



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y
MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9
DE MIXCO, GUATEMALA**

José Carlos de la Cruz Godoy

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, septiembre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y
MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9
DE MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

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. Jurgén Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 9 de septiembre de 2015.


José Carlos De La Cruz Godoy



Guatemala, 03 de abril de 2017
REF.EPS.DOC.271.03.17

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

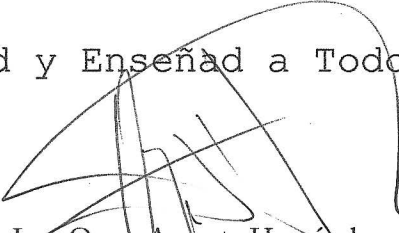
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Carlos De La Cruz Godoy, Registro Académico 201113761 y CUI 2234 14123 0101**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA.**

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. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
OAH/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
11 de mayo de 2017

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, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Carlos De La Cruz Godoy, con Carnet No.201113761, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



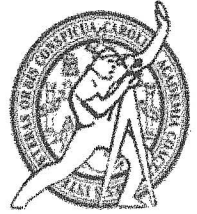
USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
17 de agosto de 2017

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, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Carlos De La Cruz Godoy , con Carnet No. 201113761 quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes



**FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC**

mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 24 de agosto de 2017

REF.EPS.DOC.263.08.17

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, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Carlos De La Cruz Godoy**, Registro Académico 201113761 y CUI 2234 14123 0101, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. **Oscar Argueta Hernández**.

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 Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS



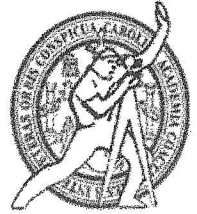
CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante José Carlos De la Cruz Godoy titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre
/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 406.2017

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, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **José Carlos De la Cruz Godoy**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano en Funciones

Guatemala, septiembre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida y la bendición de terminar esta etapa de mi vida.
- Mi padre** Ing. Juan Carlos De La Cruz por su amor, motivación, apoyo incondicional y ser un ejemplo de un excelente profesional.
- Mi abuela** Bernarda De La Cruz, por su amor y apoyo incondicionales.
- Mi familia** Por siempre estar pendientes, su soporte y apoyo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por acogerme y abrirme las puertas al conocimiento.
Facultad de Ingeniería	Por formarme académicamente y personalmente.
Mis compañeros de la Facultad	Por su amistad, conocimiento compartido y ser una gran influencia en mi formación académica.
Mis amigos	Por siempre estar ahí, por la atención, apoyo y motivación brindados.
Mi asesor	Ing. Oscar Argueta Hernández, por su disponibilidad, consejo y apoyo a lo largo del proceso de elaboración del presente trabajo de graduación.
Municipalidad de Mixco	Por aceptarme en su institución, brindarme los recursos y el apoyo necesario para la realización de presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea El Aguacate.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Características físicas.....	1
1.1.2.1. Ubicación y localización	1
1.1.2.2. Vías de acceso.....	3
1.1.2.3. Topografía.....	3
1.1.2.4. Clima	4
1.1.3. Características socioeconómicas	4
1.1.3.1. Población	5
1.1.3.2. Actividad económica	5
1.1.4. Servicios existentes	5
1.1.4.1. Agua potable	6
1.1.4.2. Servicios sanitarios	6
1.1.4.3. Energía eléctrica	6
1.1.5. Diagnóstico y priorización de las necesidades	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9

2.1.	Teoría común de los diseños	9
2.1.1.	Levantamiento topográfico	9
2.1.1.1.	Planimetría	9
2.1.1.2.	Altimetría	10
2.1.2.	Principios hidráulicos de los sistemas de alcantarillado	11
2.1.2.1.	Fórmula de Manning.....	11
2.1.2.2.	Relaciones hidráulicas.....	13
2.1.2.3.	Velocidades mínimas y máximas	15
2.1.3.	Pozos de visita	15
2.1.4.	Cotas Invert	16
2.1.5.	Profundidades mínimas de tubería.....	17
2.2.	Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate.....	17
2.2.1.	Descripción del proyecto	17
2.2.2.	Período de diseño	18
2.2.3.	Población de diseño	18
2.2.4.	Dotación	19
2.2.5.	Factor de retorno.....	20
2.2.6.	Factor de Harmon (FH)	20
2.2.7.	Caudal medio	21
2.2.7.1.	Caudal domiciliar	21
2.2.7.2.	Caudal comercial.....	22
2.2.7.3.	Caudal industrial.....	22
2.2.7.4.	Caudal de infiltración	22
2.2.7.5.	Caudal de conexiones ilícitas	23
2.2.7.6.	Factor de caudal medio	24
2.2.8.	Caudal de diseño	24
2.2.9.	Conexiones domiciliarias.....	25

2.2.10.	Fosa séptica	26
2.2.10.1.	Diseño hidráulico	27
2.2.10.2.	Diseño estructural	28
2.2.11.	Pozo de absorción	36
2.2.12.	Desarrollo del sistema	37
2.2.13.	Presupuesto	42
2.2.14.	Renglón unitario	42
2.2.15.	Cronograma de ejecución física y financiera	43
2.2.16.	Evaluación de impacto ambiental	45
2.3.	Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la aldea El Aguacate	47
2.3.1.	Descripción del proyecto	47
2.3.2.	Período de diseño	48
2.3.3.	Análisis hidrológico de la cuenca	48
2.3.4.	Método racional	49
2.3.4.1.	Tiempo de concentración	49
2.3.4.2.	Coeficiente de escorrentía	50
2.3.4.3.	Intensidad de lluvia	52
2.3.4.4.	Área tributaria	52
2.3.4.5.	Cálculo del caudal de diseño	53
2.3.5.	Caja de captación	53
2.3.6.	Desarrollo para el cálculo de alcantarillado	54
2.3.7.	Presupuesto	57
2.3.8.	Renglón unitario	57
2.3.9.	Cronograma de ejecución física y financiera	58
2.3.10.	Evaluación de impacto ambiental	59
2.4.	Mejoramiento de calles en aldea El Aguacate	62
2.4.1.	Descripción de proyecto	62
2.4.2.	Tránsito	62

2.4.3.	Sección transversal	63
2.4.4.	Perfil	64
2.4.5.	Ensayos de laboratorio.....	64
2.4.5.1.	Análisis granulométrico	64
2.4.5.2.	Ensayo de compactación.....	65
2.4.5.3.	Límites de Atterberg	66
2.4.5.3.1.	Límite líquido.....	67
2.4.5.3.2.	Límite plástico	68
2.4.5.3.3.	Índice de plasticidad.....	69
2.4.5.4.	CBR.....	69
2.4.6.	Análisis de resultados de ensayos	70
2.4.7.	Pavimento	70
2.4.7.1.	Capas de la estructura de un pavimento.....	71
2.4.7.1.1.	Subrasante.....	71
2.4.7.1.2.	Subbase.....	72
2.4.7.1.3.	Base.....	73
2.4.7.1.4.	Carpeta de rodadura	73
2.4.8.	Diseño de estructura de pavimento rígido	74
2.4.8.1.	Análisis del suelo de apoyo	74
2.4.8.2.	Diseño de pavimento rígido por medio del método PCA simplificado... ..	78
2.4.8.3.	Proporcionamiento de la mezcla.....	80
2.4.8.4.	Juntas	85
2.4.9.	Drenajes.....	87
2.4.9.1.	Localización de drenajes	87
2.4.9.2.	Cunetas	88
2.4.9.3.	Método racional	89
2.4.10.	Desarrollo para el cálculo de caudal en cunetas... ..	89

2.4.11.	Presupuesto	96
2.4.12.	Renglón unitario	96
2.4.13.	Cronograma de ejecución física y financiera	97
2.4.14.	Evaluación de impacto ambiental	99
CONCLUSIONES		101
RECOMENDACIONES		103
BIBLIOGRAFÍA		105
APÉNDICES		109
ANEXOS		111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Mixco	2
2.	Localización de la aldea El Aguacate.....	2
3.	Aldea El Aguacate y localización de proyectos	3
4.	Flujo uniforme en un canal abierto	12
5.	Representación gráfica de las dimensiones de la fosa séptica	29
6.	Cortes y momentos de muros largos de fosa séptica.....	32
7.	Cortes y momentos en muros cortos de fosa séptica.....	33
8.	Correlaciones entre resistencia y tipo de suelos	76
9.	Secciones de cunetas utilizadas en el mejoramiento de calles (medidas en metros)	88
10.	Porción de planta general del mejoramiento de calles y alcantarillado pluvial.....	90
11.	Corte transversal de estructura de pavimento de la 18 avenida.....	90
12.	Vista de satélite del área tributaria de la cuneta a analizar	92
13.	Variables de la sección de cuneta.....	93
14.	Dimensiones de la cuneta en metros	94

TABLAS

I.	Presupuesto para el alcantarillado sanitario.....	42
II.	Renglón unitario de brocal y tapa de pozo de visita	43

III.	Cronograma de ejecución física y financiera del alcantarillado sanitario.....	44
IV.	Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del alcantarillado sanitario.....	46
V.	Coeficientes de escorrentía	51
VI.	Presupuesto para el sistema de alcantarillado pluvial	57
VII.	Renglón unitario de sección cónica de pozo de visita.....	58
VIII.	Cronograma de ejecución física y financiera del alcantarillado pluvial.....	59
IX.	Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del alcantarillado pluvial.....	61
X.	Categorías de tráfico en función de cargas por eje	63
XI.	Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados	77
XII.	Valores k para diseños sobre bases granulares (PCA)	77
XIII.	TPPD permisible, categoría de carga por eje núm. 2 – pavimentos con trabazón de agregado	80
XIV.	Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y la relación agua-cemento	81
XV.	Revenimientos o asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	82
XVI.	Requisitos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregados.....	82
XVII.	Primer peso estimado de concreto fresco.....	83
XVIII.	Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.....	84
XIX.	Características del terreno para el tramo en cuestión.....	92
XX.	Presupuesto del mejoramiento de calles	96
XXI.	Renglón unitario de reacondicionamiento de subrasante	97

XXII.	Cronograma de ejecución física y financiera del mejoramiento de calles.....	98
XXIII.	Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del mejoramiento de calles.....	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal a sección llena
Qc.ilícitas	Caudal de conexiones ilícitas
q	Caudal de diseño
Qinf.	Caudal de infiltración
Qdom.	Caudal domiciliario
Qmedio	Caudal medio
cm	Centímetro
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro de la tubería
fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmon
°C	Grados centígrados (temperatura)
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
lt	Litro
lt/hab/día	Litros por habitante por día
lt/seg	Litros por segundo (caudal)
m	Metros
m²	Metros cuadrados (área)
m³	Metros cúbicos (volumen)
m³/seg	Metros cúbicos por segundo (caudal)
m/seg	Metros por segundo (velocidad)

msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
k	Módulo de reacción del suelo
MR	Módulo de ruptura del concreto
S	Pendiente del terreno
P	Población
Po	Población inicial
Pf	Población futura
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
f'c	Resistencia nominal del concreto
seg	Segundos
T_c	Tiempo de concentración
T₁	Tiempo de concentración anterior
d	Tirante del flujo de agua dentro de una tubería
v	Velocidad de diseño del flujo de agua
V	Velocidad de sección llena del flujo de agua

GLOSARIO

AASHTO	Siglas en inglés de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (American Association of State Highway and Transportation Officials).
Aguas servidas	El agua que se desecha luego de satisfacer las necesidades humanas. Puede ser doméstica, comercial o industrial, también se les llama aguas negras.
Altimetría	Conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de un punto.
Azimut	Ángulo horizontal referido al norte verdadero a arbitrario.
Bombeo	Pendiente dada a la corona una vía, hacia uno y otro lado del eje central, para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.
Cota invert	Es la cota vertical o altura del borde inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita.

Compactación	Procedimiento por la cual los materiales aumentan su resistencia y disminuyen su compresibilidad.
Dotación	Es el volumen de agua que necesita una persona para satisfacer sus necesidades biológicas por un día.
Grava	Conjunto de materiales procedentes de erosiones meteorológicas que se encuentra en yacimientos.
INFOM	Siglas del Instituto de Fomento Municipal.
PCA	Siglas en inglés de la Asociación del Cemento Pórtland (Portland Cement Association).
Período de diseño	Es el período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Permeabilidad	Propiedad que tienen los suelos de dejar pasar el agua a través de sus poros.
Planimetría	Es el proceso de mediciones efectuadas para obtener como resultado una representación gráfica del terreno sobre un plano horizontal sin tomar en cuenta el relieve.
PVC	Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo. Este se

pueden producir mediante cuatro procesos diferentes: suspensión, emulsión, masa y solución.

Tirante Altura del flujo de agua dentro de una tubería o canal.

TPDA Siglas para Tránsito Promedio Diario Anual.

TPPD Siglas para Tránsito Pesado Promedio Diario.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se desarrolla el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y la mejora de las calles para aldea El Aguacate zona 9 de Mixco, Guatemala. Consta de dos partes; el capítulo uno muestra un informe de las características y el estado de la aldea para posteriormente determinar las necesidades del lugar y así presentar las posibles soluciones. El capítulo dos se divide en cuatro partes más, contiene los diseños; la teoría básica común para los diferentes proyectos, y el contenido de cada uno de los diseños por separado.

La primera parte del capítulo dos, la teoría básica que tienen en común los diseños, comprende los levantamientos topográficos, principios hidráulicos, estructuras y dimensiones que se utilizan en dos o en los tres proyectos. El alcantarillado sanitario, desarrollado en la segunda parte del capítulo dos, se introducirá en tres de los cuatro sectores de la aldea El Aguacate. Cuenta con una longitud aproximada de 6 700 metros lineales y 3 puntos de desfogue. La tercera parte del capítulo dos, abarca al alcantarillado pluvial. Contará con alrededor de 300 metros lineales y se ubicará en las calles que son más afectadas por la erosión de la escorrentía durante la época de lluvias. La cuarta parte del capítulo dos comprende el mejoramiento de calles. Se mejorarán aproximadamente 7 600 metros cuadrados de las calles que son accesos principales a los sectores y de las calles que cuentan con mayor daño.

En la parte final se anexan memorias de cálculo, resultados de ensayos de laboratorio y los planos de cada uno de los diseños del presente trabajo de graduación.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, pluvial y mejoramiento de calles para la aldea El Aguacate, zona 9 de Mixco, Guatemala.

Específicos

1. Elaborar una monografía que incluya las características y el estado de la aldea El Aguacate para determinar las necesidades de la población y presentar las posibles soluciones.
2. Diseñar proyectos destinados a solucionar las necesidades determinadas en la monografía.
3. Presentar presupuestos, cronogramas y evaluación de impacto ambiental de cada uno de los proyectos diseñados.
4. Elaborar planos de los proyectos para su análisis y posible ejecución.

INTRODUCCIÓN

Mixco es un municipio que por su cercanía a la ciudad de Guatemala, tiene un crecimiento poblacional fuerte en sus colonias y zonas. El desarrollo adecuado del municipio solamente se logra mediante el mantenimiento de las condiciones de vida adecuadas para sus habitantes.

Debido al fuerte crecimiento poblacional del municipio, también debe hacerlo su infraestructura para proporcionar servicios públicos dignos a la población en constante crecimiento y así mantener unas condiciones de vida óptimas; la municipalidad es la responsable de construir, reconstruir y administrar los distintos elementos que conforman el ornato del municipio.

Algunas poblaciones del Mixco como es el caso de la aldea El Aguacate en la zona 9, se ven afectadas aún por la falta de algunos servicios públicos básicos, como lo son: manejo de las aguas residuales y vías de acceso adecuadas.

La aldea no cuenta con sistema de drenaje de las aguas servidas por lo que la población vive en constante riesgo de padecer enfermedades gastrointestinales provocadas por la exposición a los desechos y la mala higiene.

Muchas de las calles del interior de la aldea y los principales accesos a los cuatro sectores se encuentran dañados o con falta de un pavimento adecuado, debido a la escorrentía provocada por el agua de lluvia.

Tomando en cuenta lo anterior y para prestar servicios públicos dignos a la población, se plantean los proyectos de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, además del mejoramiento de los accesos principales de la aldea, tomando en consideración los factores, normas de construcción y recomendaciones necesarias, para garantizar la vida útil de dicha infraestructura planteada.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea El Aguacate

Recopilación de información acerca de las características y el estado de la aldea para posteriormente determinar las necesidades del lugar y presentar las posibles soluciones.

1.1.1. Reseña histórica

Según el COCODE de la aldea, ésta se fundó el 22 de abril de 1887 por dos familias, Chigüichón Velásquez y la familia Chigüichón Gómez. El 8 de diciembre se celebra la fiesta titular en honor de la Virgen de Concepción, patrona de la aldea.

1.1.2. Características físicas

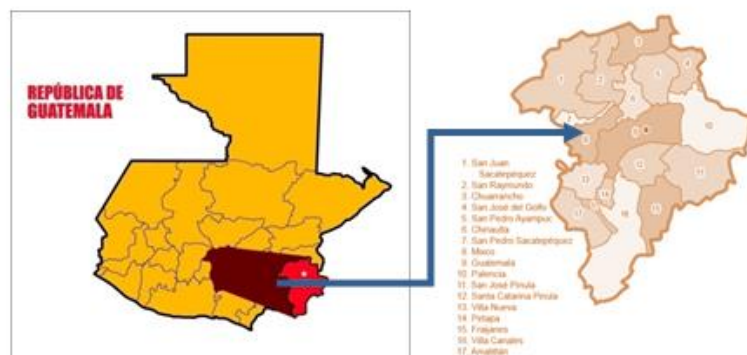
Información sobre la ubicación de la aldea, localización de los proyectos, topografía y clima.

1.1.2.1. Ubicación y localización

Mixco se encuentra ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital. El parque municipal en el centro, su municipalidad e iglesia católica a su alrededor, se localizan geográficamente en su latitud 14° 37' 50,50" N y longitud 90° 36' 22,17" O, datum WGS84.

La aldea está ubicada en la zona 9 de Mixco. Se localiza a 21 km de la ciudad capital y a 8 km de la cabecera municipal de Mixco. Sus coordenadas geográficas en Datum WGS84 son: 14° 35' 51,03" N y 90° 37' 13,05" O. Posee una extensión de 88,81 hectáreas.

Figura 1. **Localización del municipio de Mixco**



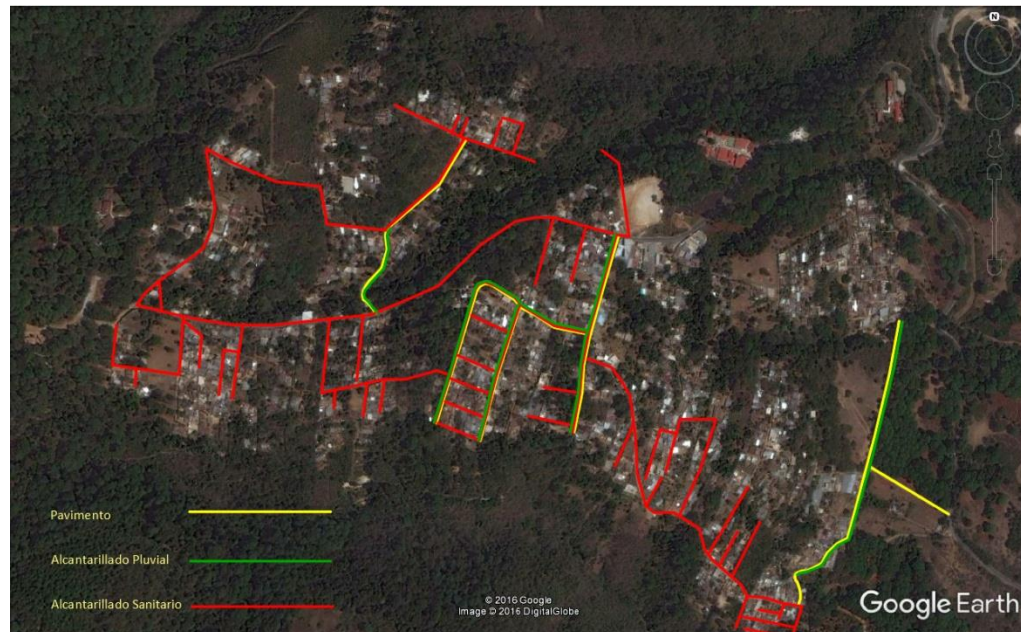
Fuente: Municipalidad de Mixco.

Figura 2. **Localización de la aldea El Aguacate**



Fuente: Google Earth. Consulta: abril de 2017.

Figura 3. **Aldea El Aguacate y localización de proyectos**



Fuente: Google Earth. Consulta: abril de 2017.

1.1.2.2. Vías de acceso

La única vía de acceso es a través de la CA-01-OCC (carretera Interamericana) de San Lucas Sacatepéquez hacia la ciudad de Guatemala, en el kilómetro 19,5 se toma el desvío hacia ciudad Satélite. Toda la vía está asfaltada.

1.1.2.3. Topografía

De acuerdo con el trabajo de graduación *caracterización biofísica y socioeconómica de la aldea El Aguacate* de Juan Manuel Mendoza, las elevaciones del terreno en la aldea El Aguacate van desde los 1 400 msnm hasta los 1 800 msnm. Las pendientes de la aldea van desde 0 hasta 55 %, El

aproximadamente la mitad del área de la comunidad es moderadamente escarpada y cerca de un tercio del área es escarpado.

1.1.2.4. Clima

Dentro de la aldea no funcionan estaciones meteorológicas, los datos que se presentan se obtuvieron de la estación meteorológica Suiza Contenta en San Lucas Sacatepéquez, directamente de la sección de climatología del Insivumeh y reflejan las condiciones climatológicas promedio en el área.

- Temperatura media anual en: 17,00 °C
- Temperatura máxima media anual: 23,50 °C
- Temperatura mínima media anual: 7,20 °C
- Temperatura máxima absoluta: 25,50 °C
- Temperatura mínima absoluta: 5,10 °C
- Promedio de precipitación anual: 944,80 mm
- Humedad relativa media: 75 %
- Humedad relativa máxima: 94 %
- Humedad relativa mínima: 37 %
- Nubosidad promedio: 6 octas
- Velocidad media del viento: 1,60 km/h
- Dirección promedio del viento: Norte
- Promedio anual de evapotranspiración en tanque: 2,65 mm

1.1.3. Características socioeconómicas

Análisis de la población, su procedencia y las diferentes actividades económicas en las que se desenvuelven.

1.1.3.1. Población

En la aldea habitan 937 familias siendo un total aproximado de 6 000 habitantes. El 59 % de los habitantes no son originarios de la aldea, provienen de todas partes del país e incluso de países vecinos. Los datos fueron proporcionados por el COCODE de El Aguacate y centro de salud de ciudad Satélite el cual tiene bajo su jurisdicción a la aldea.

1.1.3.2. Actividad económica

De acuerdo con el COCODE de la aldea El Aguacate la mayoría de los varones se dedica a la albañilería y en menor grado a la carpintería, sastrería, mecánica, venta de gas, pilotos, seguridad, entre otras, ejerciendo sus profesiones en la ciudad de Guatemala y los alrededores de la aldea.

Entre las actividades económicas de las mujeres se encuentran la venta de abarrotes en tiendas, venta de comida en diferentes puntos, empleadas domésticas, costureras o amas de casa, laborando en los alrededores de la aldea.

1.1.4. Servicios existentes

Se realizó la observación de los servicios básicos disponibles en la aldea. Se debe analizar el alcance y estado de dichos servicios para determinar las necesidades que aún quedan sin satisfacer y proponer soluciones.

1.1.4.1. Agua potable

Existe un sistema de abastecimiento de agua potable proporcionado por la empresa ABASTASA. Además, cuenta con un sistema de pilas y fuentes públicas de agua potable esparcidas por toda la aldea. En total son 11 llaves de agua comunales abastecidas por dos manantiales de agua en residenciales Labor de Castilla I.

1.1.4.2. Servicios sanitarios

En la actualidad la población de la aldea El Aguacate no cuenta con un sistema de evacuación de aguas residuales ordinarias; la mayoría de las viviendas cuentan con pozos ciegos y en otras disponen sus aguas residuales a flor de tierra.

La aldea tiene al alcance servicio privado de extracción de basura, pero solamente un cuarto de la población cuenta con dicho servicio. El resto de habitantes dispone de la basura por sus propios medios; la mayoría quema la basura en sus terrenos o en los alrededores, mientras que otra porción de la población la entierra o la desecha en cualquier lugar.

1.1.4.3. Energía eléctrica

La mayoría de los hogares de la aldea cuentan con servicio de energía eléctrica suministrado por la Empresa Eléctrica de Guatemala.

1.1.5. Diagnóstico y priorización de las necesidades

La aldea tiene acceso al agua potable por diferentes medios pero el único método a su disposición para el manejo de las aguas residuales es el uso de pozos ciegos, ubicados en cada propiedad. Esto implica el riesgo a la exposición a enfermedades gastrointestinales; la contaminación de la propiedad y del manto freático. Para evitar dichos riesgos al ser una población aglomerada, debe contar con un sistema centralizado para el manejo de las aguas residuales: un sistema de alcantarillado.

También se debe de realizar el debido tratamiento de las aguas residuales provenientes de la aldea. Actualmente no existe ninguna planta de tratamiento en los alrededores, por lo que las aguas que no son captadas en pozos fluyen directamente hacia los barrancos, contaminando el área circundante.

Las calles se han ido deteriorando debido al efecto del flujo de agua de lluvia en algunos sectores, hasta el punto que se vuelve dificultoso el paso de vehículos, por lo que los vecinos del sector 3 y 4 han solicitado la mejora de las calles. El acceso principal a los sectores 1 y 2 era pavimentado, sin embargo, dicho pavimento fue de mala calidad y se deterioró hasta el punto que solo queda la base de la estructura.

Es necesaria la construcción de los sistemas de alcantarillado y el mejoramiento de calles; de no ser así, el problema de saneamiento, flujo vehicular y contaminación aumentará. La contaminación puede afectar también el ambiente a los alrededores de la aldea.

Con la ejecución del proyecto se logrará contribuir a solucionar el problema de saneamiento y contaminación, aportando a los pobladores un

ambiente limpio. Con la mejora de las calles de la aldea, se reducirá el tiempo de traslado de los pobladores, así como reducirá los gastos causados por el daño a los vehículos.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Teoría común de los diseños

Es la teoría básica que tienen en común los diseños, comprende los levantamientos topográficos, principios hidráulicos, estructuras y dimensiones que se utilizan en dos o tres proyectos.

2.1.1. Levantamiento topográfico

Se llevó a cabo el levantamiento topográfico de toda la aldea mediante el uso de un teodolito. Se tomaron puntos en todas las referencias consideradas de interés y a cada 20 metros aproximadamente en la longitud de las calles.

2.1.1.1. Planimetría

Es el proceso de mediciones efectuadas para obtener como resultado una representación gráfica del terreno sobre un plano horizontal, sin tomar en cuenta el relieve.

La planimetría utiliza varios métodos de medición para determinar la posición de un punto en un plano horizontal:

- A partir de un solo punto conocido por el levantamiento de poligonales. Una poligonal es una serie de líneas rectas que conectan estaciones. Existen dos tipos de poligonal: abierta y cerrada.

- A partir de un solo punto conocido por proyección radial. Este método consiste en medir distancias horizontales y azimut a partir de un solo punto conocido. Todas las radiaciones deben ser visibles y a ángulos de más de 15°.
- A partir de una línea conocida por offset. Consiste en medir distancias horizontales y trazar perpendiculares.

En el levantamiento topográfico se trazaron poligonales abiertas en cada calle, desde las cuales se realizaban las radiaciones de los puntos de interés, utilizando la conservación de azimut. Esta consiste en avanzar a la siguiente estación, realizar una observación de la estación anterior con vuelta de campana con el ángulo conservado, para luego hacer de nuevo una vuelta de campana del lente del teodolito para hacer la nueva medición.

2.1.1.2. Altimetría

Conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto establecido con los trabajos de planimetría, y con ello representar el relieve del terreno con planos de curvas de nivel, perfiles, entre otros.

La nivelación puede ser simple o compuesta. La nivelación simple se realiza saliendo de un punto cuya altura se conoce y avanzando en el terreno haciendo puntos de vuelta, obteniendo la diferencia de altura entre cada punto. La nivelación compuesta consiste en los mismos pasos que la simple, pero además se incluyen puntos intermedios de los que se desea conocer sus cotas. Las cotas pueden ser absolutas, que son referidas al nivel del mar, o relativas,

las cuales utilizan un punto de referencia previamente establecido llamado banco de marca o BM.

En el levantamiento topográfico para todos los diseños, se utilizó un banco de marca con 100 metros de altura ubicado en el acceso principal de la aldea El Aguacate.

2.1.2. Principios hidráulicos de los sistemas de alcantarillado

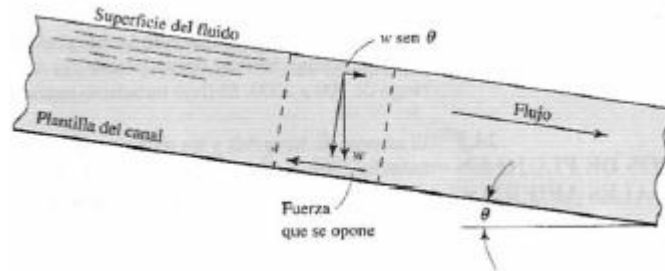
Los sistemas de alcantarillado se analizan como canales abiertos en los cuales el agua circula impulsada solamente por la gravedad, debido a que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. Existen excepciones como en el caso de los sifones invertidos y tuberías de impulsión de estaciones elevadas.

Se puede dar la eventualidad de producirse alguna presión debido a la formación de gases o en el caso de que sea superada la capacidad para la que fueron diseñadas las alcantarillas.

2.1.2.1. Fórmula de Manning

Para efecto de cálculo, el flujo en un canal abierto se considera uniforme. La característica distintiva del flujo uniforme es que la superficie del fluido es paralela a la pendiente del fondo (plantilla) del canal. El flujo uniforme sólo existe si el canal es prismático, es decir, si sus lados son paralelos a un eje en dirección del flujo. Además, la pendiente del canal debe ser constante. Si la sección transversal o pendiente cambiara, entonces la corriente sería convergente o divergente, y habría flujo variado.

Figura 4. **Flujo uniforme en un canal abierto**



Fuente: MOTT, Robert. *Mecánica de Fluidos*. p. 448.

En el flujo uniforme, la fuerza que impulsa al flujo es la componente del peso del fluido que actúa paralela a la longitud del canal, como se observa en la figura 4. Siendo w el peso de un elemento dado de fluido y θ el ángulo de inclinación del fondo del canal, la componente paralela al canal es $w \text{ sen } \theta$. Si el flujo es uniforme, no debe acelerar. Por tanto, debe haber una fuerza opuesta igual que actúe a lo largo de la superficie del canal contrarrestando a $w \text{ sen } \theta$. Esta fuerza es la fricción, la cual depende de la rugosidad de las superficies del canal y del tamaño y forma de su sección transversal.

Al igualar la fuerza que impulsa al flujo con aquella que se opone se obtiene una expresión para la velocidad promedio del flujo uniforme, desarrollada por Robert Mannig, la fórmula resultante para el sistema internacional, es:

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

Donde:

v = velocidad del flujo (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

R = radio hidráulico (m)

S = pendiente (adimensional)

Se puede simplificar la fórmula ajustándola para el cálculo de un alcantarillado, despejando el diámetro de la tubería en el radio hidráulico. La fórmula de Manning quedaría expresada de la siguiente manera:

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

Donde:

v = velocidad del flujo (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (adimensional)

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

S = pendiente (adimensional)

2.1.2.2. Relaciones hidráulicas

Generalmente las alcantarillas trabajan a sección parcialmente llena debido a que el caudal de las aguas de desecho o pluviales nunca es constante. Esto influye directamente en el área transversal del líquido, en la altura o tirante del flujo y su velocidad, magnitudes indispensables para comprobar el correcto funcionamiento del alcantarillado.

Debido a que en las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena los cálculos del radio hidráulico y del área del flujo son laboriosos, y por tanto, también los de la velocidad y el caudal, se utilizan las relaciones hidráulicas. Con dichas relaciones, para cualquier relación de caudal a sección parcialmente

llena (q) con el caudal a sección llena (Q) de la tubería, se dan las relaciones de velocidad y altura del flujo de la misma.

Las relaciones hidráulicas pueden ser representadas gráficamente, determinarse por medio de nomogramas de la fórmula de Manning o estar tabuladas en una tabla. A continuación, se describen con más detalle cada una de las relaciones hidráulicas:

- Relación q/Q : es el punto de partida para el cálculo de las demás relaciones hidráulicas. El caudal a sección parcialmente llena (q) es el caudal de diseño y se obtiene para cada tramo, utilizando el factor de caudal medio y el factor de Harmond. El caudal a sección llena (Q) se calcula mediante la fórmula de Manning. Esta relación indica que proporción de caudal fluye en la tubería con respecto al máximo posible.
- Relación v/V : es la relación entre la velocidad a sección parcialmente llena (v) y la velocidad a sección llena (V) de la tubería. Se obtiene a base de la relación q/Q , multiplicando v/V por V , se puede obtener la velocidad a sección parcialmente llena.
- Relación d/D : es la relación entre la altura del flujo o tirante (d) y el diámetro interno de la tubería (D). Como con la relación v/V , la relación d/D es obtenida utilizando la relación q/Q en una tabla o representación gráfica de las relaciones hidráulicas. Debido a que la velocidad máxima del flujo en una alcantarilla se da cuando el tirante tiene una proporción del 0,75 al 0,80 del diámetro interno (D) y para evitar la acumulación de partículas dentro de la tubería, la relación d/D debe estar comprendida entre 0,10 y 0,75.

2.1.2.3. Velocidades mínimas y máximas

Es el rango de velocidad permisible para el flujo de agua dentro de las tuberías. Se establece una velocidad mínima para evitar el asolvamiento por acumulación de partículas. El límite para la velocidad máxima evita la erosión de las paredes de la tubería y el daño de las obras complementarias del alcantarillado.

Tanto en el alcantarillado sanitario como en el pluvial se utilizarán tuberías Novafort, las cuales según especificaciones técnicas del fabricante tienen una velocidad mínima recomendada de 0,60 m/s y una velocidad máxima recomendada de 5,00 m/s.

2.1.3. Pozos de visita

Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado. Son estructuras con forma cilíndrica, generalmente tienen un diámetro de 1,20 metros. En la superficie tienen una tapa de 60 centímetros de diámetro con orificios de ventilación. Pueden ser construidos de mampostería o con elementos de concreto; construidos en el sitio o ser prefabricados. Pueden ser recubiertos de material plástico. En la base del cilindro se hace una sección semicircular la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector del alcantarillado a otro.

Facilitan las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema de alcantarillado, además, proveen una adecuada ventilación.

Se construyen al inicio de los tramos, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro y cambios de pendiente. La separación entre

cada pozo no debe ser mayor a 100 metros en tramos rectos y 30 metros en curvas.

En el alcantarillado sanitario se construirán 137 pozos y en el pluvial 9 pozos. Los pozos emplearán ladrillo de barro cocido, contarán con una base de concreto de 15 centímetros de espesor; el fondo de los pozos tendrá un diámetro de 1,66 metros, estrechándose a partir de los 1,21 metros medidos desde la rasante hasta llegar a un diámetro de 1,22 metros en la parte alta, en el brocal. Para mayor información acerca del diseño de los pozos véase el plano 37.

2.1.4. Cotas Invert

Es la cota vertical o altura del borde inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Se trabaja junto con el fondo del pozo de visita para determinar la profundidad del mismo. Las cotas invert se obtienen en base a la pendiente de la tubería y la longitud del tramo entre pozos, tomando las siguientes especificaciones:

- La cota invert de salida del pozo se coloca, como mínimo, tres centímetros por debajo de la cota invert de entrada.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra al pozo es menor que el diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida baja una distancia igual a la diferencia de diámetros de las tuberías de entrada.

La cota invert mínima utilizada en tramos iniciales dependerá de la profundidad mínima de la tubería y su diámetro.

2.1.5. Profundidades mínimas de tubería

Es la distancia entre el terreno y la parte superior externa de la tubería. Permite proteger al sistema de las cargas ejercidas por el tránsito de vehículos, de la intemperie y accidentes.

De acuerdo con las especificaciones del fabricante de las tuberías Novafort, se recomienda un recubrimiento mínimo de 0,80 m sobre la corona del tubo.

2.2. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate

Esta sección está conformada por la descripción del proyecto de alcantarillado sanitario, su teoría básica, detalle de los criterios utilizados en su diseño y de sus complementos, muestras de cálculo, presupuesto, cronograma y evaluación de impacto ambiental.

2.2.1. Descripción del proyecto

El alcantarillado sanitario se introducirá en las áreas de tres de los cuatro sectores de la aldea El Aguacate, en donde se puede desfogar adecuadamente las aguas de desecho a un área propuesta para su tratamiento. Se beneficiarán 515 familias, 3 600 habitantes aproximadamente.

Tendrá una longitud aproximada de 6 700 metros lineales, con 137 pozos de visita y 3 puntos de desfogue. Se utilizará tubería PVC Novafort con diámetros de 6 a 18 pulgadas. El diseño está basado en los criterios provistos por el trabajo de graduación *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2* de Ricardo

Antonio Cabrera Riepele, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y los indicados en el manual técnico del fabricante de la tubería.

Debido a la topografía del terreno y a la falta de un lugar adecuado para el tratamiento de las aguas de desecho, el sector 3 no fue incluido en el trazo del alcantarillado. Para este sector se recomienda que cada familia construya una fosa séptica para el tratamiento de las aguas servidas y que posteriormente sean redirigidas a un pozo de absorción. En los planos 38 y 39 se incluyen unos diseños propuestos de dichas estructuras.

2.2.2. Período de diseño

Es el período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente. Es el tiempo durante el cual la construcción servirá a la comunidad, antes de que deba abandonarse o ampliarse por resultar ya inadecuada. Por tanto, es necesario estimar la población futura que será beneficiada, así como las áreas probables de anexión a la comunidad que requerirán de alcantarillado y su tipo probable de desarrollo.

En el caso de alcantarillados, el período de diseño suele ser de 30 a 40 años, a partir de la fecha de construcción. Para el caso del alcantarillado sanitario, se establece un período de diseño de 30 años; es el utilizado por la municipalidad de Mixco dada la tasa de crecimiento poblacional del municipio.

2.2.3. Población de diseño

Es la población que tributará caudales al sistema al final del período de diseño. Se estimó utilizando el método de incremento geométrico.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P_n = población buscada

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

La población actual que tributará al alcantarillado sanitario son 3 605 habitantes; con una tasa de crecimiento poblacional del 2,5 %, se estima la población futura para 30 años del período de diseño:

$$P_n = 3\,605(1 + 0,025)^{30}$$

$$P_n = 7\,562 \text{ habitantes}$$

2.2.4. Dotación

Es el volumen de agua que necesita una persona para satisfacer sus necesidades biológicas por un día. Está expresado en litros por habitante por día (lt/hab/día). Es influida por diversos factores, como el área en la que se ubica (rural o urbana), la temperatura, el tipo de consumo, clima, entre otros.

Para las condiciones de la aldea El Aguacate se utiliza una dotación de 150 lt/hab/día la cual corresponde a la dotación para el área rural.

2.2.5. Factor de retorno

Es la relación entre el volumen de agua de desecho doméstico y la dotación del suministro de agua potable. Es determinado en base al criterio del uso del agua potable en la localidad.

Este factor va desde 0,70 a 0,90 debido a que no toda el agua potable suministrada desfoga a los alcantarillados. Esto es porque hay actividades donde el agua se infiltra al suelo o se evapora.

Para El Aguacate se estimó un factor de retorno de 0,75. El consumo es principalmente doméstico y público pero hay algunos terrenos en donde el agua es utilizada para la agricultura.

2.2.6. Factor de Harmon (FH)

También conocido como factor de flujo. Determina el caudal máximo que fluye por las tuberías en un momento dado, cuando una gran cantidad de usuarios utilicen el sistema a, lo cual congestionaría el flujo. Es adimensional, varía entre 1,5 y 4,5. Se determina de la siguiente forma:

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

Donde:

FH = factor de Harmon.

P = población del tramo en cuestión

2.2.7. Caudal medio

Está integrado por los caudales doméstico, comercial, industrial, de infiltración y el producido por la infiltración y las conexiones ilícitas.

2.2.7.1. Caudal domiciliar

Es el agua que fue utilizada por las personas que habitan una residencia para satisfacer sus necesidades y luego fue conducida a una red de alcantarillado. Se relaciona con la dotación del suministro de agua potable y el factor de retorno para la comunidad en cuestión.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Dotación} * \text{Núm. de habitantes} * F.R.}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (L/s)

Núm. de habitantes = número de habitantes del tramo, al final del período de diseño.

F. R. = factor de retorno

Para la aldea El Aguacate, el alcantarillado sanitario beneficiará a 7 562 habitantes al final de su período de diseño. Con una dotación de 150 lt/hab/día y un factor de retorno de 0,75, el caudal domiciliar total es:

$$Q_{dom} = \frac{150 \text{ l/hab/día} * 7\ 562 * 0,75}{86\ 400} = 4,69 \text{ l/s}$$

2.2.7.2. Caudal comercial

Es el agua de desecho proveniente de cualquier tipo de edificación destinada al comercio, como restaurantes, hoteles, entre otros. Se les asigna una dotación estimada entre 600 y 3 000 lt/comercio/día, dependiendo del tipo de comercio.

En El Aguacate no se ubica ningún comercio importante, pero las escuelas e iglesias se tomaron en cuenta y se estimó una dotación correspondiente a cada una de estas edificaciones, obteniendo un caudal total de 0,475 lt/s.

2.2.7.3. Caudal industrial

Es el agua de desecho proveniente de las industrias. Dependiendo del tipo de industria, se le puede asignar una dotación entre 1 000 y 18 000 lts/industria/día.

En el Aguacate no se ubican edificaciones del tipo industrial, por lo que este caudal no fue tomado en cuenta.

2.2.7.4. Caudal de infiltración

Es el agua que se infiltra en las alcantarillas, está relacionado con la profundidad del nivel freático y las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra y supervisión con que se cuenta durante la construcción.

Este caudal no fue considerado en el diseño del alcantarillado puesto que la tubería de PVC es de fácil colocación e instalación y, además, la infiltración que permite es mínima.

2.2.7.5. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan tuberías de drenaje pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede considerar estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0,5 a 2,5 %.

Al depender del caudal producido por las lluvias, para su cálculo se utiliza la fórmula del método racional (véase sección 2.3.4).

$$Q_{c. \text{ilícitas}} = \frac{CI(A * \%)}{360}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía (%)

I = intensidad de lluvia (mm/hora)

A = posible área conectada de forma ilícita (Ha)

En el diseño se estableció un 2 % como el porcentaje de casas que puede hacer conexiones ilícitas, la intensidad de lluvia es 116,96 mm/h y el coeficiente de escorrentía ponderado de las parcelas de las viviendas en la aldea es de 0,61. Las dimensiones promedio de los lotes son de 10 metros de frente por 20 metros de profundidad.

$$Q_{c. \text{ilícitas}} = \frac{0,61 * 116,96 \text{ mm/h} * \frac{10 \text{ m} * 20 \text{ m} * 515 * 0,02}{10\ 000}}{360}$$

$$Q_{c. \text{ilícitas}} = \frac{0,61 * 116,96 \text{ mm/h} * 0,206 \text{ Ha}}{360} = 0,04082 \text{ m}^3/\text{s} = 40,82 \text{ l/s}$$

2.2.7.6. Factor de caudal medio

Es la relación entre el caudal medio y el número total de habitantes del área a drenar. Varía entre los valores de 0,002 a 0,005; si se determina que el valor del factor de caudal medio no es contenido en este rango, se toma el valor del límite más cercano.

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}} + Q_{\text{inf}} + Q_{c. \text{ilícitas}}$$

$$f. q. m. = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{Núm. de habitantes futuro}}$$

Para el alcantarillado en El Aguacate:

$$f. q. m. = \frac{37,774 \text{ L/s}}{6\ 196} = 0,006$$

Al estar por encima del límite superior del rango permisible, el f. q. m. a utilizar es 0,005.

2.2.8. Caudal de diseño

Es el caudal que transporta la tubería en cualquier punto de toda la red. Establece las condiciones hidráulicas del diseño del sistema de alcantarillado,

depende directamente del factor de Harmond, el factor de caudal medio y el número de habitantes.

$$Q_{dis} = \text{Núm. habitantes} * f.q.m. * F.H.$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)

f. q. m. = factor de caudal medio

F. H. = factor de Harmond

2.2.9. Conexiones domiciliarias

Tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las viviendas o edificaciones y conducir las a la tubería principal o a un punto de desfogue. Generalmente al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida con tubería de concreto de 12 pulgadas o mampostería con un lado menor de 45 centímetros. Es impermeabilizada y se le coloca una tapadera para hacer inspecciones. El fondo de la caja de inspección debe ser fundido de concreto, con pendiente para que el agua de desecho fluya por la tubería secundaria y llevada al sistema de alcantarillado. Debe tener una altura mínima de 1 metro.

Si la tubería de las conexiones domiciliarias es de PVC, el diámetro que se utiliza es de 4 pulgadas. Debe tener una pendiente mínima de 2 %. Las

conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar filtraciones de agua e invasión de raíces.

2.2.10. Fosa séptica

Utilizadas generalmente para el tratamiento de aguas residuales de familias que habitan en zonas que no cuentan con servicios de alcantarillado o que no es posible la conexión al sistema de alcantarillado por resultar costoso o estar demasiado alejado.

Uno de los principales objetivos de la fosa séptica es crear estabilidad hidráulica que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. El material sedimentado se acumula en el fondo de la fosa formando una capa de lodo que debe extraerse periódicamente. La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaeróbicas y una parte considerable de ella se convierte en agua y gases. Los sólidos que ocupan la parte inferior de la fosa se compactan, debido al peso de las capas superiores de líquido y a los sólidos que soportan. La eliminación de los sólidos en suspensión depende en gran medida del tiempo de retención, los dispositivos de entrada y salida y la frecuencia de extracción de lodos. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura con el máximo alrededor de los 35°.

Tras un tiempo habitual de hasta 3 días el líquido parcialmente tratado sale de la fosa séptica y se elimina a menudo en el suelo a través de pozos de absorción o zanjas de infiltración.

2.2.10.1. Diseño hidráulico

Las dimensiones de la fosa séptica propuesta para cada lote se determinaron con el siguiente procedimiento:

- Cálculo del caudal total y del tiempo de residencia del líquido

$$Q_{total} = \text{dotación} * \text{factor de retorno} * \text{Núm. habitantes}$$

$$Q_{total} = 150 \text{ l/hab/día} * 0,75 * 7 = 787,50 \text{ l/día}$$

$$t_{res} = 1,5 - 0,3 \log(Q_{total}) = 0,63 \text{ días} = 15,15 \text{ horas}$$

- Volumen ocupado por el líquido

$$V_e = t_{res} Q_{total} = 0,63 \text{ días} * 787,50 \text{ litros} = 497,01 \text{ litros}$$

Se asume un aporte de lodos y capa de natas de 60 litros por habitante al año y un intervalo de limpieza de la fosa séptica de 2 años.

- Volumen ocupado por lodos y costra de natas

$$V_{Ln} = \text{Núm. habitantes} * \text{aporte de lodos} * \text{intervalo de limpieza}$$

$$V_{Ln} = 7 * 60 \text{ l/hab/año} * 2 \text{ años} = 840 \text{ litros}$$

Se establece una altura del líquido (h_e) 1,20 metros, una altura de lodos y costra de natas (h_{Ln}) de 0,30 metros y una altura del aire (h_a) de 0,30 metros.

- Dimensiones de la fosa séptica

$$\text{Área } (A_{fs}) = \frac{(V_e + V_{Ln})}{(h_e + h_{Ln})} = \frac{0,497 \text{ m}^3 + 0,840 \text{ m}^3}{1,20 \text{ m} + 0,30 \text{ m}} = 0,89 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud} = \sqrt{2A_{fs}} = \sqrt{2 * 0,89 \text{ m}^2} = 1,34 \text{ m}$$

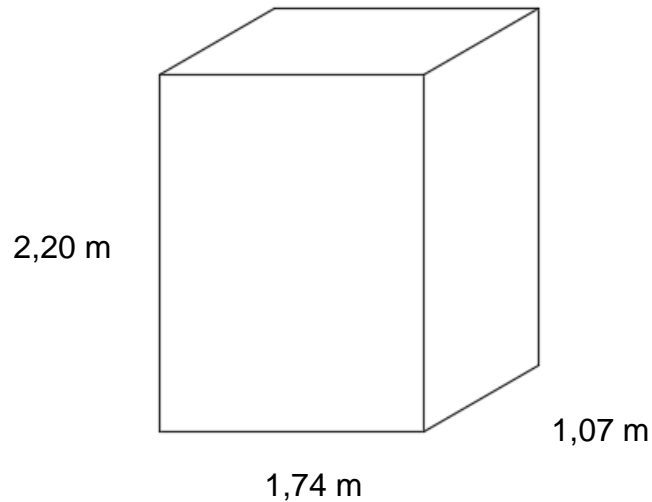
$$\text{Ancho} = \frac{\text{Longitud}}{2} = 0,67 \text{ m}$$

$$\text{Altura total} = h_a + h_e + h_{Ln} = 0,30 \text{ m} + 1,20 \text{ m} + 0,30 \text{ m} = 1,80 \text{ m}$$

2.2.10.2. Diseño estructural

Procedimiento para el cálculo del refuerzo estructural de la fosa séptica.

Figura 5. **Representación gráfica de las dimensiones de la fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Se empleó el método de las secciones, este considera que los tanques están conformados por losas que constituyen su tapa, base y muros y estos elementos a su vez, están sometidos a cargas uniformemente distribuidas, tanto rectangulares como triangulares. Los diferentes elementos del tanque presentan flexión en una o dos direcciones dependiendo de sus dimensiones.

Para el cálculo de las fuerzas internas en los elementos del tanque se realizan cortes transversales en el mismo con el fin de conseguir secciones de diseño, en las zonas críticas donde las cargas sean mayores o donde se dan las mayores deflexiones. Los cortes pueden ser horizontales o verticales.

Las secciones de diseño analizadas deberán ser sometidas a las diferentes cargas y combinaciones de las mismas que se pudieran presentar durante la vida útil de la fosa.

Para el caso de la presente fosa séptica, se emplearon secciones de 0,30 m de ancho en posición vertical. La tapa se toma con juntas articuladas sobre los muros.

- Datos de diseño

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Espesor de losas y muros} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Densidad del suelo} = 1\,485,05 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Ángulo de fricción interna} = 30^\circ$$

- Cálculo de cargas muertas

$$\text{Losa superior} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 0,30 \text{ m} = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Muro} = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Base} = 144 \text{ kg/m}$$

- Reacción de cargas muertas

$$r_{CM} = \frac{W_m}{l_b} + W_{tap} - W_{base}$$

$$= \frac{2(2\,400 \text{ kg/m}^3)(0,30 \text{ m})(0,20 \text{ m})(1,80 \text{ m})}{1,07 \text{ m}} + 144 \text{ kg/m} - 144 \text{ kg/m}$$

$$r_{CM} = 518,40 \text{ kg/m}$$

- Carga viva

$$CV = 250 \text{ kg/m}$$

- Presión hidrostática

$$P_w = 1,50 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 * 0,30 \text{ m} = 450 \text{ kg/m}$$

- Presión lateral de tierras

$$K_a = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0,38$$

$$P_s = 0,38 \gamma h (\text{ancho sección})$$

$$P_s = 0,38 * 1 \frac{485,05 \text{ kg}}{\text{m}^3} * (0,20 \text{ m} + 1,80 \text{ m}) * 0,30 \text{ m} = 338,59 \text{ kg/m}$$

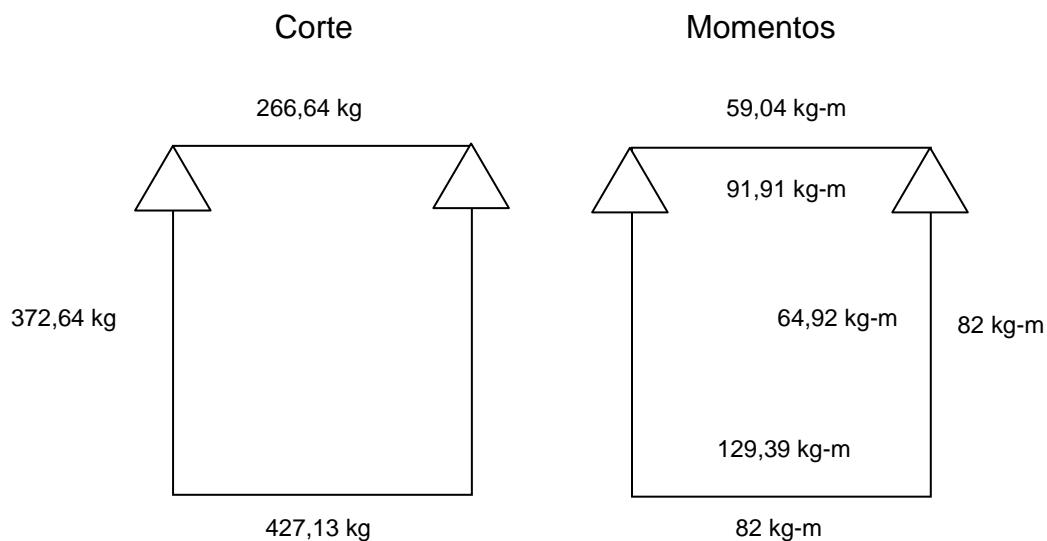
- Combinaciones de cargas

- $U=1,4(D+F)$ cuando la fosa está llena y no existe presión lateral de tierras.
- $U=1,2 (D+F)+1,6(L+H)$ cuando la fosa se encuentra en funcionamiento, llena y con carga viva sobre ella.
- $U=1,2(D+F)+1,6L$ cuando no existe presión lateral de tierras.
- $U=1,2D+1,6H$ cuando aparte de su propio peso, la única fuerza que actúa sobre la fosa es la presión lateral del suelo.

- Debido a que el peso de los muros y la tapa es mayor al de la base junto con el agua, se toma en cuenta la reacción del suelo en las combinaciones de cargas.

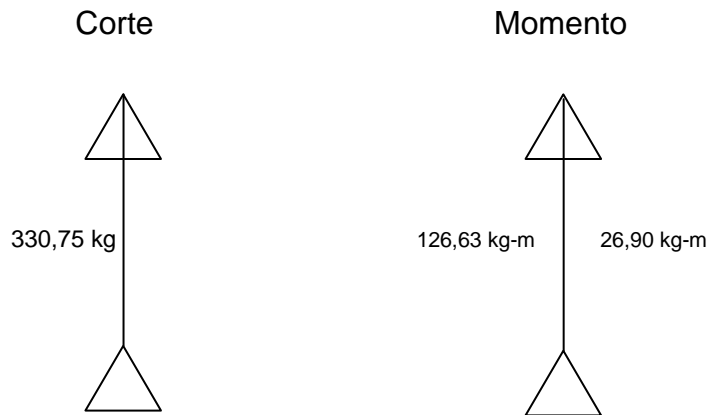
Los momentos y fuerzas cortantes de cada una de las combinaciones se calcularon utilizando el programa SAP 2 000. Dando como resultado los siguientes cortes y momentos de diseño a utilizar:

Figura 6. **Cortes y momentos de muros largos de fosa séptica**



Fuete: elaboración propia.

Figura 7. **Cortes y momentos en muros cortos de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del refuerzo

Muros y base (flexión en dos direcciones)

Los muros y la base de la fosa séptica trabajan a flexión en ambas direcciones (hacia adentro y hacia afuera de la fosa). El refuerzo principal a flexión en los muros se coloca en sentido vertical y en el sentido transversal se colocan refuerzos por temperatura. El refuerzo principal a flexión en la base se coloca en la longitud más corta y en el sentido longitudinal se colocan refuerzos por temperatura.

Espesor = 20 cm

$M_u = 129,39$ kg-m (negativo)

Recubrimiento = 7,5 cm según capítulo 7 (ACI 318S)

$d' = \text{rec} + \text{diámetro varilla} = 8$ cm

$d = 12$ cm

$b = 30$ cm

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Área de acero (As)} = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mub}{0,3825f'c}} \right] \left[\frac{0,85f'c}{fy} \right]$$

$$As = \left[30 \text{ cm} * 12 \text{ cm} - \sqrt{(30 \text{ cm} * 12 \text{ cm})^2 - \frac{129,39 \text{ kg} - m * 100 \text{ cm} * 30 \text{ cm}}{0,3825 * 210 \text{ kg/cm}^2}} \right] \left[\frac{0,85 * 210 \text{ kg/cm}^2}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} \right]$$

$$As = 0,18 \text{ cm}^2 \text{ para } 30 \text{ cm}$$

$$As = 0,60 \text{ cm}^2 \text{ para } 1 \text{ m}$$

$$As \text{ mín} = \frac{14,1}{fy} bd = \frac{14,1}{4\,200 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 12 \text{ cm} = 4,03 \text{ cm}^2 \text{ para } 1 \text{ m}$$

Se toma el acero mínimo:

Varilla núm. 3 @ 0,17 m (para momento negativo y positivo)

$$As \text{ real} = 4,26 \text{ cm}^2$$

Ya que 129,39 kg-m es el momento máximo calculado en todo el diseño y todos los elementos tienen el mismo espesor, todos los elementos que trabajan a flexión (muros y base) llevarán el mismo refuerzo de acero en las dos direcciones, que es el acero mínimo para la sección establecida.

Acero por temperatura

$$At = 0,0018bh = 0,0018 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 3,60 \text{ cm}^2$$

Varilla núm. 3 @ 0,17 m

$$As \text{ real} = 4,26 \text{ cm}^2$$

Chequeo por corte

$$Vu = 427,13 \text{ kg}$$

$$Vc = 0,85 * 0,53 \sqrt{f'cbd} = 0,85 * 0,53 \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} 30 \text{ cm} * 12 \text{ cm}} = 2 \text{ 350,21 kg cumple}$$

El refuerzo de la losa de cubierta se calculó utilizando el método de los coeficientes. Considerando que la losa cuenta con apoyos articulados sobre los muros, se establece que es del caso 1, dónde solamente toman acción momentos positivos debido a la carga viva y muerta.

$$\frac{a}{b} = \frac{1,07 \text{ m}}{1,74 \text{ m}} = 0,61 \text{ trabaja en ambas direcciones}$$

$$Wu = 1,6CV + 1,2CM$$

$$Wu = 1,6(250 \text{ kg/m}^2) + 1,2(0,20 \text{ m} * 2 \text{ 400 kg/m}^2)$$

$$Wu = 400 \text{ kg/m}^2 + 576 \text{ kg/m}^2 = 976 \text{ kg/m}^2$$

Coefficientes:

$$C_{aM} = 0,081$$

$$C_{bM} = 0,010$$

$$C_{aV} = 0,081$$

$$C_{bV} = 0,010$$

Momentos:

$$Ma = 0,081 * 576 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1,07)^2 \text{ m} + 0,081 * 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1,07)^2 \text{ m} = 90,51 \text{ kg} - \text{m}$$

$$Mb = 0,010 * 576 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1,74)^2 \text{ m} + 0,010 * 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * (1,74)^2 \text{ m} = 29,55 \text{ kg} - \text{m}$$

Como los momentos de ambas direcciones no son alcanzados para obtener el acero mínimo, se procede a colocar el mismo refuerzo que en los muros, con la diferencia que habrá flexión en dirección de la gravedad.

Se toma el acero mínimo:

Varilla núm. 3 @ 0,17 m (para momento negativo y positivo)

$$As_{real} = 4,26 \text{ cm}^2$$

2.2.11. Pozo de absorción

Sistema vertical de infiltración al subsuelo de las aguas provenientes de una fosa séptica, a través de sus paredes y piso permeables.

También conocido como pozo de infiltración o de percolación es un tratamiento secundario de las aguas residuales, instalándose como complemento del sistema de tratamiento seleccionado. Dicho sistema proporciona al agua un tratamiento físico y biológico a través de la infiltración en un medio poroso; materiales pétreos como piedra, grava y arena. Para el tratamiento de las aguas residuales, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras el agua fluye continuamente hacia el suelo, los microorganismos que digieren los componentes de las aguas residuales forman una capa biológica, reduciendo el movimiento del agua por el suelo y evitando que el área debajo de la capa se sature.

Las paredes del pozo se revisten de ladrillo, piedra sin mortero o se coloca una tubería con perforaciones. Las dimensiones y el número de pozos dependerán de la permeabilidad del terreno y el nivel freático, siendo necesario un análisis del suelo.

2.2.12. Desarrollo del sistema

- Parámetros adoptados en el sistema de alcantarillado sanitario:
 - Período de diseño 30 años
 - Población actual que tributa 3 605
 - Población futura que tributa 7 562
 - Tasa de crecimiento poblacional 2,5 %
 - Número de viviendas 515
 - Densidad poblacional 7 hab/vivienda
 - Dotación 150 lt/hab/hora
 - Factor de retorno 0,75
 - Factor de caudal medio (f. q. m.) 0,005
 - Coeficiente de rugosidad (n) 0,009
 - Velocidad mínima y máxima 0,60 m/s > v > 5 m/s
 - d/D mínimo y máximo 0,10 > d/D > 0,75

- Ejemplo de cálculo del sistema de alcantarillado sanitario. Tramo entre pozo 56 y 57.

Cota de terreno inicial = 137,65 m

Cota de terreno final = 131,56 m

Distancia horizontal entre pozos = 72,15 m

Viviendas locales = 1

Viviendas acumuladas = 81

- Pendiente

$$S(\%) = \frac{137,65 - 131,56}{72,15} * 100 = 8,44 \%$$

- Viviendas

$$Actual = 82 * 7hab/vivienda = 574 habitantes$$

$$Futuro = 574(1 + 0.025)^{30} = 1\ 204 habitantes$$

- Factor de Harmond

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

$$F.H. actual = \frac{18 + \sqrt{\frac{574}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{574}{1\ 000}}} = 3,94$$

$$F.H. futuro = \frac{18 + \sqrt{\frac{1\ 204}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\ 204}{1\ 000}}} = 3,74$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = \text{Núm. de habitantes} * f.q.m.* F.H.$$

$$Q_{dis \text{ actual}} = 574 * 0,005 * 3,94 = 11,32 \text{ lt/s}$$

$$Q_{dis \text{ futuro}} = 1\ 204 * 0,005 * 3,74 = 22,55 \text{ lt/s}$$

- Velocidad y caudal a sección llena

Se proponen un diámetro de tubería de 6 pulgadas (5,88 pulgadas de diámetro interno) y una pendiente de tubería de 7,80 %.

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

$$V = \frac{0,03429}{0,009} (5,88)^{2/3} \left(\frac{7,80}{100}\right)^{1/2} = 3,4673 \text{ m/s}$$

$$A = \pi \frac{(D * 0,0254)^2}{4} = 0,0175 \text{ m}^2$$

$$Q = VA = 3,4673 \text{ m/s} * 0,0175 \text{ m}^2 = 0,06079 \text{ m}^3/\text{s} = 60,79 \text{ l/s}$$

- Relación q/Q

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{11,32}{60,79} = 0,1862$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futura} = \frac{22,55}{60,79} = 0,3709$$

- Relación v/V , según tablas.

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0,7647$$

$$\frac{v}{V} \text{ futura} = 0,9249$$

- Velocidad de diseño (v).

$$v \text{ actual} = V * 0,7647$$

$$v \text{ actual} = 3,4673 \text{ m/s} * 0,7647 = 2,65 \text{ m/s}$$

$$v \text{ futura} = V * 0,9249$$

$$v \text{ futura} = 3,4673 \text{ m/s} * 0,9249 = 3,21 \text{ m/s}$$

- Relación d/D , según tablas.

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,2920$$

$$\frac{d}{D} \text{ futura} = 0,4210$$

- Tirante, d .

$$d \text{ actual} = 0,2920 * D$$

$$d \text{ actual} = 0,2920 * 5,88 \text{ pulgadas} = 1,72 \text{ pulgadas}$$

$$d \text{ futura} = 0,4210 * D$$

$$d \text{ futura} = 0,4210 * 5,88 \text{ pulgadas} = 2,48 \text{ pulgadas}$$

- Cotas Invert.

Al ser del mismo diámetro la tubería de entrada y salida del pozo 40, la cota invert de salida está dada como:

$$CIS = CIE(\text{tramo anterior}) + 0,05 \text{ m}$$

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida

CTI = cota de terreno inicial

CTF = cota de terreno final

$$CIS = 2,76 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 2,81 \text{ m}$$

$$CIE = CTF - \left(CTI - \left(\left(\frac{S \text{ tubería}}{100} * D.H. \right) + CIS \right) \right)$$

$$CIE = 131,56 \text{ m} - \left(137,65 \text{ m} - \left(\left(\frac{7,80\%}{100} * 72,15 \text{ m} \right) + 2,81 \text{ m} \right) \right)$$

$$CIE = 131,56m - (137,65 m - (5,63 m + 2,56 m))$$

$$CIE = 2,35 m$$

2.2.13. Presupuesto

Estimado del presupuesto necesario para la ejecución del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate.

Tabla I. Presupuesto para el alcantarillado sanitario

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m. l.	6 722,44	Q 2,50	Q 16 806,10
1,2	TRAZO	m. l.	6 722,44	Q 4,00	Q 26 889,76
1,2	EXCAVACIÓN	m ³	11 668,52	Q 17,00	Q 198 364,82
2 ALCANTARILLADO SANITARIO					
2,1	POZOS DE VISITA	unidad	137,00	Q 10 952,18	Q 1 500 448,51
2,2	ALCANTARILLADO	m. l.	6 722,44	Q 227,16	Q 1 527 093,48
2,3	CONEXIONES DOMICILIARES	unidad	515	Q 1 634,47	Q 841 752,05
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 4 111 354,72

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Renglón unitario

Muestra de un renglón unitario del presupuesto del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate.

Tabla II. Renglón unitario de brocal y tapa de pozo de visita

DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
MATERIALES:				
Concreto	0,29	m ³	Q960,12	Q278,43
Varillas Núm. 2	1,37	unidad	Q9,50	Q13,02
Varillas Núm. 3	1,9	unidad	Q20,00	Q38,00
Varillas Núm. 5	1,75	unidad	Q55,00	Q96,25
Alambre de amarre	0,3012	lb	Q4,00	Q1,20
Madera	41,54	pie-tabla	Q5,00	Q207,70
Clavos	2,74164	lb	Q6,15	Q16,86
				Q0,00
TOTAL MATERIALES:				Q651,47
MANO DE OBRA:				
Fundición	0,29	unidad	Q100,00	Q29,00
Armado y centrado	5,02	m. l.	Q4,00	Q20,08
Encofrar y desencofrar	41,54	pie-tabla	Q4,50	Q186,93
				Q0,00
				Q236,01
Ayudante	50 %			Q118,01
Prestaciones	66 %			Q233,50
TOTAL MANO DE OBRA:				Q587,52
MAQUINARIA Y EQUIPO:				
Herramienta	2 %			Q13,03
Transporte	10 %			Q123,90
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q136,93
COSTO TOTAL DIRECTO:				Q1 375,91
IMPREVISTOS:			5 %	Q68,80
ADMINISTRACIÓN:			5 %	Q68,80
UTILIDAD:			20 %	Q275,18
IVA (12 %):			12 %	Q165,11
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q577,88
PRECIO UNITARIO:				Q1 953,79
PRECIO TOTAL DEL RENGLÓN:				Q267 669,17

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Cronograma de ejecución física y financiera

Distribución de la ejecución física y financiera del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate en un intervalo de seis meses.

Tabla III.

Cronograma de ejecución física y financiera del alcantarillado sanitario

NO.	RENGLONES DE TRABAJO	MONTO	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6	
			05/02/03	05/02/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03	03/01/03
1	Replanteo topográfico	Q16 890,10												
2	Trazo	Q26 889,76												
3	Excavación	Q108 394,82												
4	Pozos de visita	Q1 500 448,51												
5	Alcantarillado	Q1 527 009,49												
6	Conexiones domiciliarias	Q841 752,05												
	TOTAL	Q4 111 354,72	Q20 647 49	Q15 365 58	Q283 249 70	Q1 204 496 44	Q1 372 846 85	Q1 214 748 67						
	Porcentaje mensual ejecutado		0,50 %	0,37 %	6,89 %	29,30 %	33,39 %	26,55 %						
	Porcentaje ejecutado acumulado		0,50 %	0,88 %	7,77 %	37,06 %	70,45 %	100,00 %						

Fuente: elaboración propia.

2.2.16. Evaluación de impacto ambiental

Examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarios para la opción a ser desarrollada. Se realiza un diagnóstico del área en donde se construirá el proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactado directamente por la obra. Se analiza cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área influenciada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales.

- Características del proyecto:
 - Longitud del alcantarillado: 6 722,44 m
 - Número de pozos: 137
 - Área de influencia: 0,64 km²

- Materiales que serán utilizados: cemento, grava, arena, ladrillos de barro cocido, varillas de acero del Núm. 3 al Núm. 5 y tubería PVC Norma ASTM D 1 784 Novafort de 4” a 18” de diámetro.

- Actividades sobre el terreno: limpieza del área de trabajo, recolocación de desechos sólidos provenientes de la limpieza, excavación, compactación y nivelación del terreno.

Tabla IV. **Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del alcantarillado sanitario**

Evaluación de impacto ambiental			
Aspecto	Impacto en el ambiente	Posibles causas	Medidas de mitigación
Aire	Emanaciones de partículas	Emanación de gases debido a la operación de maquinaria. Explotación de bancos de material y acarreo. Tránsito de vehículos en zonas con polvorientas.	Filtros para reducir emanación de gases nocivos en maquinaria utilizada. Cubrir con lona material al ser transportado. Humidificación de sectores donde la presencia de partículas de polvo es crítica.
	Ruido	Uso de maquinaria y equipo durante la preparación del terreno y etapa de construcción de la obra.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto del sonido y el personal debe utilizar equipo de protección auditiva. Uso de maquinaria y equipo en horas hábiles.
Suelo	Desechos sólidos	Material de excavación, basura, desperdicio de materiales de construcción y producto del mantenimiento de la maquinaria y el equipo.	Reutilización del material de excavación y transporte del material sobrante a áreas autorizadas. Colocar recipientes para colocación de basura. Recolectar desechos producto del mantenimiento de maquinaria y para ser reciclados.
	Vibraciones	Uso de maquinaria pesada.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto de las vibraciones. Uso de maquinaria en horas hábiles.
Agua	Demanda de agua	Demanda de agua debido a procesos constructivos tales como compactación de suelos, mezclas con cemento, limpieza de áreas de construcción, maquinaria y equipo.	Racionalización del uso del agua, priorizando los procesos constructivos. Reciclaje del agua de lluvia.
Visual	Modificación del paisaje	Ubicación de campamento, explotación de bancos de material, material de desperdicio y actividades propias de la construcción de la obra.	Ubicar campamentos en sitios donde no afecte la visibilidad durante el tránsito de vehículos y peatones. Readequar sitio al finalizar obra. Nivelar terreno y reforestar al finalizar la explotación de un banco de materiales.

Fuente: elaboración propia.

2.3. Diseño del sistema de alcantarillado pluvial para la aldea El Aguacate

Esta sección está conformada por la descripción del proyecto de alcantarillado pluvial, su teoría básica, detalle de los criterios utilizados en su diseño y de sus complementos, muestras de cálculo, presupuesto, cronograma y evaluación de impacto ambiental.

2.3.1. Descripción del proyecto

El proyecto fue planteado para encauzar el flujo generado por las lluvias en las áreas de la aldea más afectadas por la escorrentía, pero debido a la falta de regulación catastral por parte de la municipalidad, en la mayor parte de la aldea no hay espacio para la construcción de aceras, y por lo tanto, para la construcción de tragantes o cajas que capten el flujo de agua provocado por la lluvia. Por ende, se planea mitigar el daño provocado por la escorrentía solamente con la construcción cunetas, y para que estas no sobrepasen su capacidad de captación de caudal, se propone que cada uno de los habitantes, dirija el caudal captado en sus propiedades a pozos de absorción y así evitar daños al pavimento planteado para esas calles, las cuales sufren grandes daños en la época de lluvia.

El uso de alcantarillado pluvial se propone en la parte más baja de la aldea donde el flujo de la escorrentía es crítico y aún existe disponibilidad de espacio para la construcción de aceras y obras complementarias. Ahí el caudal captado en las cunetas será dirigido a cajas que lo capten y lo encausen a un alcantarillado. Tiene una longitud aproximada de 300 metros, con 9 pozos de visita. La tubería a utilizar será Novafort. Criterios utilizados: del fabricante, el trabajo de graduación Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2 de Ricardo Antonio

Cabrera Riepele, normas y reglamento de drenajes para la ciudad de Guatemala.

2.3.2. Período de diseño

Es el período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio eficiente. Es el tiempo durante el cual la construcción servirá a la comunidad, antes de que deba abandonarse, ampliarse o remodelarse por resultar ya inadecuada.

En el caso de alcantarillados, el período de diseño suele ser de 30 a 40 años a partir de la fecha de construcción. Para el presente caso se establece un período de diseño de 25 años debido a que el proyecto no es considerable envergadura y se construirá para mitigar los daños al pavimento de las calles y accesos.

2.3.3. Análisis hidrológico de la cuenca

Ubicada en las laderas del cerro Alux, la aldea El aguacate tiene una topografía con pendientes pronunciadas; también cuenta con grandes extensiones de terrenos baldíos con porciones boscosas. Estas características hacen que se genere grandes cantidades de escorrentía, la cual fluye a dos ríos localizados a ambos costados de la aldea. Dichos ríos pertenecen a la cuenca del río María Linda y forman parte de la subcuenca del río Michatoya, microcuenca Amatitlán-Villalobos, de la vertiente del océano Pacífico.

2.3.4. Método racional

El método racional se utiliza para determinar el caudal de escorrentía generada por las lluvias en un área determinada. Es el más utilizado en el diseño de alcantarillados pluviales.

La escorrentía es la parte de la precipitación que no se infiltra en el subsuelo, ni se queda en las depresiones y superficies planas del terreno, y posteriormente se evapora. Es afectada por las condiciones del suelo y el subsuelo que, a su vez, están sujetas a diferentes variables, naturales o artificiales (tipo de terreno o superficies impermeables).

En este método se asume que la escorrentía en cualquier punto está en función directa del promedio de la intensidad de lluvia durante el tiempo de concentración para ese punto. La frecuencia de la descarga máxima es la misma que el promedio de intensidad de lluvia.

Este método fue el utilizado para el cálculo del sistema de alcantarillado pluvial, obteniendo los datos necesarios en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh).

2.3.4.1. Tiempo de concentración

Es el tiempo requerido para que se establezca la escorrentía y fluya desde la parte más remota del área drenada, hasta el punto analizado, generando el máximo caudal. La parte más remota se refiere a tiempo, no necesariamente a distancia.

En tramos iniciales, el tiempo de concentración se determinó en base a reglamento para el diseño y la construcción de drenajes de la ciudad de Guatemala.

Para tramos consecutivos el tiempo de concentración se estima utilizando la siguiente fórmula:

$$T_c = T_1 + \frac{L}{60 * V_1}$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración (min)

T_1 = tiempo de concentración del tramo anterior (min)

V_1 = velocidad del flujo en el tramo anterior (m/s)

2.3.4.2. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C es una variable que representa la parte de la precipitación que escurre en el área de drenaje analizada considerando las pérdidas de caudal provocadas por la evaporación, infiltración, retención en el suelo, entre otros. La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en las características de la superficie, el tipo de área urbana, la intensidad de la lluvia, la pendiente del terreno y las condiciones futuras dentro del período de diseño del proyecto. También pueden tomarse en cuenta otros aspectos como el nivel freático, porosidad del subsuelo, depresiones del terreno, entre otros.

En áreas de drenaje con condiciones heterogéneas, el coeficiente de escorrentía se estima estableciendo un promedio ponderado de los diferentes

coeficientes correspondientes a cada tipo de cubierta, donde el factor de ponderación es la proporción del área de cada tipo al área total.

Tabla V. **Coefficientes de escorrentía**

Coefficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</i>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: CHOW, Ven Te, *Hidrología Aplicada*. p. 511.

2.3.4.3. Intensidad de lluvia

Es el caudal de la precipitación pluvial, en una superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/h).

Para el alcantarillado pluvial se tomó la ecuación de intensidad del trabajo de graduación *Comparación del modelo Estándar y modelo Wenzel para curvas Intensidad-duración-frecuencia en la cuenca del río Motagua* elaborado por Manuel de Jesús Sales Rodríguez. Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) fueron generadas en base a los registros pluviográficos del departamento de hidrología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh).

La ecuación de intensidad de lluvia es de la estación meteorológica más cercana, La Suiza Contenta, ubicada a cinco kilómetros al noroeste de la aldea El Aguacate. Se considera un período de retorno de 25 años con la ecuación establecida por el modelo estándar:

$$I \text{ (mm/h)} = \frac{1\ 092}{(t + 1,58)^{0,73}}$$

2.3.4.4. Área tributaria

Es el área que se va a drenar, contribuye a la escorrentía del agua del sistema de alcantarillado.

Se expresa en hectáreas. Es el único elemento del método racional sujeto a medición precisa. Sus límites pueden establecerse con levantamientos topográficos, mapas o fotografía aérea; con previo trazo del sistema de

alcantarillado y ubicación tentativa de los puntos de entrada, el área tributaria se subdivide en partes más pequeñas, asignadas a cada uno de dichos puntos. Las partes pequeñas se determinan sumando el área de las calles y el área de los lotes que son tributarios al ramal analizado.

2.3.4.5. Cálculo del caudal de diseño

Empleando el método racional, la determinación del caudal generado por las precipitaciones, se realiza con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde:

Q = caudal de diseño (m^3/s)

I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área tributaria (Ha)

2.3.5. Caja de captación

Estructura de concreto reforzado, concreto ciclópeo o mampostería destinada a la captación del flujo de agua proveniente de las cunetas. Es donde inicia el sistema de alcantarillado, encausa el agua hacia el ramal principal.

El alcantarillado pluvial para El Aguacate contará con 7 cajas para la captación del agua proveniente de las cunetas. Construidas de concreto armado, con 1,60 metros de largo y 1,35 metros de ancho y profundidad de 2,05 metros, dependiendo del diámetro de la tubería de salida.

2.3.6. Desarrollo para el cálculo de alcantarillado

- Parámetros adoptados en el sistema de alcantarillado pluvial:
 - Período de diseño 25 años
 - Coeficiente de rugosidad (n) 0,009
 - Velocidad mínima y máxima 0,60 m/s > v > 5 m/s
- Ejemplo de cálculo del sistema de alcantarillado pluvial. Tramo entre pozo 5 y 6.

Cota de terreno inicial = 38,49 m

Cota de terreno final = 36,59 m

Distancia horizontal entre pozos = 15,76 m

- Pendiente

$$S(\%) = \frac{38,49 - 36,59}{15,75} * 100 = 12,06 \%$$

- Caudal de diseño proveniente de cuneta y del tramo anterior

$$Q_{dis} = 265,65 \text{ l/s}$$

$$Q_{anterior} = 471,69 \text{ l/s}$$

$$Q_{total} = 737,53 \text{ l/s}$$

- Velocidad y caudal a sección llena

Se proponen un diámetro de tubería de 36 pulgadas (35,29 pulgadas de diámetro interno) y una pendiente de tubería de 1,60 %.

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

$$V = \frac{0,03429}{0,009} (35,29")^{\frac{2}{3}} \left(\frac{1,60}{100}\right)^{\frac{1}{2}} = 5,19 \text{ m/s}$$

$$A = \pi \frac{(D * 0,0254)^2}{4} = \pi \frac{(35,29" * 0,0254)^2}{4} = 0,63 \text{ m}^2$$

$$Q = VA = 5,19 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,63 \text{ m}^2 = \frac{3,28 \text{ m}^3}{\text{s}} = 3\,272,68 \text{ l/s}$$

- Relación q/Q

$$\frac{q}{Q} = \frac{737,53 \text{ l/s}}{3\,272,68 \text{ l/s}} = 0,225$$

- Relación v/V, según tablas.

$$\frac{v}{V} = 0,8065$$

- Velocidad de diseño (v).

$$v = V * 0,8065$$

$$v = 5,19 \text{ m/s} * 0,8065 = 4,18 \text{ m/s}$$

- Relación d/D, según tablas.

$$\frac{d}{D} = 0,3220$$

- Tirante, d.

$$d = 0,3220 * D$$

$$d = 0,3220 * 35,29 \text{ pulgadas} = 11,36 \text{ pulgadas}$$

- Cotas Invert.

CIE = cota invert de entrada

CIS = cota invert de salida

CTI = cota de terreno inicial

CTF = cota de terreno final

$$CIS = CIE(\text{tramo anterior}) + (D \text{ tubería tramo} - D \text{ tubería anterior})$$

$$CIS = 3,67 \text{ m}$$

$$CIE = CTF - \left(CTI - \left(\left(\frac{S \text{ tubería}}{100} * D.H. \right) + CIS \right) \right)$$

$$CIE = 36,59 \text{ m} - \left(38,49 \text{ m} - \left(\left(\frac{1,60}{100} * (15,76 \text{ m}) \right) + 3,67 \text{ m} \right) \right)$$

$$CIE = 36,59 \text{ m} - (38,49 \text{ m} - (0,25 \text{ m} + 3,67 \text{ m}))$$

$$CIE = 2,02 \text{ m}$$

2.3.7. Presupuesto

Estimado del presupuesto necesario para la ejecución del alcantarillado pluvial para la aldea El Aguacate.

Tabla VI. **Presupuesto para el sistema de alcantarillado pluvial**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m. l.	300,59	Q 2,50	Q 751,48
1,2	TRAZO	m. l.	300,59	Q 4,00	Q 1 202,36
1,3	EXCAVACIÓN	m ³	1 349,23	Q 17,00	Q 22 936,88
2 ALCANTARILLADO SANITARIO					
2,1	POZOS DE VISITA	unidad	9	Q 14 609,93	Q 131 489,33
2,2	ALCANTARILLADO	m. l.	300,59	Q 2 955,85	Q 888 499,06
2,3	CAJAS DE CAPTACIÓN	unidad	7	Q 8 995,92	Q 62 971,44
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 107 850,56

Fuente: elaboración propia.

2.3.8. Renglón unitario

Muestra de un renglón unitario del presupuesto del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate.

Tabla VII. Renglón unitario de sección cónica de pozo de visita

REGLÓN:	Sección cónica de pozo	PRECIO		
CANTIDAD:	137	UNITARIO:	Q2 754,59	
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q.		
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
MATERIALES:				
Ladrillo barro cocido	692	unidad	Q1,30	Q899,60
Sabieta	0,35	m ³	Q676,44	Q236,75
				Q0,00
				Q0,00
TOTAL MATERIALES:				Q1 136,35
MANO DE OBRA:				
Levantado	5,61	m ²	Q23,00	Q129,03
Ensabetado	3,82	m ²	Q30,00	Q114,60
				Q243,63
Ayudante	50 %			Q121,82
Prestaciones	66 %			Q241,04
TOTAL MANO DE OBRA:				Q606,48
MAQUINARIA Y EQUIPO:				
Herramienta	2 %			Q22,73
Transporte	10 %			Q174,28
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q197,01
COSTO TOTAL DIRECTO:				Q1 939,85
IMPREVISTOS:			5 %	Q96,99
ADMINISTRACIÓN:			5 %	Q96,99
UTILIDAD:			20 %	Q387,97
IVA (12 %):			12 %	Q232,78
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q814,74
PRECIO UNITARIO:				Q2 754,59
PRECIO TOTAL DEL REGLÓN:				Q377 378,20

Fuente: elaboración propia.

2.3.9. Cronograma de ejecución física y financiera

Distribución de la ejecución física y financiera del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate en un intervalo de seis meses.

Tabla VIII. **Cronograma de ejecución física y financiera del alcantarillado pluvial**

NO.	REGLONES DE TRABAJO	MONTO	MES 1				MES 2			
1	Replanteo topográfico	Q751,48	Q751,48							
2	Trazo	Q1 202,36		Q1 202,36						
3	Excavación	Q22 936,88			Q11 468,44	Q11 468,44				
4	Pozos de visita	Q131 489,33				Q43 829,78	Q43 829,78	Q43 829,78		
5	Alcantarillado	Q888 499,06				Q296 166,35	Q296 166,35	Q296 166,35		
6	Cajas de captación	Q62 971,44					Q20 990,48	Q20 990,48	Q20 990,48	
TOTAL		Q1 107 850,55	Q364 886,85				Q742 963,70			
Porcentaje mensual ejecutado			32,94 %				67,06 %			
Porcentaje ejecutado acumulado			32,94 %				100,00 %			

Fuente: elaboración propia.

2.3.10. Evaluación de impacto ambiental

Examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarios para la opción a ser desarrollada. Se realiza un diagnóstico del área en donde se construirá el proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactado directamente por la obra. Se analiza cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área influenciada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales.

- Características del proyecto:
 - Longitud del alcantarillado: 300,59 m
 - Número de pozos: 9
 - Cajas de captación 7
 - Área de influencia: 32 322,41 m² o 0,03 km²

- Materiales que serán utilizados: cemento, grava, arena, ladrillos de barro cocido, varillas de acero del núm. 3 al núm. 5 y tubería PVC Norma ASTM D 1 784 Novafort de 8" a 36" de diámetro.
- Actividades sobre el terreno: limpieza del área de trabajo, recolocación de desechos sólidos provenientes de la limpieza, excavación, compactación y nivelación del terreno.

Tabla IX. **Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del alcantarillado pluvial**

Evaluación de impacto ambiental			
Aspecto	Impacto en el ambiente	Posibles causas	Medidas de mitigación
Aire	Emanaciones de partículas	Emanación de gases debido a la operación de maquinaria. Explotación de bancos de material y acarreo. Tránsito de vehículos en zonas con polvorientas.	Filtros para reducir emanación de gases nocivos en maquinaria utilizada. Cubrir con lona material al ser transportado. Humidificación de sectores donde la presencia de partículas de polvo es crítica.
	Ruido	Uso de maquinaria y equipo durante la preparación del terreno y etapa de construcción de la obra.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto del sonido y el personal debe utilizar equipo de protección auditiva. Uso de maquinaria y equipo en horas hábiles.
Suelo	Desechos sólidos	Material de excavación, basura, desperdicio de materiales de construcción y producto del mantenimiento de la maquinaria y el equipo.	Reutilización del material de excavación y transporte del material sobrante a áreas autorizadas. Colocar recipientes para colocación de basura. Recolectar desechos producto del mantenimiento de maquinaria y para ser reciclados.
	Vibraciones	Uso de maquinaria pesada.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto de las vibraciones. Uso de maquinaria en horas hábiles.
Agua	Demanda de agua	Demanda de agua debido a procesos constructivos tales como compactación de suelos, mezclas con cemento, limpieza de áreas de construcción, maquinaria y equipo.	Racionalización del uso del agua, priorizando los procesos constructivos. Reciclaje del agua de lluvia.
Visual	Modificación del paisaje	Ubicación de campamento, explotación de bancos de material, material de desperdicio y actividades propias de la construcción de la obra.	Ubicar campamentos en sitios donde no afecte la visibilidad durante el tránsito de vehículos y peatones. Readequar sitio al finalizar obra. Nivelar terreno y reforestar al finalizar la explotación de un banco de materiales.

Fuente: elaboración propia.

2.4. Mejoramiento de calles en aldea El Aguacate

Esta sección está conformada por la descripción del proyecto de mejoramiento de calles, su teoría básica, detalle del procedimiento de diseño y de sus complementos, muestras de cálculo, presupuesto, cronograma y evaluación de impacto ambiental.

2.4.1. Descripción de proyecto

El mejoramiento de calles consiste en la construcción de una estructura de pavimento rígido y cunetas en las calles que sirven de acceso a los sectores la aldea El Aguacate y en calles que se dañadas por la erosión generada por el flujo de agua de lluvia.

Cuenta con una longitud aproximada de 2 kilómetros. Para el cálculo de espesor del concreto se utilizó el método simplificado de la Portland Cement Association y criterios de las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos.

2.4.2. Tránsito

El factor más importante en el diseño del espesor de pavimento es el número y peso de las cargas por eje que circularán por la vía, las cuales provienen del tráfico promedio diario (TPD) en ambas direcciones. Se debe realizar un análisis de tránsito promedio diario anual (TPDA) tanto al inicio como al final del período de diseño.

Tabla X. **Categorías de tráfico en función de cargas por eje**

		Tráfico				
Categoría de ejes		TPDA	TPPD		Carga máxima por eje	
Cargados	Descripción		%	Por día	Eje sencillo	Ejes dobles
1	Calles residenciales Caminos rurales y secundarios (de bajo a medio*)	200 - 800	1 - 3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras Caminos rurales y secundarios (altos*)	700 - 5 000	5 - 18	40 - 1 000	26	44
3	Caminos primarios y arterias principales (medio*) Viaductos, vías rápidas periféricos, vialidades urbanas y rurales (de bajo a medio*)	3 000 - 12 000 en 2 carriles 3 000 - 50 000 en 4 carriles	8 - 30	500 - 1 000	30	52
4	Arterias principales, carreteras principales, viaductos (altos*) Carreteras y vías urbanas y rurales (de medios a alto*)	3 000 - 20 000 en 2 carriles 3 000 - 150 000+ en 4 carriles o más	8 - 30	1 500 - 8 000+	34	60

*La descripción de bajo, medio y alto corresponde al peso relativo de los ejes cargados para el tipo de calle o camino; es decir, "bajo " para un camino rural representaría cargas más pesadas que para el caso de "bajo" para un camino secundario.

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*, p. 148.

En la clasificación anterior, las calles a mejorar en la aldea El Aguacate quedan en la categoría 2, para calles colectoras y caminos rurales.

2.4.3. Sección transversal

Es la representación gráfica transversal y acotada mostrada en planos, que indica las partes componentes de una vía; pendientes, espesores, dimensiones y composiciones de las capas de la estructura del pavimento. Es útil para determinar el volumen del movimiento de tierras necesario para el

diseño. Véase el plano 27 para más detalle sobre la sección transversal a utilizar en el mejoramiento de calles.

2.4.4. Perfil

Representación gráfica de un corte longitudinal de la vía mostrada en planos que indica componentes tales como la pendiente longitudinal y curvas verticales.

Los perfiles del diseño del mejoramiento de calles se ubican en los planos del 28 al 35.

2.4.5. Ensayos de laboratorio

A continuación se describe el conjunto de ensayos necesario para conocer el estado en el que se encuentra el suelo de apoyo de las calles de la aldea. Los resultados de los ensayos son la base del diseño del pavimento.

2.4.5.1. Análisis granulométrico

La granulometría es la medición y graduación de las partículas del suelo con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas. Es un intento de determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de partícula presentes en una masa de suelo dada.

El tamizado es el procedimiento más simple para clasificar el tamaño de las partículas gruesas, sin embargo, al disminuir el tamaño de las partículas, el tamizado se hace cada vez más difícil teniéndose que recurrir a la sedimentación.

El análisis granulométrico por medio del método mecánico consiste en obtener la cantidad de material que pasa a través de un tamiz con una malla dada que es retenida por el siguiente tamiz, cuya malla tiene diámetros ligeramente menores a la anterior. El material retenido de esta forma en cualquier tamiz consiste en partículas de muchos tamaños, los cuáles son menores al tamaño de la malla anterior que atravesó. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente en una curva granulométrica. El ensayo se basa en la Norma ASTM D6913-04.

Según el análisis granulométrico, el material existente en las calles a mejorar de la aldea El Aguacate contiene un 1,08 % de grava, un 60,95 % de arena y un 37,97 % de finos; por lo que se denomina como una arena limosa.

2.4.5.2. Ensayo de compactación

La compactación es el mejoramiento artificial de las propiedades mecánicas de los suelos por medios mecánicos, aumentando el peso específico seco disminuyendo los vacíos. Es de suma importancia en la construcción de carreteras debido a que aumenta la resistencia y disminuye la capacidad de deformación.

Para determinar la densidad máxima de un suelo se utiliza el ensayo de compactación por el método de proctor. Consiste en la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Generalmente para diseño de carreteras, se utiliza el método de proctor modificado. Sirve para calcular la humedad óptima de compactación que es

cuando alcanza la mayor densidad. El ensayo de proctor modificado se rige por la Norma AASHTO T180.

Empleando el método de proctor modificado, se determinó que la densidad seca máxima del suelo en las calles a mejorar es de 1 485,05 kg/m³ y su humedad óptima es de 26 %.

2.4.5.3. Límites de Atterberg

Los suelos finos tienen diferentes grados de cohesión dependiendo de la cantidad de agua que contengan, esto da lugar a los estados de consistencia. Se trata solamente de los suelos finos debido a que en los granos gruesos de los suelos, las fuerzas de gravitación predominan fuertemente sobre cualquier otra fuerza, por lo que todas las partículas gruesas tienen un comportamiento similar. Sin embargo, en los suelos de granos muy finos, otros tipos de fuerzan ejercen un papel importante; esto debido a que la relación de área-volumen alcanza valores considerables y fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales cobran significación.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo del contenido de agua. Así un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido.

El contenido de agua con que se produce un cambio de estado varía de un suelo a otro. Interesa principalmente conocer el rango de humedades, para el cual el suelo acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), ni produce rebote elástico. El método usado para medir estos límites de humedad fue ideado por Atterberg a principios del siglo XX, a través de dos ensayos que

definen los límites del estado plástico. Definió tres límites o estados de consistencia: el límite de contracción que es la frontera convencional entre el estado sólido y semisólido, el límite plástico que es la frontera entre los estados semisólido y plástico; y el límite líquido que se define como la frontera entre estado plástico y semilíquido.

Los límites de Atterberg y los índices que se les asocia se utilizan para la identificación y clasificación de los suelos.

2.4.5.3.1. Límite líquido

Está definido como el contenido de humedad con el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado plástico para pasar al estado líquido o semilíquido, en donde el suelo toma las propiedades y apariencia de una suspensión.

Puede ser utilizado para estimar asentamientos en problemas de consolidación, junto con el límite plástico, es útil para predecir la máxima densidad en estudios de compactación.

El límite líquido se determina por medio del procedimiento estándar denominado método mecánico, llamado también copa de Casagrande, diseñado por Arthur Casagrande, utiliza una copa esférica con un radio interior de 54 mm, junto con un tacón gira en torno a un eje fijo unido a una base. En este método, se establece que el límite líquido es una medida de resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad y que cada golpe del tacón necesario para cerrar el surco, corresponde a un esfuerzo cortante cercano a 1 g/cm^2 . Para controlar la velocidad de golpeado de la copa y así tratar de eliminar la influencia del factor humano en el ensayo, se debe rotar la

manivela a una velocidad aproximada de 120 revoluciones por minuto, es decir, dar 120 golpes por minuto. El procedimiento analítico para la determinación de éste límite se basa en la Norma AASHTO T89 en una muestra preparada húmeda.

El material presente en las calles de la aldea no posee límite líquido, ya que no retiene el agua debido a su alto contenido de arena.

2.4.5.3.2. Límite plástico

Es el contenido de humedad con el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado semisólido y el estado plástico; en el estado semisólido el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado y en el estado plástico el suelo se deforma sin resquebrajarse. El suelo está a punto de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso. También se define como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro se rompe o se agrieta, cuando se enrolla a un diámetro aproximado de tres milímetros (1/8 plg), al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa. El proceso analítico de éste ensayo se basa en la Norma AASHTO T90.

Este ensayo depende mucho del operador pues la definición del agrietamiento del cilindro así como los tres milímetros están sujetos a la interpretación de quién realiza la prueba. El diámetro del cilindro puede establecerse comparándolo con un alambre común o de soldadura del mismo diámetro.

El material existente en las calles a mejorar de la aldea no posee límite plástico, debido a que no conserva su forma al ser moldeado.

2.4.5.3.3. Índice de plasticidad

Es la diferencia numérica entre el límite plástico y el líquido, indica el margen de humedades, alrededor de la cual se encuentra el estado plástico. Si el límite plástico es mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se considera no plástico.

El límite líquido y el plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla presente en el suelo. El índice de plasticidad depende generalmente de la cantidad de arcilla en el suelo.

Cuando un suelo tiene un índice plástico igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo es de baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico.

2.4.5.4. CBR

El ensayo se fue desarrollado por la división de carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser utilizado como subbase o base en construcción de carreteras.

El objetivo del ensayo de CBR (California Bearing Ratio), es determinar la capacidad de soporte de suelos y agregados compactados en laboratorio con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Se expresa como un porcentaje: la relación entre el esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en la muestra de suelo ensayada y el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad en una muestra patrón de piedra

triturada bien graduada. Previa a la determinación de la resistencia a la penetración, generalmente, las probetas se saturan durante 96 horas, con una sobrecarga aproximadamente igual al peso del pavimento; para simular las condiciones de trabajo más desfavorables. El procedimiento del ensayo se rige por la Norma AASHTO T193.

La relación de soporte para el material existente en las calles de la aldea el Aguacate es del 29 al 95 % de compactación.

2.4.6. Análisis de resultados de ensayos

Las características del suelo estudiado luego de realizar los ensayos a una muestra representativa son las siguientes:

Descripción: arena limosa color café

Clasificación P. R. A.: A-4

Clasificación S. C. U.: SM

No presenta límite líquido ni plástico.

Densidad seca máxima = 1 485,05 kg/m³

Humedad óptima = 26 %

CBR al 95 % de compactación: 29 % aproximadamente

2.4.7. Pavimento

Es el conjunto de capas de material selecto que reciben de forma directa las cargas del tránsito y las transmiten de forma disipada a los estratos inferiores, proporcionando una superficie de rodamiento diseñada de manera que funcione eficientemente. Las principales funciones que desempeña un pavimento son el aislamiento y la ornamentación, debiendo resistir las

abrasiones y los esfuerzos cortantes, producido por el paso de personas o vehículos, caída de objetos y la compresión de elementos apoyados en él. Además, los pavimentos, deben de ser inmunes a la acción de agentes externos como son el agua, químicos, aceites sales o ácidos, además a la agresión de seres vivos y la luz solar.

Debido a que los esfuerzos en un pavimento decrecen al aumentar la profundidad, los materiales con mayor capacidad de carga se colocan en las capas superiores. Además, esta división obedece a un factor económico, ya que se busca que el espesor que se le asigna a cada una sea el mínimo necesario para reducir los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior.

La resistencia de las capas de un pavimento depende del material con las que se construyen y del procedimiento constructivo empleado; tomando la compactación y la humedad como los factores más importantes para el adecuado acomodamiento, evitando así que se consolide posteriormente produciendo deformaciones permanentes.

2.4.7.1. Capas de la estructura de un pavimento

Son las capas que conforman a una estructura de pavimento, cada una cumple un papel en la distribución de las cargas del tránsito y protección de la estructura de pavimento.

2.4.7.1.1. Subrasante

Es la superficie natural del terreno que soporta la estructura del pavimento. Se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga generada por el tránsito previsto. Es el resultado final de la fase de movimiento

de tierras en la cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.

En esta capa el material debe tener un CBR mínimo de 5 %. Cuando la estructura del pavimento se va a construir sobre una carretera de terracería existente, la subrasante deberá de ser reacondicionada previamente; se deberá escarificar, homogenizar, mezclar, uniformizar, conformar y compactar para así adecuar su superficie a la sección típica y elevaciones del proyecto según los planos, realizando cortes y rellenos con un espesor no mayor a 200 milímetros para así mejorar las condiciones de la subrasante como cimiento de la estructura de pavimento. Si la subrasante posee un valor soporte elevado y además no hay posibilidad de saturación de agua, entonces sería suficiente colocar encima la capa de rodadura.

2.4.7.1.2. Subbase

Es la capa de material selecto que se coloca sobre la subrasante, su función es soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas de tránsito provenientes de las capas superiores de la estructura del pavimento, de tal manera que el material de la subrasante las pueda soportar. También puede ser material de la subrasante estabilizado.

Como lo indica su nombre es la capa ubicada inmediatamente debajo de la base. Debe controlar los cambios de volumen, elasticidad y servir de drenaje para que no se dañe el pavimento.

El material de la subbase debe tener un mayor valor de soporte (CBR) que el material de la subrasante compactado, no deberá ser inferior a 20 %. Debe

tener las características de un suelo A-1 o A-2 según la clasificación de la AASHTO, con un límite líquido inferior a 40 y un índice plástico no mayor de 10.

2.4.7.1.3. Base

La capa base absorbe los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y los distribuye uniformemente sobre la subbase y a través de esta, a la subrasante. Generalmente es utilizada en pavimentos flexibles. Puede ser granular, de grava o piedra trituradas o bien estar formada por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

Esta capa permite reducir los espesores de la carpeta de rodadura, dada su función estructural de reducir los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores y drena el agua atrapada dentro de la estructura del pavimento.

La capa base debe tener un CBR de 70 % y un hinchamiento máximo de 0,5 %. Además, debe compactarse al 100 % de la densidad máxima y, si la capa de rodadura es asfáltica, se le colocará un riego de imprimación.

2.4.7.1.4. Carpeta de rodadura

En pavimentos rígidos está constituido por concreto de cemento hidráulico, con o sin refuerzo, tendido en una sola capa y que puede incluir, según la necesidad, capa subbase y base; que se diseña para que al aplicarle cargas rodantes no se deflecte perceptiblemente.

Es necesario que sea complementada con otros elementos que no cumplen funciones estructurales, que protegen a toda la estructura de

pavimento, como juntas de dilatación, bordillos, cunetas o un sistema de alcantarillado pluvial para el drenaje del agua.

La carpeta de rodadura debe poseer un valor soporte elevado para resistir las cargas concentradas del tránsito directo de los vehículos, trabajando a flexión y distribuyéndolas a las capas inferiores del pavimento. Debe contar con una textura poco resbaladiza aun estando húmeda, resistencia al desgaste, prevenir la penetración del agua y buena visibilidad.

2.4.8. Diseño de estructura de pavimento rígido

Para el diseño del pavimento rígido del mejoramiento de calles para la aldea el Aguacate se utilizó el procedimiento simplificado de diseño de la PCA (Portland Cement Association), para el cual se han elaborado tablas basadas en distribuciones de cargas para diferentes categorías de calles y carreteras.

En este método se utilizan los rangos de tránsito correspondientes a las categorías de tráfico en función de cargas por eje; las cuales van del 1 al 4, establecidos en la tabla X. Se utilizan tablas que definen los espesores de losa para cada categoría de ejes cargados, utilizando factores de seguridad de 1,0, 1,1, 1,2 y 1,2 respectivamente. Además, el período de diseño para el cual se prepararon es de 20 años.

2.4.8.1. Análisis del suelo de apoyo

Para determinar el espesor de la losa de concreto es necesario conocer los esfuerzos de las capas inferiores ya que mejoran la estructura del pavimento. En el procedimiento simplificado de diseño de la PCA, la tabla XI proporciona órdenes de magnitud en los módulos de reacción (k) de las capas de apoyo.

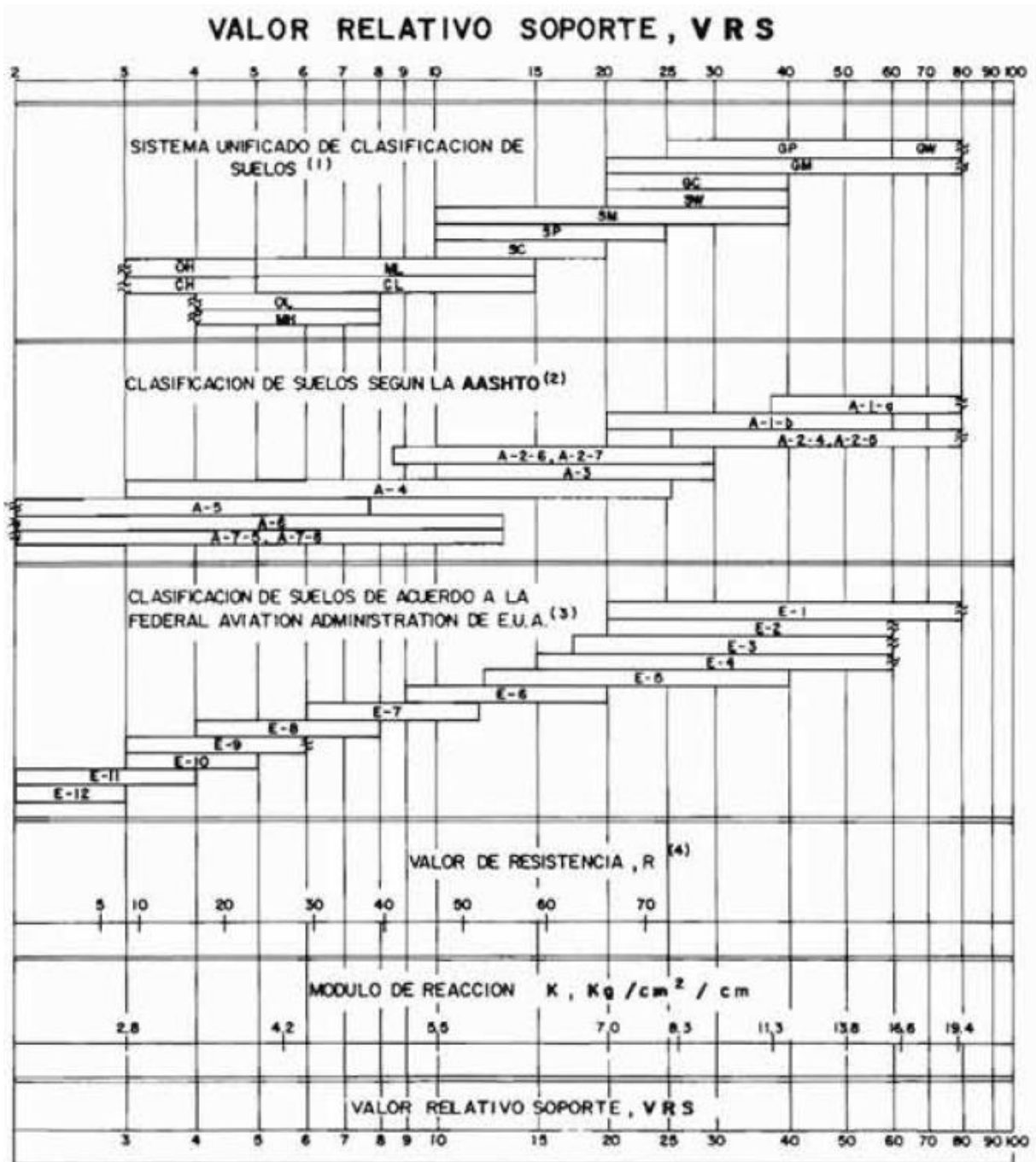
Las calidades de condiciones de apoyo del suelo se clasifican en bajas, medias, altas y muy altas dependiendo de los valores del módulo de reacción (k) resultante.

Al ser el suelo de apoyo una arena limosa con un CBR del 29 % aproximadamente, se correlaciona según la figura 8 que tiene un módulo de reacción (k) aproximado de 9 kg/cm^2 . Pero debido al tipo de suelo y tomando en cuenta un criterio conservador se establece el tipo de apoyo medio según la tabla XI.

Según especificaciones se debe colocar una base con un espesor mínimo de 10 cm. En la tabla XII teniendo en cuenta el límite máximo para condición de apoyo media de $4,7 \text{ kg/cm}^2$ ($66,85 \text{ lb/pulg}^2$), se interpola el módulo de reacción resultante de un suelo de apoyo con una base de 4 pulgadas de espesor equivalente a 10,16 cm; obteniendo como resultado $86,91 \text{ lb/pulg}^2$ siendo igual a $6,11 \text{ kg/cm}^2$.

Con una base granular de 10 cm de espesor, la calidad de condición de apoyo del suelo se establece como alta. Se reacondicionarán 20 centímetros de profundidad del suelo para que sirva de cimiento para dicha base y la losa de concreto.

Figura 8. Correlaciones entre resistencia y tipo de suelos



Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*, p. 5.

Tabla XI. **Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados**

Tipo de suelo	Condición de apoyo	Rango en los módulos de reacción en kg/cm ³
Limos y arcillas plásticas	Bajo	2,0 - 3 ,35
Arenas y mezclas de arena y gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	3,6 - 4,7
Arenas y mezclas de arena y gravas prácticamente libre de finos	Alto	5,0 - 6,0
Sub-bases estabilizadas con cemento	Muy alto	6,9 - 11,0

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*, p. 149.

Tabla XII. **Valores k para diseños sobre bases granulares (PCA)**

Sub-rasante Valor de k lb/pulg ²	Valores de k sobre la base lb/pulg ²			
	Espesor 4 pulg	Espesor 6 pulg	Espesor 9 pulg	Espesor 12 pulg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: HERNÁNDEZ MONZÓN, Jorge. *Consideraciones generales para el diseño de los diferentes tipos de pavimentos*. p. 68.

2.4.8.2. Diseño de pavimento rígido por medio del método PCA simplificado

La secuencia para el cálculo del espesor de la losa del pavimento rígido es la siguiente:

- Se selecciona la categoría de ejes cargados entre 1, 2, 3 o 4 en la tabla X.

Al ser calles colectoras y de acceso dentro de la aldea para el mejoramiento se estableció la categoría 2.

- Se estima el tránsito pesado promedio diario, TPPD. Es de ambas direcciones.

Para el presente diseño de pavimento rígido, en la categoría de tráfico establecida para 20 años empleando un criterio conservador el TPPD posiblemente superará los 40 por día, siendo el 5 % de un TPDA de 800 vehículos.

El TPPD en las tablas excluye camiones de dos ejes de cuatro llantas, de manera que el número total de camiones permitidos será mayor.

- Se establece la manera en la que trabajarán las juntas, con trabazón de agregados o con pasajuntas y si la carpeta de rodadura tendrá acotamiento.

En este caso se construirá pavimento con trabazón de agregados en juntas sin acotamiento.

- Se define un módulo de ruptura del concreto, el cual toma un porcentaje de la resistencia a compresión, siendo $0,15f_c$. Se deberán utilizar agregados de buena calidad, a fin de lograr, mezclas uniformes con resistencias a la flexión en el rango de 42 y 46 kg/cm².

Para el diseño actual, se estableció un módulo de ruptura de 42 kg/cm². Siendo la resistencia a la compresión equivalente de 280 kg /cm².

- Determinar el espesor dependiendo de la categoría de tránsito.

Tomando en cuenta los criterios anteriormente establecidos se seleccionó la tabla XIII, en donde se eligió en el lado izquierdo de la tabla el espesor para la capa de concreto de 18 cm del módulo de ruptura igual a 42 kg/cm². Con un módulo de reacción igual a 6,11 kg/cm² (valor soporte conjunto de la base y subrasante) con base en la tabla XI el apoyo en el suelo de la carpeta de rodadura es de calidad alta, dando como resultado en la tabla XIII que la estructura de pavimento es capaz de soportar 190 unidades de TPPD, cumpliendo con la capacidad necesaria para soportar el TPPD de 40 proyectado para la aldea.

Se debe hacer notar que se seleccionó un espesor de 18 cm de un concreto con un módulo de ruptura de 42 kg/cm² debido a que el TPPD resultante de 190 es el valor superior más próximo a las 40 unidades necesarias, descartando un concreto con un módulo de ruptura igual a 46 kg/cm², debido a la dificultad de elaboración de la mezcla en obra.

Tabla XIII. **TPPD permisible, categoría de carga por eje núm. 2 – Pavimentos con trabazón de agregado**

Espesor de losa cm		Sin acotamiento ni guarnición				Con acotamiento y/o guarnición				
		Apoyo del terreno o de la sub-base				Espesor de losa cm	Apoyo del terreno o de la sub-base			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
MR=46 kg/cm ²					12.5		3	9	42	
	14				14.0	9	42	120	450	
	15		4	12	59	15.0	96	380	700**	970**
	17	9	43	120	490	17.0	650**	1000**	1400**	2100**
	18	80	320	840	1200**	18.0	1100**	1900**		
	19	490	1200**	1500**						
	20	1300**	1900**							
MR=42 kg/cm ²	15				11	12.5			1	8
	17		8	24	110	14.0	1	8	23	98
	18	15	70	190	750	15.0	19	84	220	810
	19	110	440	1100	2100**	17.0	160	620	1400**	2100**
	20	590	1900**			18.0	1000	1900**		
	22	1900**								
MR=39 kg/cm ²	17			4	19	14.0			3	17
	18		11	34	150	15.0	3	14	41	160
	19	19	84	230	890	17.0	29	120	320	1100
	20	120	470	1200		18.0	210	770	1900	
	22	560	2200			19.0	1100			
	23	2400								

** Fige el análisis por erosión de otra manera controla el análisis por fatiga.

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*, p. 150.

2.4.8.3. Proporcionamiento de la mezcla

Es el proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar, pueden incluir a las propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límites de ingrediente específicos.

El proporcionamiento o dosificación de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto para que se

logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe mostrar trabajabilidad aceptable del concreto fresco; durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido y economía.

A continuación se muestra el proporcionamiento o diseño de mezcla del mejoramiento de pavimento:

Tabla XIV. **Relación entre la resistencia a la compresión del concreto y la relación agua-cemento**

Resistencia a la compresión a los 28 días (psi)	Relación agua-cemento, por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
6 000	0,41	---
5 000	0,48	0,40
4 000	0,57	0,48
3 000	0,68	0,59
2 000	0,82	0,74

Fuente: NAWY, Edgar. *Concreto Reforzado – Un enfoque básico*, p. 32.

- Con base en la tabla XIV la relación agua-cemento para un concreto de 280 kg/cm² (4 000 psi) es de 0,57.
- Se utilizará un tamaño máximo de agregado de 25 mm o 1 pulgada debido a que es un tamaño común que se encuentra a la venta en el área circundante de la aldea.

Tabla XV. **Revenimientos o asentamientos recomendados para varios tipos de construcción**

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (pulg.)	
	Máximo*	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

*Se puede aumentar 25 mm (1 pulg.) para los métodos de consolidación manuales, tales como varillado o picado.

Fuente: MCMILLAN, Franklin. y TUTHILL, Lewis. *Cartilla del Concreto*, p. 30.

- De la tabla XV se toma un revenimiento o asentamiento del concreto es de 7,5 cm para un pavimento.

Tabla XVI. **Requisitos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes asentamientos y tamaños máximos de agregados**

Asentamiento (cm)	Agua, litros por metro cúbico de concreto para el tamaño máximo de agregado indicado en mm						
	10	13	20	25	40	50	75
Concreto sin aire incluido							
2,5 a 5,0	207	199	187	178			142
7,5 a 10	228	216	201	193			157
15 a 17,5	243	228	213	202			169
Cantidad de aire retenido en el concreto sin inclusión de aire, en por ciento	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3
Concreto con aire incluido							
2,5 a 5,0	181	175	166	160	148	142	133
7,5 a 10	201	193	181	175	163	157	148
15 a 17,5	216	204	193	184	172	166	160
Cantidad de aire retenido en el concreto sin inclusión de aire, en por ciento	8	7	6	5	4,5	4	3,5

Fuente: MCMILLAN, Franklin. y TUTHILL, Lewis. *Cartilla del Concreto*, p. 34.

- Para un tamaño máximo de agregado de 25 mm y un asentamiento de 7,5 cm, la cantidad de agua según la tabla XVI es de 193 L/m³ de concreto.

Tabla XVII. **Primer peso estimado de concreto fresco**

Tamaño máximo de agregado (mm)	Primer peso estimado de concreto fresco (kg por metro cúbico)	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
10	2,802	2,190
13	2,310	2,230
20	2,350	2,280
25	2,380	2,310
40	2,410	2,350
50	2,440	2,370
75	2,470	2,400
150	2,510	2,440

Fuente: MCMILLAN, Franklin. y TUTHILL, Lewis. *Cartilla del Concreto*, p. 35.

- En la tabla XVII se establece un peso unitario del concreto para el tamaño máximo de concreto establecido de 2 380 kg/m³.
- 193 litros de agua son equivalentes a 193 kg y tomando la relación de agua/cemento de 0,57, la cantidad de cemento por metro cúbico de concreto es de 338,60 kg.

Tabla XVIII. **Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto**

Tamaño máximo de agregado (mm)	Volumen de agregado grueso seco y varillado* por volumen unitario de concreto para arenas de diferente módulo de finura			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: MCMILLAN, Franklin. y TUTHILL, Lewis. *Cartilla del Concreto*, p. 34.

- Para el tamaño máximo de agregados dado y asumiendo un módulo de finura para la arena de 2,60, el volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto es de 0,69 m³ según la tabla XVIII. Tomando el peso unitario del agregado grueso como 1 750 kg/m³, el peso requerido para 1 m³ de concreto es (1 750 kg/m³) (0,69 m³) = 1 207,50 kg.
- El peso requerido de arena en la mezcla es la resta del total de los pesos del agua, cemento y agregados gruesos al peso unitario del concreto:
2 380 kg - 193 kg - 338,60 kg - 1 207,50 kg = 640,90 kg.
- Proporción teórica por peso de la mezcla:

$$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}} : \frac{\text{arena}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agregado grueso}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

$$\frac{338,60 \text{ kg}}{338,60 \text{ kg}} : \frac{640,90 \text{ kg}}{338,60 \text{ kg}} : \frac{1\ 207,50 \text{ kg}}{338,60 \text{ kg}} : \frac{193 \text{ kg}}{338,60 \text{ kg}}$$

$$1 : 1,89 : 3,57 : 0,57$$

- Proporción teórica por volumen de la mezcla:
 - Peso unitario del cemento: 1 500 kg/m³
 - Peso unitario de la arena: 1 460 kg/m³
 - Peso unitario del agregado grueso: 1 750 kg/m³
 - Peso unitario del agua: 1 000 kg/m³

$$\frac{1\ 500 \text{ kg/m}^3}{1\ 500 \text{ kg/m}^3} : \frac{1\ 500 \text{ kg/m}^3 * 1,89}{1\ 460 \text{ kg/m}^3} : \frac{1\ 500 \text{ kg/m}^3 * 3,57}{1\ 750 \text{ kg/m}^3} : \frac{1\ 500 \text{ kg/m}^3 * 0,57}{1\ 000 \text{ kg/m}^3}$$

$$1 : 1,94 : 3,06 : 0,86$$

Por lo tanto, para 1 metro cúbico de concreto, se requieren 7,97 sacos de cemento, 0,44 metros cúbicos de arena, 0,69 metros cúbicos de piedrín y 193 litros o 51 galones de agua.

2.4.8.4. Juntas

Son grietas planificadas previamente, construidas debido a que el concreto se expande y se contrae con los cambios de humedad y de temperatura. Las grietas en el concreto no se pueden prever completamente, pero pueden ser controladas y minimizadas mediante juntas adecuadamente diseñadas. Las juntas atenúan las tensiones de tracción, son fáciles de manejar

y son menos objetables que las grietas descontroladas e irregulares. Pueden ser creadas mediante moldes, herramientas, aserrado y con la colocación de formadores de juntas.

Existen tres tipos de juntas:

- Juntas de contracción: pretenden crear planos débiles en el concreto y regular la ubicación de grietas que se formarán como resultado de cambios dimensionales.
- Juntas de aislamiento o expansión: separan o aíslan las losas de otras estructuras, como las vías de acceso y patios, de las aceras, losas de garaje, las escaleras, luminarias y otros puntos de restricción. Permiten los movimientos independientes verticales y horizontales entre partes adjuntas y ayudan a minimiza las grietas cuando estos movimientos son restringidos.
- Juntas de construcción: son superficies donde se encuentran dos vaciados sucesivos de concreto.

Las juntas deben ser cuidadosamente diseñadas y adecuadamente construidas si se quiere evitar el agrietamiento descontrolado del acabado del concreto. El espaciamiento máximo de las juntas debe ser entre 24 y 36 veces el espesor de la losa. Además se recomienda que el espaciamiento de las juntas se limite a un máximo de 4,5 metros. Todos los paneles deben ser cuadrados o de forma similar. La longitud no deberá exceder de 1,5 el ancho. Para las juntas de contracción, la ranura de la junta debe tener una profundidad mínima de $\frac{1}{4}$ del espesor de la losa, pero nunca menos de 25 milímetro.

Para el diseño del pavimento rígido del mejoramiento de calles, se definieron juntas separadas distancias equivalentes a 25 veces el espesor de la losa, es decir, 4,5 metros.

2.4.9. Drenajes

Utilizados para captar y redirigir el flujo de agua fuera de la estructura de pavimento. Son parte importante del diseño de pavimentos debido a que el exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes y cargas son capaces de producir daño a la estructura.

El mecanismo de drenaje para el mejoramiento de calles consiste en la construcción de cunetas para captar el flujo de agua superficial sobre la carpeta de rodadura para ser encausado en alcantarillados y, en el caso más crítico, que es la parte baja del sector 1 y 2, desfogados en pozos de absorción.

2.4.9.1. Localización de drenajes

Se ubicó drenajes longitudinales en todo el mejoramiento de calles, donde la pendiente lo permite, para desfogar en un canal, alcantarillado y hondonada. Para que el agua fluya sobre la carpeta de rodadura y evitar su estancamiento, se diseñó el pavimento con un bombeo del 3 %.

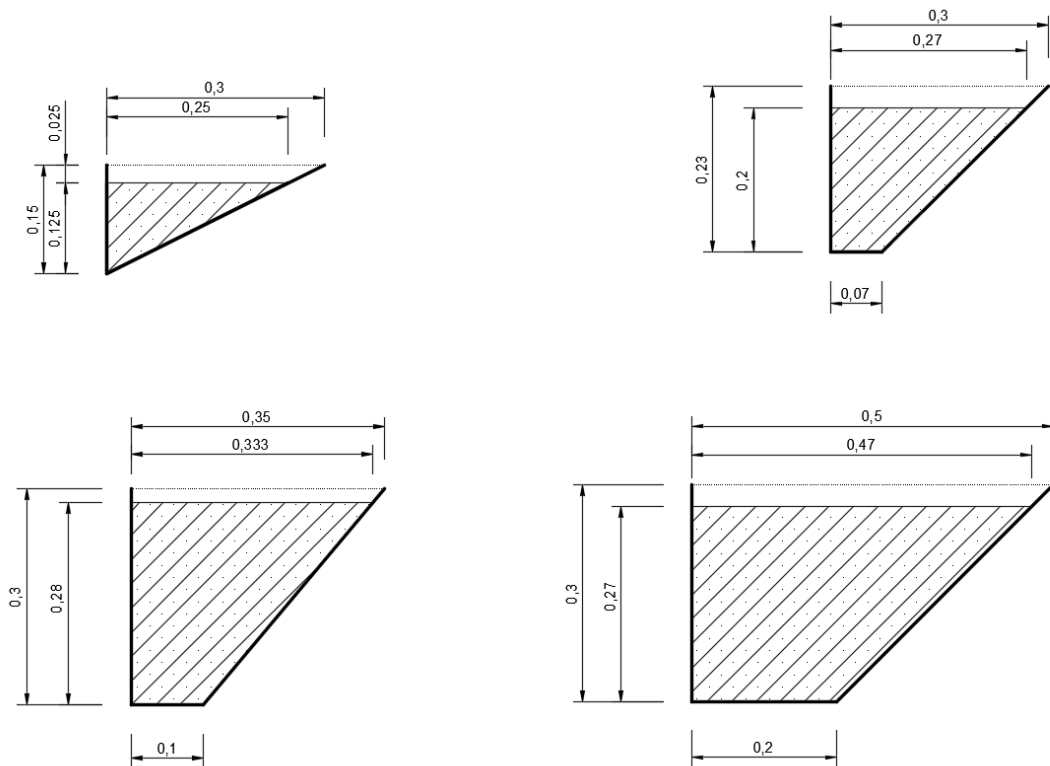
En la zona más crítica donde el flujo de agua es mayor, se diseñó un sistema de alcantarillado que encausa el agua a una batería de pozos de absorción.

2.4.9.2. Cunetas

Es el drenaje longitudinal en una carretera o calle. Facilita el rápido escurrimiento del agua de lluvia y previene la excesiva acumulación de humedad en las capas inferiores de la estructura del pavimento. Es de suma importancia. Las cunetas pueden ser revestidas de ser necesario.

Las secciones transversales de las cunetas empleadas en el mejoramiento varían según la ubicación y la magnitud del caudal captado.

Figura 9. **Secciones de cunetas utilizadas en el mejoramiento de calles (medidas en metros)**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

2.4.9.3. Método racional

Como se menciona en la sección 2.3.4, se utilizó el método racional para el cálculo del caudal captado por las cunetas. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde:

Q = caudal de diseño (m^3/s)

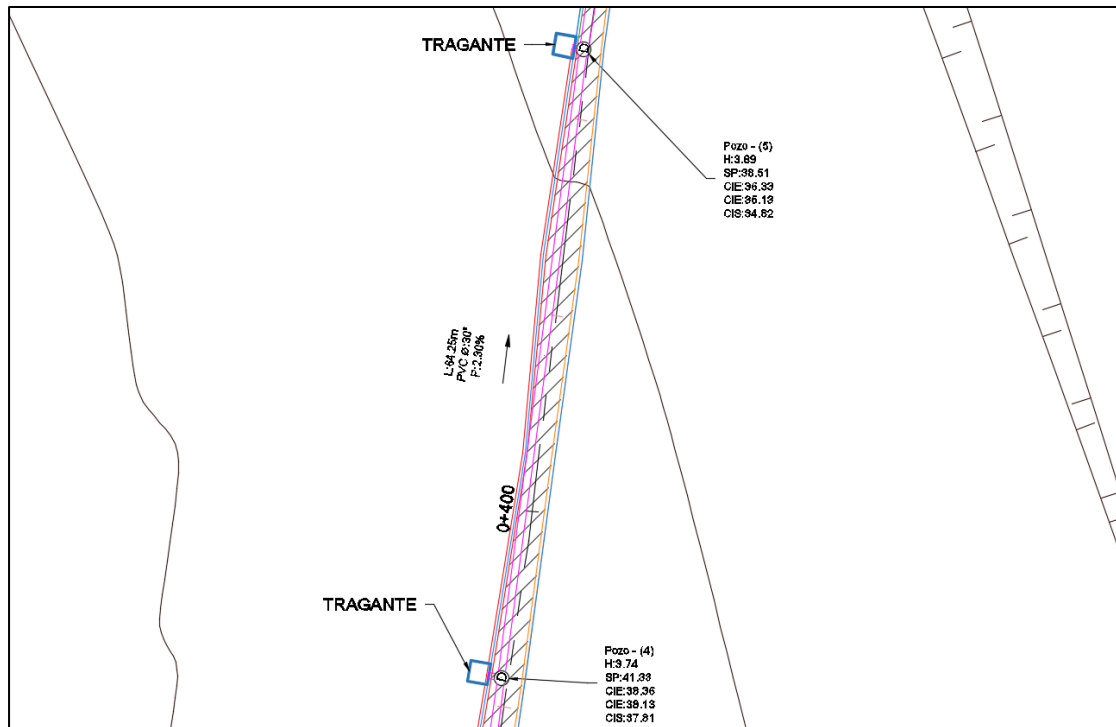
I = intensidad de lluvia (mm/h)

A = área tributaria (Ha)

2.4.10. Desarrollo para el cálculo de caudal en cunetas

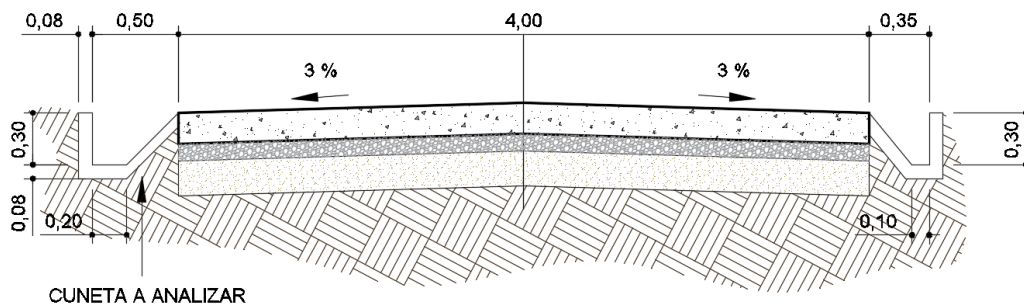
A continuación se muestra un ejemplo del cálculo del caudal en una sección de cuneta. El tramo es la parte izquierda de la quinta calle, entre el pozo de visita 4 y el pozo de visita 5 del alcantarillado pluvial.

Figura 10. **Porción de planta general del mejoramiento de calles y alcantarillado pluvial**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2016.

Figura 11. **Corte transversal de estructura de pavimento de la 18 avenida**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2016.

- Parámetros adoptados en el diseño de cunetas:
 - Período de diseño 25 años
 - Coeficiente de manning del concreto 0,016

Ecuación de intensidad de lluvia establecida por medio del modelo estándar para la estación meteorológica Suiza Contenta para 25 años:

$$I (mm/h) = \frac{1\ 092}{(t + 1,58)^{0,73}}$$

- Características del tramo

Pendiente = 8,33 %

Tiempo de concentración = 8,30 min

Caudal proveniente de tramo de cuneta anterior = 0,14242 m³/s

- Distribución de áreas según el tipo de superficie:

Figura 12. **Vista de satélite del área tributaria de la cuneta a analizar**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Tabla XIX. **Características del terreno para el tramo en cuestión**

Superficie	Ai (m2)	Ai (Ha)	Ci	Ci*Ai
Calle	55,6316	0,0056	0,8800	0,0049
Baldío	4 602,2585	0,4602	0,4600	0,2117
TOTALES	4 657,8901	0,4658		0,2166
C ponderada	0,47			

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de la intensidad de lluvia

$$I = \frac{1\ 092}{(8,30\ min + 1,58)^{0,73}} = 205,14\ mm/h$$

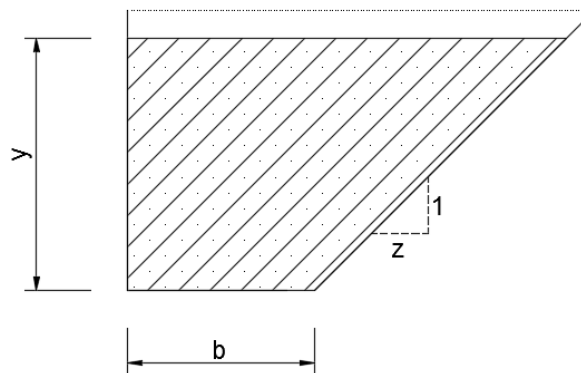
- Cálculo del caudal por medio del método racional

$$Q = \frac{0,47 * 205,14 \text{ mm/h} * 0,466 \text{ Ha}}{360} = 0,12343 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{total} = Q_{anterior} + Q_{actual} = 0,14242\text{m}^3/\text{s} + 0,12343\text{m}^3/\text{s} = 0,26585 \text{ m}^3/\text{s}$$

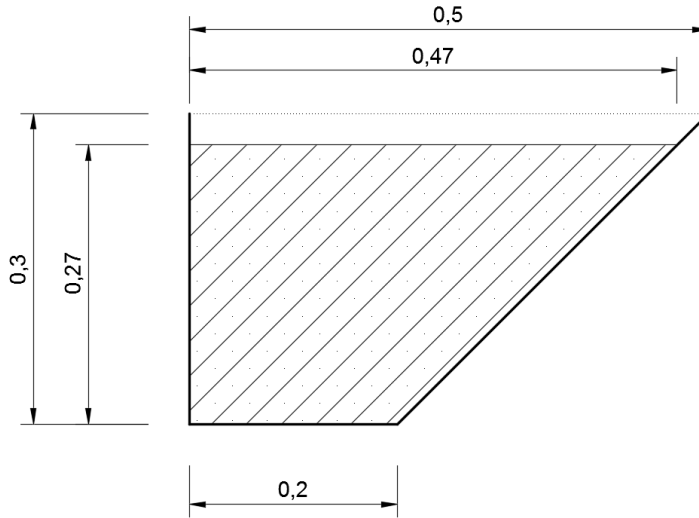
- Sección de cuneta a utilizar

Figura 13. **Variables de la sección de cuneta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Figura 14. Dimensiones de la cuneta en metros



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

$$z = 1$$

- Cálculo del caudal permisible de la cuneta

$$Q = \frac{1}{n} A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 0,85$$

$$\text{Radio hidráulico } (R) = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$\text{Área} = y \left(b + \frac{zy}{2} \right)$$

$$\text{Área} = 0,27 \left(0,20 + \frac{0,27}{2} \right) = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado} = y + b + y\sqrt{1 + z^2}$$

$$\text{Perímetro mojado} = 0,27 + 0,20 + 0,27\sqrt{1 + 1^2} = 0,85 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico (R)} = \frac{0,09 \text{ m}^2}{0,85 \text{ m}} = 0,11 \text{ m}$$

$$Q \text{ permisible} = 0,85 \left(\frac{1}{0,016} \right) (0,09 \text{ m}^2) (0,11 \text{ m})^{\frac{2}{3}} (0,0833)^{\frac{1}{2}} = 0,29264 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Chequeo de caudal

En el tramo dado, el caudal captado ($0,26585 \text{ m}^3/\text{s}$) es menor al de la cuneta a sección llena ($0,29264 \text{ m}^3/\text{s}$). Por lo tanto, la sección de cuneta seleccionada es la adecuada.

- Chequeo de caja de captación

El tramo de cuneta desfoga en una caja con una tubería de salida de 24 pulgadas que cuenta con un caudal a sección llena de $0,4388 \text{ m}^3/\text{s}$. Al ser el flujo proveniente de la cuneta igual a $0,26585 \text{ m}^3/\text{s}$, avanza continuamente desde la cuneta hasta la tubería sin riesgo de rebalse.

2.4.11. Presupuesto

Estimado del presupuesto necesario para la ejecución del alcantarillado pluvial para la aldea El Aguacate.

Tabla XX. Presupuesto del mejoramiento de calles

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
1,1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m ²	7 589,97	Q 1,50	Q 11 384,96
1,2	TRAZO Y ESTAQUEADO	m ²	7 589,97	Q 2,00	Q 15 179,94
1,3	EXCAVACIÓN	m ³	2 125,19	Q 17,00	Q 36 128,23
2 PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO					
2,1	REACONDICIONAMIENTO DE SUB-RASANTE	m ²	7 589,97	Q 5,60	Q 42 494,04
2,2	TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE BASE (10 CM)	m ²	7 589,97	Q 28,00	Q 212 519,16
2,3	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO (18 CM)	m ³	1 366,19	Q 1 700,00	Q 2 322 523,00
2,4	CUNETAS TRIANGULARES ANCHO 30 CM	m. l.	1 341,36	Q 52,50	Q 70 421,40
2,5	CUNETAS TRAPEZOIDALES ANCHO 30 CM	m. l.	1 056,55	Q 66,00	Q 69 732,30
2,6	CUNETAS TRAPEZOIDALES ANCHO 35 CM	m. l.	149,98	Q 77,00	Q 11 548,46
2,7	CUNETAS TRAPEZOIDALES ANCHO 50 CM	m. l.	465,07	Q 110,00	Q 51 157,70
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2 843 089,19

Fuente: elaboración propia.

2.4.12. Renglón unitario

Muestra de un renglón unitario del presupuesto del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate.

Tabla XXI. Renglón unitario de reacondicionamiento de subrasante

REGLÓN: Reacondicionamiento de subrasante		PRECIO UNITARIO: Q5,60		RENDIMIENTO (m2/día): 3 000	
CANTIDAD:	7 589,97	UNIDAD DE MEDIDA:	metros cuadrados		
DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD	HRS. TRABAJO	COSTO HORA	COSTO DIRECTO:	
MATERIALES:					
TOTAL MATERIALES: Q0,00					
MANO DE OBRA:					
Encargado	1	8	Q30,00	Q240,00	
Peones	10	8	Q15,00	Q1 200,00	
Prestaciones	66 %			Q949,79	
TOTAL MANO DE OBRA: Q2 389,79					
MAQUINARIA Y EQUIPO:					
Herramienta	5 %			Q119,49	
Motoniveladora	1	8	Q 550,00	Q4 400,00	
Rodo vibratorio liso	1	8	Q 300,00	Q2 400,00	
Camión sistema de 2 000 gls	1	8	Q 200,00	Q1 600,00	
Pick-up	1	8	Q 85,00	Q680,00	
Transporte	10 %			Q238,98	
COSTO TOTAL MAQUINARIA: Q9 438,47					
COSTO TOTAL DIRECTO: Q11 828,26					
IMPREVISTOS:	5 %			Q591,41	
ADMINISTRACIÓN:	5 %			Q591,41	
UTILIDAD:	20 %			Q2 365,65	
IVA (12 %):	12 %			Q1 419,39	
COSTO TOTAL INDIRECTO: Q4 967,87					
TOTAL POR DÍA: Q16 796,13					
PRECIO TOTAL DEL REGLÓN: Q42 494,04					

Fuente: elaboración propia.

2.4.13. Cronograma de ejecución física y financiera

Distribución de la ejecución física y financiera del alcantarillado sanitario para la aldea El Aguacate en un intervalo de seis meses.

Tabla XXII.

Cronograma de ejecución física y financiera del mejoramiento de calles

NO.	REGLONES DE TRABAJO	MONTO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
1	Replanteo topográfico	Q11 384,96	Q3 734,99			
2	Trazo y estaqueado	Q15 179,94	Q3 734,99	Q3 734,99		
3	Excavación	Q36 128,23		Q9 632,06		
4	Recondicionamiento de sub-rasante	Q42 494,04		Q10 623,51	Q10 623,51	
5	Tendido y compactación de base	Q212 519,16			Q42 503,83	Q42 503,83
6	Carpeta de rodadura	Q2 322 523,00				Q366 630,75
7	Cunetas	Q202 659,86				Q366 630,75
TOTAL			Q31 801,97	Q52 136,18	Q771 893,10	Q1 987 255,94
Porcentaje mensual ejecutado			1,12 %	1,83 %	27,15 %	69,90 %
Porcentaje ejecutado acumulado			1,12 %	2,95 %	30,10 %	100,00 %

Fuente: elaboración propia.

2.4.14. Evaluación de impacto ambiental

Examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarios para la opción a ser desarrollada. Se realiza un diagnóstico del área en donde se construirá el proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactado directamente por la obra. Se analiza cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área influenciada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales.

- Características del proyecto:
 - Dimensiones del mejoramiento: 7 589,97 m²
 - Longitud de cunetas: 3 012,96 m
 - Área de influencia: 0,15 km²

- Materiales que serán utilizados: cemento, grava y arena.

- Actividades sobre el terreno: limpieza del área de trabajo, recolocación de desechos sólidos provenientes de la limpieza, excavación, compactación y nivelación del terreno.

Tabla XXIII. **Tabla de evaluación de impacto ambiental inicial del mejoramiento de calles**

Evaluación de impacto ambiental			
Aspecto	Impacto en el ambiente	Posibles causas	Medidas de mitigación
Aire	Emanaciones de partículas	Emanación de gases debido a la operación de maquinaria. Explotación de bancos de material y acarreo. Tránsito de vehículos en zonas con polvorientas.	Filtros para reducir emanación de gases nocivos en maquinaria utilizada. Cubrir con lona material al ser transportado. Humidificación de sectores donde la presencia de partículas de polvo es crítica.
	Ruido	Uso de maquinaria y equipo durante la preparación del terreno y etapa de construcción de la obra.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto del sonido y el personal debe utilizar equipo de protección auditiva. Uso de maquinaria y equipo en horas hábiles.
Suelo	Desechos sólidos	Material de excavación, basura, desperdicio de materiales de construcción y producto del mantenimiento de la maquinaria y el equipo.	Reutilización del material de excavación y transporte del material sobrante a áreas autorizadas. Colocar recipientes para colocación de basura. Recolectar desechos producto del mantenimiento de maquinaria y para ser reciclados.
	Vibraciones	Uso de maquinaria pesada.	La maquinaria y el equipo deben encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento para minimizar el efecto de las vibraciones. Uso de maquinaria en horas hábiles.
Agua	Demanda de agua	Demanda de agua debido a procesos constructivos tales como compactación de suelos, mezclas con cemento, limpieza de áreas de construcción, maquinaria y equipo.	Racionalización del uso del agua, priorizando los procesos constructivos. Reciclaje del agua de lluvia.
Visual	Modificación del paisaje	Ubicación de campamento, explotación de bancos de material, material de desperdicio y actividades propias de la construcción de la obra.	Ubicar campamentos en sitios donde no afecte la visibilidad durante el tránsito de vehículos y peatones. Readequar sitio al finalizar obra. Nivelar terreno y reforestar al finalizar la explotación de un banco de materiales.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del alcantarillado sanitario se solventará la necesidad de adecuado drenaje y tratamiento de las aguas servidas, obligatorio en cualquier asentamiento humano, reduciendo el riesgo de contagio de enfermedades gastrointestinales.
2. La facilidad de tránsito y locomoción es uno de los servicios básicos que debe ser proporcionado por la municipalidad. Con el mejoramiento de las calles en los accesos principales de la aldea, se mejorará considerablemente el traslado de los habitantes en su rutina diaria.
3. Es necesario uso de cunetas y alcantarillado pluvial, especialmente en los tramos más con mayor pendiente, para que estos sistemas drenajes encausen el agua lejos de la estructura de pavimento y evitar daños provocados por la infiltración.
4. Los diseños se basaron en las normas y recomendaciones respectivas para así garantizar que cada uno cumpla con la vida útil, durante la cual deberá prestar servicio.
5. El alcantarillado sanitario tiene un costo por metro lineal de 611,59 Q/m, el alcantarillado pluvial de 3 685,57 Q/m y el mejoramiento de calles tiene un costo por metro cuadrado de 374,59 Q/m². Los costos de los alcantarillados sanitario y pluvial se vieron afectados por la topografía de la aldea; las pendientes pronunciadas obligan a aumentar la profundidad y el número de pozos. En el caso del mejoramiento de calles, la calidad

del material existente obligó a aumentar la resistencia y espesor del pavimento de concreto, incrementando el costo del proyecto.

6. La contribución al medio ambiente de los proyectos será de gran importancia. Reduciendo la contaminación y la erosión de los suelos circundantes, mejorará las condiciones de vida de la aldea.

RECOMENDACIONES

1. Para reducir el impacto ocasionado en las calles por el flujo de agua pluvial, los habitantes de la aldea que viven en los sectores con pendiente del terreno pronunciada deben redirigir el agua de lluvia que se precipite en sus terrenos a pozos de absorción.
2. Una vez construida, debe realizarse constante inspección y mantenimiento a la infraestructura correspondiente de cada proyecto para garantizar que cumpla con su vida útil.
3. Garantizar la supervisión técnica profesional durante la ejecución de los proyectos para que se cumplan con todas las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos. Que el supervisor indique cambios, en el caso que hubiese alguno.
4. Debido a la topografía y a la falta del espacio adecuado para el tratamiento de las aguas servidas, el sector 3 no fue incluido en el diseño del alcantarillado sanitario. Para las viviendas de este sector se recomienda la construcción de una fosa séptica para el tratamiento del agua de desecho para ser luego liberada en un pozo de absorción. En los planos de detalles se incluyen muestras de dichas estructuras.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMANCO. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. 2014. 46 p.
2. BARRIOS BOLAÑOS, Walter Raúl. *Guía teórica y práctica del curso de pavimentos y mantenimiento de carreteras*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 145 p.
3. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1989. 135 p.
4. CHOW, Ven Te. *Hidrología Aplicada*. Colombia: McGraw-Hill, 1994. 584 p.
5. CORONADO ITURBIDE, Jorge Coronado. *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*. Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). 2002. 342 p.
6. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: 2001. 724 p.
7. EMCALI. *Norma técnica de recolección de aguas residuales y lluvias*. NDC-SE-RA-015. Colombia: 2012. 40 p.

8. NAWY, Edgar. *Concreto Reforzado – Un enfoque básico*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988. 743 p.
9. HERNÁNDEZ CANALES, Juan Carlos. *Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2008. 466 p.
10. Instituto de la Construcción y Gerencia. *Norma OS.060*. Perú: ICG, 2006. 24 p.
11. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009. 22 p.
12. MCMILLAN, Franklin. y TUTHILL, Lewis. *Cartilla del concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2000. 52 p.
13. MENDOZA RODRÍGUEZ, Juan Manuel Tercero. *Caracterización biofísica y socioeconómica de la aldea El Aguacate, Mixco, Guatemala, C. A.* Trabajo de graduación de Agronomía. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012. 111 p.
14. MOTT, Robert L. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Educación, 2006. 626 p.
15. Colegio de Ingenieros de Guatemala. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. Municipalidad de Guatemala. 1988. 12 p.

16. SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1997. 210 p.
17. SALES RODRÍGUEZ, Manuel de Jesús. *Comparación del Modelo Estándar y modelo Wenzel para curvas intensidad-duración-frecuencia en la cuenca del río Motagua*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012. 94 p.
18. Urban Drainage and Flood Control District. *Urban Storm Drainage Criteria Manual Volume 1*. Estados Unidos: Urban Drainage and Flood Control District. Denver, Colorado. 2008. 861 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Memoria de cálculo del alcantarillado sanitario**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Memoria de cálculo del alcantarillado pluvial**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Planos del alcantarillado sanitario, pluvial y
mejoramiento de calles**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2016.

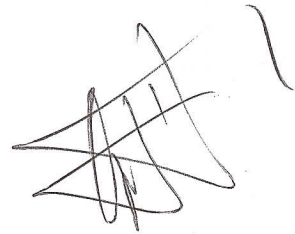
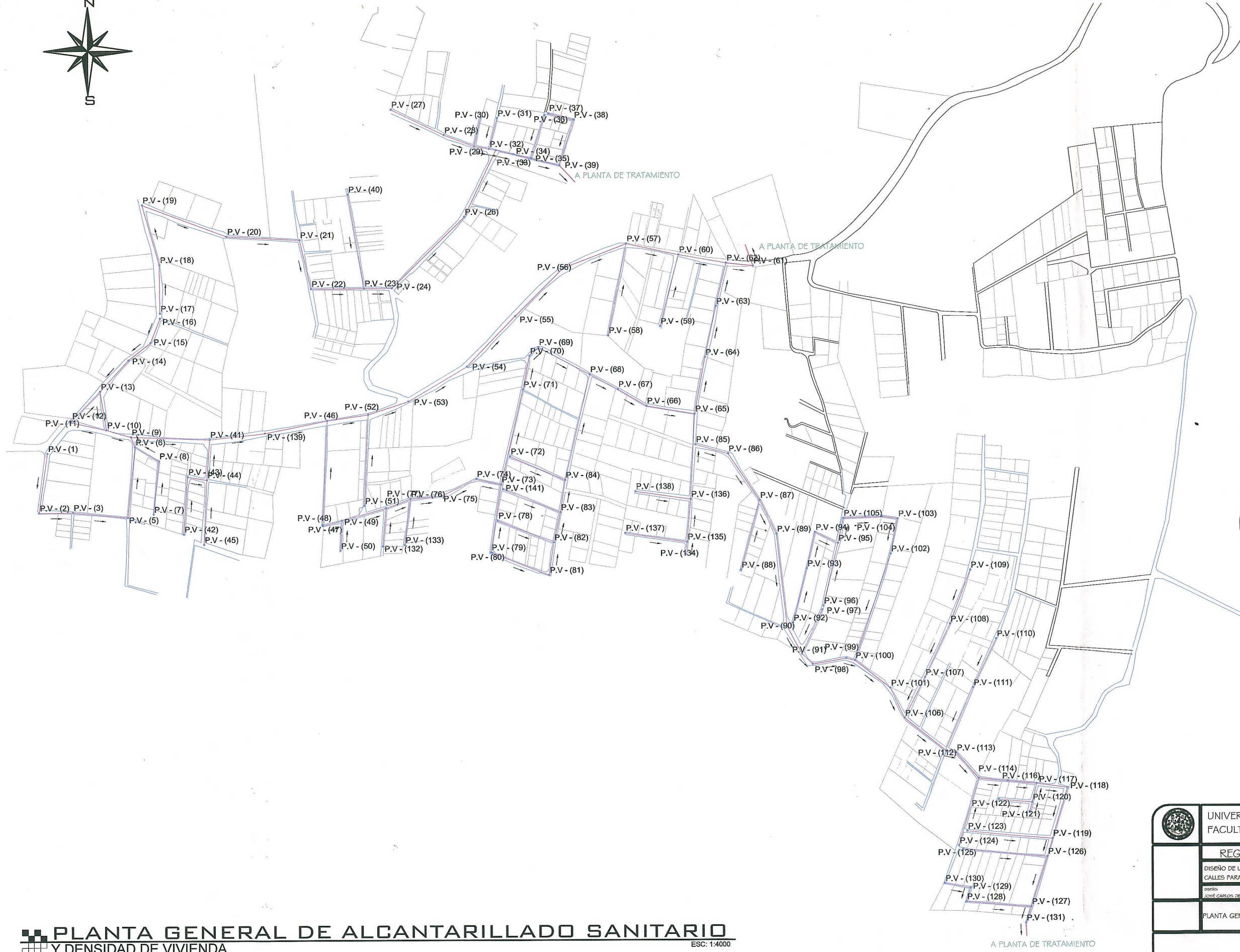
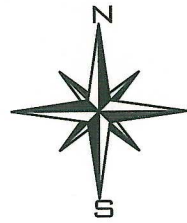
MEMORIA DE CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

De	A	Cota de Terreno (m)		D. H. (m)	S % Terreno	Viviendas		No. Habitantes		f. q. m.	F. H.		Caudales com e Ind (l/s)	q. diseño (l/s)		φ (plg)	φ (plg) real	Grosor (plg)	S % Tubería	Sección Llena		Relación q/Q		Relación v/V		v Diseño (m/s)		Relación d/D		Tirante (pulg)		Cotas Invert (m)		Altura (m)		Altura pozo (m)
		Inicio	Final			Local	Acum	Actual	Futura		Actual	Futura		Actual	Futura					Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicial	Final			
1	2	227.76	217.77	64.09	15.59	6	0	42	88	0.005	4.33	4.26	0.91	1.88	4	3.92	0.04	15.60	3.74	29.16	0.0312	0.0643	0.4523	0.5598	1.6926	2.0950	0.12	0.17	0.47	0.67	1.44	1.45	226.32	216.32	1.66	
2	3	217.77	215.76	36.15	5.56	2	6	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	6	5.88	0.06	5.59	2.94	51.46	0.0234	0.0482	0.4137	0.5147	1.2144	1.5107	0.11	0.15	0.62	0.88	1.50	1.51	216.27	214.25	1.72	
3	5	215.76	211.28	58.6443	7.64	3	8	77	162	0.005	4.27	4.18	1.65	3.38	6	5.88	0.06	7.50	3.40	59.61	0.0276	0.0566	0.4357	0.5397	1.4814	1.8349	0.11	0.16	0.67	0.95	1.56	1.48	214.20	209.80	1.78	
5	6	211.28	204.3	75.758	9.21	10	11	147	308	0.005	4.19	4.07	3.08	6.28	6	5.88	0.06	9.25	3.78	66.20	0.0466	0.0949	0.5083	0.6295	1.9191	2.3770	0.15	0.21	0.86	1.22	1.54	1.57	209.74	202.73	1.76	
7	8	209.53	204.69	57.4142	8.43	9	0	63	132	0.005	4.29	4.21	1.35	2.78	6	5.88	0.06	8.60	3.64	63.83	0.0212	0.0436	0.4012	0.4996	1.4605	1.8190	0.10	0.14	0.59	0.84	1.44	1.54	208.09	203.15	1.66	
8	6	204.69	204.3	29.43	1.33	0	9	63	132	0.005	4.29	4.21	1.35	2.78	6	5.88	0.06	1.40	1.47	25.75	0.0525	0.1080	0.5273	0.6524	0.7746	0.9583	0.16	0.22	0.91	1.30	1.59	1.61	203.10	202.69	1.81	
16	15	219.08	217.42	27.97	5.93	3	0	21	44	0.005	4.38	4.33	0.46	0.95	4	3.92	0.04	6.20	2.36	18.38	0.0250	0.0518	0.4211	0.5252	0.9936	1.2391	0.11	0.15	0.42	0.60	1.44	1.51	217.64	215.91	1.66	
15	14	217.42	217.07	29.9999	1.17	4	3	49	103	0.005	4.32	4.24	1.06	2.18	6	5.88	0.06	1.20	1.36	23.84	0.0444	0.0914	0.5018	0.6223	0.6824	0.8464	0.14	0.20	0.84	1.20	1.56	1.57	215.86	215.50	1.78	
14	13	217.07	216.34	44.99	1.62	3	7	70	147	0.005	4.28	4.19	1.50	3.08	6	5.88	0.06	1.38	1.46	25.57	0.0586	0.1204	0.5458	0.6745	0.7960	0.9837	0.16	0.23	0.96	1.38	1.62	1.51	215.45	214.83	1.84	
12	13	219.56	216.34	44.01	7.32	2	0	14	29	0.005	4.40	4.36	0.31	0.64	4	3.92	0.04	4.93	2.10	16.39	0.0188	0.0390	0.3883	0.4820	0.8169	1.0140	0.10	0.13	0.37	0.53	2.56	1.51	217.00	214.83	2.78	
13	10	216.34	208.59	41.7012	18.58	1	12	91	191	0.005	4.25	4.16	1.94	3.97	6	5.88	0.06	18.99	5.41	94.85	0.0204	0.0418	0.3961	0.4931	2.1427	2.6676	0.10	0.14	0.58	0.82	1.56	1.73	214.78	206.86	1.78	
11	10	219.8	208.59	39.07	28.69	3	0	21	44	0.005	4.38	4.33	0.46	0.95	4	3.92	0.04	29.00	5.10	39.76	0.0116	0.0240	0.3339	0.4162	1.7036	2.1236	0.08	0.11	0.29	0.42	1.44	1.56	218.36	207.03	1.66	
10	9	208.59	202.23	27.1603	23.42	1	16	119	250	0.005	4.22	4.11	2.51	5.13	6	5.88	0.06	23.00	5.95	104.38	0.0241	0.0492	0.4187	0.5168	2.4929	3.0770	0.11	0.15	0.63	0.88	1.80	1.69	206.79	200.54	2.02	
6	9	204.3	202.23	11.56	17.91	0	30	210	440	0.005	4.14	4.00	4.35	8.81	6	5.88	0.06	18.00	5.27	92.34	0.0471	0.0954	0.5104	0.6295	2.6884	3.3159	0.15	0.21	0.86	1.22	1.74	1.75	202.56	200.48	1.96	
45	44	200.96	199.54	69.24	2.05	12	0	84	176	0.005	4.26	4.17	1.79	3.67	6	5.88	0.06	2.10	1.80	31.54	0.0568	0.1164	0.5397	0.6678	0.9709	1.2014	0.16	0.23	0.95	1.35	1.44	1.47	199.52	198.07	1.66	
42	43	204.25	202.23	61.52	3.28	8	0	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	6	5.88	0.06	3.40	2.29	40.13	0.0300	0.0618	0.4453	0.5539	1.0193	1.2679	0.12	0.17	0.69	0.99	1.44	1.51	202.81	200.72	1.66	
43	44	202.23	199.54	20.87	12.89	0	8	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	6	5.88	0.06	13.00	4.48	78.48	0.0154	0.0316	0.3645	0.4523	1.6315	2.0247	0.09	0.15	0.51	0.71	1.56	1.58	200.67	197.96	1.78	
44	41	199.54	187.5	43.23	27.85	5	20	175	367	0.005	4.17	4.04	3.65	7.41	6	5.88	0.06	28.12	6.58	115.42	0.0316	0.0642	0.4523	0.5598	2.9778	3.6856	0.12	0.17	0.71	1.01	1.63	1.75	197.91	185.75	1.85	
9	41	202.23	187.5	83.88	17.56	6	47	371	778	0.005	4.04	3.87	7.49	15.05	6	5.88	0.06	17.80	5.24	91.83	0.0816	0.1639	0.6021	0.7365	3.1540	3.8579	0.19	0.27	1.14	1.61	1.80	2.00	200.43	185.50	2.02	
41	139	187.5	178.4	59.48	15.30	1	53	378	793	0.005	4.03	3.86	7.62	15.31	6	5.88	0.06	15.60	4.90	85.97	0.0887	0.1781	0.6169	0.7545	3.0249	3.6995	0.20	0.29	1.18	1.68	2.05	2.23	185.45	176.17	2.27	
139	46	178.4	166.64	67.79	17.35	4	54	406	852	0.005	4.02	3.84	8.16	16.37	6	5.88	0.06	17.70	5.22	91.57	0.0891	0.1787	0.6169	0.7559	3.2221	3.9483	0.20	0.29	1.18	1.68	2.28	2.52	176.12	164.12	2.50	
48	46	186.89	166.64	111.414	18.18	7	0	49	103	0.005	4.32	4.24	1.06	2.18	4	3.92	0.04	18.24	4.05	31.53	0.0335	0.0691	0.4616	0.5736	1.8678	2.3209	0.13	0.18	0.49	0.70	1.44	1.51	185.45	165.13	1.66	
46	52	166.64	159.97	44.33	15.05	2	65	469	984	0.005	3.99	3.80	9.35	18.71	6	5.88	0.06	15.50	4.89	85.69	0.1091	0.2184	0.6558	0.7998	3.2056	3.9091	0.22	0.32	1.31	1.86	2.57	2.77	164.07	157.20	2.79	
51	52	183.2	159.97	97.4476	23.84	8	0	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	4	3.92	0.04	22.89	4.53	35.32	0.0341	0.0702	0.4639	0.5755	2.1028	2.6088	0.13	0.18	0.49	0.70	3.20	2.28	180.00	157.69	3.42	
52	53	159.97	155.57	44.78	9.83	2	75	539	1131	0.005	3.96	3.76	10.66	21.28	6	5.88	0.06	8.00	3.51	61.56	0.1732	0.3457	0.7485	0.9077	2.6285	3.1874	0.28	0.41	1.65	2.38	2.82	2.00	157.15	153.57	3.04	
53	54	155.57	154.66	72.99	1.25	3	77	560	1175	0.005	3.95	3.75	11.06	22.05	6	5.88	0.06	1.37	1.45	25.48	0.4340	0.8654	1.0059	1.1255	1.4617	1.6355	0.51	0.72	2.98	4.22	2.82	2.91	152.75	151.75	3.04	
54	55	154.66	146.5	74.5351	10.95	1	80	567	1189	0.005	3.95	3.75	11.19	22.30	6	5.88	0.06	9.90	3.91	68.48	0.1633	0.3256	0.7365	0.8932	2.8771	3.4890	0.27	0.39	1.61	2.31	2.96	2.18	151.70	144.32	3.18	
55	56	146.5	137.65	72.1767	12.26	0	81	567	1189	0.005	3.95	3.75	11.19	22.30	6	5.88	0.06	13.00	4.48	78.48	0.1425	0.2842	0.7086	0.8603	3.1721	3.8509	0.26	0.36	1.50	2.14	2.23	2.76	144.27	134.89	2.45	
56	57	137.65	131.56	72.1496	8.44	1	81	574	1204	0.005	3.94	3.75	11.32	22.55	6	5.88	0.06	7.80	3.47	60.79	0.1861	0.3710	0.7647	0.9249	2.6514	3.2070	0.29	0.42	1.72	2.48	2.81	2.35	134.84	129.21	3.03	
58	57	151.87	131.56	99.5205	20.41	10	0	70	147	0.005	4.28	4.19	1.50	3.08	4	3.92	0.04	20.50	4.29	33.43	0.0448	0.0921	0.5040	0.6241	2.1619	2.6774	0.14	0.21	0.56	0.80	1.44	1.53	150.43	130.03	1.66	
57	60	131.56	126.01	57.0459	9.73	6	92	686	1439	0.005	3.90	3.69	13.38	26.57	6	5.88	0.06	9.60	3.85	67.44	0.1983	0.3939	0.7776	0.9404	2.9910	3.6175	0.30	0.44	1.77	2.56	2.40	2.33	129.16	123.68	2.62	
59	60	139.6	126.01	78.6894	17.27	5	0	35	73	0.005	4.34	4.28	0.76	1.57	4	3.92	0.04	17.30	3.94	30.71	0.0248	0.0511	0.4211	0.5231	1.6596	2.0614	0.11	0.15	0.42	0.60	1.44	1.46	138.16	124.55	1.66	
60	62	126.01	120.87	51.3536	10.01	3	103	742	1556	0.005	3.88	3.67	14.39	28.54	6	5.88	0.06	10.25	3.97	69.68	0.2066	0.4096	0.7874	0.9495	3.1294	3.7736	0.31	0.45	1.81	2.62	2.38	2.50	123.63	118.37	2.60	
62	61	120.87	116.08	29.0735	16.48	0	239	1673	3509	0.005	3.64	3.38	30.56	59.44	18	17.65	0.18	10.00	8.17	1288.54	0.0237	0.0461	0.4162	0.5083	3.3989	4.1507	0.11	0.15	1.87	2.58	3.55	1.67	117.32	114.41	3.77	
47	49	186.85	185.46	18.24	7.62																															

85	86	145.59	144.51	36.1091	2.99	2	0	14	29	0.005	4.40	4.36	0.31	0.64	4	3.92	0.04	3.20	1.69	13.21	0.0233	0.0484	0.4137	0.5147	0.7012	0.8723	0.11	0.15	0.41	0.58	1.44	1.52	144.15	142.99	1.66
86	87	144.51	142.39	59.975	3.53	6	2	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	6	5.88	0.06	3.60	2.36	41.30	0.0292	0.0601	0.4429	0.5498	1.0432	1.2952	0.12	0.17	0.69	0.98	1.57	1.61	142.94	140.78	1.79
88	87	146.31	142.39	77.0681	5.09	10	0	70	147	0.005	4.28	4.19	1.50	3.08	4	3.92	0.04	5.20	2.16	16.83	0.0890	0.1829	0.6169	0.7603	1.3328	1.6427	0.20	0.29	0.79	1.13	1.44	1.53	144.87	140.86	1.66
87	89	142.39	134.83	40.2288	18.79	0	18	126	264	0.005	4.21	4.10	2.66	5.42	6	5.88	0.06	19.00	5.41	94.87	0.0280	0.0571	0.4381	0.5417	2.3709	2.9316	0.12	0.16	0.68	0.95	1.66	1.74	140.73	133.09	1.88
89	90	134.83	122.18	99.6988	12.69	4	18	154	323	0.005	4.19	4.06	3.22	6.56	6	5.88	0.06	11.80	4.26	74.77	0.0431	0.0878	0.4975	0.6151	2.1215	2.6230	0.14	0.20	0.83	1.18	2.33	1.44	132.50	120.74	2.55
90	91	122.18	114.36	32.9863	23.71	2	22	168	352	0.005	4.17	4.05	3.51	7.13	6	5.88	0.06	23.78	6.05	106.14	0.0330	0.0672	0.4616	0.5677	2.7946	3.4371	0.13	0.18	0.74	1.03	1.50	1.52	120.88	112.84	1.72
97	91	117.58	114.36	51.5945	6.24	2	0	14	29	0.005	4.40	4.36	0.31	0.64	4	3.92	0.04	6.30	2.38	18.53	0.0166	0.0345	0.3725	0.4662	0.8859	1.1086	0.09	0.13	0.35	0.50	1.44	1.47	116.14	112.89	1.66
91	98	114.36	110.83	15.8548	22.26	0	26	182	382	0.005	4.16	4.03	3.79	7.70	6	5.88	0.06	23.00	5.95	104.38	0.0363	0.0737	0.4730	0.5832	2.8163	3.4726	0.13	0.18	0.76	1.08	1.57	1.69	112.79	109.14	1.79
98	99	110.83	106.91	36.5278	10.73	0	26	182	382	0.005	4.16	4.03	3.79	7.70	6	5.88	0.06	10.80	4.08	71.53	0.0530	0.1076	0.5294	0.6524	2.1598	2.6617	0.16	0.22	0.92	1.30	1.74	1.77	109.09	105.14	1.96
99	100	106.91	105.77	9.2585	12.31	1	26	189	396	0.005	4.16	4.02	3.93	7.98	6	5.88	0.06	14.30	4.69	82.31	0.0477	0.0969	0.5125	0.6331	2.4063	2.9722	0.15	0.21	0.87	1.24	1.82	2.00	105.09	103.77	2.04
92	93	122.5	121.04	59.79	2.44	2	0	14	29	0.005	4.40	4.36	0.31	0.64	4	3.92	0.04	2.50	1.50	11.67	0.0264	0.0548	0.4285	0.5335	0.6419	0.7992	0.11	0.16	0.44	0.62	1.44	1.47	121.06	119.57	1.66
93	94	121.04	115.74	39.59	13.39	2	2	28	59	0.005	4.36	4.30	0.61	1.26	4	3.92	0.04	13.80	3.52	27.42	0.0223	0.0460	0.4087	0.5083	1.4386	1.7889	0.10	0.15	0.40	0.57	1.53	1.69	119.51	114.05	1.75
94	95	115.74	110.87	27	18.04	2	4	42	88	0.005	4.33	4.26	0.91	1.88	4	3.92	0.04	17.84	4.00	31.18	0.0292	0.0602	0.4429	0.5498	1.7723	2.2003	0.12	0.17	0.46	0.65	1.74	1.69	114.00	109.18	1.96
96	95	116.33	110.87	68.4918	7.97	5	0	35	73	0.005	4.34	4.28	0.76	1.57	4	3.92	0.04	8.00	2.68	20.88	0.0364	0.0752	0.4730	0.5871	1.2676	1.5732	0.13	0.19	0.51	0.73	1.44	1.46	114.89	109.41	1.66
95	105	110.87	108.17	27.21	9.92	2	11	91	191	0.005	4.25	4.16	1.94	3.97	6	5.88	0.06	1.07	1.28	22.51	0.0860	0.1761	0.6114	0.7530	0.7852	0.9670	0.20	0.28	1.16	1.67	4.28	1.87	106.59	106.30	4.50
104	104	108.17	104.41	41.38	9.09	1	13	98	206	0.005	4.25	4.14	2.08	4.26	6	5.88	0.06	9.40	3.81	66.73	0.0312	0.0638	0.4523	0.5598	1.7217	2.1309	0.12	0.17	0.71	1.01	1.92	2.05	106.25	102.36	2.14
105	103	104.41	104.11	16.8	1.79	2	14	112	235	0.005	4.23	4.12	2.37	4.84	6	5.88	0.06	1.90	1.71	30.00	0.0790	0.1614	0.5965	0.7335	1.0208	1.2552	0.19	0.27	1.12	1.59	2.10	2.12	102.31	101.99	2.32
103	102	104.11	105.87	38.18	-4.61	4	16	140	294	0.005	4.20	4.08	2.94	5.99	6	5.88	0.06	0.40	0.79	13.77	0.2136	0.4354	0.7943	1.0059	0.6237	0.7898	0.31	0.51	1.84	2.98	2.17	4.08	101.94	101.79	2.39
102	100	105.87	105.77	120.04	0.08	14	20	238	499	0.005	4.12	3.97	4.90	9.92	6	5.88	0.06	0.30	0.68	11.92	0.4112	0.8322	0.9504	1.1184	0.6463	0.7605	0.45	0.70	2.62	4.09	4.13	4.39	101.74	101.38	4.35
100	101	105.77	101.55	47.8292	8.82	3	34	259	543	0.005	4.10	3.96	5.32	10.74	6	5.88	0.06	2.60	2.00	35.10	0.1515	0.3061	0.7212	0.8782	1.4437	1.7580	0.26	0.38	1.55	2.23	4.44	1.46	101.33	100.09	4.66
101	106	101.55	97.97	35.37	10.12	2	37	273	573	0.005	4.10	3.94	5.59	11.29	6	5.88	0.06	10.38	4.00	70.12	0.0797	0.1610	0.5965	0.7335	2.3860	2.9339	0.19	0.28	1.12	1.59	1.51	1.60	100.04	96.37	1.73
109	108	99.93	95.9	61.6175	6.54	4	0	28	59	0.005	4.36	4.30	0.61	1.26	4	3.92	0.04	6.64	2.44	19.02	0.0321	0.0664	0.4546	0.5658	1.1100	1.3812	0.12	0.17	0.48	0.68	1.44	1.50	98.49	94.40	1.66
108	107	95.9	98.64	62.8854	-4.36	10	4	98	206	0.005	4.25	4.14	2.08	4.26	4	3.92	0.04	0.45	0.64	4.95	0.4201	0.8600	1.0059	1.1243	0.6393	0.7146	0.51	0.71	1.99	2.80	1.55	4.57	94.35	94.07	1.77
107	106	98.64	97.97	48.49	1.38	4	14	126	264	0.005	4.21	4.10	2.66	5.42	6	5.88	0.06	0.40	0.79	13.77	0.1929	0.3937	0.7719	0.9394	0.6061	0.7376	0.30	0.44	1.75	2.56	4.62	4.14	94.02	93.83	4.84
106	112	97.97	88.45	55.8375	17.05	4	18	154	323	0.005	4.19	4.06	3.22	6.56	6	5.88	0.06	12.54	4.40	77.08	0.0418	0.0852	0.4931	0.6096	2.1678	2.6798	0.14	0.20	0.82	1.16	4.20	1.68	93.77	86.77	4.42
110	111	89.36	85.44	57.7505	6.79	6	0	42	88	0.005	4.33	4.26	0.91	1.88	4	3.92	0.04	2.00	1.34	10.44	0.0871	0.1797	0.6132	0.7559	0.8217	1.0129	0.20	0.29	0.78	1.12	4.20	1.44	85.16	84.00	4.42
111	112	85.44	88.45	73.264	-4.11	6	6	84	176	0.005	4.26	4.17	1.79	3.67	4	3.92	0.04	0.50	0.67	5.22	0.3430	0.7033	0.9055	1.0828	0.6066	0.7254	0.40	0.62	1.58	2.42	1.50	4.88	83.94	83.57	1.72
112	113	88.45	85.13	11.5304	28.79	0	34	238	499	0.005	4.12	3.97	4.90	9.92	8	7.84	0.08	1.50	1.84	57.41	0.0854	0.1728	0.6096	0.7485	1.1228	1.3788	0.20	0.28	1.55	2.20	4.98	1.83	83.47	83.30	5.20
113	114	85.13	76.36	36.1376	24.27	1	34	245	514	0.005	4.11	3.97	5.04	10.20	8	7.84	0.08	25.00	7.52	234.38	0.0215	0.0435	0.4037	0.4996	3.0357	3.7571	0.10	0.14	0.79	1.11	1.88	2.14	83.25	74.22	2.10
124	114	79.88	76.36	75.2648	4.68	8	0	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	4	3.92	0.04	4.70	2.05	16.00	0.0753	0.1550	0.5871	0.7258	1.2058	1.4909	0.19	0.27	0.73	1.04	1.44	1.46	78.44	74.90	1.66
114	116	76.36	68.43	31.1049	25.49	7	43	350	734	0.005	4.05	3.88	7.09	14.25	8	7.84	0.08	25.60	7.61	237.17	0.0299	0.0601	0.4453	0.5498	3.3882	4.1840	0.12	0.17	0.93	1.30	2.20	2.23	74.16	66.20	2.42
116	117	68.43	60.52	31.1049	25.43	8	50	406	852	0.005	4.02	3.84	8.16	16.37	8	7.84	0.08	23.00	7.21	224.81	0.0363	0.0728	0.4730	0.5813	3.4118	4.1929	0.13	0.18	1.02	1.43	2.28	1.52	66.15	59.00	2.50
122	120	69.51	61.52	35.92	22.24	4	0	28	59	0.005	4.36	4.30	0.61	1.26	4	3.92	0.04	22.30	4.47	34.86	0.0175	0.0362	0.3778	0.4730	1.6905	2.1163	0.09	0.13	0.36	0.51	1.44	1.46	68.07	60.06	1.66
121	120	61.38	61.52	10.27	-1.36	3	0	21	44	0.005	4.38	4.33	0.46	0.95	4	3.92	0.04	2.00	1.34	10.44	0.0440	0.0912	0.4996	0.6223	0.6694	0.8339	0.14	0.20	0.56	0.80	1.44	1.79	59.94	59.73	1.66
120	117	61.52	60.52	20.59	4.86	1	7	56	117	0.005	4.30	4.22	1.21	2.48	4	3.92	0.04	3.60	1.80	14.01	0.0860	0.1771	0.6114	0.7530	1.0991	1.3536	0.20	0.28	0.78	1.11	1.84	1.58	59.68	58.94	2.06
117	118	60.52	55.82	33.3355	14.10	4	66	490	1028	0.005	3.98	3.79	9.75	19.49	8	7.84	0.08	14.25	5.68	176.95	0.0551	0.1101	0.5356	0.6675	3.0407	3.7331	0.16	0.22	1.25	1.76	1.68	1.73	58.84	54.09	1.90
118	119	55.82	53.49	56.69	4.11	5	70	525	1101	0.005	3.96	3.77	10.40	20.77	12	11.76	0.12																		

MEMORIA DE CÁLCULO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL

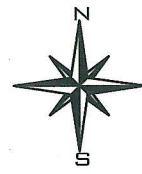
De	A	Cota de Terreno		D. H. (m)	% Terreno	q diseño (l/s)	caudal acumulado (l/s)	ep (l/s)	ep (l/s) real	Grosor (pulg)	\$ s/diseño	Sección Ulena		Relación e/Q	Relación v/v	Diseño (m/s)	Relación e/Q	Transte (pulg)	Cotas Invert (m)		Altura (m)		Altura pozo (m)
		Inicio	Final									Vel (m/s)	Q (l/s)						Inicio	Final	Inicio	Final	
CAVA 1	1	43.24	44.94	1.72	-98.67	85.41	85.41	18.00	17.65	0.18	0.25	1.29	203.74	0.42	1.01	1.30	0.51	6.95	1.50	3.20	41.74	41.74	3.58
	2	44.94	43.99	70.41	1.35	115.21	200.62	24.00	23.53	0.24	1.40	3.70	1038.32	0.08	0.60	2.23	0.19	4.54	3.36	3.40	41.58	40.59	
CAVA 2	2	42.29	43.99	1.70	-100.00	108.70	200.62	18.00	17.65	0.18	0.25	1.29	203.74	0.57	1.03	1.33	0.54	9.49	1.50	3.20	40.79	40.79	3.67
	3	43.99	42.74	40.30	3.10	168.37	309.32	24.00	23.53	0.24	2.70	5.14	1441.94	0.14	0.70	3.61	0.25	5.51	3.45	3.29	40.54	39.45	
CAVA 3	3	41.04	42.74	1.83	-92.90	162.37	309.32	18.00	17.65	0.18	0.25	1.29	203.74	0.53	1.02	1.31	0.53	9.16	1.50	3.20	39.54	39.54	3.67
	4	42.74	41.33	45.24	3.12	265.85	471.69	30.00	29.41	0.29	2.06	5.21	2283.64	0.14	0.70	3.63	0.25	7.29	3.45	2.97	39.29	38.36	
CAVA 4	4	39.63	41.33	1.47	-115.65	265.85	471.69	18.00	17.65	0.18	0.25	1.29	203.74	0.80	1.11	1.43	0.67	11.89	1.50	3.20	38.13	38.13	3.74
	5	41.33	38.49	64.28	4.42	352.93	737.53	30.00	29.41	0.29	2.30	5.51	2413.00	0.20	0.77	4.27	0.30	8.79	3.52	2.16	37.81	36.33	
CAVA 5	5	36.79	38.49	1.45	-117.24	352.93	737.53	24.00	23.53	0.24	0.25	1.56	438.77	0.61	1.05	1.64	0.56	13.20	1.66	3.36	35.13	35.13	3.89
	6	38.49	36.59	15.76	12.06	426.85	975.06	36.00	35.29	0.35	1.60	5.19	3272.68	0.23	0.81	4.18	0.32	11.36	3.67	2.02	34.82	34.57	
CAVA 6	7	36.59	33.41	20.00	15.89	426.85	975.06	36.00	35.29	0.35	1.70	5.34	3373.40	0.22	0.80	4.27	0.32	11.19	4.85	2.01	31.74	31.40	5.07
	8	33.41	30.21	17.35	18.46	511.70	1486.76	36.00	35.29	0.35	1.70	5.34	3373.40	0.22	0.80	4.27	0.32	11.19	4.95	2.04	28.46	28.17	
CAVA 7	9	30.21	28.83	16.03	8.61	511.70	1486.76	36.00	35.29	0.35	1.70	5.34	3373.40	0.22	0.80	4.27	0.32	11.19	3.15	2.04	27.06	26.79	3.37
	10	27.38	28.83	1.65	-57.88	569.58	1524	8.00	7.84	0.08	0.20	0.67	20.96	0.73	1.09	0.73	0.63	4.96	1.22	2.67	26.16	26.16	
	11	27.13	28.83	1.40	-121.83	569.58	1524	24.00	23.53	0.24	0.20	1.40	392.45	0.14	0.71	0.89	0.26	6.00	1.66	3.56	25.47	25.47	



PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO
Y DENSIDAD DE VIVIENDA

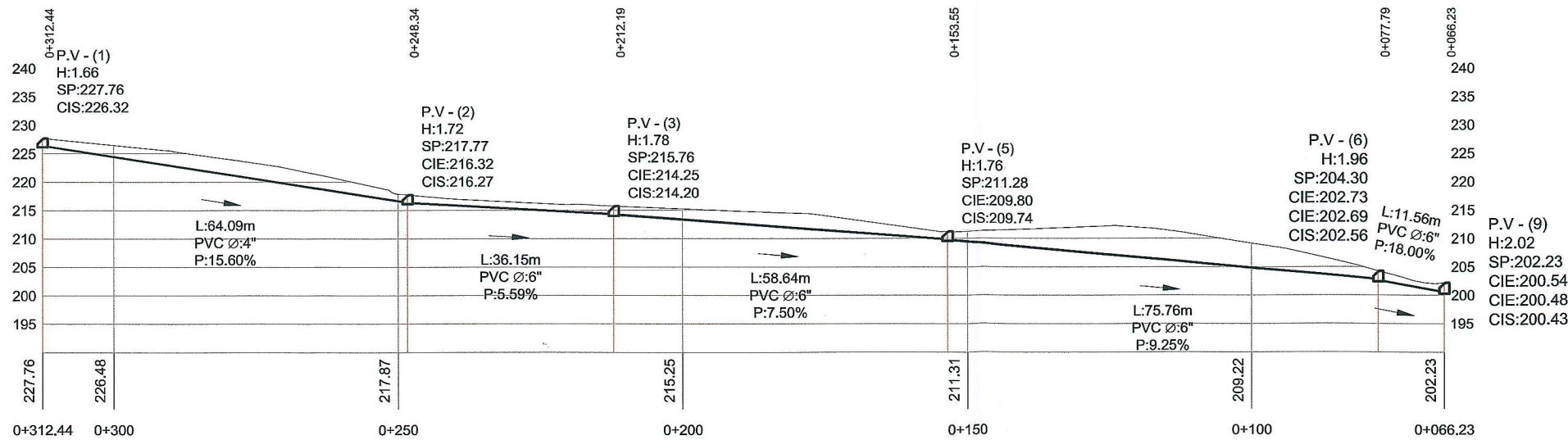
ESC: 1:4000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.
REGIÓN CENTRAL.	EP: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROYECTO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	GRUPO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
ENCARGO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DENSIDAD DE VIVIENDA	
HOJA	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EP. ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR	



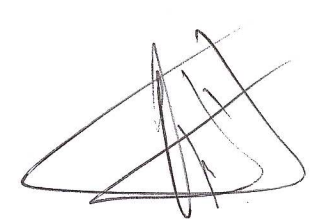
PLANTA DE PV.1 A PV.9

ESC: 1:750



PERFIL DE PV.1 A PV.9

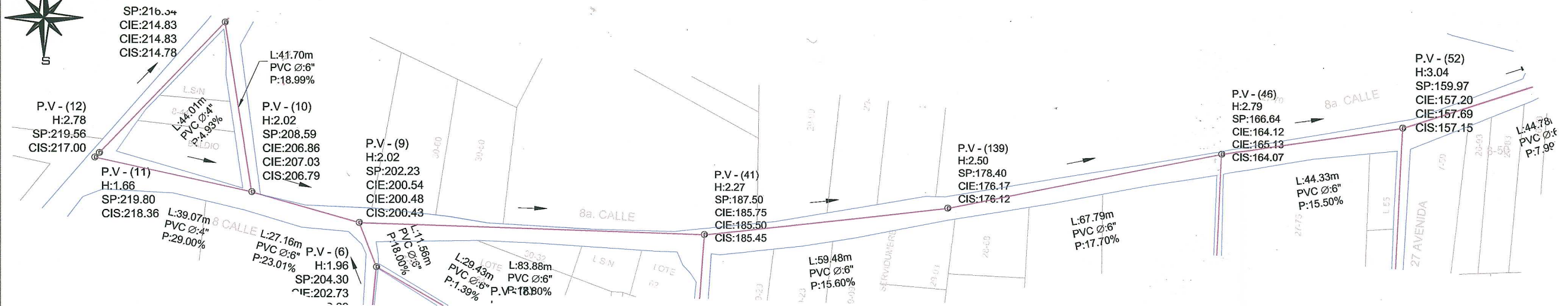
ESC: 1:1250



SIMBOLOGÍA:

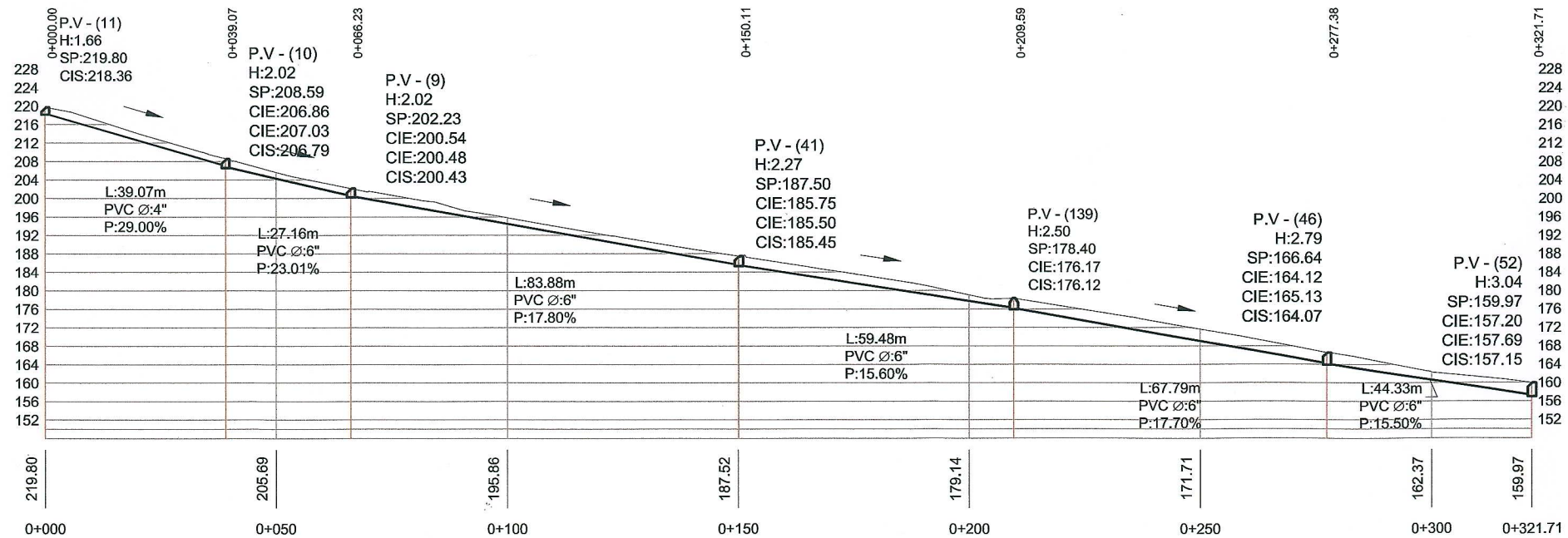
P.V.-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA 2	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EP5 ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



PLANTA DE PV.11 A PV.52

ESC: 1:1000



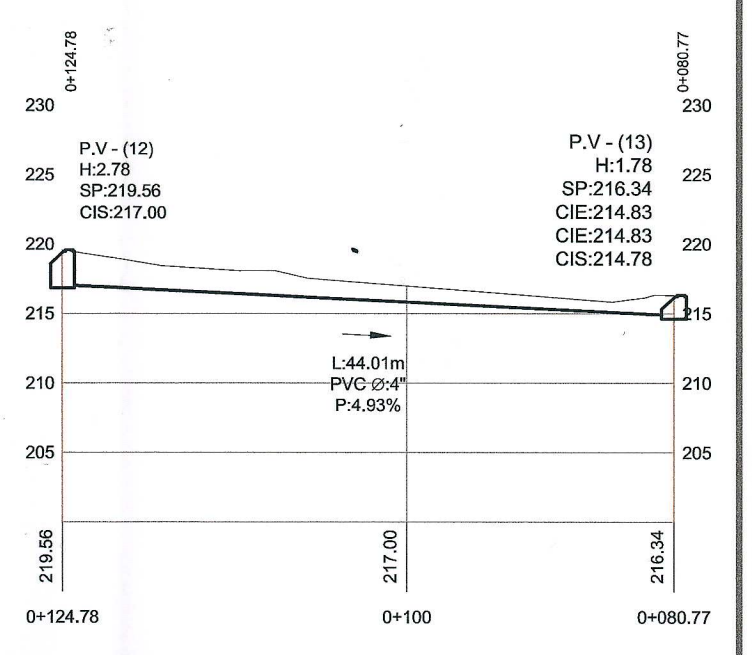
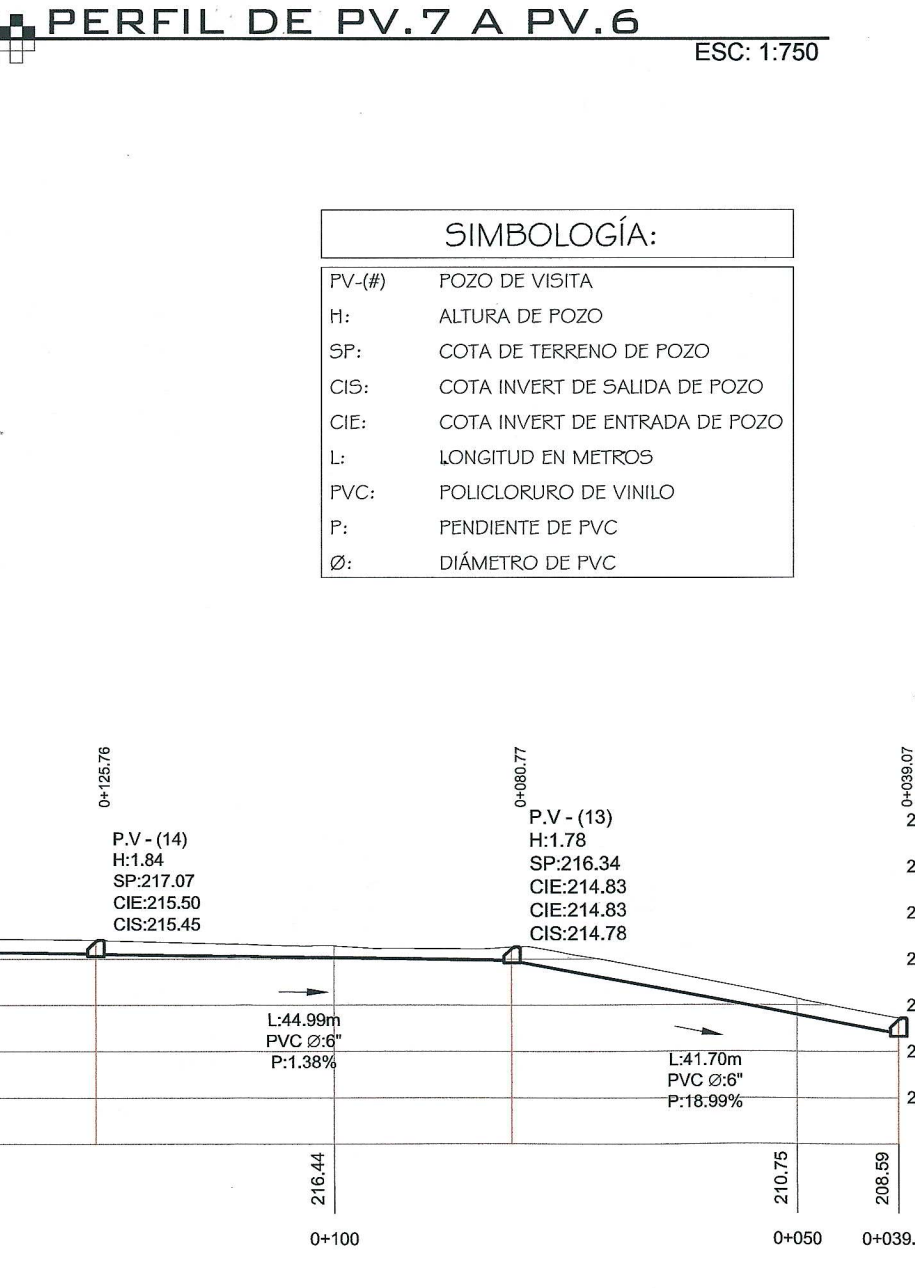
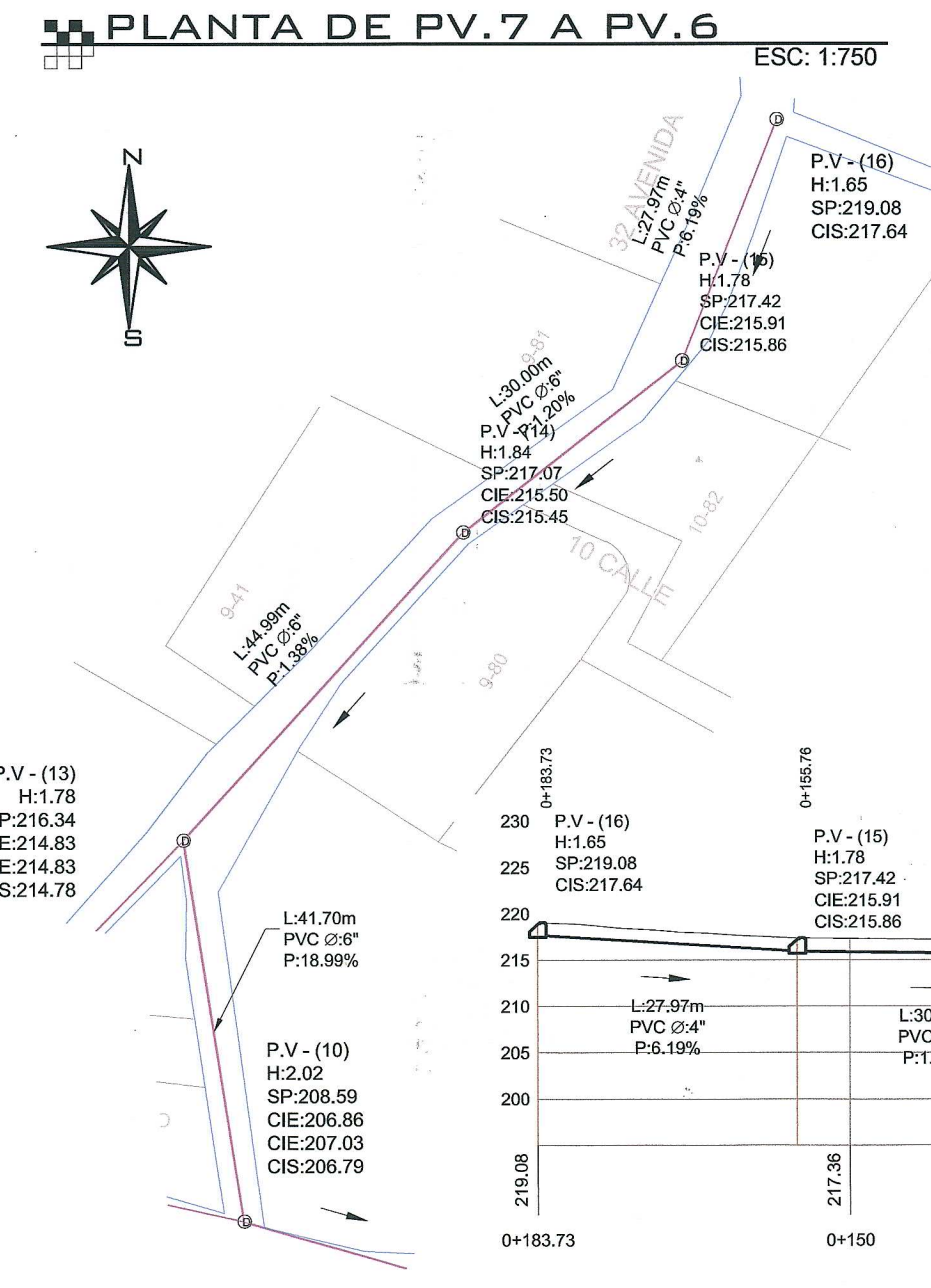
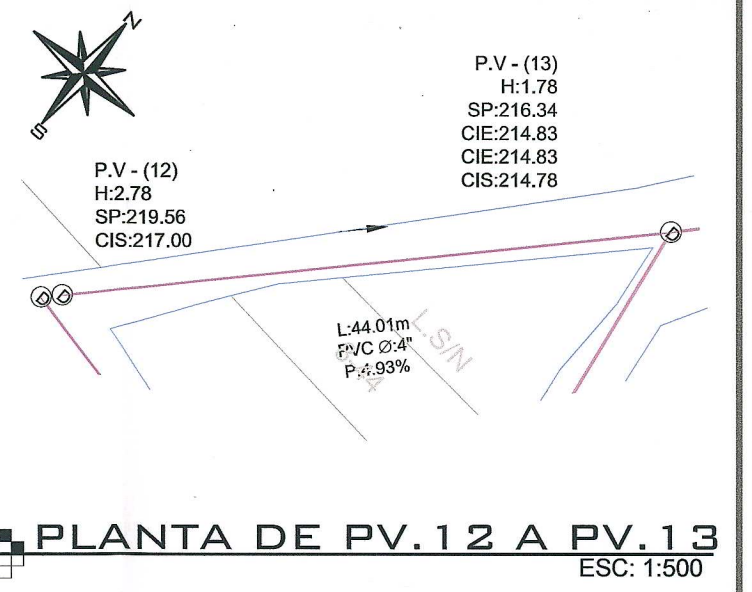
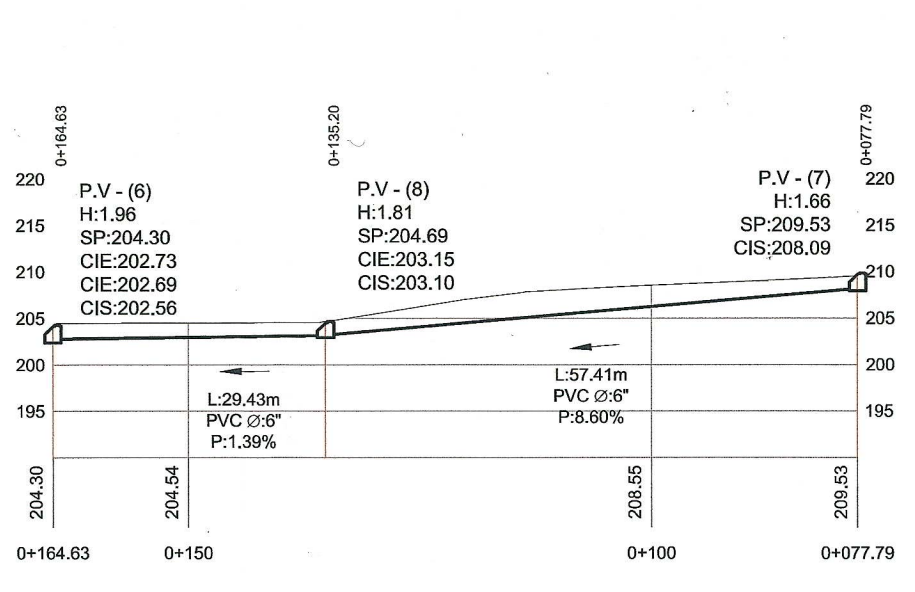
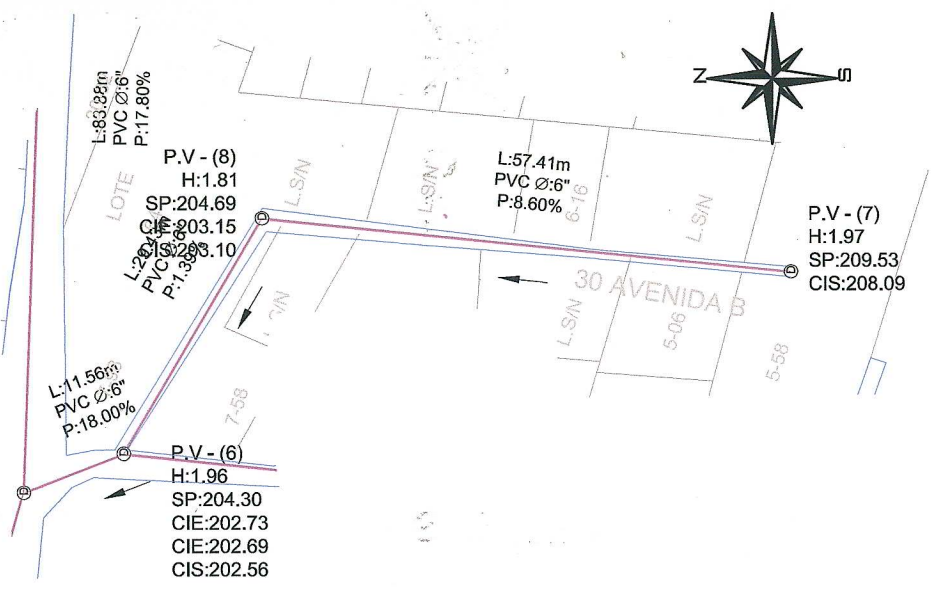
PERFIL DE PV.11 A PV.52

ESC: 1:1250

SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROYECTO	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	3
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ - EPS - ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA - ASESOR	



SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

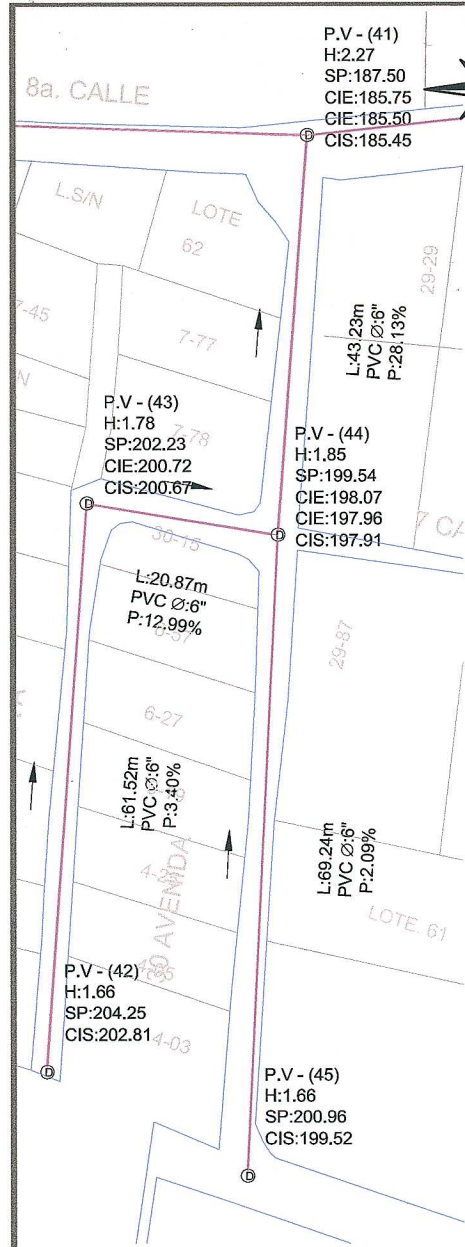
DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ DIBUJO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ CALCALO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA

PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

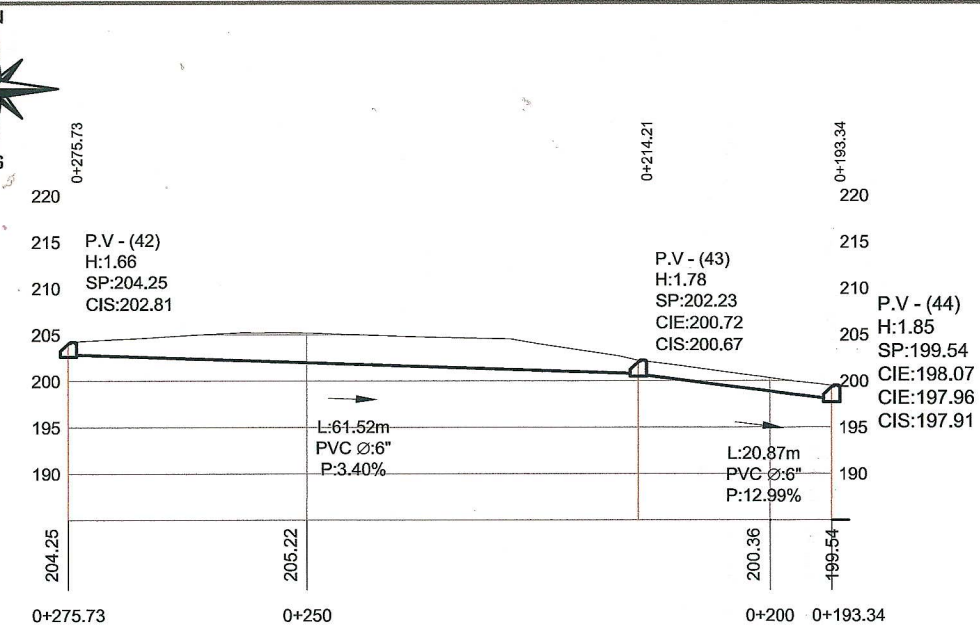
HOJA 5/39

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODÓY-EPIS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR

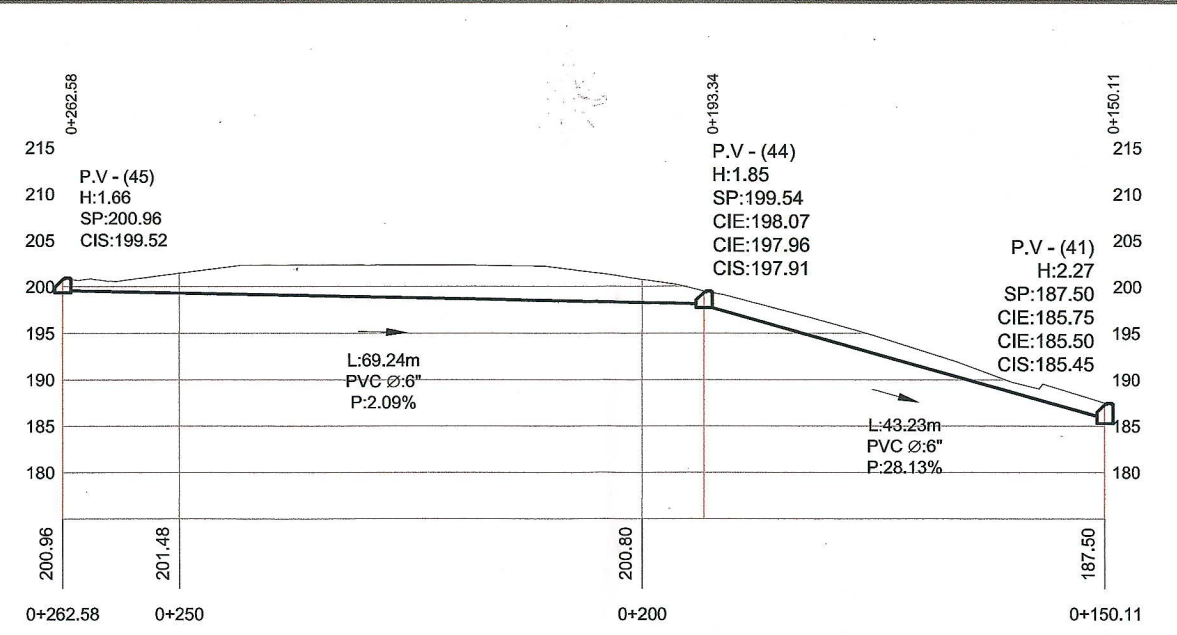
ESC: 1:750



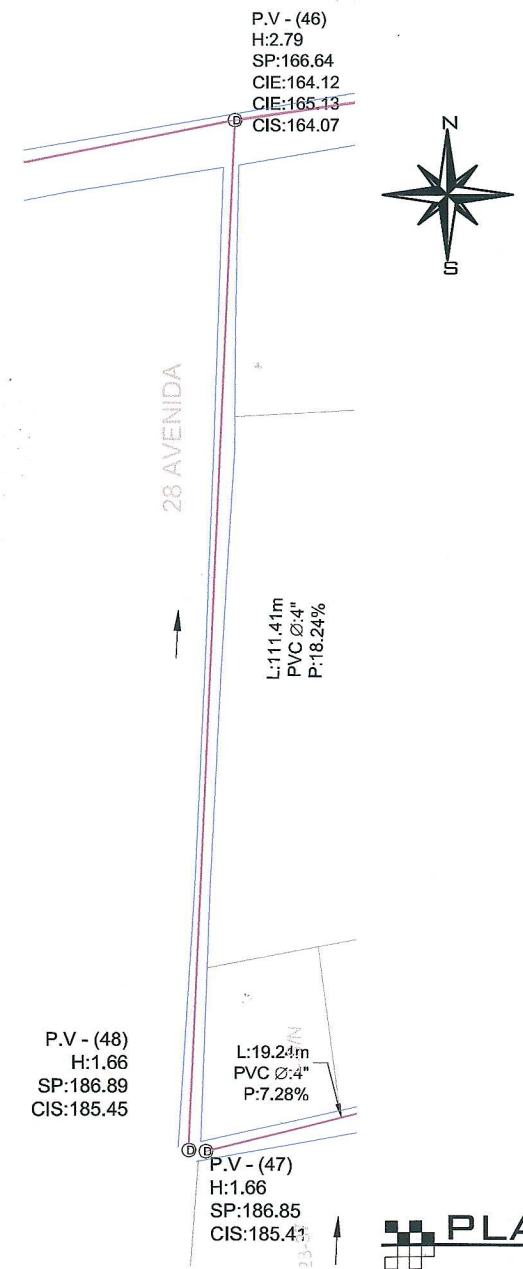
PLANTA DRENAJE
ESC: 1:750



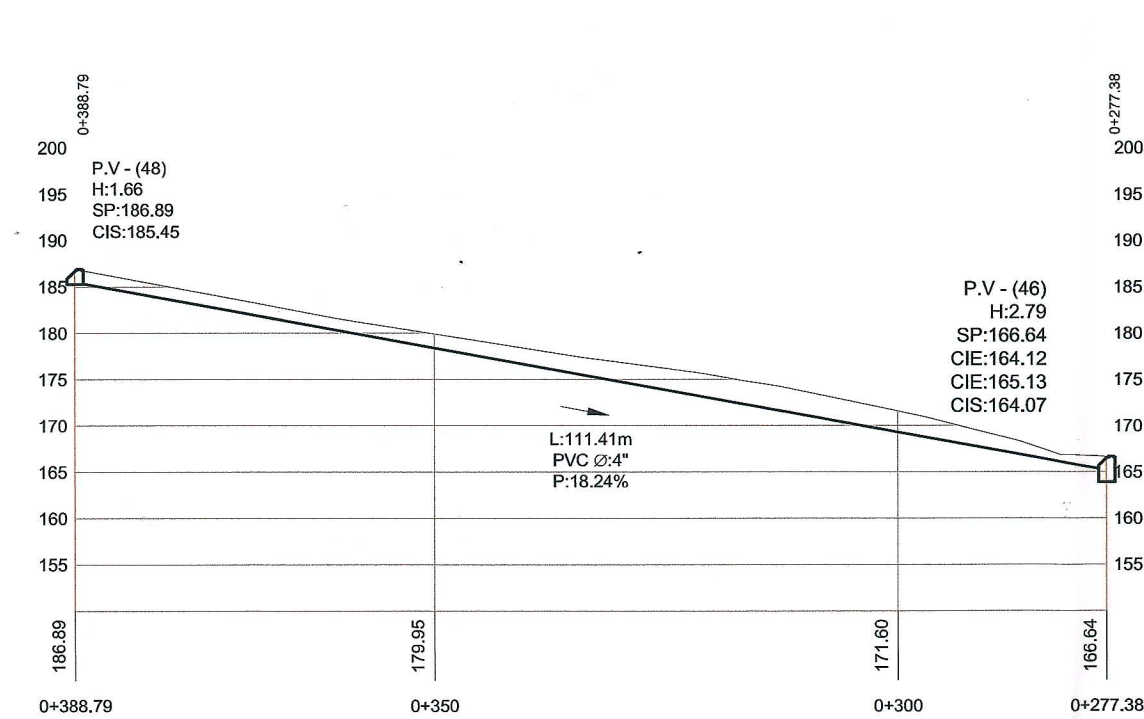
PERFIL DRENAJE
ESC: 1:750



PERFIL DRENAJE
ESC: 1:750



PLANTA DE PV.48 A PV.46
ESC: 1:750



PERFIL DE PV.48 A PV.46
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:

P.V.-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

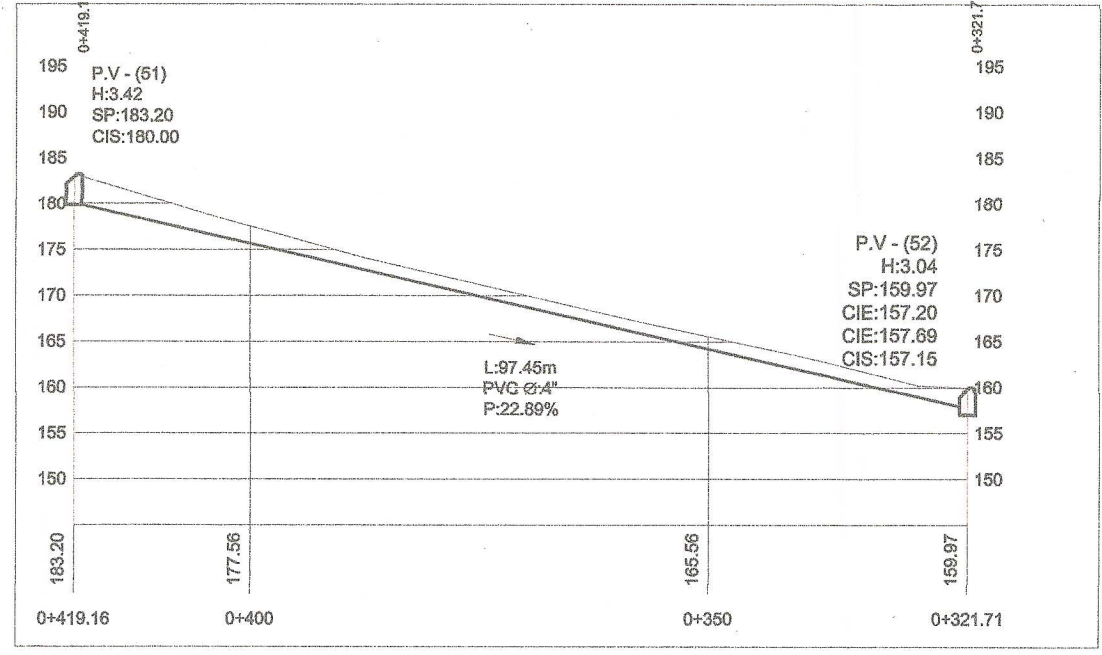
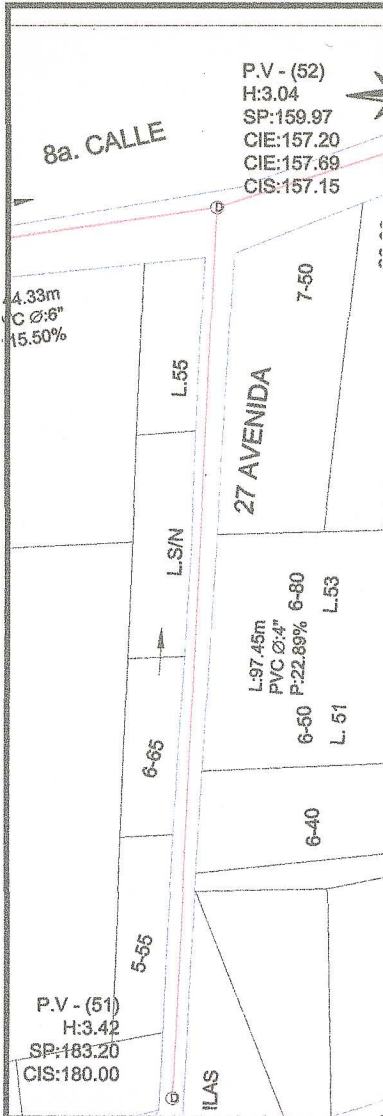
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ DIBUJO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ CALCULO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA

PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

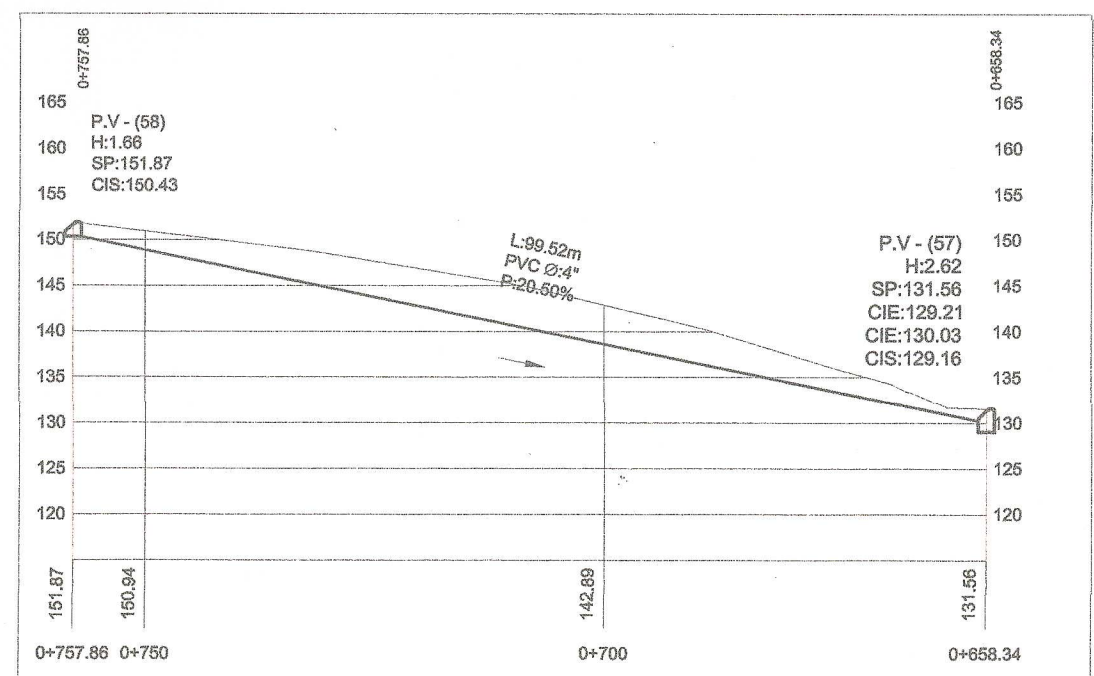
HOJA 6 39

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODDY-EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR

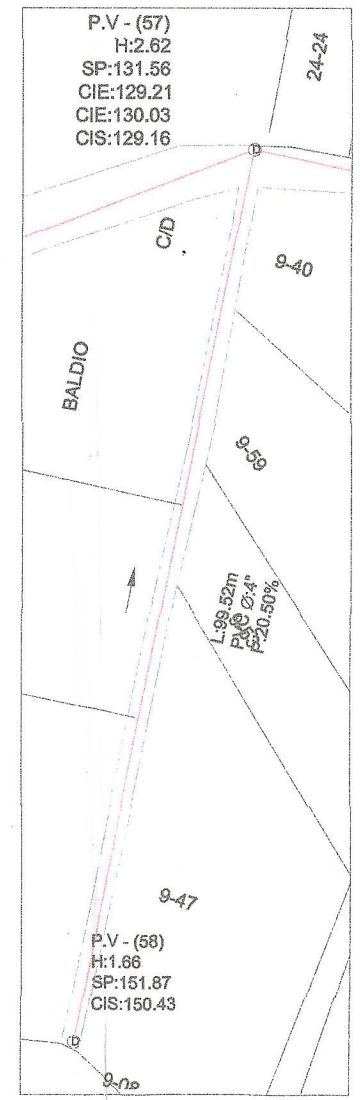


PERFIL DE PV 51 A PV 52
ESC: 1:750

PLANTA DE PV 51 A PV 52
ESC: 1:750



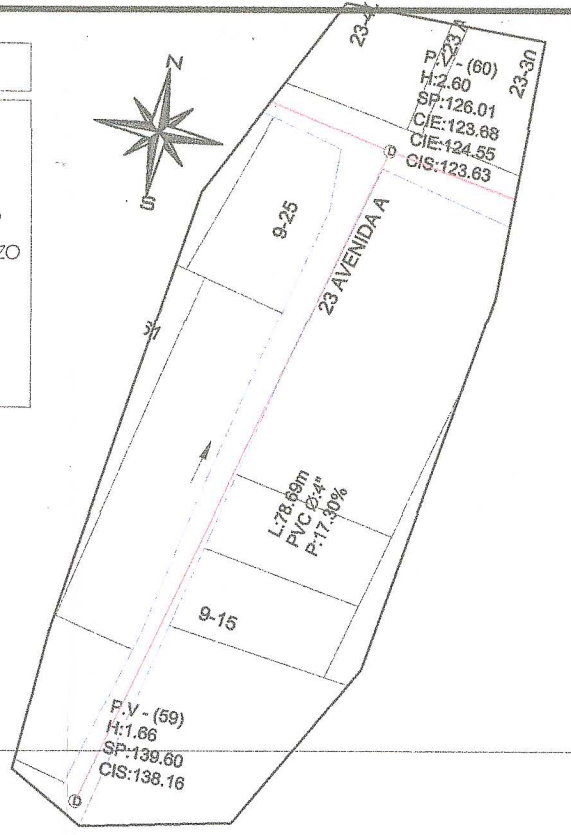
PERFIL DE PV 58 A PV 57
ESC: 1:750



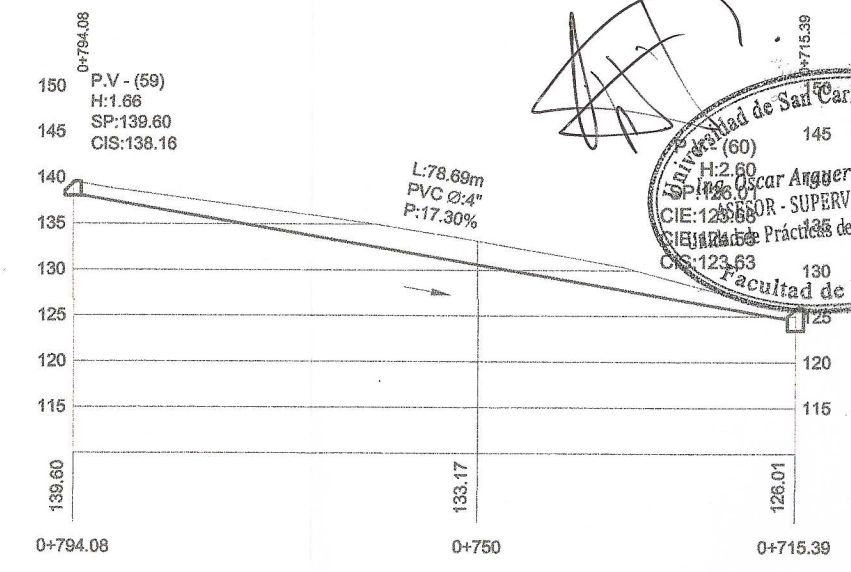
PLANTA DE PV 58 A PV 57
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:

P.V.-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



PLANTA DE PV 59 A PV 60
ESC: 1:750



PERIL DE PV 59 A PV 60
ESC: 1:750

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Oscar Anguera Hernández
INGENIERO - SUPERVISOR DE EPS
CARRERA DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS
FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

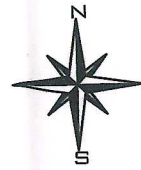
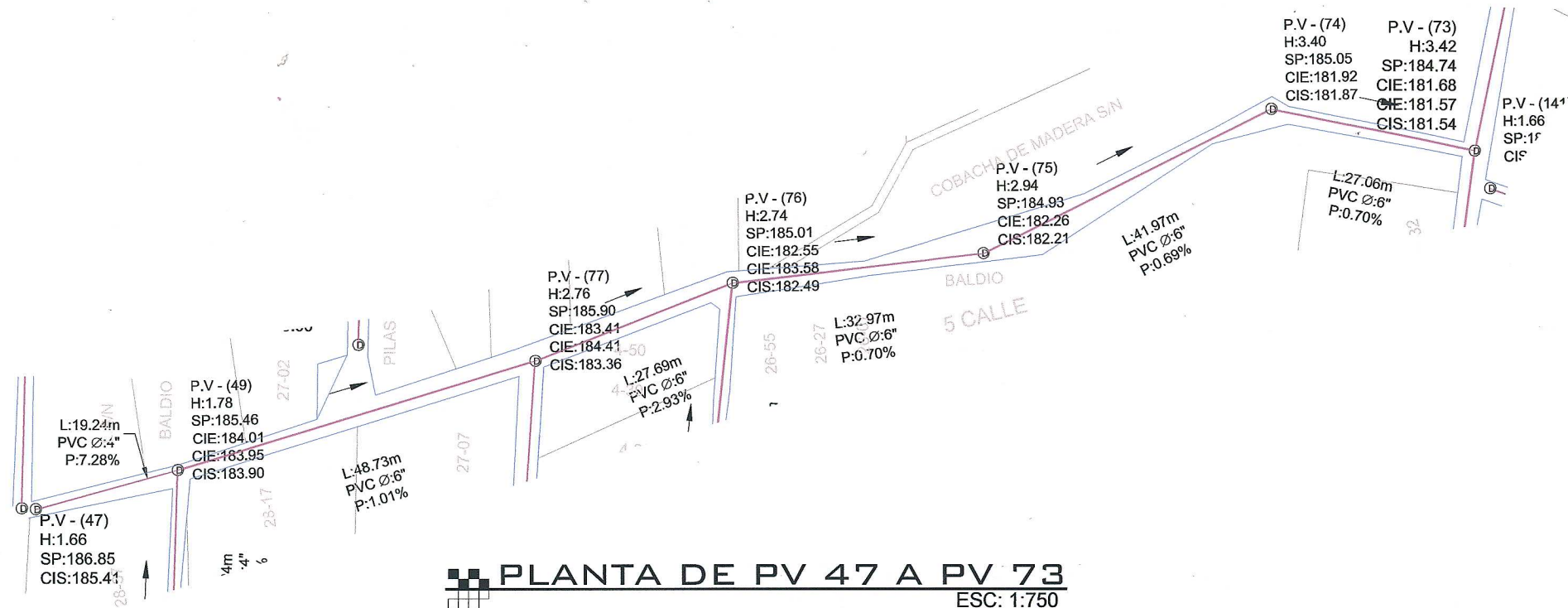
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, FLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

PROF:	PROF:	PROF:	PROF:
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. OSCAR ARGUETA

PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

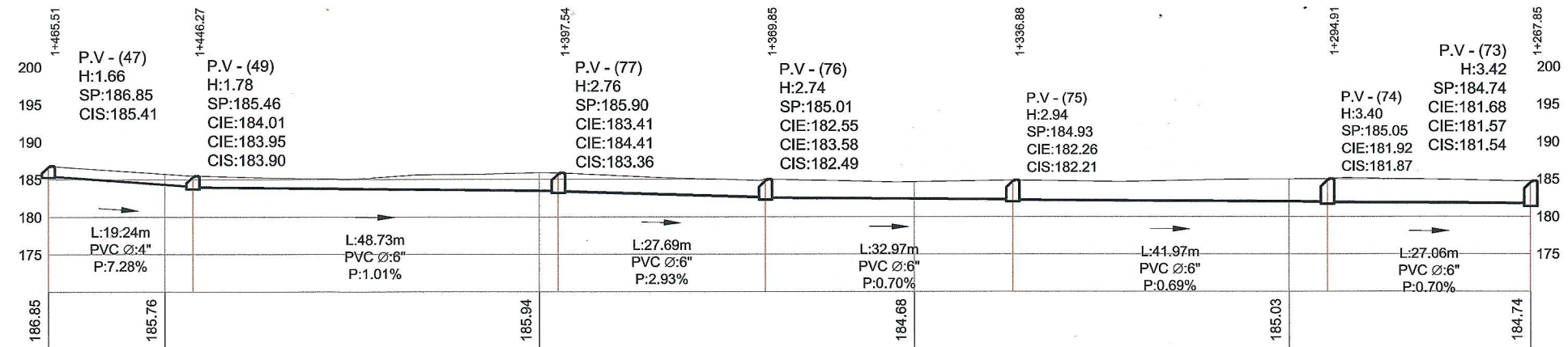
HOJA
7
39

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODDY-EPIS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-AGEOSOR



PLANTA DE PV 47 A PV 73
ESC: 1:750

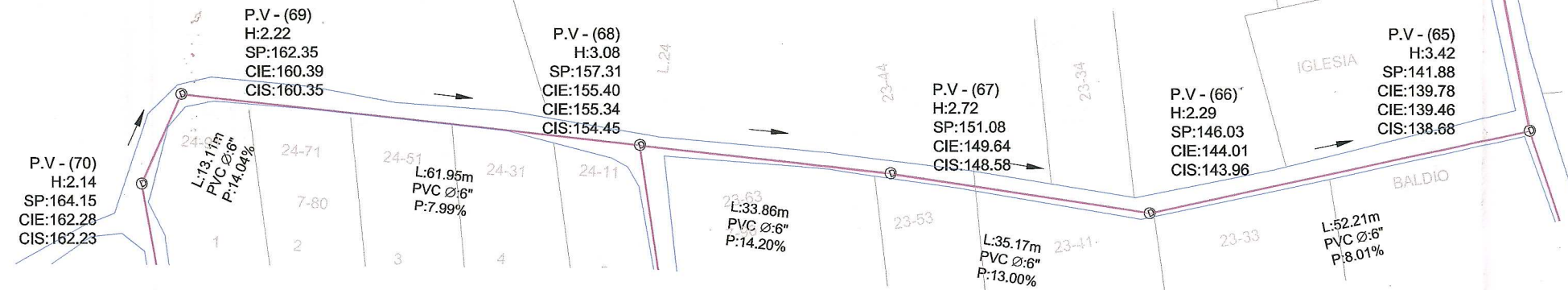
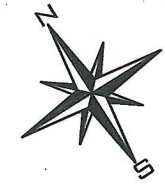
SIMBOLOGÍA:	
P.V-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



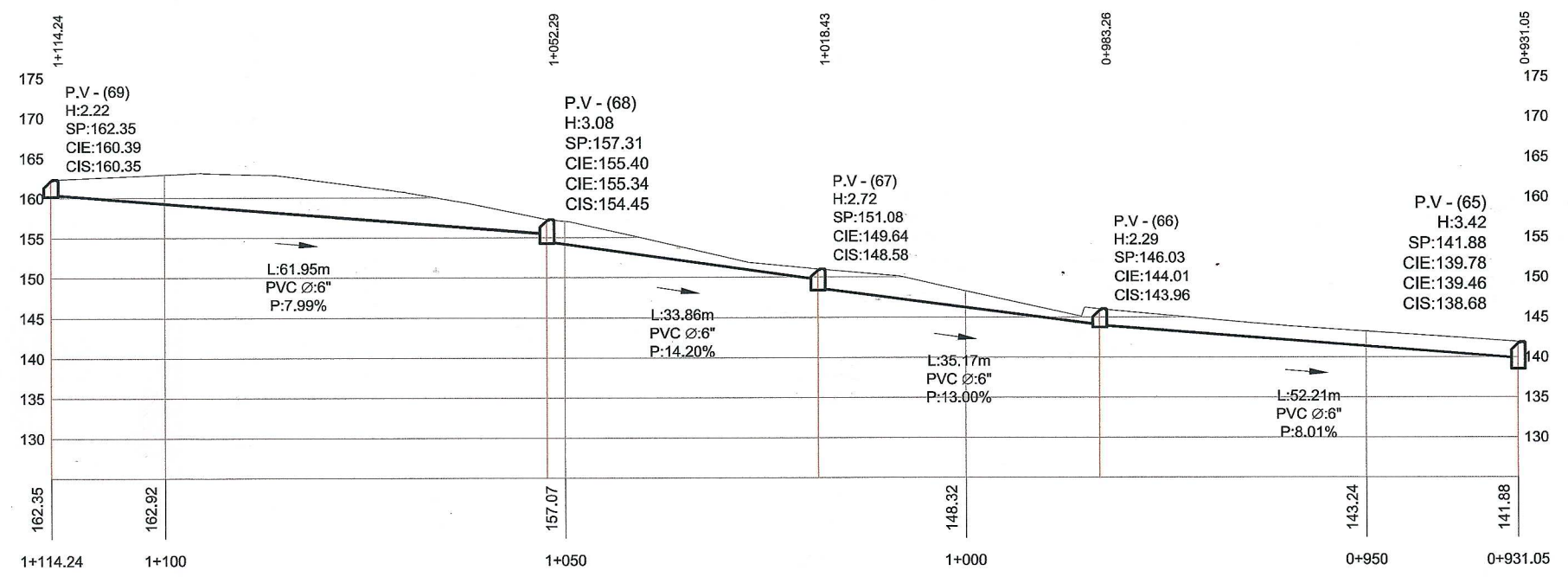
PLANTA DE PV 47 A PV 73
ESC: 1:750



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF:	ING. OSCAR ARGUETA
DIR:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
COOR:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISOR:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	8
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR.	

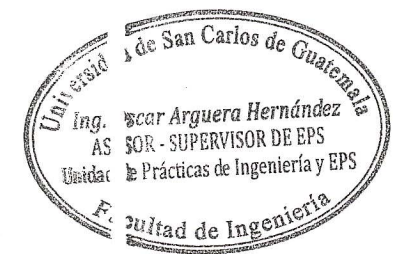


PLANTA DE PV 69 A PV 65 ESC: 1:750

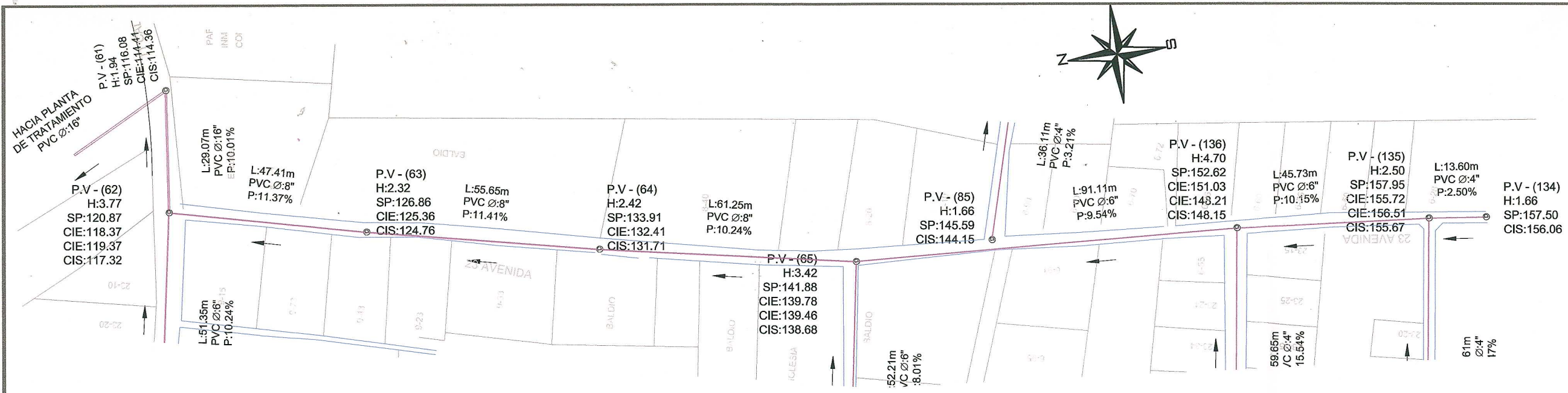


PLANTA DE PV 69 A PV 65 ESC: 1:750

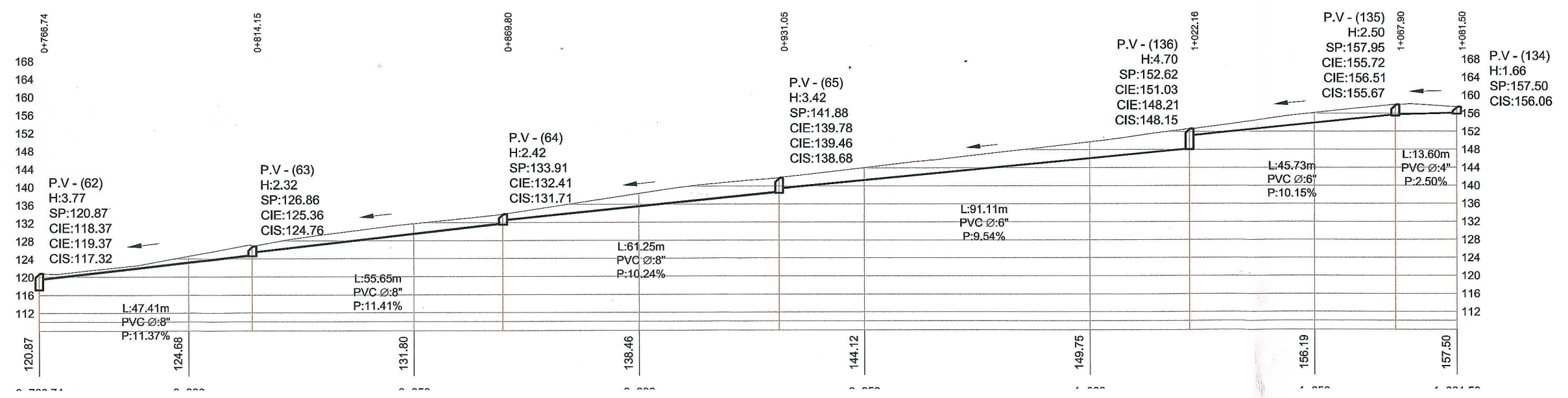
SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISÓ: OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA 9 39	



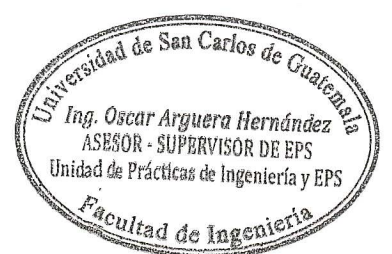
PLANTA DE PV 134 A PV 62
ESC: 1:1000



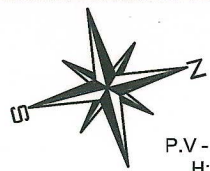
PERIL DE PV 134 A PV 62
ESC: 1:1000

SIMBOLOGÍA:

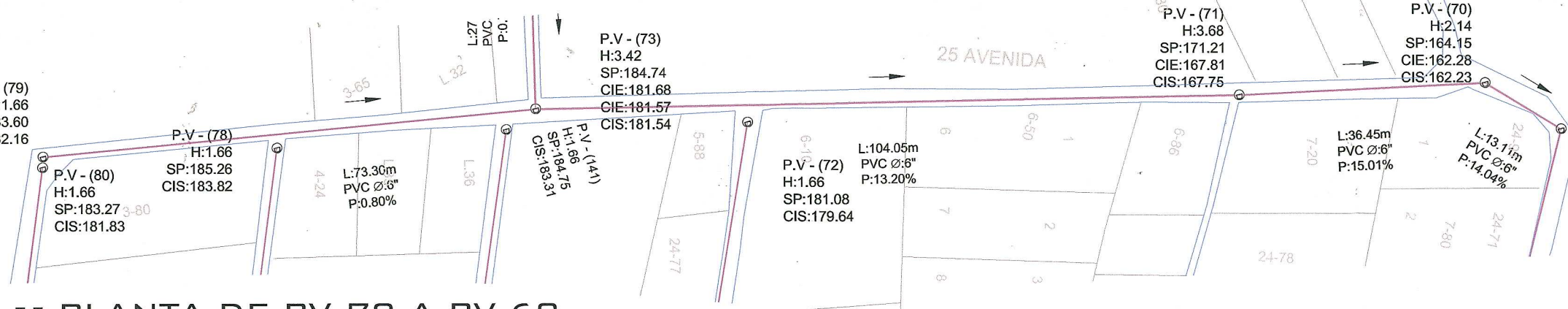
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



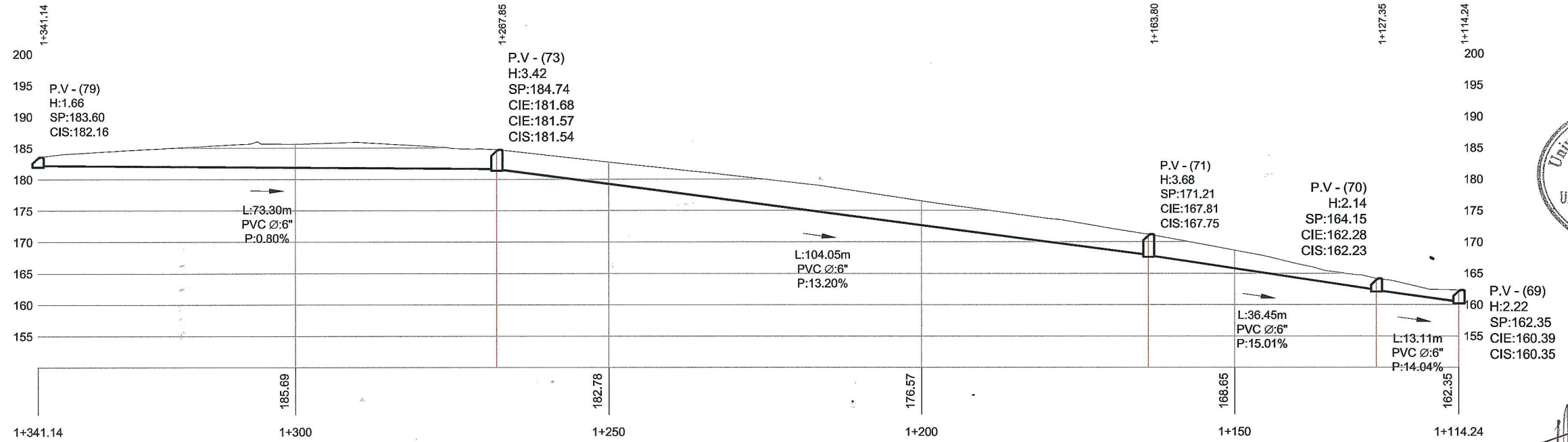
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	10
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPIS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR



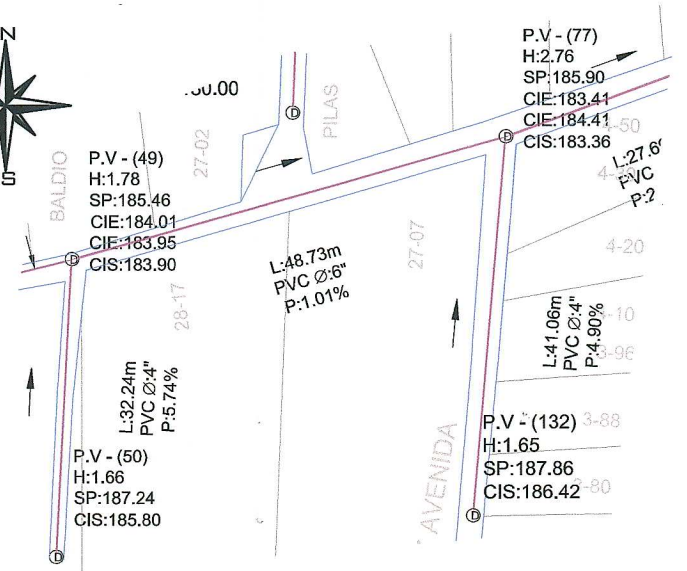
P.V. - (79)
H:1.66
SP:183.60
CIS:182.16



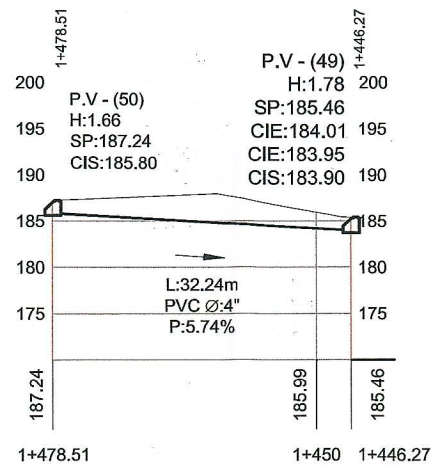
PLANTA DE PV 79 A PV 69
ESC: 1:750



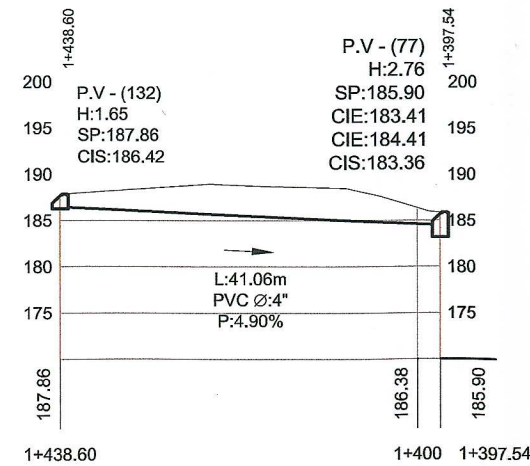
PLANTA DE PV 79 A PV 69
ESC: 1:750



PLANTA DE DRENAJE
ESC: 1:750



PERFILES DE DRENAJE
ESC: 1:750



SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

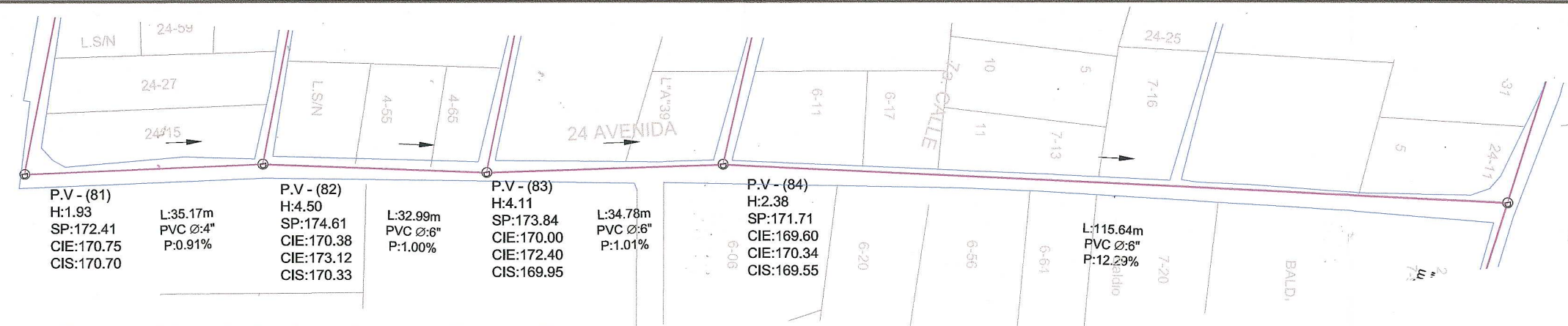
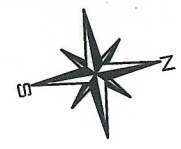
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

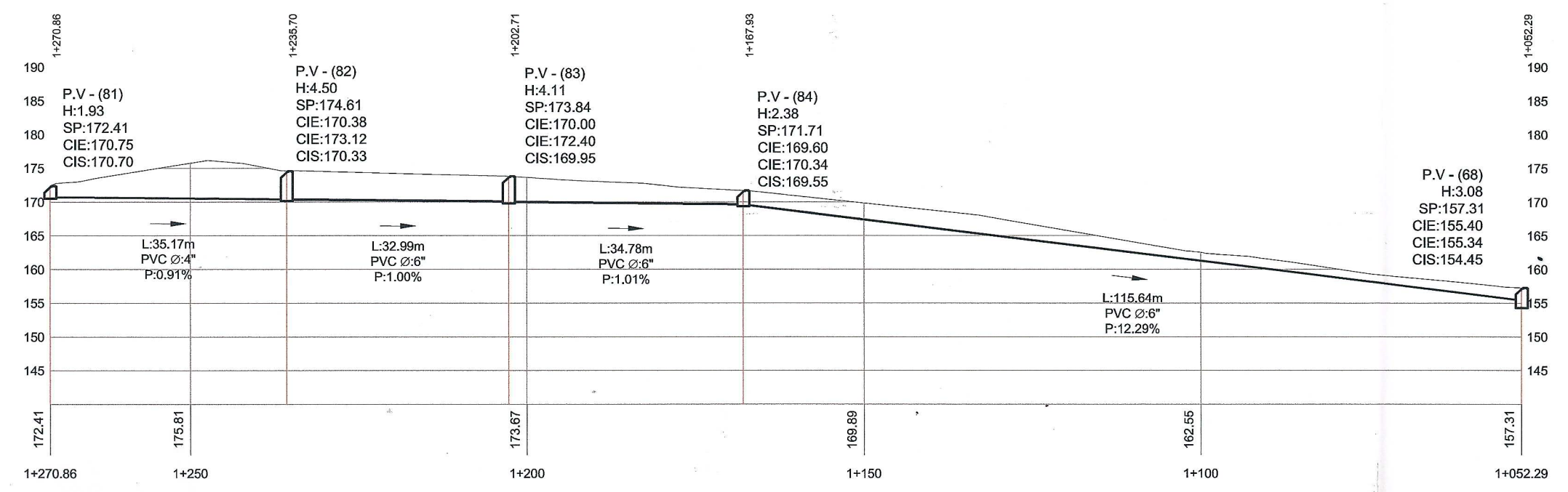
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, FLUMIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

HOJA 11 39

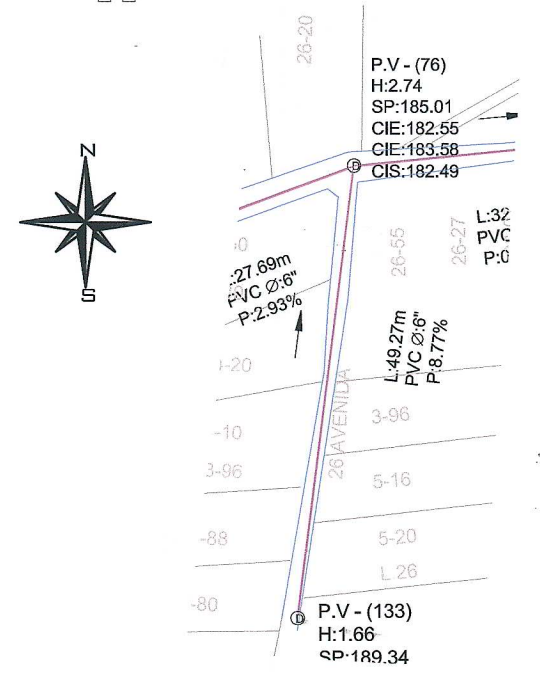
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODÓY-EPIS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR



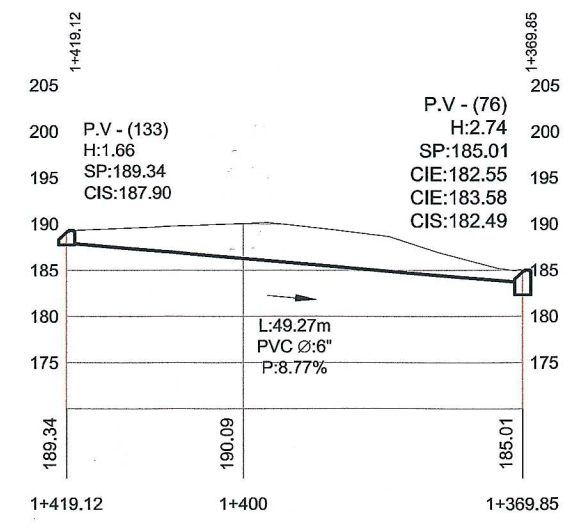
PLANTA DE PV 81 A PV 68
ESC: 1:750



PERFIL DE PV 81 A PV 68
ESC: 1:750



PLANTA DE PV 133 A PV 76
ESC: 1:750



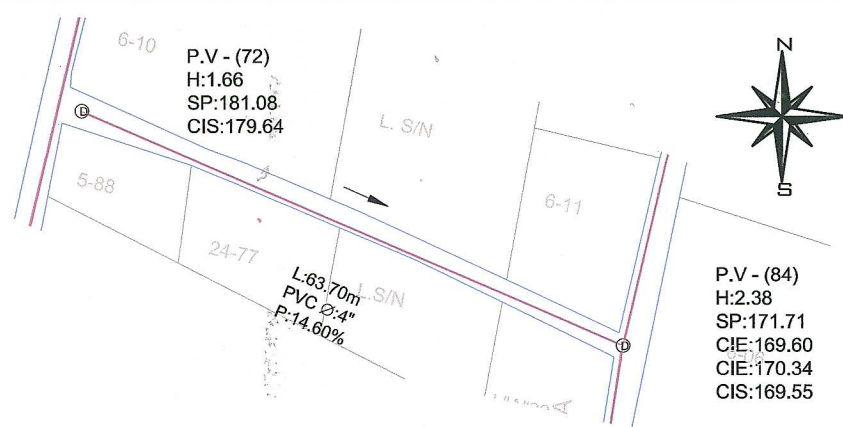
PERFIL DE PV 133 A PV 76
ESC: 1:750



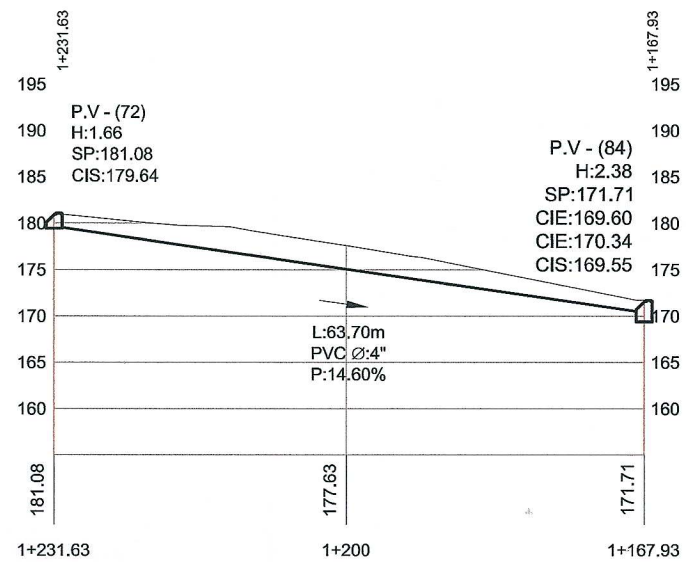
[Handwritten signature]

SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

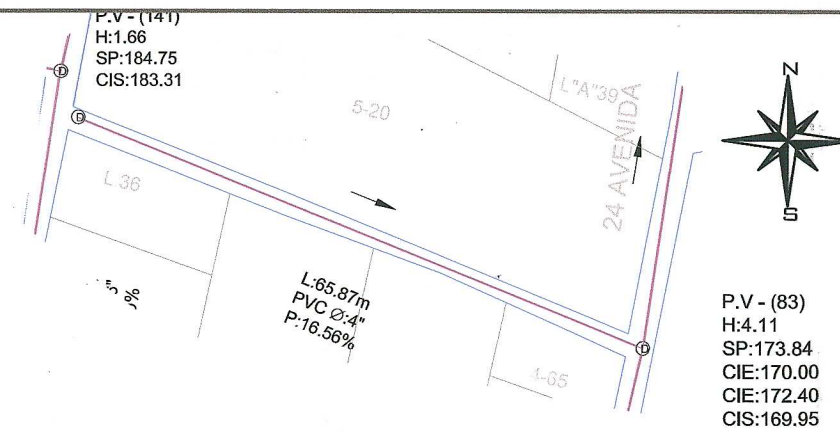
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROYECTO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	INGENIERO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	INGENIERO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA 12 39	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EPIS-ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



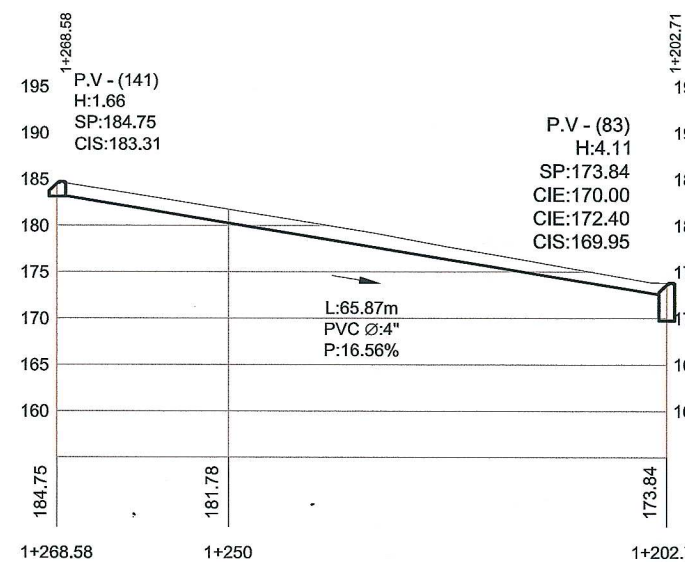
PLANTA DE PV 72 A PV 84
ESC: 1:750



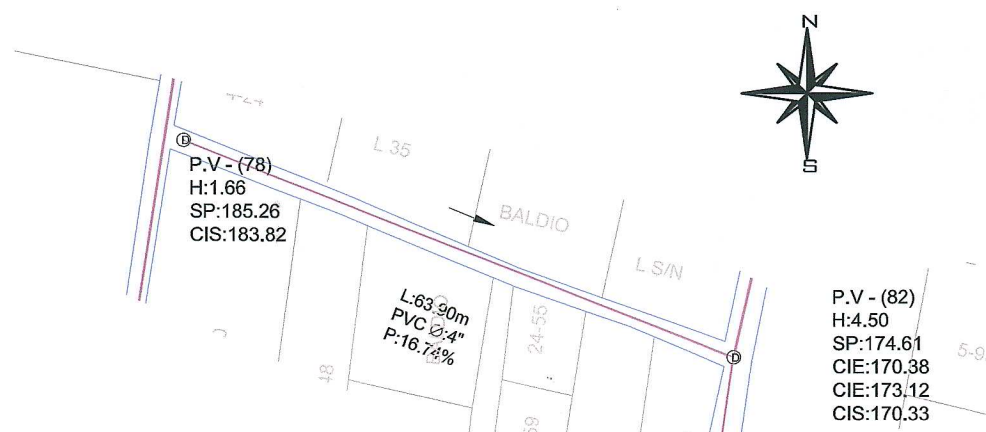
PERFIL DE PV 72 A PV 84
ESC: 1:750



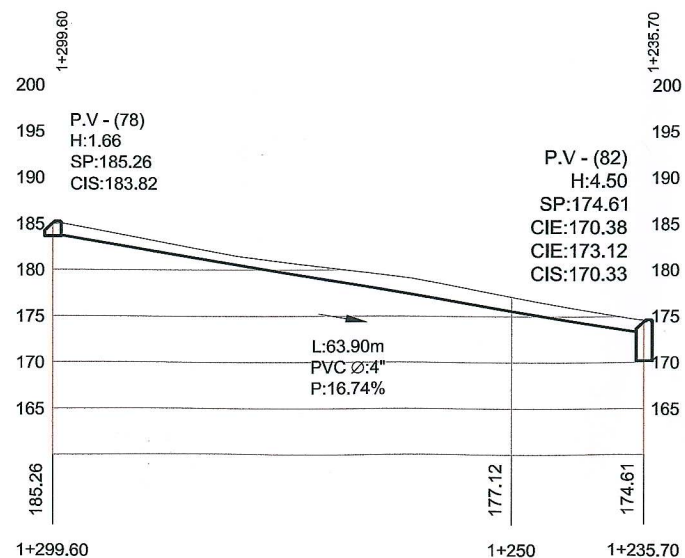
PLANTA PV 141 A PV 83
ESC: 1:750



PERFIL PV 141 A PV 83
ESC: 1:750



PLANTA DE PV 78 A PV 82
ESC: 1:750



PERFIL DE PV 78 A PV 82
ESC: 1:750



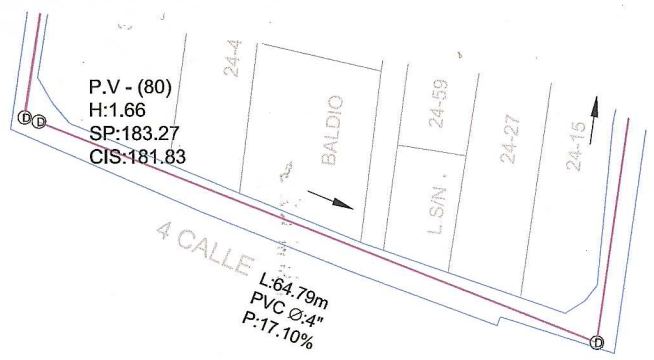
[Handwritten signature]

SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.			
REGIÓN CENTRAL.		JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA			
PROYECTO:	DISEÑO:	COORDINADOR:	REVISOR:
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
			HOJA 13 39
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EP&S ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR			

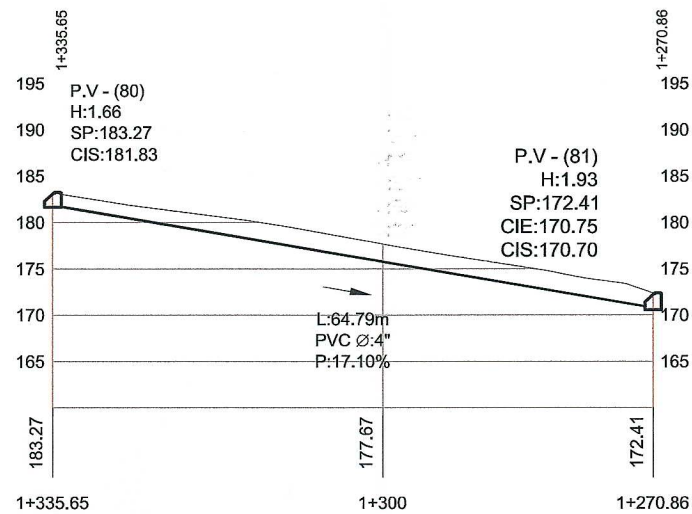
P.V - (79)
H:1.66
SP:183.60
CIS:182.16

P.V - (80)
H:1.66
SP:183.27
CIS:181.83



P.V - (81)
H:1.93
SP:172.41
CIE:170.75
CIS:170.70

PLANTA DE PV 80 A PV 81
ESC: 1:750

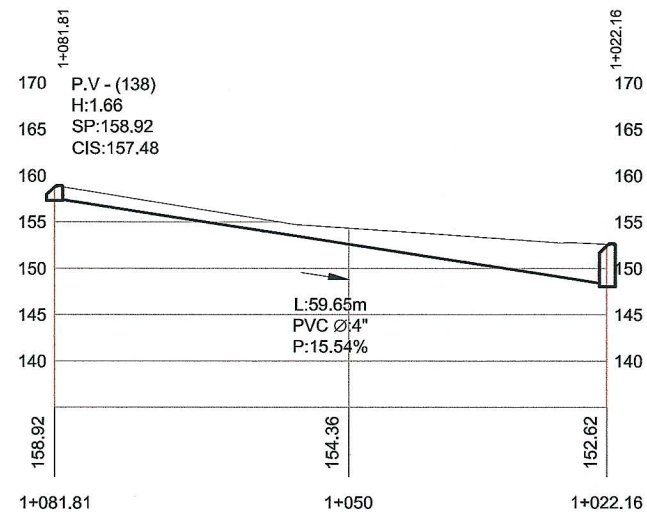


PERFIL DE PV 80 A PV 81
ESC: 1:750



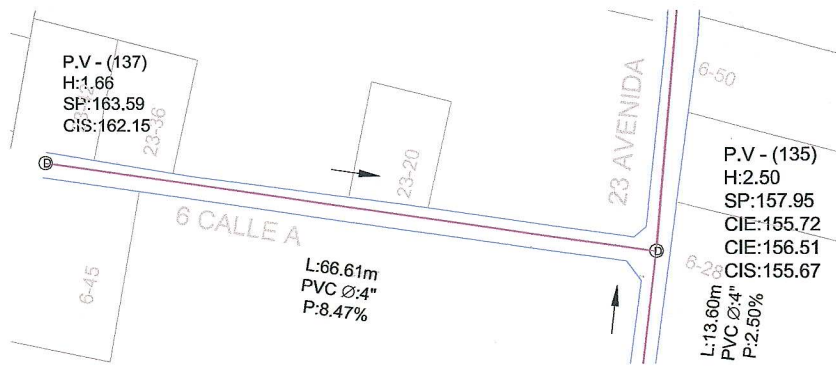
P.V - (136)
H:4.70
SP:152.62
CIE:151.03
CIE:148.21
CIS:148.15

PLANTA DE PV 138 A PV 136
ESC: 1:750



P.V - (136)
H:4.70
SP:152.62
CIE:151.03
CIE:148.21
CIS:148.15

PERFIL DE PV 138 A PV 136
ESC: 1:750



P.V - (135)
H:2.50
SP:157.95
CIE:155.72
CIE:156.51
CIS:155.67

PLANTA DE PV 137 A PV 135
ESC: 1:750



PERFIL DE PV 137 A PV 135
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:

PV-#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

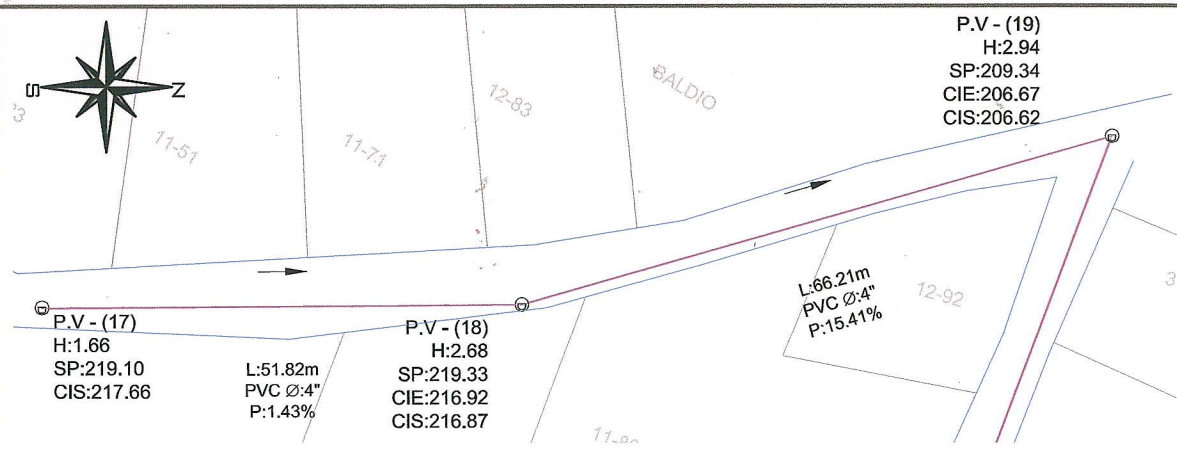
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

PROYECTO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
CALCULO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA

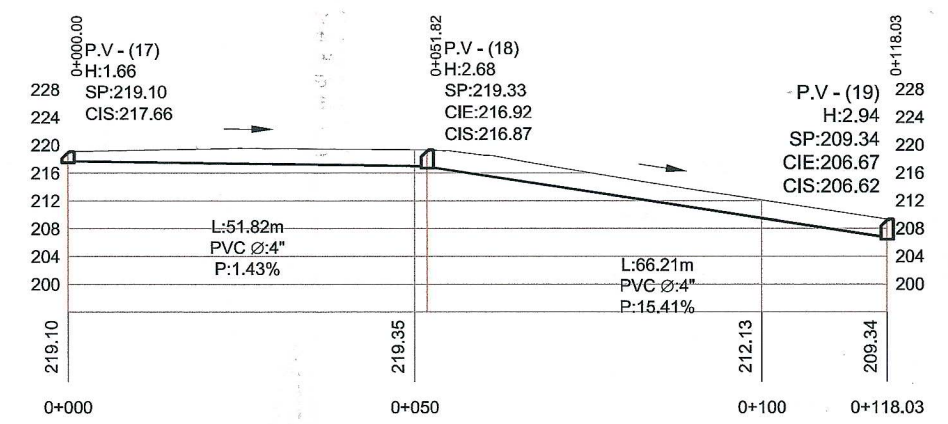
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

HOJA 14 39

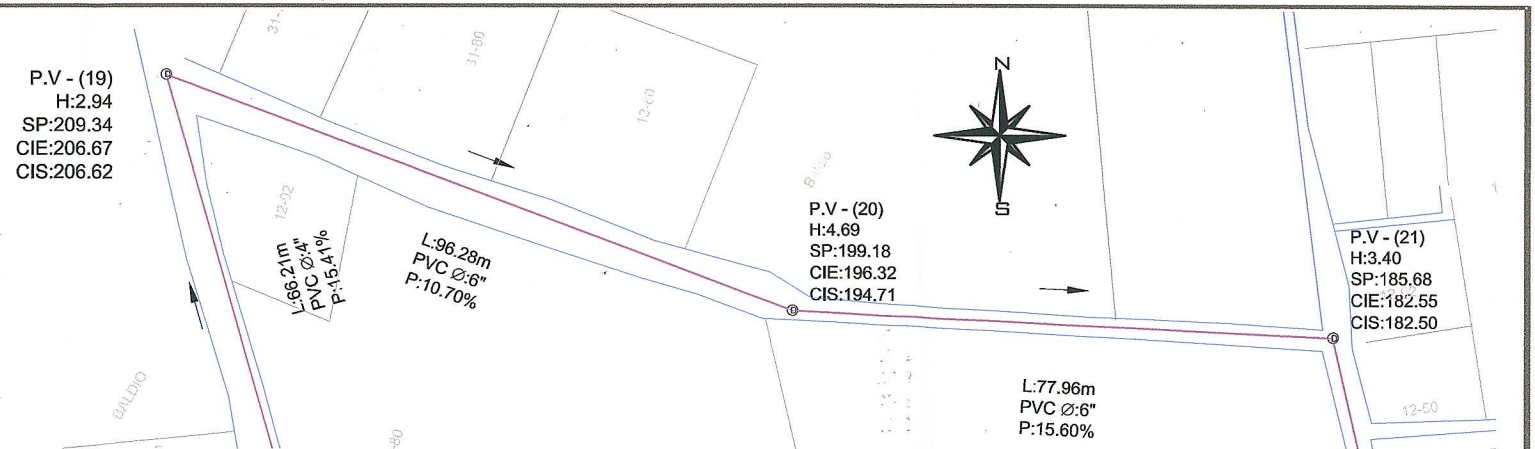
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODDY-EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR



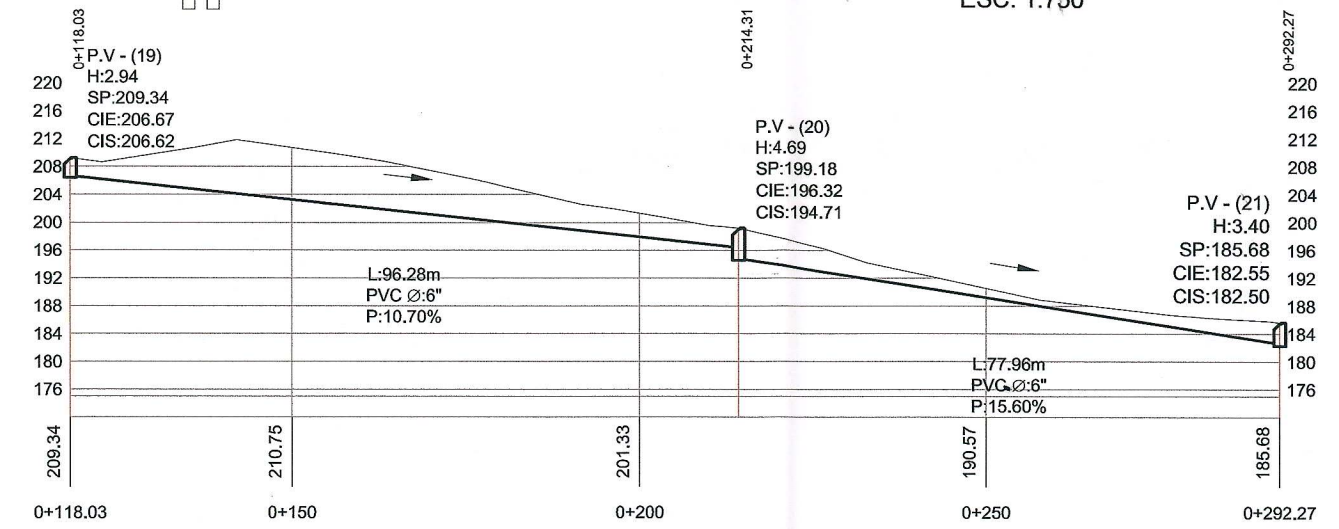
PLANTA DE PV 17 A PV 19
ESC: 1:750



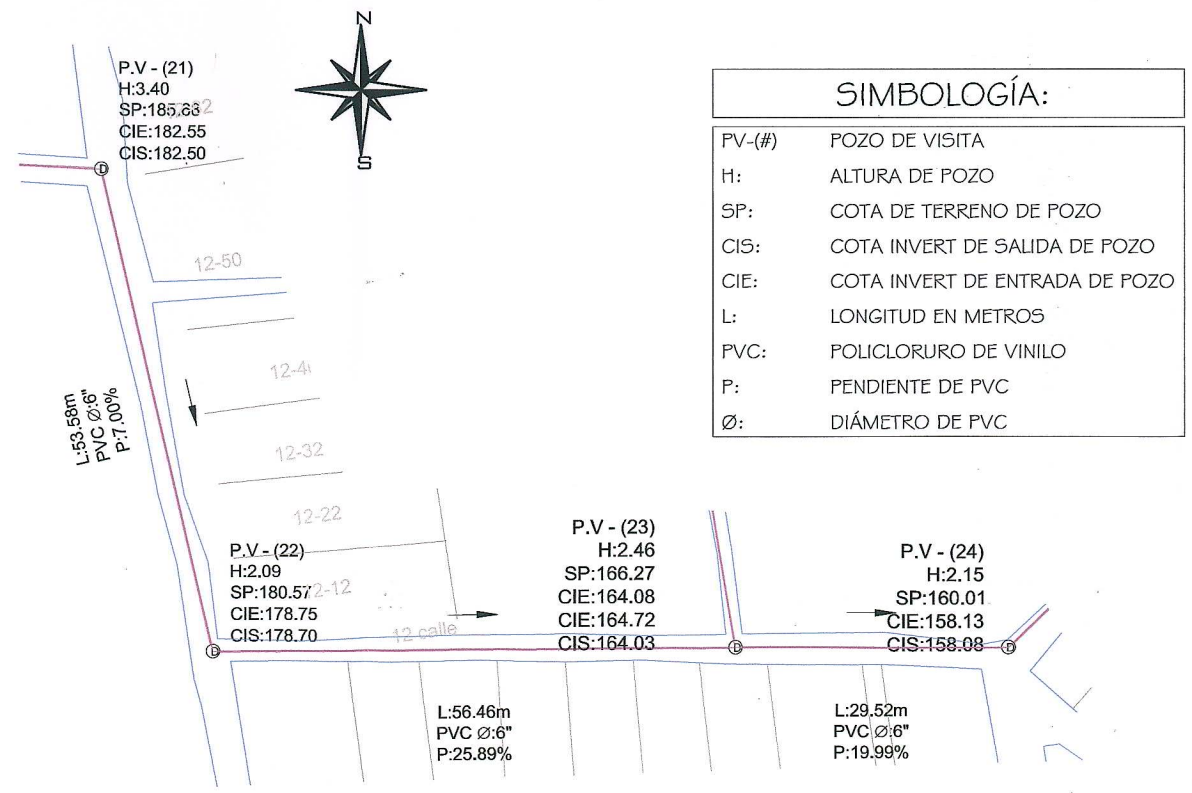
PERFIL DE PV 17 A PV 19
ESC: 1:750



PLANTA DE PV 19 A PV 21
ESC: 1:750



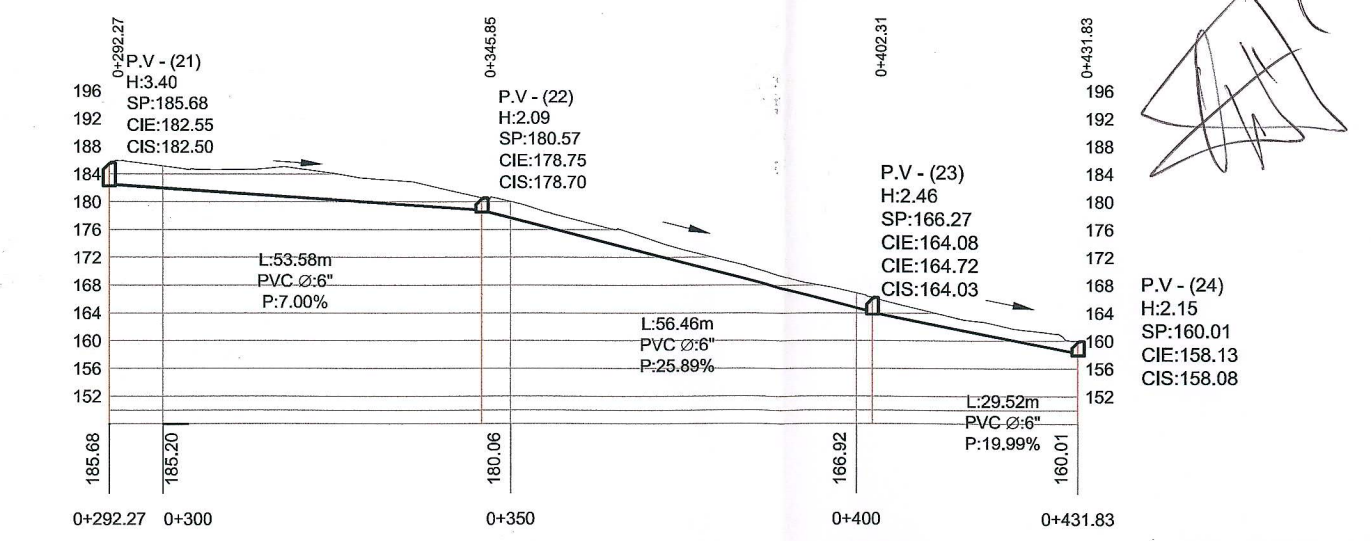
PERFIL DE PV 19 A PV 21
ESC: 1:750



PLANTA DE PV 21 A PV 24
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:

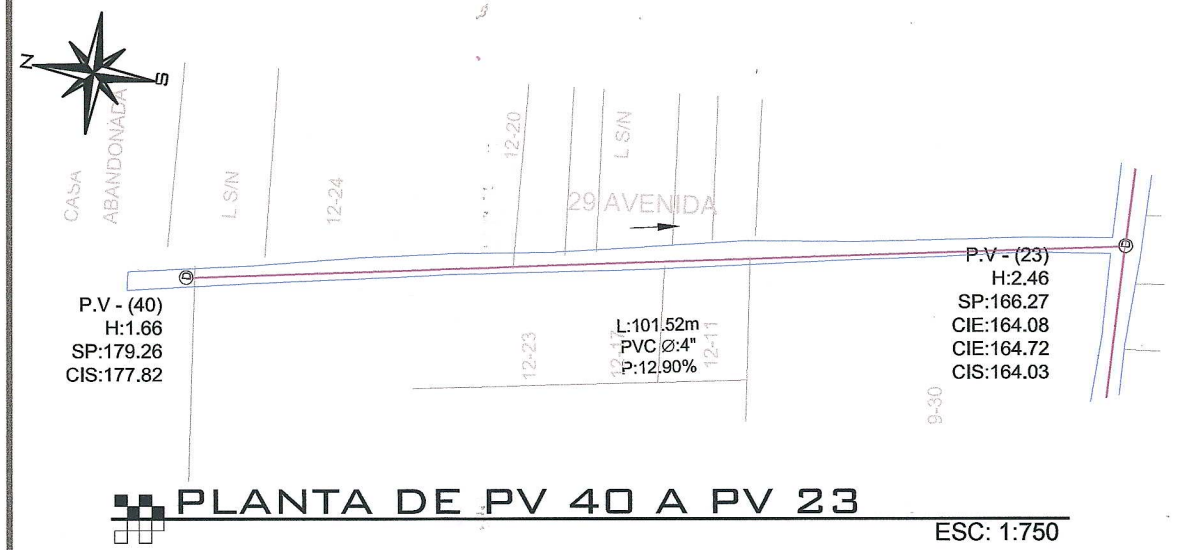
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



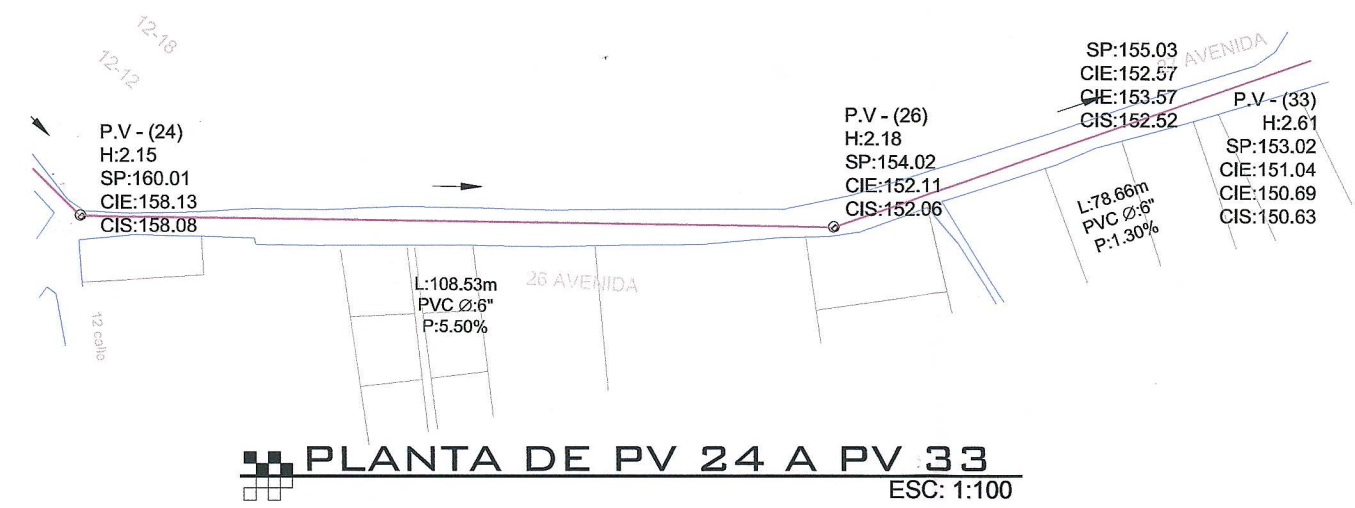
PERFIL DE PV 21 A PV 24
ESC: 1:750



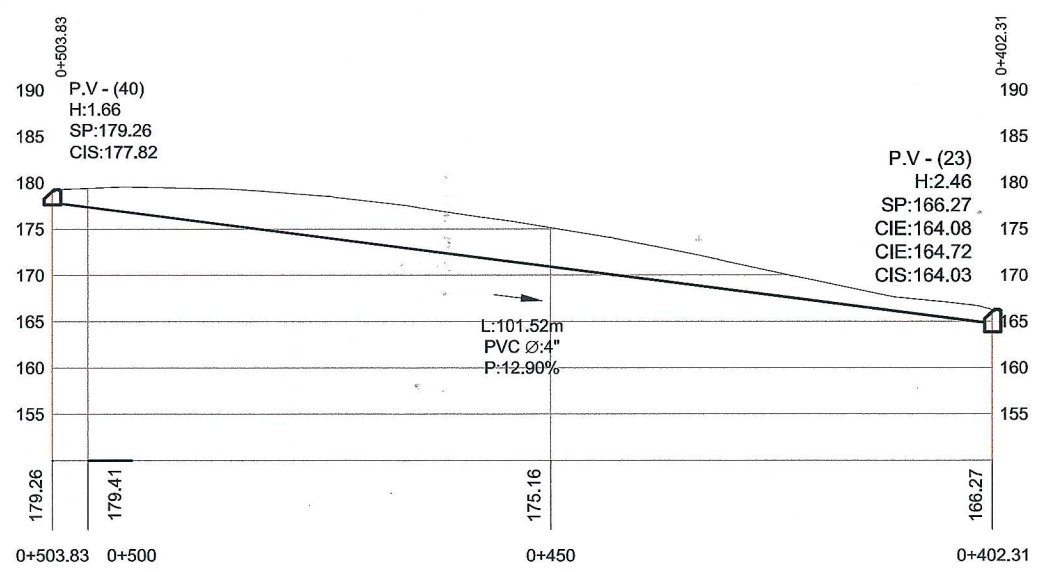
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING: OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	15
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODDY-EPG ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



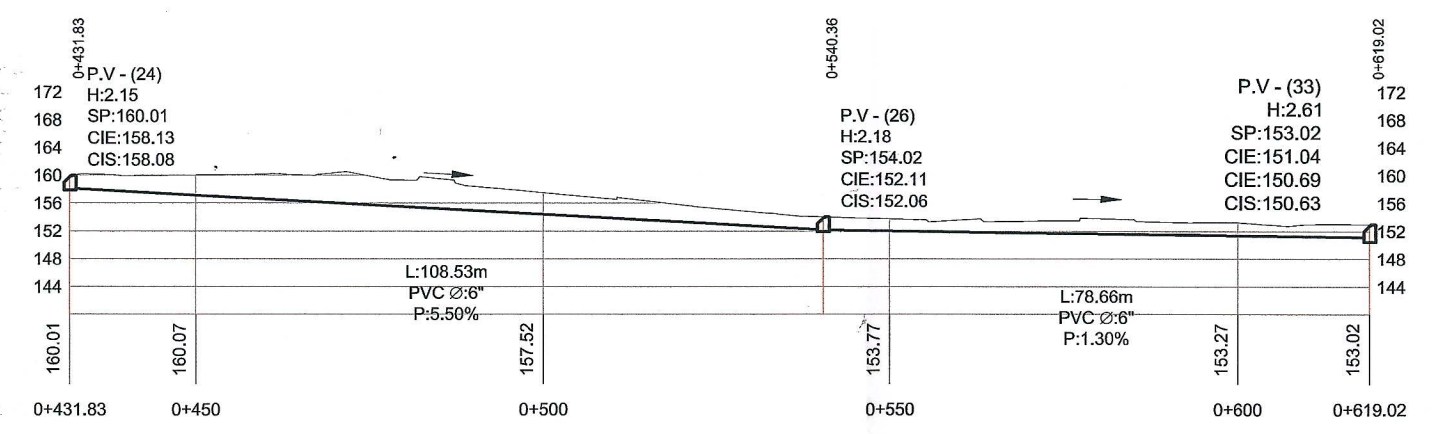
PLANTA DE PV 40 A PV 23
ESC: 1:750



PLANTA DE PV 24 A PV 33
ESC: 1:100



PERFIL DE PV 40 A PV 23
ESC: 1:750

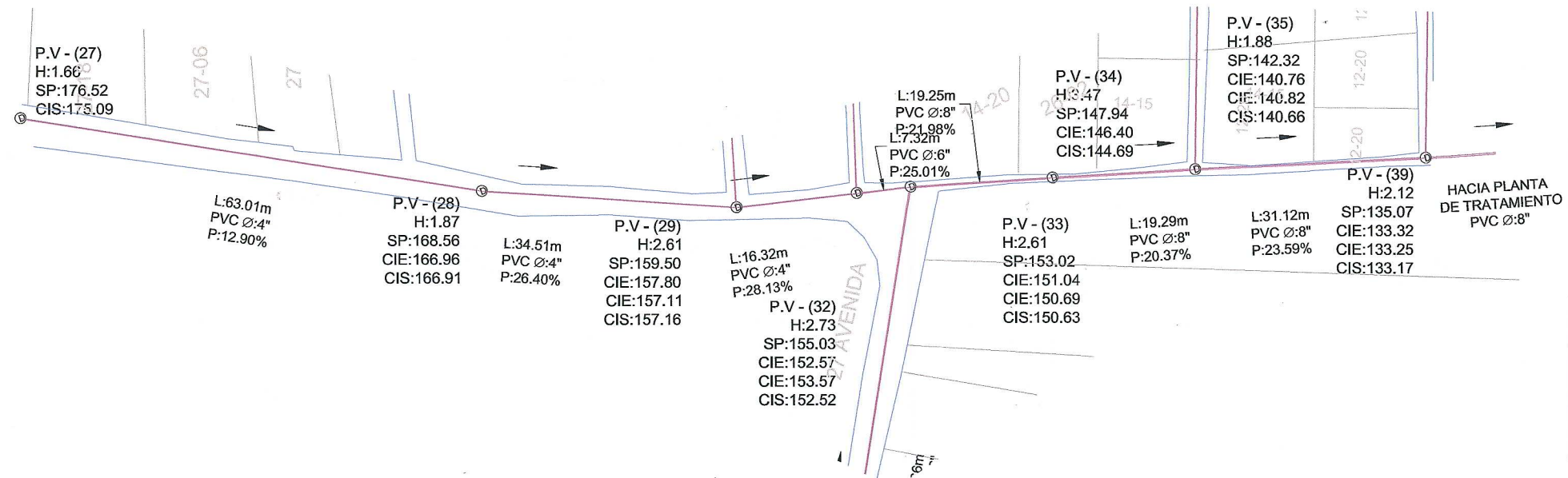


PERFIL DE PV 24 A PV 33
ESC: 1:100



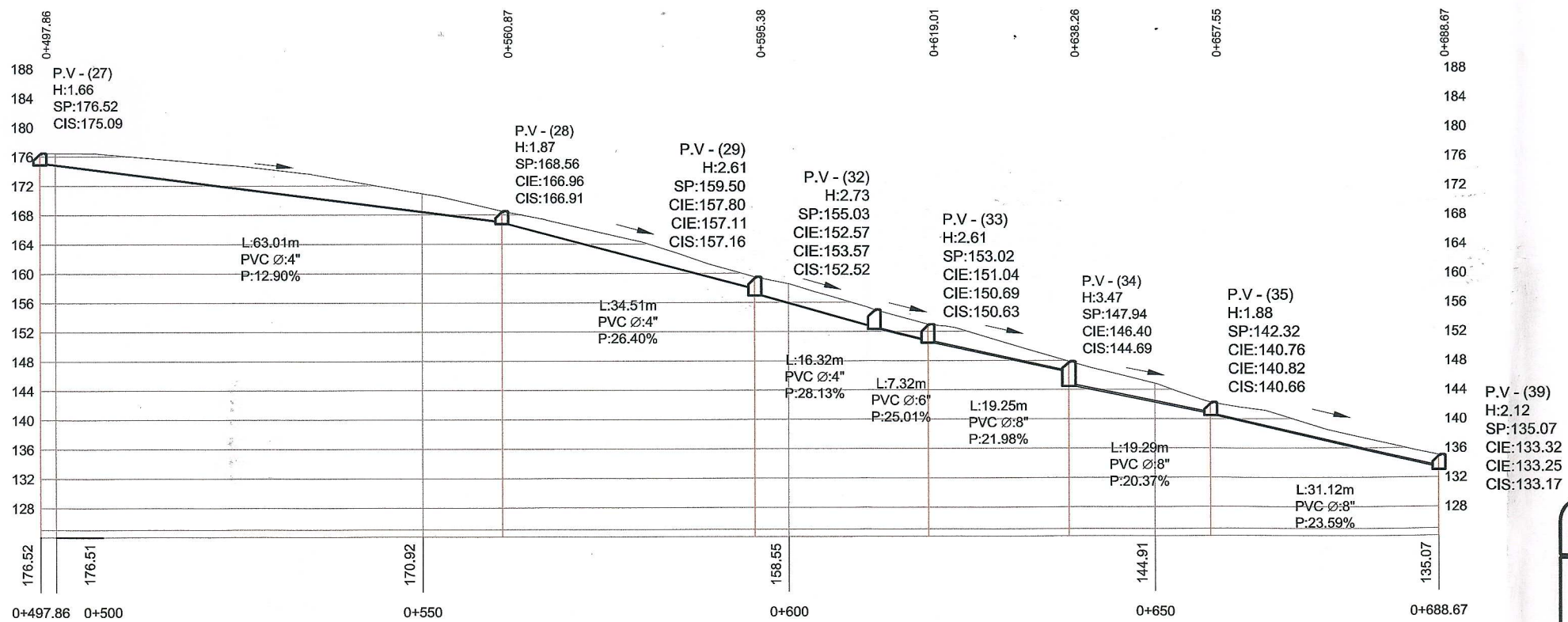
SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
	REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA		
Auto:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	Ing. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO		
		HOJA 16 39



PLANTA DE PV 27 A PV 39

ESC: 1:750

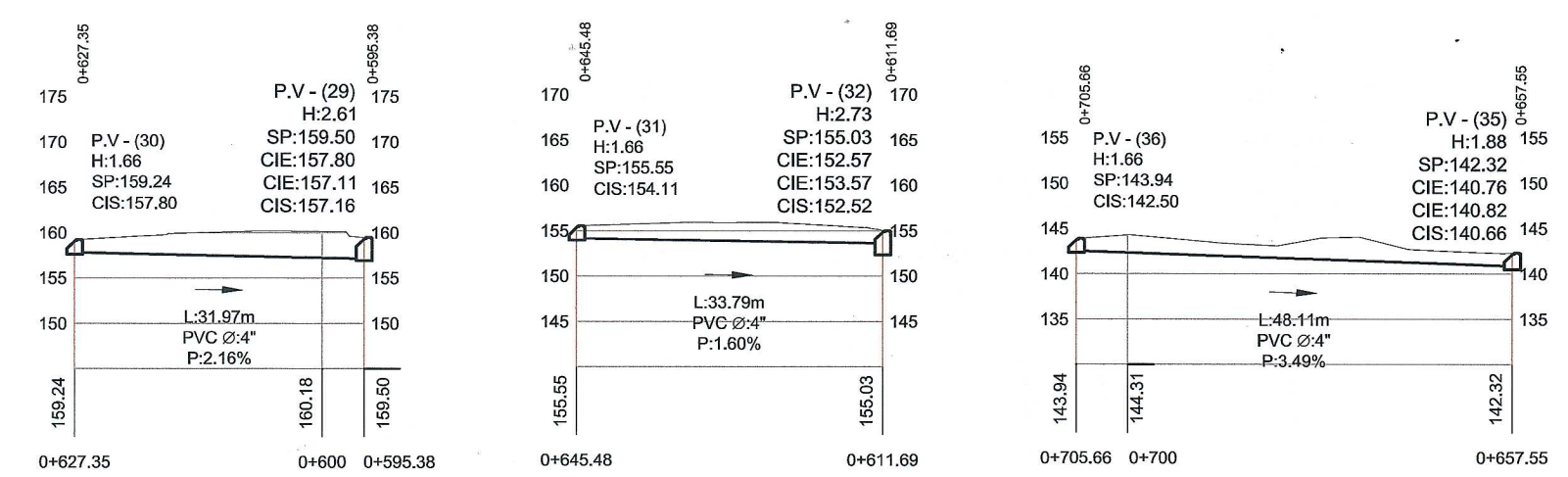
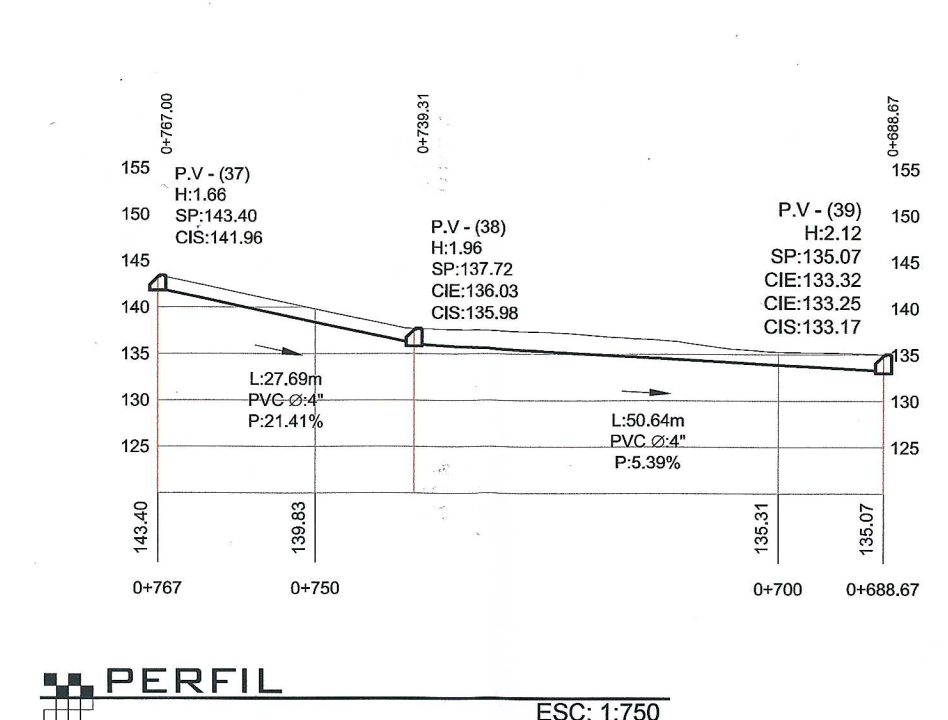
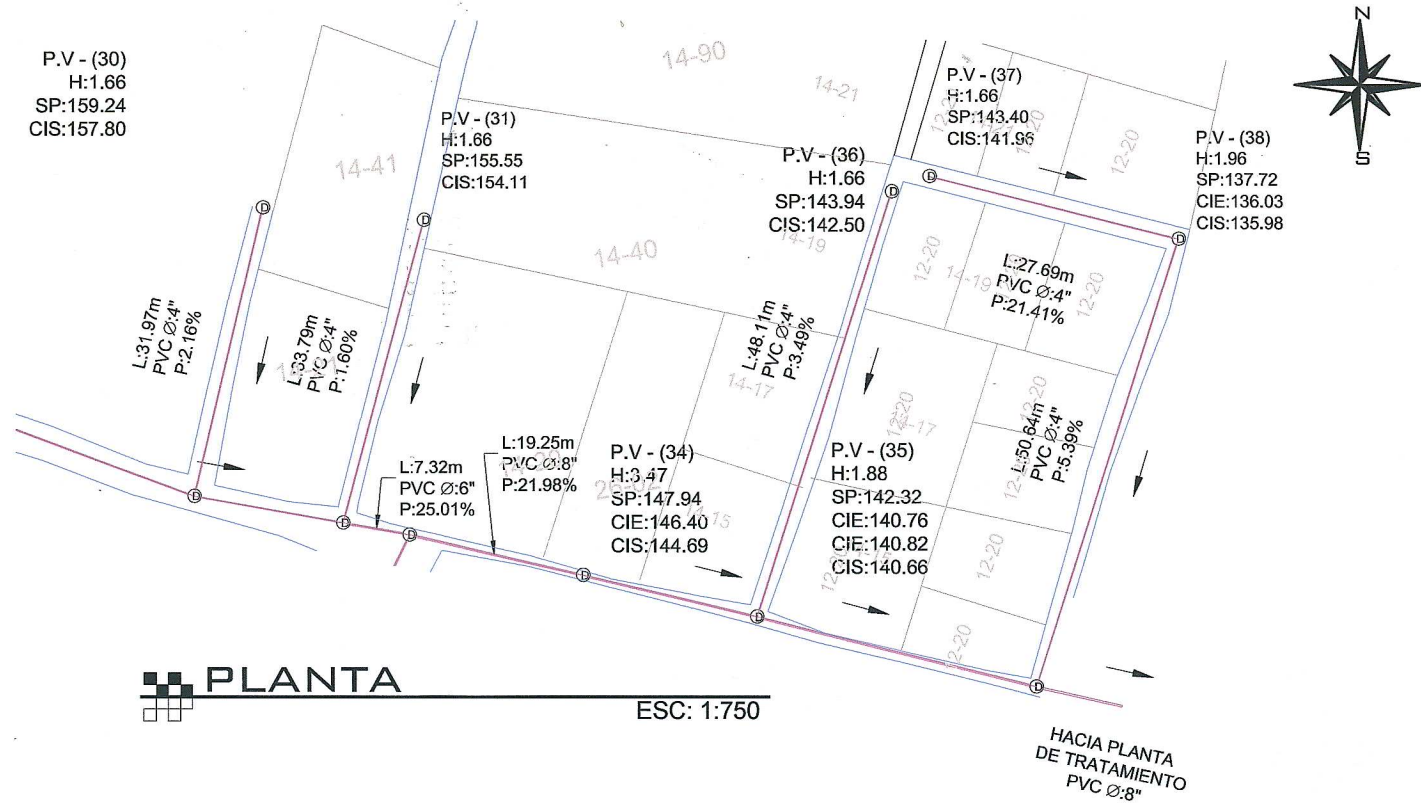


PERFIL DE PV 27 A PV 39

ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL,	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
ESTUDIO:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISIÓN:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
INGENIERO:	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA 17	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EP5 ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



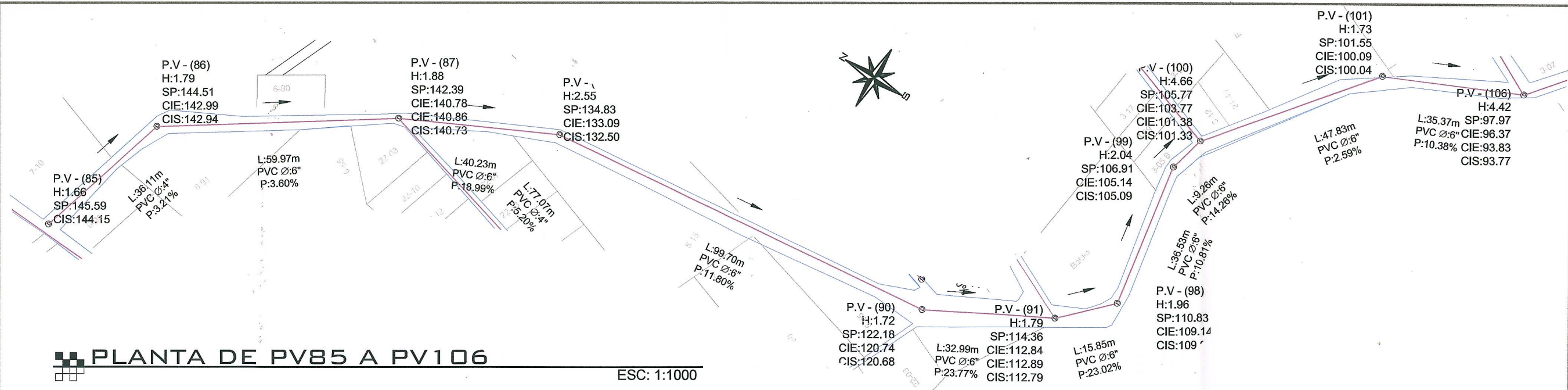
PERFIL
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

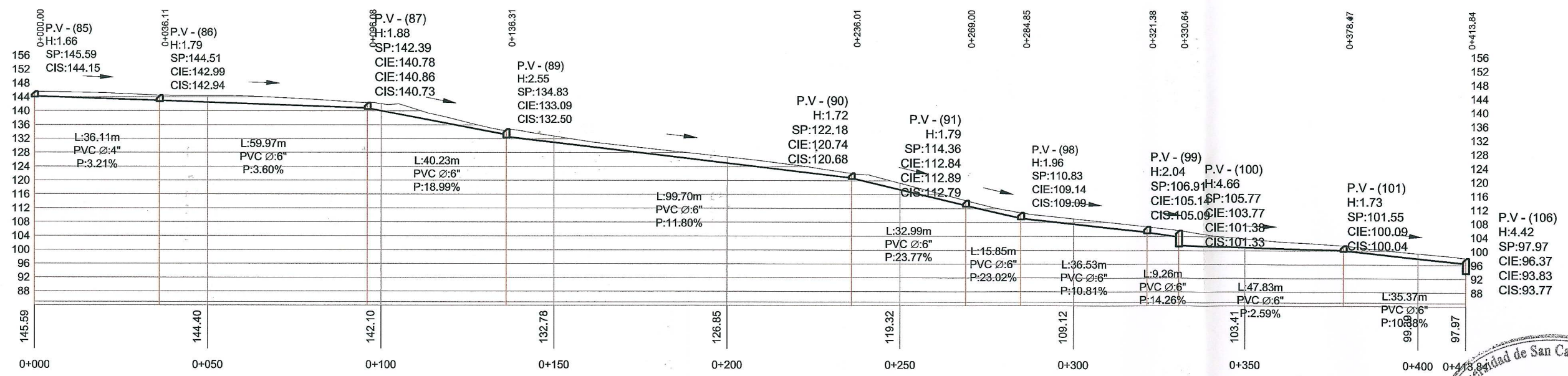
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
ESTUDIO:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISÓ:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
APROBÓ:	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	
18	
39	

[Handwritten signature]



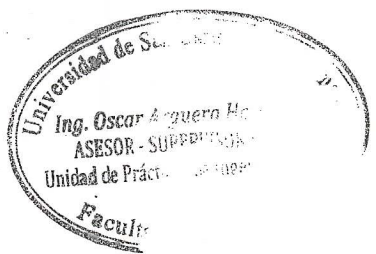
PLANTA DE PV85 A PV106
 ESC: 1:1000



PERFI DE PV85 A PV106
 ESC: 1:1250

SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

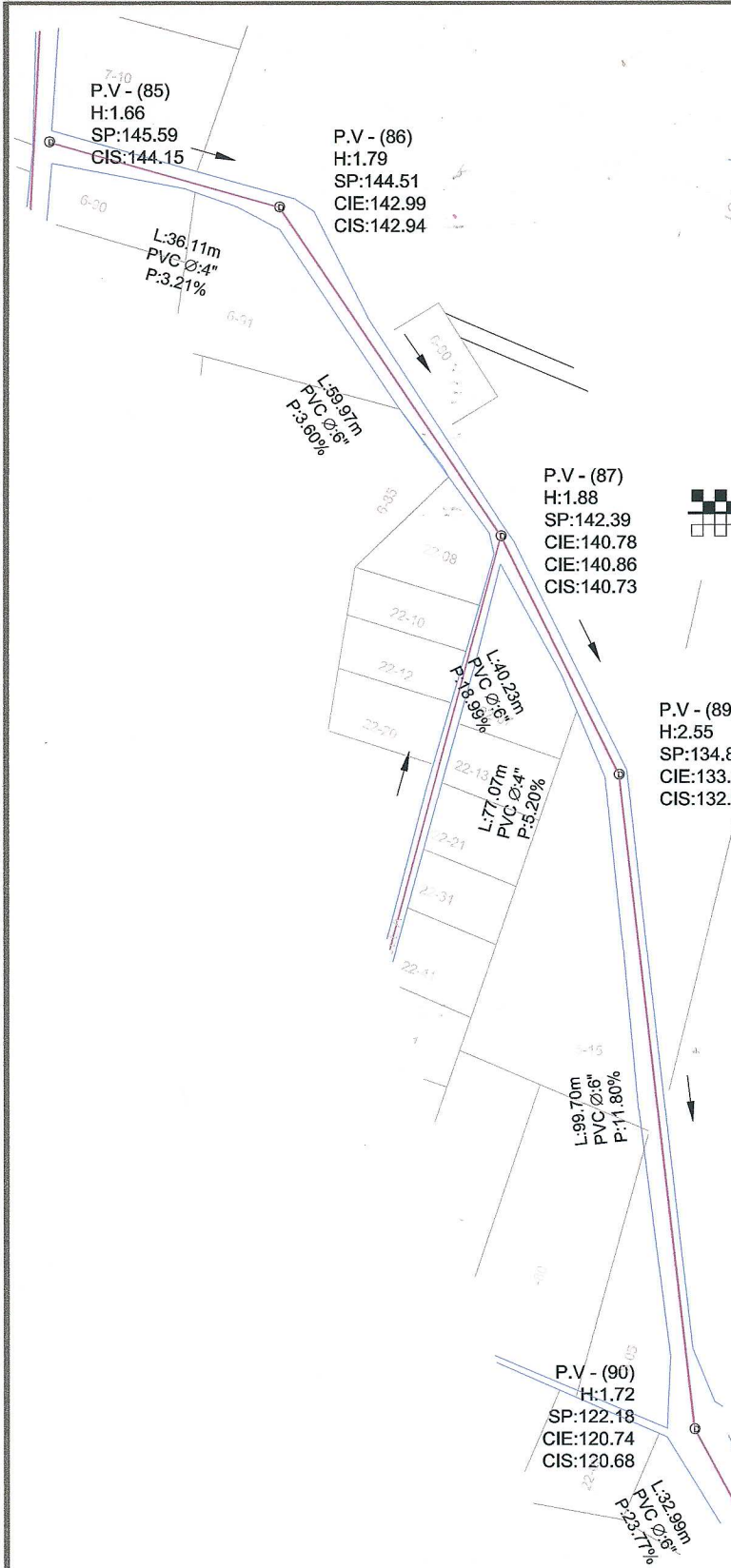
REGIÓN CENTRAL, JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

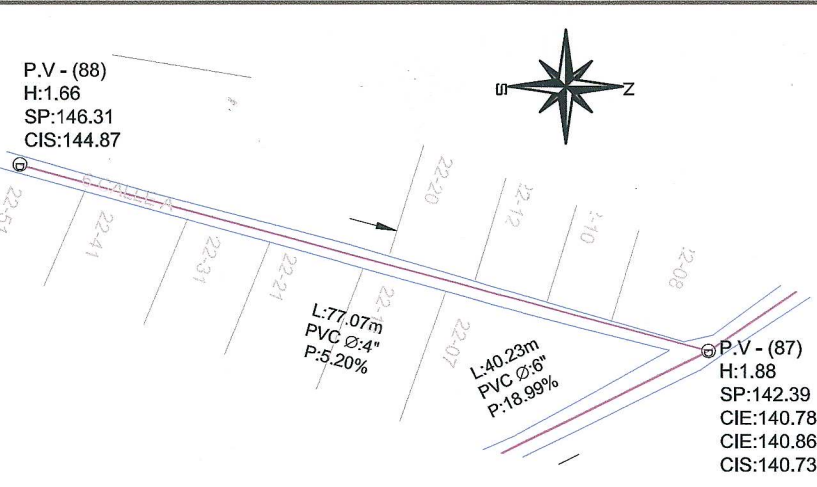
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

HOJA 19/39

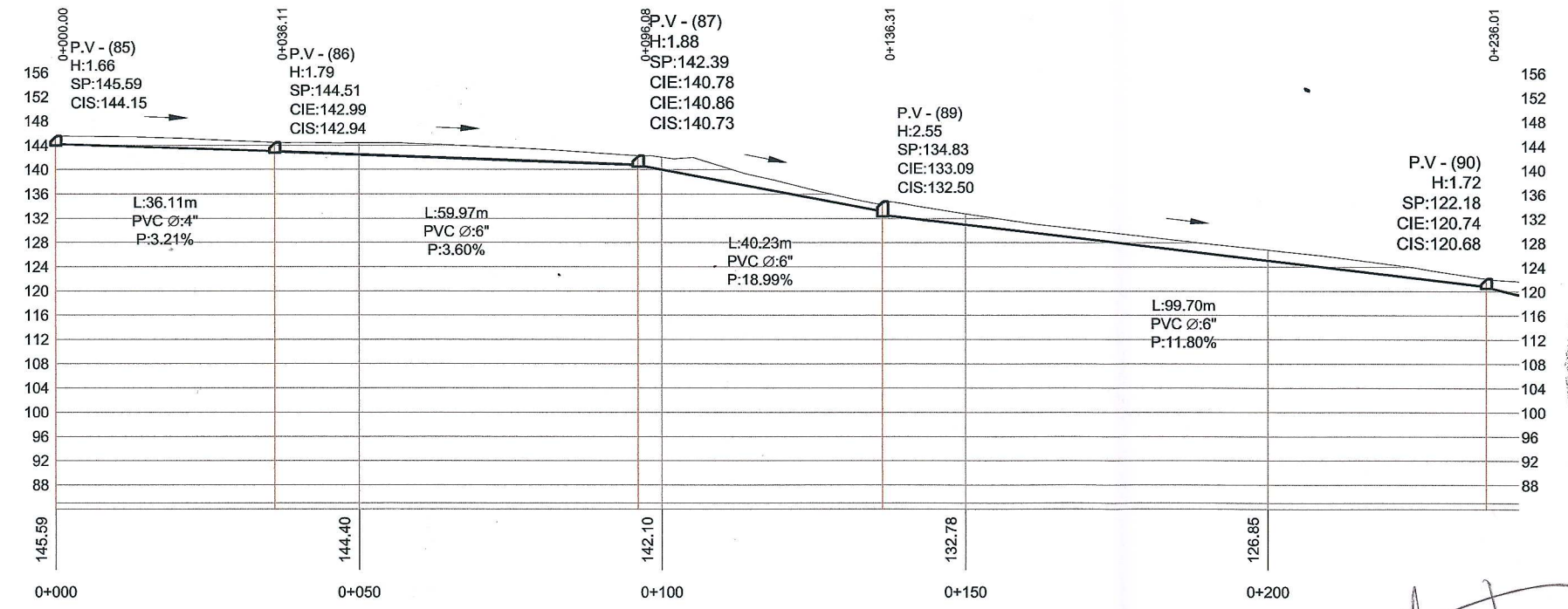
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPIS ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR



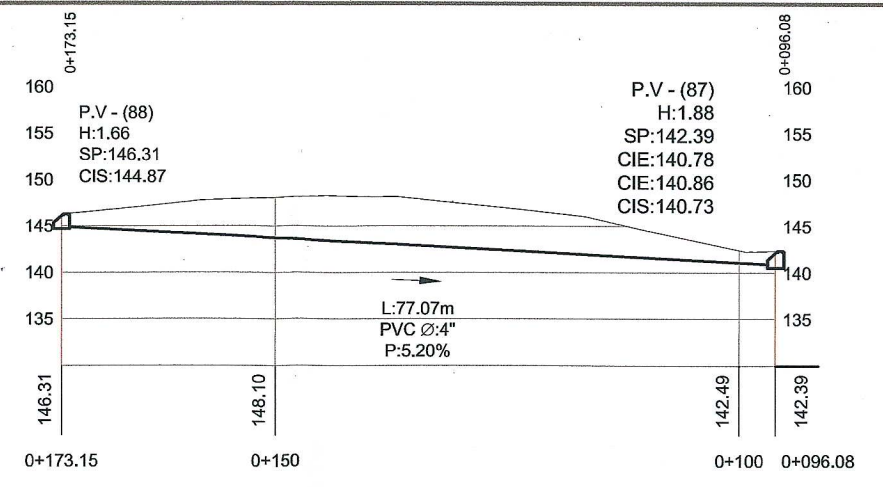
PLANTA DE PV85 A PV90
ESC: 1:1000



PLANTA DE PV88 A PV87
ESC: 1:750



PERFIL DE PV85 A PV90
ESC: 1:1000

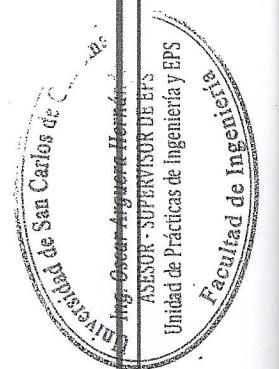


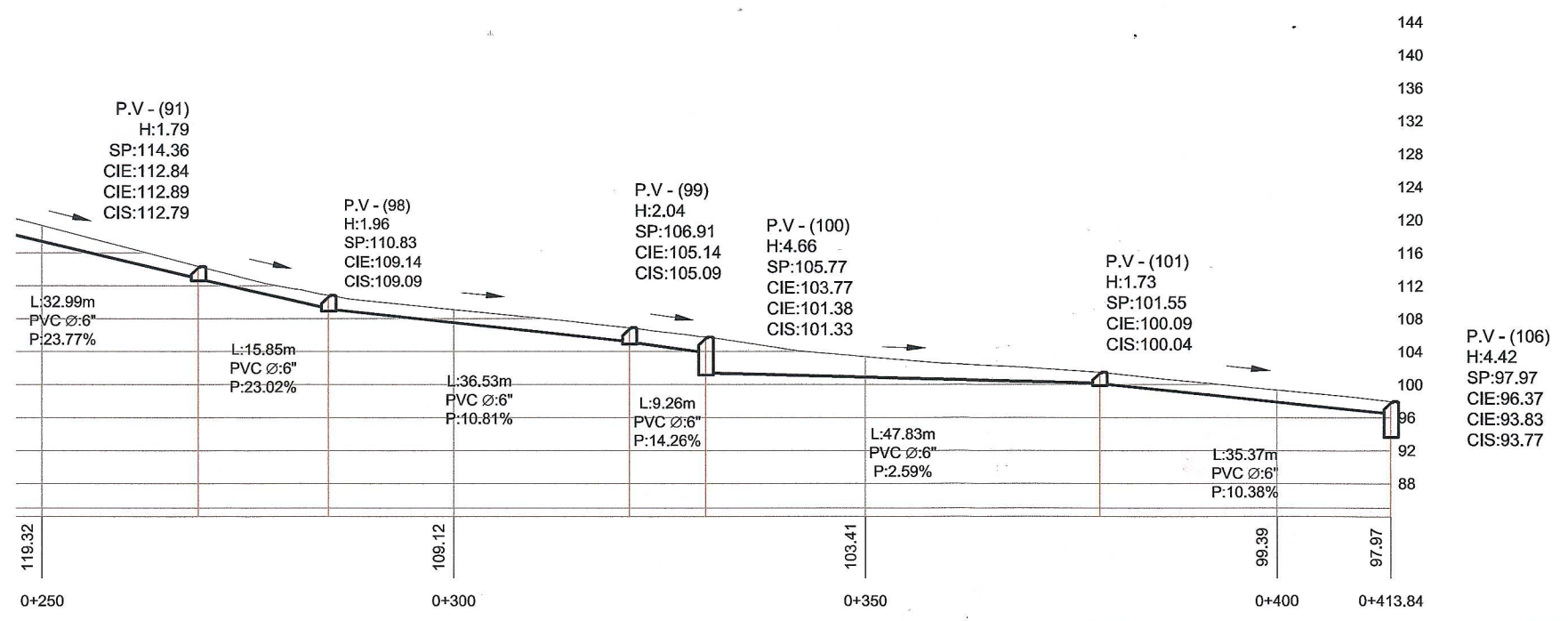
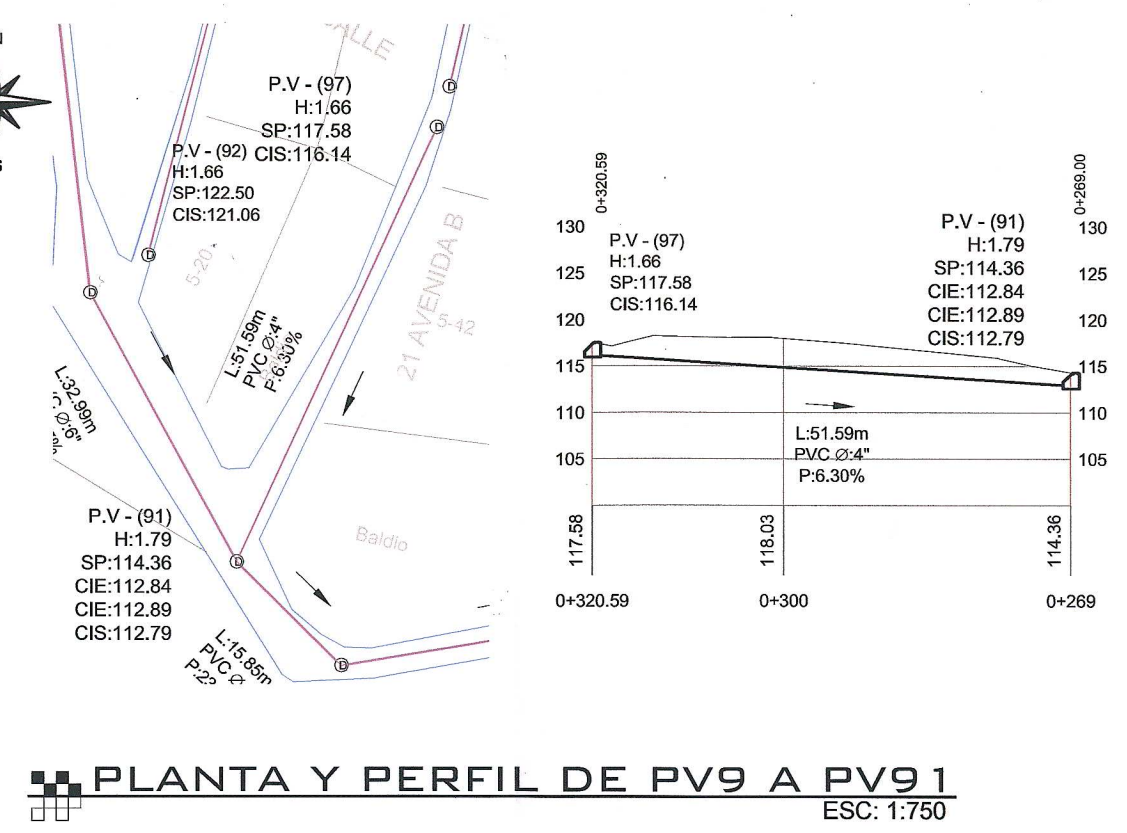
PERFIL DE PV88 A PV87
ESC: 1:750

SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROY:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DIR:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISOR:	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	20
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPIS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR



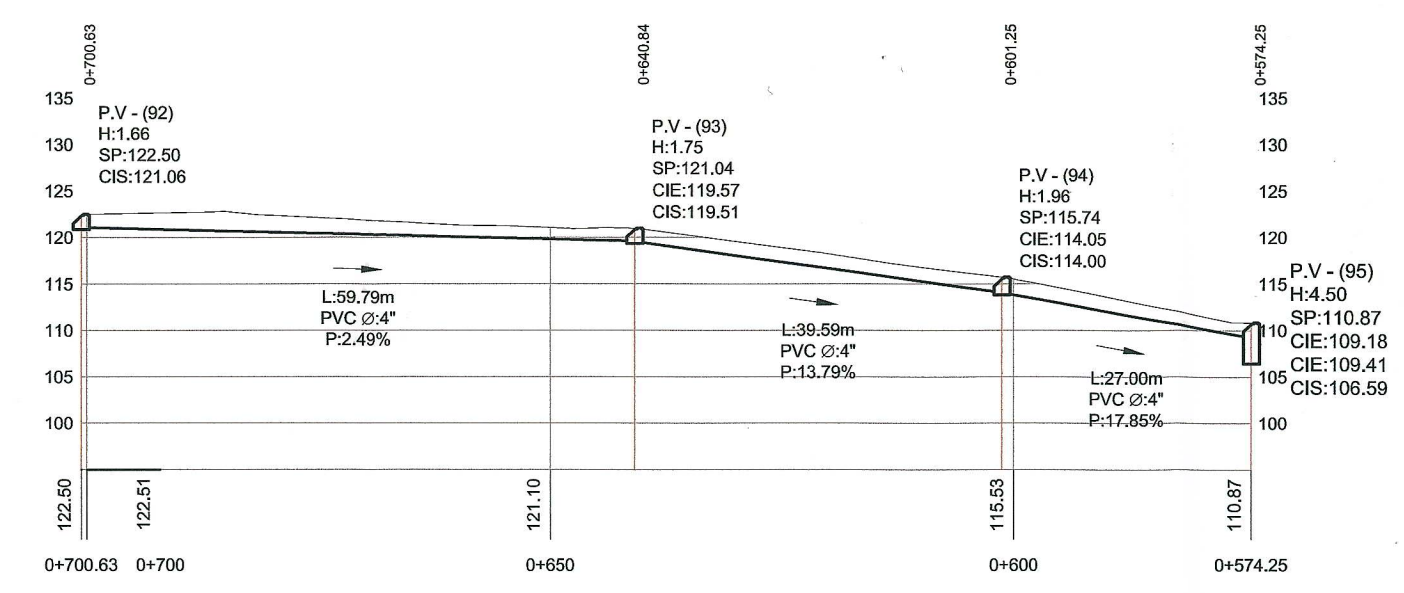


SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	REGIÓN CENTRAL	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO		
		HOJA 21 39

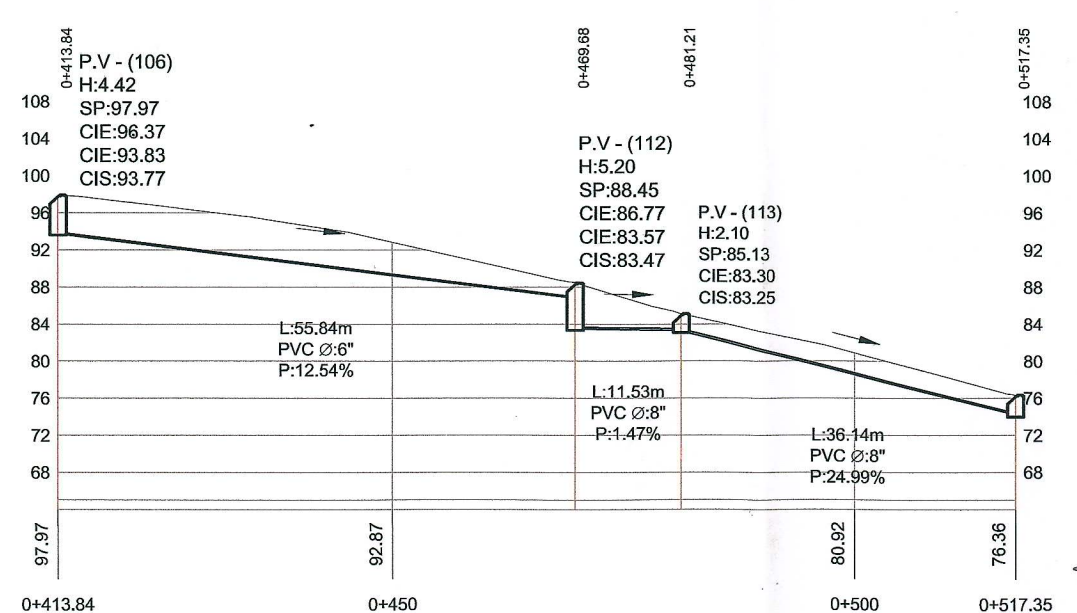
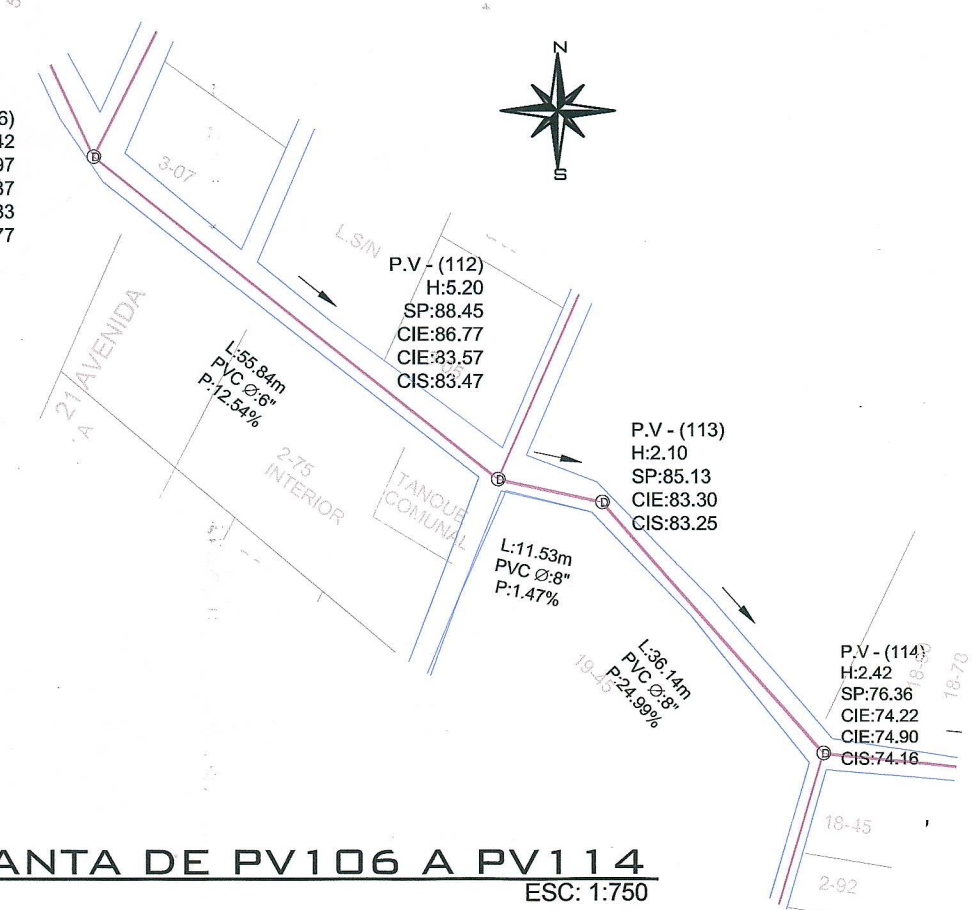
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR



PLANTA Y PERFIL DE PV92 A PV95

ESC: 1:750

P.V - (106)
H:4.42
SP:97.97
CIE:96.37
CIS:93.77



PLANTA DE PV106 A PV114

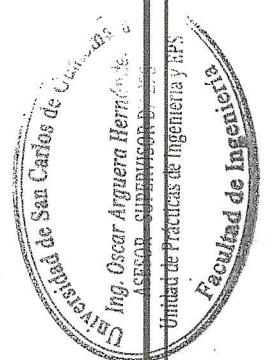
ESC: 1:750

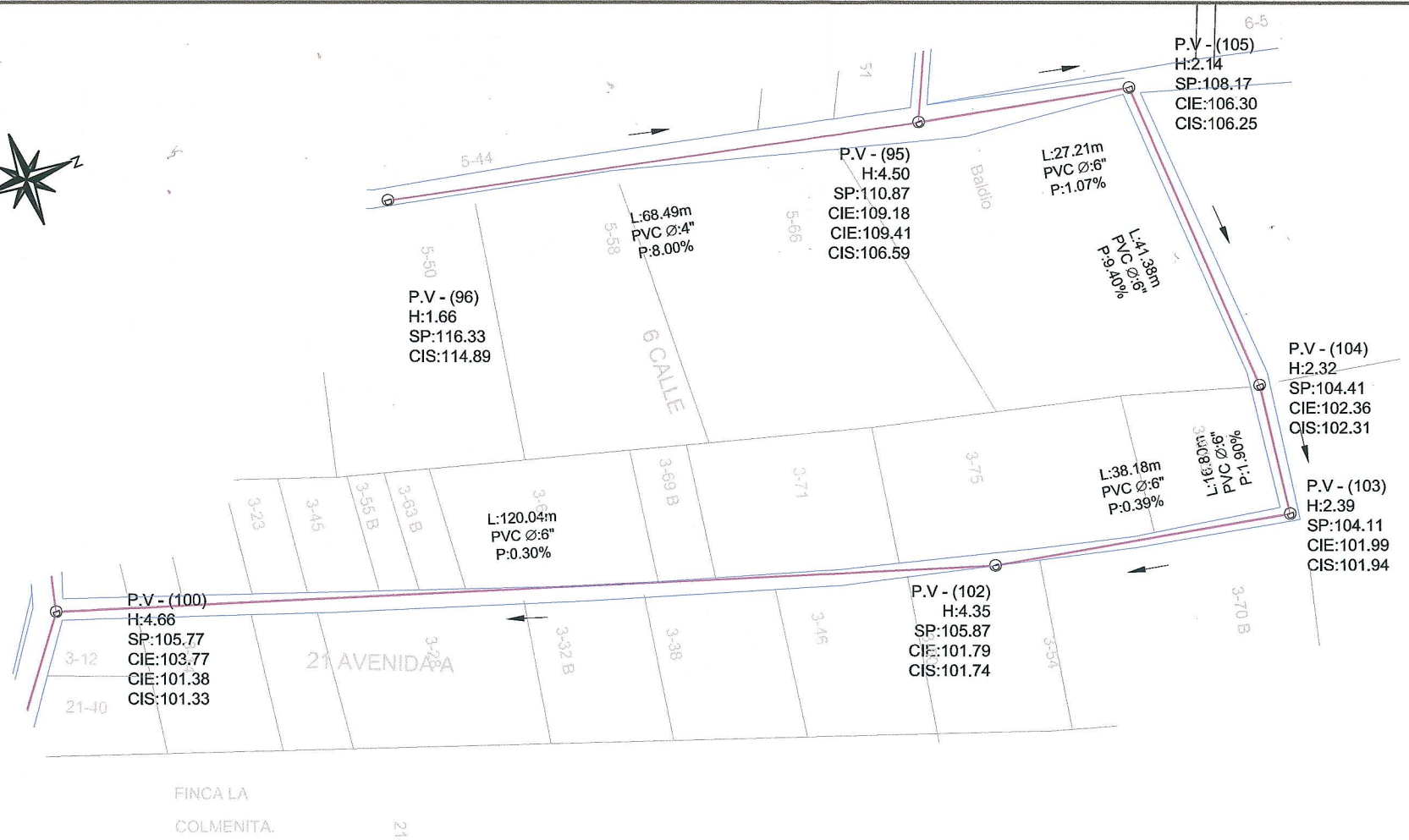
SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

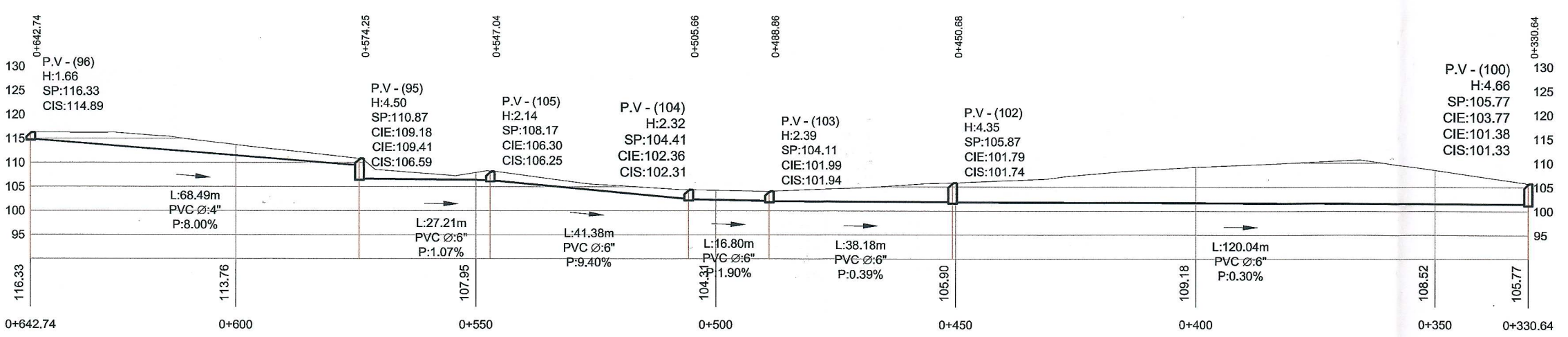
PLANTA DE PV106 A PV114
ESC: 1:750

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.									
	REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ								
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, FLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9, MIXCO										
<table border="1"> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>ING. OSCAR ARGUETA</td> </tr> </table>	ELABORÓ:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISÓ:	ING. OSCAR ARGUETA	<table border="1"> <tr> <td>ELABORÓ:</td> <td>JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ</td> </tr> <tr> <td>REVISÓ:</td> <td>ING. OSCAR ARGUETA</td> </tr> </table>		ELABORÓ:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISÓ:	ING. OSCAR ARGUETA
ELABORÓ:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ									
REVISÓ:	ING. OSCAR ARGUETA									
ELABORÓ:	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ									
REVISÓ:	ING. OSCAR ARGUETA									
PLANTA Y PERFIL		HOJA 22								
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODÓY-EP3 ING. CIVIL		ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR								





PLANTA DE PV96 A PV100
ESC: 1:750



PERFIL DE PV96 A PV100
ESC: 1:1000

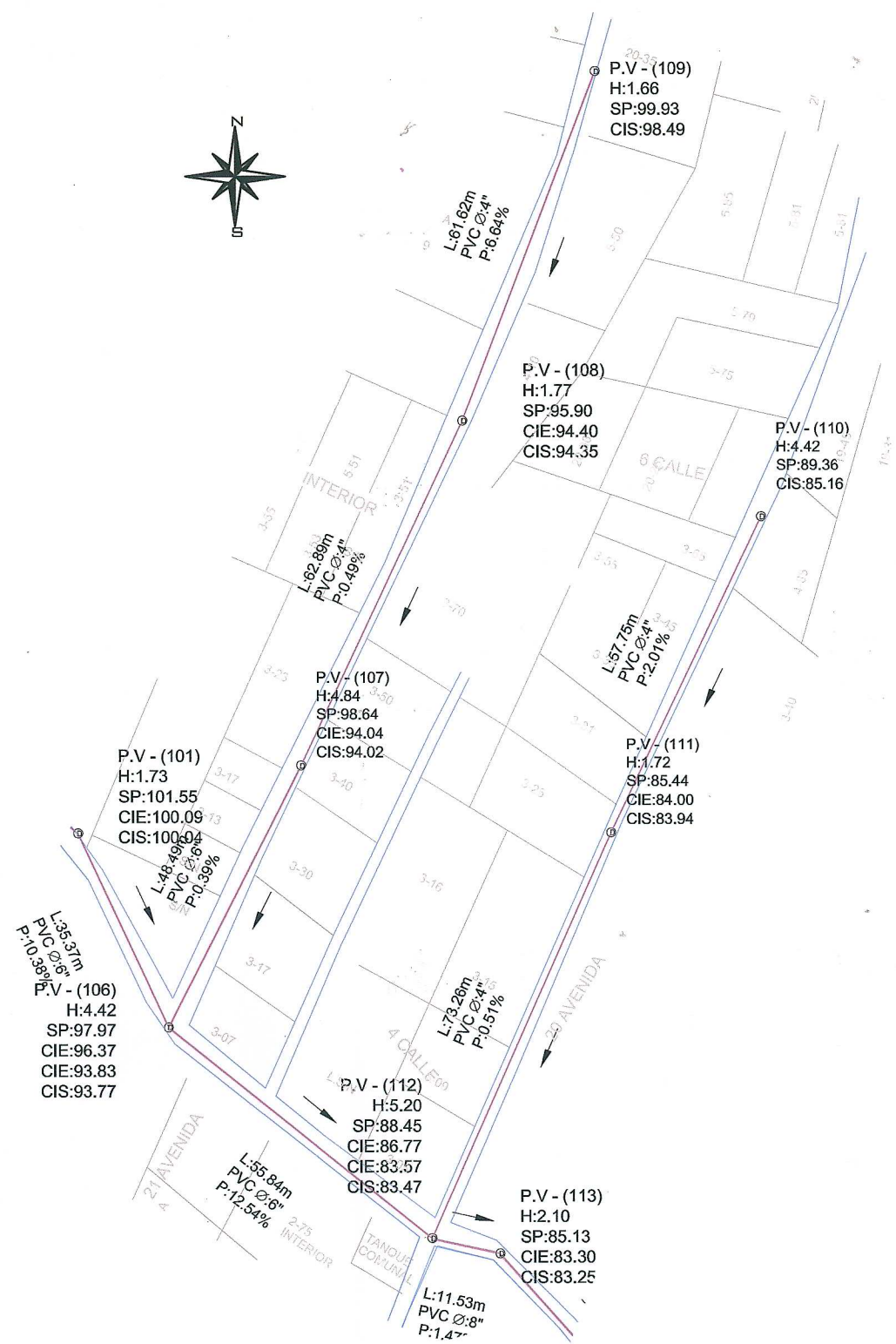
SIMBOLOGÍA:

P.V.-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

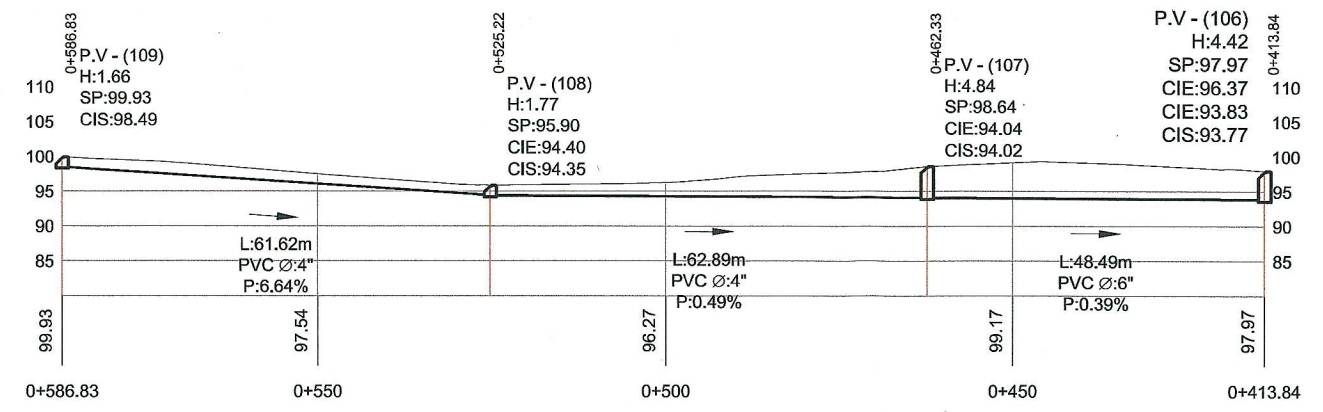


[Handwritten signature]

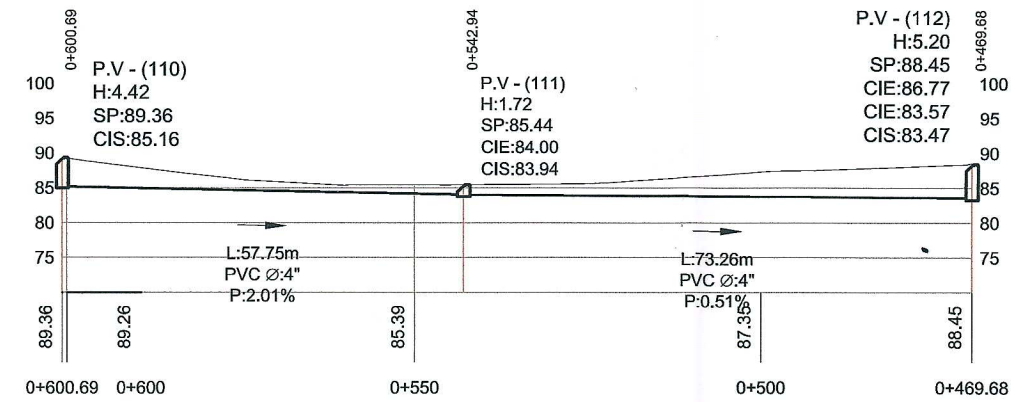
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
ESTUDIO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	PROYECTO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
COLABORACIÓN: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISIÓN: ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA 23 39	



PLANTA DE DRENAJE
ESC: 1:1000



PERFIL DE PV109 A PV116
ESC: 1:1000



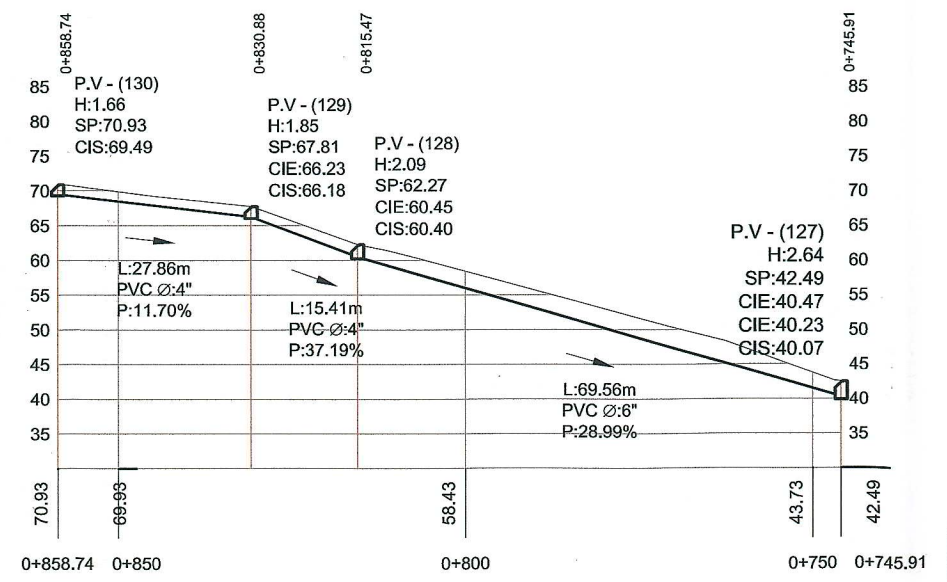
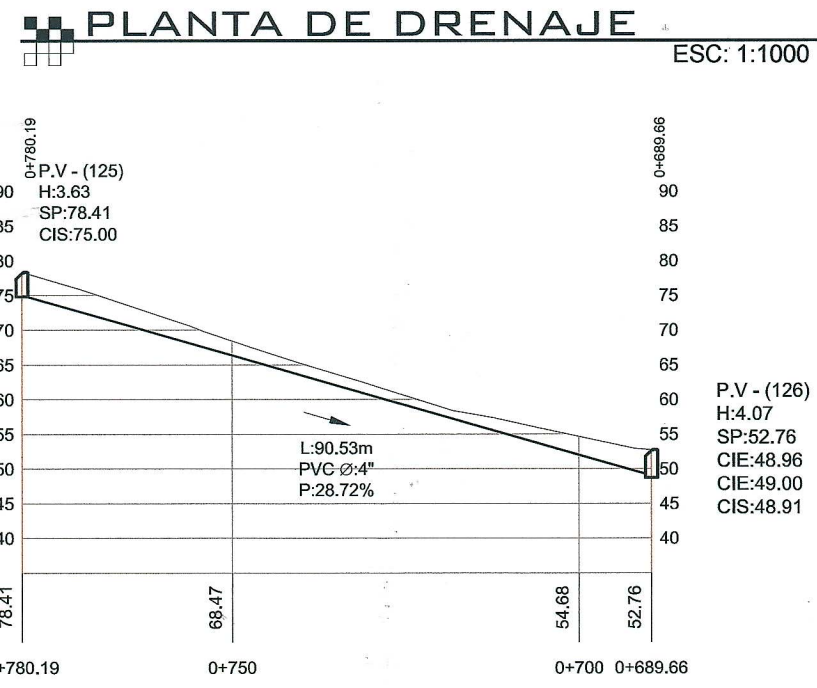
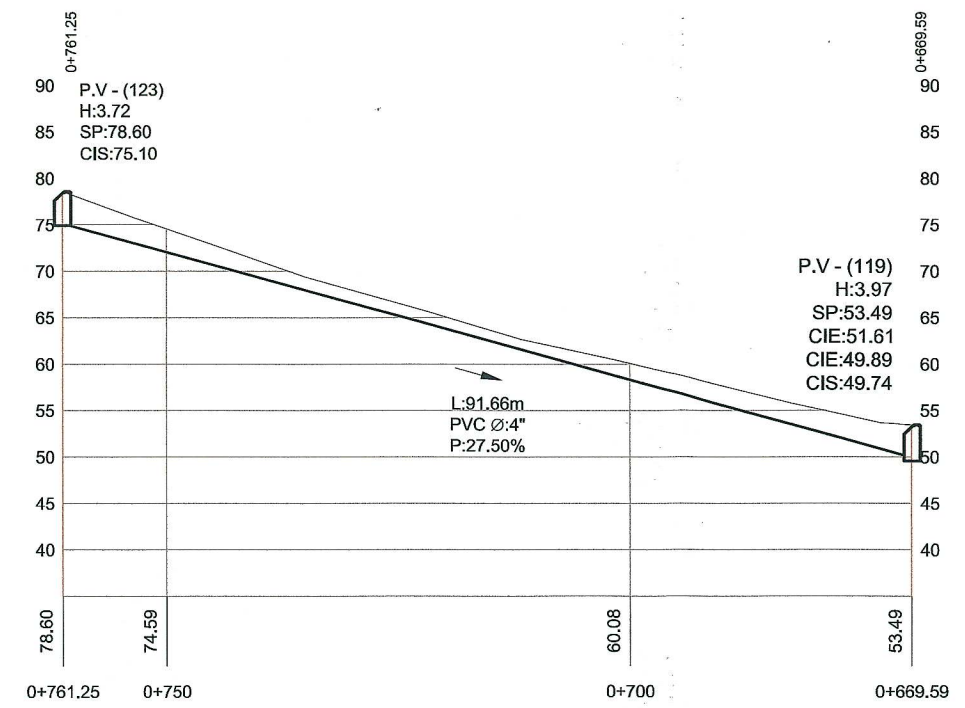
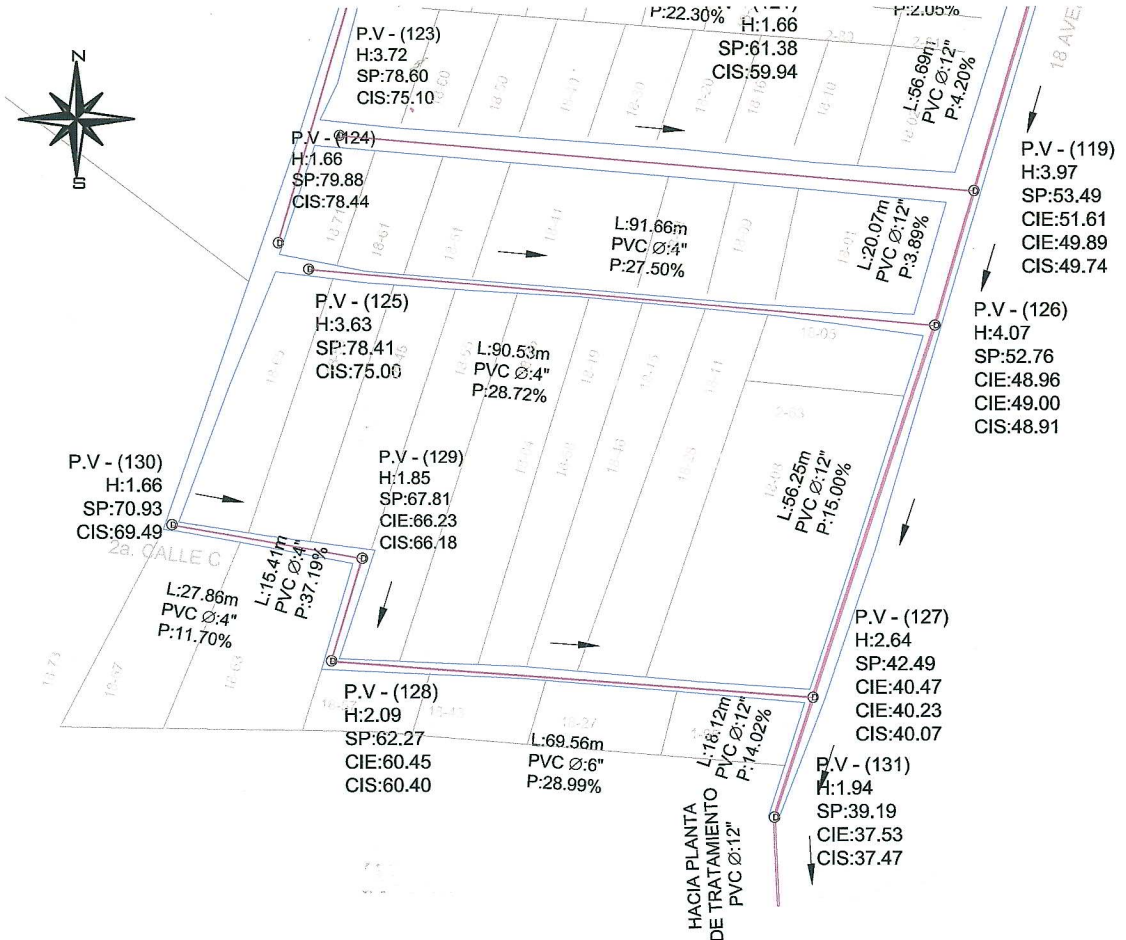
PERFIL DE PV110 A PV112
ESC: 1:1000



SIMBOLOGÍA:	
PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	39

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

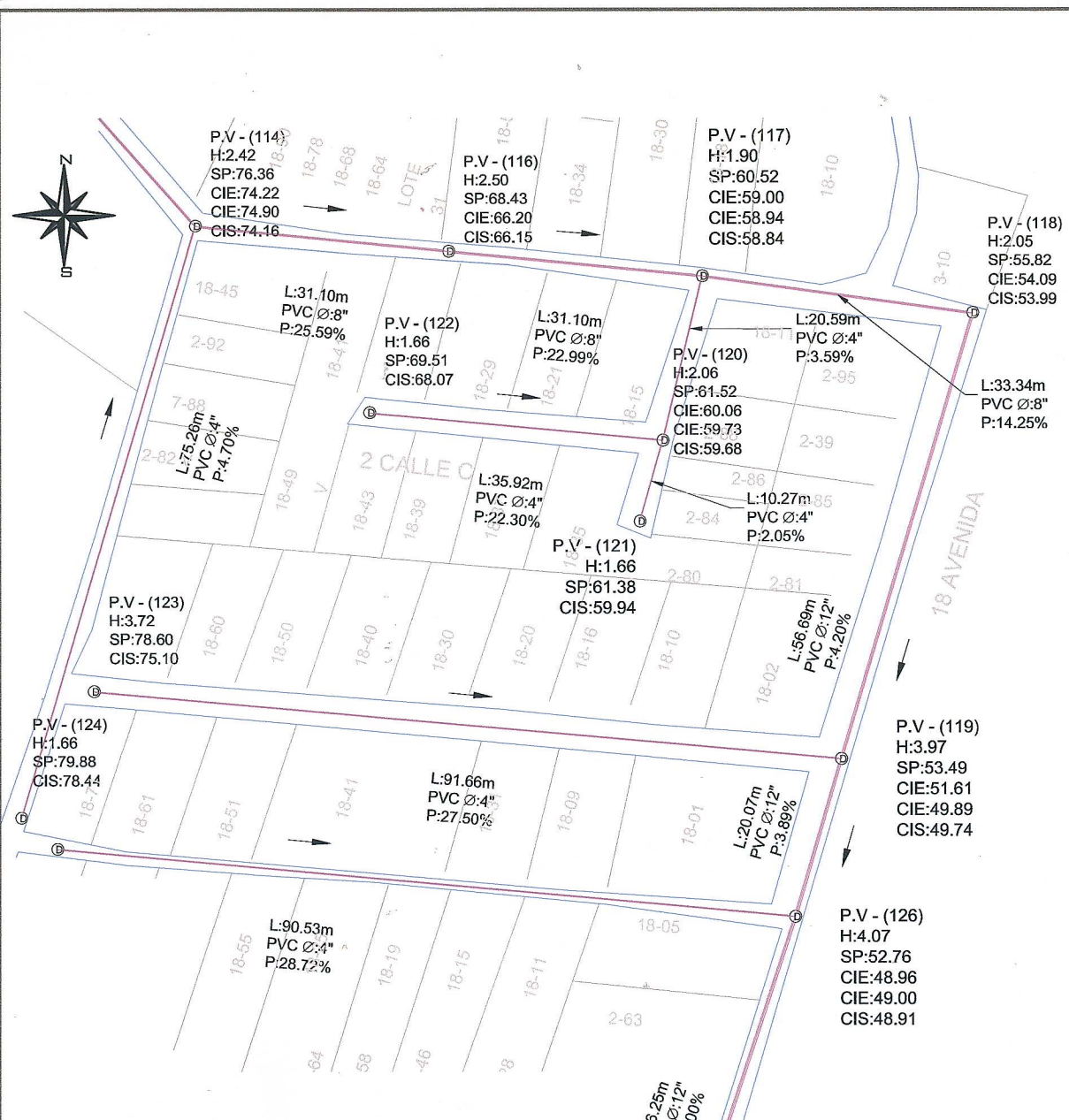
REGIÓN CENTRAL, JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

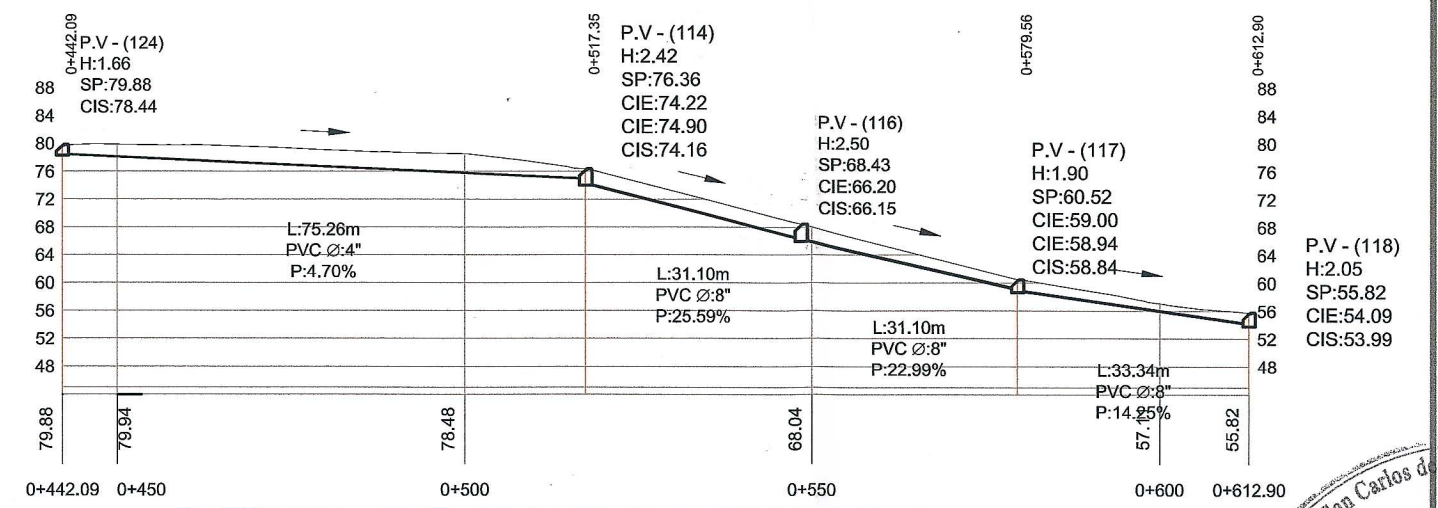
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO

HOJA 25

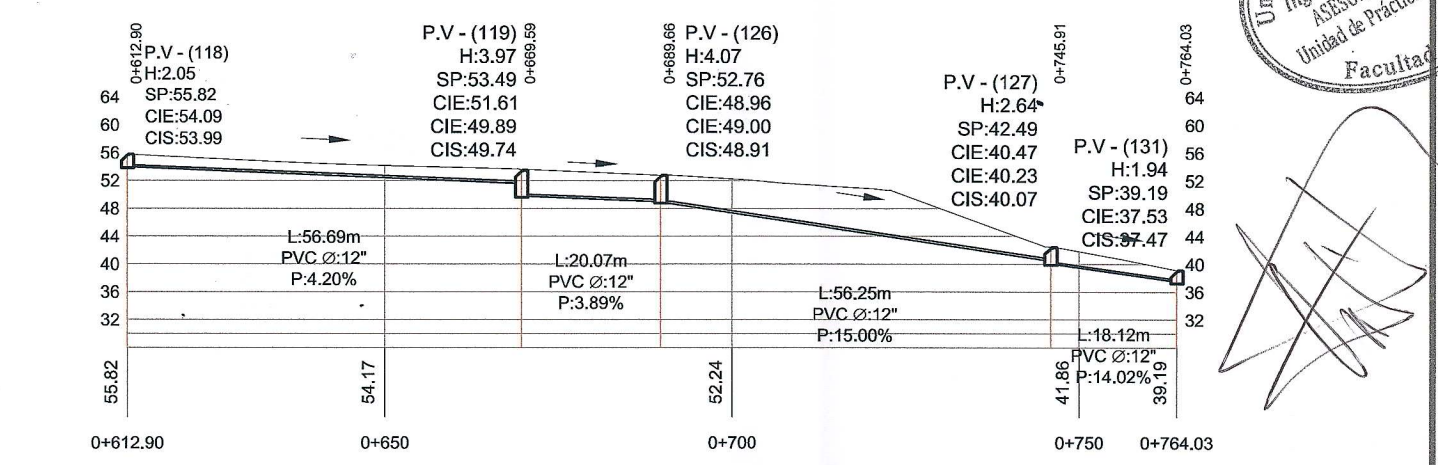
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPIS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR 39



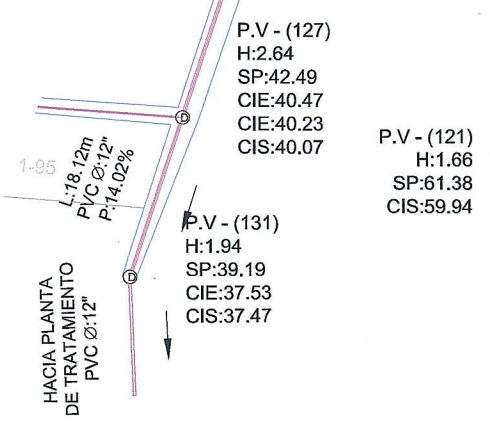
PLANTA DE DRENAJE
ESC: 1:750



PERFIL DE PV124 A PV118
ESC: 1:1000



PERFIL DE PV118 A PV131
ESC: 1:1000

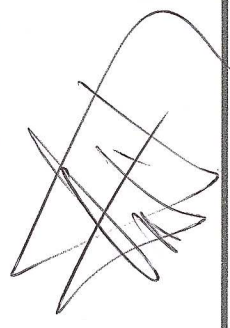
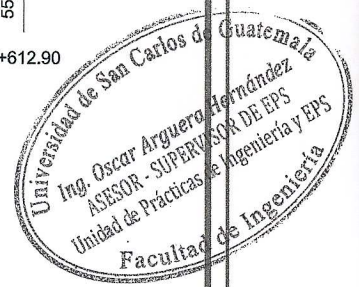


PERFIL DE PV121 A PV117 Y DE PV122 A PV120
ESC: 1:1000

SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING: OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
HOJA	26
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EPIS-ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



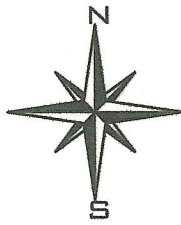
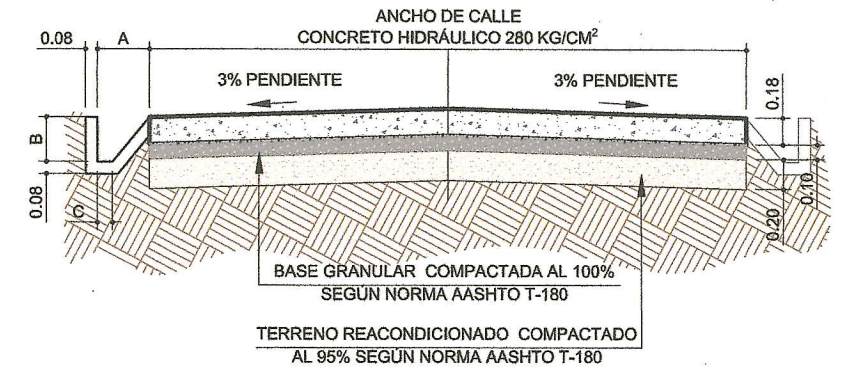


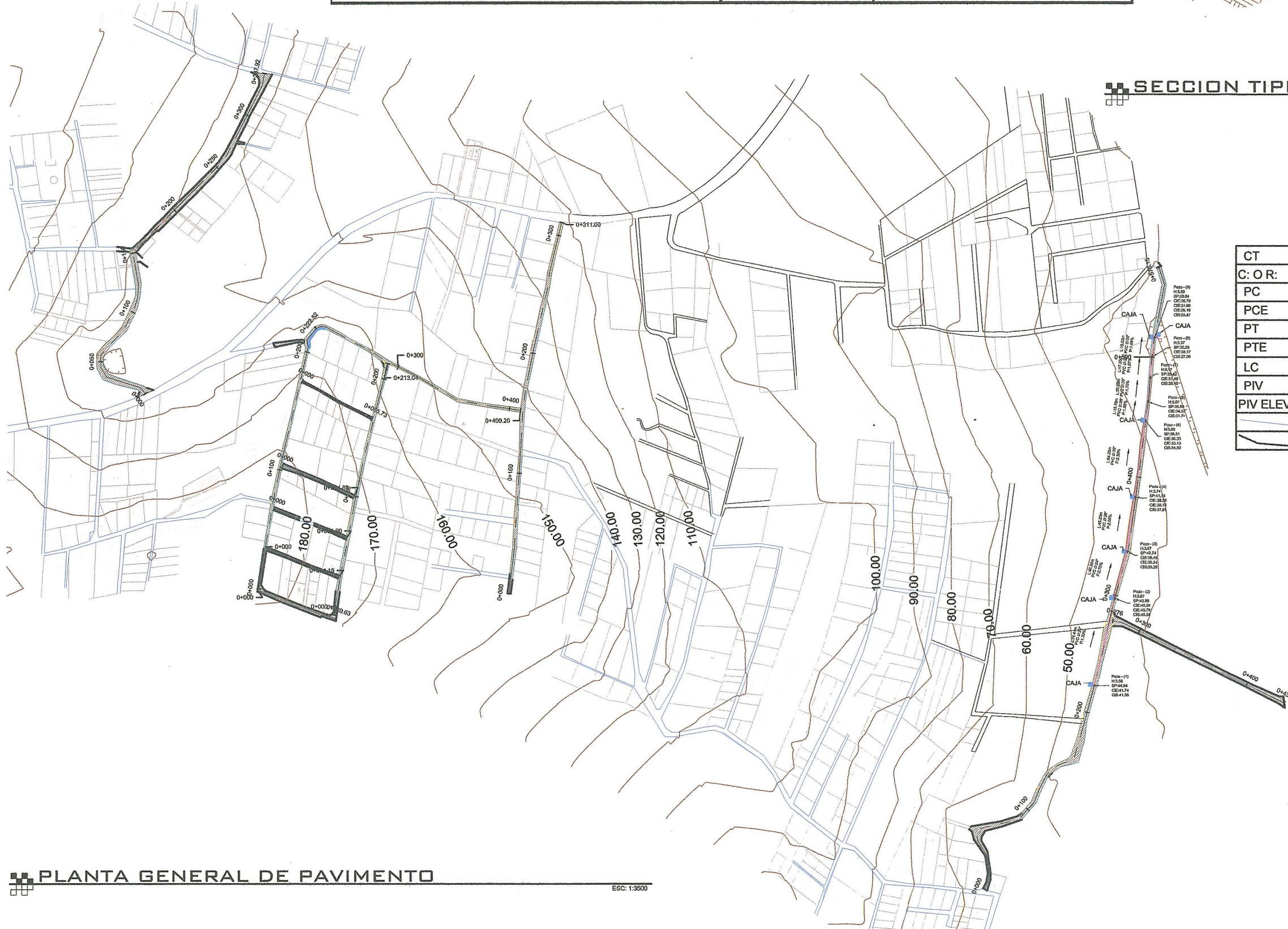
TABLA DE CUNETAS				CARPETA DE RODADURA	
COLOR	DIMENSIONES (cm)			LONGITUD A CONSTRUIR (m)	AREA A PAVIMENTAR M ²
	A	B	C		
VERDE	30	15	0	1 341,36	7 589,97
AMARILLO	30	23	7	1 056,55	
ROJO	50	30	20	149,98	
NARANJA	35	30	10	465,07	
TOTAL				3 012,96	7 589,97



SECCION TIPICA DE CARPETA DE RODADURA
ESC: 1:50

SIMBOLOGÍA

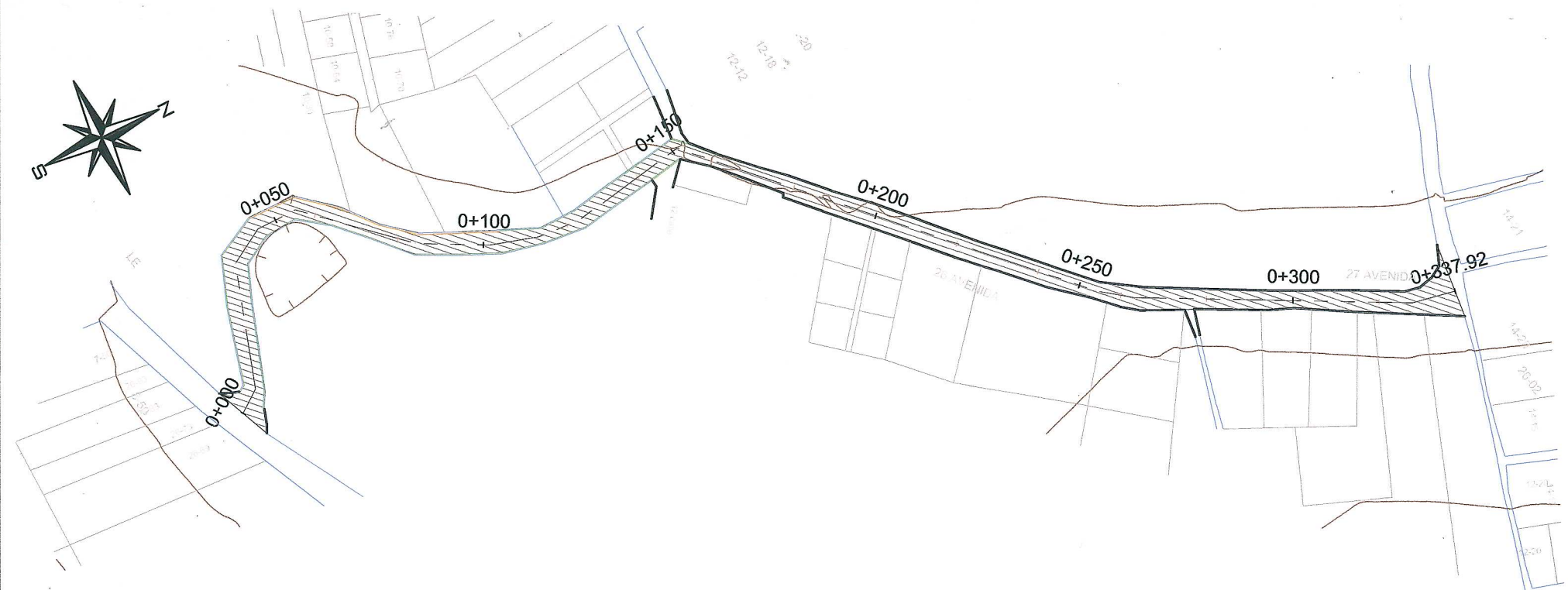
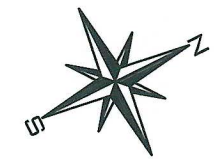
CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROYECTO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA GENERAL DE CALLES A MEJORAR Y DRENAJE PLUVIAL	
HOJA 27	39

PLANTA GENERAL DE PAVIMENTO
ESC: 1:3500



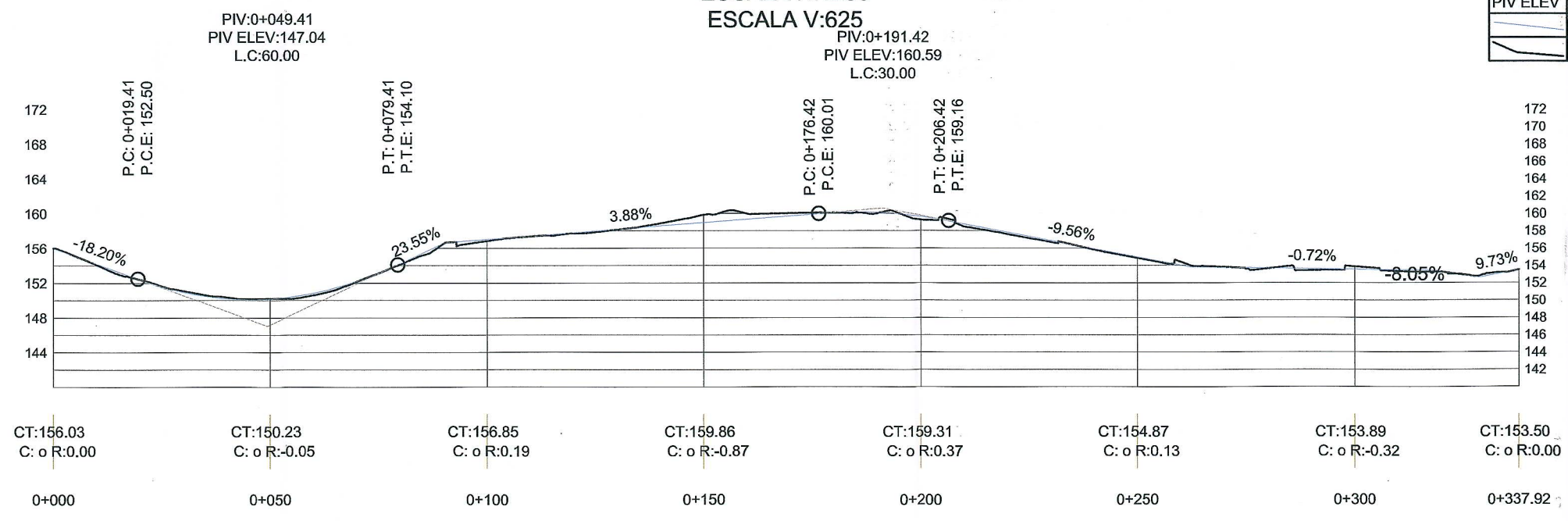
PLANTA DE 26 AVENIDA

ESC: 1:1250

SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: o R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

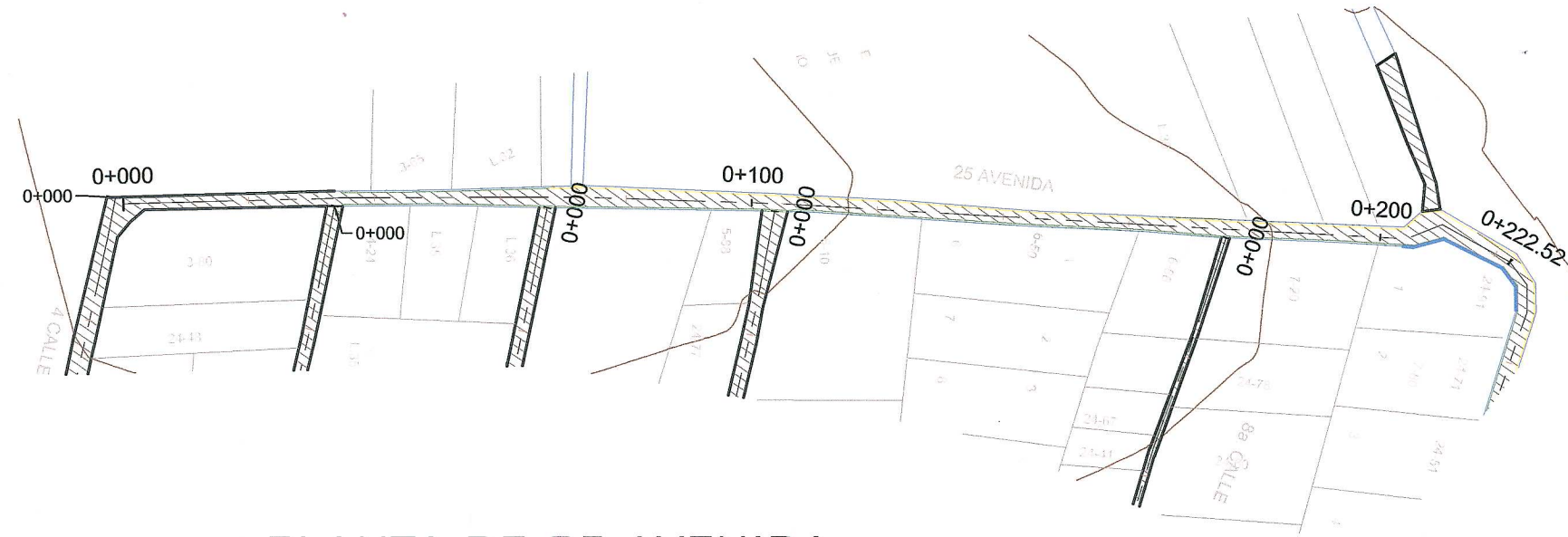
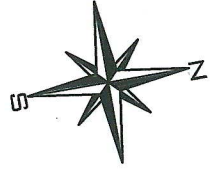
PERFIL 26 AVENIDA
ESCALA H:1250
ESCALA V:625



[Handwritten signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Argueta Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.
	REGIÓN CENTRAL. ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	DIR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	DIR: OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES	
HOJA 28	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EP5 ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR 39	



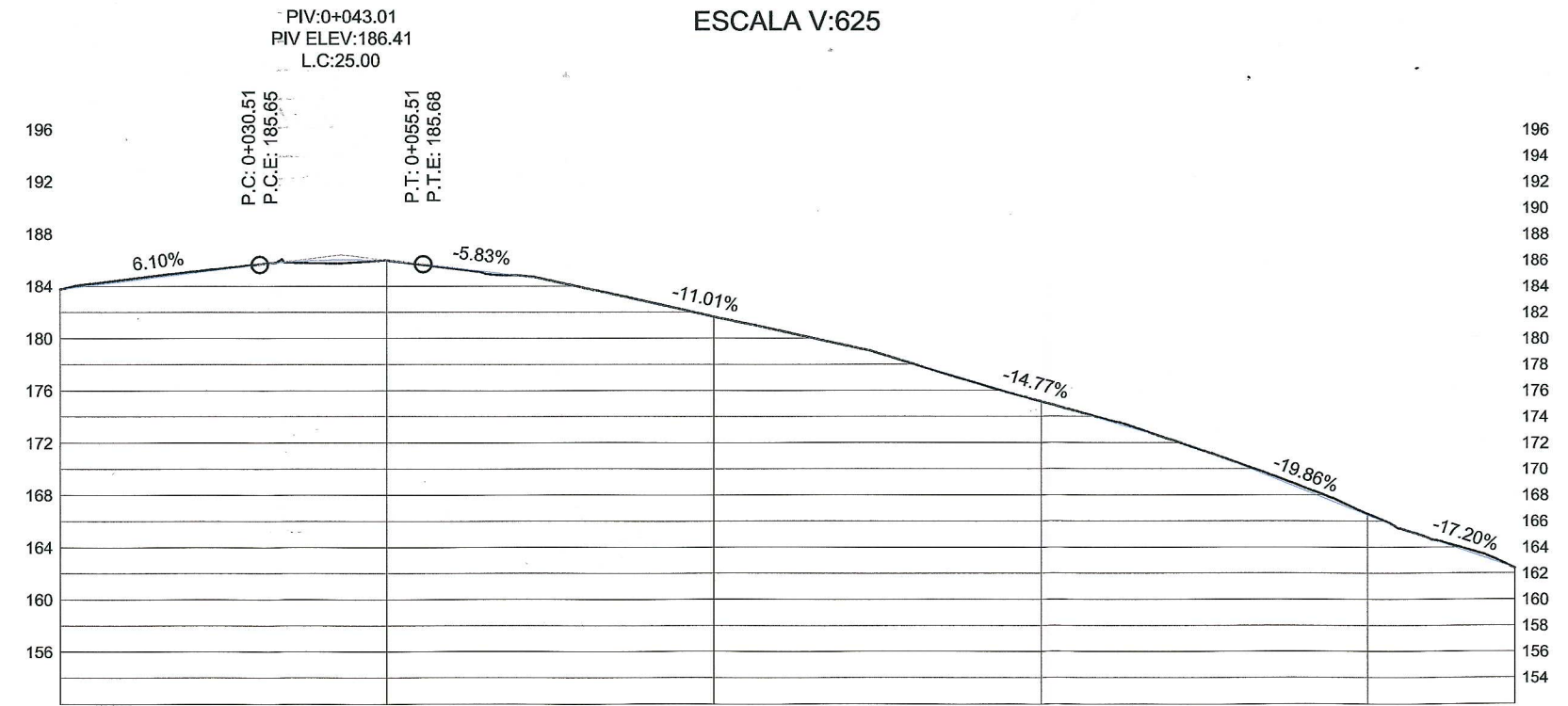
PLANTA DE 25 AVENIDA

ESC: 1:1000

SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

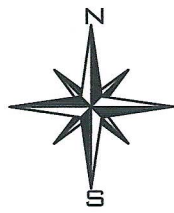
PERFIL 25 AVENIDA
ESCALA H:1250
ESCALA V:625



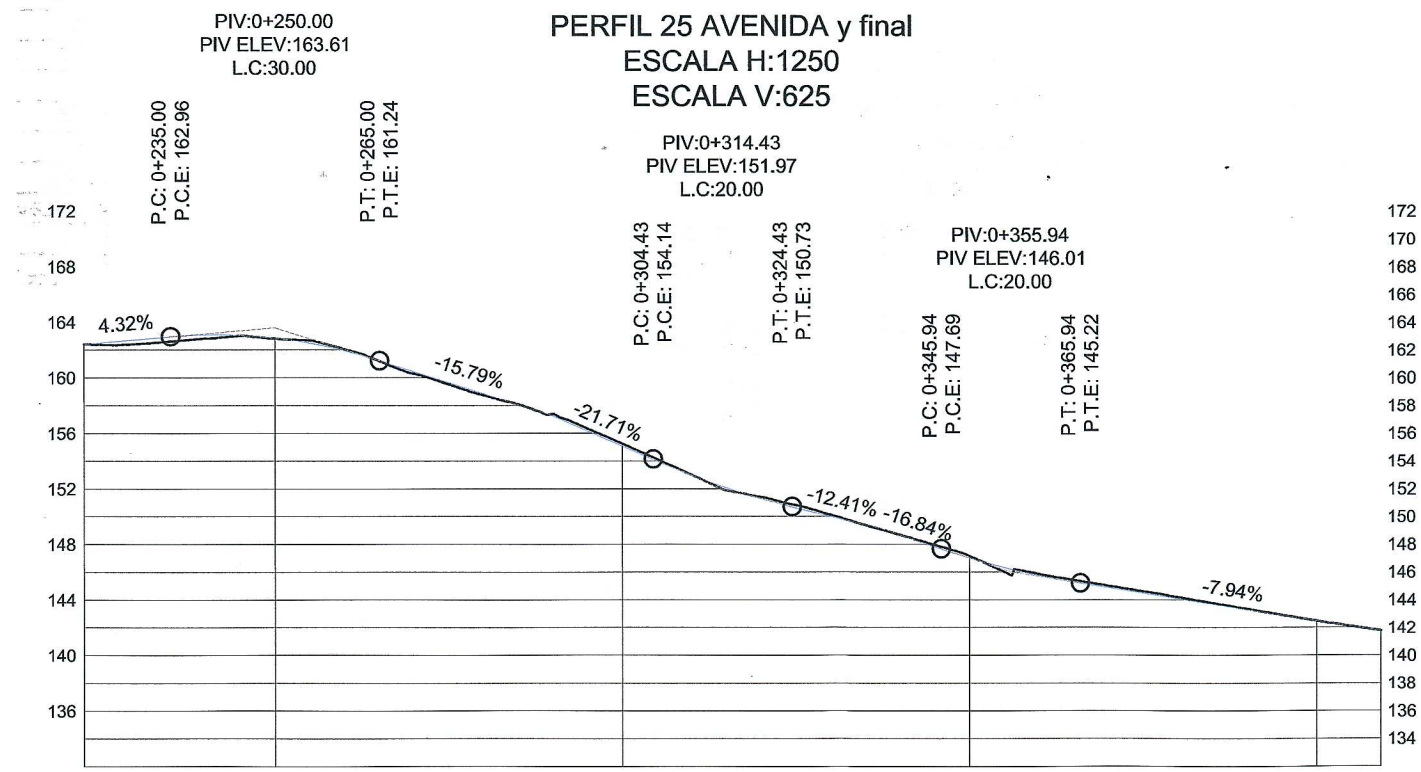
CT:183.78 C: o R:0.00 0+000	CT:185.96 C: o R:-0.03 0+050	CT:181.67 C: o R:0.01 0+100	CT:175.16 C: o R:0.02 0+150	CT:166.56 C: o R:-0.11 0+200	CT:162.42 C: o R:0.00 0+222.52
-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
	REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA		
DISEÑO:	REVISÓ:	PROYECTO:
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES		
		HOJA 29 39
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPS ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR		



PLANTA DE 26 AVENIDA
 y final ESC: 1:1000



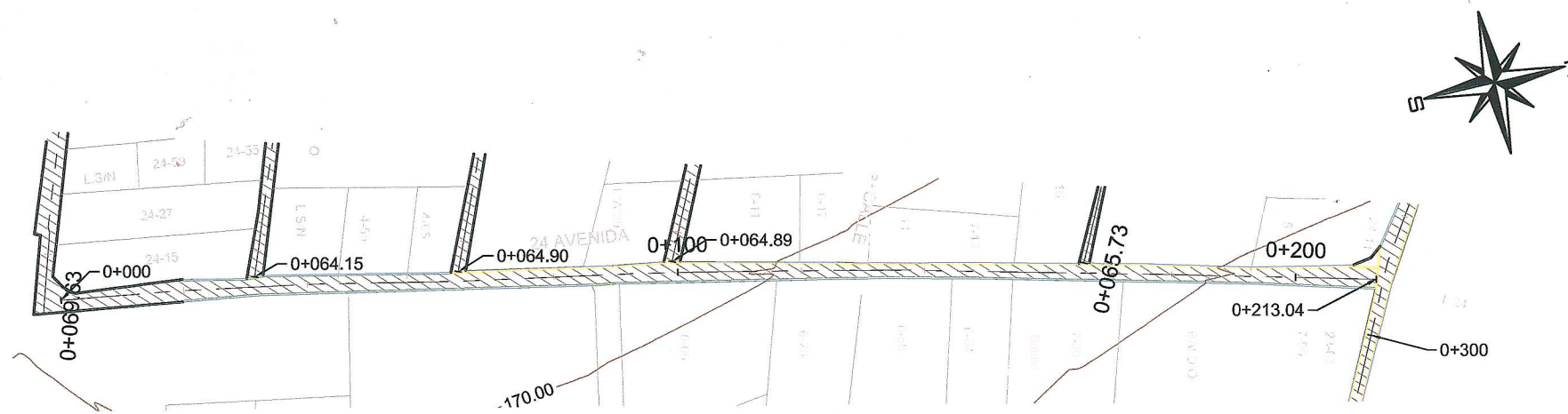
Station	CT	C: o R:
0+222.52	162.42	0.00
0+250	162.82	0.03
0+300	155.25	-0.15
0+350	147.19	-0.14
0+400	142.50	0.01
0+409.20	141.78	0.00

SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

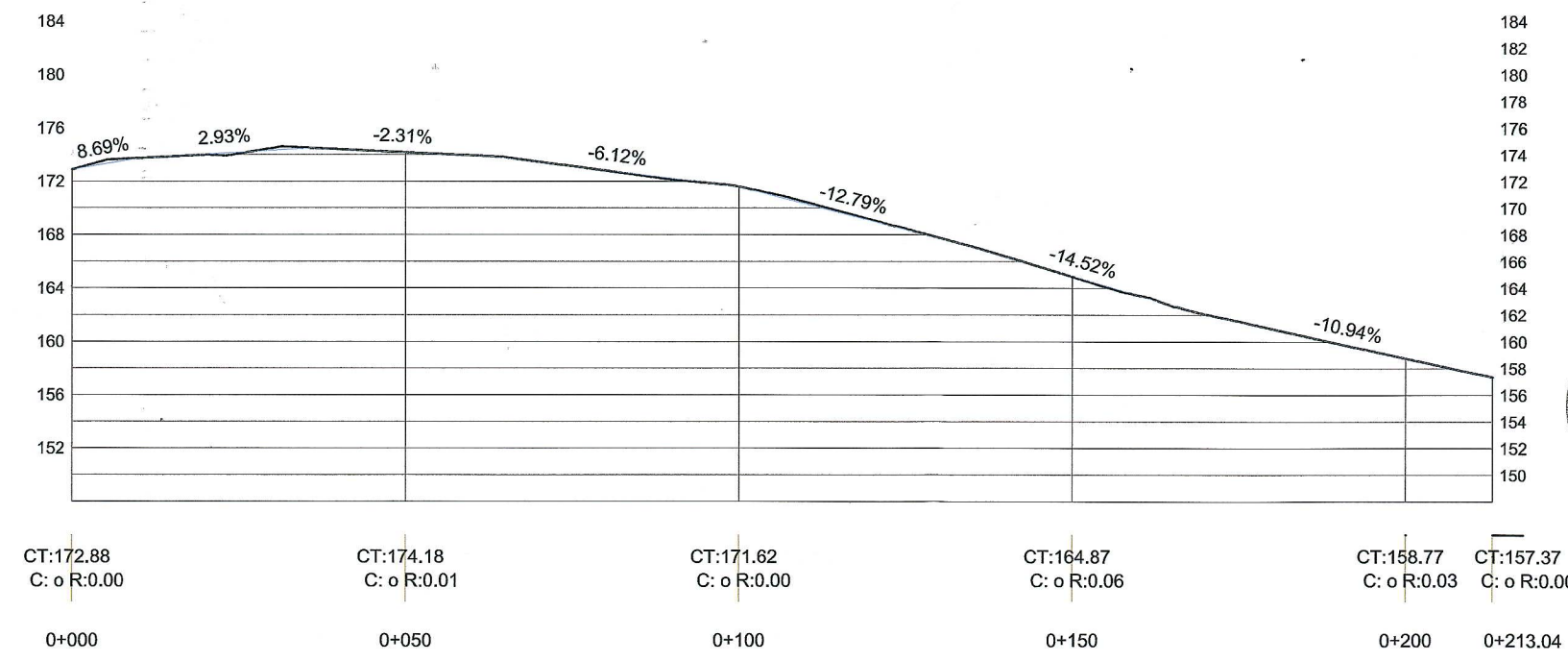


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF:	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES	
HOJA	30
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EP5 ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



PLANTA DE 24 AVENIDA
ESC: 1:1000

PERFIL 24 AVENIDA
ESCALA H:1250
ESCALA V:625

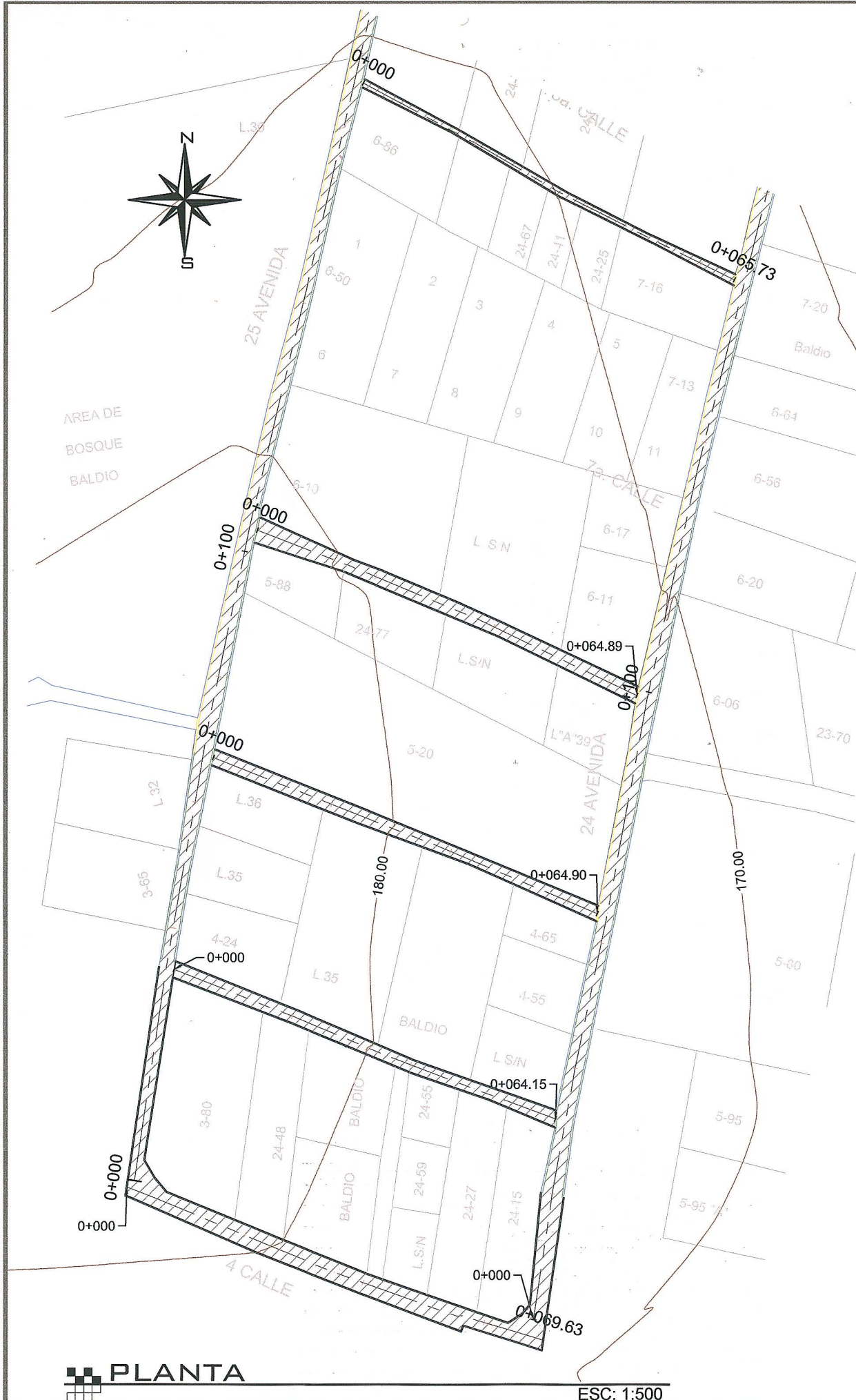


SIMBOLOGÍA

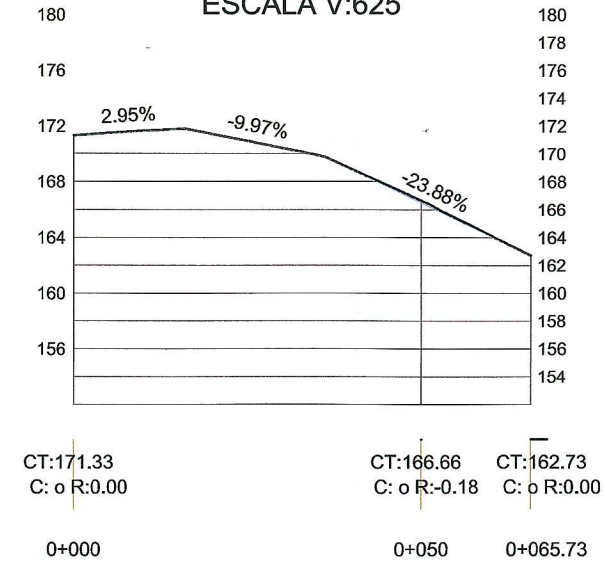
CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO



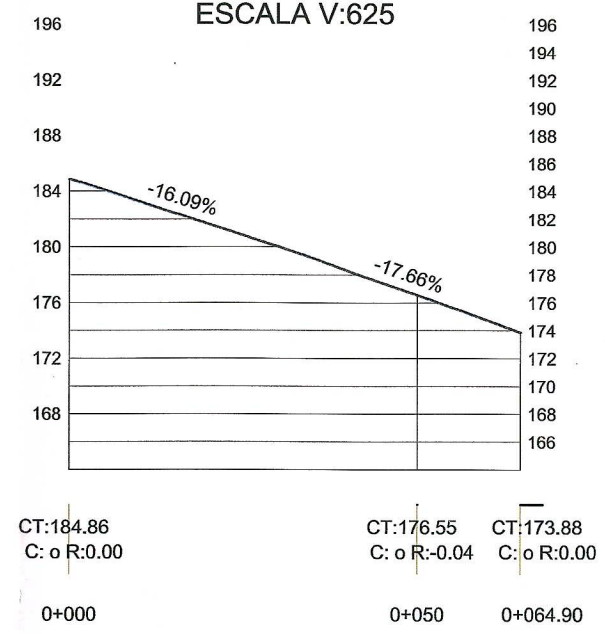
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	REVISÓ: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	INGENIERO: ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES	
HOJA 31	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EP5 ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



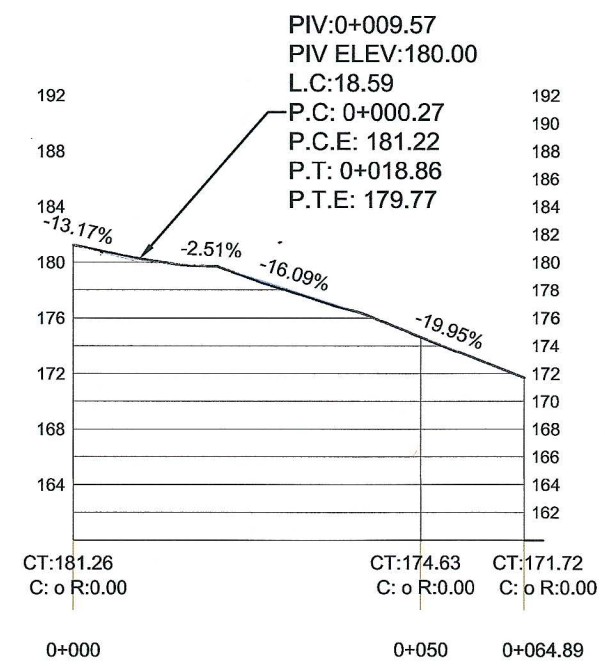
PERFIL 8 CALLE
ESCALA H:1250
ESCALA V:625



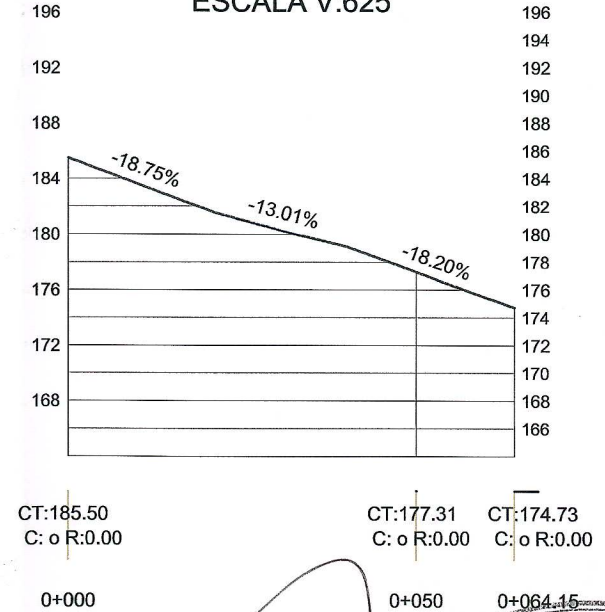
PERFIL 6 CALLE
ESCALA H:1250
ESCALA V:625



PERFIL 7 CALLE
ESCALA H:1250
ESCALA V:625



PERFIL 5 CALLE
ESCALA H:1250
ESCALA V:625

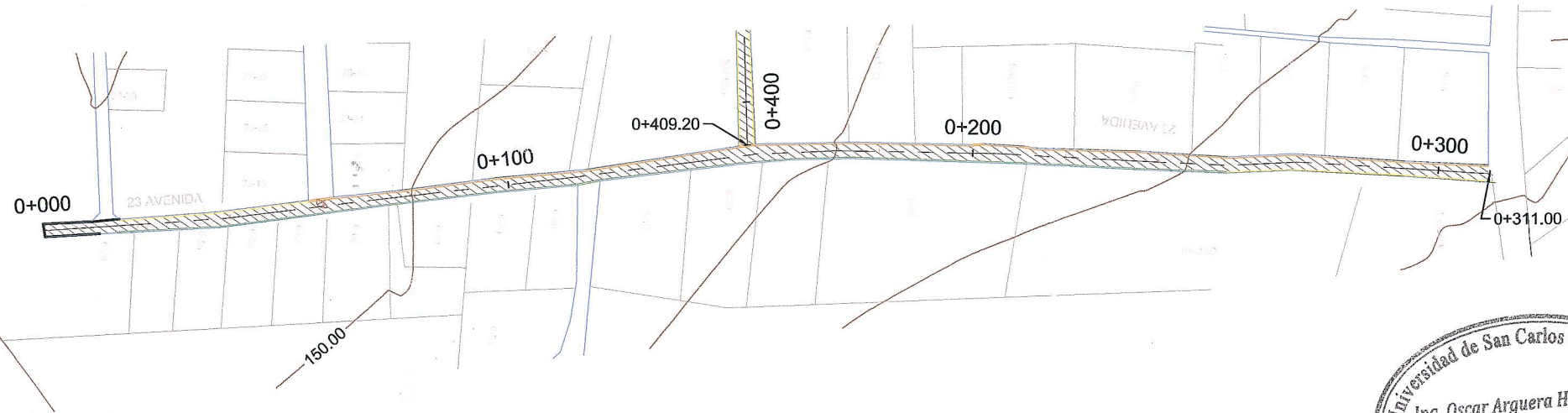
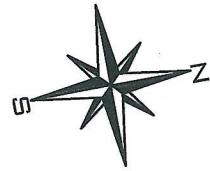


SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Arguera Hernandez
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

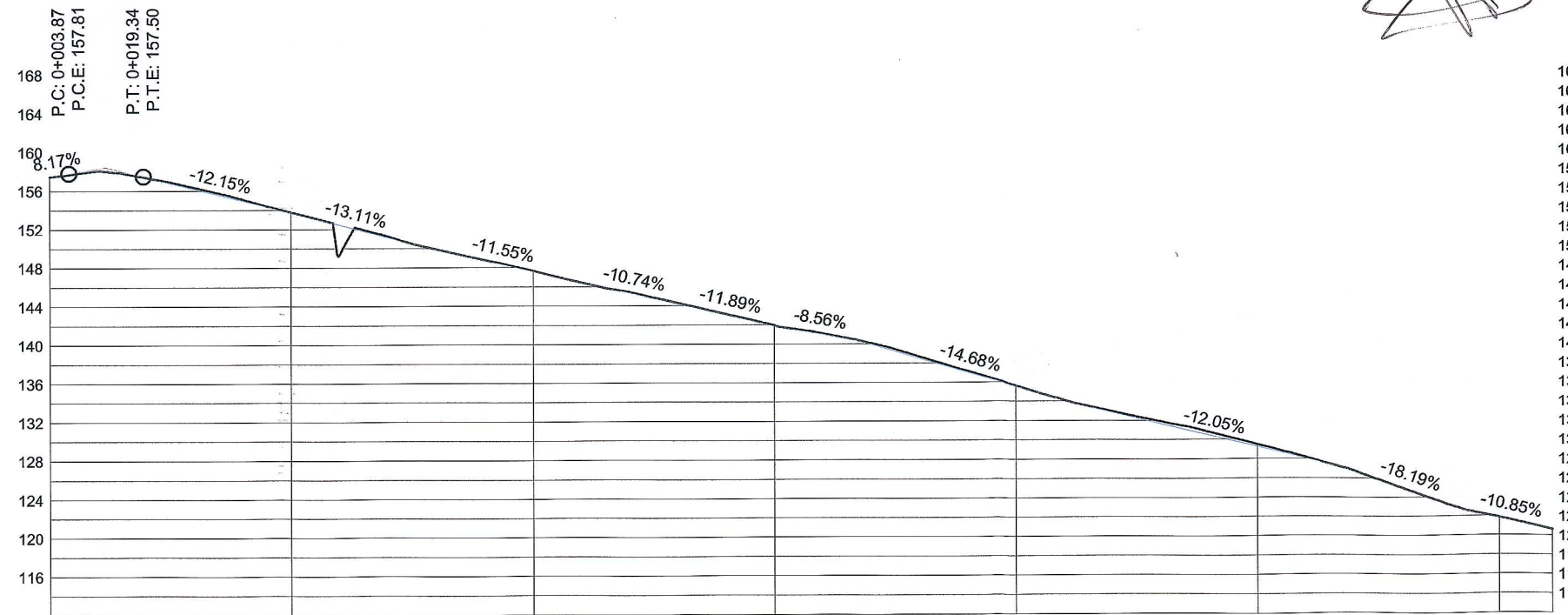
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA.
 REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
 DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA
 DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ REVISÓ: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ CALIFICÓ: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA
 PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES
 HOJA 32 39
 JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EPS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR



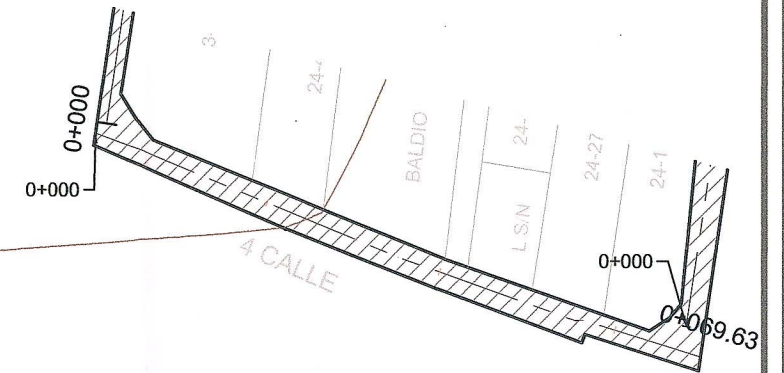
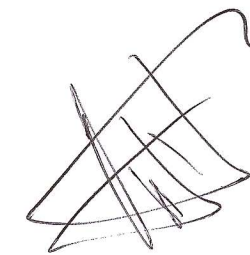
PLANTA DE 23 AVENIDA
ESC: 1:500

HIGH PT STA: 0+10.09
HIGH PT ELEV: 158.06
PVI STA: 0+011.60
PVI ELEV: 158.44
K: 0.76
LVC: 15.47

PERFIL 23 AVENIDA
ESCALA H: 1250
ESCALA V: 625

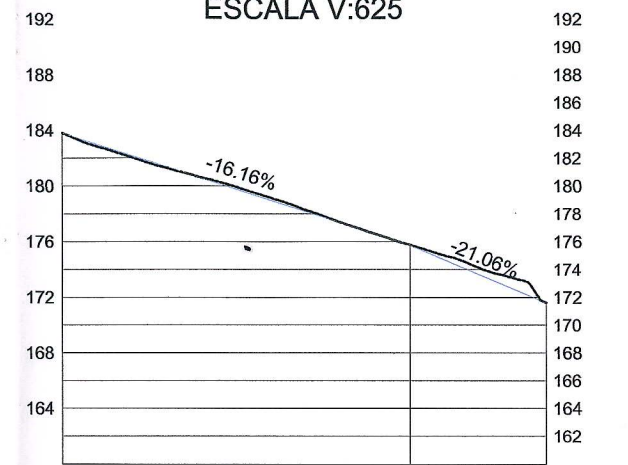


CT: 157.50 C: o R: 0.00	CT: 153.78 C: o R: 0.00	CT: 147.65 C: o R: -0.04	CT: 141.96 C: o R: -0.04	CT: 135.65 C: o R: -0.04	CT: 129.49 C: o R: -0.23	CT: 121.87 C: o R: -0.02	CT: 120.65 C: o R: 0.00
0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+311



PLANTA DE 4 CALLE
ESC: 1:750

PERFIL 4 CALLE
ESCALA H: 1250
ESCALA V: 625



CT: 183.84 C: o R: 0.00	CT: 175.76 C: o R: 0.00	CT: 171.63 C: o R: 0.00
0+000	0+050	0+069.63

SIMBOLOGÍA

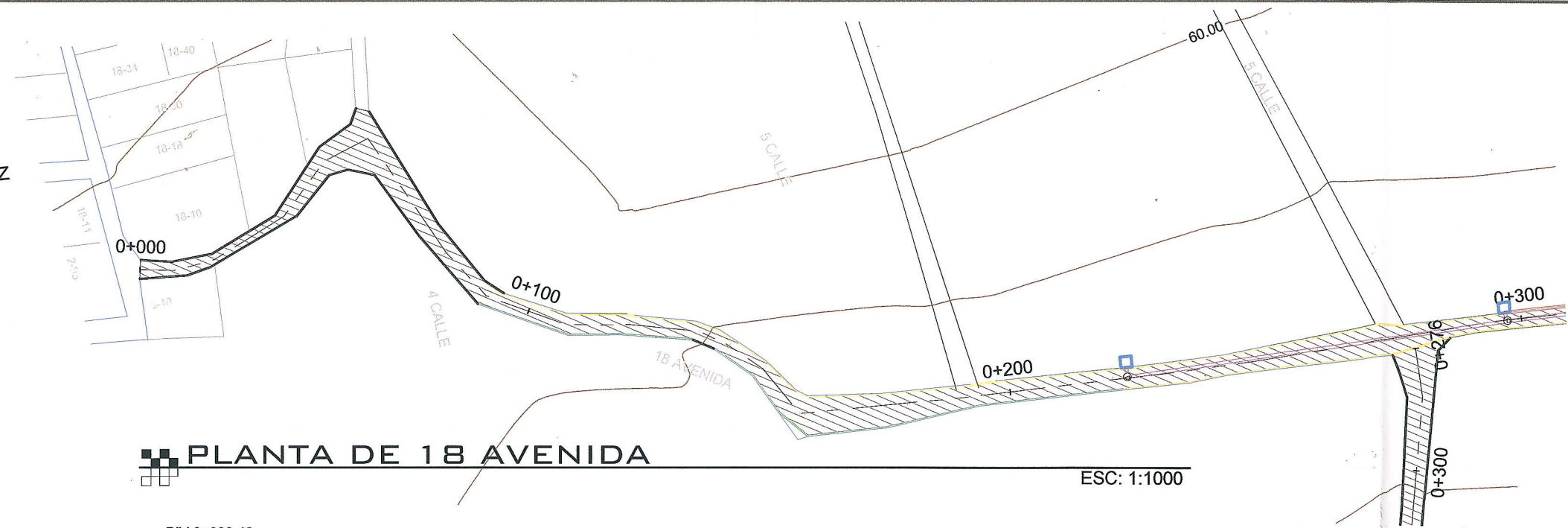
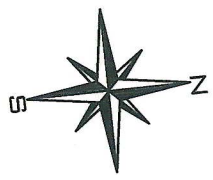
CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

HOJA 33

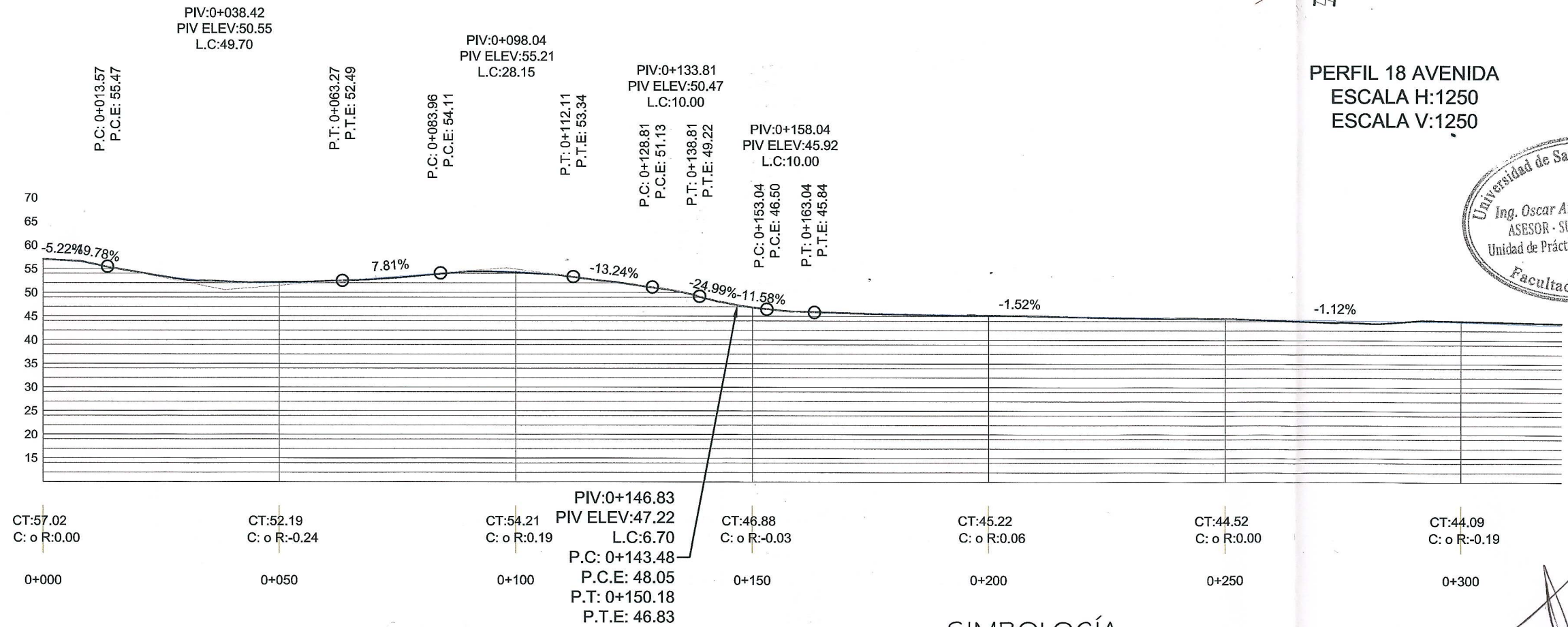
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ - INGENIERO EN CIVIL



PLANTA DE 18 AVENIDA

ESC: 1:1000

PERFIL 18 AVENIDA
 ESCALA H:1250
 ESCALA V:1250



SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: o R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

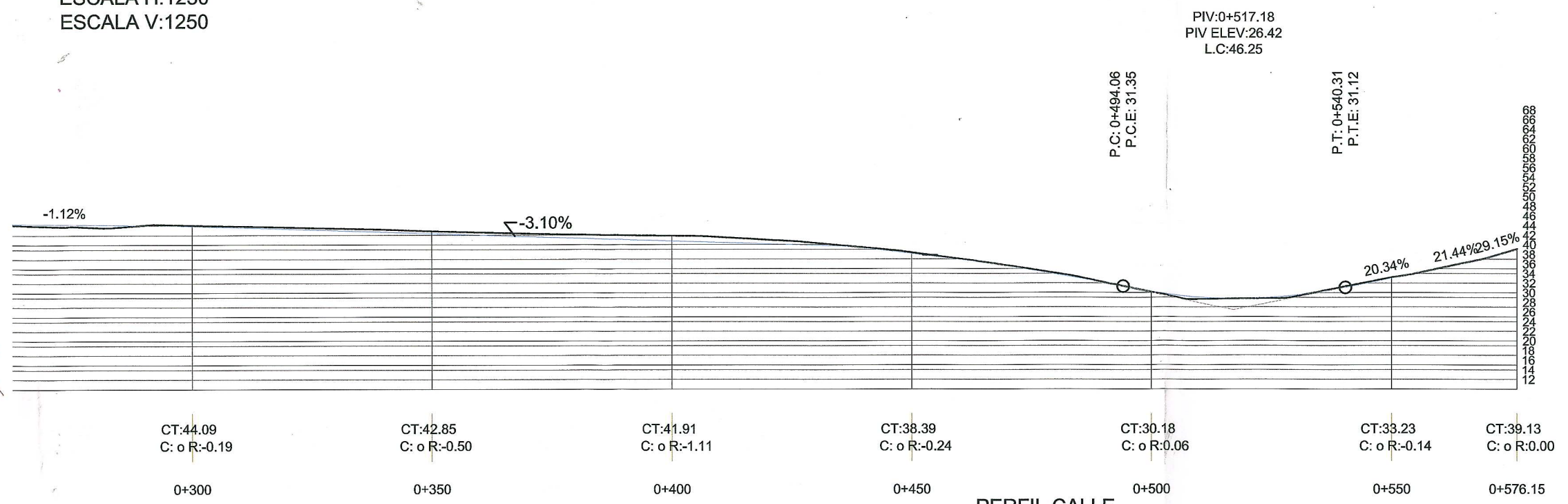
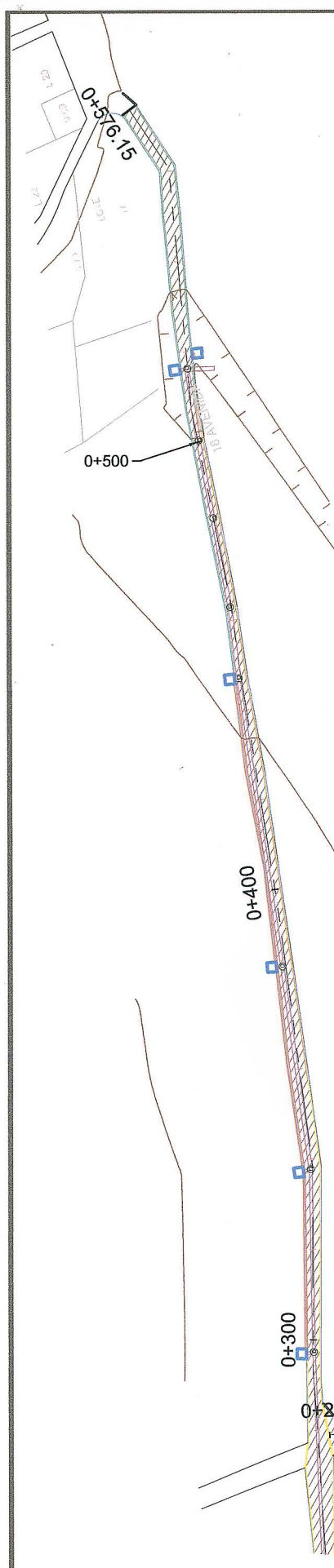
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ DISEÑO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ CALIFICADO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA

PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES

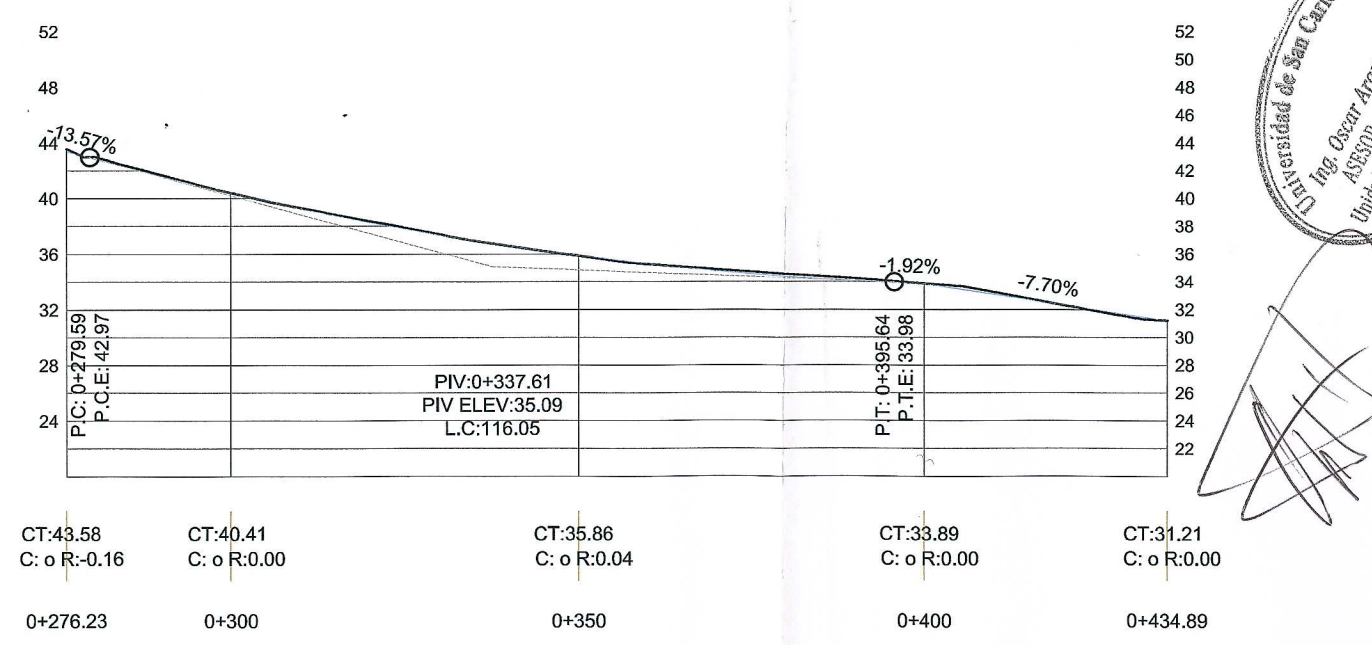
HOJA 34 39

JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EP5 ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR

PERFIL 18 AVENIDA
 ESCALA H:1250
 ESCALA V:1250



PERFIL CALLE
 ESCALA H:1250
 ESCALA V:625



SIMBOLOGÍA

CT	COTA DE TERRENO NATURAL
C: O R:	CORTE O RELLENO (CUANDO ES NEGATIVO ES CORTE)
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PCE	PRINCIPIO DE CURVA (ELEVACIÓN)
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
PTE	PRINCIPIO DE TANGENTE (ELEVACIÓN)
LC	LONGITUD DE CURVA
PIV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL
PIV ELEV	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL (ELEVACIÓN)
	RASANTE
	PERFIL NATURAL DE TERRENO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA

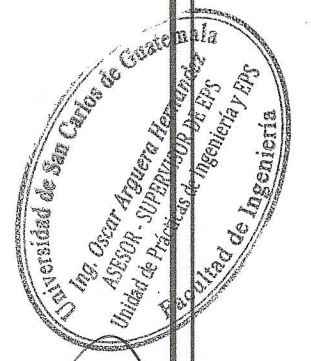
ING. OSCAR ARGUETA - ASESOR

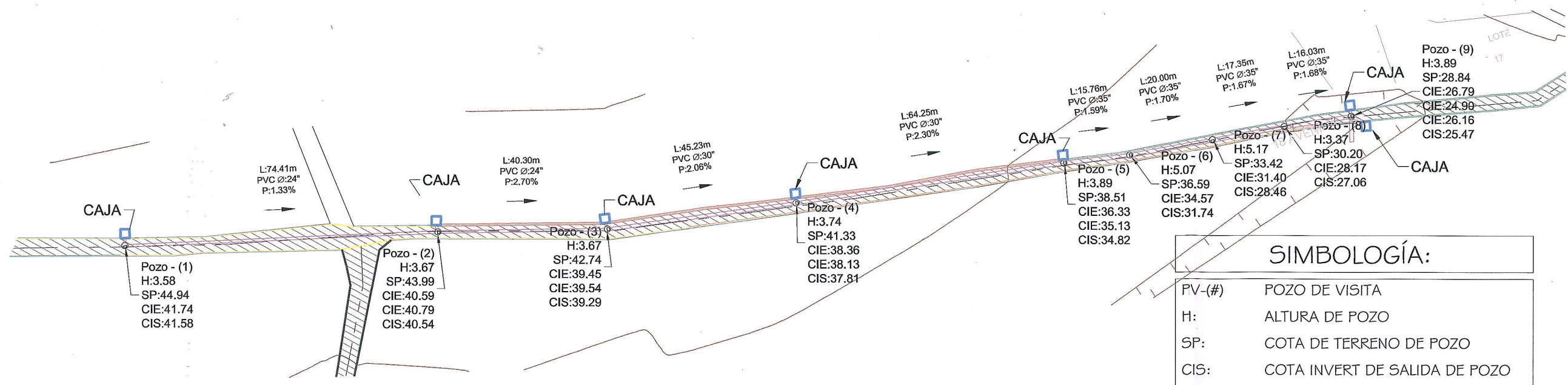
PLANTA Y PERFIL DEL MEJORAMIENTO DE CALLES

HOJA 35 39

PLANTA DE 18 AVENIDA

ESC: 1:1250





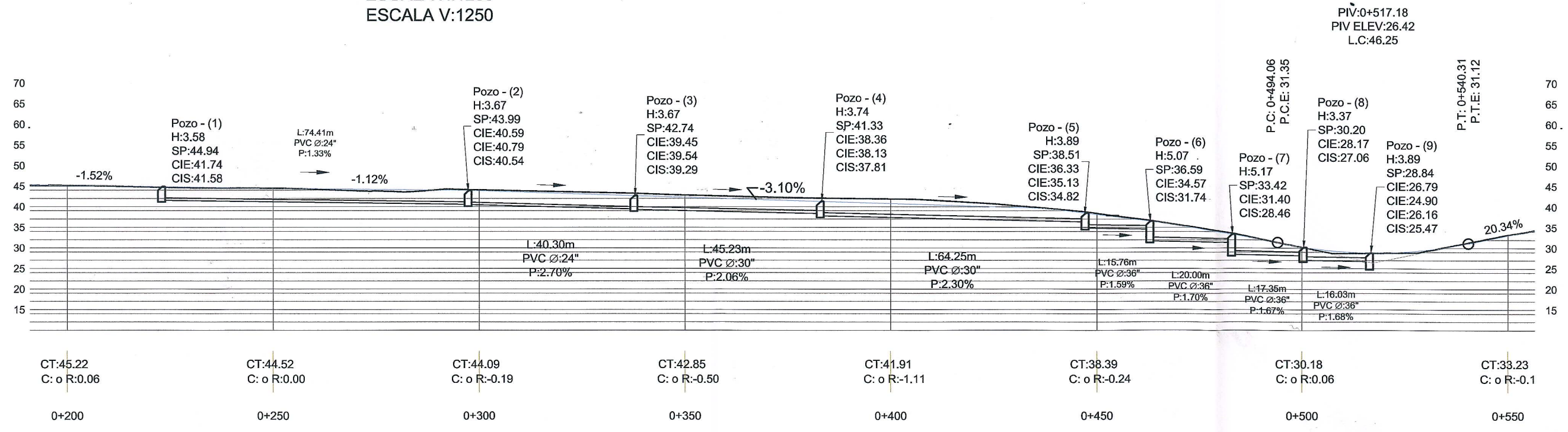
SIMBOLOGÍA:

PV-(#)	POZO DE VISITA
H:	ALTURA DE POZO
SP:	COTA DE TERRENO DE POZO
CIS:	COTA INVERT DE SALIDA DE POZO
CIE:	COTA INVERT DE ENTRADA DE POZO
L:	LONGITUD EN METROS
PVC:	POLICLORURO DE VINILO
P:	PENDIENTE DE PVC
Ø:	DIÁMETRO DE PVC

PLANTA DE 18 AVENIDA

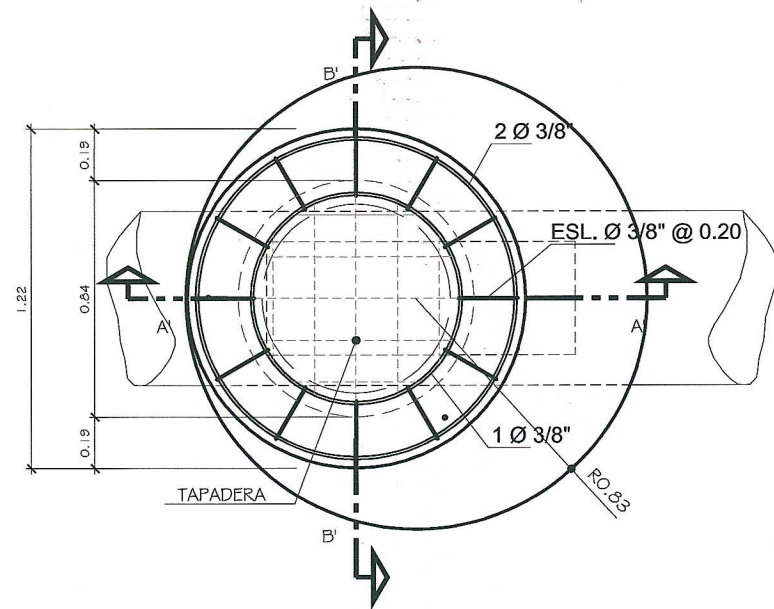
ESC: 1:1000

PERFIL 18 AVENIDA
 ESCALA H:1250
 ESCALA V:1250

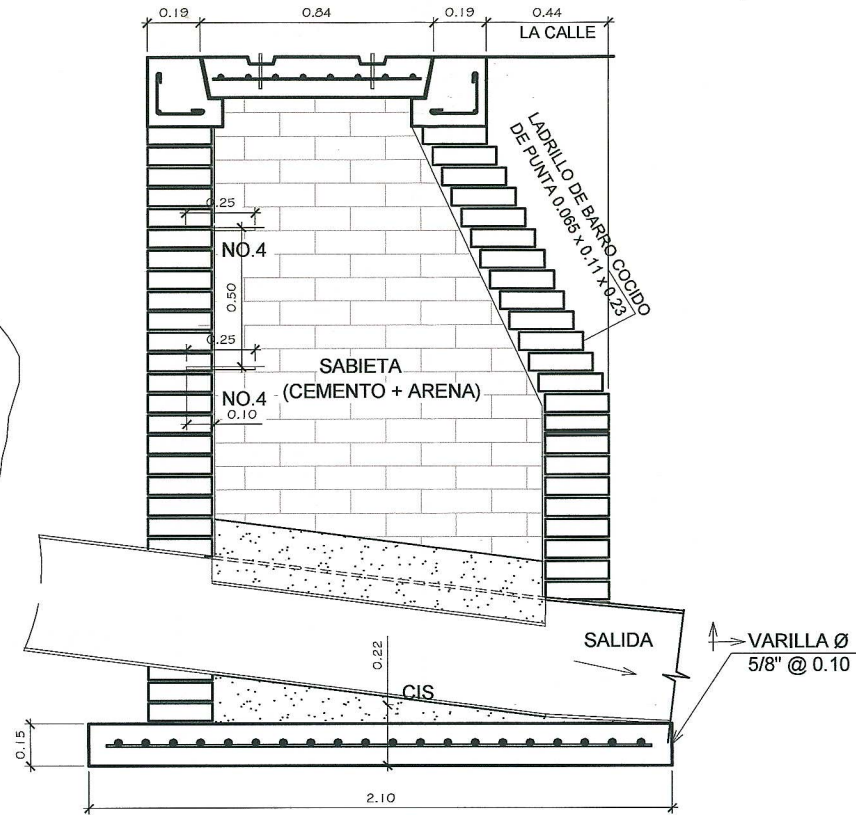


[Handwritten signature]

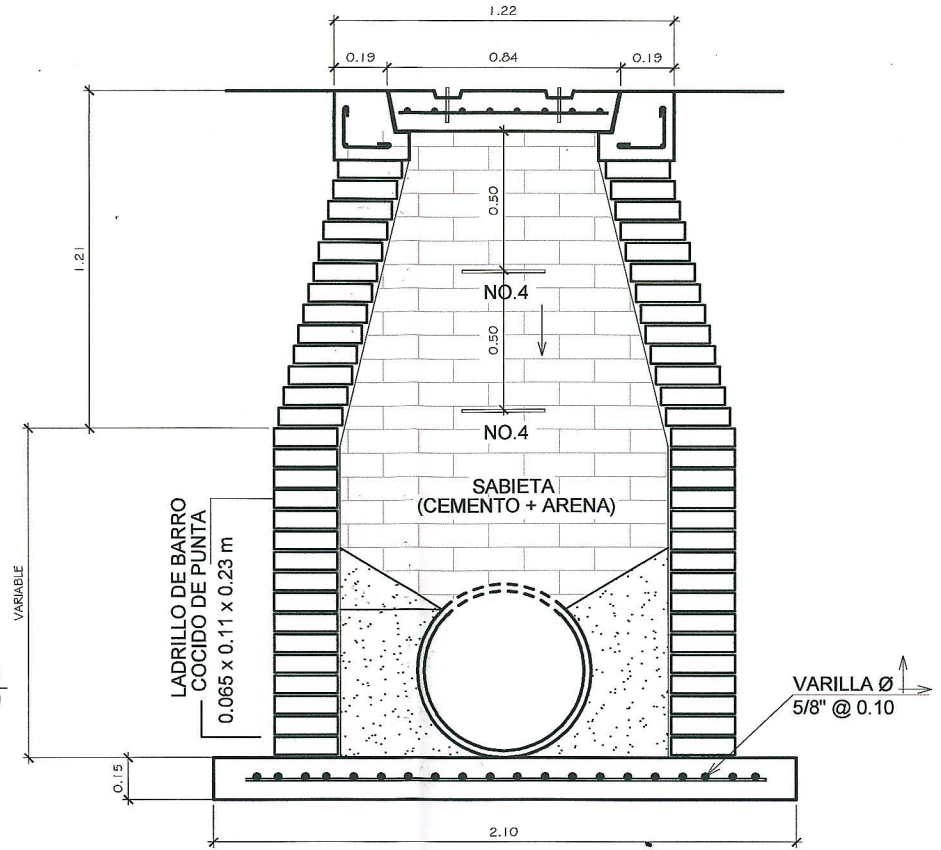
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.			
REGIÓN CENTRAL.		ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, FLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA			
PROFESOR:	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	AYUDANTE:	ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA Y PERFIL DE ALCANTARILLADO FLUVIAL			
			HOJA
			36
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOLY-EPIS ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR			



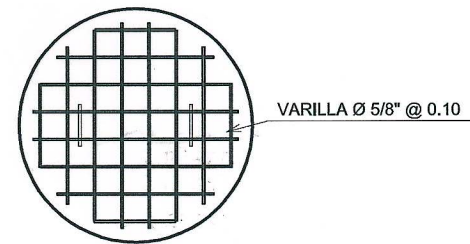
PLANTA DE POZO
ESC: 1:25



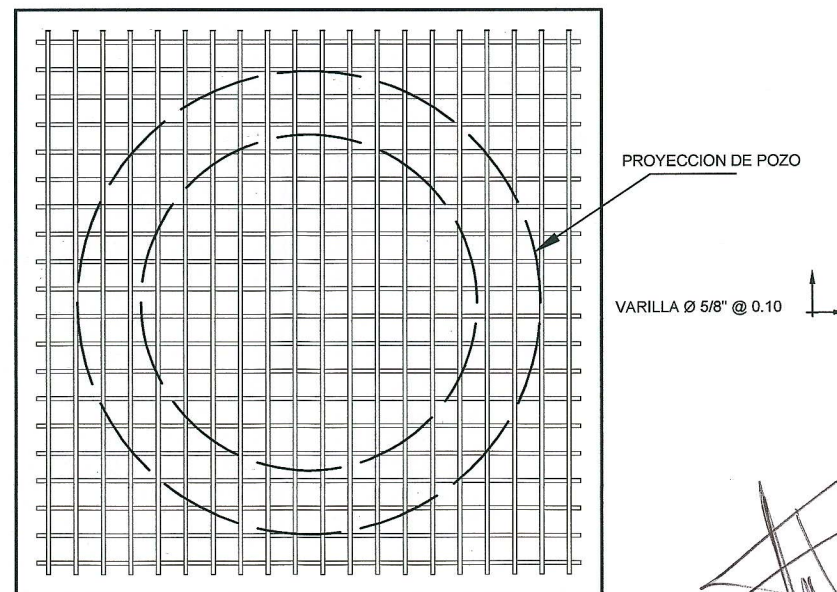
SECCION DE POZO A-A
ESC: 1:25



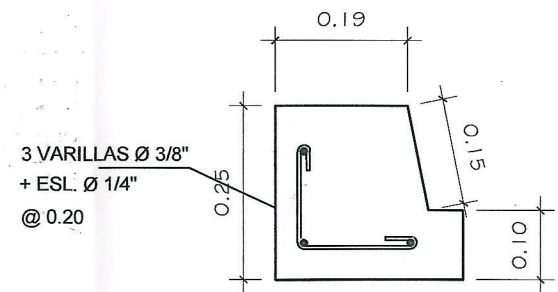
SECCION DE POZO B-B
ESC: 1:25



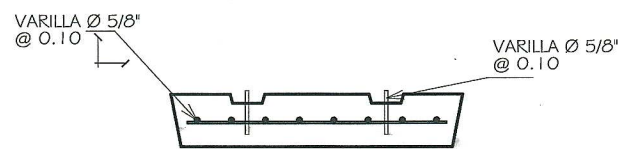
PLANTA DE TAPADERA
ESC: 1:25



PLANTA DE BASE DE POZO
ESC: 1:25



DETALLE DE BROCAL
ESC: 1:10

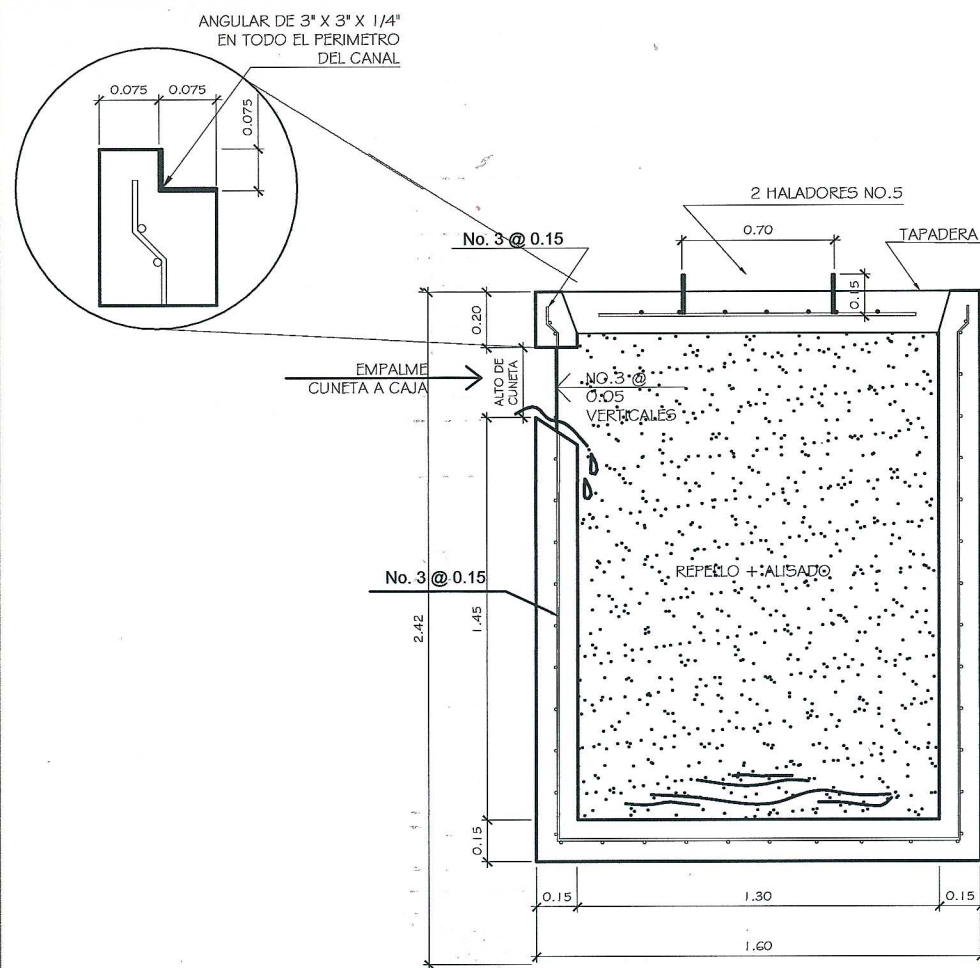


SECCION DE TAPADERA
ESC: 1:20

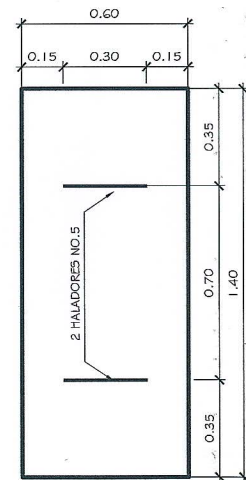
[Handwritten signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Oscar Arguera Hernández
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

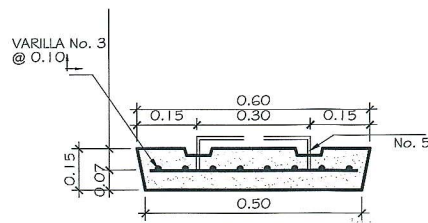
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROF: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ASISTENTE: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
REVISOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ING. OSCAR ARGUETA
DETALLES	
HOJA 37	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ-GODOY-EPF5 ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



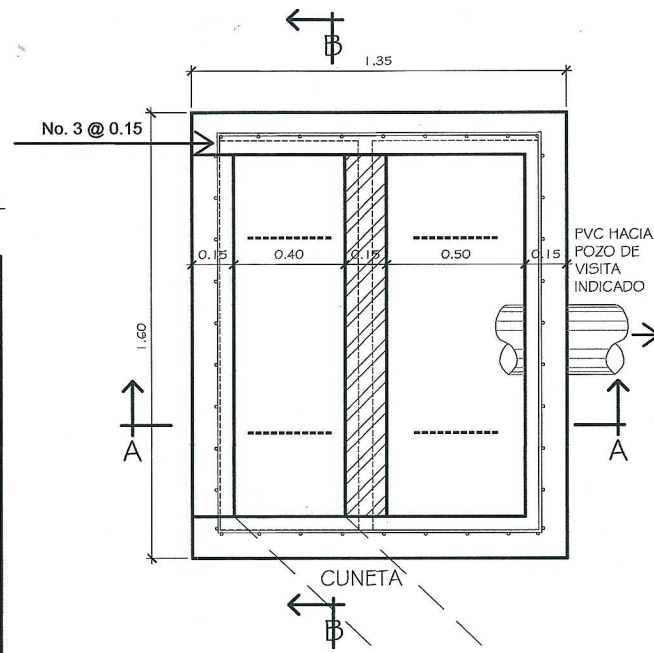
SECCION DE CAJA
B-B ESC: 1:25



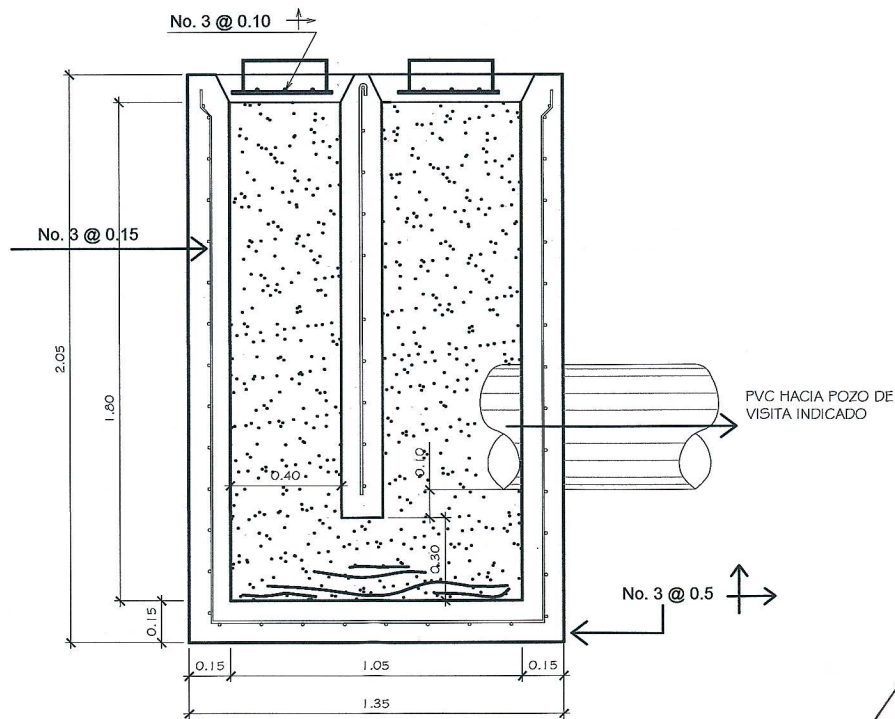
PLANTA DE TAPADERA
ESC: 1:25



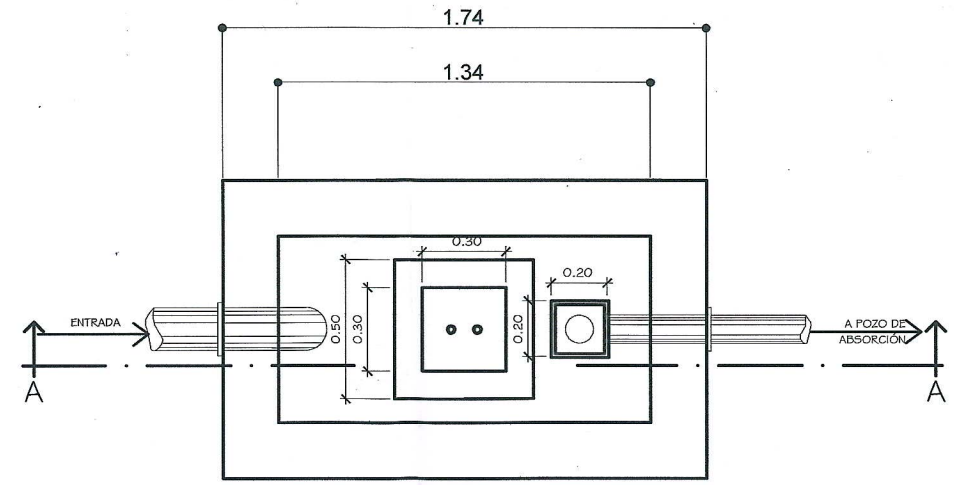
SECCION DE TAPADERA
ESC: 1:25



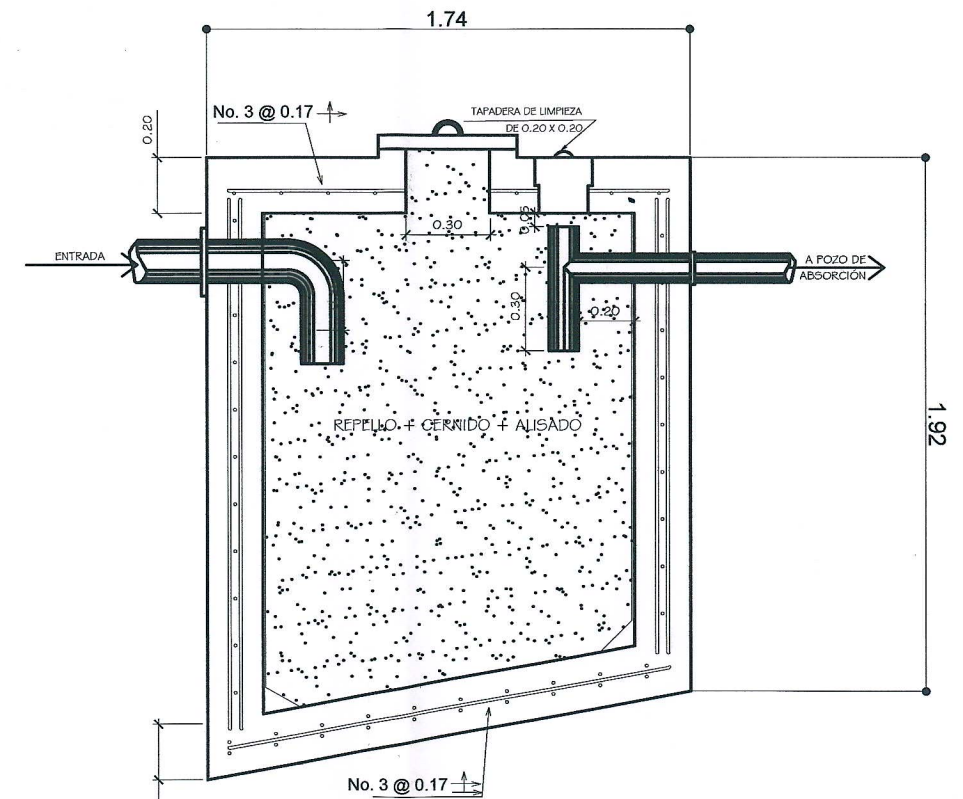
PLANTA DE CAJA
ESC: 1:25



SECCION DE CAJA
B-B ESC: 1:25



PLANTA DE FOSA SÉPTICA
ESC: 1:25



SECCION DE FOSA SÉPTICA
A-A ESC: 1:25

[Handwritten signature]

Universidad de San Carlos de Guatemala

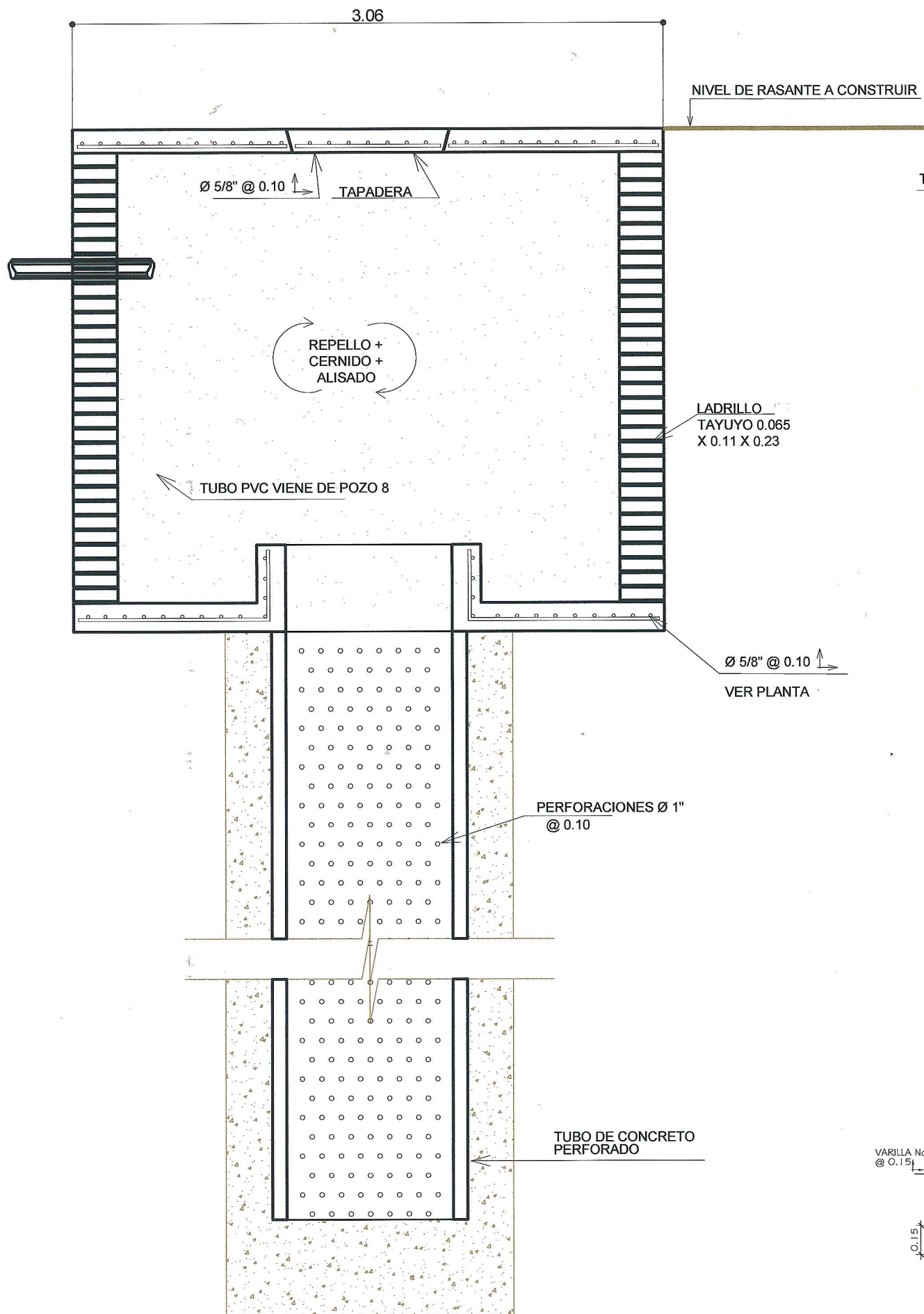
Ing. Oscar Argueta Hernández

ASESOR - SUPERVISOR DE EPS

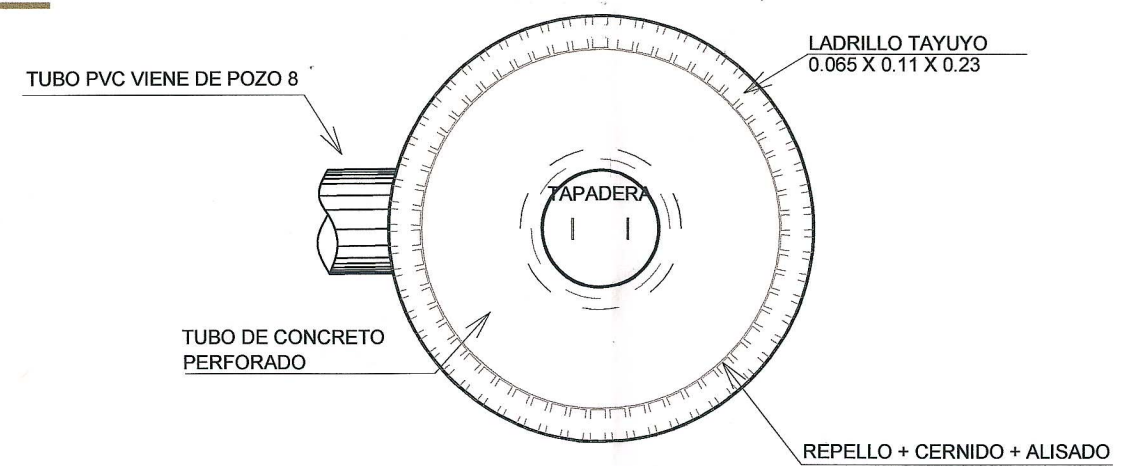
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

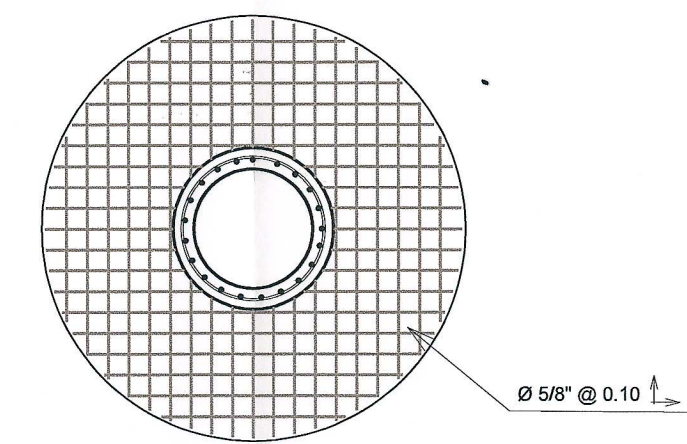
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y MEJORAMIENTO DE CALLES PARA LA ALDEA EL AGUACATE, ZONA 9 DE MIXCO, GUATEMALA	
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ALUMNO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ALUMNO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ALUMNO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
PROFESOR: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ	ALUMNO: JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ
DETALLES	
HOJA 38	
JOSÉ CARLOS DE LA CRUZ GODOLY-EP5 ING. CIVIL ING. OSCAR ARGUETA-ASESOR	



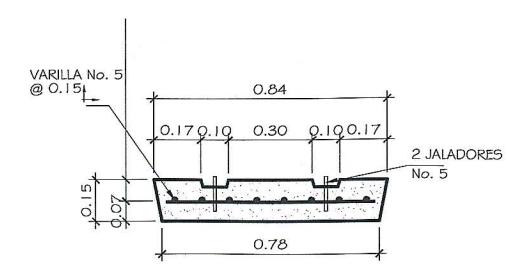
SECCION DE POZO DE ABSORCION
ESC: 1:25



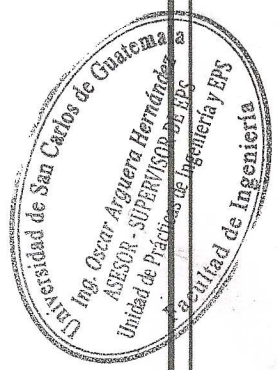
PLANTA DE POZO
ABSORCION
ESC: 1:50



BASE DE POZO
ABSORCION
ESC: 1:50



SECCION DE TAPADERA
ESC: 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGION CENTRAL.	ING. JOSE CARLOS DE LA CRUZ
DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA EL AGUACATE	
DISEÑO: JOSE CARLOS	INGENIERO: JOSE CARLOS
CALCULO: JOSE CARLOS	REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA
DETALLES	
HOJA 39	
JOSE CARLOS DE LA CRUZ GODOY-EP'S ING. CIVIL. ING. OSCAR ARGUETA- ASESOR.	

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de ensayo de límites de Atterberg

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA 

INFORME No. 558 S.S. O.T.: 35,446 **No. 4781**

Interesado: José Carlos De la Cruz Godoy

Proyecto: EPS "Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Mejoramiento de Calles para la Aldea El Aguacate, Zona 9 de Mixco, Guatemala"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipalidad de Mixco

FECHA: miércoles, 28 de octubre de 2015

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Café

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

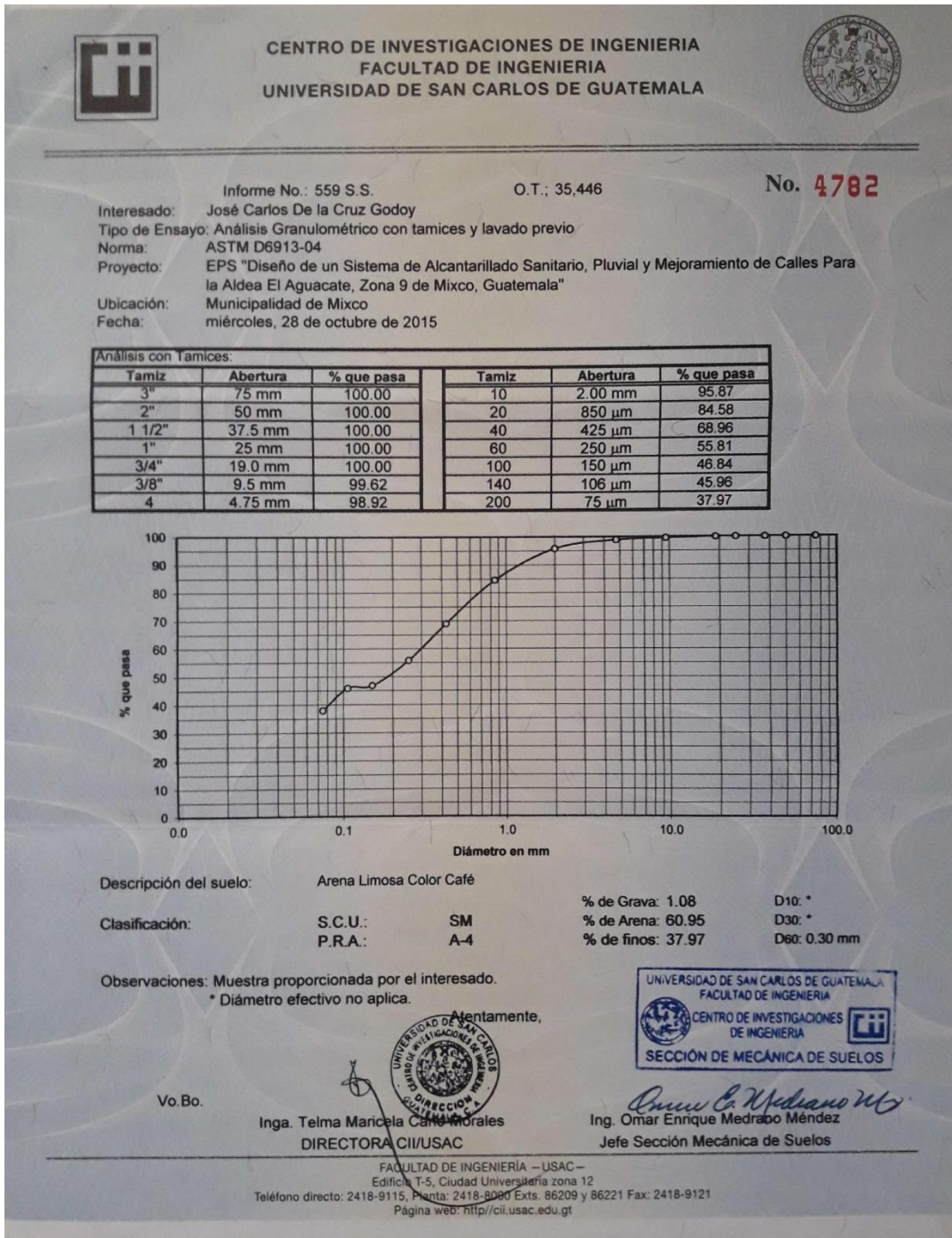

Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Sección de Mecánica de Suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 2. Resultados de ensayo de granulometría



Fuente: Sección de Mecánica de Suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 3. Resultados de ensayo de equivalente de arena



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 560 S.S. O.T. No.: 35,446 No. **4783**

EQUIVALENTE DE ARENA

INTERESADO: José Carlos De la Cruz Godoy

PROYECTO: EPS "Diseño de un Sistema de Alcantarillado Sanitario, Pluvial y Mejoramiento de Calles para la Aldea El Aguacate, Zona 9 de Mixco, Guatemala"

UBICACIÓN: Municipalidad de Mixco

NORMA: AASHTO T-176

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena Limosa Color Café

MUESTRA: 1

FECHA: miércoles, 28 de octubre de 2015

Lectura Arena	Lectura Arcilla	Lectura Arena	Lectura Arcilla
2.7	5.3	2.5	5
50.9		50.0	
<p style="text-align: center;">E.A.</p> <p style="text-align: center; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">50.5</p>			

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado

Atentamente,

Vo. Bo.



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



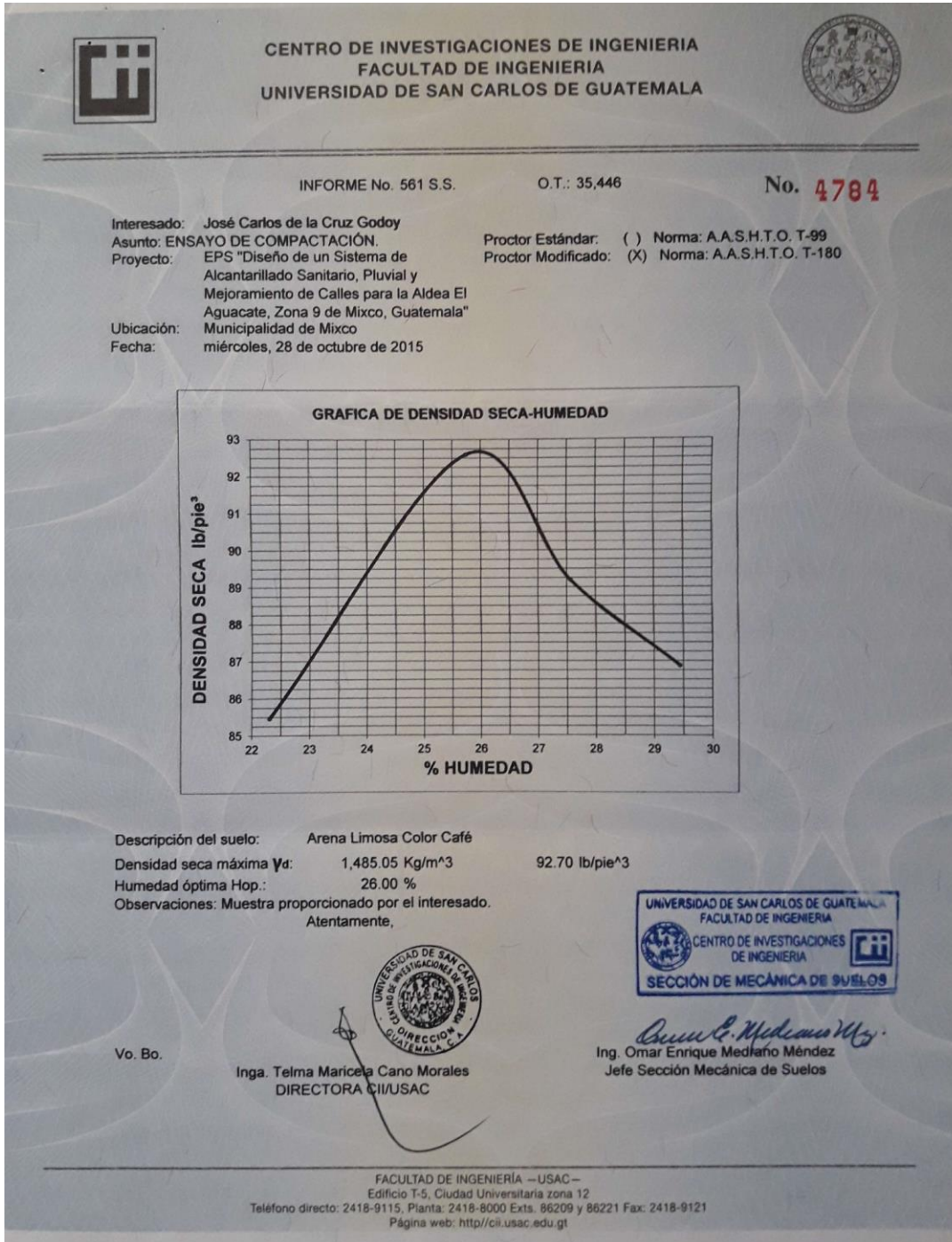
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio 15, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

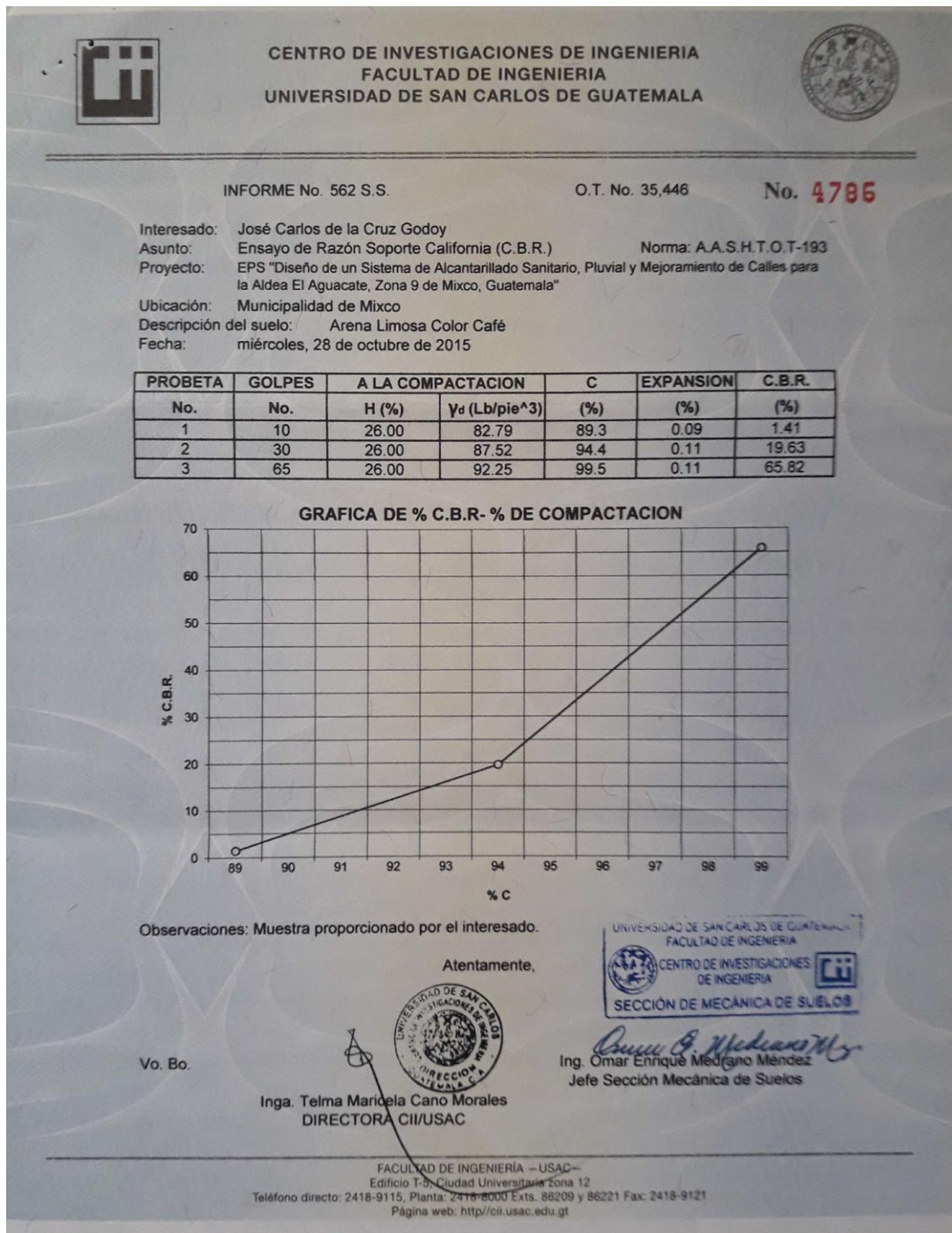
Fuente: Sección de Mecánica de Suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 4. Resultados de ensayo de compactación



Fuente: Sección de Mecánica de Suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 5. Resultados de ensayo de CBR



Fuente: Sección de Mecánica de Suelos, Centro de Investigaciones de Ingeniería.

