



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2,  
DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

**Alvaro Camey Valerio**

Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2,  
DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ALVARO CAMEY VALERIO**

ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Inga. María del Mar Girón Córdón
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Miranda Castañón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **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 DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2,  
DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,  
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 14 de Noviembre de 2010



Alvaro Cañey Valerio



Guatemala 20 de julio de 2011.  
Ref.EPS.DOC.879.07.11.

Inga. Norma Ilcana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

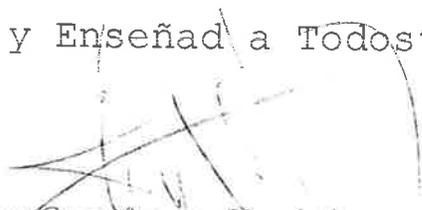
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Alvaro Camey Valerio** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9416523**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2, DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE 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



Guatemala, 20 de julio de 2011.  
Ref.EPS.D.608.07.11

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 DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2, DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Alvaro Camey Valerio**, 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. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
14 de octubre de 2011

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 DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2, DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Alvaro Camey Valerio, 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

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Alvaro Camey Valerio, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2, DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2012

/bbdeb.



DTG. 021.2012

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 DEL SECTOR 1 Y SECTOR 2, DE LA ALDEA LO DE MEJÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario **Alvaro Camey Valerio,** autor de la impresión digital 2012.

IMPRIMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos.  
Decano



Guatemala, 19 de enero de 2012

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Pedro y Margarita, por su apoyo, amor, comprensión y ser la base de mi formación profesional, este triunfo también es de ellos.
<b>Mis hermanos</b>	Araceli, Beatriz, Elida, Sergio y Alexander, por su apoyo moral y enseñarme a que debemos tener confianza, fortaleza y fe para continuar hacia adelante.
<b>Mi esposa</b>	Yessenia Rivas Carrera, por su amor, comprensión, apoyo incondicional y por estar firmemente a mi lado, con mucho amor.
<b>Mis hijas</b>	Cindy María, Diana Susely, por su ternura y ser la base del esfuerzo, con mucho cariño y amor.
<b>Mis suegros</b>	Jorge Rivas, Cati Carrera, por su apoyo y ayuda, con mucho cariño.
<b>Mis cuñados</b>	Jorge, Elvis, Miriam, por su amistad y apoyo.
<b>Mis sobrinos</b>	José, Jonatán, Dafne, Kenet, con mucho cariño.
<b>Mis familiares</b>	Con mucho cariño y afecto

**Mis amigos y  
compañeros**

Walter Z, Marlon, Antonio, Edwin, Luis, Raúl, Ronald,  
Juan Carlos, Ernesto, Erick, Allan R, Edgar A, Edgar  
C, Edgar. G, Melvin (q.e.p.d), Yanni, Samuel, Josue.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios** Ya que con su poder me ha dado la sabiduría, salud, compañía y confianza, en el trayecto de la carrera y la vida, el triunfo le pertenece a Él.

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Alma máter, tricentenaria casa de estudios de formación profesional.

**Facultad de Ingeniería** La que me dio los conocimientos para alcanzar el triunfo obtenido, en especial a la Escuela de Ingeniería Civil, su personal docente y administrativo.

**El Ing. Oscar Argueta** Por el apoyo brindado durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado que representa este trabajo

**Ingenieros**  
Luís Sandoval  
Giovanni Miranda  
Jacobó Cabrera  
Gilberto Gonzales

Gracias por su amistad brindada y apoyo moral.

A los representantes del comité, como ha sus habitantes de la aldea Lo de Mejía, por su colaboración en el desarrollo de mi EPS.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del lugar .....	1
1.1.1. Localización y colindancias .....	2
1.1.2. Ubicación geográfica.....	2
1.1.3. Topografía.....	3
1.1.4. Clima.....	3
1.1.5. Situación demográfica.....	4
1.2. Características de infraestructura.....	4
1.2.1. Vías de acceso .....	4
1.2.2. Servicios públicos .....	5
1.3. Características socioeconómicas .....	6
1.3.1. Origen de la comunidad .....	6
1.3.2. Actividad económica .....	6
1.3.3. Idioma y religión.....	7
1.3.4. Organización de la comunidad.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	11
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector 1 y sector 2, de la aldea lo de mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala .....	11
2.1.1.	Descripción de Proyecto.....	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	12
2.1.2.1.	Planimetría y altimetría .....	13
2.1.3.	Diseño del sistema .....	16
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	16
2.1.3.2.	Período de diseño.....	16
2.1.3.3.	Población de diseño.....	17
2.1.3.4.	Dotación.....	19
2.1.3.5.	Factor de retorno .....	20
2.1.3.6.	Factor de flujo instantáneo.....	20
2.1.3.7.	Caudal sanitario .....	20
2.1.3.7.1.	Caudal domiciliar .....	21
2.1.3.7.2.	Caudal de infiltración .....	21
2.1.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas ....	22
2.1.3.8.	Factor de caudal medio .....	23
2.1.3.9.	Caudal de diseño .....	24
2.1.3.10.	Selección del tipo de tubería.....	24
2.1.3.11.	Diseño de secciones y pendientes.....	26
2.1.3.12.	Velocidades máximas y mínimas.....	29
2.1.3.13.	Cotas invert.....	31
2.1.3.14.	Diámetro de tubería máximos y mínimos.....	33
2.1.3.15.	Pozos de visita.....	34
2.1.3.16.	Conexiones domiciliarias .....	35
2.1.3.17.	Principios hidráulicos .....	37
2.1.3.18.	Relaciones hidráulicas .....	38

2.1.3.19.	Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	38
2.1.4.	Propuesta de tratamiento.....	43
2.1.4.1.	Diseño de la fosa séptica .....	43
2.1.4.2.	Dimensiones de pozos de absorción.....	46
2.1.5.	Planos.....	48
2.1.6.	Presupuesto del proyecto .....	49
2.1.7.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	51
2.1.8.	Evaluación de impacto ambiental .....	52
2.1.9.	Evaluación socio-económica.....	58
2.1.9.1.	Valor presente neto .....	58
2.1.9.2.	Tasa interna de retorno .....	60
CONCLUSIONES .....		63
RECOMENDACIONES .....		65
BIBLIOGRAFÍA.....		67
APÉNDICE.....		69



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de localización.....	2
2.	Sección tubería circular parcialmente llena.....	27
3.	Cotas invert de entrada y salida.....	32
4.	Distribución de drenaje sanitario, tramo Pv - 45 a Pv – 46.....	40

### TABLAS

I.	Resumen de relaciones hidráulicas .....	28
II.	Tuberías mínimas a utilizar en alcantarillados sanitarios .....	33
III.	Profundidad de la tubería en relación a su diámetro.....	34
IV.	Presupuesto del sistema de drenaje sanitario.....	50
V.	Cronograma de ejecución del proyecto.....	51



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
@	A razón de
<b>H<sub>p</sub></b>	Altura de pozo
<b>H<sub>min</sub></b>	Altura mínima
<b>A</b>	Área
<b>q</b>	Caudal
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>Q<sub>dis</sub></b>	Caudal de diseño
<b>Q<sub>dom</sub></b>	Caudal domiciliar en lts/s
<b>Q<sub>con-ili</sub></b>	Caudal ilícito
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>c</b>	Coefficiente de escorrentía e infiltración
<b>CT</b>	Cota del terreno
<b>Cie</b>	Cota invert de entrada
<b>Cis</b>	Cota invert de salida
<b>V<sub>i</sub></b>	Deformación tangente
<b>D</b>	Diámetro
<b>D<sub>h</sub></b>	Distancia horizontal
<b>L<sub>hp</sub></b>	Distancia horizontal entre pozos
<b>h</b>	Espesor
<b>F<sub>qm</sub></b>	Factor de caudal medio
<b>V<sub>ik</sub></b>	Factor de corrimiento
<b>μ</b>	Factor de giro o coeficiente de reparto

<b>Fh</b>	Factor de Harmond
<b>F.R.</b>	Factor de Retorno en %
<b>E</b>	Fuerza inercial de sismo
<b>°</b>	Grados
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>i</b>	Intensidad de lluvia
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>psi</b>	Libra sobre pulgada cuadrada
<b>l/día</b>	Litros por día
<b>l/seg</b>	Litros por segundo
<b>L</b>	Longitud
<b>MPa</b>	Mega pascales
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>mm</b>	Milímetro
<b>‘</b>	Minutos
<b>ft</b>	Pies
<b>Pa</b>	Población actual
<b>Pf</b>	Población futura
<b>PVC</b>	Policloruro de vinilo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>p</b>	Presión
<b>in</b>	Pulgada
<b>in<sup>2</sup></b>	Pulgada cuadrada
<b>in<sup>3</sup></b>	Pulgada cúbica
<b>rh</b>	Radio hidráulico
<b>“</b>	Segundos
<b>V ò v</b>	Velocidad

## GLOSARIO

<b>Agregado</b>	Un material duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.
<b>Alcantarilla</b>	Cualquier estructura por debajo de la sub-rasante de una carretera u otras obras viales, instalada con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.
<b>Carga lineal</b>	Carga que actúa uniformemente a lo largo de un elemento estructural.
<b>Cimentación</b>	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción, que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno los componentes verticales de las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
<b>Cota</b>	Altura relativa de un punto espacial topográfico.
<b>Cota invert</b>	Cota o elevación de la parte inferior interior del tubo ya instalado medida desde el plano de referencia.
<b>Esfuerzo</b>	Magnitud de una fuerza por unidad de área.

<b>Peso específico</b>	Es el peso por unidad de volumen.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual una obra de infraestructura, en general, prestará un servicio eficiente.
<b>Presión</b>	Resultado de la acción de una fuerza normal a una superficie, es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza e inversamente proporcional a las dimensiones de la superficie.
<b>Presupuesto</b>	Cómputo anticipado del coste de una obra.
<b>Sismo</b>	Es una aceleración de la corteza terrestre por un acomodamiento de las placas a una cierta profundidad partiendo de un epicentro.
<b>Tirante</b>	Distancia medida a partir de la superficie del agua hasta el fondo de una sección transversal hidráulica.

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación muestra la propuesta del procedimiento de diseño de alcantarillado sanitario, con el objetivo de satisfacer una de las necesidades de la población de la aldea Lo de Mejía; está diseñado de la siguiente forma: la primera fase contiene una investigación de campo del municipio de San Juan Sacatepéquez y de la aldea Lo de Mejía de tipo monográfico, un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos de la infraestructura, mediante aspectos de la población, tales como: información general, ubicación geográfica, demografía, vías de acceso, situación económica, salud, centros educativos, entre otros.

La segunda fase presenta el desarrollo de la solución de la problemática con el diseño del sistema de alcantarillado sanitario. Se describen sus componentes, se elige el método matemático, se detalla el análisis y el cálculo del proyecto.

Por último se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y presupuesto.

La comunidad será beneficiada con este tipo de proyectos, ayudando a la población en general al saneamiento ambiental y evitando la contaminación por medio de distintos vectores. Es importante resaltar que durante la construcción del proyecto no se causará impacto negativo, ya que se busca cumplir con las normas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para la ejecución de proyectos de infraestructura.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario, de los sectores 1 y 2 ubicados en la aldea Lo de Mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

### **Específicos**

1. Ejecutar una investigación monográfica y una descripción sobre necesidades de los servicios básicos e infraestructura, para la aldea Lo de Mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.
2. Educar a los miembros del comité sobre la importancia del sistema de alcantarillado en su construcción, operación y mantenimiento.
3. Que no existan brotes de enfermedades en la población causados por la mala disposición de aguas negras.
4. Mejorar el entorno natural de la población, eliminando los desagües a flor de tierra, canalizándolos en el sistema de alcantarillado sanitario.



## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de graduación se encontrarán los procedimientos básicos para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, haciendo énfasis en aquellos aspectos teóricos fundamentales para el diseño y desarrollo del proyecto, respectivamente.

Los sistemas de alcantarillado sanitario desarrollados en una comunidad son considerados como un avance en el desarrollo comunitario de infraestructura, ya que brinda saneamiento ambiental como la eliminación de los vectores contaminantes de enfermedades.

Este tipo de proyectos deben contar con los servicios y mantenimientos, tanto preventivo como correctivo, necesarios para su funcionamiento.

El trabajo de graduación está dividido en dos Capítulos, en el uno se muestra, la fase de investigación en la que se presentan las condiciones y características de la comunidad y en el segundo Capítulo se presenta la fase técnico profesional en la que se encuentra el marco práctico con una memoria de cálculo, y se muestran tablas de fácil comprensión. En la parte final se presenta el presupuesto y planos del proyecto en referencia.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Monografía del lugar

El nombre del Municipio se define de la siguiente manera: San Juan, en honor al patrono: San Juan Bautista y Sacatepéquez: se deriva de dos voces Cakchiqueles, *Sacat* = hierba y *Tepeq* = cerro, = a cerro de hierba. Su origen es pre-colonial, fue conquistado por los españoles en 1525, al mando de Antonio de Salazar, cuya corte, se estableció en tierra de Yampuc, fue uno de los pueblos más importantes que formaron el reino Cakchiquel. Según documentos existentes, el título de tierras de San Juan Sacatepéquez adquirió derechos el 3 de febrero de 1752, en el cual hace constar que los indígenas de la región compraron al Rey de España 480 caballerías y 38 manzanas, siendo repartidas entre todos los ejidos, pagando por el mismo 1 200,00 pesos en monedas de la época, segregando posteriormente, parte de las tierras para los municipios vecinos.

Debido a su crecimiento y desarrollo agrícola, comercial y cultural, el Municipio fue ascendido a Villa, según el Acuerdo Gubernativo del 8 de marzo de 1923, pasó el municipio a 2ª categoría. El municipio se compone de varias aldeas y caseríos, entre la que se destaca la aldea Lo de Mejía. En la microrregión uno, fue instituida hace 50 años aproximadamente, su población es de condición social baja, su actividad principal es la agricultura, como el maíz y frijol, plantas ornamentales, la minería, como la extracción de piedra caliza entre otros, su fiesta titular es el 11 de febrero en honor a la virgen de Lourdes.



### **1.1.3. Topografía**

La topografía de este municipio es irregular, bastante montañosa y quebrada, presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas, cubiertas de verde y exuberante vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos y hasta barrosos, el municipio como la aldea cuentan con cerros que son dignos de mencionar como lo son: cerro Candelaria: situado a Norte de la cabecera municipal, se extiende desde el río Raxtunyá, hasta las afueras de la misma y posee vetas de calcio en sus entrañas. Cerro Carnaval: ubicado en la aldea Sajcavillá, que por su altura y formación tiene las características de un volcán y cuenta con minas de mármol que fueron explotadas durante el gobierno del General José María Reyna Barrios. Cerro Mala Paga: se encuentra en la aldea Lo de Mejía.

Cerro Colorado: en la aldea, camino a San Pedro, entre otros, la aldea presenta este tipo de topografía accidentada en gran proporción y en el centro es regular.

### **1.1.4. Clima**

La aldea Lo de Mejía, cuenta con un clima cálido – templado, y la temperatura media oscila entre los 17 °C y la temperatura máxima de 28 °C, según la estación climatológica Suiza Contenta del INSIVUMEH, la precipitación pluvial, es frecuente en las tardes y noches en la época lluviosa.

### **1.1.5. Situación demográfica**

La aldea cuenta con una tipología diversa de viviendas, ya que se encuentran construidas con materiales mixtos, de las que se pueden mencionar algunas características, forros de lámina de zinc y madera, con techo de lámina de zinc, de pared de block pómez y de pared de adobe con techo de lámina de zinc, existen aproximadamente unas 900 viviendas en la región.

## **1.2. Características de infraestructura**

La infraestructura es el conjunto de elementos y servicios, que están considerados como necesarios para que una comunidad pueda estar bien y se desarrollen actividades efectivamente, por lo que la infraestructura se convierte en el material base para el desarrollo y el cambio social de la comunidad.

### **1.2.1. Vías de acceso**

La comunidad carece de obras de infraestructura, pero cuenta con carreteras que son las vías de comunicación más comunes en nuestro medio y a la vez muy importantes para el desarrollo de las comunidades, por ello se puede mencionar la carretera que conduce de la capital de Guatemala hacia el municipio con 32 Kms. aproximadamente de longitud y las carreteras hacia algunas aldeas y caseríos se encuentran asfaltadas, y también hay de terracería, según su localización.

La aldea Lo de Mejía tiene su principal acceso por la carretera que comunica con la aldea Sajcavillá llegando de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez, con una distancia aproximada de 10 Km.

Esta carretera es de mucha importancia, ya que es transitable en todo tiempo y es usada para llegar a diferentes aldeas y colonias de la región. También se tiene un acceso sobre la carretera que conduce hacia la colonia Lo de Carranza, del municipio de Mixco.

Las calles internas de la aldea son de terracería en su totalidad, su longitud total es de 12 Km., aproximadamente. Cuenta con transporte extraurbano de la cabecera municipal hacia la aldea Lo de Mejía por medio de microbuses, hasta el medio día y por el lado de la carretera que conduce hacia la colonia Lo de Carranza, el transporte es por medio de pick up, hacia el centro de la aldea y lugares inmediatos.

### **1.2.2. Servicios públicos**

El municipio en general cuenta con distintos servicios, tanto públicos como privados, que ofrecen el apoyo a la aldea Lo de Mejía como a otras aldeas, para el abastecimiento de la canasta básica y pago de servicios, en instituciones públicas y privadas.

Instituciones públicas: escuelas, colegios, Bomberos Voluntarios, Policía Nacional Civil, Centro de Salud, Periferia IGSS., Juzgado de Paz, Ministerio Público, Iglesias católicas, Iglesias evangélicas, entre otras.

Instituciones privadas: empresas financieras (bancos y cooperativa), telgua, transportes, bienes raíces, sanatorio, centro médico, unidad asistencial, restaurantes, pizzería, cafeterías, pastelerías, heladerías.

La aldea cuenta con servicios públicos como, Iglesia católica, Iglesia evangélica, escuelas de primaria, instituto de segunda enseñanza, centro de salud, tiendas, servicio de microbuses extraurbanos, también con los servicios de agua potable, energía eléctrica, teléfonos públicos y privados, tiene un área recreativa privada.

### **1.3. Características socioeconómicas**

#### **1.3.1. Origen de la comunidad**

La comunidad surge del crecimiento poblacional del municipio. En la búsqueda de tierras para la agricultura, como también en el repartimiento de tierras de forma hereditaria, fueron creando el caserío que se transformó en lo que actualmente es aldea Lo de Mejía, establecida hace cincuenta años, aproximadamente, con una población aproximada de 35 habitantes, fuente de información COCODE de la aldea.

#### **1.3.2. Actividad económica**

Agricultura: a San Juan Sacatepéquez se le denomina la Tierra de las flores, por su alta producción de flores, las cuales son vendidas en la cabecera municipal, en la ciudad capital, así como dentro y fuera de las fronteras de Guatemala.

Tapicería: es otra de las actividades en que se distingue el pueblo. Se producen muebles de finos acabados de sala, comedor y cocina, que son vendidos en el municipio, en la ciudad capital, en el interior de la República, como también en el exterior.

Tejidos: los tejidos son elaborados en casa, en su mayoría por la mujer adulta, y por lo general se distribuyen en el mismo pueblo. Existen varios telares de estilo antiguo y telares pequeños manuales, los que utilizan en su mayoría las mujeres para elaborar las telas de sus trajes típicos, como güipiles, fajas, tapados, cargadores, gorros de niños y otros

Transporte: actualmente el municipio cuenta con aproximadamente 100 buses extra-urbanos, quienes prestan su servicio todos los días, a partir de las 4:00 a.m. culminando la jornada con el ingreso de buses a las 10:00 p.m. Las aldeas cuentan con su propio transporte extraurbano y el horario es adecuado a las necesidades de cada comunidad.

Otros: en el municipio se desarrollan distintas actividades en talleres de mecánica, hojalatería, bordados a máquina, también actividades comerciales en abarroterías, despensa, comida rápida, elaboración de cestas de caña de castilla, manufactura de enseres de barro (como comales, ollas, batidores, y otros), cohetería, jarcia que consiste en la elaboración de artículos, utilizando la pita (material que se extrae del maguey) y sirve para hacer bolsas, redes, mecapal, lazos, cebaderas de caballo y dentro de la aldea Lo de Mejía se desarrollan actividades de minería, entre otros.

### **1.3.3. Idioma y religión**

La aldea domina el idioma cakchiquel y el castellano, la religión de la aldea está clasificada con un 60% de la iglesia católica, un 35% de la iglesia evangélica y el resto de otras denominaciones.

#### **1.3.4. Organización de la comunidad**

La comunidad se encuentra organizada en distintas áreas, que generan estrategias para la búsqueda del desarrollo comunal, entre las organizaciones que conforman el impulso del desarrollo están, las asociaciones que cubren distintas necesidades de la comunidad, como la asociación del agua, comités escolares, comités de seguridad, Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) entre otros.

La educación, salud y seguridad, son temas principales para el desarrollo de la comunidad. La comunidad cuenta con dos escuelas y un instituto de educación básica, en el municipio. La mayor parte de las aldeas y caseríos, cuentan con escuelas nacionales de educación primaria, las únicas aldeas que tiene educación básica pública son las aldeas Montufar y Sajcavilla. En la cabecera municipal se encuentran concentradas las mayores oportunidades de educación con colegios de educación pre-primaria, primaria, básico, diversificado, academias de mecanografía, academias de computación. Las escuelas nacionales trabajan en primaria masculina y femenina; secundaria mixta, diversificado solamente la Escuela de Ciencias Comerciales, una biblioteca que administra la Municipalidad y una Escuela de Música. También se fomentan actividades culturales con el apoyo de agrupaciones como: Asociación Indígena, Casa de la Cultura, Asociación de Tapiceros, Espíritu Joven. En las aldeas se forman comités, los que impulsan sus actividades en los días festivos propios de su comunidad.

La aldea permanece organizada en el tema de seguridad para darles a los vecinos la tranquilidad poblacional, para desarrollar sus actividades diarias.

También cuenta con un pequeño edificio como centro de salud, que actualmente está siendo remodelado.

A través de la organización de la comunidad se busca un desarrollo integral para la población, para poder satisfacer las necesidades que se tienen dentro de la misma y poder de esta manera desarrollar comunitariamente.

El municipio de San Juan Sacatepéquez cuenta con una población de 180 000 habitantes, de raza indígena y mestiza. La población de acuerdo al género, se divide en el 49,5 por ciento masculino y 50,5 por ciento femenino, cabe mencionar que dentro de la aldea Lo de Mejía se encuentra una población aproximada de 6 000 habitantes, fuente Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, INE y COCODE de la aldea.

A través de la organización de la comunidad se busca un desarrollo integral para la población, para poder satisfacer las necesidades que se tienen dentro de la misma, por lo que a través de la investigación se registran algunas prioridades que se enumeran a continuación.

- Sistema de alcantarillado sanitario
- Mejoramiento de calles
- Mejoramiento del centro de salud
- Construcción de salón comunal
- Crear una cooperativa
- Construcción de instituto
- Áreas recreativas
- Capacitaciones en diferentes oficios
- Sistema de recolección de basura



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

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector 1 y sector 2, de la aldea lo de mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala**

#### **2.1.1. Descripción de proyecto**

Las aguas residuales producidas por los habitantes de la aldea Lo de Mejía, actualmente se descargan sobre orillas de calles y se acumulan rápidamente en partes bajas de la aldea, con ello lo se tiene el riesgo de la propagación de enfermedades causadas por la contaminación ambiental por medio de los diferentes vectores, tales como: moscas, sancudos y mosquitos que son en muchos casos portadores y transmisores de enfermedades que pueden llegar a ser mortales para el ser humano.

Por ello, es importante un sistema que permita el transporte de las aguas servidas, captándola desde su origen: ya sean las viviendas, comercios o fábricas; hacia áreas que permitan el establecimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales y posteriormente descargar el agua ya tratada hacia pozos de absorción o ríos sin que estos afecten el medio ambiente.

### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

Topografía: es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas, según los tres elementos del espacio y estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar posiciones de puntos y posteriormente ser representados en un plano, es lo que comúnmente se llama levantamiento topográfico.

Los levantamientos topográficos se realizan por medio de medidas de campo y cálculos de gabinete, y se pueden obtener los siguientes datos: distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, etc. Para efectuar un trabajo de topografía se deben de seguir los siguientes pasos:

Reconocimiento del lugar: es donde se recorre el área de trabajo para tener una perspectiva de las actividades a desarrollar.

- Toma de decisiones: con base al reconocimiento y a criterio técnico, se selecciona el método de levantamiento topográfico a efectuar.
- Trabajo de campo: en él se obtienen los datos que son de importancia para el desarrollo del trabajo como mediciones, niveles, etc.
- Procesamiento de datos: consiste en trasladar e interpretar los datos que se han tomado en campo, para determinar la información requerida.

- Elaboración de planos: aquí se representa gráficamente los datos de campo, así como el diseño del mismo con base a: distancias, cotas, direcciones, etc.

Con la libreta de campo del levantamiento topográfico se realizan los cálculos correspondientes y se procede a dibujar el plano, el cual consta de una planta general de la población en la que se indican todas las estaciones con su respectiva cota de nivelación, Bench Mark (BM) con su respectiva cota, las curvas de nivel y la orientación.

En la planta general de la población con la ayuda de la libreta de campo se ubican todas las viviendas, escuelas, iglesias, campos deportivos, ríos puentes, salidas y entradas principales a la población. La topografía se divide en dos ramas principales:

#### **2.1.2.1. Planimetría y altimetría**

Planimetría: consiste en los procedimientos utilizados para fijar las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidas de campo.

Los levantamientos planimétricos se pueden hacer por métodos tales como, conservación de azimut, por deflexiones, por rumbo y distancia u otro de los usados generalmente. Este levantamiento debe incluir todas las calles de la población, parques, áreas deportivas, escuelas y todos aquellos monumentos que puedan servir de referencia.

El levantamiento de planimetría se realizó por el método de conservación de azimuts. Los datos del levantamiento están registrados en la libreta de campo, acompañado del croquis correspondiente, indicando, además, todos los datos característicos referenciales que pueden ser: calles, callejones, áreas deportivas, iglesia, quebradas, puentes, viviendas, etc. Las estaciones se indicaron con números, con sus respectivos azimuts, lecturas de cambio de niveles y distancias horizontales.

Altimetría: tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno, la altura de los puntos se tiene sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y perfil del terreno. La nivelación debe desarrollarse con un nivel de precisión, hecha sobre el eje de las calles, y se tomarán elevaciones:

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

Para efectuar la topografía del proyecto de drenaje sanitario, se siguieron los pasos descritos anteriormente:

- Reconocimiento: en este punto se efectuó la visita correspondiente a la aldea Lo de Mejía, se recorrió el lugar donde se desarrollaría el proyecto, donde se observaron pendientes, alturas, población en general y su ubicación.
- Toma de decisiones: después de realizar el recorrido a la comunidad, se tomó la decisión que el tipo de levantamiento topográfico a realizar era el de conservación de azimut y nivelación.
- Trabajo de campo: consistió en efectuar el trabajo de planimetría por medio del método de conservación de azimuts, radiando donde era necesario y utilizando un teodolito y cinta métrica. Para la ejecución de la altimetría, se utilizó un nivel de precisión y estadía, nivelando a cada 20 metros, se tomaron bancos de nivel en puntos específicos. Los datos de campo se registraron en libreta. Para el proyecto se realizó la planimetría y altimetría.
- Procesamiento de datos: este trabajo se realizó en gabinete, con los datos de campo se calcularon coordenadas, azimut, cotas, distancias para cada estación y se procedió al diseño del alcantarillado sanitario.
- Con el diseño y los datos tabulados por cada tramo se elaboraron planos planta-perfil para el proyecto.

### **2.1.3. Diseño del sistema**

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario del sector 1 y 2 de la aldea Lo de Mejía, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, es una de las prioridades de la región según el diagnóstico comunitario. Este proyecto dará beneficio a la aldea con el saneamiento ambiental.

#### **2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

El sistema a utilizar es por gravedad colocando tubería central denominado colector principal y pozos de visita, con tuberías secundarias de calles, callejones y avenidas, además se hará la colocación de candelas domiciliarias.

#### **2.1.3.2. Período de diseño**

Es el tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio satisfactorio y se empieza a contar desde el momento en que entra en servicio la obra. Para fijarlo se tomarán en cuenta varios factores que influyen en el período de diseño.

Los factores que intervienen en la selección del período de diseño son:

- Vida útil de los materiales y equipos.
- La población de diseño o la población a servir, la cual podrá predecirse o estimarse a períodos muy cortos.

- Facilidad de ampliación, es una de las formas de alargar la vida de las obras. Las facilidades de ampliación vienen a ser el aumento de vida que le podría dar al proyecto en el diseño o en la ejecución.
- Comportamiento en los primeros años de la obra.
- Costo de conexión y tasas de interés.

Para el diseño del drenaje en la aldea Lo de Mejía se tomará un período de diseño de 22 años considerando todos los factores anteriores.

### **2.1.3.3. Población de diseño**

La población a servir es una población que tiene que ser pronosticada. Hay que hacer pronósticos anuales para todos aquellos componentes que lo integran, que en general son:

$$P = P_i + (N + I) - (D + E)$$

Donde

P	=	población futura
P <sub>i</sub>	=	población inicial o presente
N	=	nacimiento durante
I	=	inmigración durante
D	=	defunciones durante
E	=	emigración durante

Como no es posible encontrar registros de los datos anteriores, es necesario utilizar modelos matemáticos para poder estimar una población futura. Estos modelos matemáticos se basan en el comportamiento del crecimiento bacteriológico.

Modelos matemáticos para pronóstico de población se plantean de acuerdo a la información que se tenga y éstos pueden ser:

- Analíticos
- Gráficos
- Métodos analíticos

Los métodos analíticos se aplican cuando se tiene suficiente certeza de los datos que se disponen. Los métodos analíticos más comunes que se utilizan en un pronóstico son los siguientes:

- Geométrico
- Aritmético
- Parabólico o tasa declinante
- Logístico

Las fuentes de información primarias pueden ser los servicios de estadística de los que disponga el país. En Guatemala se puede encontrar información en las siguientes instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística (INE)
- Registros municipales
- Consejos comunitarios de desarrollo (COCODE)

Modelos analíticos: tiene un patrón u origen común. Estos modelos se basan en el crecimiento bacteriano en función del medio nutritivo. Al incubar una colonia de bacterias en un medio de cultivo ocurre que, en el inicio, dado que existe abundancia del medio nutritivo, las bacterias se reproducen rápidamente, de una forma exponencial. Al disminuir el alimento el crecimiento es menor, teniendo una forma lineal, hasta que llega al punto de saturación, es decir, que ya no hay espacio ni alimento para más bacterias; al llegar a esta etapa las bacterias se alimentan unas de otras, hasta llegar a la destrucción total.

Método geométrico: es el modelo matemático que más se adecúa para las poblaciones que se encuentran en vías de desarrollo (América Latina, África y Asia)

$$Pf = Po \times (1 + R)^n$$

- Po = población inicial
- Pf = población futura
- R = tasa de crecimiento poblacional en porcentaje
- n = período de diseño en años

En Guatemala la tasa de crecimiento oscila entre un 3%, mientras que en otros países es del 6%. Ésta se puede obtener en el Instituto Nacional de Estadística para todos los municipios, existiendo tasas rurales y urbanas.

#### **2.1.3.4. Dotación**

Es la cantidad de aguas servidas que aportan los individuos para el cálculo hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario.

### 2.1.3.5. Factor de retorno

El factor de retorno tomado para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario fue de 0,80, en la que influye la temperatura promedio de la región, que es cálida, por lo que hay más consumo de agua.

### 2.1.3.6. Factor de flujo instantáneo

Es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un trayecto determinado, este factor actúa en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje, también es llamado factor de Harmond.

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

Donde

P = población a servir en miles

F. H. = factor de Harmond

### 2.1.3.7. Caudal sanitario

Este es el caudal que resulta de la suma del caudal domiciliar, conexiones ilícitas, infiltración, comercial e industrial. Su fórmula es:

$$Q \text{ sanitario} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{con} - ilí + Q_{inf}$$

### 2.1.3.7.1. Caudal domiciliar

Es el agua que una vez ha sido usada por los humanos, para la limpieza o producción de alimentos, higiene de vivienda, higiene personal, es desechada y conducida hacia la red de alcantarillado, es decir, que el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro del agua potable.

Para el efecto la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0,75 a 0,90.

$$Q_{dom} = \frac{(No.hab.) * (dotación) * (F.R.)}{86400}$$

Donde

- No. hab. = número de habitantes
- Dotación = de agua en lts/hab/día
- F. R. = factor de retorno en %
- Q dom. = caudal domiciliar en lts/s

### 2.1.3.7.2. Caudal de infiltración

Son las aguas subterráneas que se infiltran entre las tuberías de drenaje, para la estimación del caudal de infiltración que entra a la tubería, se toma en cuenta el nivel freático del agua subterránea en relación con la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en las tuberías y la calidad de mano de obra con que se cuenta durante la construcción.

### 2.1.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar un porcentaje de las viviendas de la localidad que pueden hacer conexiones ilícitas, lo que puede variar de 0,5 a 2,5 por ciento. Como el cálculo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias y el porcentaje de escorrentía.

Intensidad de lluvia es la cantidad que cae en un área por unidad de tiempo, se expresa en milímetros por hora.

Porcentaje de escorrentía es la cantidad de agua que escurre, en función de la permeabilidad de la superficie del suelo.

La fórmula del caudal por conexiones ilícitas es la siguiente:

$$Q_{con-ili} = \frac{C \times I \times A}{360} \times 1000 \times \%$$

Donde

- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de precipitación mm / hora
- A = área tributaria en hectáreas del total de viviendas.
- % = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas entre 0,50% a 2,5%
- Q con-ilí = caudal por conexiones ilícitas en lts/s

Otra manera de calcular el caudal por conexiones ilícitas es:

Q con-ilí = 10 % (Q doméstico)

### 2.1.3.8. Factor de caudal medio

Este factor se obtiene de dividir el caudal sanitario entre el número de habitantes futuros. El valor del factor de caudal medio puede estar entre 0,002 y 0,005. Su fórmula es:

$$F_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No.hab.fut.} = lts / seg$$

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

Donde

P = población a servir en miles

Fh = factor de Harmond

Caudal medio (Qmed): es el caudal obtenido de la multiplicación del número de habitantes futuros por el factor de caudal medio. Su fórmula es:

$$Q_{med} = No.hab.fut * f_{qm}$$

### **2.1.3.9. Caudal de diseño**

Es el caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de caudal doméstico, caudal de infiltración, caudal de conexiones ilícitas, aguas de origen industrial y comercial, según las condiciones particulares del lugar. Luego, el caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el Factor de Harmond y el número de habitantes a servir que en este caso se diseñó para población actual y futura.

La fórmula de caudal de diseño es:

$$Q_{dis} = \text{no. hab.} * F_h * F_{qm}$$

Donde

No. habitantes	=	número de habitantes futuros acumulados
F <sub>h</sub>	=	factor de Harmond
F <sub>qm</sub>	=	factor de caudal medio

Cuando se obtiene el caudal de diseño, es importante obtener y calcular el área tributaria, hacer la selección de ruta, pendientes máximas y mínimas, velocidades máximas y mínimas; y el coeficiente de rugosidad.

### **2.1.3.10. Selección del tipo de tubería**

La tubería propuesta en el diseño de alcantarillado sanitario, de la aldea Lo de Mejía, es de PVC liso norma ASTM 3034, Novaloc, según manual técnico Amanco, ya que el sistema trabajará por gravedad y también por el costo.

Por lo que cuando se obtiene el caudal de diseño, es importante obtener y calcular el área tributaria, hacer la selección de ruta, pendientes máximas y mínimas, velocidades máximas y mínimas; y el coeficiente de rugosidad, atreves de los principios hidráulicos, basándose en la ecuación de Manning para flujo de canales. Como resultado de trabajos realizados a finales del siglo antepasado (1 800) Robert Manning dio a conocer su famosa fórmula para flujo de lámina libre, aunque esta fórmula fue originalmente concebida para el proyecto de canales abiertos. Actualmente se utiliza para conductos cerrados.

$$V = \frac{1 \times rh^{2/3} \times (S/100)^2}{n}$$

-

### 2.1.3.11. Diseño de secciones y pendientes

Ecuación a sección llena: el caudal y la velocidad del flujo cuando la tubería trabaja a su máxima capacidad están dados por las siguientes ecuaciones.

$$\text{Caudal} = Q = V \times A$$

$$V = \frac{1 \times 0,03428 \times \emptyset^{2/3} \times (s/100)^{1/2}}{n}$$

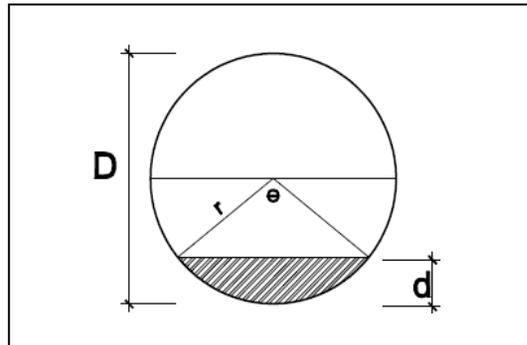
$$A = \frac{3,1416 \times \emptyset^2}{4} = A = 5,067 \times 10^{-4} \times \emptyset^2$$

Donde

- V = velocidad a sección llena, m/s
- $\emptyset$  = diámetro tubería en pulgadas
- A = área a sección llena en m<sup>2</sup>
- n = factor de rugosidad
- S = pendiente de la tubería

Ecuación a sección parcialmente llena: el comportamiento de los fluidos basados en secciones parcialmente llenas, varía según su velocidad, pendiente y rugosidad. Las ecuaciones para calcular dicho comportamiento hidráulico son:

Figura 2. Sección tubería circular parcialmente llena



Fuente: elaboración propia.

$$\varnothing = 2 \cos^{-1}(1 - d / rh)$$

$$d = rh(1 - \cos \varnothing / 2)$$

$$Pm = \pi \times D \times \varnothing / 360$$

$$A = rh^2 \times \left( \frac{\pi \varnothing}{360} \times \frac{\text{sen} \varnothing}{2} \right)$$

Donde

- d = tirante hidráulico en metros
- D = diámetro de la tubería
- A = área mojada m<sup>2</sup>
- Pm = perímetro mojado metros
- Rh = radio hidráulico metros
- $\varnothing$  = ángulo en grados

Dichas ecuaciones pueden ser graficadas y ser utilizadas que con menor exactitud, pero son eficientes.

También pueden ser utilizadas tablas que mediante programas son tabuladas.

Tabla I. **Resumen de relaciones hidráulicas**

q/Q	d/D	v/V	a/A
0.012700	0.079	0.345215	0.036789
0.013043	0.08	0.348007	0.037478
0.013390	0.081	0.350786	0.038171
0.013742	0.082	0.353551	0.038868
0.014098	0.083	0.356302	0.039568
0.015196	0.086	0.364475	0.041693
0.015571	0.087	0.367173	0.042409
0.021319	0.101	0.403692	0.05281
0.021765	0.102	0.406216	0.053579
<b>0.022215</b>	<b>0.103</b>	<b>0.40873</b>	<b>0.054351</b>
0.022670	0.104	0.411234	0.055127
0.023130	0.105	0.413727	0.055906
0.023594	0.106	0.41621	0.056688
0.025986	0.111	0.428476	0.060648
0.026479	0.112	0.430901	0.061449
0.026976	0.113	0.433316	0.062254
0.027477	0.114	0.435721	0.063062
0.027984	0.115	0.438117	0.063873
0.028495	0.116	0.440505	0.064686

Fuente: ZABALA, Eduardo , diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea el rosario y del edificio escolar para la escuela nacional urbana mixta "ismael cerna" del casco urbano del municipio de Ipala, departamento de Chiquimula, p. 122

Relaciones hidráulicas: están basadas principalmente en la ecuación del caudal parcialmente llena, en experimentos, experiencias, por lo que se han considerado parámetros de diseño para optimizar su funcionalidad, tales como:

- El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena  $q < Q$
- La velocidad de diseño  $v$  no tiene que ser menor que 0,60 m/s, y no mayor a 3,00 m/s.
- La relación  $d/D$  para alcantarillados sanitarios tiene que estar entre los de 0,10 y 0,75

Pendientes máximas y mínimas: la pendiente está en función de la velocidad y el terreno, pero se procura seguir una pendiente paralela al perfil del terreno natural, aunque no necesariamente deba ser así. Existen diversos casos por ejemplo:

Donde la profundidad es menor que la profundidad mínima, se procura no profundizar demasiado la tubería, ya que esto incrementa los costos.

En este proyecto se trató de no sobrepasar las pendientes de 0,5 % a 11%, las cuales cuentan con valores de caudal y velocidad a sección llena en las tablas contenidas en el manual Norma ASTM 3034 para tuberías P.V.C. para alcantarillado sanitario, Amanco, S.A.

#### **2.1.3.12. Velocidades máximas y mínimas**

La velocidad máxima para el presente proyecto es de 4 m/s, y la mínima será de 0,40 m/s. Aunque se pueden mantener velocidades mayores y menores, según el manual de tubería de Amanco, S.A.

Velocidades de arrastre: la velocidad mínima con la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla se llama velocidad de arrastre, la cual se obtiene haciendo que el tirante esté dentro del rango de  $0,10 < d < 0,75$  y pendiente adecuada.

La fórmula de Manning es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad  $C$ , que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad  $n$ , por el tipo de material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo. Queda de la siguiente manera:

- $V$  = velocidad del flujo
- $rh$  = radio hidráulico metros
- $S$  = pendiente del terreno
- $n$  = coeficiente de rugosidad de la tubería

$$V = \frac{1 \times rh^{2/3} \times (S/100)^2}{n}$$

- $n$  = 0.010 para tubería de PVC

Se continúa con la fórmula de continuidad:

- $Q$  = caudal
- $V$  = velocidad del flujo
- $A$  = área de la sección de la tubería

$$Q = A \times V$$

### 2.1.3.13. Cotas invert

Éstas se calculan con base a la pendiente y la distancia del tramo respectivo. La cota invert de salida de un pozo deberá ser de 3 a 5 centímetros más baja que la cota invert de entrada. Cuando a un pozo de visita llegan 2 ó 3 tubos, el tubo que sale deberán salir con una cota invert 3 ó 5 centímetros más baja del tubo que llegue más bajo.

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 3 centímetros. Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita, sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert, será como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale de un pozo de visita, sea mayor que 0,70 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce al caudal como un mínimo de turbulencia y se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$Cie = Cis - \frac{S \times L_{hp}}{100}$$

$$Cis = CT - h_{\min}$$

$$Hp = CT - Cis$$

$h_{\min}$  = altura mínima, que depende del tránsito que circule por las calles

CT = cota del terreno

Cie = cota invert de entrada

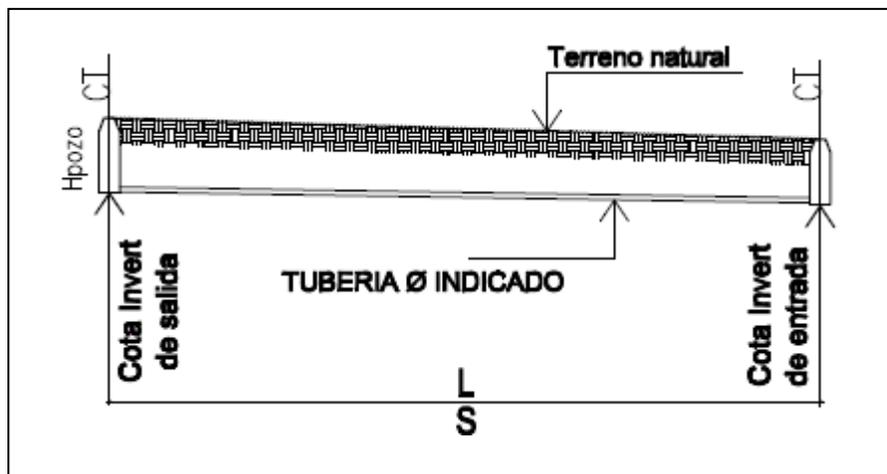
Cis = cota invert de salida

$L_{hp}$  = distancia horizontal entre pozos

S% = pendiente de la tubería

Hp = profundidad del pozo

Figura 3. Cotas invert de entrada y salida. Ejemplo



Fuente: elaboración propia.

Ejemplo de la figura 3.

$$CT = 106,50 \text{ m.}$$

$$S = 1,69\%$$

$$L_{hp} = 36,17\text{m.}$$

$$h_{\min} = 1,20$$

$$C_{is} = CT - h_{\min} = 106,50 - 1,20 = 105,30\text{m.}$$

$$C_{ie} = C_{is} - \frac{S \times L_{hp}}{100} = 105,30 - \frac{1,69 \times 36,17}{100} = 104,72\text{m.}$$

$$H_p = CT - C_{is} = 106,50 - 105,30 = 1,20\text{m.}$$

#### 2.1.3.14. Diámetro de tubería máximos y mínimos

Los materiales para alcantarillados pueden ser variados tales como, concreto simple, concreto armado, acero, PVC, fibrocemento, etc.

Para obtener un proyecto factible se estudia la posibilidad de utilizar la tubería que cumpla la disponibilidad del mismo, así como su costo.

Para el proyecto de este trabajo de graduación se utilizará tubería PVC, la cual cuenta con disponibilidad y manejabilidad, aunque un costo medianamente alto.

Tabla II. **Tuberías mínimas a utilizar en alcantarillados sanitarios**

<b>DÍAMETROS MÍNIMOS</b>		
Conexión	Material	Ø mínimo
Domiciliar	PVC	4"
Domiciliar	TC	16"
Colector central	PVC	6"
Colector central	PVC	8"
Colector central	PVC	10"

Fuente: elaboración propia.

En las conexiones domiciliarias se permite la pendiente mínima de 2% y una máxima de 6% y que forme un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados, en el sentido de la corriente del mismo.

Profundidad de tubería: la colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea vea afectada por las inclemencias del tiempo y por el tráfico de los vehículos que circulan sobre las calles. En la tabla XVII se puede apreciar la profundidad que se recomienda para la tubería, dicha profundidad dependerá del diámetro de la tubería y del tipo de trafico que debe soportar la calle, el cual puede ser liviano o pesado.

Tabla III. **Profundidad de la tubería en relación a su diámetro**

	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"
Tráfico normal (m)	1.20	1.30	1.40	1.40	1.50	1.60	1.70
Tráfico pesado (m)	1.40	1.50	1.60	1.60	1.70	1.80	1.90

Fuente: HERNÁNDEZ, Héctor José, Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea San José Lo de Ortega, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, p. 27.

### **2.1.3.15. Pozos de visita**

Los pozos de visita tienen una función muy importante dentro del sistema de alcantarillado sanitario, ya que por medio de ellos se pueden realizar inspecciones, operaciones de limpieza y mantenimiento. Los pozos de visita dentro del sistema de alcantarillado se ubican en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24”.
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

Se debe tomar en cuenta las cotas invert para el funcionamiento de los pozos de visita.

El tipo de pozo que se va a construir es el típico, cilíndrico en la parte inferior y termina en una parte cónica que sea suficientemente amplia para dar paso a un hombre que permita maniobrar en su interior.

#### **2.1.3.16. Conexiones domiciliarias**

Tiene la finalidad de recibir las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado sanitario central.

Consta de las siguientes partes:

- Caja o candela: la conexión se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros, así fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Éstos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo debe ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado sanitario central. La altura mínima de la candela será de 1 metro.

- Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual debe tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería PVC norma ASTM 3034, con una pendiente mínima del 2%, a efecto de evacuar adecuadamente las aguas servidas.

La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio superior, a un ángulo de 45 grados en el sentido de las aguas, uniendo el tubo de PVC con el tubo general o central con el accesorio codo de PVC 4" de 45 grados.

La utilización del sistema que permite un mejor funcionamiento del alcantarillado se empleará en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y de las condiciones físicas de donde se construya.

Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, derivadores de caudales entre otros.

### 2.1.3.17. Principios hidráulicos

Fórmula de Manning para flujo laminar en canales: basándose en trabajos realizados a finales del siglo XX Robert Manning dio a conocer su famosa fórmula para flujo de lámina libre, aunque esta fórmula fue originalmente concebida para el proyecto de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados.

$$V = \frac{1 \times rh^{2/3} \times (S/100)^2}{n}$$

La fórmula es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad C, que depende el radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad n, por el tipo de material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo.

Quedando de la siguiente manera:

V	=	velocidad del flujo
rh	=	radio hidráulico metros
S	=	pendiente del terreno
N	=	coeficiente de rugosidad de la tubería

$$V = \frac{1 \times rh^{2/3} \times (S/100)^2}{n}$$

n = 0,010 para tubería de PVC

Se continúa con la fórmula de continuidad:

Q = caudal

V = velocidad del flujo

A = área de la sección de la tubería

$$Q = A \times V$$

### **2.1.3.18. Relaciones hidráulicas**

Las relaciones hidráulicas están basadas principalmente en la ecuación del caudal parcialmente llena. En experimentos, experiencias se han considerado parámetros de diseño para optimizar su funcionalidad, tales como:

- El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena  $q < Q$
- La velocidad de diseño  $v$  no tiene que ser menor que 0,60 m/s, y no mayor a 3,00 m/s.
- La relación  $d/D$  para alcantarillados sanitarios tiene que estar entre los valores de 0,10 y 0,75.

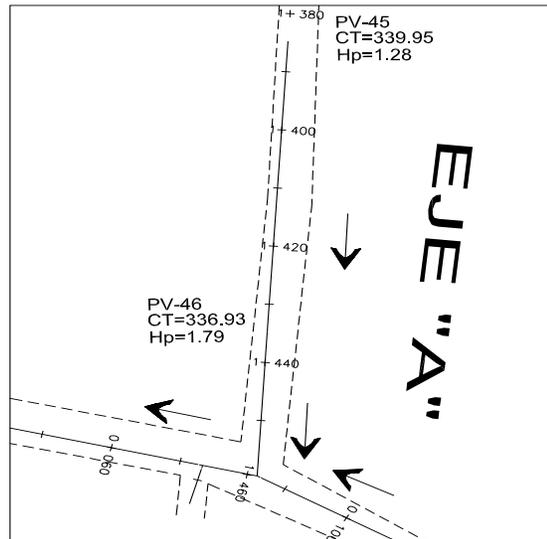
### **2.1.3.19. Diseño de la red de alcantarillado sanitario**

En el desarrollo del diseño de alcantarillado sanitario se evalúan y utilizan los criterios de los diagramas, tablas y sus aplicaciones, en lo anterior nos basaremos para el diseño de un tramo del drenaje sanitario para la aldea Lo de Mejía.

## Datos de diseño

Período de diseño	=	22 años
Dotación de agua potable	=	200 Lts/hab/día
Factor de retorno	=	0,80
Intensidad de precipitación	=	50 mm/hora
Área de techos más patios	=	100 m <sup>2</sup>
Coefficiente de escorrentía	=	0,50
Porcentaje de conexiones ilícitas	=	2%
Factor de infiltración	=	1,600 Lts/km/día
Longitud de tubería domiciliar	=	6 metros PVC
Área total a servir	=	3 hectáreas
Número de casas actual	=	3 casas
Número de habitantes actual	=	1 122 habitantes
Número de casas futuras	=	187 casas
Número de habitantes futuros	=	2 392 habitantes

Figura 4. Distribución de drenaje sanitario tramo Pv-45 a Pv-46



Fuente: elaboración propia.

Aplicando los datos anteriores y las fórmulas, se presenta el siguiente diseño:

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{(No.hab.) * (dotación) * (F.R.)}{86400} \quad Q_{dom} = \frac{(2392) * (200) * (0,80)}{86400} = 4,42 \text{ lts/s.}$$

- Caudal ilícito

$$Q_{ilic} = 0,10 \times Q_{dom} = Q_{ilic} = 0,10 \times 4,42 = 0,443 \text{ lts/s}$$

- Factor de Harmond =  $Fh = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{2392}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{2392}{1000}}} = 3,52$

- Q sanitario = Qdom + Q ind + Q inf + Q con-ilí

Q sanitario = 0,443 + 0 + 4,42 = 4,91 lts/s

- $Fqm = \frac{Q_{sanitario}}{No.hab.fut.} = \frac{4,91}{2392} = 0,00203$  como el factor debe encontrarse entre 0,002 y 0,005 utilizaremos un Fqm=0,003

- Q diseño = No. hab. \* Fh \* Fqm. = 2 392 x 3,52 x 0,003 = 25,29 lts/s.

El caudal de diseño será de 2,10 litros por segundo en el tramo comprendido de Pv-45 a Pv-46.

Datos de diseño

Diámetro de la tubería = 8"

Pendiente del terreno = 6,04 %

Caudal de diseño = 25,29 lts/s

Tipo de tubería = PVC

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{1 \times 0,03428 \times \varnothing^{2/3} \times (s/100)^{1/2}}{n} = \frac{1 \times 0,03428 \times 8^{2/3} \times (7,00/100)^{1/2}}{0,010} = 3,629 \text{ m/s}$$

La velocidad del caudal es 3,629 m/s.

Cálculo del caudal a sección llena utilizando la fórmula de continuidad.

$$Q = V \times A = 3,6 \times 5,067 \times 10^{-4} \times 8^2 = 117,68 \text{ lts/s}$$

La tubería a sección llena es de  $Q = 117,68 \text{ lts/s}$

Para calcular la velocidad del caudal de diseño se utilizarán las relaciones hidráulicas.

$$\text{Relacion\_caudal} = \frac{q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sec-llena}}}$$

Donde

$$Q = 117,68 \text{ lts/s}$$

$$Q = 25,29 \text{ lts/s} \quad \frac{q}{Q} = \frac{25,29}{117,68} = 0,214$$

Con el resultado y con el auxilio de tablas se obtuvieron las siguientes relaciones hidráulicas.

$$v/V = 0,795$$

$$d/D = 0,314$$

-si cumple

Donde

Donde

$$v = 0,795 * 1,26$$

$$d = 0,314 * 8''$$

$$v = 1,00 \text{ m/s} \quad \text{-si cumple}$$

$$d = 2,51''$$

El caudal sanitario se comportará así:

pendiente	=	7,00 %
caudal de diseño	=	25,29 Lts/s
velocidad de diseño	=	3,62 m/s
tirante de agua	=	2,51”

#### **2.1.4. Propuesta de tratamiento**

##### **2.1.4.1. Diseño de la fosa séptica**

Se puede definir como un estanque cubierto e impermeable, construido de piedra, ladrillo, concreto armado y otros materiales constructivos, como también se pueden usar fosas sépticas prefabricadas distribuidas por algunas empresas en el medio de la ingeniería, son generalmente de forma rectangular, proyectado y diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscila entre 12 y 72 horas, durante el cual se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de bacterias y el asentamiento de sólidos sedimentables.

Los desperdicios líquidos de residencias (aguas negras), rápidamente obstruirían cualquier tipo de formación porosa de suelo sin ningún tratamiento.

La fosa séptica condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. Por lo anterior, se puede decir que la función esencial de la fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. Para proporcionar esta protección al subsuelo, en la fosa séptica se deben cumplir tres funciones básicas:

- Reducción de sólidos y carga orgánica
- Proceso biológico de descomposición
- Almacenamiento de cieno (lodos) y natas

Además, se deben considerar los siguientes factores:

- La localización debe ser donde no altere ningún manantial, sistema hídrico o pozo de abastecimiento de aguas. También, se debe tomar en cuenta la alteración del agua subterránea, ya que ésta tiende a seguir el contorno de la superficie del terreno, por lo que las fosas deben localizarse lejos de pozos y manantiales.
- Deben estar localizadas a más de 15 metros de cualquier fuente de abastecimiento de aguas, es preferible mayores distancias.
- No deben localizarse a menos de 1,5 metros de cualquier edificio, debido a que si hay filtraciones pueden ocurrir daños estructurales o las filtraciones pueden llegar al sótano.
- Se debe tomar en cuenta que todo lo que reciba la fosa séptica tendrá que ir a descargarse a un pozo de absorción.
- Según las normas de construcción de FHA (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas)

Las fosas sépticas deben llenar los siguientes requisitos: deben construirse con materiales resistentes a las aguas negras y a los gases que se produzcan, siendo aceptables el concreto reforzado, mixto, asbesto cemento u otro material que el FHA considere adecuado. Las fosas de mixto o concreto deben tener un acabado interno con 0,02 m., de mortero.

Su ubicación debe efectuarse tomando en cuenta la localización de las instalaciones de agua potable, estructuras y facilidades para el acceso, mantenimiento y conexión futura del sistema de la edificación con la red municipal o privada. En todos los casos la fosa deberá quedar lo más próxima posible a la calle de acceso al terreno.

#### Distancia mínima recomendable a fosa séptica

Lindero de propiedad	2,00 m.
Cimientos u otras estructuras	2,00 m.
Tuberías de agua potable	1,00 m.

Deben dejarse construidas hasta el límite del terreno, las facilidades para efectuar en el futuro la conexión con el sistema público.

El volumen útil de cada fosa se determinará de acuerdo al cálculo respectivo, pero en ningún caso podrá ser menor a 160 lts/persona. En sistemas colectivos, se exigirá la separación del volumen total requerido en varias fosas que trabajen en paralelo. El ancho útil no debe ser menor de 1,00 metro. La profundidad útil debe estar entre 0,75 y 1,50 m.

El espacio libre entre el nivel máximo y la cubierta de la fosa debe ser por lo menos un 30% de la profundidad útil.

Para la orientación del flujo, a la entrada y salida, puede usarse pantallas de concreto reforzado o tener sistema de entrada del mismo diámetro que el sistema de salida final, cuya penetración bajo el nivel máximo deber ser de 30 y 40% de la profundidad útil respectivamente. La parte superior de las pantallas a tener deben quedar más baja que la cubierta de la fosa (unos 0,05m.).

La tubería de salida debe quedar más baja que la de entrada (0,05m.). Debe colocarse tubería de ventilación, cuyo extremo libre, debe tener un diámetro no menor de 1" y ser de materia no atacada por los gases que se evacuen.

Deben construirse dos accesos desde la superficie, uno en la entrada y otro en la salida, con dimensiones mínimas de 0,60 x 0,60 m., debiendo quedar como máximo a 0,20m., bajo el nivel de jardines, en áreas con piso (patios de servicio por ejemplo). Las tapaderas deben ser fácilmente removibles pero deben garantizar un cierre hermético e impermeable absoluta.

#### **2.1.4.2. Dimensiones de pozos de absorción**

Los pozos de filtración, así como, todos los sistemas de filtración que aprovechan la absorción del suelo, jamás deben usarse donde exista la posibilidad de alterar las aguas subterráneas. Es importante efectuar las pruebas de filtración del suelo. Entre éstas tenemos:

- Excavar un agujero de 900 cm<sup>2</sup> a la profundidad donde se propone el drenaje.

- Llenar el agujero con agua hasta que se filtre, se debe observar la velocidad con la que se filtra el agua. Se debe llenar hasta que este saturado (se debe seguir añadiendo agua hasta que la velocidad sea constante).
- Cuando esté saturado, se debe calcular el tiempo requerido para que baje 2.5cm. Este es el tiempo estándar “t” de filtración.
- Según las normas de construcción FHA (Instituto de Fomento de Hipotecas Aseguradas)

Los pozos de absorción deben de llenar los siguientes requisitos y deben ubicarse en áreas no construidas y obligatoriamente en jardines cuando sea posible, a las distancias mínimas siguientes:

Lindero de propiedad	3,00 m.
Cimientos y otras estructuras	3,00 m.
Tuberías de agua	3,00 m.

La profundidad requerida dependerá de la permeabilidad de los estratos que conforme el subsuelo, debiendo efectuar pruebas de infiltración.

La descarga de las aguas al pozo deben orientarse adecuadamente para evitar la erosión de sus paredes, y el fondo del mismo debe protegerse con una cama de piedra de 0,75 m., de altura como mínimo.

Los pozos deben dotarse de tapaderas de concreto reforzado apoyadas sobre brocales de ladrillo de punta, de por lo menos un metro de altura. Debiendo contar con bocas de registro, que deben cumplir con los mismos requisitos para fosas sépticas.

En caso de suelo no estable, se requerirá la protección de la pared lateral de los pozos contra posibles derrumbes.

En cualquier caso, debe quedar área disponible para la construcción de otros pozos en el futuro.

En el presente proyecto, por su topografía, se muestra diferentes zonas de descarga de las aguas residuales para su respectivo tratamiento, ya que se cuenta con un áreas adecuadas para la construcción de la plantas de tratamiento.

#### **2.1.5. Planos**

Después de realizar los procedimientos descritos en las secciones anteriores, es necesario plasmar los resultados en los planos. Estos son las representaciones gráficas que detallan y especifican todas las partes y los trabajos a realizar en el proyecto y que sirven para presupuestar, controlar y construir los diferentes trabajos del mismo.

El conjunto de planos para el drenaje sanitario incluyen de los siguientes planos: planta de ubicación de ejes principales y secundarios, densidad de vivienda, planta-perfil eje principal A, planta-perfil eje principal B, planta-perfil eje principal C, planta-perfil eje principal D, planta-perfil eje principal E, detalles de pozos de visita, detalles de conexiones domiciliarias, las especificaciones de diseño y de su construcción se basaron, en las normas del INFOM.

#### **2.1.6. Presupuesto del proyecto**

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se encuentran en el mercado de la construcción, lo referente a mano de obra se aplicaron precios del medio constructivo y de la municipalidad, para los indirectos se aplicó el 35%.

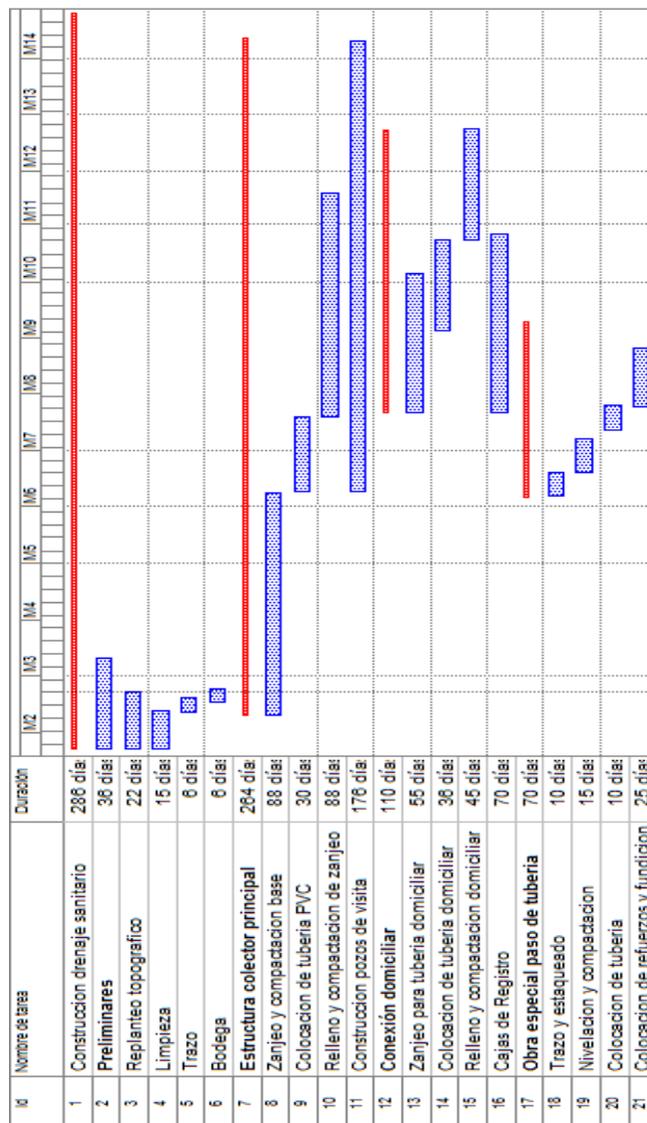
Tabla IV. Presupuesto del sistema de drenaje sanitario

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto	PRESUPUESTO DEL DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA			PROGRAMA:	EPS, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS	Tipo de cambio dolares americanos \$ 8,30
Codigo	Renglon	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total	Total
1	Replanteo de tubería y pozos de visita	8812,00	ml	Q 7,73	Q 68.150,00	\$ 8.210,84
2	Zanjeo para colocacion de tubería línea central	8.812,00	ml.	Q 64,11	Q 564.954,00	\$ 68.066,75
3	Pozos de visita	188,00	unidad	Q 7.386,25	Q 1.388.615,00	\$ 167.303,01
4	Cajas de registro para drenaje sanitario	24,00	unidad	Q 3.797,17	Q 91.132,00	\$ 10.979,76
5	Instalación de tubería PVC ASTM 3034 Ø 6" línea central	6.234,00	ml	Q 157,95	Q 984.680,48	\$ 118.636,20
6	Instalación de tubería PVC ASTM 3034 Ø 8" línea central	2.472,00	ml	Q 214,61	Q 530.509,30	\$ 63.916,78
7	Instalación de tubería PVC ASTM 3034 Ø 10" línea central	108,00	ml	Q 341,24	Q 36.854,08	\$ 4.440,25
8	Candelas domiciliarias y tubería de 4" a línea central	628,00	unidad	Q 2.714,71	Q 1.704.841,00	\$ 205.402,53
9	Obra especial para paso de tubería sobre zanjon	70,00	m <sup>2</sup>	Q 1.325,43	Q 92.780,00	\$ 11.178,31
<b>VALOR TOTAL PROYECTO</b>					<b>Q 5 462 515,86</b>	<b>\$ 658 134,44</b>
<b>9</b>	<b>GASTOS INDIRECTOS</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>			
	Gastos administrativos	10%	Q	546.251,59	\$	65.813,44
	Utilidades	15%	Q	819.377,38	\$	98.720,17
	Gastos legales y financieros	5%	Q	273.125,79	\$	32.906,72
	Imprevistos	5%	Q	273.125,79	\$	32.906,72
	<b>Sub-total</b>	<b>=</b>	<b>Q</b>	<b>1 911 880,55</b>	<b>\$</b>	<b>230 347,05</b>
<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO</b>			<b>Q</b>	<b>7 374 396,41</b>	<b>\$</b>	<b>888 481,50</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.7. Cronograma de ejecución del proyecto

El cronograma es un elemento básico para la medición del tiempo para la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Lo de Mejía del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.8. Evaluación de impacto ambiental**

La ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la producción de los seres vivos que inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades. Dentro de la naturaleza, también entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como “ambiente”.

Podría definirse el impacto ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. La evaluación del impacto ambiental está destinada a predecir, identificar cuáles acciones pueden causar la calidad de vida del hombre y su entorno y definir las acciones necesarias para mitigar los impactos negativos.

- Amenazas potenciales

Analizando el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por lo mismos son:

- Fase de construcción

El agua: debido a que puede contaminarse con el movimiento de tierra al momento del zanjeo o el mal uso de desechos líquidos.

El suelo: se impactará negativamente si no se supervisa eficazmente en la etapa de compactación, puede sufrir hundimiento y grietas o quebraduras, tanto en los caminos de acceso como en las zanjas de las tuberías.

Ruido: el aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos que accedan los límites permitidos en el ambiente.

Para asegurar el bienestar físico y mental del trabajador en la fase de construcción del proyecto, se recomienda para todo el personal (ingeniero residente, peones, maestro de obras, operadores de maquinaria, etc.), no consumir bebidas alcohólicas durante el trabajo. Durante las actividades de riesgo deben utilizarse guantes, casco protector, en algunos casos mascarillas, y si existiera la necesidad de trabajar en jornada nocturna, utilizar suficiente iluminación artificial, chalecos reflectivos.

La empresa constructora debe contar con botiquín de primeros auxilios, en caso de una emergencia o accidente, siendo conveniente que contenga cómo mínimo:

- Termómetro oral
- Gasas estériles
- Vendas elásticas
- Aspirinas y analgésicos
- Baja lenguas

- Alcohol
- Desinfectantes
- Curitas, esparadrapo
- Tijeras
- Algodón y torniquete

Las reglas generales en caso de accidentes

- Mantener la calma
  - Colocar al paciente en posición cómoda
  - No dejar solo al paciente
  - Mantenerlo abrigado si no es insolación
  - Aflojarle las ropas
  - Observar el color de la piel y demás síntomas
  - Si no se tiene mayor conocimiento hay que llevarlo al médico
  - Solicitar auxilio de personas capacitadas como bomberos, paramédicos
- 
- Fase de operación

El suelo: pueden haber hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en las tuberías.

Salud: se impactará negativamente si existieran fugas de agua residual que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación en el subsuelo y mantos acuíferos.

- Tipos de vulnerabilidades de la población

Las poblaciones de las diferentes áreas aledañas serán afectadas ligeramente por la contaminación en el aire y ruido proporcionando algún tipo de estrés.

- Medidas de mitigación

Es necesario tomar en cuenta todos los factores importantes en cuanto al control que se pueda brindar en todas las fases de trabajo, ya sea preliminar, de campo o de ejecución, con la finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo. Entre éstos se puede citar las medidas de mitigación para la seguridad personal (habitantes y trabajadores), proceso suelo-agua, flora y salud humana. Con el objetivo de tener una noción más clara al respecto se especifican las citas anteriormente citadas.

- Medio físico

Suelo: los residuos sólidos deberán ser recolectados y reutilizados todas las veces que sea posible dentro del mismo proyecto, y si fuese posible, almacenados para trasladarlos a otros proyectos. Se deben construir pequeños rellenos sanitarios para depositar los desechos sólidos generados por el proyecto y los trabajadores, para evitar que éstos sean focos de contaminación para otras áreas.

Para realizar las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada en el proyecto, se debe establecer un único lugar, evitándose al máximo los derrames de los lubricantes, tanto nuevos como usados.

Los lubricantes que sean utilizados deberán ser destinados al reciclaje, para lo cual se demanda la recolección en depósitos adecuados para su posterior transporte a empresas dedicadas a tal efecto.

- Hidrología e hidrogeología

Los amortiguamientos sobre las aguas superficiales y subterráneas, serán inspeccionados mediante un control sobre los residuos líquidos que están formados por derrames de aguas contaminadas y/o concreto líquido; por lo que durante el manejo se deberán evitar derrames, sobre todo en aquellos lugares en donde se encuentren afluentes superficiales.

Para evitar el desperdicio o derrame de concreto en el área del proyecto, se deberá preparar solamente las cantidades requeridas para las labores a realizar.

- Ruido

La maquinaria, vehículos y equipo empleado en el proyecto deben contar con silenciadores adecuados para no provocar ruidos innecesarios para los trabajadores y la población del área.

- Calidad del aire

Toda la maquinaria tendrá que proporcionar la mínima cantidad de contaminante de monóxido y dióxido de carbono producido por motores a combustión interna.

El polvo, en la fase de construcción, deberá ser tratado de modo que no influya en la contaminación de aire, el cual es inhalado por la población.

Medio biótico: la flora y vegetación, el material proveniente de cortes será dispuesto en los botaderos de desperdicios para proteger la flora y vegetación. Los botaderos serán elegidos para evitar obstrucciones en los drenajes naturales del terreno o perjuicios de erosión en terrenos aledaños a la obra.

Fauna: para garantizar la fauna se implementarán áreas temporales, las cuales no deberán afectar negativamente la ecología dentro del entorno del proyecto.

- Medio socioeconómico
  - Efectos potenciales sobre la población

Dentro de los impactos relevantes en la ejecución del proyecto para la aldea Lo de Mejía se pueden mencionar: que se tendrá una vida adecuada para los vecinos eliminando los contaminantes de aguas servidas a través del alcantarillado sanitario y su adecuado tratamiento.

- Efectos potenciales sobre el sector primario

El sector primario de la población tendrá un efecto positivo mediante la implementación de dicho proyecto, obteniendo así un índice de desarrollo humano superior.

- Medio perceptual
  - Efectos potenciales sobre el paisaje

La zona tiene valor ecológico que produce un entorno agradable. Los efectos finales del proyecto proporcionarán un mejor manejo de saneamiento ambiental, dando así un paisaje del desarrollo humano para la población en general, esto se pretende lograr sin perjudicar el entorno ecológico del área.

### **2.1.9. Evaluación socio-económica**

#### **2.1.9.1. Valor presente neto (VPN)**

Este es un método que permite tomar decisiones acerca de realizar una inversión o no, determina si la inversión que se planea realizar va a ser rentable o va a generar pérdidas. En este caso se utilizará para comprobar el resultado del análisis realizado con el método de la tasa interna de retorno.

En este proyecto en particular se realizará una inversión inicial de Q.3 687 198,21 y sus gastos de operación y mantenimiento se calculan que podrían llegar a ser de Q.226 080,00 por año, y la municipalidad podría esperar recibir por concepto de servicios por parte de la comunidad la cantidad de Q.540 080,00, y se necesita saber si en un período de 22, años con una tasa del 10%, va a ser rentable el proyecto o no.

Inversión inicial	=	Q.3 687 198,21
Valor de rescate	=	Q.3 687 198,21
Ingresos por servicios	=	Q.540 080,00
Egresos por mantenimiento	=	Q.226 080,00
n	=	22 años
TIR	=	10 %

En la siguiente ecuación se procede a sustituir los valores anteriores para determinar si el proyecto será rentable o no. Es muy importante recordar que el resultado de valor presente neto si es positivo significa que el proyecto podría generar utilidades, al contrario si es negativo serán perdidas las que se podrían obtener.

VPN	=	Valor presente neto
Ingreso	=	Proyección de cobros anuales
i	=	Tasa de interés anual
Egreso	=	Proyección de gastos anuales
P	=	Costo a financiar
n	=	Número de años a financiar

$$VPN = -P + Costos \times \left[ \frac{(i+1)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] + Ingresos \times \left[ \frac{(1+i)^n}{i(1+i)^n} \right]$$

$$VPN = -3687198,21 + 226080,00 \times \left[ \frac{(0,10+1)^{22} - 1}{0,10(1+0,10)^{22}} \right] + 540080,00 \times \left[ \frac{(1+0,10)^{22}}{0,10(1+0,10)^{22}} \right] =$$

$$VPN = - Q.1 697 928,38$$

El resultado del valor presente neto fue de –Q.1 697 928,38, con signo negativo, lo cual indica que la inversión no será rentable, que es lo que sucede en la mayoría de las ocasiones con proyectos sociales. Estos se construyen con la finalidad de atender necesidades básicas en la población, sin esperar utilidades por ello.

### 2.1.9.2. Tasa interna de retorno (T.I.R.)

Es la máxima utilidad que se obtiene en la evaluación de un proyecto, es un método de prueba y error, debe utilizar las siguientes ecuaciones para obtener un resultado.

VPN	=	valor presente neto
Ingreso	=	proyección de cobros anuales
i	=	tasa de interés anual
Egreso	=	proyección de gastos anuales
P	=	costo a financiar
n	=	número de años a financiar

$$VPN = Ingresos \times \left[ \frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR(1 + TIR)^n} \right] + Egresos \times \left[ \frac{1}{(1 + TIR)^n} \right]$$

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total del proyecto, y el resto será financiado mediante un préstamo, que la población deberá pagar en un tiempo de 22 años.

- Costo a financiar = (Costo total del proyecto) x (% inversión social)

$$Q.7\ 374\ 396,41 * 50\% = Q\ 3\ 687\ 198,21$$

Período de retorno	=	22 años
Cuota anual de conexión (según municipalidad)	=	Q.500,00 anual
Cuota de mantenimiento (según municipalidad)	=	Q.30,00 mensual
Conexiones domiciliarias	=	628 viviendas
Gasto aproximado por mantenimiento	=	Q.226 080,00 anual

#### Datos

Valor de financiar Q.3 687 198,21 quetzales, con un gasto por mes de mantenimiento que asciende a Q.36 000,00 e ingresos por servicios anual de conexión por Q.314 000,00 y por cuota anual de mantenimiento por Q.226 080,00, con un ingreso neto anual total de Q.540 080,00. Es necesario determinar si la inversión que se planea realizar será rentable o generará pérdidas.

$$VPN = -540080,00 \times \left[ \frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11(1+0,11)^{22}} \right] + 226080,00 \times \left[ \frac{1}{(1+0,11)^{22}} \right] = -4392785,76$$

VPN= -Q.4 392 785,76 para un interés del 11% anual en un período de 22 años la diferencia es de: Q.705 587,55

$$VPN = -540080 \times \left[ \frac{(1+0,19)^{22} - 1}{0,19(1+0,19)^{22}} \right] + 226080,00 \times \left[ \frac{1}{(1+0,19)^{22}} \right] = -2755983,73$$

VPN= -Q.2 775 706,08 para un interés del 19% anual en un período de 22 años  
la diferencia es de: Q.911 492,13.

Se procede a interpolar para determinar la tasa interna de retorno del  
proyecto, la cual se muestra a continuación.

0.11	=	Q.705 587,55
TIR	=	0,00
0.19	=	Q.911 492,13
TIR	=	57

## CONCLUSIONES

1. El diagnóstico respectivo demostró que dentro de las necesidades prioritarias de la aldea se encuentra el sistema de alcantarillado sanitario. Por tal razón, se realizó el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea Lo de Mejía, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
2. El proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea Lo de Mejía es un proyecto que tiene una longitud de 8 812,00 mts. y su costo asciende a siete millones trescientos setenta y cuatro mil, trescientos noventa y seis con cuarenta y un centavos (Q.7 374 96,41), según estudio económico demostró que el proyecto no es rentable, pero su costo-beneficio es primordial para garantizar la salud de la población.
3. Durante la construcción del proyecto, no causará impacto negativo en la flora y fauna del lugar, ayudando al saneamiento ambiental de toda la población, por lo que se cumple con las normas del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, para la ejecución de proyectos de infraestructura.
4. Es importante tomar en cuenta los fenómenos naturales como los sismos, en la fase de construcción y mantenimiento, ya que las tuberías son vulnerables a la carga lineal distribuida de pozo a pozo, como toda la infraestructura que compone el sistema de alcantarillado.



## RECOMENDACIONES

1. Contratar a profesionales del ramo, para que garanticen la construcción y supervisión, así como el control de recepción y uso de materiales, también cambios técnicos que permitan darle mejoras al sistema, entre otros.
2. Es importante desarrollar el replanteo topográfico previo al inicio del proyecto como base para la ejecución.
3. Utilizar mano de obra local no calificada, aportada por la comunidad, sin costo para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, de esta forma se reducirán los costos.
4. Dar mantenimiento adecuado para el sistema de drenaje, lo que comprende su limpieza periódica. Que no sobrepasen los dos meses entre cada supervisión, esto para evitar taponamientos o quebraduras de la tubería.
5. Los presupuestos están calculados para el mes de diciembre de 2010, y en el momento de cotización o contratación, se deberán actualizar los precios unitarios para el proyecto.
6. A la municipalidad, que a través de su departamento jurídico se realicen los permisos de pasos de servidumbre necesarios, para el funcionamiento del sistema.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 24. p.
2. Sistema Nacional de Inversión Pública. *Manual de formulación y evaluación de proyectos*. Guatemala: SNIP, 2002.40. p.
3. Fundación Centroamericana de Desarrollo. *Manual guía para la elaboración de perfiles de proyectos de infraestructura comunitaria*. Guatemala: FUNCEDE, 2000. 30. p.
4. BABBITT, Harol. *Alcantarillado y tratamiento de aguas negras*. México: Continental, 1960. 881. p.
5. GODÍNEZ, Luis M. *Manual de prácticas de campo, Topografía 1*. USAC: segundo semestre. Facultad de Ingeniería, 2005. 10. p.
6. LÓPEZ, Ricardo A. *Diseño de acueductos y alcantarillados*. Santa Fe de Bogotá: Alfa Omega, 2000. 546. p.



## **APÉNDICE**

Diseño hidráulico, del sistema de alcantarillado sanitario, aldea Lo de Mejía, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, elaborado por Alvaro Camey Valerio, asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.



**Datos de diseño**  
**Densidad de Vivienda: 6 hab / vivienda**  
**Vel. Max. 3.0m / seg: Vel. Min. 0.6m / seg**  
**Tubería PVC Ø 6" min: Tasa de incremento 3.5%**

**DISEÑO HIDRÁULICO EJE "A"**

De	A	COTA TERRENO		Distancia	Pendiente	# Vivienda	Factor de Harmoni		Caudal de Diseño		Ø	S%	V	ACTUAL			FUTURO			CHEQUESO DISEÑO			
		PV	Inicio				Final	Horizontal	Terreno	Acumuladas				Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tubería	Tubería %	q/Go	d/D	v/v	q/Go
1	2	399.200	392.020	71.770	10.0	2	4.41	4.36	0.40	0.40	6	10.00	3.580	0.00612	0.056	0.2765	0.00612	0.056	0.2765	OK	OK		1.20
2	3	392.020	387.000	50.000	10.0	4	4.37	4.31	0.40	0.68	6	10.50	3.669	0.00598	0.055	0.2733	0.01016	0.071	0.3223	OK	OK		1.23
3	4	387.000	381.980	50.000	10.0	6	4.34	4.27	0.47	0.99	6	10.00	3.580	0.00720	0.060	0.2892	0.01516	0.085	0.3618	OK	OK		1.23
4	5	381.980	376.480	55.440	9.9	8	4.32	4.24	0.63	1.32	6	10.00	3.580	0.00965	0.069	0.3165	0.02021	0.098	0.3961	OK	OK		1.23
5	6	376.480	369.060	73.410	10.1	10	4.30	4.21	0.78	1.62	6	10.00	3.580	0.01194	0.076	0.3365	0.02480	0.108	0.4211	OK	OK		1.23
6	7	369.060	368.990	54.120	0.1	13	4.27	4.18	1.00	2.10	6	1.25	1.266	0.04331	0.141	0.4975	0.09094	0.203	0.6206	OK	OK	OK	1.23
7	8	368.990	368.930	54.120	0.1	17	4.24	4.13	1.30	2.71	6	1.00	1.132	0.06294	0.170	0.5578	0.13121	0.244	0.6910	OK	OK	OK	1.23
8	9	368.930	369.120	62.840	-0.3	20	4.22	4.11	1.52	3.16	6	1.00	1.132	0.07360	0.183	0.5832	0.15300	0.264	0.7227	OK	OK	OK	1.23
9	9A	380.530	369.120	29.780	38.3	10	4.30	4.21	0.78	1.62	6	39.00	7.071	0.00605	0.055	0.2733	0.01256	0.078	0.3424	OK	OK		1.20
9	10	369.120	369.190	22.950	-0.3	30	4.16	4.03	2.25	4.65	6	1.00	1.132	0.10894	0.222	0.6541	0.22515	0.322	0.8065	OK	OK	OK	3.52
21	11	403.920	403.060	68.870	1.2	16	4.25	4.14	1.23	2.55	6	1.25	1.266	0.05327	0.156	0.5294	0.11043	0.224	0.6576	OK	OK	OK	1.20
11	12	403.060	402.830	22.150	1.0	18	4.23	4.12	1.38	2.86	6	1.00	1.132	0.06682	0.175	0.5677	0.13848	0.251	0.7023	OK	OK	OK	1.23
12	13	402.830	403.380	15.000	-3.7	19	4.23	4.12	1.45	3.01	6	1.00	1.132	0.07021	0.179	0.5755	0.14574	0.257	0.7119	OK	OK	OK	1.25
13	14	403.380	393.760	50.770	18.9	26	4.19	4.06	1.96	4.06	6	18.00	4.804	0.02237	0.103	0.4087	0.04633	0.146	0.5083	OK	OK	OK	1.98
14	15	393.760	382.890	55.230	19.7	34	4.14	4.00	2.54	5.23	6	20.00	5.063	0.02750	0.114	0.4357	0.05662	0.161	0.5397	OK	OK	OK	1.53
15	16	382.890	378.040	12.450	39.0	35	4.14	4.00	2.61	5.38	6	25.00	5.661	0.02527	0.109	0.4236	0.05210	0.155	0.5273	OK	OK	OK	3.20
16	10	378.040	369.190	34.110	25.9	41	4.11	3.96	3.04	6.25	6	22.00	5.311	0.03138	0.121	0.4523	0.06452	0.172	0.5618	OK	OK	OK	2.54
10	17	369.190	367.740	73.880	2.0	77	3.99	3.80	5.54	11.25	6	1.00	1.132	0.26824	0.353	0.8467	0.54471	0.526	1.0212	OK	OK	OK	3.85
17A	17	374.870	367.740	35.010	20.4	6	4.34	4.27	0.47	0.99	6	21.00	5.189	0.00497	0.050	0.2569	0.01046	0.072	0.3253	OK	OK		1.20
19A	20A	402.740	403.300	31.970	-1.8	5	4.35	4.29	0.40	0.83	6	2.50	1.790	0.01225	0.077	0.3396	0.02542	0.109	0.4236	OK	OK		1.20
20A	21A	403.300	403.920	55.100	-1.1	24	4.20	4.07	1.82	3.76	6	1.00	1.132	0.08812	0.200	0.6151	0.18205	0.288	0.7589	OK	OK	OK	2.62
21A	22A	403.920	401.830	42.690	4.9	28	4.17	4.04	2.11	4.36	6	1.00	1.132	0.10216	0.215	0.6420	0.21110	0.311	0.7915	OK	OK	OK	3.82
22A	23A	401.830	399.590	40.000	5.6	32	4.15	4.02	2.40	4.95	6	3.00	1.961	0.06709	0.175	0.5677	0.13837	0.251	0.7023	OK	OK	OK	3.16
23A	24A	399.590	397.220	42.470	5.6	39	4.12	3.97	2.90	5.96	6	5.00	2.532	0.06279	0.169	0.5559	0.12905	0.242	0.6877	OK	OK	OK	3.12
24A	25A	397.220	384.830	50.000	24.8	41	4.11	3.96	3.04	6.25	6	22.30	5.347	0.03117	0.121	0.4523	0.06408	0.171	0.5598	OK	OK	OK	3.87
25A	17	384.830	367.740	68.930	24.8	42	4.11	3.96	3.11	6.39	6	21.50	5.250	0.03248	0.123	0.4570	0.06673	0.174	0.5658	OK	OK	OK	3.63
17	18	367.740	367.060	34.590	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	3.17
18	19	367.060	366.250	41.390	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	2.86
19	20	366.250	365.590	33.350	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	2.50
20	21	365.590	364.900	34.890	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	2.20
21	22	364.900	363.880	51.970	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	1.89
22	23	363.880	363.480	20.280	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	1.00	1.372	0.19919	0.302	0.7790	0.40064	0.440	0.9445	OK	OK	OK	1.42
23	24	363.480	363.060	21.250	2.0	127	3.87	3.65	8.86	17.82	8	2.00	1.940	0.14085	0.253	0.7055	0.28329	0.364	0.8603	OK	OK	OK	1.25
24	25	363.060	362.720	17.500	1.9	129	3.87	3.65	8.99	18.07	8	2.00	1.940	0.14292	0.255	0.7087	0.28727	0.366	0.8627	OK	OK	OK	1.29
25	26	362.720	362.450	13.760	2.0	129	3.87	3.65	8.99	18.07	8	2.00	1.940	0.14292	0.255	0.7087	0.28727	0.366	0.8627	OK	OK	OK	1.33
26	27	362.450	362.110	17.110	2.0	129	3.87	3.65	8.99	18.07	8	2.00	1.940	0.14292	0.255	0.7087	0.28727	0.366	0.8627	OK	OK	OK	1.36
27	28	362.110	361.740	19.760	1.9	129	3.87	3.65	8.99	18.07	8	2.50	2.169	0.12783	0.241	0.6861	0.25694	0.345	0.8366	OK	OK	OK	1.39
29	30	397.770	396.770	60.540	1.7	15	4.26	4.15	1.15	2.40	6	2.00	1.601	0.03937	0.135	0.4842	0.08217	0.193	0.6021	OK	OK	OK	1.20
30	31	396.770	395.050	16.460	10.4	17	4.24	4.13	1.30	2.71	6	9.40	3.471	0.02053	0.099	0.3986	0.04280	0.141	0.4975	OK	OK	OK	1.44
31	32	395.050	389.740	59.540	8.9	26	4.19	4.06	1.96	4.06	6	9.00	3.397	0.03163	0.121	0.4523	0.06553	0.173	0.5638	OK	OK	OK	1.30
32	33	389.740	384.740	69.520	7.2	33	4.15	4.01	2.47	5.09	6	7.00	2.996	0.04520	0.144	0.5040	0.09315	0.206	0.6260	OK	OK	OK	1.38
33	34	384.740	375.310	41.470	22.7	33	4.15	4.01	2.47	5.09	6	23.00	5.430	0.02494	0.108	0.4211	0.05139	0.154	0.5252	OK	OK	OK	1.27
34	35	375.310	365.640	42.510	22.7	33	4.15	4.01	2.47	5.09	6	23.00	5.430	0.02494	0.108	0.4211	0.05139	0.154	0.5252	OK	OK	OK	1.41
35	28	365.640	361.740	27.000	14.4	33	4.15	4.01	2.47	5.09	6	14.00	4.236	0.03196	0.122	0.4546	0.06587	0.173	0.5638	OK	OK	OK	1.55
28	36	361.740	358.900	47.220	6.0	162	3.81	3.57	11.11	22.22	8	6.00	3.360	0.10197	0.215	0.6420	0.20394	0.306	0.7846	OK	OK	OK	1.55
61	36	364.640	358.900	68.950	8.3	3	4.39	4.34	0.40	0.51	6	8.50	3.301	0.00664	0.058	0.2829	0.00847	0.065	0.3045	OK	OK		1.20
36	36A	358.900	355.190	54.190	6.8	165	3.80	3.57	11.30	22.60	8	6.50	3.497	0.09965	0.213	0.6384	0.19929	0.302	0.7790	OK	OK	OK	1.57
36A	37	355.190	351.490	54.190	6.8	165	3.80	3.57	11.30	22.60	8	7.00	3.629	0.09602	0.209	0.6315	0.19204	0.296	0.7704	OK	OK	OK	1.41
37	38	351.490	349.610	50.630	3.7	172	3.79	3.55	11.74	23.46	8	3.50	2.566	0.14108	0.253	0.7055	0.28193	0.363	0.8591	OK	OK	OK	1.54
38	39	349.610	347.810	26.540	6.8	173	3.79	3.55	11.81	23.58	8	6.00	3.360	0.10840	0.222	0.6541	0.21643	0.315	0.7970	OK	OK	OK	1.46
39	40	347.810	345.940	27.600	6.8	176	3.78	3.55	11.99	23.95	8	7.00	3.629	0.10189	0.215	0.6420	0.20352	0.306	0.7846	OK	OK	OK	1.28
40	41	345.940	344.860	50.000	2.2	178	3.78	3.54	12.12	24.20	8	2.00	1.940	0.19268	0.297	0.7718	0.38472	0.430	0.9343	OK	OK	OK	1.37
41	42	344.860	343.750	50.000	2.2	179	3.78	3.54	12.18	24.32	8	2.00	1.940	0.19363	0.298	0.7							

DISEÑO HIDRÁULICO EJE "B"

De	A	COTA TERRENO		Distancia	Pendiente	# Viviendas	Factor de Harmund		Caudal de Diseño		ø	%	v	ACTUAL			FUTURO			CHEQUEOS DISEÑO			
		Inicio	Final				Horizontal	Terreno	Acumuladas	Actual				Futuro	Actual	Futuro	Tubería	Tubería %	q/Qo	d/D	v/V	q/Qo	d/D
61	69	364.640	363.860	15,210	5,1	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	6,00	2,773	0,00791	0,063	0,2984	0,00791	0,063	0,2984	OK	OK		1,20
69	70	363.860	356.330	35,090	21,5	6	4,34	4,27	0,47	0,99	6	21,50	5,250	0,00491	0,050	0,2569	0,01034	0,071	0,3223	OK	OK		1,36
70	71	356.330	351.230	35,090	14,5	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	14,00	4,236	0,00712	0,060	0,2892	0,01488	0,085	0,3618	OK	OK		1,41
71	71A	351.230	351.930	35,980	-1,9	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	1,90	1,561	0,01932	0,096	0,3909	0,04040	0,137	0,4887	OK	OK		1,25
71A	72	351.930	349.660	19,650	11,6	8	4,32	4,24	0,63	1,32	6	4,20	2,320	0,01488	0,085	0,3618	0,03119	0,121	0,4523	OK	OK		2,66
72	67	349.660	350.500	54,000	-1,6	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	1,50	1,387	0,02767	0,114	0,4357	0,05851	0,164	0,5458	OK	OK	OK	1,25
61	62	364.640	360.330	50,150	8,6	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	8,80	3,359	0,00653	0,057	0,2797	0,00653	0,057	0,2797	OK	OK		1,20
62	63	360.330	356.920	52,130	6,5	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	6,50	2,887	0,00760	0,062	0,2954	0,00969	0,069	0,3165	OK	OK		1,33
63	68	356.920	353.530	50,000	6,8	8	4,32	4,24	0,63	1,32	6	6,50	2,887	0,01196	0,076	0,3365	0,02507	0,109	0,4236	OK	OK		1,34
68	67	353.530	350.500	44,760	6,8	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	7,00	2,996	0,01281	0,079	0,3452	0,02708	0,113	0,4333	OK	OK		1,23
63	64	356.920	356.110	12,230	6,6	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	7,00	2,996	0,00732	0,060	0,2892	0,00732	0,060	0,2892	OK	OK		1,20
64	65	356.110	354.140	36,110	5,5	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	6,00	2,773	0,00791	0,063	0,2984	0,01008	0,070	0,3194	OK	OK		1,28
65	66	354.140	351.910	40,930	5,4	8	4,32	4,24	0,63	1,32	6	5,00	2,532	0,01364	0,081	0,3508	0,02858	0,116	0,4405	OK	OK		1,50
66	67	351.910	350.500	25,790	5,5	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	5,00	2,532	0,01516	0,085	0,3618	0,03205	0,122	0,4546	OK	OK		1,35
67	73	350.500	350.280	16,960	1,3	28	4,17	4,04	2,11	4,36	6	1,00	1,132	0,10216	0,215	0,6420	0,21110	0,311	0,7915	OK	OK	OK	2,93
73	74	350.280	344.170	34,140	17,9	36	4,14	3,99	2,68	5,53	6	14,00	4,236	0,03468	0,127	0,4662	0,07156	0,181	0,5940	OK	OK	OK	2,91
74	75	344.170	343.230	39,740	2,4	36	4,14	3,99	2,68	5,53	6	2,00	1,601	0,09176	0,204	0,6224	0,18933	0,294	0,7675	OK	OK	OK	1,61
40	76	345.940	345.420	39,690	1,3	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	2,40	1,754	0,01250	0,078	0,3424	0,01250	0,078	0,3424	OK	OK		1,20
76	77	345.420	344.900	40,820	1,3	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	2,40	1,754	0,01250	0,078	0,3424	0,01594	0,087	0,3672	OK	OK		1,66
77	78	344.900	344.390	40,000	1,3	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	2,40	1,754	0,01250	0,078	0,3424	0,02594	0,110	0,4260	OK	OK		2,15
78	79	344.390	343.880	40,000	1,3	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	1,50	1,387	0,02767	0,114	0,4357	0,05851	0,164	0,5458	OK	OK	OK	2,63
79A	79	353.690	343.880	74,223	13,2	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	13,50	4,160	0,00527	0,052	0,2635	0,00527	0,052	0,2635	OK	OK		1,20
79	80	343.880	342.560	29,990	4,4	13	4,27	4,18	1,00	2,10	6	1,10	1,187	0,04617	0,146	0,5083	0,09695	0,210	0,6334	OK	OK	OK	2,75
80	81	342.560	342.770	40,000	-0,5	14	4,26	4,16	1,08	2,25	6	1,10	1,187	0,04986	0,151	0,5189	0,10387	0,217	0,6455	OK	OK	OK	1,79
81	82	342.770	342.980	40,000	-0,5	15	4,26	4,15	1,15	2,40	6	1,00	1,132	0,05568	0,160	0,5376	0,11620	0,230	0,6679	OK	OK	OK	2,47
82	75	342.980	343.230	45,990	-0,5	16	4,25	4,14	1,23	2,55	6	1,00	1,132	0,05955	0,165	0,5478	0,12347	0,237	0,6795	OK	OK	OK	3,11
75	83	343.230	340.290	53,410	5,5	52	4,07	3,91	3,82	7,81	8	1,00	1,372	0,08588	0,198	0,6114	0,17559	0,283	0,7515	OK	OK	OK	3,85
83	84	340.290	337.350	53,410	5,5	53	4,07	3,90	3,89	7,94	8	5,00	3,067	0,03911	0,135	0,4842	0,07983	0,191	0,5964	OK	OK	OK	1,48
84	85	337.350	337.170	85,040	0,2	55	4,06	3,89	4,02	8,23	8	1,00	1,372	0,09038	0,203	0,6206	0,18503	0,291	0,7632	OK	OK	OK	1,24
85	86	337.170	336.600	52,910	1,1	56	4,06	3,89	4,09	8,37	8	1,00	1,372	0,09195	0,204	0,6224	0,18818	0,293	0,7661	OK	OK	OK	1,94
86	87	336.600	336.030	52,910	1,1	59	4,05	3,88	4,30	8,78	8	1,00	1,372	0,09667	0,210	0,6334	0,19740	0,301	0,7776	OK	OK	OK	1,93
88	89	344.780	335.300	25,940	36,5	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	37,00	6,887	0,00318	0,041	0,2257	0,00318	0,041	0,2257	OK	OK		1,20
89	87	335.300	336.030	28,420	-2,6	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	2,40	1,754	0,01250	0,078	0,3424	0,01594	0,087	0,3672	OK	OK		1,35
87	90	336.030	335.500	44,570	1,2	62	4,04	3,86	4,51	9,19	8	1,00	1,372	0,10140	0,215	0,6420	0,20661	0,308	0,7874	OK	OK	OK	2,79
90A	90B	337.890	336.690	44,570	2,7	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	3,00	1,961	0,01118	0,074	0,3310	0,01118	0,074	0,3310	OK	OK		1,20
90B	90	336.690	335.500	44,570	2,7	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	3,00	1,961	0,01118	0,074	0,3310	0,01901	0,095	0,3883	OK	OK		1,37
90	91	335.500	331.900	66,390	5,3	66	4,02	3,85	4,79	9,75	8	3,40	2,529	0,05840	0,163	0,5438	0,11888	0,232	0,6711	OK	OK	OK	2,74
91	92	331.900	329.710	34,790	6,3	66	4,02	3,85	4,79	9,75	8	6,00	3,360	0,04396	0,142	0,4996	0,08949	0,202	0,6187	OK	OK	OK	1,49
92A	92	331.000	329.710	51,230	2,5	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	2,50	1,790	0,01225	0,077	0,3396	0,02542	0,109	0,4236	OK	OK		1,20
92	93	329.710	330.230	23,350	-2,2	71	4,01	3,83	5,13	10,44	8	1,00	1,372	0,11533	0,229	0,6662	0,23472	0,329	0,8159	OK	OK	OK	1,42
55	56	342.230	341.350	38,900	2,3	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	2,50	1,790	0,01225	0,077	0,3396	0,01225	0,077	0,3396	OK	OK		1,20
56	57	341.350	340.480	38,900	2,2	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	2,50	1,790	0,01225	0,077	0,3396	0,01225	0,077	0,3396	OK	OK		1,32
57	58	340.480	339.110	26,380	5,2	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	5,00	2,532	0,00866	0,065	0,3045	0,01472	0,084	0,3590	OK	OK		1,45
58	59	339.110	339.180	28,010	-0,2	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	2,00	1,601	0,01883	0,095	0,3883	0,03937	0,135	0,4842	OK	OK		1,43
59	60	339.180	339.340	58,870	-0,3	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	1,50	1,387	0,02767	0,114	0,4357	0,05851	0,164	0,5458	OK	OK	OK	2,09
60	60A	339.340	338.970	40,310	0,9	14	4,26	4,16	1,08	2,25	6	1,05	1,160	0,05103	0,153	0,5231	0,10632	0,220	0,6508	OK	OK	OK	3,17
60A	93	338.970	330.230	64,340	13,6	16	4,25	4,14	1,23	2,55	6	10,50	3,669	0,01838	0,094	0,3857	0,03810	0,133	0,4798	OK	OK		3,25
93	FB	330.230	329.000	26,130	4,7	87	3,96	3,77	6,21	12,59	8	1,00	1,372	0,13962	0,252	0,7039	0,28305	0,364	0,8603	OK	OK	OK	2,20

1974,023

Fuente: elaboracion propia.

### DISEÑO HIDRÁULICO EJE "C"

De	A	COTA TERRENO		Distancia	Pendiente	# Viviendas	Factor de Harmond		Caudal de Diseño		Ø	S%	V	ACTUAL			FUTURO			CHEQUEOS DISEÑO			Altura Pozo
		PV	PV				Inicio	Final	Horizontal	Terreno				Acumuladas	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tubería	Tubería %	q/Qo	d/D	
100	175	465,860	455,980	37,580	26,3	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	26,50	5,829	0,00376	0,044	0,2364	0,00376	0,044	0,2364	OK	OK	OK	1,20
175	176	455,980	446,160	37,580	26,1	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	26,00	5,773	0,00380	0,044	0,2364	0,00380	0,044	0,2364	OK	OK		1,31
176	177	446,160	443,520	18,210	14,5	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	14,00	4,236	0,00518	0,051	0,2602	0,00660	0,058	0,2829	OK	OK		1,29
177	178	443,520	439,450	28,100	14,5	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	14,40	4,297	0,00510	0,051	0,2602	0,00868	0,066	0,3075	OK	OK	OK	1,23
178	179	439,450	433,180	44,120	14,2	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	14,20	4,267	0,00514	0,051	0,2602	0,00874	0,066	0,3075	OK	OK		1,24
179	180	433,180	433,500	49,230	-0,7	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	2,40	1,754	0,01250	0,078	0,3424	0,02594	0,110	0,4260	OK	OK		1,26
180	181	433,500	428,830	42,670	10,9	6	4,34	4,27	0,47	0,99	6	8,00	3,202	0,00805	0,063	0,2984	0,01695	0,090	0,3752	OK	OK		2,79
181	182	428,830	418,330	50,940	20,6	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	20,00	5,063	0,00758	0,061	0,2923	0,01602	0,088	0,3699	OK	OK	OK	1,57
182	183	418,330	407,830	50,940	20,6	13	4,27	4,18	1,00	2,10	6	20,50	5,126	0,01069	0,072	0,3253	0,02246	0,103	0,4087	OK	OK		1,28
183	184	407,830	404,570	27,560	11,8	14	4,26	4,16	1,08	2,25	6	12,00	3,922	0,01510	0,085	0,3618	0,03145	0,121	0,4523	OK	OK	OK	1,26
184	185	404,570	389,060	41,350	37,5	18	4,23	4,12	1,38	2,86	6	37,50	6,933	0,01091	0,073	0,3282	0,02261	0,103	0,4087	OK	OK		1,33
185	186	389,060	388,580	35,340	1,4	20	4,22	4,11	1,52	3,16	6	1,50	1,387	0,06009	0,166	0,5498	0,12493	0,238	0,6812	OK	OK	OK	1,36
187	188	423,450	415,660	46,230	16,9	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	17,00	4,668	0,00646	0,057	0,2797	0,01350	0,081	0,3508	OK	OK		1,20
188	189	415,660	407,860	46,230	16,9	12	4,28	4,19	0,93	1,94	6	17,00	4,668	0,01092	0,073	0,3282	0,02278	0,104	0,4112	OK	OK		1,30
189	190	407,860	406,050	31,050	5,8	15	4,26	4,15	1,15	2,40	6	5,50	2,655	0,02374	0,106	0,4162	0,04955	0,151	0,5189	OK	OK	OK	1,39
190	191	406,050	404,760	48,220	2,7	19	4,23	4,12	1,45	3,01	6	2,50	1,790	0,04440	0,143	0,5018	0,09217	0,205	0,6242	OK	OK	OK	1,32
191	192	404,760	403,550	45,510	2,7	22	4,21	4,09	1,67	3,46	6	2,75	1,878	0,04876	0,150	0,5168	0,10102	0,214	0,6402	OK	OK	OK	1,26
192	193	403,550	402,700	33,800	2,5	23	4,20	4,08	1,74	3,62	6	2,25	1,698	0,05617	0,160	0,5376	0,11685	0,230	0,6679	OK	OK	OK	1,33
193	194	402,700	402,120	21,880	2,7	26	4,19	4,06	1,96	4,06	6	2,50	1,790	0,06002	0,166	0,5498	0,12433	0,238	0,6812	OK	OK	OK	1,27
194	195	402,120	399,000	16,300	19,1	28	4,17	4,04	2,11	4,36	6	19,00	4,935	0,02344	0,105	0,4137	0,04843	0,149	0,5147	OK	OK	OK	1,27
195	196	399,000	396,020	40,830	7,3	29	4,17	4,04	2,18	4,50	6	7,25	3,049	0,03920	0,135	0,4842	0,08092	0,192	0,6003	OK	OK	OK	1,28
196	186	396,020	388,580	42,210	17,6	30	4,16	4,03	2,25	4,65	6	17,50	4,736	0,02604	0,111	0,4285	0,05382	0,157	0,5314	OK	OK	OK	1,29
186	197	388,580	386,830	40,870	4,3	51	4,07	3,91	3,75	7,67	8	4,00	2,743	0,04215	0,140	0,4953	0,08622	0,198	0,6114	OK	OK	OK	1,44
197	198	386,830	385,550	29,330	4,4	53	4,07	3,90	3,89	7,94	8	4,00	2,743	0,04373	0,142	0,4996	0,08925	0,201	0,6169	OK	OK	OK	1,35
198	199	385,550	383,620	48,200	4,0	58	4,05	3,88	4,23	8,64	8	4,00	2,743	0,04755	0,148	0,5125	0,09712	0,210	0,6334	OK	OK	OK	1,28
199	200	383,620	381,700	48,200	4,0	63	4,03	3,86	4,58	9,33	8	4,00	2,743	0,05148	0,154	0,5252	0,10488	0,218	0,6473	OK	OK	OK	1,31
200	FC	381,700	379,780	48,200	4,0	63	4,03	3,86	4,58	9,33	8	3,75	2,656	0,05317	0,156	0,5294	0,10832	0,222	0,6541	OK	OK	OK	1,34
				1050,680																			

Fuente: elaboracion propia.

### DISEÑO HIDRÁULICO EJE "D"

De	A	COTA TERRENO		Distancia	Pendiente	# Viviendas	Factor de Harmond		Caudal de Diseño		Ø	S%	v	ACTUAL			FUTURO			CHEQUEOS DISEÑO		Altura Pozo
		PV	PV				Inicio	Final	Horizontal	Terreno				Acumuladas	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tuberia	Tuberia %	q/Qo	
100	101	465,860	463,380	37,810	6,6	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	7,00	2,996	0,00732	0,060	0,2892	0,00732	0,060	0,2892	OK	OK	1,20
101	101A	463,380	460,900	37,810	6,6	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	6,25	2,831	0,00775	0,062	0,2954	0,00775	0,062	0,2954	OK	OK	1,40
101A	102	460,900	458,420	37,810	6,6	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	6,25	2,831	0,00775	0,062	0,2954	0,01317	0,080	0,3480	OK	OK	1,31
102	103	458,420	455,870	38,930	6,6	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	6,50	2,887	0,00760	0,062	0,2954	0,01291	0,079	0,3452	OK	OK	1,22
103	104	455,870	455,740	42,730	0,3	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	2,00	1,601	0,01883	0,095	0,3883	0,03937	0,135	0,4842	OK	OK	1,23
104	105	455,740	455,610	42,730	0,3	8	4,32	4,24	0,63	1,32	6	1,75	1,498	0,02306	0,104	0,4112	0,04831	0,149	0,5147	OK	OK	1,99
105	106	455,610	453,970	36,440	4,5	12	4,28	4,19	0,93	1,94	6	2,00	1,601	0,03184	0,122	0,4546	0,06642	0,174	0,5658	OK	OK	2,64
106	107	453,970	452,340	36,440	4,5	17	4,24	4,13	1,30	2,71	6	3,00	1,961	0,03634	0,130	0,4730	0,07576	0,186	0,5890	OK	OK	1,75
107	108	452,340	448,430	29,810	13,1	17	4,24	4,13	1,30	2,71	6	14,00	4,236	0,01682	0,090	0,3752	0,03507	0,128	0,4685	OK	OK	1,25
109	110	458,880	454,970	24,500	16,0	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	16,00	4,529	0,00484	0,050	0,2569	0,01005	0,070	0,3194	OK	OK	1,20
110	108	454,970	448,430	40,300	16,2	12	4,28	4,19	0,93	1,94	6	16,50	4,599	0,01109	0,074	0,3310	0,02312	0,104	0,4112	OK	OK	1,24
108	111	448,430	442,060	22,720	28,0	30	4,16	4,03	2,25	4,65	6	28,00	5,991	0,02059	0,099	0,3986	0,04255	0,140	0,4953	OK	OK	1,54
112	113	462,340	459,360	10,010	29,8	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	31,00	6,304	0,00478	0,049	0,2535	0,01000	0,070	0,3194	OK	OK	1,20
113	114	459,360	457,260	34,970	6,0	16	4,25	4,14	1,23	2,55	6	6,00	2,773	0,02431	0,107	0,4187	0,05041	0,152	0,5201	OK	OK	1,35
114	115	457,260	449,660	38,530	19,7	23	4,20	4,08	1,74	3,62	6	16,75	4,634	0,02059	0,099	0,3986	0,04283	0,141	0,4975	OK	OK	2,35
115	111	449,660	442,060	38,530	19,7	25	4,19	4,07	1,89	3,91	6	20,00	5,063	0,02046	0,099	0,3986	0,04233	0,140	0,4953	OK	OK	1,24
111	116	442,060	439,270	44,160	6,3	58	4,05	3,88	4,23	8,64	6	6,00	2,773	0,08361	0,195	0,6059	0,17079	0,279	0,7455	OK	OK	1,56
116	117	439,270	430,610	42,310	20,5	61	4,04	3,87	4,44	9,06	8	18,00	5,819	0,02353	0,105	0,4137	0,04801	0,149	0,5147	OK	OK	2,42
118	119	460,570	451,320	41,050	22,5	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	23,00	5,430	0,00404	0,046	0,2433	0,00515	0,051	0,2602	OK	OK	1,20
119	120	451,320	442,070	41,050	22,5	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	22,00	5,311	0,00413	0,046	0,2433	0,00857	0,065	0,3045	OK	OK	1,42
120	121	442,070	432,790	41,050	22,6	10	4,30	4,21	0,78	1,62	6	23,00	5,430	0,00787	0,063	0,2984	0,01636	0,089	0,3725	OK	OK	1,23
121	117	432,790	430,610	41,020	5,3	14	4,26	4,16	1,08	2,25	6	5,00	2,532	0,02339	0,105	0,4137	0,04872	0,150	0,5168	OK	OK	1,42
117	122	430,610	427,200	31,700	10,8	77	3,99	3,80	5,54	11,25	8	11,00	4,549	0,03755	0,132	0,4775	0,07626	0,186	0,5890	OK	OK	1,41
118	123	460,570	459,030	27,890	5,5	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	5,50	2,655	0,00826	0,064	0,3015	0,00826	0,064	0,3015	OK	OK	1,20
123	124	459,030	457,480	27,890	5,6	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	5,50	2,655	0,00826	0,064	0,3015	0,01053	0,072	0,3253	OK	OK	1,22
125	124	462,880	457,480	31,260	17,3	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	17,25	4,703	0,00466	0,049	0,2535	0,00466	0,049	0,2535	OK	OK	1,20
124	126	457,480	458,090	32,600	-1,9	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	1,90	1,561	0,01932	0,096	0,3909	0,04040	0,137	0,4887	OK	OK	1,22
127	126	467,030	458,090	51,520	17,4	6	4,34	4,27	0,47	0,99	6	17,50	4,736	0,00544	0,053	0,2668	0,01146	0,075	0,3339	OK	OK	1,20
126	135	458,090	448,080	30,290	33,0	15	4,26	4,15	1,15	2,40	6	29,00	6,097	0,01034	0,071	0,3223	0,02158	0,101	0,4037	OK	OK	2,48
135	136	448,080	438,080	30,290	33,0	19	4,23	4,12	1,45	3,01	6	33,00	6,504	0,01222	0,077	0,3396	0,02537	0,109	0,4236	OK	OK	1,29
136	137	438,080	435,190	25,820	11,2	21	4,21	4,10	1,60	3,31	6	12,00	3,922	0,02236	0,103	0,4087	0,04626	0,146	0,5083	OK	OK	1,31
126	130	458,090	457,760	19,590	1,7	23	4,20	4,08	1,74	3,62	6	1,75	1,498	0,06369	0,171	0,5598	0,13250	0,245	0,6926	OK	OK	1,20
128	129	457,000	457,120	51,750	-0,2	11	4,29	4,20	0,85	1,78	6	1,25	1,266	0,03681	0,131	0,4753	0,07709	0,187	0,5909	OK	OK	1,20
129	130	457,120	457,760	31,340	-2,0	13	4,27	4,18	1,00	2,10	6	1,20	1,240	0,04420	0,143	0,5018	0,09282	0,205	0,6242	OK	OK	2,00
130	131	457,760	456,590	60,630	1,9	40	4,12	3,97	2,97	6,10	6	1,00	1,132	0,14380	0,256	0,7103	0,29535	0,372	0,8699	OK	OK	3,04
132	131	456,190	456,590	21,310	-1,9	2	4,41	4,36	0,40	0,40	6	2,50	1,790	0,01225	0,077	0,3396	0,01225	0,077	0,3396	OK	OK	1,20
131	133	456,590	448,390	30,190	27,2	43	4,11	3,95	3,18	6,53	8	23,00	6,578	0,01491	0,085	0,3618	0,03061	0,120	0,4500	OK	OK	2,51
133	134	448,390	440,200	30,190	27,1	44	4,10	3,95	3,25	6,67	8	23,50	6,649	0,01507	0,085	0,3618	0,03093	0,120	0,4500	OK	OK	2,35
134	137	440,200	435,190	52,560	9,5	47	4,09	3,93	3,46	7,11	8	9,50	4,228	0,02524	0,109	0,4236	0,05186	0,154	0,5252	OK	OK	1,29
137	138	435,190	431,200	33,120	12,0	75	4,00	3,81	5,40	10,98	8	11,50	4,651	0,03580	0,129	0,4707	0,07279	0,182	0,5813	OK	OK	1,55
138	122	431,200	427,200	33,120	12,1	78	3,99	3,80	5,61	11,38	8	11,50	4,651	0,03719	0,131	0,4753	0,07545	0,185	0,5871	OK	OK	1,40
122	139	427,200	422,960	29,760	14,2	158	3,81	3,58	10,85	21,72	8	8,75	4,057	0,08246	0,194	0,6040	0,16508	0,274	0,7380	OK	OK	2,99
139	140	422,960	418,720	29,760	14,2	159	3,81	3,58	10,92	21,85	8	8,50	3,999	0,08421	0,196	0,6077	0,16849	0,277	0,7425	OK	OK	2,95
140	141	418,720	417,850	63,440	1,4	163	3,81	3,57	11,17	22,35	8	1,50	1,680	0,20505	0,307	0,7860	0,41027	0,446	0,9504	OK	OK	1,27
142	141	419,380	417,850	38,400	4,0	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	4,00	2,264	0,00968	0,069	0,3165	0,02009	0,098	0,3961	OK	OK	1,20
141	143	417,850	416,290	45,230	3,4	170	3,79	3,56	11,62	23,22	8	4,00	2,743	0,13062	0,244	0,6910	0,26102	0,348	0,8404	OK	OK	1,38
143	144	416,290	411,080	51,510	10,1	171	3,79	3,56	11,68	23,33	8	8,25	3,940	0,09142	0,204	0,6224	0,18261	0,289	0,7603	OK	OK	2,38
144	146	411,080	407,640	35,500	9,7	176	3,78	3,55	11,99	23,95	8	7,00	3,629	0,10189	0,215	0,6420	0,20352	0,306	0,7846	OK	OK	2,17
149	148	406,700	408,100	49,380	-2,8	9	4,31	4,23	0,70	1,48	8	1,75	1,814	0,01190	0,076	0,3365	0,02515	0,109	0,4236	OK	OK	1,20
148	146	408,100	407,640	53,770	0,9	29	4,17	4,04	2,18	4,50	8	1,00	1,372	0,04901	0,150	0,5168	0,10117	0,214	0,6402	OK	OK	3,49
146	147	407,640	403,900	53,580	7,0	215	3,73	3,47	14,42	28,67	8	3,00	2,376	0,18717	0,293	0,7661	0,37214	0,422	0,9260	OK	OK	3,60
144	145	411,080	406,030	54,310	9,3	10	4,30	4,21	0,78	1,62	8	9,50	4,228	0,00569	0,054	0,2701	0,01182	0,076	0,3365	OK	OK	1,20
145	147	406,030	403,900	22,900	9,3	12	4,28	4,19	0,93	1,94	8	9,00	4,115	0,00697	0,059	0,2860	0,01454	0,084	0,3590	OK	OK	1,34
147	FD	403,900	402,500	20,000	7,0	227	3,71	3,45	15,16	30,10	8	5,50	3,217	0,14533	0,257	0,7119	0,28855	0,367	0,8639	OK	OK	1,50
				2001,310																		

### DISEÑO HIDRÁULICO EJE "E"

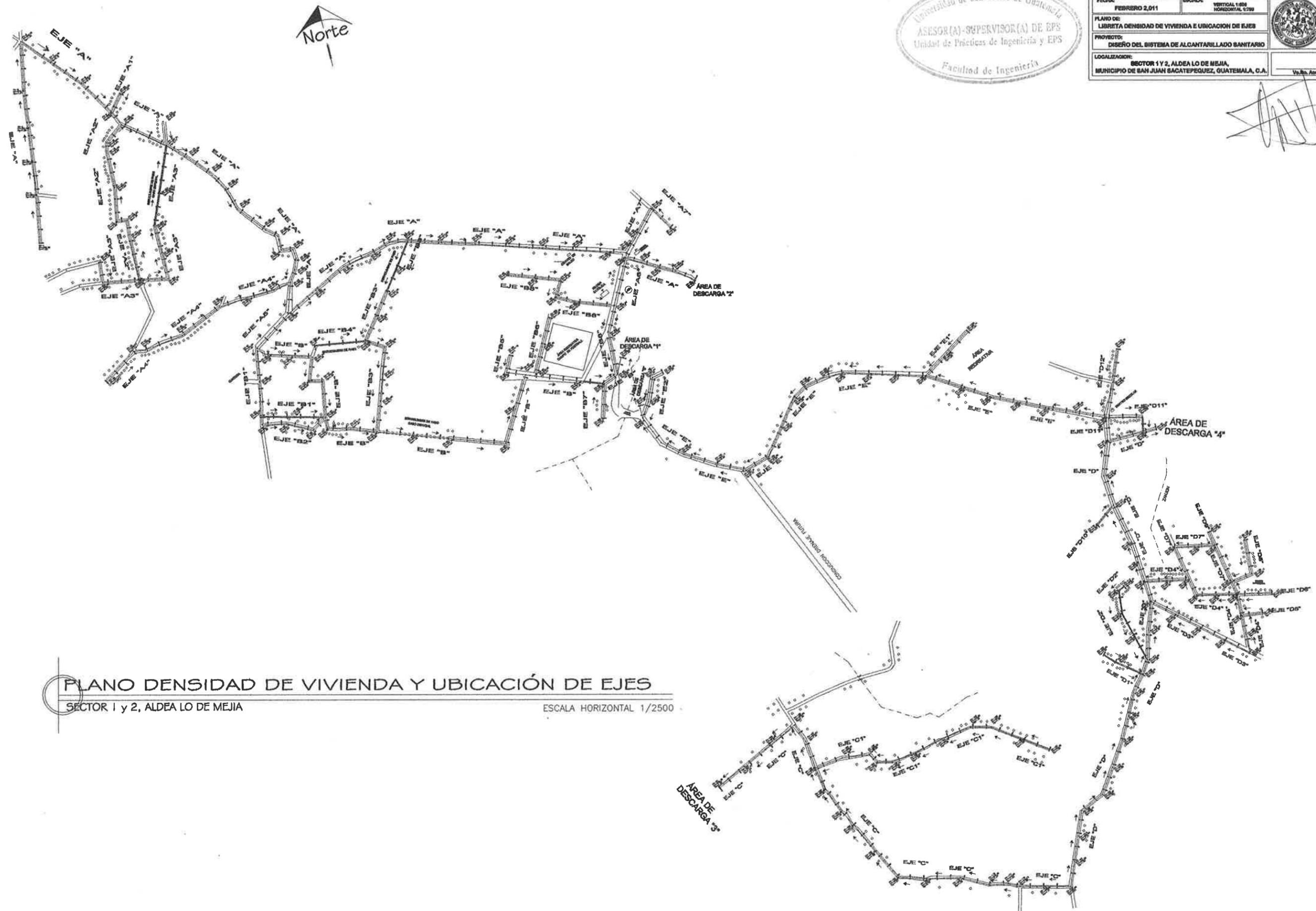
De	A	COTA TERRENO		Distancia	Pendiente	# Viviendas	Factor de Harmon		Caudal de Diseño		Ø	S%	V	ACTUAL			FUTURO			CHEQUEOS DISEÑO				
		PV	PV				Inicio	Final	Horizontal	Terreno				Acumuladas	Actual	Futuro	Actual	Futuro	Tubería	Tubería %	q/Qc	d/D	v/V	q/Qc
146	150	407,640	406,020	45,690	3,5	5	4,35	4,29	0,40	0,83	6	4,00	2,264	0,00968	0,069	0,3165	0,02009	0,098	0,3961	OK	OK	OK	1,20	
150	151	406,020	404,490	45,690	3,3	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	3,00	1,961	0,01537	0,086	0,3645	0,03215	0,122	0,4546	OK	OK	OK	1,44	
151	152	404,490	400,240	42,040	10,1	8	4,32	4,24	0,63	1,32	6	10,00	3,580	0,00965	0,069	0,3165	0,02021	0,098	0,3961	OK	OK	OK	1,31	
152	153	400,240	396,080	42,040	9,9	9	4,31	4,23	0,70	1,48	6	10,00	3,580	0,01072	0,072	0,3253	0,02266	0,103	0,4087	OK	OK	OK	1,29	
153	154	396,080	389,180	45,470	15,2	15	4,26	4,15	1,15	2,40	6	15,00	4,385	0,01438	0,083	0,3563	0,03000	0,118	0,4453	OK	OK	OK	1,37	
154	155	389,180	382,280	54,520	12,7	19	4,23	4,12	1,45	3,01	6	13,00	4,082	0,01947	0,096	0,3909	0,04042	0,137	0,4887	OK	OK	OK	1,32	
155A	155B	387,140	384,710	45,160	5,4	1	4,43	4,40	0,40	0,40	6	5,50	2,655	0,00826	0,064	0,3015	0,00826	0,064	0,3015	OK	OK	OK	1,20	
155B	155	384,710	382,280	45,160	5,4	4	4,37	4,31	0,40	0,68	6	5,50	2,655	0,00826	0,064	0,3015	0,01404	0,082	0,3536	OK	OK	OK	1,28	
155	156	382,280	377,020	40,880	12,9	24	4,20	4,07	1,82	3,76	6	12,25	3,963	0,02518	0,109	0,4236	0,05202	0,155	0,5273	OK	OK	OK	1,53	
156	157	377,020	371,760	40,880	12,9	24	4,20	4,07	1,82	3,76	6	12,75	4,043	0,02468	0,108	0,4211	0,05099	0,153	0,5231	OK	OK	OK	1,31	
157	158	371,760	366,710	40,880	12,4	27	4,18	4,05	2,04	4,21	6	12,25	3,963	0,02822	0,115	0,4381	0,05824	0,163	0,5438	OK	OK	OK	1,29	
158	159	366,710	363,070	29,970	12,1	29	4,17	4,04	2,18	4,50	6	12,00	3,922	0,03047	0,119	0,4476	0,06290	0,170	0,5578	OK	OK	OK	1,28	
159	160	363,070	359,630	30,260	11,4	29	4,17	4,04	2,18	4,50	6	11,25	3,798	0,03147	0,121	0,4523	0,06496	0,172	0,5618	OK	OK	OK	1,27	
160	161	359,630	358,860	22,810	3,4	29	4,17	4,04	2,18	4,50	6	3,25	2,041	0,05855	0,164	0,5458	0,12086	0,234	0,6745	OK	OK	OK	1,26	
161	162	358,860	354,270	48,310	9,5	30	4,16	4,03	2,25	4,65	6	9,50	3,490	0,03535	0,128	0,4685	0,07305	0,182	0,5813	OK	OK	OK	1,26	
162	163	354,270	349,680	48,310	9,5	33	4,15	4,01	2,47	5,09	6	9,50	3,490	0,03880	0,134	0,4820	0,07996	0,191	0,5984	OK	OK	OK	1,29	
163	164	349,680	351,070	38,530	-3,6	38	4,13	3,98	2,83	5,81	6	1,00	1,132	0,13702	0,250	0,7008	0,28131	0,362	0,8578	OK	OK	OK	1,32	
164	165	351,070	347,170	46,170	8,4	40	4,12	3,97	2,97	6,10	6	8,75	3,349	0,04861	0,150	0,5168	0,09985	0,213	0,6384	OK	OK	OK	3,13	
165	166	347,170	343,270	49,390	7,9	42	4,11	3,96	3,11	6,39	6	8,00	3,202	0,05324	0,156	0,5294	0,10939	0,223	0,6558	OK	OK	OK	3,30	
166	167	343,270	331,840	38,150	30,0	44	4,10	3,95	3,25	6,67	8	23,50	6,649	0,01507	0,085	0,3618	0,03093	0,120	0,4500	OK	OK	OK	3,70	
167	168	331,840	322,190	44,920	21,5	44	4,10	3,95	3,25	6,67	8	21,00	6,285	0,01594	0,087	0,3672	0,03272	0,123	0,4570	OK	OK	OK	1,73	
169	170	333,330	331,540	16,920	10,6	3	4,39	4,34	0,40	0,51	6	11,00	3,755	0,00584	0,054	0,2701	0,00745	0,061	0,2923	OK	OK	OK	1,20	
170	171	331,540	323,520	37,320	21,5	6	4,34	4,27	0,47	0,99	6	22,00	5,311	0,00485	0,050	0,2569	0,01022	0,071	0,3223	OK	OK	OK	1,30	
171	168	323,520	322,190	25,620	5,2	7	4,33	4,26	0,55	1,15	6	5,00	2,532	0,01191	0,076	0,3365	0,02490	0,108	0,4211	OK	OK	OK	1,52	
168	172F	322,190	319,000	19,240	16,6	51	4,07	3,91	3,75	7,67	8	12,50	4,849	0,02385	0,106	0,4162	0,04877	0,150	0,5168	OK	OK	OK	2,02	
			984,330																					

Fuente: elaboracion propia.



DISEÑO + DESARROLLO: ALVARO CAMER VALERIO E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: FEBRERO 2,011	ESCALA: VERTICAL 1:500 HORIZONTAL 1:2500		HOJA 1 20
PLANO DE LIBRETA DENSIDAD DE VIVIENDA E UBICACION DE EJES			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			

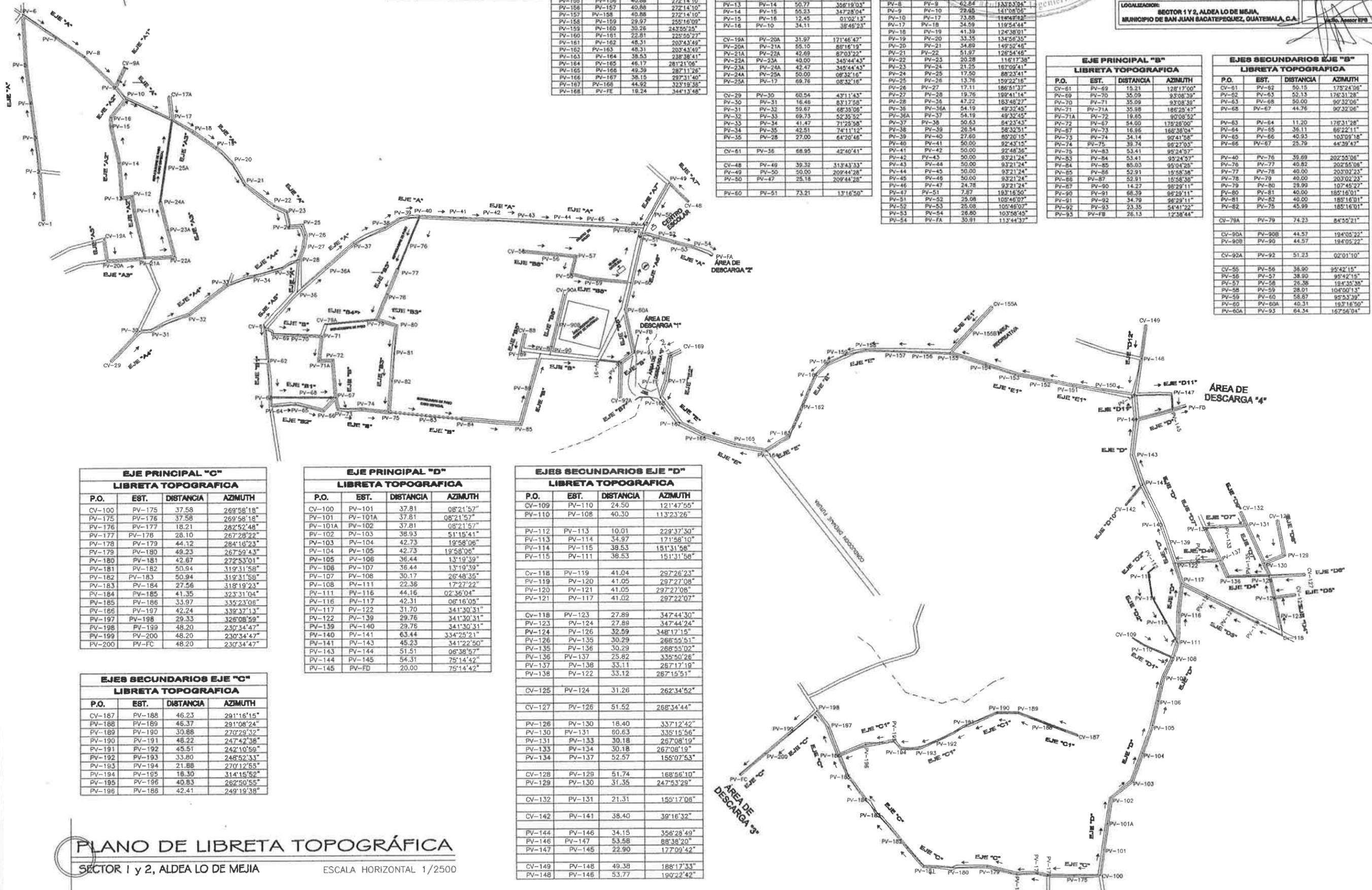
*[Handwritten signature]*



**PLANO DENSIDAD DE VIVIENDA Y UBICACIÓN DE EJES**

SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

ESCALA HORIZONTAL 1/2500



**EJES SECUNDARIOS EJE "E"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-155A	PV-155B	45.16	222°56'29"
PV-155B	PV-155	45.16	222°55'29"
CV-169	PV-170	16.92	244°44'44"
PV-170	PV-171	37.32	187°06'49"
PV-171	PV-168	25.62	198°29'12"

**EJE PRINCIPAL "E"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
PV-146	PV-150	44.01	272°22'41"
PV-150	PV-151	45.69	279°22'41"
PV-151	PV-152	42.04	281°24'33"
PV-152	PV-153	42.04	281°24'33"
PV-153	PV-154	45.47	288°31'27"
PV-154	PV-155	54.52	288°08'14"
PV-155	PV-156	40.88	272°14'10"
PV-156	PV-157	40.88	272°14'10"
PV-157	PV-158	40.88	272°14'10"
PV-158	PV-159	29.97	252°16'09"
PV-159	PV-160	30.26	243°55'25"
PV-160	PV-161	22.81	222°55'27"
PV-161	PV-162	45.31	203°43'49"
PV-162	PV-163	40.31	203°43'49"
PV-163	PV-164	38.53	218°38'41"
PV-164	PV-165	46.17	281°21'06"
PV-165	PV-166	49.39	287°11'26"
PV-166	PV-167	38.15	297°31'40"
PV-167	PV-168	44.92	329°19'35"
PV-168	PV-16E	19.24	344°13'48"

**EJES SECUNDARIOS EJE "A"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-9A	PV-9	29.78	205°52'51"
PV-17A	PV-17	35.01	173°10'32"
PV-21A	PV-11	69.75	347°14'40"
PV-11	PV-12	22.15	352°03'25"
PV-12	PV-13	15.00	282°02'02"
PV-13	PV-14	50.77	336°19'03"
PV-14	PV-15	55.23	347°28'04"
PV-15	PV-16	12.45	01°02'13"
PV-16	PV-10	34.11	35°45'23"
CV-19A	PV-20A	31.97	171°46'42"
PV-20A	PV-21A	55.10	88°16'19"
PV-21A	PV-22A	42.69	87°03'22"
PV-22A	PV-23A	40.00	345°44'43"
PV-23A	PV-24A	42.47	345°44'43"
PV-24A	PV-25A	50.00	08°32'18"
PV-25A	PV-17	69.78	08°32'18"
CV-29	PV-30	60.54	43°11'43"
PV-30	PV-31	16.48	83°17'58"
PV-31	PV-32	50.67	66°35'06"
PV-32	PV-33	69.73	52°32'52"
PV-33	PV-34	41.47	71°23'58"
PV-34	PV-35	42.51	74°11'12"
PV-35	PV-28	27.00	64°20'48"
CV-61	PV-56	68.95	42°40'41"
CV-48	PV-49	39.32	313°43'33"
PV-49	PV-50	50.00	202°44'28"
PV-50	PV-47	25.18	202°44'28"
PV-60	PV-51	73.21	13°16'50"

**EJE PRINCIPAL "A"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-1	PV-2	71.77	355°55'54"
PV-2	PV-3	50.00	353°21'39"
PV-3	PV-4	50.00	357°47'28"
PV-4	PV-5	65.44	352°42'28"
PV-5	PV-6	73.41	356°42'42"
PV-6	PV-7	54.12	120°02'28"
PV-7	PV-8	54.12	125°02'29"
PV-8	PV-9	42.84	133°43'34"
PV-9	PV-10	22.85	141°08'00"
PV-10	PV-11	73.58	114°24'22"
PV-11	PV-16	34.59	119°54'44"
PV-16	PV-19	41.39	124°30'01"
PV-19	PV-20	33.35	134°50'35"
PV-20	PV-21	34.89	149°52'46"
PV-21	PV-22	51.97	126°54'46"
PV-22	PV-23	20.28	116°17'36"
PV-23	PV-24	21.25	102°02'41"
PV-24	PV-25	17.50	88°23'41"
PV-25	PV-26	13.76	152°22'16"
PV-26	PV-27	17.11	186°51'37"
PV-27	PV-28	19.76	192°41'14"
PV-28	PV-36	47.22	163°48'27"
PV-36	PV-36A	54.19	49°32'45"
PV-36A	PV-37	54.19	49°32'45"
PV-37	PV-38	50.63	84°23'43"
PV-38	PV-39	26.54	58°32'51"
PV-39	PV-40	27.60	80°20'15"
PV-40	PV-41	50.00	92°43'15"
PV-41	PV-42	50.00	92°43'15"
PV-42	PV-43	50.00	93°21'24"
PV-43	PV-44	50.00	93°21'24"
PV-44	PV-45	50.00	93°21'24"
PV-45	PV-46	50.00	93°21'24"
PV-46	PV-47	24.78	93°21'24"
PV-47	PV-51	7.87	193°16'50"
PV-51	PV-52	25.08	108°46'07"
PV-52	PV-53	25.08	102°46'07"
PV-53	PV-54	28.80	103°58'45"
PV-54	PV-FA	30.91	112°44'37"

**EJE PRINCIPAL "B"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-61	PV-69	15.21	128°17'00"
PV-69	PV-70	35.09	93°08'39"
PV-70	PV-71	35.09	93°08'39"
PV-71	PV-71A	35.98	186°29'47"
PV-71A	PV-72	19.65	90°08'52"
PV-72	PV-67	54.00	175°28'00"
PV-67	PV-73	16.86	168°48'04"
PV-73	PV-74	34.14	107°41'58"
PV-74	PV-75	39.74	95°27'03"
PV-75	PV-83	53.41	95°24'57"
PV-83	PV-84	53.41	95°24'57"
PV-84	PV-85	85.03	95°04'29"
PV-85	PV-86	52.91	15°58'58"
PV-86	PV-87	52.91	15°58'58"
PV-87	PV-90	14.27	95°29'11"
PV-90	PV-91	68.39	95°29'11"
PV-91	PV-92	34.79	95°29'11"
PV-92	PV-93	23.35	54°41'22"
PV-93	PV-9B	26.13	17°38'44"

**EJES SECUNDARIOS EJE "B"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-61	PV-62	50.15	175°24'08"
PV-62	PV-63	52.13	176°31'28"
PV-63	PV-68	50.00	90°32'06"
PV-68	PV-67	44.76	90°32'06"
PV-63	PV-64	11.20	176°31'28"
PV-64	PV-65	36.11	68°22'11"
PV-65	PV-66	40.93	103°09'18"
PV-66	PV-67	25.79	44°39'47"
PV-67	PV-76	39.69	202°55'06"
PV-76	PV-77	40.82	202°55'06"
PV-77	PV-78	40.00	203°02'23"
PV-78	PV-79	40.00	203°02'23"
PV-79	PV-80	39.99	107°45'22"
PV-80	PV-81	40.00	182°16'01"
PV-81	PV-82	40.00	185°16'01"
PV-82	PV-75	45.99	185°16'01"
CV-78A	PV-79	74.23	84°59'21"
CV-90A	PV-90B	44.57	194°05'22"
PV-90B	PV-90	44.57	194°05'22"
CV-92A	PV-92	51.23	02°01'10"
CV-55	PV-56	38.00	92°42'15"
PV-56	PV-57	38.00	92°42'15"
PV-57	PV-58	26.36	184°35'38"
PV-58	PV-59	28.01	104°00'13"
PV-59	PV-60	58.87	85°23'39"
PV-60	PV-60A	40.31	193°16'50"
PV-60A	PV-93	64.34	167°58'04"

**EJE PRINCIPAL "C"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-100	PV-175	37.58	269°58'18"
PV-175	PV-176	37.58	269°58'18"
PV-176	PV-177	18.21	282°52'48"
PV-177	PV-178	28.10	267°28'22"
PV-178	PV-179	44.12	284°16'23"
PV-179	PV-180	49.23	267°59'43"
PV-180	PV-181	42.67	272°53'01"
PV-181	PV-182	50.94	319°31'58"
PV-182	PV-183	50.94	319°31'58"
PV-183	PV-184	27.56	318°19'23"
PV-184	PV-185	41.35	323°31'04"
PV-185	PV-186	33.97	335°23'08"
PV-186	PV-187	42.24	339°37'13"
PV-187	PV-198	29.33	325°08'59"
PV-198	PV-199	48.20	230°34'47"
PV-199	PV-200	48.20	230°34'47"
PV-200	PV-FC	48.20	230°34'47"

**EJES SECUNDARIOS EJE "C"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-187	PV-188	46.23	291°16'15"
PV-188	PV-189	46.37	291°08'24"
PV-189	PV-190	30.88	270°29'32"
PV-190	PV-191	48.22	247°42'38"
PV-191	PV-192	45.51	242°10'59"
PV-192	PV-193	33.80	248°52'33"
PV-193	PV-194	21.88	270°12'63"
PV-194	PV-195	16.30	314°15'52"
PV-195	PV-196	40.83	262°50'55"
PV-196	PV-186	42.41	249°19'38"

**EJE PRINCIPAL "D"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-100	PV-101	37.81	08°21'57"
PV-101	PV-101A	37.81	08°21'57"
PV-101A	PV-102	37.81	08°21'57"
PV-102	PV-103	38.93	51°15'41"
PV-103	PV-104	42.73	19°58'06"
PV-104	PV-105	42.73	19°58'06"
PV-105	PV-106	36.44	13°19'39"
PV-106	PV-107	36.44	13°19'39"
PV-107	PV-108	30.17	26°48'35"
PV-108	PV-111	22.38	17°27'22"
PV-111	PV-116	44.16	02°36'04"
PV-116	PV-117	42.31	08°16'05"
PV-117	PV-122	31.70	341°30'31"
PV-122	PV-139	29.76	341°30'31"
PV-139	PV-140	29.76	341°30'31"
PV-140	PV-141	63.44	334°25'21"
PV-141	PV-143	45.23	341°22'50"
PV-143	PV-144	51.51	08°38'57"
PV-144	PV-145	54.31	75°14'42"
PV-145	PV-FD	20.00	75°14'42"

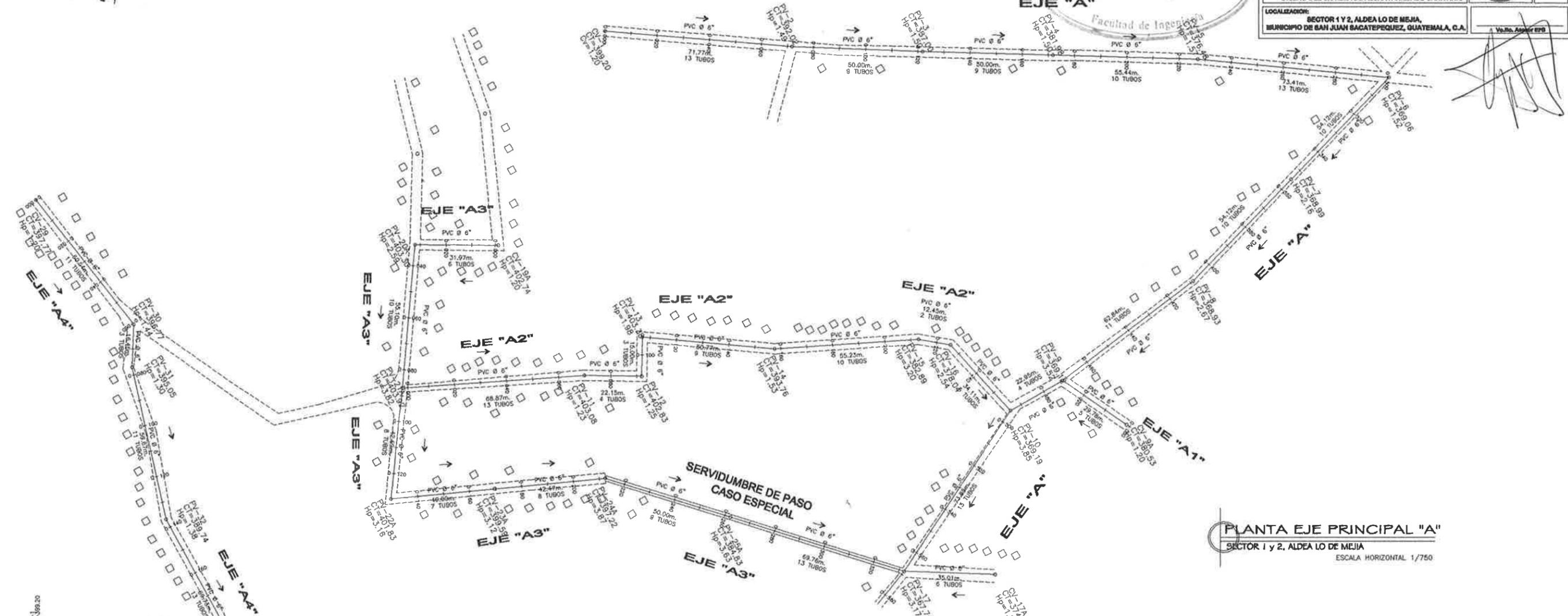
**EJES SECUNDARIOS EJE "D"**  
**LIBRETA TOPOGRAFICA**

P.O.	EST.	DISTANCIA	AZIMUTH
CV-109	PV-110	24.50	121°47'55"
PV-110	PV-108	40.30	113°23'26"
PV-112	PV-113	10.01	229°37'30"
PV-113	PV-114	34.97	171°58'10"
PV-114	PV-115	38.53	151°31'58"
PV-115	PV-111	38.53	151°31'58"
CV-118	PV-119	41.04	297°26'23"
PV-119	PV-120	41.05	297°27'08"
PV-120	PV-121	41.05	297°27'08"
PV-121	PV-117	41.02	297°22'07"
CV-118	PV-123	27.89	347°44'30"
PV-123	PV-124	27.89	347°44'24"
PV-124	PV-126	32.99	348°17'15"
PV-126	PV-135	30.29	268°55'51"
PV-135	PV-136	30.29	268°55'02"
PV-136	PV-137	25.82	335°50'26"
PV-137	PV-138	33.11	267°17'19"
PV-138	PV-122	33.12	267°15'51"
CV-125	PV-124	31.26	262°34'52"
CV-127	PV-126	51.52	268°34'44"
PV-126	PV-130	18.40	337°12'42"
PV-130	PV-131	60.63	335°15'56"
PV-131	PV-133	30.18	267°08'19"
PV-133	PV-134	30.18	267°08'19"
PV-134	PV-137	52.57	155°07'53"
CV-128	PV-129	51.74	168°56'10"
PV-129	PV-130	31.35	247°53'29"
CV-132	PV-131	21.31	155°17'08"
CV-142	PV-141	38.40	39°16'32"
PV-144	PV-146	34.15	358°28'49"
PV-146	PV-147	53.58	88°38'20"
PV-147	PV-145	22.90	177°09'42"
CV-149	PV-148	49.38	188°17'33"
PV-148	PV-146	53.77	190°22'42"

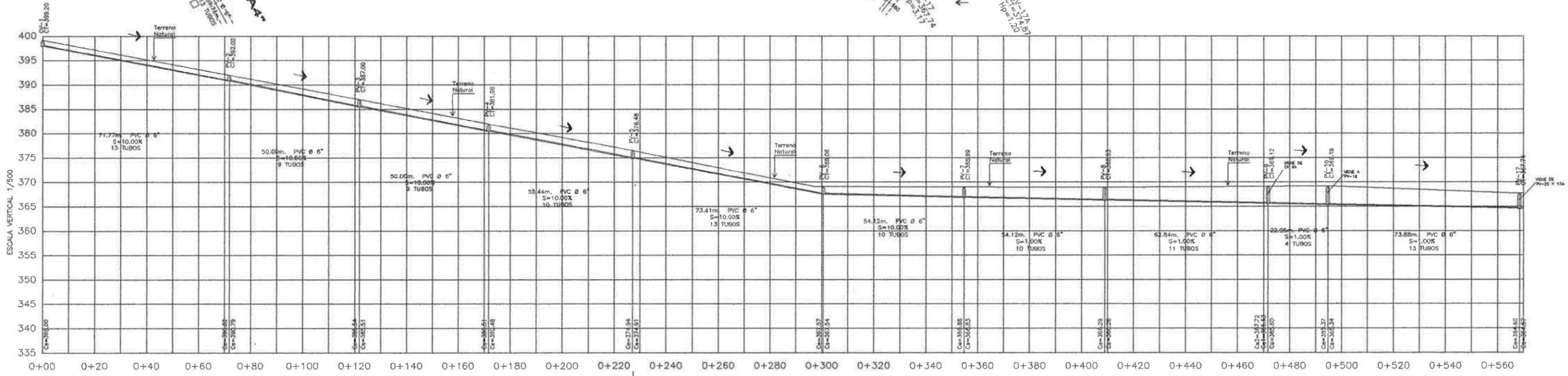


Universidad de San Carlos de Guatemala  
AGENCIA SUPERVISORA DE EPS  
Facultad de Ingeniería

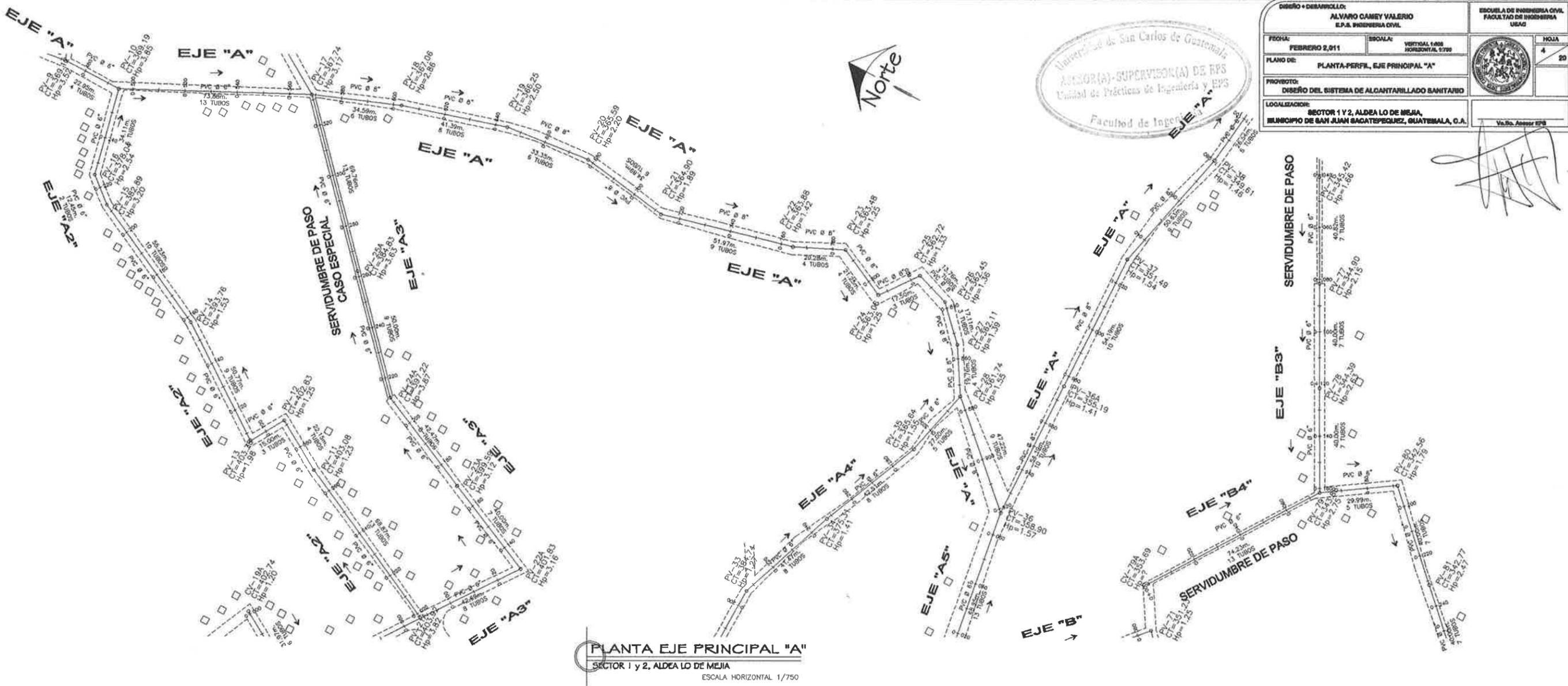
DISEÑO + DESARROLLO: ALVARO CANEY VALERIO E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCALA: VERTICAL 1/500 HORIZONTAL 1/750		ESCUOLA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: FEBRERO 2, 011	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		HOJA: 8 20	
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.				Vald. Alvaro EPS	



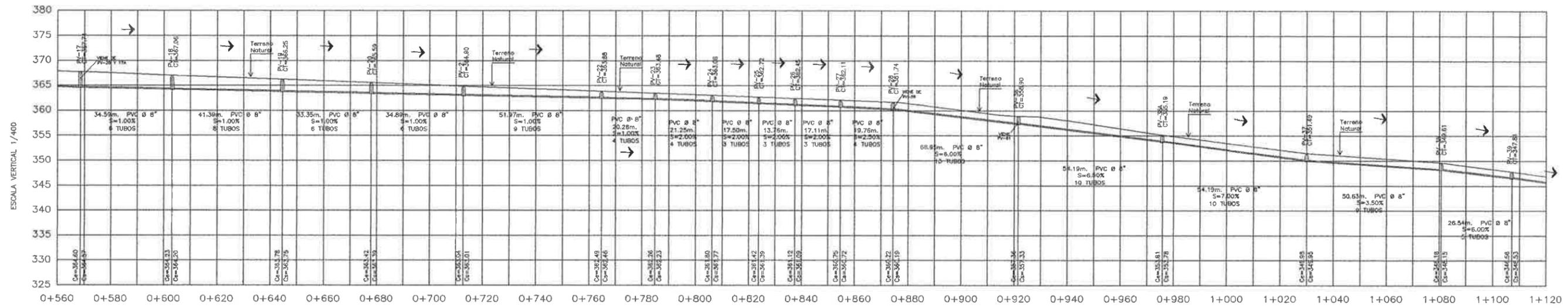
PLANTA EJE PRINCIPAL "A"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



PERFIL EJE PRINCIPAL "A"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



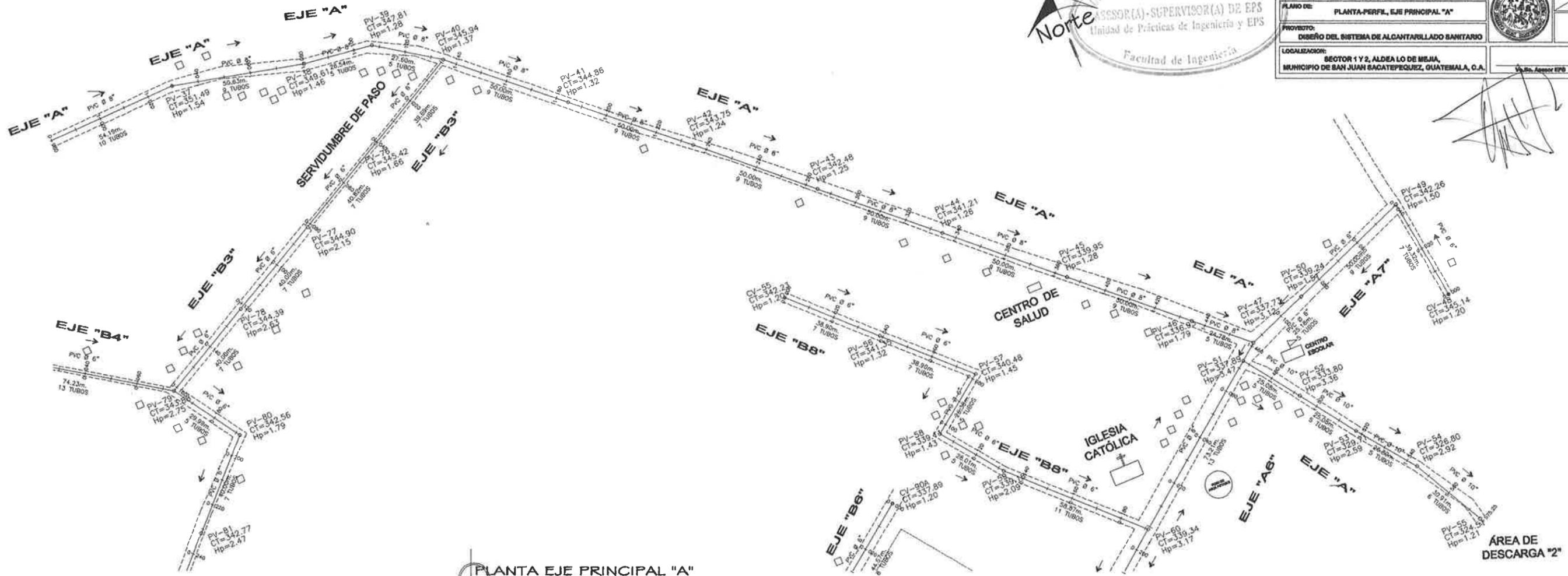
**PLANTA EJE PRINCIPAL "A"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



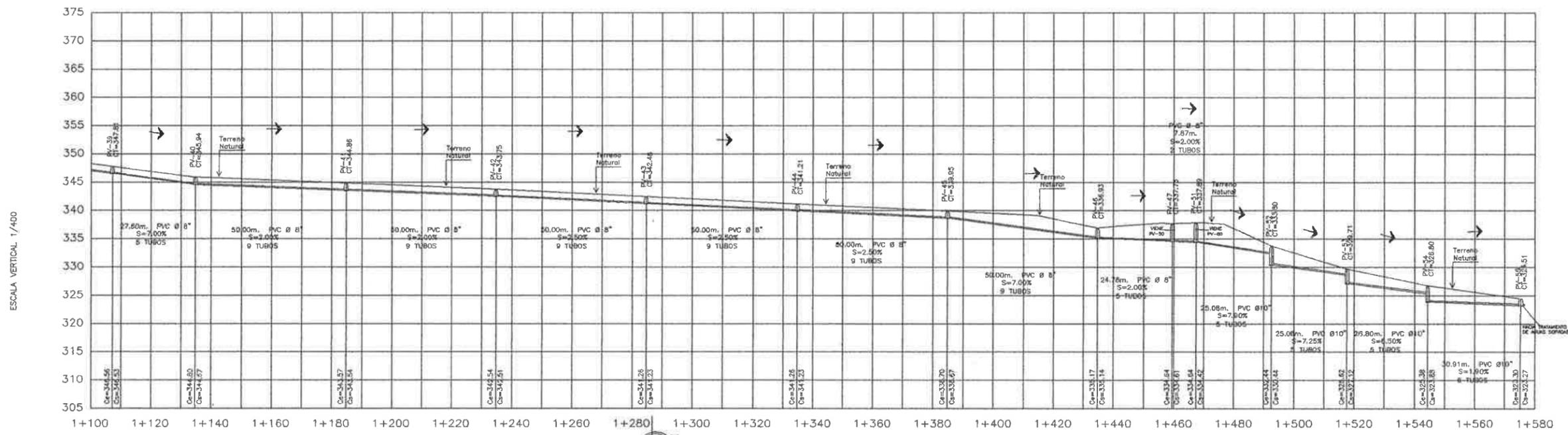
**PERFIL EJE PRINCIPAL "A"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



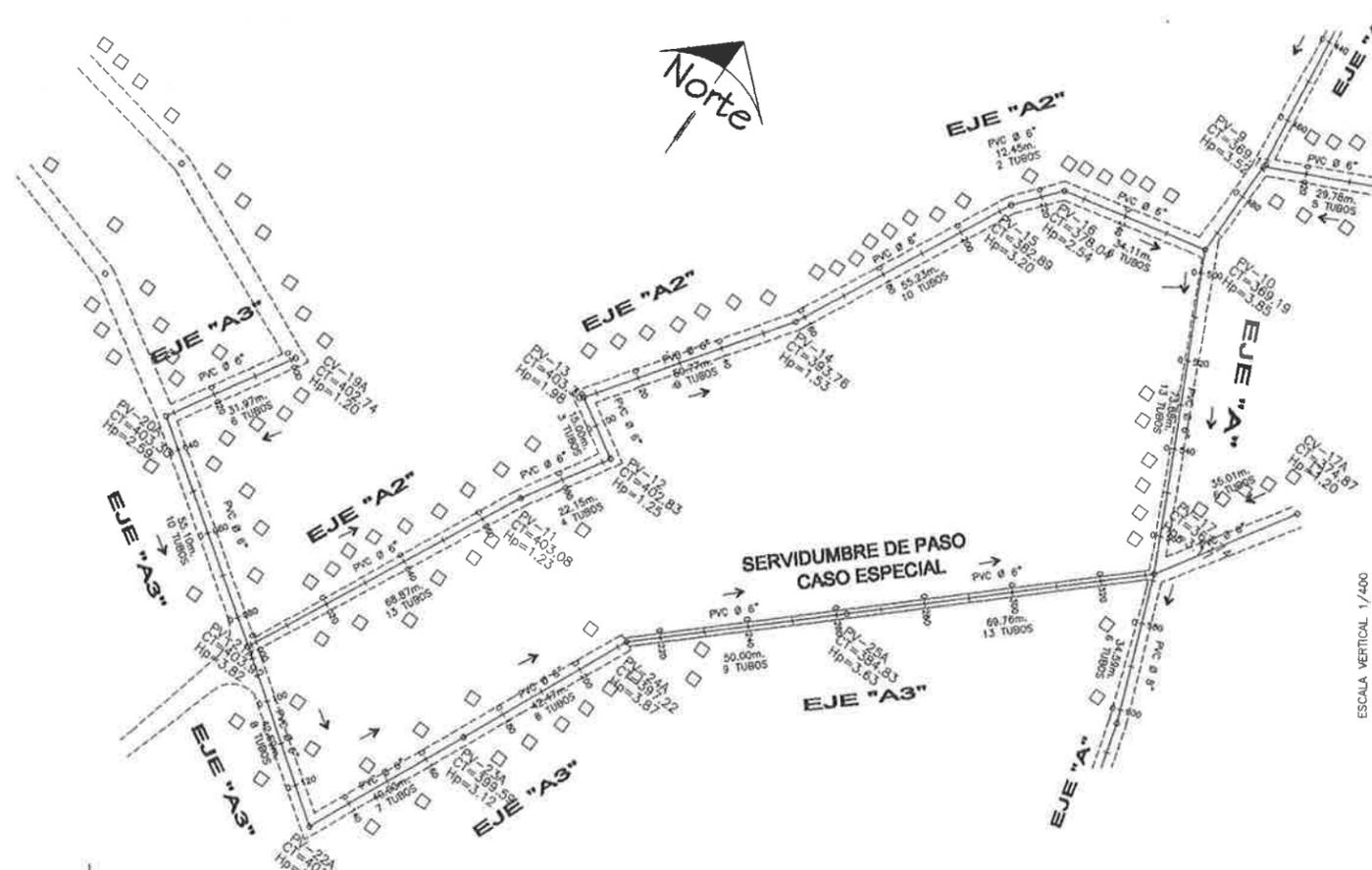
DISEÑO + DESARROLLO: <b>ALVARO GAMEY VALERIO</b> E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA URAB	
FECHA: FEBRERO 2,011	ESCALA: VERTICAL 1:800 HORIZONTAL 1:750		
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		HOJA 5 20	
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.		Ing. Alvaro Gamey Valerio	



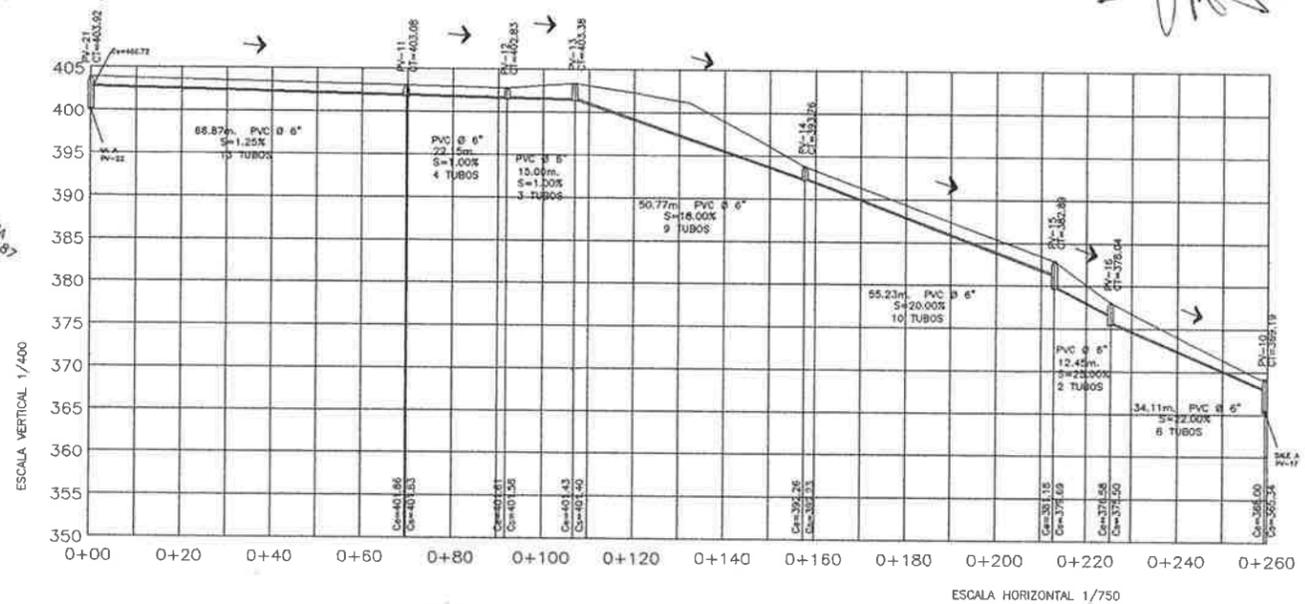
**PLANTA EJE PRINCIPAL "A"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



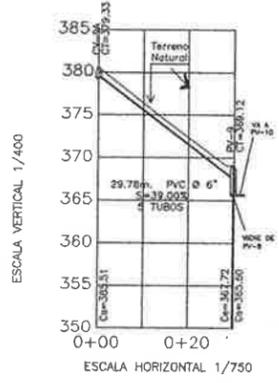
**PERFIL EJE PRINCIPAL "A"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



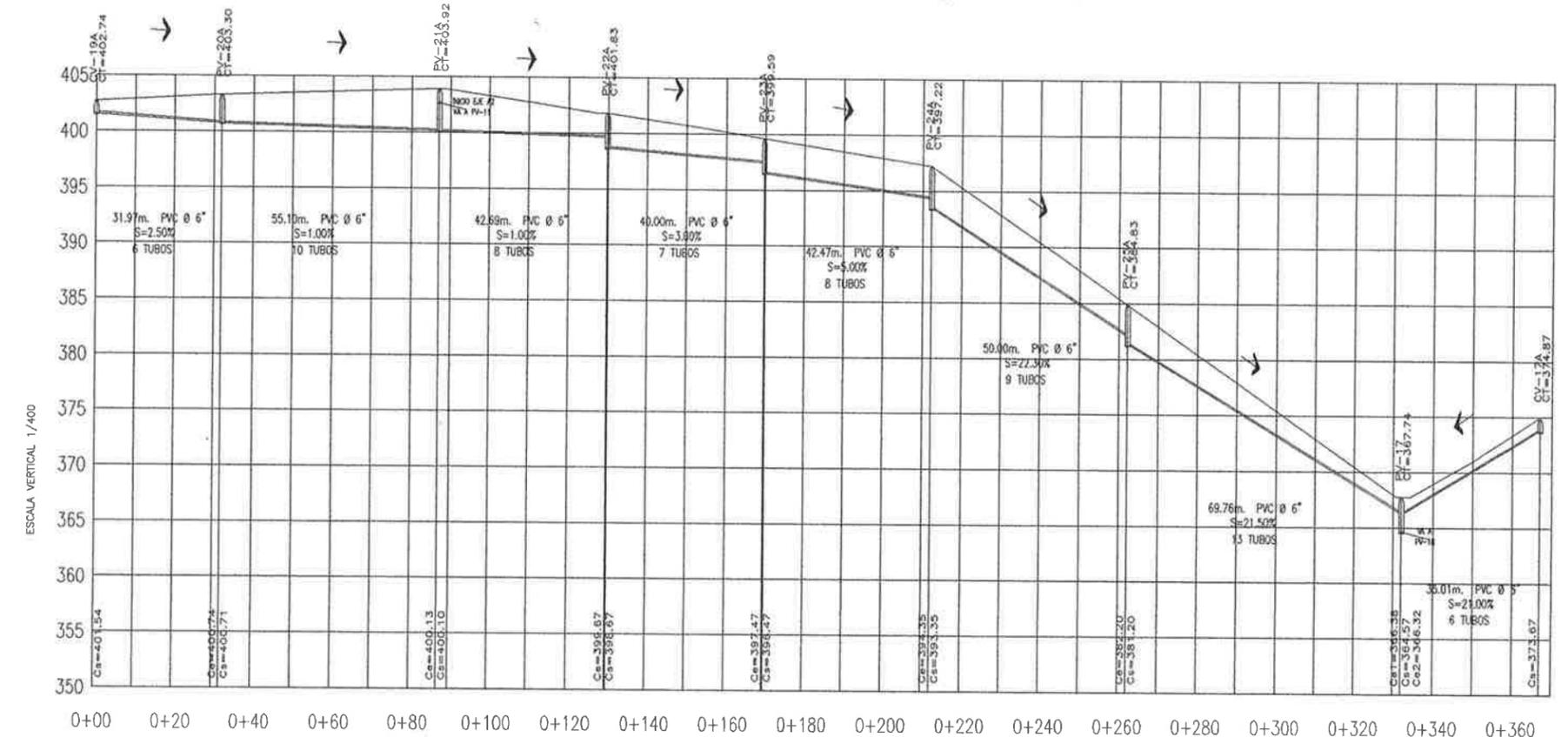
**PLANTA EJE PRINCIPAL "A1, A2 Y A3"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
 ESCALA HORIZONTAL 1/750



**PERFIL EJE "A2"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

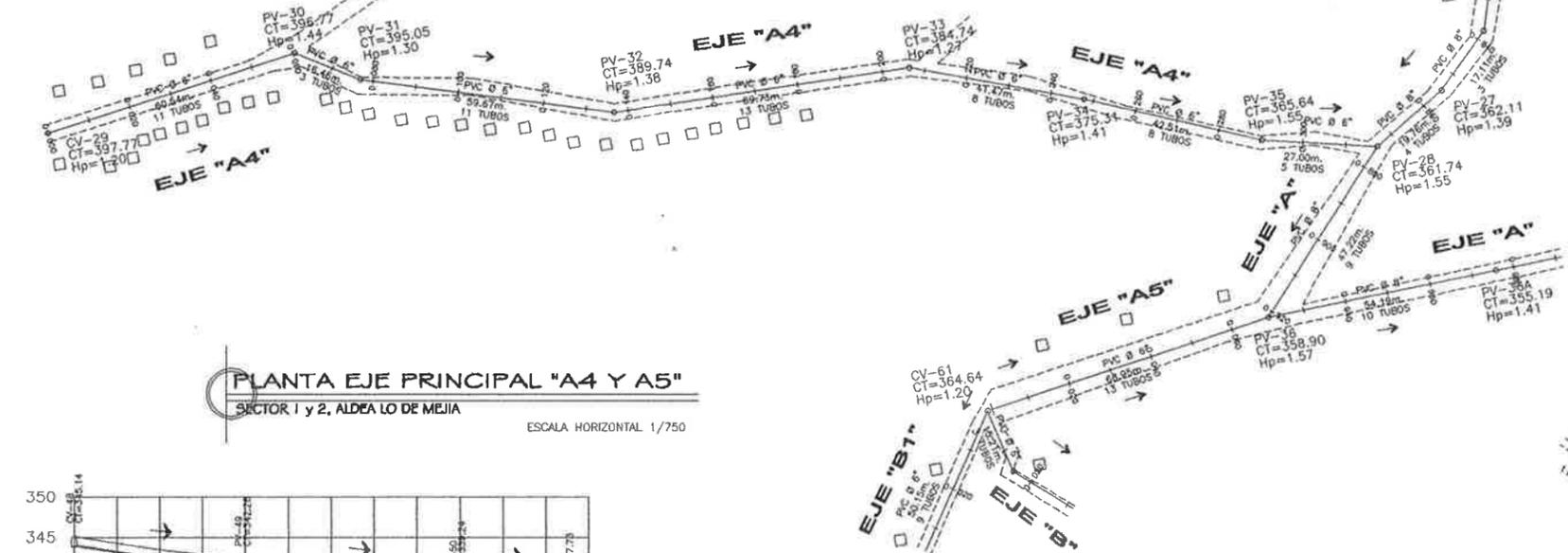


**PERFIL EJE "A1"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

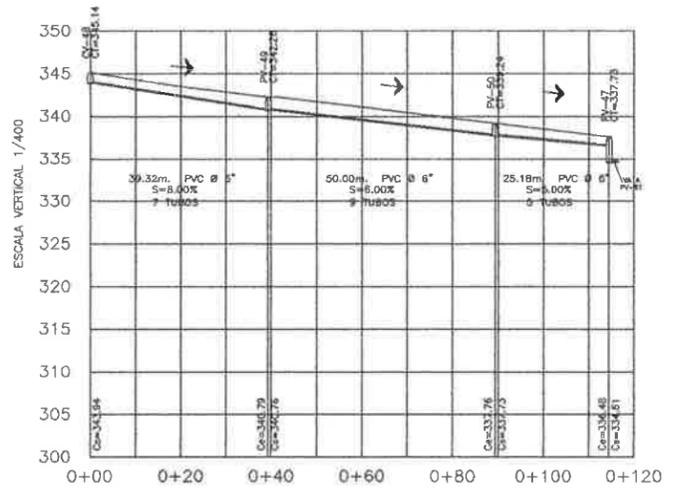


**PERFIL EJE "A3"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

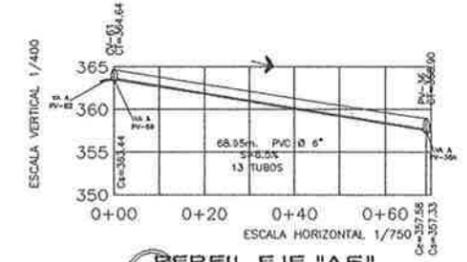
ESCALA HORIZONTAL 1/750



**PLANTA EJE PRINCIPAL "A4 Y A5"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



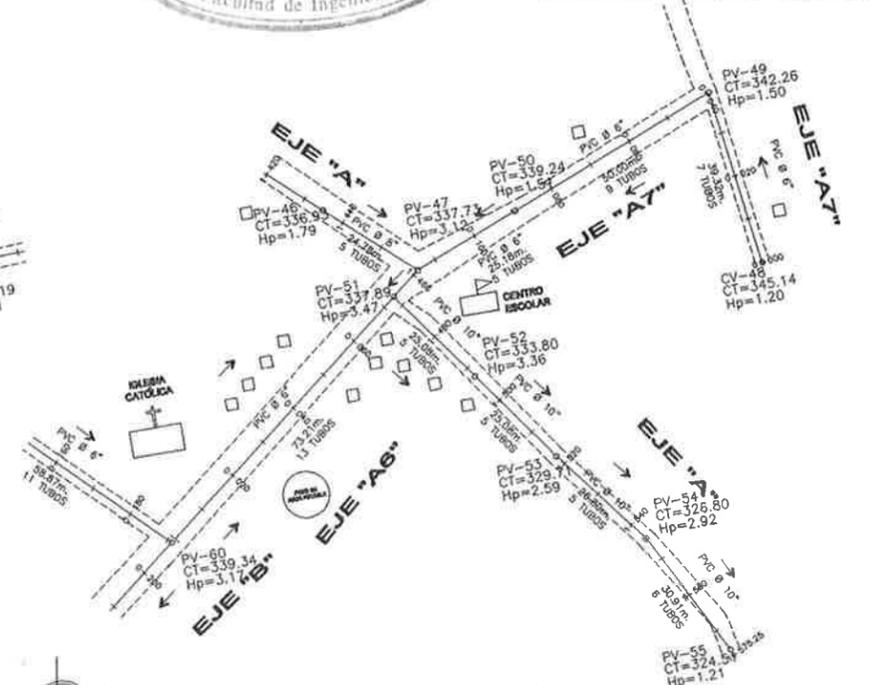
**PERFIL EJE "A7"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



**PERFIL EJE "A5"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750

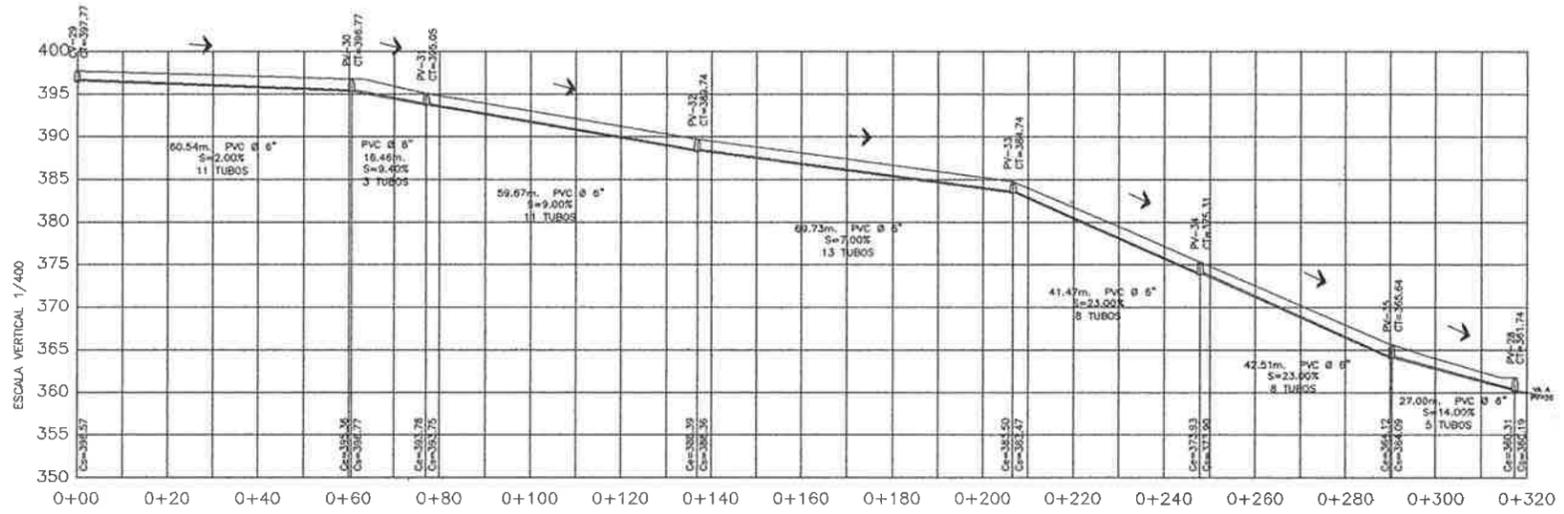


DISEÑO • DESARROLLO: <b>ALVARO CASSEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: <b>FEBRERO 2,011</b>	ESCALA: VERTICAL 1:400 HORIZONTAL 1:750		
PLANO DE: <b>PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"</b>			
PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALGANTARILLADO SANITARIO</b>			
LOCALIZACION: <b>SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, G.A.</b>			
		Vs. Sr. Asesor EPS	

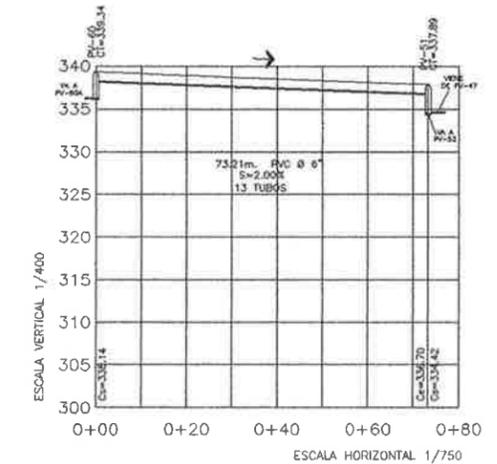


**PLANTA EJE PRINCIPAL "A6 Y A7"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750

ÁREA DE DESCARGA "2"



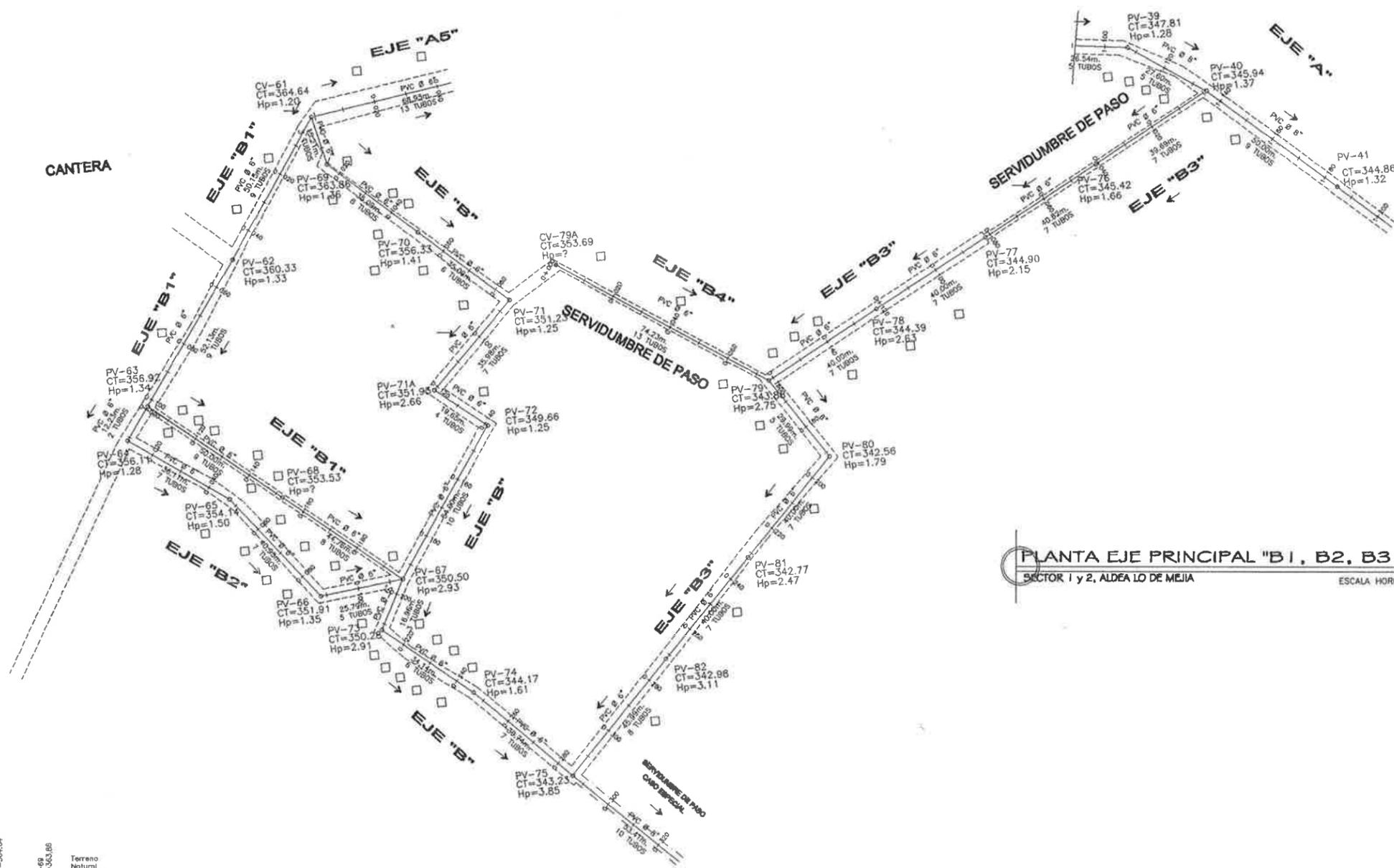
**PERFIL EJE "A4"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



**PERFIL EJE "A6"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750



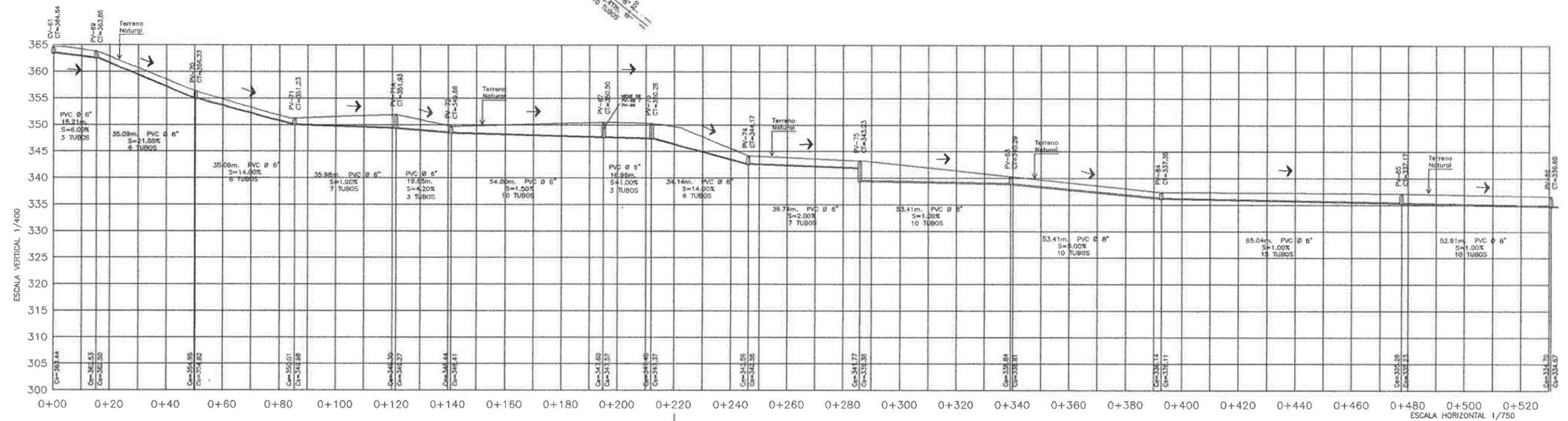
CANTERA



DISEÑO + DESARROLLO: <b>ALVARO CAMEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCALA: VERTICAL 1:600 HORIZONTAL 1:750		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAO	
FECHA: FEBRERO 2,011	PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		HOJA: 8 20	
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.					

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASesor(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

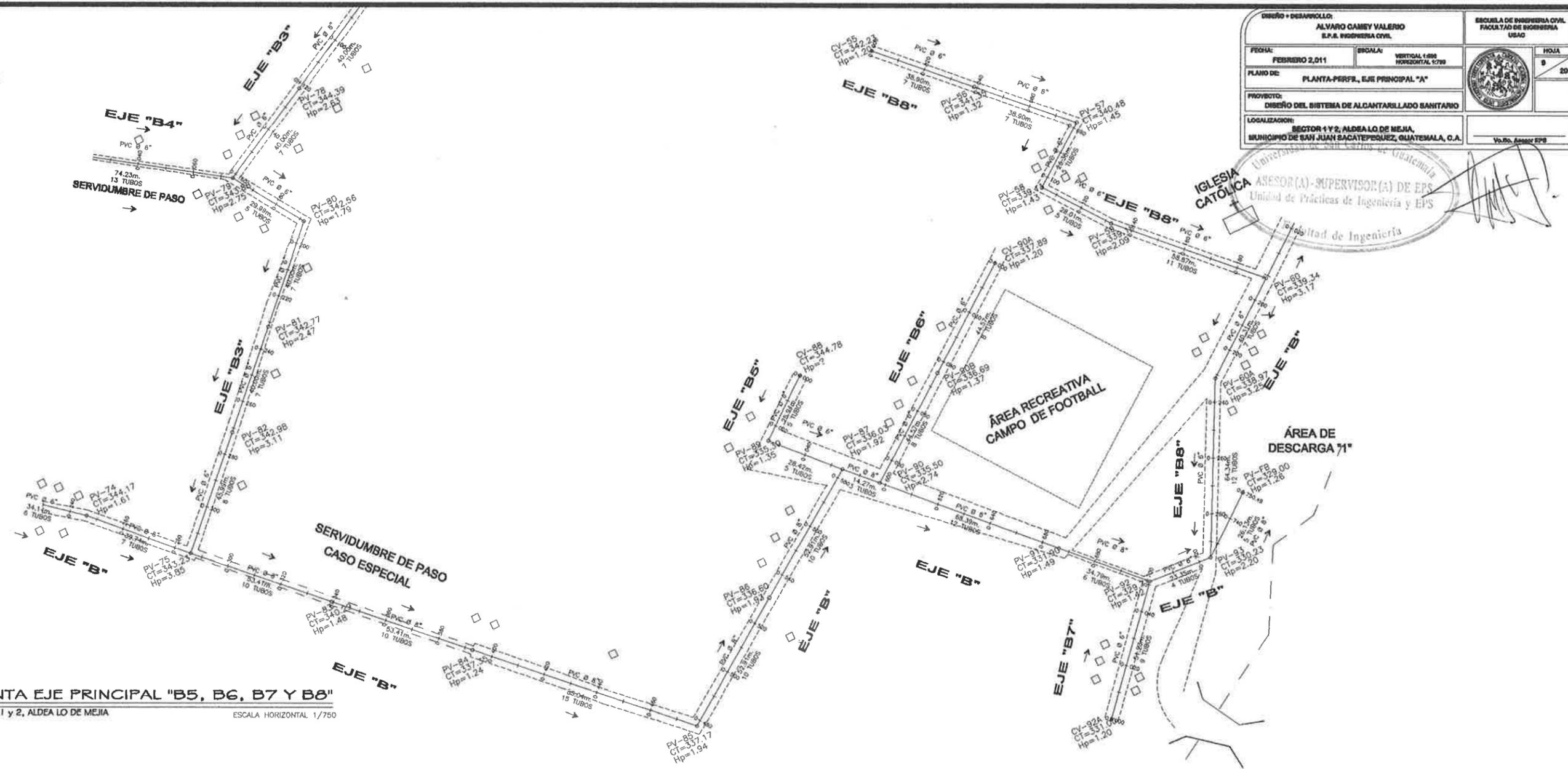
**PLANTA EJE PRINCIPAL "B1, B2, B3 Y B4"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
 ESCALA HORIZONTAL 1/750



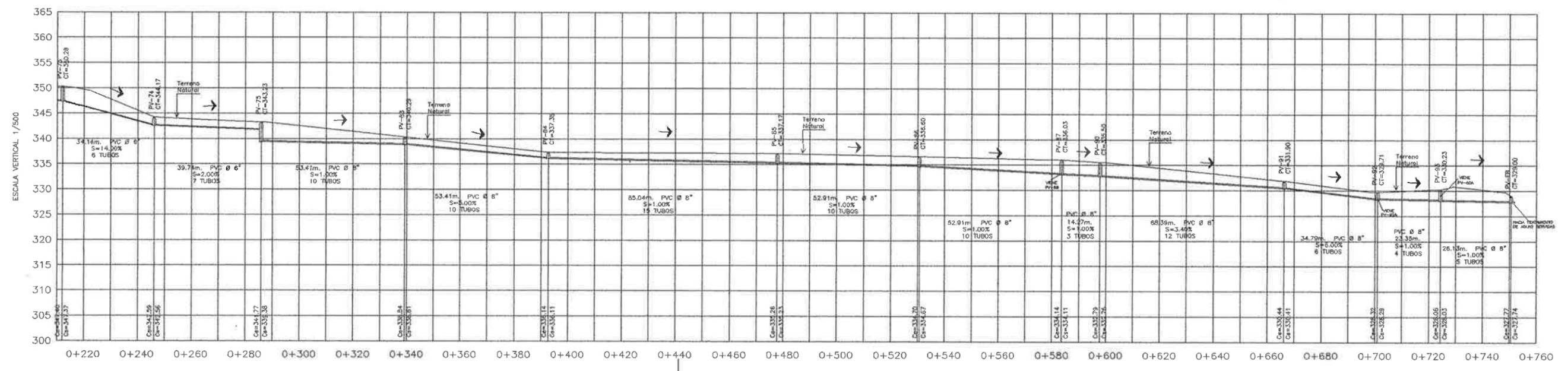
**PERFIL EJE PRINCIPAL "B"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



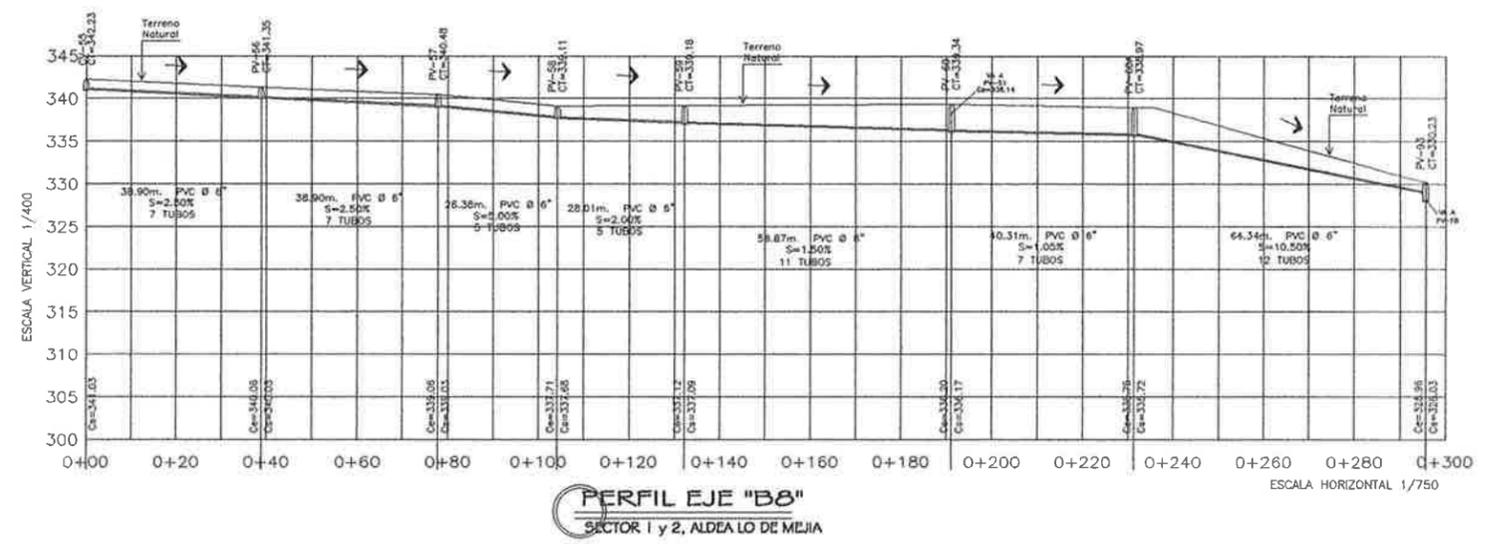
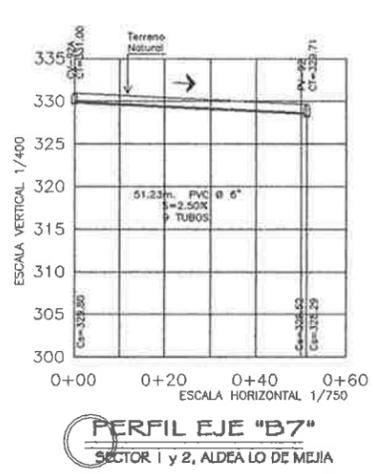
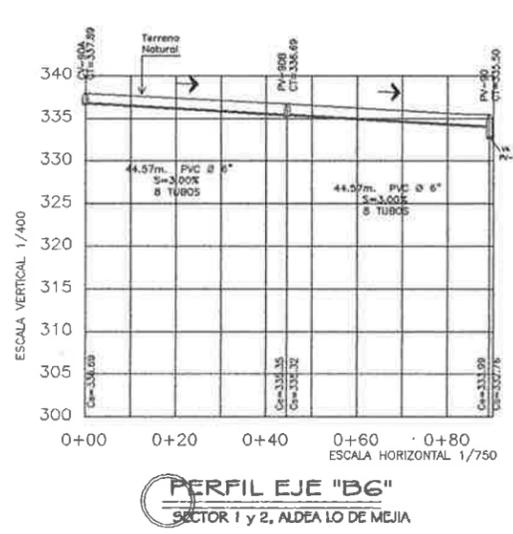
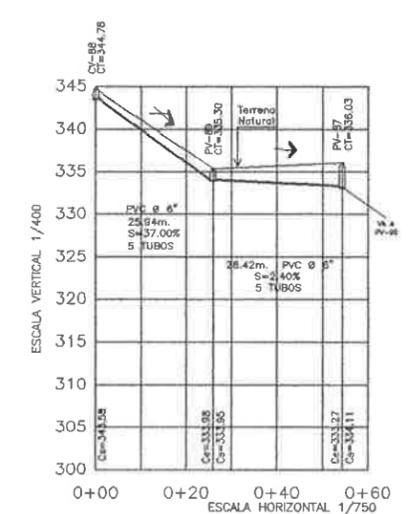
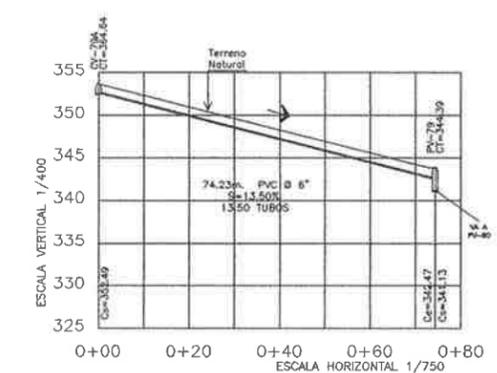
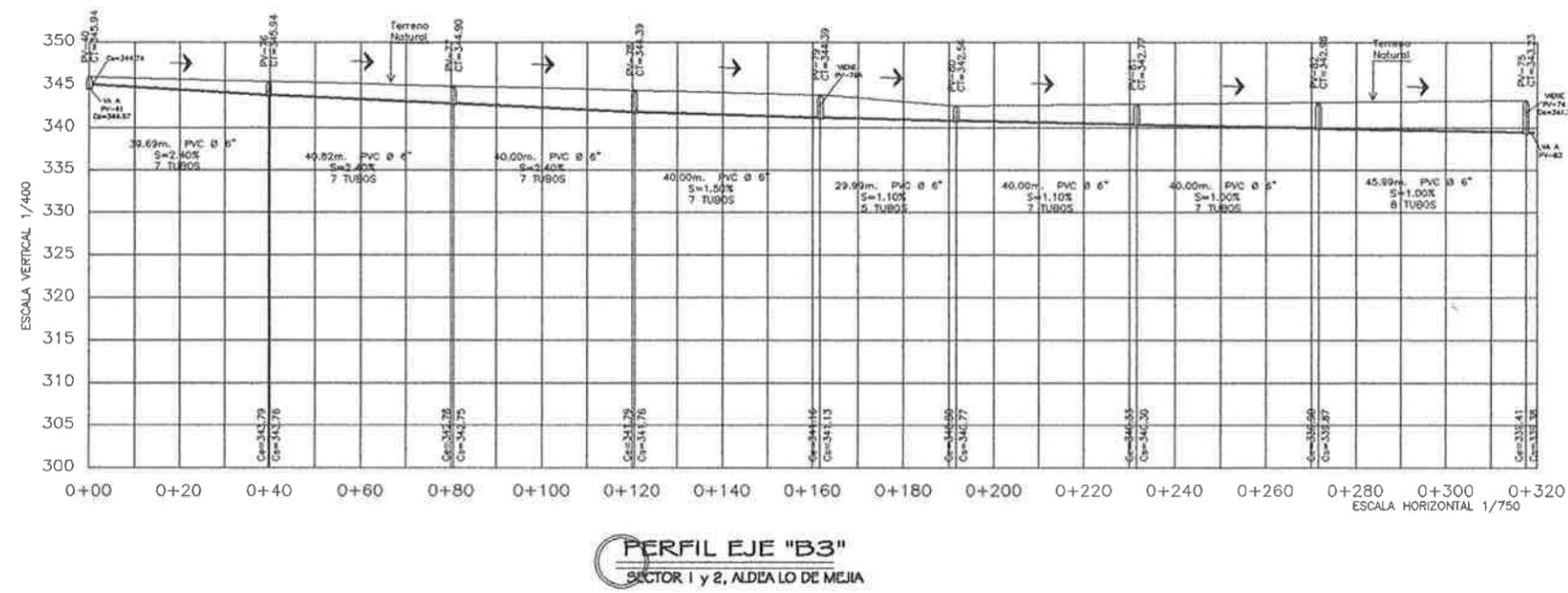
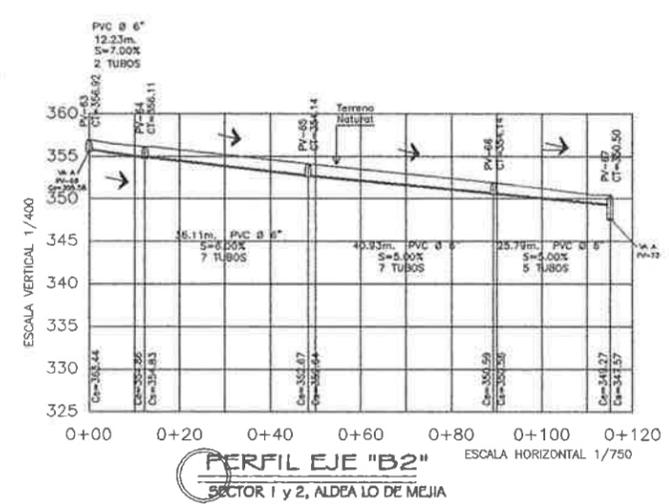
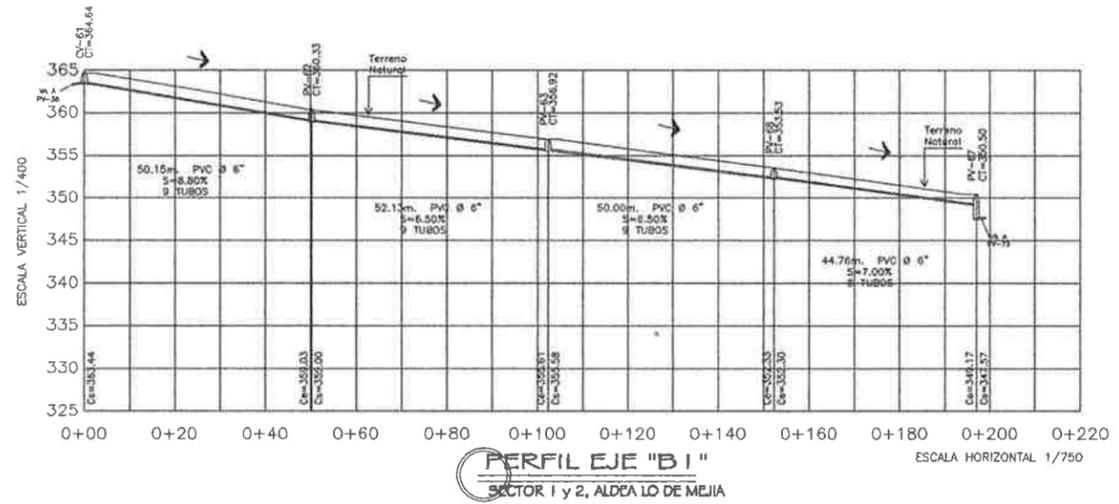
DISEÑO + DESARROLLO: <b>ALVARO CAMEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAO	
FECHA: <b>FEBRERO 2,011</b>	ESCALA: VERTICAL 1/500 HORIZONTAL 1/750		
PLANO DE: <b>PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"</b>	HOJA: <b>9</b> 20		
PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
LOCALIZACION: <b>SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.</b>			
Vo. Ro. Asesor EPS 			



**PLANTA EJE PRINCIPAL "B5, B6, B7 Y B8"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750

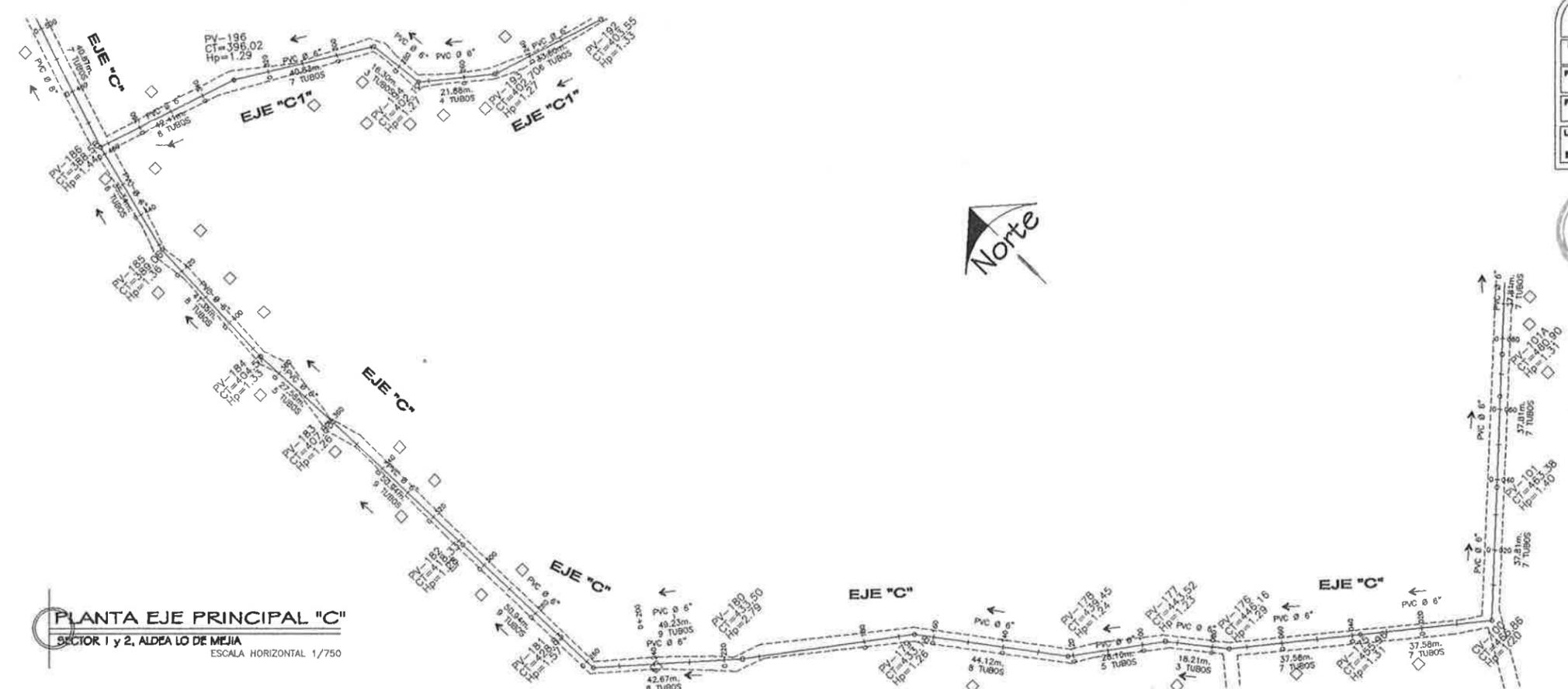


**PERFIL EJE PRINCIPAL "B"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
ESCALA HORIZONTAL 1/750

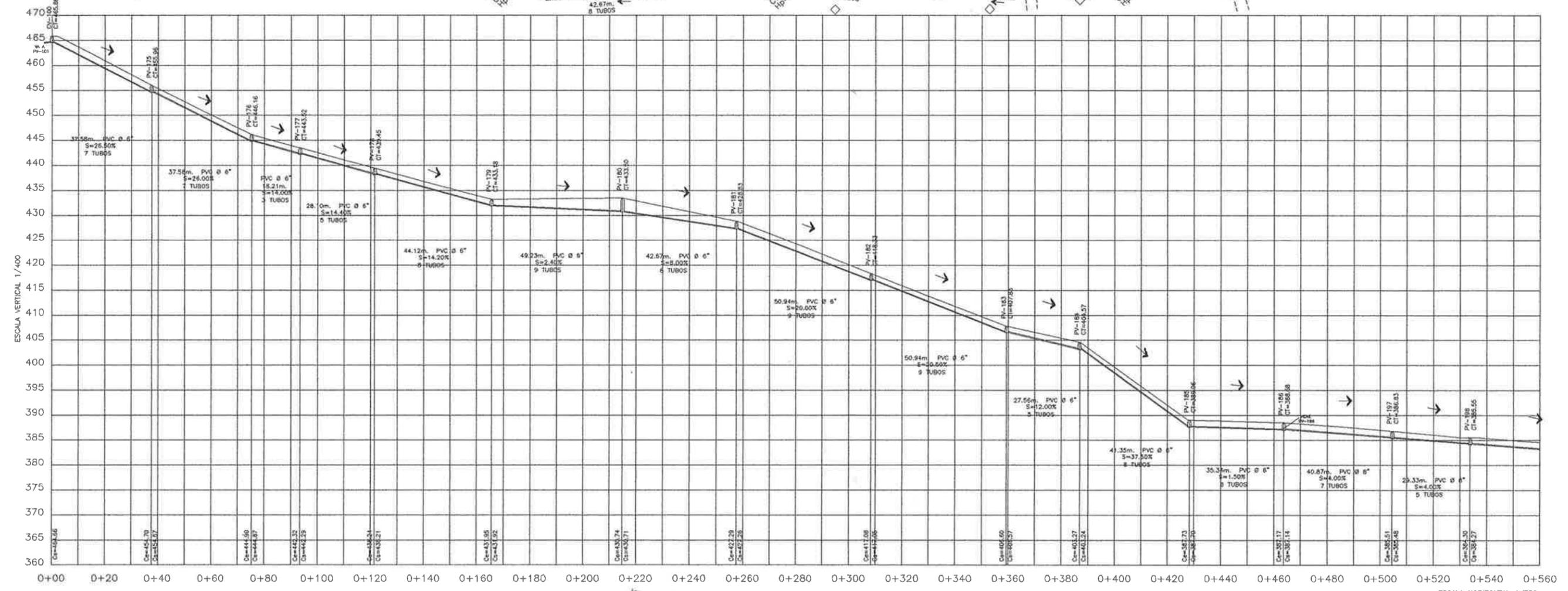


DISEÑO + DESARROLLO: <b>ALVARO CAMEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAO	
FECHA: <b>FEBRERO 2, 011</b>	SECCION: VERTICAL 1:800 HORIZONTAL 1:750		
PLANO DE: <b>PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"</b>	HOJA: 11 20		
PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
LOCALIZACION: <b>SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.</b>			

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



**PLANTA EJE PRINCIPAL "C"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
 ESCALA HORIZONTAL 1/750



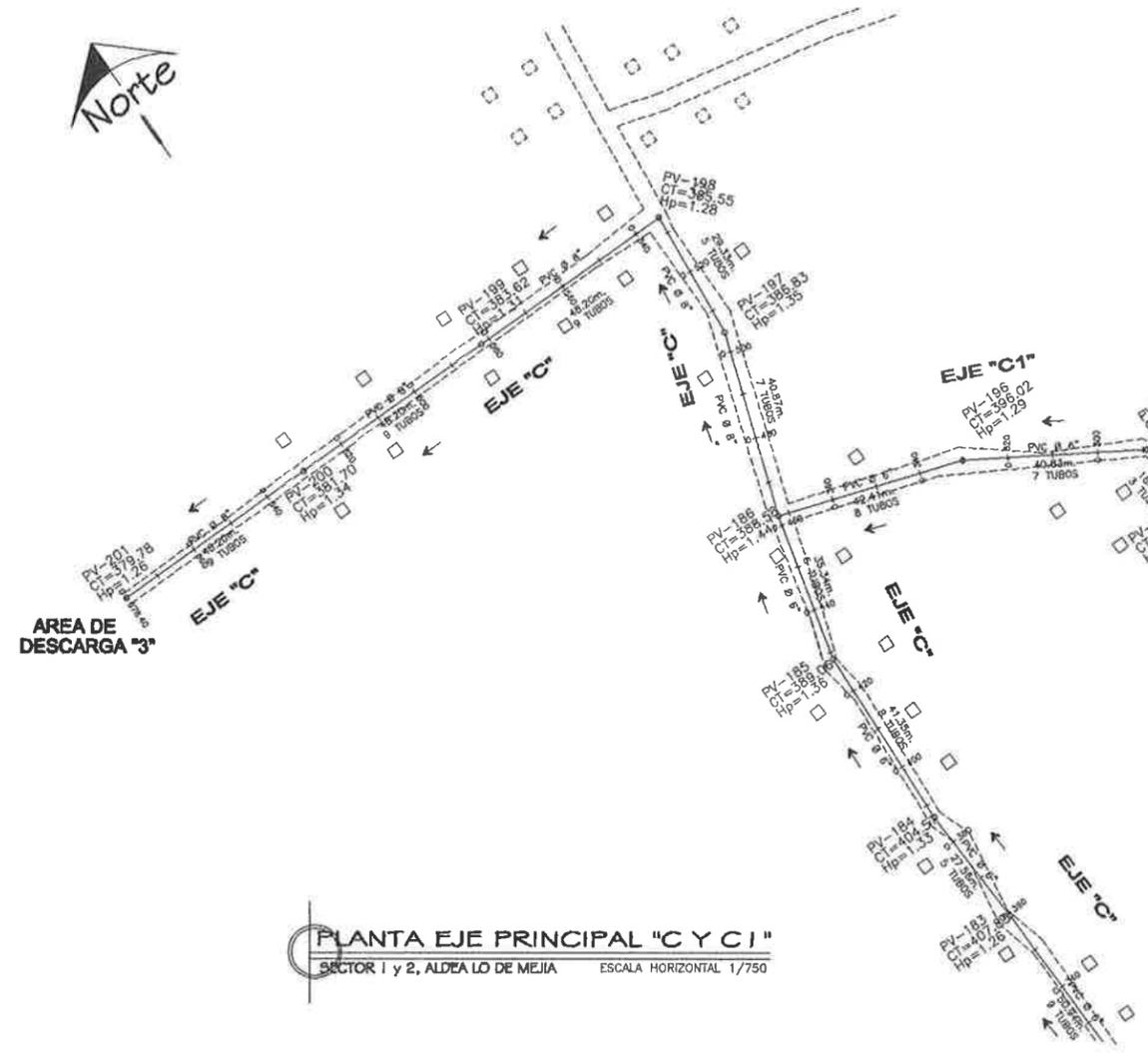
**PERFIL EJE PRINCIPAL "C"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
 ESCALA HORIZONTAL 1/750



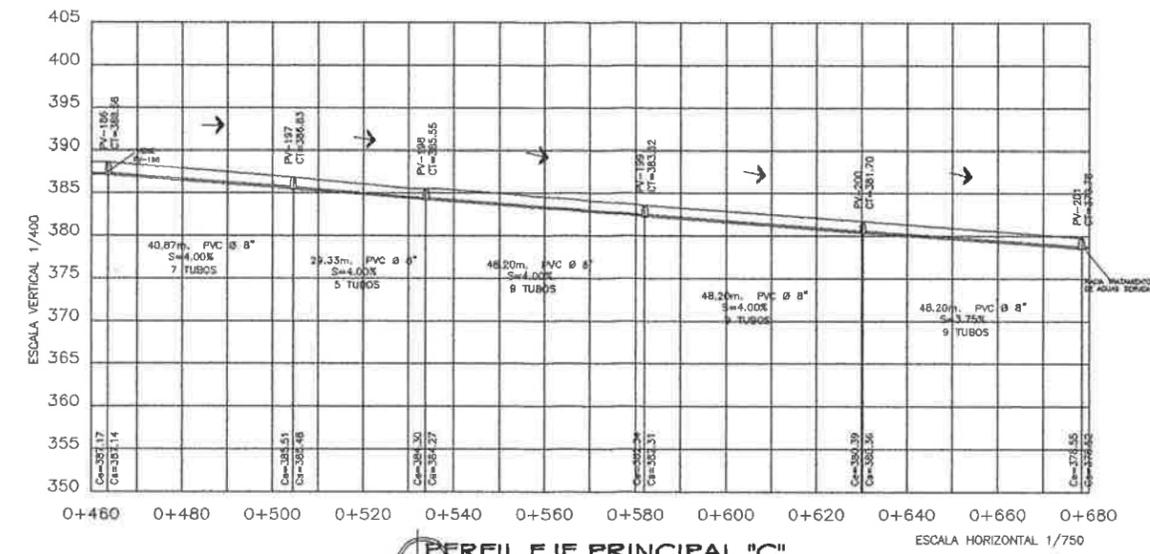
DISEÑO + DESARROLLO: ALVARO CANEY VALERIO E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAO	
FECHA: FEBRERO 2,011	ESCALA: VERTICAL 1/400 HORIZONTAL 1/750		
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"	HOJA: 12 29		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			
Vr.Ba. Asesor EPS			

  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

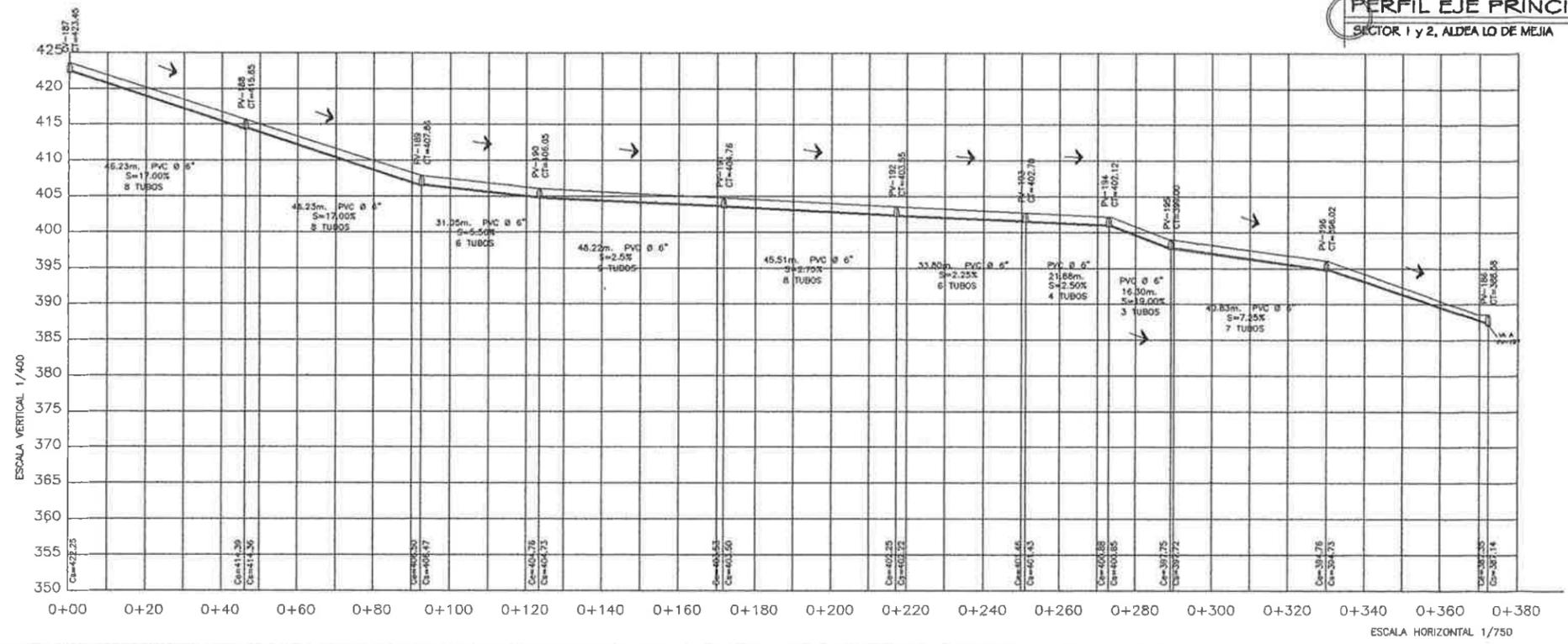
AREA DE DESCARGA "3"



**PLANTA EJE PRINCIPAL "C Y C1"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA      ESCALA HORIZONTAL 1/750

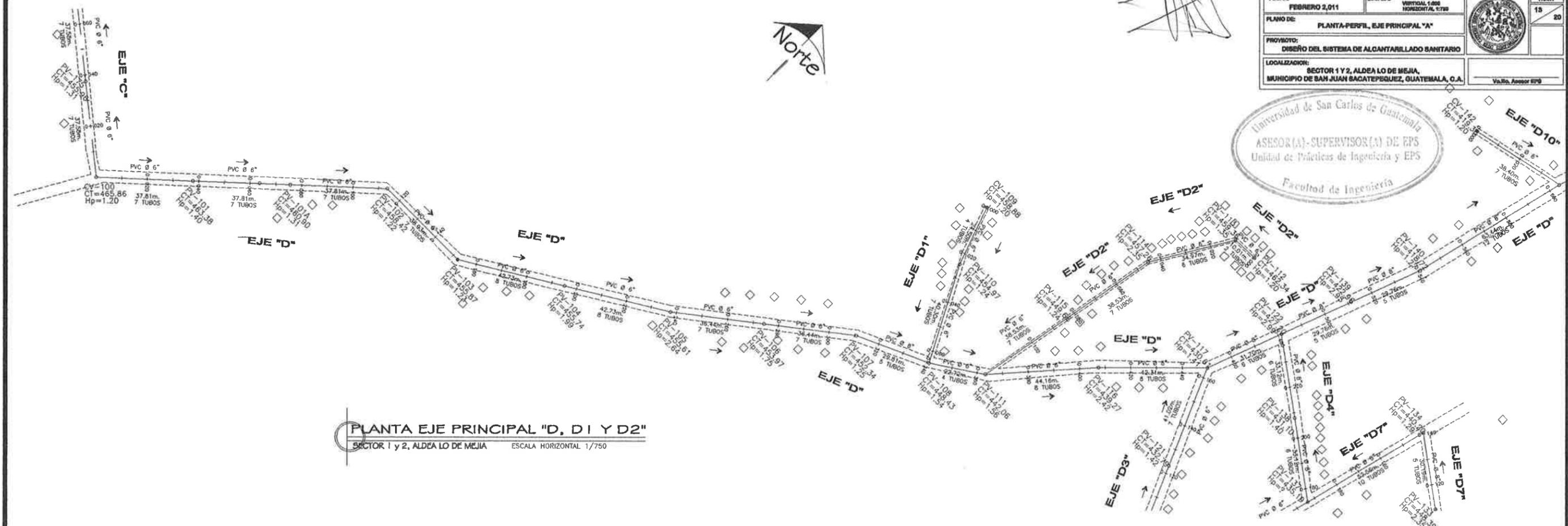


**PERFIL EJE PRINCIPAL "C"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

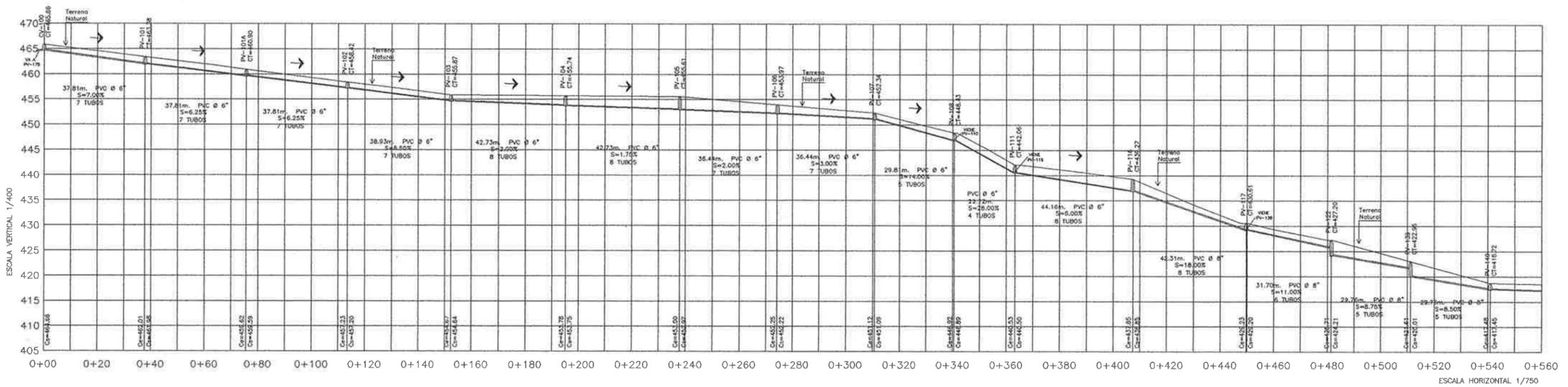


**PERFIL EJE "C1"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería



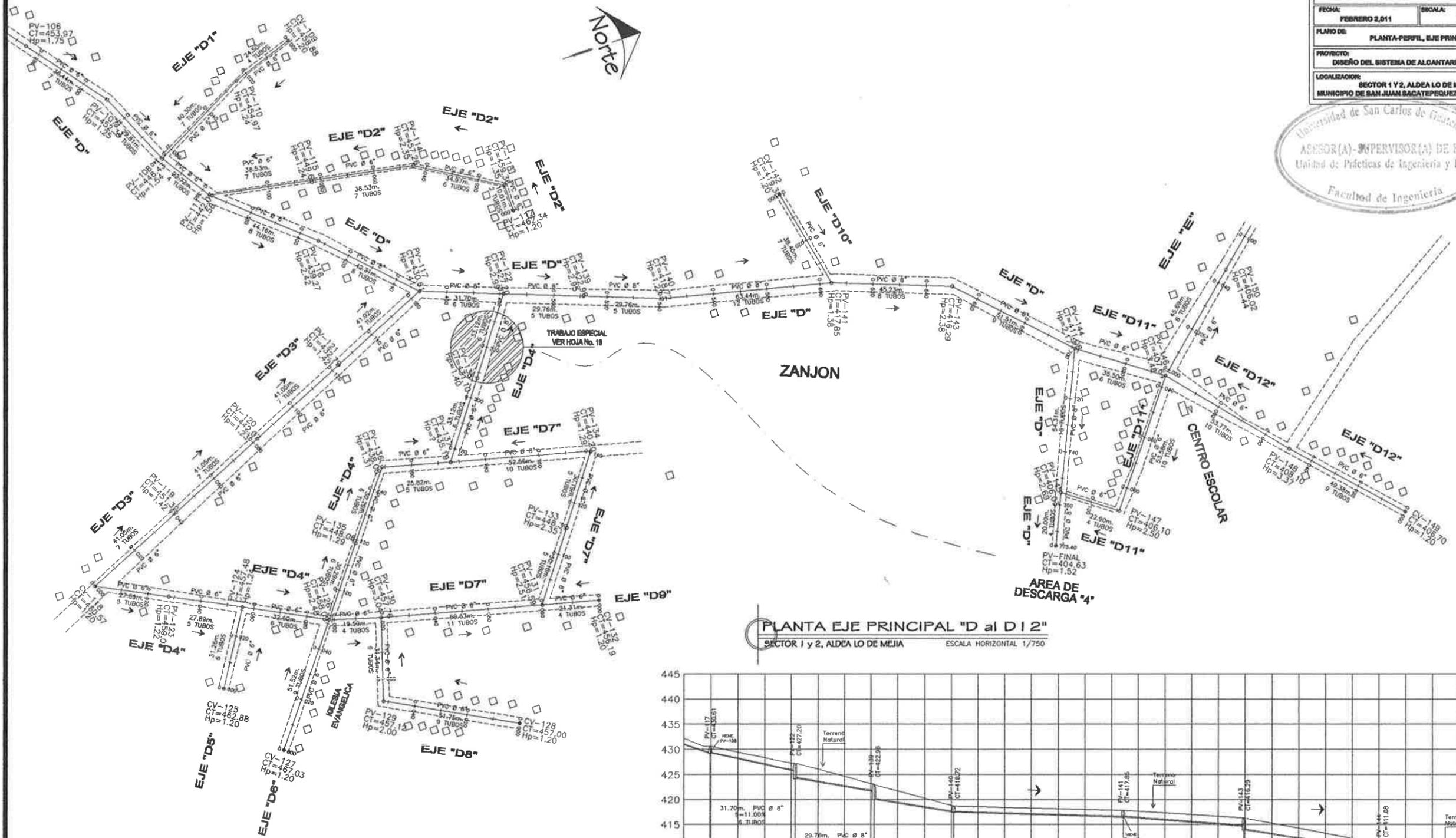
**PLANTA EJE PRINCIPAL "D, D1 Y D2"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA ESCALA HORIZONTAL 1/750



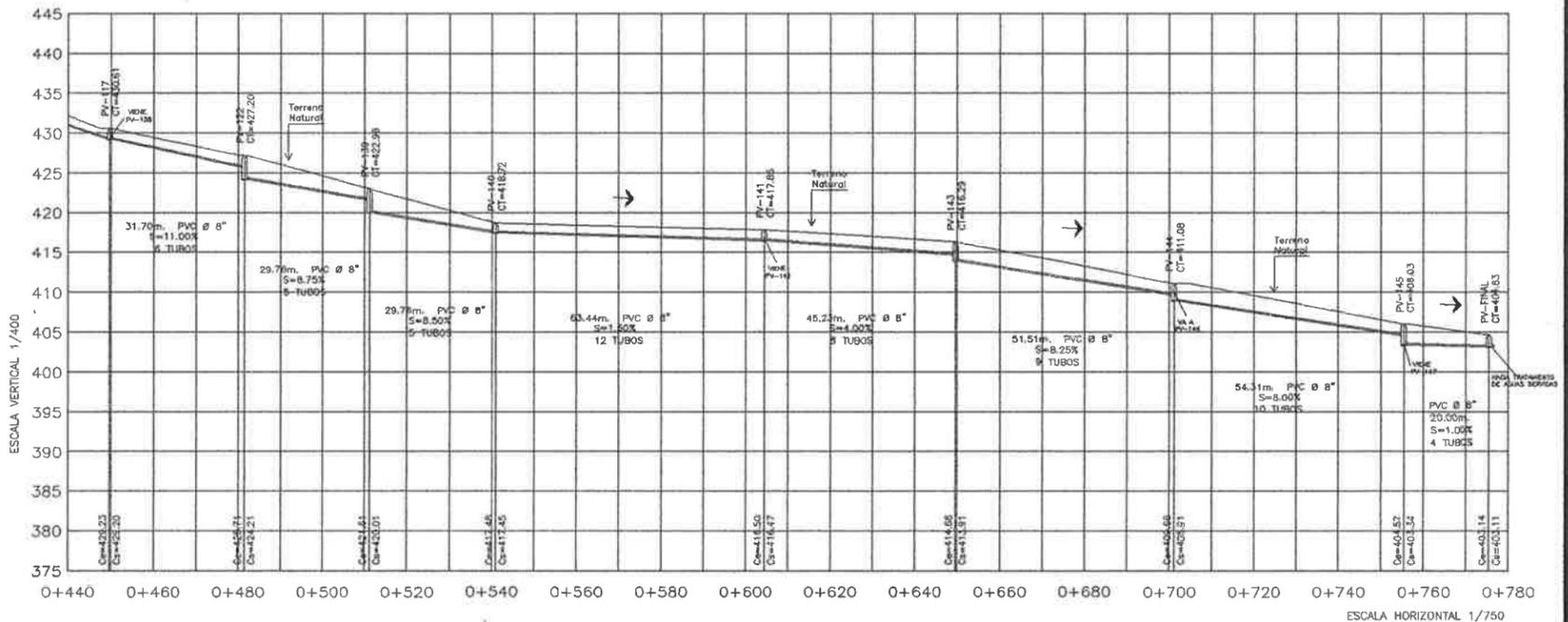
**PERFIL EJE PRINCIPAL "C"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

DISEÑO • DESARROLLO: <b>ALVARO CAMEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: <b>FEBRERO 2,011</b>	ESCALA: VERTICAL 1:800 HORIZONTAL 1:750		
PLANO DE: <b>PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"</b>	HOJA: <b>14</b> 20		
PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
LOCALIZACION: <b>SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.</b>			
 Vs. Sr. Asesor EPS			

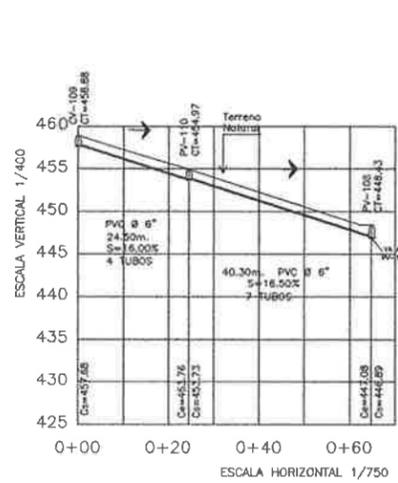
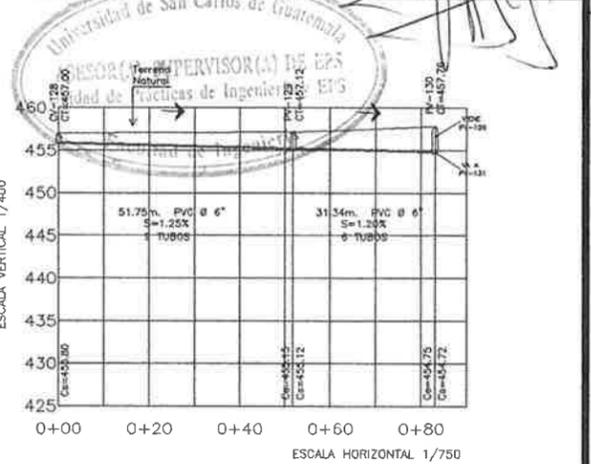
Universidad de San Carlos de Guatemala  
**ASESOR(A) - SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



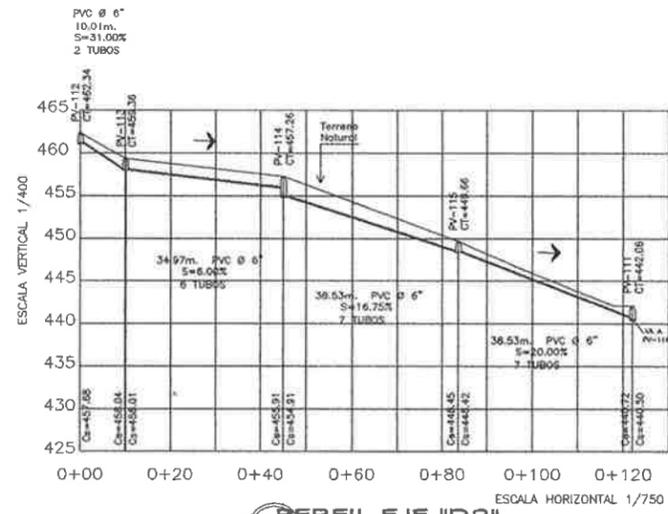
**PLANTA EJE PRINCIPAL "D al D12"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA ESCALA HORIZONTAL 1/750



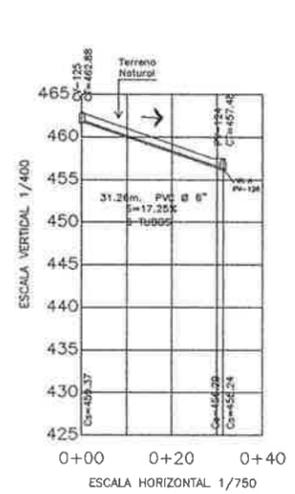
**PERFIL EJE PRINCIPAL "C"**  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



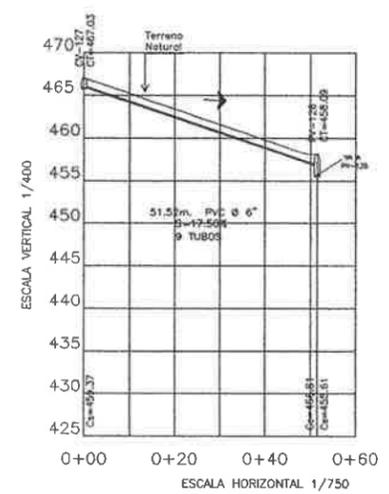
**PERFIL EJE "D1"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



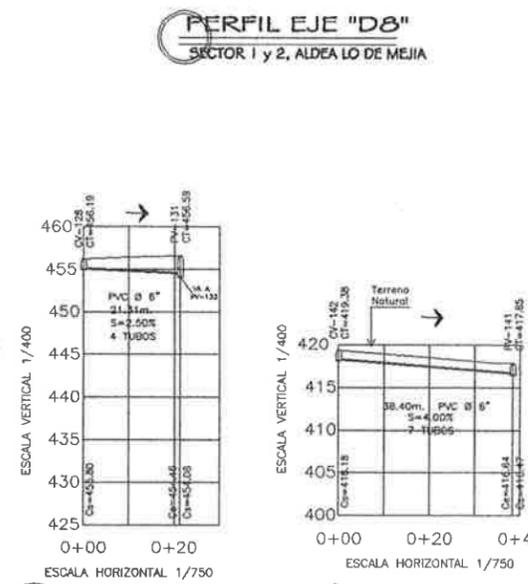
**PERFIL EJE "D2"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



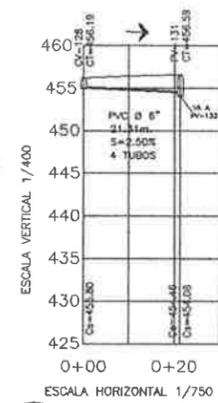
**PERFIL EJE "D5"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



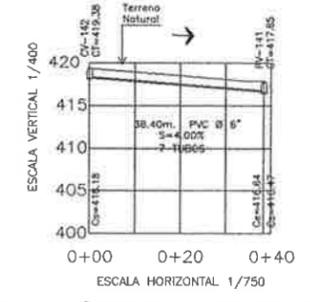
**PERFIL EJE "D6"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



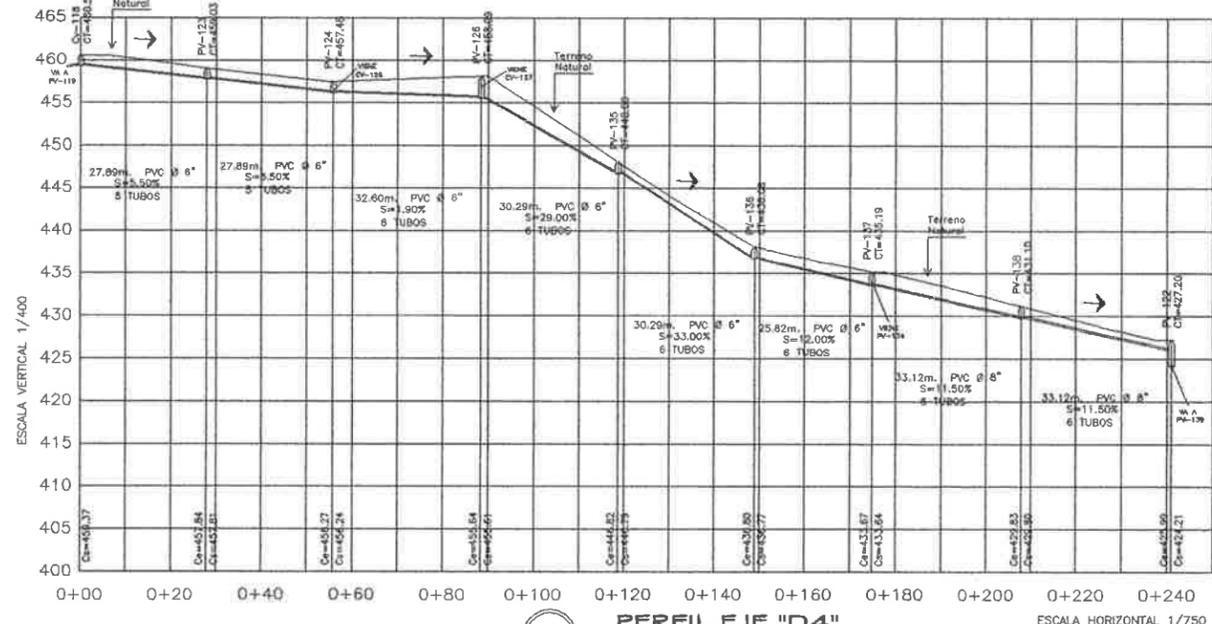
**PERFIL EJE "D8"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



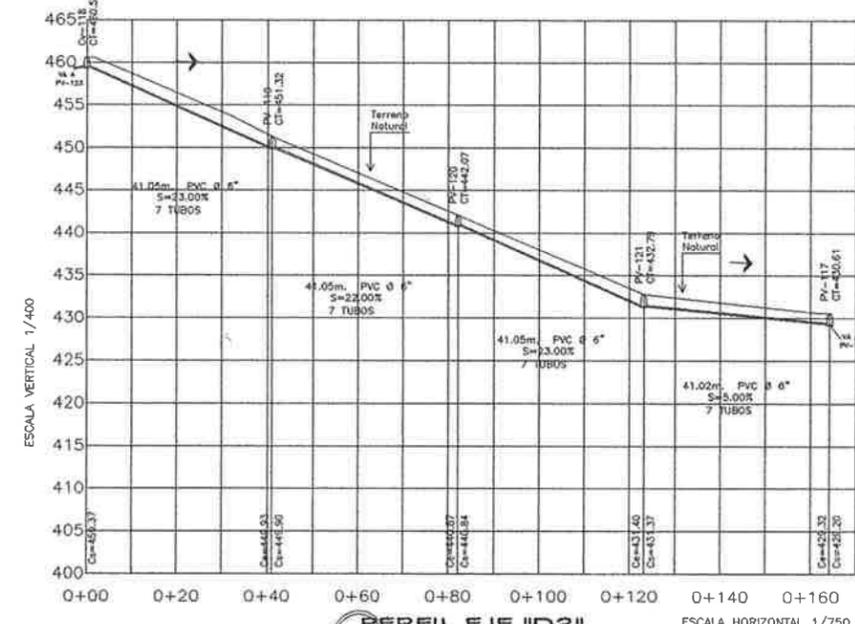
**PERFIL EJE "D9"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



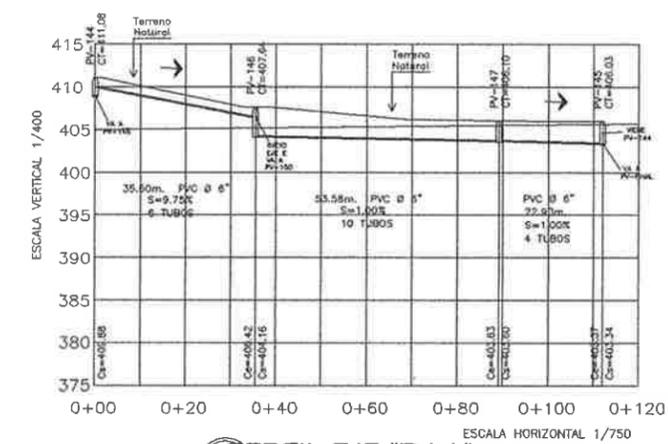
**PERFIL EJE "D10"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



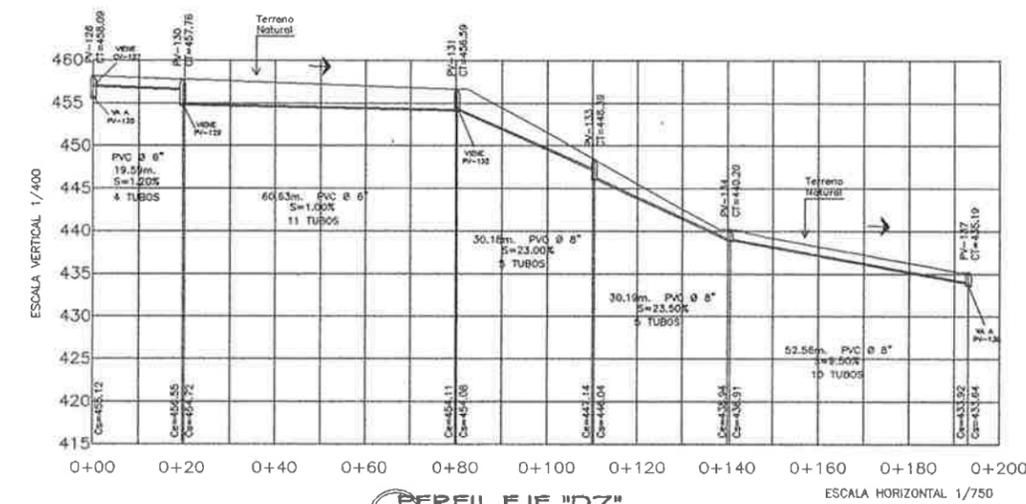
**PERFIL EJE "D4"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



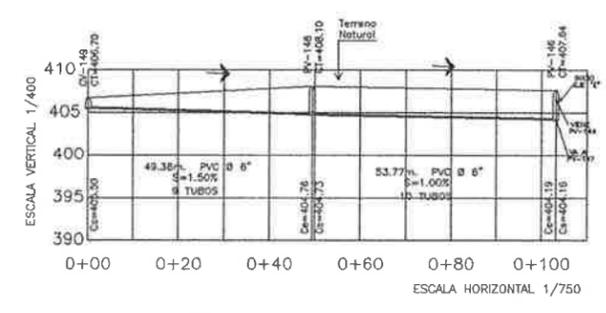
**PERFIL EJE "D3"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



**PERFIL EJE "D11"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



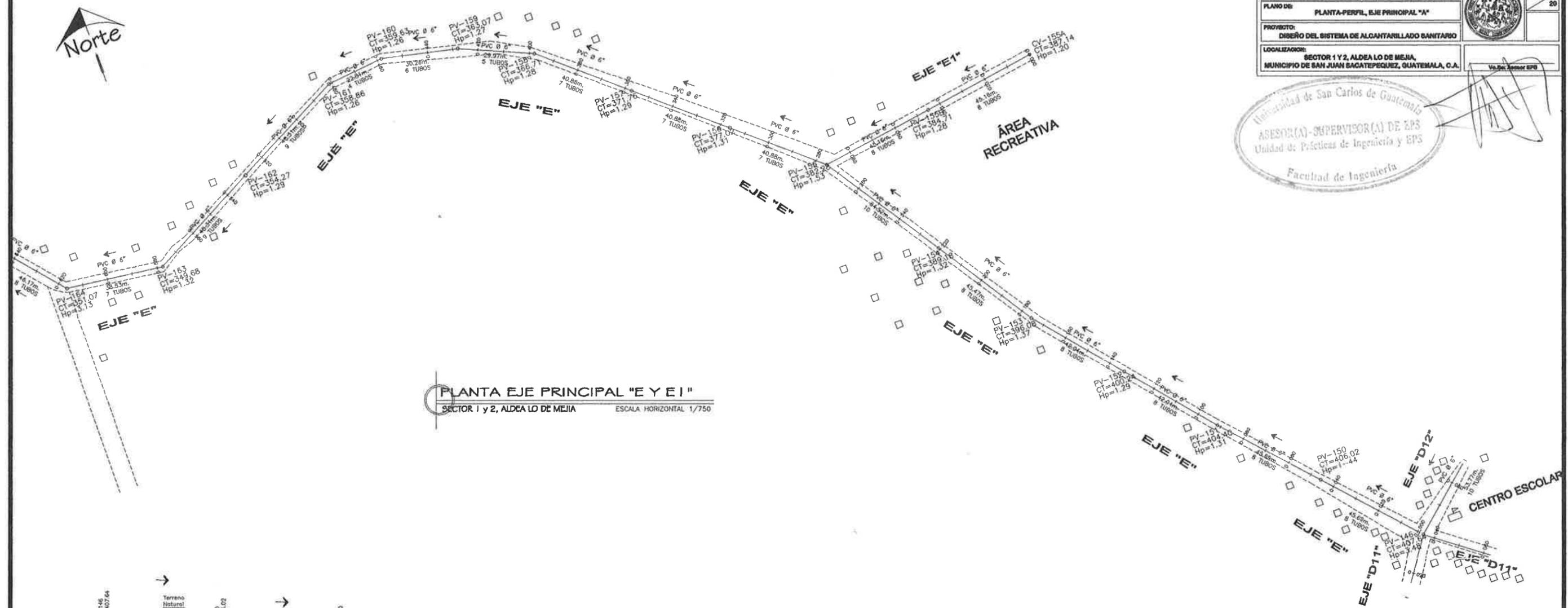
**PERFIL EJE "D7"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA



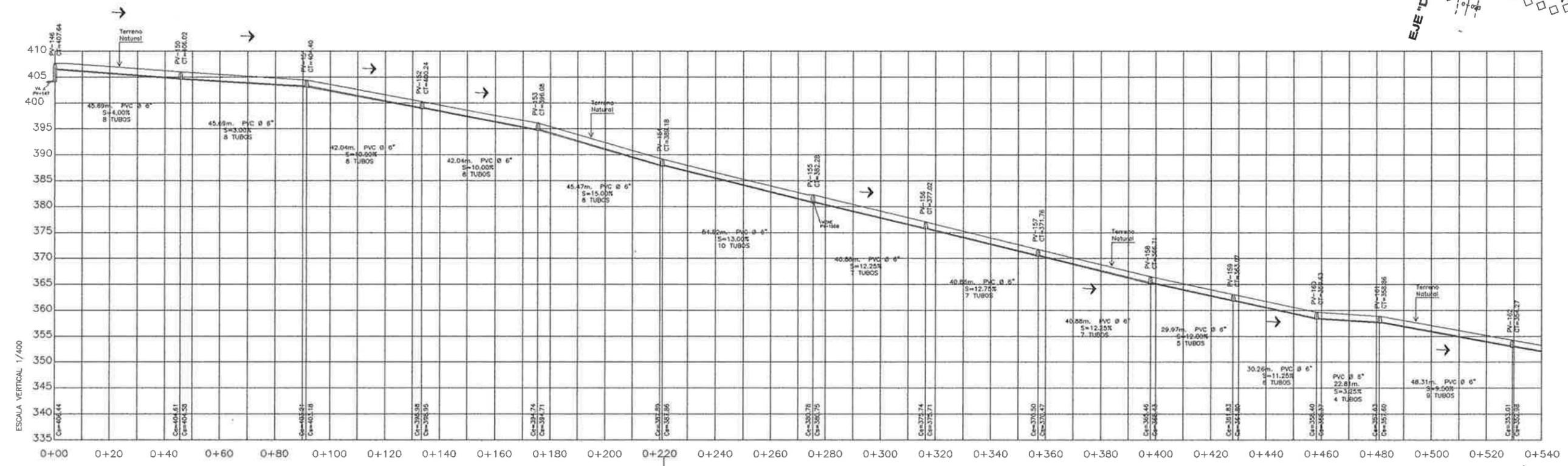
**PERFIL EJE "D12"**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

DISEÑO + DESARROLLO: ALVARO CAMBAY VALERIO E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: FEBRERO 2,011	ESCALA: VERTICAL 1:800 HORIZONTAL 1:750		
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			
		Hoja: 18 de: 20 Va. Del. Director EPS	

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
 Unidad de Políticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



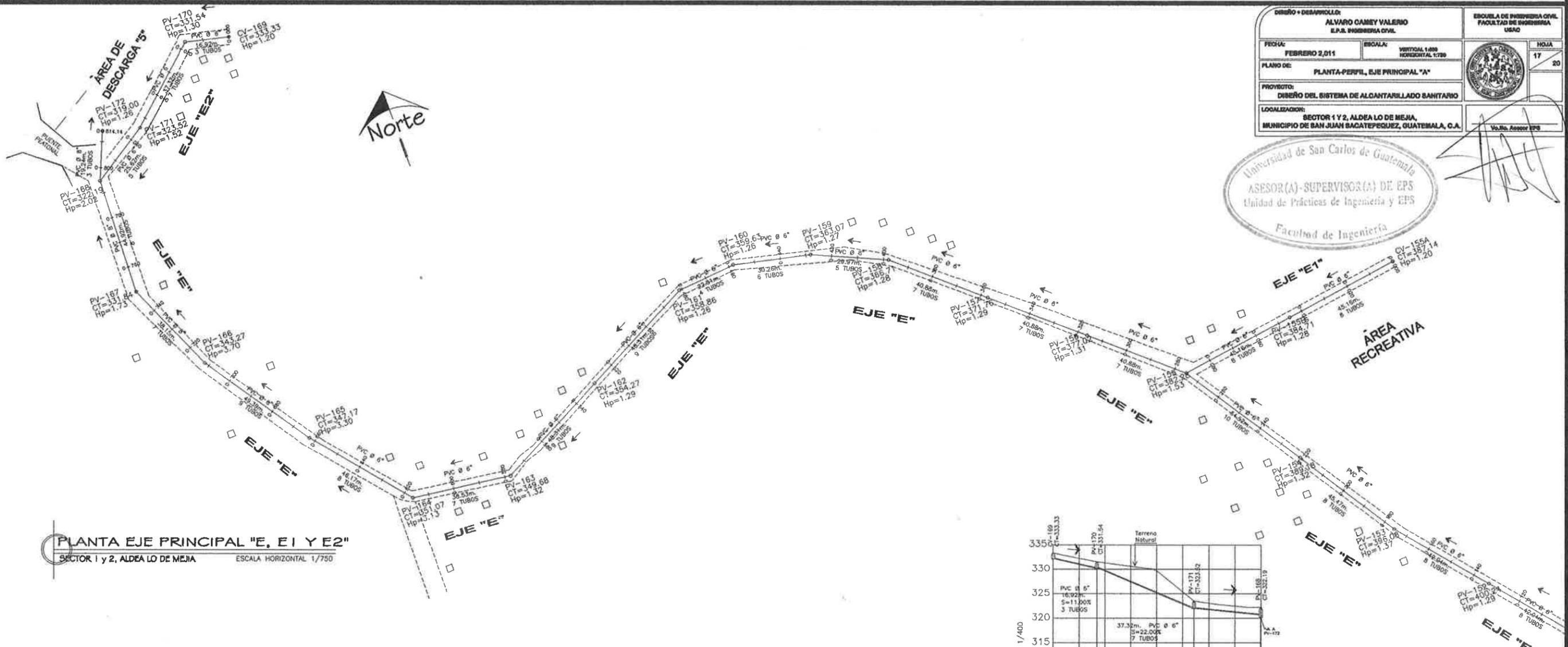
PLANTA EJE PRINCIPAL "E Y E1"  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA  
 ESCALA HORIZONTAL 1/750



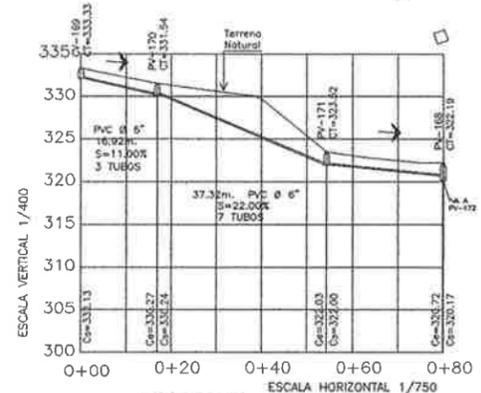
PERFIL EJE PRINCIPAL "E"  
 SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

DISEÑO + DESARROLLO: ALVARO CAMEY VALERIO E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAO	
FECHA: FEBRERO 2,011	ESCALA: VERTICAL 1:400 HORIZONTAL 1:750		HOJA: 17
PLANO DE: PLANTA-PERFIL, EJE PRINCIPAL "A"			20
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			

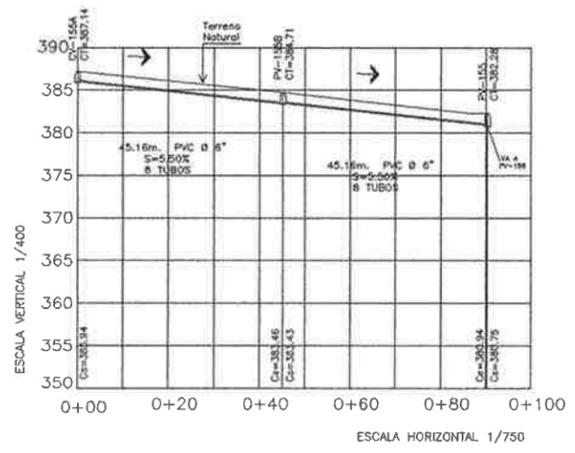
Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería



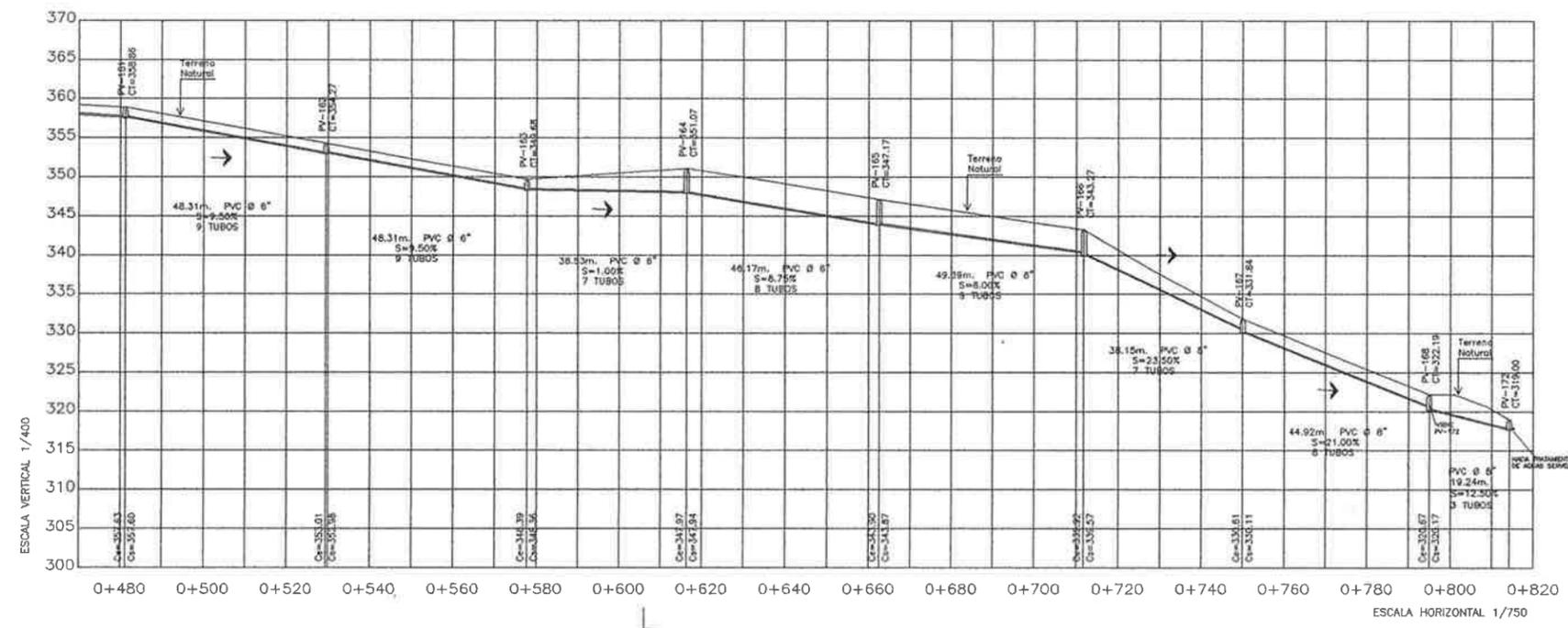
PLANTA EJE PRINCIPAL "E, E1 Y E2"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA ESCALA HORIZONTAL 1/750



PERFIL EJE "E2"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

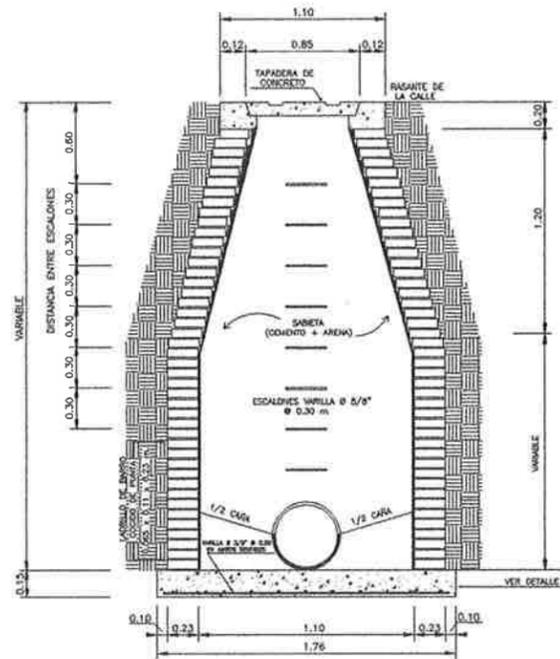


PERFIL EJE "E1"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

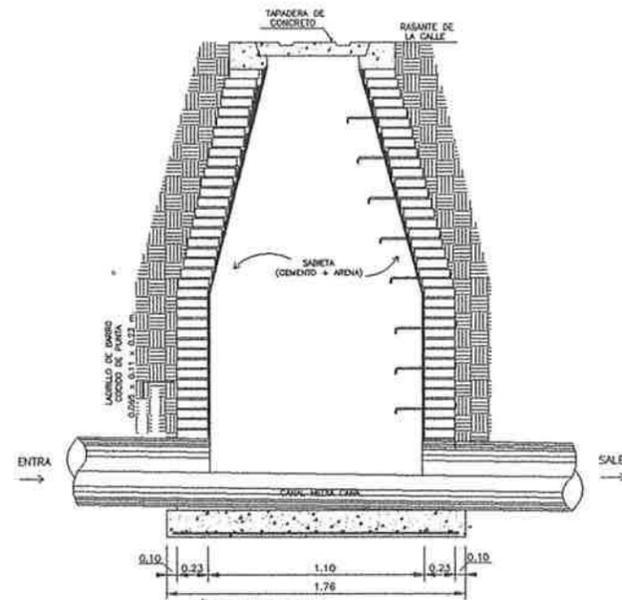


PERFIL EJE PRINCIPAL "E"  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA

# POZOS DE VISITA TÍPICO

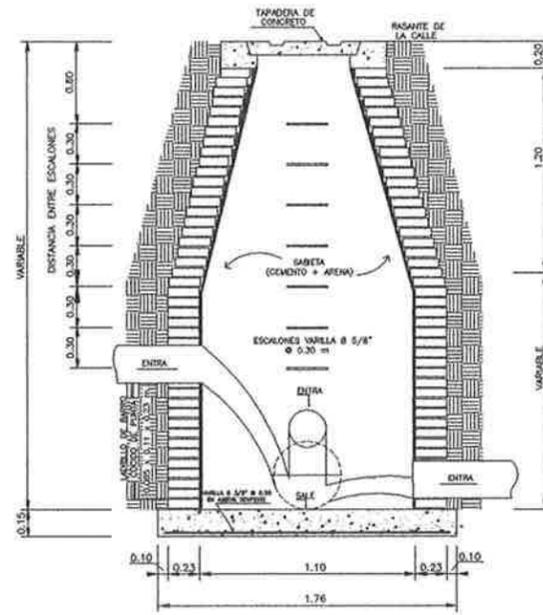


**CORTE A-A'**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25

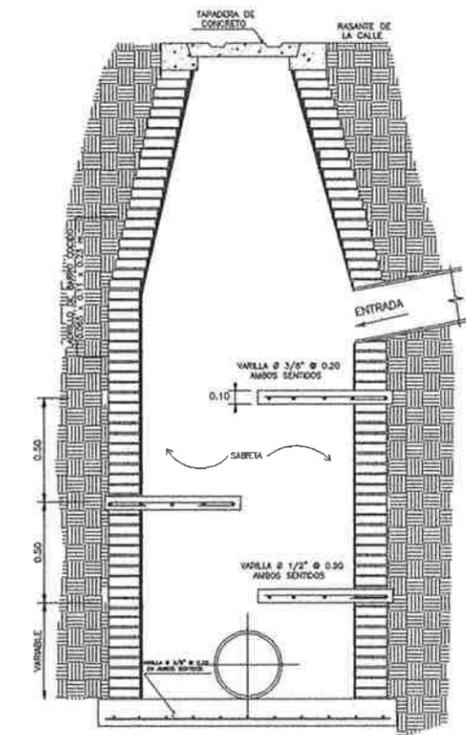


**CORTE B-B'**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25

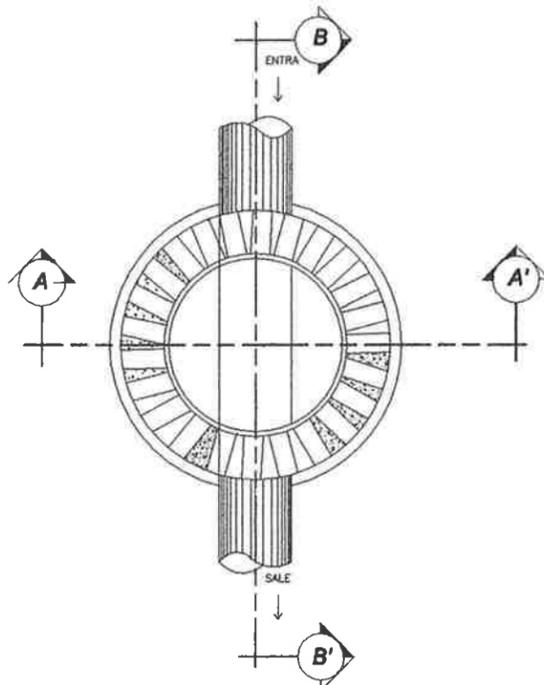
# POZOS CON 3 ENTRADAS



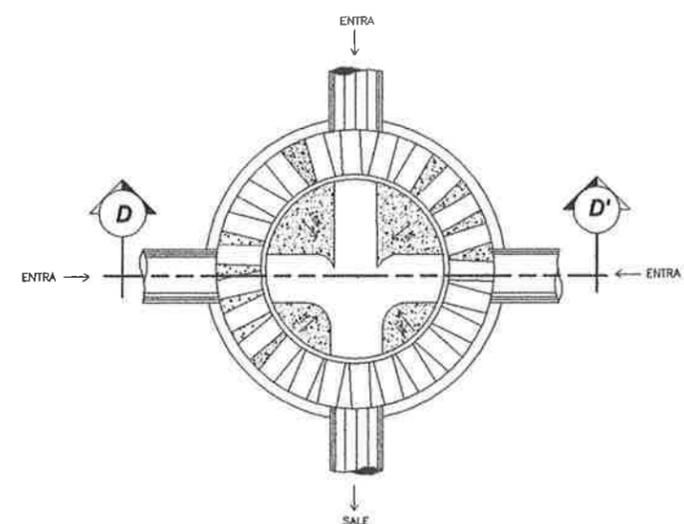
**CORTE D-D'** (GAJIA MÁXIMA 0.26 m)  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



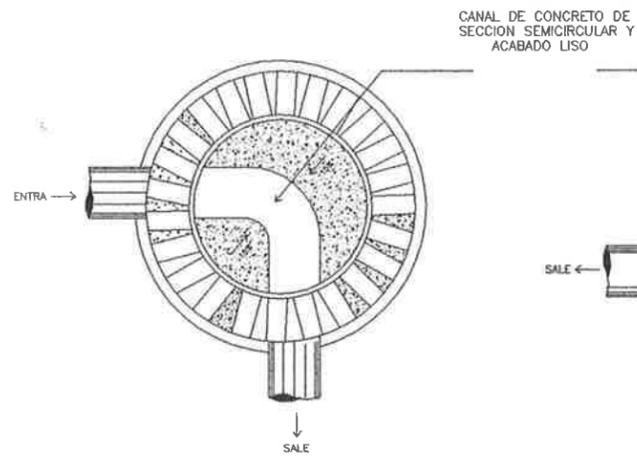
**POZO DE VISITA** (Cajón Mayor de 1.80 mts.)  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



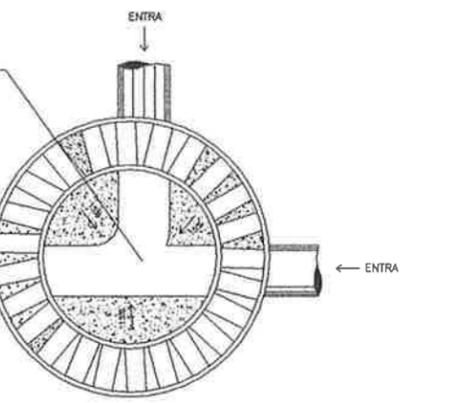
**POZO DE VISITA CON UNA ENTRADA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



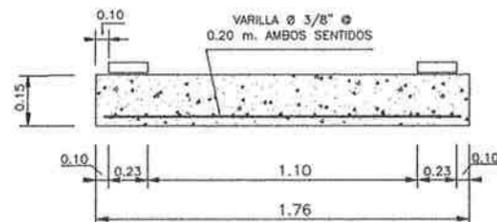
**POZO DE VISITA CON TRES ENTRADAS**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



**POZO DE VISITA CON UNA ENTRADA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



**POZO DE VISITA CON DOS ENTRADAS**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



**DETALLE ARMADO FONDO POZO VISITA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/20

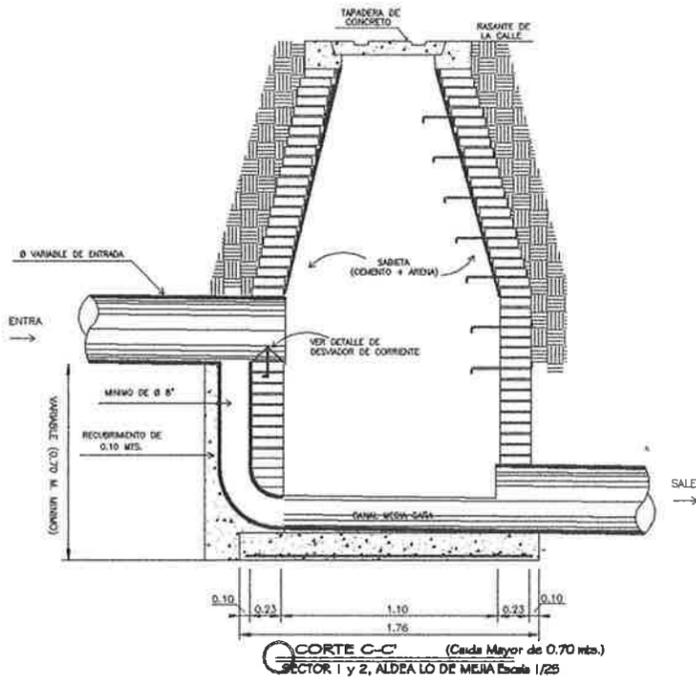
ESPECIFICACIONES PARA POZOS DE VISITA	
1	Cuando haya una tubería y solo una de igual diámetro: -Su cota invert de salida será como máximo 3 cm. por debajo de la cota invert de entrada
2	Cuando a un pozo de visita entre una tubería y solo una de distinto diámetro: -Su cota invert de salida será como la elevación de salida.
3	Cuando a un pozo de visita entre más de una tubería, todas del mismo diámetro: -Su cota invert de salida será cuatro milímetros 3 cm. por debajo de la cota invert de salida más profunda
4	Cuando a un pozo de visita entre más de una tubería, y más una o más de distinto diámetro: -La cota invert de salida debe ser por debajo de las cotas invert de entrada de acuerdo a: a) La diferencia de los diámetros con la tubería de diferentes diámetros. b) 3 cm. por debajo si los diámetros son iguales
5	Cuando a un pozo de visita entre más de una tubería, y más una de sus tuberías: -Solo una de las tuberías que salen es de seguimiento o continuación, las demás son ramales laterales. -La cota invert de las tuberías de ramales laterales deben tener como mínimo 10 cm. -La cota invert de salida del ramal de seguimiento se calculará a las especificaciones anteriores.

ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION	
1	Para pozos de visita y conductos distribuidos se utilizará un concreto con resistencia 180 kg/cm <sup>2</sup> Proporción para 1 m <sup>3</sup> : 8 sacos de cemento portland UPG 1/2 metro cúbico de arena 0.70 metro cúbico de piedra 3/4"
2	Para tapaderas de pozos de visita y respaldos de pavimento de concreto se utilizará un concreto con resistencia 240 kg/cm <sup>2</sup> Proporción para 1 m <sup>3</sup> : 10 sacos de cemento portland UPG 0.40 metro cúbico de arena 0.70 metro cúbico de piedra 3/4" mínimo
3	El mortero para el levantado y cambio se utilizará una proporción para 1 m <sup>3</sup> de: 12 sacos de cemento portland UPG 2 metro cúbico de arena capilla
4	Compacticación del suelo: El piso del pozo de visita y la zona de la tubería debe ir debidamente compactada para no sufrir hundimientos.
5	Revestimiento: Pavimentación: R mínimo 3 R máximo 1 pulgada Tuberías:
6	La tubería deberá ser probada antes de ser cubierta, para garantizar un buen desempeño.

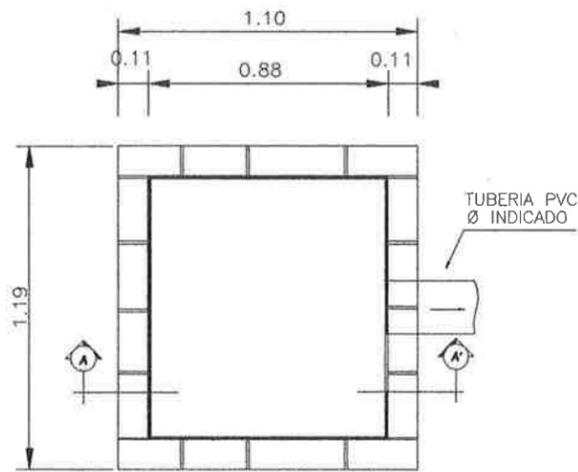
Fuente: Dirección General de Obras Públicas



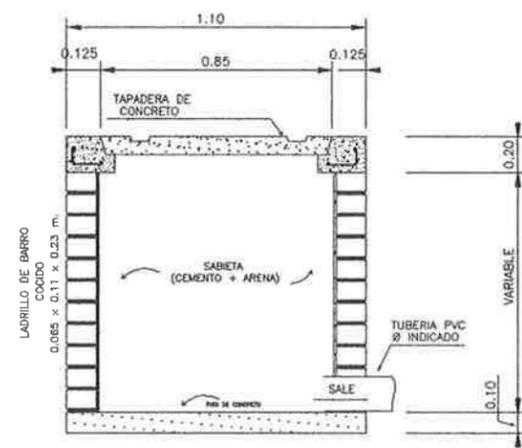
DISEÑO + DESARROLLO <b>ALVARO CANEY VALERO</b> E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: FEBRERO 2011	ESCALA: VERTICAL 1:50 HORIZONTAL 1:75	HOJA 18 20	
FLANO DE: DETALLES DE POZOS DE VISITA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALICANTALLADO SANITARIO			
LOCALIZACION: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			



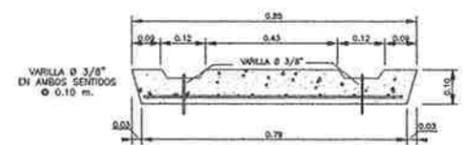
**CORTE C-C** (Cauda Mayor de 0.70 mts.)  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



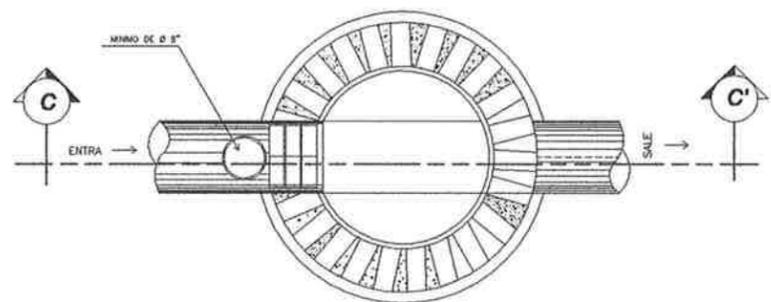
**PLANTA CAJA DE REGISTRO**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/12.5



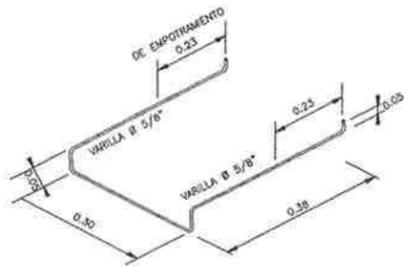
**SECCIÓN A - A'**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/12.5



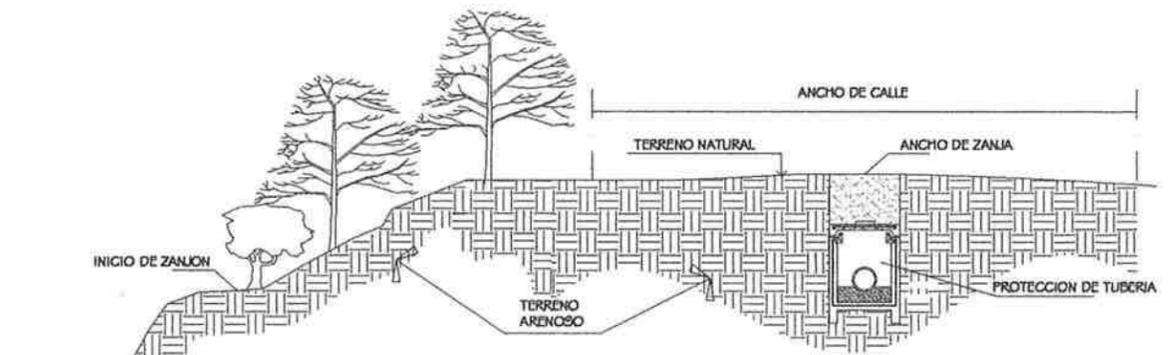
**SECCIÓN DE TAPADERA DE CAJA DE REGISTRO**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/10



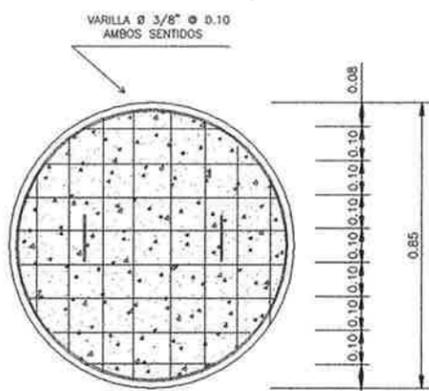
**POZO DE VISITA CON UNA ENTRADA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



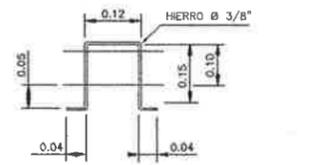
**DETALLE DE ESCALÓN**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/7.5



**TRABAJO ESPECIAL PROTECCIÓN DE TUBERIA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/125



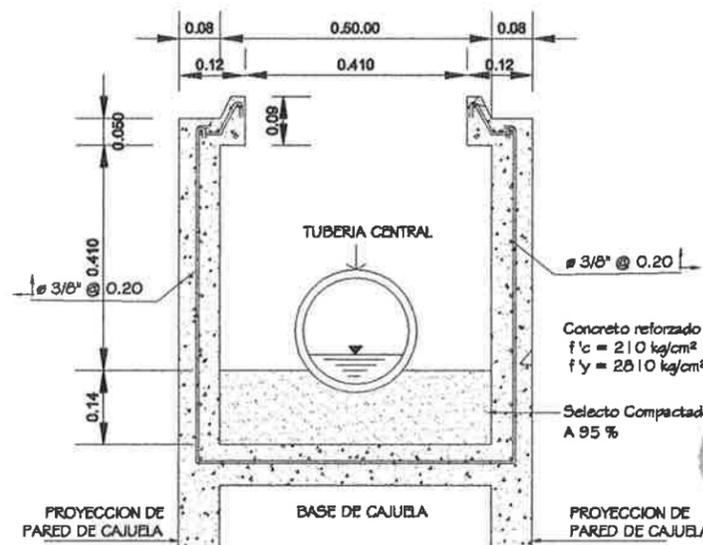
**PLANTA TAPADERA POZO DE VISITA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/10



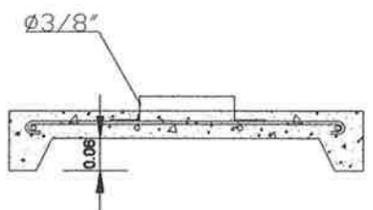
**DETALLE DE HALADOR**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/7.5



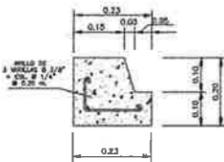
**DETALLE BROCAL CAJA DE REGISTRO**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/7.5



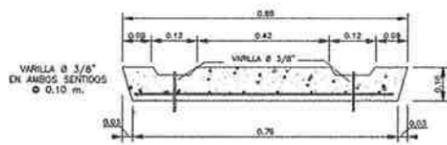
**DETALLE DE CAJUELA DE PROTECCIÓN**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



**SECCIÓN DE TAPADERA DE CAJUELA DE PROTECCIÓN**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/25



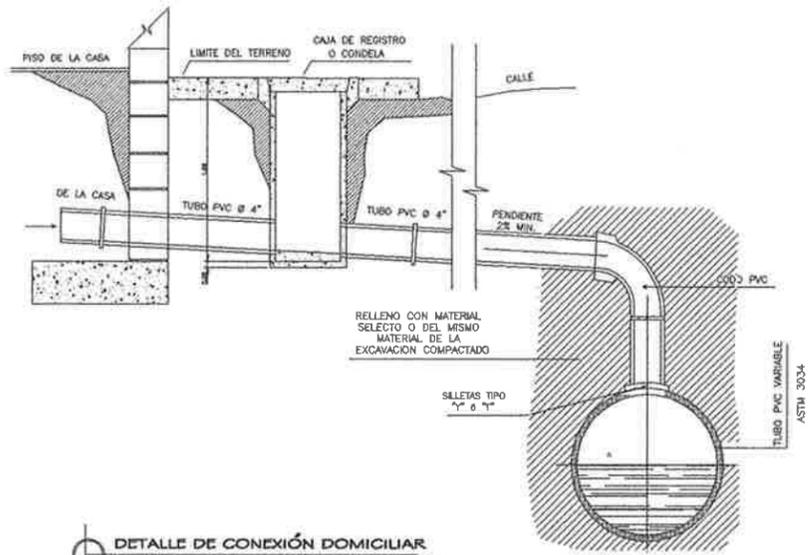
**SECCIÓN DE TAPADERA DE POZO DE VISITA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/10



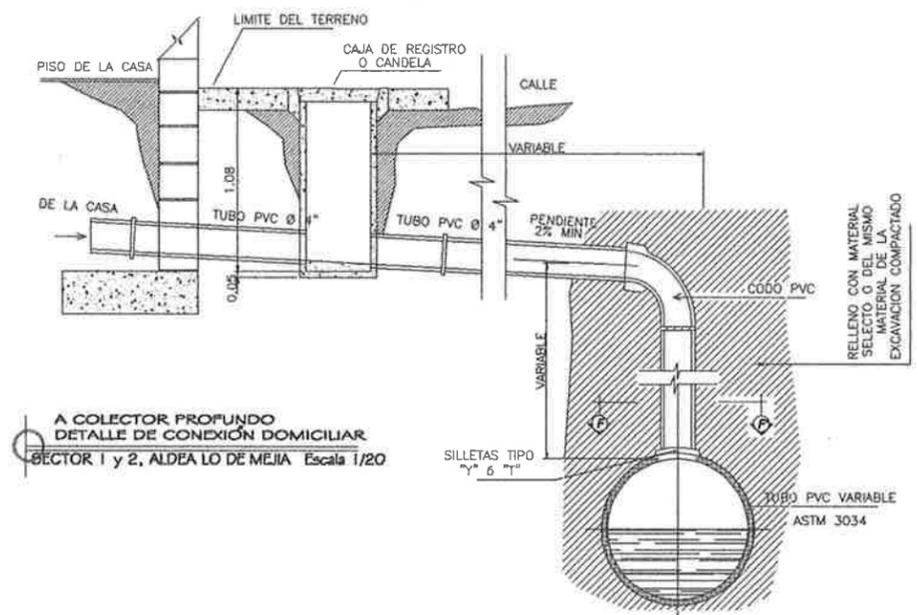
**DETALLE DE DESVIADOR DE CORRIENTE**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/7.5

Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y Es  
Facultad de Ingeniería

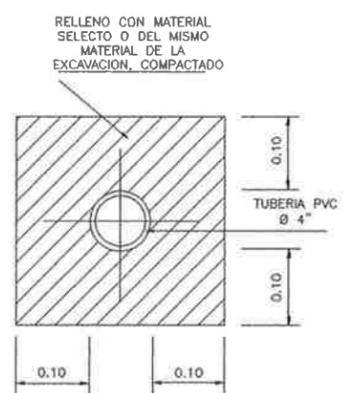
DISEÑO + DESARROLLO: <b>ALVARO CASSEY VALERIO</b> E.P.A. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: FEBRERO 2011	ESCALA: VERTICAL 1:50 HORIZONTAL 1:50		HOLA 19 20
PLANO DE: DETALLES DE GENERALES			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
LOCALIZACIÓN: SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.			



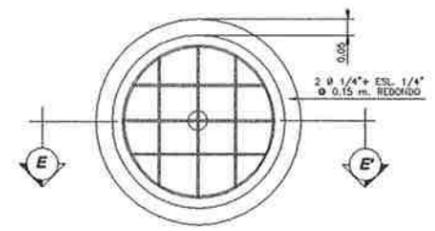
**DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA - Escala 1/20



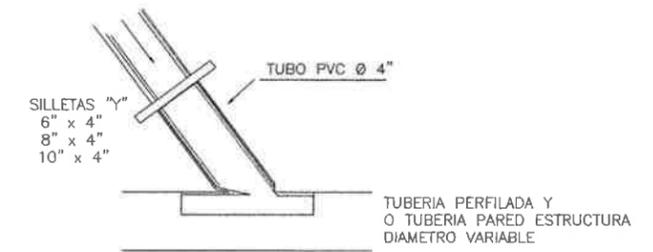
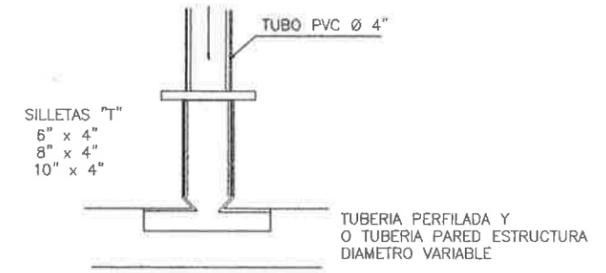
**A COLECTOR PROFUNDO**  
**DETALLE DE CONDICIÓN DOMICILIAR**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Escala 1/20



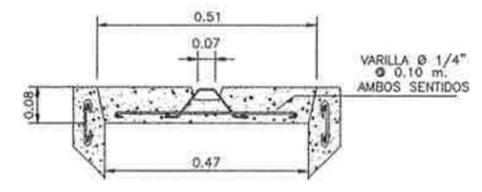
**CORTE F-F**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA - Escala 1/7.5



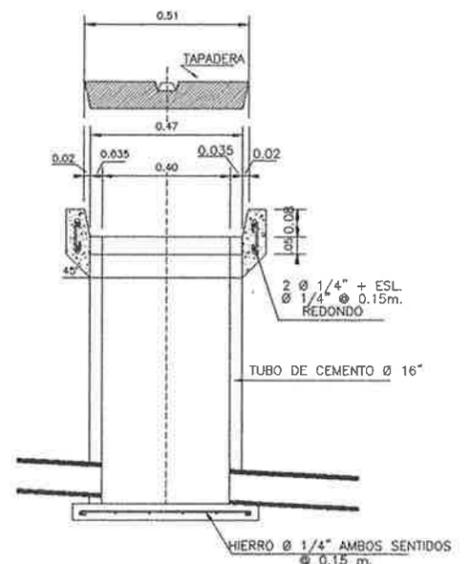
**PLANTA**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA - Escala 1/10



**SILLETAS**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA Sin escala



**CORTE E-E**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA - Escala 1/7.5



**DETALLE DE BROCAL DE CONEXIÓN DOMICILIAR**  
SECTOR 1 y 2, ALDEA LO DE MEJIA - Escala 1/10

Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

DISEÑO • DESARROLLO: <b>ALVARO CANEY VALERO</b> E.P.S. INGENIERIA CIVIL		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL FACULTAD DE INGENIERIA USAC	
FECHA: <b>FEBRERO 2011</b>	ESCALA: VERTICAL 1/20 HORIZONTAL 1/20		HOJA 20
PLANO DE: <b>DETALLES DE CANDELAS DOMICILIARES</b>			20
PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO</b>			
LOCALIZACIÓN: <b>SECTOR 1 Y 2, ALDEA LO DE MEJIA, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA, C.A.</b>			
			Val. Asesor EPS