación siguiente;

$$Q_{dis} = (fqm) * (FH) * (\# Habitantes)$$

Donde:

Q_{dis} : caudal de diseño (L/s)

F_{qm} : factor de caudal medio

FH: factor de Harmond

(# Habitantes): número de habitantes del tramo, del cual se va a diseñar

- Cálculo del caudal de diseño actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{dis} = (0.002) * (3.907) * (666.000) = 5.204 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dis} = (0.002) * (3.627) * (1766.000) = 12.811 \text{ lts/s}$$

2.1.3.8. Selección de tipo de tubería

Según el *Manual de normas* del INFOM (2001), el tipo de tubería a utilizar dependerá del presupuesto y de factores técnicos y específicos que permitan la factibilidad de dicha tubería en las regiones o lugares determinados. Para este caso, se propone tubería tipo PVC, ya que las normas o manual del fabricante o proveedor permite manejar de mejor forma las velocidades dentro del sistema, esto debido a que la topografía del lugar es bastante pronunciada o quebrada, dando como resultado velocidades que sobrepasan las permitidas en los reglamentos de diseño (EMPAGUA O INFOM), en algunos tramos de tubería, por lo tanto, se descarta tubería de concreto (AMANCO. S.A., 2018).

Las tuberías ASTM F-949 I AASHTO M-304 son tubos de PVC de doble pared fabricados mediante el proceso de extrusión. Posee una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño estructural e hidráulico.

Se fabrican realizado con compuesto de PVC rígido bajo la celda de clasificación 12454 B I 12454 C en concordancia con la norma ASTM D-1784. Adicionalmente son fabricados bajo el estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas de la norma ASTM F-949 y de la AASTHTO M-304. Así mismo, la tubería PVC de doble pared para garantizar su hermeticidad entre la unión de tubo a tubo, entre tubo y accesorios, utiliza empaques de hule especialmente diseñados para cumplir ampliamente la norma ASTM F-477.

Una instalación adecuada es la que determina en mayor medida el comportamiento a largo plazo de cualquier tubería de drenaje, los procedimientos básicos y precauciones son de hecho muy similares a los de las tuberías de concreto y metálicas.

Se deberá apilar los tubos correctamente, de tal forma que quede un macho, luego una hembra luego otro macho, y así tratar de no estibar mucho peso sobre los tubos. Antes de bajar un tubo a una zanja hay que inspeccionarlo de tal forma. hay que descartar los que estén rotos o rajados.

La tubería PVC son tuberías flexibles que transfieren las cargas vivas y muertas a suelo circundante, por lo tanto, se requiere un cuidado especial en el encamado, relleno y compactación y en la selección de material de relleno.

Se debe colocar un hilo en la corona del tubo y pasar un escantillón para determinar el afinado de la zanja. Colocar el tubo de modo que toda su longitud

quede apoyada en el terreno del eje central de 0.05 metros por cada 100.00 metros de tubería instalada.

Los tubos y accesorios serán manejados cuidadosamente para evitar agrietamientos y roturas. Por ningún motivo las tuberías y accesorios se dejarán descargar volcados desde los camiones de transporte o al bajarlos a las zanjas.

El suministro comprende la adquisición de la tubería, cargue al vehículo de transporte, transporte hasta el sitio de la obra, almacenaje, transporte interno hasta el sitio de instalación.

Los tubos de PVC deben cumplir con las Normas indicadas en los planos o en el contrato del proyecto. Así como el diámetro debe ser el indicado en los mismos.

El supervisor exigirá la presentación por parte del Contratista Constructor el protocolo de calidad de las tuberías a instalar y la certificación del cumplimiento de las Normas.

Cada sección de tubería y cada accesorio deberán ser cuidadosamente inspeccionados por el residente y supervisor externo. Todas las piezas que se encuentren defectuosas. Antes de su colocación deberán ser reparadas o reemplazadas según lo ordene el Supervisor. Serán por cuenta del Contratista todos los gastos de reparación o de sustitución de tubos y accesorios que se dañen durante las operaciones de la colocación.

Las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente y montarse libres de aceite, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los

elementos. Las tuberías de PVC no deben arrastrarse ni dejarse caer el piso. En general se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes.

Las tuberías se colocarán exactamente en la posición indicada por las líneas pendientes mostradas en los planos o establecidos por el Residente.

Cuando se suspenda la colocación de tubería, las extremidades abiertas deberán cerrarse con un tapón a prueba de agua. y tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la flotación de la tubería en caso de que entre el agua a la zanja. El tapón deberá permanecer en su sitio hasta cuando el agua haya sido extraída de la zanja. No se permitirá dejar uniones sin terminar al suspender las Supervisiones externo. las condiciones de la zanja no sean adecuadas.

El Contratista, en general. seguirá las normas y recomendaciones del fabricante para la instalación de cada tipo de tubería, especialmente en lo que se refiere a la forma de ejecutar las uniones entre los tramos de tubería y con los accesorios.

Antes de bajar los tubos a las zanjas. el espigo y la campana deberán limpiarse, dejándolos libres de toda suciedad. Preferiblemente, el sentido de instalación se hará de aguas abajo hacia aguas arriba.

La tubería se alineará debidamente en la zanja para evitar toda posibilidad de contacto con las paredes de la misma. Tan pronto como se haya centrado el espigo en la campana del tubo colocado previamente, el espigo se forzará hasta su sitio por medio de gastos o polea diferencial de cadena.

Tan pronto como el tubo este en su lugar, se colocará y compactará el material de relleno hasta el medio diámetro de los tubos y por lo menos en una distancia igual a la mitad de la longitud del tubo.

2.1.3.9. Diseño de secciones y pendientes

A continuación, se presenta la descripción de los parámetros necesarios a tomar en cuenta para el diseño de secciones y pendientes del sistema de alcantarillado propuesto.

2.1.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas

Las velocidades dentro del sistema están directamente relacionadas con las pendientes con las que cuenta el sistema. Si la velocidad es mínima, esta puede ser condicionada por todo el tipo de materia orgánica que pueden sedimentarse debido al estancamiento de las aguas residuales. Este estancamiento se produce ya que la velocidad no es lo suficiente como para arrastrarlas, por lo tanto, estos materiales se irán acumulando hasta provocar tapones en distintos tramos del sistema.

Caso contrario con las velocidades máximas o altas, estas ocasionan algún tipo de daño al sistema por la erosión causada por la velocidad que lleva dentro del tubo.

La velocidad dentro del sistema está determinada por el tipo de pendiente que se tenga del terreno, el tipo de material y el diámetro de las tuberías a utilizar. Existe un rango de velocidades que debe cumplirse, esto para garantizar la

funcionalidad del sistema, y también para evitar taponamientos o desgaste debido a la erosión.

Tabla 4.

Velocidades máximas y mínimas

TIPO DE TUBERIA	VELOCIDAD MÍNIMA			VELOCIDAD MÁXIMA		
Concreto	0,60	m/s	(según	2,50	m/s	(según
	reglamento INFOM)			reglamento INFOM)		
PVC	0,60	m/s	(según	3,00	m/s	(según
	reglamento EMPAGUA)			reglamento EMPAGUA)		

Nota. Las velocidades máximas y mínimas dependen del normativo y el tipo de material a utilizar. Obtenido de INFOM (2001). *Normas generales para el diseño de alcantarillados.* (p.16). Instituto de Fomento Municipal.

Hay diseños donde no se logra cumplir con las velocidades recomendadas, esto debido a la topografía del lugar, por lo que se permite o es aceptable asumir otras velocidades, siempre y cuando sean comprobables por los fabricantes para que la tubería sea apta y los parámetros de los fabricantes lo permitan. Para el caso de Chilley y Panec, se utilizó tubería PVC ASTM F-949, permitiendo velocidades de más de 2.5 m/s en algunos tramos.

2.1.3.9.2. Cotas invert

Es la distancia que existe entre el nivel natural de la rasante del suelo respecto al nivel inferior de la tubería, se recomienda que dicha cota sea al menos igual al recubrimiento de la tubería. Estas cotas se calculan con base a la pendiente del terreno y la distancia horizontal entre un pozo y otro.

Para el cálculo de las cotas invert se deben seguir los siguientes criterios:

- La cota invert de salida de un determinado pozo debe ser colocado por lo menos tres centímetros más bajo que la cota invert de entrada o llegada de la tubería del sistema.
- Si el diámetro de la tubería que entra a un pozo es mayor al diámetro de la tubería que sale, la cota invert de salida deberá estar a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

Para poder calcular estas cotas, se debe tomar en consideración las ecuaciones que a continuación se describen:

$$CI = CTi - (Hmin + Et + \phi tub)$$

$$CTf = CTi - (DH * S \% terreno)$$

$$S \% terreno = \frac{CTi - CTf}{DH} * 100$$

$$CIE1 = CI - (DH * S \% tubo)$$

$$CIS2 = CIE1 - 0.03$$

Donde:

CI: cota invert inicial (m)

CTi: cota del terreno inicial (m)

CTf: cota del terreno final (m)

Hmin: altura mínima de pozo (m)

Et: espesor de tubería (m)

ϕ tubo: diámetro de tubería (m)

S %terreno: pendiente del terreno (en porcentaje)

CIE: cota invert de entrada (m)

CIS: cota invert de salida (m)

S %tubería: pendiente de la tubería (en porcentaje)

DH: distancia horizontal entre pozos (m)

INFOM (2001) también indica la forma de calcular las cotas invert y la altura de los pozos de visita por medio de las siguientes expresiones:

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

$$CIS_1 = CT_i - H_{\text{min}}$$

$$CIE_2 = CIS_1 - (DH * S \%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_2 = CIE_2 - \frac{v_{\text{entre 1-2}}^2}{2 * g}$$

$$CIE_3 = CIS_2 - (DH * S \%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_3 = CIE_2 - \frac{v_{\text{entre 2-3}}^2}{2 * g} \text{ (p.15)}$$

Donde:

CTi: cota de terreno inicial (m)

CTf: cota de terreno final (m)

Hmin: altura mínima de pozo (m)

S %terreno: pendiente del terreno (en porcentaje)

CIE: cota invert de entrada (m)

CIS: cota invert de salida (m)

S %tubo: pendiente de la tubería (en porcentaje)

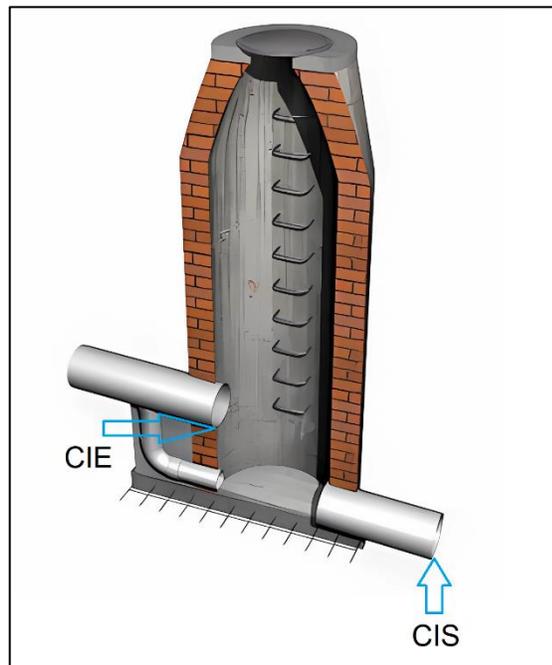
DH: distancia horizontal entre pozos (m)

v: velocidad a sección parcial que circula por el tramo de tubería (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Figura 2.

Cotas invert en pozo de visita



Nota. Las cotas invert de entrada como de salida dependerán de la información recabada en campo mediante topografía. Adaptado de CYPE, Ingenieros, S.A. (2023). *Pozo de visita, de mampostería de ladrillo.* (http://www.guatemala.generadordeprecios.info/imagenes3/uap_resalto_fabr_250_300_FC802EA7.jpg), consultado el 12 de octubre de 2022. De dominio público.

2.1.3.10. Especificaciones de pozos de visita

Las principales especificaciones para la construcción de los pozos de visita son las siguientes:

- La máxima distancia entre un pozo y otro debe ser de 100 metros

- La tapadera del pozo de visita puede ser de concreto armado o metálica, dependiendo el diseño y debe tener un diámetro mínimo de 0.60 m.
- El diámetro inferior del pozo (parte de abajo) varía entre uno a dos metros.
- Los pozos de visita deben ser construidos con suficiente espacio para que se pueda hacer la respectiva limpieza.
- Se recomienda que las conexiones de los tubos que entran y salen, se hagan de manera eficiente, todo dependerá del tipo de tubería a utilizar.

Los materiales de construcción de los pozos de visita de este proyecto se encuentran en Las Especificaciones técnicas físicas de los mismos los cuales se encuentran en la sección 2.1.3.10.1.

- Disipadores de energía

Los disipadores de energía están compuestos por estructuras que conducen el caudal de una determinada cota o nivel a uno inferior, lo cual implica el rompimiento del valor de la velocidad a casi cero, disipando la energía que acumuló en tramo o tramos anteriores el sistema, esto es de gran ayuda para el sistema en tramos en los que las pendientes son pronunciadas y la disipación de energía dentro del mismo sistema es necesaria, antes de la entrega final del caudal de salida, entre las desventajas está el desgaste prematuro de las obras accesorias como los pozos de visita, cajas, entre otros.

Técnicamente, el objeto de un disipador de energía como parte de un pozo de visita, es reducir considerablemente la energía cinética del flujo. Cuando en un pozo de visita la diferencia entre cotas invert de entrada y salida es alta se le

denomina como caída, en este caso es necesario colocar un artefacto de disipación de energía el cual permite reducir o restringir la energía cinética que produce la velocidad y la caída del flujo.

La importancia de los disipadores de energía dentro de los pozos de visita, es vital debido a la reducción de la velocidad del flujo es disminuida aproximadamente a cero, lo cual garantiza que las velocidades de diseño en cada tramo no sean sobrepasadas y con esto se evite la abrasión prematura de las tuberías.

Para el diseño de pozos con bandejas disipadoras se presentan una serie de casos según algunas condiciones geométricas de sistema de alcantarillados que debe cumplir para aplicar el caso que sea más eficiente particularmente en cada pozo de visita del sistema.

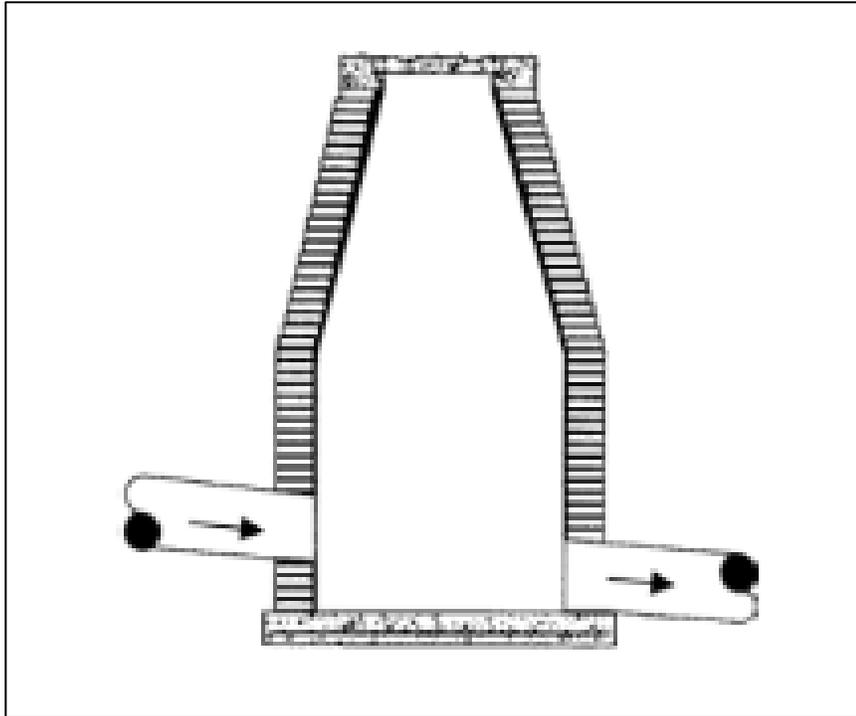
Se presentan los casos de disipadores de energía en sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial:

- Caso 1 ($0,03m \leq x \leq 0,25m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,03 y 0,25 metros, no es necesario ningún artefacto para la disipación de energía.

Figura 3.

Pozo sin artefacto disipador



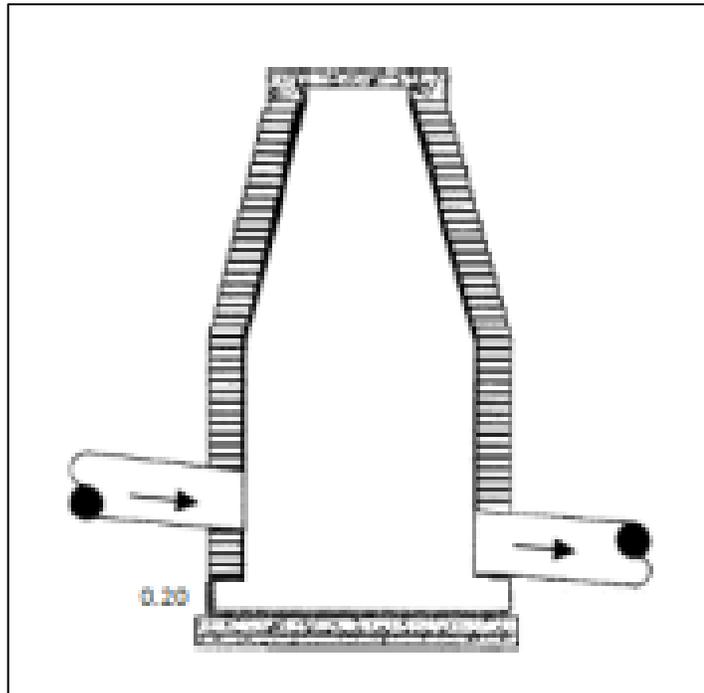
Nota. Al no contar con disipador de energía, el sistema se ve comprometido debido a la cantidad de energía acumulada en cada uno de los tramos y material acumulado en el fondo. Adaptado de DIGESBA (2001). *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado.* (p. 50). Génesis Publicidad e Impresión.

- Caso 2 ($0,26m \leq x \leq 0,75m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté entre 0,26 a 0,75 metros, se debe de dejar un colchón de agua, el cual consiste en dejar 20 centímetros a partir de parte inferior de la tubería de salida.

Figura 4.

Colchón de agua



Nota. Al contar con un colchón, las aguas acumuladas siguen su curso dentro del sistema por medio del rebalse. Adaptado de DIGESBA (2001). *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado.* (p. 50). Génesis Publicidad e Impresión.

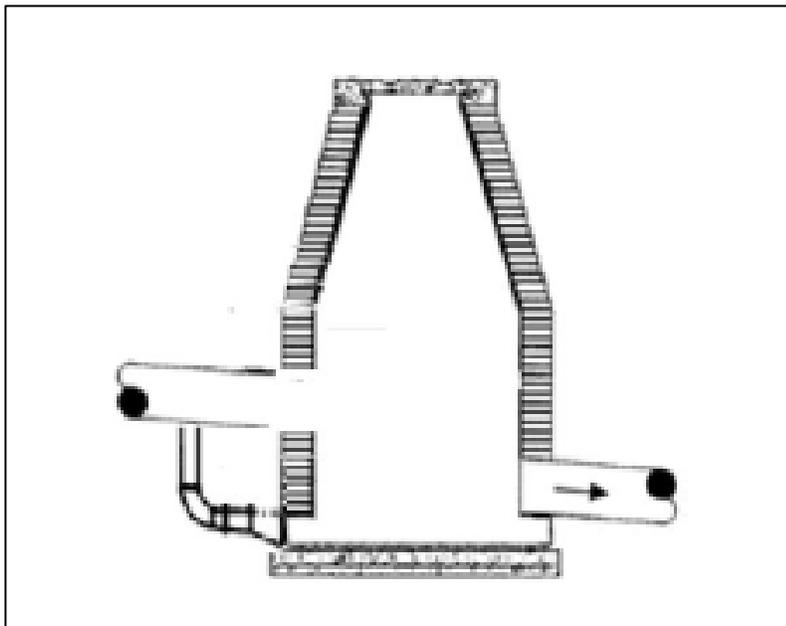
- Caso 3 ($0,76m \leq x \leq 2,00m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería en el rango de 0,76 a 2,0 metros, se debe de colocar un codo disipador a 90° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de disipador generalmente es más usado en sistemas de alcantarillado sanitario debido a que los diámetros tienden a ser menores que los diámetros de un sistema de alcantarillado pluvial ya que esto

conlleva al aumento de costos en cuanto a accesorios de diámetro grande y existencia de estos.

Figura 5.

Codo dissipador



Nota. Al agregar un codo a 90° se logra disipar la energía acumulada dentro del tramo. Adaptado de DIGESBA (2001). *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado.* (p. 50). Génesis Publicidad e Impresión.

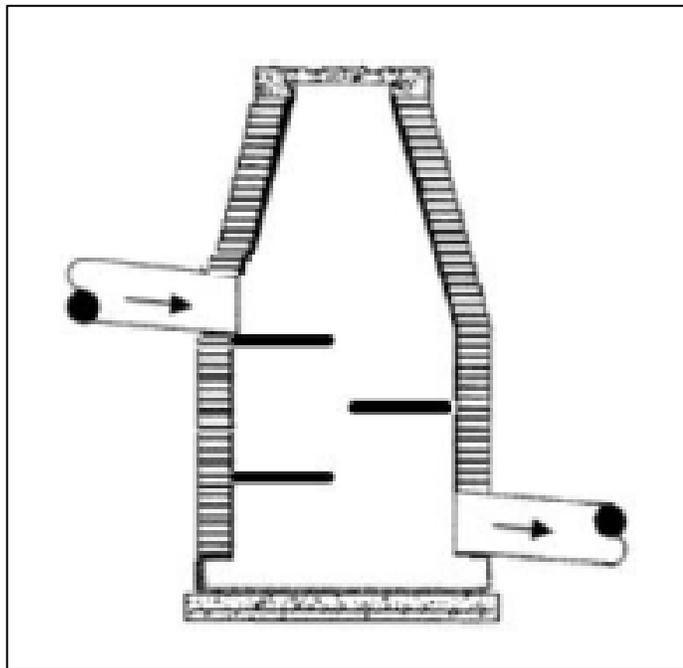
- Caso 4 ($2,01m \leq x \leq 6,00m$)

Cuando la diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2,0 metros a 6,0 metros, se deben de colocar bandejas con área igual a la mitad del diámetro del pozo, la separación está en función del caudal de entrada.

Este tipo de disipación es adecuado para sistemas de alcantarillado pluvial, debido al arrastre de sólidos, y aplica para el caso 3 en alcantarillado pluvial.

Figura 6.

Bandejas disipadoras



Nota. Disipador con bandejas, utilizado especialmente en alcantarillados pluviales. Adaptado de DIGESBA (2001). *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado.* (p. 50). Génesis Publicidad e Impresión.

2.1.3.10.1. Especificaciones técnicas físicas

- El pozo de visita deberá tener una altura de 1.40 m hasta 6.00 m

- La tapadera del pozo de visita, deberá reposar sobre un brocal, contruidos de concreto reforzado (ver planos en apéndice).
- Todos y cada uno de los pozos deberán de construirse de mampostería, utilizando ladrillo tipo tayuyo de 0.065 * 0.11 * 0.23 m. la colocación será levantada tipo punta.
- Las paredes internas de los pozos, deberán ser impermeabilizadas con un mortero de arena y cemento.
- Hasta el fondo del pozo (piso), deberá tener una losa de concreto reforzado de 0.15*1.90 m y deberá tener un pendiente o desnivel para que las aguas fluyan libremente y continua, evitando así que exista cualquier tipo de sedimentación.

En este proyecto no se incorporaron disipadores de energía, por no tener caídas mayores de 0.70 m.

2.1.3.11. Conexiones domiciliarias

Estas conexiones se realizan por medio de un tubo que en su interior lleva todas las aguas servidas que son desechas en una vivienda o en un edificio comercial al sistema de alcantarillado. Regularmente al construir el alcantarillado sanitario, se deja previsto una conexión en tipo Y o en T para cada una de las viviendas, o en el lugar donde se necesite conectarse al sistema.

Estas conexiones deben protegerse, tapándolas e impermeabilizándolas para evitar que aguas subterráneas o sedimentos puedan entrar por dichas conexiones.

La conexión en Y es más fácil de instalar en condiciones mucho más difíciles, sin embargo, esta conexión en T bien instalada es mucho más preferible que una en Y mal instalada. También se recomienda que en la conexión al colector principal sea realizada en la parte superior, esto para impedir que todas las aguas negras retornen por la conexión doméstica, esto puede suceder cuando el sistema está funcionando a su capacidad máxima.

En este proyecto se utilizó Tubo PVC 4" que sigue las especificaciones técnicas de tubería PVC norma ASTM F-949, así como Silleta "Y" de los siguientes diámetros: (6", 8", 10", 12") x 4" y para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

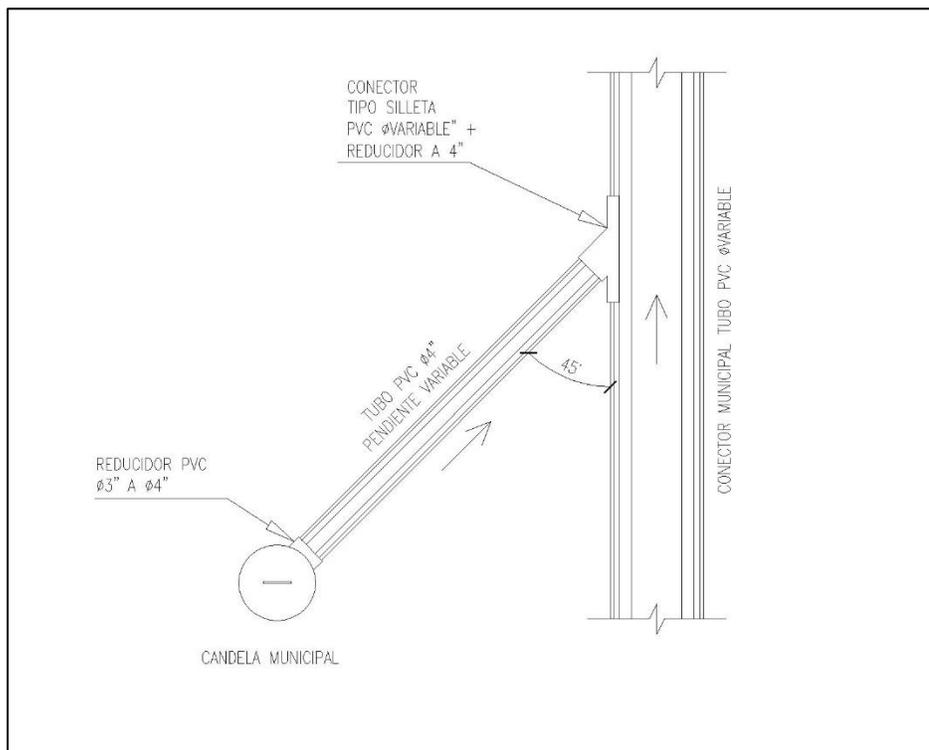
La conexión domiciliar está compuesta de los siguientes elementos:

- Caja o candela: es la estructura que recolecta las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Pueden construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Deben tener una tapadera para inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportada al colector, la altura mínima de la candela de 1 m.
- Tubería secundaria: es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Deberá utilizarse, para tubería PVC tubo de 4" y tubo de 6" si fuera de concreto, con pendiente mínima de 2 %, considerando las profundidades de instalación.

- Colector: se le llama así al conducto principal, generalmente se ubica en el centro edificaciones hasta su dispositivo final, para este proyecto una planta de tratamiento. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, comúnmente obligatorio, es subterráneo.

Figura 7.

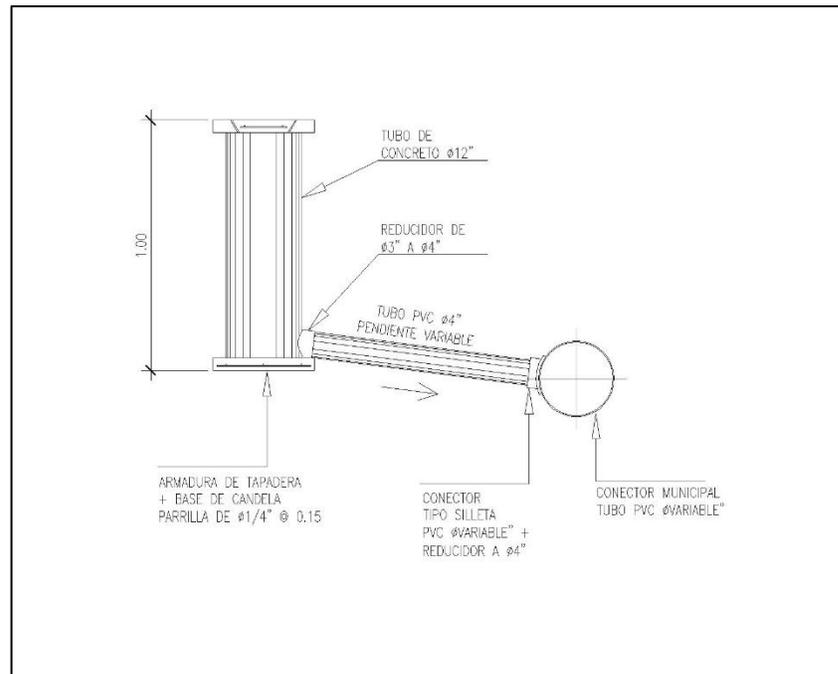
Conexión domiciliar



Nota. forma correcta de conexión domiciliar a colector principal Elaboración propia utilizando AutoCAD Civil3D 2017.

Figura 8.

Conexión domiciliar



Nota. Vista de elevación o perfil de la conexión domiciliar. Elaboración propia utilizando AutoCAD Civil3D 2017.

2.1.3.12. Profundidad de tubería

La cota invert es la que determina la profundidad a la cual debe quedar la tubería, tomando en cuenta el tipo de recubrimiento para que no se dañe la tubería debido al paso de vehículos y peatones, o por el contacto de algún objeto muy pesado.

Se recomienda una profundidad mínima de 1.20 metros en áreas de circulación de vehículos livianos a pesados. Podrá ser menor a esta, siempre y

cuando se esté seguro del tipo de circulación en dicha área, pero tomando en cuenta la circulación a futuro.

Tabla 5.

Profundidad mínima para tubería de concreto en metros

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano (menor a 2 toneladas)	1,11	1,17	1,22	1,28	1,34	1,40	1,49	1,65
Tránsito pesado (mayor a 2 toneladas)	1,31	1,37	1,42	1,48	1,54	1,60	1,69	1,85

Nota. Las profundidades de tuberías dependerán del diámetro. Adaptado de W. Arreaza (2011). *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* (p. 99). A.W.

Tabla 6.

Profundidad mínima para tubería de PVC en metros

Diámetros	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tránsito liviano (menor a 2 toneladas)	0,60	0,60	0,60	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Tránsito pesado (mayor a 2 toneladas)	0,90	0,90	0,90	1,10	1,10	1,20	1,20	1,20

Nota. Para tubería tipo PVC se utilizan los diámetros presentados. Adaptado de W. Arreaza (2011). *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* (p. 99). A.W.

- Anchos de zanja

Para determinar el ancho de zanja es necesario conocer: la profundidad de zanja, el diámetro de la tubería y el entibado. En la actualidad no existe normativo nacional que establezca un ancho de zanja para los proyectos de alcantarillado. Por lo tanto, es necesario acudir a tablas elaboradas en base a experiencias constructivas como la que se muestra a continuación.

Tabla 7.

Anchos de zanja mínimos

Diámetro de tubería en pulgadas	Anchos de zanja			
	Profundidad hasta 2,00 m	Profundidad hasta 2,00 m - 3,00 m	Profundidad hasta 3,00 m - 4,00 m	Profundidad hasta 4,00 m - 6,00 m
4	0.7	0.95	1.2	1.45
6	0.75	1	1.25	1.5
8	0.8	1.05	1.3	1.55
10	0.85	1.1	1.35	1.6
12	0.9	1.15	1.4	1.65
15	1	1.25	1.5	1.75
18	1.1	1.35	1.6	1.85
24	1.2	1.45	1.7	1.95

Nota. Los anchos de zanjas son en base a experiencia en campo y dependen de los criterios anteriores. Adaptado de W. Arreaza (2011). *Diseño del sistema de agua potable para el caserío El Barranco, cantón El Tablón y diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío El Pancá del municipio de Sololá del departamento de Sololá.* (p. 100). A.W.

Para este proyecto se incluyeron tuberías de los siguientes diámetros: 6", 8", 10", 12", cuyas profundidades varían desde 1.40 m hasta 4.03 m.

Tomando en cuenta que se consideró entibado, los anchos de zanja varían desde 0.75 m hasta 1.65 m.

- Volumen de excavación

El volumen de excavación representa la cantidad de material que se extraerá para colocar la tubería. Este depende de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja y la longitud existente entre pozos.

$$V_{exc} = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) * (DH) * (A_z)$$

Dónde:

Vexc: volumen de excavación (m3).

h1: altura de pozo aguas arriba (m).

h2: altura de pozo aguas abajo (m).

DH: distancia horizontal entre pozos (m).

Az: ancho de zanja (m).

- Volumen de relleno

El volumen de relleno representa la cantidad de material con la cual se recubre la tubería para que no quede expuesta a la intemperie, esto se realiza después de colocar la tubería. Este depende de la excavación entre pozos de visita, el área de la sección transversal de la tubería y la longitud existente entre pozos.

$$V_{relleno} = V_{exc} - ((A_{tub}) * (DH))$$

Dónde:

Vrelleno: volumen de relleno (m3).

Vexc: volumen de excavación (m3).

Atub: área de sección transversal de la tubería (m²).

DH: distancia horizontal entre pozos (m).

2.1.3.13. Principios hidráulicos

La gran mayoría de alcantarillados sanitarios son diseñados como canales abiertos, en cuyas tuberías circulan las aguas negras que son depositadas desde las viviendas o de cualquier lugar de uso comercial, oficinas públicas, hospitales, sanatorios, entre otros. Estas circulan por acción de gravedad y sin presión alguna, pues las aguas están en contacto con la atmosfera. El flujo de dichas aguas está determinado por el tipo de pendiente del canal y la superficie del material del cual está construido.

2.1.3.13.1. Ecuación de Manning

El análisis y la investigación del tipo de características de los flujos hidráulicos han permitido que todos los sistemas de alcantarillados sanitarios sean diseñados utilizando la ecuación de Manning, sobre todo en tuberías de PVC.

Las aguas negras en su intento de buscar el nivel que le permita circular, se inducen a un movimiento que se conoce como flujo por gravedad. Para este efecto se utiliza una constante c que depende de algunas constantes como el radio hidráulico, la pendiente y del tipo de coeficiente de rugosidad. Dicha ecuación es la siguiente:

$$c = \frac{1}{n} * Rh^{1/6}$$

Al sustituir en las ecuaciones de velocidad y caudal, se obtienen las ecuaciones más usadas para calcular los alcantarillados.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * s^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}} * A$$

Donde:

V: velocidad en flujo, en m/s

n: coeficiente de rugosidad de Manning, es adimensional. Se refiere a las características por dentro en la tubería, se utiliza para calcular las pérdidas por fricción de la tubería, en el caso de las tuberías tipo PVC se considera (0,09-0,11), Para efecto del diseño del proyecto, el factor de rugosidad (n) es 0,01, según especificaciones técnicas de tubería PVC norma ASTM F-949.

S: la pendiente del tubo, en porcentaje.

Rh: radio hidráulico, en m.

A: área de sección transversal del flujo o área que se moja, está dada en m²

2.1.3.13.2. Ecuación sección llena

Cualquier tipo de tubería tiene la capacidad de trabajar a sección llena y a sección parcialmente llena, o a la mitad, en este tipo de trabajos este es el más común, ya que el gasto nunca es de forma constante, lo cual incide directamente con una variación de la altura del flujo, que, a su vez, hace cambiar o variar el área transversal del líquido y la velocidad a la que circula.

$$c = \frac{d^2}{4} * \left\{ \frac{\pi \theta}{360} * \operatorname{sen} \frac{\theta}{2} \right\}$$

$$P = \frac{\pi * d * \theta}{360}$$

$$A = R * h * P$$

$$Rh = \frac{d}{4} \left[1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta} \right]$$

Para facilitar el cálculo de la velocidad a sección llena se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

V: velocidad a sección llena (m/s).

ϕ : diámetro de la tubería (pulg).

S: pendiente de la tubería (en porcentaje).

N: coeficiente de rugosidad de Manning.

- Ecuación de continuidad

La ecuación de la continuidad es definida teóricamente como una expresión que establece que: “el flujo de masa que pasa a través de una superficie cerrada debe ser igual a la disminución por unidad de tiempo, de la masa del fluido contenida en su interior”. Trasladando esto a términos aplicables

en ingeniería se establece una relación entre el caudal, la velocidad y el área de un conducto.

$$Q = V * A$$

Donde:

Q: caudal (l/s ó m³/s).

V: velocidad del flujo (m/s).

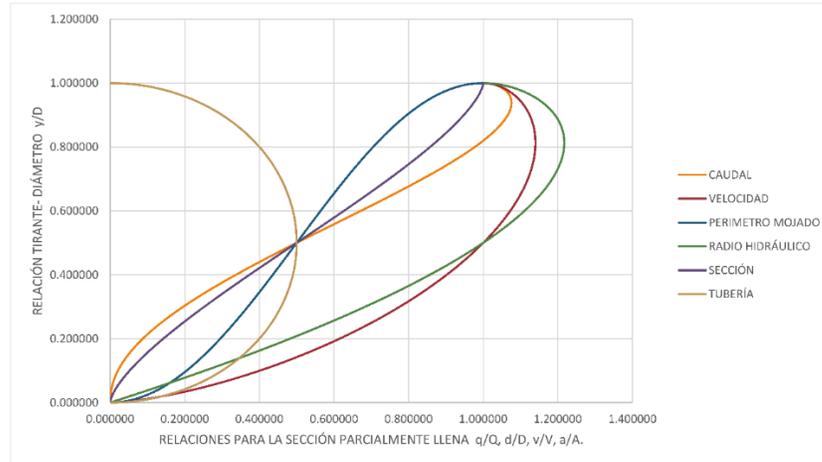
A: área de la sección transversal del conducto (m²)

2.1.3.13.3. Ecuación a sección parcialmente llena

En las tuberías que trabajan a sección parcialmente llenas, todos y cada uno de los cálculos hidráulicos y del área del flujo son demasiado laboriosos, y, por lo tanto, también los de la velocidad y el gasto. Debido a esto, para facilitar este cálculo y como parte de los métodos convencionales, se utilizó las tablas que han sido deducidas por medio de la ecuación de Manning, estas tablas vienen dadas por la curva de elementos hidráulicos.

Figura 9.

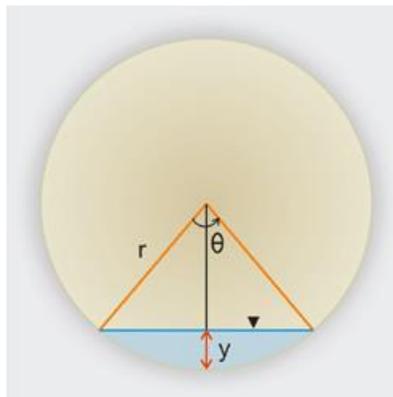
Curva de elementos hidráulicos



Nota. La curva de elementos hidráulicos permite utilizar los valores en las tablas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

Figura 10.

Descarga en una alcantarilla o tubo circular bajo presión atmosférica



Nota. Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena. Adaptado de V. Ponce (2022). *Cálculo del caudal en un tubo o alcantarilla circular.* (<https://ponce.sdsu.edu/canalenlinea03.php>), consultado el 22 de octubre de 2022. De dominio público.

2.1.3.13.4. Relaciones hidráulicas

Obtenidos todos estos datos, lo siguiente es encontrar la relación entre los gastos q/Q , caudal de diseño entre el caudal a sección llena, se debe de buscar o encontrar el valor en la tabla de relaciones hidráulicas de un alcantarillado de sección tipo circular, se obtienen los valores d/D , que es toda la profundidad del flujo o tirante, la relación v/V , la velocidad parcialmente llena se encuentra multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena.

En las tablas respectivas de relaciones hidráulicas de un alcantarillado a sección transversal de tipo circular, se puede observar que el tipo de velocidad máxima sucede cuando la profundidad del flujo o tirante es aproximadamente $0.8 D$, por lo que los tubos de los alcantarillados se diseñan para que este flujo máximo alcance una altura de 0.75 a $0.8 D$. eso lleva a normalizar que

$$0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,80$$

Donde:

d/D : diámetro a sección entre diámetro a sección llena.

2.1.3.13.5. Normas y especificaciones técnicas

El diseño de alcantarillado sanitario presentado en este informe se realizó por medio de las especificaciones técnicas del INFOM. Para el tipo de tubería, se tomaron en cuenta las normativas internacionales como ASTM, la tubería a utilizar es la ASTM F-949, esta tubería es de PVC.

Para que el sistema de alcantarillado sanitario pueda funcionar de forma correcta, y para que sea funcional se debe seguir todas las recomendaciones y normas que da el manual de diseño del INFOM, ya que dicho manual especifica las dimensiones máximas y mínimas, que afectan directamente el funcionamiento de dicho sistema. Respecto a los materiales, también recomienda verificar que se cumplan todas y cada una de las especificaciones de control de calidad, pues todos estos factores inciden en el funcionamiento correcto e incorrecto del sistema. De todo esto, depende el tiempo de vida útil, ya que, si es incorrecto, dicho tiempo de vida es reducido, incurriendo en gastos futuros de relación o de un nuevo sistema.

2.1.3.14. Ejemplo de diseño de un tramo

Resumen de parámetros adoptados en el diseño

Tipo de sistema empleado:	Alcantarillado sanitario
Tipo de conducción:	Por gravedad
Periodo de diseño:	33.000 años
Población actual:	666.000 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional:	3.000 %
Población futura:	1,766.000 habitantes
Cantidad de viviendas existentes:	111.000
Densidad de población:	6.000 hab. / vivienda
Dotación:	150.000 lts. / hab. / día
Factor de retorno:	0.750
Coeficiente de rugosidad para PVC:	0.010

Características que se deben conocer del tramo a diseñar:

Tabla 8.*Tramo a diseñar*

Tramo=	PV-1 A PV-2	
Número de tramo=	PRIMER RAMAL1	
Distancia (de borde a borde) =	18.251	metros
Número de casas en el tramo=	6.000	
Número de casas acumuladas (actualmente)=	6.000	
Número de casas acumuladas (futuro)=	16.000	
Densidad de vivienda=	6.000	habitantes/vivienda
Total, de habitantes a servir (Actualmente)=	36.000	habitantes
Total, de habitantes a servir (Futuro)=	95.000	habitantes
Cota del terreno Inicial PV=	200.643	metros
Cota del terreno Final PV=	199.545	metros
Diámetro de la tubería (interno)=	5.909	pulgadas
n=	0.010	
Hpozo inicial (aguas arriba) =	1.400	metros
Distancia entre Pozos de Visita=	19.451	metros
Factor de retorno:	0.750	
Velocidad de diseño:	0.60 < v < 2.50 m/s	
Tipo de tubería:	ASTM F-949	
Factor de caudal medio=	0.002	

Nota. Se presentan los principales datos para desarrollar el diseño del tramo en mención. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

- Ejemplo de cálculo entre PV-1 A PV-2
- Cotas de terreno

$$CT_{PV-1} = 200.643 \text{ m}$$

$$CT_{PV-2} = 199.545 \text{ m}$$

- Distancia entre pozos

$$DH = 18.251 \text{ m}$$

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{(200.643 - 199.545) \text{ m}}{18.251 \text{ m}} * 100 = 6.017 \%$$

- Número de viviendas

Tramo = 6.000 viviendas

Acumulado = 6.000 viviendas

- Número de habitantes

- Actual

$$No. Hab = 6.000 \text{ viviendas} * \left(6.000 \frac{hab}{viv} \right) = 36.000 \text{ hab}$$

- Futuro

$$P_f = (36.000 \text{ hab}) * (1 + 3.000 \%)^{33.000} = 95.000 \text{ hab}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes factores de Harmond.

- Actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{36.000}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{36.000}{1\,000}}} = 4.341$$

- Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{95.000}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{95.000}{1\,000}}} = 4.250$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales domiciliarios.

- Actual

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (36.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.047 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (95.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.124 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales de infiltración.

- Actual

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{18.251 \text{ m}}{1000} + \frac{6.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.003 \text{ lts/seg}$$

- Futuro

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{18.251 \text{ m}}{1000} + \frac{16.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.007 \text{ lts/seg}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales conexiones ilícitas.

- Actual

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.047 \text{ lts/s}) = 0.005 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.124 \text{ lts/s}) = 0.012 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen el siguiente caudal comercial.

$$Q_{com \text{ salón municipal}} = \frac{(75 \text{ m}^2) * \left(\frac{10 \text{ lts/und} - \text{ día}}{1 \text{ m}^2} \right)}{86400 \text{ seg/día}} = 0.009 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se calcula el caudal sanitario.

- Actual

$$Q_{san} = \left(0.047 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.005 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.003 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.009 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.000 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 0.063 \text{ lbs/s}$$

- Futuro

$$Q_{san} = \left(0.124 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.012 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.007 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.009 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.000 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 0.151 \text{ lbs/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes factores de caudal medio.

- Actual

FQM actual= 0.0634487296144389 l/s / 36 habitantes

FQM actual= 0.002 litros/habitante/segundo

$0.00176246471151219 \leq 0.002$

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro= 0.151499337947772 l/s / 95 habitantes

FQM futuro= 0.002 litros/habitante/segundo

$0.00159472987313444 \leq 0.002$

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Factor de caudal medio.

- Actual

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Caudal de diseño.

- Actual

$$Q_{dis} = (0.002) * (4.341) * (36.000) = 0.313 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dis} = (0.002) * (4.250) * (95.000) = 0.807 \text{ lts/s}$$

- Diámetro interno de tubería.

$$\varnothing_{\text{interno tubería}} = 5.909''$$

- Pendiente de tubería.

$$S_{\text{tubería}} = 6.020 \%$$

- Velocidad a sección llena.

$$V = \frac{0,03429 * (5.909")^{\frac{2}{3}} * (6.020/100)^{\frac{1}{2}}}{0.010} = 2.750 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena.

$$Q = \frac{\pi}{4} * (5.909 * 0.0254)^2 * \left(2.750 \frac{m}{s}\right) * \left(\frac{1000 \text{ lts}}{1 \text{ m}^3}\right)$$

$$Q = 48.653 \text{ lts/s}$$

- Relación de caudales.

- Actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.313}{48.653} = 0.006425$$

- Futuro

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.807}{48.653} = 0.016596$$

- Para encontrar los siguientes parámetros (d/D) y (v/V), se deben buscar las relaciones de caudal (q/Q) actual y futuro en las tablas de relaciones hidráulicas.

Si estos valores no se encuentran es necesario realizar una interpolación lineal de la siguiente forma:

- q/Q (actual) valor original obtenido= 0.006425

- q/Q (futuro) valor original obtenido= 0.016596

Tabla 9.

Relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.006350	0.057000	0.279709	0.022703
$q/Q(\text{actual})=0.006425$	$d/D(\text{actual})$	$v/V(\text{actual})$	$a/A(\text{actual})$
0.006590	0.058000	0.282879	0.023296

Nota. Relaciones hidráulicas del tramo (actual). Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

Tabla 10.

Relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.016336	0.089	0.372532	0.043851
$q/Q(\text{futuro})=0.016596$	$d/D(\text{futuro})$	$v/V(\text{futuro})$	$a/A(\text{futuro})$
0.016726	0.09	0.375193	0.044578

Nota. Relaciones hidráulicas del tramo (futuro). Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0.057000 + \left(\frac{0.006425 - 0.006350}{0.006590 - 0.006350} \right) * (0.058000 - 0.057000)$$

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0.057312$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0.089000 + \left(\frac{0.016596 - 0.016336}{0.016726 - 0.016336} \right) * (0.090000 - 0.089000)$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0.089666$$

- Relaciones de diámetros a utilizar

- Actual

$$\frac{d}{D} = 0.057$$

- Futuro

$$\frac{d}{D} = 0.090$$

- Relación de velocidades (se calculan de la misma manera que la relación de diámetros).

$$\frac{v}{V} actual = 0.279709 + \left(\frac{0.006425 - 0.006350}{0.006590 - 0.006350} \right) * (0.282879 - 0.279709)$$

$$\frac{v}{V} actual = 0.280698$$

$$\frac{v}{V} futuro = 0.372532 + \left(\frac{0.016596 - 0.016336}{0.016726 - 0.016336} \right) * (0.375193 - 0.372532)$$

$$\frac{v}{V} futuro = 0.374303$$

- Relaciones de velocidades a utilizar

- Actual

$$\frac{v}{V} = 0.281$$

- Futuro

$$\frac{v}{V} = 0.374$$

- Velocidad de diseño

- Actual

$$v = (0.281) * \left(2.750 \frac{m}{s}\right) = 0.772 \text{ m/s}$$

$0.60 \leq 0.771902253535403 \leq 2.5 \text{ m/s}$, → SI CUMPLE

- Futuro

$$v = (0.374) * \left(2.750 \frac{m}{s}\right) = 1.029 \text{ m/s}$$

$0.60 \leq 1.02931205242178 \leq 2.5 \text{ m/s}$, → SI CUMPLE

- Cotas invert

- Cota invert de salida PV-1

CI Salida = 200.642837524 metros – 1.4 metros

CI Salida = 199.243 metros

- Cota invert de entrada PV-2

$$\text{CI Entrada} = 199.242837524 \text{ metros} - (18.250703315 \text{ metros} * 0.0602)$$

$$\text{CI Entrada} = 198.144 \text{ metros}$$

- Altura de pozos

Si se diera el caso en que se tenga un pozo al que entren varias tuberías se debe utilizar la cota invert de entrada más baja.

- Pozo de visita: PV-2

Hpozo aguas abajo

$$= 199.544723511 \text{ metros} - (198.144145184437 \text{ metros} - ((1.02931205242178 \text{ m/s})^2 / (2 * 9,81 \text{ m/s}^2)))$$

$$\text{Hpozo aguas abajo} = 1.455 \text{ metros}$$

- Pozo de visita: PV-1

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 200.642837524 \text{ metros} - 199.242837524 \text{ metros}$$

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 1.400 \text{ metros}$$

- Excavación

- Ancho de zanja obtenido de la tabla de anchos de zanja

$$A_z = 0.750 \text{ m}$$

- Volumen de excavación

$$V_e = \left(\frac{1.400 \text{ m} + 1.455 \text{ m}}{2} \right) * (19.451 \text{ m}) * (0.750 \text{ m})$$

$$V_e = 20.821 \text{ m}^3$$

- Relleno

- Volumen de relleno

$$\text{Área tubo} = (\pi/4) * (5.909 \text{ pulgadas} * (1 \text{ metro}/39,37 \text{ pulgadas}))^2$$

$$\text{Área tubo} = 0.018 \text{ m}^2$$

$$\text{Relleno} = (20.8213347720681 \text{ m}^3) - ((0.0176923407249699 \text{ m}^2) * (19.450703315 \text{ metros}))$$

$$\text{Relleno} = 20.477 \text{ m}^3$$

2.1.3.15. Propuesta de tratamiento

Para este sistema de alcantarillado, se conectará a una red existente. Razón por la cual no se incorpora a este trabajo el diseño de la planta de tratamiento.

2.1.3.16. Elaboración de planos

Los planos para este proyecto se encuentran la sección de apéndices y son los siguientes:

- Planta general
- Planta general de curvas de nivel
- Planta general densidad de vivienda
- Planta general de diseño hidráulico
- Planta-perfil de los ramales
- Detalles de conexiones domiciliarias y pozos de visita

2.1.3.17. Elaboración de presupuesto

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto del alcantarillado diseñado para los caseríos Chilley y Panec.

Tabla 11.*Resumen del presupuesto, alcantarillado sanitario, caserío Chilley y Panec*

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Q)	Precio renglón (Q)
1	Diseño de alcantarillado sanitario				
1.1	Trabajos preliminares				
1.1.1	Rótulo				
1.1.1.1	Rótulo de 1.22m * 2.44m	1	Und	Q 2,724.38	Q 2,724.38
1.1.2	Bodega				
1.1.2.1	Bodega	1	Glb	Q 3,374.62	Q 3,374.62
1.1.3	Transporte				
1.1.3.1	Transporte	80	Km	Q 72.57	Q 5,805.69
1.2	Alcantarillado sanitario				
1.2.1	Trazo, nivelación y replanteo				
1.2.1.1	Trazo, nivelación y replanteo	1,449.14	M	Q 9.89	Q 14,338.17
1.2.2	Movimiento de tierras				
1.2.2.1	Zanjeo				
1.2.2.1.1	Excavación con retroexcavadora para tubería de alcantarillado	5,120.86	M3	Q 89.90	Q 460,388.41
1.2.2.1.2	Relleno compactado en zanja con material propio	5,053.19	M3	Q 91.62	Q 462,993.37
1.2.2.2	Acarreo de materiales				
1.2.2.2.1	Acarreo de materiales	67.67	M3	Q 36.24	Q 2,452.23
1.2.3	Línea principal o colector general				
1.2.3.1	Tubería de pvc ø 6 pulgadas astm f-949	534.11	M	Q 223.98	Q 119,629.16
1.2.3.2	Tubería de pvc ø 8 pulgadas astm f-949	157.33	M	Q 332.21	Q 52,266.62
1.2.3.3	Tubería de pvc ø 10 pulgadas astm f-949	37.33	M	Q 558.98	Q 20,866.62
1.2.3.4	Tubería de pvc ø 12 pulgadas astm f-949	720.37	M	Q 685.85	Q 494,063.36
1.2.4	Conexiones domiciliarias				
1.2.4.1	Conexiones domiciliarias 6"x4"	40	Und	Q 1,803.45	Q 72,138.00

Continuación de la tabla 11.

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Q)	Precio renglón (Q)
1.2.4.2	Conexiones domiciliarias 8"x4"	18	Und	Q 2,113.89	Q 38,050.11
1.2.4.3	Conexiones domiciliarias 10"x4"	2	Und	Q 2,177.84	Q 4,355.68
1.2.4.4	Conexiones domiciliarias 12"x4"	53	Und	Q 2,245.26	Q 118,999.04
1.2.5	Pozos de visita				
1.2.5.1	Pozo de visita, profundidad de 1.20 - 2.50 metros, diámetro = 1.20 metros	17	Und	Q 6,817.48	Q 115,897.22
1.2.5.2	Pozo de visita, profundidad de 2.51 - 4.03 metros, diámetro = 1.20 metros	17	Und	Q15,824.43	Q 269,015.37
1.2.6	Obras complementarias				
1.2.6.1	Bajada de agua, tubería de pvc ø 6 pulgadas astm f-949	12	Und	Q 2,806.61	Q 33,679.32
1.2.6.2	Bajada de agua, tubería de pvc ø 8 pulgadas astm f-949	3	Und	Q 5,947.60	Q 17,842.79
1.2.6.3	Bajada de agua, tubería de pvc ø 10 pulgadas astm f-949	1	Und	Q 7,283.32	Q 7,283.32
1.2.6.4	Bajada de agua, tubería de pvc ø 12 pulgadas astm f-949	13	Und	Q 8,068.25	Q 104,887.28
Total					Q2,421,050.75

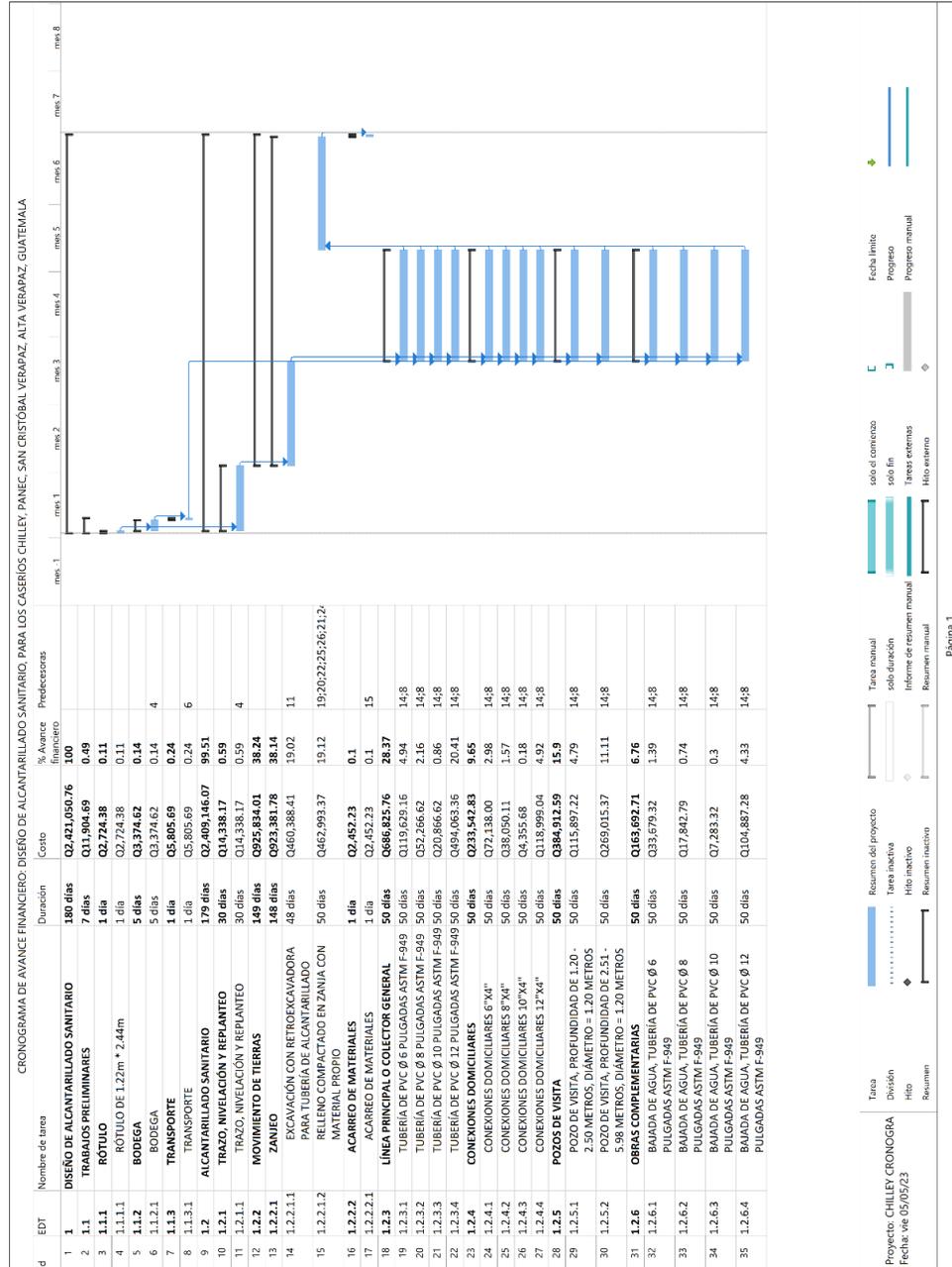
Nota. El presupuesto anterior está basado en los precios actualizados al momento del desarrollo del alcantarillado propuesto. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

2.1.3.18. Elaboración de cronograma

A continuación, se presenta el siguiente cronograma de avance de obra.

Figura 11.

Cronograma financiero, alcantarillado sanitario, caserío Chilly, Panec



Nota. El cronograma depende de la planificación del proyecto, situación climática, entre otros factores. Elaboración propia, realizado con Microsoft Project 2019.

2.1.3.19. Evaluación de impacto ambiental inicial

La evaluación de impacto ambiental para el diseño de alcantarillado sanitario, caserío Chilley, Panec, se encuentra en la sección de apéndices.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Reforma, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

A continuación, se presenta la descripción del diseño de alcantarillado sanitario en la aldea La Reforma, del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz.

2.2.1. Descripción del proyecto

El ejercicio técnico profesional consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Reforma, del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz.

La aldea La Reforma cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, pero éste no cubre en su totalidad toda la aldea, por lo que se considera el diseño para terminar de cubrir toda la aldea.

Teniendo en consideración lo anterior, se tiene una población actual de 354 habitantes, con una densidad de habitantes por vivienda de 6 habitantes y una tasa de crecimiento de 3 % (recomendada por la municipalidad de San Cristóbal Verapaz), por cual se tiene una población futura de 939 habitantes.

2.2.2. Levantamiento topográfico

A continuación, se presenta los principales aspectos topográficos que se tienen que realizar para la recopilación de datos necesarios para el desarrollo del diseño de alcantarillado propuesto.

2.2.2.1. Altimetría

Para este caso, se realizó un levantamiento topográfico de primer orden. Esta información se puede consultar en la sección 2.1.2.1.

2.2.2.2. Planimetría

Este trabajo consiste en ubicar la nueva red por donde pasara el sistema de alcantarillado sanitario. Hay que tomar en consideración que se pretende que esta nueva red se una y complemente la red de alcantarillado ya existente y así poder ubicar los respectivos pozos de visita, así como los posibles puntos donde se requiera la entrada y salida del sistema.

2.2.3. Diseño del sistema

El ejercicio técnico profesional consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Reforma, del municipio de San Cristóbal Verapaz, del departamento de Alta Verapaz, el cual será diseñado con las normas y especificaciones técnicas del INFOM (2001) con material tipo PVC ASTM F-949. “El alcantarillado será calculado con un periodo de diseño de 33 años, con una dotación de 150 l/hab/d, con el factor de retorno de 75 %” (p. 14), tanto la dotación y el factor de retorno son los recomendados por la municipalidad de San Cristóbal Verapaz.

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Para el caso de aldea La Reforma, se utilizará un sistema separativo; Al ya existir una red de alcantarillado en comunidad, se pretende ubicar los nuevos pozos de visita, así como la red principal, para poderse conectar de forma segura.

2.2.3.2. Periodo de diseño

Es el tiempo en años para el cual el sistema de alcantarillado sanitario está diseñado para determinado tiempo (vida útil), y pasado este tiempo es necesario un rediseño.

Dichos sistemas de alcantarillados están diseñados o proyectados para su buen funcionamiento por un tiempo o periodo en años de 30 a 40, dependiendo de distintos puntos de vista o criterios de diseñador. Teniendo en cuenta todos estos aspectos, y sumado el tema de la topografía, se espera que el sistema propuesto pueda funcionar o durar el tiempo utilizado en diseño propuesto.

El diseño del alcantarillado sanitario de la aldea La Reforma, se utilizó un periodo de 33 años, debido a las gestiones para obtener recursos económicos del gobierno por parte de la comuna san cristobalense, así como por las normas del INFOM (2001) que recomiendan un “periodo de entre 30 a 40 años y con los parámetros mínimos y máximos de los fabricantes de tubería tipo PVC” (p. 12).

2.2.3.3. Población de diseño

Para poder determinar la población de diseño, se procedió a utilizar el método geométrico, tomando en cuenta la población actual en la aldea, que

tributara de forma directa al sistema, así como su respectiva tasa de crecimiento del lugar.

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: Tasa de crecimiento.

n: Número de años.

- Cálculo de la población actual y futura del proyecto:

Número de viviendas: 59.000 viviendas

Densidad: 6 habitantes por vivienda

- Actual:

$$No. Hab = 59.000 \text{ viviendas} * \left(6.000 \frac{hab}{viv} \right) = 354.000 \text{ hab}$$

- Futuro:

$$P_f = (354.000 \text{ hab}) * (1 + 3.000 \%)^{33.000} = 939.000 \text{ hab}$$

2.2.3.4. Dotación de agua potable

Para este caso se utilizó una dotación de 150 lts/hab./dia.

2.2.3.5. Factor de retorno

Para este diseño se utilizó un factor de retorno de 75 %.

2.2.3.6. Factor de Harmond

Se aplica mismos conceptos que en la sección 2.1.3.6.

$$FH = \frac{\sqrt{18+p}}{\sqrt{4+p}}$$

Donde:

P: es el número de población a servir, esta se expresa en miles de habitantes. Este valor de factor, se encuentra entre los valores de 1.5 a 4.5, todo esto, dependiendo del tamaño de la población.

FH: factor de Harmond.

Cálculo del factor de Harmond actual y futuro del proyecto:

○ Actual:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{354.000}{1.000}}}{4 + \sqrt{\frac{354.000}{1.000}}} = 4.047$$

○ Futuro:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{939.000}{1.000}}}{4 + \sqrt{\frac{939.000}{1.000}}} = 3.817$$

2.2.3.7. Caudal sanitario

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_i + Q_{c.i} + Q_{com} + Q_{ind}$$

Donde:

Qsan: caudal sanitario (L/s).

Qdom: caudal domiciliar (L/s).

Qi: caudal de infiltración (L/s).

Q c.i.: caudal de conexiones ilícitas (L/s).

Qcom: caudal comercial (l/s).

Qind: caudal industrial (l/s).

2.2.3.7.1. Caudal domiciliar

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.1.

$$Q_{dom} = \frac{(\text{Dot}) * (\text{poblacion}) * (\text{factor de retorno})}{86400 \text{ s/día}} = \text{lts/s}$$

Donde:

Dot: dotación seleccionada para el diseño del tramo.

Población: población en el tramo.

Factor de retorno: factor de retorno seleccionado para el diseño del tramo.

86400 s/día: 86400 segundos que tiene un día.

- Cálculo del caudal domiciliar actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (354.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.461 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (939.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 1.223 \text{ lts/s}$$

2.2.3.7.2. Caudal de infiltración

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.2.

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{L \text{ m}}{1000} + \frac{\text{numero de viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (di) = \text{lts/s}$$

Donde:

L: longitud del tramo en metros.

Di: diámetro interno de la tubería en pulgadas.

“0.01= factor de infiltración que indica el normativo” (INFOM, 2001, p. 14), y recomendado por la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, para tuberías de PVC que están sobre el nivel freático.

- Cálculo del caudal de infiltración actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{522.7 \text{ m}}{1000} + \frac{59.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.026 \text{ lts/seg}$$

- Futuro:

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{522.7 \text{ m}}{1000} + \frac{156.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.060 \text{ lts/seg}$$

2.2.3.7.3. Caudal de conexiones ilícitas

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.3.

$$Q.c.i \frac{CIA}{360} * 10\ 000 = \text{lts/s}$$

Donde:

Q c.i.: caudal de conexiones ilícitas (L/s).

C: coeficiente de escorrentía del terreno.

I: intensidad de lluvia del Área (mm/hr).

A= área que se puede conectar ilícitamente (Ha).

Para este caso, se utilizó las normas del INFOM (2001) “que toma para las conexiones ilícitas un 10 % del caudal domiciliar” (p. 14). Si en cuyo caso existiera un drenaje pluvial podría utilizarse un valor más alto.

$$Q_{c.i} = (0.10) * (Q_{\text{dom}}) = \text{lts/s}$$

Donde:

Q c.i.: caudal de conexiones ilícitas (l/s).

Q dom.: caudal domiciliar (l/s).

0.10: porcentaje que se aplica al caudal domiciliar según el reglamento de INFOM y recomendado por la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz.

- Cálculo del caudal conexiones ilícitas actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.461 \text{ lts/s}) = 0.0461 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{c.i} = (0.10) * (1.223 \text{ lts/s}) = 0.1223 \text{ lts/s}$$

2.2.3.7.4. Caudal comercial e industrial

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.4.

$$Q_{com} = \frac{(Dot_{com}) * (\text{Número de comercios})}{86400 \text{ seg/día}} = \text{lts/s}$$

Donde:

Qcom: caudal comercial (l/s).

Dotcom: dotación comercial (l/comercio/día).

$$Q_{ind} = \frac{(Dot_{ind}) * (\text{Número de industrias})}{86400 \text{ seg/día}} = \text{lts/s}$$

Donde:

Qind: caudal industrial (l/s).

Dotind: dotación industrial (l/industria/día).

Debido a que en dicha aldea no existe ningún tipo de actividad comercial e industrial, no se realizó el cálculo de estos caudales.

2.2.3.7.5. Factor de caudal medio

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.7.5.

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

Donde:

Fqm = factor de caudal medio.

Q sanitario = caudal sanitario (l/s).

No. Habitantes = número de habitantes acumulados del tramo (habitantes).

- Cálculo del caudal sanitario del proyecto

- Actual

$$Q_{san} = \left(0.461 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.0461 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.026 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 0.533 \text{ lbs/s}$$

- Futuro

$$Q_{san} = \left(1.223 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.1223 \frac{lbs}{s}\right) + \left(0.060 \frac{lbs}{s}\right)$$

$$Q_{san} = 1.405 \text{ lbs/s}$$

- Cálculo del factor de caudal medio actual y futuro del proyecto:

- Actual

FQM actual= 0.533 l/s / 354 habitantes

FQM actual= 0.0015 litros/habitante/segundo

$$0.0015 \leq 0.002$$

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro= 1.405 l/s / 939 habitantes

FQM futuro= 0.0015 litros/habitante/segundo

$$0.0015 \leq 0.002$$

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

2.2.3.7.6. Caudal de diseño

Este caudal está dado por la suma de:

- Caudal doméstico
- Caudal de infiltración

- Caudal de conexiones ilícitas
- Caudal industrial y comercial (estos últimos dos, según las condiciones específicas para cada tipo de establecimiento industrial)

El caudal sanitario se multiplica por el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes del tramo de tubería que se está analizando. Con lo cual se obtiene el caudal de diseño del tramo de tubería que se está analizando.

$$Q_{dis} = (f_{qm}) * (FH) * (\# \text{ Habitantes})$$

Donde:

Q_{dis} : caudal de diseño (L/s).

f_{qm} : factor de caudal medio.

FH: factor de Harmond.

(# Habitantes): número de habitantes del tramo, del cual se va a diseñar.

- Cálculo del caudal de diseño actual y futuro del proyecto

- Actual

$$Q_{dis} = (0.002) * (4.047) * (354.000) = 2.865 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dis} = (0.002) * (3.817) * (939.000) = 7.169 \text{ lts/s}$$

2.2.3.8. Selección de tipo de tubería

Según el *Manual de normas* del INFOM (2001), el tipo de tubería a utilizar dependerá del presupuesto y de factores técnicos y específicos que permitan la factibilidad de dicha tubería en las regiones o lugares determinados. Para este caso, se propone tubería tipo PVC, ya que las normas o manual del fabricante o proveedor permite manejar de mejor forma las velocidades dentro del sistema, esto debido a que la topografía del lugar es bastante pronunciada o quebrada, dando como resultado velocidades que sobrepasan las permitidas en los reglamentos de diseño (EMPAGUA O INFOM), en algunos tramos de tubería, por lo tanto, se descarta tubería de concreto.

Las tuberías ASTM F-949 I AASHTO M-304 son tubos de PVC de doble pared fabricados mediante el proceso de extrusión. Posee una pared interna lisa y una pared externa corrugada, para óptimo desempeño estructural e hidráulico.

Se fabrican realizado con compuesto de PVC rígido bajo la celda de clasificación 12454 B I 12454 C en concordancia con la norma ASTM D-1784. Adicionalmente son fabricados bajo el estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas de la norma ASTM F-949 y de la AASTHTO M-304. Así mismo, la tubería PVC de doble pared para garantizar su hermeticidad entre la unión de tubo a tubo, entre tubo y accesorios, utiliza empaques de hule especialmente diseñados para cumplir ampliamente la norma ASTM F-477.

Una instalación adecuada es la que determina en mayor medida el comportamiento a largo plazo de cualquier tubería de drenaje, los procedimientos básicos y precauciones son de hecho muy similares a los de las tuberías de concreto y metálicas.

Se deberá apilar los tubos correctamente, de tal forma que quede un macho, luego una hembra luego otro macho, y así tratar de no estibar mucho peso sobre los tubos. Antes de bajar un tubo a una zanja hay que inspeccionarlo de tal forma. hay que descartar los que estén rotos o rajados.

La tubería PVC son tuberías flexibles que transfieren las cargas vivas y muertas a suelo circundante, por lo tanto, se requiere un cuidado especial en el encamado, relleno y compactación y en la selección de material de relleno.

Se debe colocar un hilo en la corona del tubo y pasar un escantillón para determinar el afinado de la zanja. Colocar el tubo de modo que toda su longitud quede apoyada en el terreno del eje central de 0.05 metros por cada 100.00 metros de tubería instalada.

Los tubos y accesorios serán manejados cuidadosamente para evitar agrietamientos y roturas. Por ningún motivo las tuberías y accesorios se dejarán descargar volcados desde los camiones de transporte o al bajarlos a las zanjas.

El suministro comprende la adquisición de la tubería, cargue al vehículo de transporte, transporte hasta el sitio de la obra, almacenaje, transporte interno hasta el sitio de instalación.

Los tubos de PVC deben cumplir con las Normas indicadas en los planos o en el contrato del proyecto. Así como el diámetro debe ser el indicado en los mismos.

El supervisor exigirá la presentación por parte del Contratista Constructor el protocolo de calidad de las tuberías a instalar y la certificación del cumplimiento de las normas.

Cada sección de tubería y cada accesorio deberán ser cuidadosamente inspeccionados por el residente y supervisor externo. Todas las piezas que se encuentren defectuosas. Antes de su colocación deberán ser reparadas o reemplazadas según lo ordene el Supervisor. Serán por cuenta del Contratista todos los gastos de reparación o de sustitución de tubos y accesorios que se dañen durante las operaciones de la colocación.

Las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente y montarse libres de aceite, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. Las tuberías de PVC no deben arrastrarse ni dejarse caer el piso. En general se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes.

Las tuberías se colocarán exactamente en la posición indicada por las líneas pendientes mostradas en los planos o establecidos por el Residente.

Cuando se suspenda la colocación de tubería, las extremidades abiertas deberán cerrarse con un tapón a prueba de agua. y tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la flotación de la tubería en caso de que entre el agua a la zanja. El tapón deberá permanecer en su sitio hasta cuando el agua haya sido extraída de la zanja. No se permitirá dejar uniones sin terminar al suspender las Supervisiones externo. las condiciones de la zanja no sean adecuadas.

El contratista, en general. seguirá las normas y recomendaciones del fabricante para la instalación de cada tipo de tubería, especialmente en lo que se refiere a la forma de ejecutar las uniones entre los tramos de tubería y con los accesorios.

Antes de bajar los tubos a las zanjas. el espigo y la campana deberán limpiarse, dejándolos libres de toda suciedad. Preferiblemente, el sentido de instalación se hará de aguas abajo hacia aguas arriba.

La tubería se alineará debidamente en la zanja para evitar toda posibilidad de contacto con las paredes de la misma. Tan pronto como se haya centrado el espigo en la campana del tubo colocado previamente, el espigo se forzará hasta su sitio por medio de gastos o polea diferencial de cadena.

Tan pronto como el tubo este en su lugar, se colocará y compactará el material de relleno hasta el medio diámetro de los tubos y por lo menos en una distancia igual a la mitad de la longitud del tubo.

2.2.3.9. Diseño de secciones y pendientes

A continuación, se presenta una descripción de los parámetros necesarios a tomar en cuenta para el diseño de secciones y pendientes del sistema de alcantarillado propuesto.

2.2.3.9.1. Velocidades Máximas y mínimas

Al no tener una velocidad mínima permitida, el sistema está comprometido, debido a que se puede tener acumulación de sedimentos por la falta de dicha velocidad mínima, caso contrario con las velocidades máximas o altas, estas puedan ocasionar algún tipo de daño al sistema debido a la erosión por la velocidad que lleva dentro del tubo.

Tabla 12.

Velocidades máximas y mínimas

TIPO DE TUBERIA	VELOCIDAD MÍNIMA	VELOCIDAD MÁXIMA
Concreto	0,60 m/s (según reglamento INFOM)	2,50 m/s (según reglamento INFOM)
P.V.C	0,60 m/s (según reglamento EMPAGUA)	3,00 m/s (según reglamento EMPAGUA)

Nota. Las velocidades máximas y mínimas dependen del normativo y el tipo de material a utilizar. Obtenido de INFOM (2001). *Normas generales para el diseño de alcantarillados.* (p.16). Instituto de Fomento Municipal.

2.2.3.9.2. Cotas invert

Se aplican mismos conceptos que en la sección 2.1.3.9.2.

Para poder calcular estas cotas, se debe tomar en consideración las ecuaciones que a continuación se describen:

$$CI = CTi - (Hmin + Et + \phi tub)$$

$$CTf = CTi - (DH * S \% terreno)$$

$$S \% terreno = \frac{CTi - CTf}{DH} * 100$$

$$CIE1 = CI - (DH * S \% tubo)$$

$$CIS2 = CIE1 - 0.03$$

Donde:

CI: cota invert inicial (m)

CTi: cota del terreno inicial (m)

CTf: cota del terreno final (m)

Hmin: altura mínima de pozo (m)

Et: espesor de tubería (m)

ϕ tubo: diámetro de tubería (m)

S %terreno: pendiente del terreno (en porcentaje)

CIE: cota invert de entrada (m)

CIS: cota invert de salida (m)

S %tubería: pendiente de la tubería (en porcentaje)

DH: distancia horizontal entre pozos (m)

INFOM (2001), también indica la forma de calcular las cotas invert y la altura de los pozos de visita por medio de las siguientes expresiones:

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

$$CIS_1 = CT_i - H_{\text{min}}$$

$$CIE_2 = CIS_1 - (DH * S \%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_2 = CIE_2 - \frac{v_{\text{entre 1-2}}^2}{2 * g}$$

$$CIE_3 = CIS_2 - (DH * S \%_{\text{tubo}})$$

$$CIS_3 = CIE_2 - \frac{v_{\text{entre 2-3}}^2}{2 * g} \text{ (p.16)}$$

Donde:

CTi: cota de terreno inicial (m)

CTf: cota de terreno final (m)

Hmin: altura mínima de pozo (m)

S %terreno: pendiente del terreno (en porcentaje)

CIE: cota invert de entrada (m)

CIS: cota invert de salida (m)

S %tubo: pendiente de la tubería (en porcentaje)

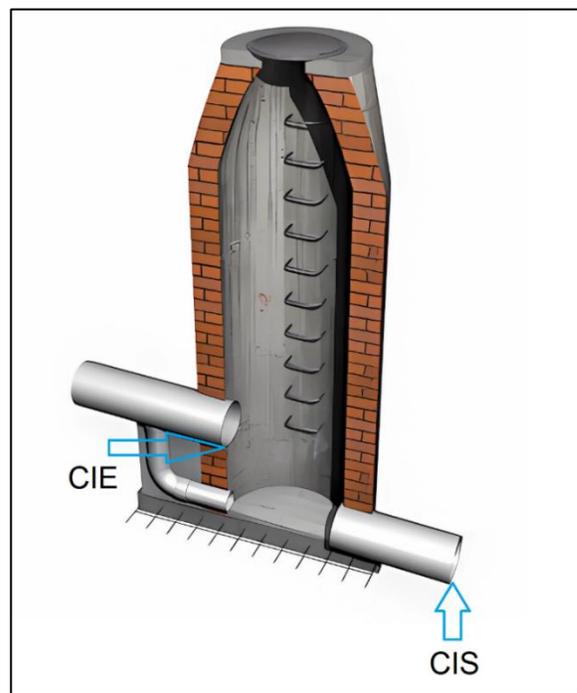
DH: distancia horizontal entre pozos (m)

v: velocidad a sección parcial que circula por el tramo de tubería (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Figura 12.

Cotas invert en pozo de visita



Nota. Las cotas invert de entrada, como de salida dependerán de la información recabada en campo mediante topografía. Adaptado de CYPE, Ingenieros, S.A. (2023). *Pozo de visita, de mampostería de ladrillo.* (http://www.guatemala.generadordeprecios.info/imagenes3/uap_resalto_fabr_250_300_FC802EA7.jpg), consultado el 12 de octubre de 2022. De dominio público.

2.2.3.10. Pozos de visita

Las principales especificaciones para la construcción de los pozos de visita son los siguientes:

2.2.3.10.1. Especificaciones de pozos de visita

Las principales especificaciones de los pozos de visita son las mismas que en la sección 2.1.3.10.

2.2.3.10.2. Especificaciones técnicas físicas

Las principales especificaciones técnicas de los pozos de visita son las mismas que en sección 2.1.3.10.1.

2.2.3.11. Conexiones domiciliarias

Ver especificaciones domiciliarias en sección 2.1.3.11.

2.2.3.12. Profundidad de tubería

Ver especificaciones de profundidades de tubería en sección 2.1.3.12.

- Anchos de zanja

El concepto de anchos de zanja se describe en sección 2.1.3.12.

Para este proyecto se incluyeron tuberías de los siguientes diámetros: 6", cuyas profundidades varían desde 1.40 m hasta 3.41 m.

Tomando en cuenta que se consideró entibado, los anchos de zanja varían desde 0.75 m hasta 1.25 m.

- Volumen de excavación

El volumen de excavación estará representado por las distintas alturas que se tengan de los pozos de visita para el diseño de alcantarillado de aldea La Reforma. La ecuación del volumen de excavación se describe en sección 2.1.3.12.

$$V_{exc} = \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right) * (DH) * (A_z)$$

Dónde:

V_{exc} : volumen de excavación (m^3).

h_1 : altura de pozo aguas arriba (m).

h_2 : altura de pozo aguas abajo (m).

DH: distancia horizontal entre pozos (m).

A_z : ancho de zanja (m).

- Volumen de relleno

Se aplican mismos conceptos que en sección 2.1.3.12.

$$V_{relleno} = V_{exc} - ((A_{tub}) * (DH))$$

Dónde:

V_{relleno} : volumen de relleno (m^3)

V_{exc} : volumen de excavación (m^3)

A_{tub} : área de sección transversal de la tubería (m^2)

DH: distancia horizontal entre pozos (m)

2.2.3.13. Principios hidráulicos

Los principios hidráulicos para este diseño, son los mismos que en sección 2.1.3.13.

2.2.3.13.1. Ecuación de Manning

El concepto de ecuación de Manning se describe en sección 2.1.3.13.1 y dicha ecuación es la siguiente:

$$c = \frac{1}{n} * Rh^{1/6}$$

Al sustituirla en las ecuaciones de velocidad y caudal, se obtienen las ecuaciones más usadas para calcular los alcantarillados.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * s^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * s^{\frac{1}{2}} * A$$

Donde:

V: velocidad en flujo, en m/s

n: coeficiente de rugosidad de Manning, es adimensional. Se refiere a las características por dentro en la tubería, se utiliza para calcular las pérdidas por fricción de la tubería, en el caso de las tuberías tipo PVC se considera (0,09-0,11), Para efecto del diseño del proyecto, el factor de rugosidad (n) es 0,01, según especificaciones técnicas de tubería PVC norma ASTM F-949.

S: la pendiente del tubo, en porcentaje.

Rh: radio hidráulico, en m.

A: área de sección transversal del flujo o área que se moja, está dada en m²

2.2.3.13.2. Ecuación sección llena

El concepto de la ecuación a sección llena, esta descrita en sección 2.1.3.13.2.

$$c = \frac{d^2}{4} * \left\{ \frac{\pi \theta}{360} * \operatorname{sen} \frac{\theta}{2} \right\}$$

$$P = \frac{\pi * d * \theta}{360}$$

$$A = R * h * P$$

$$Rh = \frac{d}{4} \left[1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2\pi\theta} \right]$$

Para facilitar el cálculo de la velocidad a sección llena se utiliza la siguiente expresión:

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

Donde:

V: velocidad a sección llena (m/s).

ϕ : diámetro de la tubería (pulg).

S: pendiente de la tubería (en porcentaje).

N: coeficiente de rugosidad de Manning.

Ecuación de continuidad

La ecuación de la continuidad esta descrita en sección 2.1.3.13.2, Ecuación de Continuidad. Y dicha ecuación es la siguiente:

$$Q = V * A$$

Donde:

Q: caudal (l/s ó m³/s).

V: velocidad del flujo (m/s).

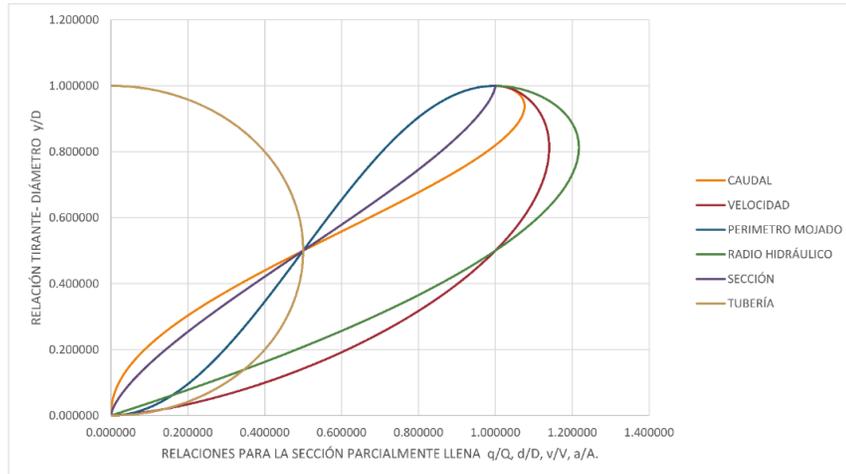
A: área de la sección transversal del conducto (m²).

2.2.3.13.3. Ecuación a sección parcialmente llena

Se aplican mismos conceptos que en sección 2.1.3.13.3

Figura 13.

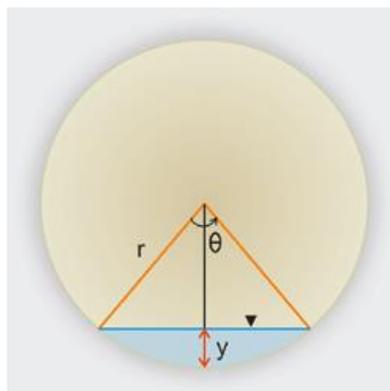
Curva de elementos hidráulicos



Nota. La curva de elementos hidráulicos permite utilizar los valores en las tablas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

Figura 14.

Descarga en una alcantarilla o tubo circular bajo presión atmosférica



Nota. Relación de diámetros, sección llena y parcialmente llena. Adaptado de V. Ponce (2022). *Cálculo del caudal en un tubo o alcantarilla circular.* (<https://ponce.sdsu.edu/canalenlinea03.php>), consultado el 22 de octubre de 2022. De dominio público.

2.2.3.13.4. Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas están descritas en sección 2.1.3.13.4

$$0.10 \leq \frac{d}{D} \leq 0.80$$

Donde:

d/D: diámetro a sección entre diámetro a sección llena.

2.2.3.13.5. Normas y especificaciones técnicas

El diseño propuesto presentado en este informe, se desarrolló por medio de las especificaciones técnicas del INFOM. Para el tipo de tubería, se tomaron en cuenta las normativas internacionales como ASTM, la tubería a utilizar es la ASTM F-949, esta tubería es de PVC.

Para que la red de alcantarillado sanitario pueda funcionar de forma correctamente, debe seguir todas las recomendaciones y normas que da el manual de diseño del INFOM.

2.2.3.14. Ejemplo de diseño de un tramo

Resumen de parámetros adoptados en el diseño

Tipo de sistema empleado:	Alcantarillado sanitario
Tipo de conducción:	Por gravedad
Tipo de red de distribución:	Ramales abiertos
Periodo de diseño:	33.000 años
Población actual:	354.000 habitantes

Tasa de crecimiento poblacional:	3.000 %
Población futura:	939.000 habitantes
Cantidad de viviendas existentes:	59.000
Densidad de población:	6.000 hab. / vivienda
Dotación:	150.000 lts. / hab. / día
Factor de retorno:	0.750
Coefficiente de rugosidad para PVC:	0.010

Características que se deben conocer del tramo a diseñar:

Tabla 13.

Tramo a diseñar

Tramo=	PV-1 A PV-2	
Número de tramo=	PRIMER RAMAL1	
Distancia (de borde a borde)=	74.900	metros
Número de casas en el tramo=	9.000	
Número de casas acumuladas (actualmente)=	9.000	
Número de casas acumuladas (futuro)=	24.000	
Densidad de vivienda=	6.000	habitantes/vivienda
Total de habitantes a servir (Actualmente)=	54.000	habitantes
Total de habitantes a servir (Futuro)=	143.000	habitantes
Cota del terreno Inicial PV=	1,459.620	metros
Cota del terreno Final PV=	1,457.580	metros
Diámetro de la tubería (interno)=	5.909	pulgadas
n=	0.010	
Hpozo inicial (aguas arriba)=	1.400	metros
Distancia entre Pozos de Visita=	76.100	metros
Factor de retorno:	0.750	
Velocidad de diseño:	0.60 < v < 2.50 m/s	
Tipo de tubería:	ASTM F-949	
Factor de caudal medio=	0.002	

Nota. Se presentan los datos principales para desarrollar el diseño del tramo en mención. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

- Ejemplo de cálculo entre PV-1 A PV-2

- Cotas de terreno

$$CT_{PV-1} = 1,459.620 \text{ m}$$

$$CT_{PV-2} = 1,457.580 \text{ m}$$

- Distancia entre pozos

$$DH = 74.900 \text{ m}$$

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{(1,459.620 - 1,457.580) \text{ m}}{74.900 \text{ m}} * 100 = 2.724 \%$$

- Número de viviendas

Tramo = 9.000 viviendas

Acumulado = 9.000 viviendas

- Número de habitantes

- Actual

$$No. Hab = 9.000 \text{ viviendas} * \left(6.000 \frac{hab}{viv} \right) = 54.000 \text{ hab}$$

- Futuro

$$P_f = (54.000 \text{ hab}) * (1 + 3.000 \%)^{33.000} = 143.000 \text{ hab}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes factores de Harmond.

- Actual

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{54.000}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{54.000}{1\,000}}} = 4.308$$

- Futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{143.000}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{143.000}{1\,000}}} = 4.198$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales domiciliare.

- Actual

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (54.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.070 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dom} = \frac{(150.000 \text{ lts/hab/día}) * (143.000 \text{ hab}) * (0.750)}{86400 \text{ s/día}} = 0.186 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales de infiltración.

- Actual

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{74.900 \text{ m}}{1000} + \frac{9.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.008 \text{ lts/seg}$$

- Futuro

$$Q_{inf} = (0.01) * \left(\frac{74.900 \text{ m}}{1000} + \frac{24.000 \text{ viviendas} * 6 \text{ metros}}{1000} \right) * (5.909")$$

$$Q_{inf} = 0.013 \text{ lts/seg}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes caudales conexiones ilícitas.

- Actual

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.070 \text{ lts/s}) = 0.007 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{c.i} = (0.10) * (0.186 \text{ lts/s}) = 0.0186 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se calcula el caudal sanitario.

- Actual

$$Q_{san} = \left(0.070 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right) + \left(0.007 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right) + \left(0.008 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right)$$

$$Q_{san} = 0.085 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{san} = \left(0.186 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right) + \left(0.0186 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right) + \left(0.013 \frac{\text{lts}}{\text{s}}\right)$$

$$Q_{san} = 0.218 \text{ lts/s}$$

- Para el tramo diseñado (PV-1 A PV-2) se tienen los siguientes factores de caudal medio.

- Actual

FQM actual= 0.084960451 l/s / 54 habitantes

FQM actual= 0.002 litros/habitante/segundo

0.00157334168518519 ≤ 0.002

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro= 0.217752509333333 l/s / 143 habitantes

FQM futuro= 0.002 litros/habitante/segundo

$0.00152274482051282 \leq 0.002$

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Factor de caudal medio.

- Actual

FQM actual a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Futuro

FQM futuro a usar= 0.002 litros/habitante/segundo

- Caudal de diseño.

- Actual

$$Q_{dis} = (0.002) * (4.308) * (54.000) = 0.465 \text{ lts/s}$$

- Futuro

$$Q_{dis} = (0.002) * (4.198) * (143.000) = 1.201 \text{ lts/s}$$

- Diámetro interno de tubería.

$$\phi_{\text{interno tubería}} = 5.909''$$

- Pendiente de tubería.

$$S_{\text{tubería}} = 2.700 \%$$

- Velocidad a sección llena.

$$V = \frac{0,03429 * (5.909'')^{\frac{2}{3}} * (2.700/100)^{\frac{1}{2}}}{0.010} = 1.842 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena.

$$Q = \frac{\pi}{4} * (5.909 * 0,0254)^2 * \left(1.842 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) * \left(\frac{1000 \text{ lts}}{1 \text{ m}^3}\right)$$

$$Q = 32.583 \text{ lts/s}$$

- Relación de caudales.

- Actual

$$\frac{q}{Q} = \frac{0.465}{32.583} = 0.014279$$

- Futuro

$$\frac{q}{Q} = \frac{1.201}{32.583} = 0.036846$$

- Para encontrar los siguientes parámetros (d/D) y (v/V), se deben buscar las relaciones de caudal (q/Q) actual y futuro en las tablas de relaciones hidráulicas. Si estos valores no se encuentran es necesario realizar una interpolación lineal de la siguiente forma:
 - q/Q (actual) valor original obtenido= 0.014279
 - q/Q (futuro) valor original obtenido= 0.036846

Tabla 14.

Relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.014098	0.083	0.356302	0.039568
q/Q(actual)=0.014279	d/D(actual)	v/V(actual)	a/A(actual)
0.014459	0.084	0.359039	0.040273

Nota. Relaciones hidráulicas del tramo (actual). Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

Tabla 15.

Relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.036715	0.131	0.475274	0.077251
q/Q(futuro)=0.036846	d/D(futuro)	v/V(futuro)	a/A(futuro)
0.0373	0.132	0.477526	0.078112

Nota. Relaciones hidráulicas del tramo (futuro). Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

$$\frac{d}{D} actual = 0.083000 + \left(\frac{0.014279 - 0.014098}{0.014459 - 0.014098} \right) * (0.084000 - 0.083000)$$

$$\frac{d}{D} actual = 0.083501$$

$$\frac{d}{D} futuro = 0.131000 + \left(\frac{0.036846 - 0.036715}{0.037300 - 0.036715} \right) * (0.132000 - 0.131000)$$

$$\frac{d}{D} futuro = 0.131223$$

- Relaciones de diámetros a utilizar.

- Actual

$$\frac{d}{D} = 0.084$$

- Futuro

$$\frac{d}{D} = 0.131$$

- Relación de velocidades (se calculan de la misma manera que la relación de diámetros).

$$\frac{v}{V} actual = 0.356302 + \left(\frac{0.014279 - 0.014098}{0.014459 - 0.014098} \right) * (0.359039 - 0.356302)$$

$$\frac{v}{V} actual = 0.357672$$

$$\frac{v}{V} futuro = 0.475274 + \left(\frac{0.036846 - 0.036715}{0.037300 - 0.036715} \right) * (0.477526 - 0.475274)$$

$$\frac{v}{V} futuro = 0.475776$$

- Relaciones de velocidades a utilizar

- Actual

$$\frac{v}{V} = 0.358$$

- Futuro

$$\frac{v}{V} = 0.476$$

- Velocidad de diseño

- Actual

$$v = (0.358) * \left(1.842 \frac{m}{s}\right) = 0.659 \text{ m/s}$$

0.60 ≤ 0.658707274102772 ≤ 2.5 m/s, → SI CUMPLE

- Futuro

$$v = (0.476) * \left(1.842 \frac{m}{s}\right) = 0.876 \text{ m/s}$$

0.60 ≤ 0.876213499493956 ≤ 2.5 m/s, → SI CUMPLE

- Cotas invert

- Cota invert de salida PV-1

CI Salida = 1459.62 metros – 1.4 metros

$$CI \text{ Salida} = 1,458.220 \text{ metros}$$

- Cota invert de entrada PV-2

$$CI \text{ Entrada} = 1458.22 \text{ metros} - (74.9 \text{ metros} * 0.027)$$

$$CI \text{ Entrada} = 1,456.198 \text{ metros}$$

- Altura de pozos

Si se diera el caso en que se tenga un pozo al que entren varias tuberías se debe utilizar la cota invert de entrada más baja.

- Pozo de visita: PV-2

Hpozo aguas abajo

$$= 1457.58 \text{ metros} - (1456.1977 \text{ metros}$$

$$- ((0.876213499493956 \text{ m/s})^2 / (2 * 9.81 \text{ m/s}^2)))$$

$$\text{Hpozo aguas abajo} = 1.421 \text{ metros}$$

- Pozo de visita: PV-1

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 1459.62 \text{ metros} - 1458.22 \text{ metros}$$

$$\text{Hpozo aguas arriba} = 1.400 \text{ metros}$$

- Excavación

- Ancho de zanja obtenido de la tabla de anchos de zanja

$$A_z = 0.750 \text{ m}$$

- Volumen de excavación

$$V_e = \left(\frac{1.400m + 1.421 m}{2} \right) * (76.100 m) * (0.750 m)$$

$$V_e = 80.517 m^3$$

- Relleno

- Volumen de relleno

$$\text{Área tubo} = (\pi/4) * (5.909 \text{ pulgadas} * (1 \text{ metro}/39,37 \text{ pulgadas}))^2$$

$$\text{Área tubo} = 0.018 m^2$$

$$\text{Relleno} = (80.516586983159 m^3) - ((0.0176923407249699 m^2) * (76.1 \text{ metros}))$$

$$\text{Relleno} = 79.170 m^3$$

2.2.3.15. Propuesta de tratamiento

Para este sistema de alcantarillado, se pretende que sea conectado a una red ya existente, la aldea La Reforma ya cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Razón por la cual no se incorpora a este trabajo el diseño de la planta de tratamiento.

2.2.3.16. Elaboración de planos

Los planos para este proyecto son los siguientes:

- Planta general

- Planta general de curvas de nivel
- Planta general densidad de vivienda
- Planta general de diseño hidráulico
- Planta-perfil de los ramales
- Detalles de conexiones domiciliarias y pozos de visita

Estos planos se pueden consultar en la sección de apéndices.

2.2.3.17. Elaboración de presupuesto

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto del alcantarillado diseñado para La aldea La Reforma.

Tabla 16.

Resumen del presupuesto, diseño de alcantarillado sanitario, aldea La Reforma

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Q)	Precio Renglón (Q)
1	Diseño de alcantarillado sanitario				
1.1	Trabajos preliminares				
1.1.1	Rótulo				
1.1.1.1	Rótulo de 1.22m * 2.44m	1	und	Q 2,724.38	Q 2,724.38
1.1.2	Bodega				
1.1.2.1	Bodega	1	glb	Q 3,374.62	Q 3,374.62
1.1.3	Transporte				
1.1.3.1	Transporte	40	Km	Q 72.57	Q 2,902.85
1.2	Alcantarillado sanitario				
1.2.1	Trazo, nivelación y replanteo				
1.2.1.1	Trazo, nivelación y replanteo	539.5	M	Q 9.89	Q 5,337.96
1.2.2	Movimiento de tierras				
1.2.2.1	Zanjeo				
1.2.2.1.1	Excavación con retroexcavadora para tubería de alcantarillado	1,275.22	m3	Q 89.90	Q 114,648.03
1.2.2.1.2	Relleno compactado en zanja con material propio	1,265.49	m3	Q 91.62	Q 115,949.23
1.2.2.2	Acarreo de materiales				
1.2.2.2.1	Acarreo de materiales	9.73	m3	Q 36.24	Q 352.60

Continuación de la tabla 16.

Ítem	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Q)	Precio Renglón (Q)
1.2.3	Línea principal o colector general				
1.2.3.1	Tubería de pvc ø 6 pulgadas astm f-949	539.5	m	Q 223.98	Q 120,836.41
1.2.4	Conexiones domiciliarias				
1.2.4.1	Conexiones domiciliarias 6"x4"	59	und	Q 1,803.45	Q 106,403.55
1.2.5	Pozos de visita				
1.2.5.1	Pozo de visita, profundidad de 1.20 - 2.50 metros, diámetro = 1.20 metros	11	und	Q 6,817.48	Q 74,992.32
1.2.5.2	Pozo de visita, profundidad de 2.51 - 3.41 metros, diámetro = 1.20 metros	4	und	Q 13,860.14	Q 55,440.57
1.2.6	Obras complementarias				
1.2.6.1	Bajada de agua, tubería de pvc ø 6 pulgadas astm f-949	10	und	Q 2,806.61	Q 28,066.10
Total					Q 631,028.59

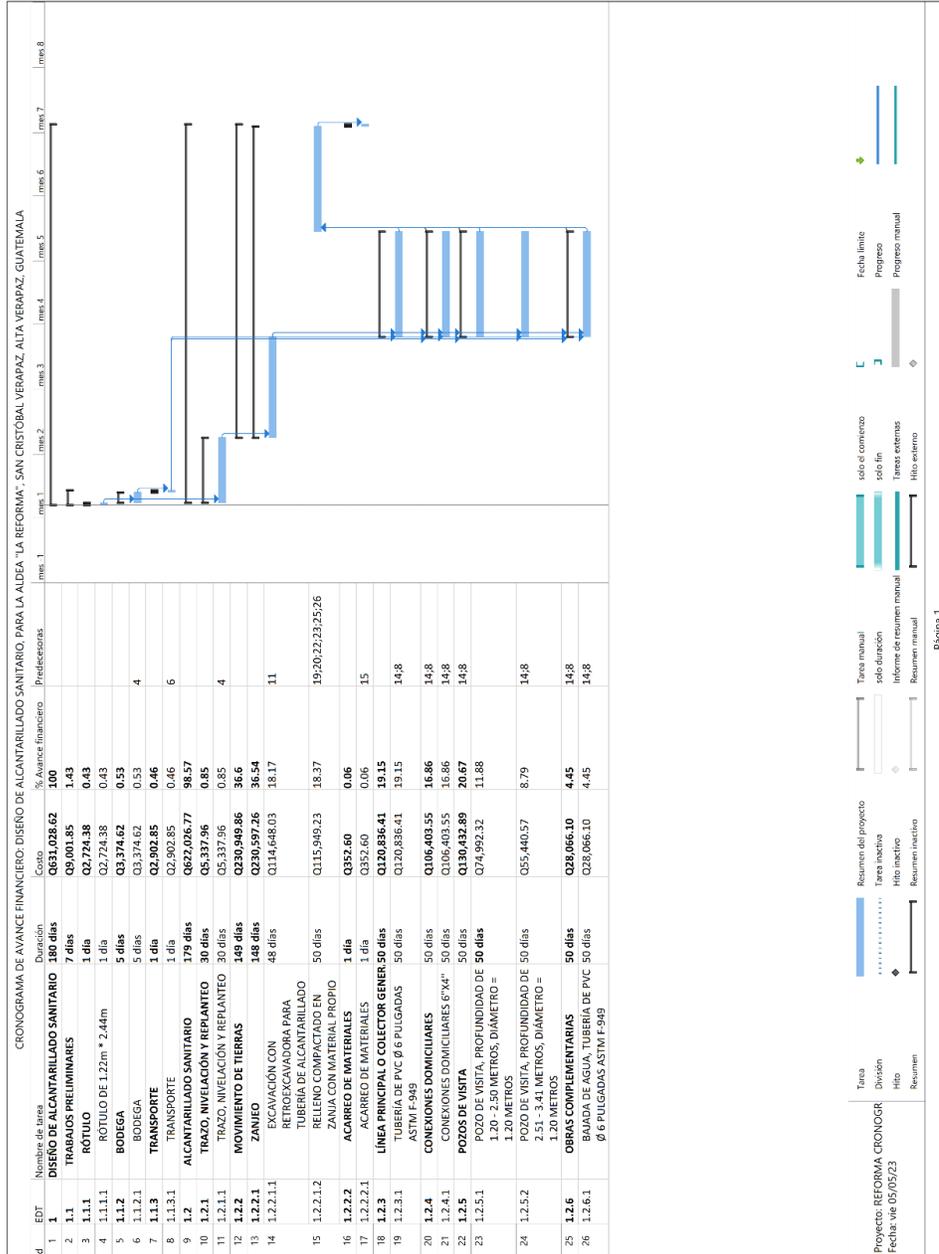
Nota. El presupuesto anterior está basado en los precios actualizados al momento del desarrollo del alcantarillado. Elaboración propia, realizado con Microsoft Excel 2019.

2.2.3.18. Elaboración de cronograma

A continuación, se presenta el siguiente cronograma de avance de obra.

Figura 15.

Cronograma financiero, alcantarillado sanitario, aldea La Reforma



Nota. El cronograma depende de la planificación del proyecto. Elaboración propia, realizado con Microsoft Project 2019.

2.2.3.19. Evaluación de impacto ambiental inicial

La evaluación de impacto ambiental para el diseño de alcantarillado sanitario, aldea La Reforma, se encuentra en la sección de apéndices.

CONCLUSIONES

1. Basado en el área estudio, el caserío Chilley y Panec y la aldea La Reforma, carecen de alcantarillado sanitario, las aguas negras corren a flor de tierra, generando contaminación y olores muy desagradables, lo cual genera la proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinal, sobre todo a la población infantil que es la más afectada. Por lo que se hace evidente las necesidades de saneamiento de la población, la falta de alcantarillados afecta gravemente el bienestar de la población, por lo que la municipalidad de San Cristóbal Verapaz, deberá gestionar el financiamiento para su ejecución, ya que los beneficios que aportará a los usuarios son de vital importancia por cuanto se evitarán contaminación, proliferación de enfermedades y otros.
2. En los caseríos Chilley y Panec, ubicados en el municipio de San Cristóbal Verapaz, se realizó el diseño del alcantarillado sanitario, cuenta con una longitud de 1 449,14 metros, para una población de 666 habitantes actualmente y 1 776 habitantes a futuro. Este alcantarillado sanitario recogerá y transportará las aguas residuales provenientes de las viviendas y comercios, se construirá con tubería PVC norma ASTM F-949 compuesta de los siguientes diámetros: 6", 8", 10", 12". Se dividirá en 33 ramales, se realizarán 34 pozos de visita de ladrillo tayuyo y finalizará con la conexión a una red de alcantarillado existente, el cual posteriormente dirigirá todo a una planta de tratamiento. Tendrá un costo total de Q. 2, 421, 050,75388.

3. En la aldea La Reforma, ubicado en el municipio de San Cristóbal Verapaz, se realizó el diseño del alcantarillado sanitario, cuenta con una longitud de 539,5 metros, para una población de 354 habitantes actualmente y 939 habitantes a futuro. Este alcantarillado sanitario recogerá y transportará las aguas residuales provenientes de las viviendas de la aldea, se construirá de tubería PVC norma ASTM F-949 compuesta de los siguientes diámetros: 6". Se dividirá en 14 ramales, se realizarán 15 pozos de visita de ladrillo tayuyo y finalizará con la conexión a una red de alcantarillado existente, el cual posteriormente dirigirá todo a una planta de tratamiento. Tendrá un costo total de Q. 631 028,58928.

4. El Ejercicio Profesional Supervisado permite poner en práctica los conocimientos adquiridos por el estudiante en la Facultad de Ingeniería, lo cual da como resultado, lograr soluciones de manera eficiente, confiable y económica, a los problemas que presentan muchas de las comunidades en el país.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz:

1. Realizar una constante supervisión técnica durante la construcción de los proyectos, aplicando todo lo contenido en planos y especificaciones, para que se garantice un funcionamiento óptimo de los proyectos durante su periodo de diseño.
2. Gestionar ante diferentes instituciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, el financiamiento para la ejecución de los proyectos, para que sean ejecutados en el menor tiempo posible y así resolver las necesidades de saneamiento básico de la población.
3. Concientizar a los beneficiarios de los proyectos de alcantarillado sanitario, para que mantengan libres de basura o de arrojar cualquier objeto que pueda dañar las tuberías, de esta forma se obtendrán resultados óptimos y se evitará un gasto innecesario debido a posibles reparaciones de las tuberías.
4. Realizar un monitoreo y supervisión constante de la red de alcantarillado, esto se debe realizar por parte de un fontanero/s autorizado/s por la municipalidad, para detectar posibles fugas, conexiones ilegales, entre otros. Con esto se garantiza un adecuado funcionamiento del servicio de alcantarillado sanitario.

REFERENCIAS

- Aguilar, P. (2007). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2766_C.pdf
- AMANCO, S. A. (2007). *Manual técnico tubo sistemas*. AMANCO.
- AMANCO. S.A. (2018). *Manual de diseño de tubo sistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial: manual de diseño Novafort y Novaloc*. WOAVIN.
- Boj, R. (2011). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario Para La Cabecera Municipal Y Carretera Hacia La Aldea Chijou, Municipio De Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. URL.
- Cabrera, R. (1989). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. URL.
- deGuate.com (3 de noviembre de 2011). *San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Deguate.com. <https://www.dequate.com/geografia/municipios/san-cristobal-verapaz-alta-verapaz.shtml>
- INFOM. (2001). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Instituto de Fomento Municipal.

Pérez, J. (2022). *Diseño Del Sistema De Alcantarillado Sanitario En El Caserío El Tablón Y De La Red De Distribución De Agua Potable Colonia Ulises Rojas, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16707/1/Jos%C3%A9%20Gabriel%20P%C3%A9rez%20Madriz.pdf>

Simmons, Ch., Tarano, J., Pinto J. (1959). *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Instituto Agropecuario Nacional. Servicio Cooperativo Inter-Americano de Agricultura, Ministerio de Agricultura. Guatemala.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Diseño alcantarillado sanitario caserío Chilley, Panec

Nota. Se presenta el cálculo hidráulico del alcantarillado. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

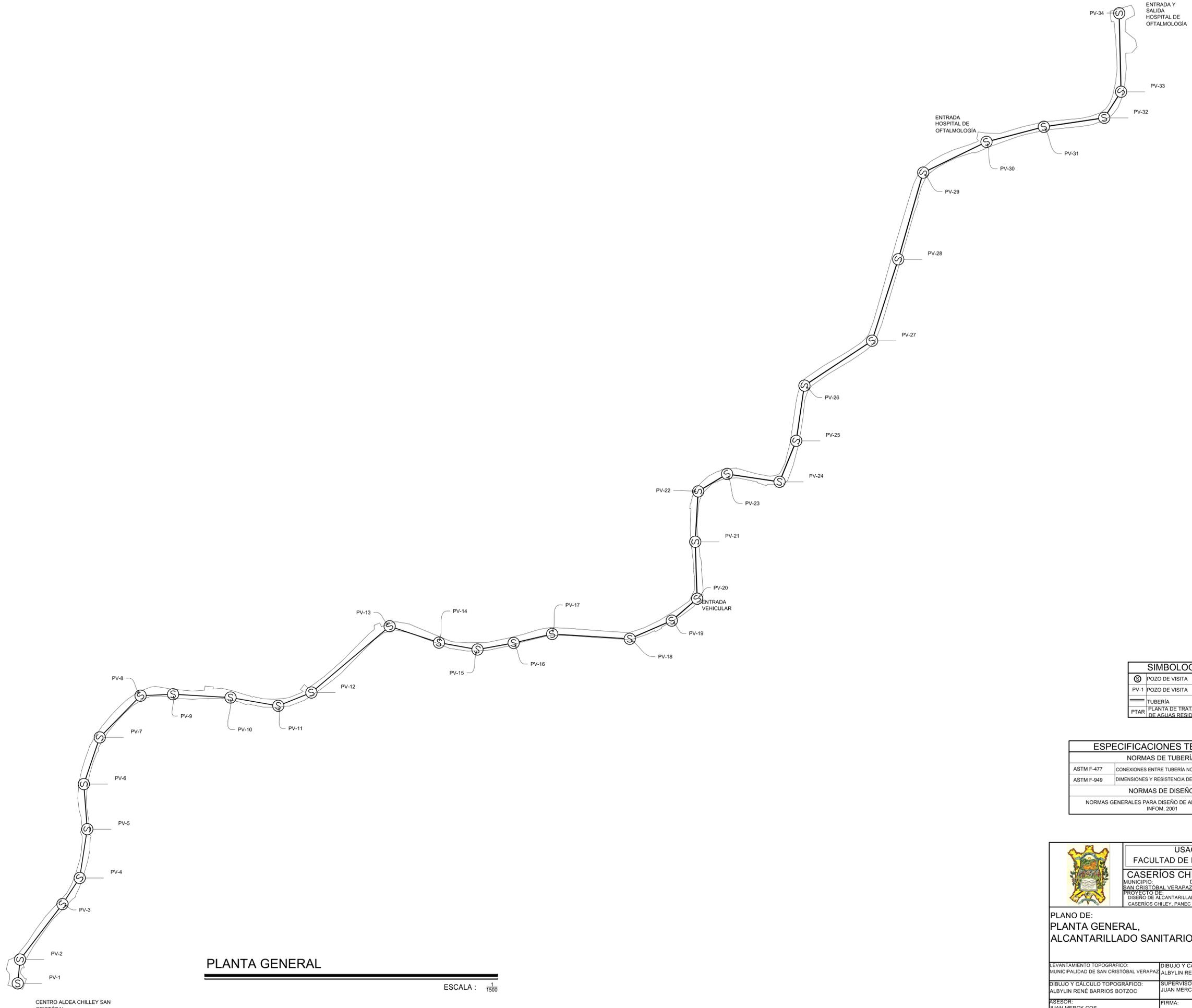
De	A	Cota inicial (mts)	Cota final (mts)	longitud (metros)	Longitud (m)		Número de viviendas (actuales)		Número de Habitantes = No. viviendas * 6 hab/vivienda	tasa de crecimiento	Período de diseño		Población Futura	Número de viviendas (futuras)	Caudal		Caudal Comercial					Caudal Industrial					Caudal Conexiones Ilicitas INFOM específica que se debe tomar como mínimo el 10 % del caudal domiciliar						
					borde a borde	pendiente terreno (%)					en	Futura			Domiciliar	Domiciliar											Q conexiones Ilicitas = Qdom*0.10	Q conexiones Ilicitas = Qdom*0.10					
																													(mts)	tramo	acumulado	Población actual acumulada	%
PV-1	PV-2	200.643	199.545	19.451	18.251	6.017	6.000	6.000	36.000	3.000	33.000	95.000	16.000	0.124	0.047			Salón Municipal y/o Centro de	75.000	m² + + +	10 + + +	0.009									0.005	0.012	
PV-2	PV-3	199.545	193.842	56.832	55.632	10.250	9.000	15.000	90.000	3.000	33.000	239.000	40.000	0.311	0.117																0.012	0.031	
PV-3	PV-4	193.842	191.580	25.486	24.286	9.315	0.000	15.000	90.000	3.000	33.000	239.000	40.000	0.311	0.117																0.012	0.031	
PV-4	PV-5	191.580	188.108	40.157	38.957	8.914	2.000	17.000	102.000	3.000	33.000	271.000	45.000	0.353	0.133																0.013	0.035	
PV-5	PV-6	188.108	182.548	36.762	35.562	15.633	0.000	17.000	102.000	3.000	33.000	271.000	45.000	0.353	0.133																0.013	0.035	
PV-6	PV-7	182.548	173.049	40.076	38.876	24.435	1.000	18.000	108.000	3.000	33.000	286.000	48.000	0.372	0.141																0.014	0.037	
PV-7	PV-8	173.049	163.308	47.576	46.376	21.004	2.000	20.000	120.000	3.000	33.000	318.000	53.000	0.414	0.156																0.016	0.041	
PV-8	PV-9	163.308	157.427	26.515	25.315	23.231	0.000	20.000	120.000	3.000	33.000	318.000	53.000	0.414	0.156																	0.016	0.041
PV-9	PV-10	157.427	148.021	46.840	45.640	20.610	1.000	21.000	126.000	3.000	33.000	334.000	56.000	0.435	0.164																	0.016	0.043
PV-10	PV-11	148.021	139.425	39.499	38.299	22.444	2.000	23.000	138.000	3.000	33.000	366.000	61.000	0.477	0.180																	0.018	0.048
PV-11	PV-12	139.425	133.970	29.074	27.874	19.572	2.000	25.000	150.000	3.000	33.000	398.000	66.000	0.518	0.195																	0.020	0.052
PV-12	PV-13	133.970	130.897	83.504	82.304	3.734	6.000	31.000	186.000	3.000	33.000	493.000	82.000	0.642	0.242	Iglesias +	50.000	Pers. + +	50 + + +	0.029											0.024	0.064	
PV-13	PV-14	130.897	130.367	42.342	41.142	1.288	7.000	38.000	228.000	3.000	33.000	605.000	101.000	0.788	0.297																	0.030	0.079
PV-14	PV-15	130.367	124.569	31.833	30.633	18.927	6.000	44.000	264.000	3.000	33.000	700.000	117.000	0.911	0.344																	0.034	0.091
PV-15	PV-16	124.569	120.134	29.951	28.751	15.425	3.000	47.000	282.000	3.000	33.000	748.000	125.000	0.974	0.367																	0.037	0.097
PV-16	PV-17	120.134	118.806	32.192	30.992	4.286	4.000	51.000	306.000	3.000	33.000	812.000	136.000	1.057	0.398																	0.040	0.106
PV-17	PV-18	118.806	119.332	63.349	62.149	-0.847	5.000	56.000	336.000	3.000	33.000	891.000	149.000	1.160	0.438																	0.044	0.116
PV-18	PV-19	119.332	114.470	37.331	36.131	13.457	2.000	58.000	348.000	3.000	33.000	923.000	154.000	1.202	0.453																	0.045	0.120
PV-19	PV-20	114.470	109.590	27.287	26.087	18.704	4.000	62.000	372.000	3.000	33.000	987.000	165.000	1.285	0.484																	0.048	0.129
PV-20	PV-21	109.590	99.057	46.296	45.096	23.357	8.000	70.000	420.000	3.000	33.000	1,114.000	186.000	1.451	0.547																	0.055	0.145
PV-21	PV-22	99.057	89.658	41.084	39.884	23.566	6.000	76.000	456.000	3.000	33.000	1,209.000	202.000	1.574	0.594																	0.059	0.157
PV-22	PV-23	89.658	84.875	27.484	26.284	18.199	2.000	78.000	468.000	3.000	33.000	1,241.000	207.000	1.616	0.609																	0.061	0.162
PV-23	PV-24	84.875	78.795	43.262	42.062	14.453	8.000	86.000	516.000	3.000	33.000	1,369.000	228.000	1.783	0.672																	0.067	0.178
PV-24	PV-25	78.795	77.218	35.986	34.786	4.534	4.000	90.000	540.000	3.000	33.000	1,432.000	239.000	1.865	0.703																	0.070	0.186
PV-25	PV-26	77.218	71.923	45.425	44.225	11.973	2.000	92.000	552.000	3.000	33.000	1,464.000	244.000	1.906	0.719																	0.072	0.191
PV-26	PV-27	71.923	60.764	66.117	64.917	17.190	5.000	97.000	582.000	3.000	33.000	1,544.000	257.000	2.010	0.758																	0.076	0.201
PV-27	PV-28	60.764	53.717	69.626	68.426	10.299	2.000	99.000	594.000	3.000	33.000	1,575.000	262.000	2.051	0.773																	0.077	0.205
PV-28	PV-29	53.717	46.721	73.306	72.106	9.702	1.000	100.000	600.000	3.000	33.000	1,591.000	265.000	2.072	0.781																	0.078	0.207
PV-29	PV-30	46.721	37.710	57.329	56.129	16.055	2.000	102.000	612.000	3.000	33.000	1,623.000	270.000	2.113	0.797																	0.080	0.211
PV-30	PV-31	37.710	37.762	48.343	47.143	-0.111	2.000	104.000	624.000	3.000	33.000	1,655.000	275.000	2.155	0.813																	0.081	0.215
PV-31	PV-32	37.762	37.951	49.738	48.538	-0.389	0.000	104.000	624.000	3.000	33.000	1,655.000	275.000	2.155	0.813																	0.081	0.215
PV-32	PV-33	37.951	36.327	25.264	24.064	6.751	3.000	107.000	642.000	3.000	33.000	1,703.000	283.000	2.217	0.836																	0.084	0.222
PV-33	PV-34	36.327	29.746	63.828	62.628	10.508	4.000	111.000	666.000	3.000	33.000	1,766.000	294.000	2.299	0.867																	0.087	0.230

Caudal de infiltración		Factor del		Factor del		Factor de Harmond		Caudal diseño (q dis)		diámetro	s terreno	s tubo	área tubería	n	V= velocidad	Q sec llena = A* V	relaciones	relación	velocidad	tirante	relaciones	relación	velocidad	tirante	altura pozo	cota invert salida	Desnivel	Cota invert entrada	Altura a la que entra la tubería	altura pozo
Sobre el nivel freático: i = 0.010 P.V.C, i = 0.025 Cemento	Sobre el nivel freático: i = 0.010 P.V.C, i = 0.025 Cemento	Caudal Sanitario		Caudal Medio	Caudal Medio	Factor de Harmond		Caudal diseño (q dis)		pulgadas	%	%	m²		sección llena (m/s)	l/s	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	agua arriba (mts)	CIS= Cterreno-hpozo	h=(S%tubo* distancia) m	CIE=CIS-h	(mts)	agua abajo (mts)
ACTUAL Q infiltración = 0.01*((L/1000)+(No. De casas*6/100)	FUTURO Q infiltración = 0.01*((L/1000)+(No. De casas*6/100)	actual (Lts/seg)	futuro (Lts/seg)	Fqm ACTUAL	Fqm FUTURO	actual	futuro	actual (Lts/seg)	futuro (Lts/seg)								actual	actual	actual	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)
0.003	0.007	0.063	0.151	0.002	0.002	4.341	4.250	0.313	0.807	5.909	6.017	6.020	0.018	0.010	2.750	48.653	0.006	0.281	0.772	0.057	0.017	0.374	1.029	0.090	1.400	199.243	1.099	198.144	1.401	1.455
0.009	0.017	0.138	0.360	0.002	0.002	4.256	4.119	0.766	1.969	5.909	10.250	10.250	0.018	0.010	3.588	63.485	0.012	0.340	1.220	0.077	0.031	0.452	1.621	0.121	1.455	198.090	5.702	192.388	1.455	1.588
0.007	0.016	0.136	0.358	0.002	0.002	4.256	4.119	0.766	1.969	5.909	9.315	9.310	0.018	0.010	3.420	60.504	0.013	0.345	1.179	0.079	0.033	0.458	1.568	0.124	1.588	192.254	2.261	189.993	1.587	1.713
0.008	0.018	0.154	0.406	0.002	0.002	4.241	4.097	0.865	2.221	5.909	8.914	8.910	0.018	0.010	3.346	59.190	0.015	0.360	1.205	0.084	0.038	0.478	1.600	0.132	1.713	189.868	3.471	186.397	1.711	1.842
0.008	0.018	0.154	0.406	0.002	0.002	4.241	4.097	0.865	2.221	5.909	15.633	15.630	0.018	0.010	4.431	78.395	0.011	0.331	1.466	0.074	0.028	0.440	1.948	0.116	1.842	186.266	5.558	180.708	1.841	2.034
0.009	0.019	0.163	0.429	0.002	0.002	4.234	4.087	0.915	2.338	5.909	15.500	22.000	0.018	0.010	5.257	93.008	0.010	0.319	1.679	0.070	0.025	0.424	2.230	0.109	2.034	180.514	8.553	171.962	1.147	1.400
0.010	0.022	0.182	0.477	0.002	0.002	4.221	4.068	1.013	2.587	5.909	9.000	23.000	0.018	0.010	5.375	95.099	0.011	0.327	1.759	0.073	0.027	0.434	2.335	0.113	1.400	171.708	10.667	161.041	2.267	2.545
0.009	0.020	0.180	0.476	0.002	0.002	4.221	4.068	1.013	2.587	5.909	23.231	23.300	0.018	0.010	5.410	95.717	0.011	0.327	1.767	0.072	0.027	0.434	2.346	0.113	2.545	160.764	5.898	154.865	2.562	2.843
0.010	0.023	0.191	0.501	0.002	0.002	4.215	4.058	1.062	2.711	5.909	20.610	20.700	0.018	0.010	5.099	90.219	0.012	0.337	1.720	0.076	0.030	0.448	2.282	0.119	2.843	154.585	9.448	145.137	2.884	3.149
0.010	0.024	0.208	0.548	0.002	0.002	4.203	4.040	1.160	2.957	5.909	22.444	22.500	0.018	0.010	5.316	94.059	0.012	0.342	1.819	0.078	0.031	0.454	2.412	0.122	3.149	144.872	8.617	136.254	3.171	3.467
0.011	0.025	0.225	0.595	0.002	0.002	4.191	4.023	1.257	3.202	5.909	19.572	18.500	0.018	0.010	4.821	85.290	0.015	0.361	1.741	0.085	0.038	0.478	2.307	0.132	3.467	135.958	5.157	130.801	3.168	3.440
0.016	0.034	0.311	0.769	0.002	0.002	4.159	3.977	1.547	3.922	5.909	3.734	4.120	0.018	0.010	2.275	40.249	0.038	0.482	1.096	0.134	0.097	0.635	1.444	0.211	3.440	130.530	3.391	127.139	3.757	3.864
0.016	0.038	0.342	0.905	0.002	0.002	4.127	3.930	1.882	4.756	5.909	1.288	0.650	0.018	0.010	0.904	15.987	0.118	0.671	0.606	0.232	0.297	0.872	0.788	0.374	3.864	127.033	0.267	126.765	3.601	3.633
0.023	0.058	0.401	1.060	0.002	0.002	4.102	3.895	2.166	5.452	7.881	18.927	11.640	0.031	0.010	4.633	145.814	0.015	0.362	1.677	0.085	0.037	0.478	2.214	0.132	3.633	126.734	3.566	123.168	1.401	1.651
0.024	0.061	0.428	1.133	0.002	0.002	4.090	3.878	2.307	5.801	7.881	15.425	14.000	0.031	0.010	5.081	159.914	0.014	0.359	1.823	0.084	0.036	0.474	2.406	0.130	1.651	122.918	4.025	118.893	1.241	1.536
0.027	0.067	0.465	1.230	0.002	0.002	4.075	3.856	2.494	6.263	7.881	4.286	2.000	0.031	0.010	1.921	60.442	0.041	0.492	0.945	0.139	0.104	0.646	1.241	0.217	1.536	118.598	0.620	117.978	1.322	1.400
0.031	0.075	0.513	1.352	0.002	0.002	4.057	3.832	2.726	6.828	7.881	-0.847	2.400	0.031	0.010	2.104	66.211	0.041	0.492	1.035	0.138	0.103	0.645	1.357	0.217	1.400	117.900	1.492	116.408	2.924	3.018
0.038	0.095	0.536	1.417	0.002	0.002	4.050	3.822	2.819	7.056	9.846	13.457	11.700	0.049	0.010	5.388	264.683	0.011	0.327	1.763	0.073	0.027	0.432	2.326	0.112	3.018	116.314	4.227	112.087	2.383	2.659
0.047	0.119	0.579	1.533	0.002	0.002	4.037	3.804	3.003	7.508	11.715	18.704	13.200	0.070	0.010	6.426	446.896	0.007	0.285	1.829	0.059	0.017	0.376	2.414	0.090	2.659	111.811	3.444	108.367	1.223	1.520
0.054	0.136	0.656	1.732	0.002	0.002	4.012	3.769	3.370	8.398	11.715	23.357	23.360	0.070	0.010	8.549	594.505	0.006	0.270	2.310	0.054	0.014	0.357	3.048	0.083	1.520	108.070	10.534	97.536	1.521	1.995
0.058	0.147	0.711	1.878	0.002	0.002	3.994	3.745	3.643	9.056	11.715	23.566	21.570	0.070	0.010	8.215	571.274	0.006	0.280	2.301	0.057	0.016	0.369	3.033	0.088	1.995	97.062	8.603	88.460	1.199	1.667
0.058	0.149	0.728	1.926	0.002	0.002	3.989	3.738	3.734	9.277	11.715	18.199	16.200	0.070	0.010	7.119	495.082	0.008	0.295	2.098	0.062	0.019	0.388	2.764	0.095	1.667	87.991	4.258	83.733	1.142	1.531
0.065	0.165	0.804	2.126	0.002	0.002	3.967	3.708	4.094	10.152	11.715	14.453	14.500	0.070	0.010	6.735	468.385	0.009	0.308	2.076	0.066	0.022	0.406	2.733	0.102	1.531	83.343	6.099	77.244	1.551	1.932
0.067	0.172	0.841	2.223	0.002	0.002	3.957	3.694	4.273	10.580	11.715	4.534	4.550	0.070	0.010	3.773	262.377	0.016	0.372	1.404	0.089	0.040	0.489	1.844	0.137	1.932	76.864	1.583	75.281	1.937	2.111
0.070	0.177	0.860	2.274	0.002	0.002	3.952	3.687	4.363	10.796	11.715	11.973	12.000	0.070	0.010	6.127	426.098	0.010	0.323	1.982	0.071	0.025	0.425	2.605	0.110	2.111	75.108	5.307	69.801	2.122	2.468
0.076	0.188	0.909	2.400	0.002	0.002	3.939	3.670	4.585	11.334	11.715	17.190	17.200	0.070	0.010	7.336	510.133	0.009	0.311	2.280	0.067	0.022	0.409	2.998	0.103	2.468	69.455	11.166	58.289	2.475	2.933
0.078	0.192	0.928	2.448	0.002	0.002	3.935	3.664	4.674	11.542	11.715	10.299	10.300	0.070	0.010	5.677	394.764	0.012	0.338	1.918	0.076	0.029	0.444	2.520	0.117	2.933	57.831	7.048	50.783	2.934	3.258
0.079	0.195	0.938	2.473	0.002	0.002	3.932	3.661	4.719	11.649	11.715	9.702	9.700	0.070	0.010	5.509	383.094	0.012	0.342	1.884	0.078	0.030	0.449	2.474	0.120	3.258	50.459	6.994	43.465	3.256	3.568
0.078	0.196	0.955	2.521	0.002	0.002	3.927	3.655	4.807	11.863	11.715	16.055	14.000	0.070	0.010	6.618	460.239	0.010	0.325	2.153	0.072	0.026	0.427	2.829	0.111	3.568	43.153	7.858	35.295	2.415	2.823
0.079	0.199	0.972	2.569	0.002	0.002	3.923	3.648	4.896	12.076	11.715	-0.111	1.300	0.070	0.010	2.017	140.246	0.035	0.468	0.944	0.128	0.086	0.612	1.234	0.198	2.823	34.887	0.613	34.274	3.488	3.566
0.079	0.199	0.973	2.569	0.002	0.002	3.923	3.648	4.896	12.076	11.715	-0.389	0.350	0.070	0.010	1.046	72.770	0.067	0.569	0.596	0.176	0.166	0.740	0.775	0.276	3.566	34.196	0.170	34.027	3.925	3.955
0.078	0.202	0.998	2.641	0.002	0.002	3.916	3.639	5.028	12.395	11.715	6.751	6.000	0.070	0.010	4.333	301.297	0.017	0.375	1.624	0.090	0.041	0.492	2.130	0.138	3.955	33.996	1.444	32.552	3.775	4.006
0.085	0.214	1.039	2.743	0.002	0.002	3.907	3.627	5.204	12.811	11.715	10.508	10.000	0.070	0.010	5.593	388.973	0.013	0.351	1.962	0.081	0.033	0.460	2.573	0.124	4.006	32.321	6.263	26.058	3.688	4.025

Apéndice 2.

Planos diseño alcantarillado sanitario caserío Chilley, Panec

Nota. Se presentan los planos del alcantarillado Elaboración propia, realizado con AutoCAD.



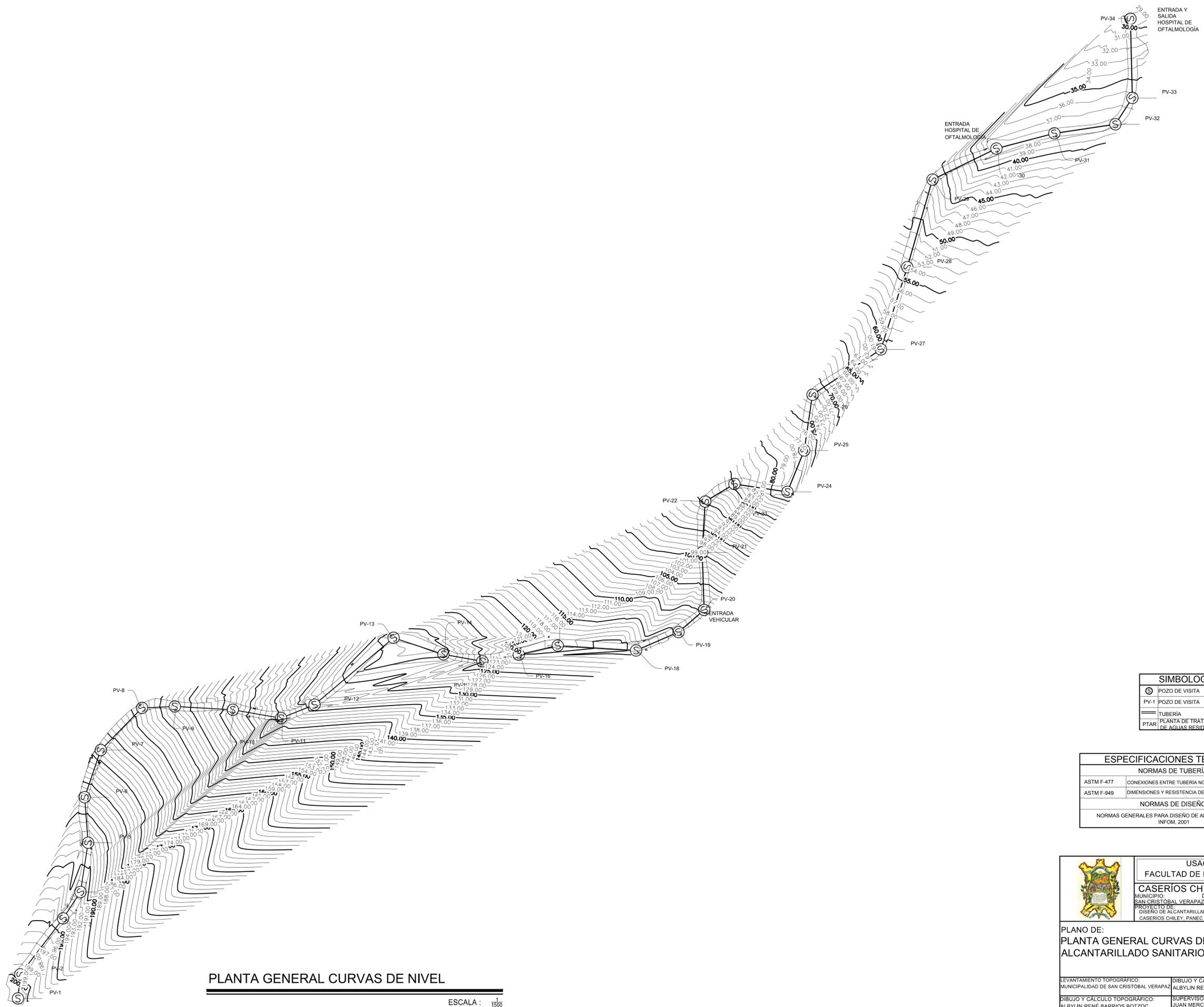
SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1500

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA CASERIOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTOBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERIOS CHILLEY, PANEC	
	PLANO DE: PLANTA GENERAL, ALCANTARILLADO SANITARIO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERAPAZ DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRAFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC ASesor: JUAN MERCK COS		PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021
DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC SUPERVISOR: JUAN MERCK COS FIRMA:		1/10



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

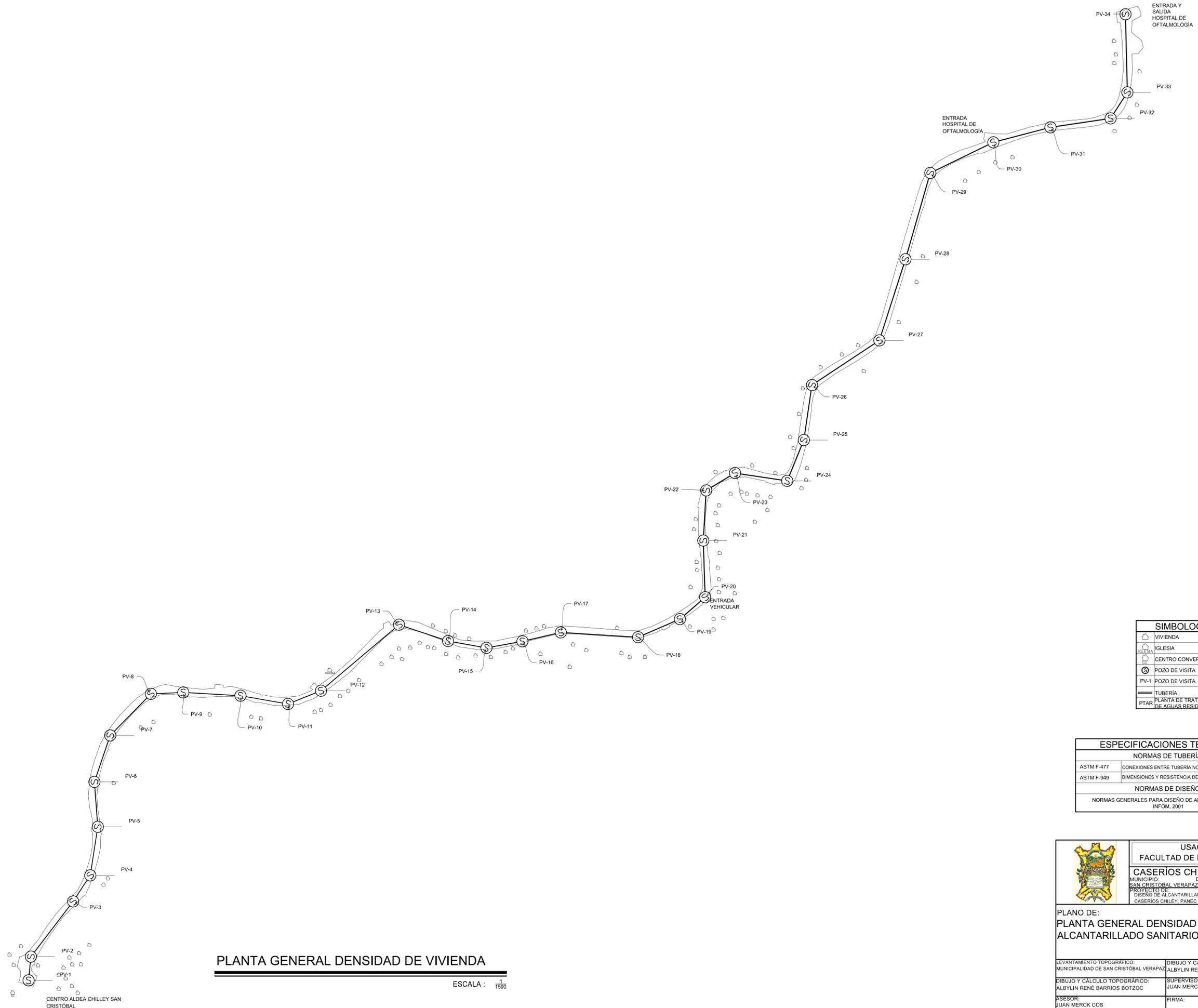
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/1500

CENTRO ALDEA CHILLEY SAN CRISTÓBAL

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
	PLANO DE: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, ALCANTARILLADO SANITARIO	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	PROGRAMA: EPS USAC 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	ESCALA: INDICADA
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	FECHA: OCTUBRE 2021
<div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">2</div>		<div style="font-size: 3em; font-weight: bold;">10</div>



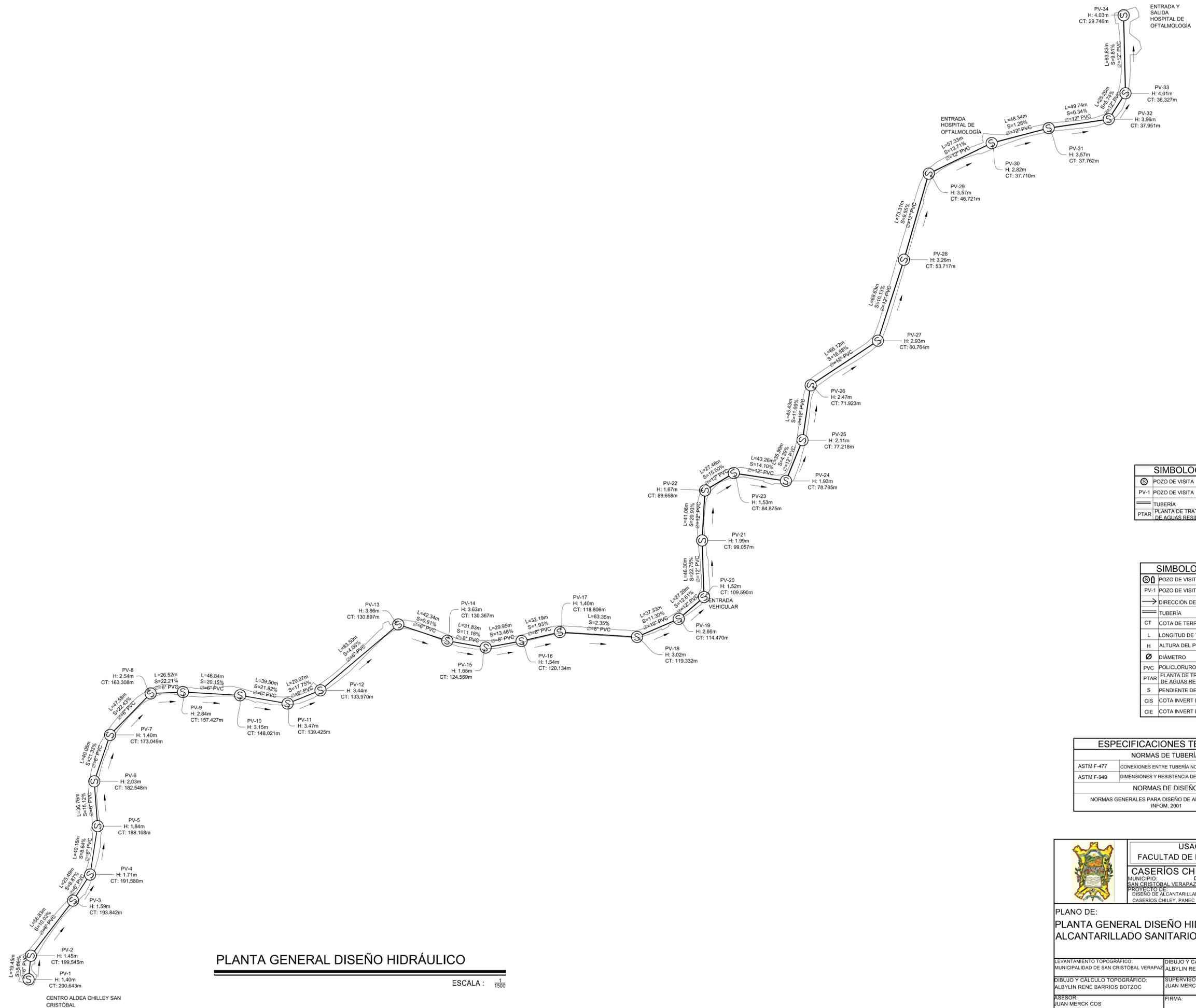
SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDA
	IGLESIA
	CENTRO CONVERGENCIA
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA: 1/1500

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021
		ESCALA: INDICADA
		FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	3
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	10



PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO

ESCALA: 1:1500

SIMBOLOGÍA

	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

SIMBOLOGÍA

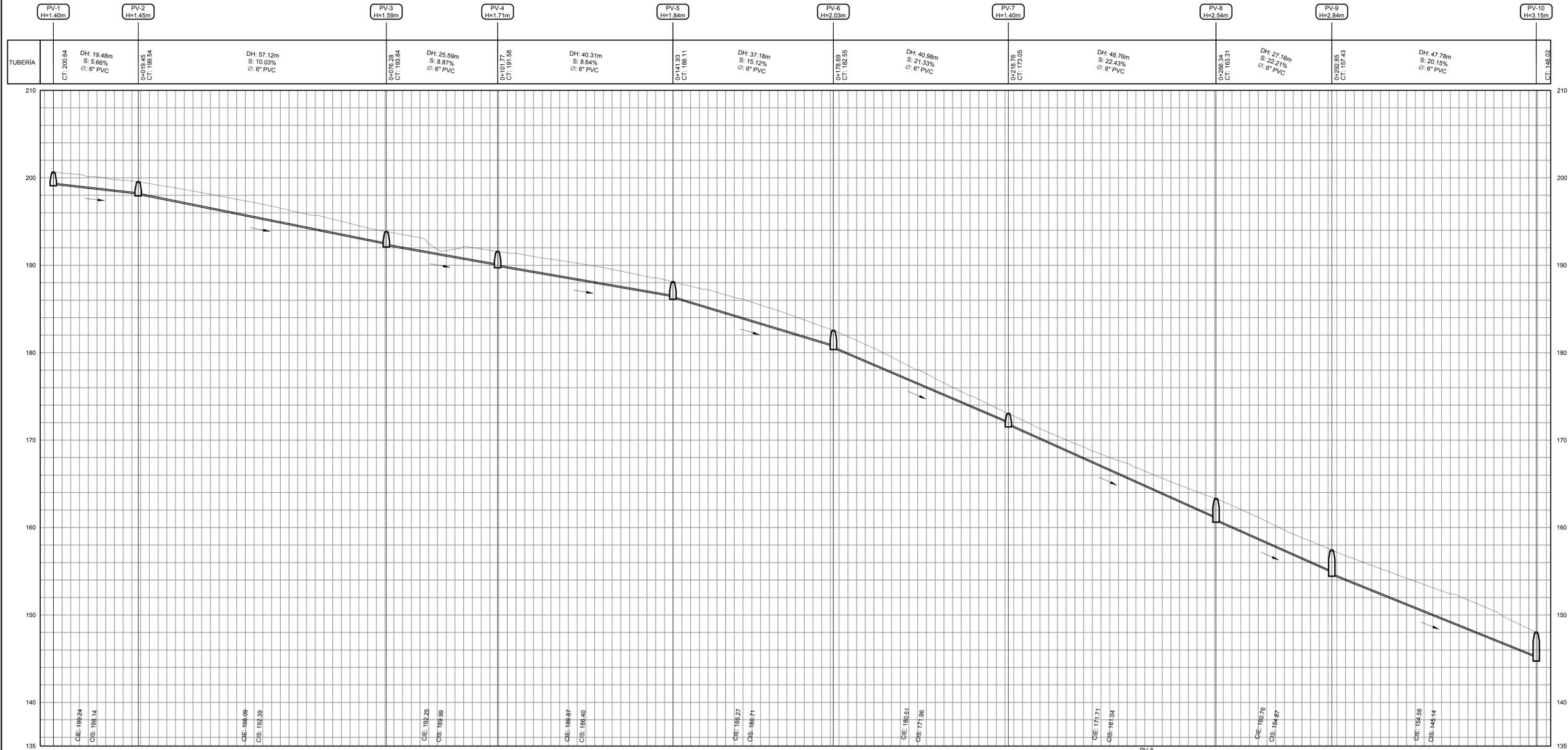
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

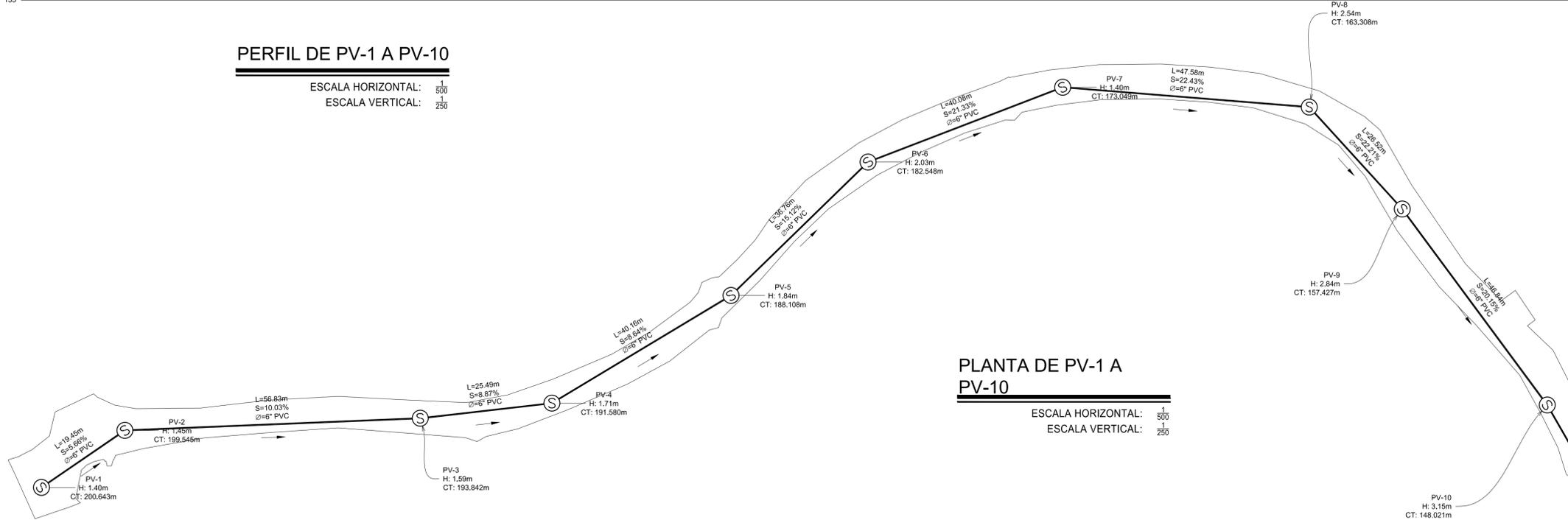
	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	4 10
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	

PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL DE PV-1 A PV-10

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE PV-1 A PV-10

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA

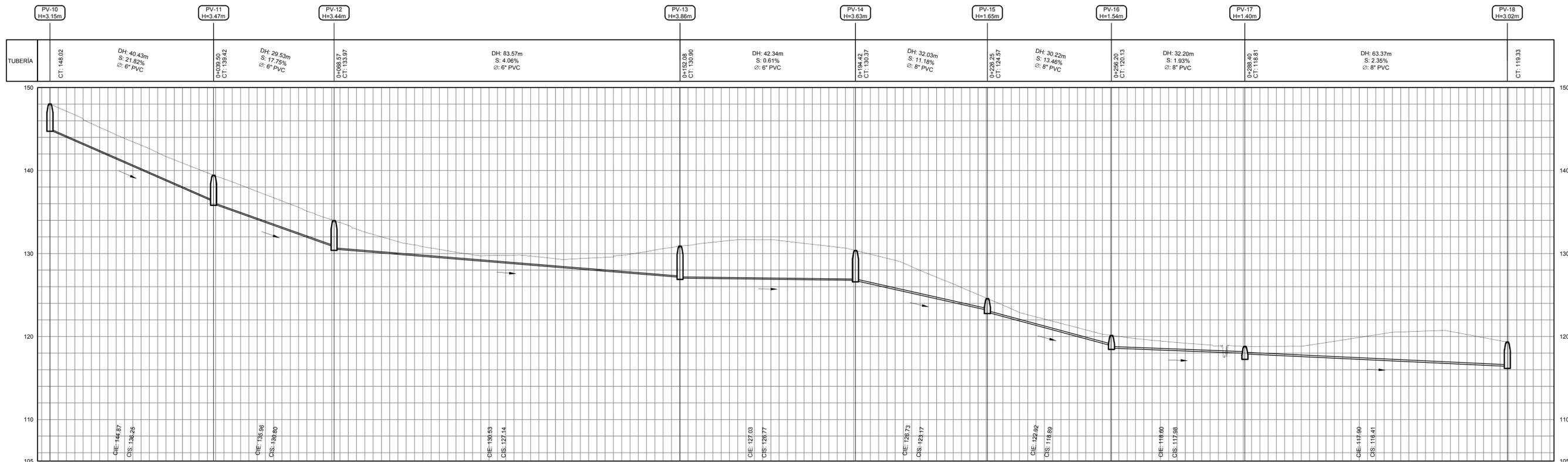
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

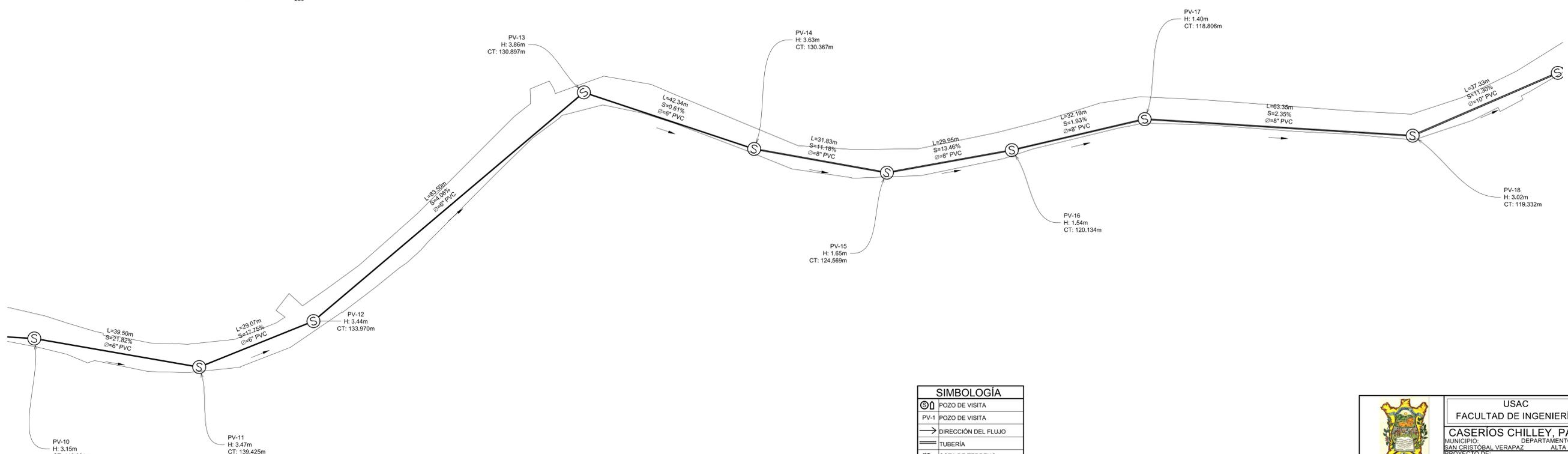
<p>USAC FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	<p>MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ</p>	<p>PROGRAMA: EPS USAC 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	<p>SUPERVISOR: JUAN MERCK COS</p>	
<p>ASESOR: JUAN MERCK COS</p>	<p>FIRMA:</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2021</p>
<p>5</p>		<p>10</p>

PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL DE PV-10 A PV-18

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



PLANTA DE PV-10 A PV-18

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

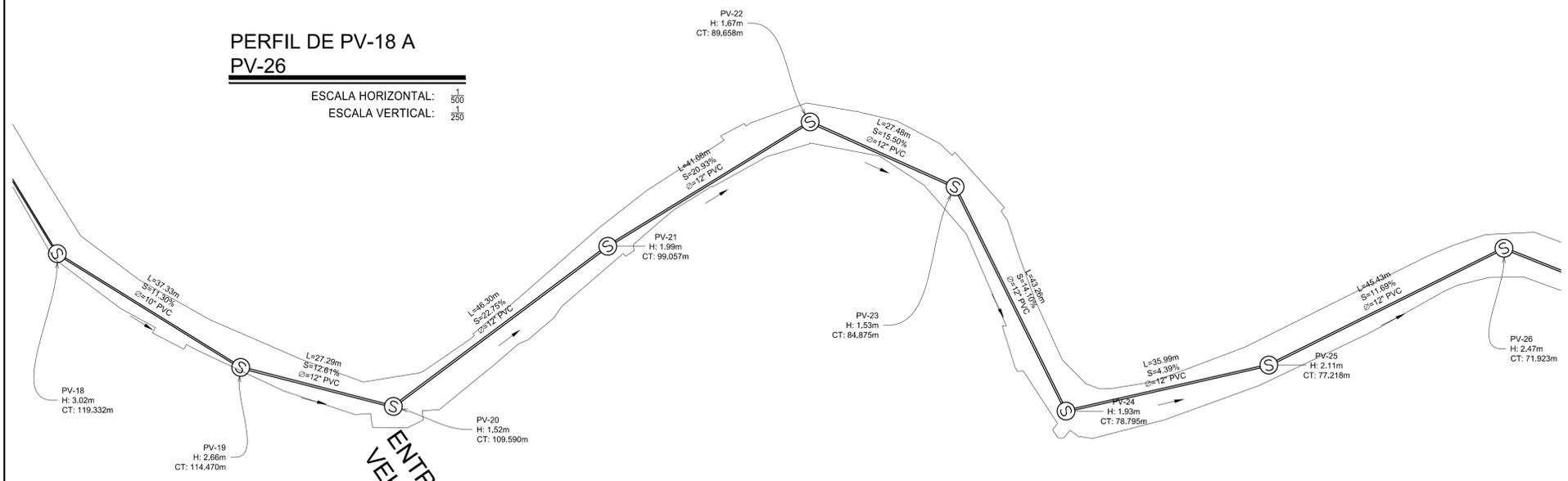
	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-10 A PV-18		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	6/10
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	

PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL DE PV-18 A PV-26

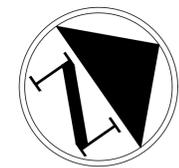
ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



ENTRADA VEHICULAR

PLANTA DE PV-18 A PV-26

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

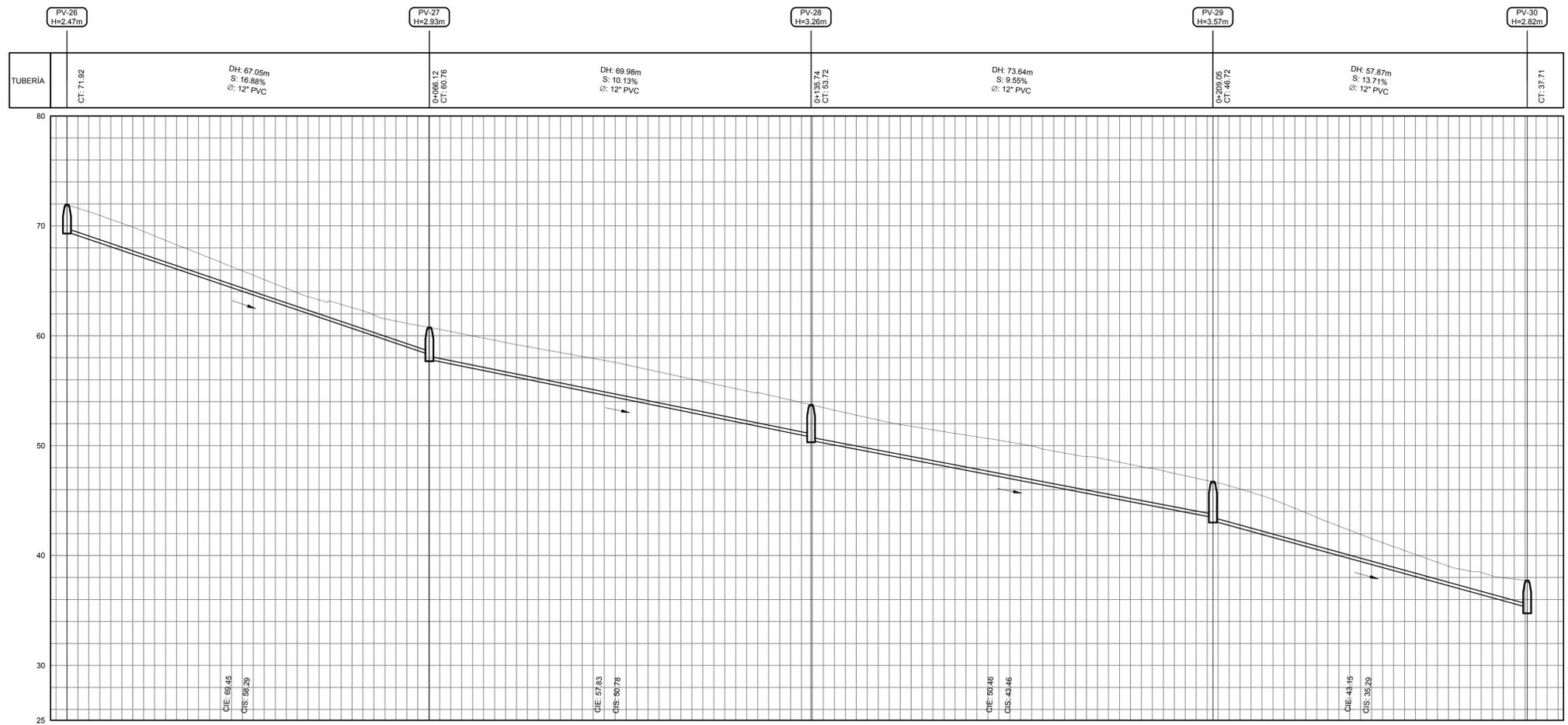


SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
	PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-18 A PV-26	
PROGRAMA: EPS USAC 2021		ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2021		
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC
DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: JUAN MERCK COS		
ASesor: JUAN MERCK COS		FIRMAs: JUAN MERCK COS
		7 10

PERFIL LONGITUDINAL



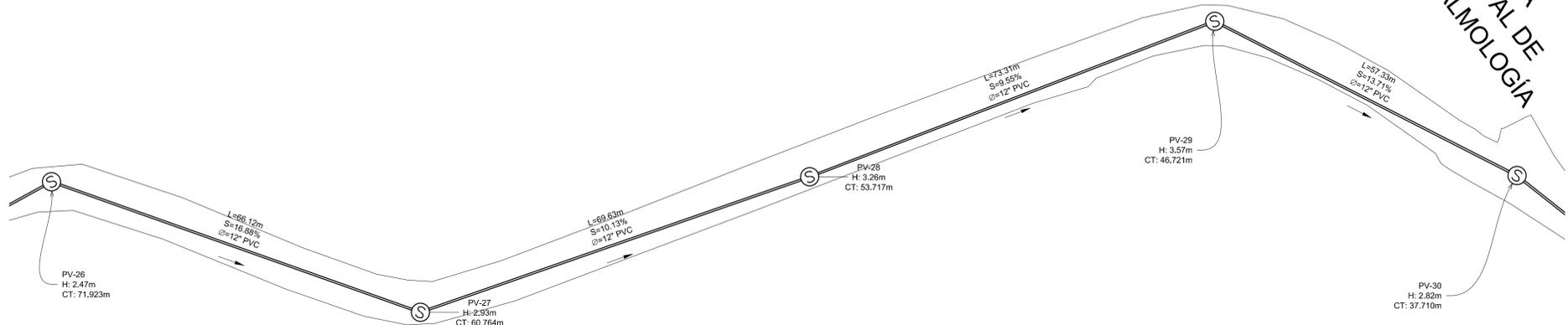
PERFIL DE PV-26 A PV-30

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

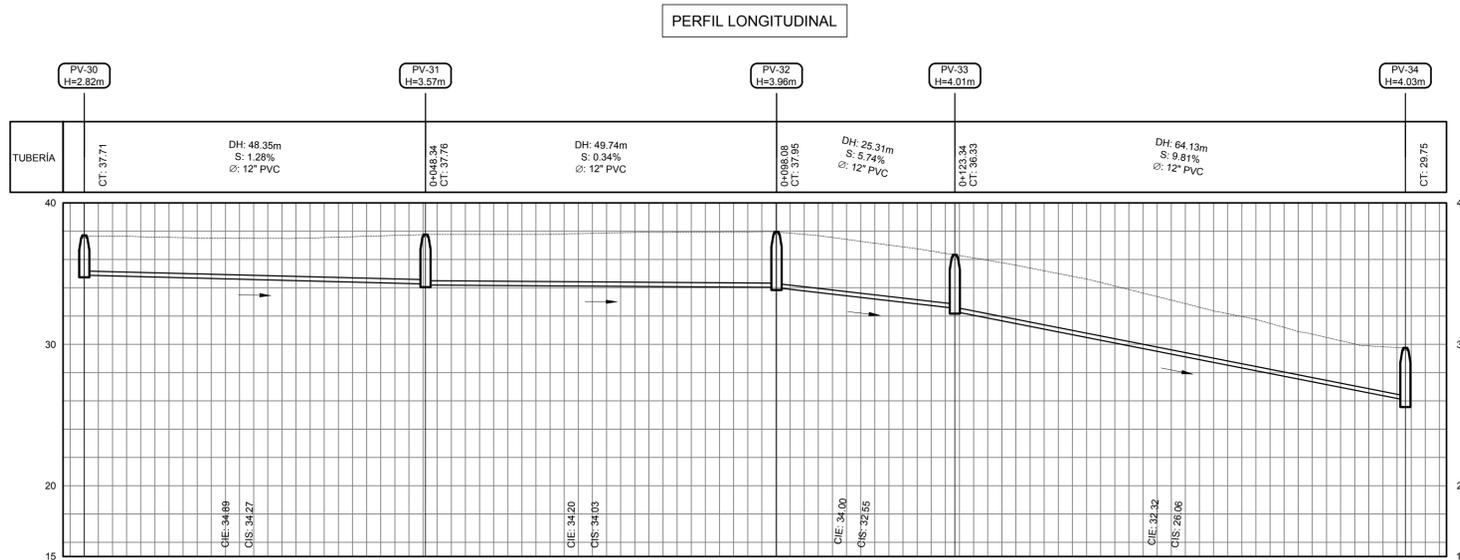
ENTRADA HOSPITAL DE OFTALMOLOGÍA



PLANTA DE PV-26 A PV-30

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

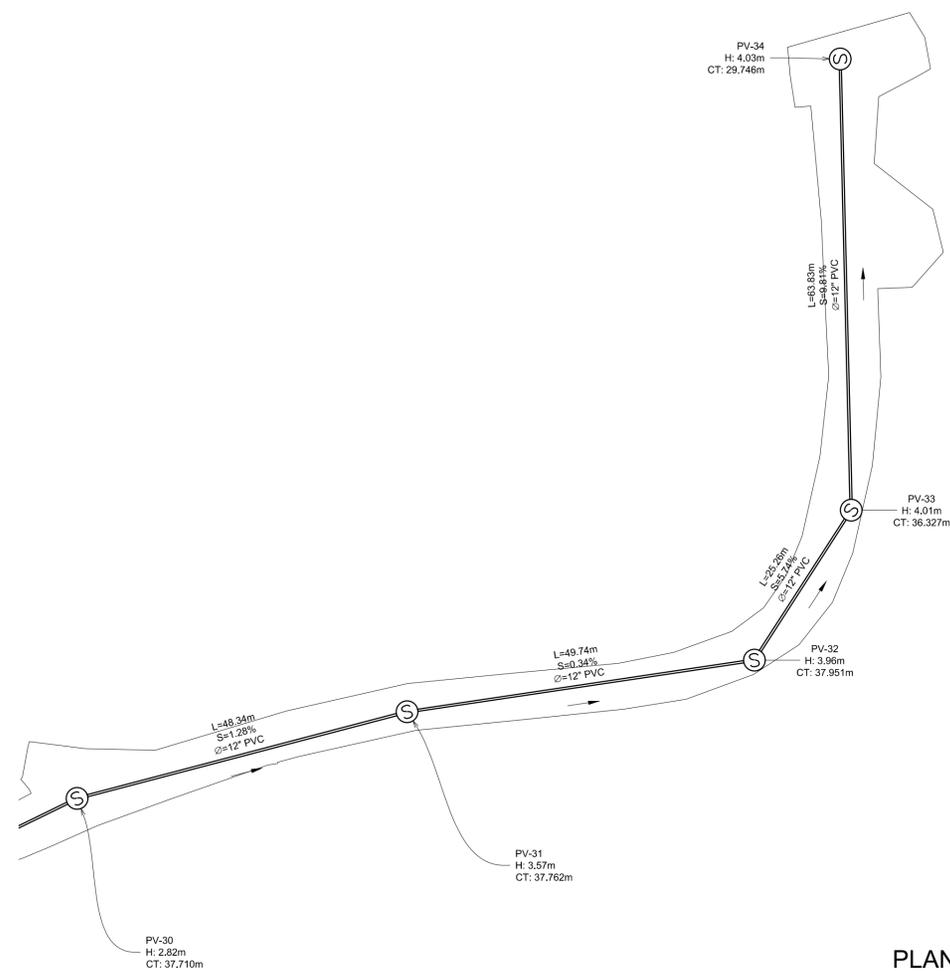
	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-26 A PV-30		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	8 / 10
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	



PERFIL DE PV-30 A PV-34

ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{500}$
 ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{250}$

ENTRADA Y SALIDA HOSPITAL DE OFTALMOLOGÍA

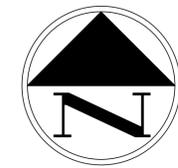


PLANTA DE PV-30 A PV-34

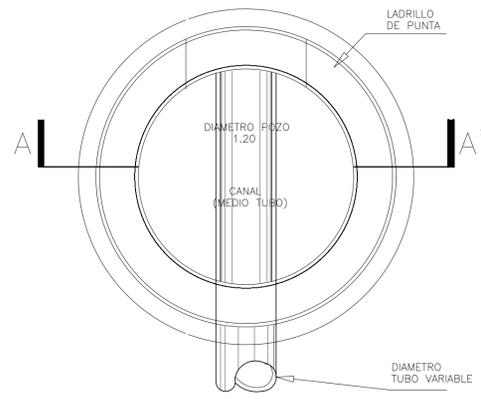
ESCALA HORIZONTAL: $\frac{1}{500}$
 ESCALA VERTICAL: $\frac{1}{250}$

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

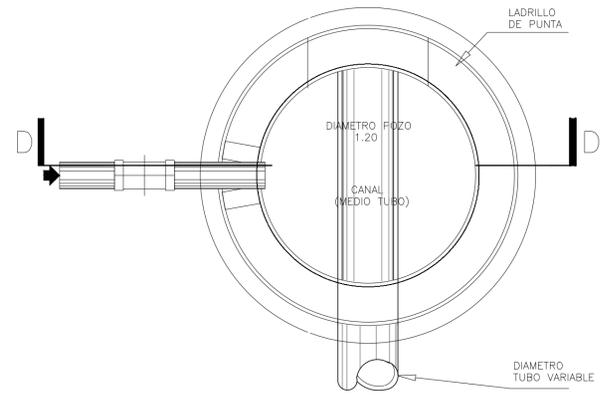


	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	CASERÍOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERÍOS CHILLEY, PANEC.	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-30 A PV-34		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ		DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC		SUPERVISOR: JUAN MERCK COS
ASESOR: JUAN MERCK COS		FIRMA:
PROGRAMA: EPS USAC 2021		ESCALA: INDICADA
FECHA: OCTUBRE 2021		9 10



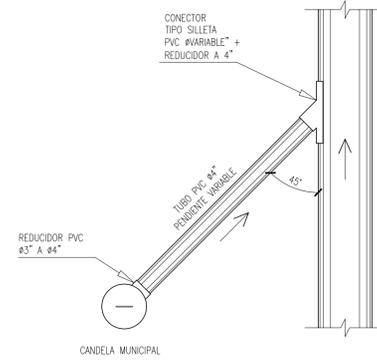
PLANTA POZO DE VISITA H>1.20m

ESCALA: 1/20



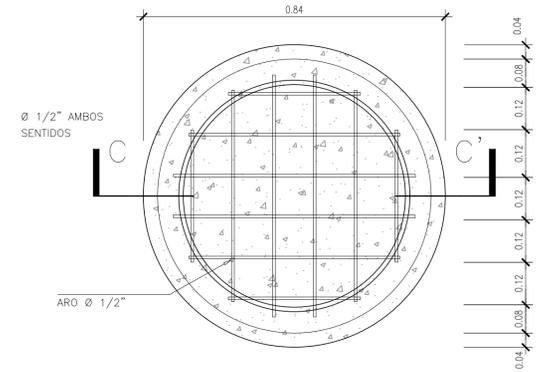
PLANTA POZO DE VISITA CON CAIDA

ESCALA: 1/20



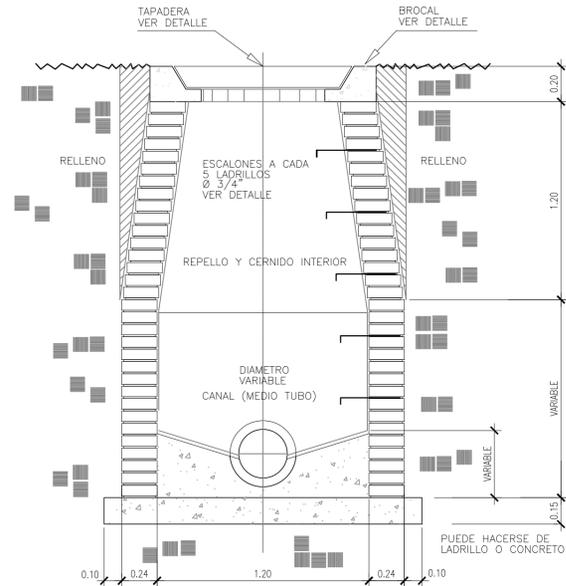
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



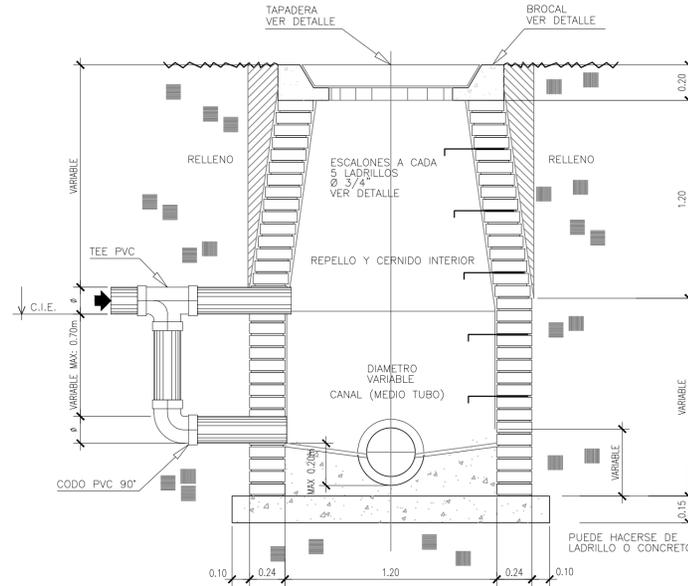
TAPADERA DE POZO Y SECCIÓN C-C'

ESCALA: 1/10



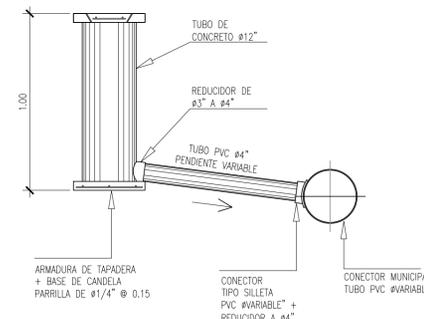
SECCIÓN A-A' H>1.20m

ESCALA: 1/20



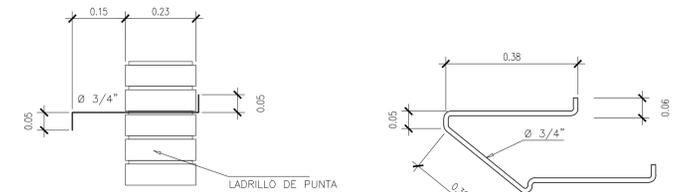
SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA

ESCALA: 1/20



PERFIL ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20

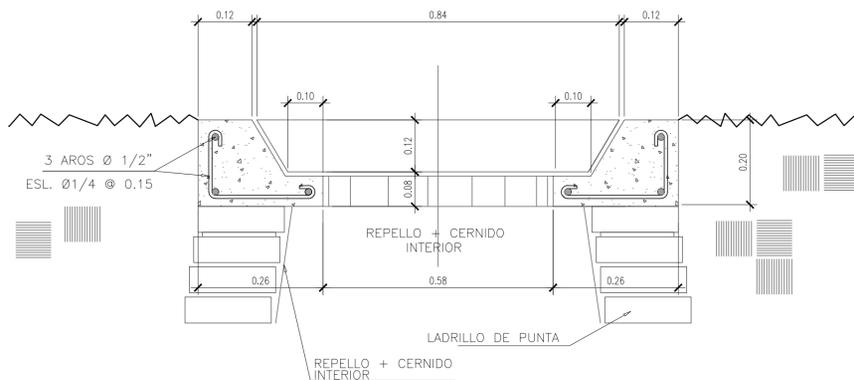


DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F_c = 210 kg/cm² CON PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ F_y = 2810 kg/cm².



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10

	<p>USAC FACULTAD DE INGENIERÍA</p>	
	<p>CASERIOS CHILLEY, PANEC MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LOS CASERIOS CHILLEY, PANEC</p>	
<p>PLANO DE: DETALLES DE POZOS DE VISITA, ALCANTARILLADO SANITARIO</p>		<p>PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021</p>
<p>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ</p>	<p>DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	<p>10 10</p>
<p>DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	<p>SUPERVISOR: JUAN MERCK COS</p>	
<p>ASESOR: JUAN MERCK COS</p>	<p>FIRMA:</p>	

Apéndice 3.

Diseño alcantarillado sanitario aldea La Reforma

Nota. Se presenta el cálculo hidráulico del alcantarillado. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

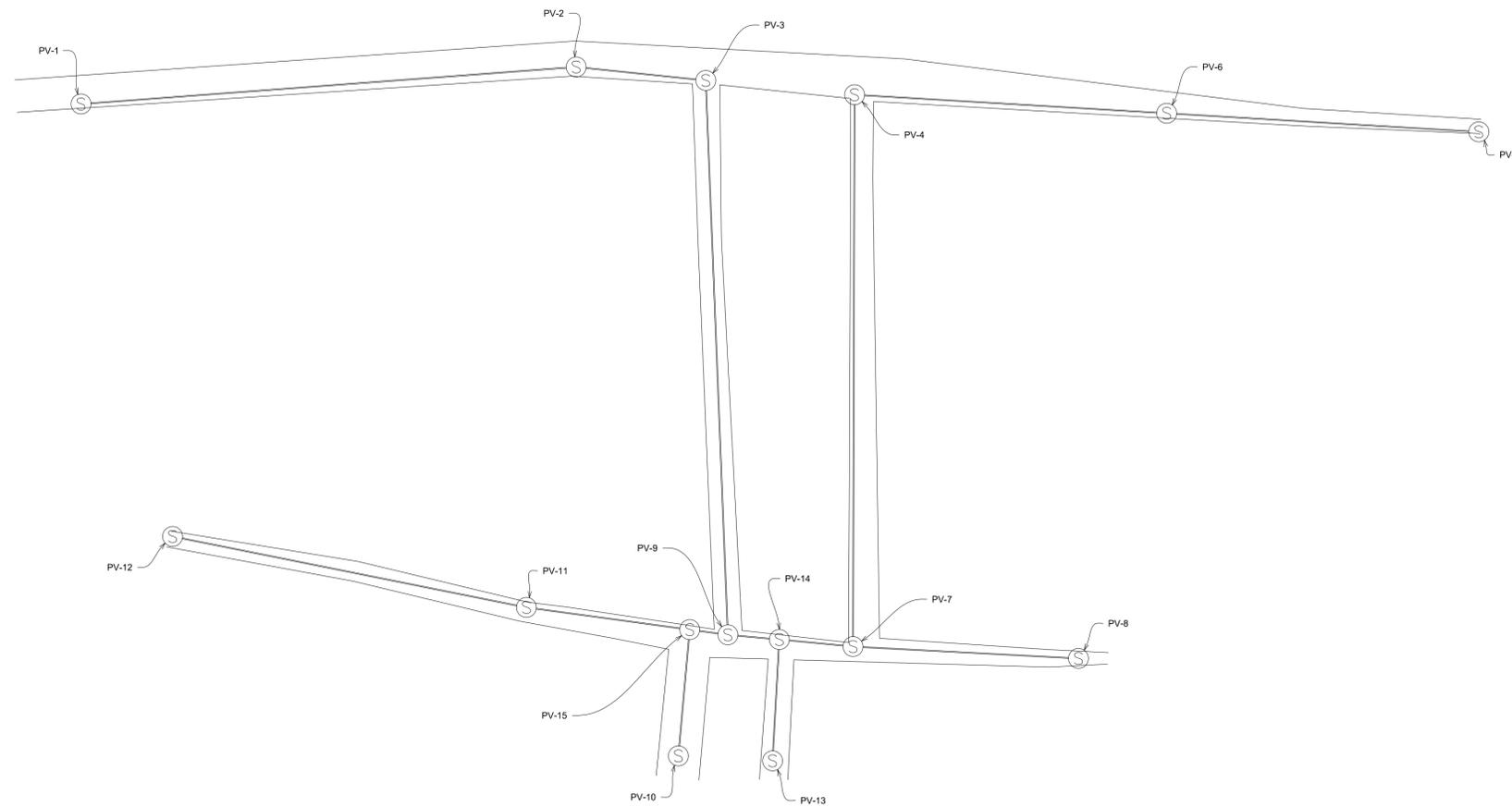
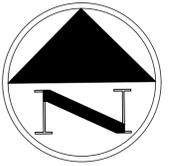
De	A	Cota inicial (mts)	Cota final (mts)	longitud (metros)	Longitud (m)	pendiente terreno (%)	Número de viviendas (actuales)		Número de Habitantes = No. viviendas*6 hab/vivienda	tasa de crecimiento	Período de diseño	Población	Número de viviendas (futuras)	Caudal	Caudal	Caudal Conexiones Ilícitas INFOM específica que se debe tomar		Caudal de infiltración		Factor del Caudal Medio	Factor del						
					borde a borde		tramo	acumulado			Población actual acumulada	%		años	Hab acumulados	acumulado	Domiciliar	Domiciliar	Q conexiones ilícitas = Qdom*0.10		Q conexiones ilícitas = Qdom*0.10	Sobre el nivel freático: i = 0.010 P.V.C, i = 0.025 Cemento Bajo el nivel freático: i = 0.02 P.V.C, i = 0.15 Cemento	Sobre el nivel freático: i = 0.010 P.V.C, i = 0.025 Cemento Bajo el nivel freático: i = 0.02 P.V.C, i = 0.15 Cemento	actual (Lts/seg)	futuro (Lts/seg)	Fqm ACTUAL	Fqm FUTURO
PV-1	PV-2	1,459.620	1,457.580	76.100	74.900	2.724	9.000	9.000	54.000	3.000	33.000	143.000	24.000	0.186	0.070	0.007	0.019	0.008	0.013	0.085	0.218	0.002	0.002				
PV-2	PV-3	1,457.580	1,457.580	20.000	18.800	0.000	3.000	12.000	72.000	3.000	33.000	191.000	32.000	0.249	0.094	0.009	0.025	0.005	0.012	0.108	0.286	0.002	0.002				
PV-3	PV-9	1,457.580	1,450.980	84.900	83.700	7.885	13.000	25.000	150.000	3.000	33.000	398.000	67.000	0.518	0.195	0.020	0.052	0.014	0.029	0.229	0.599	0.002	0.002				
PV-5	PV-6	1,465.700	1,463.490	47.900	46.700	4.732	6.000	6.000	36.000	3.000	33.000	95.000	16.000	0.124	0.047	0.005	0.012	0.005	0.008	0.056	0.144	0.002	0.002				
PV-6	PV-4	1,463.490	1,458.320	47.900	46.700	11.071	3.000	9.000	54.000	3.000	33.000	143.000	24.000	0.186	0.070	0.007	0.019	0.006	0.011	0.083	0.216	0.002	0.002				
PV-4	PV-7	1,458.320	1,451.710	84.400	83.200	7.945	11.000	20.000	120.000	3.000	33.000	318.000	53.000	0.414	0.156	0.016	0.041	0.012	0.024	0.184	0.479	0.002	0.002				
PV-8	PV-7	1,452.550	1,451.710	34.600	33.400	2.515	8.000	8.000	48.000	3.000	33.000	127.000	21.000	0.165	0.063	0.006	0.017	0.005	0.009	0.074	0.191	0.002	0.002				
PV-7	PV-14	1,451.710	1,451.350	11.300	10.100	3.564	0.000	28.000	168.000	3.000	33.000	446.000	74.000	0.581	0.219	0.022	0.058	0.011	0.027	0.251	0.666	0.002	0.002				
PV-13	PV-14	1,453.840	1,451.350	18.600	17.400	14.310	2.000	2.000	12.000	3.000	33.000	32.000	5.000	0.042	0.016	0.002	0.004	0.002	0.003	0.019	0.049	0.002	0.002				
PV-14	PV-9	1,451.350	1,450.980	7.900	6.700	5.522	0.000	30.000	180.000	3.000	33.000	477.000	79.000	0.621	0.234	0.023	0.062	0.011	0.028	0.269	0.712	0.002	0.002				
PV-9	PV-15	1,450.980	1,450.590	5.900	4.700	8.298	0.000	55.000	330.000	3.000	33.000	875.000	146.000	1.139	0.430	0.043	0.114	0.020	0.052	0.492	1.305	0.002	0.002				
PV-10	PV-15	1,452.680	1,450.590	19.400	18.200	11.484	2.000	2.000	12.000	3.000	33.000	32.000	5.000	0.042	0.016	0.002	0.004	0.002	0.003	0.019	0.049	0.002	0.002				
PV-15	PV-11	1,450.590	1,449.960	25.300	24.100	2.614	2.000	59.000	354.000	3.000	33.000	939.000	156.000	1.223	0.461	0.046	0.122	0.022	0.057	0.529	1.402	0.002	0.002				
PV-11	PV-12	1,449.960	1,447.280	55.300	54.100	4.954	0.000	59.000	354.000	3.000	33.000	939.000	156.000	1.223	0.461	0.046	0.122	0.024	0.059	0.531	1.403	0.002	0.002				

Factor de Harmond	Caudal diseño (q dis)	diámetro	s terreno	s tubo	área tubería	n	V= velocidad	Q sec llena = A* v	relaciones	relación	velocidad	tirante	relaciones	relación	velocidad	tirante	altura pozo	cota invert salida	Desnivel	Cota invert entrada	Altura a la que entra la tubería	altura pozo		
		pulgadas	%	%	m²		sección llena (m/s)	l/s	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	agua arriba (mts)	CIS= Cterreno-hpozo	h=(S% tubo* distancia) m	CIE=CIS-h	(mts)	agua abajo (mts)		
		actual	futuro	actual (Lts/seg)	futuro (Lts/seg)					actual	actual	actual	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	(mts)	
4.308	4.198	0.465	1.201	5.909	2.724	2.700	0.018	0.010	1.842	32.583	0.014	0.358	0.659	0.084	0.037	0.476	0.876	0.131	1.400	1,458.220	2.022	1,456.198	1.382	1.421
4.280	4.155	0.616	1.587	5.909	0.000	3.400	0.018	0.010	2.067	36.564	0.017	0.376	0.777	0.090	0.043	0.500	1.033	0.142	1.421	1,456.159	0.639	1,455.519	2.061	2.115
4.191	4.023	1.257	3.202	5.909	7.885	8.700	0.018	0.010	3.306	58.488	0.021	0.405	1.338	0.101	0.055	0.535	1.770	0.159	2.115	1,455.465	7.282	1,448.183	2.637	2.797
4.341	4.250	0.313	0.807	5.909	4.732	4.800	0.018	0.010	2.456	43.444	0.007	0.291	0.713	0.060	0.019	0.387	0.951	0.095	1.400	1,464.300	2.242	1,462.058	1.432	1.478
4.308	4.198	0.465	1.201	5.909	11.071	11.300	0.018	0.010	3.768	66.658	0.007	0.288	1.085	0.060	0.018	0.384	1.446	0.093	1.478	1,462.012	5.277	1,456.735	1.585	1.691
4.221	4.068	1.013	2.587	5.909	7.945	8.000	0.018	0.010	3.170	56.086	0.018	0.384	1.217	0.093	0.046	0.509	1.613	0.146	1.691	1,456.629	6.656	1,449.973	1.737	1.737
4.318	4.214	0.415	1.070	5.909	2.515	2.400	0.018	0.010	1.736	30.720	0.013	0.352	0.611	0.081	0.035	0.468	0.812	0.128	1.400	1,451.150	0.802	1,450.348	1.704	1.737
4.175	3.999	1.403	3.567	5.909	3.564	5.200	0.018	0.010	2.556	45.218	0.031	0.452	1.155	0.121	0.079	0.596	1.524	0.190	1.737	1,449.973	0.525	1,449.447	1.784	1.903
4.407	4.350	0.106	0.278	5.909	14.310	14.900	0.018	0.010	4.326	76.543	0.001	0.176	0.760	0.028	0.004	0.236	1.021	0.044	1.400	1,452.440	2.593	1,449.847	1.849	1.903
4.164	3.985	1.499	3.801	5.909	5.522	5.700	0.018	0.010	2.676	47.342	0.032	0.455	1.217	0.122	0.080	0.600	1.604	0.192	1.903	1,449.447	0.382	1,449.066	2.666	2.797
4.060	3.837	2.680	6.714	5.909	8.298	5.400	0.018	0.010	2.604	46.079	0.058	0.545	1.420	0.164	0.146	0.713	1.858	0.258	2.797	1,448.183	0.254	1,447.929	2.485	2.661
4.407	4.350	0.106	0.278	5.909	11.484	8.500	0.018	0.010	3.268	57.812	0.002	0.191	0.625	0.032	0.005	0.257	0.840	0.050	1.400	1,451.280	1.547	1,449.733	2.625	2.661
4.047	3.817	2.865	7.169	5.909	2.614	5.000	0.018	0.010	2.506	44.340	0.065	0.562	1.409	0.172	0.162	0.735	1.842	0.272	2.661	1,447.929	1.205	1,446.724	3.236	3.409
4.047	3.817	2.865	7.169	5.909	4.954	3.500	0.018	0.010	2.097	37.097	0.077	0.593	1.243	0.188	0.193	0.773	1.621	0.298	3.409	1,446.551	1.894	1,444.658	2.488	2.622

Apéndice 4.

Planos diseño alcantarillado sanitario aldea La Reforma

Nota. Se presentan los planos del alcantarillado. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

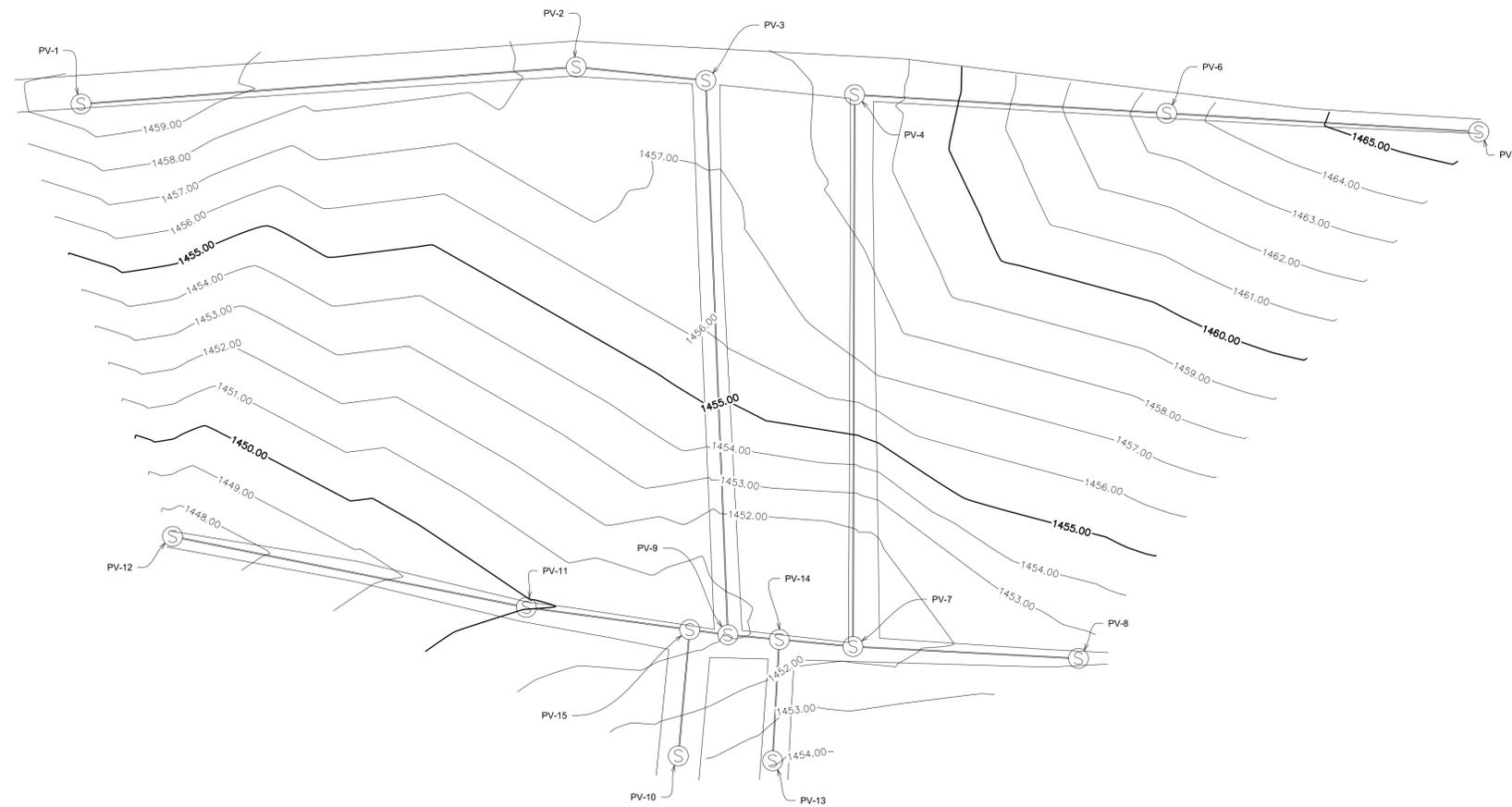
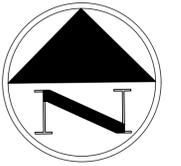
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL

ESCALA : 1/500

NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ALDEA LA REFORMA MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA	
PLANO DE: PLANTA GENERAL, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021
		ESCALA: INDICADA
		FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	1 7
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	



PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL

ESCALA : 1/500

NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

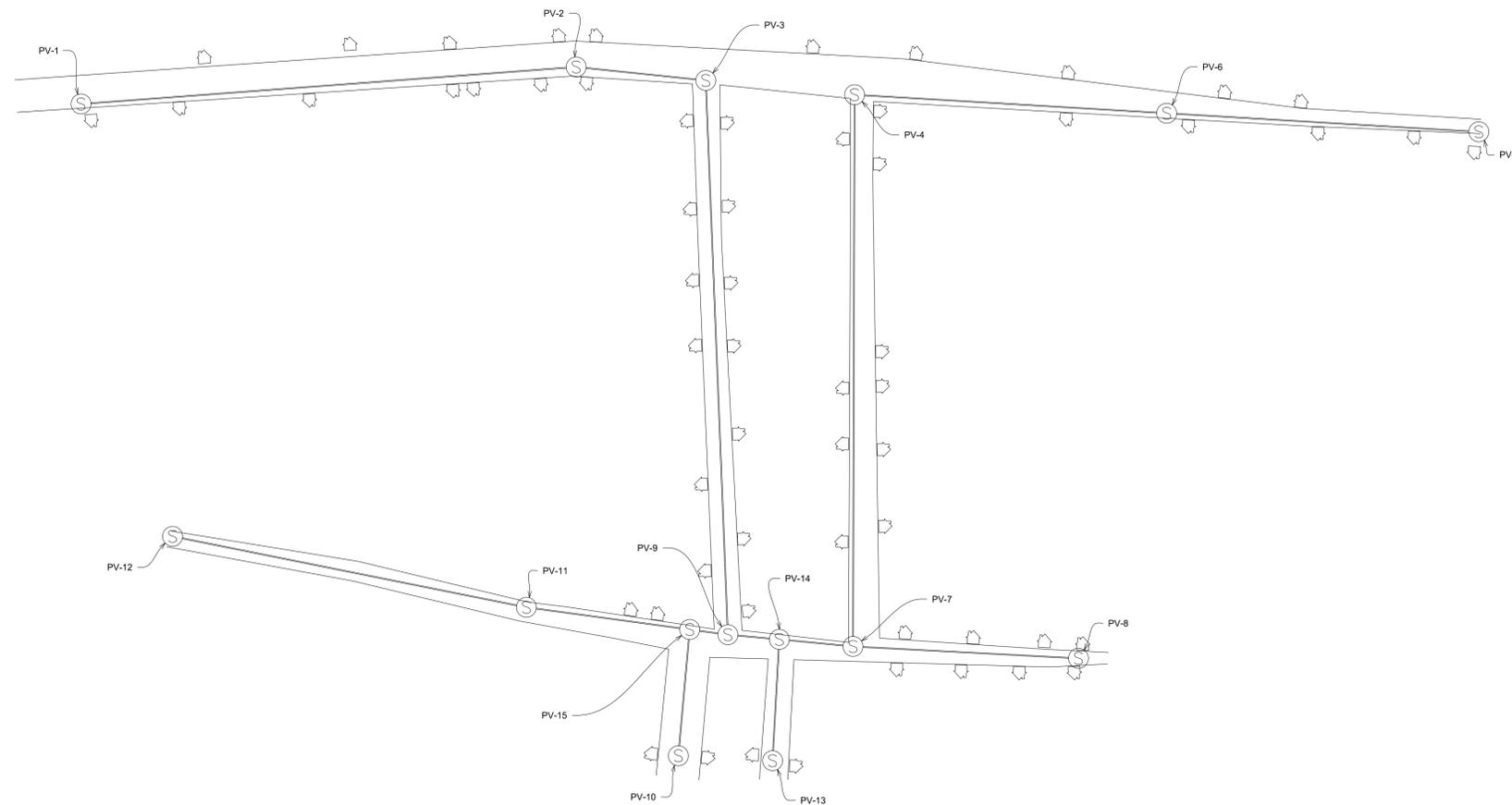
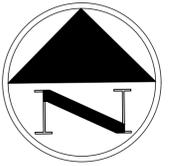
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	



USAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ALDEA LA REFORMA
MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ
PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA



PLANO DE: PLANTA GENERAL CURVAS DE NIVEL, ALCANTARILLADO SANITARIO	PROGRAMA: EPS USAC 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:
ESCALA: INDICADA	
FECHA: OCTUBRE 2021	
27	



SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDA
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

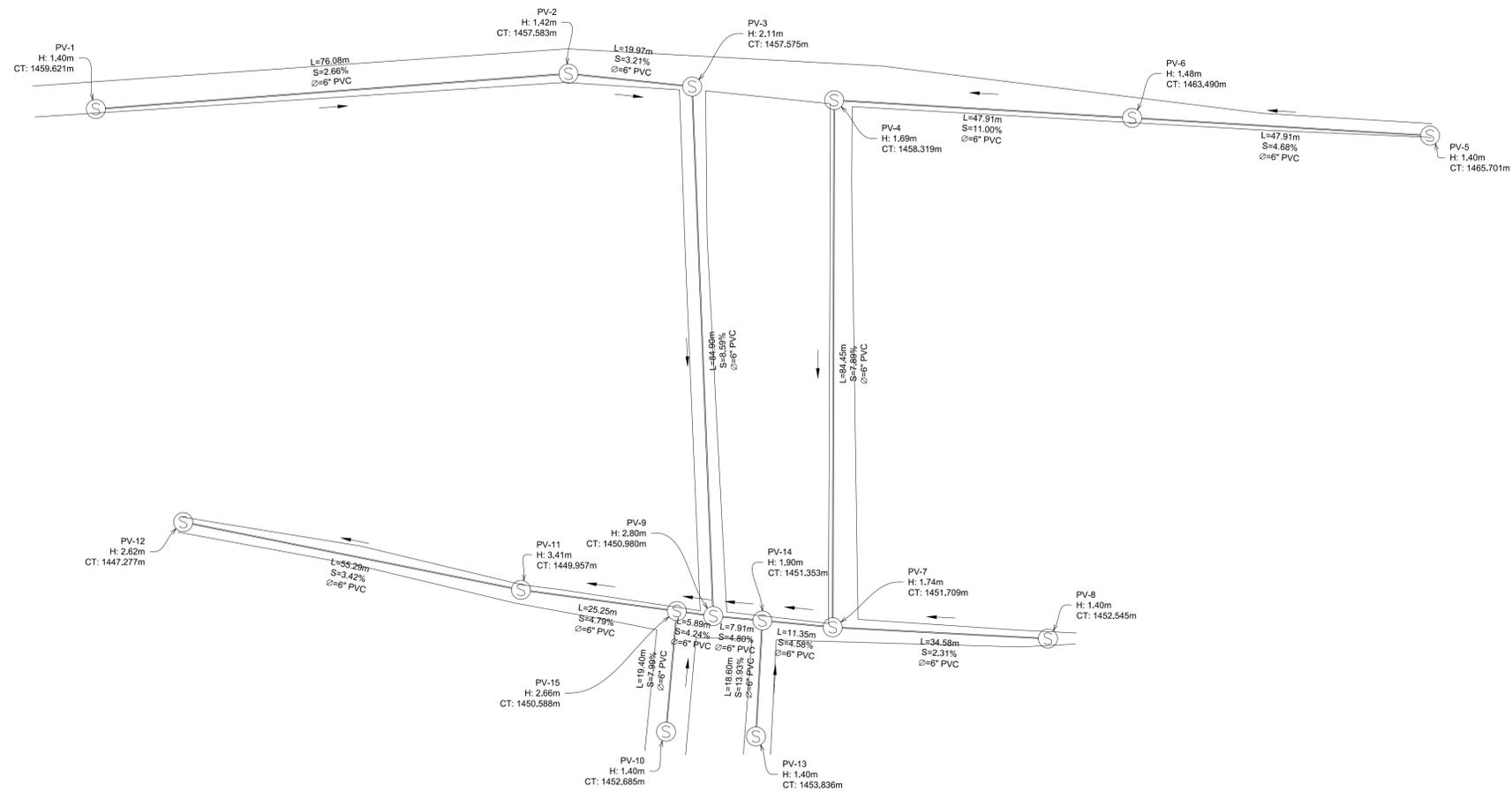
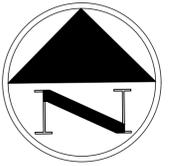
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA : 1/500

NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ALDEA LA REFORMA MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DENSIDAD DE VIVIENDA, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021
		ESCALA: INDICADA
		FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	3 7
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA
H	ALTURA DEL POZO
Ø	DIÁMETRO
PVC	POLICLORURO DE VINILO
PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
S	PENDIENTE DE LA TUBERÍA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

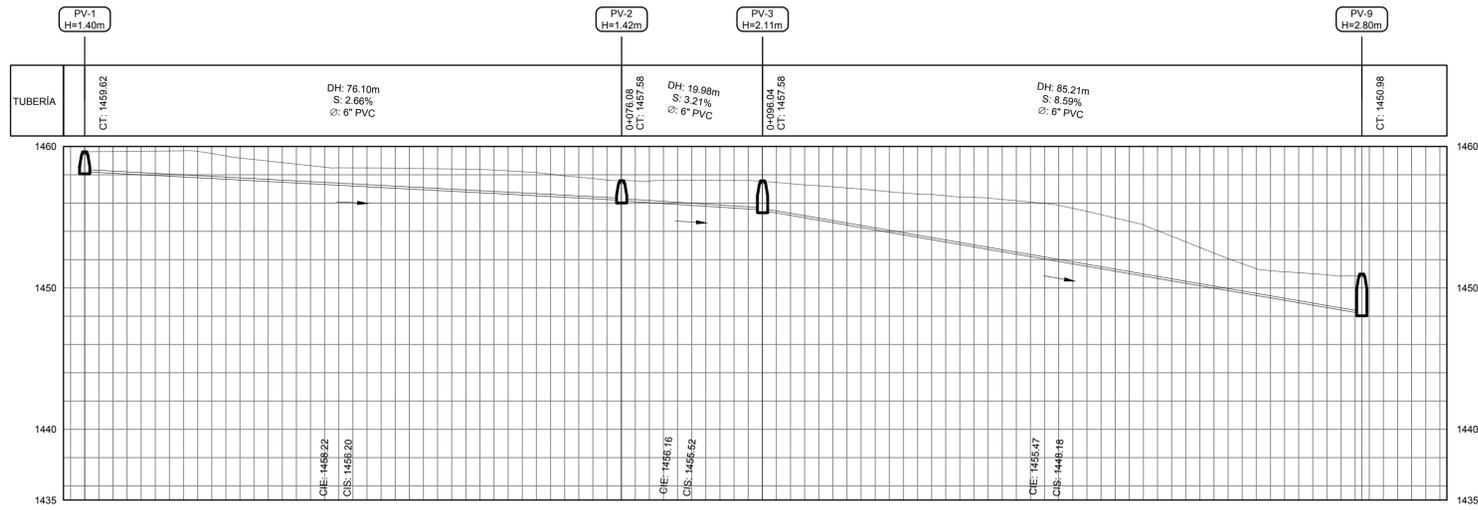
PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO

ESCALA : 1/500

NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ALDEA LA REFORMA MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DISEÑO HIDRÁULICO, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021
		ESCALA: INDICADA
		FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	4 7
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	

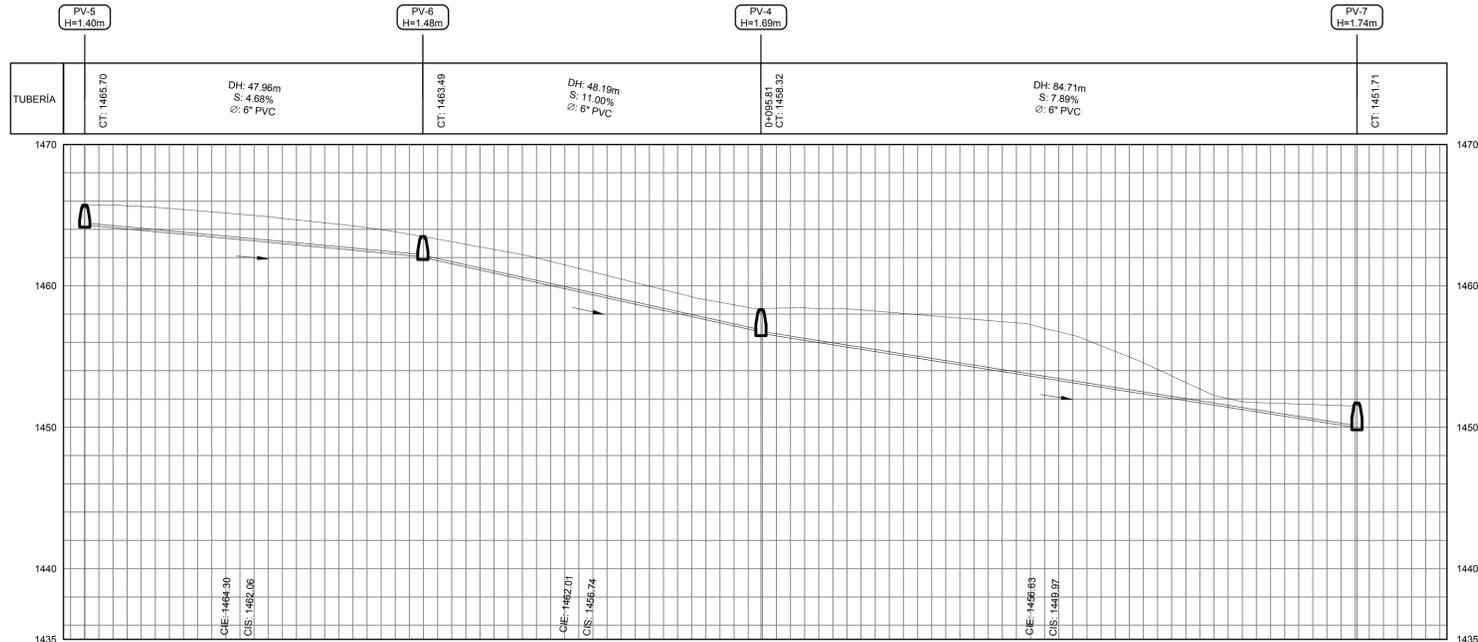
PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL DE PV-1 A PV-9

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

PERFIL LONGITUDINAL



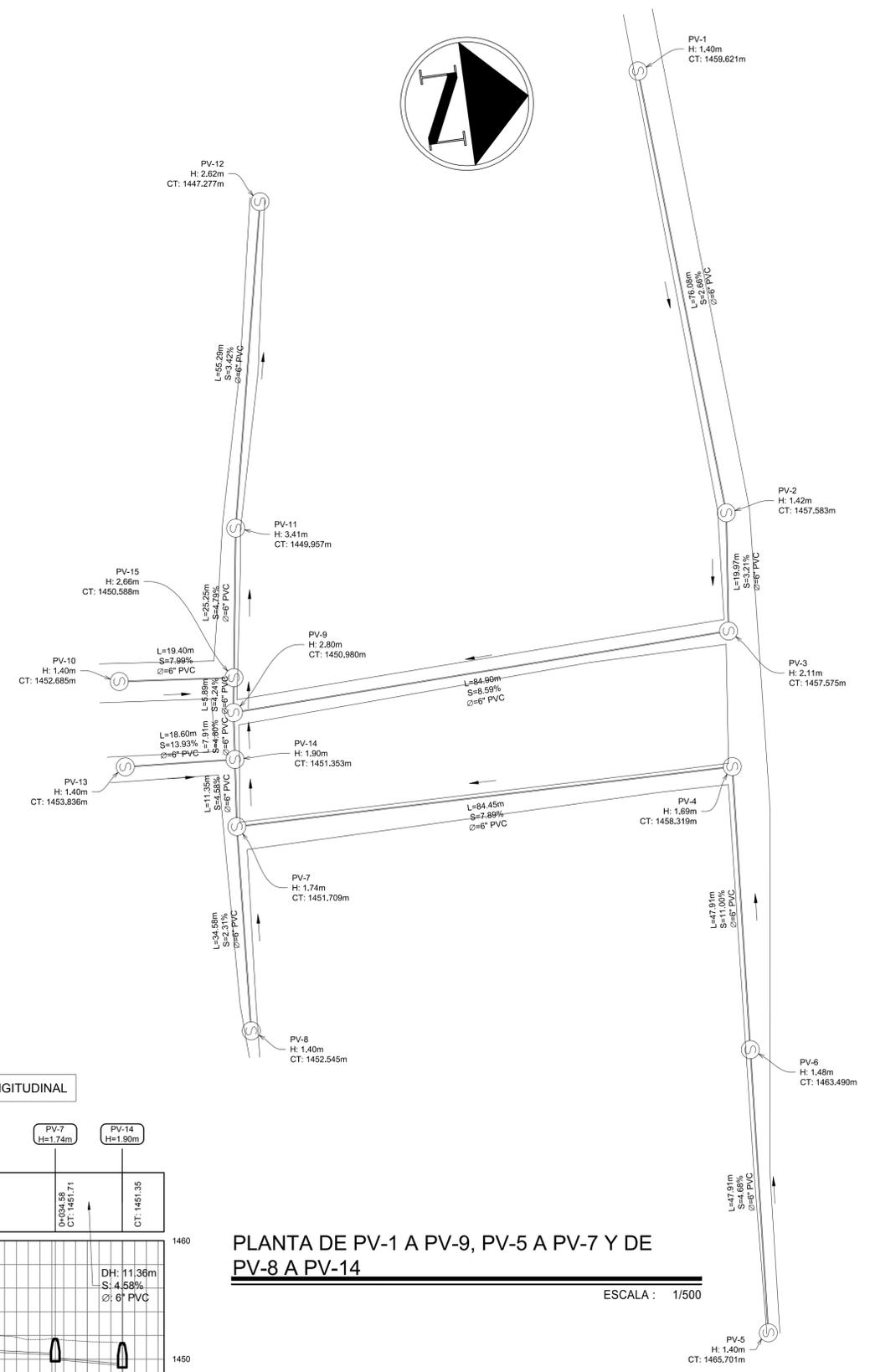
PERFIL DE PV-5 A PV-7

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	PVC POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFORM. 2001	

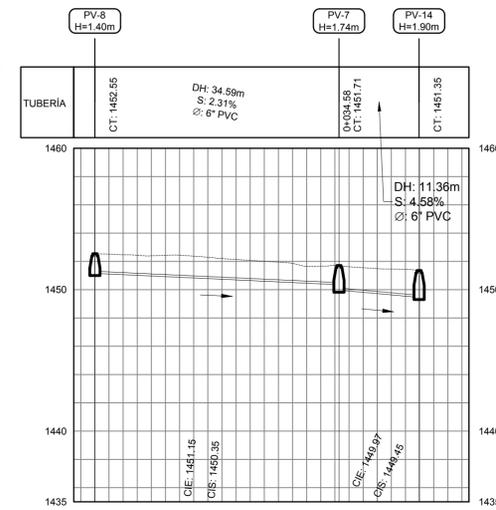
NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).



PLANTA DE PV-1 A PV-9, PV-5 A PV-7 Y DE PV-8 A PV-14

ESCALA: 1/500

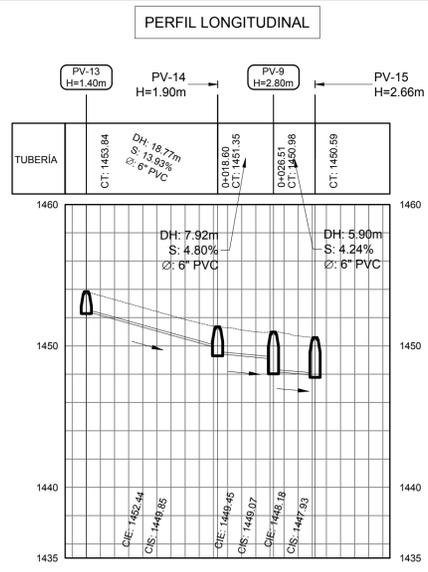
PERFIL LONGITUDINAL



PERFIL DE PV-8 A PV-14

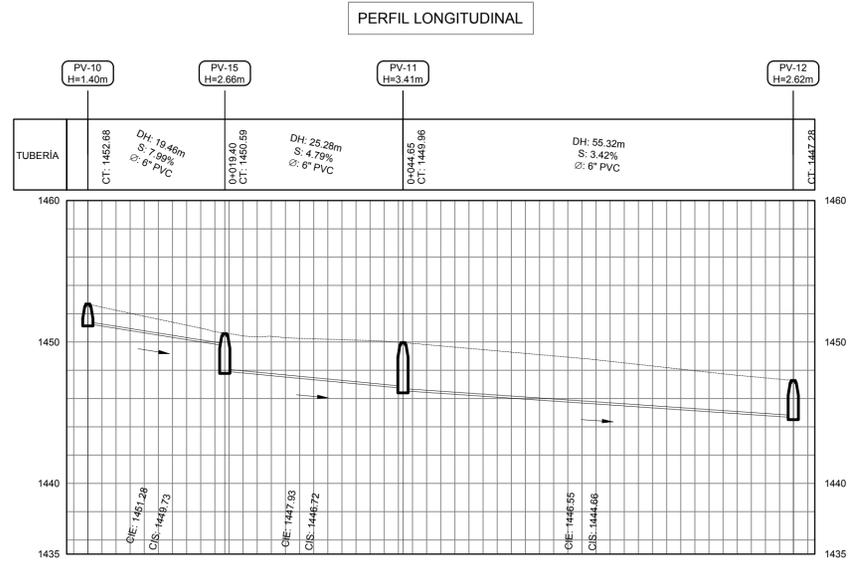
ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA ALDEA LA REFORMA DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA	
	PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-1 A PV-9, PV-5 A PV-7 Y DE PV-8 A PV-14	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS
ASesor: JUAN MERCK COS	FIRMA:	5 7



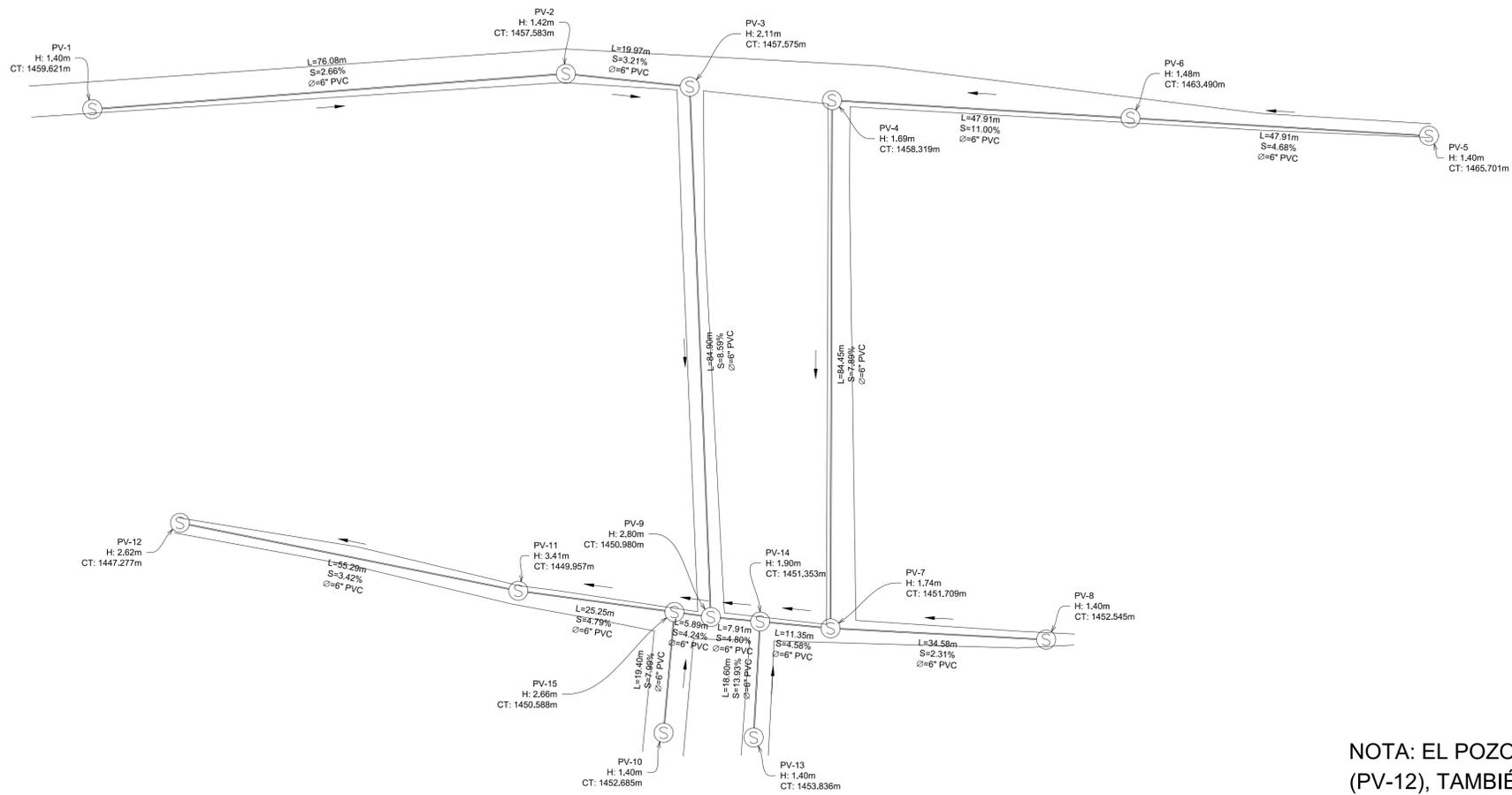
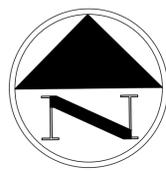
PERFIL DE PV-13 A PV-15

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



PERFIL DE PV-10 A PV-12

ESCALA HORIZONTAL: 1/500
ESCALA VERTICAL: 1/250



SIMBOLOGÍA	
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA
	COTA DE TERRENO
	LONGITUD DE TUBERÍA
	ALTURA DEL POZO
	DIÁMETRO
	POLICLORURO DE VINILO
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	PENDIENTE DE LA TUBERÍA
	COTA INVERT DE SALIDA
	COTA INVERT DE ENTRADA

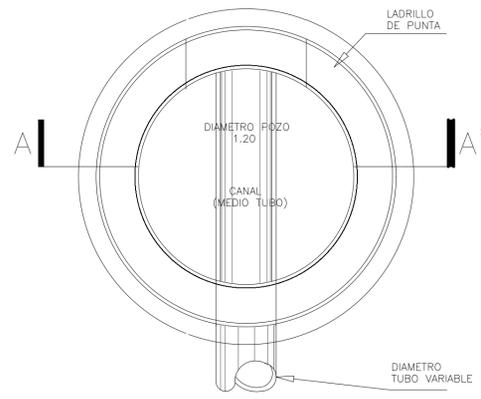
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-477	CONEXIONES ENTRE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA NOVAFORT O SIMILARES
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA DISEÑO DE ALCANTARILLADOS, INFOM, 2001	

PLANTA DE PV-13 A PV-15 Y DE PV-10 A PV-12

ESCALA: 1/500

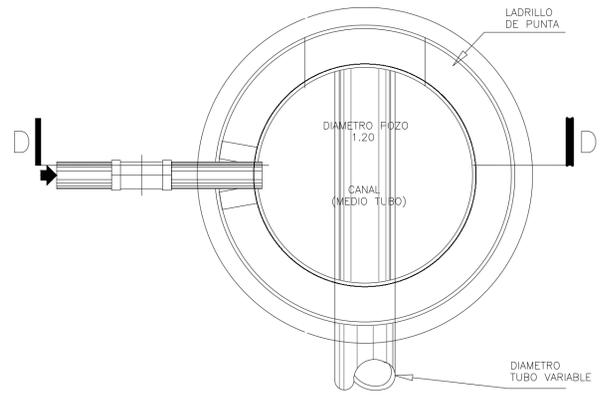
NOTA: EL POZO DE VISITA 12 (PV-12), TAMBIÉN ES EL POZO DE ENTRADA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).

	USAC	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
ALDEA LA REFORMA		
MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ		
PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA		
PLANO DE:	PROGRAMA:	FECHA: OCTUBRE 2021
PLANTA-PERFIL DE DISEÑO HIDRÁULICO ALCANTARILLADO SANITARIO, DE PV-13 A PV-15 Y DE PV-10 A PV-12	EPS USAC 2021	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CÁLCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	ESCALA: INDICADA
DIBUJO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	
		6
		7



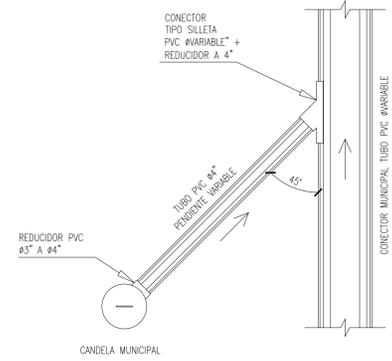
PLANTA POZO DE VISITA H>1.20m

ESCALA: 1/20



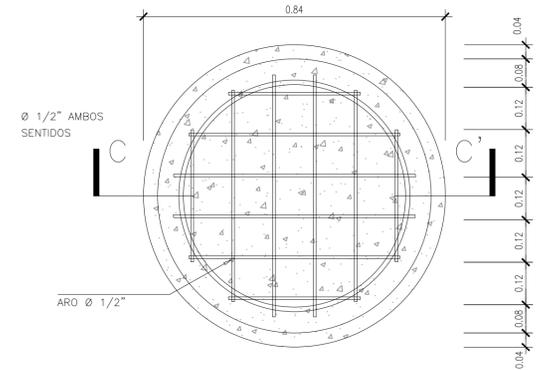
PLANTA POZO DE VISITA CON CAIDA

ESCALA: 1/20



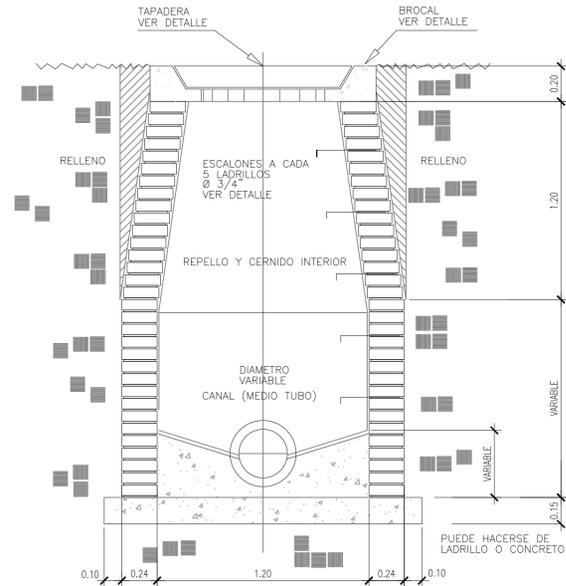
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



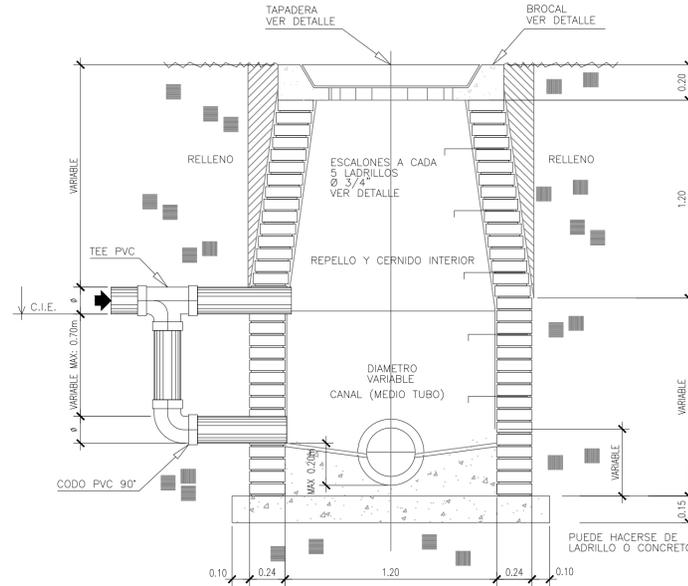
TAPADERA DE POZO Y SECCIÓN C-C'

ESCALA: 1/10



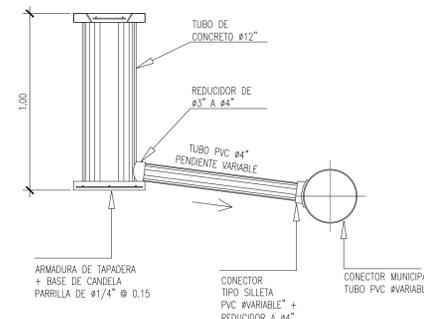
SECCIÓN A-A' H>1.20m

ESCALA: 1/20



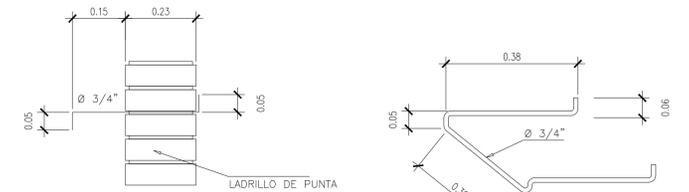
SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA

ESCALA: 1/20



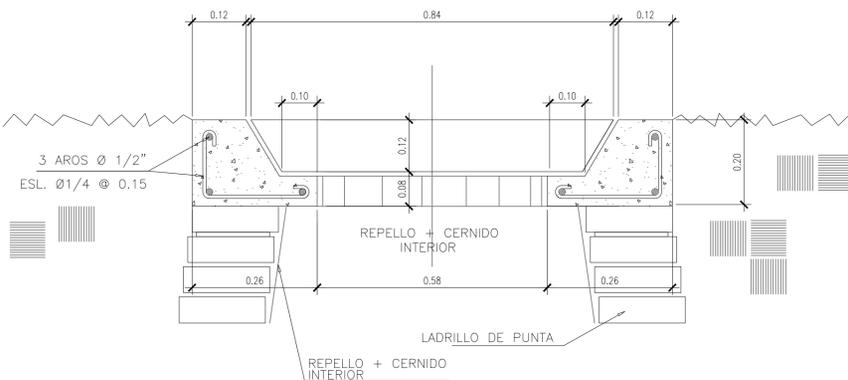
PERFIL ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA: 1/20



DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F'c = 210 kg/cm² CON PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ Fy = 2810 kg/cm².

	USAC FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ALDEA LA REFORMA MUNICIPIO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PARA LA ALDEA LA REFORMA	
PLANO DE: DETALLES DE POZOS DE VISITA, ALCANTARILLADO SANITARIO		PROGRAMA: EPS USAC 2021 ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE 2021
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	DIBUJO Y CALCULO HIDRÁULICO: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC	7 7
DIBUJO Y CALCULO TOPOGRÁFICO: SAN CRISTÓBAL VERAPAZ	SUPERVISOR: JUAN MERCK COS	
ASESOR: JUAN MERCK COS	FIRMA:	

Apéndice 5.

Evaluación de impacto ambiental inicial caserío Chilley, Panec

FORMATO

DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
<p>I. INFORMACION LEGAL</p>	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):</p>	
<p>CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEAS CHILLEY Y PANEC, SAN CRISTOBAL VERAPAZ GUATEMALA</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.</p>	
<p>CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO</p>	
<p>I.2. Información legal:</p>	
<p>A) Persona Individual: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	
<p>A.1. Representante Legal: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	
<p>B) De la empresa:</p>	
<p>Razón social: <u>MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERPAZ, ALTA VERAPAZ</u></p>	
<p>Nombre Comercial: <u>MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERPAZ, ALTA VERAPAZ</u></p>	
<p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p>	
<p>Fecha de constitución: _____</p>	
<p>Patente de Sociedad Registro No. <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u></p>	
<p>Patente de Comercio Registro No. <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u></p>	
<p>No. De Finca <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u> de _____</p>	
<p>_____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p>	
<p>Número de Identificación Tributaria (NIT): <u>NO APLICA</u></p>	

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono _____ Correo electrónico: _____		
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
ALDEAS CHILLEY Y PANEC, SAN CRISTOBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84)		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
X: 770626.3, ZONA 15 NORTE		N 15° 21' 57.22"
Y: 1700374.5, ZONA 15 NORTE		O 90° 28' 44.41"
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
0 CALLE 0-54 ZONA 4, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de carretera. • Conformación de la subbase. • Conformación de la base. • Colocación de la carpeta de rodadura. • Construcción de drenajes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Maquinaria y camiones de volteo. • Tránsito de vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desalojo de maquinaria. • Limpieza del área de trabajo.
II.3 Área		
a)	Área total de terreno en metros cuadrados: 870 _____	
b)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 870 _____	
	Área total de construcción en metros cuadrados: 870 _____	

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN																								
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE CENTRO DE ATENCION PERMANETE CAP SUR CONTINUACION DE ALDEA CHILLEY ESTE ALDEA AGUA BLANCA, SAN CRISTOBAL VERAPAZ OESTE ALDEA LA PROVIDENCIA</p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>0 KM</td> </tr> <tr> <td>CENTRO DE ATENCION PERMANENTE CAP</td> <td>NORTE</td> <td>0 KM</td> </tr> <tr> <td>HOSPITAL DE OIDOS Y OJOS</td> <td>NORESTE</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CENTRO DE CONVERGENCIA DE CHILLEY</td> <td>SUR</td> <td>0 KM</td> </tr> <tr> <td>FABRICA DE CALZADO COBAN</td> <td>NOROESTE</td> <td>1 KM</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO			0 KM	CENTRO DE ATENCION PERMANENTE CAP	NORTE	0 KM	HOSPITAL DE OIDOS Y OJOS	NORESTE		CENTRO DE CONVERGENCIA DE CHILLEY	SUR	0 KM	FABRICA DE CALZADO COBAN	NOROESTE	1 KM						
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO																								
		0 KM																								
CENTRO DE ATENCION PERMANENTE CAP	NORTE	0 KM																								
HOSPITAL DE OIDOS Y OJOS	NORESTE																									
CENTRO DE CONVERGENCIA DE CHILLEY	SUR	0 KM																								
FABRICA DE CALZADO COBAN	NOROESTE	1 KM																								
<p>II.5 Dirección del viento:</p>																										
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																										
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta (x) Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados : _____ 20 _____</p>																										
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p>*Agua potable para consumo humano, y agua de lluvia.</p>																										

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
---------------	---------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	3000 lts/día	Municipalidad	Para consumo humano,		Cisterna o tinacos
	Pozo	Si					
	Agua especial						
	Superficial	Si					
Combustible	Otro						
	Gasolina						
	Diesel						
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros	Antisol						

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

No

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

No aplica

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="margin-left: 100px;">No</p>	
<p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="margin-left: 100px;">Dentro del tramo diseñado para el alcantarillado, producido por una retroexcavadora</p>	
<p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p style="margin-left: 100px;">Debido a que el tipo de Trabajo no se producirá grandes cantidades de ruido, no se aplicara ninguna accion</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p style="margin-left: 100px;">No se generarán olores</p>	
<p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="margin-left: 100px;">Al conectarse cada casa al sistema, será dentro del mismo que fluirán los olores.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos,</p> <p style="margin-left: 20px;">qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p style="margin-left: 20px;">a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p style="margin-left: 20px;">b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p style="margin-left: 20px;">c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p style="margin-left: 20px;">d) Otro;</p>	
<p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado _____</p> <p style="margin-left: 20px;">Se generan aguas ordinarias, que provienen de los servicios sanitarios de los trabajadores, provocando distintos caudales dentro de cada tramo</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Continuación apéndice 5.

FORMATO

DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento: Desfogar en pozos de absorción. b) Capacidad: Pozos de absorción de 10,000 litros. c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar: 0.10 lts/seg. e) Etc.</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p style="text-align: center;">Colector municipal</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Se descargarán dentro de drenajes transversales, hacia un Zanjón</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día _____</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día _____</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p style="text-align: center;">Basura o Desecho común.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p style="text-align: center;">No se generan desechos peligrosos.</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p style="text-align: center;">Ninguno.</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica.</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p style="text-align: center;">No.</p>	

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) ____ Ninguno _____	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____ x _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Baja de la tarifa pública municipal	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? Solo se trabajará sobre el area de zanjeo para colocación de tuberías,.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos ____ 2 _____	
b) Tipo de vehículo ____ Camiones y pick up. _____	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa ____ Distintos puntos a lo largo del tramo. _____	
d) Horario de circulación vehicular ____ Varios horarios _____	
e) Vías alternas ____ No. _____	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	

Continuación apéndice 5.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Si. Pogomchi una etnia predominante.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias? <u>Ninguna.</u></p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? <u>No aplica.</u></p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explicar por qué?</p> <p><u>No afecta, porque el área donde se realizaran los trabajos, es directamente en carretera.</u></p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p><u>Puede provocar algún desprendimiento de tierra en zanjas.</u></p>	

Continuación apéndice 5.

FORMATO

DVGA-GA-002

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

Equipo de protección personal

X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()

X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

chalecos, cascos, guantes, tapones para los oídos.

X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Informar por medio de charlas a pobladores, el cuidado que deben tener cuando la maquinaria este funcionando, para evitar accidentes.

Nota. La evaluación se realizó con los formularios del MARN. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

Apéndice 6.

Evaluación de impacto ambiental inicial aldea La Reforma

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar): CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTOBAL VERAPAZ GUATEMALA</p>	
<p>1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) Persona Individual: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC A.1. Representante Legal: ALBYLIN RENÉ BARRIOS BOTZOC</p>	
<p>B) De la empresa: Razón social: <u>MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERPAZ, ALTA VERAPAZ</u> Nombre Comercial: <u>MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERPAZ, ALTA VERAPAZ</u> No. De Escritura Constitutiva: _____ Fecha de constitución: _____ Patente de Sociedad Registro No. <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u> Patente de Comercio Registro No. <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u> No. De Finca <u>NO APLICA</u> Folio No. <u>NO APLICA</u> Libro No. <u>NO APLICA</u> de _____ _____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad. Número de Identificación Tributaria (NIT): <u>NO APLICA</u></p>	

Continuación apéndice 6.

FORMATO

DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono _____ Correo electrónico: _____		
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
ALDEA LA REFORMA, SAN CRISTOBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
X: 768989.2, ZONA 15 NORTE		N 15° 22.07' 24"
Y: 1701179.1, ZONA 15 NORTE		O 90° 29' 39.26"
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION, MUNICIPALIDAD DE SAN CRISTOBAL VERAPAZ		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Apertura de carretera. • Conformación de la subbase. • Conformación de la base. • Colocación de la carpeta de rodadura. • Construcción de drenajes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos • Maquinaria y camiones de volteo. • Tránsito de vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desalojo de maquinaria. • Limpieza del área de trabajo.
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: 281.12 _____		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 350 _____		
Área total de construcción en metros cuadrados: 281.12 _____		

Continuación apéndice 6.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p align="center"> NORTE ALDEA LAS ARRUGAS, SAN CRISTOBAL SUR CARRETERA 7W Y ALDEA CHIYUC ESTE ALDEA LAS ARRUGAS OESTE FINCA MONTECASINOS </p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p>		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO 0 KM
TODAS LAS CASAS SE ENCUENTRA EN UN TERRITORIO PLANO, LIBRE DE QUEBRADAS O		
BARRANCOS QUE REPRESENTEN UN PELIGRO PARA EL CASERIO Y AREA DE TRABAJO		
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p align="center">Por ser una zona boscosa, la dirección del viento varia, pero por lo regular es de norte a sur.</p>		
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()</p> <p>d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()</p> <p>Detalle la información: __ Velocidades grandes de la escorrentía superficial, debido a ser una zona montañosa. _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>		
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (x) Nocturna () Mixta (x) Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados: <u>15</u></p>		
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p>*Agua potable para consumo humano, y agua de lluvia.</p>		

Continuación apéndice 6.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
---------------	---------------------------

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	SI	150 lts/día	Municipalidad	Para consumo humano,		Cisterna o tinacos
	Pozo	SI					
	Agua especial						
	Superficial	si	Depende de temporal				
Combustible	Otro						
	Gasolina						
	Diesel						
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p align="center">No.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p align="center">No aplica</p>							

Continuación apéndice 6.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p align="center">No</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p align="center">Dentro del tramo diseñado para el alcantarillado, producido por una retroexcavadora</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p align="center">Debido a que el tipo de Trabajo no se producirá grandes cantidades de ruido, no se aplicara ninguna accion</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p align="center">No se generarán olores</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p align="center">Al conectarse cada casa al sistema, será dentro del mismo que fluirán los olores.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos,</p> <p>qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado</p> <p>_____</p> <p>Se generan aguas ordinarias, que provienen de los servicios sanitarios de los trabajadores, provocando distintos caudales dentro de cada tramo</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	

Continuación apéndice 6.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento: Desfogar en sistema de alcantarillado existente.</p> <p>b) Operación y mantenimiento</p> <p>c) Caudal a tratar: 0.10 lts/seg.</p> <p>d)</p>	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p style="text-align: center;">Colector municipal perteneciente a un sistema existente</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Se descargarán dentro de drenajes transversales, hacia un zanjón</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
<p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p style="text-align: center;">Basura o Desecho común.</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p style="text-align: center;">No se generan desechos peligrosos.</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p style="text-align: center;">Ninguno.</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica.</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p style="text-align: center;">No.</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p>	

Continuación apéndice 6.

FORMATO	DVGA-GA-002
---------	-------------

**DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-**

--

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u> Ninguno </u>	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público <input checked="" type="checkbox"/> sistema publico _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Baja de la tarifa pública municipal	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques _____	
- Animales _____	
- Otros _____	
Especificar información _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (x) Por qué? Solo se trabajará sobre el área de zanjeo para colocación de tuberías,.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u> 2 </u>	
b) Tipo de vehículo <u> Camiones y pick up. </u>	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u> Distintos puntos a lo largo del tramo. </u>	
d) Horario de circulación vehicular <u> Varios horarios </u>	
e) Vías alternas <u> No. </u>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? Si. Pogomchi.	

Continuación apéndice 6.

FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3 ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (x)</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias? Ninguna.</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica.</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?</p> <p>No afecta, porque el área donde se realizarán los trabajos, es directamente en carretera.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Puede provocar algún desprendimiento de tierra en zanjas.</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (x) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>chalecos, cascos, guantes, tapones para los oídos.</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Informar por medio de charlas a pobladores, el cuidado que deben tener cuando la maquinaria esté funcionando, para evitar accidentes.</p>	

Nota. La evaluación se realizó con los formularios del MARN. Elaboración propia, realizado con AutoCAD.

ANEXOS

Anexo 1.

Dotaciones de servicio de agua potable

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DOTACION lts/und-día	TIPO DE SERVICIO
Municipalidad	Pers.	40	SERVICIOS PUBLICOS
Policía Municipal	Pers.	40	
Salón Municipal y/o Centro de Convergencia	m ²	10	
Mercado	m ²	10	
Sanitarios Públicos	und	1,000	
Policía Nacional	Pers.	150	
Organismo Judicial	Pers.	40	
Balneario	und	100,000	
Escuela (alumnos)	Alumnos	40	
Centro Estudiantil (alumnos)	Alumnos	40	
Escuela (personal)	Personal	50	COMERCIOS E INDUSTRIAS
Centro Estudiantil (personal)	Personal	50	
Iglesias	Pers.	50	
Centro de Salud	Pers.	400	
Clínica	Pers.	400	
Clínica Parroquial	Pers.	400	
Comercios con S.S.	Und	125	
Comercios	Und	100	
Carnicerías	Und	500	
Molinos de Nixtamal	Und	800	
Panadería	Und	750	
Taller mecánico	Und	1,500	

Nota. Principales dotaciones de agua potable según el área a utilizar. Adaptado de P. Aguilar (2007). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1.* (p. 88). A.P.

Anexo 2.

Tablas de relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.000001	0.001	0.019224	0.000054	0.418166	0.451	0.955346	0.437711
0.000005	0.002	0.030507	0.000152	0.419804	0.452	0.95632	0.438979
0.000011	0.003	0.039963	0.000279	0.421443	0.453	0.95729	0.440246
0.000021	0.004	0.048396	0.000429	0.423084	0.454	0.958258	0.441514
0.000034	0.005	0.056141	0.000599	0.424727	0.455	0.959224	0.442782
0.00005	0.006	0.063377	0.000788	0.426371	0.456	0.960187	0.44405
0.00007	0.007	0.070215	0.000992	0.428016	0.457	0.961147	0.445318
0.000093	0.008	0.076728	0.001212	0.429663	0.458	0.962104	0.446587
0.00012	0.009	0.08297	0.001446	0.431312	0.459	0.963059	0.447856
0.000151	0.01	0.08898	0.001693	0.432962	0.46	0.964012	0.449125
0.000185	0.011	0.094787	0.001952	0.434613	0.461	0.964962	0.450394
0.000223	0.012	0.100417	0.002224	0.436266	0.462	0.965909	0.451664
0.000265	0.013	0.105887	0.002506	0.43792	0.463	0.966853	0.452933
0.000311	0.014	0.111215	0.0028	0.439576	0.464	0.967795	0.454203
0.000361	0.015	0.116413	0.003105	0.441233	0.465	0.968735	0.455473
0.000415	0.016	0.121493	0.003419	0.442891	0.466	0.969672	0.456743
0.000473	0.017	0.126464	0.003744	0.444551	0.467	0.970606	0.458014
0.000536	0.018	0.131335	0.004078	0.446212	0.468	0.971538	0.459284
0.000602	0.019	0.136112	0.004421	0.447874	0.469	0.972467	0.460555
0.000672	0.02	0.140803	0.004773	0.449538	0.47	0.973393	0.461826
0.000746	0.021	0.145412	0.005134	0.451203	0.471	0.974317	0.463097
0.000825	0.022	0.149945	0.005503	0.452869	0.472	0.975238	0.464368
0.000908	0.023	0.154406	0.005881	0.454537	0.473	0.976157	0.465639
0.000995	0.024	0.1588	0.006266	0.456206	0.474	0.977074	0.466911
0.001086	0.025	0.163129	0.00666	0.457876	0.475	0.977987	0.468182
0.001182	0.026	0.167398	0.007061	0.459548	0.476	0.978898	0.469454
0.001282	0.027	0.171609	0.00747	0.46122	0.477	0.979807	0.470726
0.001386	0.028	0.175765	0.007887	0.462894	0.478	0.980713	0.471998
0.001495	0.029	0.179868	0.008311	0.464569	0.479	0.981616	0.47327
0.001608	0.03	0.183921	0.008741	0.466246	0.48	0.982517	0.474542
0.001725	0.031	0.187926	0.009179	0.467923	0.481	0.983415	0.475814
0.001847	0.032	0.191885	0.009624	0.469602	0.482	0.984311	0.477087
0.001973	0.033	0.1958	0.010076	0.471281	0.483	0.985204	0.478359
0.002103	0.034	0.199672	0.010534	0.472962	0.484	0.986095	0.479632
0.002238	0.035	0.203503	0.010999	0.474644	0.485	0.986983	0.480904
0.002378	0.036	0.207295	0.01147	0.476327	0.486	0.987869	0.482177
0.002521	0.037	0.211049	0.011947	0.478012	0.487	0.988752	0.48345
0.00267	0.038	0.214766	0.012431	0.479697	0.488	0.989632	0.484723
0.002823	0.039	0.218448	0.012921	0.481383	0.489	0.99051	0.485995
0.00298	0.04	0.222095	0.013417	0.483071	0.49	0.991385	0.487268
0.003142	0.041	0.225709	0.013919	0.484759	0.491	0.992258	0.488541
0.003308	0.042	0.229291	0.014427	0.486449	0.492	0.993129	0.489815
0.003479	0.043	0.232842	0.014941	0.488139	0.493	0.993996	0.491088
0.003654	0.044	0.236362	0.01546	0.489831	0.494	0.994862	0.492361
0.003834	0.045	0.239853	0.015985	0.491523	0.495	0.995724	0.493634

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.004019	0.046	0.243315	0.016516	0.493217	0.496	0.996585	0.494907
0.004208	0.047	0.246749	0.017052	0.494911	0.497	0.997442	0.49618
0.004401	0.048	0.250157	0.017594	0.496607	0.498	0.998297	0.497454
0.004599	0.049	0.253537	0.018141	0.498303	0.499	0.99915	0.498727
0.004802	0.05	0.256893	0.018693	0.5	0.5	1	0.5
0.005009	0.051	0.260223	0.019251	0.501698	0.501	1.000848	0.501273
0.005221	0.052	0.263528	0.019813	0.503397	0.502	1.001693	0.502546
0.005438	0.053	0.26681	0.020381	0.505097	0.503	1.002535	0.50382
0.005659	0.054	0.270068	0.020954	0.506798	0.504	1.003375	0.505093
0.005885	0.055	0.273304	0.021532	0.508499	0.505	1.004213	0.506366
0.006115	0.056	0.276517	0.022116	0.510202	0.506	1.005048	0.507639
0.00635	0.057	0.279709	0.022703	0.511905	0.507	1.00588	0.508912
0.00659	0.058	0.282879	0.023296	0.513609	0.508	1.00671	0.510185
0.006834	0.059	0.286029	0.023894	0.515314	0.509	1.007537	0.511459
0.007083	0.06	0.289158	0.024496	0.517019	0.51	1.008362	0.512732
0.007337	0.061	0.292267	0.025103	0.518726	0.511	1.009185	0.514005
0.007595	0.062	0.295356	0.025715	0.520433	0.512	1.010005	0.515277
0.007858	0.063	0.298427	0.026332	0.52214	0.513	1.010822	0.51655
0.008126	0.064	0.301478	0.026953	0.523849	0.514	1.011637	0.517823
0.008398	0.065	0.304512	0.027578	0.525558	0.515	1.012449	0.519096
0.008675	0.066	0.307527	0.028208	0.527268	0.516	1.013259	0.520368
0.008956	0.067	0.310524	0.028843	0.528979	0.517	1.014067	0.521641
0.009243	0.068	0.313504	0.029481	0.53069	0.518	1.014872	0.522913
0.009533	0.069	0.316466	0.030125	0.532402	0.519	1.015674	0.524186
0.009829	0.07	0.319412	0.030772	0.534114	0.52	1.016474	0.525458
0.010129	0.071	0.322342	0.031424	0.535828	0.521	1.017271	0.52673
0.010434	0.072	0.325255	0.03208	0.537541	0.522	1.018066	0.528002
0.010744	0.073	0.328152	0.032741	0.539256	0.523	1.018859	0.529274
0.011058	0.074	0.331034	0.033405	0.54097	0.524	1.019649	0.530546
0.011377	0.075	0.3339	0.034074	0.542686	0.525	1.020436	0.531818
0.011701	0.076	0.336751	0.034746	0.544402	0.526	1.021221	0.533089
0.012029	0.077	0.339587	0.035423	0.546118	0.527	1.022003	0.534361
0.012362	0.078	0.342408	0.036104	0.547836	0.528	1.022783	0.535632
0.0127	0.079	0.345215	0.036789	0.549553	0.529	1.023561	0.536903
0.013043	0.08	0.348007	0.037478	0.551271	0.53	1.024336	0.538174
0.01339	0.081	0.350786	0.038171	0.55299	0.531	1.025108	0.539445
0.013742	0.082	0.353551	0.038868	0.554709	0.532	1.025878	0.540716
0.014098	0.083	0.356302	0.039568	0.556428	0.533	1.026646	0.541986
0.014459	0.084	0.359039	0.040273	0.558148	0.534	1.027411	0.543257
0.014825	0.085	0.361764	0.040981	0.559868	0.535	1.028173	0.544527
0.015196	0.086	0.364475	0.041693	0.561589	0.536	1.028933	0.545797
0.015571	0.087	0.367173	0.042409	0.56331	0.537	1.029691	0.547067
0.015951	0.088	0.369859	0.043128	0.565031	0.538	1.030446	0.548336
0.016336	0.089	0.372532	0.043851	0.566753	0.539	1.031198	0.549606
0.016726	0.09	0.375193	0.044578	0.568475	0.54	1.031949	0.550875
0.01712	0.091	0.377842	0.045309	0.570197	0.541	1.032696	0.552144

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.017518	0.092	0.380479	0.046043	0.57192	0.542	1.033441	0.553413
0.017922	0.093	0.383103	0.046781	0.573643	0.543	1.034184	0.554682
0.01833	0.094	0.385717	0.047522	0.575366	0.544	1.034924	0.55595
0.018743	0.095	0.388318	0.048267	0.57709	0.545	1.035662	0.557218
0.019161	0.096	0.390908	0.049016	0.578814	0.546	1.036397	0.558486
0.019583	0.097	0.393487	0.049768	0.580538	0.547	1.03713	0.559754
0.02001	0.098	0.396055	0.050523	0.582262	0.548	1.03786	0.561021
0.020441	0.099	0.398611	0.051282	0.583986	0.549	1.038588	0.562289
0.020878	0.1	0.401157	0.052044	0.585711	0.55	1.039313	0.563556
0.021319	0.101	0.403692	0.05281	0.587436	0.551	1.040036	0.564822
0.021765	0.102	0.406216	0.053579	0.589161	0.552	1.040756	0.566089
0.022215	0.103	0.40873	0.054351	0.590886	0.553	1.041474	0.567355
0.02267	0.104	0.411234	0.055127	0.592611	0.554	1.04219	0.568621
0.02313	0.105	0.413727	0.055906	0.594336	0.555	1.042903	0.569887
0.023594	0.106	0.41621	0.056688	0.596062	0.556	1.043613	0.571152
0.024063	0.107	0.418683	0.057473	0.597787	0.557	1.044321	0.572417
0.024537	0.108	0.421146	0.058262	0.599513	0.558	1.045027	0.573682
0.025015	0.109	0.423599	0.059054	0.601239	0.559	1.04573	0.574946
0.025498	0.11	0.426042	0.059849	0.602964	0.56	1.04643	0.576211
0.025986	0.111	0.428476	0.060648	0.60469	0.561	1.047128	0.577475
0.026479	0.112	0.430901	0.061449	0.606416	0.562	1.047824	0.578738
0.026976	0.113	0.433316	0.062254	0.608141	0.563	1.048517	0.580001
0.027477	0.114	0.435721	0.063062	0.609867	0.564	1.049208	0.581264
0.027984	0.115	0.438117	0.063873	0.611593	0.565	1.049896	0.582527
0.028495	0.116	0.440505	0.064686	0.613318	0.566	1.050582	0.583789
0.02901	0.117	0.442883	0.065503	0.615044	0.567	1.051265	0.585051
0.029531	0.118	0.445252	0.066323	0.616769	0.568	1.051946	0.586313
0.030056	0.119	0.447612	0.067146	0.618494	0.569	1.052624	0.587574
0.030585	0.12	0.449964	0.067972	0.620219	0.57	1.0533	0.588835
0.031119	0.121	0.452307	0.068801	0.621944	0.571	1.053973	0.590095
0.031658	0.122	0.454641	0.069633	0.623669	0.572	1.054644	0.591355
0.032202	0.123	0.456967	0.070468	0.625394	0.573	1.055312	0.592615
0.03275	0.124	0.459284	0.071306	0.627119	0.574	1.055978	0.593875
0.033302	0.125	0.461593	0.072147	0.628843	0.575	1.056642	0.595134
0.03386	0.126	0.463893	0.07299	0.630567	0.576	1.057302	0.596392
0.034422	0.127	0.466185	0.073837	0.632291	0.577	1.057961	0.597651
0.034988	0.128	0.46847	0.074686	0.634015	0.578	1.058617	0.598908
0.035559	0.129	0.470746	0.075538	0.635738	0.579	1.059271	0.600166
0.036135	0.13	0.473014	0.076393	0.637461	0.58	1.059922	0.601423
0.036715	0.131	0.475274	0.077251	0.639184	0.581	1.06057	0.60268
0.0373	0.132	0.477526	0.078112	0.640906	0.582	1.061216	0.603936
0.03789	0.133	0.47977	0.078975	0.642629	0.583	1.06186	0.605192
0.038484	0.134	0.482007	0.079841	0.64435	0.584	1.062501	0.606447
0.039083	0.135	0.484236	0.08071	0.646072	0.585	1.06314	0.607702
0.039686	0.136	0.486457	0.081582	0.647793	0.586	1.063776	0.608956
0.040294	0.137	0.488671	0.082456	0.649514	0.587	1.06441	0.61021

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.040906	0.138	0.490877	0.083333	0.651234	0.588	1.065041	0.611464
0.041523	0.139	0.493076	0.084212	0.652954	0.589	1.06567	0.612717
0.042145	0.14	0.495268	0.085095	0.654673	0.59	1.066296	0.61397
0.042771	0.141	0.497452	0.08598	0.656392	0.591	1.06692	0.615222
0.043401	0.142	0.499629	0.086867	0.658111	0.592	1.067541	0.616474
0.044036	0.143	0.501799	0.087757	0.659829	0.593	1.06816	0.617725
0.044676	0.144	0.503961	0.08865	0.661546	0.594	1.068776	0.618976
0.04532	0.145	0.506117	0.089545	0.663263	0.595	1.06939	0.620226
0.045969	0.146	0.508265	0.090443	0.66498	0.596	1.070001	0.621476
0.046622	0.147	0.510407	0.091344	0.666696	0.597	1.07061	0.622725
0.04728	0.148	0.512541	0.092247	0.668411	0.598	1.071217	0.623974
0.047943	0.149	0.514669	0.093152	0.670126	0.599	1.071821	0.625222
0.048609	0.15	0.51679	0.09406	0.67184	0.6	1.072422	0.62647
0.049281	0.151	0.518904	0.094971	0.673554	0.601	1.073021	0.627717
0.049956	0.152	0.521011	0.095884	0.675267	0.602	1.073617	0.628964
0.050637	0.153	0.523112	0.096799	0.676979	0.603	1.074211	0.63021
0.051322	0.154	0.525206	0.097717	0.678691	0.604	1.074803	0.631456
0.052011	0.155	0.527293	0.098637	0.680401	0.605	1.075392	0.632701
0.052705	0.156	0.529374	0.09956	0.682112	0.606	1.075978	0.633945
0.053403	0.157	0.531449	0.100485	0.683821	0.607	1.076562	0.63519
0.054106	0.158	0.533517	0.101413	0.68553	0.608	1.077144	0.636433
0.054813	0.159	0.535578	0.102343	0.687238	0.609	1.077723	0.637676
0.055524	0.16	0.537633	0.103275	0.688945	0.61	1.0783	0.638918
0.05624	0.161	0.539682	0.10421	0.690652	0.611	1.078874	0.64016
0.056961	0.162	0.541725	0.105147	0.692357	0.612	1.079445	0.641401
0.057686	0.163	0.543761	0.106087	0.694062	0.613	1.080014	0.642642
0.058415	0.164	0.545792	0.107028	0.695766	0.614	1.080581	0.643882
0.059149	0.165	0.547816	0.107972	0.697469	0.615	1.081145	0.645121
0.059887	0.166	0.549834	0.108919	0.699172	0.616	1.081706	0.64636
0.06063	0.167	0.551845	0.109867	0.700873	0.617	1.082265	0.647598
0.061377	0.168	0.553851	0.110818	0.702574	0.618	1.082822	0.648836
0.062128	0.169	0.555851	0.111772	0.704273	0.619	1.083376	0.650073
0.062884	0.17	0.557845	0.112727	0.705972	0.62	1.083927	0.651309
0.063644	0.171	0.559833	0.113685	0.707669	0.621	1.084476	0.652545
0.064409	0.172	0.561815	0.114645	0.709366	0.622	1.085023	0.65378
0.065178	0.173	0.563791	0.115607	0.711062	0.623	1.085567	0.655014
0.065951	0.174	0.565762	0.116571	0.712757	0.624	1.086108	0.656248
0.066729	0.175	0.567726	0.117537	0.71445	0.625	1.086647	0.657481
0.067511	0.176	0.569685	0.118506	0.716143	0.626	1.087184	0.658714
0.068298	0.177	0.571638	0.119477	0.717834	0.627	1.087718	0.659945
0.069088	0.178	0.573586	0.12045	0.719525	0.628	1.088249	0.661177
0.069883	0.179	0.575528	0.121425	0.721214	0.629	1.088778	0.662407
0.070683	0.18	0.577464	0.122402	0.722903	0.63	1.089305	0.663637
0.071487	0.181	0.579395	0.123382	0.72459	0.631	1.089829	0.664866
0.072295	0.182	0.58132	0.124363	0.726276	0.632	1.09035	0.666094
0.073107	0.183	0.58324	0.125347	0.727961	0.633	1.090869	0.667322

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.073924	0.184	0.585154	0.126332	0.729645	0.634	1.091385	0.668549
0.074745	0.185	0.587063	0.12732	0.731327	0.635	1.091899	0.669775
0.07557	0.186	0.588966	0.12831	0.733008	0.636	1.09241	0.671001
0.0764	0.187	0.590864	0.129302	0.734688	0.637	1.092919	0.672226
0.077234	0.188	0.592756	0.130296	0.736367	0.638	1.093425	0.67345
0.078072	0.189	0.594644	0.131292	0.738045	0.639	1.093929	0.674673
0.078914	0.19	0.596526	0.13229	0.739721	0.64	1.09443	0.675896
0.079761	0.191	0.598402	0.13329	0.741396	0.641	1.094928	0.677118
0.080612	0.192	0.600274	0.134292	0.743069	0.642	1.095424	0.678339
0.081467	0.193	0.60214	0.135296	0.744742	0.643	1.095918	0.67956
0.082326	0.194	0.604001	0.136302	0.746413	0.644	1.096409	0.680779
0.08319	0.195	0.605857	0.13731	0.748082	0.645	1.096897	0.681998
0.084058	0.196	0.607708	0.13832	0.74975	0.646	1.097383	0.683216
0.08493	0.197	0.609553	0.139331	0.751417	0.647	1.097866	0.684434
0.085806	0.198	0.611394	0.140345	0.753082	0.648	1.098347	0.68565
0.086687	0.199	0.61323	0.141361	0.754746	0.649	1.098825	0.686866
0.087571	0.2	0.61506	0.142378	0.756408	0.65	1.099301	0.688081
0.08846	0.201	0.616886	0.143398	0.758069	0.651	1.099774	0.689295
0.089353	0.202	0.618706	0.144419	0.759729	0.652	1.100245	0.690509
0.09025	0.203	0.620522	0.145443	0.761387	0.653	1.100713	0.691721
0.091152	0.204	0.622332	0.146468	0.763043	0.654	1.101178	0.692933
0.092057	0.205	0.624138	0.147495	0.764698	0.655	1.101641	0.694144
0.092967	0.206	0.625939	0.148524	0.766351	0.656	1.102101	0.695354
0.093881	0.207	0.627735	0.149555	0.768002	0.657	1.102559	0.696563
0.094799	0.208	0.629526	0.150587	0.769652	0.658	1.103014	0.697772
0.095721	0.209	0.631312	0.151622	0.771301	0.659	1.103467	0.698979
0.096647	0.21	0.633094	0.152658	0.772947	0.66	1.103917	0.700186
0.097577	0.211	0.634871	0.153696	0.774592	0.661	1.104364	0.701392
0.098512	0.212	0.636643	0.154736	0.776236	0.662	1.104809	0.702597
0.09945	0.213	0.63841	0.155778	0.777877	0.663	1.105251	0.703801
0.100393	0.214	0.640173	0.156821	0.779517	0.664	1.105691	0.705004
0.10134	0.215	0.641931	0.157867	0.781155	0.665	1.106128	0.706207
0.10229	0.216	0.643684	0.158914	0.782791	0.666	1.106563	0.707408
0.103245	0.217	0.645433	0.159963	0.784426	0.667	1.106995	0.708609
0.104204	0.218	0.647177	0.161013	0.786059	0.668	1.107424	0.709808
0.105167	0.219	0.648917	0.162065	0.78769	0.669	1.107851	0.711007
0.106134	0.22	0.650652	0.163119	0.789319	0.67	1.108275	0.712205
0.107105	0.221	0.652382	0.164175	0.790946	0.671	1.108696	0.713402
0.10808	0.222	0.654108	0.165233	0.792571	0.672	1.109115	0.714598
0.109059	0.223	0.65583	0.166292	0.794195	0.673	1.109532	0.715793
0.110042	0.224	0.657546	0.167353	0.795816	0.674	1.109945	0.716987
0.111029	0.225	0.659259	0.168415	0.797436	0.675	1.110356	0.71818
0.11202	0.226	0.660967	0.169479	0.799054	0.676	1.110765	0.719372
0.113015	0.227	0.66267	0.170545	0.800669	0.677	1.111171	0.720564
0.114014	0.228	0.66437	0.171613	0.802283	0.678	1.111574	0.721754
0.115017	0.229	0.666064	0.172682	0.803895	0.679	1.111974	0.722943

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.116024	0.23	0.667755	0.173753	0.805504	0.68	1.112372	0.724132
0.117035	0.231	0.669441	0.174825	0.807112	0.681	1.112768	0.725319
0.11805	0.232	0.671122	0.175899	0.808717	0.682	1.11316	0.726506
0.119069	0.233	0.6728	0.176975	0.810321	0.683	1.11355	0.727691
0.120091	0.234	0.674473	0.178052	0.811922	0.684	1.113938	0.728875
0.121118	0.235	0.676142	0.179131	0.813521	0.685	1.114323	0.730059
0.122149	0.236	0.677806	0.180212	0.815118	0.686	1.114705	0.731241
0.123183	0.237	0.679466	0.181294	0.816713	0.687	1.115084	0.732422
0.124221	0.238	0.681122	0.182377	0.818305	0.688	1.115461	0.733603
0.125263	0.239	0.682774	0.183463	0.819896	0.689	1.115835	0.734782
0.12631	0.24	0.684422	0.184549	0.821484	0.69	1.116207	0.73596
0.12736	0.241	0.686065	0.185638	0.82307	0.691	1.116575	0.737138
0.128413	0.242	0.687704	0.186728	0.824653	0.692	1.116942	0.738314
0.129471	0.243	0.689339	0.187819	0.826235	0.693	1.117305	0.739489
0.130533	0.244	0.69097	0.188912	0.827814	0.694	1.117666	0.740663
0.131598	0.245	0.692597	0.190006	0.82939	0.695	1.118024	0.741836
0.132667	0.246	0.69422	0.191102	0.830964	0.696	1.11838	0.743008
0.13374	0.247	0.695839	0.1922	0.832536	0.697	1.118732	0.744178
0.134817	0.248	0.697453	0.193299	0.834106	0.698	1.119082	0.745348
0.135897	0.249	0.699064	0.194399	0.835673	0.699	1.11943	0.746517
0.136982	0.25	0.70067	0.195501	0.837238	0.7	1.119774	0.747684
0.13807	0.251	0.702273	0.196605	0.8388	0.701	1.120116	0.748851
0.139162	0.252	0.703871	0.197709	0.84036	0.702	1.120456	0.750016
0.140258	0.253	0.705466	0.198816	0.841917	0.703	1.120792	0.75118
0.141357	0.254	0.707056	0.199923	0.843471	0.704	1.121126	0.752343
0.14246	0.255	0.708642	0.201033	0.845024	0.705	1.121457	0.753505
0.143567	0.256	0.710225	0.202143	0.846573	0.706	1.121786	0.754666
0.144678	0.257	0.711804	0.203255	0.84812	0.707	1.122111	0.755825
0.145792	0.258	0.713378	0.204369	0.849664	0.708	1.122434	0.756984
0.14691	0.259	0.714949	0.205484	0.851206	0.709	1.122755	0.758141
0.148032	0.26	0.716516	0.2066	0.852745	0.71	1.123072	0.759297
0.149158	0.261	0.718079	0.207718	0.854282	0.711	1.123387	0.760452
0.150287	0.262	0.719638	0.208837	0.855815	0.712	1.123699	0.761606
0.15142	0.263	0.721193	0.209957	0.857346	0.713	1.124008	0.762758
0.152556	0.264	0.722745	0.211079	0.858875	0.714	1.124315	0.763909
0.153696	0.265	0.724292	0.212202	0.8604	0.715	1.124618	0.76506
0.15484	0.266	0.725836	0.213327	0.861923	0.716	1.124919	0.766208
0.155988	0.267	0.727376	0.214452	0.863443	0.717	1.125218	0.767356
0.157139	0.268	0.728912	0.21558	0.86496	0.718	1.125513	0.768503
0.158293	0.269	0.730444	0.216708	0.866474	0.719	1.125806	0.769648
0.159452	0.27	0.731973	0.217838	0.867985	0.72	1.126096	0.770792
0.160613	0.271	0.733498	0.218969	0.869494	0.721	1.126383	0.771935
0.161779	0.272	0.735019	0.220102	0.870999	0.722	1.126667	0.773076
0.162948	0.273	0.736536	0.221236	0.872502	0.723	1.126948	0.774216
0.164121	0.274	0.73805	0.222371	0.874002	0.724	1.127227	0.775355
0.165297	0.275	0.73956	0.223507	0.875498	0.725	1.127503	0.776493

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.166477	0.276	0.741066	0.224645	0.876992	0.726	1.127776	0.777629
0.16766	0.277	0.742568	0.225784	0.878482	0.727	1.128046	0.778764
0.168847	0.278	0.744067	0.226924	0.87997	0.728	1.128314	0.779898
0.170037	0.279	0.745563	0.228065	0.881455	0.729	1.128579	0.781031
0.171231	0.28	0.747054	0.229208	0.882936	0.73	1.12884	0.782162
0.172428	0.281	0.748542	0.230352	0.884414	0.731	1.129099	0.783292
0.173629	0.282	0.750026	0.231497	0.885889	0.732	1.129355	0.78442
0.174833	0.283	0.751507	0.232644	0.887361	0.733	1.129609	0.785548
0.176041	0.284	0.752984	0.233792	0.88883	0.734	1.129859	0.786673
0.177253	0.285	0.754458	0.23494	0.890296	0.735	1.130107	0.787798
0.178467	0.286	0.755927	0.236091	0.891758	0.736	1.130351	0.788921
0.179686	0.287	0.757394	0.237242	0.893217	0.737	1.130593	0.790043
0.180907	0.288	0.758856	0.238394	0.894673	0.738	1.130832	0.791163
0.182132	0.289	0.760316	0.239548	0.896125	0.739	1.131068	0.792282
0.183361	0.29	0.761771	0.240703	0.897575	0.74	1.131301	0.7934
0.184593	0.291	0.763223	0.241859	0.89902	0.741	1.131532	0.794516
0.185828	0.292	0.764672	0.243016	0.900463	0.742	1.131759	0.795631
0.187066	0.293	0.766117	0.244175	0.901902	0.743	1.131983	0.796745
0.188309	0.294	0.767559	0.245334	0.903337	0.744	1.132205	0.797857
0.189554	0.295	0.768997	0.246495	0.90477	0.745	1.132424	0.798967
0.190803	0.296	0.770431	0.247657	0.906198	0.746	1.132639	0.800077
0.192055	0.297	0.771863	0.24882	0.907623	0.747	1.132852	0.801184
0.19331	0.298	0.77329	0.249984	0.909045	0.748	1.133062	0.802291
0.194569	0.299	0.774715	0.251149	0.910463	0.749	1.133269	0.803395
0.195831	0.3	0.776135	0.252316	0.911878	0.75	1.133473	0.804499
0.197097	0.301	0.777553	0.253483	0.913289	0.751	1.133674	0.805601
0.198365	0.302	0.778967	0.254652	0.914696	0.752	1.133872	0.806701
0.199637	0.303	0.780377	0.255822	0.9161	0.753	1.134067	0.8078
0.200913	0.304	0.781784	0.256992	0.9175	0.754	1.134259	0.808898
0.202191	0.305	0.783188	0.258164	0.918896	0.755	1.134448	0.809994
0.203473	0.306	0.784588	0.259337	0.920288	0.756	1.134634	0.811088
0.204758	0.307	0.785985	0.260511	0.921677	0.757	1.134817	0.812181
0.206046	0.308	0.787379	0.261686	0.923062	0.758	1.134998	0.813272
0.207338	0.309	0.788769	0.262862	0.924443	0.759	1.135175	0.814362
0.208633	0.31	0.790156	0.26404	0.925821	0.76	1.135349	0.815451
0.20993	0.311	0.791539	0.265218	0.927194	0.761	1.13552	0.816537
0.211232	0.312	0.79292	0.266397	0.928564	0.762	1.135688	0.817623
0.212536	0.313	0.794297	0.267578	0.92993	0.763	1.135853	0.818706
0.213843	0.314	0.79567	0.268759	0.931292	0.764	1.136015	0.819788
0.215154	0.315	0.79704	0.269941	0.93265	0.765	1.136174	0.820869
0.216468	0.316	0.798407	0.271125	0.934003	0.766	1.136329	0.821948
0.217785	0.317	0.799771	0.272309	0.935353	0.767	1.136482	0.823025
0.219105	0.318	0.801131	0.273494	0.936699	0.768	1.136632	0.824101
0.220428	0.319	0.802488	0.274681	0.938041	0.769	1.136778	0.825175
0.221755	0.32	0.803842	0.275868	0.939379	0.77	1.136922	0.826247
0.223084	0.321	0.805193	0.277057	0.940712	0.771	1.137062	0.827318

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.224416	0.322	0.80654	0.278246	0.942042	0.772	1.137199	0.828387
0.225752	0.323	0.807884	0.279436	0.943367	0.773	1.137334	0.829455
0.227091	0.324	0.809225	0.280628	0.944688	0.774	1.137465	0.830521
0.228433	0.325	0.810563	0.28182	0.946005	0.775	1.137592	0.831585
0.229777	0.326	0.811897	0.283013	0.947317	0.776	1.137717	0.832647
0.231125	0.327	0.813228	0.284207	0.948626	0.777	1.137839	0.833708
0.232476	0.328	0.814556	0.285402	0.94993	0.778	1.137957	0.834767
0.23383	0.329	0.815881	0.286598	0.951229	0.779	1.138072	0.835825
0.235187	0.33	0.817203	0.287795	0.952524	0.78	1.138184	0.836881
0.236547	0.331	0.818521	0.288993	0.953815	0.781	1.138293	0.837935
0.23791	0.332	0.819836	0.290192	0.955102	0.782	1.138399	0.838987
0.239275	0.333	0.821148	0.291391	0.956384	0.783	1.138501	0.840037
0.240644	0.334	0.822457	0.292592	0.957661	0.784	1.138601	0.841086
0.242016	0.335	0.823763	0.293793	0.958934	0.785	1.138697	0.842133
0.243391	0.336	0.825065	0.294996	0.960203	0.786	1.138789	0.843179
0.244768	0.337	0.826365	0.296199	0.961466	0.787	1.138879	0.844222
0.246149	0.338	0.827661	0.297403	0.962726	0.788	1.138965	0.845264
0.247532	0.339	0.828954	0.298608	0.96398	0.789	1.139048	0.846304
0.248919	0.34	0.830244	0.299814	0.96523	0.79	1.139128	0.847342
0.250308	0.341	0.831531	0.301021	0.966476	0.791	1.139204	0.848378
0.2517	0.342	0.832815	0.302228	0.967716	0.792	1.139277	0.849413
0.253095	0.343	0.834096	0.303437	0.968952	0.793	1.139347	0.850445
0.254493	0.344	0.835374	0.304646	0.970183	0.794	1.139413	0.851476
0.255894	0.345	0.836648	0.305856	0.971409	0.795	1.139476	0.852505
0.257297	0.346	0.83792	0.307067	0.972631	0.796	1.139536	0.853532
0.258704	0.347	0.839188	0.308279	0.973847	0.797	1.139593	0.854557
0.260113	0.348	0.840454	0.309491	0.975059	0.798	1.139646	0.855581
0.261525	0.349	0.841716	0.310705	0.976265	0.799	1.139695	0.856602
0.26294	0.35	0.842975	0.311919	0.977467	0.8	1.139742	0.857622
0.264357	0.351	0.844231	0.313134	0.978664	0.801	1.139784	0.858639
0.265778	0.352	0.845485	0.31435	0.979855	0.802	1.139824	0.859655
0.267201	0.353	0.846735	0.315566	0.981042	0.803	1.13986	0.860669
0.268627	0.354	0.847982	0.316784	0.982223	0.804	1.139893	0.86168
0.270055	0.355	0.849226	0.318002	0.983399	0.805	1.139922	0.86269
0.271487	0.356	0.850467	0.319221	0.984571	0.806	1.139947	0.863698
0.272921	0.357	0.851705	0.32044	0.985737	0.807	1.13997	0.864704
0.274357	0.358	0.85294	0.321661	0.986897	0.808	1.139988	0.865708
0.275797	0.359	0.854172	0.322882	0.988053	0.809	1.140004	0.86671
0.277239	0.36	0.855401	0.324104	0.989203	0.81	1.140015	0.86771
0.278684	0.361	0.856627	0.325327	0.990348	0.811	1.140023	0.868708
0.280131	0.362	0.85785	0.32655	0.991487	0.812	1.140028	0.869704
0.281581	0.363	0.85907	0.327774	0.992621	0.813	1.140029	0.870698
0.283034	0.364	0.860288	0.328999	0.99375	0.814	1.140027	0.87169
0.284489	0.365	0.861502	0.330225	0.994873	0.815	1.140021	0.87268
0.285947	0.366	0.862713	0.331451	0.995991	0.816	1.140011	0.873668
0.287407	0.367	0.863921	0.332678	0.997103	0.817	1.139998	0.874653

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.288871	0.368	0.865127	0.333906	0.998209	0.818	1.139981	0.875637
0.290336	0.369	0.866329	0.335134	0.99931	0.819	1.13996	0.876618
0.291805	0.37	0.867528	0.336363	1.000405	0.82	1.139936	0.877598
0.293275	0.371	0.868725	0.337593	1.001495	0.821	1.139908	0.878575
0.294749	0.372	0.869918	0.338823	1.002579	0.822	1.139877	0.87955
0.296225	0.373	0.871109	0.340055	1.003657	0.823	1.139841	0.880523
0.297703	0.374	0.872297	0.341286	1.004729	0.824	1.139802	0.881494
0.299184	0.375	0.873482	0.342519	1.005795	0.825	1.13976	0.882463
0.300667	0.376	0.874664	0.343752	1.006856	0.826	1.139713	0.883429
0.302153	0.377	0.875843	0.344986	1.00791	0.827	1.139663	0.884393
0.303642	0.378	0.877019	0.34622	1.008959	0.828	1.139609	0.885355
0.305132	0.379	0.878192	0.347455	1.010002	0.829	1.139551	0.886315
0.306626	0.38	0.879362	0.348691	1.011038	0.83	1.139489	0.887273
0.308121	0.381	0.88053	0.349927	1.012069	0.831	1.139424	0.888228
0.30962	0.382	0.881694	0.351164	1.013093	0.832	1.139355	0.889182
0.31112	0.383	0.882856	0.352402	1.014112	0.833	1.139282	0.890133
0.312623	0.384	0.884015	0.35364	1.015124	0.834	1.139204	0.891081
0.314128	0.385	0.885171	0.354879	1.01613	0.835	1.139124	0.892028
0.315636	0.386	0.886324	0.356118	1.017129	0.836	1.139039	0.892972
0.317146	0.387	0.887474	0.357358	1.018122	0.837	1.13895	0.893913
0.318659	0.388	0.888622	0.358599	1.019109	0.838	1.138857	0.894853
0.320174	0.389	0.889766	0.35984	1.02009	0.839	1.13876	0.89579
0.321691	0.39	0.890908	0.361082	1.021064	0.84	1.138659	0.896725
0.32321	0.391	0.892047	0.362324	1.022031	0.841	1.138555	0.897657
0.324732	0.392	0.893183	0.363567	1.022992	0.842	1.138446	0.898587
0.326256	0.393	0.894316	0.36481	1.023947	0.843	1.138333	0.899515
0.327782	0.394	0.895447	0.366055	1.024895	0.844	1.138216	0.90044
0.329311	0.395	0.896574	0.367299	1.025836	0.845	1.138095	0.901363
0.330842	0.396	0.897699	0.368544	1.02677	0.846	1.13797	0.902283
0.332375	0.397	0.898821	0.36979	1.027698	0.847	1.13784	0.903201
0.33391	0.398	0.89994	0.371036	1.028619	0.848	1.137707	0.904116
0.335448	0.399	0.901057	0.372283	1.029533	0.849	1.137569	0.905029
0.336988	0.4	0.90217	0.37353	1.03044	0.85	1.137427	0.90594
0.33853	0.401	0.903281	0.374778	1.031341	0.851	1.137281	0.906848
0.340074	0.402	0.904389	0.376026	1.032234	0.852	1.13713	0.907753
0.34162	0.403	0.905495	0.377275	1.03312	0.853	1.136976	0.908656
0.343169	0.404	0.906597	0.378524	1.033999	0.854	1.136817	0.909557
0.34472	0.405	0.907697	0.379774	1.034871	0.855	1.136653	0.910455
0.346272	0.406	0.908794	0.381024	1.035736	0.856	1.136486	0.91135
0.347827	0.407	0.909888	0.382275	1.036594	0.857	1.136313	0.912243
0.349385	0.408	0.910979	0.383526	1.037444	0.858	1.136137	0.913133
0.350944	0.409	0.912068	0.384778	1.038287	0.859	1.135956	0.91402
0.352505	0.41	0.913154	0.38603	1.039122	0.86	1.13577	0.914905
0.354068	0.411	0.914237	0.387283	1.039951	0.861	1.13558	0.915788
0.355634	0.412	0.915317	0.388536	1.040771	0.862	1.135386	0.916667
0.357201	0.413	0.916395	0.38979	1.041584	0.863	1.135187	0.917544

Continuación del anexo 2.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.358771	0.414	0.91747	0.391044	1.04239	0.864	1.134983	0.918418
0.360342	0.415	0.918542	0.392298	1.043187	0.865	1.134775	0.91929
0.361916	0.416	0.919611	0.393553	1.043978	0.866	1.134562	0.920159
0.363492	0.417	0.920678	0.394808	1.04476	0.867	1.134345	0.921025
0.365069	0.418	0.921742	0.396064	1.045534	0.868	1.134123	0.921888
0.366649	0.419	0.922803	0.39732	1.046301	0.869	1.133896	0.922749
0.36823	0.42	0.923862	0.398577	1.04706	0.87	1.133664	0.923607
0.369814	0.421	0.924918	0.399834	1.04781	0.871	1.133427	0.924462
0.371399	0.422	0.925971	0.401092	1.048553	0.872	1.133186	0.925314
0.372986	0.423	0.927021	0.402349	1.049287	0.873	1.13294	0.926163
0.374576	0.424	0.928069	0.403608	1.050013	0.874	1.132689	0.92701
0.376167	0.425	0.929114	0.404866	1.050731	0.875	1.132433	0.927853
0.37776	0.426	0.930156	0.406125	1.051441	0.876	1.132172	0.928694
0.379355	0.427	0.931196	0.407385	1.052142	0.877	1.131906	0.929532
0.380952	0.428	0.932233	0.408645	1.052835	0.878	1.131635	0.930367
0.382551	0.429	0.933267	0.409905	1.05352	0.879	1.131359	0.931199
0.384151	0.43	0.934299	0.411165	1.054195	0.88	1.131077	0.932028
0.385753	0.431	0.935327	0.412426	1.054863	0.881	1.130791	0.932854
0.387358	0.432	0.936354	0.413687	1.055521	0.882	1.130499	0.933677
0.388964	0.433	0.937377	0.414949	1.056171	0.883	1.130203	0.934497
0.390571	0.434	0.938398	0.416211	1.056811	0.884	1.129901	0.935314
0.392181	0.435	0.939416	0.417473	1.057443	0.885	1.129593	0.936127
0.393792	0.436	0.940432	0.418736	1.058066	0.886	1.12928	0.936938
0.395405	0.437	0.941445	0.419999	1.05868	0.887	1.128962	0.937746
0.39702	0.438	0.942455	0.421262	1.059284	0.888	1.128638	0.938551
0.398637	0.439	0.943462	0.422525	1.05988	0.889	1.128309	0.939352
0.400255	0.44	0.944467	0.423789	1.060466	0.89	1.127975	0.940151
0.401875	0.441	0.945469	0.425054	1.061043	0.891	1.127634	0.940946
0.403497	0.442	0.946469	0.426318	1.06161	0.892	1.127288	0.941738
0.40512	0.443	0.947466	0.427583	1.062168	0.893	1.126937	0.942527
0.406745	0.444	0.94846	0.428848	1.062716	0.894	1.126579	0.943312
0.408372	0.445	0.949452	0.430113	1.063254	0.895	1.126216	0.944094
0.41	0.446	0.950441	0.431379	1.063783	0.896	1.125847	0.944873
0.41163	0.447	0.951427	0.432645	1.064301	0.897	1.125472	0.945649
0.413262	0.448	0.952411	0.433911	1.06481	0.898	1.125091	0.946421
0.414895	0.449	0.953392	0.435178	1.065309	0.899	1.124704	0.94719
0.41653	0.45	0.954371	0.436444	1.065797	0.9	1.124311	0.947956

Nota. Tabla de relaciones hidráulicas. Adaptado de A. Rocha (1979). *Hidráulica de tuberías y canales*. (p. 301-310). R.A.

Anexo 3.

Diámetros de tubería ASTM F-949 de NOVAFORT AMANCO

ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA NOVAFORT					
Diámetro nominal		Diámetro interior mínimo		Diámetro exterior promedio	
mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
100	4	100.45	3.95	109.2	4.3
150	6	150.1	5.909	163.1	6.42
200	8	200.7	7.881	218.4	8.6
250	10	250.75	9.846	273.9	10.786
300	12	298	11.715	325	12.795
375	15	364.2	14.338	397.7	15.658
450	18	447.2	17.552	486.5	19.152
600	24	587.5	23.469	649.7	25.58

Nota. Medidas exactas de cada tubería utilizada para los alcantarillados sanitarios. Obtenido de AMANCO. S.A. (2018). *Manual de Diseño de Tubo sistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial: manual de diseño Novafort y Novaloc.* (p. 3). WOAVIN.