



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA
ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

Miguel Angel Zapeta Mazariegos
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA
ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing.	Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing.	Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing.	José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br.	Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br.	Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga.	Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

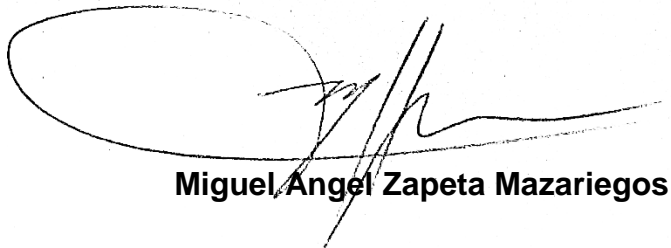
DECANO	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing.	Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing.	Juan Merck Cos
EXAMINADORA	Inga.	Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga.	Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 21 de agosto de 2017.



Miguel Angel Zapeta Mazariegos



Guatemala, 05 de marzo de 2018
Ref.EPS.DOC.240.02.18

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Miguel Angel Zapeta Mazariegos**, Registro Académico 199713509 y CUI 1591 44124 0801, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO.**

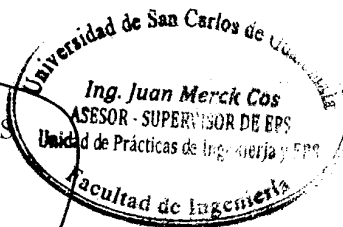
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



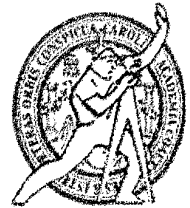
c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 09 de abril de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Miguel Ángel Zapeta Mazariegos, con CUI 1591441240801 Registro Académico No. 9713509, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

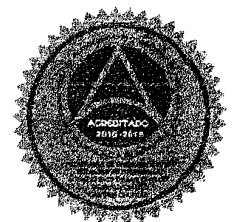
Atentamente,

Y ENSEÑAR A TODOS

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

FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA
 USAC

/mrrm.



Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 12 de abril de 2018
Ref.EPS.DOC.133.04.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

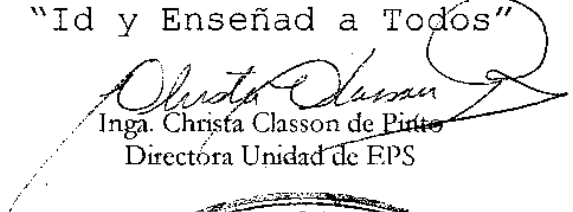
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Miguel Angel Zapeta Mazariegos, Registro Académico 199713509 y CUI 1591 44124 0801, 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 del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Miguel Angel Zapeta Mazariegos titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, mayo 2018
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.D.183.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR NORTE DE LA ALDEA RINCÓN GRANDE Y DE UNA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA PUERTA ABAJO, ZARAGOZA, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Ángel Zapeta Mazariegos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'ASG'.

Ing. Ángel Roberto Sic García
Decano en Funciones



Guatemala, mayo de 2018

/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Extensión territorial.....	1
1.1.3. Población.....	2
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Idioma.....	3
1.1.6. Servicios existentes.....	3
1.1.7. Actividad económica.....	4
1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo.....	4
1.2.1. Descripción de las necesidades	4
1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades	5
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	7
2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte, aldea Rincón Grande	7
2.1.1. Descripción del proyecto	7

2.1.2.	Levantamiento topográfico	7
2.1.2.1.	Planimetría	7
2.1.2.2.	Altimetría	8
2.1.3.	Descripción del sistema.....	8
2.1.4.	Partes de un alcantarillado sanitario.....	8
2.1.4.1.	Colector	8
2.1.4.2.	Pozos de visita.....	9
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias	9
2.1.5.	Periodo de diseño.....	10
2.1.6.	Población futura	10
2.1.7.	Determinación de caudales	10
2.1.7.1.	Población tributaria	10
2.1.7.2.	Dotación	11
2.1.7.3.	Factor de retorno	11
2.1.7.4.	Caudal sanitario.....	12
2.1.7.4.1.	Caudal domiciliar	12
2.1.7.4.2.	Caudal industrial	12
2.1.7.4.3.	Caudal comercial	13
2.1.7.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas	13
2.1.7.4.5.	Caudal por infiltración	14
2.1.7.5.	Caudal medio.....	15
2.1.7.6.	Factor de caudal medio	15
2.1.7.7.	Factor de Harmond.....	16
2.1.7.8.	Caudal de diseño.....	17
2.1.8.	Fundamentos teóricos	17
2.1.8.1.	Ecuación de Manning para flujos de canales	18
2.1.8.2.	Relaciones de diámetro y caudales	19
2.1.8.3.	Relaciones hidráulicas.....	19
2.1.9.	Parámetros de diseño hidráulico	19

2.1.9.1.	Coeficiente de rugosidad	19
2.1.9.2.	Sección llena y parcialmente llena	20
2.1.9.3.	Velocidades máximas y mínimas	21
2.1.9.4.	Diámetro de colector	21
2.1.9.5.	Profundidad de colector	21
2.1.9.5.1.	Profundidad mínima del colector	21
2.1.9.5.2.	Ancho de zanja	22
2.1.9.5.3.	Volumen de excavación	22
2.1.9.5.4.	Cotas invert	23
2.1.10.	Ubicación de pozos de visita	24
2.1.11.	Profundidad de los pozos de visita	25
2.1.12.	Características de las conexiones domiciliarias	25
2.1.13.	Diseño hidráulico	25
2.1.14.	Ejemplo de diseño de un tramo Pv-2 a Pv-3.....	26
2.1.15.	Propuesta de tratamiento.....	29
2.1.15.1.	Tratamiento primario	30
2.1.15.1.1.	Fosa séptica.....	30
2.1.15.1.2.	Funciones de la fosa séptica.....	30
2.1.15.1.3.	Ubicación de una fosa séptica	32
2.1.15.1.4.	Tratamiento complementario	32
2.1.15.1.5.	Pozos de absorción	32
2.1.15.2.	Características del sistema de tratamiento	33
2.1.16.	Planos.....	33
2.1.17.	Presupuesto.....	33
2.2.	Diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Puerta Abajo	34
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	34
2.2.2.	Levantamiento topográfico.....	34

2.2.2.1.	Planimetría	34
2.2.2.2.	Altimetría	35
2.2.3.	Descripción del sistema	35
2.2.4.	Periodo de diseño	35
2.2.5.	Población futura	35
2.2.6.	Determinación de caudales.....	36
2.2.6.1.	Población tributaria.....	36
2.2.6.2.	Dotación	36
2.2.6.3.	Factor de retorno	36
2.2.6.4.	Caudal sanitario.....	36
2.2.6.4.1.	Caudal domiciliar	36
2.2.6.4.2.	Caudal industrial.....	37
2.2.6.4.3.	Caudal comercial.....	37
2.2.6.4.4.	Caudal por conexiones ilícitas	37
2.2.6.4.5.	Caudal por infiltración	37
2.2.6.5.	Caudal medio	37
2.2.6.6.	Factor de caudal medio	38
2.2.6.7.	Factor de Harmond.....	38
2.2.6.8.	Caudal de diseño.....	38
2.2.7.	Diseño hidráulico.....	38
2.2.8.	Ejemplo de diseño de un tramo Pv-1 a Pv-2	38
2.2.9.	Propuesta de tratamiento	41
2.2.9.1.	Características del sistema de tratamiento.....	41
2.2.10.	Planos	42
2.2.11.	Presupuesto	42
2.3.	Evaluación socioeconómica.....	43
2.3.1.	Valor presente neto (VPN)	43
2.3.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	44
2.4.	Evaluación de impacto ambiental inicial.....	44

CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51
APÉNDICES	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Municipio de Zaragoza, Chimaltenango2

TABLAS

- I. Caudal de infiltración según profundidad del nivel freático 14
- II. Algunos valores de rugosidad “n”20
- III. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro (cm).....22

LISTA DE SÍMBOLOS

Hpv	Altura de pozo de visita
Az	Ancho de zanja
A	Área
Q	Caudal a sección llena
Qcom	Caudal comercial
Qinf	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliario
Qind	Caudal industrial
Qmed	Caudal medio
Qilic	Caudal por conexiones ilícitas
cm	Centímetros
n	Coefficiente de rugosidad de Manning
CT	Cota de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
Ø	Diámetro
D	Diámetro de la tubería
ØT	Diámetro de tubería en pulgadas
Dc	Diferencia de cotas invert
Dist	Distancia entre pozos
DH	Distancia horizontal
e	Espesor para encamado de tubería
fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
hab	Habitantes

P	Habitantes acumulados que contribuye al tramo
km	Kilómetro
lts/hab/día	Litros por habitante por día
lts/s	Litros por segundo
m	Metro
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
S	Pendiente del colector
St	Pendiente del terreno
Po	Población actual
Pv	Pozo de visita
Pf	Población futura
“	Pulgada
Rh	Radio hidráulico
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de tirantes
v/V	Relación de velocidades
r	Tasa de crecimiento poblacional
V	Velocidad a sección llena
Vol	Volumen

GLOSARIO

Aguas negras	Es el agua que se desecha después de haber servido en un fin.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
Candela	Estructura que recibe las aguas negras provenientes del interior de la vivienda, para conducir las al sistema de drenaje.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Caudal de diseño	Suma de caudales de origen doméstico, comercial, industrial, etc. que se utilizará para el diseño un tramo del alcantarillado.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de aguas negras o de lluvia.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.

Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, referida a un nivel determinado.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
Cuerpo receptor	Lugar donde se vierten las aguas negras, provenientes de un colector. Pueden ser crudas o tratadas.
Desfogue	Salida del agua de desecho en un punto determinado.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua promedio que consume cada habitante por día.
Especificaciones	Normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales.
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, dado en relación con la población.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.

Factor de rugosidad	Factor que expresa cuán lisa es una superficie.
Fórmula de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto. Relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
INE	Instituto Nacional de Estadística
Medidas de mitigación	Conjunto de acciones y obras por implementar antes del impacto de las amenazas, para disminuir la vulnerabilidad de los componentes del sistema.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual la obra proporciona un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las proyecciones horizontales de una superficie.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, la pendiente y el diámetro de los colectores. Facilita el mantenimiento del sistema.
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
TIR	Tasa interna de retorno

Tirante	Altura del fluido dentro de una tubería o canal abierto.
Topografía	Ciencia que determina las posiciones relativas de puntos situados encima, sobre y debajo de la superficie terrestre.
Tramo	Distancia comprendida entre los centros de dos pozos de visita consecutivos.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
VPN	Valor presente neto

RESUMEN

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado. Presenta el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte de la aldea Rincón Grande y el diseño de una ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Puerta Abajo, del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango.

En la primera parte de este documento, denominada fase de investigación, se expone una breve monografía de las aldeas mencionadas y se detalla el porqué de la selección de ambos proyectos de infraestructura y necesidad de servicios básicos del municipio.

La segunda parte, denominada fase técnico-profesional, detalla los conceptos teóricos, la información requerida, las normas y los criterios técnicos aplicados en el diseño de ambos proyectos.

Al final se presentan los cálculos hidráulicos, planos y presupuestos correspondientes a cada uno.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario del sector norte de la aldea Rincón Grande y la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Puerta Abajo, Zaragoza, Chimaltenango.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y el diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo.
2. Diseñar sistemas de alcantarillado sanitario que cumplan con las normas del INFOM.
3. Elaborar el juego de planos y presupuestos.
4. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo de tales aldeas, sobre la operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado sanitario.
5. Fomentar el desarrollo socioeconómico del municipio y sus pobladores.

INTRODUCCIÓN

El informe que se presenta a continuación es producto de un diagnóstico que el programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería, el Departamento Municipal de Planificación y los miembros de los Consejos Comunitarios de Desarrollo de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo, realizaron conjuntamente.

Dicho diagnóstico surge de la demanda de servicios básicos e infraestructura de la población del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango, que se genera ya sea por la falta de estos o por el aumento de las áreas pobladas.

El trabajo consiste en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte de la aldea Rincón Grande y el diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Puerta Abajo. Con ambos proyectos se pretende fomentar el desarrollo socioeconómico del municipio y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

El informe expone de manera breve la monografía de ambas aldeas, el marco teórico, normas y criterios de diseño, cálculos hidráulicos, planos y presupuestos. Además se hace la evaluación ambiental inicial y la evaluación socioeconómica para cada proyecto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo

1.1.1. Ubicación y localización

Las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo forman parte de las doce aldeas con las que cuenta el municipio de Zaragoza (ver figura No. 1)

La primera está situada al norte del municipio a una distancia de 5,8 km. de este y se localiza en la latitud norte 14° 39' 00" y la longitud oeste 90° 53' 26". Colinda al norte con el municipio de San Juan Comalapa, al oeste con el municipio de Santa Cruz Balanyá, al sur con la aldea Las Lomas y al este con la aldea Rincón Chiquito.

La segunda se sitúa al noreste del municipio, a una distancia de 2,5 km y se localiza en la latitud norte 14° 39' 33.49" y la longitud oeste 90° 52' 23.38". Colinda al norte con la aldea Joya Grande, al oeste con el municipio de Zaragoza, al sur con la aldea Cuntic y al este con la aldea El Llano.

1.1.2. Extensión territorial

De los 52 kilómetros cuadrados que tiene el municipio, la aldea Rincón Grande posee 3,75 kilómetros cuadrados y la aldea Puerta Abajo, 0,85 kilómetros cuadrados.

Figura 1. **Municipio de Zaragoza, Chimaltenango**



Fuente: INE, *Monografías de los municipios de Guatemala*.

1.1.3. Población

En el municipio de Zaragoza la población asciende a 31 141 habitantes, según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística INE, con una tasa de crecimiento poblacional de 3,55%. La aldea Rincón Grande cuenta con 2 246 habitantes y 1 423 habitantes la aldea Puerta Abajo. La etnia predominante para ambas es la ladina, con un 75,5% y 24,5% kaqchikel.

1.1.4. Clima

Las dos tienen el mismo clima que el municipio: templado, aunque se torna frío en los meses de diciembre, enero y febrero; se marcan dos estaciones en el año: invierno y verano.

Las estaciones meteorológicas cercanas al municipio de Zaragoza son: Santa Cruz Balanyá, San Martín Jilotepeque y la del ICTA en Chimaltenango.

Temperatura media	16,60 °C
Temperatura máxima	22,80 °C
Temperatura mínima	11,90 °C
Humedad relativa	83,00 %
Lluvia	1 474,30 mm
Días de lluvia	141 días
Nubosidad	5 octas
Dirección del viento	SW
Velocidad del viento	2,20 km/h
Evaporación a la sombra	2,50 mm

1.1.5. Idioma

El idioma predominante es el español; el kaqchikel está presente y la población que lo practica es mínima.

1.1.6. Servicios existentes

La aldea Rincón Grande cuenta con el 45% de sus calles adoquinadas, la vía de acceso asfaltada, cobertura del 75% de agua potable, 45% de drenaje

sanitario, drenaje pluvial parcial (puntos donde se produce inundación), 85% de energía eléctrica, una escuela de nivel preprimario bilingüe y primario, un puesto de salud, cementerio, una cancha de fútbol, un salón de usos múltiples y un centro de acopio para el cultivo de fresa.

La aldea Puerta Abajo cuenta con el 60% de sus calles adoquinadas, la vía de acceso asfaltada, cobertura del 85% de agua potable, 60% de drenaje sanitario, 90% de energía eléctrica, una escuela de nivel preprimario monolingüe y primario, un puesto de salud, un puente, un edificio para la alcaldía auxiliar y un salón de usos múltiples.

1.1.7. Actividad económica

Las principales actividades económicas de ambas aldeas son la producción de artesanías (talabartería y tejidos típicos) y la actividad agrícola (siembra de hortalizas). Cabe destacar la siembra de rosas y fresas para exportación que se producen en la aldea Rincón Grande.

1.2. Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo

1.2.1. Descripción de las necesidades

De acuerdo con la información proporcionada por la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P.) y luego de realizar conjuntamente con sus autoridades el procedimiento técnico de investigación y visitas de campo, se determinó que los proyectos que necesitan una solución técnica en el municipio son los siguientes:

- Sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte, aldea Rincón Grande.
- Diseño de un edificio de un nivel para el rastro municipal.
- Línea de conducción de agua potable para la aldea Joya Grande.
- Diseño de una edificación para el gimnasio municipal.
- Diseño de la línea de impulsión y tanque elevado para la zona 2 del municipio.
- Diseño de un edificio escolar de un nivel para la aldea Mancherén.
- Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Puerta Abajo.
- Diseño del adoquinamiento para algunas calles del municipio.

1.2.2. Análisis y priorización de las necesidades

Para la priorización y la elección de los proyectos se tomó en consideración los criterios siguientes: el número de beneficiarios, el costo probable de los mismos, el desarrollo socioeconómico, productivo y de calidad de vida que estos proporcionen al municipio y los requisitos que demanda el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Con base en los criterios antes mencionados, se llegó a la conclusión de que los dos proyectos con mayor viabilidad de ser resueltos son los siguientes:

- El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte, aldea Rincón Grande
- El diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Puerta Abajo.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte, aldea Rincón Grande

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el sector norte de la aldea Rincón Grande. La longitud del sistema es de 2,4 km (incluyendo ramales), con un número de beneficiarios actuales igual a 438 habitantes.

El desfogue se hará a una fosa séptica que la aldea utilizará para este propósito. La aldea es propietaria de un área adyacente al lugar del desfogue, destinado para el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Se realiza para obtener la descripción y delineación detallada, tanto en planta como en elevación, del terreno de una línea seleccionada preliminarmente. Se utilizó para ello una estación total marca Nikon DTM 332.

2.1.2.1. Planimetría

Son los trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia generalmente el norte magnético para su

orientación. La planimetría de este proyecto, se realizó por medio de una poligonal abierta más radiaciones.

2.1.2.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal (perfiles) las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno (curvas de nivel). Para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente (nivelación). El levantamiento se efectuó sobre el eje de las calles, tomando cruces y puntos de cambio de pendiente.

2.1.3. Descripción del sistema

El sistema de alcantarillado diseñado recolectará y trasportará únicamente las aguas negras provenientes de las conexiones domiciliarias hacia el colector o alcantarillado principal. Estas se conducirán por gravedad al punto o área de tratamiento (PTAR). Se pretende que el diseño sea económico, funcional y basado en normas técnicas y ambientales.

2.1.4. Partes de un alcantarillado

Las partes de todo sistema de alcantarillado sanitario se describen en los siguientes subcapítulos.

2.1.4.1. Colector

Conductos cerrados o abiertos (canales) que transportan aguas negras, pluviales o ambas, debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión. Generalmente se utiliza tuberías de concreto o PVC de sección circular que

trabajan parcialmente llenas. Para este proyecto toda la tubería por utilizar será de PVC norma ASTM F-949, con diámetros que se obtengan del cálculo hidráulico.

2.1.4.2. Pozos de visita

Son obras accesorias de un alcantarillado y empleadas como medios de inspección y limpieza.

Construidos de manera general con paredes de ladrillo cocido cuando son pequeños y de hormigón cuando son muy grandes y profundos, en su parte superior poseen un marco con una tapadera de hierro fundido o concreto. El fondo se hace regularmente de concreto. Deberá aplicarse un recubrimiento interno como mínimo de 1 cm, con el objeto de impermeabilizar y sellar los muros y el fondo, para así evitar infiltraciones.

Cuando la diferencia entre la cota invert del tubo de llegada y la cota invert del tubo de salida sea mayor a 0,70 m, deberá construirse una caída especial o cualquier otro elemento que disipe la energía del caudal de entrada.

En la tapadera de cada pozo deberá rotularse en bajo relieve el número de pozo a que corresponde en el plano. Los fondos de los pozos deberán tener canales para dirigir los caudales hacia el tubo de salida.

2.1.4.3. Conexiones domiciliarias

Tubería de concreto o PVC con una pendiente mínima de 2% que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

2.1.5. Periodo de diseño

Es el tiempo que la construcción cumplirá adecuadamente su función, antes que deba abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Suele ser un periodo de 30 a 40 años. Se establece tomando como parámetros los recursos económicos, la vida útil de los materiales y las Normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). El diseño de este alcantarillado tendrá un período de diseño de 32 años, considerando 2 años adicionales para la gestión financiera y el tiempo de ejecución del proyecto.

2.1.6. Población futura

Población que tributará caudales al sistema al final del periodo de diseño establecido. Se estima utilizando alguno de los siguientes métodos: incremento aritmético, incremento geométrico, incremento o porcentaje decreciente y el gráfico. La información se obtiene a través de censos de población realizados por el proyectista y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.1.7. Determinación de caudales

Se determina de acuerdo con los siguientes subcapítulos.

2.1.7.1. Población tributaria

Para calcular la población tributaria o futura del presente proyecto se usará el método geométrico, ya que es el más utilizado para la estimación de poblaciones en los países en vías de desarrollo como el nuestro.

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

Donde:

- Pf = población futura
Po = población actual = 438 habitantes
r = tasa de crecimiento poblacional = 3,55 %
n = período de diseño en años = 32 años

$$Pf = 438 * (1 + 0,0355)^{32} = 1\ 338 \text{ hab}$$

2.1.7.2. Dotación

La dotación del suministro de agua está en función de la categoría de la población que será servida. Varía de 50 a 300 litros diarios por habitante.

Representan dotaciones mínimas, ya que dependen del recurso hidráulico de cada localidad.

La dotación que provee la municipalidad para esta aldea es igual a 75 lts/hab/día.

2.1.7.3. Factor de retorno

La dotación de agua potable se ve afectada por un factor que puede variar entre 0,70 a 0,85, el cual representa una porción de agua que no regresa al sistema de alcantarillado (riego de jardines, lavado de autos, etc.).

Para este proyecto se tomó un factor de retorno igual a 0,85.

2.1.7.4. Caudal sanitario

Es la cantidad de flujo que circulará por la tubería del sistema de alcantarillado. Es la sumatoria de los siguientes aportes: caudal domiciliar, comercial, industrial, de conexiones ilícitas y de infiltración.

2.1.7.4.1. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dotación} * \text{no. habitantes futuros} * \text{factor de retorno}}{86\ 400}$$

Q_{dom} = caudal domiciliar en litros por segundo

$$Q_{\text{dom}} = \frac{75 * 1\ 338 * 0,85}{86\ 400} = 0,99 \text{ lts/s}$$

2.1.7.4.2. Caudal industrial

Agua de desecho de industrias como fábricas textiles, licoreras, refrescos, alimentos, etc. La dotación de agua para usos industriales puede estimarse entre 1 000 a 18 000 litros diarios por industria. No existen actualmente industrias en la aldea.

$$Q_{\text{ind}} = \frac{\text{dotación industrial} * \text{No. de industrias}}{86\ 400}$$

Donde:

Qind = caudal industrial en litros por segundo

$$Q_{ind} = \frac{3\,000 * 0}{86\,400} = 0,00 \text{ lts/s}$$

2.1.7.4.3. Caudal comercial

Agua de desecho de edificaciones comerciales como comedores, restaurantes, hoteles, etc. La dotación de agua para usos comerciales puede estimarse entre 600 a 3 000 litros diarios por comercio. No existen comercios en la aldea actualmente, pero se prevé que al menos existan dos a futuro, con una dotación igual a 1 000 litros diarios por comercio.

$$Q_{com} = \frac{\text{dotación comercial} * \text{No. de comercios}}{86\,400}$$

Donde:

Qcom = caudal comercial en litros por segundo

$$Q_{com} = \frac{1\,000 * 2}{86\,400} = 0,02 \text{ lts/s}$$

2.1.7.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Caudal ilegal por aguas de lluvia que se conectan al sistema de alcantarillado; por este concepto se agrega un 10% del caudal domiciliar. En

áreas donde no exista drenaje pluvial puede usarse un valor más alto. Para este proyecto se aplica el 50%.

$$Q_{ilic} = 50\% * Q_{dom}$$

Donde:

Q_{ilic} = caudal por conexiones ilícitas en litros por segundo

Q_{dom} = caudal domiciliar en litros por segundo

$$Q_{ilic} = 0,50 * 0,99 = 0,50 \text{ lts/s}$$

2.1.7.4.5. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en la tubería.

Tabla I. **Caudal de infiltración según profundidad del nivel freático**

	Q _{inf}	
	PVC	Concreto
Tubería sobre nivel freático	$L * 0,01 * \varnothing_T$	$L * 0,025 * \varnothing_T$
Tubería bajo nivel freático	$L * 0,02 * \varnothing_T$	$L * 0,15 * \varnothing_T$

Fuente: INFOM. *Normas generales para el diseño de alcantarillas.*

Donde:

L = longitud de la tubería en km.

\varnothing_T = diámetro de la tubería en pulgadas

$$Q_{inf} = 0,01 * 6" * 2,40 = 0,14 \text{ lts/s}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal por infiltración en litros por segundo

2.1.7.5. Caudal medio

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{ilic} + Q_{inf}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio en litros por segundo

Q_{dom} = caudal domiciliar en litros por segundo

Q_{ind} = caudal industrial en litros por segundo

Q_{com} = caudal comercial en litros por segundo

Q_{ilic} = caudal por conexiones ilícitas en litros por segundo

Q_{inf} = caudal por infiltración en litros por segundo

$$Q_{med} = 0,99 + 0,00 + 0,02 + 0,50 + 0,14 = 1,65 \text{ lts/s}$$

2.1.7.6. Factor de caudal medio

Es una relación entre el caudal medio y la población futura por servir. El factor de caudal medio varía entre el rango de 0,002 a 0,005 para Guatemala.

Se utiliza para regular la aportación de caudal en la tubería con respecto del tiempo.

$$f_{qm} = \frac{Q_{med}}{\text{No habitantes futuros}}$$

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_{med} = caudal medio en litros por segundo

$$f_{qm} = \frac{1,65}{1\ 338} = 0,0012 \text{ tomar } f_{qm} = 0,002$$

2.1.7.7. Factor de Harmond

Denominado también factor de flujo instantáneo, es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio.

Varía entre 1,5 a 4,5 y está en función de los habitantes acumulados que contribuyen al tramo por diseñar.

$$F. H. = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

F.H. = factor de Harmond

P = habitantes acumulados que contribuye al tramo

$$F. H. = \frac{18 + \sqrt{1\ 338/1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 338/1\ 000}} = 3,71$$

2.1.7.8. Caudal de diseño

También llamado caudal máximo, se utiliza para la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde esta fluya. Establecerá las condiciones hidráulicas del tramo por diseñar.

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

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño en litros por segundo

f_{qm} = factor de caudal medio

F.H. = factor de Harmond

$$Q_{dis} = 0,002 * 3,71.* 1\ 338 = 9,94 \text{ lts/s}$$

2.1.8. Fundamentos teóricos

La mayor parte de los alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales las agua negras circulan por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

Existen excepciones como los sifones, la tubería de impulsión de las estaciones elevadoras y cuando el agua de lluvia supera la capacidad de diseño.

En general, se usará en el diseño secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena.

2.1.8.1. Ecuación de Manning para flujo de canales

Relativamente, la pequeña concentración de sólidos que contienen las aguas negras no es suficiente para que su comportamiento hidráulico sea diferente al del agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza.

La ecuación de Manning para el cálculo de las características hidráulicas de un canal con flujo uniforme es la más usada en el diseño de alcantarillados y se define como:

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

Donde:

- V = velocidad del flujo en metros por segundo
- n = coeficiente de rugosidad
- Rh = radio hidráulico en metros
- S = pendiente en metro por metro

Al efectuar la sustitución en la ecuación de continuidad se obtiene:

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

Donde:

- Q = caudal en metros cúbicos por segundo
- A = área hidráulica de la sección en metros cuadrados

2.1.8.2. Relaciones de diámetro y caudales

Define el comportamiento hidráulico en una tubería cuando el tirante es igual al diámetro de esta (comportamiento a sección llena) o cuando el tirante es inferior al diámetro (comportamiento a sección parcialmente llena).

2.1.8.3. Relaciones hidráulicas

Sirven para agilizar cálculos de velocidad, área y radio hidráulico de las tuberías a sección parcialmente llena. Se logra mediante la relación del caudal a sección llena y el caudal de diseño.

El valor de la relación de caudales se busca en tablas, gráficas o monogramas de elementos hidráulicos de sección transversal circular, que determinan valores de relación velocidad, área y tirante. Posteriormente se verifica si están dentro de los límites permitidos.

2.1.9. Parámetros de diseño hidráulico

Los parámetros que intervienen en el diseño hidráulico de alcantarillados sanitarios se describen en los siguiente subcapítulos.

2.1.9.1. Coeficiente de rugosidad

Factor adimensional y experimental, que indica cuán lisa o rugosa es la superficie interna de las alcantarillas o colectores. Varía de un material a otro y se altera con el tiempo.

Tabla II. **Algunos valores de rugosidad “n”**

Material	n
Tubo de concreto Ø > 24”	0,015
Tubo de concreto Ø < 24”	0,013
Tubo PVC	0,009
Tubo de metal corrugado	0,021
Tubo de hierro galvanizado	0,013

Fuente: curso de Ingeniería Sanitaria 2

2.1.9.2. Sección llena y parcialmente llena

Toda alcantarilla circular puede trabajar a sección llena y a sección parcialmente llena. Lo último es lo más común, ya que el caudal nunca es constante y esto incide directamente con una variación de la altura del flujo, que a su vez hace variar el área transversal y las velocidades de este. La altura de flujo o tirante para alcantarillados sanitarios debe estar en un rango de $0,10 \text{ } \varnothing_T$ a $0,75 * \varnothing_T$. Se permiten tirantes menores en los ramales iniciales.

Los valores de la velocidad y caudal a sección llena se calculan por medio de la ecuación de Manning y la ecuación de continuidad, descritas anteriormente. Los cálculos para tuberías a sección parcialmente llena del caudal, área y velocidad de flujo son muy laboriosos, por lo que se hace uso de las relaciones hidráulicas para estos.

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

Donde:

- V = velocidad del flujo en metros por segundo
- n = coeficiente de rugosidad
- D = diámetro en pulgadas
- S = pendiente en metro por metro

2.1.9.3. Velocidades máximas y mínimas

Las velocidades mínimas y máximas están fijadas por las normas del INFOM o por las normas que rigen a los materiales de las tuberías. Las mínimas evitan la decantación de los sólidos y las máximas evitan el efecto abrasivo provocado por sólidos en suspensión (arenas, cascajo, piedras, etc.).

El rango de la velocidad, según el INFOM, varía entre 0,60 m/s a 3,00 m/s. Los rangos para tuberías de PVC norma ASTM F-949 es de 0,40 m/s a 5,00 m/s. Para este proyecto se utilizó un rango de velocidades de 0,60 m/s a 3,50 m/s.

2.1.9.4. Diámetro del colector

Según el INFOM, el diámetro mínimo por utilizar en colectores para alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de PVC.

2.1.9.5. Profundidad del colector

La profundidad del colector principal debe ser tal que evite rupturas por el tránsito que circulará sobre el mismo. Debe permitir el cien por ciento de las conexiones domiciliarias, ofrecer protección de climas extremos y no presente dificultades constructivas.

2.1.9.5.1. Profundidad mínima del colector

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería respecto a la superficie del terreno será de 1,00 metro.

2.1.9.5.2. Ancho de zanja

El ancho de la zanja está relacionado con el tipo de suelo, el diámetro y la profundidad de la tubería. El ancho deberá ser lo suficientemente amplio para lograr una colocar correctamente la tubería, además que permita una fácil instalación.

A continuación se presenta una tabla con anchos de zanjas recomendados para suelos estables, para distintos diámetros y profundidades.

Tabla III. Ancho libre de zanja según profundidad y diámetro (cm)

Ø en pulgadas	Profundidad de zanja en (m)										
	De 0,00	De 1,31	De 1,86	De 2,36	De 2,86	De 3,36	De 3,86	De 4,36	De 4,86	De 5,36	De 5,86
	a 1,30	a 1,85	a 2,35	a 2,85	a 3,35	a 3,85	a 4,35	a 4,85	a 5,35	a 5,85	a 6,35
6"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8"	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10"		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80

Fuente: Instituto de Fomento Municipal

2.1.9.5.3. Volumen de excavación

Es el volumen de tierra que se remueve para la colocación adecuada de la tubería y se calcula para un tramo, con base en el volumen del prisma generado por la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja. Para reducir costos y excavaciones profundas, la pendiente de la tubería deberá adaptarse a la pendiente del terreno.

$$\text{Vol} = \left[\frac{(H_{pv1} + H_{pv2})}{2} + e \right] * \text{Dist} * \text{Az}$$

Donde:

- Vol = volumen de excavación en metros cúbicos
H_{pv1} = altura del primer pozo de visita en metros
H_{pv2} = altura del segundo pozo de visita en metros
e = espesor para encamado de tubería = 0,10 m
Dist = distancia entre los pozos considerados en metros
Az = ancho de zanja en metros

2.1.9.5.4. Cotas invert

La cota invert es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería en la entrada o salida de un pozo de visita. Para calcularlas se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos. Se deben considerar los siguientes aspectos:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo 3 centímetros debajo de la cota invert de entrada.
- Cuando a un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo, a una distancia igual a la diferencia de diámetros, debajo de la cota invert de entrada.
- Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor más bajo de la cota invert de salida.

El cálculo de las cotas invert se realiza de la siguiente manera:

$$CIS_A \text{ para tramos iniciales} = CT_A - H_{\text{pozo}}$$

Donde:

CIS_A = cota invert de salida en A en metros

CT_A = cota terreno en A en metros

H_{pozo} = altura de pozo en metros

$$CIE_B = CIS_A - \frac{S * DH}{100}$$

Donde:

CIE_B = cota invert de entrada en B en metros

S = pendiente de la tubería tramo A-B

DH = distancia entre A-B en metros

$$CIS_B = CIE_B - D_c$$

Donde:

CIS_B = cota invert de salida en B en metros

D_c = diferencia de cotas invert en metros

2.1.10. Ubicación de pozos de visita

Según las normas de construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En el inicio de cualquier ramal.
- En las intersecciones de dos o más colectores.
- Donde exista cambio de pendiente de colectores.
- Donde exista cambio de diámetro de colectores.
- En distancias no mayores de 100 m para diámetros hasta de 24”.
- En distancias no mayores de 300 m para diámetros superiores de 24”.
- En las curvas a no más de 30 m.

2.1.11. Profundidad de pozos de visita

La altura mínima de un pozo de visita para tubería de PVC y de concreto, según las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), será de 1,20m medidos desde la cota de fondo a la cara inferior del brocal. Para ramales iniciales la altura mínima será de 1,00 m.

2.1.12. Características de las conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias constan de una caja de inspección hecha de mampostería o tubería de concreto de diámetro igual a 12” (candela), tubería de la edificación por servir (diámetro mínimo de 4” para PVC y de 6” para concreto) y uniones en forma de Y o T.

2.1.13. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se regirá por las normas para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Este se basa en dimensionar los diámetros, pendientes y cotas invert de los colectores del sistema de alcantarillado sanitario que cumplan con los parámetros de velocidad, tirante y caudal que las normas establecen, tanto para la población actual como para la

población futura que contribuye al sistema. También se determinará la altura de los pozos de visita.

2.1.14. Ejemplo de diseño de un tramo Pv-2 a Pv-3

Cota de terreno Pv-2	104,83 m
Cota invert de salida Pv-2	103,63 m
Cota de terreno Pv-3	104,77 m
Distancia horizontal	44,61 m
Período de diseño	32 años
Tasa de crecimiento	3,55%
Población actual acumulada del tramo	48 habitantes
Fqm	0,002
Ø mínimo del colector	6"
Coefficiente de rugosidad	0,009

Cálculo de la población futura acumulada del tramo

$$P_f = 48 * (1 + 0,0355)^{32} = 147 \text{ habitantes}$$

En el diseño de sistemas de alcantarillado debe verificarse que se cumplan las velocidades y los tirantes para el flujo que produce el número de habitantes actuales, como el que produce el número de habitantes futuros. En el presente ejemplo solo se verificará los producidos por el número de habitantes futuros.

Cálculo del factor de Harmond:

$$F. H_{fut} = \frac{18 + \sqrt{147/1\ 000}}{4 + \sqrt{147/1\ 000}} = 4,19$$

Cálculo del caudal de diseño:

$$Q_{\text{dis}_{\text{fut}}} = 0,002 * 4,19 * 147 = 1,23 \text{ lts/s}$$

Pendiente del terreno tramo Pv-2 a Pv-3:

El cálculo de la pendiente del terreno sirve como guía para asumir la pendiente de la tubería.

Por motivos constructivos se considera una pendiente mínima para la tubería igual a 0,50%.

$$\text{Sterreno} = \frac{\text{Cota de terreno Pv2} - \text{Cota de terreno Pv3}}{\text{Distancia entre 2 y 3}}$$

$$\text{Sterreno} = \left(\frac{104,83 - 104,77}{44,61} \right) * 100 = 0,13 \%$$

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena

Tomando valores mínimos de \emptyset y pendiente de la tubería:

$$V = \frac{0,03429}{0,009} * 6^{2/3} * \left(\frac{0,5}{100} \right)^{1/2} = 0,89 \text{ m/s}$$

$$A_{6''} = (6 * 0,0254/2)^2 * \pi = 0,018 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,89 * 0,018 * 1\,000 = 16,23 \text{ lts/s}$$

Comprobación de tirante del flujo y velocidad a sección parcialmente llena:

$$\frac{Q_{dis_{fut}}}{Q} = \frac{1,23}{16,23} = 0,0760$$

De las relaciones de elementos hidráulicos de sección transversal circular se obtiene el tirante y velocidad. Se comprueban los rangos para ambos.

$$\frac{d}{D} = 0,1870; \quad 0,10 \leq d/D \leq 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,5909$$

$$v = 0,89 * 0,5909 = 0,53 \frac{m}{s}; \quad 0,60 \frac{m}{s} \leq v \leq 3,00 \frac{m}{s}; \quad \text{No cumple}$$

Debido a que la velocidad encontrada no cumple con el rango, deberá de comprobarse con un aumento a la pendiente de la tubería. Después de un proceso iterativo se obtiene para una pendiente de tubería igual a 1,80:

$$V = 1,69 \text{ m/s}$$

$$Q = 30,79 \text{ lts/s}$$

$$\frac{Q_{dis_{fut}}}{Q} = 0,0400$$

$$\frac{d}{D} = 0,1370; \quad 0,10 \leq d/D \leq 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,4887$$

$$v = 0,82 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \leq v \leq 3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \text{Cumple}$$

Cálculo de las cotas invert:

$$CIE_3 = 103,63 - \frac{1,80 * 44,61}{100} = 102,83 \text{ m}$$

$$CIS_3 = 102,83 - 0,06 = 102,77 \text{ m}$$

Cálculo de altura de pozo de visita en 3:

$$\text{Altura de pozo}_3 = 104,77 - 102,77 = 2,00 \text{ m}$$

Los resultados del diseño hidráulico para todo el sistema de alcantarillado sanitario se muestran en el apéndice 1.

2.1.15. Propuesta de tratamiento

El proyecto de alcantarillado sanitario para el sector Norte de la aldea Rincón Grande hará uso del sistema de tratamiento que dicha aldea posee actualmente.

Es un sistema de tratamiento primario que consiste en una fosa séptica y pozos de absorción. A continuación se describirá la función y las características del sistema actual.

2.1.15.1. Tratamiento primario

Los dispositivos que se usan están diseñados para retirar de las aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de la sedimentación. En el tratamiento primario la velocidad se reduce, lo cual proporciona el tiempo suficiente para que se depositen la mayor parte de sólidos sedimentables, que son principalmente orgánicos.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario son los tanques de sedimentación. Algunos también tienen la función adicional de servir para la descomposición de los sólidos orgánicos sedimentados, lo cual se conoce como digestión de los lodos. Para el diseño de un sistema de tratamiento adecuado hay que tener en cuenta factores como espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido.

2.1.15.1.1. Fosa séptica

Sistema de tratamiento primario. Son generalmente estanques rectangulares. Los materiales comúnmente usados para su construcción son la mampostería y el concreto reforzados. Estos se proyectan para que las aguas permanezcan en ellos durante un tiempo determinado, que varía ordinariamente de doce a veinticuatro horas.

2.1.15.1.2. Funciones de la fosa séptica

La fosa condiciona las aguas negras para que puedan filtrarse más fácilmente en el subsuelo.

Tres funciones tienen lugar dentro de la fosa para proporcionar esta protección:

- Eliminación de sólidos. A medida que el agua negra procedente del alcantarillado general entra en la fosa séptica, su velocidad del flujo se reduce de tal forma que los sólidos mayores se hunden al fondo o suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el efluente clarificado es descargado.
- Tratamiento biológico. Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia, que prosperan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada “séptica”, de aquí el nombre de la fosa.
- Almacenamiento de cieno y natas. Cieno es una acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto parcialmente sumergido de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

El cieno y natas, en un menor grado, serán digeridos y compactados a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de material inerte.

Debe haber espacio en la fosa para almacenar este residuo durante el intervalo entre limpiezas; de otra forma, el cieno y las natas podrían ser expulsadas finalmente del depósito y obstruir el campo de eliminación.

2.1.15.1.3. Ubicación de una fosa séptica

Debe construirse donde no pueda provocar contaminación de algún pozo, manantial u otra fuente de abastecimiento de agua. A continuación se presenta algunas recomendaciones para ubicar una fosa:

- No deben estar a menos de 15 m de cualquier corriente de agua.
- No debe localizarse a menos de 1,50 m de cualquier edificio.
- No debe estar en lugares pantanosos, ni de posibles inundaciones.
- A no menos de 30,00 a 60,00 m de fuentes de abastecimiento de agua.
- Se colocarán a 8,00 m de cortes o terraplenes, 3,00 m de piscinas y tuberías de agua y a 1,50 de caminos peatonales.

2.1.15.1.4. Tratamiento complementario

El efluente de un tanque séptico no posee las calidades físico-químicas y bacteriológicas adecuadas para ser descargadas directamente en un cuerpo de agua. Por esta razón es necesario dar un tratamiento complementario, con el propósito de disminuir los riesgos de contaminación y de salud pública.

2.1.15.1.5. Pozos de absorción

Consiste en una excavación en el terreno, cubierta, de forma circular, cuyas paredes se revisten de ladrillo o piedra apilados solamente, sin usar mortero. Al pozo se vierten las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica.

Es importante que la capacidad del pozo de filtración se calcule sobre pruebas de filtración ejecutadas en cada estrato vertical penetrado.

2.1.15.2. Características del sistema de tratamiento

La fosa séptica existente en la aldea Rincón Grande posee las siguientes medidas: 3,00 m de ancho, 6,00 de largo y 2,00 de altura útil, para una capacidad de 36,00 m³. Es estructura de concreto reforzado, mampostería reforzada y tubería más accesorios de PVC. Cuenta con 3 pozos de absorción de altura igual a 7,00 m y de diámetro igual a 1,50 m.

Brinda el tratamiento primario para una población actual de 750 habitantes, a esto se le sumara el caudal de 1 338 habitantes, que es la población actual del sistema que se diseñará.

Tomando en cuenta los recursos de la municipalidad y los de la aldea, el sistema actual se usará por un periodo máximo de 2 años. La eficiencia del tratamiento es reducida, pero se propone que la municipalidad promueva el diseño y construcción de una PTAR que cumpla con los reglamentos legales vigentes (tratamiento primario y secundario).

2.1.16. Planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, los cuales incluyen: planta de curvas de nivel, de densidad de población, general, perfiles y detalles de pozos de visita y conexiones domiciliarias. Estos se mostrarán completos en el apéndice 4.

2.1.17. Presupuesto

El presupuesto se integró con base en los precios unitarios, considerando los materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal. En lo que

concierno a mano de obra, se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna para casos similares. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por reglón. Ver apéndice 2.

2.2. Diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Puerta Abajo

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Puerta Abajo. La longitud de la ampliación al sistema es de 1,3 km, para un número de beneficiarios actuales igual a 336 habitantes. La ampliación se conectará al sistema de alcantarillado sanitario existente, que no se verá afectado en su comportamiento hidráulico ya que la conexión se hará en el último pozo de visita de este.

El desfogue será hacia la fosa séptica que el sistema tiene para el tratamiento de las aguas residuales del sistema que ya posee. Esta cuenta también con un área adicional, adyacente al lugar del desfogue, destinado para el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Se utilizó para ello una estación total marca Nikon DTM 332.

2.2.2.1. Planimetría

La planimetría de este proyecto se realizó por medio de una poligonal abierta más radiaciones.

2.2.2.2. Altimetría

El levantamiento se efectuó sobre el eje de las calles, tomando cruces y puntos de cambio de pendiente.

2.2.3. Descripción del sistema

El diseño de la ampliación al sistema de alcantarillado sanitario recolectará y trasportará únicamente las aguas negras provenientes de las conexiones domiciliarias hacia el colector o alcantarillado principal.

Estas se conducirán por gravedad a uno de los pozos de visita del alcantarillado existente.

Este, a su vez, conducirá las aguas negras a una fosa séptica que la aldea posee para su tratamiento. Se pretende que el diseño sea económico, funcional y basado en normas técnicas y ambientales.

2.2.4. Periodo de diseño

El diseño de la ampliación del alcantarillado tendrá un período de diseño de 32 años, considerando 2 años adicionales para la gestión financiera y el tiempo de ejecución del proyecto.

2.2.5. Población futura

La información se obtiene a través de censos de población realizados por el proyectista y las del Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.2.6. Determinación de caudales

Se determina de acuerdo con los siguientes subcapítulos.

2.2.6.1. Población tributaria

Para calcular la población tributaria o futura del presente proyecto se usará el método geométrico, ya que es el más utilizado para la estimación de poblaciones en los países en vías de desarrollo como el nuestro.

$$P_f = 336 * (1 + 0,0355)^{32} = 1\ 026 \text{ hab}$$

2.2.6.2. Dotación

La dotación para este proyecto se tomó igual a 75 lts/hab/día.

2.2.6.3. Factor de retorno

Para este proyecto se tomó un factor de retorno igual a 0,85.

2.2.6.4. Caudal sanitario

Es la sumatoria de los siguientes aportes: caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración.

2.2.6.4.1. Caudal domiciliar

$$Q_{\text{dom}} = \frac{75 * 1026 * 0,85}{86\ 400} = 0,76 \text{ lts/s}$$

2.2.6.4.2. Caudal industrial

No se tienen industrias donde se proyectará el diseño de la ampliación.

$$Q_{ind} = \frac{6000 * 0}{86\ 400} = 0,00 \text{ lts/s}$$

2.2.6.4.3. Caudal comercial

No hay comercios actualmente, pero se prevé que al menos tenga 2 a futuro, con una dotación de 1 000 litros diarios cada uno.

$$Q_{com} = \frac{1\ 000 * 2}{86\ 400} = 0,02 \text{ lts/s}$$

2.2.6.4.4. Caudal por conexiones ilícitas

Para este caso se tomó un 50%.

$$Q_{ilic} = 0,50 * 0,76 = 0,38 \text{ lts/s}$$

2.2.6.4.5. Caudal de infiltración

$$Q_{inf} = 0,01 * 6'' * 1,3 = 0,08 \text{ lts/s}$$

2.2.6.5. Caudal medio

$$Q_{med} = 0,76 + 0,00 + 0,02 + 0,38 + 0,08 = 1,24 \text{ lts/s}$$

2.2.6.6. Factor de caudal medio

$$f_{qm} = \frac{1,24}{1\ 026} = 0,0012 \text{ tomar } f_{qm} = 0,002$$

2.2.6.7. Factor de Harmond

Factor que está en función de los habitantes acumulados que contribuyen al tramo por diseñar.

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{1\ 026/1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 026/1\ 000}} = 3.79$$

2.2.6.8. Caudal de diseño

Este el que establecerá las condiciones hidráulicas del tramo por diseñar.

$$Q_{dis} = 0,002 * 3.79 * 1\ 026 = 7,78 \text{ lts/s}$$

2.2.7. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se regirá por las normas para diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

2.2.8. Ejemplo de diseño de un tramo Pv-1 a Pv-2

Cota de terreno Pv-1	104,64 m
Cota de terreno Pv-2	100,40 m
Distancia horizontal	21,47 m

Período de diseño	32 años
Tasa de crecimiento	3,55%
Población actual acumulada del tramo	12 habitantes
Fqm	0,002
Ø mínimo del colector	6"
Coeficiente de rugosidad	0,009

Cálculo de la población futura acumulada del tramo:

$$P_f = 12 * (1 + 0,0355)^{32} = 37 \text{ habitantes}$$

En el presente ejemplo solo se verificará los producidos por el número de habitantes futuros.

Cálculo del factor de Harmond:

$$F. H._{fut} = \frac{18 + \sqrt{37/1\ 000}}{4 + \sqrt{37/1\ 000}} = 4,34$$

Cálculo del caudal de diseño:

$$Q_{dis_{fut}} = 0,002 * 4,34 * 37 = 0,32 \text{ lts/s}$$

Pendiente del terreno tramo Pv-1 a Pv-2:

$$\text{Sterreno} = \frac{\text{Cota de terreno Pv1} - \text{Cota de terreno Pv2}}{\text{Distancia entre 1 y 2}}$$

$$\text{Sterreno} = \left(\frac{104,64 - 100,40}{21,47} \right) * 100 = 19,75 \%$$

Cálculo de la velocidad y caudal a sección llena:

Tomando valores mínimos de \emptyset y una pendiente igual a la pendiente del terreno:

$$V = \frac{0,03429}{0,009} * 6^{2/3} * \left(\frac{19,50}{100}\right)^{1/2} = 5,56 \text{ m/s}$$

$$A_{6''} = (6 * 0,0254/2)^2 * \pi = 0,018 \text{ m}^2$$

$$Q = 5,56 * 0,018 * 1000 = 101,34 \text{ lts/s}$$

Comprobación de tirante del flujo y velocidad a sección parcialmente llena:

$$\frac{Q_{\text{dis}_{\text{fut}}}}{Q} = \frac{0,32}{101,34} = 0,0032$$

De las relaciones de elementos hidráulicos de sección transversal circular se obtiene:

$$\frac{d}{D} = 0,0460; \quad 0,10 \leq d/D \leq 0,75$$

$$\frac{v}{V} = 0,2433$$

$$v = 5,56 * 0,2433 = 1,35 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad 0,60 \frac{\text{m}}{\text{s}} \leq v \leq 3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \text{Cumple}$$

El tirante no cumple con el rango, pero este parámetro puede obviarse debido a que el caudal de diseño es muy pequeño.

Cálculo de las cotas invert:

$$\begin{aligned} \text{CIS}_1 &= 104,64 - 1,00 = 103,64 \\ \text{CIE}_2 &= 103,64 - \frac{19,50 * 21,47}{100} = 99,45 \text{ m} \\ \text{CIS}_2 &= 99,45 - 0,05 = 99,40 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de altura de pozo de visita en 2:

$$\text{Altura de pozo}_2 = 100,40 - 99,40 = 1,00 \text{ m}$$

Los resultados del diseño hidráulico completo para la ampliación al sistema de alcantarillado sanitario se muestran en el apéndice 1.

2.2.9. Propuesta de tratamiento

El proyecto de la ampliación para el alcantarillado sanitario de la aldea Puerta Abajo hará uso del sistema de tratamiento que la aldea posee actualmente. Es un sistema de tratamiento primario que consiste en una fosa séptica y pozos de absorción.

2.2.9.1. Características del sistema de tratamiento

La fosa séptica existente en la aldea Puerta Abajo posee las siguientes medidas: 2,50 m de ancho, 5,00 de largo y 2,00 de altura útil, para una capacidad de 25,00 m³.

Es estructura de concreto reforzado, mampostería reforzada y tubería más accesorios de PVC. Cuenta con 2 pozos de absorción de altura igual a 5,00 m y de diámetro igual a 1,50 m.

Brinda el tratamiento primario para una población actual de 420 habitantes. A esto se le sumará el caudal de 1 026 habitantes, que es la población futura de la ampliación del sistema que se diseñará.

Tomando en cuenta los recursos de la municipalidad y los de la aldea, el sistema actual se usará por un periodo máximo de 2 años. La eficiencia del tratamiento se ve reducida, pero se propone que la municipalidad promueva el diseño y construcción de una PTAR que cumpla con los reglamentos legales vigentes (tratamiento primario y secundario).

2.2.10. Planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los datos obtenidos en el diseño hidráulico, los cuales incluyen: planta de curvas de nivel, de densidad de población, general, perfiles y detalles de pozos de visita y conexiones domiciliarias. Estos se mostrarán completos en el apéndice 4.

2.2.11. Presupuesto

El presupuesto se integró con base en los precios unitarios, considerando los materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal. En lo que concierne a mano de obra, se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna para casos similares. El costo total del proyecto se obtuvo con la sumatoria de todos los costos totales por reglón. Ver apéndice 2.

2.3. Evaluación socioeconómica

Análisis financiero que determina la rentabilidad económica de proyectos en los que se desea invertir. Se recurre comúnmente a calcular el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) de la inversión.

Ambos indicadores, para el caso de proyectos de alcantarillado sanitario, obtienen resultados de rechazo desde el punto de vista empresarial, mas no de carácter social, ya que son de beneficio colectivo y tienen un impacto positivo en la salud y el saneamiento ambiental.

Lo anterior conduce a plantear mecanismos para hacerlos viables, ya sea a través de subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etc.

2.3.1. Valor presente neto (VPN)

Método que consiste en encontrar la diferencia entre la inversión inicial del proyecto y el valor actualizado mediante una tasa, de todos los flujos de caja futuros. El VPN determina la aceptación o rechazo de una inversión a una determinada tasa de interés. Presenta tres posibles valores:

- $VPN < 0$ el proyecto no es rentable (no genera utilidad)
- $VPN = 0$ el proyecto es indiferente.
- $VPN > 0$ el proyecto es rentable (genera utilidad).

Para ambos proyectos se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima activa (tasa de inflación + tasa pasiva bancaria), que en el mercado actual es del 10,50 %, aproximadamente.

2.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Mide la rentabilidad de un proyecto. Corresponde a la determinación de la tasa de interés en la cual el valor presente neto es igual a cero; es el punto de equilibrio donde una inversión no tiene pérdidas ni ganancias. Si la tasa resultante es mayor que los intereses pagados por el dinero invertido, el proyecto es conveniente. Caso contrario, no conviene.

El estudio socioeconómico para los dos proyectos se muestra en el apéndice 3.

2.4. Evaluación de impacto ambiental inicial

Es el diagnóstico de la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico del área donde se llevará a cabo la planificación, construcción y operación de un proyecto. Se efectúa mediante el uso de la instrumentación política, gestión ambiental y toma de decisiones, que garanticen un examen sistemático de los impactos ambientales y las medidas de mitigación o protección ambiental necesarias.

Un impacto ambiental es un cambio en el medio ambiente causado por la implementación de un proyecto o de una alternativa seleccionada; un plan, un programa o una política. Para impedir o disminuir los impactos que producen los proyectos, es importante saber a raíz de qué suscita y en qué medida se está generando un impacto en el ambiente.

A nivel nacional, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el ente delegado para formular y ejecutar las políticas, relativas al tema, cumplir y hacer

que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país.

El reglamento de evaluación ambiental inicial contiene las categorías de los proyectos, tomando en cuenta los factores o condiciones que resultan pertinentes en función de sus características, naturaleza, impactos ambientales potenciales o riesgo ambiental.

Para los proyectos de alcantarillado sanitario y ampliación de alcantarillado sanitario, se hizo únicamente la evaluación ambiental inicial, a partir de la cual el MARN dará su aprobación mediante la Licencia Ambiental o solicitará se hagan las correcciones respectivas o la solicitud de algún otro instrumento de evaluación más profundo, a fin de aprobarlo.

CONCLUSIONES

1. Con el diseño y la construcción de los proyectos de alcantarillado sanitario, se brindará una solución técnica a los problemas de saneamiento ambiental de la población de ambas aldeas, ya que se evitarán los malos olores producidos por aguas negras que corren a flor de tierra, mejorará la salud y calidad de vida de los habitantes. Por tanto, autoridades municipales y COCODES deberán gestionar el financiamiento para llevarlos a la realidad en el menor tiempo posible.
2. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector norte de la aldea Rincón Grande, y el de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Puerta Abajo, funcionarán adecuadamente en el periodo de diseño propuesto si la municipalidad y los pobladores de las aldeas les dan el mantenimiento y uso adecuado.
3. El tratamiento de las aguas negras de las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo consistirá en plantas de tratamiento que la municipalidad de Zaragoza tiene planificado construir. Por tanto, en el diseño de ambos proyectos no se incorporó una propuesta para el tratamiento.
4. La evaluación socioeconómica de los dos proyectos es desfavorable y no rentable, debido a la naturaleza social de ambos. Sin embargo, por los beneficios que aportan a sus pobladores, se consideran muy necesarios para el saneamiento y la calidad de vida de las aldeas.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Zaragoza y a las autoridades de las aldeas Rincón grande y Puerta Abajo:

1. Actualizar los precios de materiales, mano de obra y otros utilizados en la elaboración de los presupuestos de cada proyecto, antes de su cotización o licitación, debido a la variabilidad de los mismos en el mercado.
2. Garantizar la supervisión adecuada y constante durante la construcción de ambos proyectos, con el objeto de asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de materiales, procesos constructivos, normas ambientales y cronogramas de ejecución e inversión.
3. Dar limpieza y mantenimiento a las fosas sépticas y pozos de absorción que poseen las aldeas Rincón Grande y Puerta Abajo, para el tratamiento de sus aguas residuales.
4. Que la municipalidad de Zaragoza construya en el menor tiempo posible las plantas de tratamiento de aguas negras para las aldeas mencionadas, ya que en un lapso de dos años, los sistemas de tratamiento al cual se descargarán las aguas negras empezarán a ser deficientes.
5. Implementar un plan de mantenimiento y uso adecuado de los sistemas de alcantarillado sanitario y sus sistemas de tratamiento de aguas residuales, que involucre a la población de las aldeas y sus autoridades.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMÉZQUITA MALDONADO, Oscar Renato. *Diseño de ampliación de la red de alcantarillado sanitario para el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 150.
2. CHOW, Ven Te. *Hidráulica de canales abiertos*. Colombia: McGraw-Hill, 1994. 634 p.
3. GILES, Ranald V. *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. 3a. ed. España: McGraw-Hill, 1994. 420p.
4. GONZÁLEZ LÓPEZ, Ricardo Manuel. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia San Carlos Canadá y mercado municipal # 3, Escuintla, Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2014. 272 p.
5. GRAJEDA FIGUEROA, Celia María. *Diseño de la red de drenaje sanitario y drenaje pluvial de la colonia Los Pinos de la ciudad de Esquipulas*. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2001. 152 p.

6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 30 p.
7. JUÁREZ GONZÁLEZ, José Manuel. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Trapiche Abajo y edificación escolar para colonia La Unión, municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2011. 130 p.
8. OROZCO BARRIOS, Otto Roberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío El Carmen, San Pablo, San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2012. 109 p.
9. REYES ARANA, Ricardo Augusto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario caserío El Terrero, municipalidad de Jalapa, Jalapa*. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 2004. 82 p.
10. STREETER, Víctor y otros. *Mecánica de Fluidos*. 9a ed. España: McGraw- Hill, 1999. 742 p.
11. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR, 1997. 86 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Diseño hidráulico**

- Alcantarillado sanitario sector norte, aldea Rincón Grande
- Ampliación del alcantarillado sanitario aldea Puerta Abajo

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Presupuesto**

- Alcantarillado sanitario sector norte, aldea Rincón Grande
- Ampliación del alcantarillado sanitario aldea Puerta Abajo

Fuente: elaboración propia.

Presupuesto sistema de alcantarillado sanitario sector norte, aldea Rincón Grande

NO.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	SUBTOTAL (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	BODEGA	1.00	Global	16,320.72	16,320.72
1.2	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1.00	Global	1,457.15	1,457.15
1.3	TRAZO	2,392.44	ml	7.72	18,469.64
2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				
2.1	EXCAVACIÓN	2,624.19	m ³	98.34	258,062.84
2.2	P.V.C. Ø 6" ASTM F-949	2,276.66	ml	148.50	338,084.01
2.3	P.V.C. Ø 8" ASTM F-949	115.78	ml	217.25	25,153.21
2.4	RELLENO	2,576.13	m ³	128.43	330,852.38
3	POZOS DE VISITA				
3.1	EXCAVACIÓN (AMPLIACIÓN DE ZANJA)	182.01	m ³	98.34	17,898.86
3.2	1.00 m A 2.01 m	40.00	Unidad	5,777.10	231,084.00
3.3	2.01 m A 3.01 m	6.00	Unidad	11,554.20	69,325.20
3.4	3.01 m A 4.01 m	1.00	Unidad	17,331.30	17,331.30
3.6	CAÍDAS DE POZOS DE VISTA MAYORES A 0.70m	4.00	Unidad	3,853.82	15,415.28
3.7	RELLENO	7.87	m ³	160.29	1,261.48
4	CONEXIONES DOMICILIARES				
4.1	EXCAVACIÓN	141.95	m ³	98.34	13,959.36
4.2	CONSTRUCCIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARES	73.00	Unidad	1,279.32	93,390.36
4.3	RELLENO	127.53	m ³	130.89	16,692.40
5	LIMPIEZA FINAL				
5.1	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	250.00	m ³	58.29	14,572.50
COSTO TOTAL (Q)					1,479,330.69

Presupuesto ampliación del sistema de alcantarillado sanitario aldea Puerta Abajo

NO.	RENLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (Q)	SUBTOTAL (Q)
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	BODEGA	1.00	Global	16,320.72	16,320.72
1.2	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	1.00	Global	1,020.00	1,020.00
1.3	TRAZO	1,286.19	ml	7.71	9,916.52
2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA				
2.1	EXCAVACIÓN	1,403.97	m ³	98.34	138,066.41
2.2	P.V.C. Ø 6" ASTM F-949	1,286.19	ml	149.06	191,719.48
2.3	RELLENO	1,380.51	m ³	128.50	177,395.54
3	POZOS DE VISITA				
3.1	EXCAVACIÓN (AMPLIACIÓN DE ZANJA)	116.65	m ³	98.34	11,471.36
3.2	1.00 m A 2.01 m	24.00	Unidad	5290.60	126,974.40
3.3	2.01 m A 3.01 m	5.00	Unidad	10581.20	52,906.00
3.4	3.01 m A 3.35 m	2.00	Unidad	15871.80	31,743.60
3.5	CAÍDAS DE POZOS DE VISTA MAYORES A 0.70m	4.00	Unidad	3,948.09	15,792.36
3.6	RELLENO	5.19	m ³	184.40	957.04
4	CONEXIONES DOMICILIARES				
4.1	EXCAVACIÓN	108.89	m ³	98.34	10,708.24
4.2	CONSTRUCCIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARES	56.00	Unidad	1,269.91	71,114.96
4.3	RELLENO	97.83	m ³	128.62	12,582.89
5	LIMPIEZA FINAL				
5.1	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	160.58	m ³	60.50	9,715.09
COSTO TOTAL (Q)					878,404.62

Apéndice 3. Análisis socioeconómico

- **Sistema de alcantarillado sanitario sector norte, aldea Rincón Grande**

El análisis estima los siguientes egresos: Q 1 479 330,69 de inversión inicial, Q 4 000,00 por la limpieza del sistema de tratamiento de aguas negras existente y Q 5 000,00 por manteniendo anual del sistema. Se considera un ingreso debido a la instalación de conexiones domiciliarias igual a Q 300,00 por vivienda (73 conexiones). Se tomará una tasa anual igual a 11%, para un periodo de 30 años.

$$VPN = -1\,479\,330,69 - 4\,000,00 - \sum_{i=1}^{30} 5\,000,00/(1 + 0,11)^i + 73 * (300,00)$$

$$VPN = -1\,504\,899.65$$

- **Ampliación del sistema de alcantarillado sanitario aldea Puerta Abajo**

El análisis estima los siguientes egresos: Q 878 405,62 de inversión inicial, Q 4 000,00 por la limpieza del sistema de tratamiento de aguas negras existente y Q 3 500,00 por manteniendo anual del sistema. Se considera un ingreso debido a la instalación de conexiones domiciliarias igual a Q 300,00 por vivienda (56 conexiones). Se tomará una tasa anual igual a 11%, para un periodo de 30 años.

$$VPN = -878\,404,62 - 4\,000,00 - \sum_{i=1}^{30} 3\,500,00/(1 + 0,11)^i + 56 * (300,00)$$

$$VPN = -896\,032,89$$

La tasa interna de retorno (TIR) no existe para ambos proyectos.

Fuente: elaboración propia.

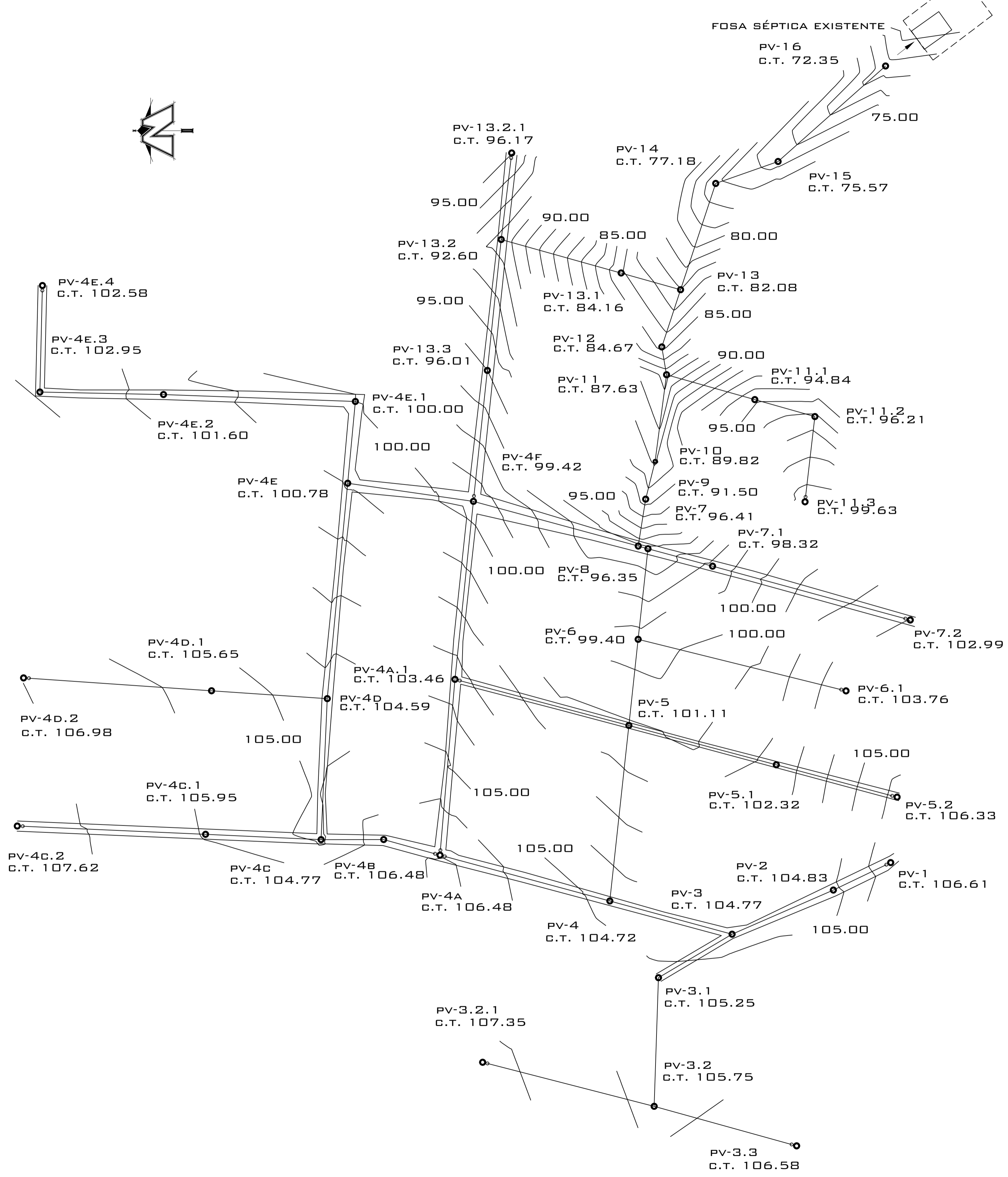
Apéndice 4. Planos

- **Alcantarillado sanitario sector norte, aldea Rincón Grande**
 - 1/9 Planta de curvas de nivel y planta de densidad de población
 - 2/9 Planta general
 - 3/9 Planta-perfil
 - 4/9 Planta-perfil
 - 5/9 Planta-perfil
 - 6/9 Planta-perfil
 - 7/9 Planta-perfil
 - 8/9 Planta-perfil
 - 9/9 Detalle de pozos de visita y conexiones domiciliarias

- **Ampliación del alcantarillado sanitario aldea Puerta Abajo**
 - 1/6 Planta de curvas de nivel y planta de densidad de población
 - 2/6 Planta general y planta-perfil
 - 3/6 Planta-perfil
 - 4/6 Planta-perfil
 - 5/6 Planta-perfil
 - 6/6 Detalle de pozos de visita y conexiones domiciliarias

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

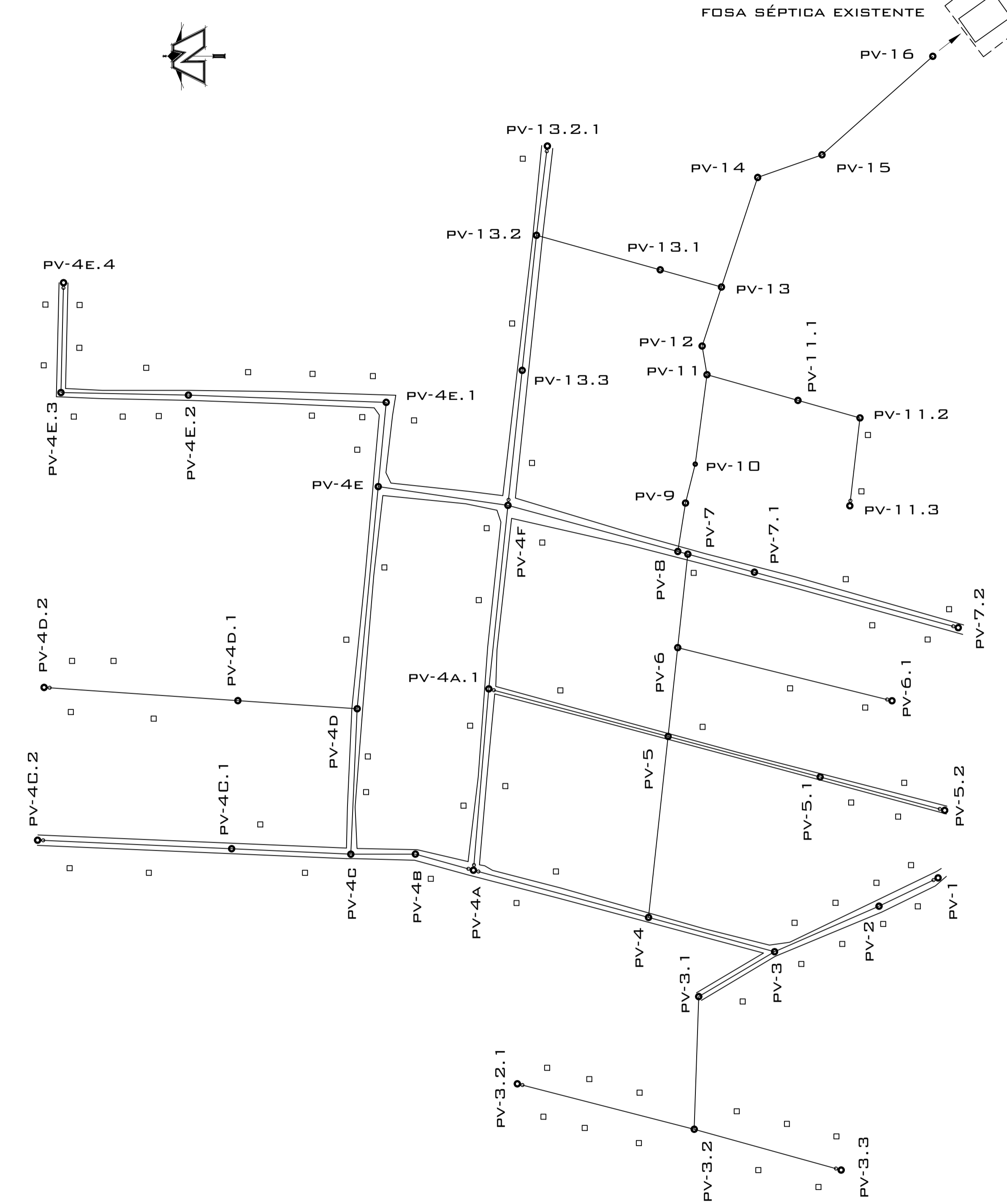
UBICACIÓN DEL TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN P.T.A.R.



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/1000

UBICACIÓN DEL TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN P.T.A.R.



PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN

ESCALA: 1/1250

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
⊙	INICIO DE RAMAL
⊙ PV-No.	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M. F-949 DIAMETRO INDICADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
 D.M.P. ZARAGOZA, CHIMALTENAGO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR NORTE, ALDEA RINGÓN GRANDE

CONTENIDO: PLANTA DE CURVAS DE NIVEL Y PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET: 1997_13509 M.A.Z.M. DIBUJO:

ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2018

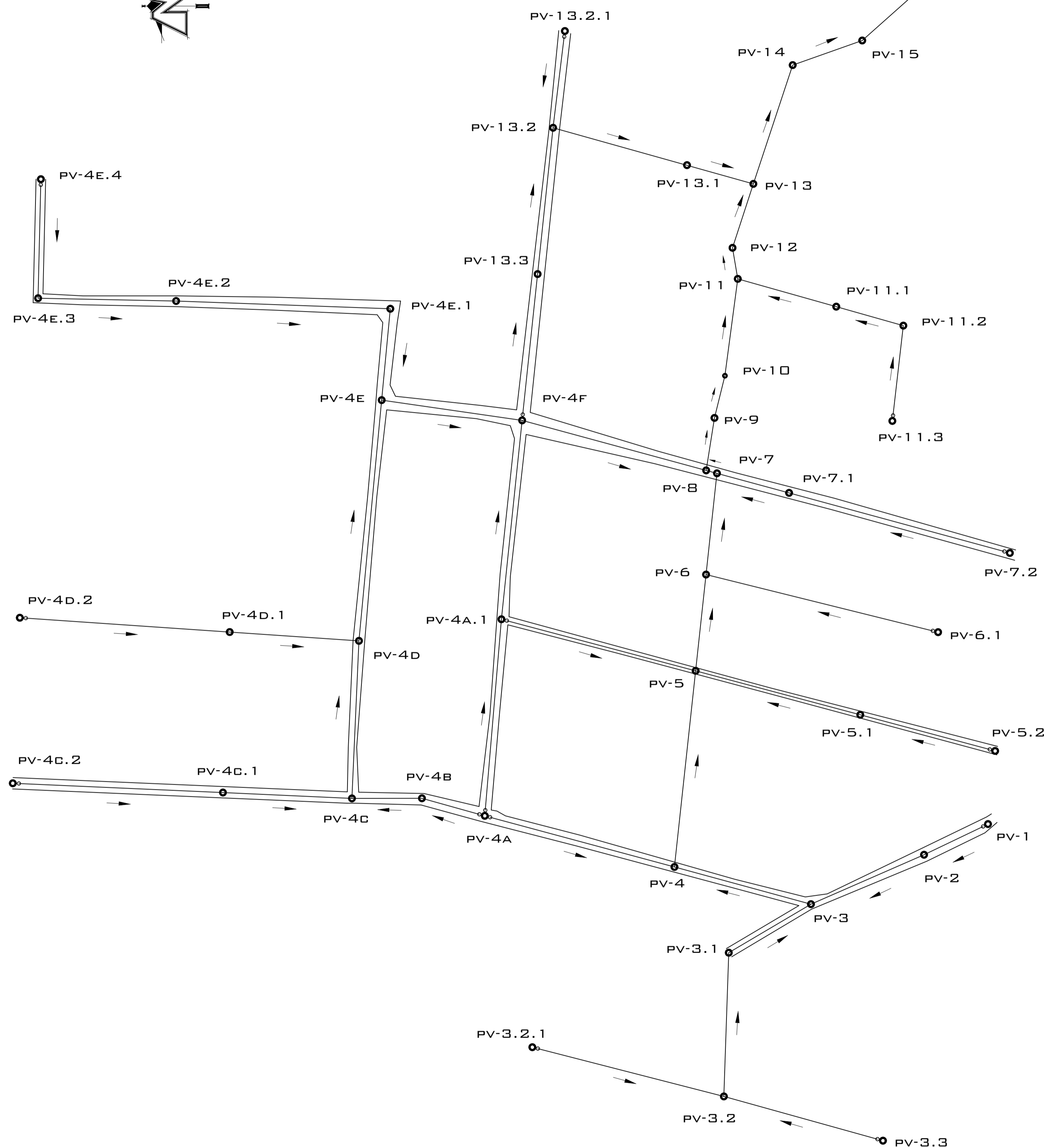
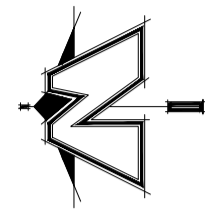
HOJA 01/09

ING. JUAN MERCK COS
 ASESOR SUPERVISOR

UBICACIÓN DEL TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN P.T.A.R.

FOSA SÉPTICA EXISTENTE

PV-16



PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1000

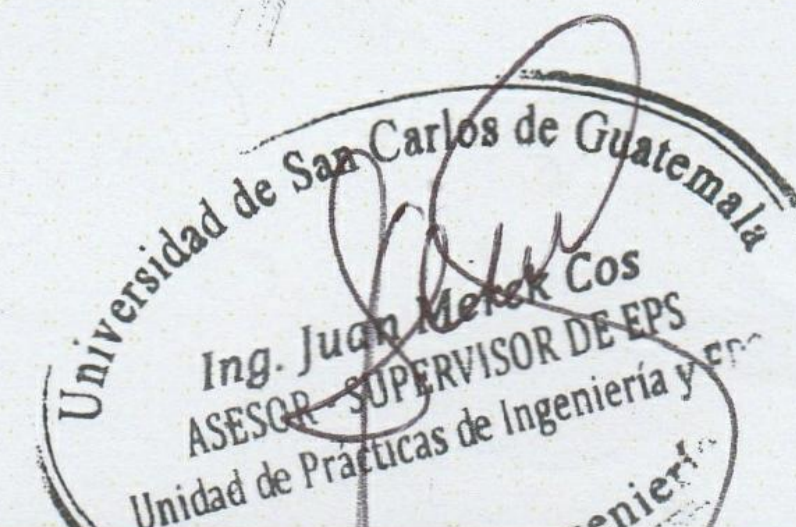
LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	PO.	RUMBO					DIST.
			*	'	*		
1	2	N	25	37	0	W	25.65
2	3	N	23	34	4	W	44.61
3	4	N	15	13	20	E	51.15
	3.1	N	30	34	35	W	34.52
3.1	3.2	N	88	4	4	W	51.96
3.2	3.2.1	N	14	24	24	E	71.51
	3.3	S	15	31	31	W	59.70
4	4A	S	15	5	19	E	71.03
4A	5	S	83	49	39	E	71.30
	4A.1	S	85	8	44	E	71.29
4B	4B	N	15	34	16	E	23.60
4A.1	4F	S	84	3	33	E	72.24
4B	4C	N	0	5	59	W	25.28
4C	4D	S	87	28	33	E	57.00
	4C.1	N	2	37	17	E	46.70
4C.1	4C.2	N	2	31	42	E	76.06
4D	4E	S	84	35	17	E	87.38
4D.1	4D.1	N	3	53	53	E	46.70
	4D.2	N	3	55	5	E	76.06
4E	4E.1	S	84	38	26	E	33.16
4E.1	4E.2	N	2	5	29	E	77.50
4E.2	4E.3	N	1	8	32	E	49.91
4E.3	4E.4	S	88	39	52	E	43.02
4F	13.3	S	83	56	42	E	53.17

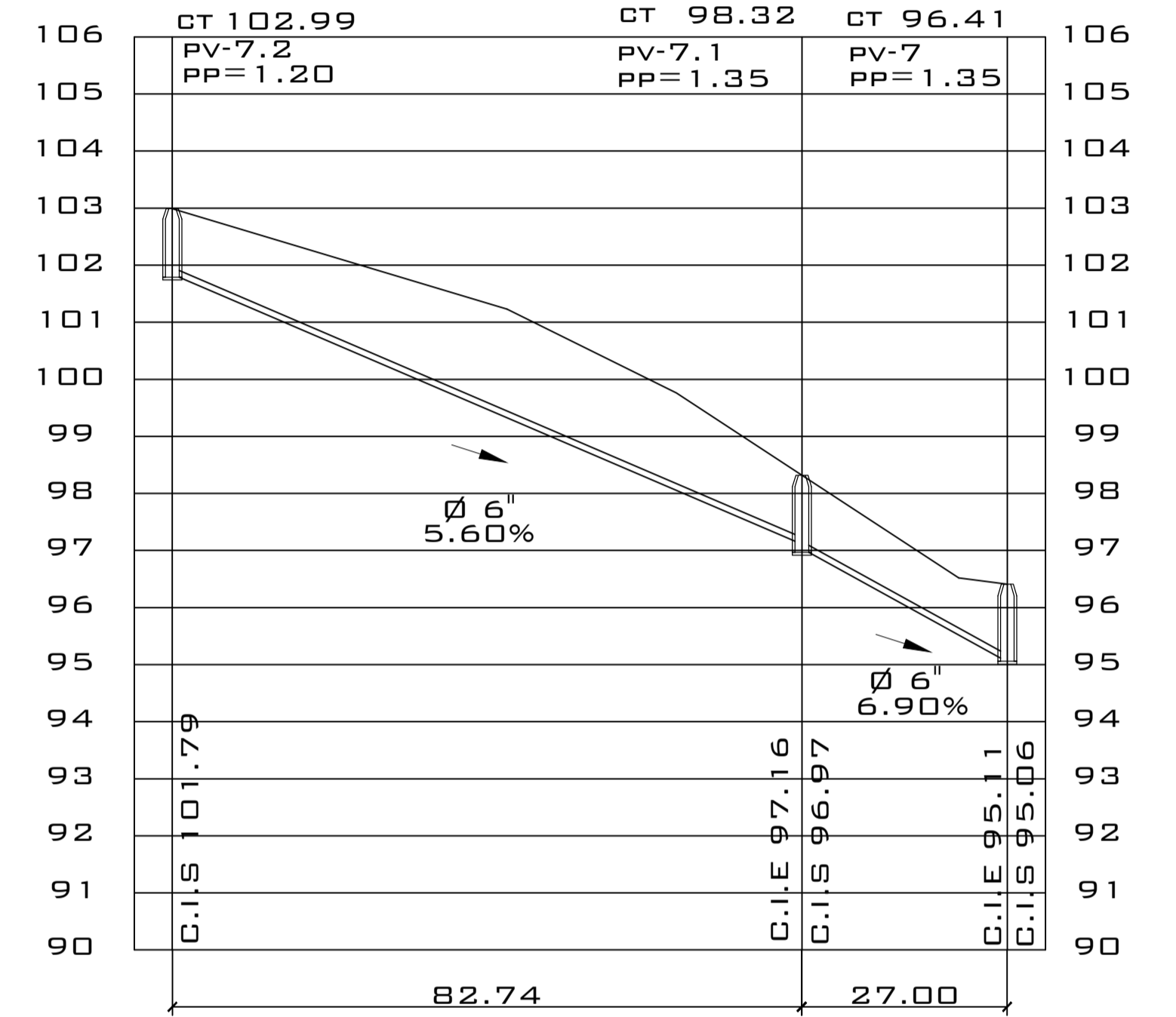
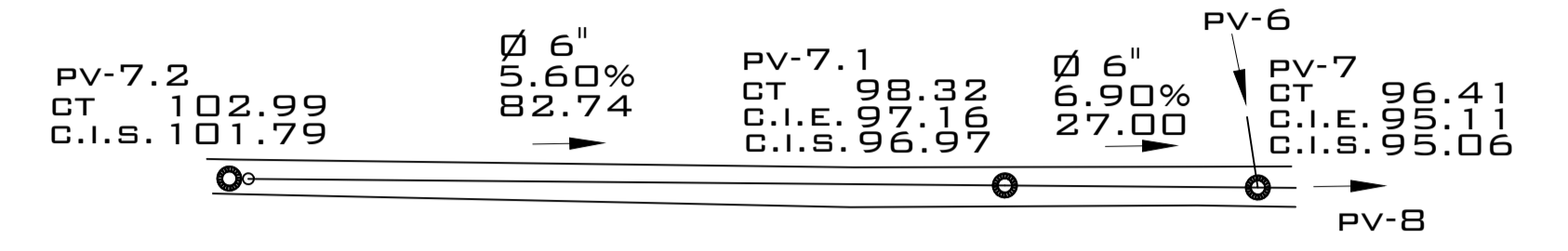
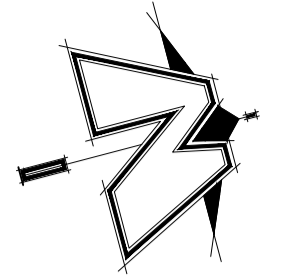
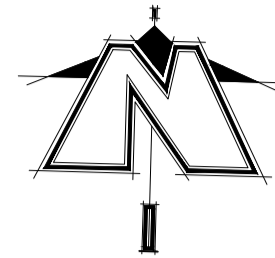
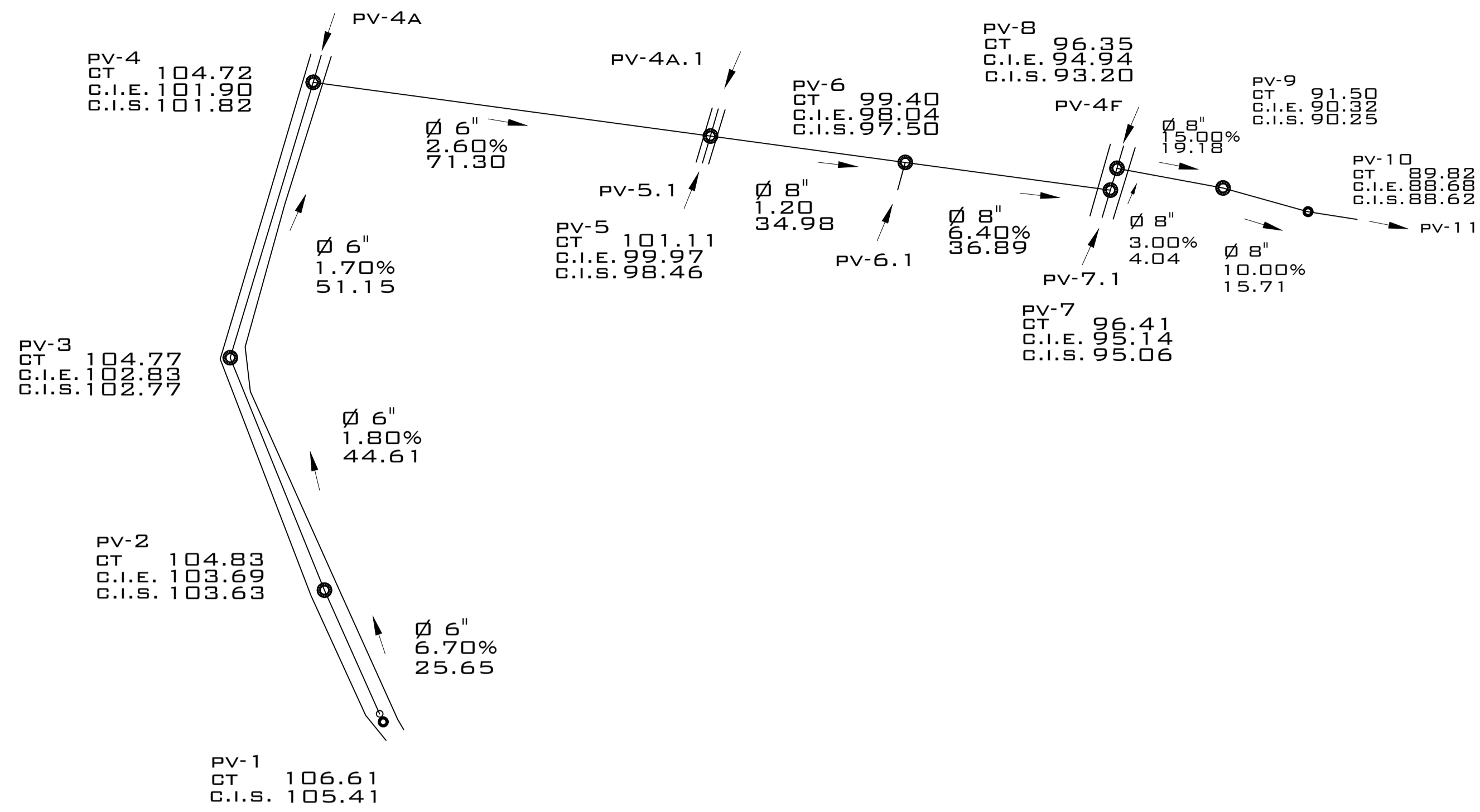
EST.	PO.	RUMBO					DIST.
			*	'	*		
13.3	13.2	S	83	57	45	E	53.17
13.2	13.2.1	S	83	2	28	E	35.22
5	6	S	83	49	39	E	34.98
	4A.1	N	14	51	44	E	72.64
5.1	5.1	S	14	57	0	W	61.62
5.1	5.2	S	14	58	31	W	50.49
6	7	S	83	49	39	E	36.89
	6.1	S	13	55	37	W	86.45
7	8	N	15	10	15	E	4.04
7.1	7.1	S	15	10	15	W	27.00
7.1	7.2	S	15	13	42	W	82.74
8	9	S	80	59	34	E	19.18
	4F	N	15	10	15	E	68.93
9	10	S	75	59	41	E	15.71
10	11	S	82	28	49	E	35.32
11	12	N	80	23	28	E	11.38
	11.1	S	15	46	21	W	35.62
11.1	11.2	S	15	46	21	W	25.22
11.2	11.3	N	83	24	26	W	34.65
12	13	S	71	54	45	E	24.25
13	14	S	71	40	22	E	45.21
	13.1	N	15	38	17	E	24.91
13.1	13.2	N	15	38	17	E	50.29
14	15	S	19	27	14	E	26.68
15	16	S	41	37	40	E	58.05

NOMENCLATURA	
CT	CORDADA DE TERRENO
C.I.E.	CORDADA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	CORDADA INVERT DE SALIDA
○—	INICIO DE RAMAL
⊙ PV-No.	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M.
F-949 DIAMETRO INDICADO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA D.M.P. ZARAGOZA, CHIMALTENAGO		HOJA 02 09
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR NORTE, ALDEA RINCÓN GRANDE		
CONTENIDO: PLANTA GENERAL		
EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS		
CARNET: 1997_13509	M.A.Z.M.	DIBUJO:
ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2018	ING. JUAN MERCK COS ASESOR-SUPERVISOR

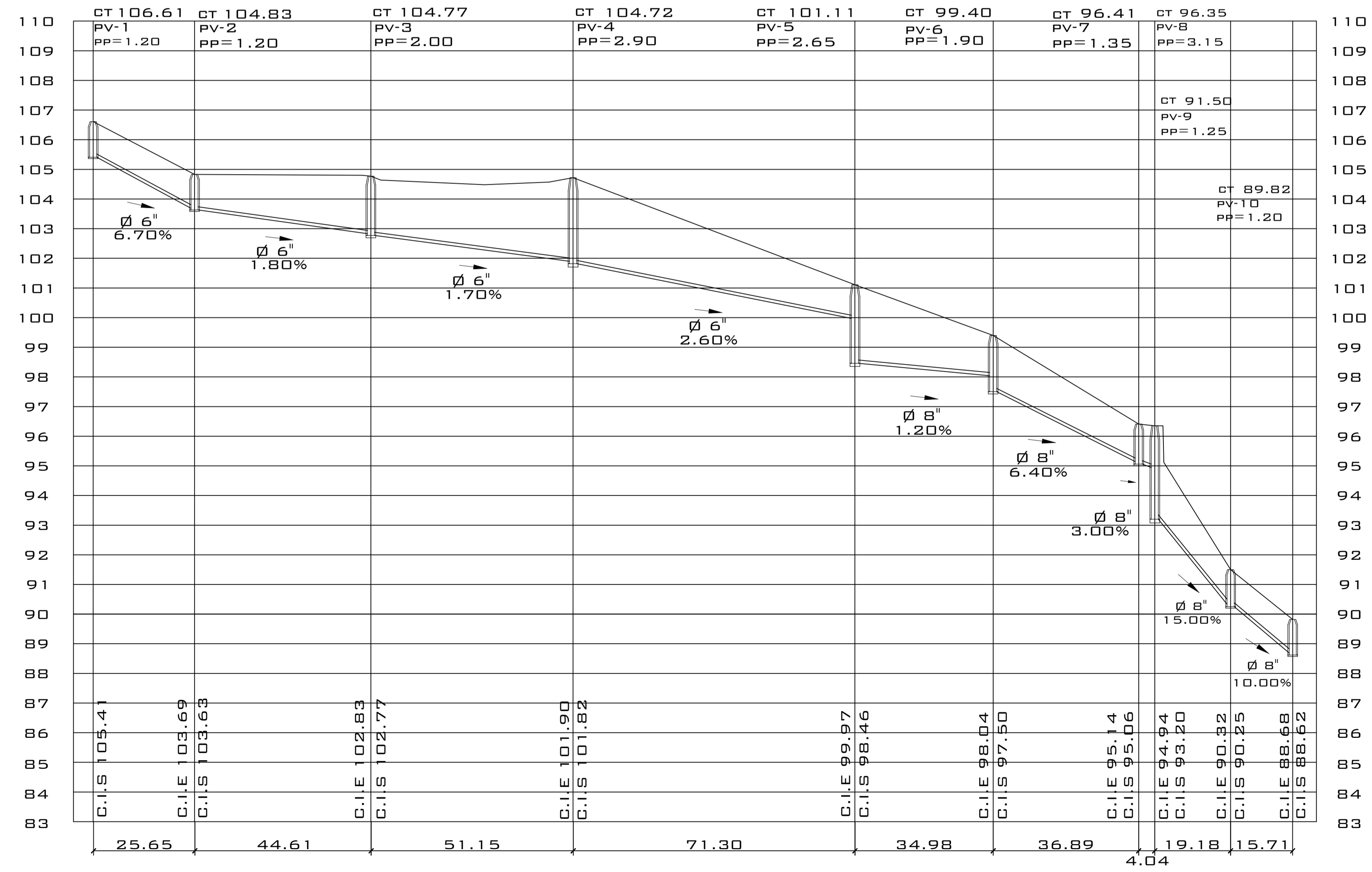


PLANTA-PERFIL TRAMO PV-7.2 A PV-7

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○	INICIO DE RAMAL
○ PV-No.	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

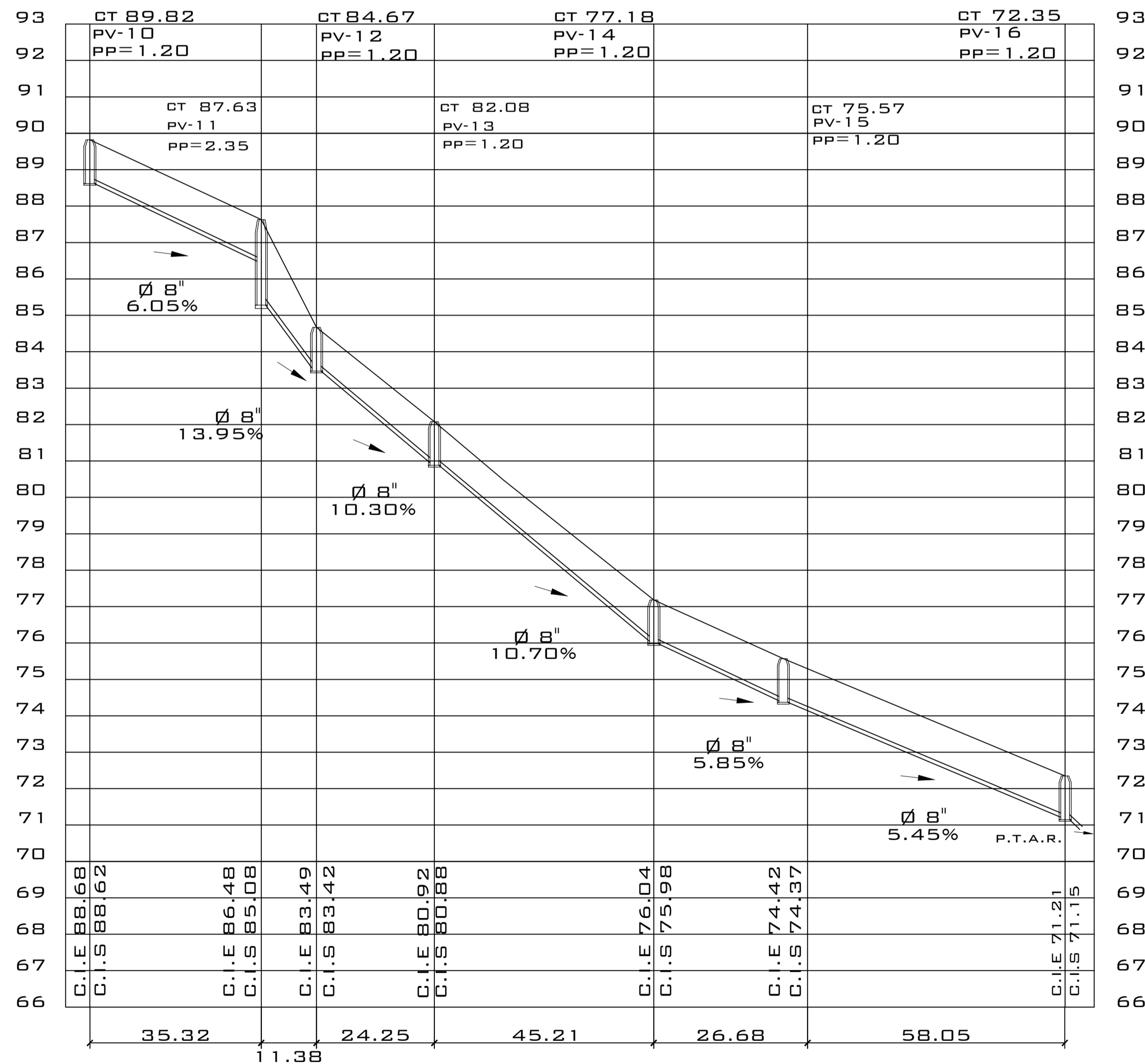
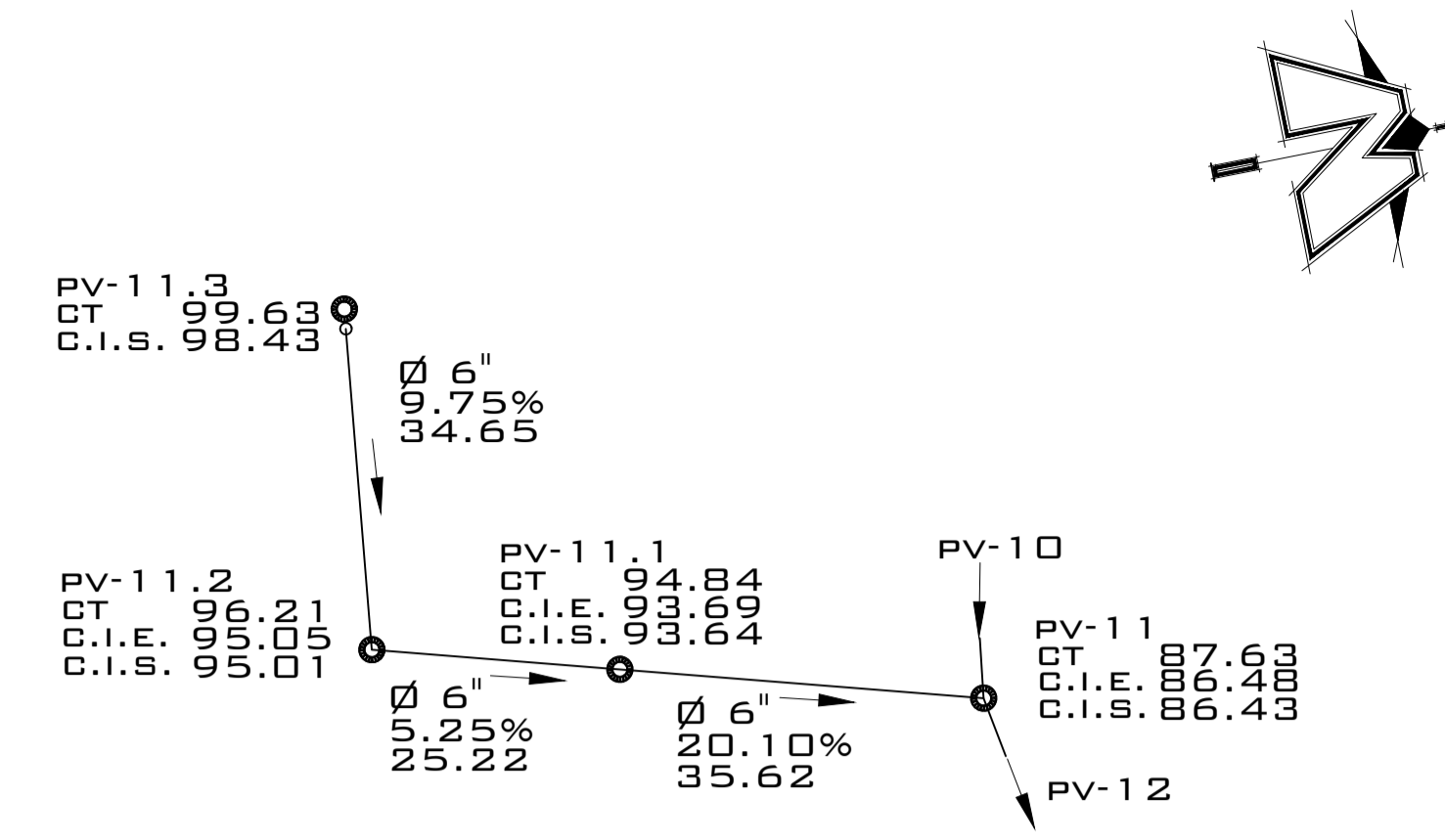
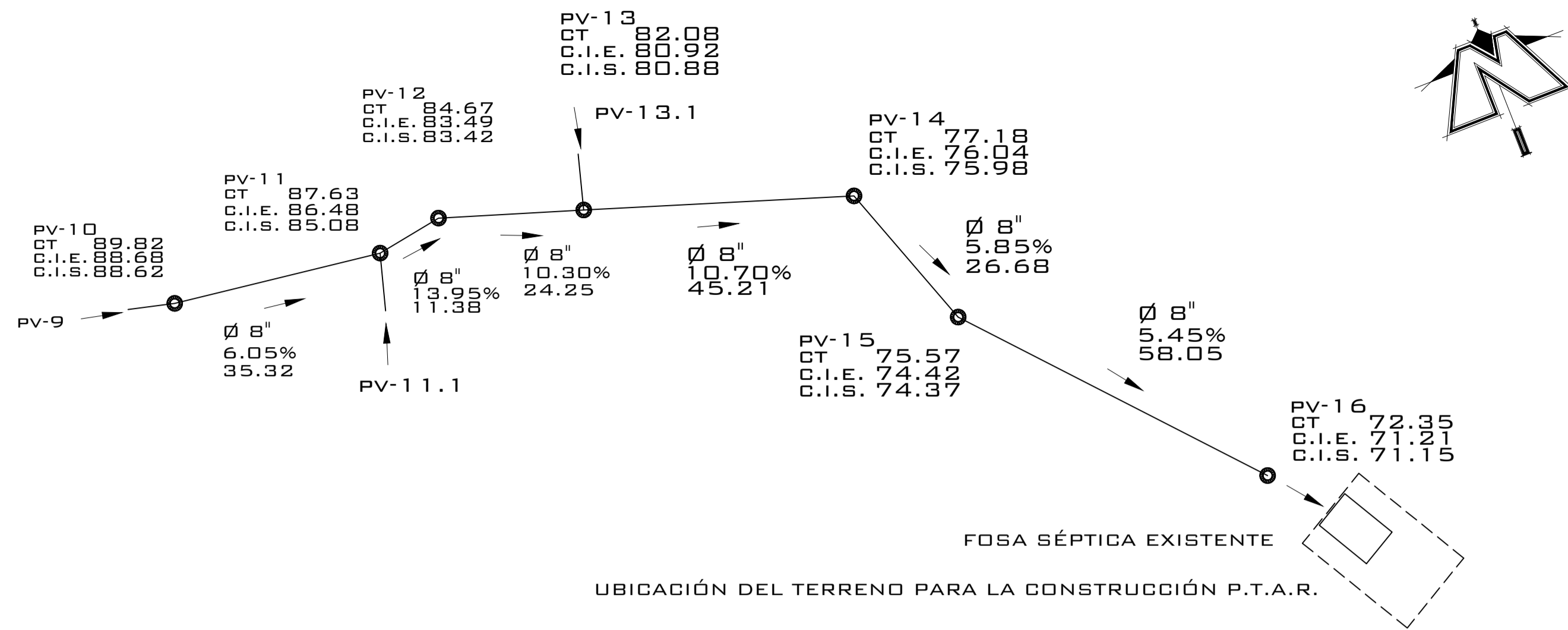
NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA 4400-97
F-949 DIAMETRO INDICADO



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-1 A PV-10

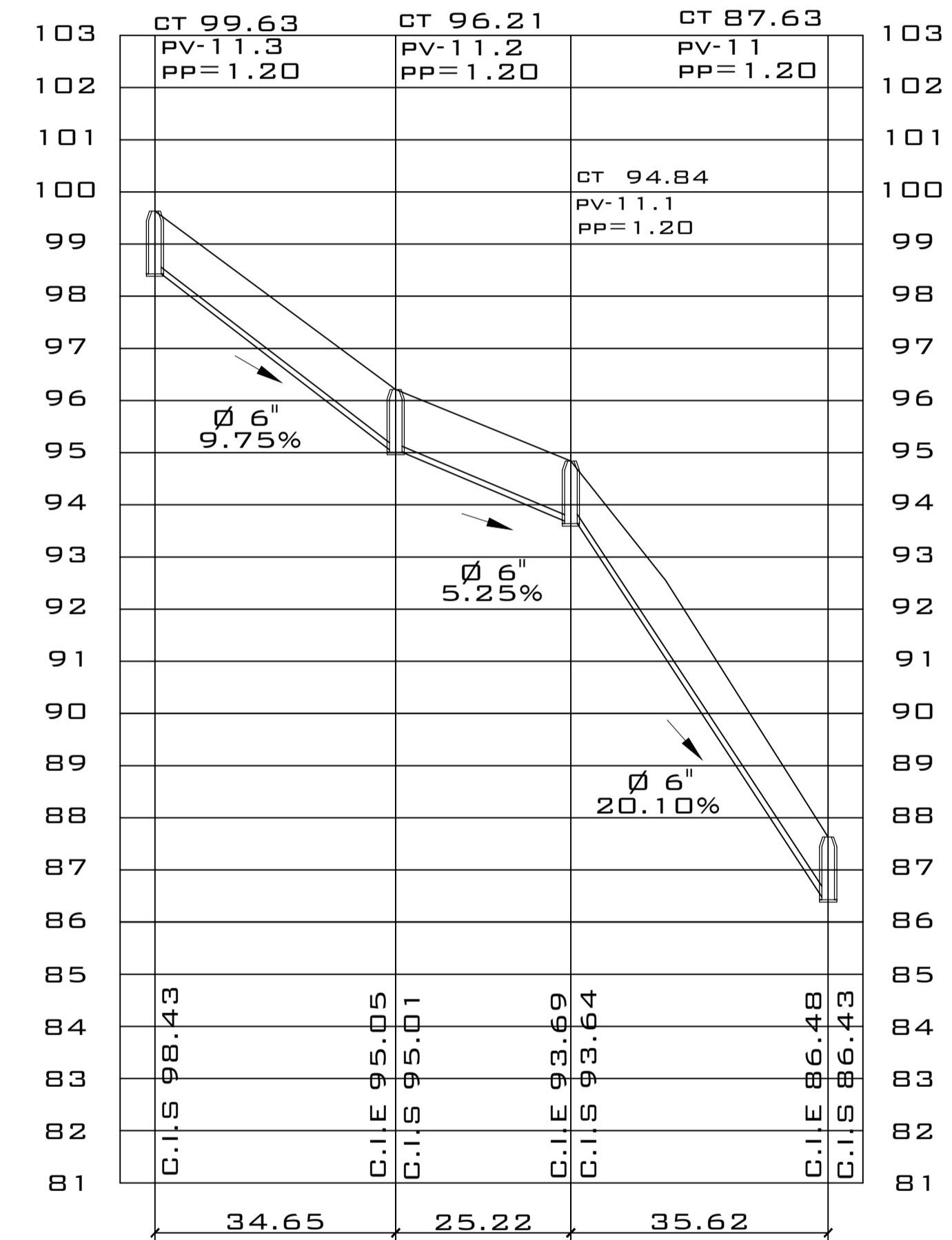
ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA D.M.P. ZARAGOZA, CHIMALTENAGO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR NORTE, ALDEA RINCÓN GRANDE	HOJA 03 09
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL	
EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS	
CARNET: 1997_13509	DIBUJO: M.A.Z.M.
ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2018
ING. JUAN MERCK COS ASESOR-SUPERVISOR	



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-10 A PV-16

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

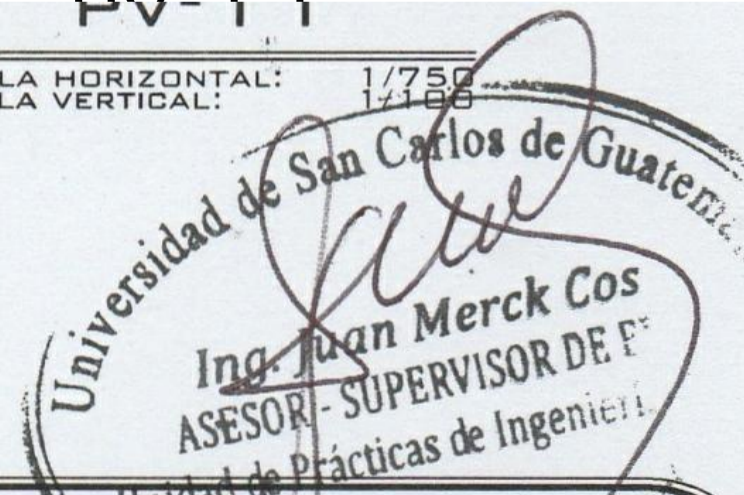


PLANTA-PERFIL TRAMO PV-11.3 A PV-11

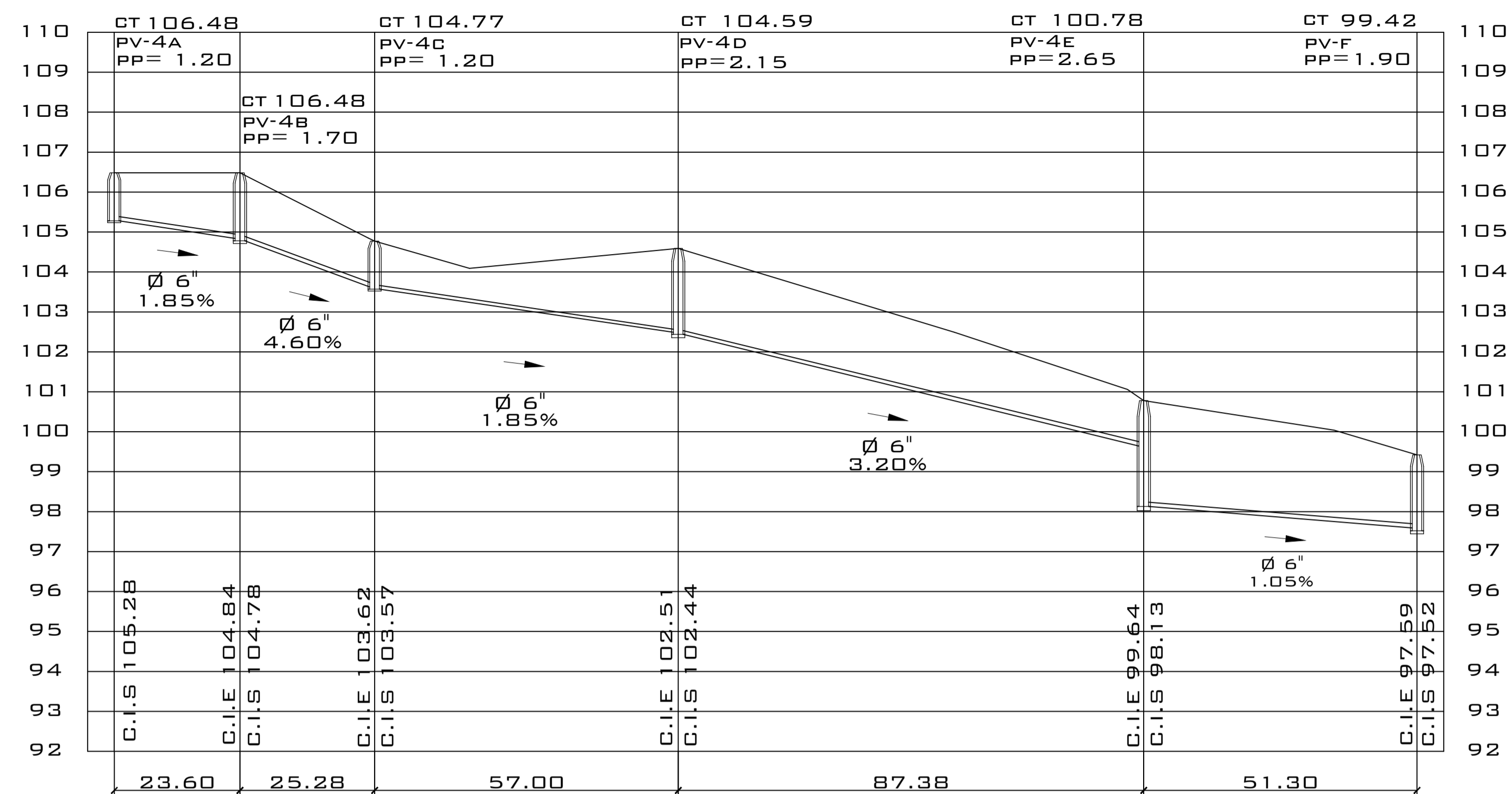
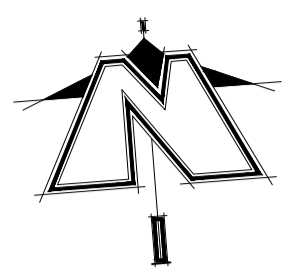
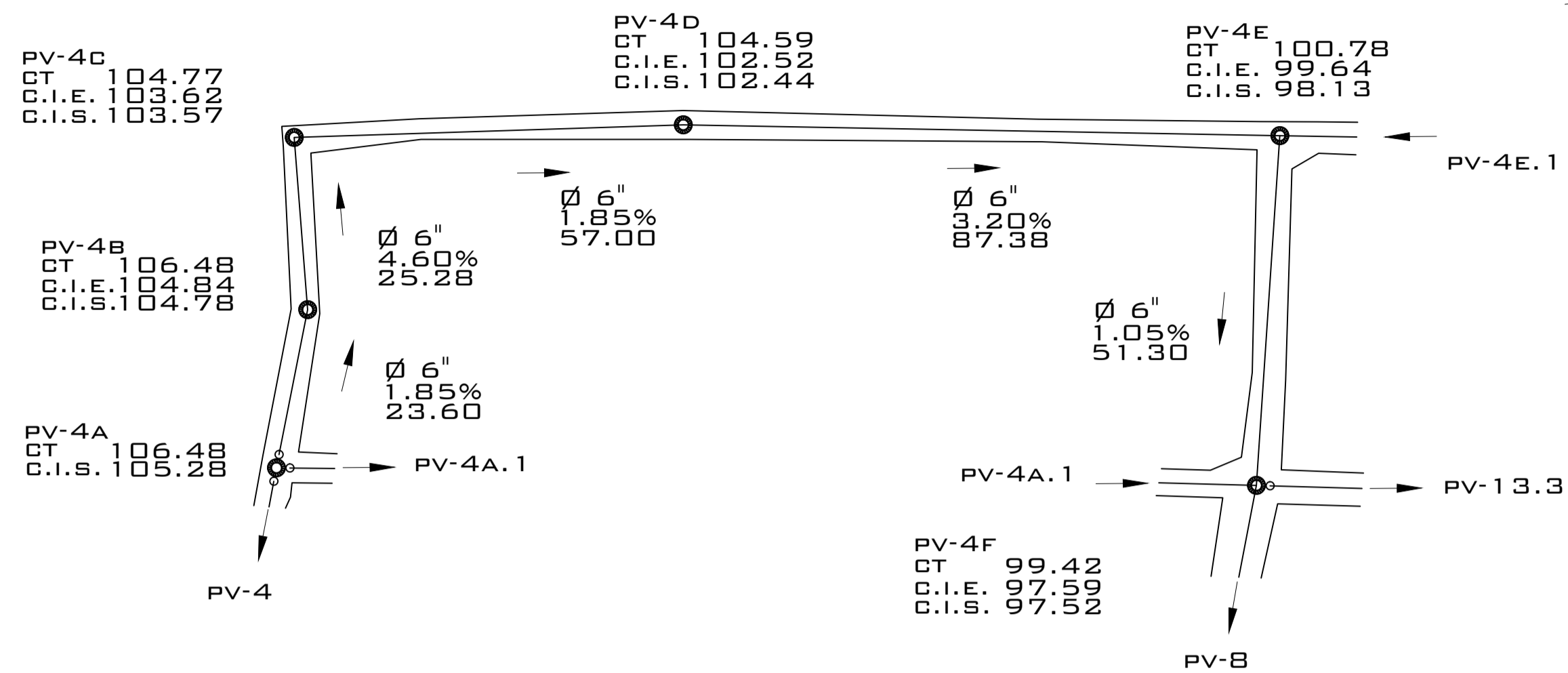
NOMENCLATURA	
CT	DOTA DE TERRENO
C.I.E.	DOTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	DOTA INVERT DE SALIDA
○—	INICIO DE RAMAL
⊙	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
Ø	TUBERIA PVD DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M. F-949 DIAMETRO INDICADO

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

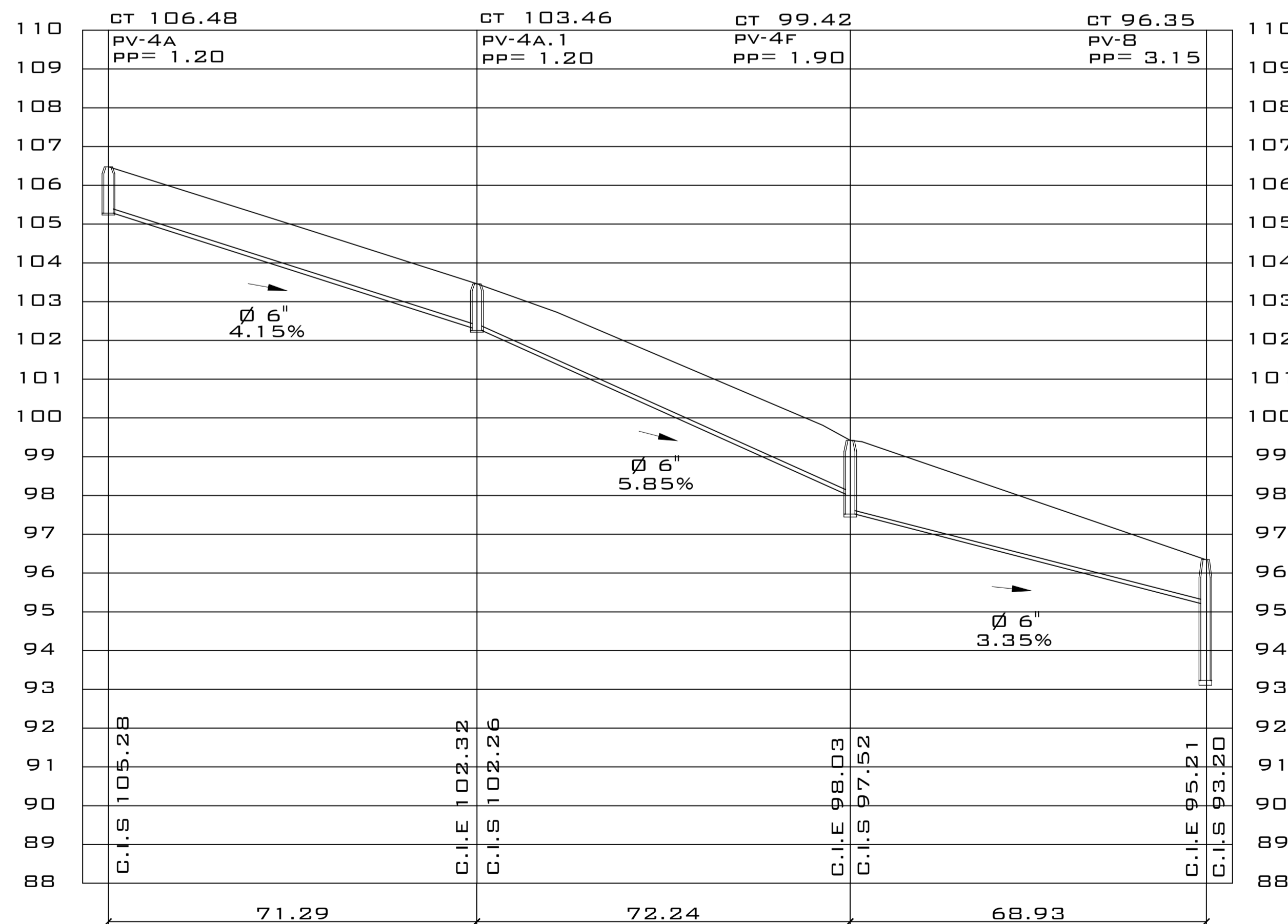
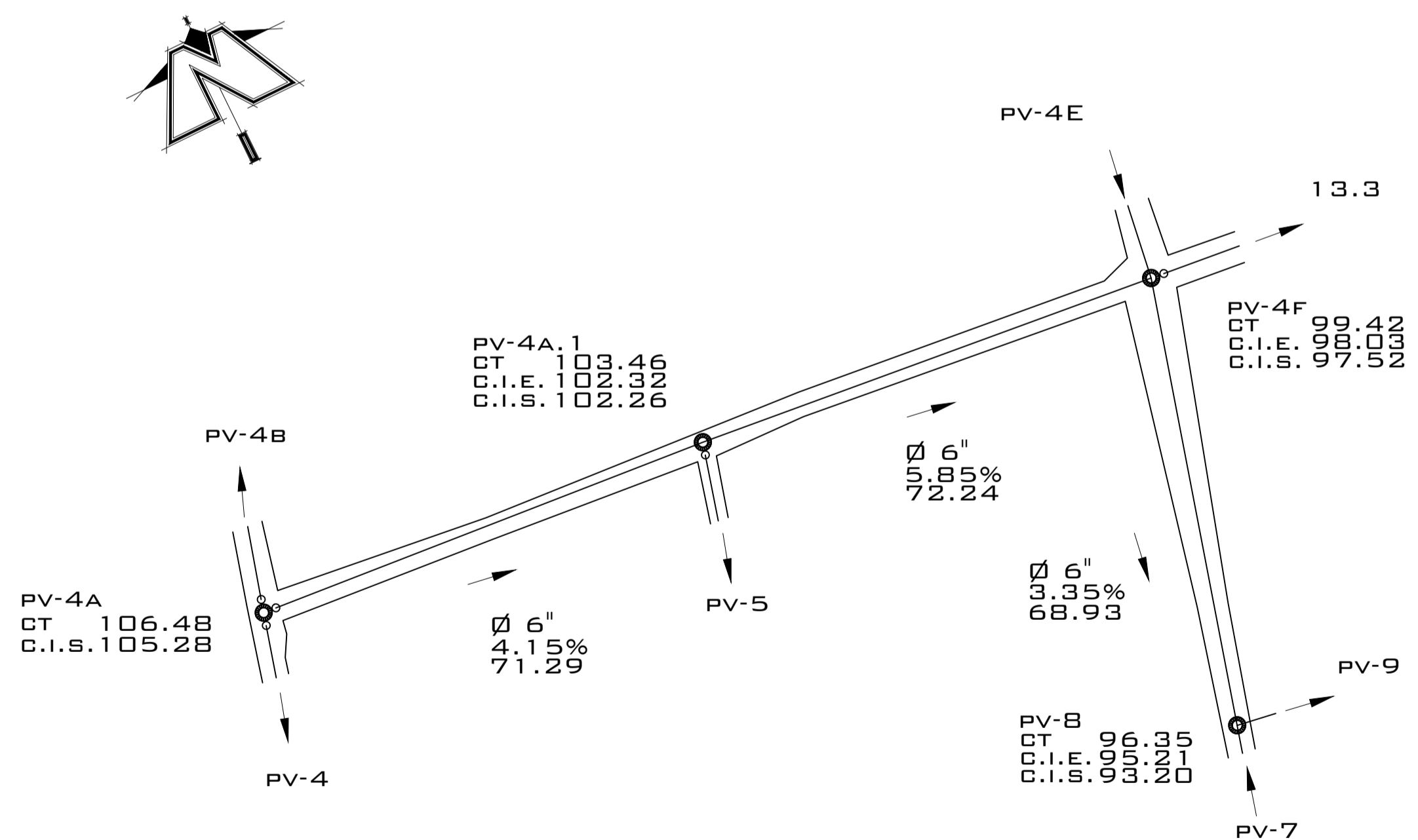


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA D.M.P. ZARAGOZA		HOJA 04 09
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR NORTE, ALDEA RINCÓN GRANDE		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		
EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS		
CARNET: 1997_13509	M.A.Z.M.	DIBUJO:
ESCALA: INDICADA	FECHA: ABRIL 2018	ING. JUAN MERCK COS ASESOR-SUPERVISOR



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4A A PV-4F

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4A A PV-8

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○	INICIO DE RAMAL
○ PV-No.	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
Ø	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

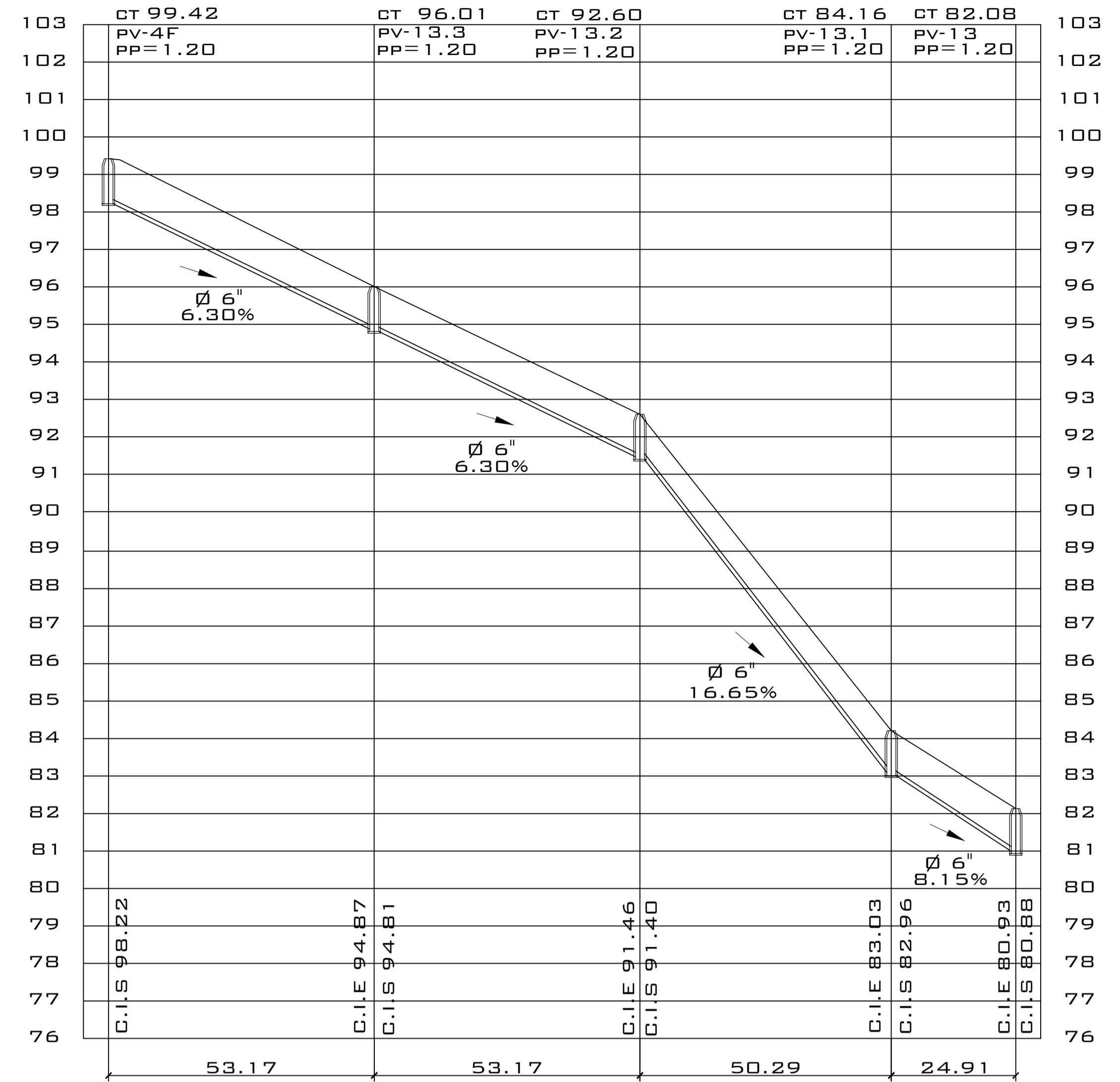
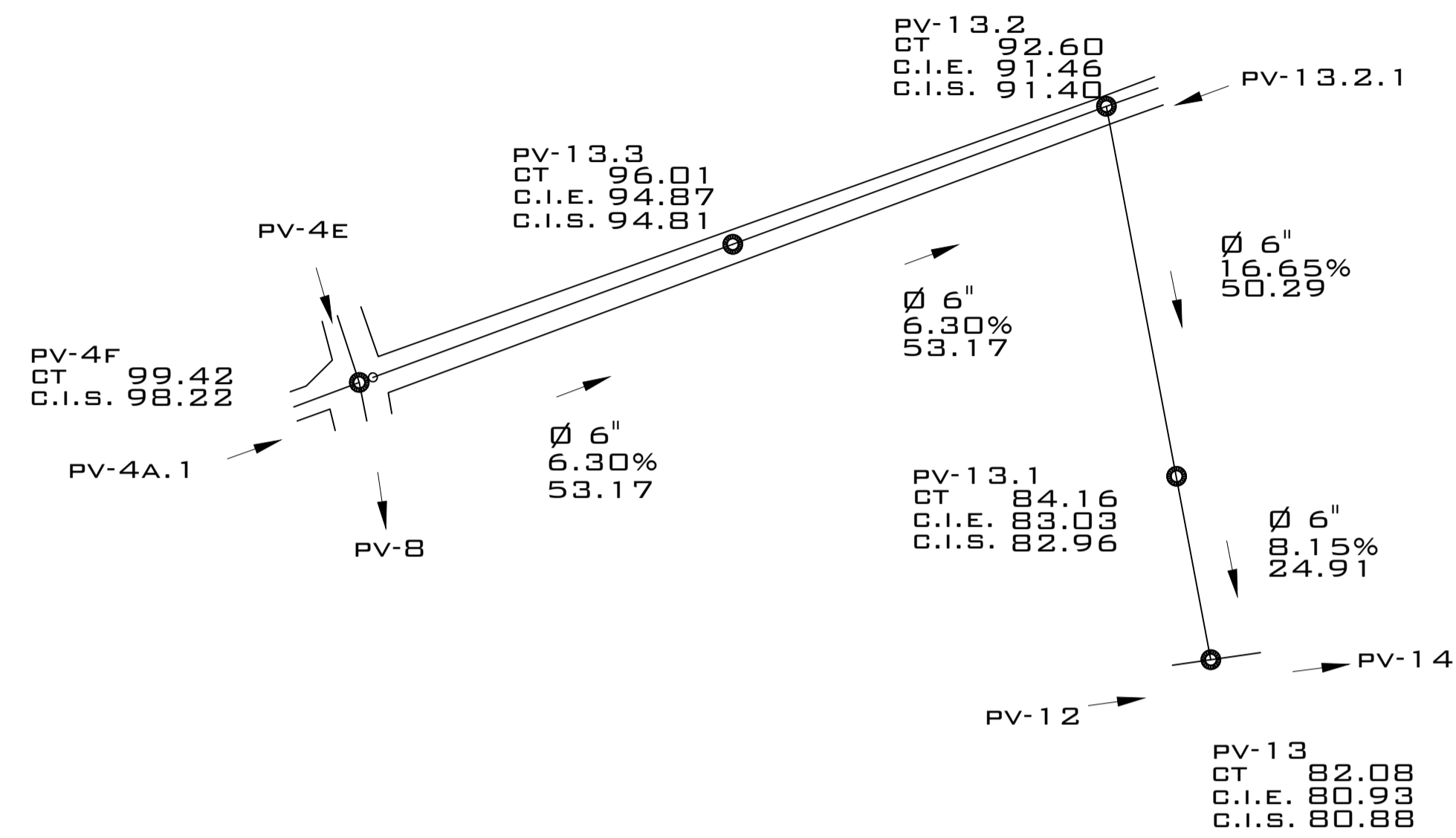
NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M.
F-949 DIAMETRO INDICADO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 SUPERVISOR DE E.P.S.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
 D.M.P. ZARAGOZA MALTENAGO

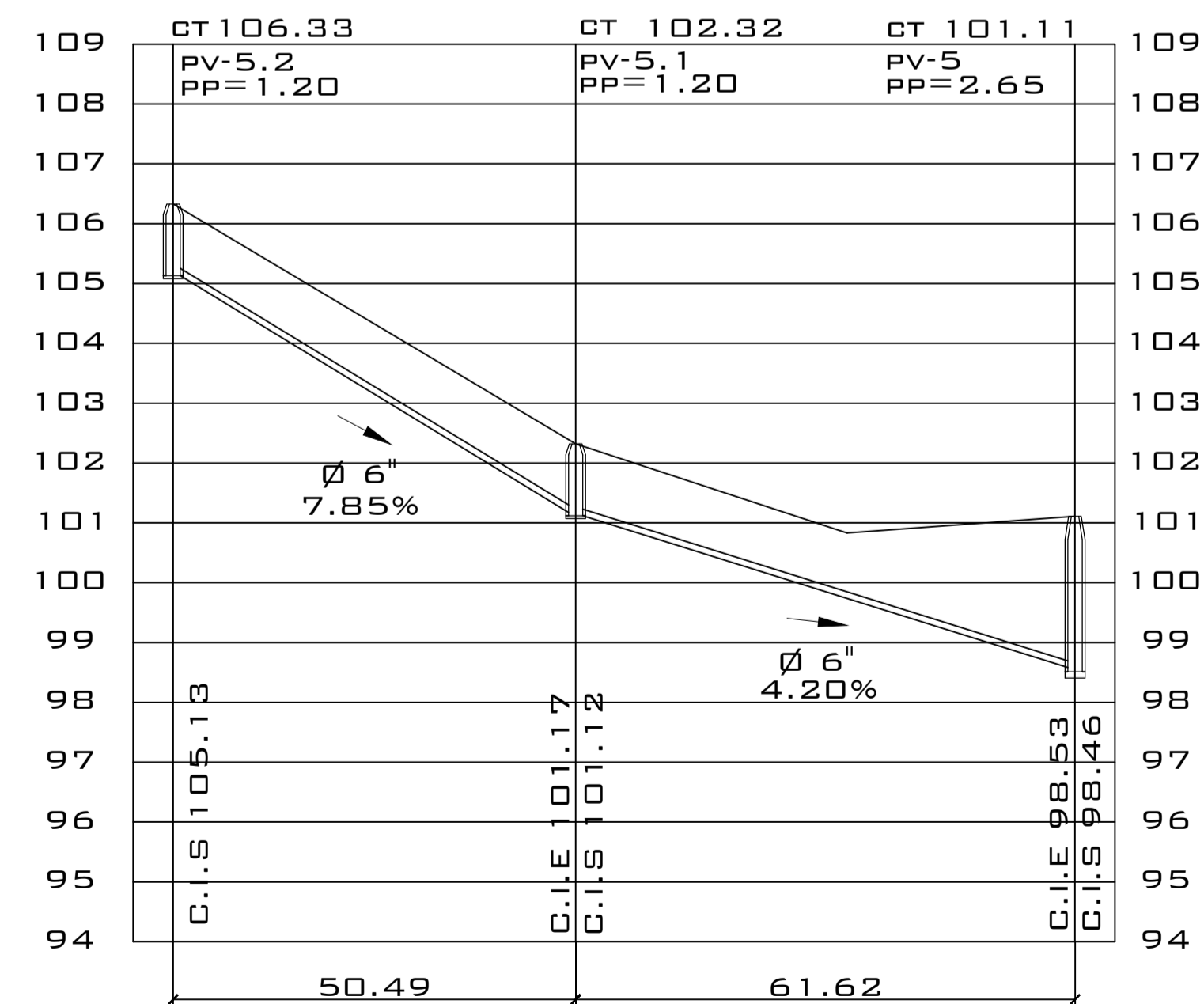
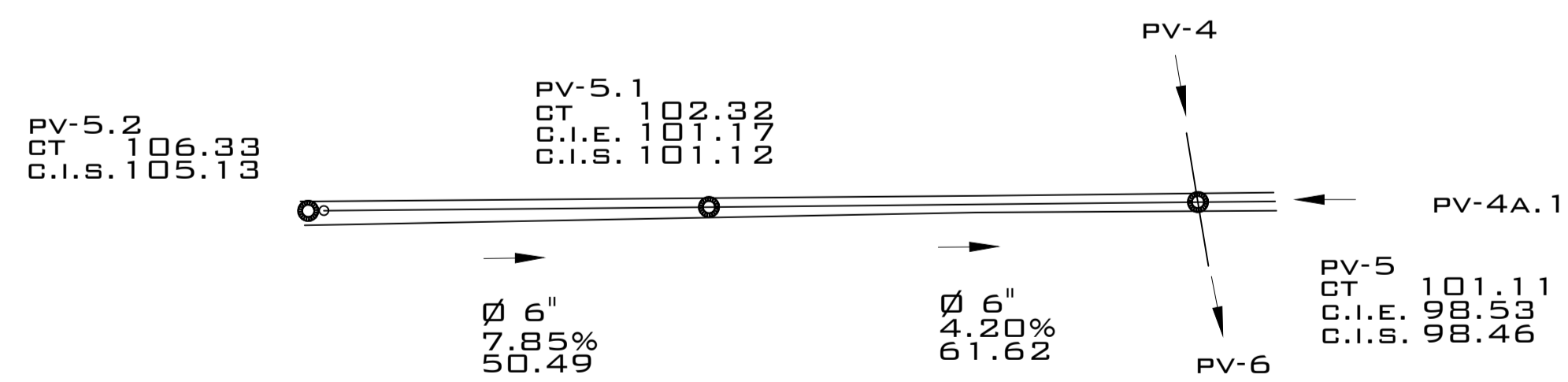
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO DE ALDEA RINCÓN GRAN DEFE
 CONTENIDO: PLANTA - PERFIL
 EPISISTA: MIGUEL ANGEL ZAPATA MAZARIEGOS
 CARNET: 1997_13509 M.A.Z.M.
 ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2018
 ING. JUAN MERCK COS
 ASESOR SUPERVISOR

05/09



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4F A PV-13

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-5.2 A PV-5

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○	INICIO DE RAMAL
○ PV-No.	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA
F-949 DIAMETRO INDICADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Ing. Juan Merck Cos

ASESOR SUPERVISOR

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZARAGOZA, GUATEMALA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO DE ALDEA RINCÓN GRANDE

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET: 1997_13509

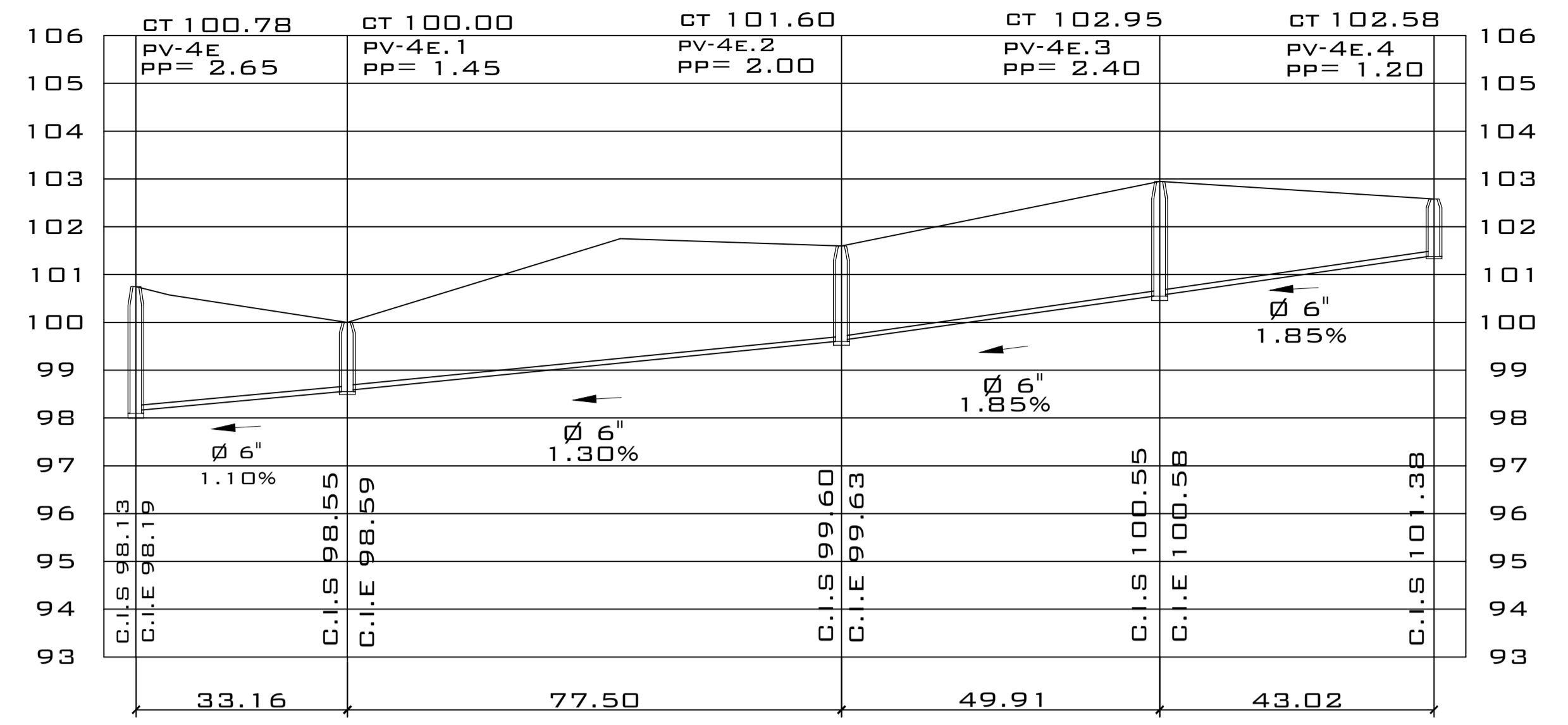
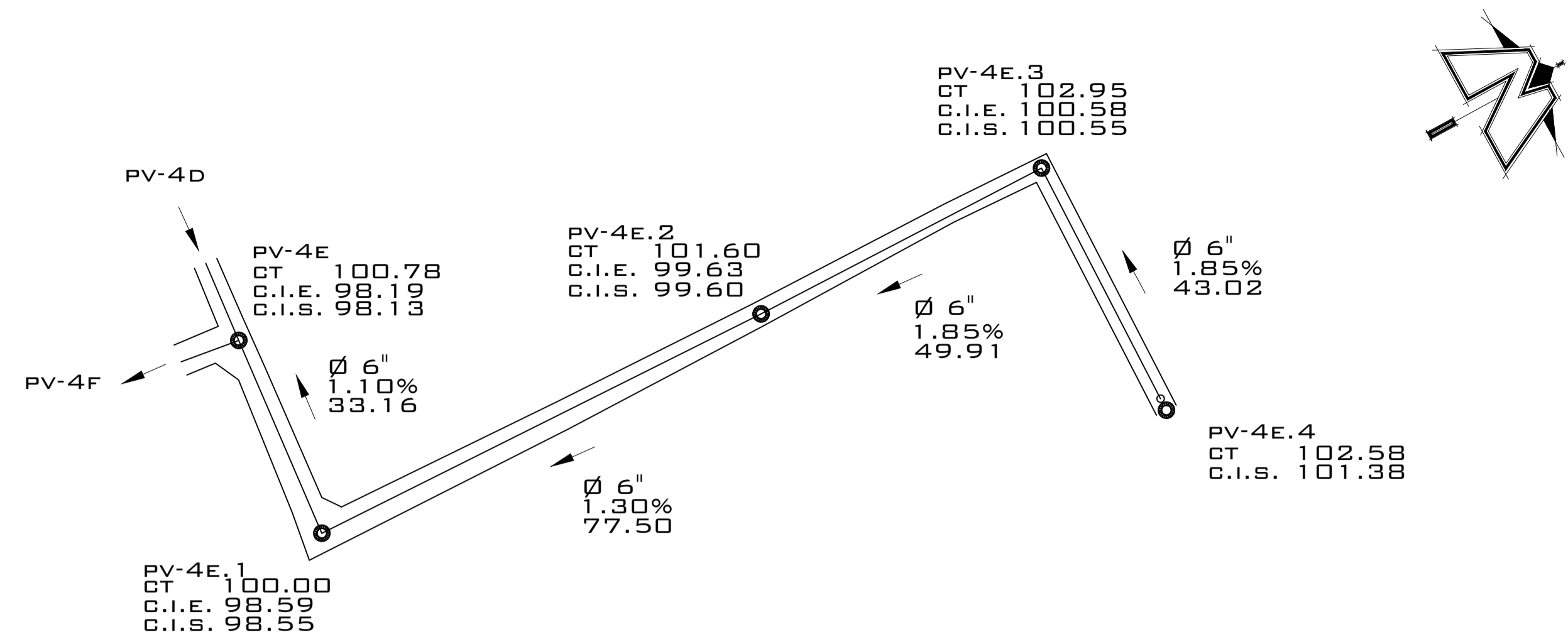
ESCALA: INDICADA

DIBUJO: M.A.Z.M.

FECHA: ABRIL 2018

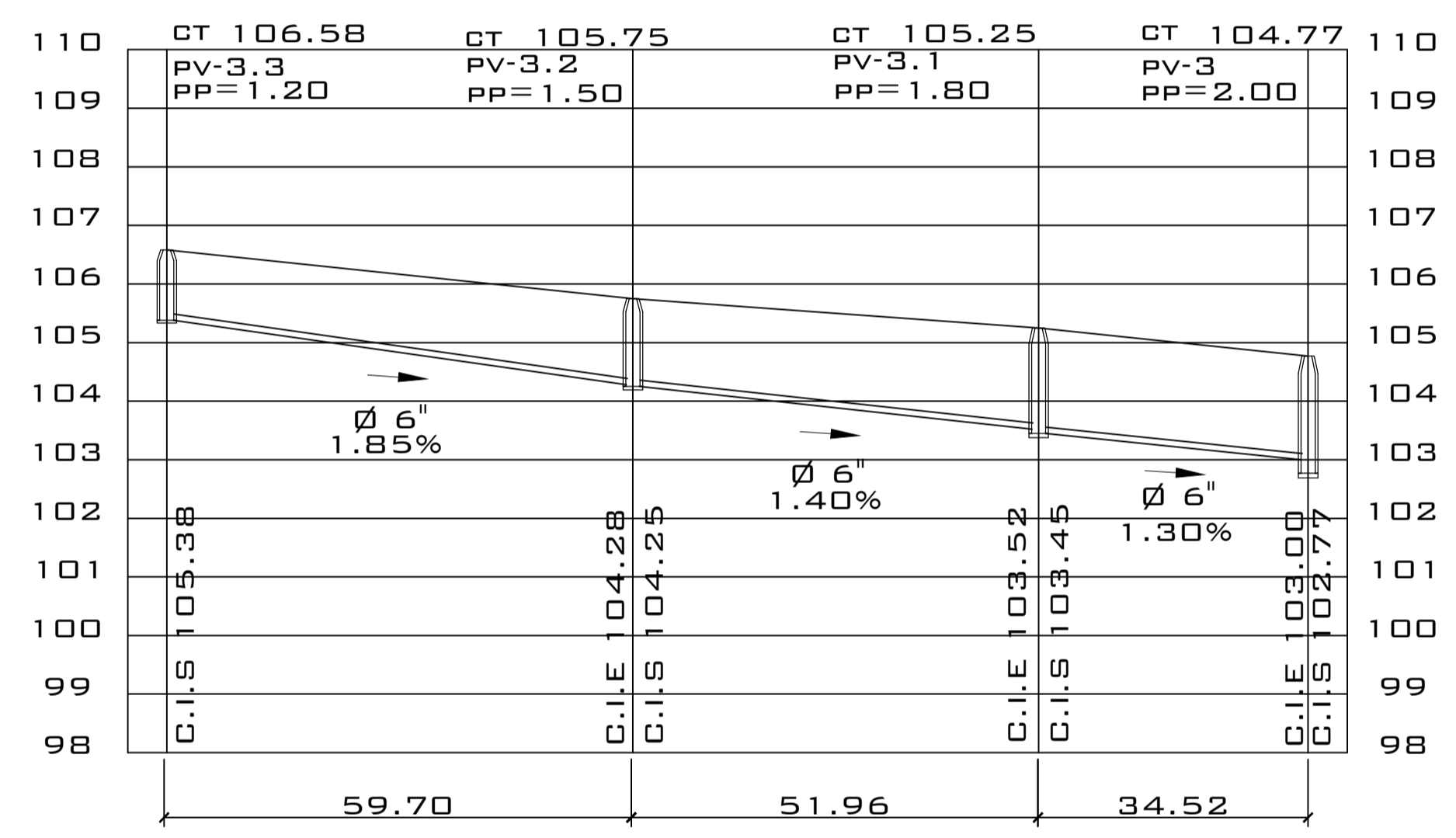
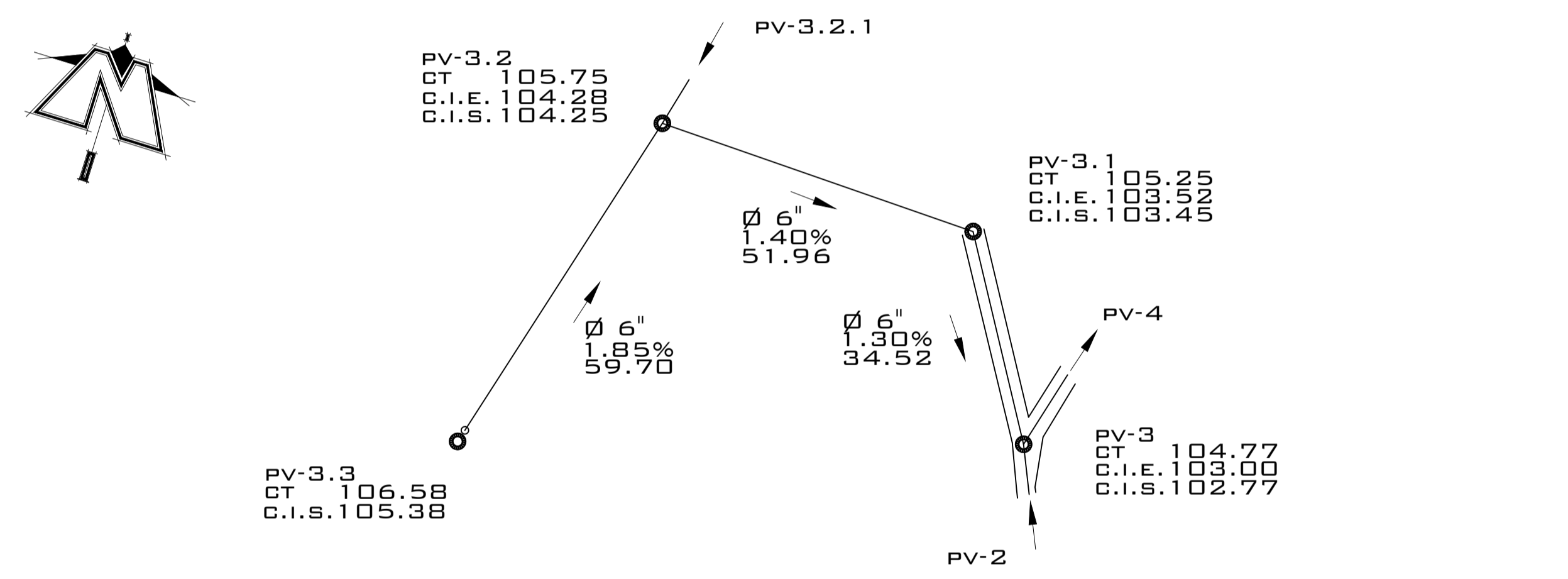
ING. JUAN MERCK COS
ASESOR-SUPERVISOR

HORA: 06/09



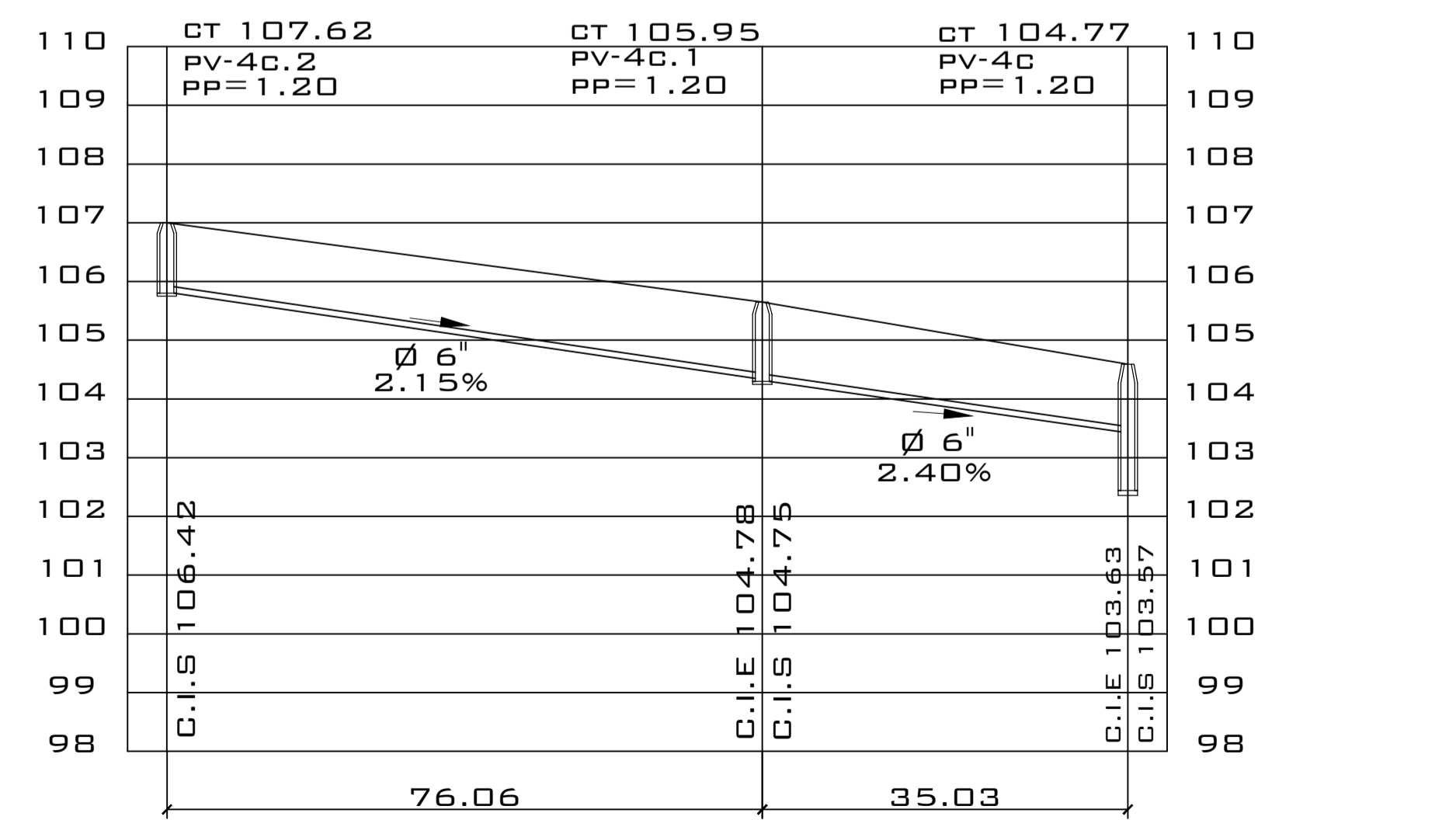
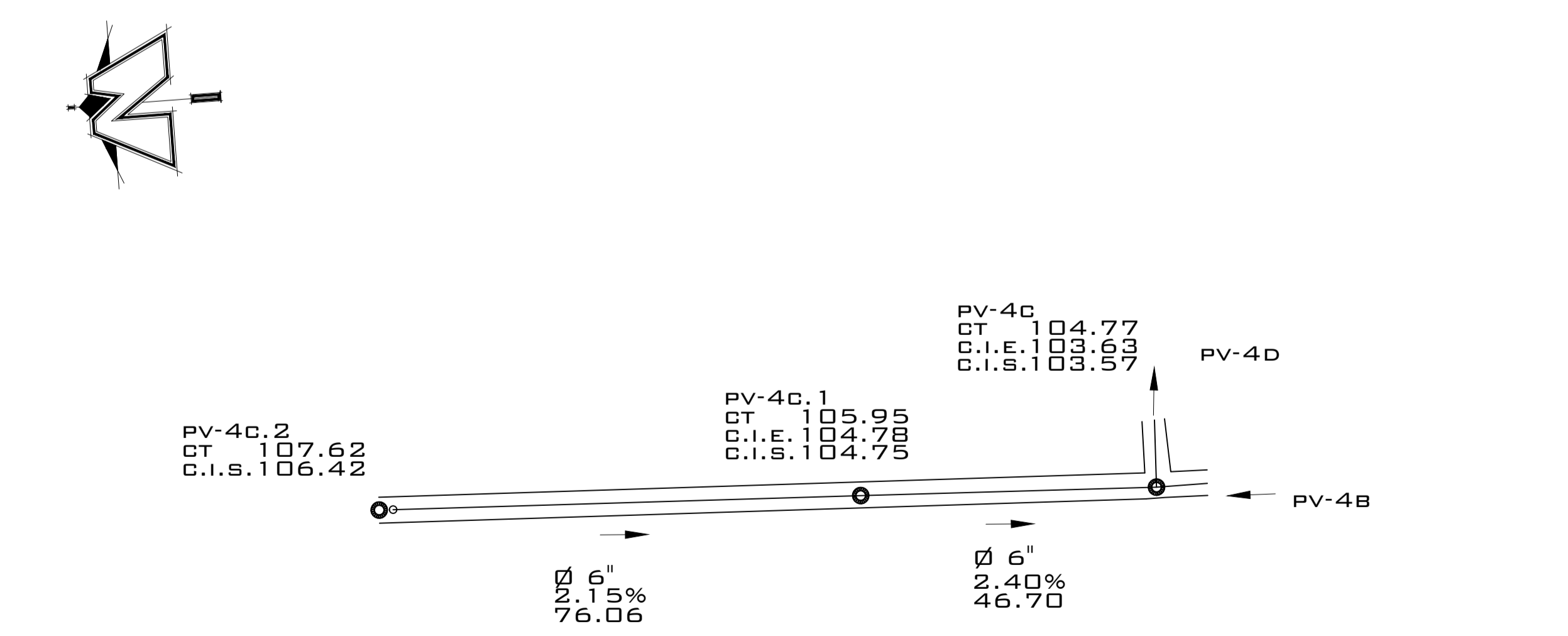
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4E.4 A PV-4E

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-3.3 A PV-3

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4C-2 A PV-4C

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○—	INICIO DE RAMAL
⊙ PV-No.	POZO DE VISITA NO.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
M'	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NOROCCIDENTAL F-949 DIAMETRO INDICADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZARAGOZA MALDENAGO

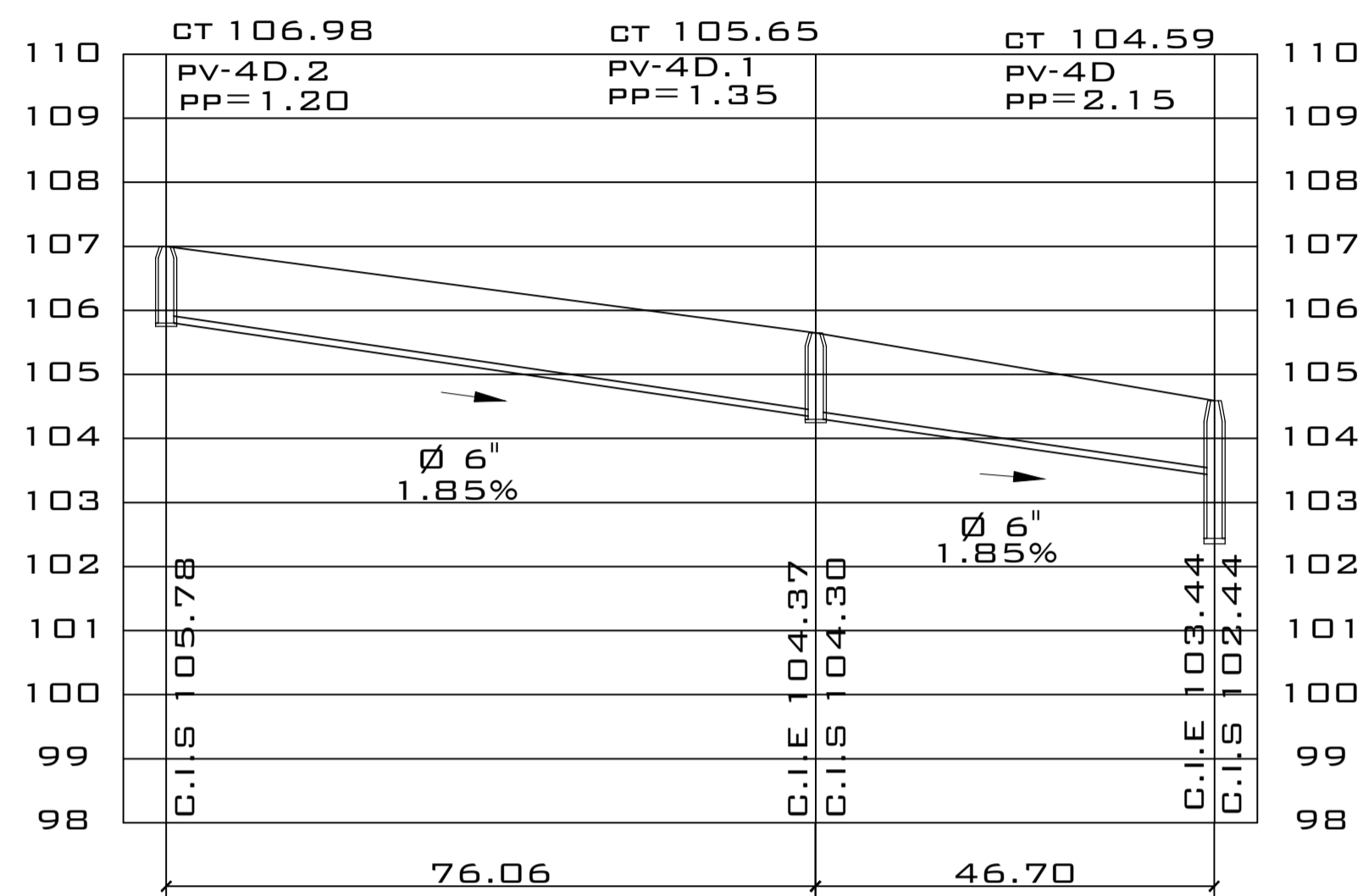
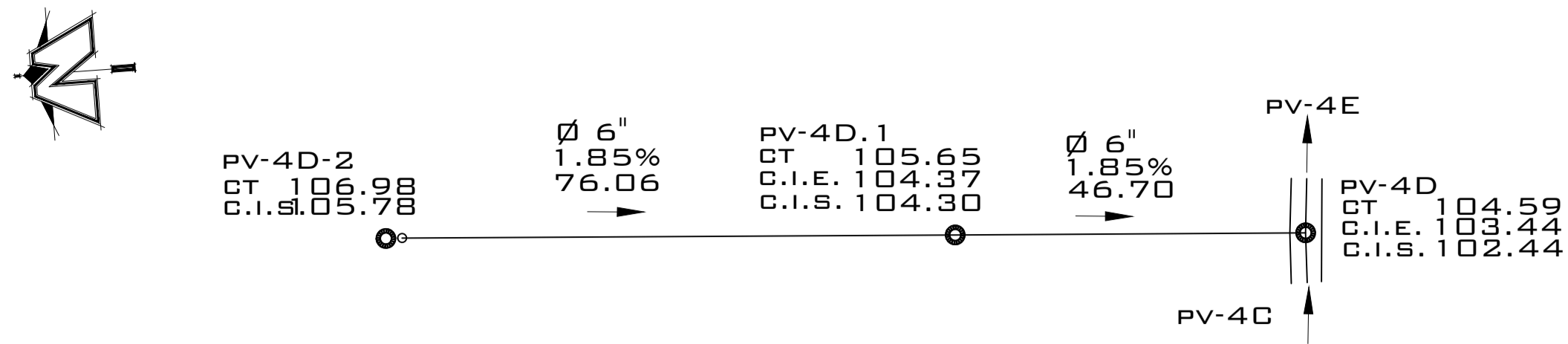
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA RINCÓN GRANDE

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

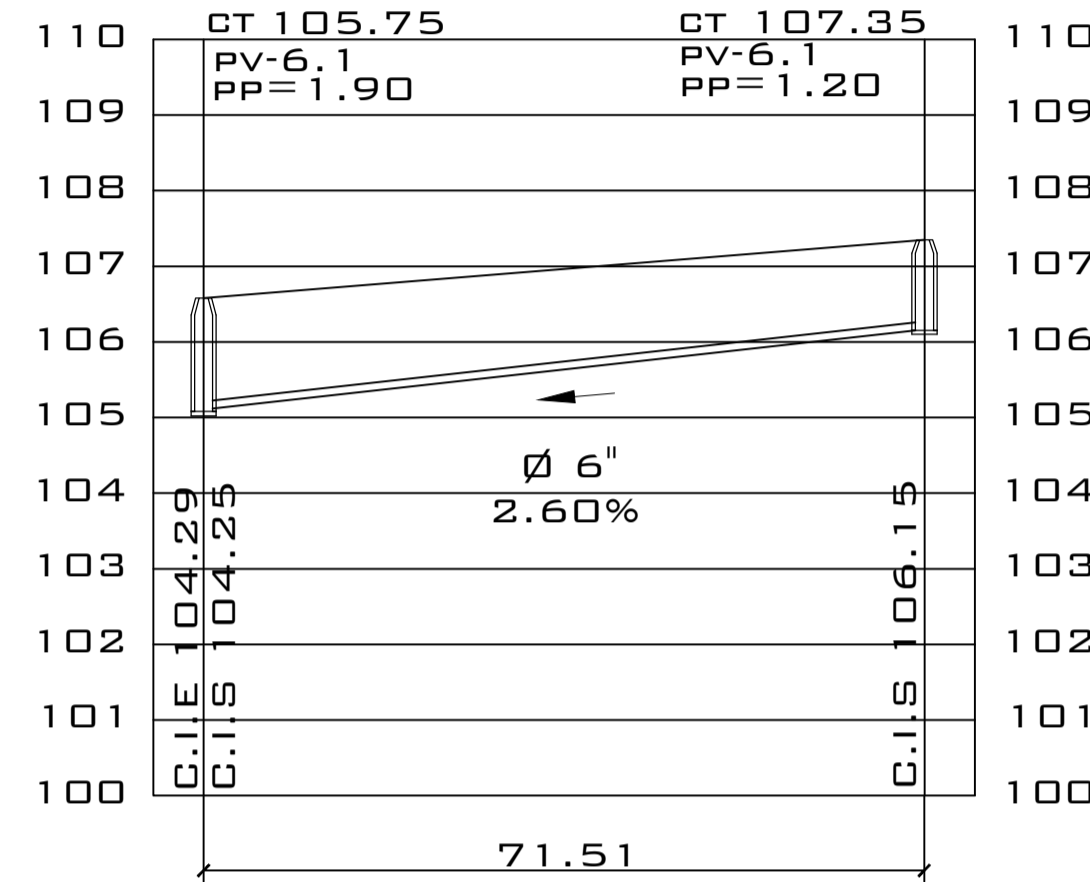
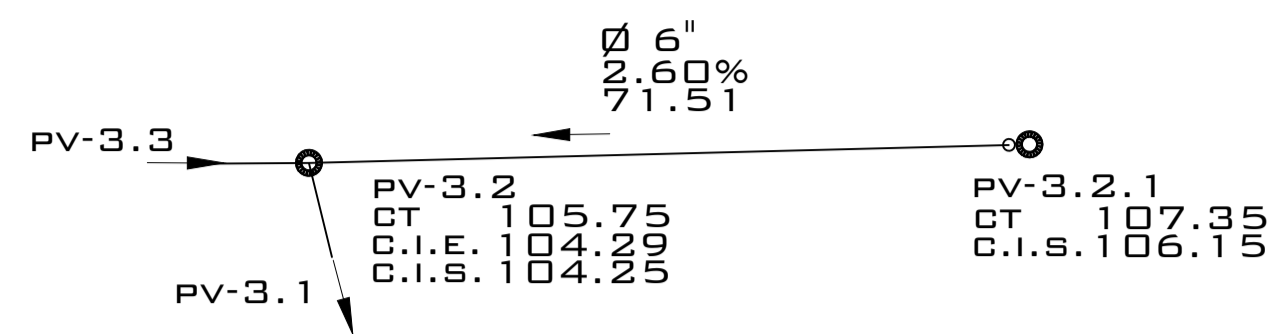
CARNET: 1997_13509 M.A.Z.M. DIBUJO: 07/09

ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2018 ING. JUAN MERCK OS ABESOR-SUPERVISOR



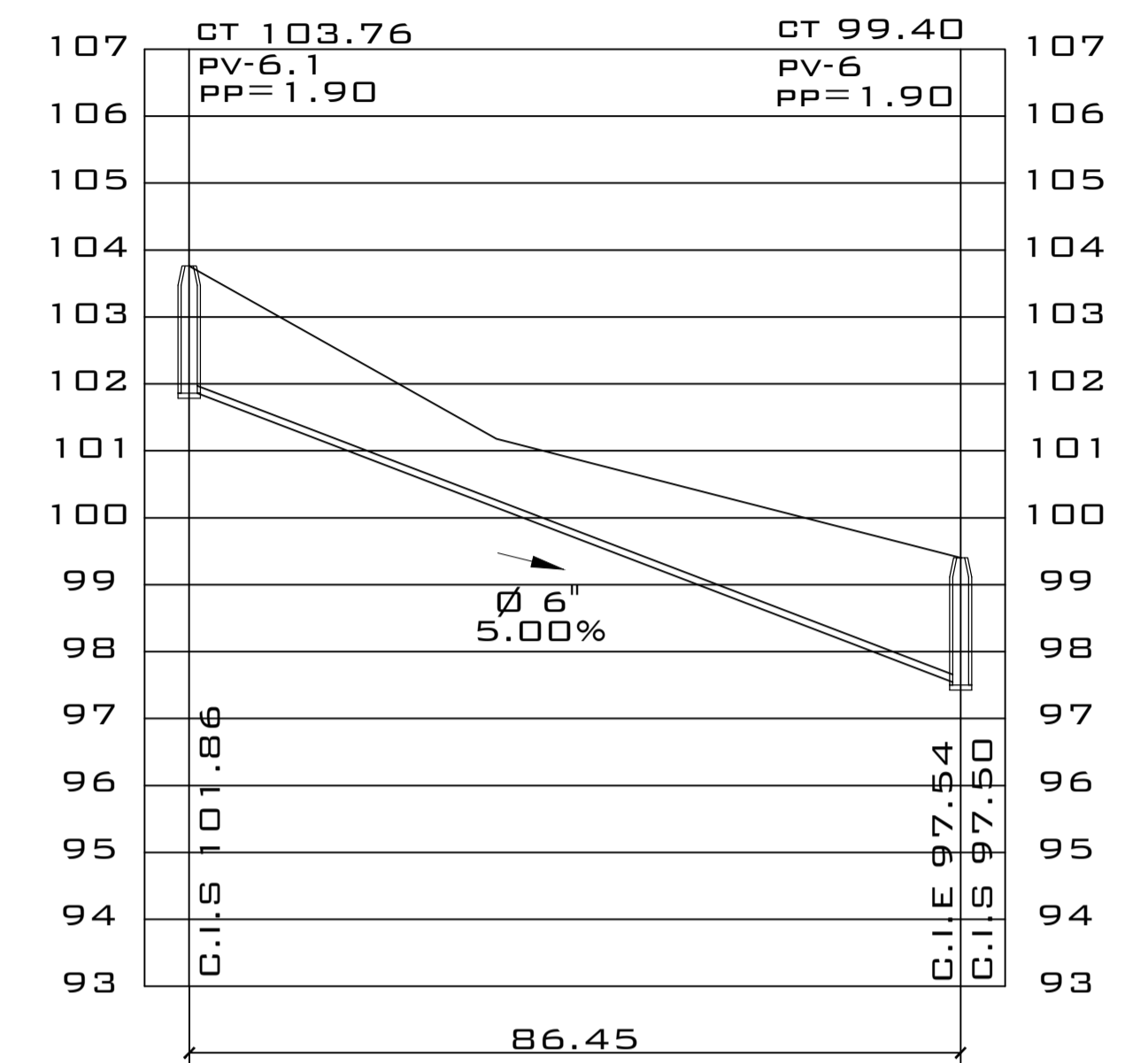
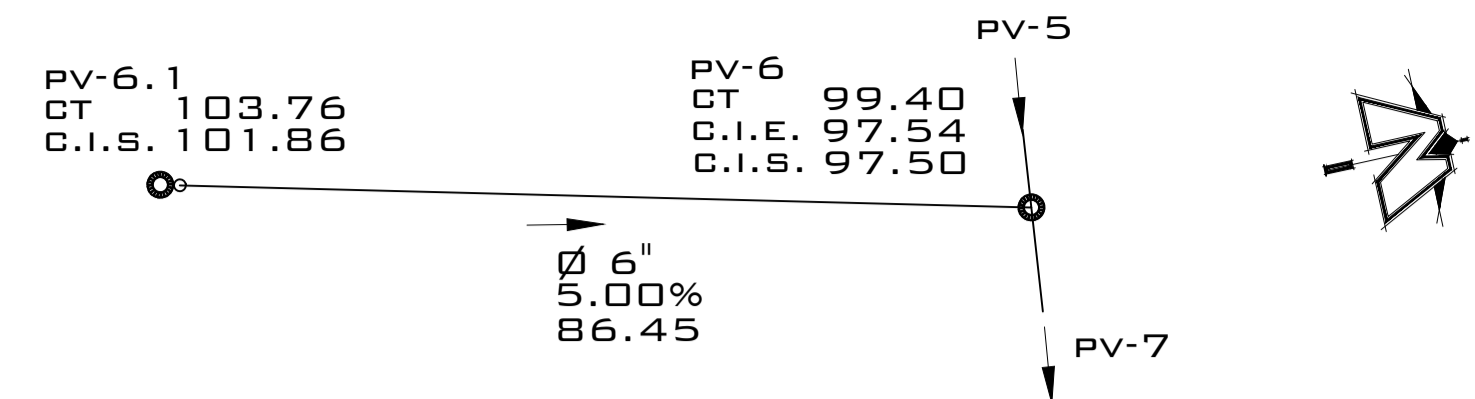
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4D.2 A PV-4D

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



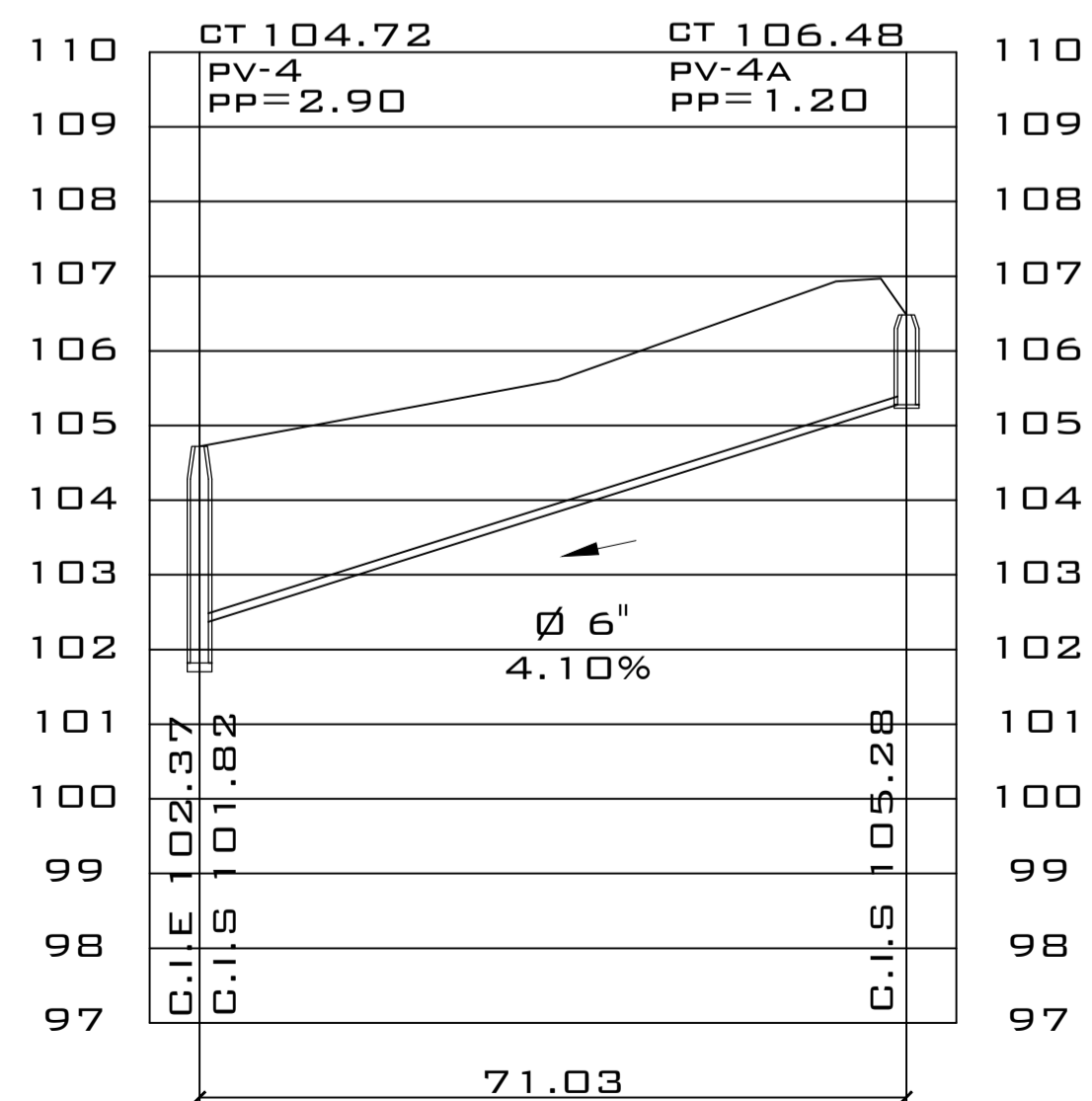
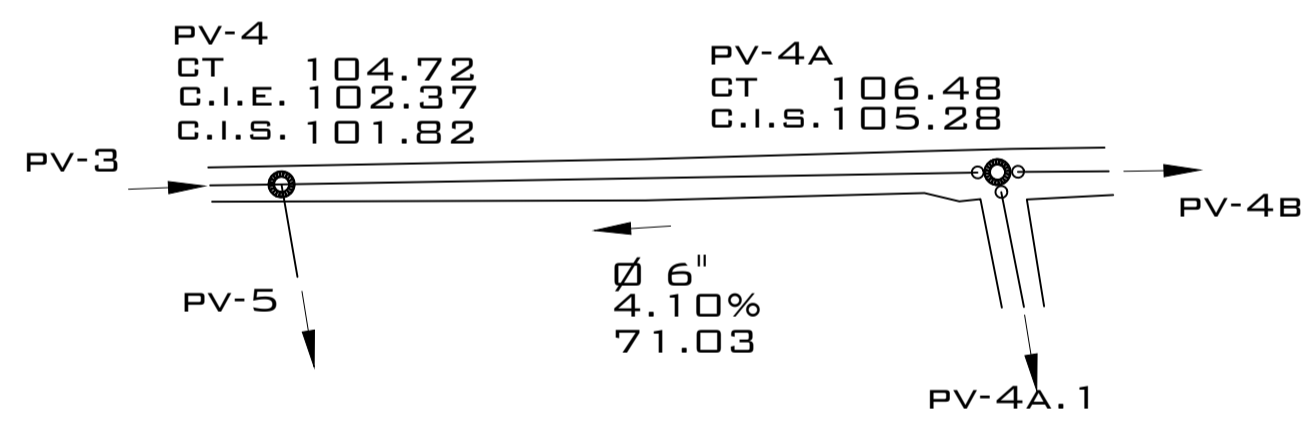
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-3.2.1 A PV-3.2

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



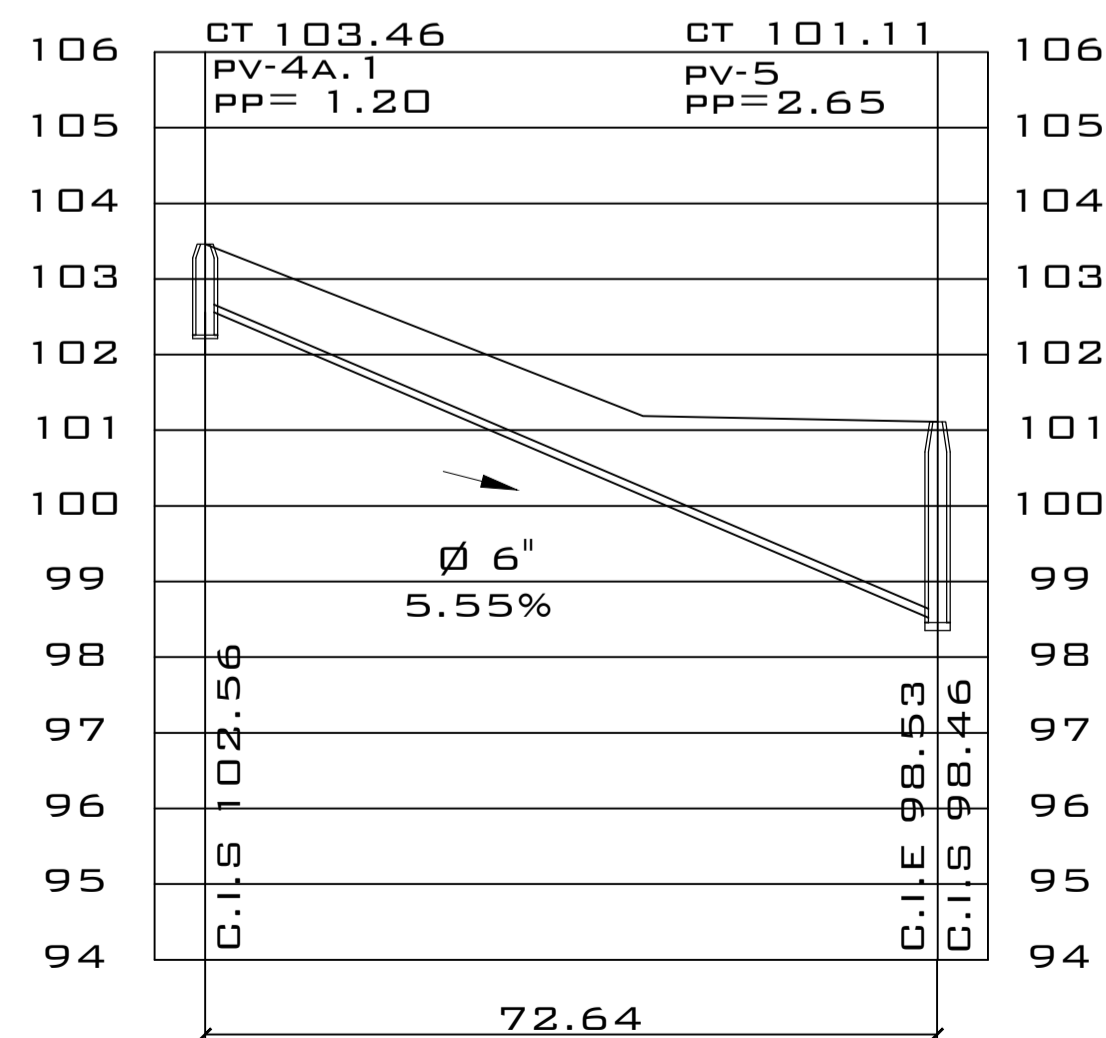
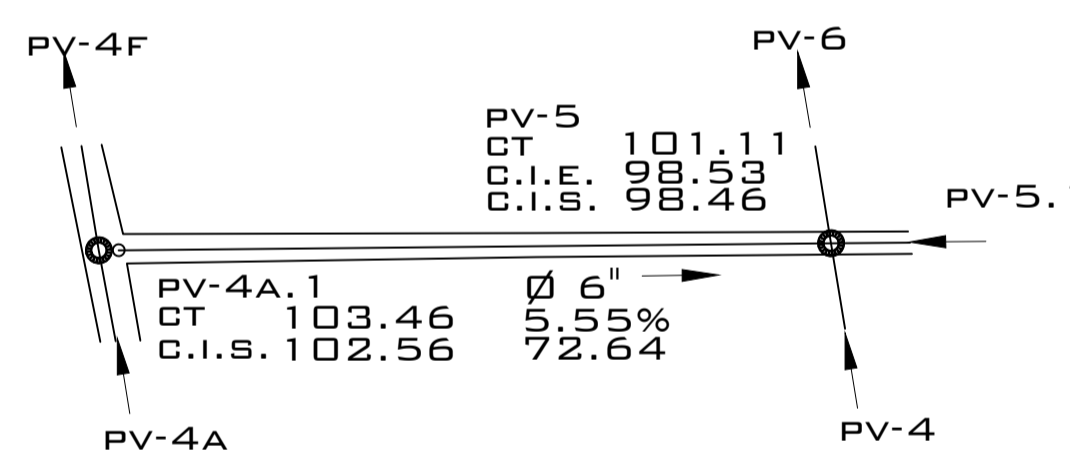
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-6.1 A PV-6

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



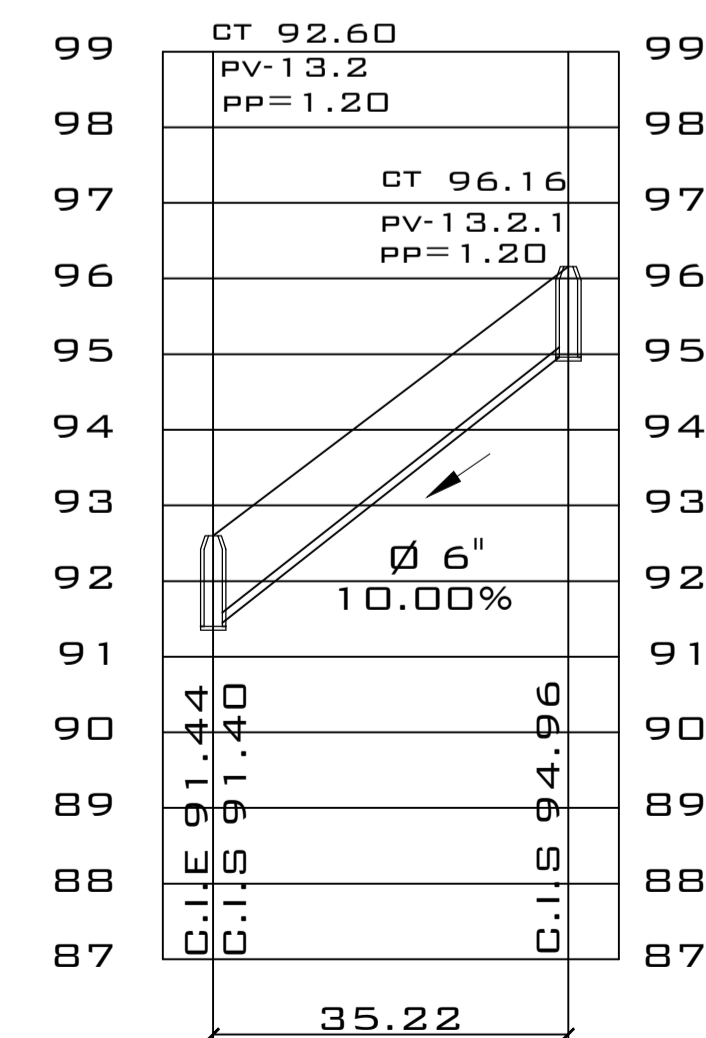
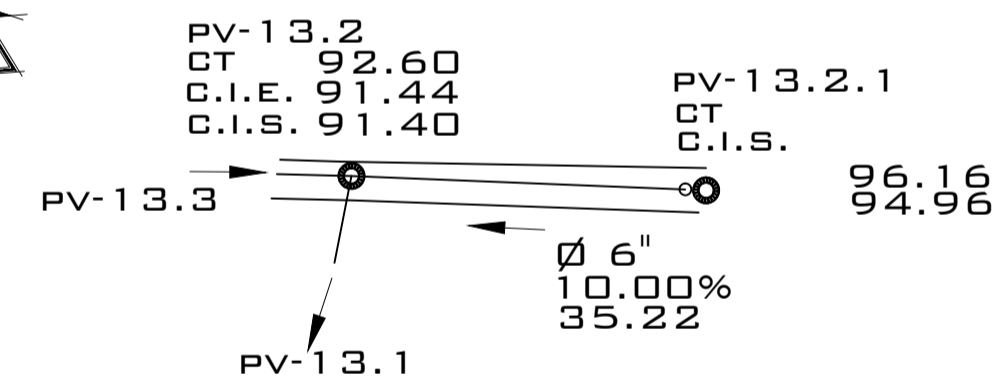
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4A A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4A.1 A PV-5

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-13.2.1 A PV-13.2

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○	INICIO DE RAMAL
○ PV-No.	POZO DE VISITA NO.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M.
F-949 DIAMETRO INDICADO

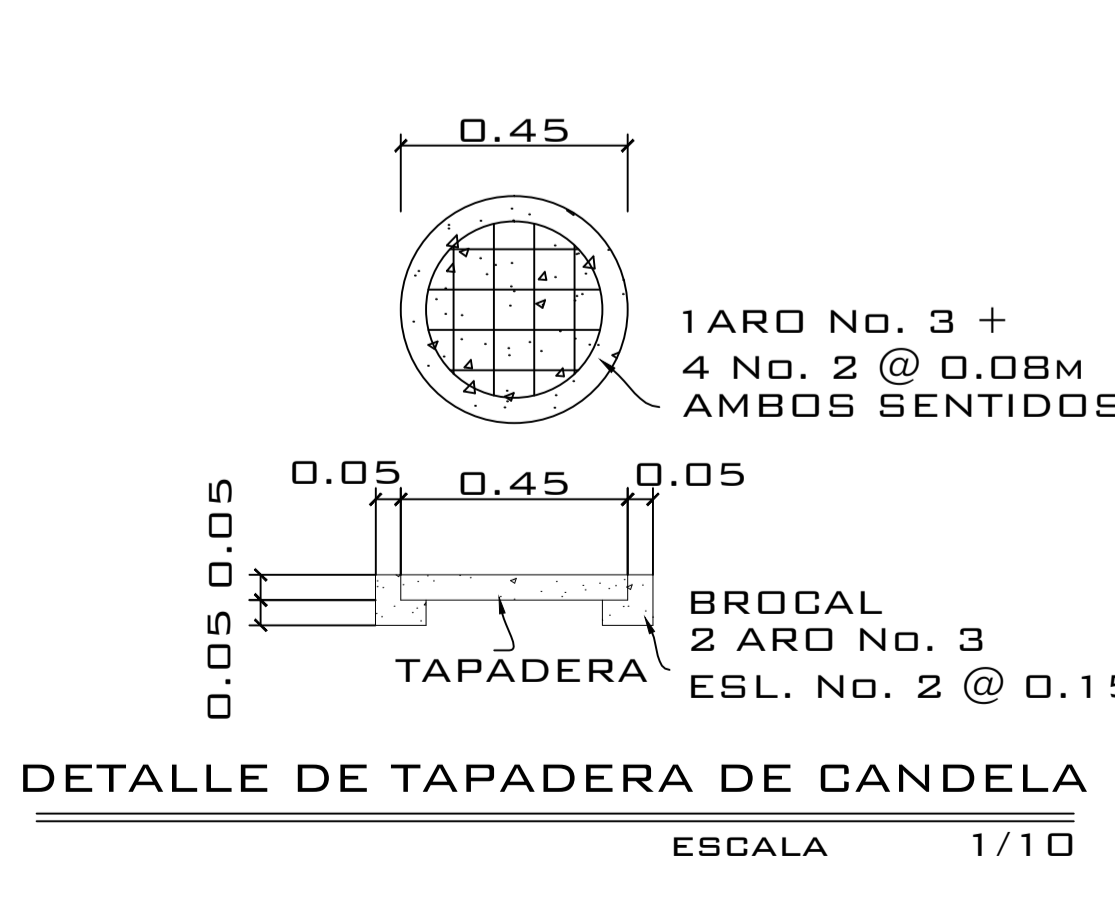
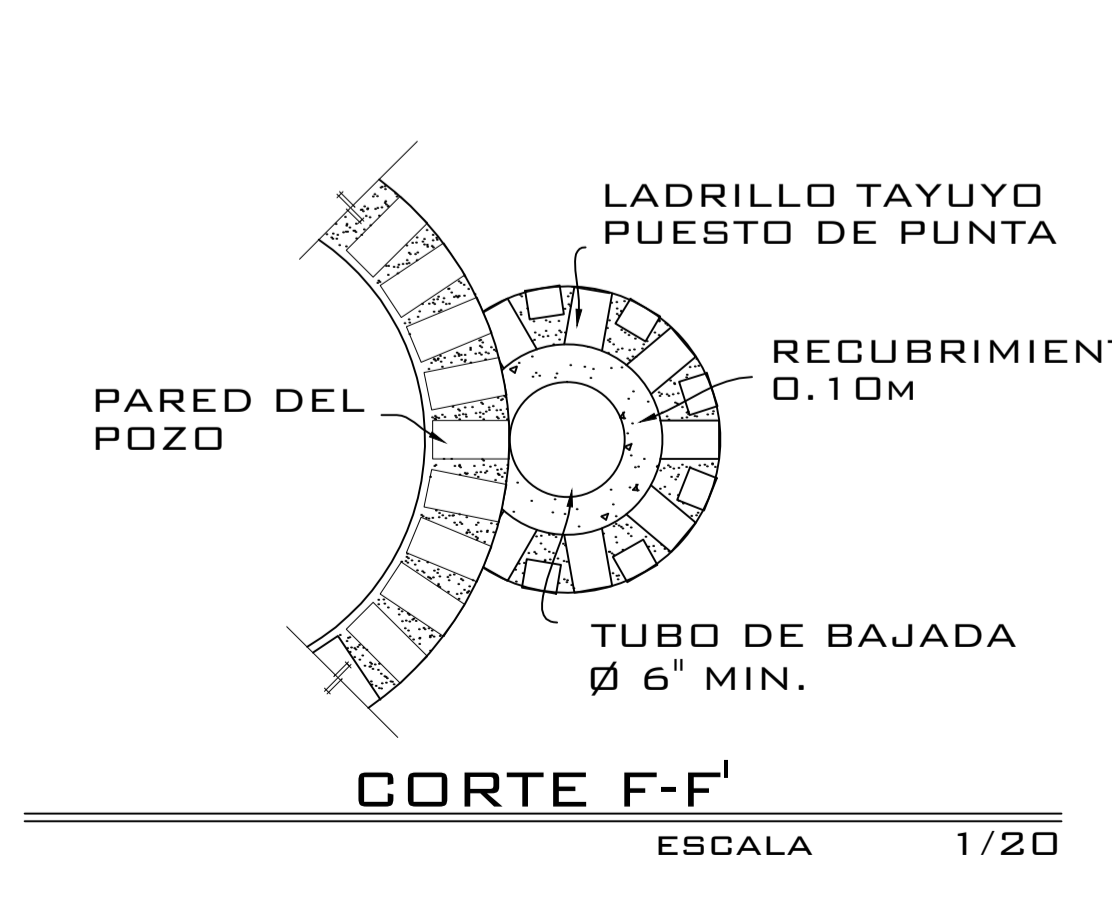
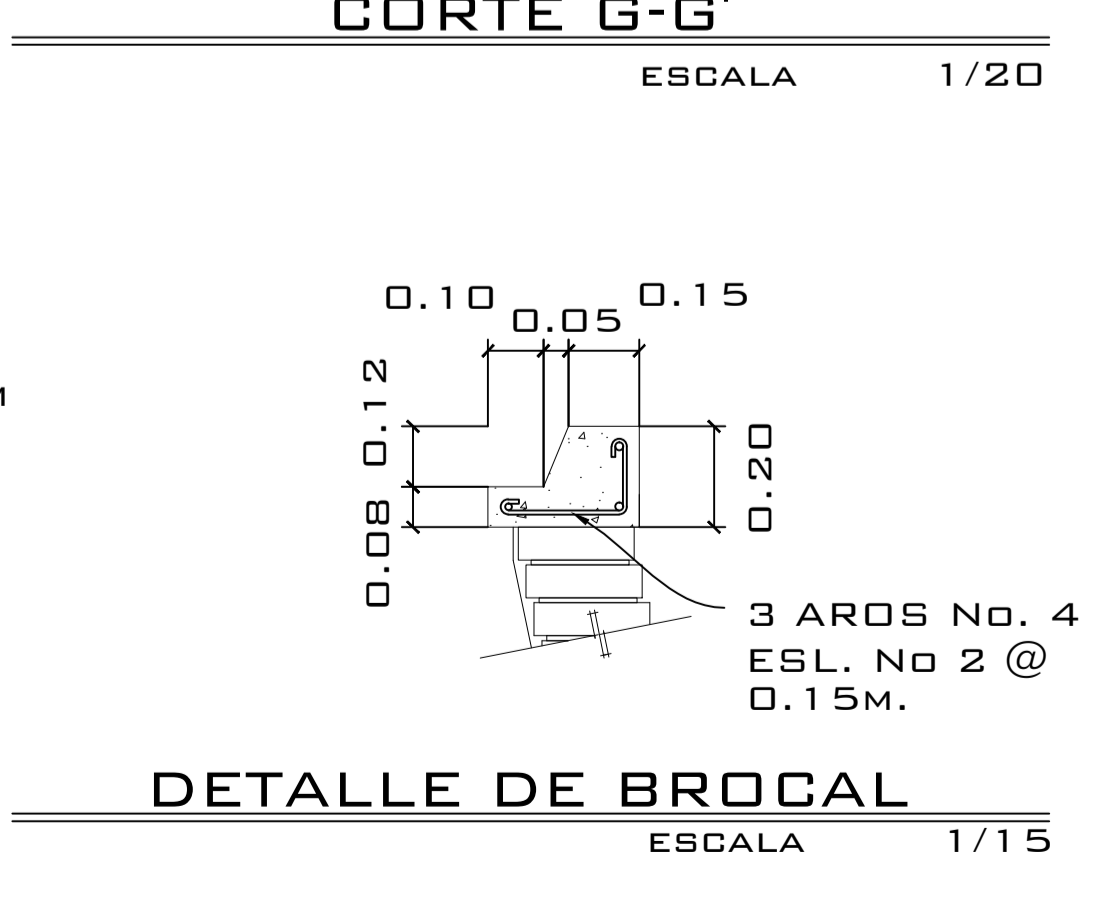
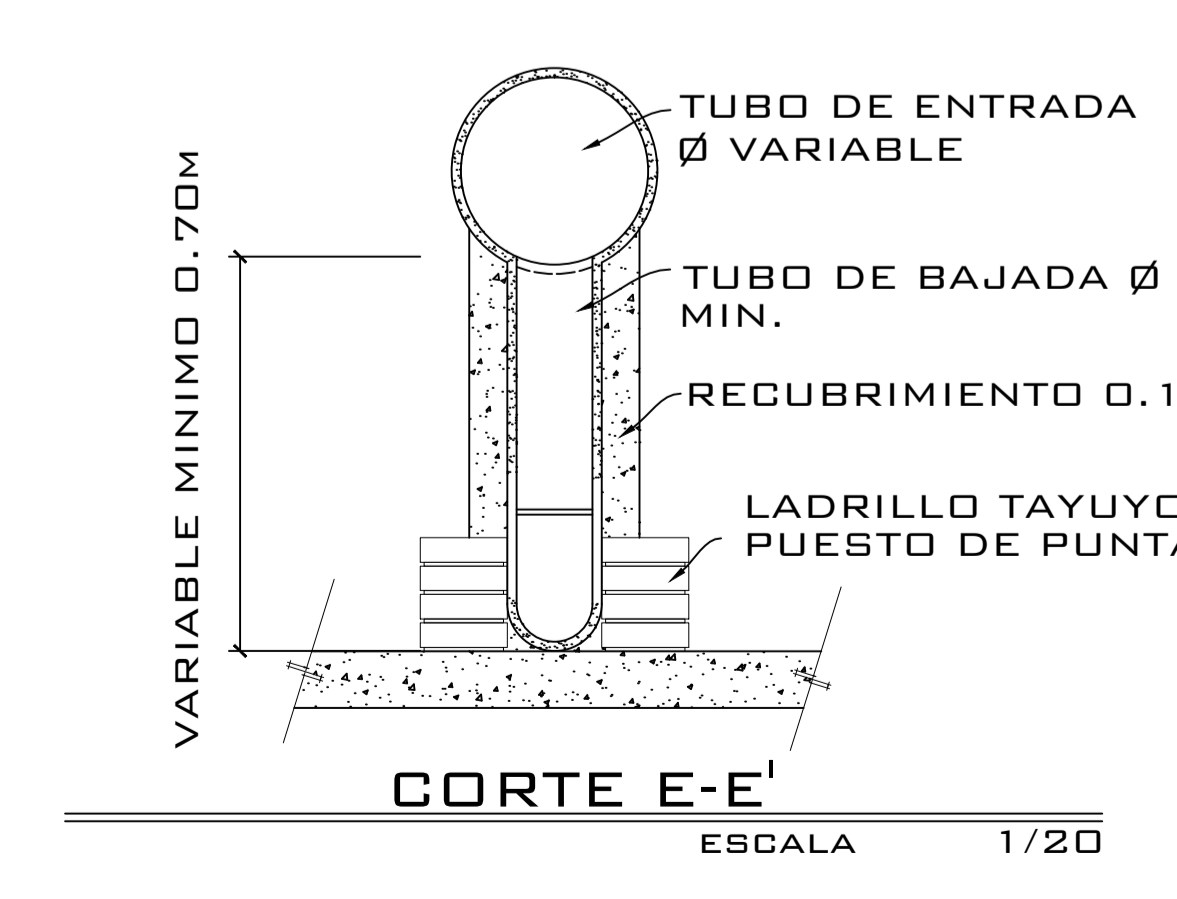
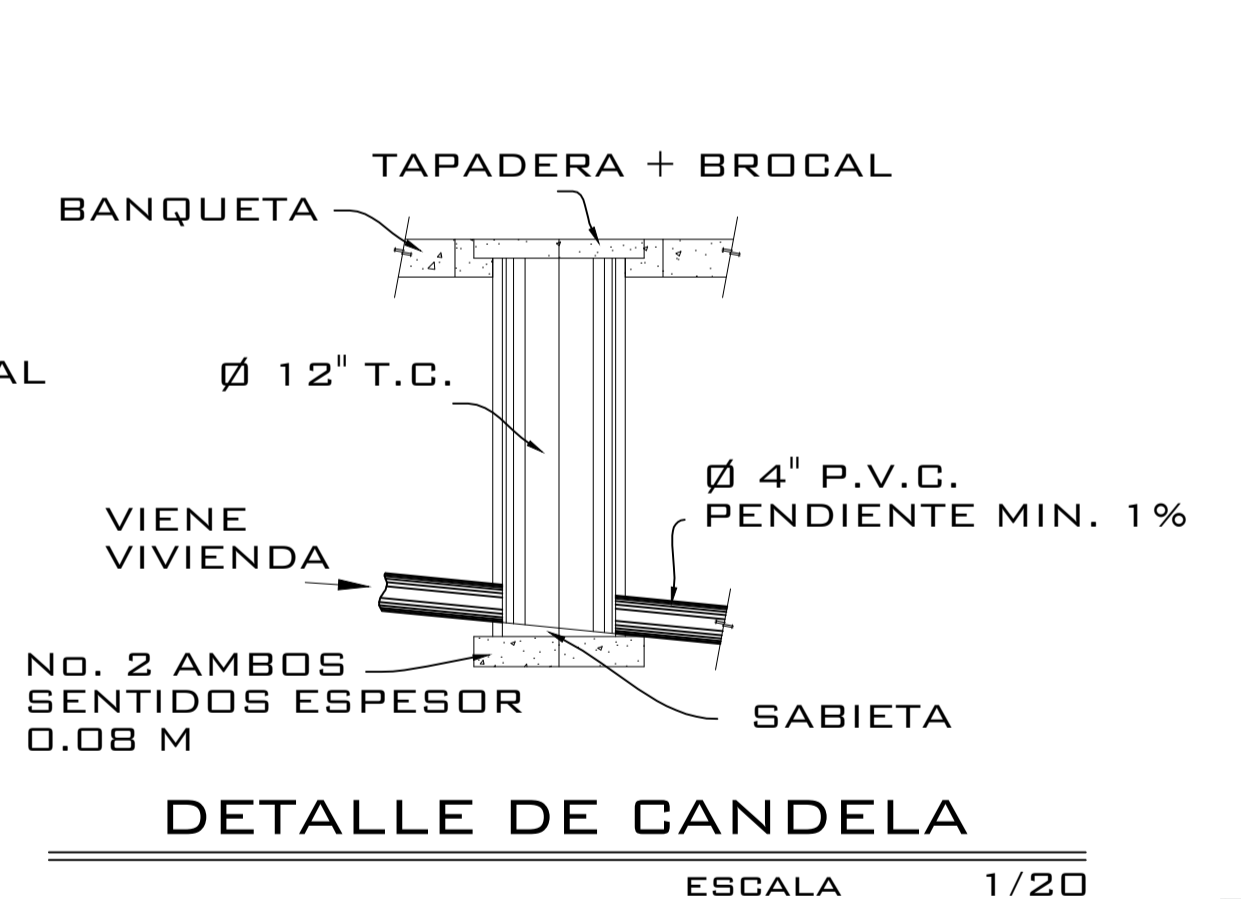
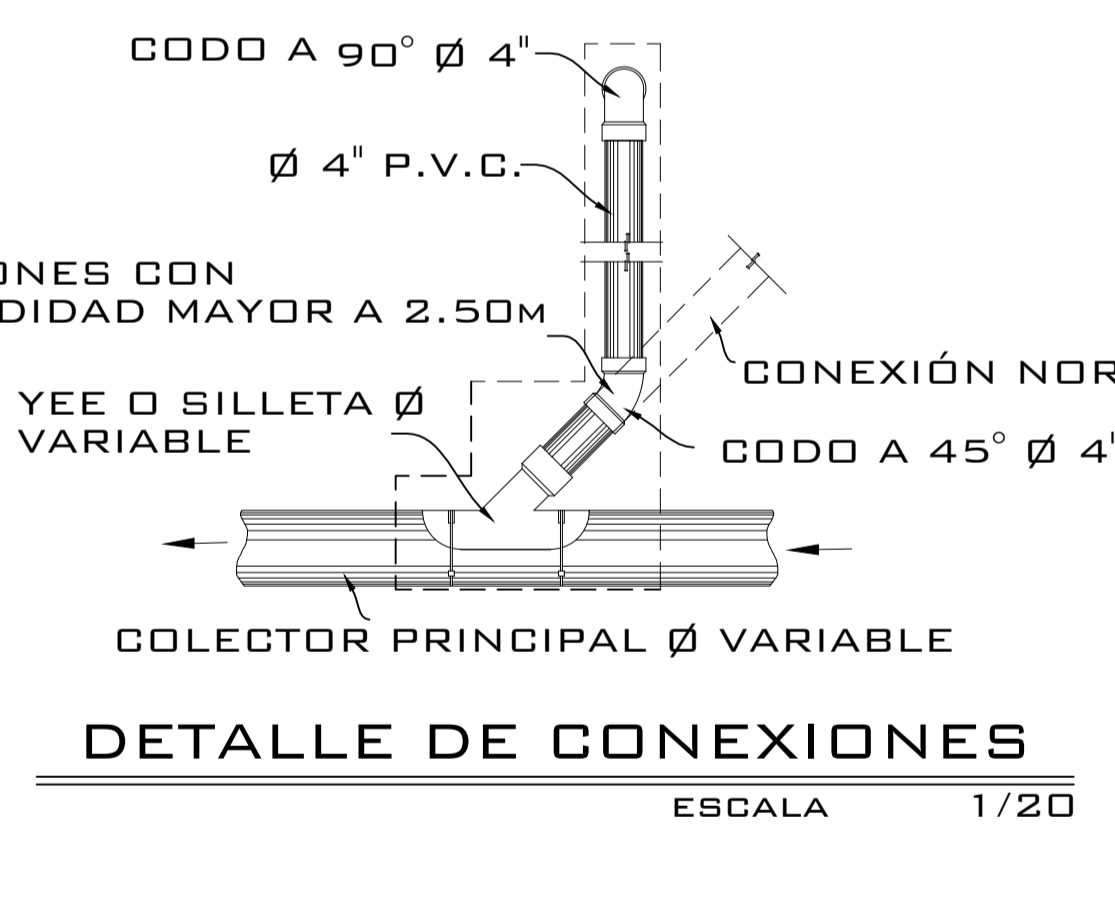
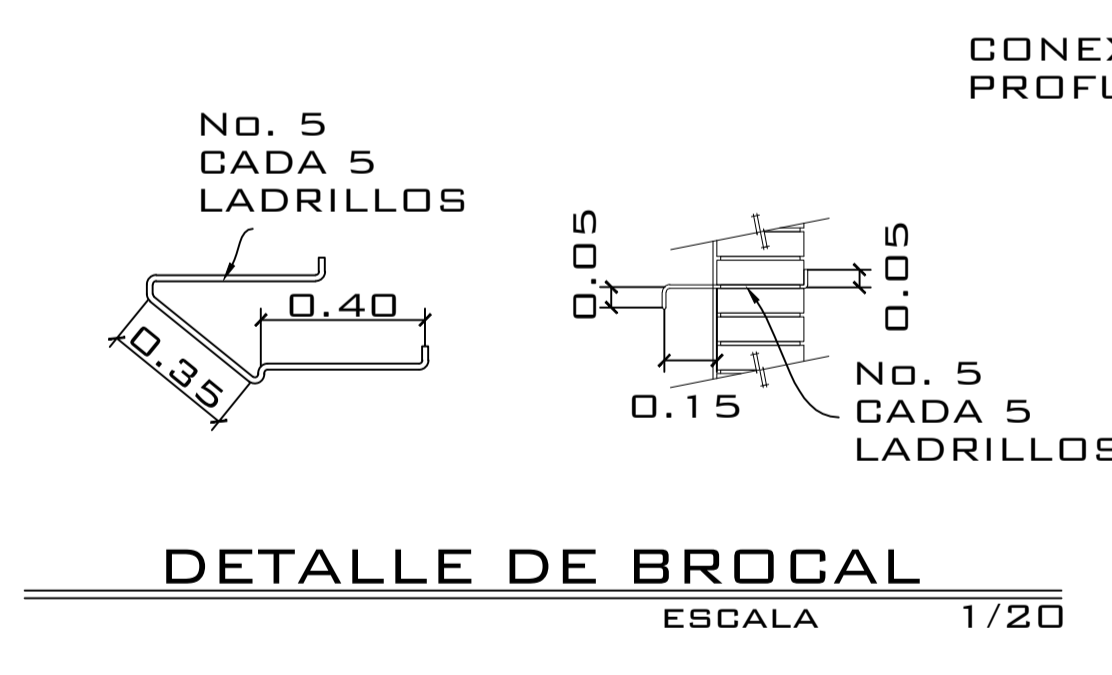
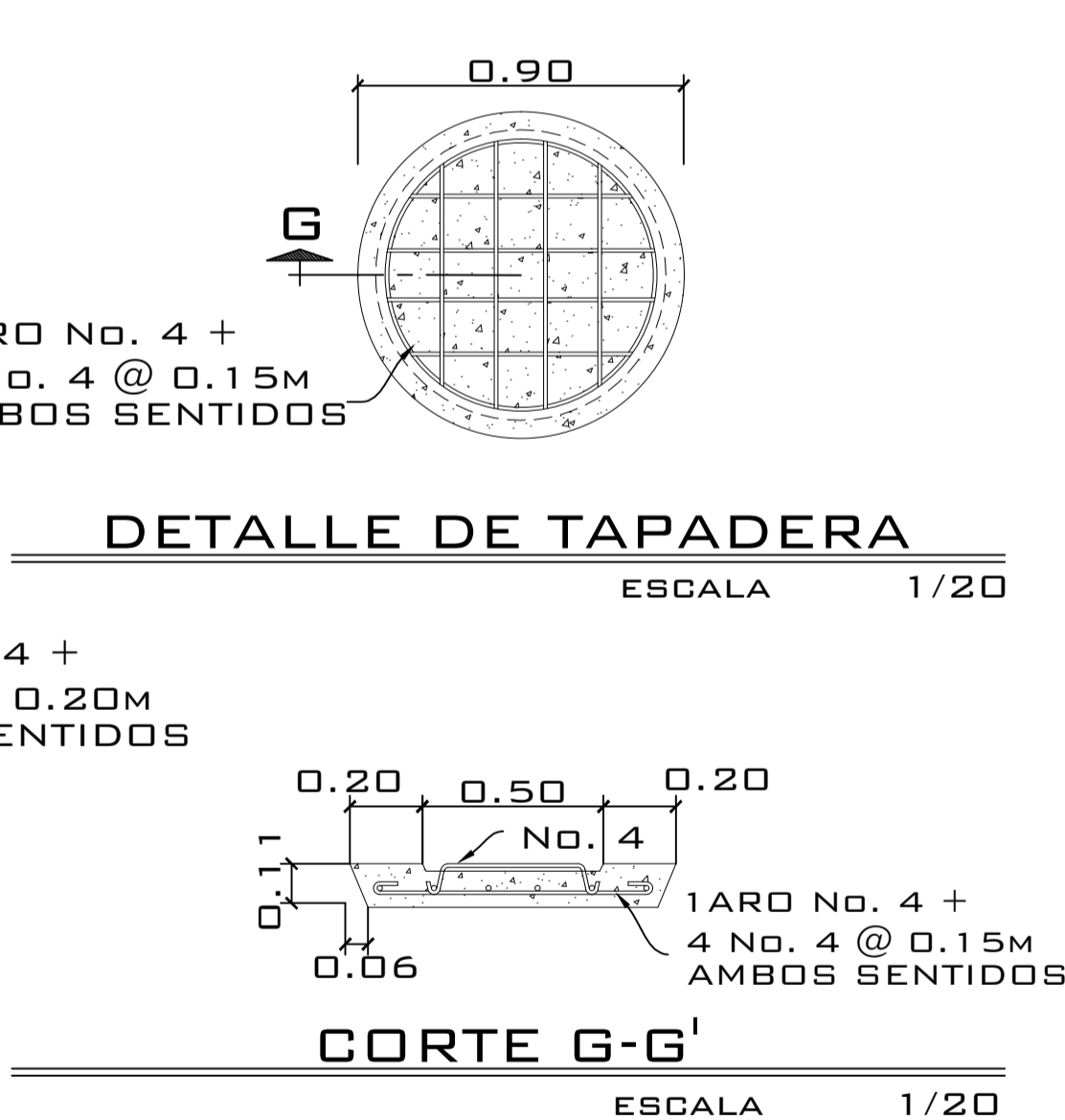
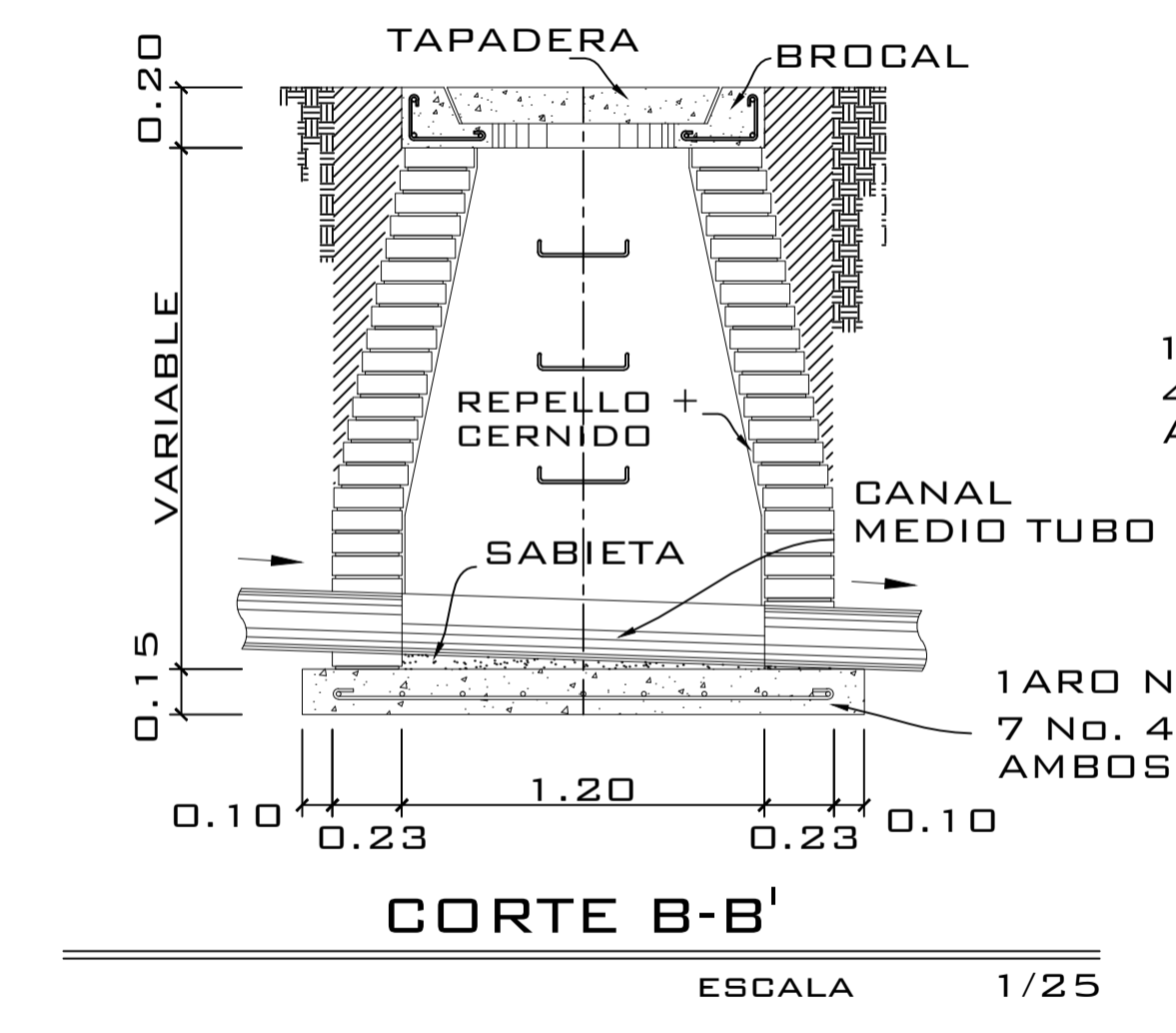
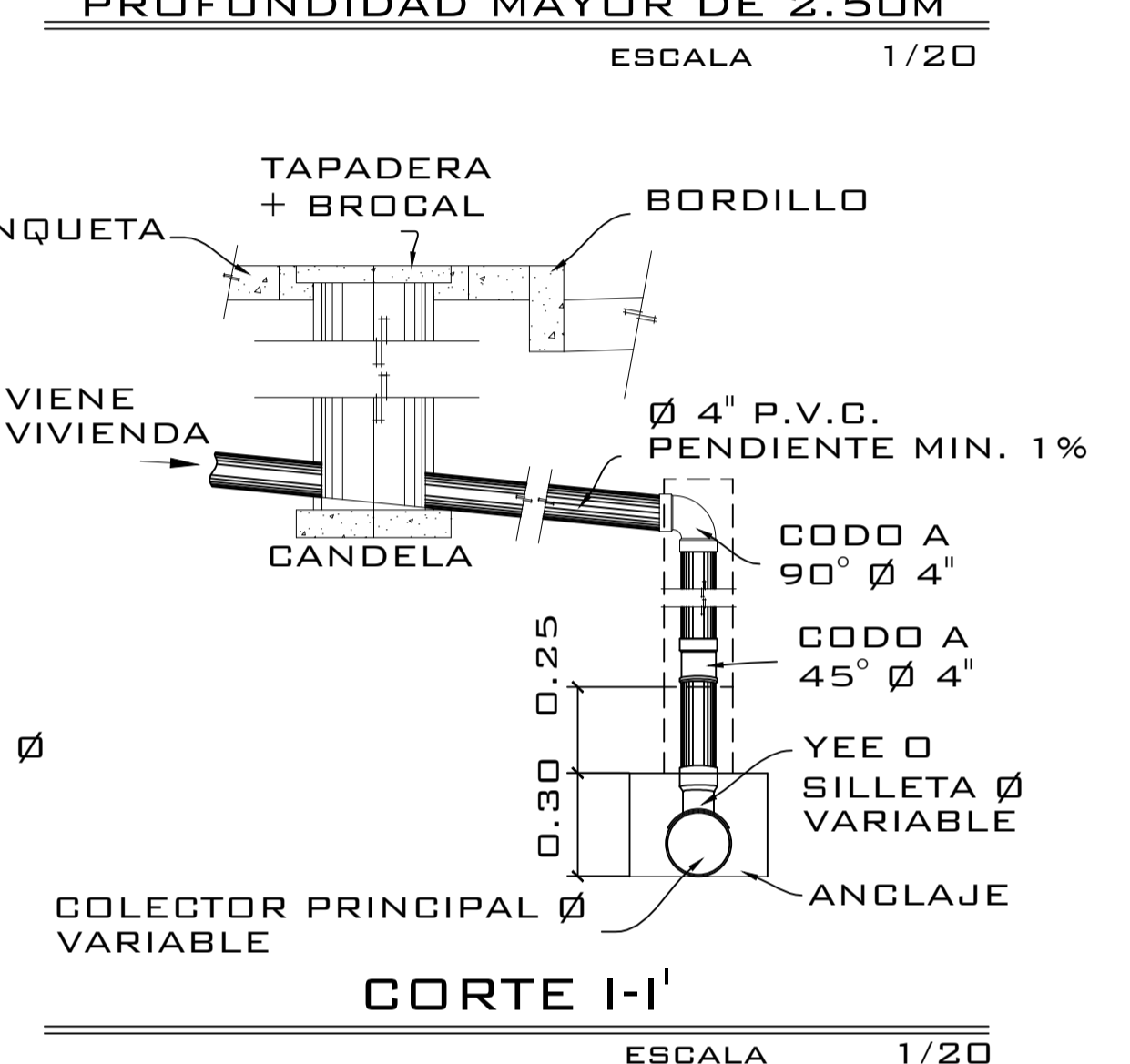
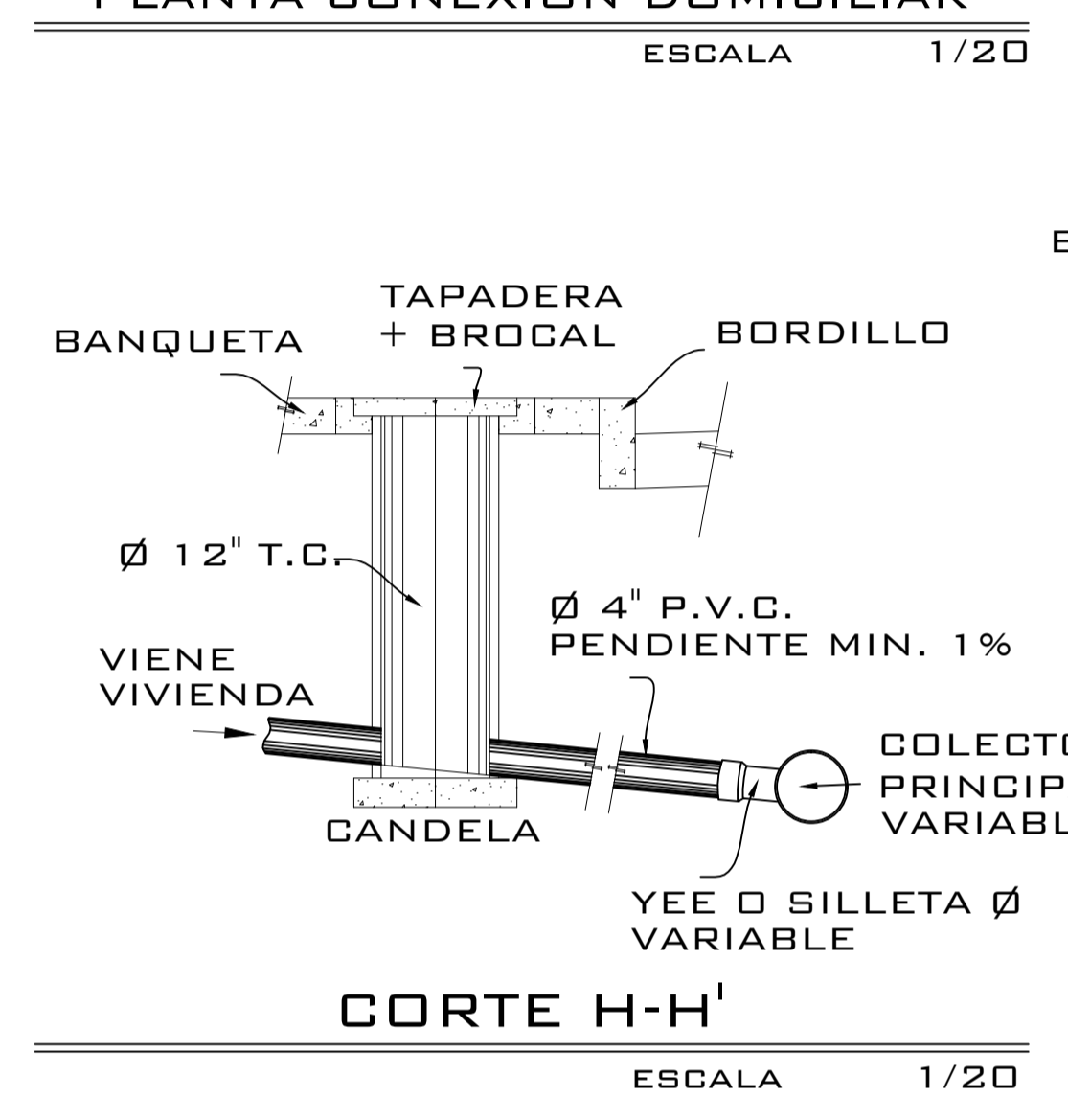
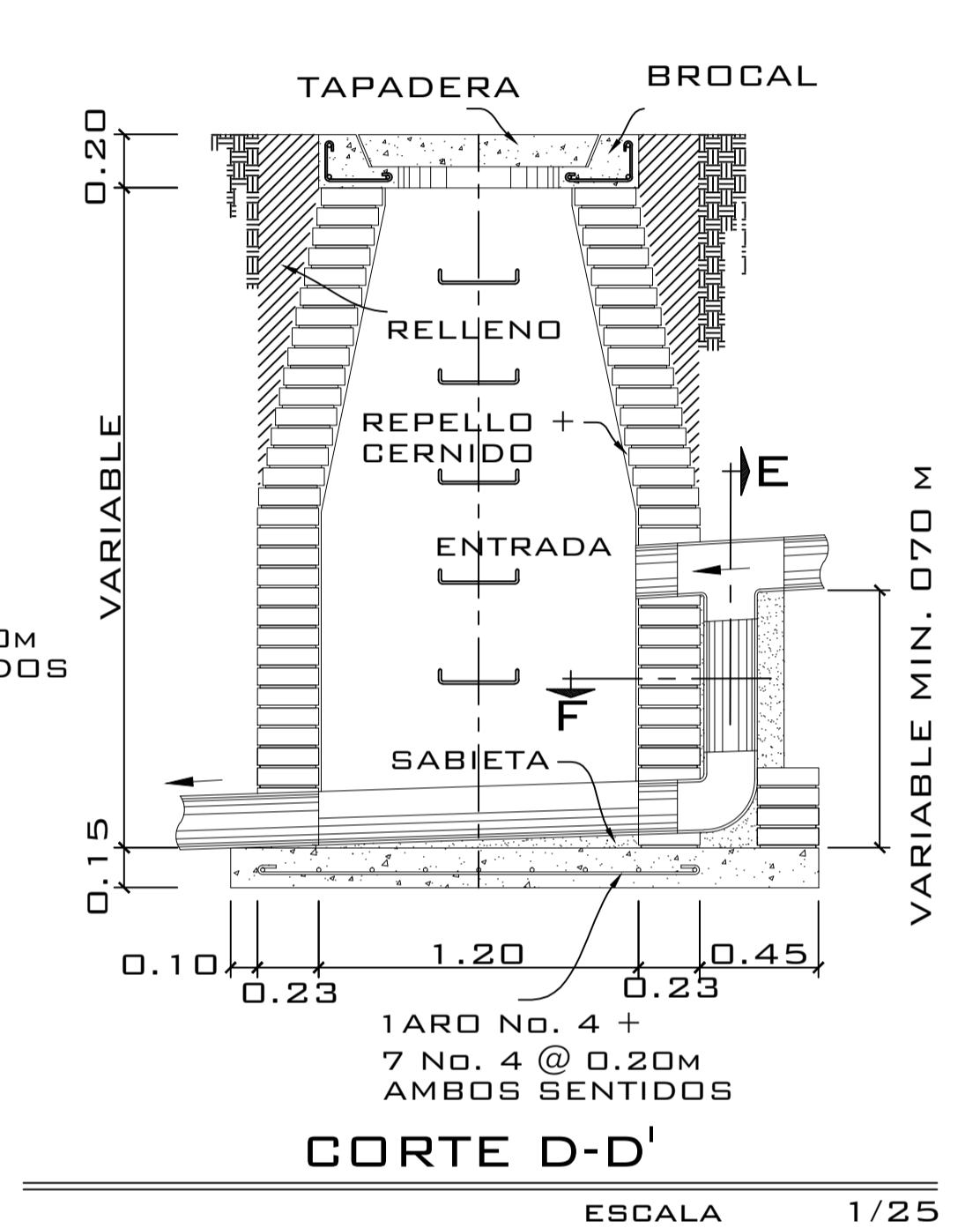
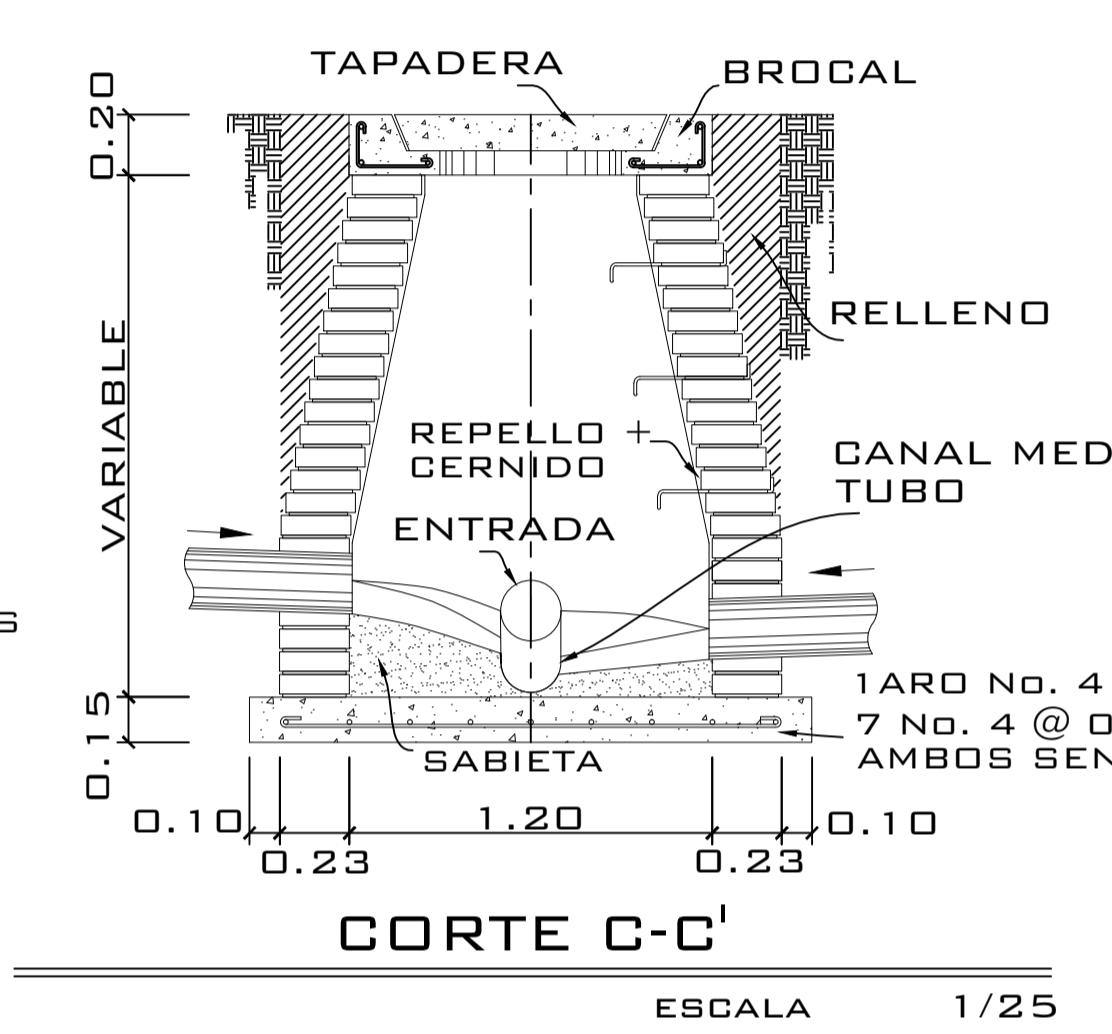
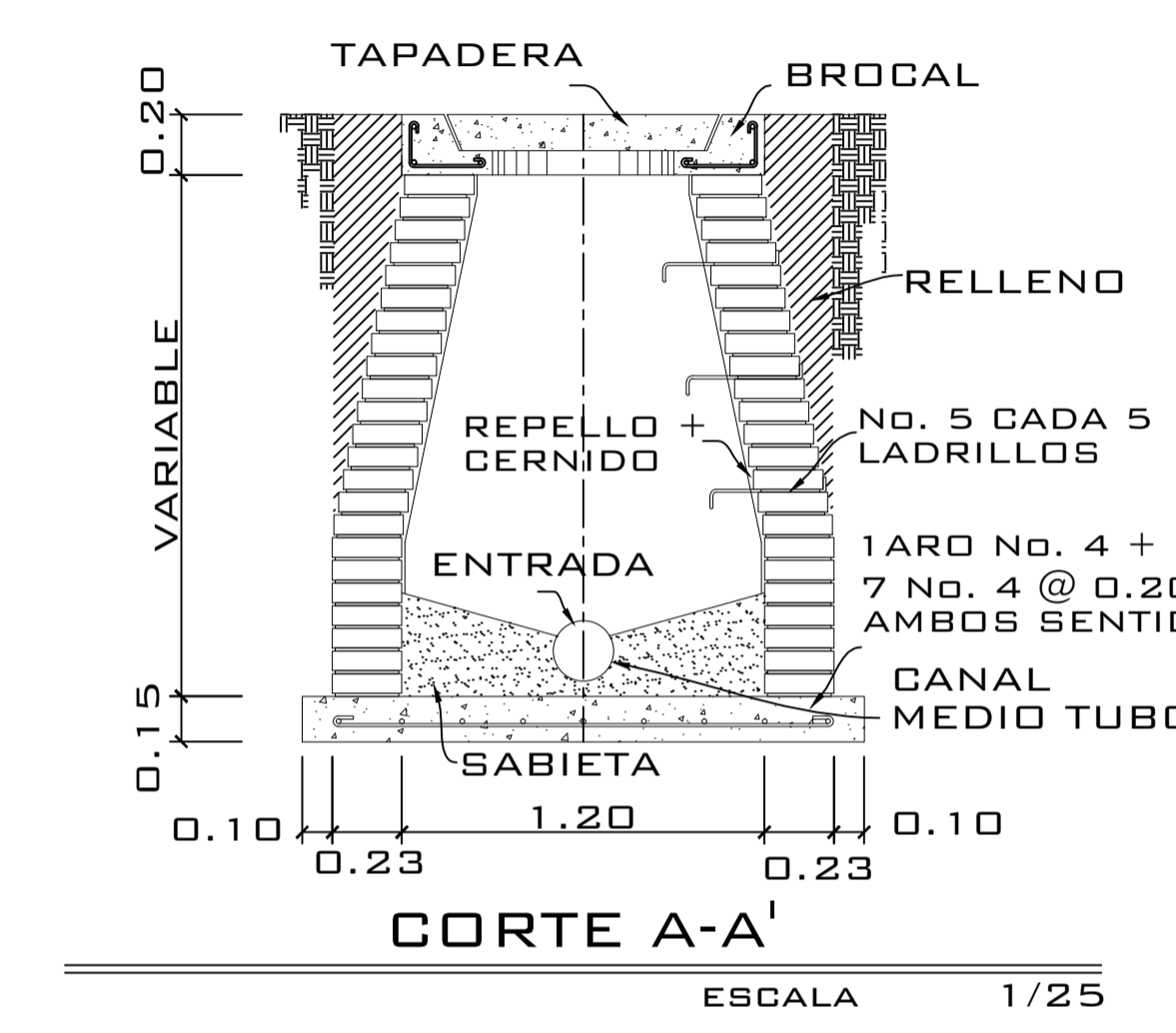
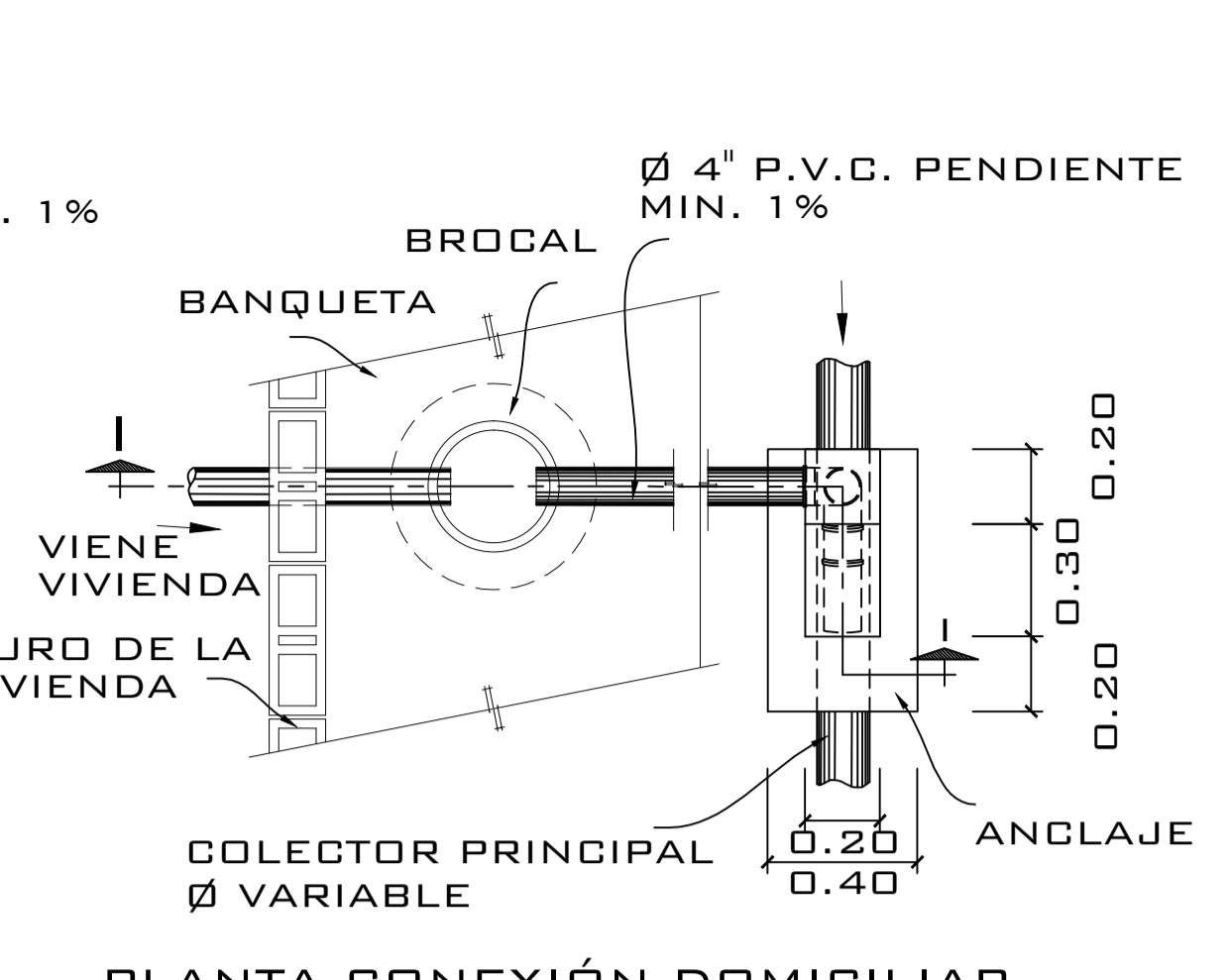
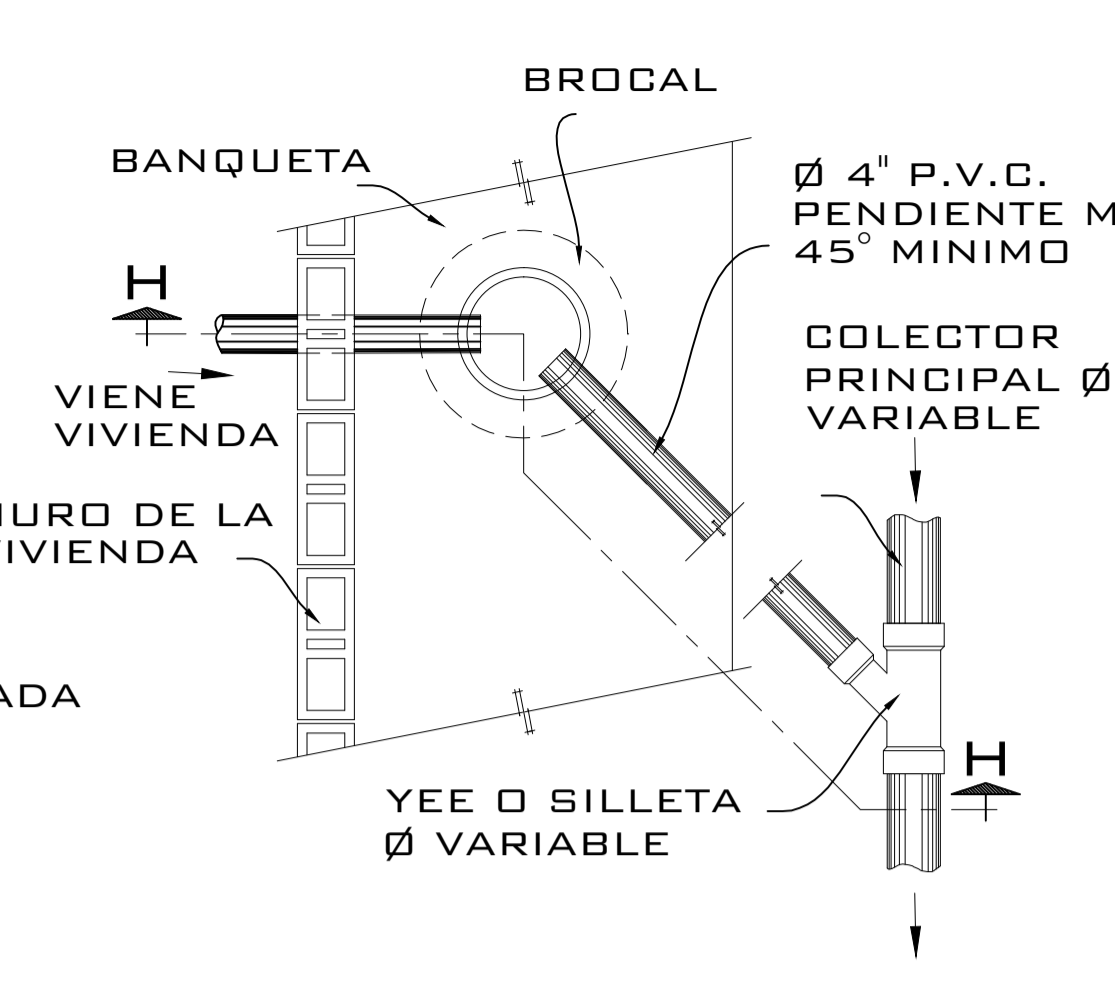
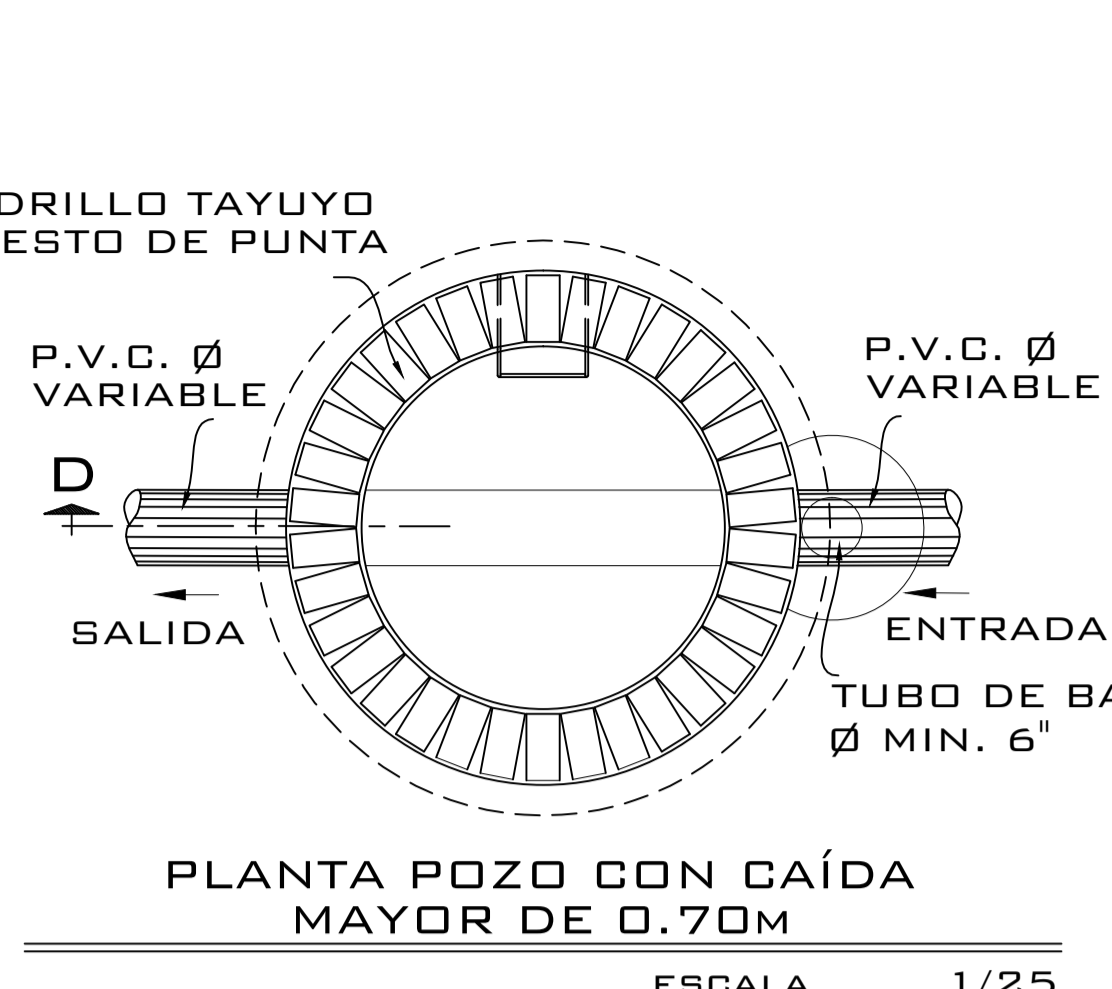
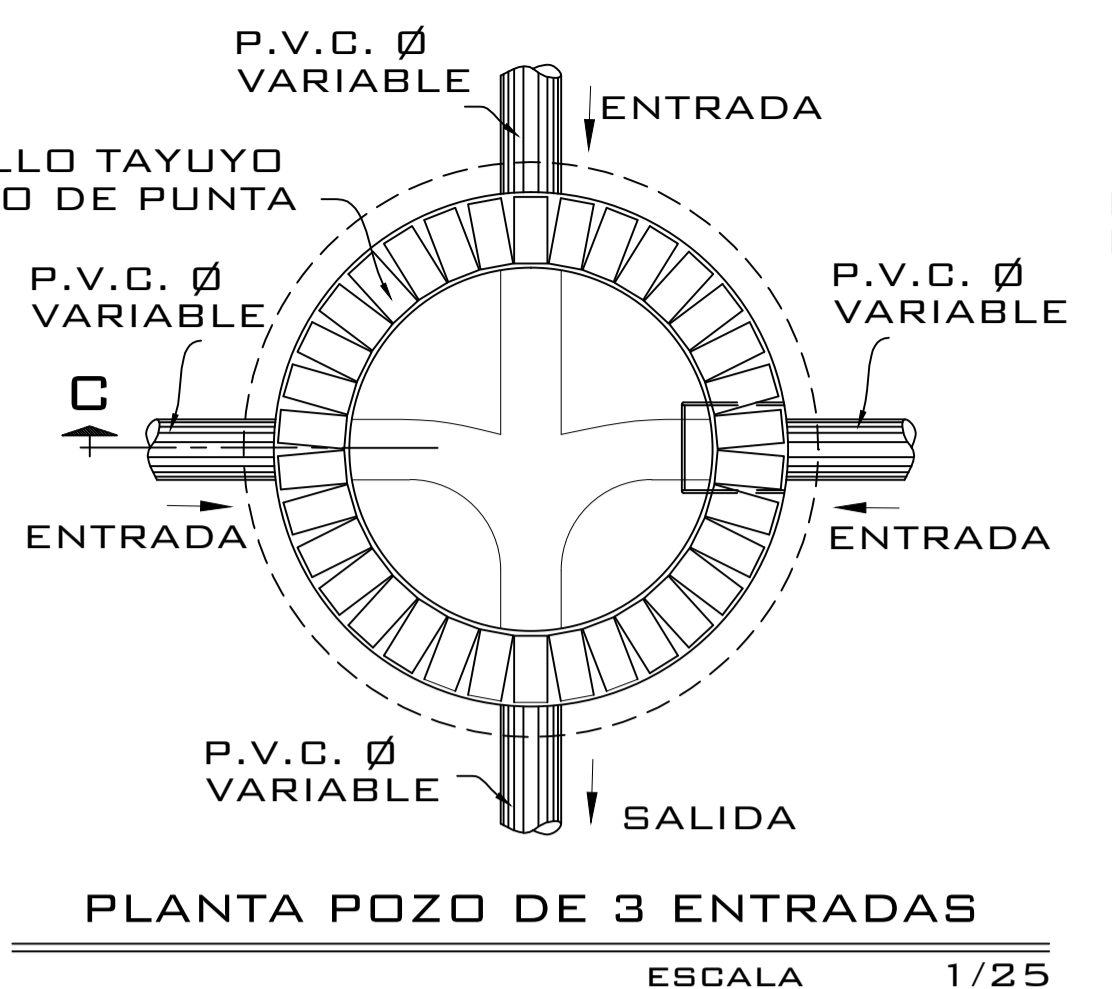
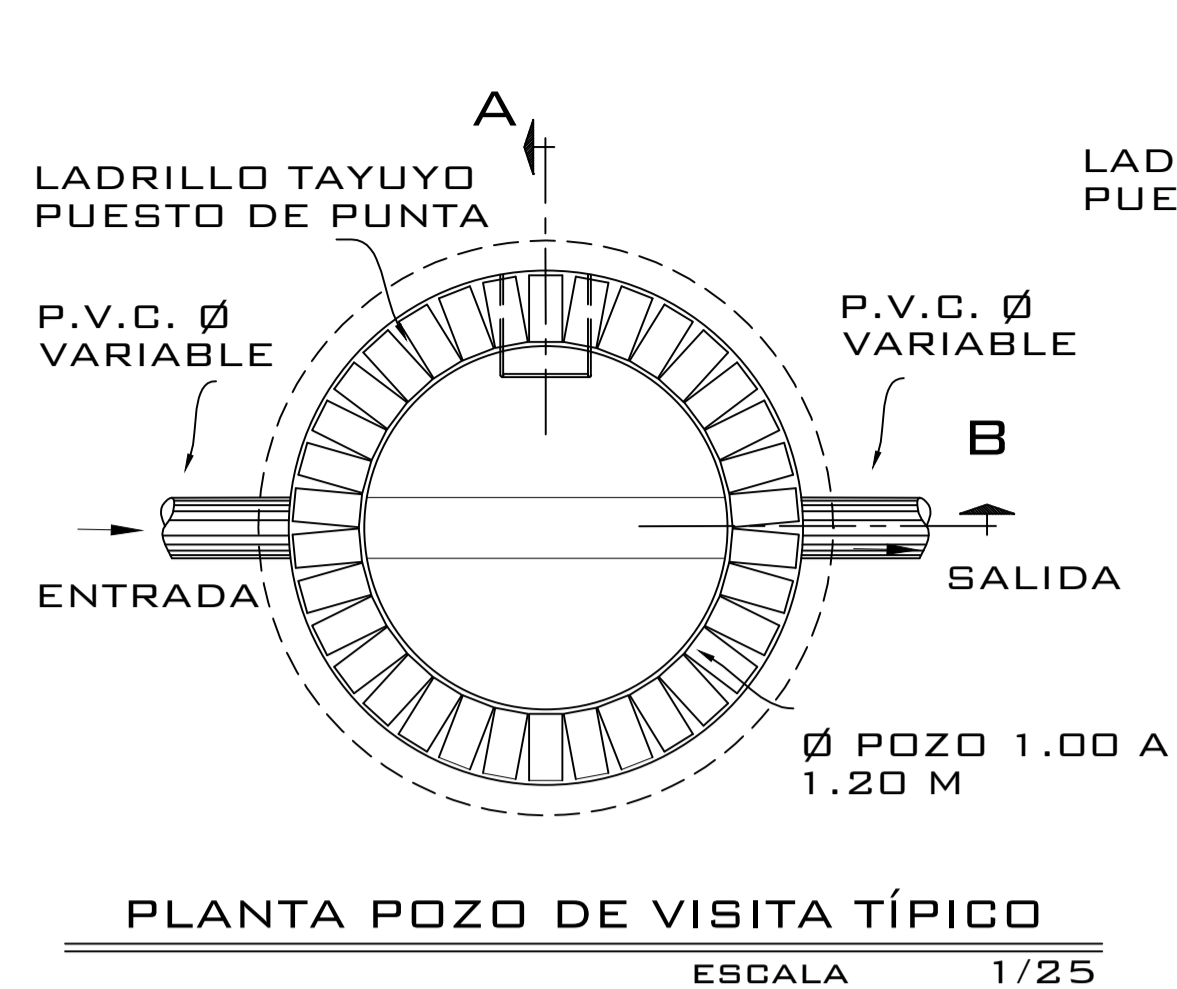
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZARAGOZA MALDENADO

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO DE ALDEA RINCÓN GRANDE
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS
DIBUJO: M.A.Z.M.
FECHA: ABRIL 2018

ING. JUAN MERCK COS
ASESOR-SUPERVISOR

08/09

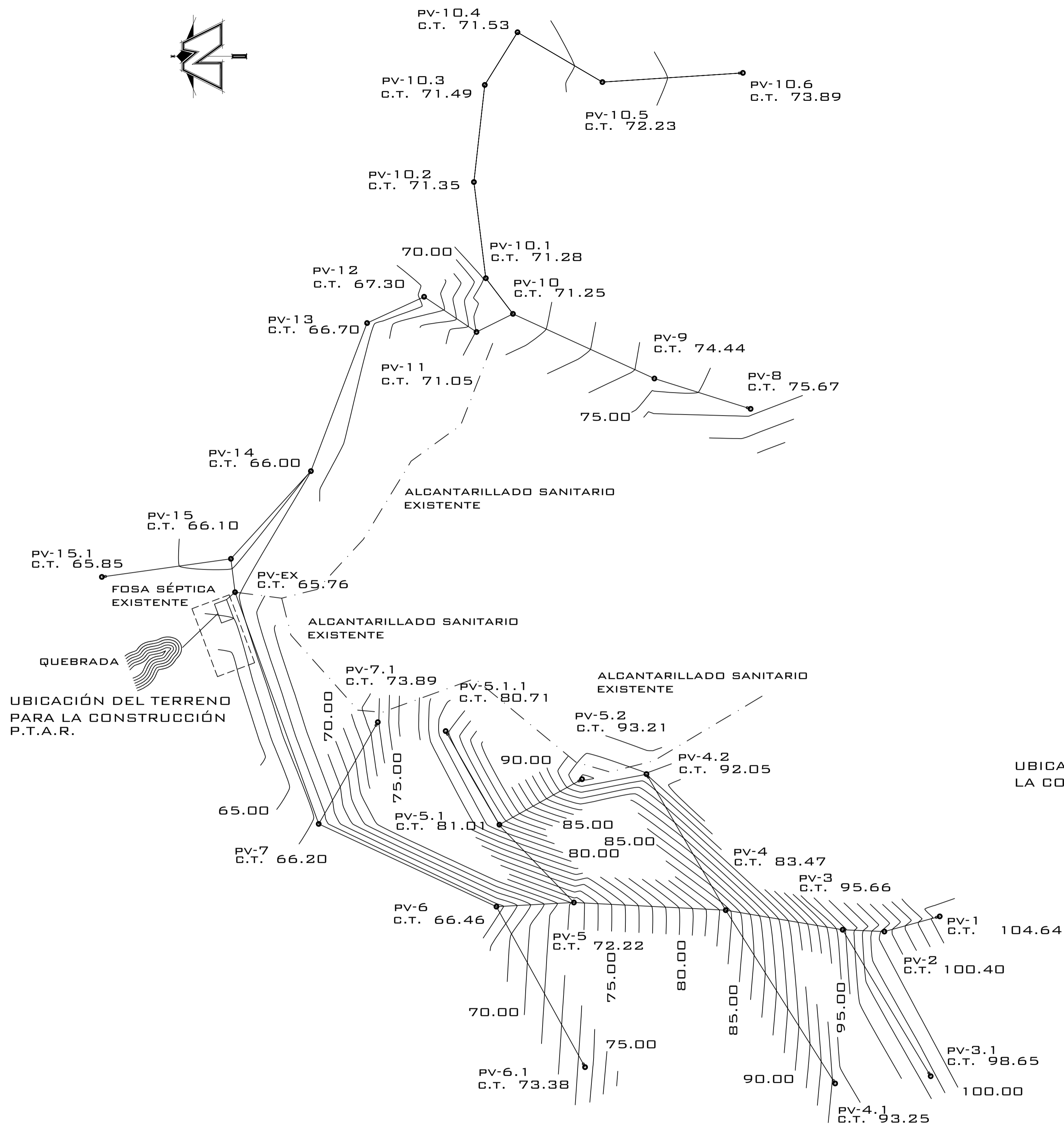
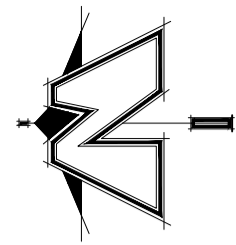


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE
Unidad de Prácticas de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERÍA
D.M.P. ZARAGOZA

PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO SECTOR NORTE, ALDEA RINCON GRANDE
CONTENIDO: DETALLE DE POZOS DE VISITA Y CONEXIONES DOMICILIARES
EPCBISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS
CARNET: 1997_13509
DIBUJO: M.A.Z.M.
ESCALA INDICADA: ABRIL 2018
FECHA: ING. JUAN MERCK COS
ASESOR-SUPERVISOR

HOJA 09/09

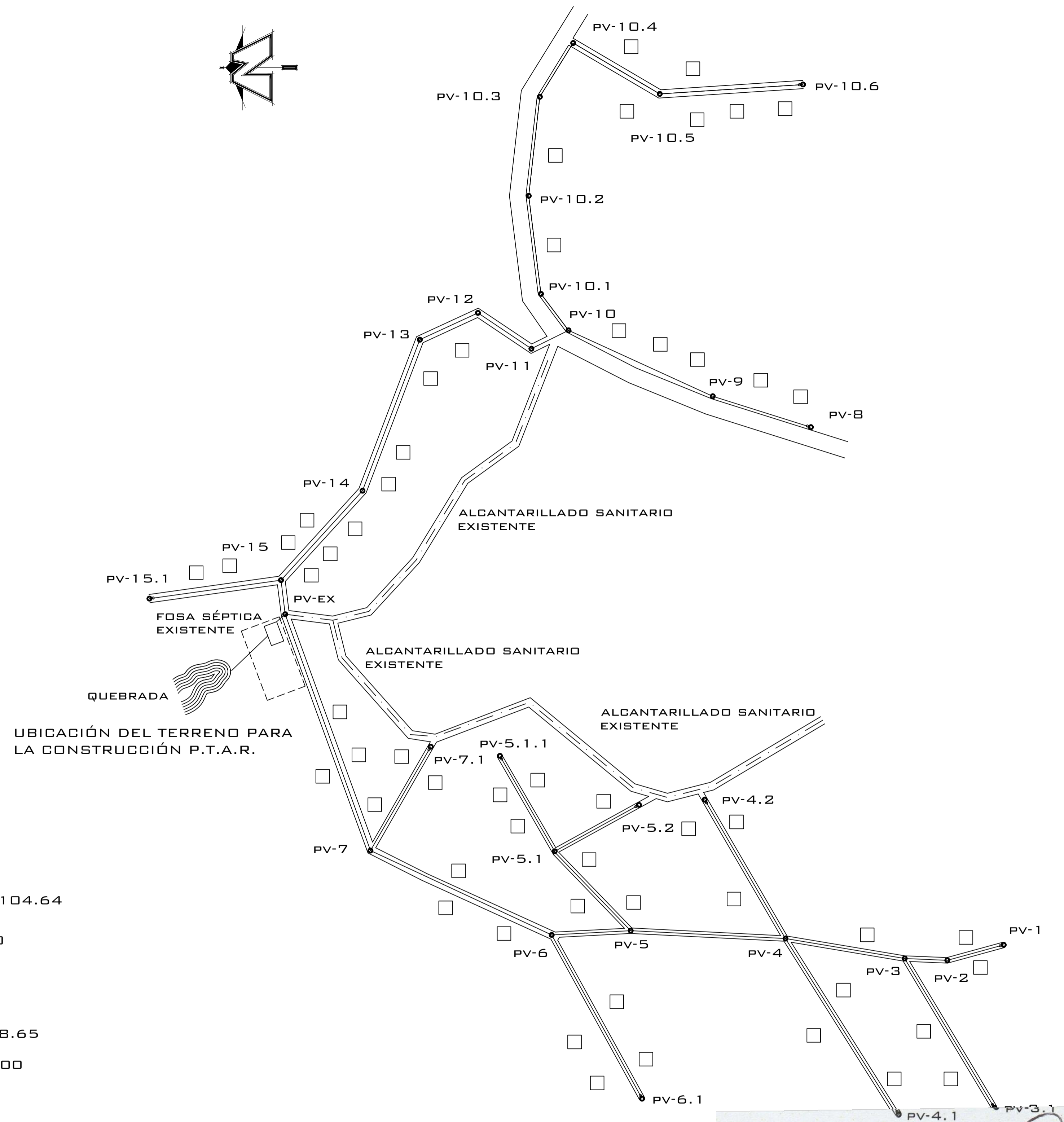
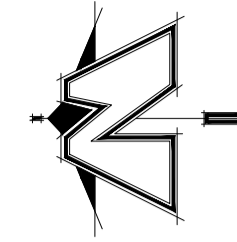


PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1/1000

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○—	INICIO DE RAMAL
○ PV-No.	POZO DE VISITA NO.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M.
F-949 DIAMETRO INDICADO



PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

ESCALA: 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZARAGOZA

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA PUERTA ABAJO

CONTENIDO: PLANTA DE CURVAS DE NIVEL Y PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

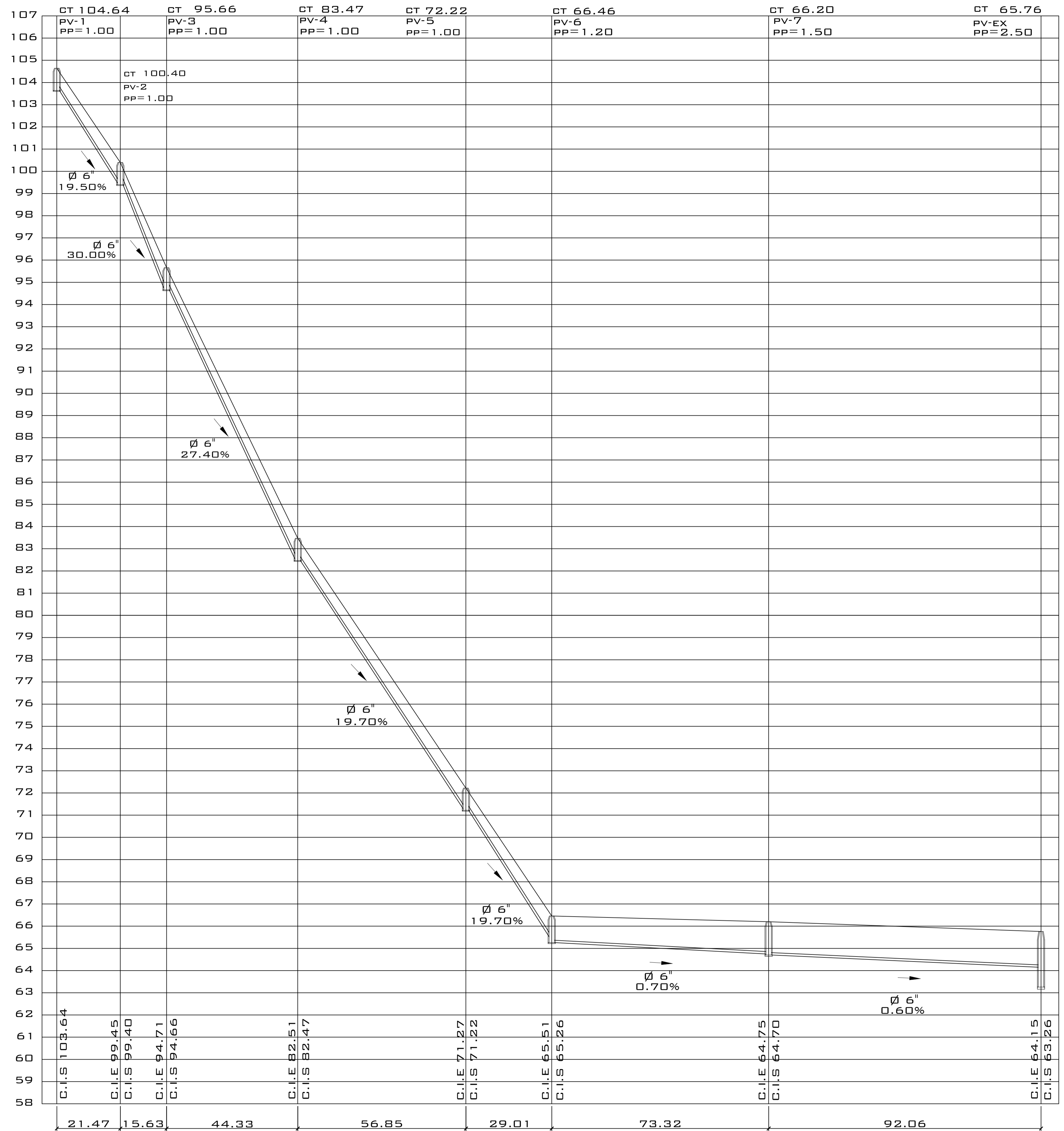
EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET: 1997_13509 M.A.Z.M.

ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2018

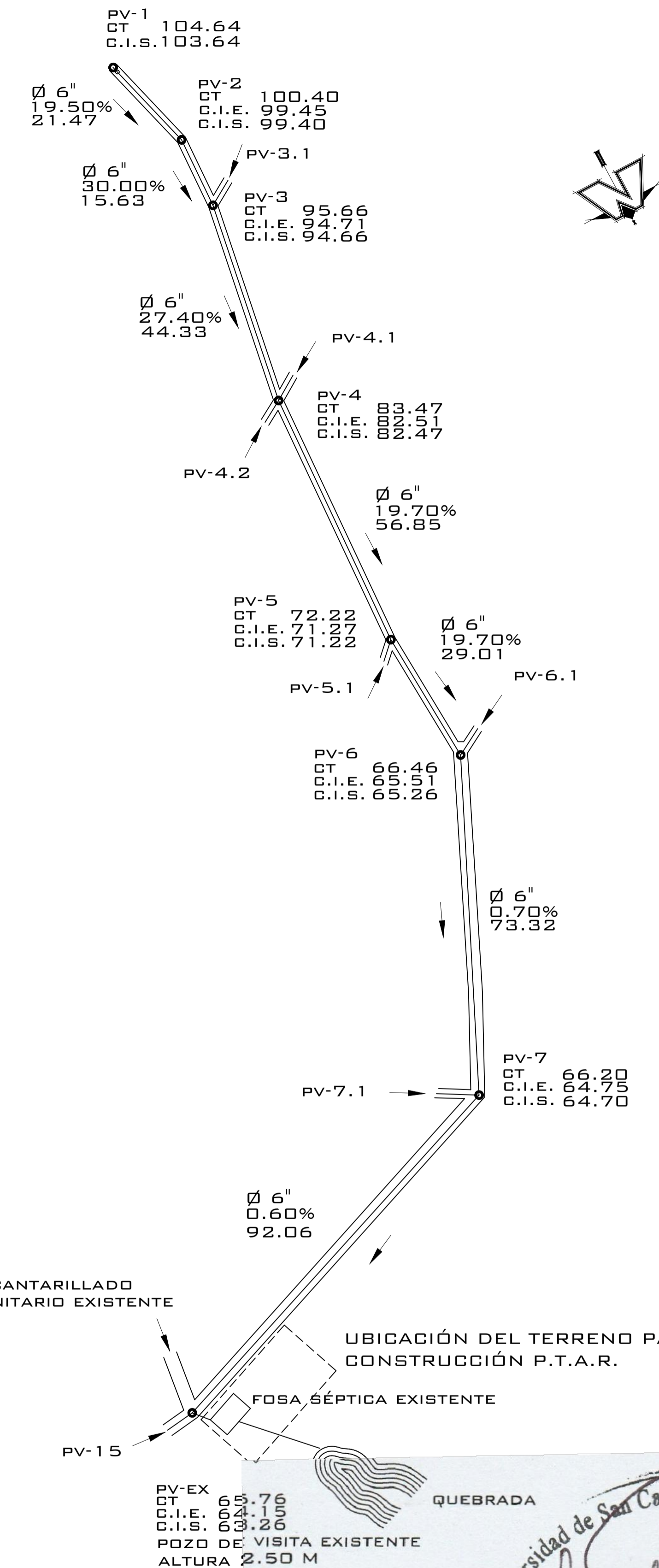
ING. JUAN MERCK COS
ASESOR - SUPERVISOR

HOJA 01/06



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-1 A PV-EX

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
 ESCALA VERTICAL: 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Facultad de Ingeniería
 E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
 D.M.P. ZARAGOZA, CHIMALTENAGO

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA PUERTA ABAJO

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

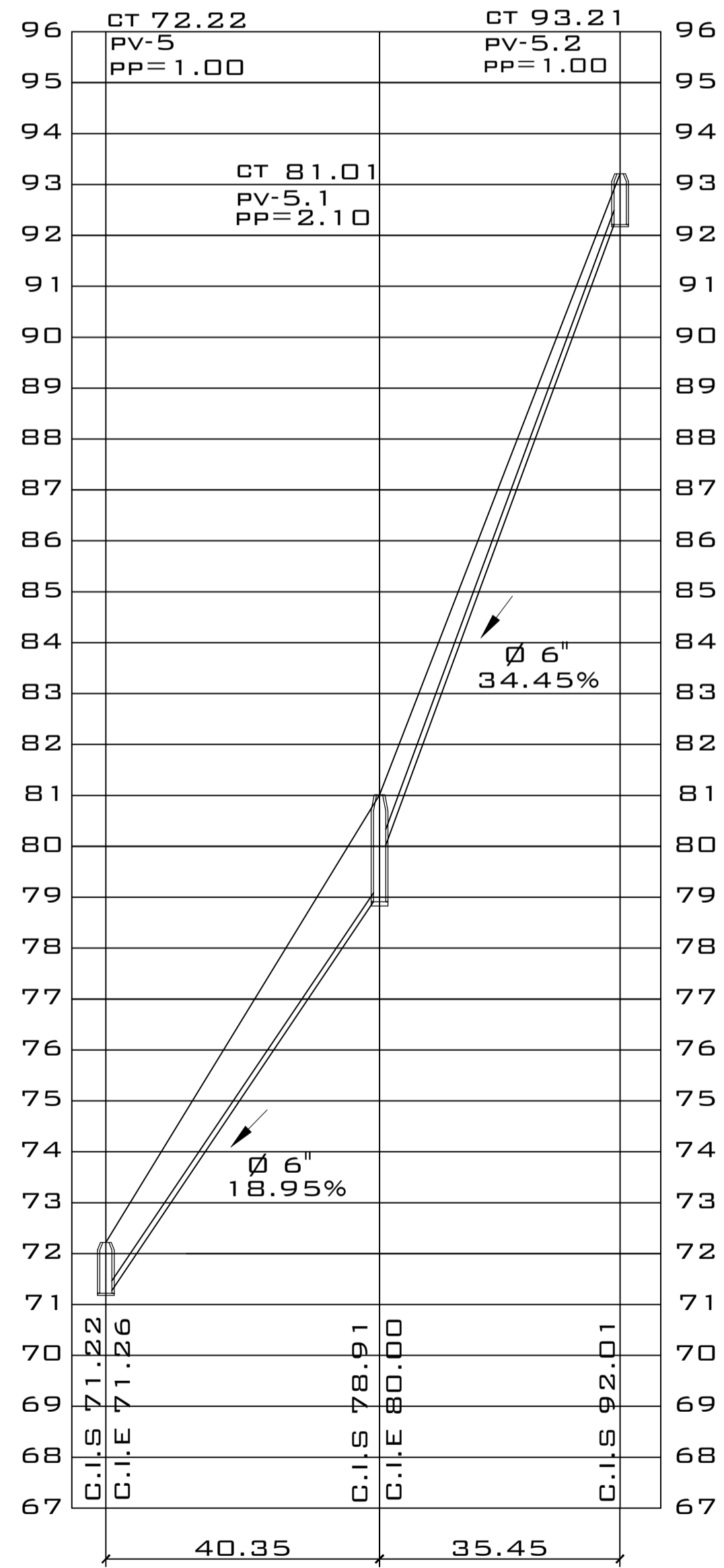
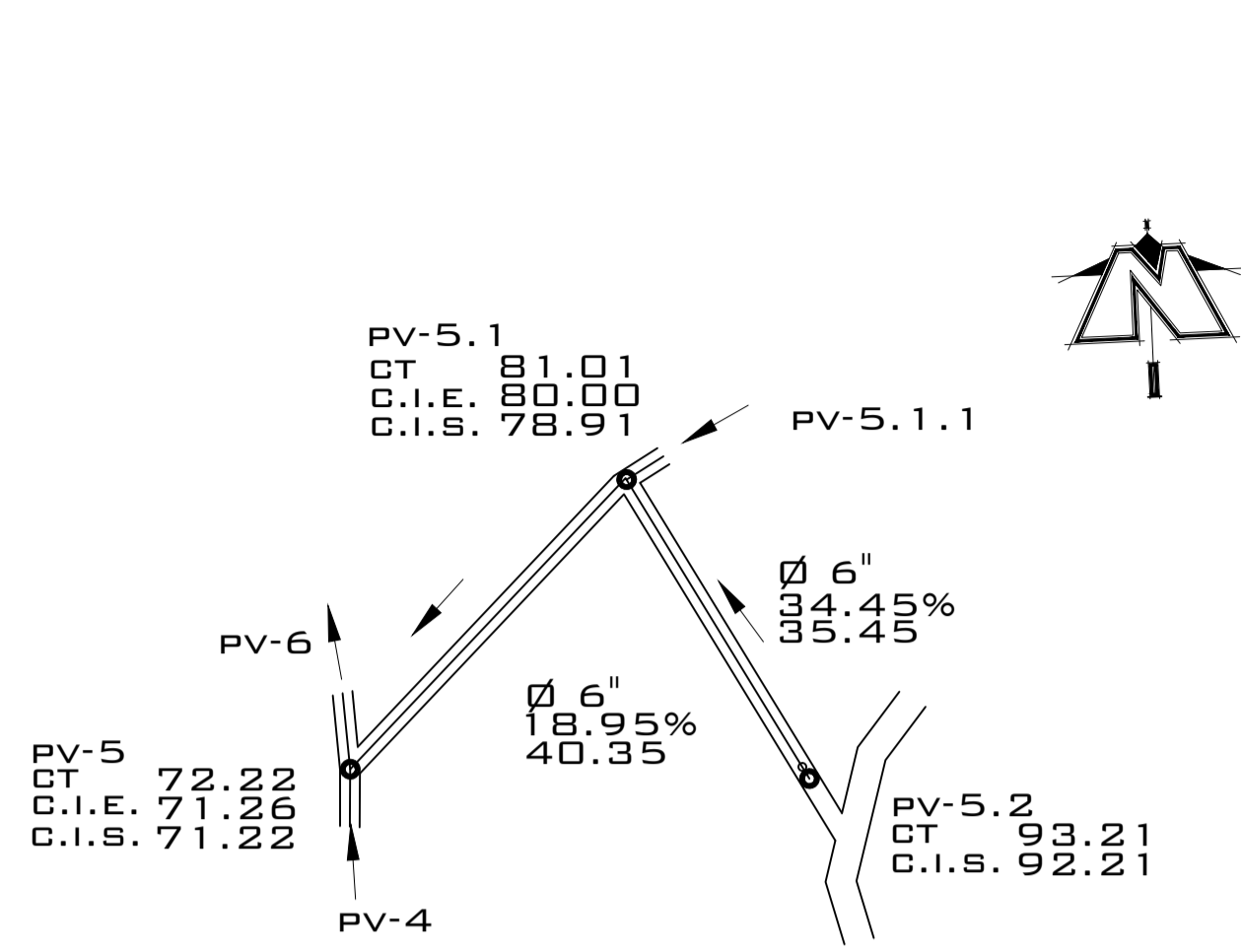
EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET: 1997_13509 ESCALA: INDICADA

DIBUJO: M.A.Z.M. FECHA: ABRIL 2018

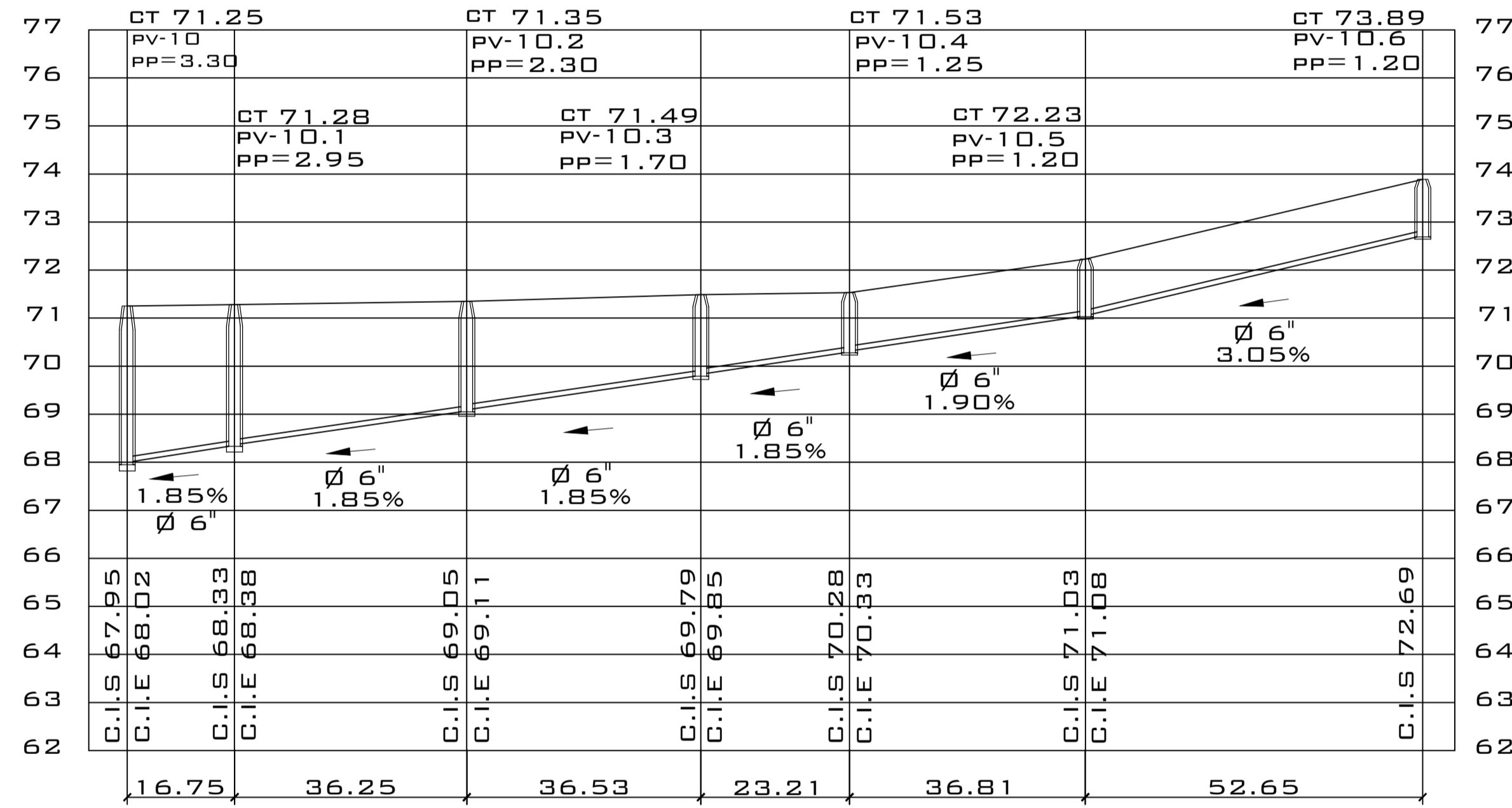
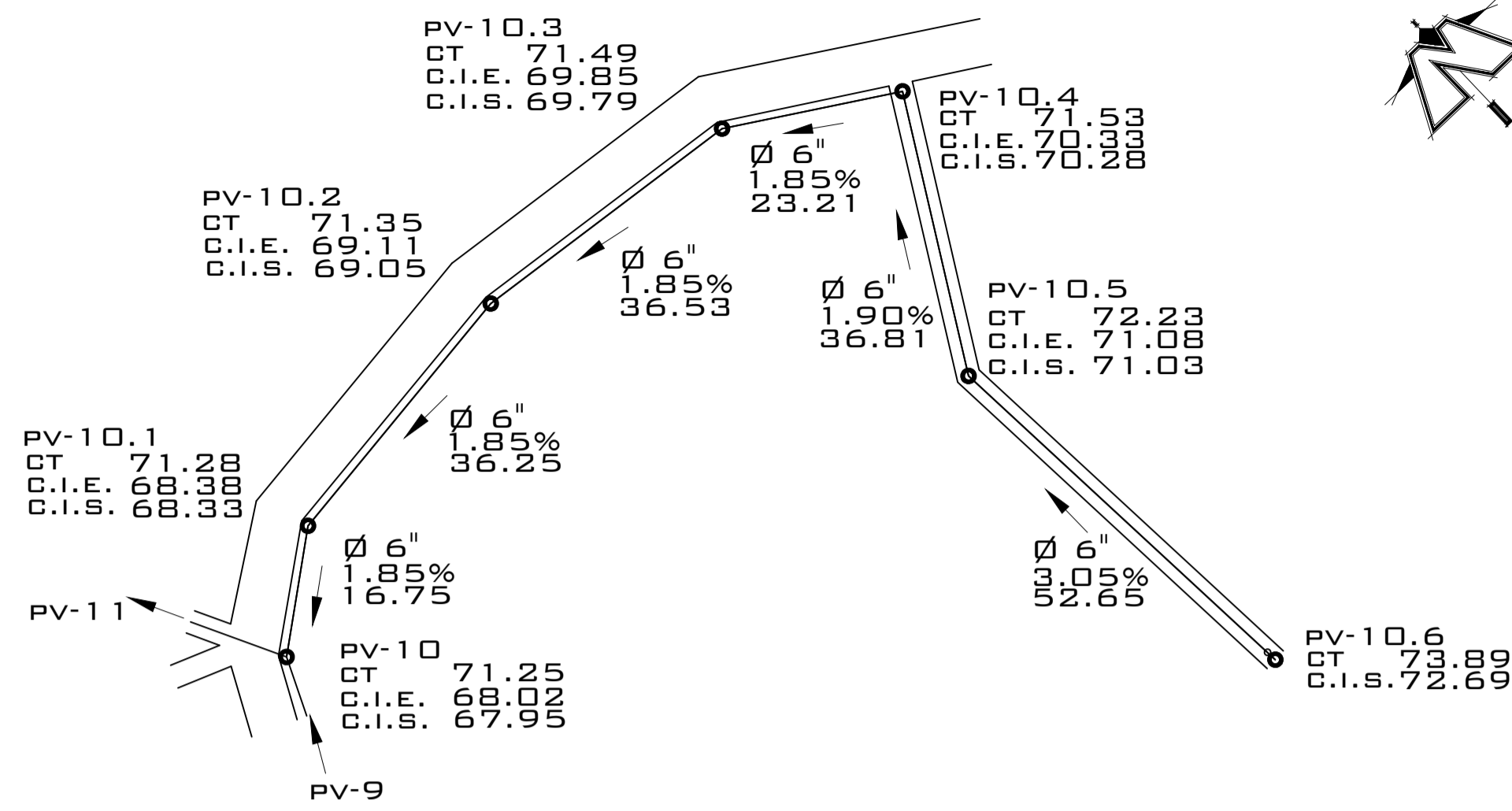
ING. JUAN MERCK COS ASesor - SUPERVISOR

HOJA 03/06



PLANTA-PERFIL TRAMO
PV-5.2 A PV-5

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

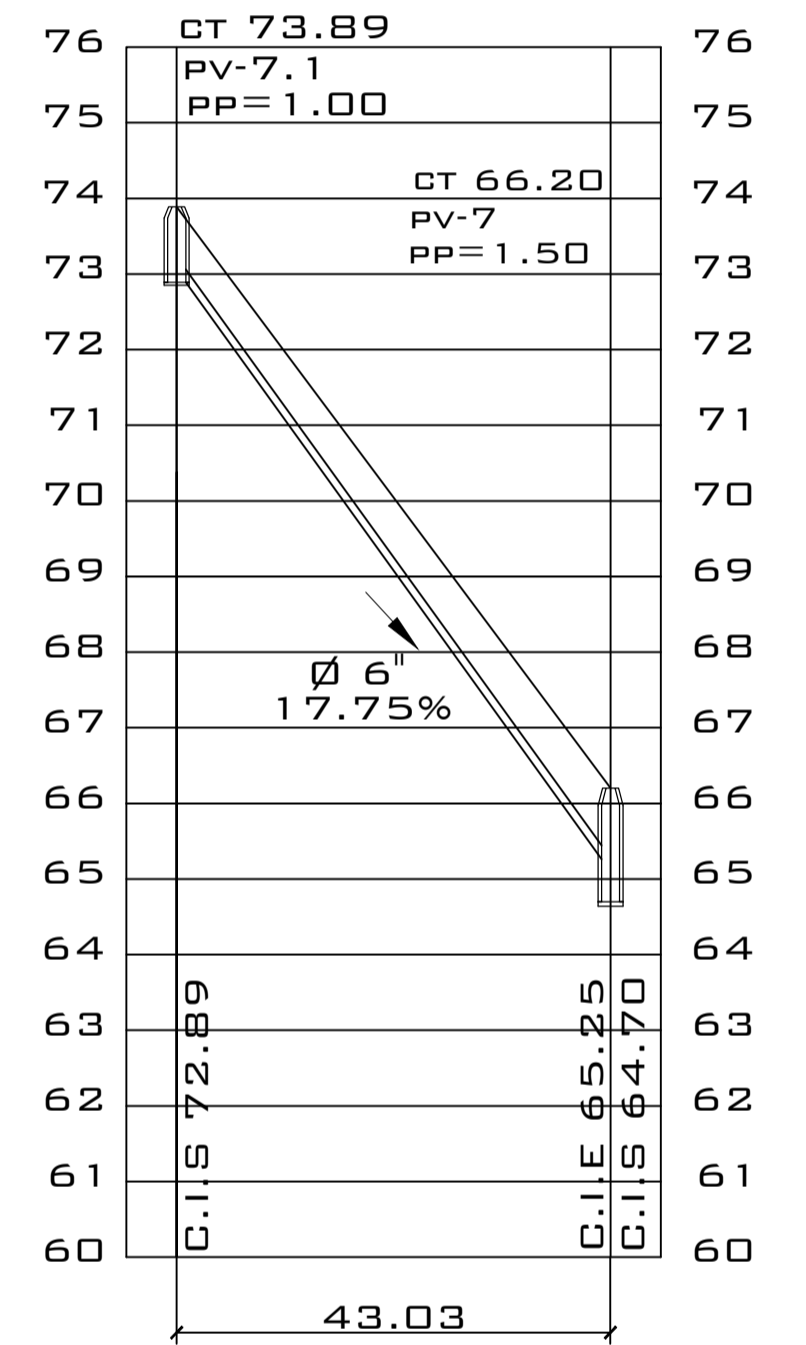
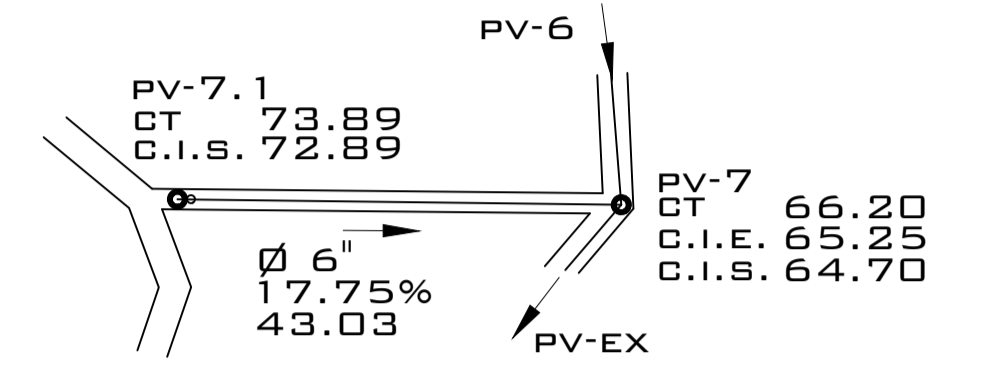


PLANTA-PERFIL TRAMO PV-10.6 A PV-10

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○	INICIO DE RAMAL
⊙	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE P.V.C. NORMA A.S.T.M.
F-949 DIAMETRO INDICADO



PLANTA-PERFIL TRAMO
PV-7.1 A PV-7

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
Unidad de Prácticas de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.P.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZARAGOZA, CHIMALTENAGO

PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO
ALDEA PUERTA ABAJO

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL

EPESISTA:
MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET:
1997_13509

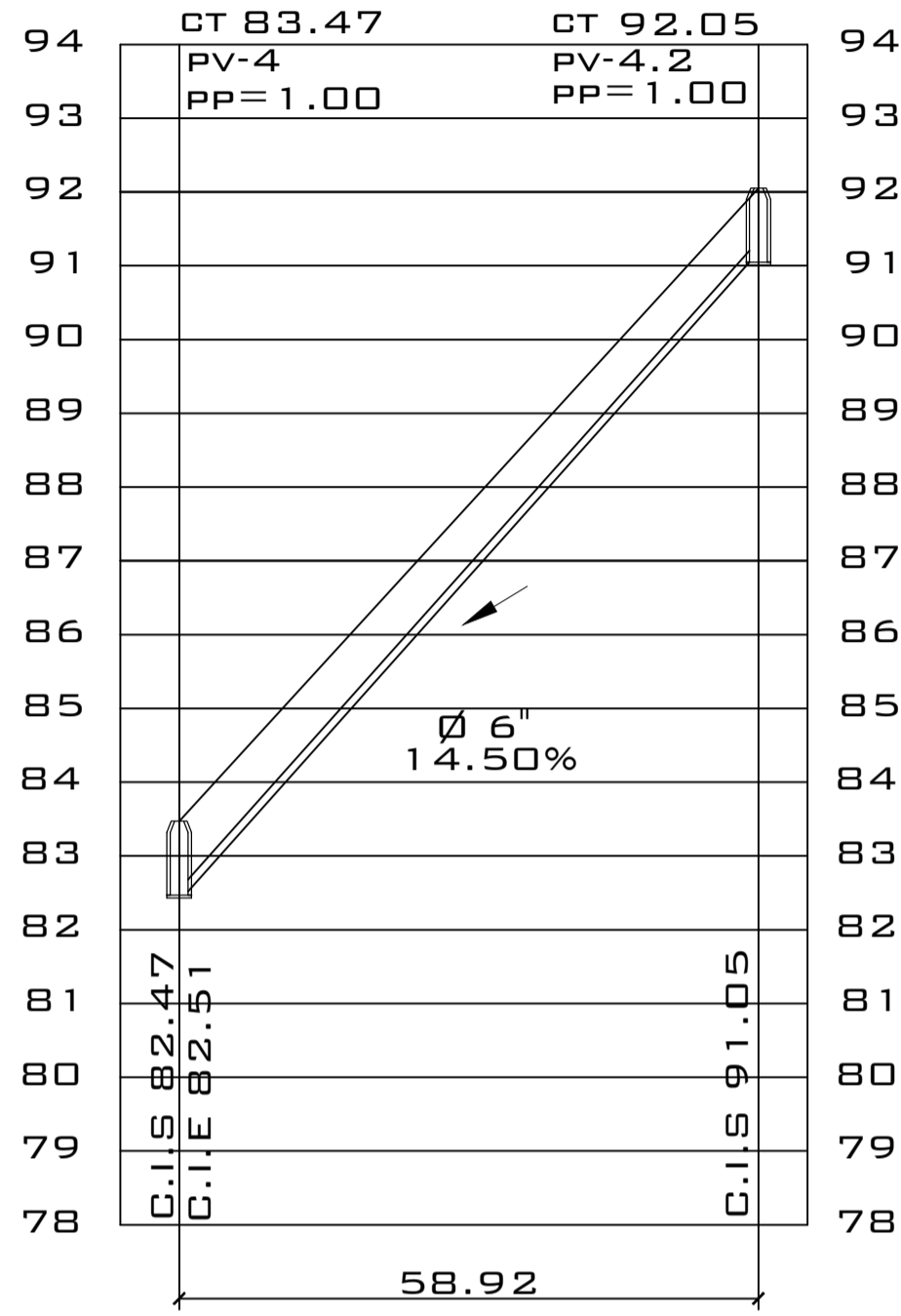
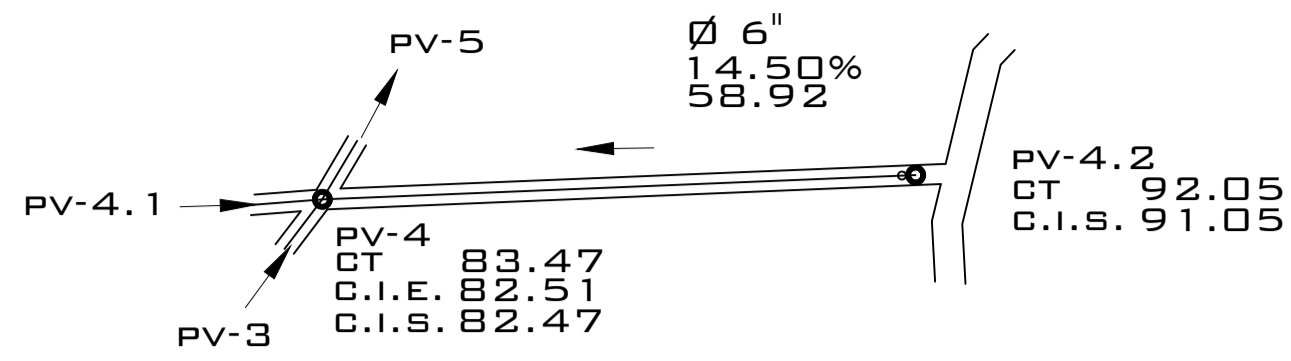
DIBUJO:
M.A.Z.M.

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ABRIL 2018

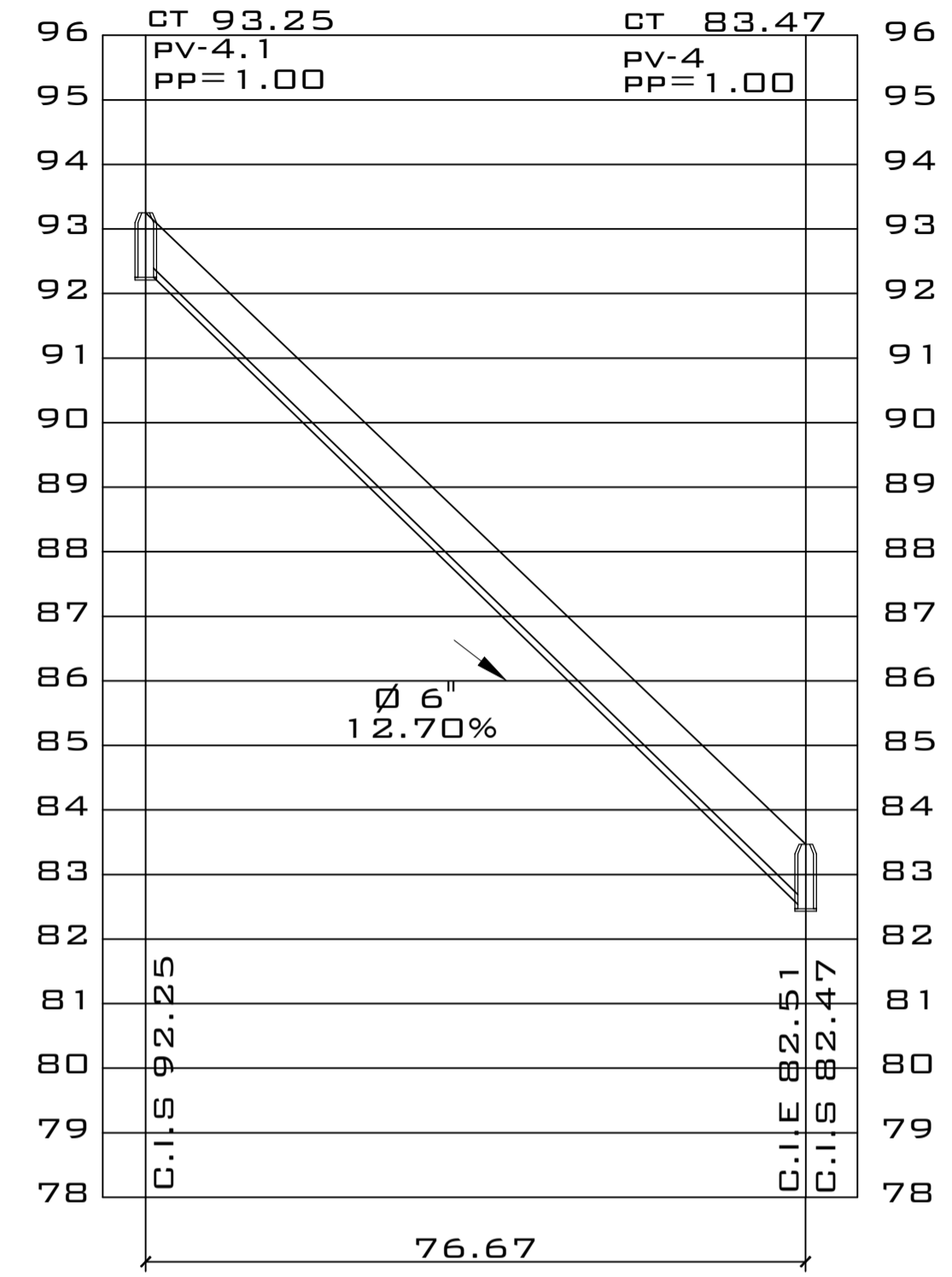
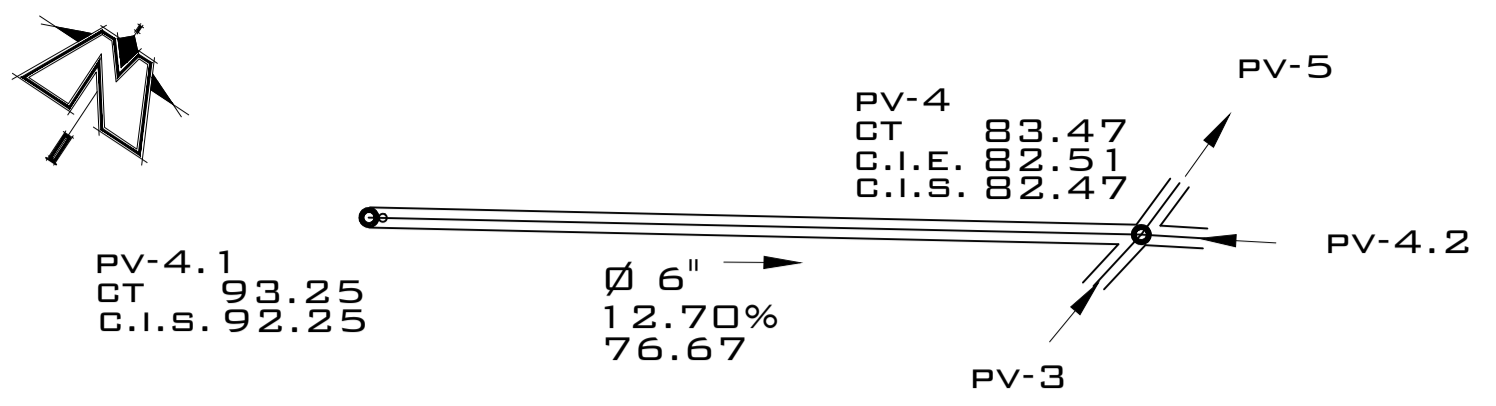
ING. JUAN MERCK COS
ASESOR - SUPERVISOR

HOJA
04
06



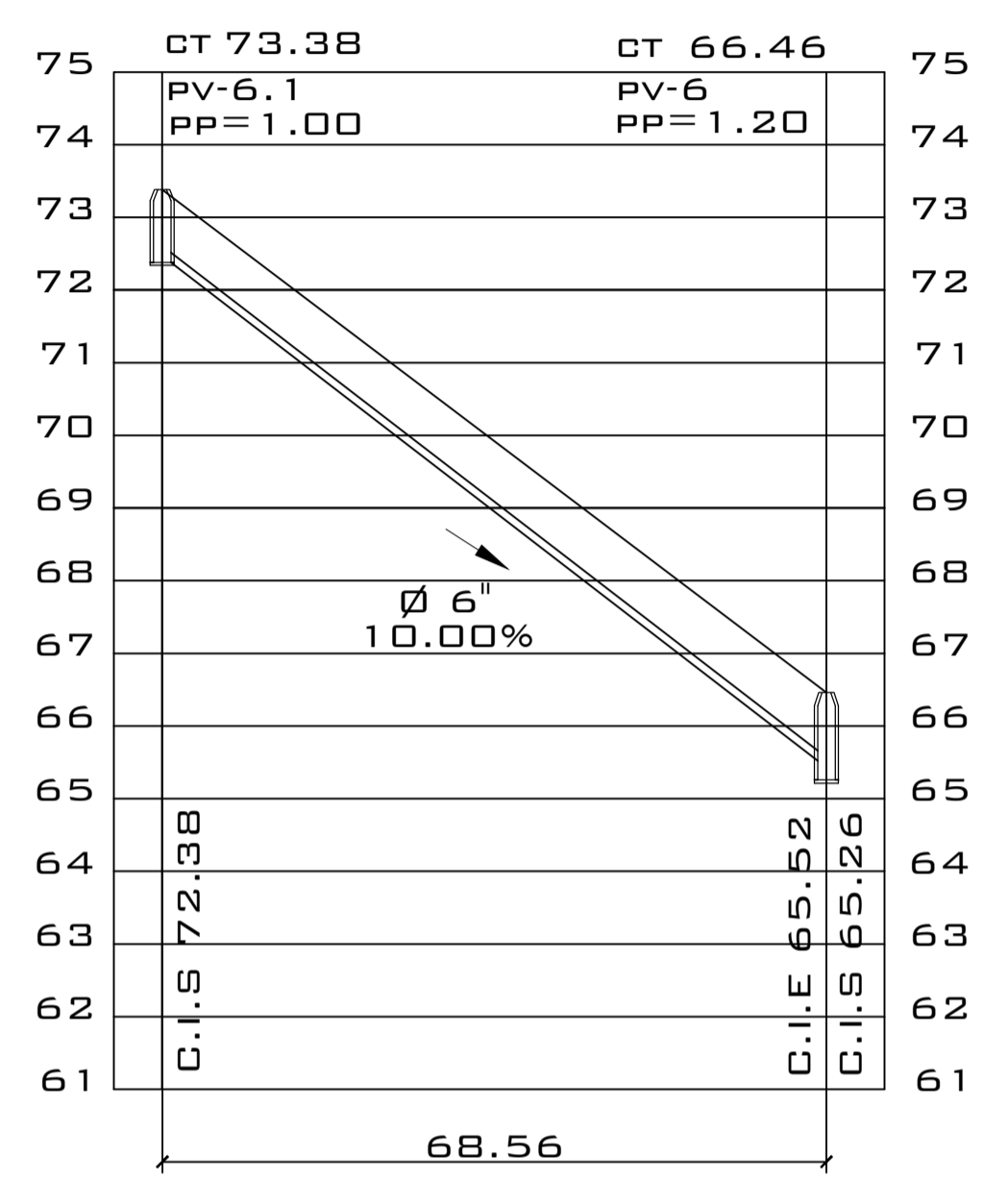
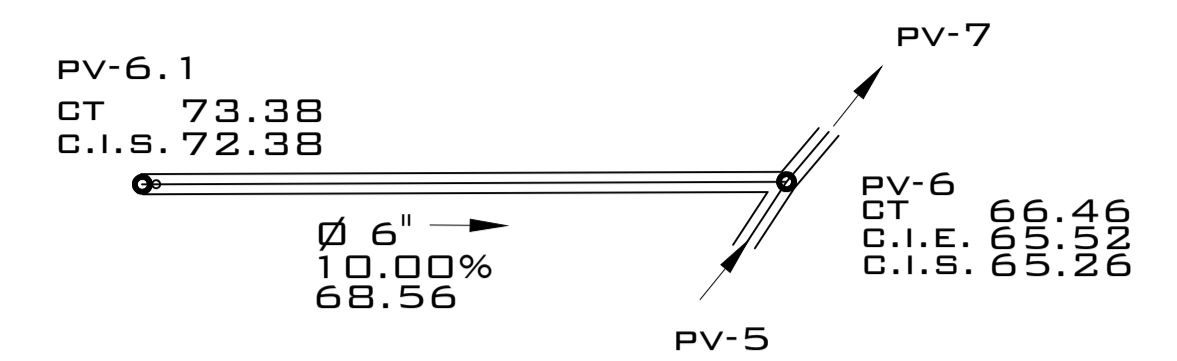
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4.2 A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



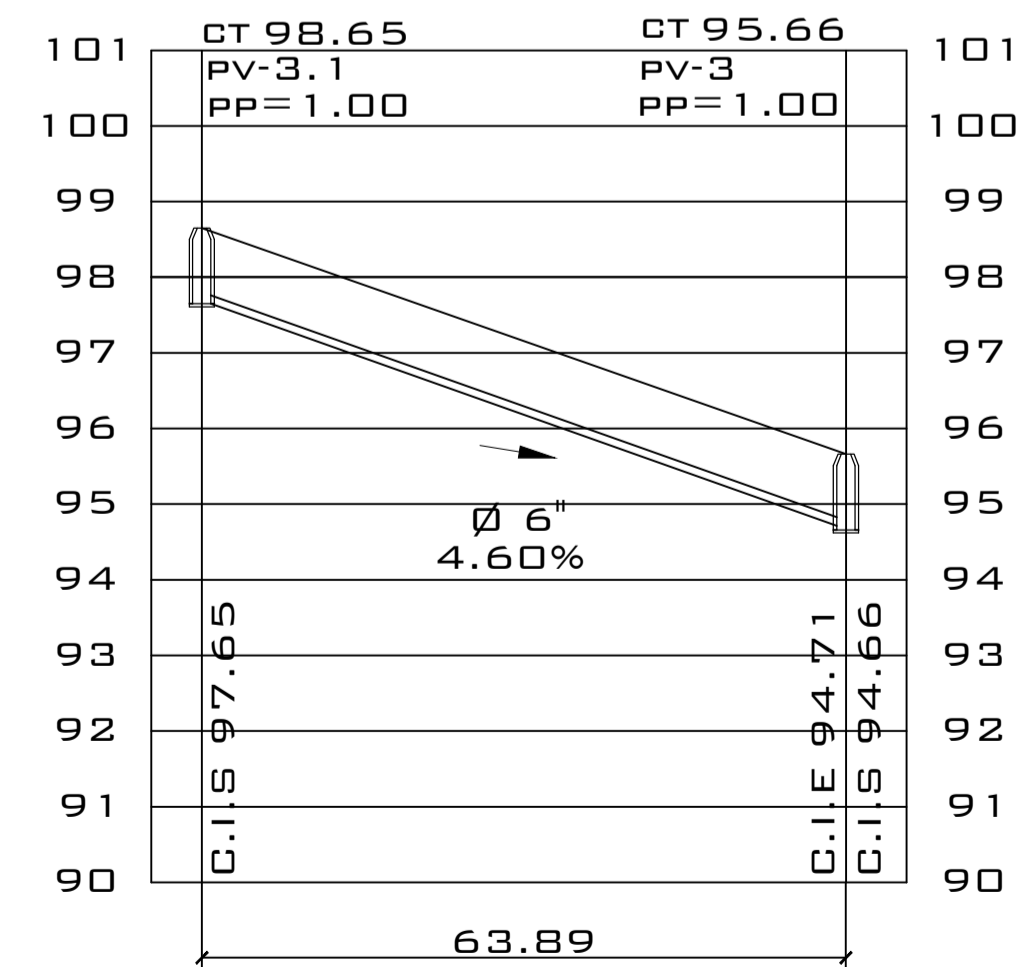
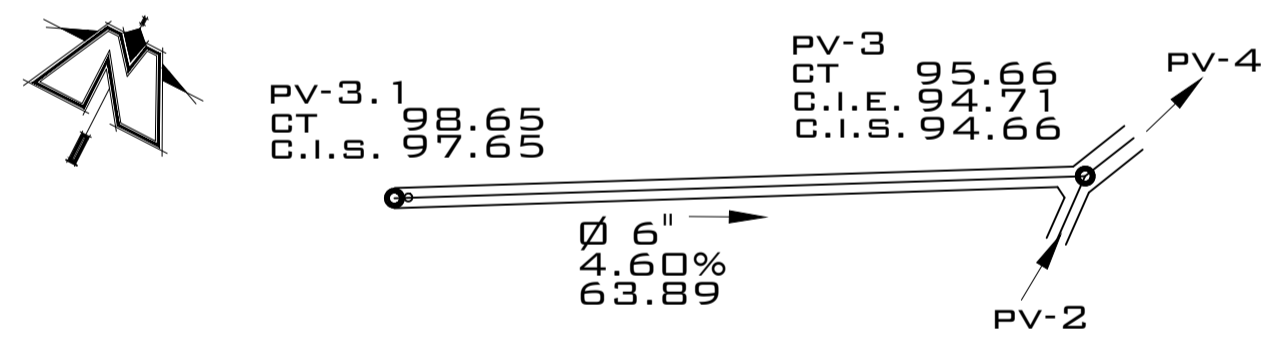
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-4.1 A PV-4

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



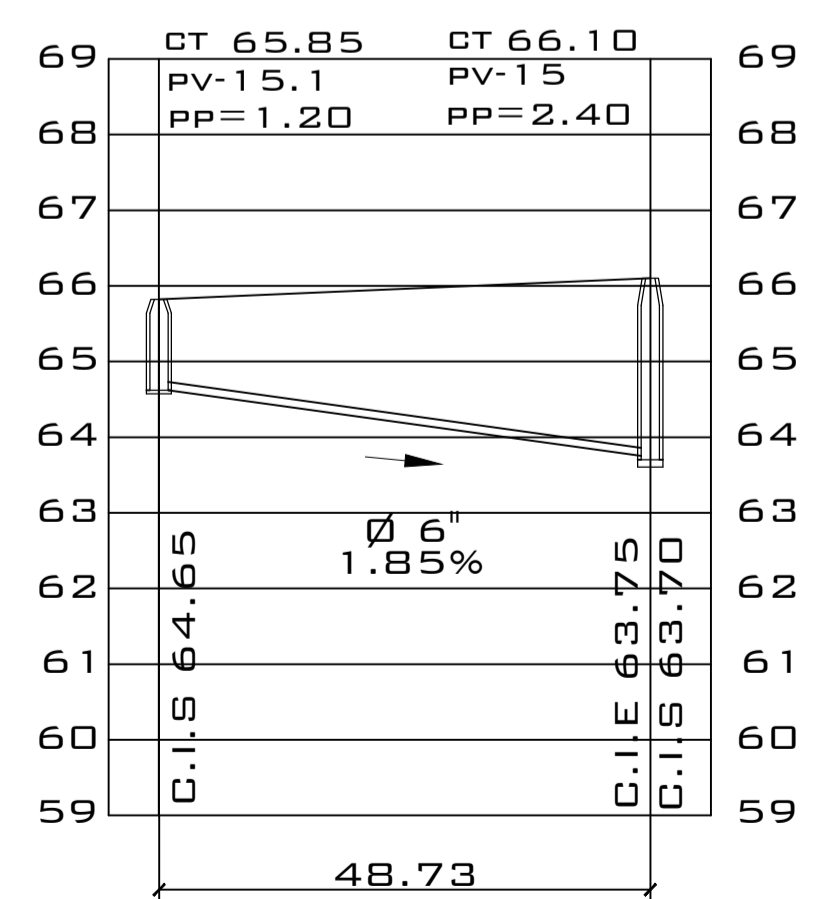
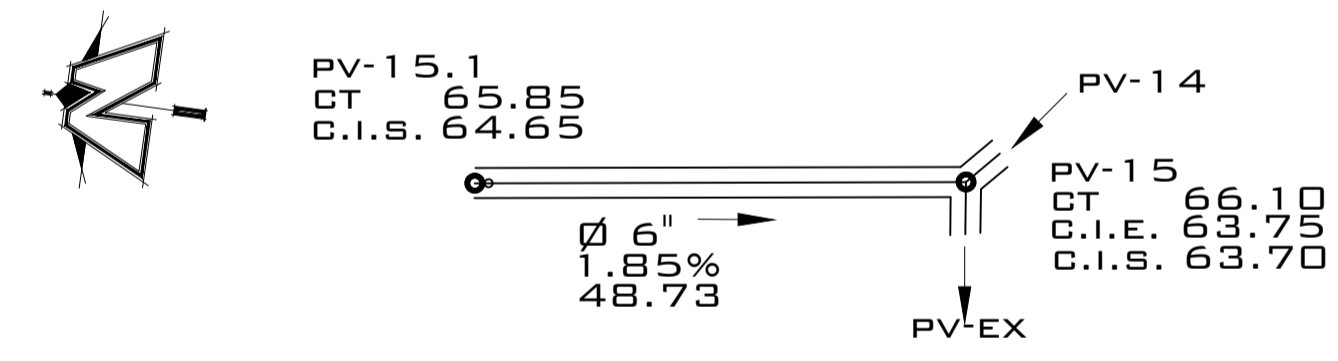
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-6.1 A PV-6

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



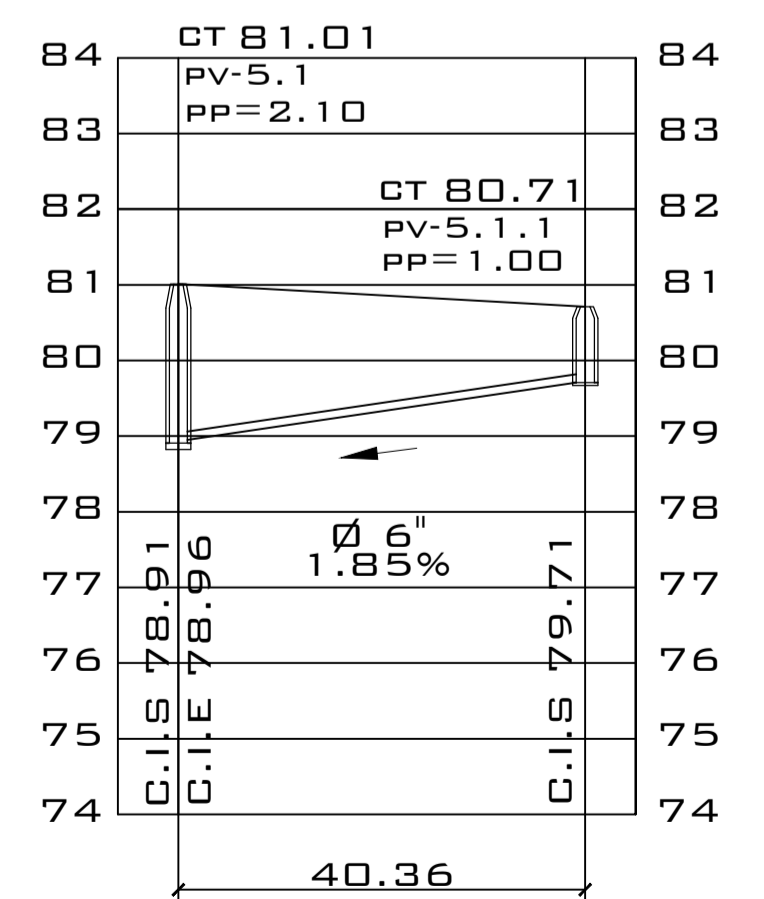
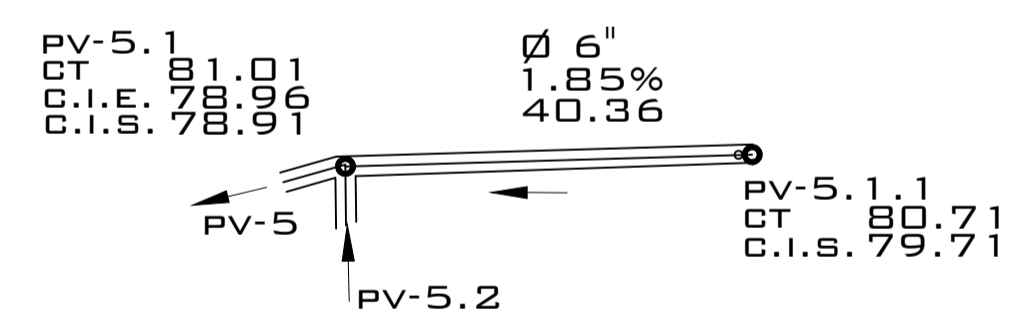
PLANTA-PERFIL TRAMO PV-3.1 A PV-3

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-15.1 A PV-15

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100



PLANTA-PERFIL TRAMO PV-5.1.1 A PV-5.1

ESCALA HORIZONTAL: 1/750
ESCALA VERTICAL: 1/100

NOMENCLATURA	
CT	COTA DE TERRENO
C.I.E.	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT DE SALIDA
○—○	INICIO DE RAMAL
⊙	POZO DE VISITA No.
%	PENDIENTE DE LA TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
∅	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
PP	PROFUNDIDAD DE POZO

NOTA:
TODA LA TUBERIA SERA DE PVC NORMA A.S.T. F-949 DIAMETRO INDICADO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
E.S. FACULTAD DE INGENIERIA
D.M.P. ZONA PRIMA MALTENAGO

Ing. Juan Merck Cos
ASesor SUPERVISOR DE PROYECTO

PROYECTO: AMPLIACION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA PUEBLO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL

EPESISTA: MIGUEL ANGEL ZAPETA MAZARIEGOS

CARNET: 1997_13509 ESCALA: INDICADA

DIBUJO: M.A.Z.M. ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2018

ING. JUAN MERCK COS
ASesor - SUPERVISOR

HOJA 05/06

