



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL  
PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO,  
GUATEMALA**

**Nicolás Alberto Vásquez Tobar**

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL  
PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO,  
GUATEMALA**

## **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR**  
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de abril de 2014.



**Nicolás Alberto Vásquez Tobar**



Guatemala, 31 de julio de 2015  
Ref.EPS.DOC:495.07.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Nicolás Vásquez Tobar** con carné No. **200413725**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, 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

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

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



Guatemala,  
 07 de marzo de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nicolás Alberto Vásquez Tobar, con Carnet No. 200413725 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 A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 TRANSPORTES  
 USAC

mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,  
01 de agosto de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Nicolás Alberto Vásquez Tobar, con Carnet No.200413725 , 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. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 26 de septiembre de 2016  
Ref.EPS.D.388.09.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

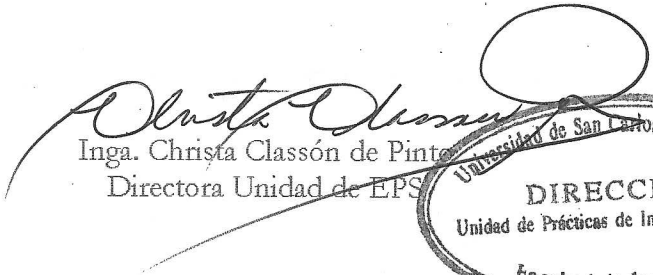
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Nicolás Vásquez Tobar, carné 200413725, 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 parte del Asesor – Supervisor de EPS, 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

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Nicolás Alberto Vásquez Tobar, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

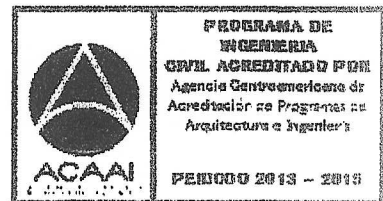
*[Handwritten signature]*  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2016.

/mrrm.

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



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

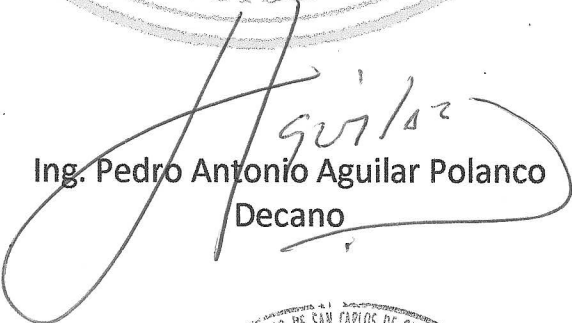


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 496.2016

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **Nicolás Alberto Vásquez Tobar,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2016

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por estar siempre a mi lado y darme fuerzas en los momentos más difíciles.
<b>Mis padres</b>	Nicolás Vásquez y Valentina Tobar, quienes estuvieron apoyándome y expresando su cariño siempre.
<b>Mis abuelos maternos</b>	Andrés Tobar y Manuela Pérez, a quienes me llenaron de alegría y cariño.
<b>Mis abuelos paternos</b>	Carlos Vásquez y Francisca Sac, por su apoyo y sabios consejos.
<b>Mi familia</b>	Agradecimiento por apoyarme siempre.
<b>Mi novia</b>	Katherin Bolaños, porque con su cariño y amor me ayudó en los días más difíciles.
<b>Mis amigos</b>	Por todo el apoyo y convivencias que me brindaron a lo largo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por tantas bendiciones derramadas a lo largo de toda mi vida.
<b>Mis padres</b>	Nicolás Vásquez y Valentina Tobar, por el cariño y esfuerzo que me han brindado durante toda mi vida.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional en el campo.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Oscar Argueta Hernández, por su incondicional apoyo y valiosa asesoría para la realización del presente trabajo de graduación.
<b>La Municipalidad de Mixco</b>	A mis compañeros y a la Municipalidad, por su valiosa colaboración y amistad desinteresada.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Mixco .....	1
1.1.1. Localización geográfica .....	2
1.1.2. Colindancias .....	4
1.1.3. Extensión territorial .....	5
1.1.4. Clima .....	5
1.1.5. Aspectos topográficos .....	6
1.1.6. Organización comunitaria .....	6
1.1.7. Censos .....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1. Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Campanero, Mixco, Guatemala.....	9
2.1.1. Levantamiento topográfico .....	9
2.1.1.1. Planimetría.....	10
2.1.2. Descripción del sistema a utilizar para el proyecto de alcantarillado.....	11
2.1.3. Componentes de un alcantarillado .....	12

2.1.3.1.	Colector .....	12
2.1.3.2.	Pozos de visita .....	12
2.1.3.3.	Conexiones domiciliare.....	14
2.1.3.4.	Caja o candela .....	14
2.1.3.5.	Tubería secundaria .....	15
2.1.4.	Periodo de diseño .....	15
2.1.4.1.	Método de saturación .....	15
2.1.5.	Determinación del caudal .....	16
2.1.6.	Población tributaria.....	16
2.1.7.	Dotación .....	16
2.1.8.	Factor de retorno.....	17
2.1.9.	Caudal sanitario .....	17
2.1.10.	Caudal domiciliar .....	18
2.1.11.	Caudal comercial.....	18
2.1.12.	Caudal industrial.....	19
2.1.13.	Caudal de conexiones ilícitas .....	20
2.1.14.	Caudal de infiltración .....	21
2.1.15.	Factor de caudal medio .....	21
2.1.16.	Factor de Hardmond .....	22
2.1.17.	Caudal de diseño .....	23
2.1.18.	Ecuaciones de Manning .....	23
2.1.19.	Relación de diámetros y caudales.....	24
2.1.20.	Relaciones hidráulicas .....	25
2.1.21.	Coeficiente de rugosidad.....	27
2.1.22.	Sección llena y parcialmente llena .....	27
2.1.23.	Velocidades máximas y mínimas .....	29
2.1.24.	Colector .....	30
2.1.24.1.	Diámetro del colector .....	30
2.1.24.2.	Profundidad del colector.....	30

	2.1.24.3.	Profundidad mínima del colector .....	31
	2.1.25.	Zanja de tubería.....	32
	2.1.25.1.	Ancho de zanja .....	32
	2.1.25.2.	Volumen de excavación.....	33
	2.1.25.3.	Cotas invert.....	34
	2.1.26.	Pozos de visita.....	34
	2.1.26.1.	Profundidad de los pozos de visita .....	35
	2.1.27.	Características de las conexiones domiciliarias .....	37
	2.1.27.1.	Diseño hidráulico .....	37
	2.1.28.	Ejemplo de un tramo.....	38
	2.1.29.	Desfogue .....	41
2.2.		Evaluación socioeconómica .....	41
	2.2.1.	Tasa interna de retorno .....	42
	2.2.2.	Valor presente neto .....	43
	2.2.3.	Presupuesto.....	44
	2.2.4.	Cronograma de ejecución física-financiera.....	45
2.3.		Evaluación de impacto ambiental .....	46
3.		CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA PARA LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA .....	49
	3.1.	Descripción del proyecto .....	49
	3.2.	Periodo de diseño.....	49
	3.3.	Topografía .....	50
	3.4.	Planimetría .....	50
	3.5.	Altimetría .....	51
	3.6.	Estudio de suelos .....	51
	3.6.1.	Límites de Atterberg .....	52
	3.6.2.	Análisis granulométrico.....	52

3.6.3.	Ensayo de contenido de humedad .....	52
3.6.4.	Ensayo de compactación para el contenido óptimo de humedad (Proctor).....	53
3.6.5.	Ensayo del valor relativo de soporte (CBR).....	54
3.6.6.	Análisis de resultado .....	56
3.7.	Elementos estructurales de la carretera.....	57
3.7.1.	Pavimento .....	57
3.7.2.	Tipos de pavimento .....	58
3.7.2.1.	Pavimento rígido .....	58
3.7.3.	Consideraciones del pavimento .....	58
3.7.3.1.	Subrasante .....	58
3.7.3.2.	Subbase .....	59
3.7.3.3.	Base .....	60
3.7.3.4.	Carpeta de rodadura .....	61
3.8.	Diseño de curvas horizontales .....	61
3.9.	Diseño de curvas verticales .....	61
3.10.	Método de diseño de pavimentos .....	62
3.11.	Diseño de la mezcla del concreto .....	68
3.11.1.	Pasos para el diseño de la mezcla.....	70
3.12.	Drenajes.....	73
3.12.1.	Longitudinal .....	73
3.12.1.1.	Cálculo de caudal.....	73
3.12.1.2.	Diseño de cuneta .....	76
3.13.	Planos .....	78
3.14.	Presupuesto .....	79
3.15.	Cronograma de ejecución física-financiera .....	80
3.16.	Evaluación ambiental inicial (EIA) .....	80
CONCLUSIONES.....		83



RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	87
APÉNDICES .....	89
ANEXOS.....	91



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Localización del proyecto en estudio .....	3
2.	Colindancias del municipio de Mixco.....	4
3.	Componentes de un pozo de visita .....	13
4.	Conexiones domiciliarias .....	14
5.	Forma de medir la cota invert.....	34
6.	Elementos estructurales del pavimento.....	57
7.	Módulo de reacción de la subrasante.....	65

## TABLAS

I.	Dotaciones indicadas en las normas de diseño .....	17
II.	Caudales industriales.....	20
III.	Relaciones hidráulicas para secciones circulares .....	26
IV.	Rugosidad absoluta de materiales .....	27
V.	Velocidades máximas y mínimas .....	29
VI.	Profundidad mínima del colector para tuberías de PVC.....	31
VII.	Ancho de zanja .....	32
VIII.	Diámetro mínimo de los pozos de visita.....	36
IX.	Bases generales de diseño proyecto alcantarillado sanitario.....	37
X.	Presupuesto de drenaje sanitario.....	45
XI.	Cronograma de ejecución física-financiera .....	46
XII.	Calidad de subrasante en función del CBR.....	56
XIII.	Análisis de resultados .....	56

XIV.	Categorías de tráfico en función de cargas por eje .....	63
XV.	Clasificación funcional de las carreteras regionales .....	64
XVI.	Valores de k para diseño sobre bases granulares (de PCA) .....	66
XVII.	Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados .....	67
XVIII.	Espesores de losa para categoría de carga por eje categoría 1, según el módulo de reacción K y módulo de ruptura optado .....	67
XIX.	Tipo de asentamiento para diferentes estructuras .....	69
XX.	Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados .....	69
XXI.	Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados .....	70
XXII.	Porcentaje de arena sobre agregado grueso.....	71
XXIII.	Relación de mezcla.....	72
XXIV.	Proporción volumen .....	73
XXV.	Coefficiente de escorrentía .....	74
XXVI.	Tiempo de concentración.....	75
XXVII.	Presupuesto del pavimento .....	79
XXVIII.	Cronograma ejecución física-financiero.....	80

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura entre cauce
<b>A</b>	Área
<b>cm</b>	Centímetro
<b>D</b>	Diámetro hidráulico
<b>t</b>	Espesor de la losa de concreto del pavimento (carpeta de rodadura).
<b>S</b>	Espaciamiento entre juntas
<b>Hop</b>	Humedad óptima
<b>IP</b>	Índice plástico
<b>I</b>	Intensidad de lluvia
<b>km</b>	Kilómetro
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>kg/cm<sup>3</sup></b>	Kilogramo por centímetro cúbico
<b>lb</b>	Libra
<b>lb/pie<sup>3</sup></b>	Libra por pie cúbico
<b>LL</b>	Límite líquido
<b>LP</b>	Límite plástico
<b>L</b>	Longitud de cauce
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>milímetros</b>	Milímetro
<b>milímetros/h</b>	Milímetros por hora

<b>min</b>	Minutos
<b>K</b>	Módulo de ruptura del concreto
<b>Q</b>	Moneda quetzal de Guatemala
<b>π</b>	Número PI, 3,141592654
<b>Pie<sup>3</sup></b>	Pie cúbico
<b>%</b>	Porcentaje
<b>f'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Ha</b>	Unidad de medida de hectáreas

## GLOSARIO

<b>AASHTO</b>	American Association of Highways and Transportation Officials.
<b>Altimetría</b>	Rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de un terreno.
<b>Arena</b>	Partículas de suelo de diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros.
<b>Arcilla</b>	Partículas de suelo de diámetro menor de 0,002 milímetros.
<b>Agregado</b>	Materiales inertes de determinadas características que conforman el concreto, excluyendo el agua.
<b>Agregado fino</b>	Agregado del concreto cuyas partículas tienen un diámetro entre 0,074 y 4,76 milímetros (arena).
<b>Agregado grueso</b>	Agregado cuyas partículas tienen un diámetro que varía entre 4,77 y 19,10 milímetros. Normalmente es llamado pedrín o grava.

<b>Aforo vehicular</b>	Método estadístico que tiene como finalidad la determinación del número de vehículos que transitan en un lugar determinado durante un tiempo estimado.
<b>Aguas negras</b>	Es el agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
<b>Arcilla</b>	Tipo de suelo impermeable y plástico.
<b>Base</b>	Capa de material seleccionado de granulometría específica que se construye sobre la subbase.
<b>Bombeo</b>	Pendiente transversal descendente de la corona o subcorona, a partir de su eje o línea central, hacia ambos lados en tangente horizontal.
<b>CA</b>	Carretera Interamericana.
<b>Candela</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Volumen por unidad de tiempo (por ejemplo m <sup>3</sup> /s o l/s).
<b>Cocode</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo.



<b>Colector</b>	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalajo de aguas negras o aguas de lluvia (pluviales).
<b>Cota invert</b>	Cota de la parte inferior interna de una tubería.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística de Guatemala.
<b>Losa</b>	Estructura plana de concreto con grosor específico, utilizada para soportar cargas verticales.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras dentro de la alcantarilla.



## **RESUMEN**

En el presente trabajo de investigación se desarrolla el diseño del alcantarillado sanitario y pavimento rígido de la aldea El Campanero, ambos del municipio de Mixco del departamento de Guatemala. Este documento consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera:

En el capítulo uno se desarrolla la fase de investigación, conteniendo la monografía del municipio de Mixco, aspectos históricos, localización geográfica, clima, división política y otros ámbitos del mismo.

En el capítulo dos se incluye la fase del servicio técnico profesional, la cual está conformada en dos secciones; en la primera está el diseño de alcantarillado sanitario y en la segunda el diseño de pavimento rígido para la aldea El Campanero, Mixco. Dichas secciones cuentan con una memoria descriptiva de la situación actual del proyecto, métodos y normas de diseño.

También se describen los aspectos técnicos que intervienen en el diseño, los criterios utilizados para el cálculo, la elaboración del presupuesto de cada uno de los proyectos, y en la parte final se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar una investigación monográfica con sus características geográficas, sociales, de servicio, de producción y demográficas. Además, se desarrollará una investigación de las necesidades de servicio básico e infraestructura del lugar.

### **Específicos**

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos, saneamiento e infraestructura en Mixco, Guatemala.
2. Diseñar el sistema alcantarillado sanitario y carretera para la aldea El Campanero, Mixco, Guatemala.
3. Aplicar los códigos y normas para el diseño de los proyectos.
4. Capacitar a los miembros del Cocode de la aldea El Campanero, sobre aspectos de operación y mantenimiento de los proyectos.



## INTRODUCCIÓN

Toda comunidad cuenta con una elevada gama de necesidades, de las cuales se logran observar y tomar conciencia que estas existen únicamente cuando se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado.

El presente trabajo consta de dos fases: la primera es la investigación diagnóstica sobre necesidades de los servicios básicos e infraestructura en el municipio de Mixco, con el fin de priorizar las que más afectan a la población.

La segunda, de servicio técnico profesional, describe las características y desarrollo de la propuesta de solución para los proyectos, los cuales son: diseño del sistema de alcantarillado sanitario y pavimentación de concreto en la aldea El Campanero, Mixco, Guatemala.

Este proyecto se realiza con el fin de dar a conocer a la municipalidad de Mixco las situaciones de suma importancia para la aldea, y que las autoridades correspondientes consideren el plan como un evento a realizarse con prontitud, para beneficiar y responder a las necesidades que afectan a la población de la aldea.





# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del municipio de Mixco

Antes de la venida de los españoles, la periferia de lo que en la actualidad es el valle de Guatemala, desde San Lucas Sacatepéquez hasta San Pedro Ayampuc, fue dominado por un señorío indígena de idioma pokomam que tenía su centro político-militar en el sitio conocido con el nombre de Mixco (Chinautla Viejo). Este lugar había sido fundado durante las primeras guerras entre k'iche's y kaqchiqueles, aproximadamente entre 1200 y 1250 D.C. En su desarrollo, los mixqueños habían hecho alianza con los chinautlecos, otro grupo pokom, tributario a su vez de los k'iche's de Rabinal.

El significado etimológico de Mixco según Antonio de Fuentes y Guzmán, quien interrogó al indígena Marcos Tahuit, el término proviene de Mixco Cucul, que se traduce como "Pueblo de loza pintada"; sin embargo, según Luis Arriola la palabra Mixco viene del nahuatl Mixconco, que significa "Lugar cubierto de nubes".

Con base en fotos, escritos e historias que verbalmente fueron narradas de padres a hijos, la municipalidad o ayuntamiento inicia con la venida de los españoles, y es precisamente Pedro de Alvarado quien la inaugura en 1526. Los padres dominicos fueron los encargados de colocar a las autoridades en su momento. La municipalidad de Mixco, durante la época colonial dependió de la alcaldía mayor de Sacatepéquez.

Con el gobierno del general Justo Rufino Barrios y del licenciado Miguel García Granados, todas las municipalidades de Guatemala ganaron la autonomía en la firma del acta de Patzicía de 1877. Sin embargo en 1915 aún mantenían la costumbre de tener dos alcaldes: uno ladino y uno indígena; a este último lo llamaban “Alcaldito”. Se debe recalcar que los alcalditos de aquel entonces, tenían más poder que los alcaldes ladinos. La mayoría de alcaldes ladinos eran personajes de la “Calle Real”, que voluntariamente aceptaban el cargo por un período no mayor de un año, sin sueldo, al igual que el alcalde de indígenas, que era electo por el pueblo en la cofradía de Santo Domingo de Guzmán”.

En 1971 se derribaron las galeras y el arco que ocupaba la municipalidad de Mixco de aquel entonces, iniciándose la construcción de los dos primeros niveles del edificio municipal durante la administración de Julio Ambrosio; concluyéndose cuatro días antes de entregar el cargo a Enrique Ramírez en 1974, quien durante su administración construyó el primer edificio anexo actual, finalizándolo en julio de 1978. El tercer nivel del edificio central se construyó durante la administración de Berta Argelia Herrera de Ruano.

### **1.1.1. Localización geográfica**

Mixco es un municipio del departamento de Guatemala, localizado en la República de Guatemala. Se encuentra ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital. Se localiza a 90° 36' 23" de longitud oeste y 14° 37' 59" de latitud norte, con un área total de 132 km<sup>2</sup> y temperatura de 27 grados centígrados.

En Mixco destacan los chicharrones y el chocolate, reconocidos como uno de los mejores del país.



### 1.1.2. Colindancias

Sus límites territoriales son: al norte colinda con el municipio de San Juan Sacatepéquez; al este con Chinautla y ciudad de Guatemala; al sur Villa Nueva; al oeste con San Lucas Sacatepéquez.

Figura 2. Colindancias del municipio de Mixco



Fuente: Municipalidad de Mixco, departamento de Guatemala.

### **1.1.3. Extensión territorial**

Es el espacio de territorio en el que un estado de país o municipio determinado ejerce su soberanía sobre su territorio. El municipio de Mixco cuenta con una extensión territorial aproximada, de 132 km<sup>2</sup>; la Villa de Mixco fue elevada a categoría de ciudad el 1 de agosto de 2008.

### **1.1.4. Clima**

La lluvia o precipitación es una parte importante del ciclo hidrológico, responsable de los nieles de agua, tanto de animales como vegetales, que requieren del mismo para vivir. Al momento de realizar un sondeo en la región para localizar la estación meteorológica más cercana se encontró que la estación de Insivumeh se encuentra localizada en 7a. avenida, 14 -57, zona 13, colonia Nueva Aurora, zona 13, de la ciudad capital.

A continuación se resumen los datos climatológicos, información obtenida del Insivumeh.

- Días de lluvia: 110
- Temperatura media: 19,9 °C
- Temperatura máxima: 26,2 °C
- Temperatura mínima: 15,5 °C
- Temperatura máxima absoluta: 32,0 °C
- Temperatura mínima absoluta: 8,6 °C
- Humedad relativa: 77 %
- Brillo solar: 229,4 horas/mes
- Radiación solar: 0,36 cal/cm<sup>2</sup>/min

- Velocidad del viento: 5,3 km/h
- Dirección del viento: noreste
- Presión atmosférica: 640,0 mm de Hg
- Evaporación: 4,8 mm

#### **1.1.5. Aspectos topográficos**

Los poblados de Mixco y sus propiedades rurales están unidos entre sí con los municipios vecinos por calles, avenidas y por veredas no asfaltadas. Los suelos del municipio en su mayoría están comprendidos en dos tipos: suelos sobre materiales arcillosos de color café claro en terreno con moderadas montañas y suelos profundos sobre materiales arenosos mezclados o de color marrón, por lo que la capacidad productiva de la tierra, combinada con los efectos del clima, la hacen apta para cultivos principalmente para fines forestales y pastos.

#### **1.1.6. Organización comunitaria**

Actualmente los habitantes del lugar se encuentran organizados en Consejos Comunitarios de Desarrollo (Cocodes), con los cuales se pretende planificar y desarrollar conjuntamente con la municipalidad de Mixco y el gobierno central proyectos de: infraestructura, salud, educación, medio ambiente, vivienda, entre otros, ya que el objetivo central es trabajar para el bien común de la comunidad.

### **1.1.7. Censos**

De acuerdo con el censo poblacional del INE, en el 2002, y tomando en cuenta la tasa de crecimiento poblacional del 3,1 por ciento, se proyectó para el 2014 una cantidad de habitantes de 472,753 en todo el municipio de Mixco.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Campanero, Mixco, Guatemala**

El proyecto consiste en el diseño del drenaje sanitario para la aldea El Campanero, Mixco. La necesidad se identificó mediante una investigación de la problemática real que viven los pobladores del área.

La red tiene una longitud de 1800 metros, para la cual serán diseñados 60 pozos de visita, los que se construirán según especificaciones del reglamento de construcción de la municipalidad de Mixco, tales como alturas mínimas de pozos de visita, velocidad de arrastre, cotas invert, entre otros. La tubería a utilizar será PVC, según la norma ASTM D-3034 y tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas. Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo con la pendiente del terreno, percatándose de no rebasar las velocidades y caudales máximos y mínimos. No se diseñará ningún tipo de tratamiento, ya que el desfogue se realizará en el colector municipal existente.

#### **2.1.1. Levantamiento topográfico**

Es el conjunto de operaciones que se realizarán para diseñar una correcta representación gráfica planimétrica o plana, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que presente dicha extensión. Este plano es imprescindible para iniciar correctamente cualquier proyecto que se desee realizar, así como para elaborar cualquier proyecto.

### **2.1.1.1. Planimetría**

Es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra que toma como punto de referencia para su orientación. El método de levantamiento utilizado fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se utilizó el siguiente equipo:

- Una estación total topcon ES105
- Un estadal
- Una cinta métrica de 25 metros
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos

Esta palabra se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la tercera dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales, ya sea directa o indirectamente. A todo este procedimiento se le llama nivelación. Para la nivelación del tramo donde se ubicará la línea central del drenaje se aplicó el método de nivelación compuesta. Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

- Un nivel de precisión marca Sookia C-330
- Un estadal
- Una cinta métrica de 25 metros
- Trompos de madera

El levantamiento altimétrico debe ser preciso, y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes situaciones:

- En todos los cruces de calles o bocacalles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- En todos los puntos en que haya cambio de dirección.
- En todos los puntos en que haya cambios de pendiente del terreno.
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas mínimas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.
- De las alturas máximas del cuerpo receptor en el que se proyecta efectuar la descarga.
- De las alturas de las depresiones geográficas más sobresalientes.

### **2.1.2. Descripción del sistema a utilizar para el proyecto de alcantarillado**

Existen 3 tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, baños, cocinas, servicios y conexiones ilícitas; residuos comerciales como restaurantes; aguas negras producidas por industrias e infiltración.
- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia.
- Alcantarillado combinado: evacua los dos caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

En la aldea El Campanero no se cuenta con ningún sistema de alcantarillado, y las calles no son pavimentadas, por lo cual se decidió realizar un alcantarillado sanitario, del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

### **2.1.3. Componentes de un alcantarillado**

Son los diferentes componentes de un sistema de ductos y equipos que tienen como fin la recolección y desalojo de forma segura y eficiente de las aguas residuales de una población, solas o en combinación con las pluviales, además de disponerlas adecuadamente y sin peligro para las personas y el medio ambiente.

#### **2.1.3.1. Colector**

Es el conducto principal. Se ubica generalmente en el centro de las calles. Transporta todas las aguas servidas provenientes de las edificaciones hasta su dispositivo final, ya sea hacia una planta de tratamiento, o a un cuerpo receptor. Generalmente son secciones circulares, de diámetros determinados en el diseño, de PVC o concreto. El trayecto, generalmente obligatorio, es subterráneo; la tubería a utilizar será PVC Norma ASTM D-3034 y tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas.

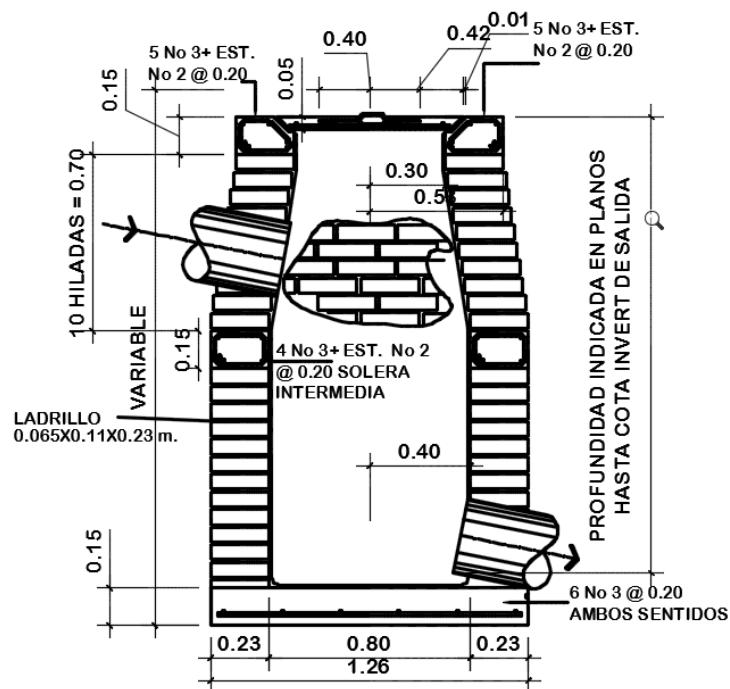
#### **2.1.3.2. Pozos de visita**

Son componentes del sistema de alcantarillado que sirven para verificar el buen funcionamiento de la red del colector. Permiten efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento, accediendo a realizar funciones como conectar distintos ramales de un sistema e iniciar un ramal.

Su construcción está predeterminada, según normas establecidas por el Infom, las cuales se encargan de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario; las características son las siguientes: fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos liso en paredes, tapadera para la entrada al pozo de un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros, escalones de hierro empotrados en las paredes para bajar al fondo del pozo. La altura del pozo dependerá del diseño de la red.

Las secciones circulares y con diámetro mínimo de 1,20 metros, serán construidos generalmente de ladrillo de barro cocido o cualquier otro material, que proporcione impermeabilidad y durabilidad dentro del período de diseño.

Figura 3. Componentes de un pozo de visita



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

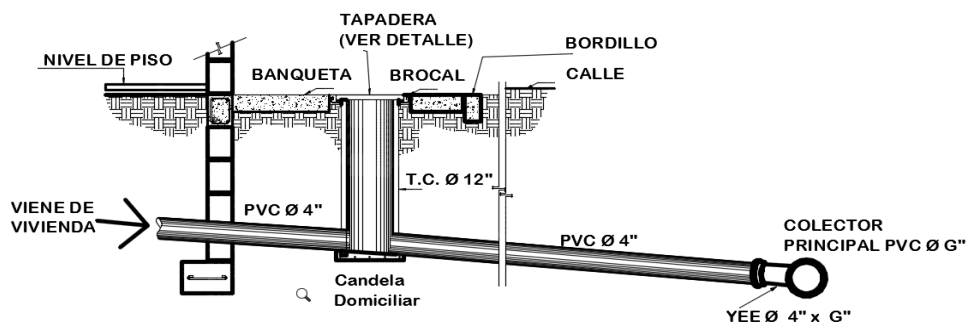
### 2.1.3.3. Conexiones domiciliarias

Son subestructuras que tienen el propósito de descargar todas las aguas provenientes de las edificaciones, y conducir las al colector o alcantarillado central, tal y como lo muestra la figura 4. Consta de las siguientes partes:

### 2.1.3.4. Caja o candela

Es la estructura que recolecta las aguas provenientes del interior de las edificaciones. Puede construirse de diferentes formas, tales como: un tubo de concreto vertical no menor de 12 pulgadas de diámetro, una caja de mampostería de lado no menor de 45 centímetros, impermeabilizado por dentro. Debe tener una tapadera para inspeccionar y controlar el caudal; el fondo debe estar fundido y con un desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan ser transportadas al colector, la altura mínima de la candela debe ser de 1 metro; para este proyecto se utilizará tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro, ya que es la estructura que requiere de menor cantidad de tiempo para su realización.

Figura 4. Conexiones domiciliarias



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD

### **2.1.3.5. Tubería secundaria**

Es la tubería que conecta la candela domiciliar con el colector principal, conduciendo las aguas residuales que la candela recibe del interior de las viviendas. Se utilizará para este proyecto tubería PVC de 4 pulgadas y con pendiente mínima de 2 por ciento, considerando las profundidades de instalación.

### **2.1.4. Periodo de diseño**

Es importante recordar que cuando se diseña una red de alcantarillado sanitario se debe determinar el tiempo para el cual el proyecto prestará eficazmente el servicio, pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años a partir de la fecha que se realice el diseño, tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales, lo cual puede determinarse de acuerdo con las normas del Infom. Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se tomó un período de 22 años.

#### **2.1.4.1. Método de saturación**

Para utilizar este método, se tiene que realizar previamente un censo de la población actual, tomando en cuenta el número de lotes y el de habitantes por cada uno, ya que con este dato se obtiene una población máxima del sector.

$$Pf = \text{lotes max.} * \text{Número de habitantes}$$

$$Pf = 258 * 5$$

$$Pf = 1\ 290 \text{ habitantes}$$

### **2.1.5. Determinación del caudal**

Para determinar el caudal o flujo de aguas residuales del colector principal se realizan diferentes cálculos de caudales aplicando varios factores, como dotación, conexiones ilícitas, caudal domiciliar, de infiltración, comercial y caudal industrial, principalmente, la condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

### **2.1.6. Población tributaria**

En este caso se obtuvo la población tributaria con base en el número de casas localizadas en cada tramo, multiplicándose por el número de habitantes por vivienda.

- Habitantes por vivienda = número de habitantes / número de casas
- Habitantes por vivienda  $1290/258 = 5$  habitantes

### **2.1.7. Dotación**

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, condiciones socioeconómicas, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo; la tabla, especifica las dotaciones indicadas en las normas de diseño.



Tabla I. **Dotaciones indicadas en las normas de diseño**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>DOTACIÓN (l/hab./día.)</b>
Llenacántaros	15-40
Conexiones prediales	60-90
Conexiones domiciliarias en el área rural	90-150
Conexiones domiciliarias en el área urbana	150-250

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Ingeniería sanitaria 1*. p. 78.

Por tratarse de un sistema en funcionamiento se tomó una dotación de 100 litros por habitante por día, según información de la Municipalidad de Mixco.

#### **2.1.8. Factor de retorno**

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua que después de ser usada vuelve al drenaje; en este caso se considera un 70 por ciento de factor como retomo.

#### **2.1.9. Caudal sanitario**

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Por norma se supone que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. El tirante máximo de flujo se obtiene de la relación  $d/D$ , donde  $d$  es la profundidad o altura del flujo y  $D$  es el diámetro interior de la tubería; esta relación debe ser mayor de 0,10 para que exista arrastre de las excretas y menor de 0,75 para que funcione como un canal abierto.

### 2.1.10. Caudal domiciliar

El agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos es desechada y conducida a la red de alcantarillado; el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, como la que se usa en el riego de los jardines y en el lavado de vehículos; de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0,80; el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{Dom.} = \frac{\text{Dot.} \cdot \text{No hab.} \cdot \text{Fac. retorno}}{86\ 400}$$

$$Q_{Dom.} = \frac{100 \cdot 40 \cdot 0,7}{86\ 400} = 0,020/s$$

Donde:

Dot = dotación (lts/hab/día)

Núm. hab = número de habitantes

Qdom = caudal domiciliar (lts/seg)

### 2.1.11. Caudal comercial

Es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, hoteles, entre otros; por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3 000 litros por comercio por día.

$$Q_{\text{Com.}} = \frac{\text{No. Comercio} * \text{Dot.}}{86\ 400}$$

Donde:

Qcom = caudal comercial

No. = número de comercios

Dot = dotación

En el siguiente proyecto no fue necesario realizar estos cálculos, ya que no se encontró ningún comercio que pudiera incidir en el diseño sanitario.

#### **2.1.12. Caudal industrial**

Es el agua de desechos de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, refrescos, alimentos, entre otros. Igual que para el caso anterior, si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede estimar dependiendo del tipo de industria, entre 1 000 y 18 000 litros por industria por día.

$$Q_{\text{Ind.}} = \frac{\text{No. industrias} * \text{Dot.}}{86\ 400}$$

Tabla II. **Caudales industriales**

Núm.	Descripción	Para producir	Cantidad de agua
1	Cervecería	1 litro de cerveza	24 L
2	Destilería	1 ton de papa	20 m <sup>3</sup>
3	Destilería	1 ton de melaza	17,5 m <sup>3</sup>
4	Sacarificación de madera	1 ton de madera	700 m <sup>3</sup>
5	Industria de golosinas	1 ton de dulces	3 a 5 m <sup>3</sup>
6	Refinería de azúcar	1 ton de remolacha	10 a 20 m <sup>3</sup>
7	Productos lácteos	1 litro de leche tratada	5 a 6 L
8	Fábrica de margarinas	50 kg de margarina	2 a 3 m <sup>3</sup>

Fuente: Motrosalf and Eddy. *Tabla 4-8.* p. 43.

En el siguiente proyecto no fue necesario realizar los cálculos de caudal comercial e industrial, ya que en el proyecto no se encontró ninguna industria que pudiera incidir en el diseño sanitario

### 2.1.13. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario sin ninguna autorización. Se estima un porcentaje de viviendas que puedan realizar conexiones ilícitas, que varía de 0,5 a 2,5 por ciento. Este se calcula por medio de la fórmula del método racional, ya que tiene relación con el caudal producido por las lluvias.

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = Q_{\text{dom.}} * 0,5$$

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = 0,0046 * 0,5 = 0,0023 \text{ l/s}$$

#### **2.1.14. Caudal de infiltración**

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, y de la tubería; de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6,00 metros por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12 000 u 18 000 litros por kilómetro por día.

$$Q_{\text{Inf.}} = 12\,000 * \frac{1}{1\,000} * \frac{1}{86\,400} = 0,000138 \text{ l/m/ s}$$

#### **2.1.15. Factor de caudal medio**

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio ( $Q_{\text{medio}}$ ) del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor de caudal medio ( $f_{\text{qm}}$ ), el cual varía entre el rango de 0,002 a 0,005.

Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$Q_{\text{ medio}} = Q_{\text{Dom}} + Q_{\text{Com}} + Q_{\text{Ind.}} + Q_{\text{Inf.}} + Q_{\text{Conexiones.ilícitas}}$$

$$Q \text{ medio} = 0,020 + 0 + 0 + 0,000138 + 0,010$$

$$Q \text{ medio} = 0,030 \text{ l/s}$$

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\# \text{ Habitantes}}$$

$$f_{qm} = \frac{0.030}{40} = 0,000753$$

$$0,002 < f_{qm} < 0,005$$

Ya que el valor obtenido desde el tramo 22 hasta el 23 es menor que el rango del factor de caudal medio, se asume su valor más próximo, el cual es 0,002.

#### 2.1.16. Factor de Hardmond

Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio; está dado de la siguiente manera.

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

$$FH = \frac{18 + \sqrt{40}}{4 + \sqrt{40}} = 12,40$$

Donde:

P = población futura acumulada en miles

### **2.1.17. Caudal de diseño**

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado desde el tramo 22 al 23, primero se tendrán que integrar los valores que describen en la fórmula siguiente:

$$QDis = \text{Núm. Habit.} * FH * Fqm$$

$$QDis = 40 * 12,40 * 0,002 = 0,99 \text{ l/s}$$

Donde:

Núm. habit. = número de habitantes futuros acumulados

FH = factor de Hardmond

Fqm = factor de caudal medio

### **2.1.18. Ecuaciones de Manning**

En general se usarán en el diseño secciones circulares de tuberías PVC, debido a las condiciones de terreno donde se ubica la red de drenaje, y por normas de la municipalidad de Mixco.

La ecuación de Manning está basada en las condiciones antes mencionadas, o sea flujos constantes y canales abiertos. La ecuación de Manning es la siguiente:

$$V = 1/n (R^{2/3} \times S^{1/2})$$

Para el sistema métrico la fórmula de Manning adopta la siguiente forma:

$$V = \frac{0.0254 \cdot D^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

Donde:

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

R = radio hidráulico = área / perímetro mojado

D = diámetro de la sección circular (metros)

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

N = coeficiente de rugosidad de Manning

#### **2.1.19. Relación de diámetros y caudales**

La relación d/D no deberá ser mayor a 0,75, ni menor a 0,10 del diámetro interno de la tubería, para alcantarillado sanitario; esto es para que funcione como canales abiertos en los cuales circula el flujo por acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; el tirante máximo con que se trabajó fue de 0,75 del diámetro de la tubería.

Aunque existen sus excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión, también puede suceder que el canal esté cerrado, como en el caso de los conductos que sirven de alcantarillados para que circule el agua de desecho y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases.



### 2.1.20. Relaciones hidráulicas

La utilización de las tablas se realizó determinando primero la relación ( $q/Q$ ). Si no se encuentra el valor exacto en las tablas, se busca uno aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación ( $v/V$ ), y obteniendo este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtienen los demás valores de chequeo.

Estas relaciones son necesarias para asegurar que el sistema funcionará adecuadamente y sus parámetros son los siguientes:

Relaciones de caudales:

$$\frac{Q \text{ dis}}{Q \text{ sección llena}}$$

Relación de velocidades:

$$\frac{V \text{ dis}}{V \text{ sección llena}}$$

Relación de tirantes:

$$\frac{D \text{ dis}}{D \text{ sección llena}}$$

Tabla III. Relaciones hidráulicas para secciones circulares

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863
0,0600	0,0245	0,2890	0,00708	0,1525	0,0964	0,5220	0,05031
0,0625	0,0260	0,2970	0,00773	0,1550	0,0986	0,5280	0,05208
0,0650	0,0276	0,3050	0,00841	0,1575	0,1010	0,5330	0,05381
0,0675	0,0292	0,3120	0,00910	0,1600	0,1033	0,5380	0,05556
0,0700	0,0308	0,3200	0,00985	0,1650	0,1080	0,5480	0,05916
0,0725	0,0323	0,3270	0,01057	0,1700	0,1136	0,5600	0,06359
0,0750	0,0341	0,3340	0,01138	0,1750	0,1175	0,5680	0,06677
0,0775	0,0358	0,3410	0,01219	0,1800	0,1224	0,5770	0,07063
0,0800	0,0375	0,3480	0,01304	0,1850	0,1273	0,5870	0,07474
0,0825	0,0392	0,3550	0,01392	0,1900	0,1323	0,6960	0,07885
0,0850	0,0410	0,3610	0,01479	0,1950	0,1373	0,6050	0,08304
0,0875	0,0428	0,3680	0,01574	0,2000	0,1424	0,6150	0,08756
0,0900	0,0446	0,3750	0,01672	0,2050	0,1475	0,6240	0,09104
0,0925	0,0464	0,3810	0,01792	0,2100	0,1527	0,6330	0,09663

Fuente: INFOM-UNEPAR. Normas generales para diseño de alcantarillado. p. 50.

### 2.1.21. Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad va a depender de qué material se utilice en el sistema de alcantarillado; en el presente caso es de 0,0015 milímetros, ya que se usa la tubería de PVC.

Tabla IV. **Rugosidad absoluta de materiales**

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	$\epsilon$ (mm)	Material	$\epsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Fuente: MOST, Robert. *Mecánica de fluidos*. p. 358.

### 2.1.22. Sección llena y parcialmente llena

Todo drenaje circular trabaja a sección parcialmente llena, siendo lo último lo más común, ya que el gasto nunca es constante y esto incide directamente con una variación de la altura del flujo, que a su vez hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de este.

$$A = D^2/4 (\pi\theta/360 * \text{Sen}\theta/2) \quad P = \pi D\theta / 360$$

$$R_h = D/4 (1 - 360 \text{ Sen}\theta / 2 \pi\theta)$$

Como se puede observar, en tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, los cálculos del radio hidráulico del área del flujo son laboriosos, y por lo tanto también los de la velocidad y el gasto.

Para facilitar este cálculo se utilizará el gráfico de relaciones hidráulicas, el cual para cualquier relación de gasto ( $q$ ) con el gasto total de la alcantarilla ( $Q$ ), las curvas de esta gráfica dan las relaciones de velocidad, área y altura del flujo a diámetro de alcantarilla.

Primeramente hay que determinar la velocidad y el gasto del tubo lleno, por medio de las fórmulas ya conocidas; también se puede usar el monograma y las tablas que han sido elaboradas con las fórmulas ya determinadas; también se puede utilizar el monograma y las tablas que han sido elaboradas con la fórmula de Manning. Una vez obtenidos estos datos se procede a realizar la relación entre los gastos ( $q/Q$ ) (caudal de diseño entre caudal a sección llena) y se busca ese valor en el eje de las abscisas del diagrama; a partir de allí se levanta una vertical hasta interceptar la curva de descarga en un punto referido a la escala de las ordenadas, situada a la izquierda da el valor de  $d/D$ .

La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando esta última relación por el diámetro total del tubo; para obtener la velocidad se busca la intersección de la línea horizontal que pasa por el valor de  $d/D$  ya conocido con la curva de velocidades, se lee la relación  $v/v$  en la escala horizontal. La velocidad de la tubería parcialmente llena se obtiene multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena.

La curva de velocidad y por lo tanto, la de la descarga, varían algo con el diámetro y pendiente, pero estas variaciones son pequeñas y pueden despreciarse.

En la gráfica de relaciones hidráulicas se puede notar que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo es aproximadamente 0,8 D; por lo que generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para que el flujo máximo alcance una altura de 0,75 a 0,80 D.

### 2.1.23. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad mínima está condicionada por las materias orgánicas e inorgánicas que se sedimentan debido al efecto de estancamiento. Si la velocidad no es lo suficiente para arrastrarlas, se irán acumulando hasta taponar las tuberías.

Por otro lado las velocidades altas causan erosión en las tuberías, ya que los materiales abrasivos como la arena desgastan las partes interiores de las mismas, a menos que se mantengan las velocidades.

De igual manera la velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice. La velocidad del flujo debe estar comprendida entre el siguiente rango, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en la tubería que se utilice.

Tabla V. **Velocidades máximas y mínimas**

TIPO DE TUBERÍA	VELOCIDAD MÍNIMA	VELOCIDAD MÁXIMA
PVC	0.6 m/s	2.50 m/s

Fuente: INFOM-UNEPAR. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 43.

#### **2.1.24. Colector**

Se denomina colector al tramo del alcantarillado público que conecta diversos ramales de un drenaje. Se construye bajo tierra, a menudo en la parte media de las calles importantes, de manera que cada una de las viviendas de esa vía puedan conectarse para la evacuación apropiada de las aguas residuales.

##### **2.1.24.1. Diámetro del colector**

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las normas del Instituto de Fomento Municipal, INFOM, indican que el diámetro mínimo a colocar será de 8 pulgadas en el caso de tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de PVC, esto si el sistema de drenaje es sanitario; en el drenaje sanitario de la aldea El Campanero se utilizarán tuberías de 6 pulgadas PVC al inicio del tramo y gradualmente aumentará de diámetro.

##### **2.1.24.2. Profundidad del colector**

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. Asimismo, se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo y de accidentes fortuitos.

A continuación, según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la

colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.

- Tubo de PVC
  - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,80 m
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

### 2.1.24.3. Profundidad mínima del colector

Según lo estipulado anteriormente y tomando en consideración que existen condiciones de tránsito liviano y pesado y diferentes diámetros de tubería, con los cuales se diseña un drenaje sanitario, en las siguientes tablas se presentan los valores de la profundidad mínima, para distintos diámetros de tubos de concretos y PVC.

Tabla VI. **Profundidad mínima del colector para tuberías de PVC**

DIÁMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
TRÁNSITO LIVIANO	60	60	60	90	90	90	90	90
TRÁNSITO PESADO	90	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: INFOM-UNEPAR. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 23.

Para el drenaje sanitario de la aldea El Campanero se utilizará un profundidad mínima de 1,20 m para una tubería de un máximo de 15 pulgadas, ya que el tránsito varía de acuerdo con el tipo de vehículo que transita por el lugar, y porque es una vía de comunicación principal.

### 2.1.25. Zanja de tubería

La zanja de una tubería es el volumen de tierra excavado que permite emplear e instalar una tubería, o en general, cualquier obra enterrada.

#### 2.1.25.1. Ancho de zanja

Para llegar a las profundidades mínimas del colector, se deben hacer excavaciones de estación a estación (pozos de visita), en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería a colocar. Se presenta a continuación una tabla que muestra anchos de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla VII. Ancho de zanja

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2 m	Para profundidades de 2 a 4 m	Para profundidades de 4 a 6 m
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: INFOM-UNEPAR. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p. 34.

El ancho de zanja que se utilizará será de 1,00 m, ya que el diámetro de la tubería tendrá un promedio de 10 pulgadas de diámetro a 15 pulgadas,



tomando en cuenta que la altura de aproximadamente 3,5 m para el pozo de visita.

### 2.1.25.2. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita y el ancho de zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, y la longitud entre pozos, siendo su dimensional el metro cúbico.

$$Vol = \frac{(H1 + H2) * D * z * f}{2}$$

Donde:

Vol. = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

D = distancia entre pozos (m)

Z = ancho de la zanja (m)

f = factor de hinchamiento del suelo

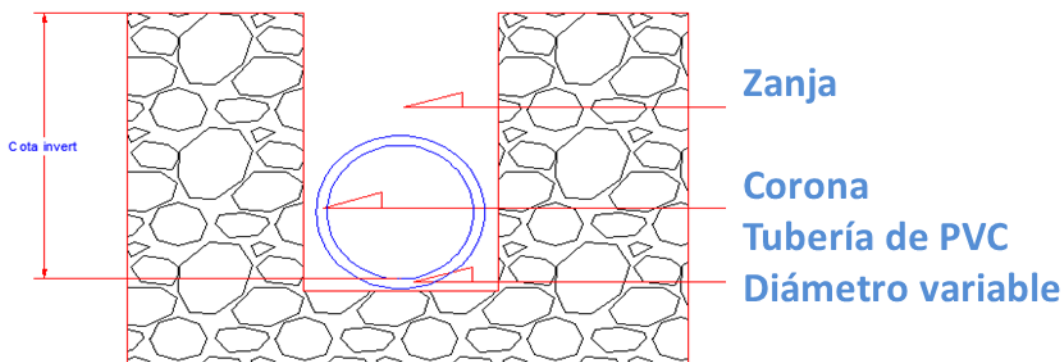
Ejemplo del volumen de tierra extraído para el tramo 22 al 23.

$$Vol = \frac{(2m+2.5m)*25m*0.90*1,25}{2} = 63 \text{ m}^3$$

### 2.1.25.3. Cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita.

Figura 5. Forma de medir la cota invert



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### 2.1.26. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que componen el sistema de drenaje y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros

- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan de un modo general.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o de concreto, con una abertura neta de 0,60 a 0,75 metros. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1,20 a 1,50 metros de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla. La profundidad de la mayoría de los pozos de visita varía en este proyecto de 1,75 metros hasta alturas de 4,00 metros.

El fondo de los pozos de visita se hace regularmente de concreto, dándole a la cara superior una ligera pendiente hacia el canal abierto o hacia los canales que forman la continuación de los tubos de la alcantarilla.

En los pozos de visita profundos se disponen escalones para que se pueda bajar para inspeccionar y limpiar. Estos escalones suelen ser de varillas de hierro, empotrados en las juntas de los ladrillos.

#### **2.1.26.1. Profundidad de los pozos de visita**

La profundidad de los pozos de visita al inicio del tramo está definida por la cota invert de salida; es decir, está determinada por la siguiente ecuación:

$$HP.V = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota invert de salida del tramo}$$

Al diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, para determinar las alturas de los pozos de visita, si hubiera inconvenientes, se deben tomar en cuenta las consideraciones que a continuación se mencionan:

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 centímetros debajo de la entrada.

$$\text{Cota invert de salida} - \text{Cota invert entrada} = 0,03$$

La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar como mínimo a la profundidad del tránsito liviano o pesado, según se considere oportuno.

En la siguiente tabla se muestran los diámetros mínimos de pozos de visita.

Tabla VIII. **Diámetro mínimo de los pozos de visita**

Diámetro de tubería efluente(in)	Diámetro mínimo del pozo(metros)
8	1,2
10	1,2
12	1,2
14	1,5
16	1,5
18	1,5
20	1,5
24	1,75
30	1,75
36	1,9
40	2
42	2
60	2,5

Fuente: INFOM-UNEPAR. *Normas generales para el diseño de alcantarillado*. p.24.

### **2.1.27. Características de las conexiones domiciliarias**

La tubería para este proyecto será de 4 pulgadas, de PVC, con una pendiente que varía del 2 al 6 por ciento, que sale de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados, a favor de la corriente del caudal interno del colector.

Las cajas domiciliarias se construirán con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 metro del nivel del suelo.

#### **2.1.27.1. Diseño hidráulico**

El diseño de la red del drenaje sanitario se elabora de acuerdo con las normas ASTM 3034 y las que establece el Instituto de Fomento Municipal (Infom). En este proyecto se beneficiará el 100 por ciento de las viviendas actuales. En el diseño se utilizaron velocidades de 0,60 a 2,50 metros por segundo, ya que las normas del fabricante de PVC establece 0,4 a 4,00 metros por segundo.

Tabla IX. **Bases generales de diseño proyecto alcantarillado sanitario**

Período de diseño	20 años
Viviendas actuales	140 viviendas
Viviendas futuras	258 viviendas
Densidad de habitantes/vivienda	5 habitantes por vivienda
Población actual	700 habitantes
Tasa de crecimiento	3,1 %
Población futura	1290
Dotación	100 l/hab./día
Factor de retorno	0,70

Continuación de tabla IX.

Velocidades máximas y mínimas	0,60 < V ≤ 2,5 m/s.(T.P.V.C.)
Tipo y diámetro de tubería mínimo	PVC de 6 pulgadas n = 0,010
<b>Conexión domiciliar</b>	
Tipo y diámetro de tubería	PVC de 4 pulgadas
Pendiente de la tubería	2 % a 2.5 %
Candela	Concreto 12 pulgadas de Ø
<b>Pozo de visita</b>	
Diámetro superior mínimo	0,75 m
Diámetro inferior mínimo	1,20 m

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.28. Ejemplo de un tramo

Se analizó del tramo 22 al 23, en el cual se verifica si cumple con todas las normas de diseño requeridas por el Infom o por las normas del fabricante, con velocidades máximas y mínimas y tirante mínimo y máximo dentro de la tubería.

- Cota terreno inicio: 1027,00 metros
- Cota terreno final: 1025,00 metros
- Distancia: 75,00 metros
- Viviendas del tramo: 4 unidades
- Población actual = 4 X 5 = 20 habitantes
- Población futura = 20 Habitantes

$$\text{Pendiente del terreno} = \frac{1\ 025,00 - 1\ 027,00}{75} * 100 = 2,67 \%$$

Se tomaron iguales las poblaciones actuales y futuras, ya que es un sector en que no puede crecer y ya tiene los lotes establecidos, para que el sistema funcione correctamente en el período de diseño, cumpliendo con los criterios adoptados.

$$Q_{dom} = \frac{(100 \text{ l/hab})/\text{ día} * 20 \text{ hab} * 0,70}{(86\ 400)} = 0,016 \text{ l/s}$$

$$Q_{lic.} = ((2,5) * 0,016 \text{ l/s}) / 100 = 0,00055 \text{ l/s}$$

$$Q_{sanitario} = 0,016 + 0,00055 = 0,016 \text{ l/s}$$

Factor de caudal medio

Según la Dirección General de Obras Públicas, (DGOP):

$$0,002 \leq F_{qm.} \leq 0,005$$

Según la municipalidad de Guatemala:

$$F_{qm.} = 0,003$$

Según el Instituto de Fomento Municipal, (INFOM):

$$F_{qm.} = 0,0046$$

Ya que el valor es menor que el rango del factor de caudal medio, se asume su valor más próximo el cual es 0,002.

Caudal de diseño:

$$Q_{dis} = 20 * 2,65 * 0,002$$

$$Q_{dis} = 0,11 \text{ l/s}$$

Sumando el caudal proveniente del tramo 21 – 22 se obtiene el caudal de diseño acumulado:

$$Q_{dis} = 0,11 + 2,86$$

$$Q_{dis} = 2,97 \text{ l/s}$$

Utilizando un diámetro de 15 pulgadas y una pendiente igual a 0,01, se tiene que, aplicando la fórmula de Manning, se calcula la velocidad y el caudal a sección llena del tubo, donde:

$$V = \frac{0,0254 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,0254 * 15^{\frac{2}{3}} * 0,01^{1/2}}{0,010} = 1,54 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = 1,54 * \pi * \frac{10^2}{4} * 0,01 = 2.41 \text{ l/s}$$



Relación hidráulica:

$$q/Q = 0,045$$

$$v/V = 0,51$$

$$V = 0.79 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d /D = 0,15$$

Con estos resultados obtenidos se comprueba que se encuentran dentro de los rangos de velocidades máximas y mínimas. Los demás resultados se dan a conocer en la tabla hidráulica en anexos.

### **2.1.29. Desfogue**

Las aguas recolectadas en los distintos ramales que componen este sistema de alcantarillado, se encontrarán en el colector municipal principal, ya que las condiciones del mismo permiten que se ingieran las aguas negras sin ningún obstáculo.

Ambos sistemas se interceptan en un punto, y por lo tanto facilitan la interconexión de las aguas de la aldea El Campanero, ya que este colector fue diseñado para recoger todas estas aguas.

## **2.2. Evaluación socioeconómica**

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo.

### 2.2.1. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica, es el interés que hace que los ingresos y egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

La tasa interna de retorno puede calcularse mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

Valor presente de costos = valor presente de ingresos

Costo anual = ingreso anual

En las tres formas, el objetivo es satisfacer la ecuación a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse, todas las fórmulas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR mediante el uso

de estas fórmulas. Lo que procede para este caso, es tomar el valor de la TIR igual a 4,5 %, el cual representa el costo que el Estado debe desembolsar para la ejecución de dicho proyecto.

Esta tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que corresponde a la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

### **2.2.2. Valor presente neto**

Esta es una alternativa para tomar decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale o no realizarla, para evitar malas inversiones que provoquen pérdidas en un futuro. Es muy utilizado por dos razones: la primera porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente si los ingresos son mayores que los egresos.

Las fórmulas del VPN son:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1 - i)^n - 1} \right]$$

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

Donde:

P = valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

F = valor de pago único al final del período de la operación, o valor de pago futuro.

A = valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

i = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

n = período de tiempo que pretende la duración de la operación.

Proyecto de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea el Campanero:

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto: Q1 144 580,00

VPN = Ingresos - egresos

VPN = 0 – 1 144 580,00

VPN = - Q1 144 580,00

Como el VPN es menor que cero, esto indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

### **2.2.3. Presupuesto**

En la elaboración del presupuesto se calcularon los renglones de trabajo, precios unitarios y mano de obra a destajo; cuantificando materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal, en lo concerniente a mano de obra (directa e indirecta) se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna.

En cuanto a costo total de cada renglón se aplicó un 30 % que contempla administración, dirección técnica y utilidades. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por renglón. El presupuesto se presenta a continuación:

Tabla X. **Presupuesto de drenaje sanitario**

Renglón	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Replanteo topográfico	ml	2 000	Q2,99	Q5 980,00
2	Excavación	m <sup>3</sup>	1 760	Q27,00	Q47 520,00
3	Relleno	m <sup>3</sup>	1 100	Q35,00	Q38 500,00
4	Instalación de tubería	ml	2 200	Q22,00	Q484 000,00
5	Conexiones domiciliare	Unidad	250	Q1 320,00	Q330 000,00
6	Pozo de visita de 1,5 m	Unidad	10	Q1 900,00	Q19 000,00
7	Pozo de visita de 2,00 m	Unidad	6	Q2 180,00	Q13 080,00
8	Pozo de visita de 2,50 m	Unidad	10	Q2 300,00	Q23 000,00
9	Pozo de visita de 3,00 m	Unidad	10	Q4 500,00	Q45 000,00
10	Pozo de visita de 4,00 m	Unidad	5	Q12 500,00	Q62 500,00
11	Pozo de visita de 5,00 m	Unidad	5	Q15 200,00	Q76 000,00
	<b>Total</b>				<b>Q1 144 580, 00</b>

Fuente: elaboración propia.

#### 2.2.4. Cronograma de ejecución física-financiera

En todo proyecto el cronograma es un documento que muestra el tiempo necesario en que se ejecutará el proyecto, así como los recursos financieros

Tabla XI. **Cronograma de ejecución física-financiera**

Renglón	Descripción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
1	Replanteo topográfico	■					Q5 980,00
2	Excavación		■				Q47 520,00
3	Relleno			■			Q38 500,00
4	Instalación de tuberías			■	■		Q484 000,00
5	Conexiones domiciliarias			■	■		Q330 000,00
6	Pozo de visita de 1,5 m				■		Q19 000,00
7	Pozo de visita de 2,0 m				■		Q13 080,00
8	Pozo de visita de 2,5 m				■		Q23 000,00
9	Pozo de visita de 3,0 m				■		Q45 000,00
10	Pozo de visita de 4,0 m				■	■	Q62 500,00
11	Pozo de visita de 5.0 m					■	Q76 000,00
	Avance físico	0,15	0,35	0,55	0,75	1	
	Avance financiero						Q1 144 580,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Evaluación de impacto ambiental

En primer lugar se analizará la comunidad en donde se realizará el proyecto, ya que son las más afectadas cuando se ejecuta un proyecto de este tipo, ya que implica una serie de cambios. Actualmente los pobladores sufren de continuas enfermedades por la formación de charcos que se dan cuando las aguas residuales son descargadas sobre la superficie del suelo, provocando la

proliferación de zancudos que transmiten enfermedades; por lo que la población está teniendo un impacto negativo en el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, este solo sucederá durante el período de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, provocando dificultades en el tránsito y posibles problemas de polvo. Como impacto ambiental positivo, se tiene la eliminación de aguas residuales, que fluyen sobre la superficie del suelo, eliminando con esto la posibilidad de contaminación de la capa freática y además la eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades.





### **3. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERA PARA LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

La aldea El Campanero pertenece al municipio de Mixco del departamento de Guatemala; se localiza en dirección al occidente de Guatemala. Tiene una población aproximada de 472 753 habitantes de acuerdo con el censo del 2013. El municipio de Mixco cuenta con dos vías de acceso, por carretera asfaltada desde la capital de Guatemala. La primera va desde el kilómetro 16 por Carretera Interamericana, al sur y se tiene acceso desde la calzada Aguilar Batres, por la cuesta de la finca Villa Lobos.

Las calles de El Campanero son de terracería; la aldea cuenta con agua potable, energía eléctrica y líneas telefónicas. La pavimentación será de aproximadamente 2 500 metros de longitud y un ancho promedio de 4,00 metros.

#### **3.2. Periodo de diseño**

El período de diseño para una carretera varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos, siendo un período muy largo el que incrementaría costos. La Municipalidad de Mixco utiliza para sus proyectos de infraestructura un periodo de 23 años, por lo cual se aplica este dato.

### **3.3. Topografía**

Se basará del tipo del proyecto, habitantes beneficiados, características del terreno, aparatos a emplearse y errores permisibles; los levantamientos topográficos a realizarse pueden ser de primer, segundo o tercer orden, dependiendo del tamaño del proyecto. En este caso se utilizará topografía de primer orden, ya que el tramo es considerablemente pequeño, pero necesita de mucha precisión y los errores deben ser casi imperceptibles.

### **3.4. Planimetría**

Se le conoce también como control horizontal. La planimetría solo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (visto en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y se calcula el área de un terreno. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal.

El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina poligonal base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés.

La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

El método utilizado es el de poligonal abierta ya que se utiliza cuando se es necesario tomar varios puntos y no se da alcance desde una sola estación, para lo que es necesario utilizar más estaciones. La posición de una segunda estación se determina desde la primera por radiación y la posición de una tercera desde la segunda, por el mismo procedimiento. El método de la poligonal se utiliza para ligar entre sí las diferentes estaciones de un mismo levantamiento.

### **3.5. Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de alturas o elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos.

El método utilizado es el de nivelación por alturas o geométricas, ya que es el principal y más exacto; se verifica por medio de la diferencia de las distancias de dos puntos a un plano horizontal.

### **3.6. Estudio de suelos**

El diseño del pavimento se basa en los resultados de los ensayos del laboratorio; las muestras deberán tomarse en el lugar donde se construirá el pavimento; los estudios que se realizarán en el proyecto son: límites de Atterberg, análisis granulométrico, ensayo de contenido de humedad, compactación para el contenido óptimo de humedad (proctor) y ensayo del valor relativo de soporte (CBR).

### **3.6.1. Límites de Atterberg**

Son las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos; pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de consistencia. Se pueden citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Para el pavimento de la aldea El Campanero, este ensayo de límites se describe como arena limosa color café oscuro y de material no plástico, según norma AASHTO T-89 y T-90. (Ver apéndice).

### **3.6.2. Análisis granulométrico**

El ensayo consiste en clasificar las partículas de suelo por tamaños, representándolos luego en una gráfica. El tipo de ensayo que se realizó fue de análisis granulométrico, con tamices, según la norma de clasificación AASHTO T-27. Ver apéndice.

### **3.6.3. Ensayo de contenido de humedad**

El contenido de humedad es la relación entre el peso de agua contenida en la muestra y el peso de la muestra después de ser secada al horno, expresada en porcentaje o cantidad de agua presente en el suelo. Este es el ensayo más usado pues se utiliza en los ensayos de compactación para el contenido de humedad (proctor), el ensayo de valor soporte, los límites de consistencia y las densidades de campo. (Ver apéndice).

### 3.6.4. Ensayo de compactación para el contenido óptimo de humedad (Proctor)

Para realizar el ensayo de compactación proctor, el ensayo de valor soporte (CBR) y los límites de consistencia, es necesario determinar el contenido de humedad.

El ensayo de Proctor Modificado consiste en la compactación de una muestra de suelo en un cilindro metálico de 1/30 pies cúbicos de volumen; la compactación se realiza por medio de 5 capas compactadas a 25 golpes con un martillo de 10 libras, la caída libre es de 18 pulgadas; posteriormente se pesa la muestra y el peso unitario húmedo se encuentra de la siguiente forma:

$$PUH = PNH / Volumen$$

Donde:

PUH = peso unitario húmedo en lb/pie<sup>3</sup>.

PNH = peso neto húmedo en lb.

Volumen = volumen del cilindro en pie<sup>3</sup>.

Luego para encontrar el peso unitario seco primero se calcula el porcentaje de humedad.

$$\%H = (PNH - PNS / PNS) * 100$$

Donde:

PNS = peso neto seco

PNH = peso neto húmedo

% H = porcentaje de humedad

El peso unitario seco se determina de la siguiente forma:

$$PUS = \left( \frac{PUH}{100 + \%H} \right) * 100$$

Donde:

PUS = peso unitario seco

PUH = peso unitario húmedo

% H = porcentaje de humedad

El ensayo consiste en repetir este procedimiento con humedades distintas hasta encontrar la densidad máxima; la humedad que la muestra de densidad máxima posea será la óptima.

El procedimiento de este ensayo es regido por la norma AASHTO STANDARD T-180.

### **3.6.5. Ensayo del valor relativo de soporte (CBR)**

El ensayo de CBR tiene como función la determinación de la resistencia de un suelo ante un esfuerzo cortante en condiciones de compactación y humedad.

Este ensayo consiste en preparar la muestra del suelo con la humedad óptima encontrada en el ensayo de proctor modificado; dicha muestra se compacta en 5 capas en un cilindro metálico de 0,075 pies cúbicos de volumen; dicha compactación se realiza con un martillo de 10 libras, a una caída libre de 18 pulgadas.

El material debe estar compactado a diferentes porcentajes; esto se logra seleccionando tres muestras en tres cilindros por separado; las mismas deben ser compactadas a 10, 30 y 65 golpes, con el martillo anteriormente descrito. Esto tiene como fin la obtención de distintos grados de compactación. Posteriormente se procede a sumergir en agua las muestras compactadas en los cilindros, por un periodo de 72 horas, tomando medidas de hinchamiento a cada 24 horas.

Una vez transcurridas las 72 horas se procede a someter a la muestra a una carga (a velocidad constante) producida por un pistón de 3 pulgadas cuadradas de área y se calculan los esfuerzos para las penetraciones de 0,1 y 0,2 pulgadas.

El CBR es expresado como un porcentaje del esfuerzo determinado para hacer penetrar el pistón a 0,1 y 0,2 pulgadas en una muestra de piedra triturada. Este procedimiento de ensayo está regido por la norma AASHTO STANDARD T-193. Según el resultado del ensayo CBR el suelo posee un valor soporte de 27 por ciento con una compactación del 99 por ciento, siendo el suelo apto para una subrasante de calidad excelente. (Ver anexo).

Tabla XII. **Calidad de subrasante en función del CBR**

CBR (%)	Calidad de Subrasante
0 - 3	Muy mala
3 - 5	Mala
5 - 20	Buena
20 - 30	Excelente

Fuente: BOWLES, Joseph. *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. p. 191.

### 3.6.6. Análisis de resultado

El análisis de suelos es una herramienta importante para evaluar la calidad del suelo que se utilizará, previendo si es un suelo óptimo o si hay que mejorar sus características para que dé una capacidad de carga adecuada.

Tabla XIII. **Análisis de resultados**

Clasificación	Aspecto
C.S.U.	SM
P.R.A	A-2-4
Descripción del suelo	Arena limosa color café
Límites de Atterberg	Material no plástico
Peso unitario máximo	1,365 T/m <sup>3</sup> (96,6 lb/pie <sup>3</sup> )
Humedad óptima	28,25 %
CBR	27 % al 99 % de compactación

Fuente: elaboración propia.



### 3.7. Elementos estructurales de la carretera

Son todos los elementos estructurales que se diseñarán para soportar las demandas a las cuales se someterá la estructura; esto dependerá del tipo de material que sea empleado y la vida útil para la cual el proyecto será diseñado. Los elementos estructurales de una carretera son: subbase, base, carpeta de rodadura, cunetas y drenajes transversales.

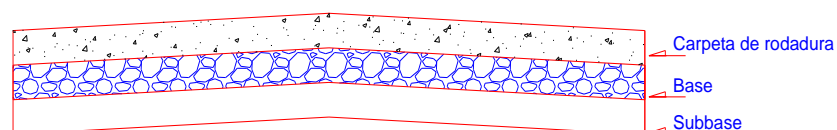
#### 3.7.1. Pavimento

Es toda la estructura que descansa sobre el terreno o subrasante compactada, y que está formado por una o varias capas de subbase, base y carpeta de rodadura, de materiales adecuadamente seleccionados; el pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo.

La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales. La capacidad estructural y funcional está íntimamente relacionada.

En la siguiente figura se describen las diferentes partes o elementos estructurales de un pavimento.

Figura 6. Elementos estructurales del pavimento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

### **3.7.2. Tipos de pavimento**

Existen dos tipos de estructuras de pavimento, el rígido y el flexible, siendo la principal diferencia entre los dos la forma en que reparten la carga.

#### **3.7.2.1. Pavimento rígido**

Los pavimentos rígidos (hormigón) tienen un gran módulo de elasticidad y distribuyen cargas sobre un área grande. La principal consideración de diseño es la resistencia estructural del hormigón; pequeñas variaciones en la subrasante tienen poca influencia sobre la capacidad estructural del pavimento.

### **3.7.3. Consideraciones del pavimento**

Los factores más importantes que hay que considerar son las características de su base de apoyo, las cargas que ha de soportar en función de su uso, estáticas o dinámicas, la resistencia a la abrasión, la intensidad de tránsito peatonal y rozamiento por vehículos.

#### **3.7.3.1. Subrasante**

Es el estrato donde se construirá el pavimento, puede estar formado por un suelo natural mejorado o la sustitución de este. El tipo de suelo que conforma la subrasante, depende de las características que tenga, las cuales se obtienen a través de los ensayos de laboratorio. Los espesores de las diferentes capas del pavimento, dependen de la capacidad soporte de la subrasante.

Según los resultados del laboratorio la calidad de la subrasante es buena, ya que su CBR es de 24,0 por ciento a una compactación del 95,2 por ciento, por lo que se encuentra en el rango de 20-30 según la tabla XII de calidad de subrasante en función del CBR lo cual constituye un suelo excelente. La subrasante debe compactarse a un 95 por ciento como mínimo, de la densidad máxima obtenida en el laboratorio.

Generalmente los suelos de mala calidad son los que contienen materia orgánica y arcilla en grandes cantidades. Comúnmente para evitar los efectos nocivos de este tipo de suelos, la mejor alternativa es sustituirlos. La subrasante debe compactarse hasta obtener como mínimo el 95 por ciento de compactación en una capa de 30 centímetros de espesor, respecto de la densidad máxima obtenida en laboratorio.

Para este proyecto se debe de limpiar el terreno y retirar todo el material vegetal que se encuentre en el área de trabajo. La calidad de la subrasante es excelente, ya que se encuentra en el rango es de 25,0 por ciento de CBR a una compactación del 95 por ciento, según los ensayos del laboratorio.

### **3.7.3.2. Subbase**

Es la primera capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, de manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar.

Está constituida por una capa de material granular o estabilizado, de un espesor compactado, según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. Deberá estar libre de materia orgánica, basura,

terrones de arcilla, y/o cualquier otro material que pueda causar fallas en el pavimento. Sus principales funciones son:

- Eliminar la acción del bombeo
- Aumentar el valor soporte

Tiene por objeto: controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas, o de otras fuentes, protegiendo el pavimento contra los hinchamientos que se producen en época de helada (las heladas tienen una acción muy limitada en los países latinoamericanos).

El material de la subbase debe tener las características de un suelo A-1 o A-2, aproximadamente. Su límite líquido debe ser inferior a 35 por ciento y su índice plástico no mayor de 6 por ciento; el CBR no debe bajar de 15 por ciento. Si la función principal de la subbase es servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular; la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz número 200 no debe ser mayor del 8 por ciento. En la región de la aldea El Campanero el suelo es de buena calidad debido a su valor de CBR de 25 %, por lo que el material se utilizará como subbase; según la norma ASSHTO el suelo según el CBR se encuentra dentro del 20 % y 50 % se clasifica como un suelo apto para subbase.

### **3.7.3.3. Base**

Constituye la capa de material selecto que se coloca encima de la subbase o subrasante; esta capa permite reducir los espesores de carpeta de rodadura y drenar el agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento a través de las carpetas y hombros hacia las cunetas; deberá de transmitir y distribuir las cargas provenientes de la superficie de rodadura y debido a que está en

contacto directo con la superficie de rodadura, tendrá que ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión, producidas por el tránsito.

#### **3.7.3.4. Carpeta de rodadura**

Es la capa que se coloca sobre la base o superficie, formada por una losa de concreto hidráulico (reforzado o no reforzado), sobre las que soportan las cargas del tránsito; se considera también que tengan otros elementos (no estructurales), para la protección de capas de superficie como las capas internas.

### **3.8. Diseño de curvas horizontales**

Consiste en el diseño de la línea final de localización en planimetría, mediante el cálculo de las curvas horizontales, las cuales definirán la ruta a seguir; en el proceso de diseño y cálculo se deben considerar varios aspectos técnicos.

Las curvas horizontales forman parte del alineamiento horizontal de una carretera; son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; pueden ser simples (solo una curva circular) o compuestas (formadas por dos o más curvas circulares simples, del mismo sentido o no y diferente radio).

### **3.9. Diseño de curvas verticales**

En la parte de la altimetría se estudian las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas; también existen curvas en ascenso con ambas

pendientes positivas (convexas) y en descenso, con ambas pendientes negativas (cóncavas).

La finalidad de las curvas verticales es proporcionar suavidad al cambio de pendiente; estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque la más usada en el país por la Dirección General de Caminos es la parabólica simple, debido a la facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones de terreno. Las especificaciones para curvas verticales dadas por la Dirección General de Caminos están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

En el momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse presentes las longitudes de estas para evitar traslapos entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores. En diseños de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño.

### **3.10. Método de diseño de pavimentos**

El diseño final del pavimento rígido según el método simplificado de la P.C.A. se resume en los siguientes pasos:

- Determinar la categoría de la carretera: para determinar la categoría de la carretera es necesario obtener información del tránsito promedio de la tabla XIV, en la cual se muestran las diferentes categorías de carreteras según el tráfico. La carretera es categoría, ya que se trata de una carretera rural.

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

Categoría por carga	Descripción	TPDA	TPPD		Carga máxima por eje	
			%	Por día	Sencillo	Doble
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*), Arterias principales y	700 - 5000	5-18	40 - 1000	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 - 1000	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 4 carriles o más	8-30	1,500 - 8,000	34	60

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

- Determinar el tipo de junta para el pavimento: el espacio entre juntas longitudinales no debe exceder de 12,5 pies (3,81 m). Las juntas transversales deben ir a un espacio de intervalo regular de 15 pies (4,6 m) o menos, a excepción de aquellos casos en que la experiencia local indique un espaciamiento más largo. Todas las juntas de contracción deben ser continuadas hasta la orilla y tener una profundidad igual a  $\frac{1}{4}$  del espesor del pavimento. Las juntas de expansión deben llenarse hasta la profundidad requerida.

- Determinar el número de carriles y el tipo de pavimento de la siguiente tabla:

Tabla XV. **Clasificación funcional de las carreteras regionales**

TPDA	> 20,000		20,000 - 10,000		10,000 - 3,000		3,000 - 500	
Clasificación Funcional	C	S	C	S	C	S	C	S
AR - Autopistas Regionales	6 a 8	Pav.	4 a 6	Pav.				
TS - Troncales Suburbanas	4	Pav.	2 a 4	Pav.	2	Pav.		
TR - Troncales Rurales	4	Pav.	2 a 4	Pav.	2	Pav.		
CS - Colectoras Suburbanas			2 a 4	Pav.	2	Pav.	2	Pav.
CR - Colectoras Rurales					2	Pav.	2	Pav.

Fuente: CORONADO ITURBIDE, Jorge. *Manual centroamericano para diseño de pavimentos*.  
p.40.

TPDA = tránsito promedio diario anual

C = número de carriles

S = superficie de rodadura

Pav. = pavimentadas

- Determinar el módulo de ruptura del concreto: debido al paso de vehículos sobre las losas de concreto, se producen esfuerzos de flexión y compresión. Los esfuerzos de compresión son tan mínimos que no influyen en el grosor de la losa. En cambio los esfuerzos de flexión son mucho mayores y por eso son usados para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos. La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto (MR), el cual está definido como el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema de una viga de concreto. La resistencia a tensión del concreto es relativamente baja; esta se encuentra entre el 10 y 20 % de su resistencia a la compresión. El concreto utilizado será de clase 4 000 psi y el porcentaje de resistencia a



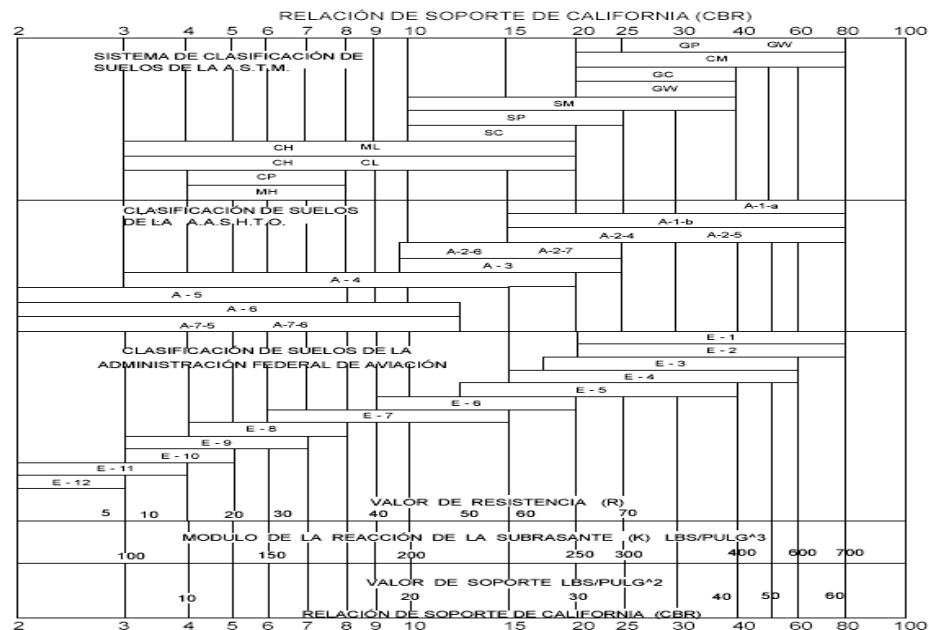
compresión que se utilizará de 15 %; entonces el módulo de ruptura del concreto de la siguiente forma:

$$\dot{x} = 15 \% (4\ 000\ \text{psi})$$

$$\dot{x} = 600\ \text{psi}$$

- Determinar el módulo de reacción (k) de la subrasante: el valor aproximado de K (módulo de reacción del suelo), cuando se usan bases granulares y bases de suelo cemento es otro factor importante en el diseño de espesores del pavimento, se determinan por medio del tipo de suelo y del índice de CBR utilizando la figura 7.

Figura 7. **Módulo de reacción de la subrasante**



Fuente: LONDOÑO, Cipriano, *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto*. p. 93.

Para el CBR del suelo de 21,5 % con una compactación del 95 % el módulo de la reacción de la subrasante (K) = 265 LBS/ G<sup>3</sup>; esta valor se obtuvo interpolando valores de la tabla de la figura 7.

- Determinar si se utilizará base: también son necesarios los esfuerzos combinados de la subrasante y base, ya que mejoran la estructura de un pavimento. En la tabla XVI se muestra el aumento en el módulo de reacción de la subrasante al incluir una base granular.

Tabla XVI. **Valores de k para diseño sobre bases granulares (de PCA)**

Valor de K de la subrasante LBS/PULG <sup>3</sup>	Valor de K sobre la base LBS/PULG <sup>3</sup>			
	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: GÓMEZ LEPE, Fredy Benjamín, *Planificación y diseño de pavimento para la vía principal del municipio de San Juan Ostuncalco, departamento de Quetzaltenango*. p. 29.

Se utilizará una base granular no tratada de 6 pulgadas, interpolando los valores de la tabla XVI. Esto aumenta el módulo de reacción k a 313.84 lb/pulg<sup>3</sup>

- Determinar el valor soporte del suelo: se determina que el valor soporte del suelo es muy alto, por medio del módulo de reacción k. Ver la tabla siguiente:

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

Tipo de suelo	Condición de apoyo	Rango en los módulos de reacción K PSI
Limos y arcillas plásticas	Bajo	75 – 120
Arenas y mezclas de arena y gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	130 – 170
Arenas y mezclas de arena y gravas prácticamente libre de finos	Alto	180 – 220
Subbases estabilizadas con cemento	Muy alto	250 – 400

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

- Determinar el espesor de la losa de concreto: tomando en cuenta todos los factores anteriores: tránsito, sección típica de la carretera módulo de reacción del suelo y módulo de ruptura del concreto; se determina el espesor de la losa según la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Espesores de losa para categoría de carga por eje categoría 1, según el módulo de reacción K y módulo de ruptura optado**

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBRO DE CONCRETO O BORDILLO			
Espesor de losa plg	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUBBASE			Espesor de losa plg	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUBBASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
4.5			0.1	4 - 4.5	2	0.2 - 8	0.9 - 25
5 - 5.5	0.1 - 3	0.8 - 15	3-45	5 - 5.5	30 - 320	130	330
6 - 6.5	40 - 330	160	430				
MR = 600 PSI							
5 - 5.5	0.5	0.1 - 3	0.4 - 9	4 - 4.5	0.2	1	0.1 - 5
6 - 6.5	8 -- 76	36 - 300	98 - 760	5 - 5.5	6 -- 73	27 - 290	75 - 730
7 - 7.5	520			6	610		
MR = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6 - 6.5	1 --13	6 --60	18 - 160	5 - 5.5	6 --73	27 - 290	75 - 730
7 - 7.5	110 - 620	400		6	130	480	

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

Entonces el diseño final del pavimento rígido es:

Espesor de base = 0,15 m

Espesor de carpeta de rodadura = 0,15 m

Concreto = 4,000 psi

Base granular no tratada

### **3.11. Diseño de la mezcla del concreto**

Para el diseño de la mezcla del pavimento fue utilizado el método del ACI (*American Concrete Institute*). La teoría de la relación agua-cemento establece que para una combinación dada de materiales (y mientras se obtenga una consistencia de trabajabilidad), la resistencia del concreto a cierta edad depende de la relación del peso del agua de la mezcla al peso del cemento. En otras palabras, si la relación de agua-cemento es fija, la resistencia del concreto a una determinada edad también es esencialmente fija, mientras la mezcla sea plástica y manejable y el agregado sólido, durable y libre de materiales dañinos.

Una vez que se ha establecido la relación agua-cemento y seleccionado la manejabilidad y consistencia que se necesite para el diseño específico, el resto será un simple manejo de tablas basadas en resultados de numerosos ensayos de laboratorio y que ayuden a obtener mezclas con las características deseadas. Para el proyecto se requiere un concreto con una resistencia a la compresión de  $f'_c$  de 281 kilogramos sobre centímetro cuadrado (4 000 psi), a los 28 días de curado, dicho concreto no incluirá aire en la mezcla.

El valor de sobre unir diseño se estimará en la resistencia a la compresión  $f'_c$  incrementada en 1 200 libras por pulgada cuadrada; este valor es de resistencia promedio a la compresión requerida  $f'_{cr} = 5 200$  libras por pulgada

cuadrada. El revenimiento para pavimentos es de 7,5 centímetros como máximo. El tamaño máximo del agregado grueso puede estimarse en 6 centímetros, pero se usará un agregado grueso más pequeño, con un tamaño nominal de 2,54 centímetros, para un revenimiento de 7,5 centímetros y tamaño máximo de agregado de 1 pulgada. La cantidad de agua por volumen de concreto es 195 litros por metro cubico, según la tabla XX, y se toma un 42 por ciento de arena sobre agregado total, según tabla XXII.

Tabla XIX. **Tipo de asentamiento para diferentes estructuras**

Tipos de estructura	Asentamiento
Para cimientos, muros reforzados, vigas paredes reforzadas y columnas	10
Para pavimentos y losas	8
Concreto masivo	5

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 20.

Tabla XX. **Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados**

Asentamientos	Cantidad de agua litros / metro cubico				
	3/8pulgadas	1/2pulgadas	3/4pulgadas	1pulgadas	1 1/2pulgadas
3 a 5	205	200	185	180	175
8 a 10	225	215	200	195	180
15 a 18	240	230	210	205	200

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p.45.

Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto que contienen porcentajes de aire menores que las mostradas en la tabla de contenido de agua y aire, según el revenimiento y tamaño de agregado. Para una relación constante de agua-cemento, la resistencia del concreto se reduce conforme se aumenta el contenido de aire.

**Tabla XXI. Requisitos aproximados de agua para diferentes revenimientos y tamaños máximos nominales de los agregados**

Resistencia a la compresión a los 28 días (psi)	Relación agua-cemento	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
6 000 psi (420 kg/cm <sup>2</sup> )	0,41	
5 000 psi (350 kg/cm <sup>2</sup> )	0,48	0,40
4 000 psi (281 kg/cm <sup>2</sup> )	0,57	0,48
3 000 psi (210 kg/cm <sup>2</sup> )	0,68	0,59
2 000 psi (140 kg/cm <sup>2</sup> )	0,82	0,74

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 47.

### 3.11.1. Pasos para el diseño de la mezcla

Calcular la cantidad de cemento, dividiendo la cantidad de agua por metro cúbico por la relación agua-cemento; considerando que un litro de agua pesa un kilogramo. El cemento se divide por 0,48 para concretos con aire incluido con una resistencia de 4 000 libras fuerza por pulgada cuadrada, según tabla XXI:

$$\text{Cemento} = (195 \text{ l/m}^3) / 0,48 = 406,25 \text{ kg/m}^3$$

Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Peso de agregados} = \text{peso total} - \text{peso (agua + cemento)}$$

$$\text{Peso de agregados} = 2\,400 - (195 + 406,25) = 1\,798,75 \text{ kg/m}^3$$

La cantidad de arena se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente.

$$\text{Contenido de arena} = 42\% * 1\,798,75 \text{ kg/m}^3 = 755,48 \text{ kg/m}^3$$

Tabla XXII. **Porcentaje de arena sobre agregado grueso**

<b>TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO GRUESO</b>	<b>% DE ARENA SOBRE AGREGADO TOTAL</b>
3/8 pulgadas	48
1/2 pulgadas	46
3/4 pulgadas	44
1 pulgadas	42
1 1/2 pulgadas	40

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 51.

La cantidad de piedrín será, el agregado total menos la cantidad de arena.

$$\text{Contenido de piedrín} = 1\,798,75 - 755,48 = 1\,043,27 \text{ kg/m}^3$$

Se concluye que la proporción final será como aparece en la tabla siguiente:

Tabla XXIII. **Relación de mezcla**

Relación mezcla			
Cemento	Arena	Piedrín	Agua
1	1,86	2,57	0,47

Fuente: elaboración propia.

Para obtener la relación en volumen para 1 metro cúbico, primero se debe multiplicar por ese valor y dividir después los valores dentro del peso específico de cada material.

$$\text{Cemento} = 406,25 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 406.25 \text{ kg} / 42,5 \text{ kg/ saco} = 10 \text{ sacos}$$

$$\text{Arena} = 755,48 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 755,48 \text{ kg} / 1\,400 \text{ kg/ m}^3 = 0,54 \text{ m}^3$$

$$\text{Piedrin} = 1\,043,27 \text{ kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 1\,043,27 \text{ kg} / 1\,600 \text{ kg/ m}^3 = 0,65 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 195 \text{ l/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 195 \text{ l} / 3,785 \text{ l/gal} = 52 \text{ gal}$$

Para lograr la conversión de la relación de peso a relación en volumen, se debe tomar en cuenta que un saco de cemento tiene un volumen de un pie cúbico.

$$1 \text{ pie}^3 * \left(1 \text{ m} / 3,28 \text{ pie}\right)^3 = 0,028 \text{ m}^3 * 10 = 0,27 \text{ m}^3$$

$$\frac{0,27}{0,27} : \frac{0,54}{0,27} : \frac{0,65}{0,27}$$



Tabla XXIV. **Proporción volumen**

<b>Proporción volumen / m<sup>3</sup></b>			
<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Piedrín</b>	<b>Agua</b>
1	2	2,4	52 gal

Fuente: elaboración propia.

### **3.12. Drenajes**

El drenaje superficial tiene el propósito de alejar las aguas de la carretera. Esto evitará su influencia negativa, tanto en el aspecto de la estabilidad de su estructura, como en sus condiciones de transitabilidad. Las dimensiones de las obra de drenaje serán determinadas con base en los cálculos hidráulicos, tomando como base la información pluviométrica disponible.

#### **3.12.1. Longitudinal**

El objetivo principal de este elemento de la carretera es evitar que el agua de lluvia proveniente del área que genera el caudal que desfoga hacia la parte baja de la cuenca en el sentido perpendicular a la carretera, no pase por la estructura de la misma.

##### **3.12.1.1. Cálculo de caudal**

Datos:

Área a drenar: 1 Ha

Longitud de cauce: 0,165 km

Pendiente: 1,0 % (promedio)

Coeficiente de escorrentía: 0,60

El valor del coeficiente de escorrentía se tomó de la tabla XVIII de valores de escorrentía; se consideró el área del proyecto como calle de terracería por lo que el coeficiente de escorrentía adecuado para el área es de 0,60.

Tabla XXV. **Coeficiente de escorrentía**

CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Techos	0,70 – 0,90
Pavimentos	0,85 - 0,90
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (buenas condiciones)	0,75 – 0,85
Concreto y asfalto	
Piedra o ladrillo (malas condiciones)	0,40 – 0,70
Calles	
Terracería	0,25 – 0,60
De arena	0,15 – 0,30
Parques, jardines, prados, entre otros	0,05 – 0,25
Bosques y tierras cultivadas	0,01 – 0,20

Fuente: curso de Ingeniería sanitaria II, segundo semestre, 2009.

Primero se procedió a encontrar el tiempo de concentración de la cuenca; dicho tiempo se encuentra por medio de la siguiente fórmula:

$$t = \left( \frac{(0,886 * L^3)}{H} \right)^{0,385} * 60$$

$$t = \left( \frac{(0,886 * 0.165^3)}{1} \right)^{0,385} * 60 = 7,15 \text{ min}$$

Luego se procedió a encontrar la intensidad de lluvia, para el área de la aldea El Campanero; se utilizó la ecuación de intensidad de lluvia de la estación meteorológica Insivumeh, ya que es la estación más cercana.

Tabla XXVI. **Tiempo de concentración**

Lugar	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	$2838/t+18$	$3706/t+22$	$4204/t+23$	$4604/t+24$
Bananera, Izabal	$5771.t/t+48.98$	$7103.95/t+53.80$	$7961.65/t+56.63$	$8667.77/t+58.43$
Labor Ovalle Quetzaltenango	$977.7/t+3.8$	$1128/t+3.24$	$1323.5/t+3.48$	-----
El Pito Chicolá, Suchitepéquez	$11033.6/t+101.10$	$11618.7/t+92.19$	$13455.2/t+104.14$	-----
La Fragua, Zacapa	$3700.5/t+5069$	$3990.5/t+5069$	$4049.0/t+3714$	-----

Fuente: datos proporcionados por Insivumeh.

De acuerdo con la tabla XXIV, el territorio más cercano es la ciudad de Guatemala y el tiempo de concentración se toma para 20 años.

$$I = \frac{4604}{t+24}$$

$$I = \frac{4604}{26,91+24} = 147,8$$

Donde:

a y b = variación en cada región, de los datos proporcionados por el Insivumeh

t = tiempo de concentración en minutos

Luego de encontrada la intensidad de lluvia se procedió a encontrar el caudal a drenar; dicho caudal es encontrado con la fórmula del método racional:

$$Q = CIA/360$$

$$Q = (0,60*147,8*1)/360$$

$$Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.12.1.2. Diseño de cuneta

Las cunetas son canales abiertos que se calculan por el método de Manning; se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera; en pendientes fuertes se deben proteger del escurrimiento y acción destructiva del agua por medio de disipadores de energía.

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

Donde:

V = velocidad media en metros por segundo

n = coeficiente de rugosidad de Manning

R = radio hidráulico en metros (área de la sección entre el perímetro mojado)

S = pendiente del canal en metros por metro

Para el diseño de la cuneta se tomó el tramo con la pendiente crítica que corresponde al tramo que drenará el drenaje transversal número 3, ubicado en

la estación 0+175 de la quinta avenida principal con una pendiente en su diseño de 0,01 por ciento. El área a drenar es de 1 hectárea; la diferencia de altura es igual a 0,01 metros y una longitud de 0,165 kilómetros; utilizando las fórmulas de cálculo de caudal para estos nuevos datos, el caudal resultante es de 0,18 metros cúbicos por segundo.

Datos:

$$S = 0,01 \%$$

$$Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pendiente talud 1,2

Determinación del área hidráulica:

$$A = \left(\frac{1}{2} b \cdot h\right) = 0.375 h^2$$

Determinación del perímetro mojado:

$$P = \sqrt{h^2 + b^2}$$

Se iguala el radio hidráulico a  $Y/2$

$$R_h = \frac{\text{Área hidráulica}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$\left( \frac{0,63 \cdot 2 \cdot b h}{\sqrt{h^2 + b^2}} \right) =$$

$$b = 0,75 h$$

Se despeja para el área:

$$a = 0,375 h$$

Utilizando la ecuación de Manning se despeja el valor de Y necesario para nuestro caudal a drenar.

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

Donde:

$n = 0,016$  (concreto revestido)

$Q =$  caudal en  $m^3/s$ .

$A =$  Área de la sección transversal del flujo en  $m^2$

$$0,152 = 0,375 * h^2 * \left(\frac{h}{2}\right)^{2/3} * (0,001)^{1/2}$$

$$h = 0,21 \text{ m}$$

$$b = 1,26 \text{ m}$$

### 3.13. Planos

Los planos constituyen la base fundamental para la elaboración del presupuesto y también la guía para la realización del proyecto. En los planos se resume la información esencial del proyecto junto con los detalles y

elementos constructivos más significativos. Los planos de este proyecto se encuentran en el anexo.

### 3.14. Presupuesto

En la elaboración del presupuesto se calcularon los renglones de trabajo, precios unitarios y mano de obra a destajo; cuantificando materiales con precios que se manejan en la cabecera municipal; en lo concerniente a mano de obra (directa e indirecta) se aplicaron los salarios que la municipalidad asigna. En cuanto a costo total de cada renglón se aplicó un 25 % que contempla administración, dirección técnica y utilidades. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por renglón. El presupuesto se presenta a continuación:

Tabla XXVII. **Presupuesto del pavimento**

<b>Renglón</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
1	Replanteo topográfico	ml	1 900	Q2,99	Q5 681,00
2	Excavación no clasificada	m <sup>3</sup>	3 693,77	Q83,40	Q308 060,42
3	Excavación no clasificada de desperdicio	m <sup>3</sup>	5 657,54	Q32,60	Q184 435,80
4	Conformación de la subrasante	m <sup>3</sup>	15 200	Q198,96	Q3 024 192,00
5	Base granular de e = 0,15 m	m <sup>3</sup>	1 045	Q296,47	Q309 811,15
6	Pavimento rígido de e= 0,15 m	ml	1 900	Q1 325,90	Q2 519 210,00
7	Cuneta revestida	ml	4 080	Q22,15	Q90 372,00
8	Bordillo	ml	4 080	Q32,50	Q132 600,00
<b>Total</b>					<b>Q6 574 362,37</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.15. Cronograma de ejecución física-financiera

En todo proyecto el cronograma es un documento que muestra el tiempo necesario en que se ejecutará el proyecto, así como los recursos financieros.

Tabla XXVIII. **Cronograma ejecución física-financiero**

Renglón	Descripción	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
1	Replanteo topográfico	■					<b>Q5 681,00</b>
2	Excavación no clasificada		■				<b>Q308 060,42</b>
3	Excavación no clasificada de desperdicio			■			<b>Q184 435,80</b>
4	Conformación de la subrasante			■	■		<b>Q3 024 192,00</b>
5	Base granular de e= 0,15 m				■		<b>Q309 811,15</b>
6	Pavimento rígido de e= 0,15m					■	<b>Q2 519 210,00</b>
7	Cuneta revestida					■	<b>Q90 372,00</b>
8	Bordillo					■	<b>Q132 600,00</b>
	Avance físico	<b>0,15</b>	<b>0,35</b>	<b>0,55</b>	<b>0,75</b>	<b>1</b>	
	Avance financiero						<b>Q6 574 362,37</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.16. Evaluación ambiental inicial (EIA)

El impacto ambiental será positivo para la población, salvo en el factor de flora y fauna, los cuales presentan valores negativos por las acciones de ruido y vibraciones, causada por los trabajos de construcción y tránsito vehicular, y contaminación de humo causados por los vehículos que lleguen a transitar por la carretera, siendo estos problemas mínimos comparados con los beneficios derivados de las acciones que muestran un impacto positivo y de gran



importancia, beneficiando a los pobladores en los aspectos de mayor comodidad de transporte, mejor salud por la eliminación de polvo y aumento de las actividades económicas.



## CONCLUSIONES

1. Los pobladores de la aldea El Campanero sufren año tras año la llegada del invierno, por la falta de drenajes y urbanización en las calles, falta de adecuada infraestructura, carencia de centros de salud, entre otros. Por esta razón se ha tomado la decisión de trabajar en el diseño de un proyecto que beneficie a todos los habitantes de la aldea y sus alrededores; este proyecto consiste en diseñar el sistema de alcantarillado y pavimentación, con el fin de evitar el brote de enfermedades tanto en temporada de invierno como verano; también con este proyecto se pretende llevar el desarrollo a todos sus habitantes.
2. Después de realizar un sondeo de las necesidades de los habitantes de Mixco se priorizaron los proyectos que benefician a la mayor cantidad de personas; los proyectos que por su naturaleza no pueden faltar en una urbanización son: el sistema de alcantarillado y la pavimentación, ya que la aldea El Campanero demográficamente va en aumento y se ve la necesidad de proveerles de servicios básicos.
3. En el diseño de los proyectos se encontraron varias dificultades para aplicar los códigos y normas de diseño, ya que en la mayoría de las calles las personas construyeron sus casas sin tomar en cuenta el crecimiento de la aldea y con esto se reduce la posibilidad de implementar alternativas que sean económicamente favorables.
4. La supervisión del proyecto es un aspecto de suma importancia, ya que la operación de la construcción debe monitorearse y constar de personal

capacitado en el área, para realizar un trabajo de calidad y no afectar costos futuros; asimismo que el plan funcione de forma correcta y eficiente, logrando así que alcance la vida útil estimada.

5. Brindar mantenimiento preventivo a los sistemas de alcantarillado, las cunetas y rejillas, para que trabajen en un nivel óptimo y no incurrir en gastos innecesarios.

## RECOMENDACIONES

1. A la Municipalidad de Mixco y a las autoridades, incentivar a la creación y operación de proyectos con fines de ayuda social, pues el objetivo primordial de la Municipalidad debe ser el bienestar de sus pobladores.
2. A la Municipalidad de Mixco y a las autoridades, evaluar y tomar en consideración los proyectos propuestos, ya que la carencia de drenajes y urbanización en las calles son situaciones perjudiciales para la aldea, y la realización de los planes propuestos ayudaría a responder al entorno actual de los pobladores.
3. Debido a la condición actual de la aldea, es necesario el diseño adecuado para la construcción de los proyectos, en los cuales se planteen las soluciones financieramente favorables y primordialmente que tengan calidad permanente para prolongar el bienestar de la aldea.
4. Realizar cualquier proyecto, a los trabajadores de la municipalidad se les brinde una capacitación con duración de aproximadamente dos semanas; esto con el fin de garantizar la elaboración y supervisión técnica durante su ejecución.
5. Considerar y utilizar los materiales propuestos, ya que tienen la facultad de cumplir con los estándares requeridos por las normas y condiciones específicas para la obra.

6. Dar mantenimiento preventivo a los sistemas antes mencionados, ya que durante el invierno los drenajes, rejillas y calles son propensas a saturarse de basura, provocando inundaciones. A la vez este cuidado continuo evitará incurrir en gastos posteriores innecesarios.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Dirección General de Caminos Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC MCIV 2000. 361 p.
2. GALICIA ORDÓÑEZ, Caris Gabriela. *Diseño de ampliación de 1.45 km. de pavimento rígido en el sector 2 de la aldea Fray Bartolomé de las Casas (El Cerinal) y escuela de párvulos de dos niveles del cantón Utzumazate del municipio de Barberena, Santa Rosa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 181 p.
3. Instituto de Fomento Municipal – UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES. *Normas generales para diseño de alcantarillado*. Guatemala: Infom. 50 p.
4. JUÁREZ IZEM, Henry Otoniel. *Diseño de carretera comunidad San Sebastián El Refugio, municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.175 p.
5. QUIJADA SAGASTUME, José Gilberto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingeniero y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de

graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 151 p.

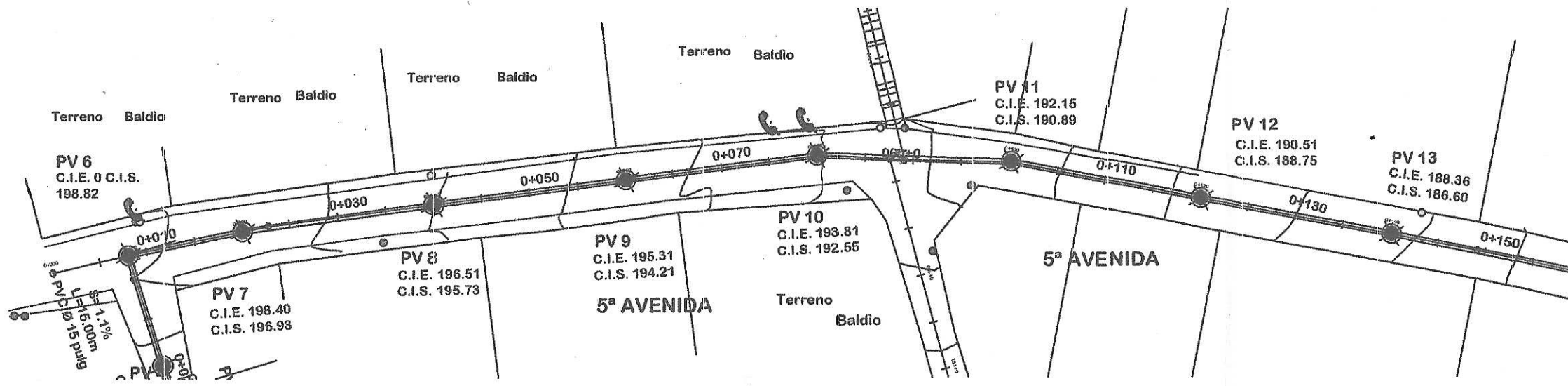
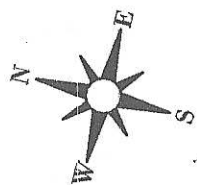


## APÉNDICES

1. Planos del 1-9: Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Campanero Mixco, Guatemala.
2. Planos del 10-18: Pavimentación de las calles y avenidas de la aldea El Campanero Mixco, Guatemala.
3. Planos del 19-20: Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Campanero Mixco, Guatemala.
4. Plano 21: Pavimentación de las calles y avenidas de la aldea El Campanero Mixco, Guatemala.
5. Hoja de cálculo 1-3: Diseño de alcantarillado sanitario para la aldea El Campanero Mixco, Guatemala.

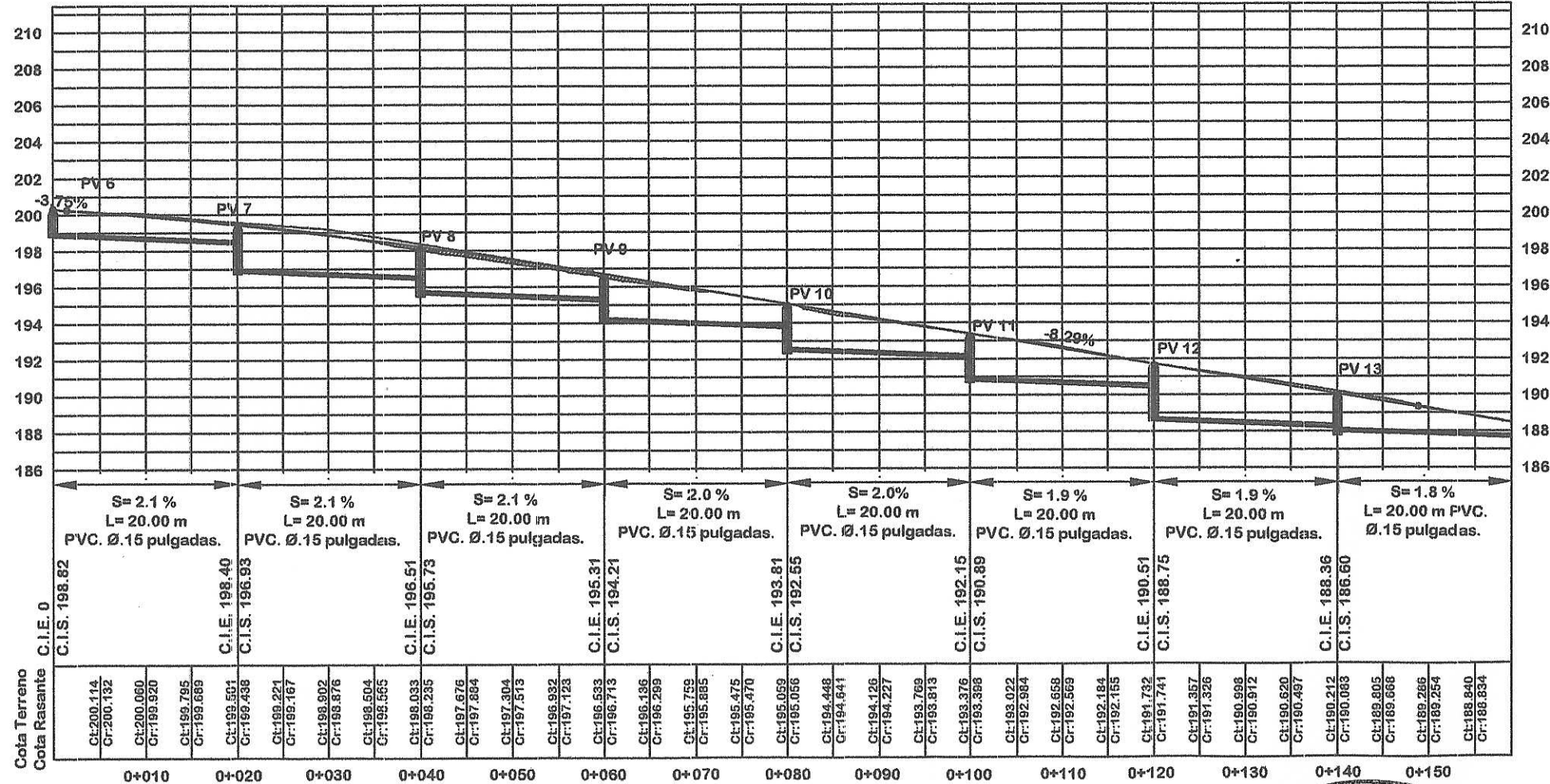
Fuente: elaboración propia.





**PLANTA**

Escala 1:500



Alignment - 5ª AVENIDA DE E0\_R35-16  
INICIO: 0+000.00 FINAL: 0+150.00

**PERFIL**

Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
—	AREA A TRABAJAR
C	C: CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
●	POSTES DE TELEFONIA
☎	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

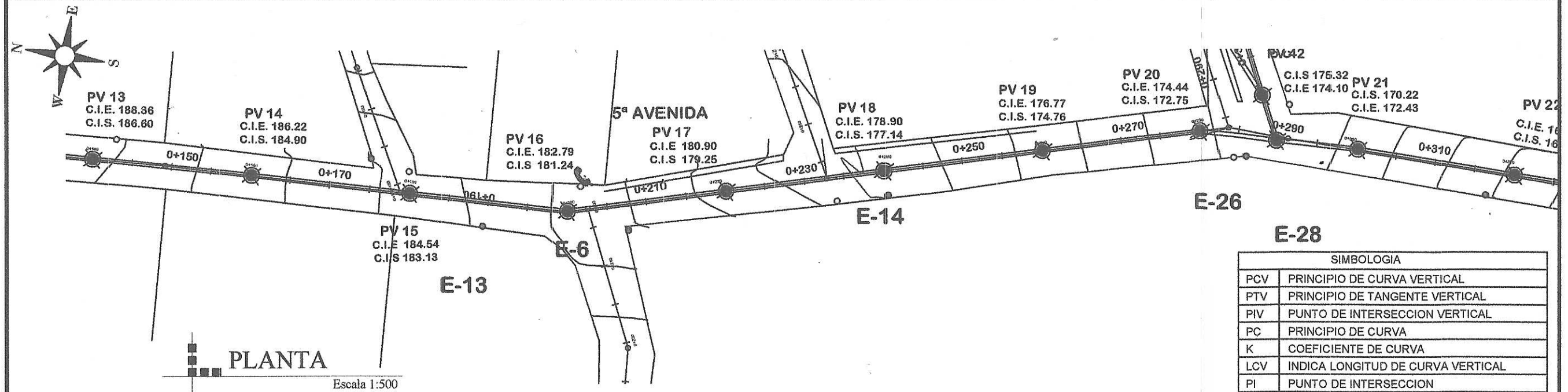
**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

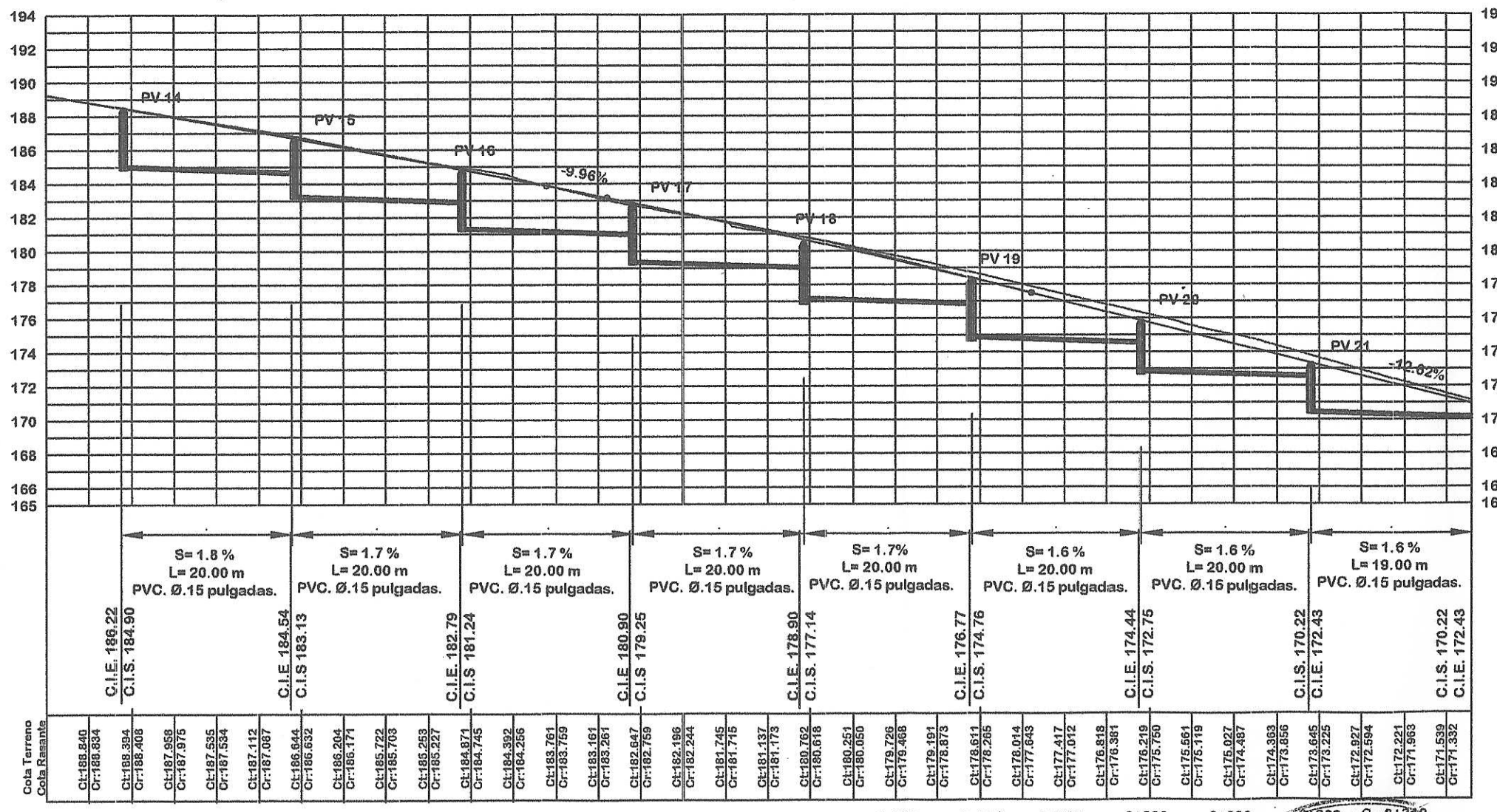
**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO  
**BASE:** SERÁ MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TARRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180 CARPETA DE RODADURA: RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	Ing. NICOLÁS VÁSQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PLANTA - PERFIL	5ª AVENIDA DE E0_R35-16 (Parte 14).
PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor: 1:600 Ver: 1:250	
HOJA	01 / 21



**PLANTA**  
Escala 1:500



Alignment - 5ª AVENIDA DE E0\_R35-16  
INICIO: 0+150.00 FINAL: 0+318.00

**PERFIL**  
Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C/R	C: CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

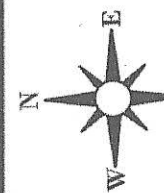
**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

**BASE:** SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180

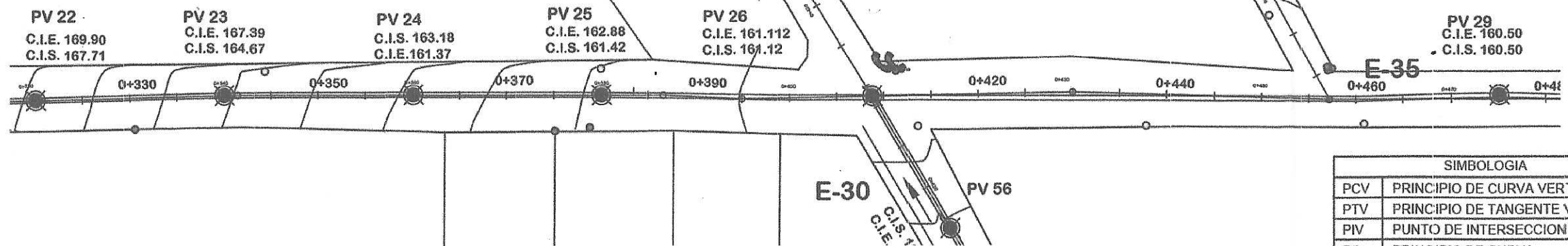
**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.h10. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, o ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.

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.	NICOLÁS VÁSQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPESINO MIXCO, GUATEMALA.	
escala	NT
proy	NT
calad	NT
revis	ING. OSCAR ARGUERA
PLANTA - PERFIL 5ª AVENIDA DE E0_R35-16 (Página 24) PLANTA: 1:500 & PERFIL: 1:300, Ver. 1:250	
HOJA	02
NICOLÁS VÁSQUEZ TOBAR - EPS ING. CIVIL	

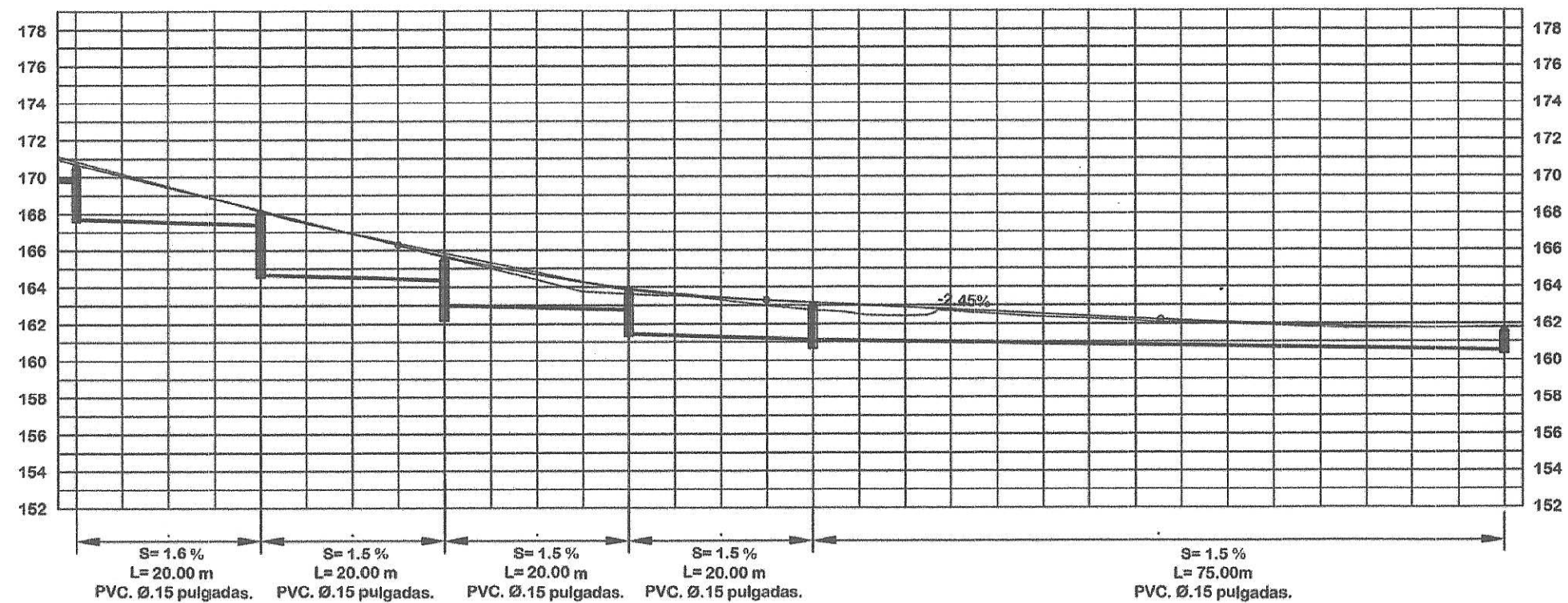


5ª AVENIDA



**PLANTA**

Escala 1:500



Cota Terreno	Ct:170.857	Ct:168.816	Ct:168.139	Ct:166.382	Ct:165.852	Ct:165.323	Ct:164.794	Ct:164.288	Ct:163.865	Ct:163.588	Ct:163.295	Ct:162.985	Ct:162.692	Ct:162.437	Ct:162.284	Ct:162.166	Ct:161.995	Ct:161.944	Ct:161.913	Ct:161.802	Ct:161.758	Ct:161.773	Ct:161.805
Cota Rasante	Cr:170.700	Cr:169.436	Cr:168.176	Cr:166.925	Cr:165.683	Cr:165.147	Cr:164.675	Cr:164.266	Cr:163.921	Cr:163.640	Cr:163.422	Cr:163.268	Cr:162.777	Cr:162.525	Cr:162.284	Cr:162.166	Cr:161.995	Cr:161.966	Cr:161.889	Cr:161.828	Cr:161.782	Cr:161.752	Cr:161.737

Alignment - 5ª AVENIDA DE E0\_R35-16  
INICIO: 0+318.00 FINAL: 0+477.00

**PERFIL**

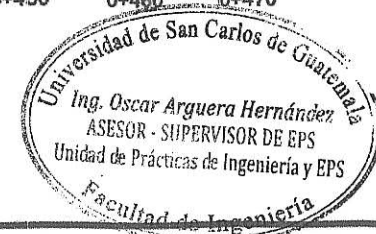
Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE
R	RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193 BASE: SERÁ MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180 CARPETA DE RODADURA: CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003. #10. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADA ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL AGERIO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.



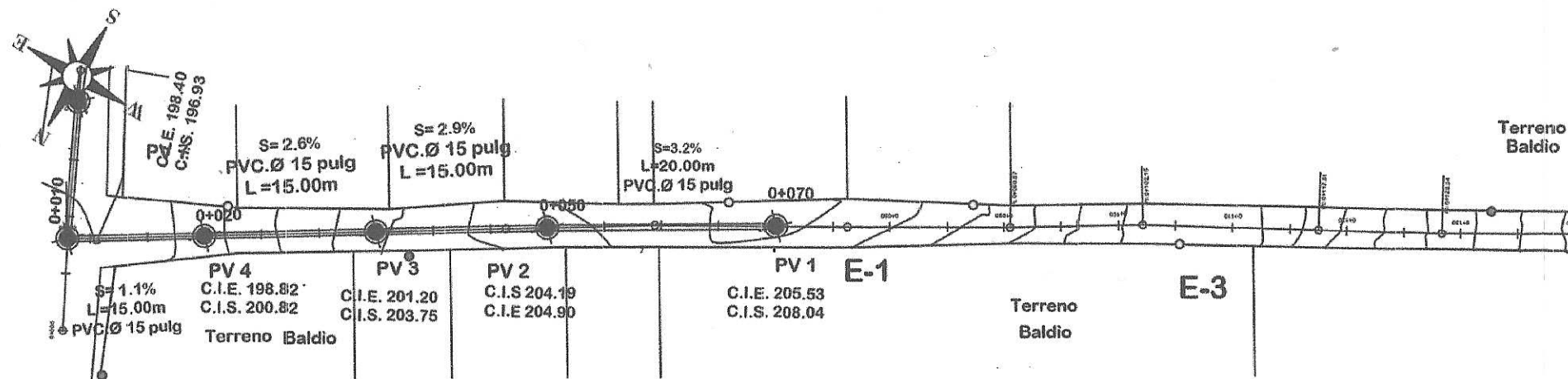
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL. **NICOLAS VÁSQUEZ TOBAR**

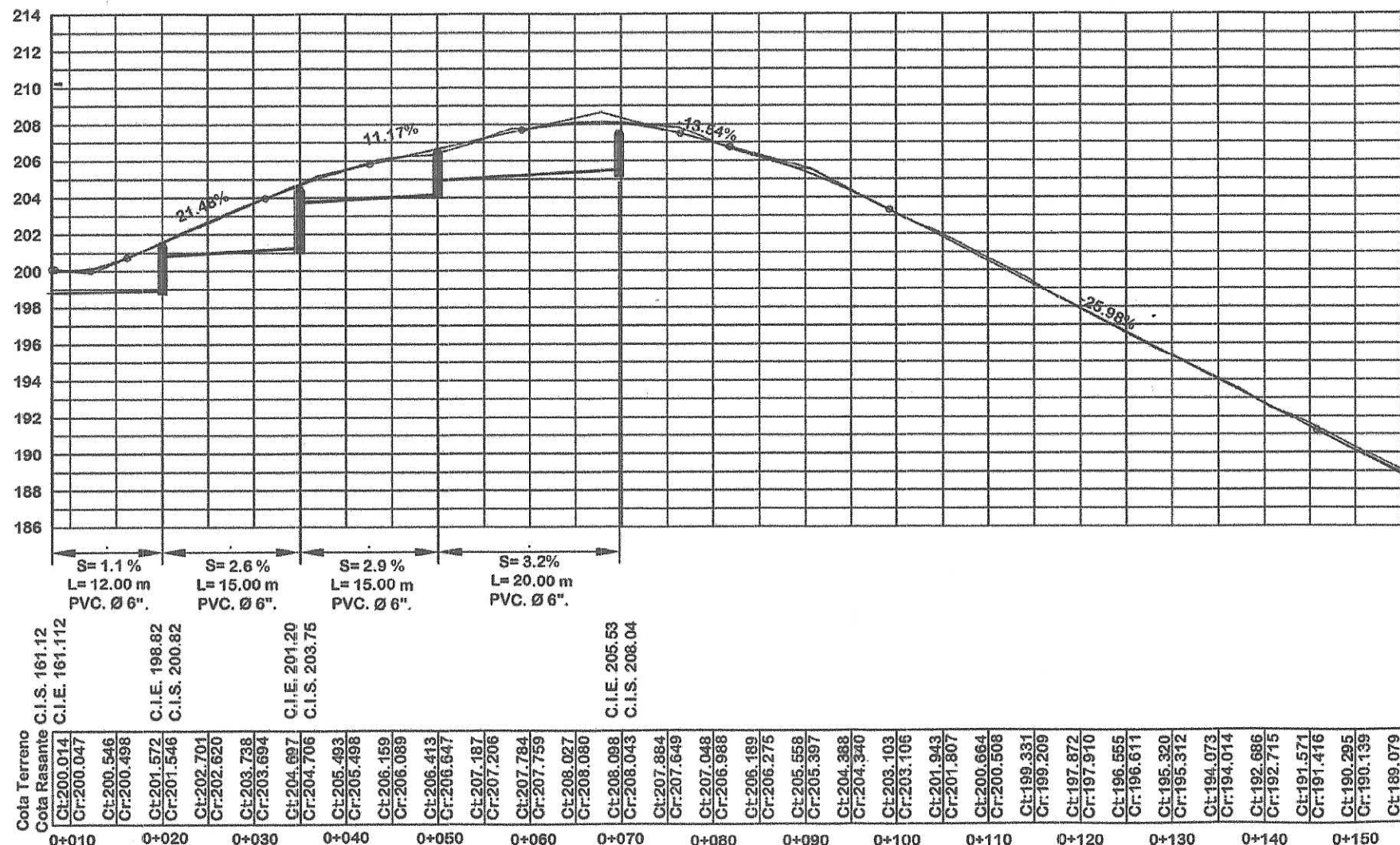
DISEÑO DE ALICANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.

PLANTA - PERFIL  
5ª AVENIDA DE E0\_R35-16 (Parte 2ª)  
PLANTA: 1:500 / PERFIL: Hor: 1:600, Ver: 1:300

HOJA 03 21



**PLANTA**  
Escala 1:500



Alignment - 2ª CALLE 1 DE E0\_R4.23  
INICIO: 0+008.03 FINAL: 0+167.00

**PERFIL**

Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	C: CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO

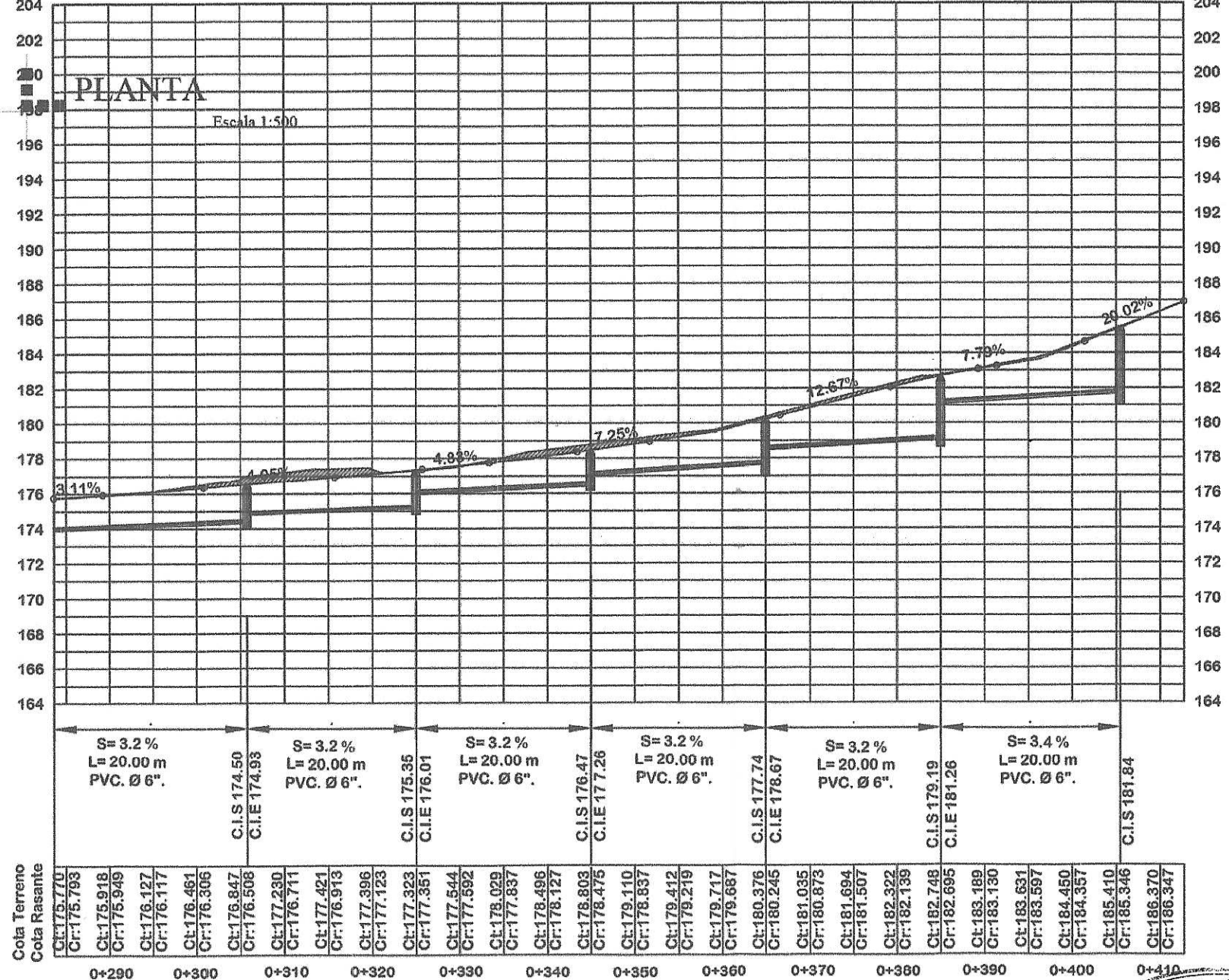
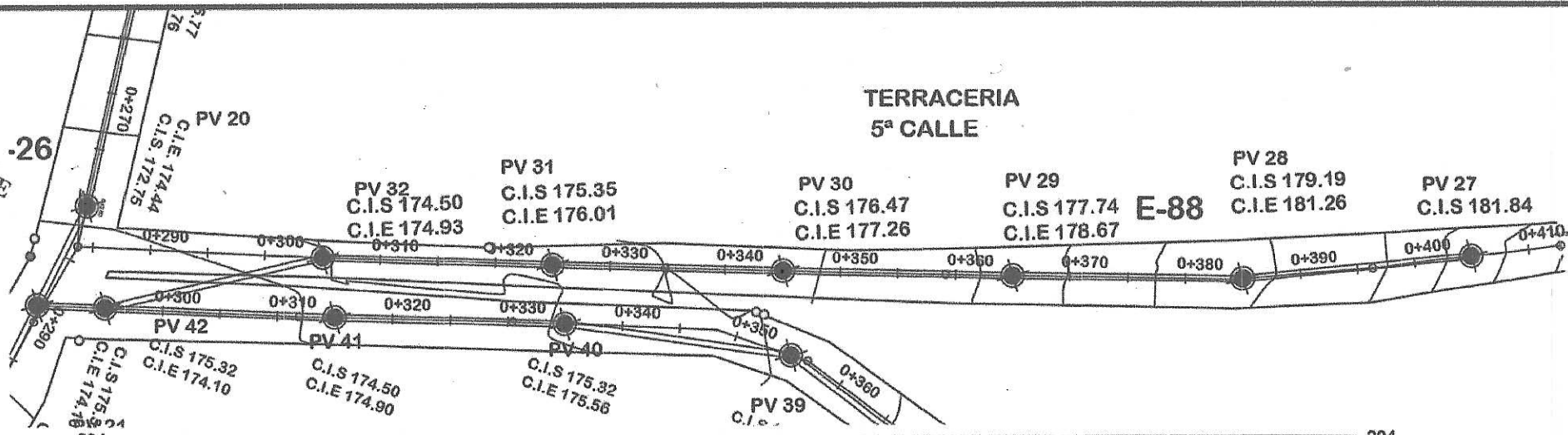
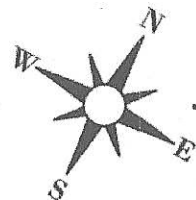
**SUB-RASANTE:** SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

**BASE:** SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180

**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.110. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLAS VASQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
Auto: NT	Revis: NT
PLANTA - PERFIL 2ª CALLE DE E0_R4.23 (Parte 1/2) PLANTA: 1:500 & PERFIL: 1:300, Esc. 1:250	
HOJA	04
21	



Alignment - 5ª CALLE 1 DE E26\_R27.1  
 INICIO: 0+283.68 FINAL: 0+412.81

**PERFIL**  
 Escala Hor: 1:600  
 Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
—	AREA A TRABAJAR
C: R	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
●	POSTES DE TELEFONIA
Ⓣ	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

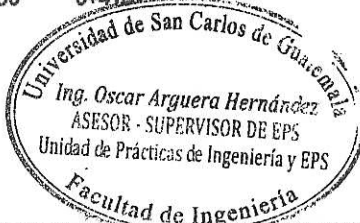
**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

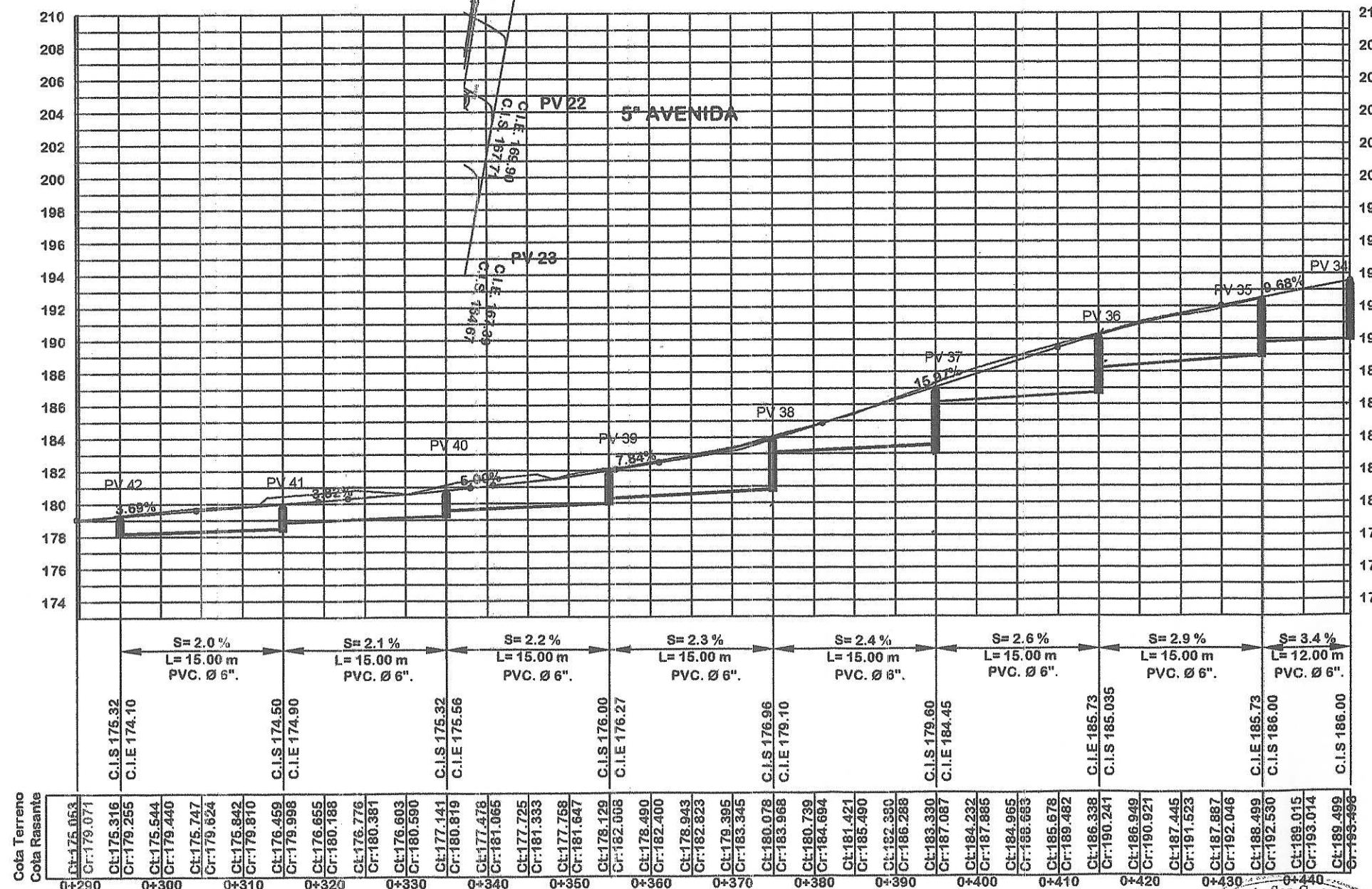
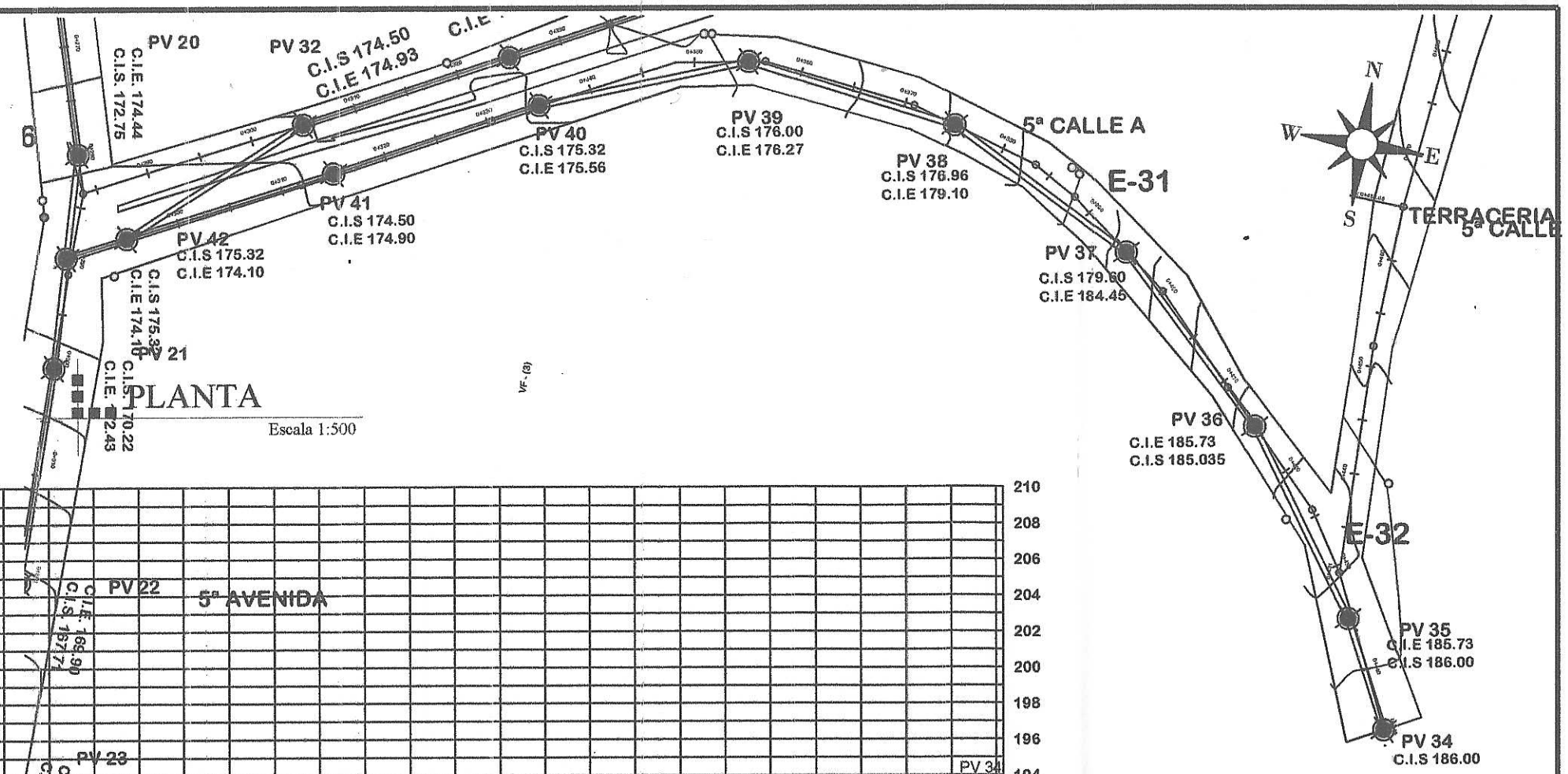
**BASE:** SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180

**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.h10. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLÁS VÁSQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
ESTADO: NT	FECHA: NT
CALCULO: NT	REVISOR: ING. OSCAR ARGUETA
PLANTA - PERFIL	
5ª CALLE 1 DE E26_R27.1, 2ª AVENIDA 1 DE E48_E48	
PLANTA: 1:500 & PERFIL: HOJAS 1:300, Ver. 1:200	
HOJA	05
21	

SIMBOLOGÍA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONÍA
☎	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA



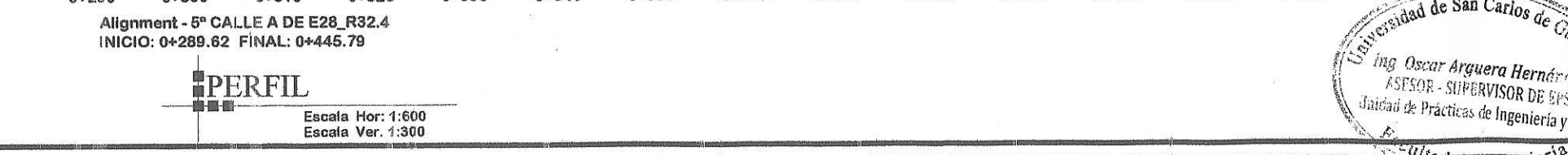
### ESPECIFICACIONES

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INGHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

**BASE:** SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, RAICES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180

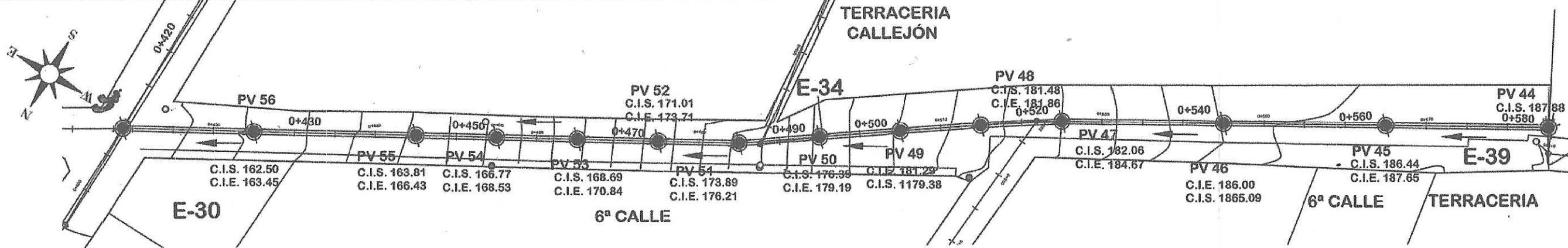
**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.h10. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES SIGNIFICATIVAS DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.



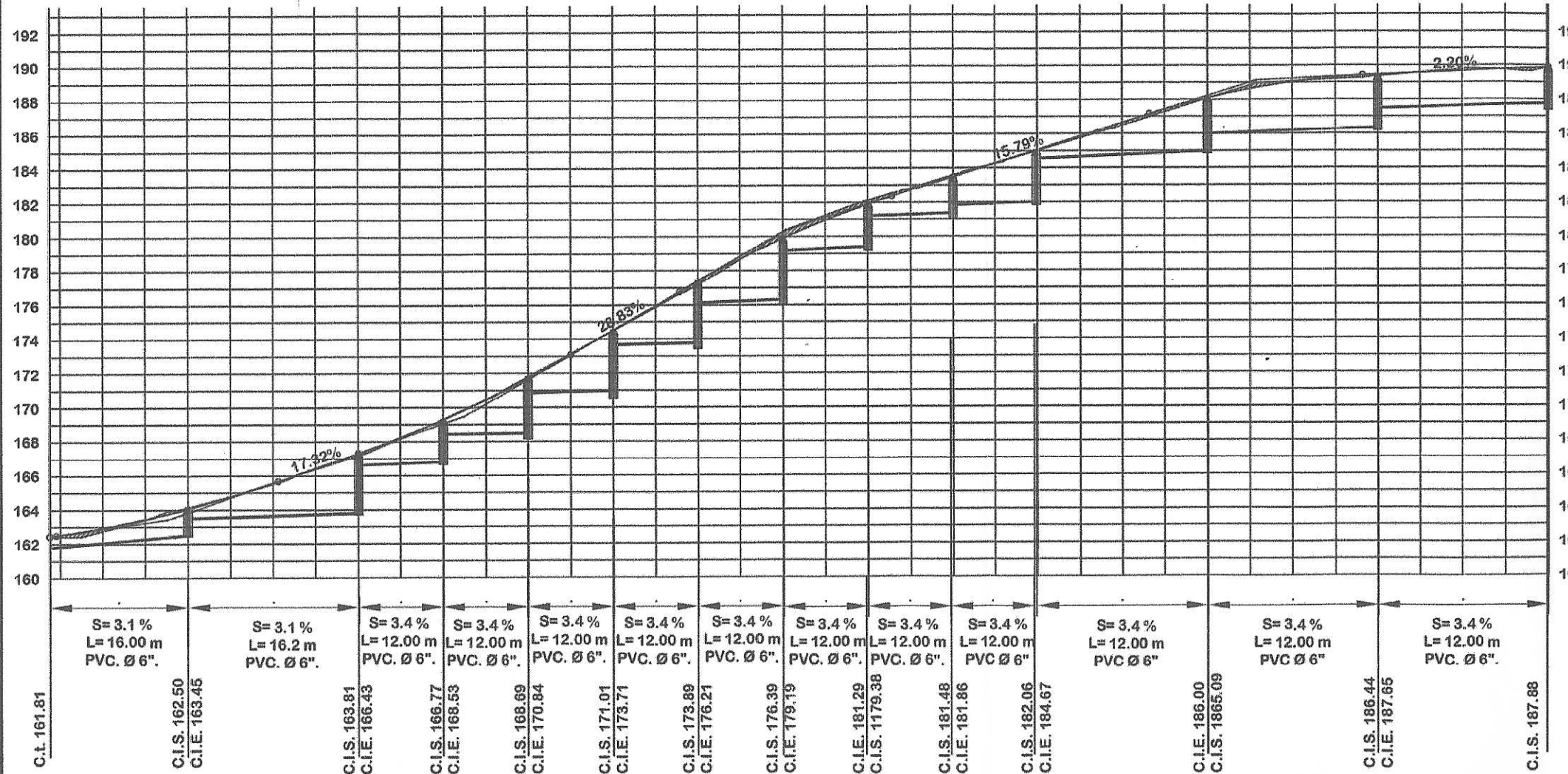
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. NICOLAS VÁSQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPESINO MIXCO, GUATEMALA.	
ESTADO: NT	FECHA: 04/04/2011
PLANTA - PERFIL 2ª CALLE 1 DE EQ_R4.23 (Parte 1/2) PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor: 1:600 Ver: 1:250	
HOJA 06	21

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





**PLANTA**  
Escala 1:500



Estación	Cota Rasanté	Cota Terraceria
0+410	162.529	162.425
0+420	162.772	162.425
0+430	163.427	164.064
0+440	163.455	164.768
0+450	164.144	166.232
0+460	164.064	167.308
0+470	164.768	168.193
0+480	165.529	168.232
0+490	165.577	169.292
0+500	166.390	170.423
0+510	166.442	171.794
0+520	167.177	171.692
0+530	167.308	173.140
0+540	168.193	173.075
0+550	168.232	174.490
0+560	169.292	174.516
0+570	170.423	175.866
0+580	171.794	175.958

**PERFIL**  
Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

**BASE:** SERÁ MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180

**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.110. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.

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

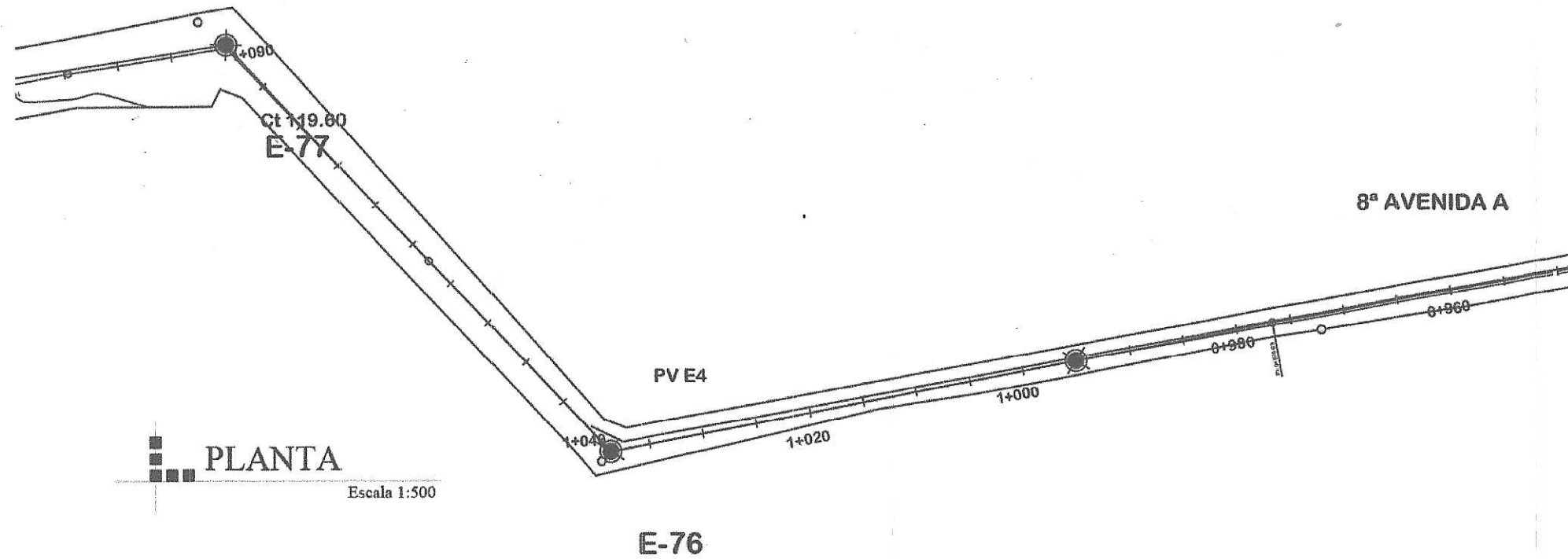
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA.

REGIÓN CENTRAL, NICOLÁS VÁSQUEZ TOBAR

DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.

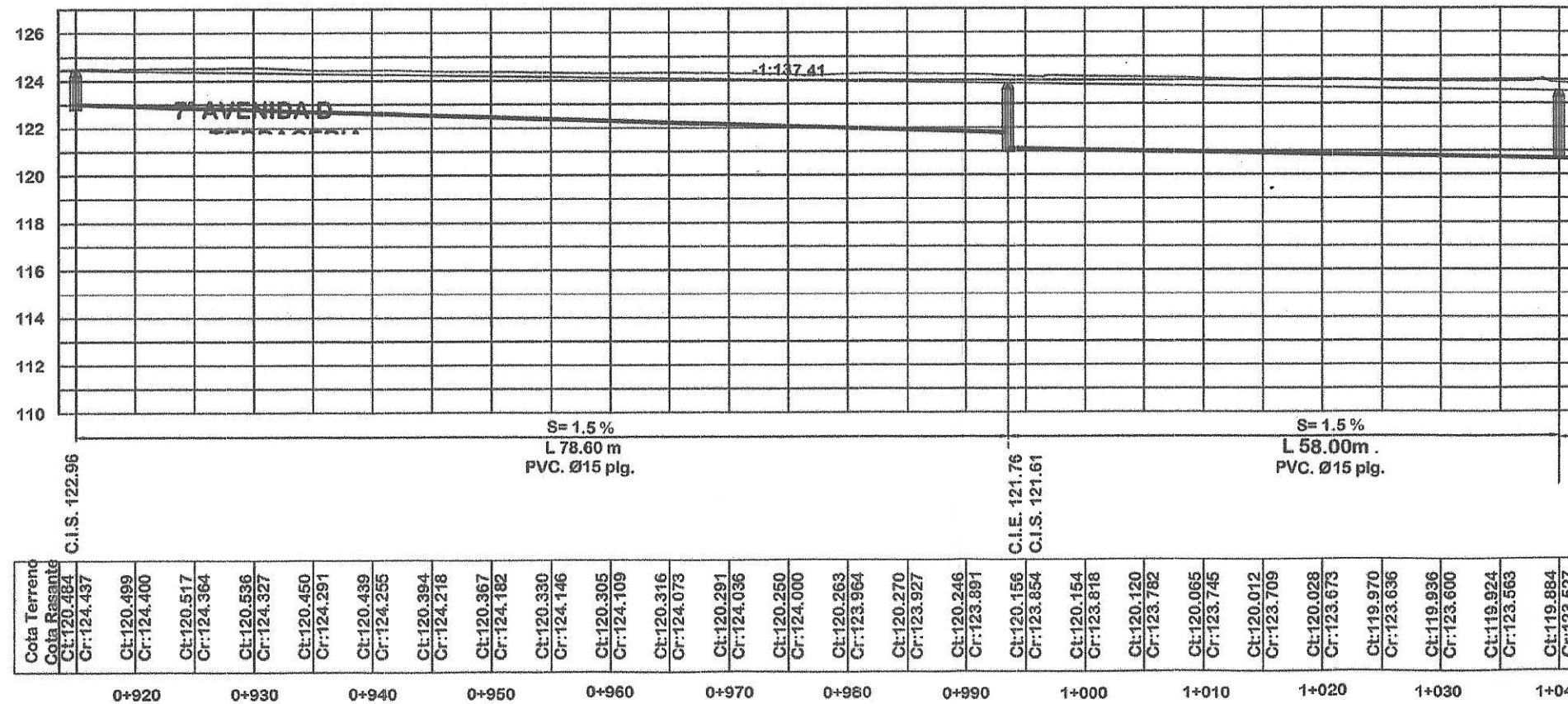
PLANTA - PERFIL  
6ª CALLE 2 DE E30\_R39.8  
PLANTA: 1:500 & PERFIL: HOR: 1:600, VER: 1:300

HOJA 07 21



**PLANTA**  
Escala 1:500

SIMBOLOGIA	
PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
PC	PRINCIPIO DE CURVA
K	COEFICIENTE DE CURVA
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL
PI	PUNTO DE INTERSECCION
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE
R	RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Station	Cota Terreno	Cota Rasante	Corte	Relleño
0+920	120.484	124.437		
0+930	120.499	124.400		
0+940	120.517	124.384		
0+950	120.536	124.327		
0+960	120.450	124.291		
0+970	120.439	124.255		
0+980	120.394	124.218		
0+990	120.367	124.182		
1+000	120.330	124.146		
1+010	120.305	124.109		
1+020	120.316	124.073		
1+030	120.291	124.036		
1+040	120.250	124.000		
1+050	120.263	123.964		
1+060	120.270	123.927		
1+070	120.246	123.891		
1+080	120.156	123.854		
1+090	120.154	123.818		
1+100	120.120	123.782		
1+110	120.065	123.745		
1+120	120.012	123.709		
1+130	120.028	123.673		
1+140	119.970	123.636		
1+150	119.936	123.600		
1+160	119.924	123.563		
1+170	119.884	123.527		

Alignment - 8ª AVENIDA A 2 DE E66\_E79  
INICIO: 0+913.58 FINAL: 1+072.00

**PERFIL**  
Escala Hor: 1:600  
Escala Ver: 1:300

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE

**DIMENSIONALES:** SISTEMA MÉTRICO O INDICADO

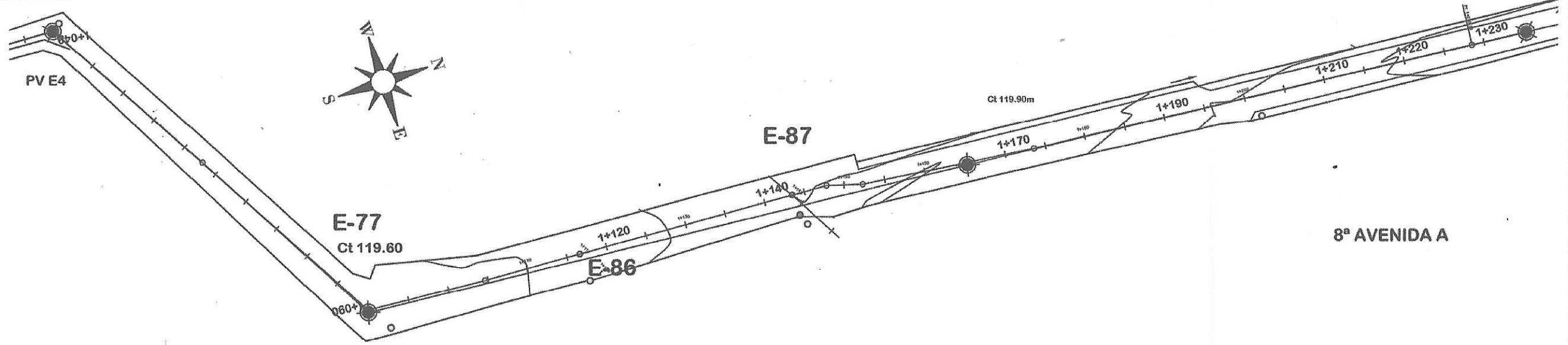
**SUB-RASANTE:** SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGÚN AASHTO T 193

**BASE:** SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, RAÍCES, CÉSPED. DEBERÁ CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACIÓN DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-100

**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.110. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ÁCIDOS, ÁLCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.

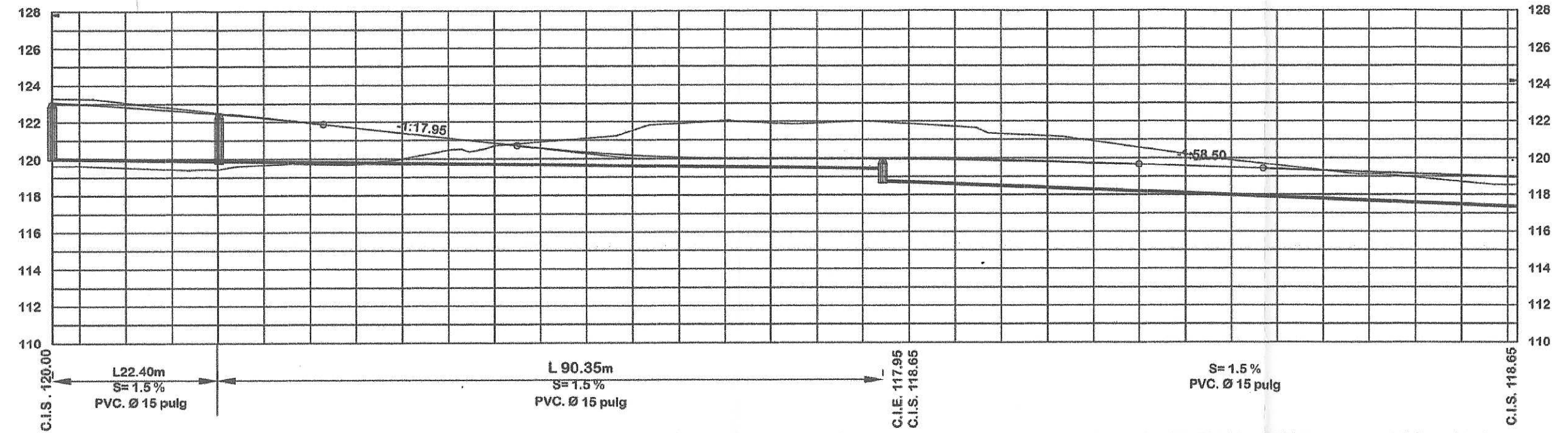


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLAS VASQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
DISEÑO: NT	REVISÓ: NT
PROYECTO: NT	FECHA: 11/08/2010
PLANTA - PERFIL 8ª AVENIDA A 2 DE E66_E79 (parte 1/2) PLANTA Y PERFIL: Hor: 1:500, Ver: 1:200	
HOJA	08
21	



**PLANTA**

Escala 1:500



Cota Terreno	Cota Rasante	Estación
119.630	123.004	1+080
119.533	122.841	1+090
119.436	122.654	1+100
119.427	122.444	1+110
119.677	122.209	1+120
119.730	121.949	1+130
119.714	121.672	1+140
120.004	121.393	1+150
120.461	121.114	1+160
120.703	120.836	1+170
120.904	120.564	1+180
121.104	120.341	1+190
121.521	120.174	1+200
121.896	120.063	1+210
122.046	120.007	1+220
121.914	120.000	1+230
121.907	119.995	
122.005	119.979	
121.862	119.952	
121.710	119.915	
121.318	119.866	
121.199	119.808	
120.922	119.738	
120.568	119.658	
120.214	119.573	
119.895	119.487	
119.610	119.402	
119.325	119.315	
119.113	119.228	
118.943	119.139	
118.710	119.049	
118.540	118.958	

Alignment - 8ª AVENIDA A 2 DE E68\_E79  
 INICIO: 1+072.00 FINAL: 1+231.00

**PERFIL**

Escala Hor: 1:600  
 Escala Ver: 1:300

**SIMBOLOGIA**

PCV	PRINCIPIO DE CURVA VERTICAL	—	RASANTE
PTV	PRINCIPIO DE TANGENTE VERTICAL	—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
PIV	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL	—	AREA A TRABAJAR
PC	PRINCIPIO DE CURVA	C	C: CORTE, R: RELLENO
K	COEFICIENTE DE CURVA	●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
LCV	INDICA LONGITUD DE CURVA VERTICAL	●	POSTES DE TELEFONIA
PI	PUNTO DE INTERSECCION	⊕	TELÉFONO PUBLICO
S=	PENDIENTE	○	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERA CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE DIMENSIONALES: SISTEMA METRICO O INDICADO SUB-RASANTE: SUELOS GRANULARES CON MENOS DEL 3 POR CIENTO DE FACTOR DE INCHAMIENTO SEGUN AASHTO T 193 BASE: SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, RAICES, CÉSPED. DEBERA CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA TABLA CORRESPONDIENTE A LA GRADUACION DEL "TIPO C-1", DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES EN EXPEDIENTE. LA COMPACTACION DEBERA SER COMO MINIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MAXIMA, DETERMINADA SEGUN EL METODO AASHTO T-180 CARPETA DE RODADURA: CEMENTO HIDRAULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGUN AASHTO T 106, ASTM C 109 y COGUANOR NG 41003.110. EL AGREGADO FINO: DEBERA SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGUN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERA SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGUN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERA SER PREFERENTEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE ACEITE, ACIDOS, ALCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGANICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO O AL ACERO. ASENTAMIENTO RECOMENDADO PARA EL CONCRETO 40 ± 20 MM.



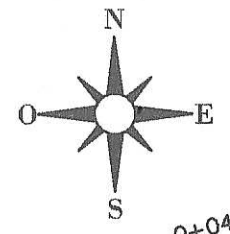
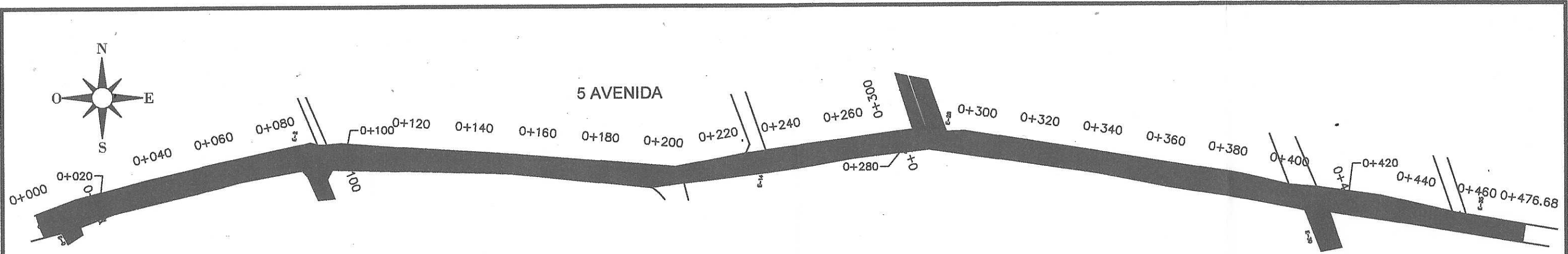
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA.

REGION CENTRAL. **NICOLAS VASQUEZ TOBAR**

DISENO DE RECONTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMAFANERO MEXICO, GUATEMALA.

PLANTA - PERFIL  
 8ª AVENIDA A 2 DE E68\_E79 (parte 2/3)  
 PLANTA 1:500 & PERFIL: Hor 1:600 Ver 1:250

HOJA 21

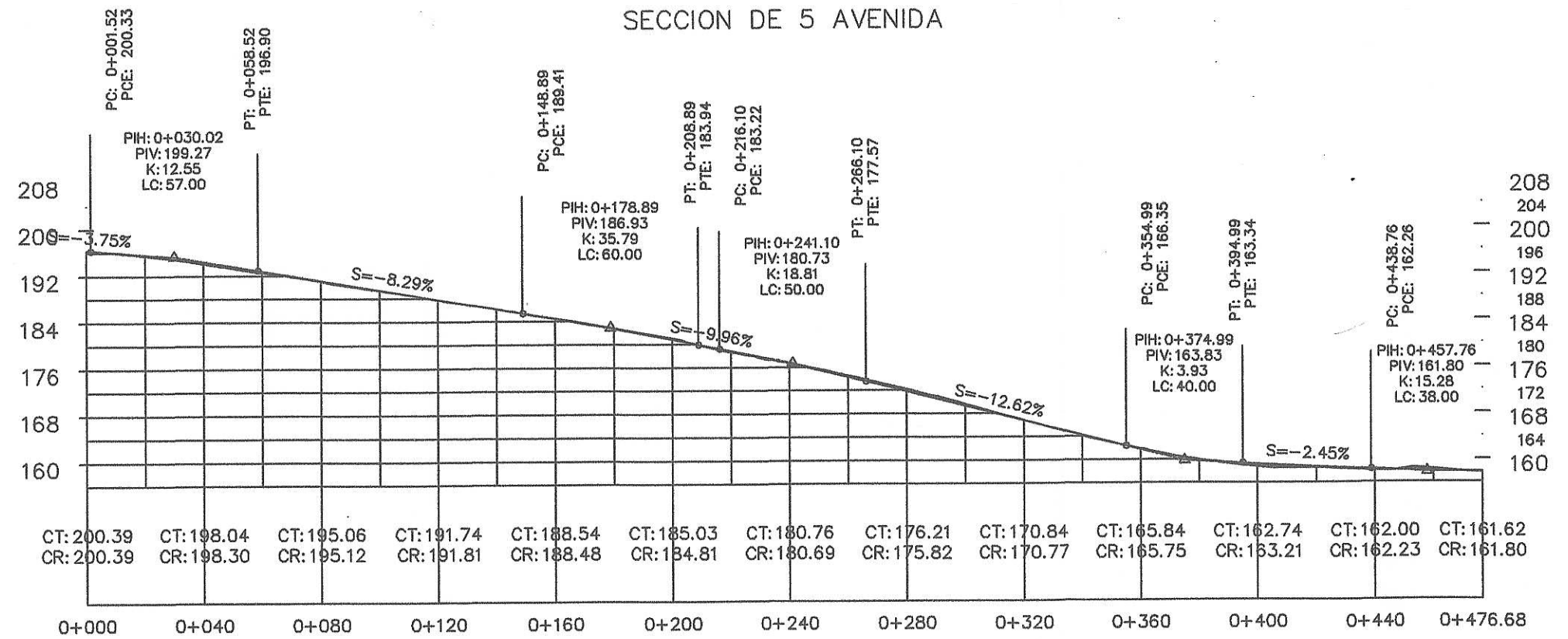


**PLANTA**

Escala 1:1250

SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C: CORTE, R: RELLENO	
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

**SECCION DE 5 AVENIDA**



**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO. EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES: SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

**BASE:** SERÁ MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGÁNICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180.

**CARPETA DE RODADURA:** CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERÁN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150. RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 105, ASTM C 109. EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33. AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO. ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CAMBIOS PERJUDICIALES.

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

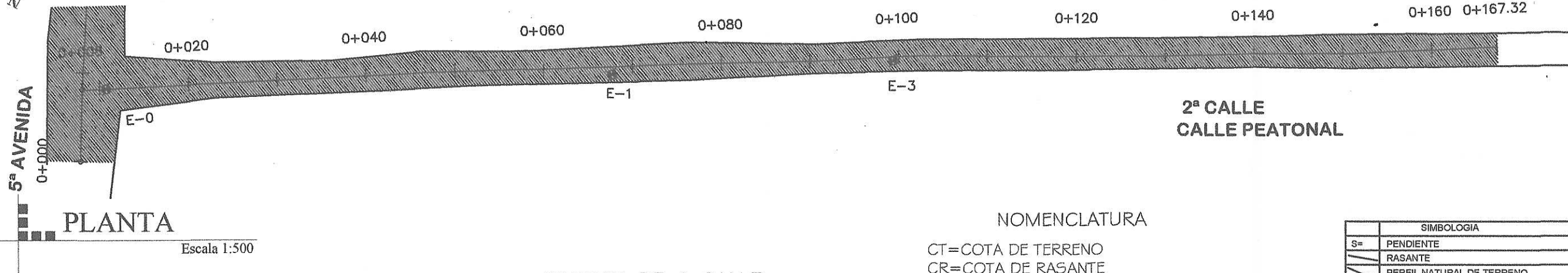
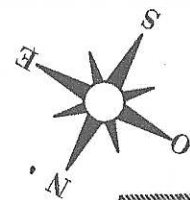
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR
PAVIMENTACIÓN DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PLANTA - PERFIL 5 AVENIDA PLANTA: 1:1250 & PERFIL: HOR. 1:2000, VER. 1:1000	HOJA 10 21
NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR

**NOMENCLATURA**

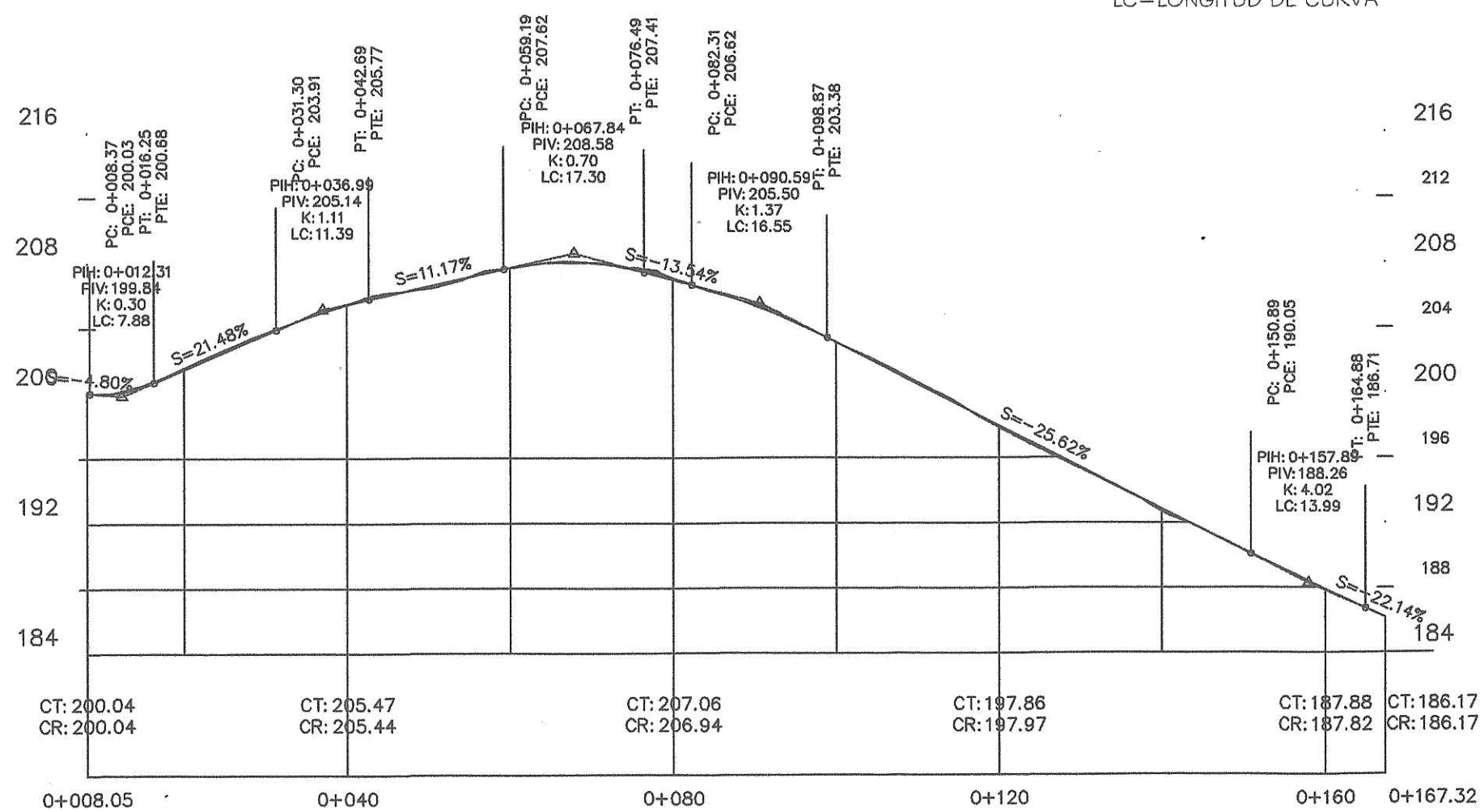
CT=COTA DE TERRENO  
 CR=COTA DE RASANTE  
 PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL  
 PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL  
 LC=LONGITUD DE CURVA

**PERFIL**

Escala Hor: 1:2000  
 Escala Ver: 1:1000



SECCION DE 2 CALLE



NOMENCLATURA

- CT=COTA DE TERRENO
- CR=COTA DE RASANTE
- PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL
- PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
- LC=LONGITUD DE CURVA

SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C: CORTE, R: RELLENO	
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊙	TELÉFONO PUBLICO
⊖	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECÍFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES. SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

**BASE:**  
SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGANICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180.

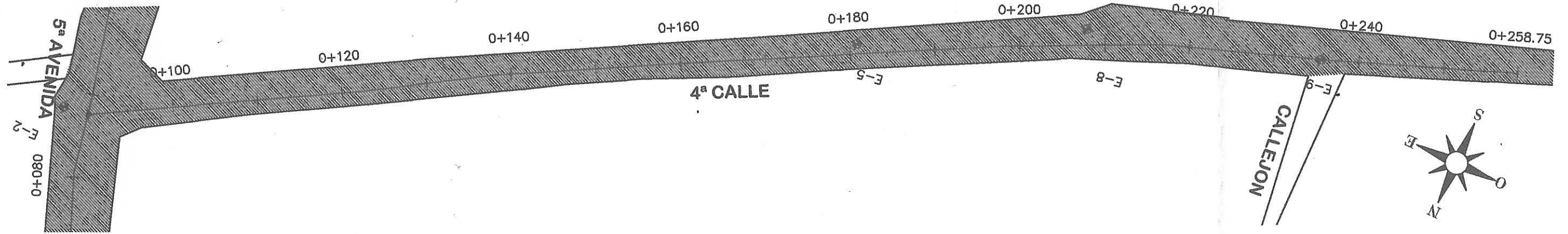
**CARPETA DE RODADURA:**  
CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 80, ASTM C 150.  
RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109  
EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B.

EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33  
AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO. ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES

**PERFIL**  
Escala Hor: 1:750  
Escala Ver: 1:375



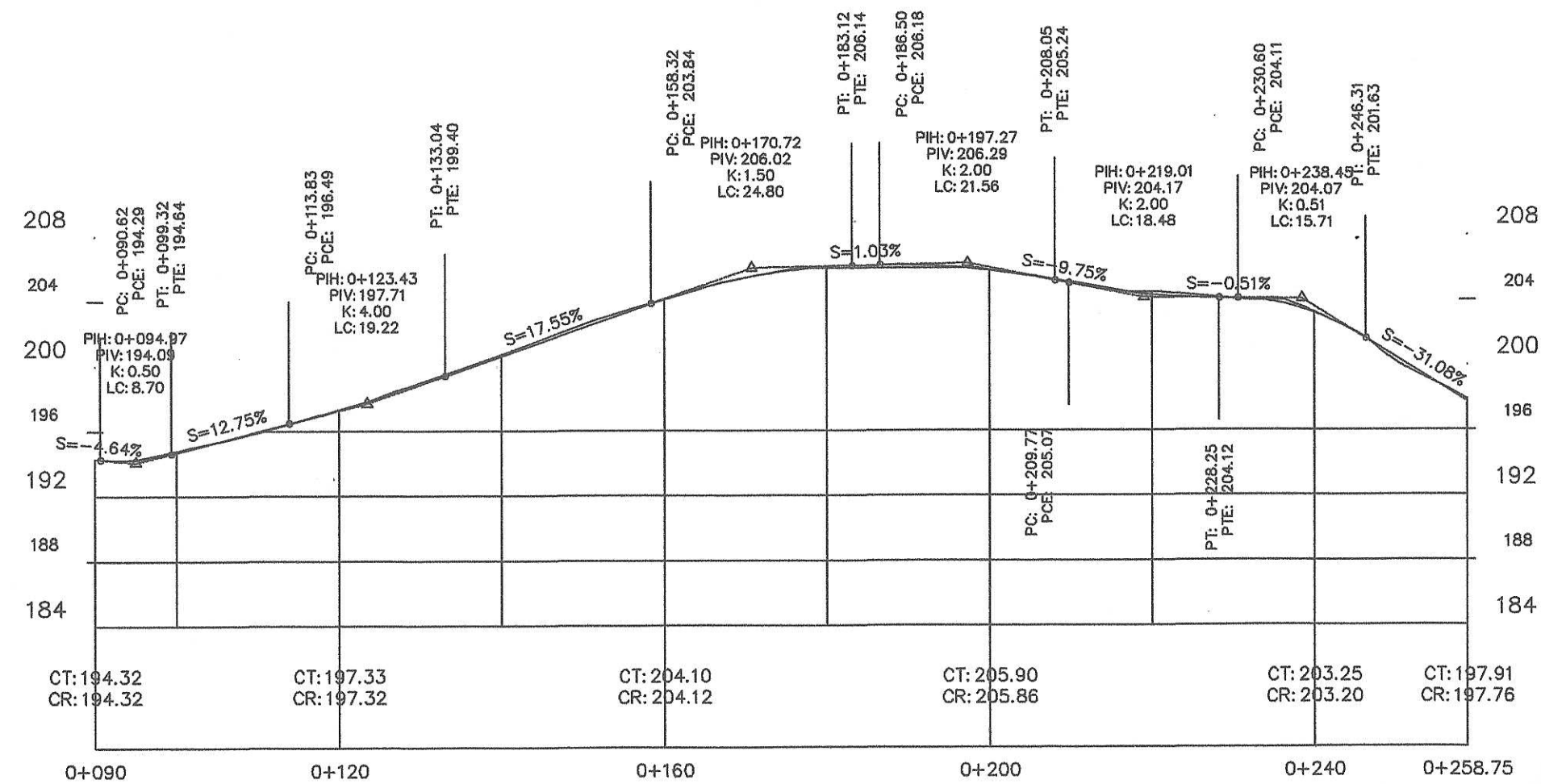
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	N. COLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR
PAVIMENTACIÓN DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
NT	NT
PLANTA - PERFIL 2ª CALLE PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor. 1:500, Ver. 1:250	
HOJA	21



**PLANTA**

Escala 1:500

**SECCION DE 4 CALLE**



**NOMENCLATURA**

- CT=COTA DE TERRENO
- CR=COTA DE RASANTE
- PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL
- PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL
- LC=LONGITUD DE CURVA

SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊙	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES: SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

**BASE:**  
SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGANICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180.

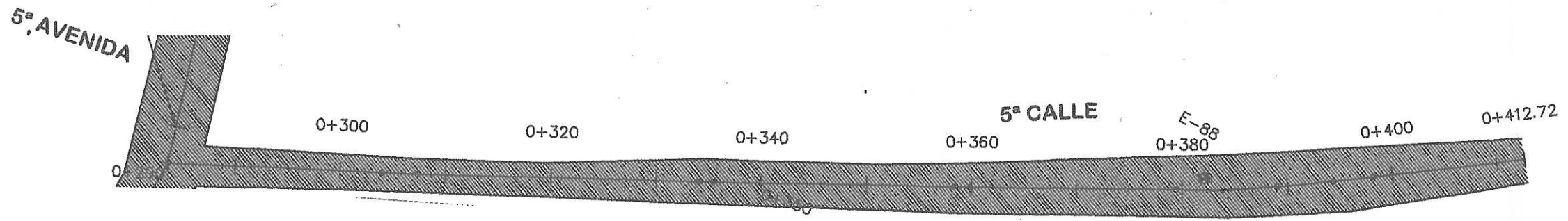
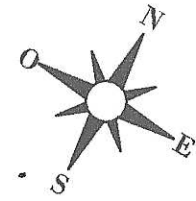
**CARPETA DE RODADURA:**  
CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150.  
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 105, ASTM C 109  
EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B.  
EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33  
AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERIDE ACEITE, ACIDOS, ALCALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO, ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES

**PERFIL**

Escala Hor: 1:750  
Escala Ver: 1:375



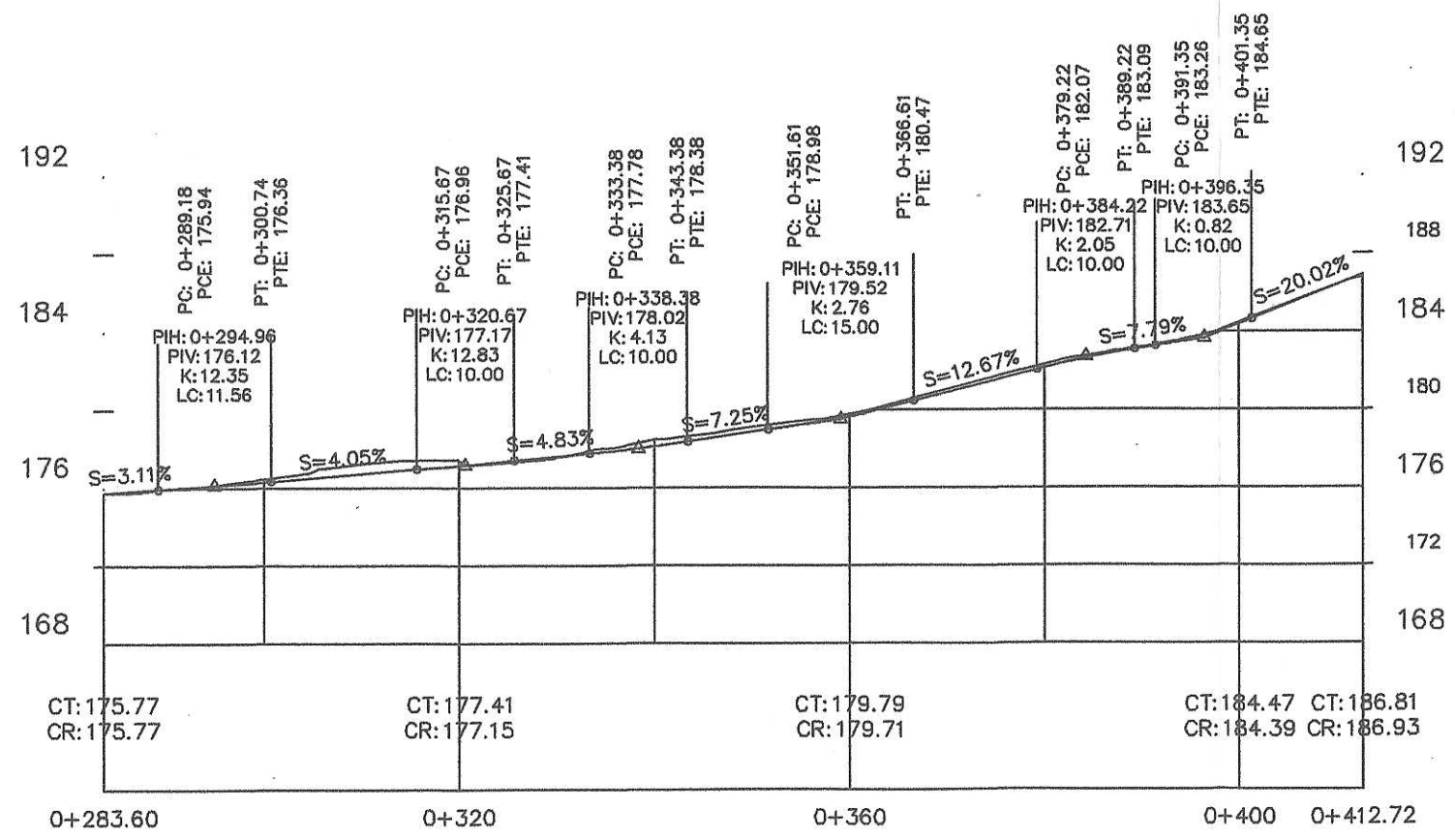
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PLANTA - PERFIL	4 CALLE
PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor. 1:750, Ver. 1:375	
NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR



**PLANTA**

Escala 1:500

**SECCION DE 5 CALLE**



SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊙	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES: SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

BASE: SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGANICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-100.

CARPETA DE RODADURA: CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 105, ASTM C 109 EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTÍCULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B.

EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALES, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO. ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES

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.	NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
ESTUDIO	NT
DISEÑO	NT
CONSTRUCCIÓN	NT
PLANTA - PERFIL 5 CALLE PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor. 1:100, Ver. 1:375	
NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR.
HOJA	13
	21

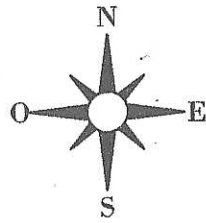
**NOMENCLATURA**

CT=COTA DE TERRENO  
 CR=COTA DE RASANTE  
 PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL  
 PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL  
 LC=LONGITUD DE CURVA

**PERFIL**

Escala Hor: 1:750  
 Escala Ver: 1:375

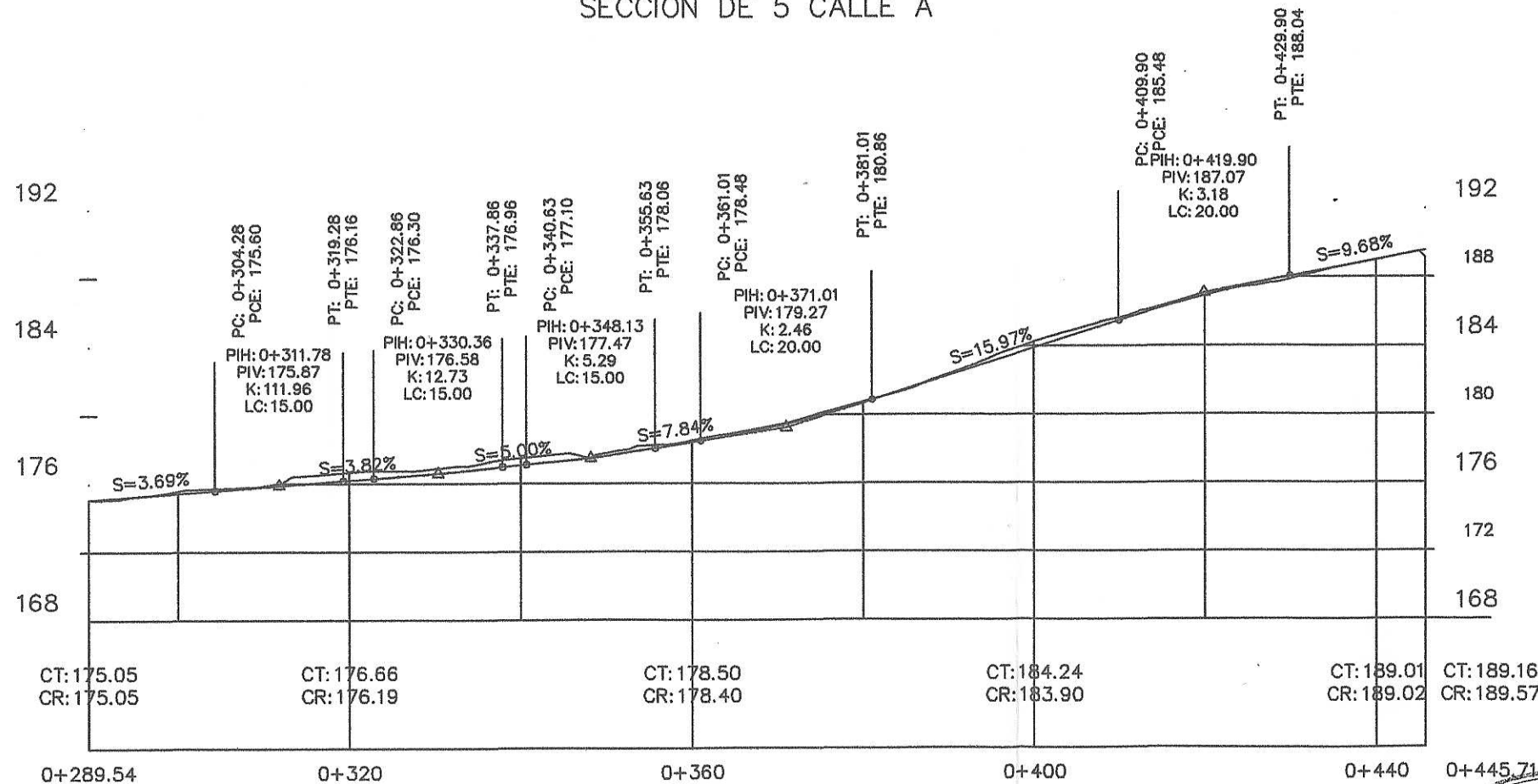
5ª AVENIDA



PLANTA

Escala 1:500

SECCION DE 5 CALLE A



NOMENCLATURA  
 CT=COTA DE TERRENO  
 CR=COTA DE RASANTE  
 PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL  
 PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL  
 LC=LONGITUD DE CURVA

SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C: R:	CORTE, R: RELLENO
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
⊙	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL

ESPECIFICACIONES

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES: SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

BASE: SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGANICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGUN EL MÉTODO AASHTO T-180.

CARPETA DE RODADURA: CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150. RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGUN AASHTO T 105, ASTM C 109. EL AGREGADO FINO: DEBERA SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGUN AASHTO M 6, CLASE B. EL AGREGADO GRUESO: DEBERA SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGUN AASHTO M 80, O ASTM C-33. AGUA PARA MEZCLA: DEBERA SER PREFERE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALES, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO. ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES.

PERFIL

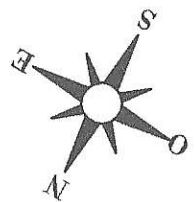
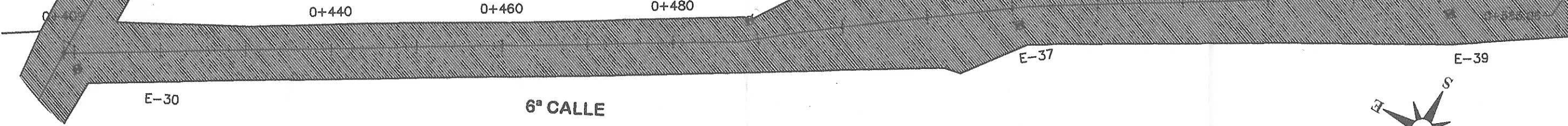
Escala Hor: 1:750  
 Escala Ver: 1:375



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	EP: NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PROYECTO: NT	DISEÑO: NT
PLANTA - PERFIL	
5 CALLE A	
PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor. 1:750, Ver. 1:375	
NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	
ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR	
HOJA	21



5ª AVENIDA



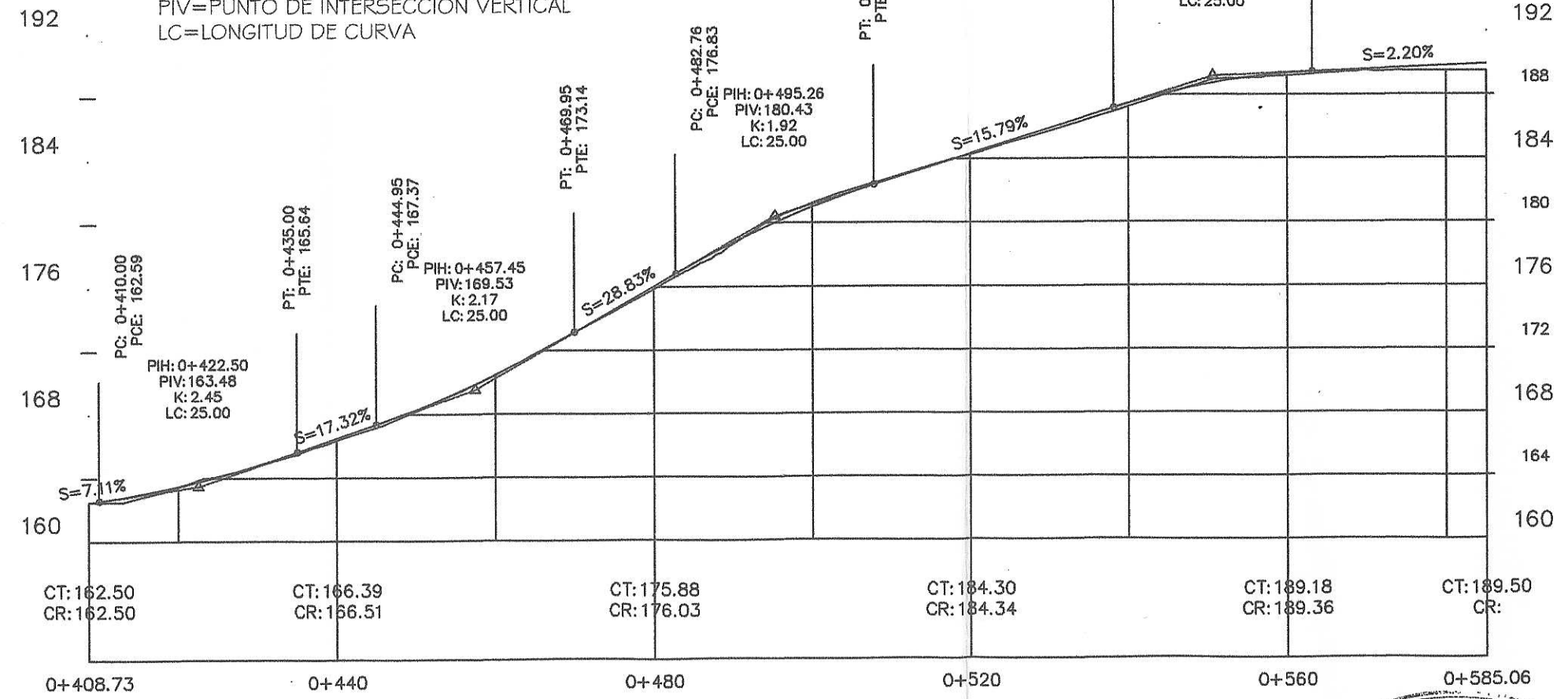
**PLANTA**

Escala 1:500

**SECCION DE 6 CALLE**

**NOMENCLATURA**

CT=COTA DE TERRENO  
 CR=COTA DE RASANTE  
 PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL  
 PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL  
 LC=LONGITUD DE CURVA



SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
■	AREA A TRABAJAR
C: CORTE, R: RELLENO	
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
○	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL

**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE.

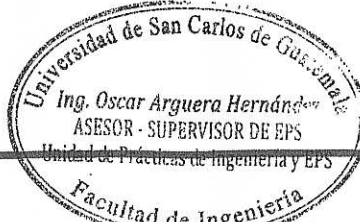
**DIMENSIONALES:**  
 SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

**BASE:**  
 SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TARRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGANICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGUN EL MÉTODO AASHTO T-180.

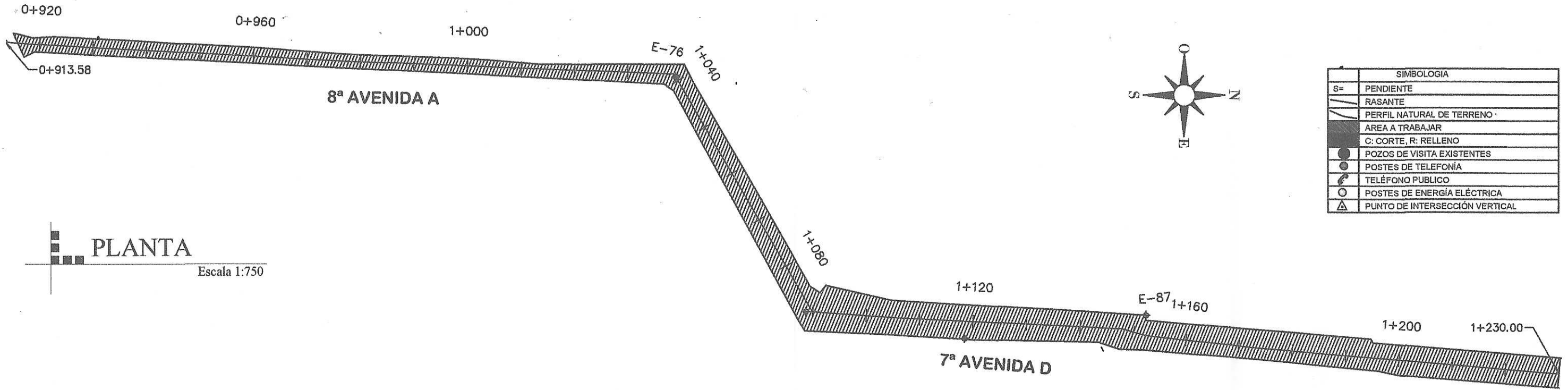
**CARPETA DE RODADURA:**  
 CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150.  
 RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGUN AASHTO T 108, ASTM C 109  
 EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGUN AASHTO M 6, CLASE B.  
 EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGUN AASHTO M 80, O ASTM C-33  
 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERIDE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALIS, AZOCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO. ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES

**PERFIL**

Escala Hor: 1:750  
 Escala Ver: 1:375



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PROYECTO: NT	REVISADO: NT
PLANTA - PERFIL 6 CALLE	
PLANTA: 1:500 & PERFIL: Hor. 1:750, Ver. 1:375	
NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR
HOJA	15
	21

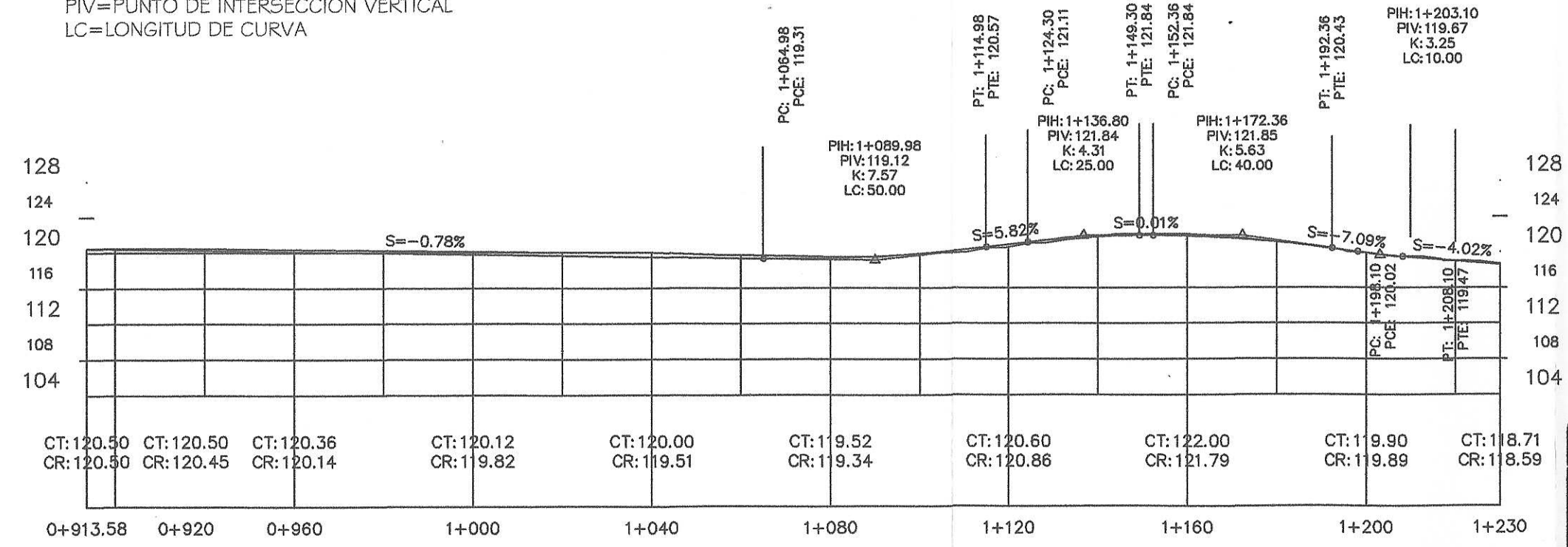


SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
—	AREA A TRABAJAR
C: CORTE, R: RELLENO	
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
⊙	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA
△	PUNTO DE INTERSECCIÓN VERTICAL

**PLANTA**  
Escala 1:750

NOMENCLATURA SECCION DE 8 CALLE A Y 7 AVENIDA D

CT=COTA DE TERRENO  
CR=COTA DE RASANTE  
PIH=PUNTO DE INTERSECCION HORIZONTAL  
PIV=PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL  
LC=LONGITUD DE CURVA



**ESPECIFICACIONES**

TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE.

**DIMENSIONALES:**  
SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

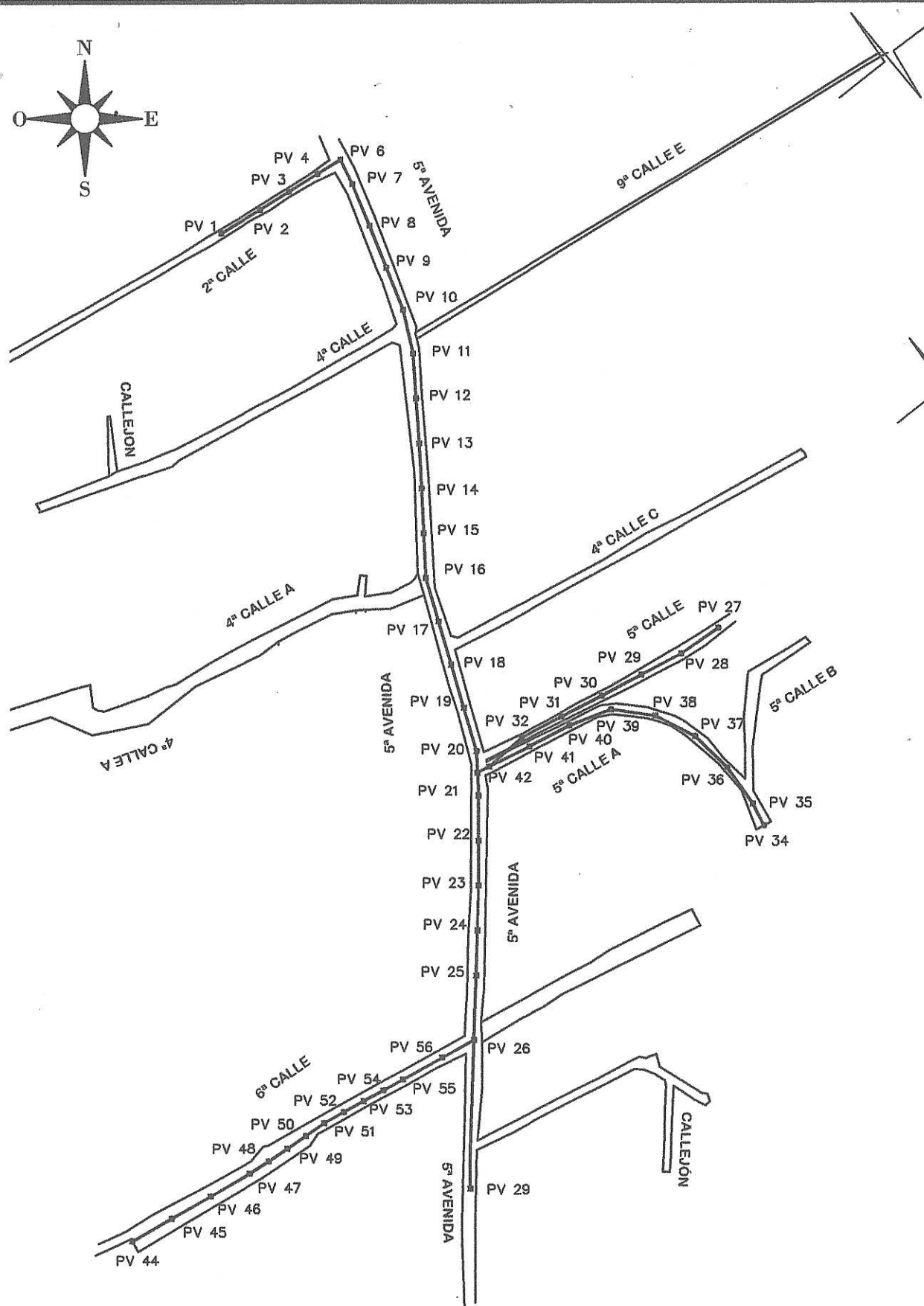
**BASE:**  
SERA MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TERRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGÁNICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGÚN EL MÉTODO AASHTO T-180.

**CARPETA DE RODADURA:**  
CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150.  
RESISTENCIA A LOS 28 DÍAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGÚN AASHTO T 106, ASTM C 109  
EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURAL O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGÚN AASHTO M 6, CLASE B.  
EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGÚN AASHTO M 80, O ASTM C-33  
AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERENTE ACEITE, ÁCIDOS, ALCALES, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIAS AL CONCRETO ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES

**PERFIL**  
Escala Hor: 1:1250  
Escala Ver: 1:625

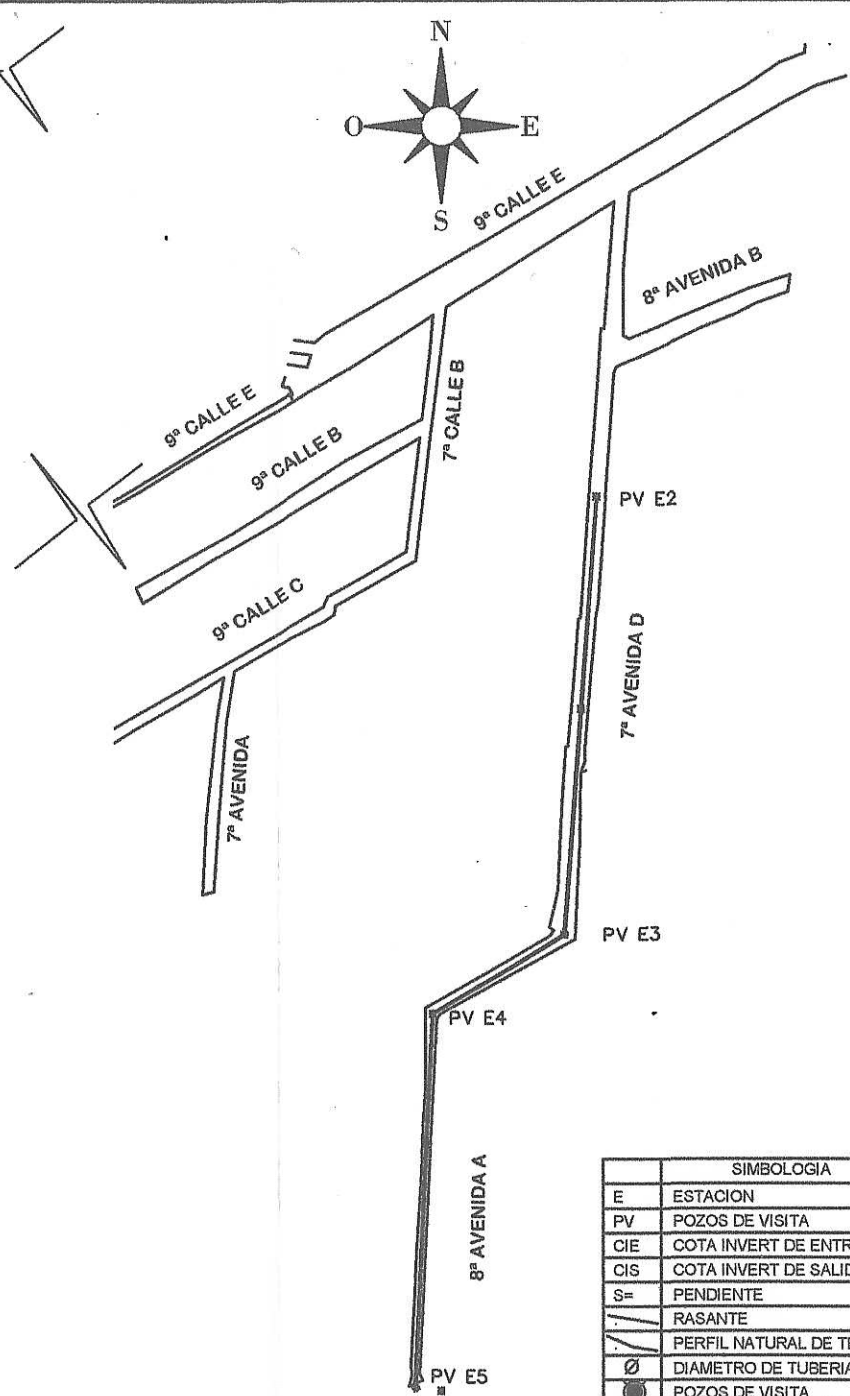


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	Ing. NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PLANTA - PERFIL 8 AVENIDA Y 7 AVENIDA D PLANTA: 1:750 & PERFIL: Hor. 1:1250, Ver. 1:625	
HOJA 16	21



**PLANTA GENERAL**

Escala 1:2500

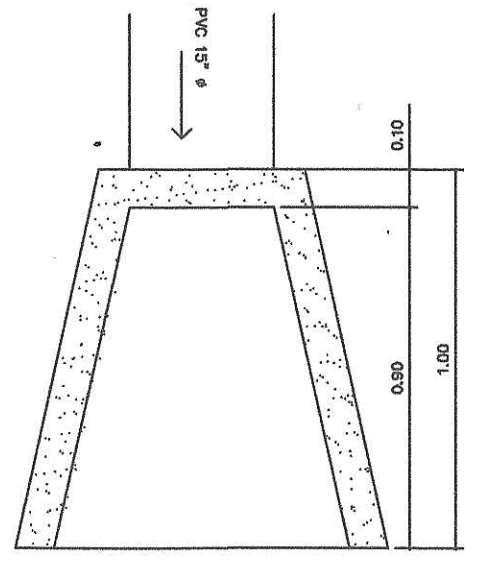
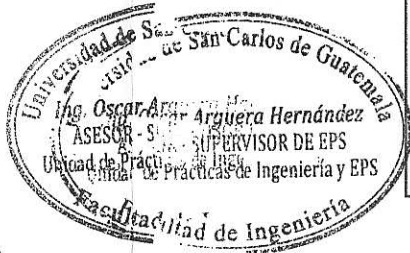


SIMBOLOGIA	
E	ESTACION
PV	POZOS DE VISITA
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
∅	DIAMETRO DE TUBERIA
●	POZOS DE VISITA
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
●	POSTES DE TELEFONIA
⊕	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

**COLECTORES**

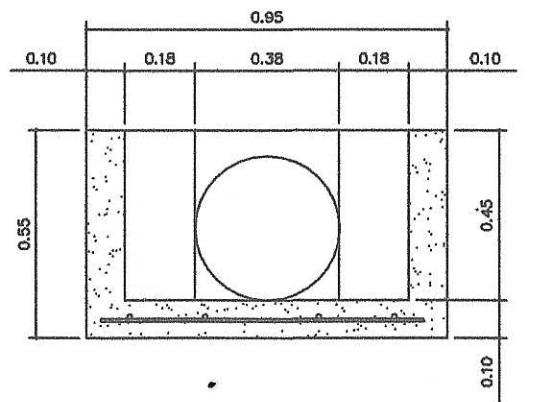
SE UTILIZARAN TUBOS DE PVC DE 6 METROS DE LONGITUD QUE CUMPLAN CON LAS DIMENSIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA ASTM D 3034 LAS MATERIAS PRIMAS DEBERAN CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA ASTM D 1784

—LAS TUBERIAS DEBEN CONTAR CON UN EXTREMO ESPIGA EL CUAL INCLUYE UN EMPAQUE DE HULE Y EL OTRO EXTREMO CAMPANA



**PLANTA DE CABEZAL**

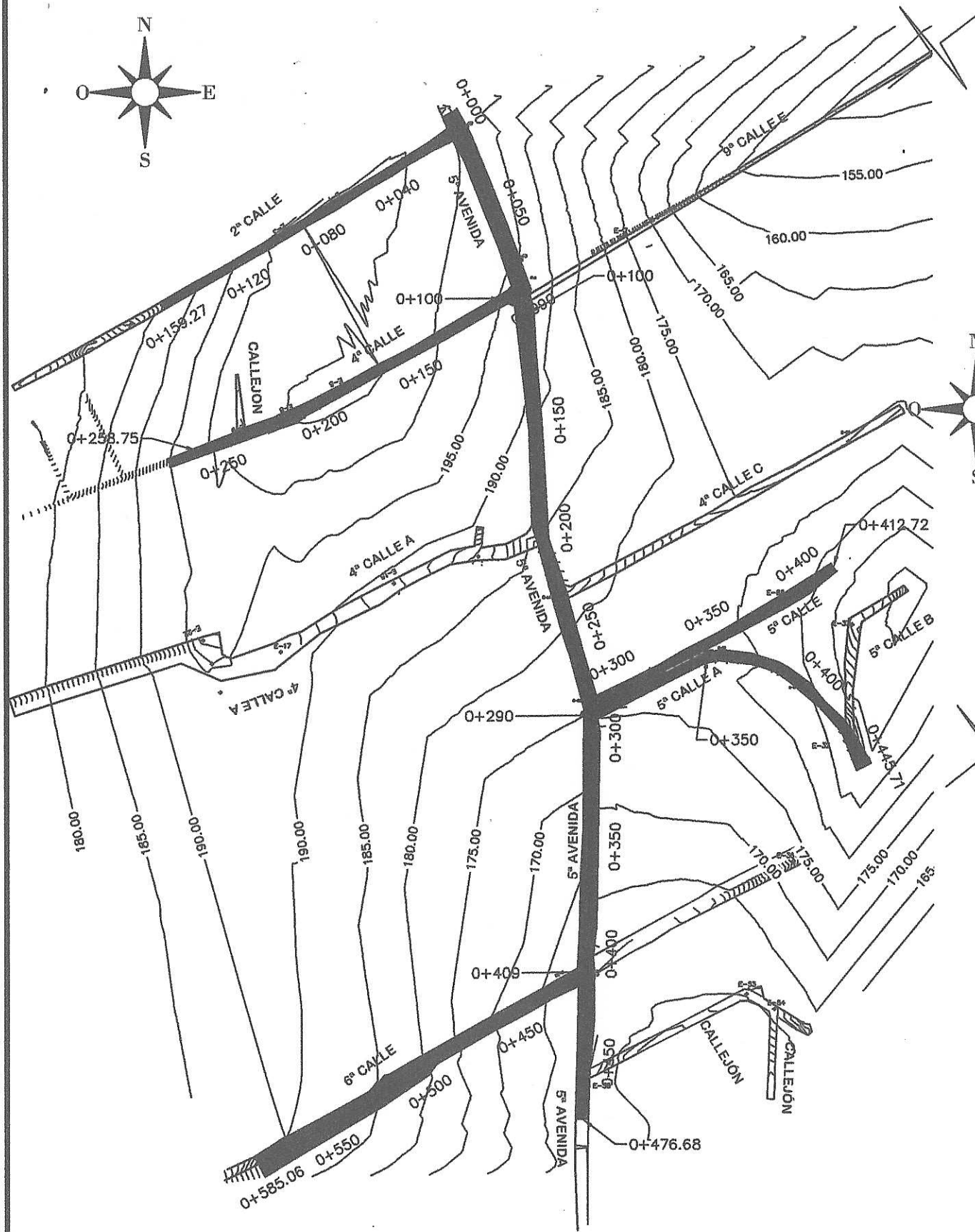
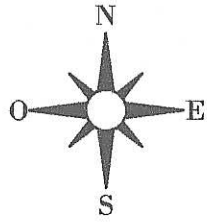
Escala 1:20



**ELEVACIÓN FRONTAL**

Escala 1:20

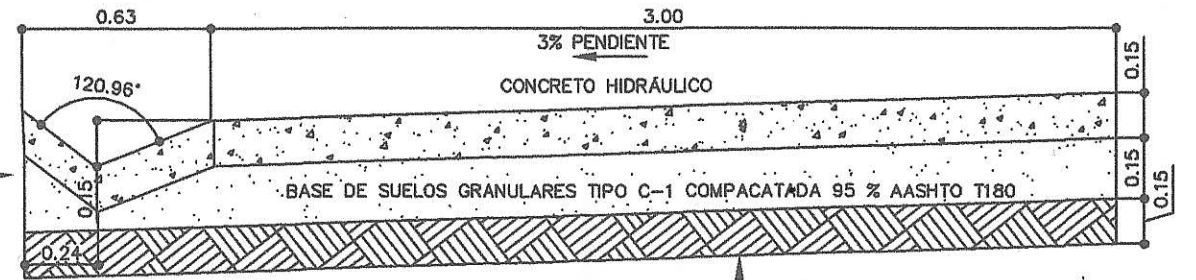
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
	REGIÓN CENTRAL.	ING. NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR
PAVIMENTACIÓN DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.		
PROYECTO	DISEÑO	CALCULO
NT	NT	NT
PLANTA GENERAL ALDEA EL CAMPANERO PLANTA: 1:2500		
		HOJA
		17
NICOLÁS ALBERTO VÁSQUEZ TOBAR EPS NG. CIVIL		21



PLANTA GENERAL

Escala 1:2500

CUNETETA A CONSTRUIR



SUB RASANTE, ESCARIFICADA, HOMOGENIZADA Y COMPACTADA A 95% SEGUN NORMAS AASHTO T180,

SECCIÓN DE CARPETA DE CONCRETO HIDRÁULICO

Escala 1:25

SIMBOLOGIA	
S=	PENDIENTE
—	RASANTE
—	PERFIL NATURAL DE TERRENO
—	AREA A TRABAJAR
C: CORTE, R: RELLENO	
●	POZOS DE VISITA EXISTENTES
○	POSTES DE TELEFONIA
○	TELÉFONO PUBLICO
○	POSTES DE ENERGIA ELÉCTRICA

ESPECIFICACIONES

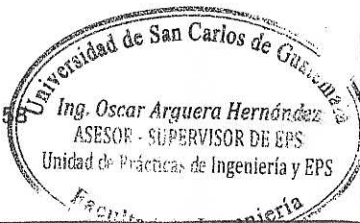
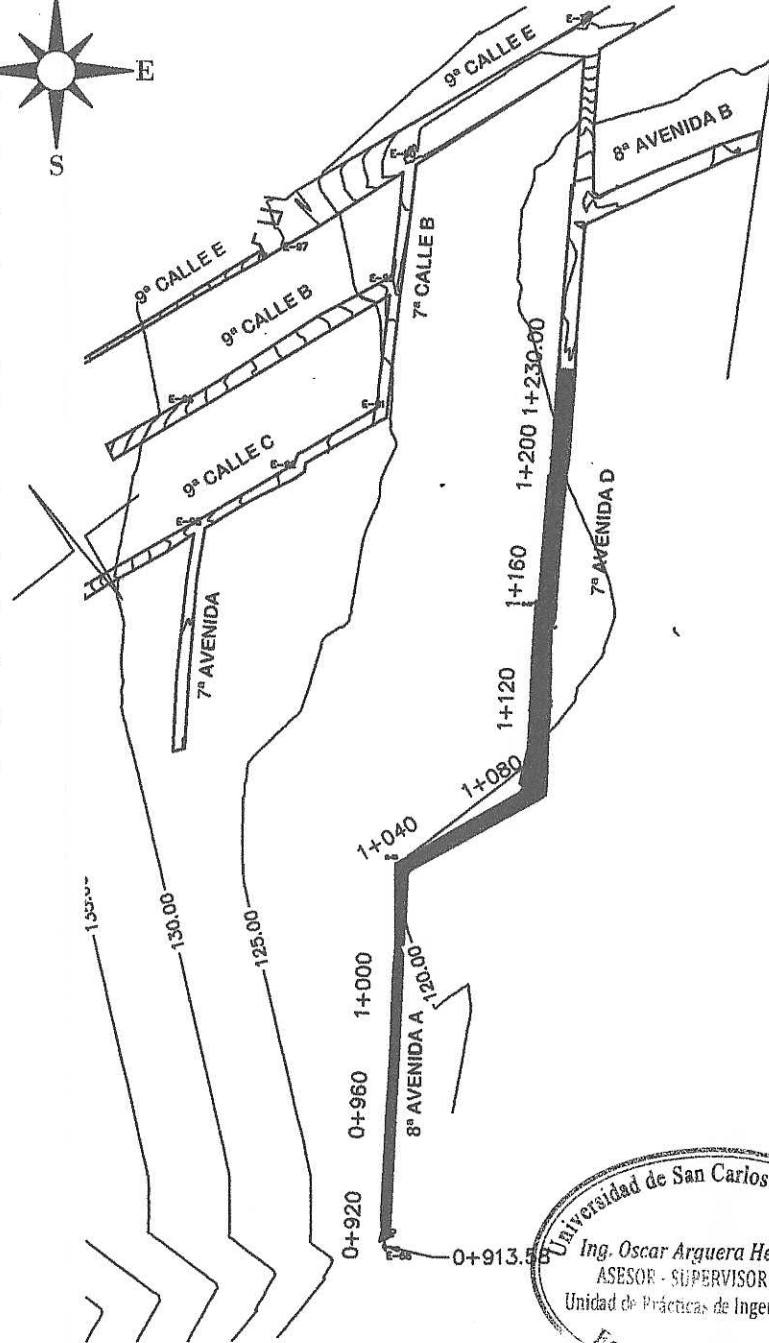
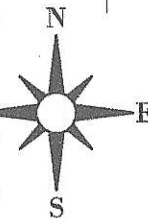
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO EL PROYECTO DEBERÁ CUMPLIR OBLIGATORIAMENTE CON LAS ESPECIFICACIONES PRESENTADAS EN EL EXPEDIENTE. DIMENSIONALES: SISTEMA MÉTRICO O INDICADO.

BASE: SERÁ MATERIAL GRANULAR PERMEABLE, LIBRE DE EXCESO DE HUMEDAD, TURBA, TIRONES DE ARCILLA, MATERIA ORGÁNICA. LA COMPACTACIÓN DEBERÁ SER COMO MÍNIMO AL 95% DE LA DENSIDAD MÁXIMA, DETERMINADA SEGUN EL MÉTODO AASHTO T-180.

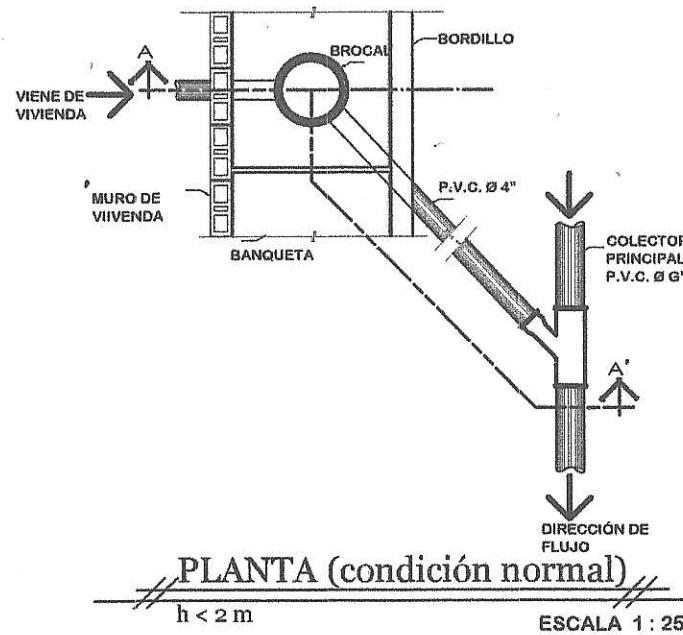
CARPETA DE RODADURA: CEMENTO HIDRÁULICO: DEBERAN SER CEMENTOS PORTLAND ORDINARIOS Y AJUSTARSE A LAS NORMAS AASHTO M 85, ASTM C 150.

RESISTENCIA A LOS 28 DIAS DE 4,000 PSI NORMALIZADOS SEGUN AASHTO T 106, ASTM C 109 EL AGREGADO FINO: DEBERÁ SER ARENA NATURA O MANUFACTURADA, COMPUESTA DE PARTICULAS DURAS Y DURABLES, SEGUN AASHTO M 6, CLASE B.

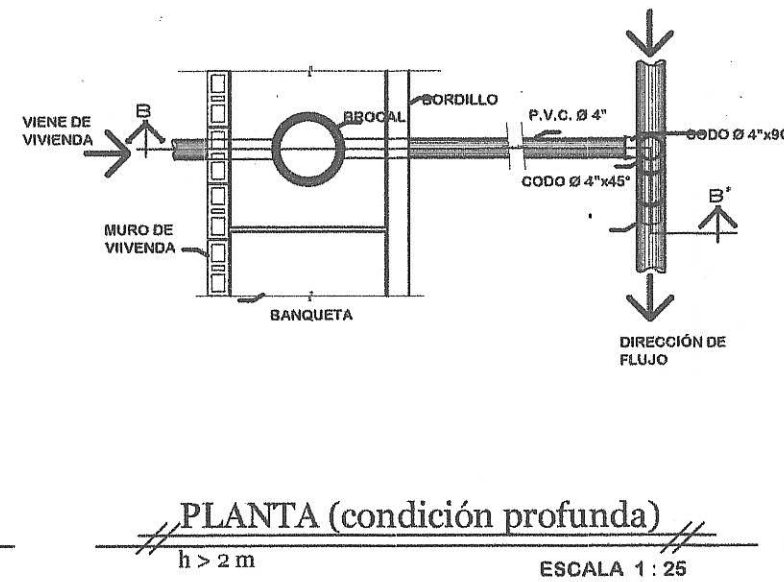
EL AGREGADO GRUESO: DEBERÁ SER GRAVA O PIEDRA TRITURADA PROCESADAS ADECUADAMENTE PARA FORMAR UN AGREGADO CLASIFICADO, NORMADA SEGUN AASHTO M 80, O ASTM C-33 AGUA PARA MEZCLA: DEBERÁ SER PREFERE ACEITE, ÁCIDOS, ALKALIS, AZÚCAR, SALES COMO CLORUROS O SULFATOS, MATERIAL ORGÁNICO Y OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN SER NOCIVAS AL CONCRETO, ENTENEMENTE POTABLE, LIMPIA Y LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES



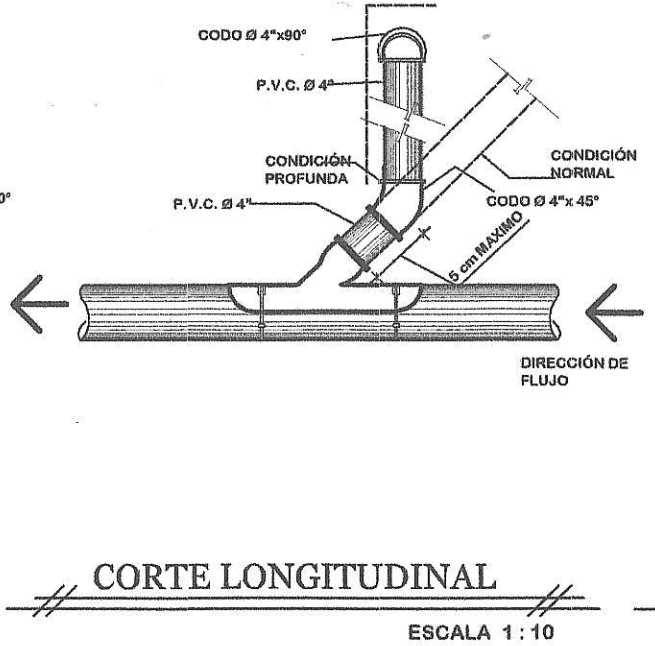
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR
PAVIMENTACIÓN DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
ESTUDIO	NT
DISEÑO	NT
CONSTRUCCIÓN	NT
PLANTA GENERAL ALDEA EL CAMPANERO PLANTA: 1:2500	
 NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR EPS NG. CIVIL	
 ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASesor	
HOJA	18
	21



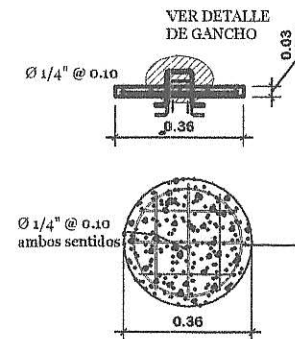
PLANTA (condición normal)  
h < 2 m  
ESCALA 1:25



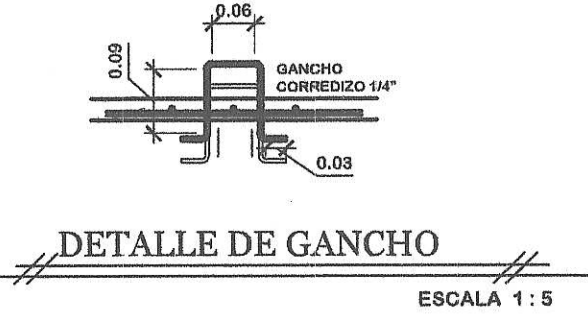
PLANTA (condición profunda)  
h > 2 m  
ESCALA 1:25



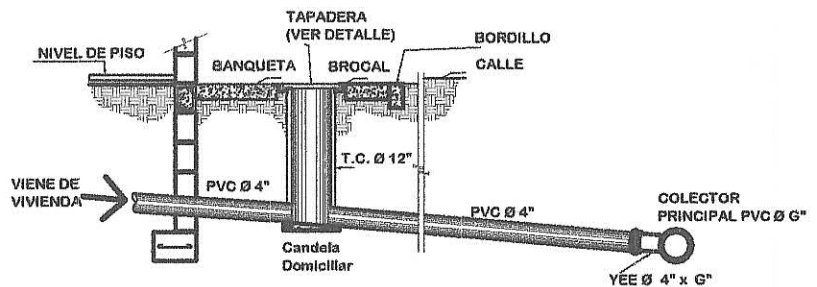
CORTE LONGITUDINAL  
ESCALA 1:10



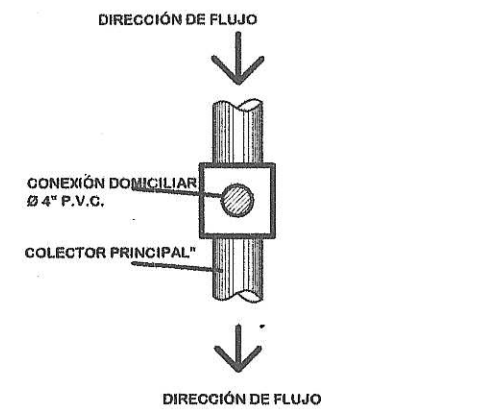
DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1:10



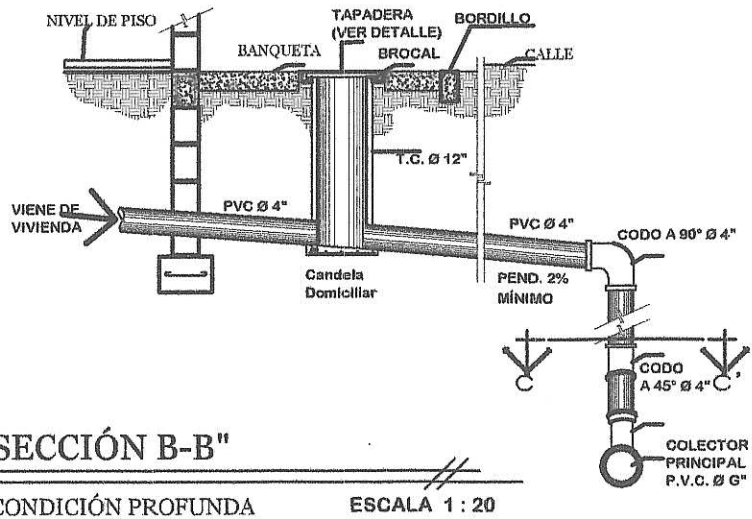
DETALLE DE GANCHO  
ESCALA 1:5



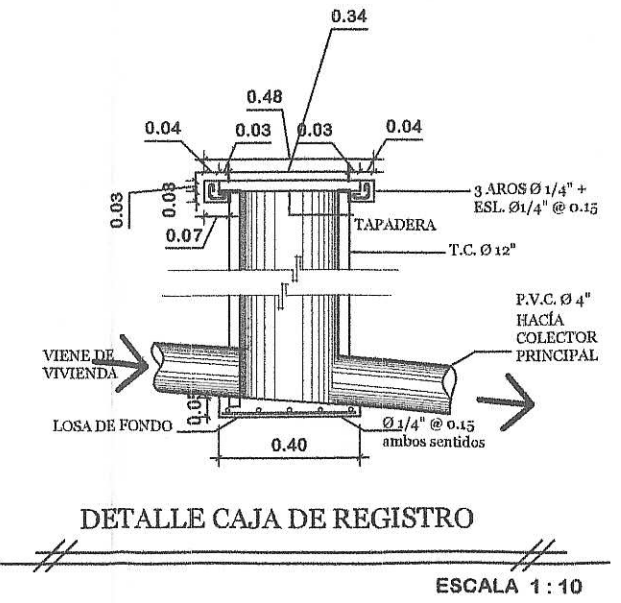
SECCIÓN A-A"  
CONDICIÓN NORMAL  
ESCALA 1:25



SECCIÓN C-C"  
ESCALA 1:10



SECCIÓN B-B"  
CONDICIÓN PROFUNDA  
ESCALA 1:20



DETALLE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1:10

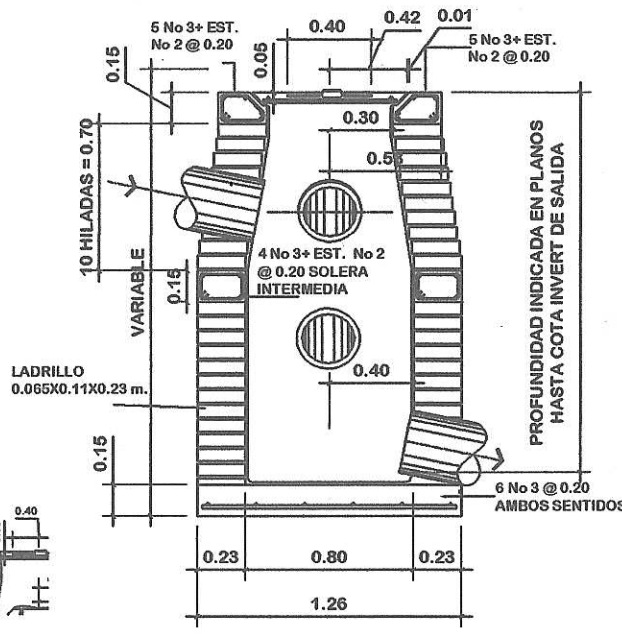
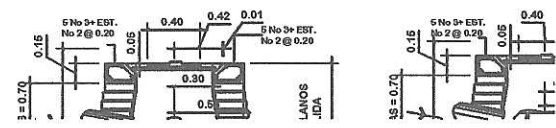
- ### ESPECIFICACIONES
- LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE 4" PVC PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA ASTM F-949
  - EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>. PROPORCIÓN 1:2:2. (9.80 SACOS DE CEMENTO 0.55 m<sup>3</sup> DE ARENA DE RÍO 0.55 m<sup>3</sup> DE PIEDRÓN DE 1/4 PLG. Y 227 LITROS DE AGUA)
  - LA CAJA DE REGISTRO SERÁ UN TUBO DE CONCRETO DE 12" DE DIÁMETRO CON SU RESPECTIVA BASE, BROCAL Y TAPADERA, LA CUAL DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.
  - EL ACERO A UTILIZAR SERÁ Fy = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>.
  - LA MANERA DE CONECTAR AL COLECTOR PRINCIPAL ESTARÁ BASADO DE LA SIGUIENTE MANERA: SERÁ "Y" CUANDO LA TUBERÍA NO SEA MAYOR DE 8" Y SERÁ SILLETA "Y" O "T" CON DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 10"
  - SE UTILIZARÁ UN CODO DE 45° Y UN CODO DE 90° CUANDO LA PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA SEA MAYOR A 2 m.



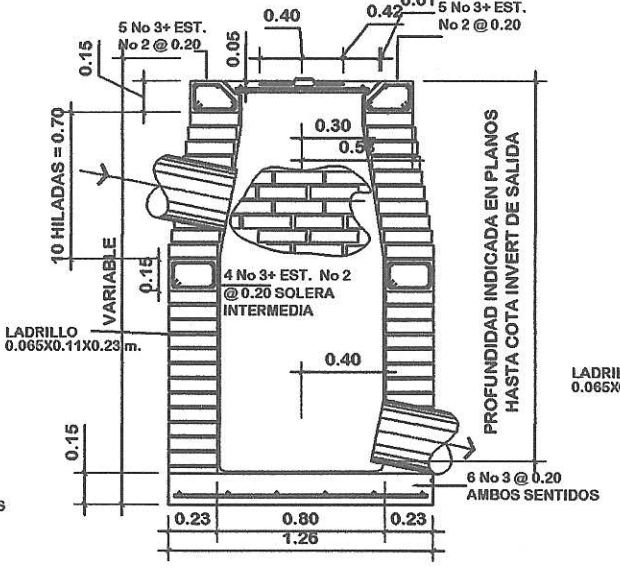
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	IN COLAS ALBERTO VASQUEZ TOBAR.
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
PROYECTO	FECHA
NI	NI
DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR Escala 1:500	
HOJA	19 / 21
NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR EPS ING. CIVIL	
ING. OSCAR ARGUERA HERNÁNDEZ ASESOR	



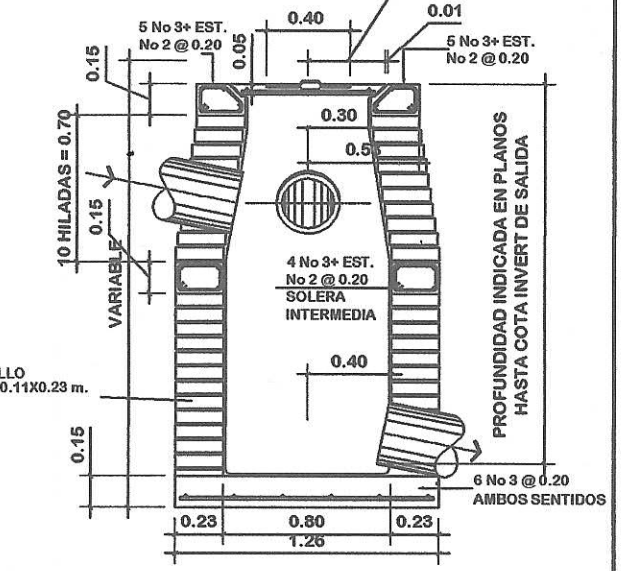
PLANTA POZO DE VISITA  
ESCALA 1:20



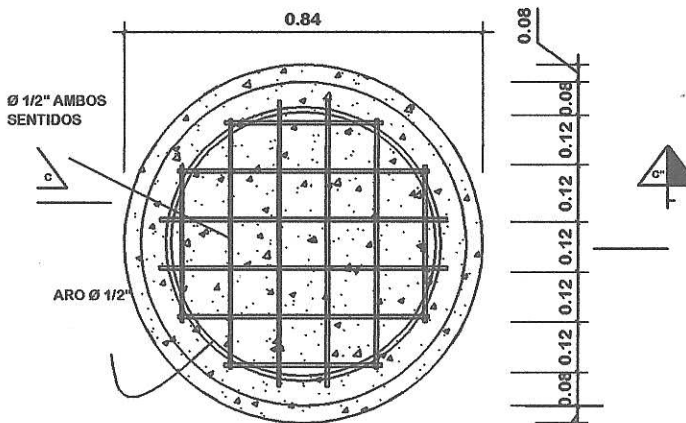
SECCIÓN D-D'  
POZO DE VISITA ESCALA 1:20



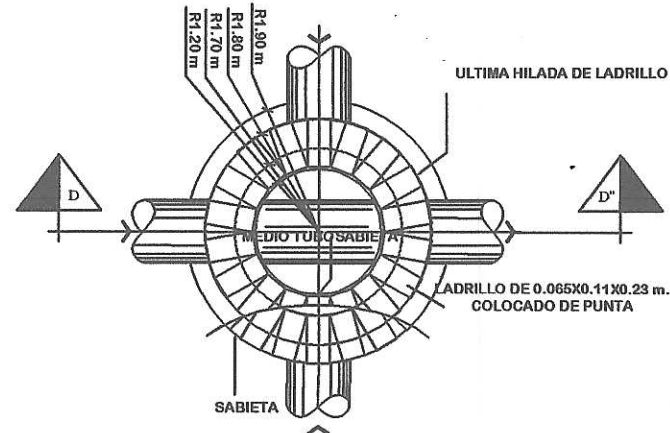
SECCIÓN C-C'  
POZO DE VISITA ESCALA 1:20



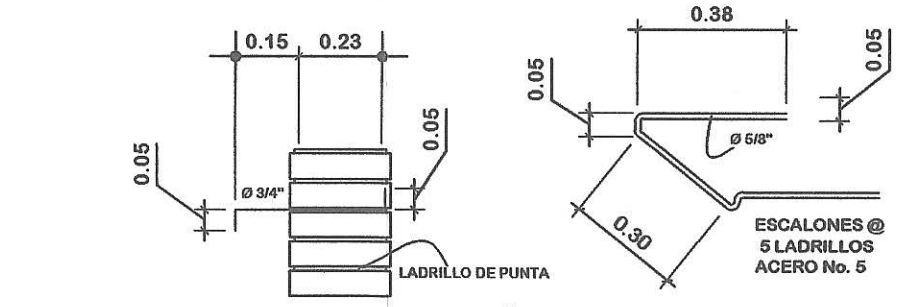
SECCIÓN B-B'  
POZO DE VISITA ESCALA 1:20



TAPADERA POZO DE VISITA  
PLANTA + SECCIÓN ESCALA 1:20



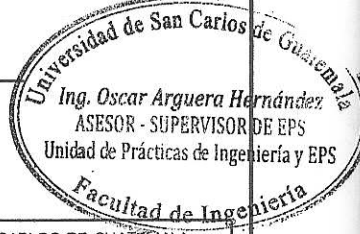
PLANTA POZO DE VISITA  
ESCALA 1:20



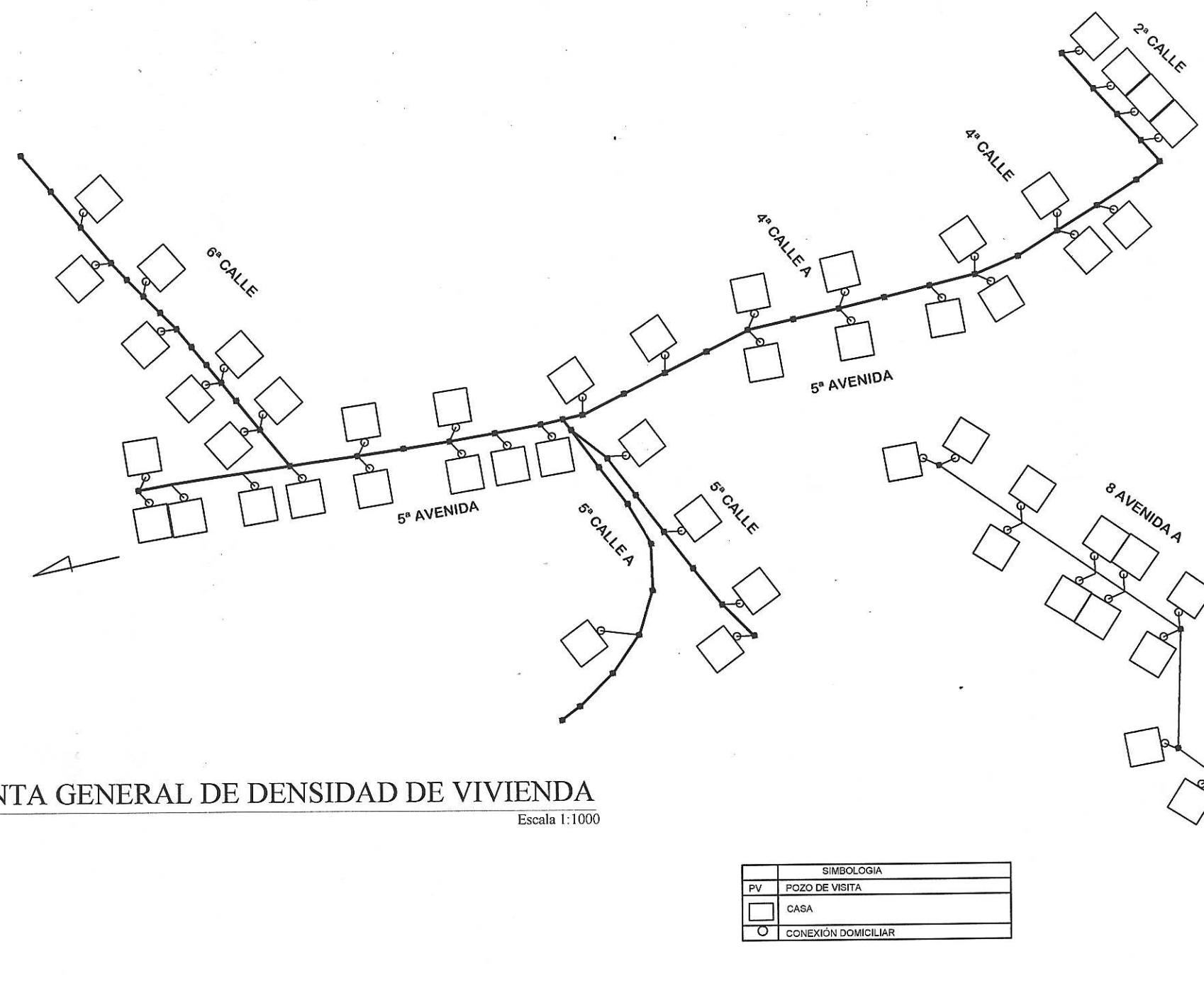
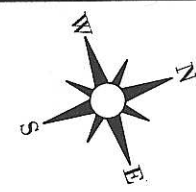
DETALLE DE ESCALÓN  
POZO DE VISITA ESCALA 1:10

ESPECIFICACIONES POZO DE VISITA

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:2 (9.80 SACOS DE CEMENTO  $0.55 \text{ m}^3$  DE ARENA DE RÍO  $0.55 \text{ m}^3$  DE PIEDRÍN DE  $1/2 \text{ P.L.G.}$  Y 227 LITROS DE AGUA)
3. LA SABIETA DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:2 (6.82 SACOS DE CEMENTO  $\times 0.67 \text{ m}^3$  ARENA DE RÍO)
4. LA MEZCLA PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ SER DE CAL Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3 (6.82 SACOS DE CAL  $\times 1 \text{ m}^3$  DE ARENA DE RÍO)
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$ .
6. TODOS LOS POZOS TIENEN UNA LOSA BASE DE CONCRETO CON UN ESPESOR DE 0.15 m.
7. LA PROFUNDIDAD EN PLANTA PERFILES DE POZO DE VISITA COMPLETA TOMANDO EN CUENTA LA LOSA DEL PISO.

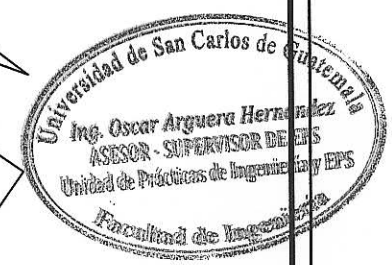


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	NICOLAS ALBERTO VASQUEZ TODAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
NT	NT
DETALLE DE POZOS DE VISITA Escala 1:500	
  NICOLAS ALBERTO VASQUEZ EPS ING. CIVIL	
HOJA	20
	21



**PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDA**  
Escala 1:1000

SIMBOLOGIA	
PV	POZO DE VISITA
□	CASA
○	CONEXIÓN DOMICILIAR



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.	
REGIÓN CENTRAL.	ING. NICOLÁS ALBERTO VASQUEZ TOBAR.
PAVIMENTACION DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, GUATEMALA.	
ESTADO	FECHA
NT	NT
PLANA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDA LA ALDEA EL CAMPANERO PLANTA: 1:750 & PERFIL: Hor. 1:1250, Ver. 1:625	
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ ASESOR	
HOJA	21

Cajas de visita		COTAS TERRENO		Datos							Caudal domiciliar				Caudal comercial				Caudal Industrial				Caudal de conexiones ilícitas	
DE	A	INICIO	FINAL	Longitud	% S terreno	lotes	cantidad de habitantes por lote	tasa de crecimiento	Tiempo de vida del proyecto	POBLACION		Dotacion lts / (hab*dia)	caudal domiciliar	Numero de locales	Tipo comercio	Caudal de agua residual	caudal comercial	Numero de Industrias	Tipo industria	Caudal de agua residual	caudal industria	factor de conexiones ilícitas	caudal conexiones ilícitas	
										ACTUAL	FUTURA													

SOBRE SEXTA CALLE CALLE DEL COLEGIO NISSI

PV44	PV45	189.881	189.437	10	4.44	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV45	PV46	189.437	188.094	20	6.72	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV46	PV47	188.094	185.061	20	15.16	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV47	PV48	185.061	183.483	10	15.78	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV48	PV49	183.483	181.883	10	16.00	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV49	PV50	181.883	179.896	10	19.87	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737
PV50	PV51	179.896	177.387	10	25.09	2	5	0.0254	20	10	17	121	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.00046256
PV51	PV52	177.387	174.516	10	28.71	2	5	0.0254	20	10	17	122	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000466383
PV52	PV53	174.516	171.692	10	28.24	2	5	0.0254	20	10	17	123	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000470205
PV53	PV54	171.692	169.27	10	24.22	2	5	0.0254	20	10	17	124	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000474028
PV54	PV55	169.27	167.308	20	9.81	2	5	0.0254	20	10	17	125	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000477851
PV55	PV56	167.308	164.064	20	16.22	2	5	0.0254	20	10	17	126	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000481674
PV56	PV57	164.064	162.443	20	8.10	2	5	0.0254	20	10	17	127	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000485497

caudal	Factor			qdis		Chequeos de tuberías							chequeos				cotas invert				altura pozo desde cota invert Salida 1.00 <Z<6.00	altura pozo desde cota invert 1.00 <Z<6.00
	Factor de Harmon	factor de caudal medio (fqm)	factor de caudal medio (fqm) a usar 0.002 <fqm < 0.005	Caudal de diseño lts/seg	Caudal de diseño acumulado lts/seg	Diametro	% S tubo	V	Q	q/Q	v/V	d/D	velocidad	Tirante	Datos pozo inicial	pozo	cota de terreno	altura cota invert mts	cota invert entrada x z	cota invert salida x z		

0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.54	6	0.023	1.907903453	0.599127552	0.90504156	1.132404	0.745	2.16	BIEN	0.75	BIEN	-2	PV44	189.881	0	87.8	176.01	87.8	187.881	0	2.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.63	6	0.022	1.865966388	0.701529144	0.901755681	1.13175	0.742	2.11	BIEN	0.74	BIEN	0	PV45	189.437	1.21	97.8	187.65	97.8	186.441	1.786	3.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.72	6	0.021	1.823064874	0.824419168	0.876957347	1.127491	0.725	2.06	BIEN	0.73	BIEN	0	PV46	188.094	0.91	118	186	118	185.091	2.093	3.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.81	6	0.02	1.779129143	0.972613706	0.836254925	1.119464	0.699	1.99	BIEN	0.70	BIEN	0	PV47	185.061	2.61	138	184.67	138	182.061	0.39	3.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.90	6	0.019	1.734080587	1.152261578	0.784305904	1.106563	0.666	1.92	BIEN	0.67	BIEN	0	PV48	183.483	0.38	148	181.86	148	181.481	1.622	2.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	0.99	6	0.019	1.734080587	1.152261578	0.862736494	1.124961	0.716	1.95	BIEN	0.72	BIEN	0	PV49	181.883	1.91	158	181.29	158	179.381	0.592	2.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.08	6	0.018	1.687830103	1.3712788	0.79084623	1.108251	0.67	1.87	BIEN	0.67	BIEN	0	PV50	179.896	2.8	168	179.19	168	176.391	0.705	3.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.17	6	0.018	1.687830103	1.3712788	0.856750083	1.123669	0.712	1.90	BIEN	0.71	BIEN	0	PV51	177.387	2.32	178	176.21	178	173.891	1.176	3.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.27	6	0.017	1.640276023	1.639949816	0.771496645	1.103463	0.659	1.81	BIEN	0.66	BIEN	0	PV52	174.516	2.7	188	173.71	188	171.011	0.805	3.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.36	6	0.016	1.591301482	1.971770802	0.687497926	1.077701	0.609	1.71	BIEN	0.61	BIEN	0	PV53	171.692	2.15	198	170.84	198	168.691	0.851	3.00
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.45	6	0.017	1.640276023	1.639949816	0.881710452	1.128599	0.729	1.85	BIEN	0.73	BIEN	0	PV54	169.27	1.76	208	168.53	208	166.771	0.739	2.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.54	6	0.016	1.591301482	1.971770802	0.779164316	1.105291	0.663	1.76	BIEN	0.66	BIEN	0	PV55	167.308	2.62	228	166.43	228	163.811	0.877	3.50
0.02	2.74	0.001	0.002	0.09	1.63	6	0.015	1.540771035	2.384650306	0.682157045	1.075946	0.606	1.66	BIEN	0.61	BIEN	0	PV56	164.064	0.93	248	163.49	248	162.561	0.573	1.50



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA.
REGIÓN CENTRAL.	NICOLAS ALBERTO VASQUEZ TOBAR
DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL CAMPANERO MIXCO, CUATEMALA.	
NT	NT
HOJA DE CÁLCULO DE DISEÑO SANITARIO	
NICOLAS ALBERTO VASQUEZ EPS ING. CIVIL	ING. OSCAR ARGUERA HERNANDEZ ASESOR
HOJA	1/3



Cajas de visita		COTAS TERRENO		Datos						Caudal domiciliario				Caudal comercial				Caudal Industrial				Caudal de conexiones ilícitas		caudal
DE	A	INICIO	FINAL	Longitud	% S terreno	lotes	cantidad de habitantes por lote	tasa de crecimiento	Tiempo de vida del proyecto	POBLACION		Dolacion lts / (hab*día)	caudal domiciliario	Número de locales	Tipo comercio	Caudal de agua residual	caudal comercial	Número de Industrias	Tipo industria	Caudal de agua residual	caudal industria	factor de conexiones ilícitas	caudal conexiones ilícitas	sumatoria de caudales
										ACTUAL	FUTURA													

2 CALLE DE 1 DE 0 ER 4.23

PV1	PV2	208.043	206.694	20	6.75	2	5	0.0254	30	10	21	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000589518	0.02
PV2	PV3	206.694	204.706	15	13.25	2	5	0.0254	30	10	21	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000589518	0.02
PV3	PV4	204.706	201.546	15	21.07	2	5	0.0254	30	10	21	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000589518	0.02
PV4	PV5	201.546	200.047	10	14.99	2	5	0.0254	30	10	21	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000589518	0.02
PV5	PV6	0	0	12.14	0.00	2	5	0.0254	30	10	21	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000589518	0.02

5 CALLE 1 EE26 R27.1 DE 283.68 412.81

PV26	PV27	186.909	185.346	7.79	20.06	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV27	PV28	185.346	182.695	20	13.26	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV28	PV29	182.695	180.245	20	12.25	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV29	PV30	180.245	178.475	20	8.85	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV30	PV31	178.475	177.351	20	5.62	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV31	PV32	177.351	176.508	20	4.21	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV32	PV33	176.508	175.793	20	3.58	2	5	0.0254	20	10	17	121	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	3.5	0.000647584	0.02
		0	0	20	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	122	0.02	2	Ninguna	2	0	2	Ninguna	2	0	4.5	0.000839489	0.02

5 CALLE A DE 1 A E28 R32.4

PV34	PV35	189.575	188.531	10	10.44	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV35	PV36	188.531	186.242	20	11.45	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV36	PV37	186.242	183.088	20	15.77	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV37	PV38	183.088	179.969	20	15.60	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV38	PV39	179.969	178.009	30	6.53	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV39	PV40	178.009	176.82	20	5.94	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02
PV40	PV41	176.82	175.999	20	4.10	2	5	0.0254	20	10	17	121	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	3.5	0.000647584	0.02
PV41	PV42	175.999	175.256	20	3.71	2	5	0.0254	20	10	17	122	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	4.5	0.000839489	0.02
PV42	PV43	175.256	175.058	5.12	3.87	2	5	0.0254	20	10	17	123	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	5.5	0.001034452	0.02
PV43	PV44	0	0	6.14	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	124	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	6.5	0.001232473	0.02
PV44	PV45	0	0	1.52	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	125	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	7.5	0.001433553	0.02

Factor de Harmon	Factor de caudal medio (fqm)	Factor de caudal medio (fqm) a usar 0.002 < fqm < 0.005	qdis		Chequeos de tuberías						chequeos										cotas invert		altura pozo desde cota invert 1.00 < Z < 6.00	altura pozo desde cota invert Salida 1.00 < Z < 6.00		
			Caudal de diseño lts/seg	Caudal de diseño acumulado lts/seg	Diametro	% S tubo	V	Q	q/Q	v/V	d/D	velocidad	Tirante	Datos pozo inicial	pozo	cota de terreno	altura cota invert mts	cota invert entrada x z	cota invert salida x z							
2.63	0.001	0.002	0.11	0.11	6	0.032	2.250440138	0.165121662	0.675184723	1.073021	0.601	2.41	BIEN	0.60	BIEN	2.5	PV1	208.043	0	0	0	0	205.543	0	2.50	
2.63	0.001	0.002	0.11	0.22	6	0.029	2.142355185	0.247980832	0.899163233	1.131532	0.741	2.42	BIEN	0.74	BIEN	0	PV2	206.694	0.71	20	204.9	20	204.193	1.791	2.50	
2.63	0.001	0.002	0.11	0.33	6	0.026	2.028519327	0.380565423	0.878857748	1.128045	0.727	2.29	BIEN	0.73	BIEN	0	PV3	204.706	2.55	35	203.76	35	201.208	0.948	3.50	
2.63	0.001	0.002	0.11	0.45	6	0.024	1.948938329	0.513413248	0.868599507	1.126253	0.72	2.19	BIEN	0.72	BIEN	0	PV4	201.546	2	50	200.82	50	198.818	0.728	2.73	
2.63	0.001	0.002	0.11	0.56	6	0.022	1.865966388	0.701529144	0.794604361	1.109517	0.673	2.07	BIEN	0.67	BIEN	0	PV5	0	1.48	60	198.58	60	197.098	-198.578	-197.10	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.09	10	0.034	3.260852097	0.10317927	0.875879	1.127491	0.725	3.68	mayor	0.73	BIEN	2	PV26	186.909	0	0	0	0	184.909	0	2.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.18	10	0.029	3.011553906	0.204333798	0.88455808	1.129099	0.731	3.40	mayor	0.73	BIEN	0	PV27	185.346	2.8	7.79	184.64	7.8	181.8441	0.70186	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.27	10	0.026	2.851532438	0.316824655	0.85573412	1.123346	0.711	3.20	mayor	0.71	BIEN	0	PV28	182.695	2.07	27.8	181.26	27.8	179.1941	1.43086	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.36	10	0.024	2.739663749	0.4305067	0.839685476	1.120116	0.701	3.07	mayor	0.70	BIEN	0	PV29	180.245	0.93	47.8	178.67	47.8	177.7441	1.57086	2.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.45	10	0.023	2.681980157	0.504246129	0.896115515	1.130814	0.738	3.03	mayor	0.74	BIEN	0	PV30	178.475	0.79	67.8	177.26	67.8	176.4741	1.21086	2.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.54	12	0.021	2.893935098	0.810282534	0.66919292	1.07119	0.598	3.10	mayor	0.60	BIEN	0	PV31	177.351	0.66	87.8	176.01	87.8	175.3541	1.33686	2.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.63	12	0.02	2.824191474	0.956334473	0.661492301	1.06814	0.593	3.02	mayor	0.59	BIEN	1	PV32	176.508	0.43	108	174.93	108	174.5041	1.57386	2.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.72	10	0.015	2.165894367	2.074704722	0.3484739	0.909961	0.407	1.97	BIEN	0.41	BIEN	2	0	0	3.5	128	174.1	128	170.6041	-174.10414	-170.60	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.09	6	0.034	2.319700598	0.127241967	0.710241736	1.085053	0.622	2.52	BIEN	0.62	BIEN	3.5	PV34	189.575	0	0	0	0	186.075	0	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.18	6	0.029	2.142355185	0.247980832	0.728867268	1.09086	0.633	2.34	BIEN	0.63	BIEN	0	PV35	188.531	0.7	10	185.74	10	185.035	2.796	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.27	6	0.026	2.028519327	0.380565423	0.712407516	1.085567	0.623	2.20	BIEN	0.62	BIEN	0	PV36	186.242	1.71	30	184.46	30	182.745	1.787	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.36	6	0.024	1.948938329	0.513413248	0.704092123	1.082817	0.618	2.11	BIEN	0.62	BIEN	0	PV37	183.088	2.64	50	182.23	50	179.585	0.863	3.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.45	6	0.023	1.907903453	0.599127552	0.7542013	1.098334	0.648	2.10	BIEN	0.65	BIEN	0	PV38	179.969	2.14	70	179.11	70	176.965	0.864	3.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.54	6	0.022	1.865966388	0.701529144	0.772933441	1.103463	0.659	2.06	BIEN	0.66	BIEN	0	PV39	178.009	0.27	100	176.28	100	176.005	1.734	2.00	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.63	6	0.021	1.823064874	0.824419168	0.767337678	1.102092	0.656	2.01	BIEN	0.66	BIEN	0	PV40	176.82	0.24	120	175.57	120	175.325	1.255	1.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.72	6	0.02	1.779129143	0.972613706	0.743337711	1.095424	0.642	1.95	BIEN	0.64	BIEN	0	PV41	175.999	0.41	140	174.91	140	174.495	1.094	1.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.81	6	0.019	1.734080587	1.152261578	0.705875313	1.083376	0.619	1.88	BIEN	0.62	BIEN	0	PV42	175.256	0.34	160	174.1	160	173.755	1.161	1.50	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.90	6	0.018	1.687830103	1.3712788	0.659038525	1.06753	0.592	1.80	BIEN	0.59	BIEN	0	PV43	0	0	165	173.66	165	173.6577	-173.6577	-173.66	
2.74	0.001	0.002	0.09	0.99	6	0.017	1.640276023	1.639949816	0.606175935	1.047128	0.561	1.72	BIEN	0.56	BIEN	0	PV44	0	0	171	173.55	171	17			

Cajas de visita		COTAS TERRENO		Datos						Caudal domiciliar				Caudal comercial				Caudal Industrial				Caudal de conexiones ilícitas		caudal		
DE	A	INICIO	FINAL	Longitud	% S terreno	lotes	cantidad de habitantes por lote	tasa de crecimiento	Tiempo de vida del proyecto	POBLACION		Dotacion lts / (hab*día)	caudal domiciliar	Numero de locales	Tipo comercio	Caudal de agua residual	caudal comercial	Numero de Industrias	Tipo industria	Caudal de agua residual	caudal industria	factor de conexiones ilícitas	caudal conexiones ilícitas	sumatoria de caudales		
										ACTUAL	FUTURA															
5AV																										
PV6	PV7	200.324	199.438	20	4.43	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV7	PV8	199.438	198.235	20	6.01	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV8	PV9	198.235	196.713	20	7.61	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV9	PV10	196.713	195.056	20	8.28	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV10	PV11	195.056	193.398	20	8.29	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV11	PV12	193.398	191.741	20	8.28	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV12	PV13	191.741	190.083	20	8.29	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV13	PV14	190.083	188.408	20	8.38	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV14	PV15	188.408	186.632	20	8.88	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV15	PV16	186.632	184.745	20	9.44	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV16	PV17	184.745	182.759	20	9.93	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV17	PV18	182.759	180.618	20	10.71	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV18	PV19	180.618	178.265	20	11.77	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV19	PV20	178.265	175.75	20	12.57	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV20	PV21	175.75	173.225	20	12.63	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV21	PV22	173.225	170.71	20	12.57	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV22	PV23	170.71	168.176	20	12.67	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV23	PV24	168.176	165.683	20	12.47	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV24	PV25	165.683	163.921	20	8.81	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV25	PV26	163.921	163.145	20	3.88	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV26	PV27	163.145	162.655	20	2.45	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV27	PV28	162.655	162.655	20	0.00	2	5	0.0254	25	10	19	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000520032	0.02		
PV21	PV22	0	0	20	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02		
PV22	PV23	0	0	20	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02		
PV23	PV24	0	0	20	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02		
PV24	PV25	0	0	20	0.00	2	5	0.0254	20	10	17	120	0.02	0	Ninguna	0	0	0	Ninguna	0	0	2.5	0.000458737	0.02		

Factor de Harmon	Factor		qdis		Chequeos de tuberías							chequeos				cotas invert				altura pozo desde cota invert 1.00 < Z < 6.00					
	factor de caudal medio (fqm)	factor de caudal medio (fqm) a usar 0.002 < fqm < 0.005	Caudal de diseño lts/seg	Caudal de diseño acumulado lts/seg	Diametro	% S tubo	V	Q	q/Q	v/V	d/D	velocidad	Tirante	Datos pozo inicial	pozo	cota de terreno	altura cota invert mts	cota invert entrada x z	cota invert salida x z		altura pozo desde cota invert < Z < 6.00				
2.68	0.001	0.002	0.10	0.66	15	0.021	3.358114209	1.203614217	0.546547995	1.021987	0.527	3.43	BIEN	0.53	BIEN	1.5	PV6	200.324	1.5	20	0	20	198.824	0	1.50
2.68	0.001	0.002	0.10	0.76	15	0.021	3.358114209	1.203614217	0.629959123	1.056621	0.575	3.55	BIEN	0.58	BIEN	0	PV7	199.438	1.47	40	198.4	40	196.934	1.034	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	0.86	12	0.021	2.893935098	0.810282534	1.059658256	1.128638	0.888	3.27	BIEN	0.89	BIEN	0	PV8	198.235	0.78	60	196.51	60	195.734	1.721	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	0.96	15	0.02	3.277183902	1.407080842	0.681565243	1.075361	0.605	3.52	BIEN	0.61	BIEN	0	PV9	196.713	1.1	80	195.31	80	194.214	1.399	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.06	15	0.02	3.277183902	1.407080842	0.75291496	1.097849	0.647	3.60	BIEN	0.65	BIEN	0	PV10	195.056	1.26	100	193.81	100	192.554	1.242	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.16	15	0.019	3.194203752	1.65146307	0.702290627	1.082258	0.617	3.46	BIEN	0.62	BIEN	0	PV11	193.398	1.26	120	192.15	120	190.894	1.244	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.26	15	0.019	3.194203752	1.65146307	0.763082068	1.101178	0.654	3.52	BIEN	0.65	BIEN	0	PV12	191.741	1.77	140	190.51	140	188.744	1.227	3.00
2.68	0.001	0.002	0.10	1.36	15	0.018	3.109009632	1.946589257	0.698964443	1.08114	0.615	3.36	BIEN	0.62	BIEN	0	PV13	190.083	1.78	160	188.36	160	186.584	1.719	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.46	15	0.018	3.109009632	1.946589257	0.750539175	1.097364	0.646	3.41	BIEN	0.65	BIEN	0	PV14	188.408	1.32	180	186.22	180	184.904	2.184	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.56	15	0.017	3.021414268	2.305113856	0.677357568	1.074191	0.603	3.25	BIEN	0.60	BIEN	0	PV15	186.632	1.41	200	184.54	200	183.134	2.088	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.66	15	0.017	3.021414268	2.305113856	0.720910653	1.088232	0.628	3.29	BIEN	0.63	BIEN	0	PV16	184.745	1.55	220	182.79	220	181.244	1.951	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.76	15	0.017	3.021414268	2.305113856	0.764463738	1.101178	0.654	3.33	BIEN	0.65	BIEN	0	PV17	182.759	1.65	240	180.9	240	179.254	1.855	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.86	15	0.017	3.021414268	2.305113856	0.808016823	1.112768	0.681	3.36	BIEN	0.68	BIEN	0	PV18	180.618	1.8	260	178.91	260	177.114	1.704	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	1.96	15	0.016	2.931202392	2.743490556	0.715499308	1.086633	0.625	3.19	BIEN	0.63	BIEN	0	PV19	178.265	2.01	280	176.77	280	174.764	1.491	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	2.06	15	0.016	2.931202392	2.743490556	0.752093135	1.097849	0.647	3.22	BIEN	0.65	BIEN	0	PV20	175.75	1.69	300	174.44	300	172.754	1.306	3.00
2.68	0.001	0.002	0.10	2.16	15	0.016	2.931202392	2.743490556	0.788686963	1.107829	0.669	3.25	BIEN	0.67	BIEN	0	PV21	173.225	2.21	320	172.43	320	170.224	0.791	3.00
2.68	0.001	0.002	0.10	2.26	15	0.016	2.931202392	2.743490556	0.82528079	1.11686	0.692	3.27	BIEN	0.69	BIEN	0	PV22	170.71	2.19	340	169.9	340	167.714	0.806	3.00
2.68	0.001	0.002	0.10	2.36	15	0.015	2.838124512	3.283346362	0.720163093	1.088232	0.628	3.09	BIEN	0.63	BIEN	0	PV23	168.176	2.72	360	167.39	360	164.674	0.782	3.50
2.68	0.001	0.002	0.10	2.46	15	0.015	2.838124512	3.283346362	0.750740075	1.097364	0.646	3.11	BIEN	0.65	BIEN	0	PV24	165.683	1.19	380	164.37	380	163.184	1.309	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	2.57	15	0.015	2.838124512	3.283346362	0.781317056	1.106205	0.665	3.14	BIEN	0.67	BIEN	0	PV25	163.921	1.46	400	162.88	400	161.424	1.037	2.50
2.68	0.001	0.002	0.10	2.67	15	0.015	2.838124512	3.283346362	0.811894037	1.113512	0.683	3.16	BIEN	0.68	BIEN	0	PV26	163.145	0	420	161.12	420	161.124	2.021	2.02
2.68	0.001	0.002	0.10	2.77	15	0.012	2.538495735	5.853971088	0.472520979	0.985185	0.483	2.50	BIEN	0.48	BIEN	0	PV27	162.655	0	440	160.82	440	160.824	1.831	1.83
2.74	0.001	0.002	0.09	2.86	15	0.014	2.74188877	3.953454006	0.722531919	1.088765	0.629	2.99	BIEN	0.63	BIEN	0	PV21	0	0	0	0</				

# ANEXOS

## Anexo 1. Ensayo de límites de Atterberg

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

---

INFORME No. 375 S.S. O.T.: 33.196 No. **1102**

Interesado: Nicolás Alberto Vásquez Tobar  
Proyecto: EPS "Pavimentación de la Aldea El Campanero, Mixco"  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90  
Ubicación: Municipalidad de Mixco  
FECHA: Jueves, 10 de Julio de 2014

**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 Marcela Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC

  
Ing. Omar Enrique Médrano 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: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.



### Anexo 3. Ensayo de compactación

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

---

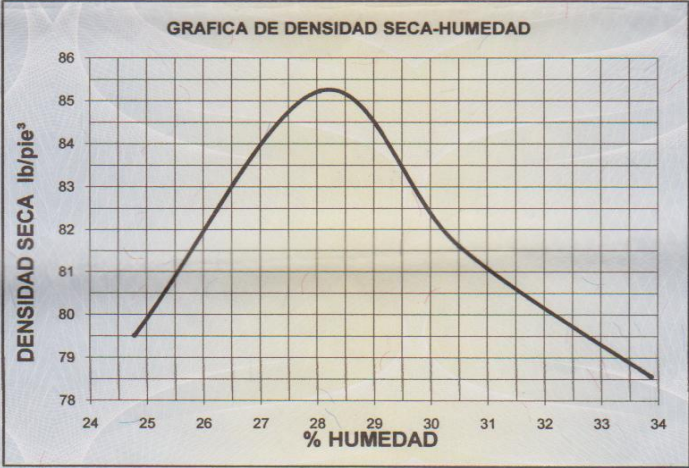
INFORME No. 377 S.S. O.T.: 33.196 No. **1104**

Interesado: Nicolas Alberto Vásquez Tobar  
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.  
Proyecto: EPS "Pavimentación de la Aldea El Campanero, Mixco"

Proctor Estándar: ( ) Norma: A.A.S.H.T.O. T-99  
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180

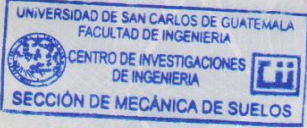
Ubicación: Municipalidad de Mixco  
Fecha: Jueves, 10 de Julio de 2014


**GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD**




% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/pe <sup>3</sup>
25	79.5
26	81.5
27	83.5
28	85.0
28.25	85.25
29	84.5
30	82.5
31	81.5
32	80.5
33	79.5
34	78.5

Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café  
Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1.365,71 Kg/m<sup>3</sup> 85,25 lb/pe<sup>3</sup>  
Humedad óptima Hop.: 28,25 %  
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.  
Atentamente,

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Vo. Bo.   
Inga. Telma Marcela Cano Morales  
DIRECTORA CII/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: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## Anexo 4. Ensayo de razón de soporte California



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



---

INFORME No. 378 S.S.

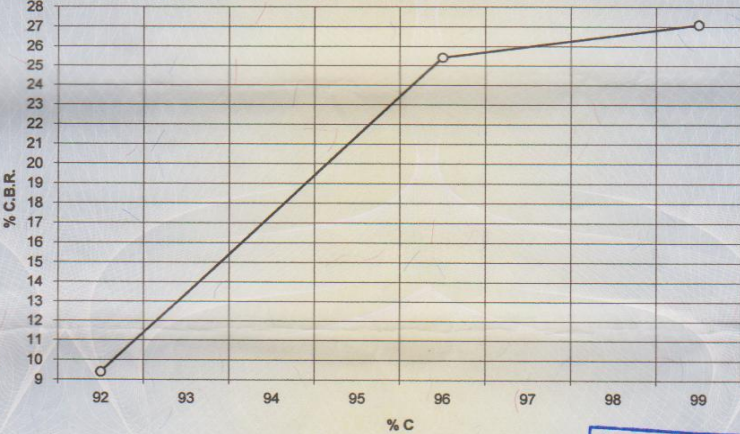
O.T. No. 33.196 **No. 1105**

Interesado: Nicolas Alberto Vásquez Tobar  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)  
 Proyecto: EPS "Pavimentación de la Aldea El Campanero, Mixco"

Ubicación: Municipalidad de Mixco  
 Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café  
 Fecha: Jueves, 10 de Julio de 2014

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	$\gamma_d$ (Lb/pie <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(%)
1	10	28,25	78,80	92,4	0,00	9,39
2	30	28,25	82,04	96,2	0,00	25,44
3	65	28,25	84,58	99,2	0,00	27,11


**GRAFICA DE % C.B.R.- % DE COMPACTACION**



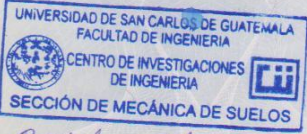
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.



Inga. Telma Maricela Cano Morales  
DIRECTORA CII/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: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

## Anexo 5. Evaluación ambiental social

**DGGA-GA-R-001**

**MARN**  
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

**EVALUACION AMBIENTAL INICIAL**  
(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN
<p><b>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <b>debe</b> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.</li> <li>Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.</li> <li>La información <b>debe</b> ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir.</li> <li>Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: <a href="mailto:vunica@marn.gob.gt">vunica@marn.gob.gt</a></li> <li>Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).</li> <li>Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.</li> </ul>	<p>No. Expediente:</p>   <p>Clasificación del Listado Taxativo</p>   <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>
<p><b>I. INFORMACION LEGAL</b></p>	
<p><b>I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:</b>  <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA</b></p>	
<p><b>1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento</b>  <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO PARA LAS CALLES Y AVENIDAS DE LA ALDEA EL CAMPANERO, MIXCO, GUATEMALA</b></p>	
<p><b>I.2. Información legal:</b></p> <p><b>A) Nombre del Proponente o Representante Legal:</b></p> <p><b>Municipalidad de Mixco Guatemala</b></p> <hr/> <p><b>B) De la empresa:</b>  Razón social:</p> <hr/> <p>Nombre Comercial:</p> <hr/> <p>No. De Escritura Constitutiva: _____</p> <p>Fecha de constitución:</p> <p>Patente de Sociedad      Registro No. _____      Folio No. _____      Libro No. _____</p> <p>Patente de Comercio      Registro No. _____      Folio No. _____      Libro No. _____</p> <p>No. De Finca _____      Folio No. _____      Libro No. _____  de _____  _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.</p> <p>Número de Identificación Tributaria (NIT):</p>	

Continuación de anexo 5.

I.3 Teléfono Fax Correo electrónico:		
I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
<b>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</b>	<b>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</b>	
X=90°36'223" Y=14°37'59" GTM Zona 15.5 Datum WGS84		
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) 4a. Calle 4-98, Zona 1, Mixco, Guatemala		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
<b>II. INFORMACION GENERAL</b>		
Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:		
<b>Etapas de:</b>		
<b>II.1 Etapa de Construcción**</b>	<b>Operación</b>	
- Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia  ** Adjuntar planos	- Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia	
	<b>Abandono</b> - acciones a tomar en caso de cierre	
<b>II.3 Área</b>		
7800 metros cuadrados		
a) Área total de terreno en metros cuadrados:	8000 metros cuadrados	
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados:	7800 metros cuadrados	
c) Área total de construcción en metros cuadrados:		
<b>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</b>		
NORTE _____ SUR _____ ESTE _____ OESTE _____		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Condominio residencial	norte	40 metros
Condominio residencial	sur	25 metros
Condominio residencial	este	12 metros
Condominio residencial	oeste	15 metros
<b>II.5 Dirección del viento:</b>		
Noreste 19 km/hora		



Continuación de anexo 5.

<b>II.7 Datos laborales</b>							
a) Jornada de trabajo: Diurna ( x ) Nocturna ( ) Mixta ( ) Horas Extras _____							
b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____							
c) otros datos laborales, especifique ninguna _____							
<b>II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>							
<b>CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...</b>							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	si	500L/día	Compra	riego		Camión cisternax
	Pozo						
	Agua especial						
	Superficial						
Combustible	Otro						
	Gasolina						
	Diesel						
	Bunker						
	Glp						
	Otro						
Lubricantes	Solubles						
	No solubles						
Refrigerantes							
Otros							
NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia							
<b>III. TRANSPORTE</b>							
III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:							
a) Número de vehículos _____							
b) Tipo de vehículo _____							
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____							
<b>IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD</b>							

**IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES**

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

Continuación de anexo 5.

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	X	Alrededores del proyecto	Riego de agua cuando sea necesario para evitar polvo
		Ruido	X		Se trabajara solo en horario diurno
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			
		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje	X	Únicamente durante el proceso de construcción	

Continuación de anexo 5.

6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

<b>V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA</b>	
<b>CONSUMO</b>	
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____	
V.2 Forma de suministro de energía	
a) _____	Sistema público
b) _____	Sistema privado
c) _____	generación propia
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/> _____	
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
<b>VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</b>	
<b>VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:</b>	
a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serian las actividades riesgosas:	
<b>VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?</b>	
a) inundación ( )      b) explosión ( )      c) deslizamientos ( )	
d) derrame de combustible ( )      e) fuga de combustible ( )      d) Incendio ( )      e) Otro ( )	
Detalle la información explicando el por qué? _____ No genera ningún riesgo grave o peligroso.	
<b>VI.3 riesgos ocupacionales:</b>	
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores	
<input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores	
<input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores	
Ampliar información:	

## Continuación de anexo 5.

### VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI ( x ) NO ( )

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?  
Señalar adecuadamente el área de trabajo

### DOCUMENTOS QUE DEBEN ADJUNTAR AL FORMATO:

- Plano de localización o mapa escala 1:5000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)
- Presentar original del documento en forma física y una copia completa del mismo en medio magnético (cd) (si el proyecto se encuentra fuera del departamento de Guatemala deberán presentarse dos copias magnéticas.)
- El expediente se imprimirá en ambos lados de las hojas
- Presentar una copia para sellar de recibido
- El documento deberá foliarse de adelante hacia atrás (dicha foliación irá solamente en las parte frontal de las hojas, esquina superior derecha)
- Fotocopia de cedula de vecindad
- Declaración jurada
- Fotocopia del Nombramiento del Representante Legal

### NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS DEBERA SER:

- CARTA
- OFICIO
- DOBLE CARTA

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recurso Naturales.