



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA
LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**

Juan José García Peña

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA
LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN JOSÉ GARCIA PEÑA

ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA
LA ALDEA SAÇOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de agosto de 2012.


Juan José García Peña

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de marzo de 2014
Ref.EPS.DOC.441.03.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Juan José García Peña** con carné No. **200412364**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA.**

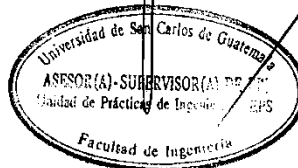
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
21 de abril de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan José García Peña, con Carnet No. 200412364, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, Ref.EPS.D.238.05.14
07 de mayo de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan José García Peña**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

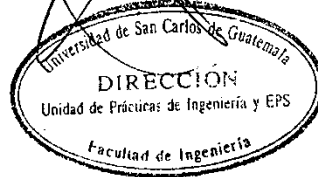
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Juan José García Peña, titulado **DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SEPARATIVO PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE I, MIXCO, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

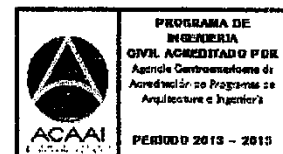

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

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



Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.239-2014

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 SEPARATIVO PARA LA ALDEA SACOJ GRANDE FASE 1, MIXCO, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Juan José García Peña** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, mayo de 2014



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, llenarme de bendiciones y nunca desampararme.
Mis padres	Julio García y Amabilia Peña, por sus consejos, apoyo y comprensión.
Mis hermanos	Guillermo, Fabiola y Mario García Peña, por su ejemplo en cada etapa de mi vida.
Mis abuelos	Arturo Peña (q.e.p.d.), Elvira Ogaldez, Julio García (q.e.p.d.) y Esther Ovalle (q.e.p.d.) por su ejemplo de fortaleza y trabajo duro.
Mi amigo	Luis Eduardo Morales (q.e.p.d.), por su amistad y apoyo en la carrera.
Mi familia en general	Tíos, tías, primos y primas. Por los buenos momentos que hemos compartido.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por el privilegio de estudiar y egresar de sus salones.

**Mis amigos de la
Facultad**

Ángel Filippi, Estuardo Chay, José Ovalle, Cristian Ruano, Ricardo Aragón, Alexis Castro, Luz Figueroa, Ligia Corado.

Mis amigos

Rudy Santos, Marco Paredes, Daniela Sandoval, Andrea García.

Mi asesor

Ingeniero Juan Merck Cos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la zona 6 de Mixco	1
1.1.1. Descripción de las necesidades	2
1.1.2. Análisis y evaluación de las necesidades.....	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	5
2.1. Diseño de sistema de alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala.	5
2.1.1. Diseño del alcantarillado sanitario, aldea Sacoj Grande.....	5
2.1.1.1. Descripción del proyecto	5
2.1.1.2. Levantamiento topográfico	6
2.1.1.2.1. Altimetría	6
2.1.1.2.2. Planimetría	6
2.1.1.3. Diseño del sistema	6
2.1.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar.....	7

2.1.1.3.2.	Período de diseño	7
2.1.1.3.3.	Estimación de la población tributaria.....	7
2.1.1.3.4.	Dotación.....	8
2.1.1.3.5.	Factor de retorno.....	8
2.1.1.3.6.	Factor de Hardmon	8
2.1.1.3.7.	Caudal sanitario	9
2.1.1.3.8.	Factor de caudal medio	11
2.1.1.3.9.	Caudal de diseño	12
2.1.1.3.10.	Selección del tipo de tubería	12
2.1.1.3.11.	Diseño de secciones y pendientes.....	13
2.1.1.3.12.	Pozos de visita	19
2.1.1.3.13.	Conexiones domiciliarias	20
2.1.1.3.14.	Profundidad de tubería	21
2.1.1.3.15.	Principios hidráulicos	22
2.1.1.3.16.	Calculo hidráulico.....	22
2.1.1.4.	Estudio de Impacto Ambiental.....	29
2.1.1.5.	Propuesta de tratamiento	29
2.1.1.6.	Planos	30
2.1.1.7.	Presupuesto	30
2.1.1.8.	Evaluación socioeconómica	31
2.1.1.8.1.	Valor Presente Neto.....	31
2.1.1.8.2.	Tasa Interna de Retorno	32

2.1.2.	Diseño del alcantarillado pluvial aldea Sacoj Grande.....	32
2.1.2.1.	Descripción del proyecto	32
2.1.2.2.	Levantamiento topográfico	32
	2.1.2.2.1. Altimetría	33
	2.1.2.2.2. Planimetría	33
2.1.2.3.	Cálculo de caudales	33
	2.1.2.3.1. Intensidad de lluvia.....	34
	2.1.2.3.2. Tiempo de concentración	36
	2.1.2.3.3. Área tributaria.....	37
	2.1.2.3.4. Determinación del coeficiente de escorrentía.....	37
2.1.2.4.	Velocidades mínimas y máximas.....	38
2.1.2.5.	Ecuación de Manning	38
2.1.2.6.	Factor de rugosidad.....	39
2.1.2.7.	Cálculo de cotas Invert	39
2.1.2.8.	Diámetro de tuberías	40
2.1.2.9.	Pozos de visita.....	40
2.1.2.10.	Normas y recomendaciones	41
2.1.2.11.	Profundidad de pozos de visita.....	41
2.1.2.12.	Tragantes.....	42
2.1.2.13.	Profundidad de tuberías	42
2.1.2.14.	Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial	43
2.1.2.15.	Desfogue	49
2.1.2.16.	Presupuesto.....	50
2.1.2.17.	Planos.....	50

2.1.2.18.	Impacto Ambiental.....	51
2.1.2.19.	Evaluación socioeconómica	51
2.1.2.19.1.	Valor Presente Neto	51
2.1.2.19.2.	Tasa Interna de Retorno	52
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA.....		57
ANEXOS.....		59

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cota Invert caso 1	16
2.	Cota Invert caso 2	16
3.	Cota Invert caso 3	17
4.	Cota Invert caso 4	18
5.	Cota Invert caso 5	19
6.	Conexión domiciliar típica.....	21

TABLAS

I.	Periodo de retorno 30 y 50 años	35
II.	Presupuesto estimado por renglones, drenaje sanitario	63
III.	Presupuesto estimado por renglones, drenaje pluvial	65

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
d	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
D	Diámetro de la tubería
L/ha./d	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
m/s	Metros por segundo
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
S	Pendiente
%	Por ciento
P.V.	Pozo de visita
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro de la alcantarilla

GLOSARIO

Aguas residuales	Son las aguas retiradas de una vivienda, comercio o industria después de haber sido utilizadas.
Alcantarillado	Sistema formado por obras accesorias, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales o pluviales.
Candela	Receptor de aguas residuales provenientes del interior de las viviendas y que las conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Es un volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
Caudal de diseño	Sirve para determinar el diámetro de la tubería a utilizar, así como la pendiente que debe instalarse la tubería en cada tramo.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Cota Invert	Cota o altura medida desde la cota del terreno hasta la parte inferior del tubo ya instalado.
Descarga	Lugar a donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, sean crudas o tratadas.

Dotación	Valor que representa en litros el requerimiento diario por habitantes.
Factor de retorno	Porcentaje de agua que después de ser utilizada, retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.
Factor de Harmon	Factor que estima la probabilidad de que se utilicen varios accesorios sanitarios al mismo tiempo en un tramo.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Período de diseño	Es el tiempo en que la capacidad del sistema pueda satisfacer la máxima demanda que se produce por el crecimiento de la población.
Población futura	Número de habitantes que estará tributando caudal al final del periodo de diseño de la red de drenaje; puede calcularse mediante diferentes métodos, como incremento aritmético, incremento geométrico, método grafico, entre otros.
Tirante	Atura del agua dentro de la tubería.
Tubería secundaria	Elemento que transporta el agua desde la acometida domiciliar hacia el colector principal del sistema.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene en forma detallada el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo del proyecto de: Diseño de sistema de alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala, como un aporte del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El primer capítulo contiene la fase de investigación, donde se describen aspectos de la zona en estudio, la localización geográfica, vías de acceso, tipos de vivienda, servicios públicos existentes, condiciones sanitarias, entre otros.

El segundo capítulo está destinado a la fase de Servicio Técnico Profesional, donde se indica: la alternativa adoptada, tiempo de ejecución, costo total del proyecto, beneficiarios del proyecto, parámetros de diseño, diseño hidráulico, desfogue, así como la integración del presupuesto de cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Específicos

1. Establecer un diseño adecuado con base en la topografía, ubicación, población y necesidades de los usuarios.
2. Reducir los daños a la infraestructura causados por la falta de conducción de agua pluvial.
3. Brindar educación ambiental a los vecinos de la aldea.
4. Utilizar los códigos y normas para el diseño de los proyectos.
5. Evitar que las aguas negras corran a flor de tierra.

INTRODUCCIÓN

La aldea Sacoj Grande se ubica al noreste de la cabecera municipal de Mixco, aproximadamente a once kilómetros del parque central del municipio, colindando al este con el municipio de Chinautla, al sur con la aldea Sacoj Chiquito y a la vez con El Milagro, al oeste con el municipio de Sacatepéquez.

La ruta de acceso es por medio de la calzada San Juan, siguiendo el boulevard El Caminero, atravesando la colonia La Carolingia, pasando por las colonias Esperanza, Lo de Bran y El Milagro; en la periferia está rodeada por barrancos de gran extensión y profundidad separándola del municipio de Chinautla y Sacatepéquez; tiene una superficie de aproximadamente 10 km².

En dicha aldea se puede constatar que existe un alto grado de contaminación causada por la falta de manejo de las aguas servidas y la mala conducción de las aguas pluviales, como consecuencia se generan varios inconvenientes, entre los cuales se pueden mencionar: malos olores, enfermedades gastrointestinales, insectos, entre otros.

La propuesta para la reducción de la contaminación en la aldea se basa en el diseño de una red de alcantarillado separativo con la cual se podrá conducir adecuadamente las aguas servidas hacia una planta de tratamiento y las aguas pluviales podrán desfogarse adecuadamente hacia un cuerpo receptor.

El proyecto mejorará las condiciones actuales de saneamiento ambiental de la aldea y reducirá la necesidad de la población de migrar hacia las colonias aledañas en busca de servicios médicos ya que no cuentan con un puesto de salud en la localidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la zona 6 de Mixco

La zona 6 de Mixco es considerada en casi la totalidad urbana y se encuentra ubicada en la parte noreste de la cabecera municipal, colinda al norte con los municipios de San Pedro y San Juan Sacatepéquez, al este con el municipio de Chinautla y la zona 11 de Mixco, al sureste con la zona 7 de Mixco y suroeste con la zona 5 de Mixco. Pertenece al departamento de Guatemala.

Es el sector del municipio con la más alta densidad poblacional, en la cual se puede encontrar comercio e industria. Asimismo, en la zona se ubican 2 plantas de tratamiento de agua potable Alamedas de Yumar y Sacoj Chiquito que trata a los que existen en los respectivos sectores. En total existen 30 pozos y sistemas de agua que a la mayoría se le da un tratamiento de desinfección con cloro. Además en esta zona termina la calzada San Juan, que es una ruta principal para ingresar a la ciudad de Guatemala, haciendo con ello un sector muy importante de Mixco.

Cuenta con los servicios básicos más importantes: energía eléctrica, agua potable, recolección de basura, drenajes y asfalto, correos, telefonía, buses urbanos y extraurbanos, colegios, escuelas, institutos de segunda enseñanza, estación de bomberos, mercado, centro de salud, parques. El tipo de vivienda se encuentran entre la clase media y pobre, la construcción consta de paredes de block, adobe, ladrillo, techos de lamina, de zinc, teja y la mayoría loza maciza. .

1.1.1. Descripción de las necesidades

Actualmente aunque se cuenta con la mayoría de servicios básicos, estos no son suficientes para la población y debe de considerarse que el servicio actual de agua es irregular, por lo que el abastecimiento es alterno, aproximadamente cada 2 días en algunos sectores de la población y obliga a las personas a tener que buscar el servicio en cisternas y genera gastos; existen sectores que aun no poseen alcantarillado de aguas negras y pluviales, para lo cual es necesario el implemento de estos servicios a las comunidades.

El mejoramiento de las calles y avenidas es necesario, debido a que el pavimento está en mal estado o es de terracería, y no permite una buena circulación de los vehículos y personas que habitan en el sector, además de no tener una correcta y controlada conducción de las aguas superficial. Provocando con ello que estas se deterioren y sedimenten la superficie, creando zanjones que dificultan el ingreso al sector y que con ello el vecino tenga que invertir en mantenimiento de los vehículos.

La falta de educación y salud pública es uno de los problemas más grandes que se debe erradicar, ya que la mayoría de la zona 6 de Mixco es área marginal y los pobladores con poca o ninguna instrucción académica. La cantidad y la ubicación de escuelas y centros de salud obliga a los pobladores de las zonas más remotas a tener que viajar para buscar estos servicios lo cual genera una inversión extra.

1.1.2. Análisis y evaluación de las necesidades

Los drenajes de aguas negras, se está introduciendo en algunos sectores. Para evitar así enfermedades tanto de tipo gastrointestinal como enfermedades

de la piel, que afectan principalmente a los niños, debido a que ellos son más vulnerables. El deterioro del medioambiente que los rodea a los vecinos debido a la contaminación que producen los sólidos y líquidos que sobresalen a flor de tierra en el área.

El sistema de agua abastece a la mayoría de los sectores del área urbana. Pero debido al crecimiento poblacional que ha experimentado el municipio, en los últimos años las colonias nuevas han tenido que implementar sistemas propios de abastecimiento de agua potable mediante la perforación de pozos profundos y bombeo u otros servicios como pipas de agua que no es un servicio confiable para la salud de la comunidad.

Se debe buscar mejorar el mantenimiento de las calles pavimentadas en mal estado y de terracería en el municipio. Esta solución debe ser a largo plazo ya que se da un mantenimiento que busca una solución rápida como es el bacheo de las calles.

El financiamiento para darle el debido mantenimiento, se tiene que facilitar para que los vecinos cuenten con calles en buen estado para que la circulación sobre las mismas sea sin inconvenientes. Asimismo, se debe tener control de la escorrentía superficial para evitar que estas se acumulen y/o corran sin control por las mismas.

También se tiene que buscar la descentralización de los centros de salud y las escuelas para que todos los sectores puedan recibir este servicio básico.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala.

El diseño de un alcantarillado separativo, incluye el diseño del alcantarillado sanitario y el del alcantarillado pluvial. El sistema evacua independientemente el caudal sanitario de las aguas provenientes de las lluvias, para el posterior tratamiento y desfogue.

2.1.1. Diseño del alcantarillado sanitario, aldea Sacoj Grande

Para el diseño del alcantarillado sanitario de la aldea Sacoj Grande, se utilizó como referencia las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), y las especificaciones de los fabricantes de tuberías.

2.1.1.1. Descripción del proyecto

De la investigación realizada para preparación del presente proyecto, se estableció que es preferible la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario separativo, en función a las condiciones socioeconómicas de la comunidad, con el propósito de dar un desfogue a las aguas servidas.

El sistema de alcantarillado sanitario, posee una longitud de 6 528,93 metros y pozos de visita de diversas profundidades.

2.1.1.2. Levantamiento topográfico

En el levantamiento topográfico se tomó en cuenta el área edificada actualmente y la de futuro desarrollo, se localizó el centro y las orillas de las calles, para delimitar el área donde se colocara la tubería y los pozos de visita.

Los datos de todo el levantamiento quedan consignados en las libretas de campo, el equipo utilizado consistió en una estación total Trimble M3, un prisma, una cinta métrica metálica, plomada, estacas y clavos de lámina.

2.1.1.2.1. Altimetría

El levantamiento se realizó utilizando estación total. Se efectuó sobre el eje de las calles, tomando distancias a cada 20 metros, en cruces de calles, avenidas, callejones y en puntos de cambio de pendiente.

2.1.1.2.2. Planimetría

Poligonal: el levantamiento de planimetría sirvió para localizar la red de las calles, en general, ubicar todos los puntos de importancia. Para el levantamiento se utilizó el método de conservación del azimut, rumbos, distancias.

2.1.1.3. Diseño del sistema

El diseño del sistema consta de la elección de sistema a utilizar, estimación de los caudales, tanto actual como futuro, elección de tuberías a utilizar, cálculo de pendientes, velocidades, tirantes, cotas Invert, profundidad de pozos, entre otros.

2.1.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El drenaje se diseñó como un sistema por gravedad, con los conductos funcionando como canales parcialmente llenos. Ya que la población no cuenta con algún sistema anterior al que se está diseñando y basándose en las normas del INFOM, serán excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos u otras superficies.

El cálculo hidráulico fue basado en las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM y en especificaciones técnicas de los fabricantes de tuberías para alcantarillados.

2.1.1.3.2. Período de diseño

El período de diseño para sistemas de alcantarillado fue estimado en 40 años a partir de la fecha en que se desarrolló el proyecto, tomando en consideración el rango que dan las normas del INFOM para diseño de alcantarillado.

2.1.1.3.3. Estimación de la población tributaria

Para encontrar la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio en el período establecido (40 años), se aplicó uno de los métodos de incremento de población (incremento geométrico).

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

Donde:

Pf= población futura

Po= población del último censo

r= tasa de crecimiento

n= diferencia en años:

$$P_f = 3,618 * (1 + 0,025)^{40}$$

$$P_f = 9,715 \text{ habitantes}$$

2.1.1.3.4. Dotación

Debido a la situación local y de acuerdo a la información proporcionada por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), para el diseño del sistema de alcantarillado se tomó una dotación de 200 litros/habitante/día.

2.1.1.3.5. Factor de retorno

Se considera que del 75 % al 90 % del consumo de agua de una población (dotación), retorna al alcantarillado, debido a que la población utiliza el agua para riego de patios y jardines se tomó un factor de retorno al sistema de alcantarillado del 80 %.

2.1.1.3.6. Factor de Harmon

El factor de Harmon o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad que involucra al número de habitantes a servir en un tramo determinado. Este factor actúa principalmente en la hora pico, es decir, en las

horas que más se utiliza el sistema de drenaje. Se debe calcular para cada tramo de la red. La fórmula es:

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

Donde:

F.H.= factor de Harmon

P= número de habitantes a servir expresado en miles de habitantes.

El valor de Harmon se encuentra en el rango de 1,5 y 4,6, de acuerdo al tamaño de la población y es adimensional.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{9\ 715}}{4 + \sqrt{9\ 715}}$$

$$FH = 2,96$$

2.1.1.3.7. Caudal sanitario

El caudal sanitario también es llamado caudal medio, este caudal se determina por medio de la sumatoria de todos los caudales que ingresan al sistema, que pueden ser calculados o asumidos, de acuerdo al criterio y costumbres propias del lugar.

La ecuación para determinar el caudal sanitario es:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{CI}$$

Donde:

Q_{med} = caudal sanitario o caudal medio

Q_{dom} = caudal domiciliar

Q_{inf} = caudal de infiltración

Q_{com} = caudal comercial

Q_{ind} = caudal industrial

Q_{Cl} = caudal por conexiones ilícitas

En el caso de la aldea de Sacoj Grande, únicamente se tomó en cuenta el caudal domiciliar; ya que la aldea no cuenta con un sistema anterior al que se está diseñando, será excluido el caudal por conexiones ilícitas.

Según las normas del INFOM; además que el caudal de infiltración no fue utilizado, debido a que se realizó el diseño del alcantarillado pluvial, junto al diseño del alcantarillado sanitario; los caudales comercial e industrial no fueron tomados en cuenta, debido a que en la aldea Sacoj Grande no existe algún tipo de comercio o industria.

- Caudal domiciliar

Son las aguas provenientes de las actividades de aseo, cocina, lavado de ropa, baño, lavado de pisos, descarga de inodoros, entre otros. Por ejemplo, en el caso del lavado de ropa el agua empleada no regresa totalmente a la alcantarilla si no que un porcentaje se queda en la ropa, debido a esto existe un parámetro de retorno el cual está comprendido en 0,75 y 0,90, cabe mencionar que este factor de retorno está relacionado con la dotación de agua potable que le llega a la vivienda, pero depende directamente del diseñador.

Para el cálculo del caudal domiciliar se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(\# \text{ de Hab} * \text{Dotacion} * \text{Factor de retorno})}{86\ 400}$$

Al calcular el caudal domiciliar por medio de la ecuación anterior las dimensionales quedan como litros/segundo.

$$Q_{\text{dom}} = \frac{9\ 715 * 200 * 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom}} = 17,99 \text{ L/s}$$

2.1.1.3.8. Factor de caudal medio

Este factor regula la aportación del caudal en la tubería, este factor se calcula dividiendo el caudal sanitario dentro el número de habitantes. Este factor debe estar dentro de los rangos de 0,002 a 0,005, si da un valor menor se tomará 0,002 y si fuera mayor se tomará 0,005.

$$F_{\text{qm}} = \frac{Q_{\text{med}}}{\text{No. habitantes total}}$$

$$F_{\text{qm}} = \frac{17,99}{9\ 715}$$

$$F_{\text{qm}} = 0,0018 \approx 0,002$$

2.1.1.3.9. Caudal de diseño

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmon y el número de habitantes a servir; en este caso se diseño para población actual y futura.

$$Q_{\text{diseño}} = \text{No. habitantes} * \text{factor de Hardmon} * \text{factor de caudal medio}$$

$$Q_{\text{diseño}} = 9\,715 * 2,96 * 0,002$$

$$Q_{\text{diseño}} = 57,65$$

2.1.1.3.10. Selección del tipo de tubería

La tubería a emplearse es de tipo Novafort, fabricada bajo la Norma ASTM F949, AASHTO M-304. Corrugada en la parte exterior y completamente lisa en el interior con un coeficiente de rugosidad (n) 0,01.

Este tipo de tubería fue seleccionada por la resistencia estructural y por el beneficio que estas tienen para el proyecto, debido a que es muy liviana, fácil de manejar y transportar: es hermética ya que posee una junta de hule, el rendimiento en obra es alto.

Debido a requerimientos de la Municipalidad de Mixco, se utilizó un diámetro mínimo de ocho pulgadas para el diseño del sistema.

2.1.1.3.11. Diseño de secciones y pendientes

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

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se realizó aplicando la fórmula de Manning, transformada al sistema métrico para secciones circulares así:

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

En la cual:

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

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

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

n = coeficiente de rugosidad Manning (0,010 para tubos de PVC).

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

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la misma del terreno, para evitar sobre costo por excavación excesiva, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles para el correcto auto lavado y evitar erosión en las tuberías.

- Velocidades mínimas y máximas de diseño

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

Las normas de diseño de alcantarillados del INFOM debe ser mayor de 0,60 m/s, y menor o igual que 2,50 m/s. Las velocidades recomendadas por el fabricante de la tubería, es 0,4 m/s y 5,0 m/s.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Sacoj Grande se utilizaron las velocidades máximas y mínimas, recomendadas por los fabricantes de tuberías, para ahorrar los costos que conllevan las excavaciones de gran profundidad.

- Tirante o profundidad de flujo

El buen funcionamiento del drenaje sanitario depende de las condiciones hidráulicas que se presenten; así, la altura del tirante que permite el arrastre de sólidos es del 10 % del diámetro de la tubería y menor al 75 % de la misma, lo cual garantiza el funcionamiento como canal abierto.

- Cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas de los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

Las cotas Invert se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{CIS PV} - 1 = \text{CT} - (\text{HP} + \text{diámetro tubo en m})$$

$$\text{CIE PV} - 2 = (\text{CIS PV} - 1) - ((\text{DH} * \text{S\% Tubo})/100)$$

$$\text{CIS PV} - 2 = (\text{CIE PV} - 2) - \text{Diferencia requerida}$$

Donde:

CIS PV-1 = cota Invert de salida de pozo de visita 1

CT = cota de terreno

HP = altura de pozo de visita

CIE PV-2 = cota Invert de entrada de pozo de visita 2

CIS PV-2 = cota Invert de salida de pozo de visita 2

DH = distancia horizontal entre pozos

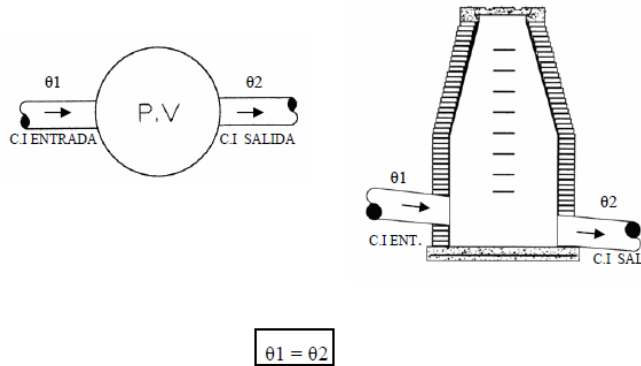
S% = pendiente de la tubería

Para calcular la diferencia requerida entre la cota Invert de entrada y la cota Invert de salida de un mismo pozo, se deben seguir los siguientes casos:

- Caso 1:

Cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro.

Figura 1. Cota Invert caso 1



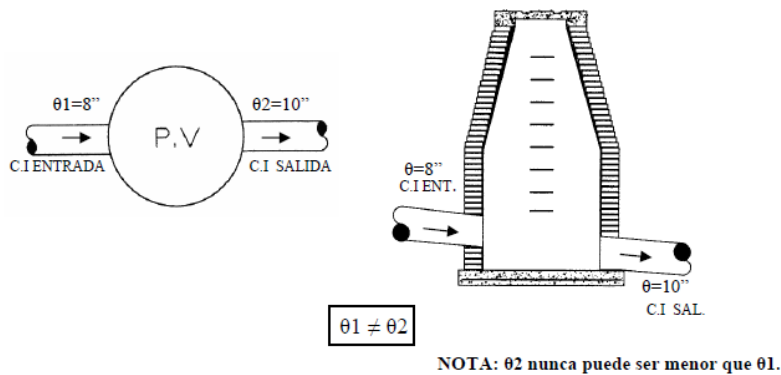
Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

La cota Invert de salida debe de estar por lo menos 3 centímetros por debajo de la cota Invert de entrada.

- Caso 2:

Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra de distinto diámetro.

Figura 2. Cota Invert caso 2



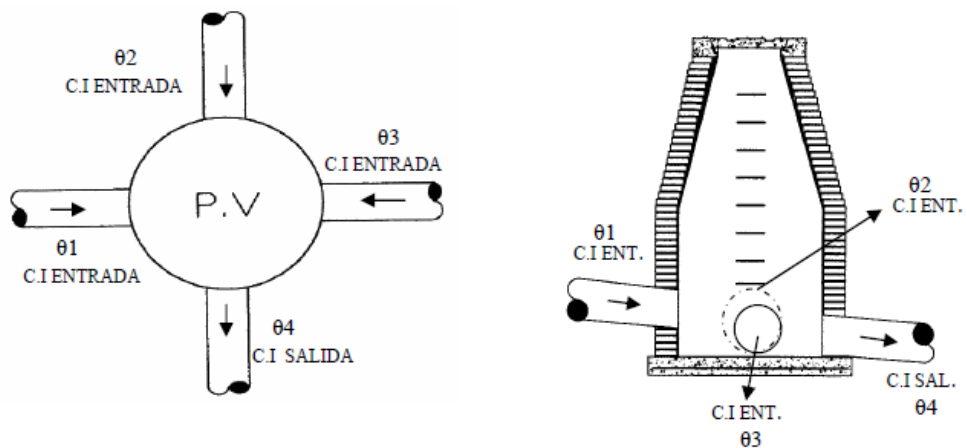
Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

La cota Invert de salida será la diferencia de los diámetros.

- Caso 3:

Cuando a un pozo de visita entra más de una tubería y sale otra o todas de igual diámetro.

Figura 3. Cota Invert caso 3



$$\theta 1 = \theta 2 = \theta 3 = \theta 4$$

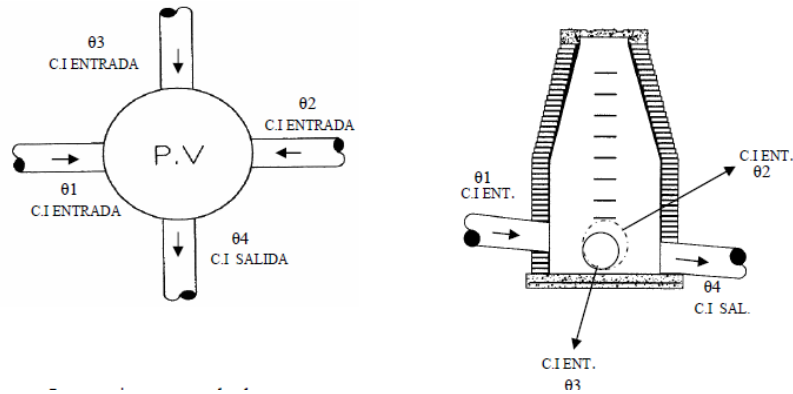
Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

La cota Invert va a ser 0,03 metros por debajo de la cota Invert más baja que entra al pozo de visita.

- Caso 4:

Cuando a un pozo de visita llegan 2 o más tuberías y sale una y son de distinto diámetro.

Figura 4. Cota Invert caso 4



Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

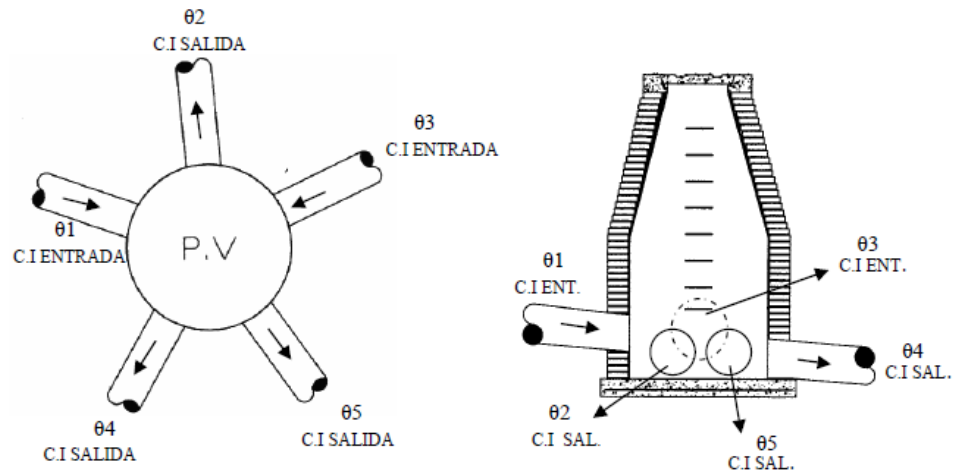
La cota Invert se calcula:

- 3 centímetros por debajo de tuberías de igual diámetro.
 - la diferencia de diámetros, cota Invert más baja.
- Caso 5:

Quando a un pozo de visita llega más de una tubería y sale más de una tubería.

 - Solo una de las tuberías que sale es de seguimiento o continuidad y todas las demás serán ramales iniciales.
 - La cota Invert de las tuberías de ramales iniciales deben ser como mínimo: $H = \text{altura por tráfico} + \text{espesor de tubo} + \text{diámetro de tubo}$.
 - La cota Invert de salida de la tubería de seguimiento se calcula de acuerdo a los incisos anteriores.

Figura 5. Cota Invert caso 5



Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

2.1.1.3.12. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.

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

- En intercepciones de 2 o más tuberías
- Al inicio de todo ramal
- En todo cambio de sección o diámetro

- En todo cambio de dirección
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- Cambios de pendientes

2.1.1.3.13. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar tiene como finalidad transportar las aguas servidas que son producidas en las viviendas o comercios, hasta el sistema de alcantarillado, esta consta de:

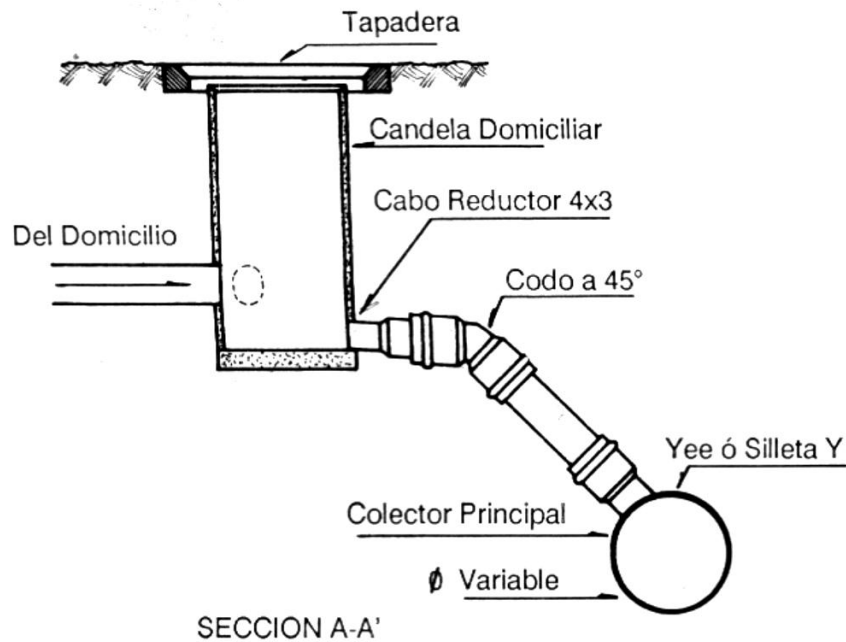
- **Candela:** se encuentra ubicada frente a la vivienda o en algunos casos se puede colocar en el extremo del terreno, para poder ser utilizada por dos viviendas.

Está construida con un tubo de concreto de 12" colocado de forma vertical e impermeabilizado, base fundida en concreto y tapadera para permitir la inspección, este tubo recibe el caudal domiciliar por medio de un tubo de 4" de diámetro.

- **Tubería secundaria:** es un tubo de PVC con diámetro de 4" o 6", que conecta la candela con la tubería principal del alcantarillado, tiene una pendiente mínima del 2 % y una pendiente máxima de 6 %.
- **Silleta:** es el accesorio que permite la unión perpendicular que hay entre la tubería secundaria y la tubería principal, evita que existan fugas y filtraciones en el sistema, puede ser silleta en T o silleta en Y, de acuerdo al ángulo con que se realiza la conexión.

Figura 6. **Conexión domiciliar típica**

**DOMICILIAR CON SALIDA A 45°
PROFUNDIDADES MENORES DE 2.00 M.**



Fuente: EMPAGUA. Reglamento de diseño de alcantarillado para la ciudad de Guatemala. p 78.

2.1.1.3.14. Profundidad de tubería

La profundidad de colocación respecto a la rasante tendrá una altura mínima de 1,00 metro y una máxima de 1,20 metros con respecto a la superficie en tramos iniciales o bien cuando la pendiente del terreno sea la misma de la tubería, esta altura dependerá del tipo de tráfico que circule por el lugar, evitando rupturas en la tubería, según normas del INFOM.

2.1.1.3.15. Principios hidráulicos

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por tubería, como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad, viéndose las aguas afectadas solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición.

- Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena y agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyen las tablas de relaciones hidráulicas, utilizando la fórmula de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación q/Q y con este valor se puede determinar las otras relaciones v/V , d/D , a/A .

2.1.1.3.16. Calculo hidráulico

- Especificaciones técnicas

Tipo de sistema	alcantarillado sanitario
Período de diseño	40 años
Población actual	3 618 habitantes
Población futura	9 715 habitantes
Tasa de crecimiento	2,5 %
Habitantes por casa	6 habitantes

Dotación	200 L/ha/d
Factor de retorno	80 %
Tipo de tubería	Novafort Norma ASTM F949
Diámetro inicial	8 pulgadas
Velocidad mínima	0,40 m/s
Velocidad máxima	5,00 m/s
Tirante máximo	80 %
Tirante mínimo	10 %
Pendiente mínima	0,50 %
Fqm	0,002

- Ejemplo de diseño de tramo PV-8 a PV-9

Cota PV-8	97,32 metros
Cota PV-9	94,94 metros
Distancia entre pozos (DH)	59,45 metros
Población actual tramo	342 habitantes
CIE PV-3	95,70 metros

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{(cota PV - 8) - (cota PV - 9)}{DH} * 100$$

$$S = \frac{97,32 - 94,94}{59,45} * 100$$

$$S = 4,00 \%$$

- Población futura

$$P_f = P_0 * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

$$P_f = 342 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^{40}$$

$$P_f = 918,29 \approx 919 \text{ habitantes}$$

- Factor de Harmon

$$FH = 1 + \frac{14}{4 + P^{0,5}}$$

$$FH_{\text{actual}} = 1 + \frac{14}{4 + \left(\frac{342}{1000}\right)^{0,5}}$$

$$FH_{\text{actual}} = 4,05$$

$$FH_{\text{futuro}} = 1 + \frac{14}{4 + \left(\frac{919}{1000}\right)^{0,5}}$$

$$FH_{\text{futuro}} = 3,82$$

- Caudal de diseño

$$q_d = F_{qm} * FH * \text{No. habitantes}$$

$$q_{d \text{ actual}} = 0,002 * 4,05 * 342$$

$$q_{d \text{ actual}} = 2,77 \text{ L/s}$$

$$q_{d \text{ futuro}} = 0,002 * 3,82 * 919$$

$$q_{d \text{ futuro}} = 7,03 \text{ L/s}$$

En el siguiente paso se debe proponer el diámetro de la tubería y la pendiente, para este caso se tiene lo siguiente:

Diámetro propuesto	8"
Pendiente propuesta	3,65 %

- Velocidad, área y caudal a sección llena
 - Velocidad

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

$$V = \frac{0,03429 * 8^{2/3} * \left(\frac{3,65}{100}\right)^{1/2}}{0,010}$$

$$V = 2,62 \text{ m/s}$$

- Área

Para calcular el área, primero se debe convertir el diámetro de la tubería de pulgadas a metros, esto se realiza multiplicando el diámetro por 2,54 y dividiendo dentro de 100.

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{8 * 2,54}{100}\right)^2$$

$$A = 0,0324288 \text{ m}^2$$

- Caudal

$$Q = V * A$$

$$Q = 2,62 * 0,0324288$$

$$Q = 0,08496 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para convertir el caudal de metros cúbicos por segundo a litros por segundo, se debe de multiplicar por 1 000.

$$0,08496 * 1\ 000 = 84,96 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Relación de caudales} = \frac{q}{Q}$$

$$\text{Relación de caudales}_{\text{actual}} = \frac{2,77}{84,96}$$

$$\text{Relación de caudales}_{\text{actual}} = 0,032604$$

$$\text{Relación de caudales}_{\text{futuro}} = \frac{7,03}{84,96}$$

$$\text{Relación de caudales}_{\text{futuro}} = 0,082745$$

De las tablas de relaciones hidráulicas se obtuvo los valores de las relaciones de velocidad y tirante.

$$\text{Relación de velocidad}_{\text{actual}} = 0,463$$

$$0,463 = v_{\text{actual}}/2.62$$

$$v_{\text{actual}} = 2.62 * 0,463$$

$$v_{\text{actual}} = 1,21 \text{ m/s}$$

$$\text{Relación de velocidad}_{\text{futuro}} = 0,605$$

$$v_{\text{futuro}} = 2.62 * 0,605$$

$$v_{\text{futuro}} = 1,59 \text{ m/s}$$

$$\text{Relación de tirante}_{\text{actual}} = 0,1250$$

$$\text{Relación de tirante}_{\text{futuro}} = 0,1950$$

- Cotas Invert

- Cota Invert de salida

$$\text{CIS} = \text{CIE} - 0,03$$

$$\text{CIS} = 95,70 - 0,03$$

$$\text{CIS} = 95,67 \text{ m}$$

- Cota Invert de entrada

$$\text{CIE} = \text{CIS} - [S * (\text{DH} - 1,20)/100]$$

$$\text{CIE} = 95,67 - [3,65 * (59,45 - 1,20)/100]$$

$$\text{CIE} = 93,54 \text{ m}$$

En el ejemplo anterior, se puede observar que se cumple con todos los requerimientos de diseño, entre los cuales están: velocidad máxima y mínima, tirante máximo y mínimo entre otros (ver anexo 2)

2.1.1.4. Estudio de Impacto Ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es el instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado por un conjunto de procedimientos, capaces de garantizar desde el inicio de la planificación, que se efectúe un análisis sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y las opciones de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrolladas.

Los resultados deberán ser presentados al representante legal del proyecto para la consideración.

Es necesario realizar un diagnóstico del área en donde se realizará la construcción del proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio, que será impactado directamente por la obra y así poder aceptar, rechazar o modificar el proyecto.

En el anexo 1, se detalla y se valora las distintas matrices que conforman el estudio, para determinar los componentes y variables que son afectados durante la realización del proyecto.

2.1.1.5. Propuesta de tratamiento

No se elaborará el diseño del tratamiento de las aguas negras, debido a que la Municipalidad de Mixco posee un diseño estándar de plantas de tratamiento de agua residual.

2.1.1.6. Planos

Los planos del proyecto se elaboraron de acuerdo a las normas consultadas, contienen toda la información recabada en campo y los datos calculados mediante el diseño hidráulico, siendo los siguientes:

- Plano de curvas de nivel
- Plano de densidad poblacional
- Planos planta perfil alcantarillado sanitario
- Planos planta perfil alcantarillado pluvial
- Plano de detalle de pozos de visita y cajas de registro
- Plano de detalle de rejillas

2.1.1.7. Presupuesto

El presupuesto estimado por renglones de trabajo, se realizó calculando los precios unitarios, tomando en cuenta los costos directos (materiales y mano de obra), así como los costos indirectos, determinando la cantidad de trabajos a desarrollar, para determinar el costo total del drenaje sanitario.

El total estimado a la fecha, para la construcción del drenaje sanitario asciende a la cantidad de Q.6 859 253,32, se puede ver el detalle de los renglones en el anexo 2.

2.1.1.8. Evaluación socioeconómica

En la mayoría este tipo de proyectos, no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantearse un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y conocer el costo-beneficio y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizaron dos métodos: Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno.

2.1.1.8.1. Valor Presente Neto

Consiste en transformar la inversión inicial, ingresos anuales, egresos anuales, valor de rescate y cualquier gasto o beneficio, a un valor presente, tomando en cuenta una tasa de interés. Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$VPN = -\text{costo inicial} - \text{costo anual} * (1 + \text{tasa de interés})^n + \text{ingreso anual} * (1 + \text{tasa de interés})^n$$

La tasa de interés para calcular el valor presente neto de este proyecto es 12,67 %, ya que actualmente es la tasa de interés promedio para préstamos, el costo mensual de operación y mantenimiento será de 5 000 quetzales tomando como referencia el costo de operación y mantenimiento de otros sistemas de alcantarillado similares a este.

$$VPN = (-6\ 859\ 253,32) - 60\ 000 * (1 + 0,1267)^{40}$$

$$VPN = -6\ 930\ 126,68$$

El VPN de este caso en particular es negativo, debido a que este proyecto no tendrá ningún ingreso.

2.1.1.8.2. Tasa Interna de Retorno

Es la tasa de descuento con la que el Valor Presente Neto es igual a cero, para este proyecto en particular no existe una Tasa Interna de Retorno, debido a que el Valor Presente Neto siempre será negativo, no importando la tasa de interés utilizada, ya que no existen ingresos.

2.1.2. Diseño del alcantarillado pluvial aldea Sacoj Grande

Para el diseño del alcantarillado pluvial de la aldea Sacoj Grande, se utilizó como base las normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM y las especificaciones de los fabricantes de tuberías, utilizando tubería con diámetro de 12 pulgadas como mínimo para tramos iniciales, cumpliendo con los requerimientos de la Municipalidad, para así evitar taponamientos.

2.1.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistió en diseñar el sistema de alcantarillado pluvial para la aldea Sacoj Grande, municipio de Mixco, departamento de Guatemala.

La longitud total del sistema es de 6 549,20 metros, cubriendo 24,10 hectáreas; se construirán pozos de visita con profundidades propias para cada pozo, según lo requiera el diseño.

2.1.2.2. Levantamiento topográfico

En el levantamiento topográfico se tomó en cuenta el área edificada actualmente y la de futuro desarrollo, se localizó el centro y las orillas de las calles, para delimitar el área donde se colocara la tubería y los pozos de visita.

Los datos de todo el levantamiento quedan consignados en las libretas de campo, el equipo utilizado consistió en una estación total Trimble M3, un prisma, una cinta métrica metálica, plomada, estacas y clavos de lámina.

2.1.2.2.1. Altimetría

El levantamiento se realizó utilizando estación total. Se efectuó sobre el eje de las calles, tomando distancias a cada 20 metros, en cruces de calles, avenidas, callejones y en puntos de cambio de pendiente.

2.1.2.2.2. Planimetría

El levantamiento se realizó utilizando estación total. Se efectuó sobre el eje de las calles, tomando distancias a cada 20 metros, en cruces de calles, avenidas, callejones y en puntos de cambio de pendiente.

2.1.2.3. Cálculo de caudales

Para la determinación del caudal pluvial se utilizó el Método Racional, cuya fórmula general es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = caudal en m³/seg.

C = es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída.

I = intensidad de lluvia en mm/hr.

A = área en hectáreas.

2.1.2.3.1. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo producida por esta; suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. Se mide en milímetros por hora.

Para este cálculo se utilizó el folleto del informe de intensidades de lluvia en Guatemala del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), donde se encuentra la ecuación en función del período de retorno. Para ello, se utilizaron los datos de la estación meteorológica ubicada en el INSIVUMEH, ya que es la estación más cercana al proyecto.

$$i = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

i = intensidad de lluvia [mm/h]

t = tiempo de concentración [minutos]

A, B, n = parámetros de ajuste

Debido a que únicamente se cuenta con la información para períodos de retorno de 30 y 50 años, se debió interpolar los datos, ya que el alcantarillado para la aldea Sacoj Grande fue planificado para un período de diseño de 40 años.

Tabla I. **Período de retorno 30 y 50 años**

T_r	30 años	50 años
A	815	900
B	2	2
n	0,65	0,66

Fuente: Intensidad de lluvia en Guatemala, INSIVUMEH.

- Interpolando A

$$A = (900 - 815) * \left(\frac{40 - 30}{50 - 30}\right) + 815$$

$$A = 857,5$$

- Interpolando B

$$B = (2 - 2) * \left(\frac{40 - 30}{50 - 30}\right) + 2$$

$$B = 2$$

- Interpolando n

$$n = (0,66 - 0,65) * \left(\frac{40 - 30}{50 - 30}\right) + 0,65$$

$$n = 0,655$$

- Intensidad de lluvia

$$i_{Tr} = \frac{857,5}{(2 + 12)^{0,655}}$$

$$i_{Tr} = 152,24 \text{ mm/h}$$

2.1.2.3.2. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo necesario para que el agua superficial descienda desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de estudio. Se divide en tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla.

Para el diseño de sistemas de alcantarillado pluvial, se considera que los tramos iniciales tienen un tiempo de concentración de doce minutos. El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para tramos consecutivos, se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T_c = T_1 + \left(\frac{L}{60 * V_1}\right)$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración

T_1 = tiempo de concentración del tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V_1 = velocidad a sección llena del tramo anterior

Para el diseño del alcantarillado de la aldea Sacoj Grande se utilizó el tiempo de concentración de 12 minutos en todos los tramos, para optimizar la tubería y que tenga la capacidad hidráulica para un evento con una magnitud por arriba de la media.

2.1.2.3.3. Área tributaria

Es la que contribuye a la escorrentía del agua de la estructura de drenaje. El área por drenar se determinará sumando al área de las calles, el área de los lotes que son tributarios al ramal en estudio.

2.1.2.3.4. Determinación del coeficiente de escorrentía

En el porcentaje de agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial, drena por medio de alcantarilla natural o artificial, esto se debe a la evaporación, infiltración, retención del suelo, entre otras. Por lo que existirá diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie.

Este coeficiente está en función del material sobre el cual circula el agua y varía desde 0,01 a 0,95. El coeficiente de escorrentía promedio se calcula por medio de la siguiente relación:

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

c = coeficiente de escorrentía parcial

a = área parcial en hectáreas

$$C = \frac{(\text{área de techos} * 0,9) + (\text{área de patios} * 0,3)}{\text{área de techos} + \text{área de patios}}$$

$$C = \frac{(9,49 * 0,90) + (8,42 * 0,3)}{17,91}$$

$$C = 0,618$$

2.1.2.4. Velocidades mínimas y máximas

La velocidad del flujo se calcula mediante la fórmula de Manning, depende directamente de la tubería a utilizar, pues incluye la pendiente, el diámetro y la rugosidad de acuerdo al tipo de tubería.

Las relaciones hidráulicas v/V , nos sirven para determinar la velocidad del caudal (v), conociendo la velocidad a sección llena (V).

De acuerdo a las normas de diseño de alcantarillados del INFOM, la velocidad debe ser mayor de 0,60 m/s para evitar la sedimentación de los sólidos transportados y menor que 2,50 m/s para que no exista desgaste en la tubería, aunque algunos fabricantes recomiendan las velocidades a utilizar de acuerdo a sus estándares de fabricación y pruebas de uso.

2.1.2.5. Ecuación de Manning

La velocidad de flujo a sección llena se debe calcular, utilizando la fórmula de Manning, que relaciona el diámetro, la pendiente y la rugosidad, de acuerdo al tipo de tubería, siendo la fórmula siguiente:

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

Donde:

D = diámetro de la tubería [pulgadas]

S = pendiente de la tubería

n = factor de rugosidad

2.1.2.6. Factor de rugosidad

La rugosidad de las paredes de los canales y tuberías es función del material con que están contruidos, el acabado de la construcción y el tiempo de uso.

En el caso del diseño de alcantarillado de la aldea Sacoj Grande, se utilizó un factor de rugosidad de 0,010 para PVC, ya que es el valor recomendado en las Normas generales para el diseño de alcantarillados del INFOM.

2.1.2.7. Cálculo de cotas Invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas de los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calcularon de la siguiente manera:

Las cotas Invert se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{CIS PV} - 1 = \text{CT} - (\text{HP} + \text{diámetro tubo en m})$$

$$\text{CIE PV} - 2 = (\text{CIS PV} - 1) - ((\text{DH} * \text{S\% Tubo})/100)$$

$$\text{CIS PV} - 2 = (\text{CIE PV} - 2) - \text{Diferencia requerida}$$

Donde:

CIS PV-1 = cota Invert de salida de pozo de visita 1

CT = cota de terreno

HP = altura de pozo de visita

CIE PV-2 = cota Invert de entrada de pozo de visita 2

CIS PV-2 = cota Invert de salida de pozo de visita 2

DH = distancia horizontal entre pozos

S% = pendiente de la tubería

2.1.2.8. Diámetro de tuberías

Para alcantarillado pluvial con tubería de PVC, debido a requerimientos de la municipalidad se utilizó un diámetro mínimo de 12" para el diseño del sistema. Esto en los tramos de inicio e inclusive en algunos tramos en donde el área tributaria acumulada no tiene gran valor.

2.1.2.9. Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza. Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, gravedad y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección.

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

- En intercepciones de 2 o más tuberías.
- Al inicio de todo ramal.
- En todo cambio de sección o diámetro.
- En todo cambio de dirección.
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros.
- Cambios de pendientes.
- Otros casos que se verifiquen en campo, como rodear obstáculos existentes.

2.1.2.10. Normas y recomendaciones

El diseño del alcantarillado pluvial de la aldea Sacoj Grande se basó en las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM, sin embargo, también fueron tomadas en cuenta las recomendaciones de los fabricantes de tubería para alcantarillados.

También se considero el manual de diseño de alcantarillado de EMPAGUA, la aplicación de las normas permiten diseñar un sistema más factible económicamente y también mediante procedimientos y métodos a seguir para la correcta instalación de la tubería.

2.1.2.11. Profundidad de pozos de visita

La profundidad de los pozos de visita está dada por la cota Invert de Salida más baja dentro de cada pozo, la altura mínima será de 1,20 metros, más el diámetro de la tubería.

Esta profundidad se calcula por medio de la siguiente ecuación.

$$H_{\text{pozo}} = CT - CIS$$

Donde:

H_{pozo} = altura de pozo

CT = cota del terreno

CIS = cota Invert de salida

2.1.2.12. Tragantes

Los tragantes son las aberturas que en las superficies de las calles o en los bordillos, dan acceso a las aguas pluviales a los tubos de drenaje. Por los sistemas combinados y de tormenta, se diseñarán tragantes para localizarlos en los siguientes casos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 metros antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuadras el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 metros.

2.1.2.13. Profundidad de tuberías

La profundidad de colocación respecto a la rasante tendrá una altura mínima de 1,00 metro y una máxima de 1,20 metros con respecto a la superficie en tramos iniciales o bien cuando la pendiente del terreno sea la misma de la tubería, esta altura dependerá del tipo de tráfico que circule por el lugar, evitando rupturas en la tubería, según normas del INFOM.

2.1.2.14. Diseño hidráulico de alcantarillado pluvial

- Especificaciones técnicas

Tipo de sistema	alcantarillado pluvial
Período de diseño	40 años
Tipo de tubería	Novafort Norma ASTM F949, AASHTO M-304, ASTM F2307. Novaloc ASTM F 2307
Diámetro inicial	12 pulgadas
Velocidad mínima	0,40 m/s
Velocidad máxima	5,00 m/s
Tirante máximo	80 %
Pendiente mínima	0,50 %

- Ejemplo de cálculo

Tramo de PV-8 a PV-9

Cota PV-8	97,27 metros
Cota PV-9	94,97 metros
Distancia entre pozos (DH)	57,45 metros
CIE PV-8	91,28 metros
Área tributaria acumulada	0,43 Hectáreas
Área total	24,10 Hectáreas
Tiempo de concentración	12 minutos

- Pendiente del terreno

$$S = \frac{(\text{cota PV} - 8) - (\text{cota PV} - 9)}{DH} * 100$$

$$S = \frac{97,27 - 94,97}{57,45} * 100$$

$$S = 4,00 \%$$

- Área tributaria

$$A = \frac{DH * 40 \text{ m}}{10\ 000} + Aa$$

Donde:

A = área tributaria

DH = distancia horizontal entre pozos

Aa = área tributaria acumulada

$$A = \frac{57,45 \text{ m} * 40 \text{ m}}{10\ 000} + 0,43 \text{ Ha}$$

$$A = 0,66 \text{ Ha}$$

- Intensidad de lluvia

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t)^n}$$

$$i_{Tr} = \frac{857,5}{(2 + 12)^{0,655}}$$

$$i_{Tr} = 152,24 \text{ mm/h}$$

- Escorrentía

$$C = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

c = coeficiente de escorrentía parcial

a = área parcial en hectáreas

$$C = \frac{(\text{área de techos} * 0,9) + (\text{área de patios} * 0,3)}{\text{área de techos} + \text{área de patios}}$$

$$C = \frac{(9,49 * 0,90) + (8,42 * 0,3)}{17,91}$$

$$C = 0,618$$

- Caudal de diseño

$$Q = \frac{C * i_{Tr} * A}{360} * 1\ 000$$

$$Q = \frac{0,7950 * 152,24 * 0,66}{360} * 1\ 000$$

$$Q = 221,48 \text{ L/s}$$

En el siguiente paso se debe proponer el diámetro de la tubería y pendiente.

Diámetro propuesto	12"
Pendiente propuesta	3,80 %

- Velocidad, área y caudal a sección llena

- Velocidad

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

$$V = \frac{0,03429 * 12^{2/3} * \left(\frac{3,80}{100}\right)^{1/2}}{0,010}$$

$$V = 3,50 \text{ m/s}$$

- Área

Para calcular el área, primero se debe de convertir el diámetro de la tubería de pulgadas a metros, lo cual se realiza multiplicando el diámetro por 2,54 y dividiendo dentro de 100.

$$A = \frac{\pi}{4} * D^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{12 * 2,54}{100}\right)^2$$

$$A = 0,0729648 \text{ m}^2$$

- Caudal

$$Q = V * A$$

$$Q = 3,50 * 0,0729648$$

$$Q = 0,2553 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para convertir el caudal de metros cúbicos por segundo a litros por segundo, se debe de multiplicar por 1 000.

$$0,2437 * 1\ 000 = 255,38 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Relación de caudales} = \frac{q}{Q}$$

$$\text{Relación de caudales} = \frac{221,48}{255,38}$$

$$\text{Relación de caudales} = 0,8672$$

En las tablas de relaciones hidráulicas se encuentran los factores del cálculo que se obtiene, de la división de caudal domiciliar y el caudal a sección llena, para determinado diámetro y pendiente, asimismo la relación de velocidad y tirante.

$$\text{Relación de velocidad} = 1,126$$

$$1,126 = v/3,50$$

$$v = 3,50 * 1,126$$

$$v = 3,94 \text{ m/s}$$

$$\text{Relación de tirante} = 0,72$$

- Cotas Invert
 - Cota Invert de salida

$$CIS = CIE - 0,03$$

$$CIS = 91,31 - 0,03$$

$$CIS = 91,28 \text{ m}$$

- Cota Invert de entrada

$$CIE = CIS - [S * (DH - 1,20)/100]$$

$$CIE = 91,28 - [3,80 * (57,45 - 1,20)/100]$$

$$CIE = 89,14 \text{ m}$$

En el ejemplo anterior se puede observar, que con la correcta estimación de la pendiente, se logran ajustar la velocidad y el tirante para que se ubiquen dentro de los rangos normados.

2.1.2.15. Desfogue

Desfogue es el punto donde finalmente se va a depositar el caudal total del sistema de alcantarillado, en el caso de la aldea Sacoj Grande, el punto de desfogue será el río que corre en el punto más bajo de la aldea.

Este caudal será conducido desde la planta de tratamiento hasta el río por medio de canales abiertos de concreto.

2.1.2.16. Presupuesto

El presupuesto estimado por renglones de trabajo, se realizó calculando los precios unitarios, tomando en cuenta los costos directos (materiales y mano de obra), así como los costos indirectos, determinando la cantidad de trabajos a desarrollar, para determinar el costo total del drenaje pluvial.

El total estimado a la fecha, para la construcción del drenaje pluvial asciende a la cantidad de Q.16 214 513,36, se puede ver el detalle de los renglones en el anexo 3.

2.1.2.17. Planos

Los planos de construcción se adjuntan en el presente trabajo, fueron realizados con base en el levantamiento topográfico y contiene la información necesaria para la ejecución de los trabajos.

Se detalla la información que se encuentra en las tablas del cálculo hidráulico, así como detalles constructivos, siendo los planos siguientes:

- Plano de curvas de nivel
- Plano de densidad poblacional
- Planos planta perfil alcantarillado pluvial
- Plano de detalle de pozos de visita y cajas de registro
- Plano de detalle de rejillas

2.1.2.18. Estudio de Impacto Ambiental

Es el estudio de evaluación que permite determinar y cuantificar, de qué manera se va a afectar el área en la que se llevara a cabo el proyecto (ver anexo 1), además de las medidas de mitigación a tomar.

2.1.2.19. Evaluación socioeconómica

El propósito de esta evaluación es conocer la probabilidad de que el proyecto contribuya en grado significativo al desarrollo de la economía, el punto de vista que se adopta en el análisis económico es de la sociedad como un todo, siendo necesario efectuar los procedimientos para calcular el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.1.2.19.1. Valor Presente Neto

Es trasladar todos los ingresos y egresos de un proyecto durante la vida útil hacia el presente, utilizando la tasa de interés del mercado actual, para saber cuál sería el valor actual del proyecto y poder determinar si es una inversión viable.

Se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{VPN} = -\text{costo inicial} - \text{costo anual} * (1 + \text{tasa de interés})^n + \text{ingreso anual} * (1 + \text{tasa de interés})^n$$

Para este proyecto se utilizó una tasa de interés de 12,67 y un costo mensual de Q.6 000 quetzales de operación y mantenimiento, tomando como referencia el costo en otros alcantarillados similares.

$$VPN = (-16\,073\,057,74) - 72\,000 * (1 + 0,1267)^{40}$$

$$VPN = -Q.24\,577\,860,95$$

2.1.2.19.2. Tasa Interna de Retorno

Se obtiene cuando el Valor Presente Neto es igual a cero, ya que para este proyecto no existe una Tasa Interna de Retorno, ya que en el proyecto solo existirán gastos, en ningún momento y por ningún motivo, habrá un equilibrio entre gasto e ingresos.

CONCLUSIONES

1. El diseño del alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande se realizó cumpliendo las necesidades en cuanto a topografía, ubicación, población y necesidades de los usuarios, utilizando como base las normas generales para diseño de alcantarillados del INFOM y las especificaciones técnicas de los fabricantes de tuberías para alcantarillados, para asegurar que estas funcionan adecuadamente y cumplir con el período de diseño sin daños.
2. La construcción del sistema de alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande evitará que las aguas negras corran expuestas a flor de tierra, y el estancamiento de las aguas pluviales de esta manera se reducirá el contagio de enfermedades y los daños a la infraestructura.
3. La construcción del sistema de alcantarillado beneficiará actualmente a tres mil seiscientos dieciocho habitantes, y se estima que al final de el período de diseño estará proporcionando servicio a nueve mil setecientos quince habitantes.
4. El costo total de la construcción del alcantarillado separativo para la aldea Sacoj Grande se estima en veintitrés millones setenta y tres mil setecientos seiscientos quetzales con sesenta y ocho centavos.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Mixco:

1. Realizar inspecciones y mantenimientos programados periódicamente para el correcto funcionamiento de los alcantarillados, y así poder cumplir con el período de diseño de la obra.
2. Desarrollar una campaña de educación sanitaria a los beneficiarios del proyecto de alcantarillado, instruyéndoles en la correcta utilización de los alcantarillados, para evitar la destrucción de los mismos y asegurar el período de diseño.
3. Planificar la construcción del proyecto de pavimentación de calles y avenidas de la aldea Sacoj Grande, una vez terminado el sistema de alcantarillado, para optimizar el funcionamiento y evitar taponamientos.
4. Realizar correctamente la estrategia de supervisión técnica de la construcción proyecto, para garantizar que cumpla con las normas técnicas de construcción y garantizar el funcionamiento durante el periodo de diseño.
5. Actualizar los costos de los proyectos, previa a la contratación, ya que estos tienen una constante variación, principalmente de los materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUEDA BARRIOS, Guillermo José. *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial en la zona 4 y ampliación del edificio escolar de dos niveles para el barrio San Miguel Escobar zona 6, Municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2010. 143 p.
2. Amanco Mexichem. *Listado de precios 2013*. Guatemala. 2012. 40 p.
3. Amanco. *Novafort y Novaloc manual de diseño*. Guatemala. 2013. 46 p.
4. ÁVILA PERNILLO, Esvin Rafael. *Diseño y planificación del salón municipal de usos múltiples y alcantarillado sanitario y pluvial para el sector Monterrey Méndez, el Tejar, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2012. 203 p.
5. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1989. 135 p.

6. CONTRERAS ÁLVAREZ, Ismael. *Diseño de alcantarillado sanitario y pluvial de las colonias Monte Carlo y las Brisas I y II, del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2007. 86 p.
7. GÁLVEZ ÁLVAREZ, Hugo Alejandro. *Planificación y diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial de la cabecera municipal de Pasco, Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2004. 142 p.
8. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Edición 2001. 31 p.
9. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología *Informe de intensidades de lluvia Guatemala (INSIVUMEH)*. 2003. 12 p.
10. ORANTES SANDOVAL, Juan Gabriel. *Diseño del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario para la zona 6 de ciudad vieja, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2012. 205 p.
11. PINEDA GARCÍA, Astrid Gabriela. *Diseño de alcantarillado pluvial en la cabecera municipal y propuesta de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea el Rosario, municipio de San Miguel Dueñas, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2006. 135 p.

ANEXO 1

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

REPORTE DEL ANALISIS DE GESTION DE RIESGO EN LA INVERSION PUBLICA			
Sistema nacional de Inversion Publica, SNIP			Boleta SNIP R-1
Direccion de Gestion de Riesgo			
Boleta de Identificacion y Evaluacion de Riesgo en Proyectos de Inversion Publica			
Departamento:	GUATEMALA	Municipio:	MIXCO
ZONA INFLUENCIA (comunidad, aldea, municipio, región)	Aldea Saqoj Grande zona 6		
Nombre del Proyecto	Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea saqoj grande fase I	nombre del formulador	Juan Jose Garcia Peña
Fecha:	27/04/2013		
VALORACION VULNERABILIDADES		CRITERIOS DE CALIFICACION	
EXPOSICION	1.00	Sitio con Baja Exposicion	
FRAGILIDAD	1.58	Proyecto con Mediana Fragilidad	
RESILIENCIA	2.14	Proyecto con Alta Resiliencia	
Amenazas		NIVEL DE AMENAZA EN MEDIANA	DESCRIBA LAS MEDIDA DE MITIGACION / PREVENCIÓN DE ACUERDO A LOS RESULTADOS DEL ANALISIS Y LOS CRITERIOS DE CALIFICACION (si no es suficiente el espacio, agregar hoja anexa)
Naturales		--	
Terremotos (sismos)		--	
Tsunamis (maremotos)		--	
Erupciones Volcánicas (cenizas, piroclásticos, lahares, lava, gases, etc)		--	
Deslizamientos		--	
Derrumbes		--	
Hundimientos		--	
Inundaciones		--	
Huracanes y/o depresiones tropicales		--	
Olas ciclónicas (mareas altas)		--	
Sequias		--	
Desertificación		--	
Heladas (congelación)		--	
Onda de frio (masas de aire frio)		--	
Ola de calor (Temperaturas altas fuera del promedio normal)		--	
Radiación solar intensa		--	
Vientos Fuertes		--	
Sedimentación		--	
Otra (especificar)		--	
Socio-Naturales		--	
Incendios forestales		--	
Erosión (hídrica o edifica)		--	
Deforestación		--	
Agotamiento acuíferos		--	
Desecamientos de ríos		--	
Otra (especificar)		--	
Antropicas		--	
Incendios estructurales		--	
Derrames hidrocarburos		--	
Contaminación por uso agroquímicos		--	
Contaminación del aire		--	
Contaminación por ruido		--	
Contaminación eléctrica (alta tensión) y electromagnética (antenas telefónicas)		--	
Contaminación por desechos sólidos		--	
Contaminación por desechos líquidos		--	
Epidemias		--	
Plagas que afectan a humanos y/o procesos productivos		--	
Aglomeraciones		--	
Explosiones		--	
Hundimientos por colapso de drenajes y/o acción del hombre.		--	
Manifestaciones Violentas		--	
Grupos delincuenciales		4.5	
Linchamientos		--	
Conflictos sociales		--	
Accidentes (terrestres, aéreos, marítimos)		--	
Otras (especificar)		--	
ANEXOS OBLIGADOS:			
1. Mapa de identificación de las amenazas de la Zona y sitio del proyecto.			
2. Fotografías del sitio.			
3. Matrices de: Exposición, Fragilidad, Resiliencia.			
4. Dictamen del análisis del Evaluador institucional (Delegado Adjunto de SEGEPLAN, UTD, DMP, SECTORIALES, y/o quien desige la institución).			
		FIRMA Y SELLO FORMULADOR: _____	
		REVISION / EVALUACION	
		NOMBRE DEL EVALUADOR: _____	
		CARGO: _____	
		INSTITUCION: _____	
		SE CONSIDERARON LAS MEDIDAS ADECUADAS Y RECOMENDADAS DE REDUCCION DE RIESGO EN EL PRESENTE PROYECTO: (si es necesario adjuntar reporte adjunto)	
		SI _____ NO _____	
		RECOMENDACIONES DEL EVALUADOR: _____	
		FIRMA: _____	
		SELLO: _____	
		LUGAR Y FECHA: _____	
		FECHA: _____	

ANEXO: matriz de exposicion			
Departamento:	GUATEMALA		
Municipio:	MIXCO		
zona:	Aldea Sacoj Grande zona 6		
Nombre del Proyecto:	Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea sacoj grande fase I		
Nombre del formulador:	Juan Jose Garcia Peña		
Fecha:	27/04/2013		
	RAZON DE CONSISTENCIA	0.036020	
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.1	Exposición del sitio	1.00	0.13
2.1.1	Componente bioclimático	1	0.15
1	Confort higrotérmico	1	
2	Orientación	1	
3	Viento	2	
4	Precipitación	1	
5	Ruido	1	
6	Calidad del aire	1	
2.1.2	Componente de geología	1	0.16
7	Sismicidad	3	
8	Erosión	1	
9	Deslizamientos	2	
10	Vulcanismo	1	
11	Rangos de pendiente	1	
12	Calidad del suelo	1	
13	Uso del suelo	1	
14	Formación geológica	0	
2.1.3	Componente de ecosistema	1	0.27
15	Suelos agrícolas	1	
16	Hidrología superficial	1	
17	Hidrología subterránea	1	
18	Lagos	0	
19	Áreas frágiles	1	
20	Sedimentación	1	
2.1.4	Componente de medio construido	1	0.05
21	Radio de acción	1	
22	Accesibilidad	1	
23	Acceso a servicios	1	
24	Consideraciones urbanísticas	2	
25	Usos del suelo y fuentes contaminantes	1	
26	Normas urbanas	2	
27	Áreas comunales	1	
28	Facilidades de tratamiento de desechos	1	
29	dimensionalidad del proyecto	1	
2.1.5	Componente de contaminación	1	0.34
30	Desechos sólidos y líquidos	1	
31	Industrias contaminantes	1	
32	Líneas de alta tensión	1	
33	Peligro de explosiones e incendios	1	
34	Lugares de vicio	1	
35	Servicios de recolección de desechos	2	
2.1.6	Componente institucional y social	1	0.04
36	Conflictos territoriales	1	
37	Seguridad ciudadana	3	
38	Marco legal	1	
39	Participación ciudadana	1	
40	Importancia socioeconómica	0	
41	Calidad de vida	1	
42	conducta local.	1	

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por fragilidad			
Departamento:	GUATEMALA		
Municipio:	MIXCO		
Zona:	Aldea Sacoj Grande zona 6		
Nombre del Proyecto:	Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea sacoj grande fase I		
Nombre del formulador:	Juan Jose Garcia Peña		
Fecha:	27/04/2013		
RAZON DE CONSISTENCIA			0.070635153
Cuadro 7	ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD		
	Tema/componente/variable	Calificación	Peso relativo
2.2	Vulnerabilidad por fragilidad	1.58	0.66
2.2.1	Componente de sistema estructural	1	0.17
43	Uso de normas estructurales adecuadas	1	
44	seguridad de los cimientos	N/A	
45	Distribución en planta	N/A	
46	Arriostamiento adecuado	N/A	
47	Redundancia estructural	N/A	
48	Forma en planta de la edificación	N/A	
49	Relación longitud/ancho	N/A	
50	Forma en elevación	N/A	
51	Trayectoria de fuerzas verticales	N/A	
52	Pisos superiores salientes	N/A	
53	Concentraciones de masa en el piso superior	N/A	
54	Interacción elementos no estructurales	N/A	
55	Columnas cortas	N/A	
56	Viga fuerte/columna débil	N/A	
57	Pisos suaves	N/A	
58	Proximidad entre edificios	N/A	
2.2.2	Componente de materiales construcción	3	0.29
59	Disponibilidad de materiales	1	
60	Renovabilidad de las fuentes	N/A	
61	Agresividad del proceso	N/A	
62	Calidad y durabilidad del material	3	
63	Protección/prevenición	3	
64	Facilidad de sustitución o reparación	3	
2.2.3	Componente de adaptación del proyecto	1	0.43
65	Adaptación del proyecto al medio	3	
66	Adaptación del proyecto a la cultura local	2	
67	Funcionalidad del proyecto	3	
68	Confort ambiental del proyecto	N/A	
69	Mano de obra para la ejecución del proyecto	1	
70	Equipo para la ejecución del proyecto	1	
71	Generación desechos durante ejecución	1	
72	Eliminación de desechos del proyecto	1	
73	Control de la ejecución del proyecto	3	
74	Externalidades del proyecto	1	
2.2.4	Componente de seguridad no estructural	1	0.11
75	Seguridad instalaciones eléctricas	1	
76	Sistema iluminación interna y externa	N/A	
77	Ubicación y seguridad cilindros de gas	N/A	
78	Abatimiento y ancho adecuado de las puertas	N/A	
79	Condiciones de seguridad de ventanales	N/A	
80	Condiciones de seguridad muros cerramiento	N/A	
81	Condiciones de seguridad techos y cubiertas	N/A	
82	Condiciones de seguridad pisos	N/A	
83	Condiciones elementos ornamentales	N/A	
84	Condiciones de seguridad divisiones internas	N/A	
85	Condiciones de seguridad cielos falsos	N/A	
86	Condiciones de seguridad sistema incendios	N/A	
87	Otros elementos arquitectónicos	N/A	
88	Condiciones seguridad circulación horizontal	1	
89	Condiciones de seguridad gradas y rampas	N/A	
90	Condiciones de seguridad vías de acceso	1	
91	Ancho de corredores	N/A	
92	Ancho y dimensiones de las gradas	N/A	
93	Ubicación y capacidad gradas y rampas	N/A	

ANEXO: matriz de vulnerabilidad por resiliencia			
Departamento:	GUATEMALA		
Municipio:	MIXCO		
Zona:	Aldea Sacoj Grande zona 6		
Nombre del Proyecto:	Diseño del sistema de alcantarillado separativo para la aldea saccoj grande fase I		
Nombre del formulador:	Juan Jose Garcia Peña		
Fecha:	27/04/2013		
	RAZON DE CONSISTENCIA	0.025172	
Cuadro 9	ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA		
	Tema/componente/variable	Calificación	
2.3	Vulnerabilidad por falta de resiliencia	2.14	0.21
2.3.1	Componente mantenimiento y recuperación	2.5	0.66
94	Planes de mantenimiento continuo	3	
95	Planes de mantenimiento preventivo	2	
96	Planes de mantenimiento correctivo	N/A	
97	Seguros ante catástrofes	N/A	
98	Tiempo para reparar la infraestructura	N/A	
2.3.2	Comité formalmente establecido	0	0.19
99	Componente de organización para la emergencia	N/A	
100	Puntos de reunión protegidos y seguros	N/A	
101	Procedimientos activación del plan	N/A	
102	Procedimientos para evacuación del edificio	N/A	
103	Rutas de emergencia y salida accesibles	1	
2.3.3	Componente de capacitación e investigación	2	0.16
104	Programas de capacitación	2	
105	Programas de difusión	N/A	
106	Instrumentos para medición	N/A	
107	Trabajos de investigación sobre desastres	N/A	

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

ANEXO 2

**TABLA II PRESUPUESTO ESTIMADO POR RENGLONES,
RESUMEN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO Y
PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

**MUNICIPALIDAD DE MIXCO
PLANIFICACIÓN Y DISEÑO**

PROYECTO

UBICACIÓN

Tabla II. Presupuesto estimado por renglones, drenaje sanitario

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	IMPORTE
1	TRABAJOS PRELIMINARES					Q16,415.88
1.01	TOPOGRAFÍA	Día	12.00	Q1,367.99	Q16,415.88	
2	CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES					Q3,151,387.73
2.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA A MANO	m³	9,219.00	Q88.71	Q817,817.14	
2.02	ACARREO DE MATERIAL SOBRENTE	m³	1,591.92	Q28.79	Q45,831.45	
2.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 8" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	6,167.84	Q356.68	Q2,199,945.17	
2.04	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 10" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	178.69	Q491.32	Q87,793.97	
3	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA CAJAS DE REGISTRO					Q1,494,136.47
3.01	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 1.20 M - 2.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	104.00	Q7,490.52	Q779,014.08	
3.02	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 2.00 M - 3.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	16.00	Q9,840.65	Q157,450.32	
3.03	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 3.00 M - 4.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	11.00	Q12,451.90	Q136,970.85	
3.04	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 4.00 M - 5.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	6.00	Q15,063.15	Q90,378.87	
3.05	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 5.00 M - 6.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	5.00	Q17,674.40	Q88,371.98	
3.06	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PC - D1.20 DE ALTURA 6.00 M - 7.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, ARMADURA, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	4.00	Q47,562.14	Q190,248.54	
3.07	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PC - D1.20 DE ALTURA 7.00 M - 8.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, ARMADURA, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	1.00	Q51,701.83	Q51,701.83	
3.08	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PC - D1.20 DE ALTURA 9.00 M - 10.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, ARMADURA, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	2.00	Q57,109.06	Q55,440.37	
4	PROTECCIÓN DE LA TUBERÍA					Q1,089,029.39
4.01	RELLENO POR CAPAS	m³	9,009.92	Q120.87	Q1,089,029.39	
5	OBRA COMPLEMENTARIA					Q1,108,283.85
5.01	CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIAR (INCLUYE EXCAVACIÓN, TUBO DE CONCRETO, TUBO DE CONEXIÓN, COMPACTACIÓN DE LA ZANJA)	unidad	603.00	Q1,837.95	Q1,108,283.85	
					TOTAL	Q6,859,253.32

Fuente: elaboracion propia

MUNICIPALIDAD DE MIXCO						
PLANIFICACIÓN Y DISEÑO						
PROYECTO						
UBICACIÓN						
Tabla III. Presupuesto estimado por renglones, drenaje pluvial						
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	IMPORTE
1	TRABAJOS PRELIMINARES					Q16,415.88
1.01	TOPOGRAFÍA	Día	12.00	Q1,367.99	Q16,415.88	
2	CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES					Q9,869,932.04
2.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA A MANO	m³	21,699.03	Q88.71	Q1,924,921.04	
2.02	ACARREO DE MATERIAL SOBRANTE	m³	4,913.36	Q28.79	Q141,455.62	
2.03	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 12" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	3,750.83	Q443.34	Q1,662,892.97	
2.04	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 15" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	333.82	648.40	Q216,448.89	
2.05	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 18" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	538.38	1,032.20	Q555,715.84	
2.06	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC CORRUGADA DE 21" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	25.40	1,173.55	Q29,808.17	
2.07	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVAFORT CORRUGADA DE 24" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	521.35	1,587.41	Q827,596.20	
2.08	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC CORRUGADA DE 36" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	690.71	3,366.83	Q2,325,503.15	
2.09	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC CORRUGADA DE 42" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	187.90	3,907.59	Q734,236.16	
2.1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC CORRUGADA DE 54" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	139.28	4,162.61	Q579,768.32	
2.11	INSTALACIÓN DE TUBERÍA NOVALOC CORRUGADA DE 60" (INCLUYE NIVELACIÓN DE ZANJA, INSTALACIÓN DE TUBERÍA)	m	179.13	4,865.66	Q871,585.68	
3	CONSTRUCCIÓN DE POZO DE VISITA Y CAJAS DE REGISTRO					Q1,952,789.61
3.01	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 1.20 M - 2.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	60.00	Q7,490.52	Q449,431.20	
3.02	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 2.00 M - 3.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	22.00	Q9,840.65	Q216,494.19	
3.03	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 3.00 M - 4.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	20.00	Q12,451.90	Q249,037.90	
3.04	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 4.00 M - 5.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	17.00	Q15,063.15	Q256,073.47	
3.05	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PL - D1.20 DE ALTURA 5.00 M - 6.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, LEVANTADO DE MURO, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	22.00	Q17,674.40	Q388,836.69	
3.06	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PC - D1.20 DE ALTURA 6.00 M - 7.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, ARMADURA, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	5.00	Q47,562.14	Q237,810.68	
3.07	CONSTRUCCIÓN DE POZO TIPO PC - D1.20 DE ALTURA 7.00 M - 8.00 M (INCLUYE EXCAVACION, FORMALETA, ARMADURA, PISO DE POZO, TAPADERA Y ACABADO DEL POZO)	unidad	3.00	Q51,701.83	Q155,105.48	
4	PROTECCIÓN DE LA TUBERÍA					Q2,422,298.38
4.01	RELLENO POR CAPAS	m³	20,040.53	Q120.87	Q2,422,298.38	
5	OBRA COMPLEMENTARIA					Q1,953,077.45
5.01	CONSTRUCCION DE TRAGANTE TIPO REJILLA DE LONGITUD 1.30, ANCHO 0.65 M Y PROFUNDIDAD 1.00 M(INCLUYE EXCAVACION, ARMADO, FORMALETA, FUNDICION, FABRICACION E INSTALACION DE REGILLA)	unidad	160.00	Q5,279.96	Q844,793.60	
5.02	CONSTRUCCIÓN DE ACOMETIDA DOMICILIAR (INCLUYE EXCAVACIÓN, TUBO DE CONCRETO, TUBO DE CONEXIÓN, MATERIAL GRANULAR, COMPACTACIÓN DE LA ZANJA)	unidad	603.00	Q1,837.95	Q1,108,283.85	
					TOTAL	Q16,214,513.36

Fuente: elaboracion propia

Pozo	Visita	Cotas		Distancia mts	S Terreno	Total de Casas	Poblacion		Factor de Flujo		q Diseño/Verificado		Diam "	S Tubo % Velocidad	SECCION LLENA		v	Cotas Inver		Altura de Pozo		Ancho de zanja	Volumen de relleno	Volumen de	
		Inicial	Final				Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura			Area	Cauda (Q)		Salida	Entrada	Inicio	Final				
1	2	100.67	102.22	80.17	-1.93	1	6	17	4.43	4.39	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	99.27	98.64	1.40	3.58	0.62	121.914	119.353
2	3	102.22	102.83	79.31	-0.77	2	12	33	4.41	4.35	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	98.61	97.99	3.61	4.84	0.62	204.609	202.076
3	4	102.83	103	61.57	-0.28	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	0.75	1.19	0.0324288	38.59	0.40	97.96	97.51	4.87	5.49	0.62	193.884	191.926
4	5	103	102.55	80.11	0.56	18	108	290	4.23	4.08	0.91	2.37	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.43	97.48	97.09	5.52	5.46	0.62	288.594	266.035
5	6	102.55	98.74	83.46	4.57	28	168	452	4.17	4.00	1.40	3.61	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.49	97.06	96.65	5.49	2.09	0.62	193.295	190.627
6	7	98.74	98.65	80.09	0.11	32	192	516	4.15	3.97	1.60	4.09	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.51	96.62	96.23	2.12	2.42	0.62	111.080	108.472
7	8	98.65	97.32	101.54	1.31	53	318	854	4.07	3.84	2.59	6.56	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.59	96.20	95.70	2.45	1.62	0.62	126.599	123.345
8	9	97.32	94.94	99.45	4.00	57	342	919	4.05	3.82	2.77	7.03	8	0.50	0.97	0.0324288	84.96	1.21	95.67	93.54	1.65	1.40	0.62	55.075	53.186
9	10	94.94	93.07	99.85	4.69	59	354	951	4.05	3.81	2.87	7.25	8	0.475	2.99	0.0324288	96.96	1.35	93.51	91.67	1.43	1.40	0.62	33.908	32.655
10	11	93.07	91.43	102.56	1.60	83	498	1338	3.98	3.71	3.96	9.94	8	1.60	1.73	0.0324288	56.10	1.00	91.64	90.02	1.43	1.41	0.62	89.237	85.95
11	12	91.43	90.17	60.48	2.08	91	546	1467	3.95	3.69	4.32	10.82	8	2.05	1.96	0.0324288	63.56	1.13	89.99	88.77	1.44	1.40	0.62	52.190	50.268
12	13	90.17	86.31	74.41	5.19	106	636	1708	3.92	3.64	4.98	12.43	8	5.25	3.14	0.0324288	101.83	1.64	88.74	84.90	1.43	1.41	0.62	64.454	62.08
13	14	86.31	85.26	26.34	3.99	110	660	1773	3.91	3.63	5.16	12.86	8	4.10	2.78	0.0324288	90.15	1.52	84.87	83.84	1.44	1.42	0.62	22.289	21.474
14	15	85.26	84.44	19.2	4.27	115	690	1853	3.90	3.61	5.38	13.38	8	4.35	2.86	0.0324288	92.75	1.57	83.81	83.03	1.45	1.41	0.62	15.959	15.375
15	16	84.44	83.99	18.94	2.38	120	720	1934	3.89	3.60	5.60	13.91	8	2.35	2.10	0.0324288	68.10	1.27	83.00	82.58	1.44	1.41	0.62	15.673	15.098
16	28A	83.99	83.31	35.53	1.91	126	756	2030	3.88	3.58	5.86	14.54	8	1.85	1.87	0.0324288	60.64	1.20	82.55	81.91	1.44	1.40	0.62	30.224	29.111
17	17A	83.31	82.92	22.34	1.75	131	786	2111	3.86	3.57	6.08	15.06	8	1.70	1.79	0.0324288	58.05	1.17	81.88	81.52	1.43	1.40	0.62	18.546	17.86
17	18	82.92	81.75	16.86	6.94	136	816	2192	3.86	3.55	6.29	15.58	8	7.30	3.71	0.0324288	120.31	1.98	81.49	80.35	1.43	1.41	0.62	23.739	23.21
18	19	81.75	80.39	33.89	4.01	142	852	2288	3.84	3.54	6.55	16.20	8	4.10	2.78	0.0324288	90.15	1.83	80.32	78.98	1.43	1.41	0.62	28.780	27.72
19A	19	81.16	80.39	17.99	4.28	1	6	17	4.43	4.39	0.40	0.40	8	4.60	2.94	0.0324288	95.34	0.73	79.76	78.99	1.40	1.40	0.62	14.574	14.03
19	20	80.39	80.03	22.85	1.58	144	864	2320	3.84	3.53	6.64	16.40	8	1.55	1.71	0.0324288	55.45	1.16	78.96	78.62	1.43	1.41	0.62	19.061	18.359
20A	20B	80.09	80.34	9.49	-2.63	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	78.69	78.62	1.40	1.72	0.62	8.018	7.749
20B	20	80.34	80.03	16.06	1.93	7	42	113	4.33	4.23	0.40	0.96	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	78.59	78.47	1.75	1.56	0.62	15.248	14.766
20	21	80.03	79.53	24.29	2.06	152	912	2449	3.83	3.52	6.98	17.22	8	1.35	1.59	0.0324288	51.56	1.12	78.44	78.13	1.59	1.40	0.62	21.402	20.653
21	32	79.53	79.39	10.87	1.29	153	918	2465	3.82	3.51	7.02	17.32	8	1.15	1.47	0.0324288	47.67	1.05	78.10	77.99	1.43	1.40	0.62	8.483	8.169
12	22	90.17	89.27	35.32	2.55	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	2.65	2.23	0.0324288	72.32	0.61	88.77	87.87	1.40	1.40	0.62	29.616	28.51
22	23	89.27	87.55	21.11	8.15	10	60	162	4.30	4.18	0.52	1.35	8	8.50	4.00	0.0324288	129.72	0.99	87.84	86.15	1.43	1.40	0.62	17.467	16.821
23	24	87.55	84.69	40.5	7.06	15	90	242	4.26	4.12	0.77	1.99	8	7.20	3.68	0.0324288	119.34	1.03	86.12	83.29	1.43	1.40	0.62	34.478	33.204
24	25	84.69	83.24	47.15	3.08	21	126	339	4.21	4.06	1.06	2.75	8	3.10	2.41	0.0324288	78.15	0.86	83.26	81.84	1.43	1.40	0.62	40.312	38.822
25	26	83.24	82.85	32.73	1.19	27	162	485	4.18	4.00	1.35	3.48	8	1.20	1.50	0.0324288	48.64	0.66	81.81	81.43	1.43	1.42	0.62	27.857	26.835
14	26	85.26	82.85	111.86	2.15	12	72	194	4.28	4.15	0.62	1.61	8	2.20	2.03	0.0324288	65.83	0.65	83.86	81.43	1.40	1.42	0.62	96.739	93.15
26	27	82.85	81.26	67.51	2.36	45	270	725	4.10	3.89	2.21	5.63	8	2.35	2.10	0.0324288	68.10	0.97	81.40	79.84	1.45	1.42	0.62	58.996	56.946
16	27	83.99	81.26	86.75	3.15	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	3.20	2.45	0.0324288	79.45	0.65	82.59	79.85	1.40	1.41	0.62	74.523	71.749
27	28	81.26	80.68	46.99	1.23	56	336	903	4.06	3.83	2.73	6.91	8	1.20	1.50	0.0324288	88.64	0.82	79.81	79.26	1.45	1.42	0.62	40.739	39.254
28A	28B	83.31	81.4	49.85	3.83	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	4.00	2.74	0.0324288	88.64	0.70	81.91	79.96	1.40	1.44	0.62	42.831	41.253
28B	28	81.4	80.68	37	2.20	9	54	145	4.31	4.20	0.47	1.22	8	2.10	1.99	0.0324288	64.53	0.59	79.93	79.27	1.47	1.41	0.62	28.123	27.101
28	29	80.68	80.66	10.63	0.19	67	402	1080	4.02	3.78	3.23	8.16	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.63	79.24	79.19	1.44	1.47	0.62	8.507	8.201
29A	29B	82.43	81.36	23.37	4.58	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	4.85	3.02	0.0324288	97.93	0.75	81.03	79.95	1.40	1.41	0.62	19.312	18.593
29B	29	81.36	80.66	32.56	2.15	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	2.60	2.21	0.0324288	71.67	0.60	79.92	79.10	1.44	1.56	0.62	29.165	28.448
29	30	80.66	80.63	15.05	0.20	73	438	1177	4.00	3.75	3.51	8.84	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.65	79.07	79.00	1.59	1.63	0.62	13.825	13.376
30	31	80.63	81.67	38.33	-2.71	76	456	1225	3.99	3.74	3.64	9.17	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.65	78.97	78.78	1.66	2.89	0.62	52.372	51.169
31	32	81.67	79.39	84.92	2.68	78	468	1257	3.99	3.73	3.73	9.39	8	0.95	1.34	0.0324288	43.45	0.82	78.75	77.95	2.92	1.44	0.62	113.156	110.441

Fuente: elaboracion propia

Tabla IV. Cálculo hidráulico drenaje sanitario, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Pozo/Vista	Cotas	Distancia mts	S Terreno	Total de Casas	Población	Factor de Flujo q		Diseño Verificado		Diam. Tubo	S Tubo	SECCION LLENIA			Cotas Inver	Altura de Pozo		Ancho de zanja	Volumen de excavación	Volumen de relleno						
						Actual	Futura	Actual	Futura			Area	Cauda (Q)	Actual		Futuro	Inicio				Final					
32	33	79.39	78.93	12.48	369	233	1398	3754	370	3.36	10.35	25.21	8	3.65	2.62	0.0324288	84.96	1.79	2.30	77.92	77.51	1.47	1.42	0.62	10.106	9.74
33	34	78.93	76.39	66.96	3.79	235	1410	3786	370	3.35	10.43	25.40	8	3.80	2.67	0.0324288	86.58	1.80	2.35	77.48	74.98	1.45	1.41	0.62	58.303	56.17
34A	34	73.16	76.39	85.18	-3.79	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	71.76	71.09	1.40	5.30	0.62	174.426	171.703
34	35	76.39	74.27	39.27	5.40	239	1434	3851	369	3.35	10.59	25.79	8	0.60	1.06	0.0324288	34.37	0.94	1.16	71.06	70.83	5.33	3.44	0.62	103.501	102.266
35	36	74.27	72.99	21.05	6.08	241	1446	3883	369	3.34	10.67	25.98	8	0.60	1.06	0.0324288	34.37	0.94	1.17	70.80	70.68	3.47	2.31	0.62	35.567	34.923
36	37	72.99	71.78	40.92	2.96	247	1482	3980	368	3.34	10.92	26.55	8	0.70	1.15	0.0324288	37.29	1.01	1.25	70.65	70.37	2.34	1.41	0.62	46.174	44.886
37	38	71.78	71.37	22.43	1.83	249	1494	4012	368	3.33	11.00	26.74	8	1.75	1.81	0.0324288	58.70	1.40	1.78	70.34	69.97	1.44	1.40	0.62	18.691	18.003
38	39	71.37	70.74	40.27	1.56	256	1536	4125	367	3.32	11.28	27.40	8	1.55	1.71	0.0324288	55.45	1.35	1.71	69.94	69.33	1.43	1.41	0.62	34.397	33.113
39	40	70.74	70.5	19.55	1.23	261	1566	4205	367	3.31	11.48	27.87	8	1.10	1.44	0.0324288	46.70	1.20	1.51	69.30	69.10	1.44	1.40	0.62	16.155	15.56
40A	40	69.96	70.5	26.06	-2.07	2	12	33	4.41	4.35	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	68.56	68.36	1.40	2.14	0.62	27.281	26.475
40	41	70.5	70.09	20.56	1.99	267	1602	4302	366	3.30	11.72	28.44	8	0.70	1.15	0.0324288	37.29	1.02	1.27	68.33	68.19	2.17	1.90	0.62	24.427	23.799
41	42	70.09	69.04	33.6	3.12	272	1632	4383	365	3.30	11.92	28.91	8	1.60	1.73	0.0324288	56.10	1.39	1.75	68.16	67.64	1.93	1.40	0.62	33.447	32.396
42A	42	68.82	69.04	42.64	-0.52	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.44	67.42	67.09	1.40	1.95	0.62	43.035	41.691
42	43	69.04	68.21	28.96	2.87	279	1674	4495	364	3.29	12.20	29.55	8	0.90	1.30	0.0324288	42.16	1.13	1.41	67.06	66.81	1.98	1.40	0.62	29.087	28.187
43A	43A	68.21	66.75	50.06	-4.69	2	12	33	4.41	4.35	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	63.00	62.61	1.40	4.14	0.62	83.912	82.328
43B	43C	66.75	66.72	2.35	1.18	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	62.58	62.57	4.17	4.15	0.62	3.482	3.488
43C	43	66.72	68.21	71.04	-2.10	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	0.60	1.06	0.0324288	34.37	0.40	0.53	62.54	62.12	4.18	6.09	0.62	222.350	220.085
44	44	66.21	67.8	15.81	2.59	291	1746	4689	363	3.27	12.68	30.67	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	1.10	1.36	62.09	61.97	6.12	5.83	0.62	54.123	53.649
44A	44	66.45	67.8	64.45	-2.09	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	1.65	1.76	0.0324288	57.07	0.58	0.76	65.05	64.01	1.40	3.79	0.62	101.763	99.712
44	45	67.8	65.92	80.11	4.84	319	1914	5140	360	3.23	13.78	33.24	8	0.90	1.30	0.0324288	42.16	1.17	1.44	61.94	61.79	5.86	2.13	0.62	195.452	192.893
45A	45	63.07	63.92	50.07	-1.70	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.44	61.67	61.28	1.40	2.64	0.62	61.205	59.62
45	46	63.92	63.55	22.27	1.66	327	1962	5269	359	3.22	14.10	33.97	8	0.95	1.34	0.0324288	43.45	1.21	1.48	61.76	61.56	2.16	1.99	0.62	27.107	26.424
50	49	62.12	62.53	17.41	-2.35	1	6	17	4.43	4.39	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	60.72	60.59	1.40	1.94	0.62	16.784	16.258
49A	49	64.64	62.53	59.28	3.56	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	3.65	2.62	0.0324288	84.96	0.67	0.76	63.24	61.12	1.40	1.41	0.62	50.593	48.71
49	48	62.53	63.09	38.28	-1.46	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.54	60.56	60.26	1.97	2.83	0.62	55.175	53.973
48A	48	65.04	63.09	45.72	4.27	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	4.40	2.88	0.0324288	93.39	0.71	0.86	63.64	61.68	1.40	1.41	0.62	38.781	37.337
48	47	63.09	63.32	21.48	-1.07	15	90	242	4.26	4.12	0.77	1.99	8	0.50	0.87	0.0324288	31.46	0.41	0.54	60.23	60.13	2.86	3.19	0.62	38.035	37.377
47A	47	65.69	63.32	47.35	5.01	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	5.15	3.11	0.0324288	100.85	0.77	0.90	64.29	61.91	1.40	1.41	0.62	40.201	38.704
47	46	63.32	63.55	19.4	-1.19	22	132	355	4.21	4.05	1.11	2.87	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.46	0.61	60.10	60.01	3.22	3.54	0.62	38.140	37.55
46	51	63.55	62.37	61.27	1.93	354	2124	5704	357	3.19	15.15	36.41	8	1.10	1.44	0.0324288	46.70	1.30	1.60	59.98	59.32	3.57	3.05	0.62	123.276	121.328
51A	51B	64.63	65.44	60.25	-1.34	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.47	63.23	62.76	1.40	2.68	0.62	74.686	72.771
51B	51D	65.24	65.23	9.85	2.13	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.49	62.73	62.66	2.71	2.57	0.62	14.158	13.877
51C	51D	65.23	65.23	48.07	0.12	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.44	63.89	63.52	1.40	1.71	0.62	45.187	43.667
51D	51F	65.23	65.11	7.02	1.71	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	0.60	1.06	0.0324288	34.37	0.40	0.53	62.63	62.60	2.60	2.51	0.62	9.219	9.03
51E	51F	65.97	65.11	60.6	1.42	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	1.45	1.65	0.0324288	53.51	0.49	0.66	64.57	63.71	1.40	1.40	0.62	51.559	49.633
51F	51	65.11	64.49	15.64	3.96	23	138	371	4.20	4.04	1.16	3.00	8	0.50	0.97	0.0324288	31.46	0.46	0.61	62.57	62.50	2.54	1.99	0.62	20.278	19.81
51H	51I	64.22	64.49	58.82	-0.46	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.49	62.82	62.36	1.40	2.13	0.62	63.054	61.185
51K	51K	64.49	63.22	25.6	4.96	33	198	532	4.15	3.96	1.64	4.21	8	2.70	2.25	0.0324288	72.96	0.93	1.23	62.47	61.81	2.02	1.41	0.62	25.945	25.154
51J	51K	63.09	63.22	37.57	-0.35	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.47	61.69	61.40	1.40	1.82	0.62	36.305	35.126
51K	51	63.22	62.37	32.87	2.59	42	252	677	4.11	3.90	2.07	5.28	8	1.25	1.53	0.0324288	49.62	0.76	1.01	61.37	60.97	1.85	1.40	0.62	31.908	30.881
51	52	62.37	62.17	19.7	1.02	402	2412	6477	352	3.14	16.99	40.66	8	2.00	1.94	0.0324288	62.91	1.66	2.07	59.29	58.92	3.08	3.25	0.62	36.303	35.703

Fuente: elaboración propia

Tabla IV. Cálculo hidráulico drenaje sanitario, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Pozo Vista	Cotas Inicial	Cotas Final	Distancia mts	S Terreno	Total de Casas	Población		Factor de Flujo		q Diseño Verificado		Diám Tubo	S Tubo	SECCION ILENA		v		Cotas Inver		Altura de Pozo		Ancho de zanja	Volumen de excavación	Volumen de relleno			
						Actual	Future	Actual	Future	Actual	Future			Area	Cauda (Q)	Actual	Future	Salida	Entrada	Inido	Final						
52A	52	59.32	62.17	81.01	-3.52	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.49	57.92	57.28	1.40	4.89	0.62	153.034	153.034	
52	53	62.17	61.25	57.72	1.59	410	2460	6606	3.51	3.13	17.29	41.36	8	1.50	1.68	0.0324288	54.48	1.50	1.85	57.25	56.40	4.92	4.85	0.62	171.182	169.349	
53	54	62.25	59.69	49.33	5.19	412	2472	6638	3.51	3.13	17.37	41.54	8	1.45	1.65	0.0324288	53.51	1.49	1.83	56.37	55.67	5.88	4.02	0.62	147.711	146.15	
54A	54	62.05	59.69	69.69	3.39	7	42	113	4.33	4.23	0.40	0.96	8	3.45	2.55	0.0324288	82.69	0.87	0.87	60.65	58.29	1.40	1.40	0.62	59.449	57.228	
54	55	59.69	59.04	10.57	6.15	420	2520	6767	3.51	3.12	17.67	42.24	8	1.45	1.65	0.0324288	53.51	1.49	1.83	55.64	55.50	4.05	3.54	0.62	22.047	21.743	
55A	55	57.5	59.04	80.33	-1.92	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	0.60	1.06	0.0324288	34.37	0.40	0.53	56.10	55.63	1.40	3.41	0.62	117.991	115.425	
55	56	59.04	57.59	22.38	6.48	433	2598	6976	3.49	3.11	18.16	43.36	8	1.50	1.68	0.0324288	54.48	1.52	1.87	55.47	55.15	3.57	2.44	0.62	39.460	38.773	
																										0.000	0
63	64	80.23	77.78	33.62	7.29	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	7.55	3.77	0.0324288	122.26	0.87	0.90	78.83	76.38	1.40	1.40	0.62	28.141	27.09	
64	65	77.78	76.18	36.84	4.34	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	4.40	2.88	0.0324288	93.39	0.71	0.81	76.35	74.78	1.43	1.40	0.62	31.267	30.111	
65	66	76.18	75.49	14.07	4.90	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	5.10	3.10	0.0324288	100.53	0.77	0.90	74.75	74.09	1.43	1.40	0.62	11.291	10.874	
66	67	75.49	73.83	22.2	7.48	7	42	113	4.33	4.23	0.40	0.96	8	7.75	3.82	0.0324288	123.88	0.88	1.17	74.06	72.43	1.43	1.40	0.62	18.423	17.742	
67	68	73.83	72.05	23.07	7.72	8	48	129	4.32	4.21	0.40	1.09	8	8.00	3.88	0.0324288	125.82	0.88	1.21	72.40	70.65	1.43	1.40	0.62	19.187	18.478	
68A	68B	70.55	71.2	34.72	-1.87	2	12	33	4.41	4.35	0.40	0.40	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	69.15	68.88	1.40	2.32	0.62	38.655	37.568	
68B	68	71.2	72.05	37.99	-2.24	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	0.80	1.23	0.0324288	39.89	0.40	0.40	68.85	68.56	2.35	3.49	0.62	66.605	65.412	
68C	68	73.21	72.05	30.76	3.77	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	3.95	2.73	0.0324288	88.53	0.70	0.83	71.81	70.64	1.40	1.41	0.62	25.750	24.791	
68	69	72.05	70.75	16.61	7.83	17	102	274	4.24	4.09	0.87	2.24	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	0.43	0.57	68.53	68.45	3.52	2.30	0.62	27.803	27.303	
69	70	70.75	70.27	12.89	3.72	18	108	290	4.23	4.08	0.91	2.37	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	0.43	0.58	68.42	68.36	2.33	1.91	0.62	15.365	14.986	
70	71	70.27	69.71	16.16	3.47	19	114	307	4.23	4.07	0.96	2.50	8	0.8	1.23	0.0324288	39.89	0.52	0.69	68.33	68.21	1.94	1.50	0.62	15.953	15.468	
71	72	69.71	68.6	88.93	1.25	20	120	323	4.22	4.06	1.01	2.63	8	1.15	1.47	0.0324288	47.67	0.60	0.79	68.18	67.17	1.53	1.43	0.62	80.501	77.656	
35	35A	74.28	70.64	112.92	3.22	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	3.3	2.49	0.0324288	80.75	0.66	0.72	72.88	69.19	1.40	1.45	0.62	98.705	95.082	
35A	35B	70.64	68.77	61.24	3.05	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	3	2.38	0.0324288	77.18	0.63	0.74	69.16	67.36	1.48	1.41	0.62	53.790	51.843	
35B	72	68.77	68.6	22.37	0.76	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	2.55	2.19	0.0324288	71.02	0.60	0.70	67.33	66.79	1.44	1.81	0.62	21.329	20.642	
																											0
72	73	68.6	67.1	32.24	4.65	25	150	403	4.19	4.02	1.26	3.24	8	4.65	2.96	0.0324288	95.99	1.05	1.39	67.14	65.70	1.46	1.40	0.62	27.520	26.513	
73	74	67.1	65.55	62.4	2.48	26	156	419	4.19	4.01	1.31	3.36	8	2.5	2.17	0.0324288	70.37	0.84	1.12	65.67	64.14	1.43	1.41	0.62	53.880	51.895	
74	75	65.55	61.52	70.38	5.73	27	162	435	4.18	4.00	1.35	3.48	8	5.8	3.30	0.0324288	107.02	1.15	1.53	64.11	60.10	1.44	1.42	0.62	61.335	59.092	
36	36A	73.04	71.69	55.65	2.43	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	2.5	2.17	0.0324288	70.37	0.59	0.66	71.64	70.28	1.40	1.41	0.62	47.431	45.665	
36A	36B	71.69	70.02	49.59	3.37	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	3.4	2.53	0.0324288	82.04	0.67	0.90	70.25	68.60	1.44	1.42	0.62	42.903	41.334	
36B	36C	70.02	68.02	59.16	3.38	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	3.4	2.53	0.0324288	82.04	0.73	0.98	68.57	66.60	1.45	1.42	0.62	51.567	49.687	
36C	36D	68.02	67.61	20.3	2.02	12	72	194	4.28	4.15	0.62	1.61	8	2	1.94	0.0324288	62.91	0.63	0.84	66.57	66.19	1.45	1.42	0.62	16.993	16.374	
36D	36E	67.61	67.28	11.57	2.85	13	78	210	4.27	4.14	0.67	1.74	8	2.9	2.34	0.0324288	75.88	0.73	0.97	66.16	65.86	1.45	1.42	0.62	9.226	8.89	
36E	36F	67.28	67.12	7.47	2.14	14	84	226	4.26	4.13	0.72	1.87	8	2.15	2.01	0.0324288	65.18	0.67	0.89	65.83	65.70	1.45	1.42	0.62	5.575	5.375	
36F	36G	67.12	66.62	14.42	3.47	15	90	242	4.26	4.12	0.77	1.99	8	3.55	2.58	0.0324288	83.67	0.83	1.08	65.67	65.20	1.45	1.42	0.62	11.762	11.333	
36G	36H	66.62	66.37	12.24	2.04	16	96	258	4.25	4.11	0.82	2.12	8	2	1.94	0.0324288	62.91	0.68	0.91	65.17	64.95	1.45	1.42	0.62	9.822	9.464	
36H	36I	66.37	65.85	16.9	3.08	17	102	274	4.24	4.09	0.87	2.24	8	3.1	2.41	0.0324288	78.15	0.80	1.07	64.92	64.43	1.45	1.42	0.62	13.968	13.459	
36I	36B	65.85	65.11	21.8	3.39	18	108	290	4.23	4.08	0.91	2.37	8	3.45	2.55	0.0324288	82.69	0.85	1.13	64.40	63.69	1.45	1.42	0.62	18.328	17.66	
38	38A	71.37	68.5	86.52	3.32	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	3.4	2.53	0.0324288	82.04	0.67	0.90	69.97	67.07	1.40	1.43	0.62	74.851	72.084	
38A	38B	68.5	65.11	73.34	4.62	16	96	258	4.25	4.11	0.82	2.12	8	4.65	2.96	0.0324288	95.99	0.92	1.23	67.04	63.69	1.46	1.42	0.62	64.407	62.068	
38B	38C	65.11	61.52	39.64	9.06	34	204	548	4.14	3.95	1.69	4.33	8	9.2	4.16	0.0324288	134.90	1.45	1.93	63.66	60.12	1.45	1.40	0.62	33.962	32.715	
38C	38D	61.52	58.93	49.8	5.20	66	396	1064	4.02	3.78	3.19	8.05	8	5.3	3.16	0.0324288	102.48	1.44	1.88	60.09	57.51	1.43	1.42	0.62	42.938	41.362	

Fuente: elaboración propia

Tabla IV. Cálculo hidráulico drenaje sanitario, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Pozo Visita	Cotas	Distancia mts	S Terreno	Total de Casas	Poblacion	Factor de Flujo		q Diseño		Diam Tubo	S Tubo %	SECCION LLENA			v Actual	Coras Inver		Altura de Pozo	Ancho de zanja	Volumen de excavacion	Volumen de relleno			
						Actual	Futura	Actual	Futura			Velocidad	Area	Cauda (Q)		Salida	Entrada					Inicio	Final	
39	39A	70.74	67.74	65.31	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	4.7	2.97	0.0324288	96.31	66.33	1.40	1.41	0.62	55.846	53.767		
39A	39B	67.74	63.46	62.86	12	72	194	4.28	4.15	0.62	1.61	8	6.9	3.60	0.0324288	116.74	66.30	62.05	1.44	1.41	0.62	54.477	52.477	
39B	39C	63.46	58.93	55.64	8.14	12	72	194	4.28	4.15	0.62	1.61	8	8.25	3.94	0.0324288	127.77	62.02	57.53	1.44	1.40	0.62	47.929	46.164
39C	76	58.93	60.81	68.51	-2.74	85	510	1370	3.97	3.71	4.05	10.16	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	57.50	57.16	1.43	3.65	0.62	106.000	103.817
41	41A	70.09	67.7	63.48	3.76	5	30	81	4.35	4.27	0.40	0.69	8	3.85	2.69	0.0324288	87.23	66.29	1.40	1.41	0.62	54.252	52.232	
41A	41B	67.7	66.85	13.48	6.31	10	60	162	4.30	4.18	0.52	1.35	8	6.6	3.52	0.0324288	114.15	66.26	65.45	1.44	1.40	0.62	10.811	10.413
41B	41C	66.85	64.65	32.87	6.69	12	72	194	4.28	4.15	0.62	1.61	8	6.85	3.59	0.0324288	116.42	65.42	63.25	1.43	1.40	0.62	27.784	26.757
41C	41D	64.65	63.13	20.4	7.45	14	84	226	4.26	4.13	0.72	1.87	8	7.75	3.82	0.0324288	123.88	63.22	61.73	1.43	1.40	0.62	16.844	16.221
41D	76	63.13	60.81	42.81	5.42	15	90	242	4.26	4.12	0.77	1.99	8	5.5	3.22	0.0324288	104.42	61.70	59.41	1.43	1.40	0.62	36.504	35.155
76	77	60.81	60.7	13.69	0.80	101	606	1628	3.93	3.65	4.76	11.90	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	57.13	57.07	3.68	3.63	0.62	28.304	27.899
77A	77B	63.14	63.81	22.65	-2.96	4	24	65	4.37	4.29	0.40	0.56	8	0.8	1.23	0.0324288	39.89	61.74	61.57	1.40	2.24	0.62	24.204	23.508
77B	77	63.81	60.7	53.6	5.80	9	54	145	4.31	4.20	0.47	1.22	8	4.3	2.84	0.0324288	92.10	61.54	59.29	2.27	1.41	0.62	59.778	58.079
77	78	60.7	60.21	32.21	1.52	111	666	1789	3.91	3.62	5.20	12.96	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	57.04	56.88	3.66	3.33	0.62	67.196	66.19
78	56A	60.21	58.93	45.73	2.80	111	666	1789	3.91	3.62	5.20	12.96	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	56.85	56.63	3.36	2.30	0.62	78.132	76.688
56A	56	58.93	57.59	115.94	1.16	116	696	1869	3.90	3.61	5.42	13.49	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	56.60	56.03	2.33	1.56	0.62	138.365	134.644
56	57	57.59	56.89	14.04	4.99	550	3300	8861	3.41	3.01	22.49	53.28	10	0.7	1.33	0.05067	67.39	55.10	55.01	2.49	1.88	0.67	18.797	18.146
57A	57	55.12	56.89	85.36	-2.07	8	48	129	4.32	4.21	0.41	1.09	8	0.8	1.23	0.0324288	39.89	53.72	53.05	1.40	3.84	0.62	136.710	133.981
57	58	56.89	55.67	32.44	3.76	560	3360	9022	3.40	3.00	22.85	54.11	10	0.75	1.38	0.05067	69.92	53.00	52.77	3.89	2.90	0.67	71.060	69.477
58A	58	55.67	54.7	64.23	-6.43	3	18	49	4.39	4.32	0.40	0.42	8	0.8	1.23	0.0324288	39.89	52.97	52.47	1.40	6.03	0.62	145.177	143.133
58B	58	55.67	64.13	4.41	4.41	6	36	97	4.34	4.25	0.40	0.82	8	6.7	3.55	0.0324288	115.12	52.44	48.22	6.06	7.45	0.62	265.557	261.516
58	59	55.67	54.7	26.24	3.70	569	3414	9167	3.39	2.99	23.17	54.86	10	0.8	1.42	0.05067	71.95	48.17	47.97	7.50	6.73	0.67	119.367	118.098
59A	59	51.48	54.7	81.57	-3.95	14	84	226	4.26	4.13	0.72	1.87	8	0.5	0.97	0.0324288	31.46	50.08	49.68	1.40	5.02	0.62	159.952	157.346
59	60	54.7	54.04	11.43	5.77	584	3504	9409	3.38	2.98	23.72	56.10	10	0.8	1.42	0.05067	71.95	47.92	47.84	6.78	6.20	0.67	44.483	43.965
60B	60A	52.03	53.56	74.44	-2.06	10	60	162	4.30	4.18	0.52	1.35	8	0.65	1.11	0.0324288	36.00	50.63	50.15	1.40	3.41	0.62	109.208	106.833
60C	60A	50.71	53.56	69.1	-4.12	0	0	0	4.50	4.50	0.40	0.40	8	0.8	1.23	0.0324288	39.89	49.31	48.77	1.40	4.79	0.62	130.293	128.091
60A	60	53.56	54.04	13.54	-3.55	11	66	178	4.29	4.17	0.57	1.48	8	0.6	1.06	0.0324288	34.37	48.74	48.67	4.82	5.37	0.62	38.981	38.581
60	61	54.04	56.58	54.3	-4.68	598	3588	9635	3.38	2.97	24.22	57.25	10	0.8	1.42	0.05067	71.95	47.89	47.47	6.15	9.11	0.67	271.453	268.762
62	61	55.9	56.58	43.47	-1.56	600	3600	9667	3.37	2.97	24.29	57.41	8	2.7	2.25	0.0324288	72.96	54.50	53.36	1.40	3.22	0.62	60.539	59.168
61	63	56.58	54.42	47.44	4.55	603	3618	9715	3.37	2.97	24.40	57.65	10	4.8	3.49	0.05067	176.84	47.44	45.22	9.14	9.20	0.67	284.094	281.751

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3

**TABLA III PRESUPUESTO ESTIMADO POR RENGLONES
RESUMEN DEL CÁLCULO HIDRÁULICO Y
PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL**

Tabla V. Cálculo hidráulico drenaje pluvial, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Estación Inicial	Estación Final	Cotas		Distancia mts	DHD	S Pend. Terreno %	Área Tributaria [Ha]		q Actual	Diseño Actual	Diam ⁿ Tubería	S Pend	SECCION LLENA		q/Q		v/V Actual	Diseño Actual	Cotas Inver		Altura Pozo Salida	Altura Pozo Entrada		
		Local	Acum.				Area	Caudal (Q)					Actual	Actual	Entrada	Salida								
1	2	100.67	102.24	79.45	78.25	-1.98	0.06	0.06	0.06	0.12	40.01	12	0.5	1.27	0.072965	92.67	0.210424	0.320	0.804	1.02	99.16	98.77	1.51	3.47
2	3	102.24	102.84	79.56	78.36	-0.75	0.06	0.06	0.12	0.17	56.14	12	0.5	1.27	0.072965	92.67	0.431747	0.460	0.964	1.22	98.74	98.35	3.50	4.45
3	4	102.84	102.99	62.14	60.94	-0.24	0.05	0.12	0.17	0.23	76.99	12	0.5	1.27	0.072965	92.67	0.605806	0.570	1.058	1.34	98.32	98.02	4.52	4.97
4	5	102.99	102.54	80.85	79.65	0.56	0.06	0.17	0.23	0.30	99.85	12	0.6	1.39	0.072965	101.42	0.759120	0.660	1.104	1.53	97.99	97.51	5.00	5.02
5	6	102.54	98.69	83.83	82.63	4.59	0.07	0.23	0.30	0.36	119.35	12	4.6	3.85	0.072965	280.91	0.355452	0.470	0.921	1.55	97.48	93.68	5.06	5.01
6	7	98.69	98.65	80.32	79.12	0.05	0.06	0.30	0.36	0.43	144.23	12	1	1.80	0.072965	131.34	0.908710	0.750	1.134	2.04	93.65	92.86	5.04	5.76
7	8	98.65	97.27	102.27	101.07	1.35	0.07	0.36	0.43	0.66	221.48	12	1.5	2.20	0.072965	160.52	0.898517	0.750	1.134	2.49	92.83	91.31	5.82	5.96
8	9	97.27	94.97	57.45	56.25	4.00	0.23	0.43	0.66	0.82	276.15	12	3.8	3.50	0.072965	255.38	0.867257	0.720	1.126	3.94	91.28	89.14	5.99	5.82
9	10	94.97	93.06	40.65	39.45	4.70	0.16	0.66	0.82	1.23	414.40	12	4.5	3.81	0.072965	278.00	0.993345	0.810	1.140	4.34	89.11	87.33	5.86	5.72
10	11	93.06	91.44	102.81	101.61	1.58	0.41	0.82	1.23	1.47	492.85	18	1.5	2.88	0.164171	472.81	0.876462	0.730	1.130	3.25	87.18	85.66	5.88	5.78
11	12	91.44	90.21	58.34	57.14	2.11	0.23	1.23	1.47	1.77	596.00	18	2.5	3.72	0.164171	504.00	0.977877	0.800	1.140	3.50	85.63	84.66	5.81	5.52
12	13	90.21	86.44	76.70	75.50	4.92	0.31	1.47	1.77	1.87	629.63	18	2.7	3.87	0.164171	610.72	0.975897	0.800	1.140	4.24	84.63	82.74	5.58	3.70
13	14	86.44	85.28	25.01	23.81	4.64	0.10	1.77	1.87	1.96	658.73	24	1	2.85	0.291859	831.80	0.991013	0.810	1.140	4.41	82.71	82.07	3.73	3.21
14	15	85.28	84.41	21.64	20.44	4.02	0.09	1.87	1.96	2.03	681.69	24	1	2.85	0.291859	831.80	0.819536	0.690	1.112	3.17	81.92	81.72	3.56	2.66
15	16	84.41	84.00	17.07	15.87	2.40	0.07	1.96	2.03	2.17	729.90	24	1	2.85	0.291859	831.80	0.877495	0.730	1.130	3.22	81.50	81.15	2.50	2.24
16	28A	84.00	83.39	35.85	34.65	1.70	0.14	2.03	2.17	2.27	762.86	24	1.4	3.38	0.291859	986.48	0.773315	0.660	1.104	3.73	81.12	80.79	2.27	2.07
28A	17	83.39	82.86	24.51	23.31	2.16	0.10	2.17	2.27	2.36	813.10	24	1.5	3.49	0.291859	1018.59	0.798260	0.680	1.112	3.88	80.24	80.04	2.56	1.81
17	18	82.86	81.85	14.55	13.35	6.94	0.06	2.36	2.42	2.56	861.70	24	2	4.03	0.291859	1176.19	0.732620	0.640	1.094	4.41	79.29	78.59	2.62	1.82
18	19	81.85	80.41	36.14	34.94	3.98	0.14	2.42	2.56	2.67	929.81	24	1.5	3.49	0.291859	1018.59	0.960946	0.790	1.140	3.98	77.73	77.40	2.29	2.06
19A	19	81.12	80.41	19.09	17.89	3.72	0.08	2.64	2.73	2.95	992.53	24	1.60	3.61	0.291859	1053.61	0.942028	0.780	1.139	4.11	77.37	77.23	2.11	2.17
19	20	80.41	80.02	23.25	22.05	1.68	0.09	2.64	2.73	2.81	1053.81	24	1.60	3.61	0.291859	1053.61	0.942028	0.780	1.139	4.11	77.37	77.23	2.11	2.17
20A	20B	80.16	80.27	4.37	3.17	-2.52	0.02	0.02	0.02	0.14	45.47	12	4.20	3.68	0.072965	268.51	0.169342	0.280	0.747	2.75	88.70	87.33	1.51	1.51
20B	20	80.27	80.02	17.28	16.08	1.45	0.07	0.02	0.09	0.23	76.44	12	6.30	4.51	0.072965	329.07	0.332291	0.330	0.817	3.68	87.30	85.92	1.54	1.51
20	21	80.02	79.48	23.10	21.90	2.34	0.09	2.82	2.91	0.39	130.41	12	7.00	4.76	0.072965	347.31	0.375486	0.430	0.934	4.45	85.89	83.16	1.54	1.52
21	32	79.48	79.4	10.20	9.00	0.78	0.04	2.91	2.95	0.58	195.92	12	3.10	3.16	0.072965	230.57	0.849720	0.710	1.124	3.55	83.13	81.66	1.55	1.51
22	23	88.84	87.43	23.03	21.83	6.12	0.09	0.14	0.23	0.39	130.41	12	7.00	4.76	0.072965	347.31	0.375486	0.430	0.934	4.45	85.89	83.16	1.54	1.52
23	24	87.43	84.68	40.14	38.94	6.85	0.16	0.23	0.39	0.58	195.92	12	3.10	3.16	0.072965	230.57	0.849720	0.710	1.124	3.55	83.13	81.66	1.55	1.51
24	25	84.68	83.17	48.71	47.51	3.10	0.19	0.39	0.58	0.71	238.16	15	1.00	2.09	0.114008	238.28	0.999496	0.810	1.140	2.38	81.59	81.29	1.58	1.58
25	26	83.17	82.87	31.41	30.21	0.96	0.13	0.58	0.71	0.45	151.55	12	2.20	2.67	0.072965	194.82	0.777898	0.670	1.108	2.96	83.77	81.32	1.51	1.55
14	26	85.28	82.87	112.70	111.50	2.14	0.45	0.45	0.45	1.16	443.48	18	2.40	3.65	0.164171	599.22	0.801876	0.680	1.112	4.06	81.14	79.55	1.73	1.72
26	27	82.87	81.27	67.51	66.31	2.37	0.27	1.16	1.43	0.35	116.87	12	3.20	3.22	0.072965	234.95	0.497425	0.500	1.000	3.22	82.49	79.75	1.51	1.52
16	27	84	81.27	86.91	85.71	3.14	0.35	0.35	0.35	1.16	443.48	18	2.40	3.65	0.164171	599.22	0.801876	0.680	1.112	4.06	81.14	79.55	1.73	1.72
27	28	81.27	80.72	47.59	46.39	1.16	0.19	1.78	1.97	0.19	64.02	12	4.30	3.73	0.072965	272.16	0.235229	0.340	0.830	3.10	81.88	79.88	1.51	1.55
28A	28B	83.39	81.43	47.61	46.41	4.12	0.19	0.19	0.19	0.33	112.06	12	1.90	2.48	0.072965	180.95	0.619287	0.570	1.058	2.62	79.85	79.19	1.58	1.55
28B	28	81.43	80.72	35.72	34.52	1.99	0.14	0.19	0.33	0.34	78.81	21	1.90	3.60	0.223455	804.44	0.979700	0.800	1.140	4.10	77.97	77.79	2.75	2.84
28	29	80.72	80.63	10.92	9.72	0.82	0.04	2.30	2.34	0.14	45.72	12	4.50	3.81	0.072965	278.00	0.164460	0.280	0.747	2.85	81.12	79.64	1.51	1.51
29A	29B	82.63	81.15	34.00	32.80	4.35	0.14	0.14	0.14	0.24	79.91	12	2.10	2.60	0.072965	189.71	0.421222	0.460	0.964	2.51	79.61	79.10	1.54	1.55
28B	29	81.15	80.63	25.42	24.22	2.05	0.10	0.14	0.24	0.24	79.91	12	2.10	2.60	0.072965	189.71	0.421222	0.460	0.964	2.51	79.61	79.10	1.54	1.55
29	30	80.63	80.64	16.88	15.68	-0.06	0.07	2.58	2.65	0.07	890.72	21	2.25	3.92	0.223455	875.94	1.016873	0.840	1.139	4.46	77.76	77.41	2.87	3.22
30	31	80.64	81.7	39.20	38.00	-2.70	0.16	2.65	2.81	0.16	943.43	24	2.00	4.03	0.291859	1176.19	0.802107	0.680	1.112	4.48	77.34	76.58	3.30	5.12
31	32	81.7	79.4	82.08	80.88	2.80	0.33	2.81	3.13	0.33	1053.81	24	1.60	3.61	0.291859	1053.61	0.942028	0.780	1.140	4.12	76.55	75.26	5.15	4.14

Fuente: elaboración propia

Tabla V. Cálculo hidráulico drenaje pluvial, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Estacion	Cotas		Distancia mts	DHD	S _{pend} Terreno %	Area Tributaria [Ha]		q	Diseño Tuberia	Diam " "	S Pend Tuberia	SECCION LLENA				q/Q	q/D	V/V	v	Cotas Inver		Altura Pozo	
	Inicial	Final				Local	Acum.					Actual	Velocidad	Area	Cauda (Q)					Actual	Actual	Actual	Actual
32	33	79.4	78.94	13.18	11.98	3.49	0.05	6.09	6.14	2064.06	36	1.00	3.74	0.656683	2456.00	0.840415	0.710	1.124	4.20	75.11	74.99	4.29	3.95
33	34	78.94	76.58	65.16	63.96	3.62	0.26	6.14	6.40	2151.68	36	1.00	3.74	0.656683	2456.00	0.876091	0.730	1.130	4.23	74.96	74.32	3.98	2.26
34A	34	73.27	76.58	81.61	80.41	-4.06	0.33	6.73	6.89	2315.07	36	1.00	1.80	0.072965	131.34	0.835617	0.700	1.120	2.02	71.76	70.96	1.51	5.62
35	36	76.58	74.4	39.89	38.69	5.47	0.16	6.73	6.89	2315.07	36	0.90	3.55	0.656683	2331.23	0.993068	0.810	1.140	4.05	70.41	70.06	6.17	4.34
36	37	73.15	71.76	40.66	39.46	3.42	0.16	6.97	7.13	2398.39	36	1.10	3.92	0.656683	2574.20	0.931703	0.770	1.137	4.46	69.78	69.35	3.37	2.41
37	38	71.76	71.39	22.18	20.98	1.67	0.09	7.13	7.22	2428.22	36	1.10	3.92	0.656683	2574.20	0.943291	0.780	1.139	4.46	69.32	69.09	2.44	2.30
38	39	71.39	70.75	41.32	40.12	1.55	0.17	7.22	7.39	2483.79	36	1.25	4.18	0.656683	2744.94	0.904861	0.750	1.134	4.74	69.06	68.56	2.33	2.15
39	40	70.75	70.13	19.61	18.41	3.16	0.08	7.39	7.47	2510.16	36	1.30	4.26	0.656683	2797.47	0.897296	0.740	1.132	4.82	68.53	68.29	2.22	1.84
40A	40	69.97	70.53	22.85	21.65	-2.45	0.09	7.56	7.64	2567.23	36	1.30	4.26	0.656683	2797.47	0.917697	0.760	1.136	4.84	67.48	67.24	3.05	2.86
40	41	70.53	70.13	19.59	18.39	2.04	0.08	7.56	7.64	2567.23	36	1.30	4.26	0.656683	2797.47	0.933776	0.770	1.137	4.84	67.21	66.79	2.92	2.33
41	42	70.13	69.12	33.45	32.25	3.02	0.13	7.64	7.77	2612.21	36	1.30	4.26	0.656683	2797.47	0.933776	0.770	1.137	4.84	67.21	66.79	2.92	2.33
42A	42	68.7	69.12	43.29	42.09	-0.97	0.17	7.94	8.06	2710.54	36	1.25	4.18	0.656683	2797.47	0.933776	0.770	1.137	4.84	67.21	66.79	2.92	2.33
42	43	69.12	68.24	29.83	28.63	2.95	0.12	7.94	8.06	2710.54	36	1.25	4.18	0.656683	2797.47	0.933776	0.770	1.137	4.84	67.21	66.79	2.92	2.33
43A	43B	64.37	66.8	50.03	48.83	-4.86	0.20	8.06	8.25	2886.60	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
43B	43C	66.8	66.74	2.62	1.42	2.29	0.01	8.06	8.25	2886.60	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
43C	43	66.74	68.24	69.87	68.67	-2.15	0.28	8.25	8.42	2941.76	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
43	44	68.24	67.8	15.84	14.64	2.78	0.06	8.42	8.62	2996.87	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
44A	44	66.44	67.8	63.40	62.20	-2.15	0.25	8.62	8.82	3047.03	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
44	45	67.8	63.91	79.15	77.95	4.91	0.32	8.82	9.19	3088.30	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
45A	45	63.03	63.91	51.08	49.88	-1.72	0.20	9.19	9.48	3187.01	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
45	46	63.91	63.59	22.33	21.13	1.43	0.09	9.39	9.48	3187.01	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
50	49	62.14	62.47	15.83	14.63	-2.08	0.06	9.48	9.85	3237.16	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
49A	49	64.52	62.47	56.85	55.65	3.61	0.23	9.85	10.22	3287.31	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
49	48	62.47	63.05	38.17	36.97	-1.52	0.15	10.22	10.60	3337.46	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
48A	48	64.89	63.05	44.90	43.70	4.10	0.18	10.60	11.00	3387.61	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
48	47	63.05	63.28	22.05	20.85	-1.04	0.09	11.00	11.40	3437.76	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
47A	47	65.5	63.28	44.31	43.11	5.01	0.18	11.40	11.80	3487.91	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
47	46	63.28	63.59	22.11	20.91	-1.40	0.09	11.80	12.20	3538.06	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
46	51	63.59	62.37	60.56	59.36	2.01	0.24	12.20	12.60	3588.21	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51A	51B	64.75	65.45	60.25	59.05	-1.16	0.24	12.60	13.00	3638.36	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51B	51D	65.45	65.17	10.26	9.06	2.73	0.04	13.00	13.40	3688.51	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51C	51D	65.22	65.17	44.84	43.64	0.11	0.18	13.40	13.80	3738.66	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51D	51F	65.17	65.1	3.98	2.78	1.76	0.02	13.80	14.20	3788.81	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51E	51F	66.02	65.1	63.69	62.49	1.44	0.25	14.20	14.60	3838.96	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51F	51G	65.1	64.93	7.42	6.22	2.29	0.03	14.60	15.00	3889.11	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51G	51I	64.93	64.51	10.86	9.66	3.87	0.04	15.00	15.40	3939.26	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51H	51I	64.2	64.51	56.46	55.26	-0.55	0.23	15.40	15.80	3989.41	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51I	51K	64.51	63.22	26.16	24.96	4.93	0.10	15.80	16.20	4039.56	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51J	51K	63.13	63.22	34.17	32.97	-0.26	0.14	16.20	16.60	4089.71	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77
51K	51	63.22	62.37	30.03	28.83	2.83	0.12	16.60	17.00	4139.86	42	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.314088	0.390	0.881	2.26	67.19	66.35	1.51	2.77

Fuente: elaboración propia

Tabla V. Cálculo hidráulico drenaje pluvial, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

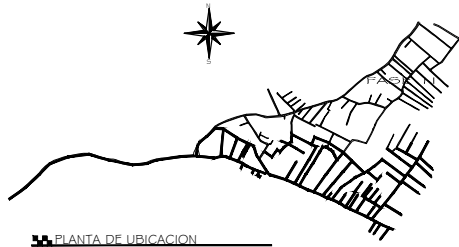
Estacion	Cotas		Distancia mts	DHD	S Pend. Terreno %	Area Tributaria [Ha]		q	Diseño Tuberia "	Diam "	S Pendi osta	SECCION LLENA			q/Q	d/D	v/V	v	Cotas Inver		Altura Pozo		
	Inicial	Final				Local	Acum.					Actual	Velocidad	Area					Cauda (Q)	Salida	Entrada	Salida	Entrada
51	52	62.37	62.2	16.02	14.82	1.06	0.06	12.09	12.16	4086.55	42	1.10	4.35	0.893819	3888.11	1.051038	0.880	1.131	4.92	56.99	56.83	5.38	5.37
52A	52	59.5	62.2	81.69	80.49	-3.31	0.33		0.33	109.85	12	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.592726	0.560	1.049	2.66	57.99	56.38	1.51	5.82
52	53	62.2	61.32	62.01	60.81	1.42	0.25	12.48	12.73	4279.79	54	0.50	3.46	1.477537	5112.28	0.837159	0.700	1.120	3.88	55.78	55.48	6.42	5.84
53	54	61.32	59.57	49.48	48.28	3.54	0.20	12.73	12.93	4346.33	54	0.50	3.46	1.477537	5112.28	0.850174	0.710	1.124	3.89	55.45	55.21	5.87	4.36
54A	54	61.94	59.57	67.24	66.04	3.52	0.27		0.27	90.42	12	3.60	3.41	0.072965	248.81	0.363410	0.420	0.921	3.14	60.43	58.05	1.51	1.52
54	55	59.57	59.57	7.50	6.30	0.00	0.03	13.20	13.23	4446.84	54	0.50	3.46	1.477537	5112.28	0.869835	0.730	1.130	3.91	54.15	54.12	5.42	5.45
55A	55	57.43	59.57	83.53	82.33	-2.56	0.33		0.33	112.33	12	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.606108	0.570	1.058	2.69	55.92	54.27	1.51	5.30
55	56	59.57	57.64	25.09	23.89	7.69	0.10	13.56	13.66	4592.91	54	0.50	3.46	1.477537	5112.28	0.898407	0.750	1.134	3.92	53.06	52.94	6.51	4.70
63	64	80.17	77.85	32.75	31.55	7.08	0.13		0.13	44.04	12	7.40	4.89	0.072965	356.80	0.123430	0.240	0.684	3.34	78.66	76.33	1.51	1.52
64	65	77.85	76.02	37.17	35.97	4.92	0.15	0.13	0.28	94.03	12	5.00	4.02	0.072965	293.32	0.320571	0.390	0.891	3.58	76.30	74.50	1.55	1.52
65	66	76.02	75.3	13.55	12.35	5.31	0.05	0.28	0.33	112.25	12	5.50	4.22	0.072965	307.91	0.364555	0.420	0.921	3.89	74.47	73.79	1.55	1.51
66	67	75.3	73.98	19.53	18.33	6.76	0.08	0.33	0.41	138.51	12	7.00	4.76	0.072965	347.31	0.398808	0.440	0.943	4.49	73.76	72.48	1.54	1.50
67	68	73.98	72.06	25.61	24.41	7.50	0.10	0.41	0.51	172.95	12	8.00	5.08	0.072965	370.66	0.466600	0.490	0.991	5.03	72.45	70.50	1.53	1.56
68A	68B	70.53	71.18	34.41	33.21	-1.89	0.14		0.14	46.27	12	2.00	2.54	0.072965	185.33	0.249663	0.350	0.843	2.14	69.02	68.36	1.51	2.82
68B	68	71.18	72.06	37.88	36.68	-2.32	0.15	0.14	0.29	97.21	12	3.00	3.11	0.072965	226.92	0.428389	0.460	0.964	3.00	68.33	67.23	2.85	4.83
68C	68	73.22	72.06	31.38	30.18	3.70	0.13		0.13	42.20	12	3.85	3.53	0.072965	257.57	0.163839	0.280	0.747	2.64	71.71	70.55	1.51	1.51
68	69	72.06	70.81	15.33	14.13	8.15	0.06	0.93	0.99	332.98	15	3.00	3.61	0.114008	411.57	0.809048	0.690	1.116	4.03	67.16	66.74	4.90	4.07
69	70	70.81	70.21	14.18	12.98	4.23	0.06	0.99	1.05	352.04	15	2.10	3.02	0.114008	344.30	1.022480	0.850	1.138	3.44	66.71	66.44	4.10	3.77
70	71	70.21	69.98	16.51	15.31	1.39	0.07	1.05	1.11	374.25	15	2.40	3.23	0.114008	368.24	1.016321	0.840	1.139	3.68	66.41	66.04	3.80	3.94
71	72	69.98	68.53	92.48	91.28	1.57	0.37	1.11	1.48	498.61	18	1.50	2.88	0.164171	472.81	1.054567	0.890	1.128	3.25	66.01	64.64	3.97	3.89
35	35A	74.4	70.82	104.91	103.71	3.41	0.42		0.42	141.08	12	3.5	3.36	0.072965	245.16	0.575461	0.550	1.033	3.47	72.89	69.26	1.51	1.56
35A	35B	70.82	68.81	69.17	67.97	2.91	0.28	0.42	0.70	234.10	12	2.85	3.03	0.072965	221.08	1.058893	0.890	1.128	3.42	69.23	67.29	1.59	1.52
35B	72	68.81	68.53	19.65	18.45	1.42	0.08	0.70	0.77	260.52	15	2	2.95	0.114008	336.32	0.774619	0.670	1.108	3.27	67.26	66.89	1.55	1.64
72	73	68.53	66.94	104.91	103.71	1.52	0.42	2.26	2.68	900.21	24	1.15	3.06	0.291859	893.09	1.007972	0.830	1.139	3.49	64.42	63.23	4.11	3.71
73	74	66.94	65.44	69.17	67.97	2.17	0.28	2.68	2.95	993.23	24	1.4	3.38	0.291859	986.48	1.006843	0.830	1.139	3.85	63.20	62.25	3.74	3.19
74	75	65.44	61.51	19.65	18.45	20.00	0.08	2.95	3.03	1019.65	24	1.5	3.49	0.291859	1018.59	1.001041	0.830	1.139	3.98	59.89	59.61	5.55	1.90
36	36A	73.13	71.69	32.77	31.57	4.39	0.13		0.13	44.07	12	4.6	3.85	0.072965	280.91	0.156883	0.270	0.730	2.81	71.62	70.17	1.51	1.52
36A	36B	71.69	69.94	59.76	58.56	2.93	0.24	0.13	0.37	124.43	12	2.95	3.09	0.072965	225.46	0.551894	0.540	1.029	3.18	70.14	68.41	1.55	1.53
36B	36C	69.94	67.92	68.57	67.37	2.95	0.27	0.37	0.64	216.64	12	2.95	3.09	0.072965	225.46	0.960880	0.790	1.140	3.52	68.38	66.39	1.56	1.53
36C	36D	67.92	67.73	54.62	53.42	0.35	0.22	0.64	0.86	290.09	15	1.5	2.55	0.114008	290.72	0.978333	0.810	1.140	2.91	66.32	65.52	1.60	2.21
36D	36E	67.73	67.22	49.60	48.40	1.03	0.20	0.86	1.06	356.79	15	2.2	3.09	0.114008	352.28	1.012870	0.840	1.139	3.52	65.49	64.43	2.24	2.79
36E	36F	67.22	66.89	59.52	58.32	0.55	0.24	1.06	1.30	436.83	15	3.3	3.79	0.114008	432.09	1.010970	0.840	1.139	4.32	64.40	62.48	2.82	4.41
36F	36G	66.89	66.56	18.37	17.17	1.80	0.07	1.30	1.37	461.54	18	1.4	2.79	0.164171	458.04	1.007641	0.830	1.139	3.18	62.45	62.21	4.44	4.35
36G	36H	66.56	66.29	14.67	13.47	1.84	0.06	1.37	1.43	481.26	18	1.5	2.88	0.164171	472.81	1.017872	0.840	1.139	3.28	62.18	61.98	4.38	4.31
36H	36I	66.29	65.74	4.84	3.64	11.36	0.02	1.43	1.45	487.77	18	1.6	2.98	0.164171	489.23	0.997016	0.810	1.140	3.40	61.95	61.89	4.34	3.85
36I	38A	65.74	65.04	14.43	13.23	4.85	0.06	1.45	1.51	507.18	18	1.7	3.07	0.164171	504.00	1.006310	0.830	1.139	3.50	61.86	61.64	3.88	3.40
38A	38B	68.43	65.04	19.93	18.73	17.01	0.08	0.05	0.13	44.62	12	10.1	5.71	0.072965	655.95	0.202167	0.115	0.439	3.95	69.88	66.87	1.51	1.56
38B	75	65.04	61.51	18.03	16.83	19.58	0.07	1.64	1.71	576.04	24	2.6	4.60	0.291859	1342.55	0.429064	0.460	0.964	4.43	60.14	59.70	4.90	1.81
75	39C	61.51	58.9	87.22	86.02	2.99	0.35	4.75	5.10	1712.98	36	1.2	4.10	0.656683	2692.40	0.636228	0.580	1.060	4.35	57.85	56.82	3.66	2.08

Fuente: elaboración propia

Tabla V. Cálculo hidráulico drenaje pluvial, Aldea Sacoj Grande fase I, Mixco, Guatemala

Estacion	Cotas		Distancia mts	DHD	S _{pend.} Terreno%	Area Tributaria [Ha]		q		Diam "Tuberia"	S _{pend.}	SECCION LLENA			q/Q	d/D	v/v	v	Cotas Inver		Altura Pozo		
	Inicial	Final				Local	Acum.	Actual	Actual			Velocidad	Area	Cauda (Q)					Salida	Entrada	Salida	Entrada	
39	39B	70.75	63.36	127.61	5.79	0.51		0.51	171.60	12	5.85	4.35	0.072965	317.40	0.530	1.023	4.45	69.24	61.85	1.51	1.51		
39B	39C	63.36	58.9	56.12	7.95	0.22	0.51	0.73	247.07	12	5	4.02	0.072965	293.32	0.842322	0.710	1.124	4.52	60.14	57.39	3.22	1.51	
39C	76	58.9	60.55	69.69	-2.37	0.28	5.83	6.11	2053.77	36	0.85	3.45	0.656683	2265.56	0.906518	0.750	1.134	3.91	56.27	55.69	2.63	4.86	
41	41A	70.13	67.51	65.51	4.00	0.26		0.26	88.10	12	4.1	3.64	0.072965	265.59	0.400	0.902	3.28	68.62	65.98	1.51	1.53		
41A	41B	67.51	66.68	13.44	6.18	0.05	0.26	0.32	106.17	12	6.4	4.55	0.072965	331.99	0.390	0.891	4.05	65.95	65.17	1.56	1.51		
41B	41C	66.68	64.17	36.25	35.05	0.15	0.32	0.46	154.92	12	7.1	4.79	0.072965	349.50	0.443262	0.470	0.973	4.66	65.14	62.65	1.54	1.52	
41C	41D	64.17	62.76	19.15	17.95	0.08	0.46	0.54	180.67	12	7.55	4.94	0.072965	360.45	0.501235	0.510	1.009	4.98	62.62	61.26	1.55	1.50	
41D	76	62.76	60.55	39.84	38.64	0.16	0.54	0.70	234.24	12	7	4.76	0.072965	347.31	0.674441	0.610	1.078	5.13	61.23	58.53	1.53	2.02	
76	77	60.55	60.51	13.93	12.73	0.06	6.81	6.86	2306.75	36	1	3.74	0.656683	2456.00	0.999230	0.770	1.137	4.25	55.09	54.96	5.46	5.55	
77A	77B	63.12	63.66	22.92	21.72	-2.36	0.09	0.09	30.82	12	2	2.54	0.072965	185.33	0.166298	0.280	0.747	1.90	61.61	61.18	1.51	2.48	
77B	77	63.66	60.51	52.34	51.14	6.02	0.21	0.09	101.21	12	4.3	3.73	0.072965	272.16	0.371877	0.430	0.934	3.48	61.15	58.95	2.51	1.56	
77	78	60.51	59.82	30.46	29.26	2.27	0.12	7.16	7.28	2448.92	36	1	3.74	0.656683	2456.00	0.997117	0.810	1.140	4.26	54.36	54.07	6.15	5.75
78	56A	59.82	58.56	45.93	44.73	2.74	0.18	7.28	7.47	2510.68	36	1	3.74	0.656683	2456.00	1.022264	0.850	1.138	4.26	54.04	53.59	5.78	4.97
56A	56	58.56	57.63	117.71	116.51	0.79	0.47	7.47	7.94	2668.97	36	1.05	3.83	0.656683	2515.10	1.061178	0.900	1.124	4.30	53.56	52.34	5.00	5.29
56	57	57.63	56.99	11.92	10.72	5.37	0.05	21.60	21.65	7277.91	60	0.6	4.07	1.82412	7424.17	0.980299	0.800	1.140	4.64	51.74	51.68	5.89	5.31
57A	57	55.18	56.99	89.16	87.96	-2.03	0.36	0.36	119.90	12	0.75	1.56	0.072965	113.83	1.053325	0.880	1.131	1.76	53.67	53.01	1.51	3.98	
57	58	56.99	55.8	31.94	30.74	3.73	0.13	22.00	22.13	7440.76	60	0.55	3.90	1.82412	7114.07	1.045922	0.860	1.136	4.43	50.48	50.31	6.51	5.49
58A	58B	54.51	58.46	62.49	61.29	-6.32	0.25	0.25	84.03	12	0.5	1.27	0.072965	92.67	0.906766	0.750	1.134	1.44	53.00	52.69	1.51	5.77	
58B	58	58.46	55.8	62.51	61.31		0.25	0.25	168.10	12	2	2.54	0.072965	185.33	0.907031	0.750	1.134	2.88	52.66	51.43	5.80	4.37	
58	59	55.8	54.8	26.51	25.31	3.77	0.11	22.38	22.49	7560.44	60	0.6	4.07	1.82412	7424.17	1.018955	0.840	1.139	4.64	50.28	50.13	5.52	4.67
59A	59	51.4	54.8	82.70	81.50	-4.11	0.33	0.33	111.21	12	0.7	1.50	0.072965	109.45	1.016080	0.840	1.139	1.71	49.89	49.32	1.51	5.48	
59	60	54.8	54.31	10.33	9.13	4.74	0.04	22.82	22.86	7685.55	60	0.6	4.07	1.82412	7424.17	1.035207	0.860	1.136	4.62	50.10	50.05	4.70	4.26
60B	60A	52.02	53.64	75.50	74.30	-2.15	0.30	0.30	101.53	12	0.7	1.50	0.072965	109.45	0.927638	0.770	1.137	1.71	50.51	49.99	1.51	3.65	
60C	60A	50.73	53.64	70.00	68.80	-4.16	0.28	0.28	94.13	12	0.7	1.50	0.072965	109.45	0.860027	0.720	1.126	1.69	49.22	48.74	1.51	4.90	
60A	60	53.64	54.31	14.63	13.43	-4.58	0.06	0.58	215.34	12	3	3.11	0.072965	226.92	0.948969	0.780	1.139	3.54	48.71	48.31	4.93	6.00	
60	61	54.31	56.65	54.38	53.18	-4.30	0.22	23.50	23.72	7974.01	60	0.65	4.24	1.82412	7734.27	1.030997	0.850	1.138	4.83	50.02	49.67	4.29	6.98
62	61	55.85	56.65	44.58	43.38	-1.79	0.18	0.18	59.95	12	0.7	1.50	0.072965	109.45	0.547739	0.530	1.023	1.53	54.34	54.04	1.51	2.61	
61	63	56.65	54.42	51.25	51.25	4.35	0.21	23.90	24.10	8102.88	60	0.65	4.24	1.82412	7734.27	1.047659	0.880	1.131	4.80	49.64	49.31	7.01	5.11

Fuente: elaboración propia

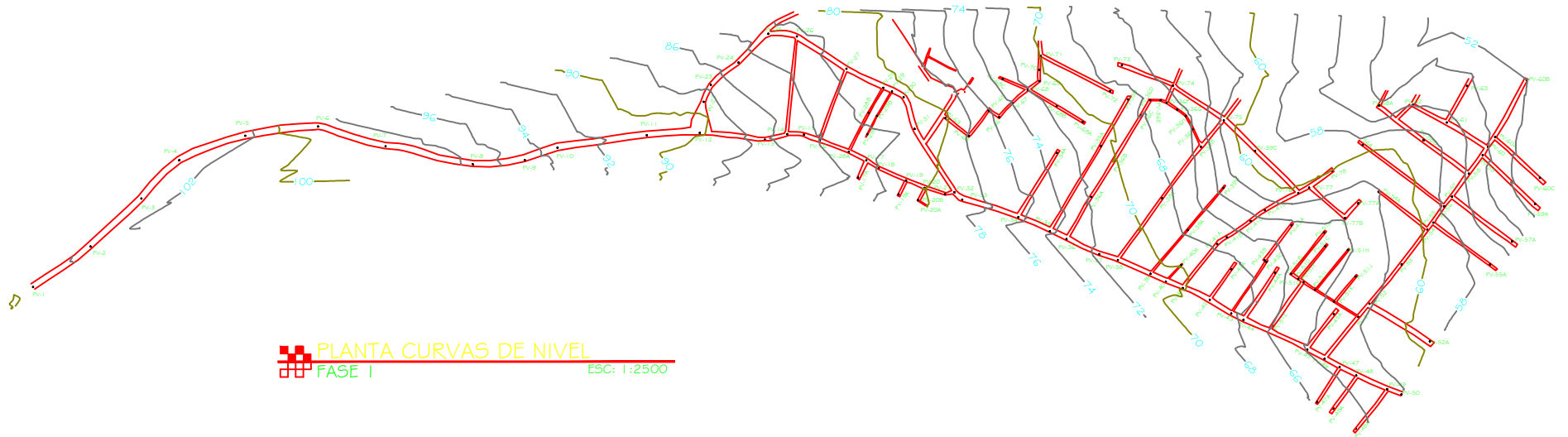
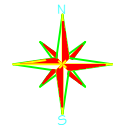


PLANTA DE UBICACION
FASE I
SIN ESCALA



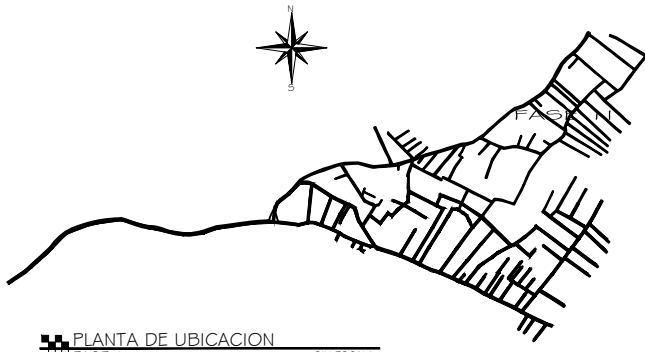
PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACIÓN
FASE I
ESC: 1:2000

MUNICIPALIDAD DE MIXCO	
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACION=	SACCU GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
ESC=	INDICADA
PLANO DE=	PLANTA PERFIL
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE
DISEÑO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
Yo. Do.	
ING. JUAN MERCK COD	
HOJA	1 / 1



 **PLANTA CURVAS DE NIVEL**
 FASE I ESC: 1:2500

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO
DIRECCION=	EXEQUENTE= JUAN JOSÉ GARCÍA PERA Y JOSÉ OVALLE
SACD) ORANE: MUNICIPIO DE MIXCO	DISEÑADOR= JUAN JOSÉ GARCÍA PERA
	COORDINADOR= JUAN JOSÉ GARCÍA PERA
ESCALA= INDICADA	PROYECTADO= JUAN JOSÉ GARCÍA PERA
PLANO DE=	Ver Bo.
CURVAS DE NIVEL	ING. JUAN MERCE COO

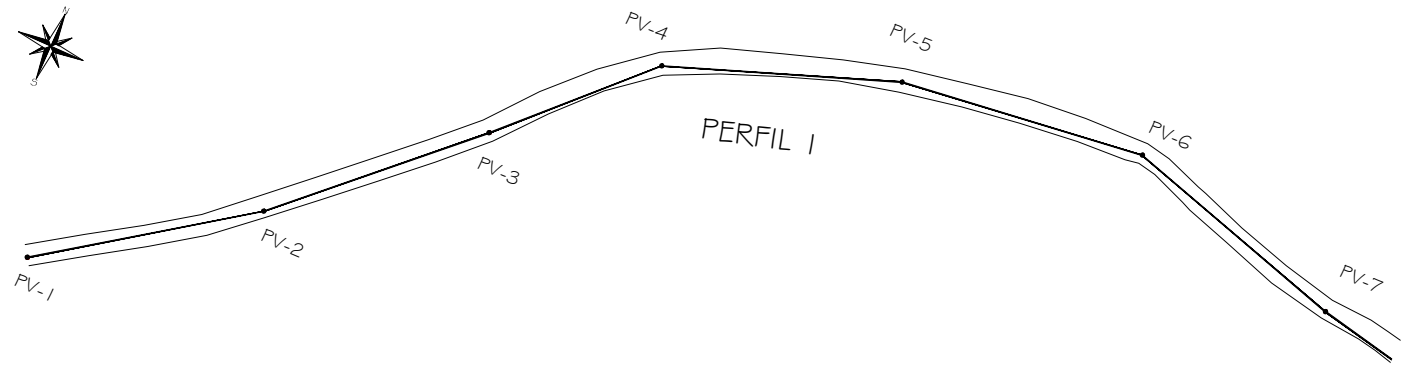


PLANTA DE UBICACION
FASE I SIN ESCALA



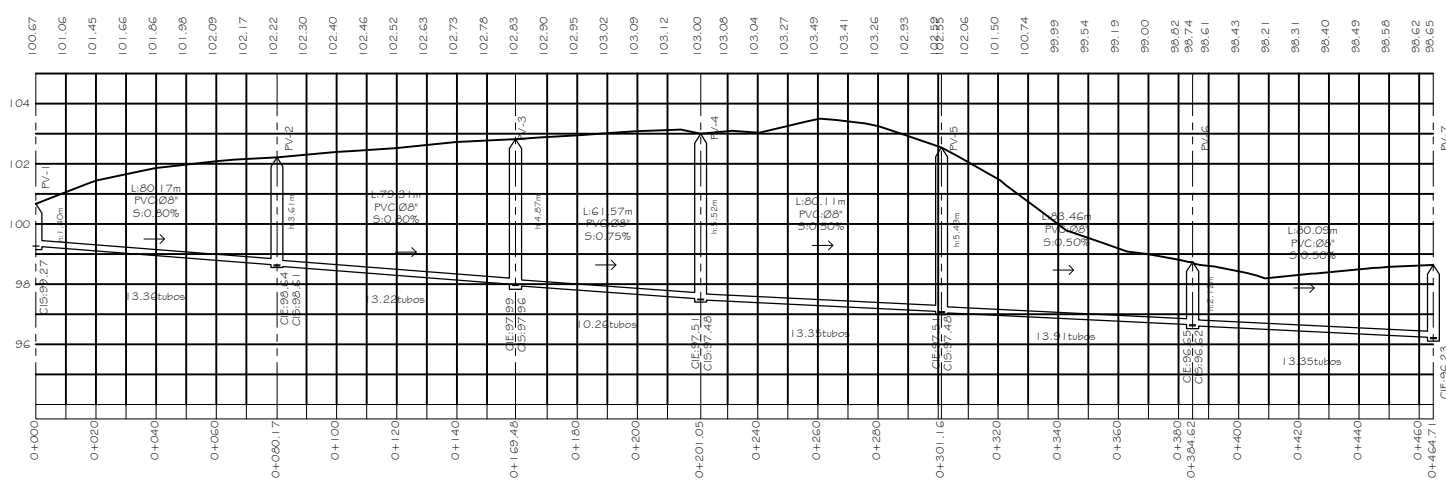
PLANTA GENERAL
FASE I ESC: 1:2000

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
ESC= INDICADA	CALCULO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK, COS
HOJA	1 / 7



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:11250

PERFIL 1

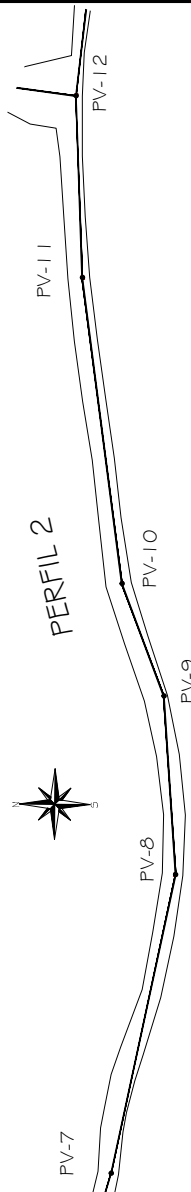


PERFIL FASE I ESC. H1:11250 ESC. V1:125

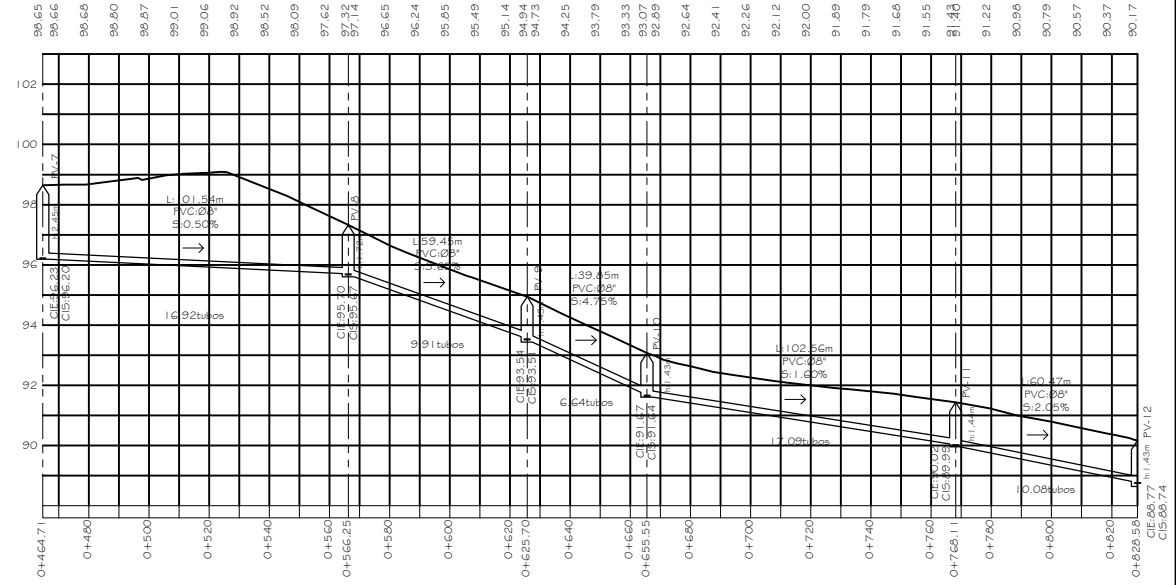


PLANTA DE UBICACION FASE I SIN ESCALA

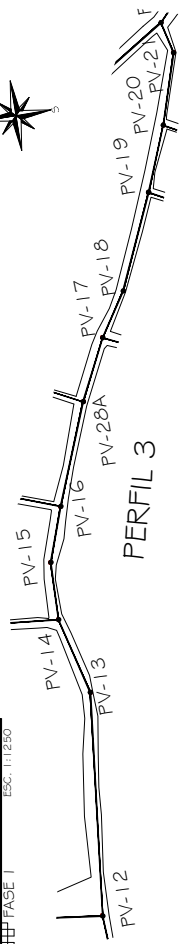
PERFIL 2



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:11250

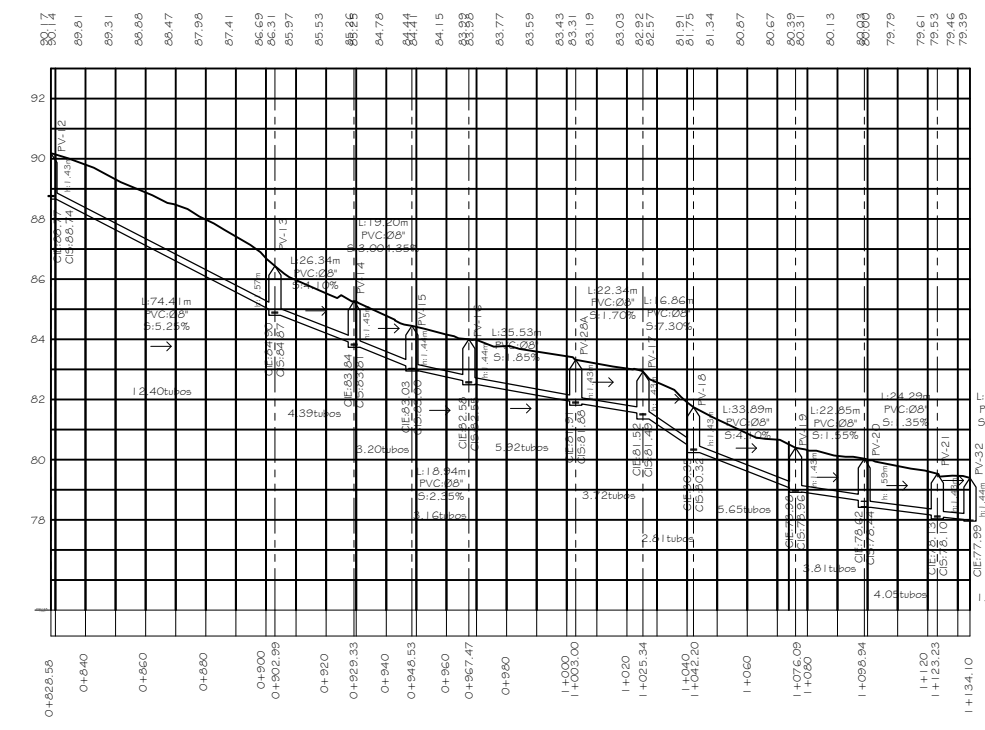


PERFIL FASE I ESC. H1:1250 ESC. V1:125



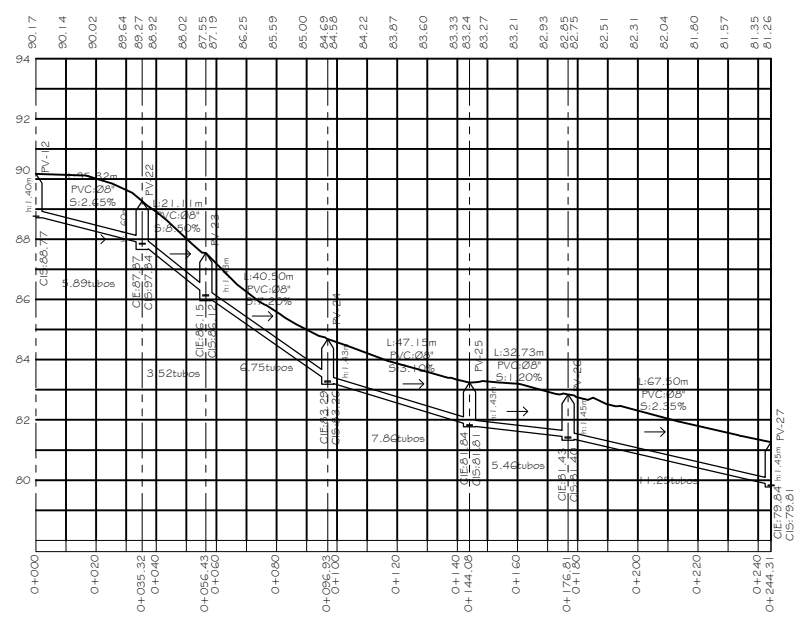
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 3

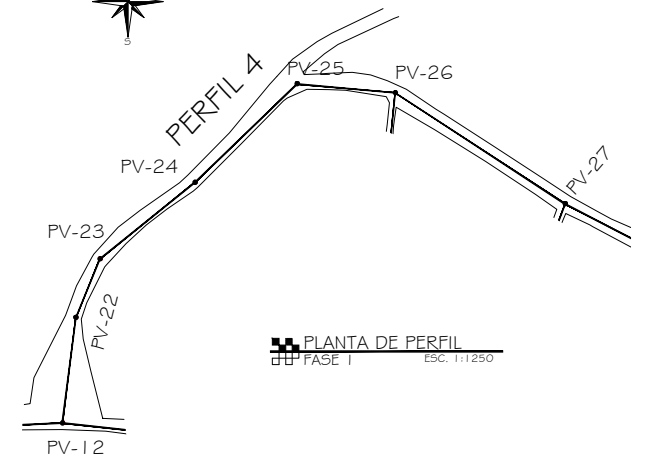


PERFIL FASE I ESC. H1:1250 ESC. V1:125

PERFIL 4



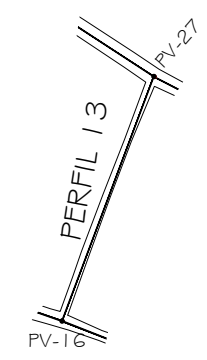
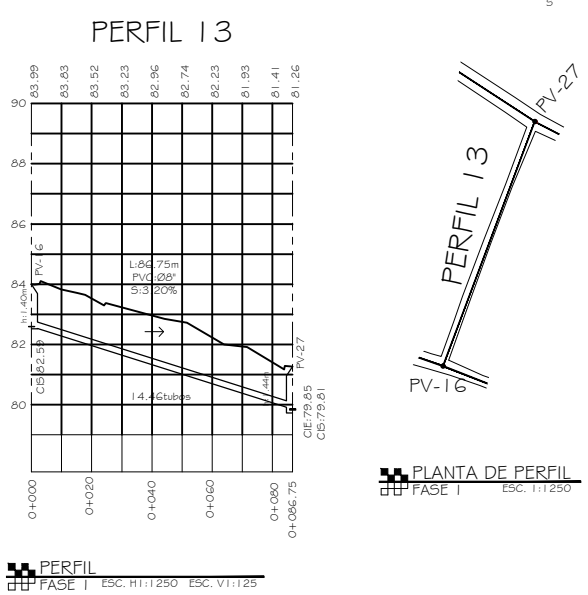
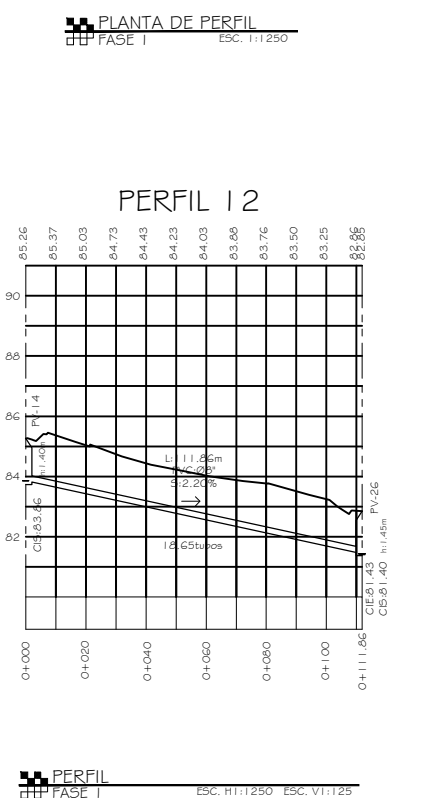
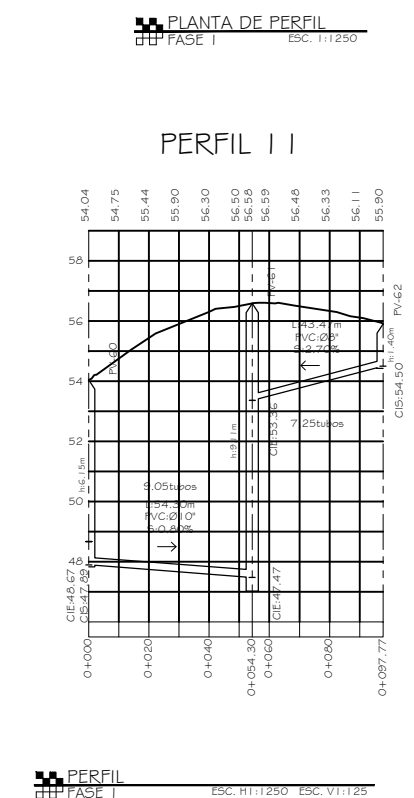
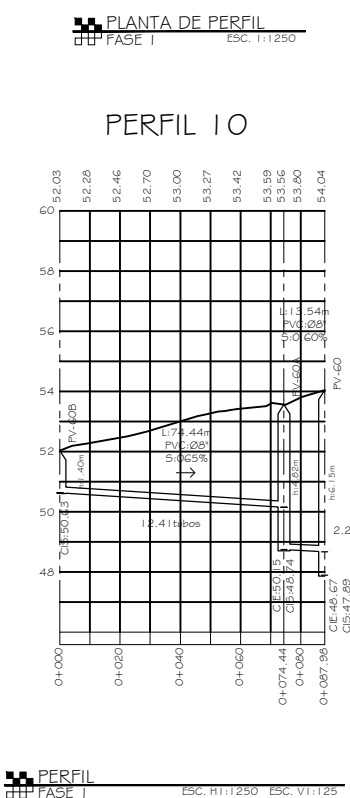
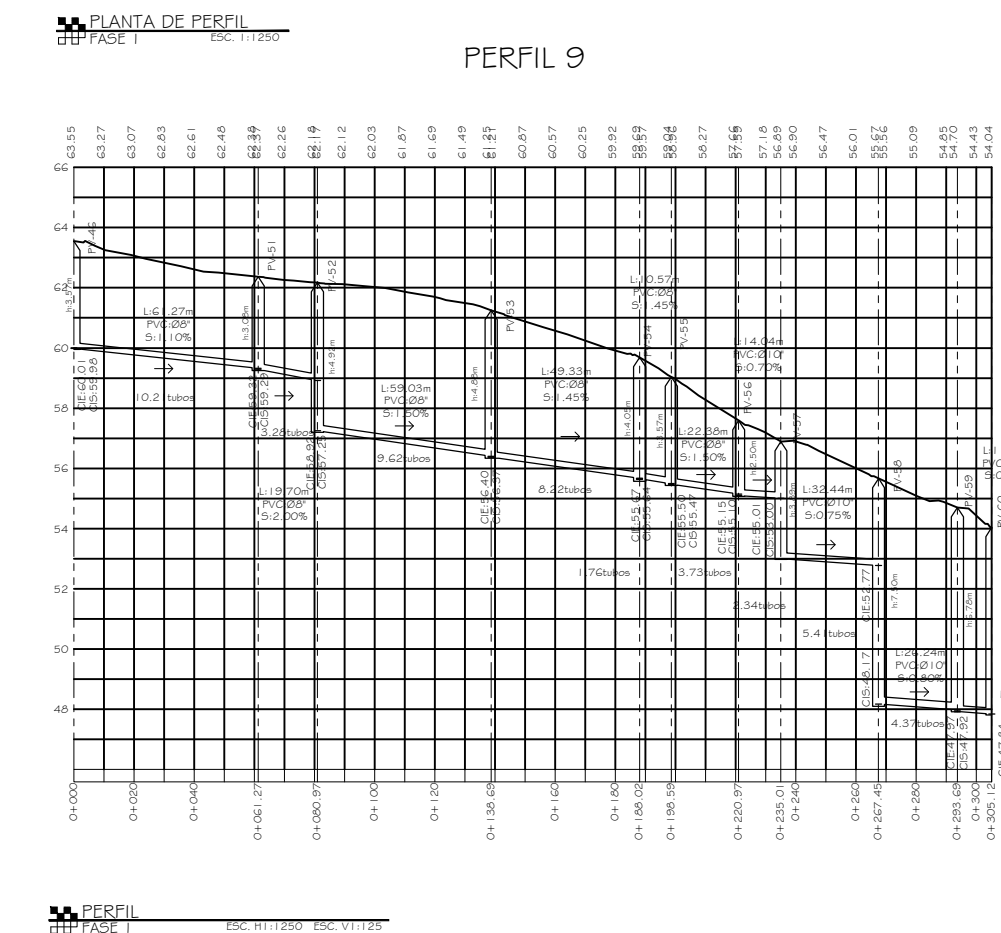
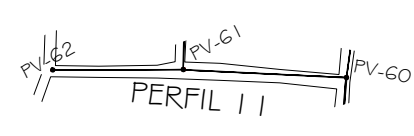
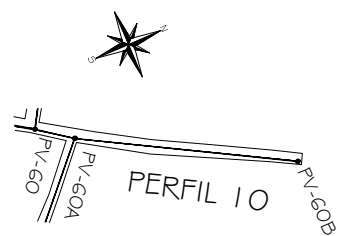
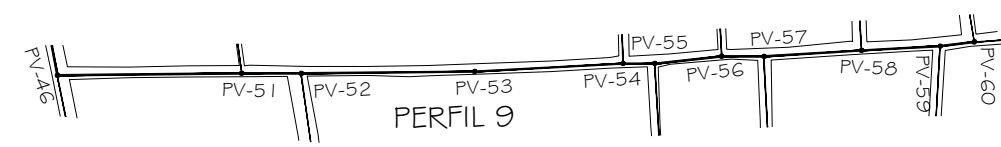
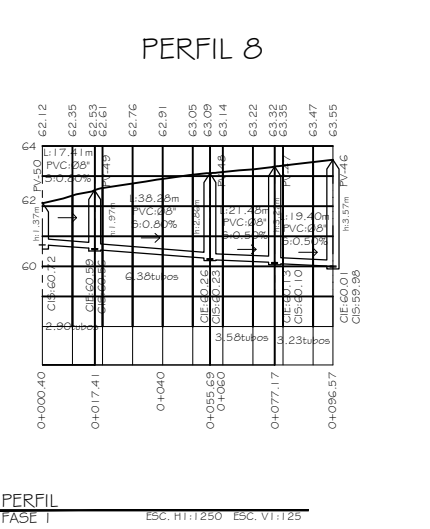
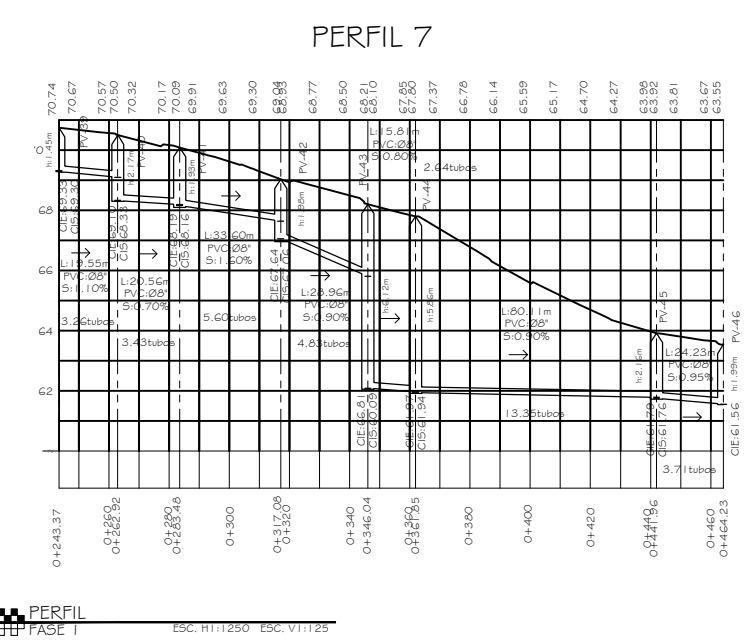
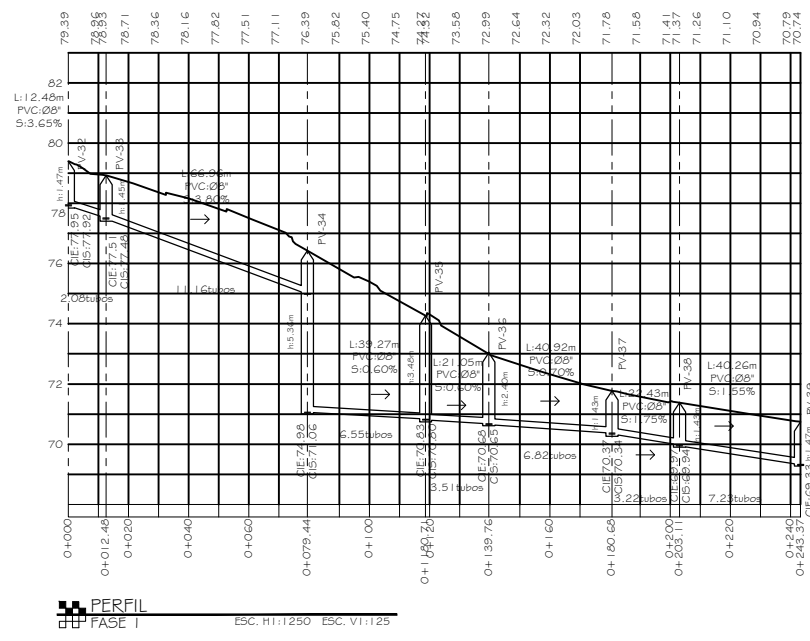
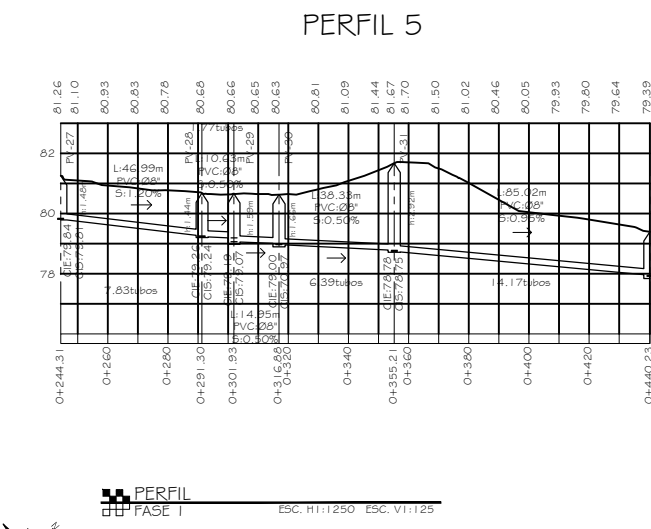
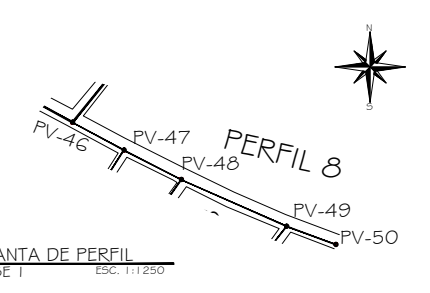
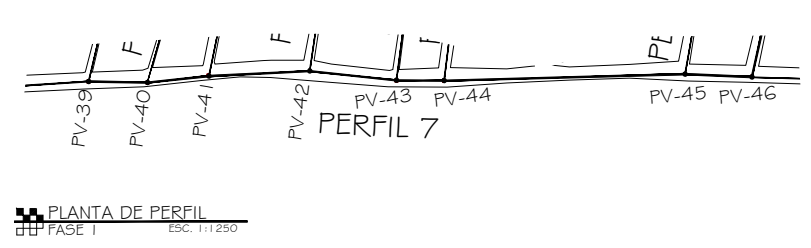
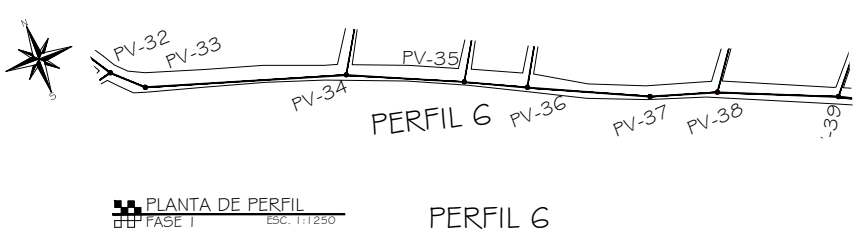
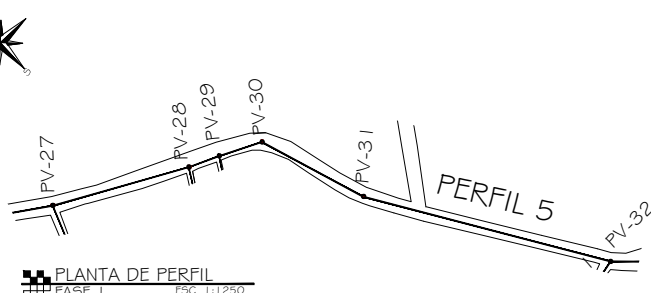
PERFIL FASE I ESC. H1:1250 ESC. V1:125



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAR, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS

PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO	
UBICACION=	SACOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE	
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PENA	
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PENA	
ESCALA=	INDICADA	
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PENA	
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS	
HOJA	2 / 7	



MUNICIPALIDAD DE MIXCO
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS

PROYECTO= ALCANTARILLADO SANITARIO

UBICACION= SACOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO

LEVANTO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
DIBUJO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
DISEÑO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
CALCULO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA

ESC= INDICADA
PLANO DE= PLANTA-PERFIL

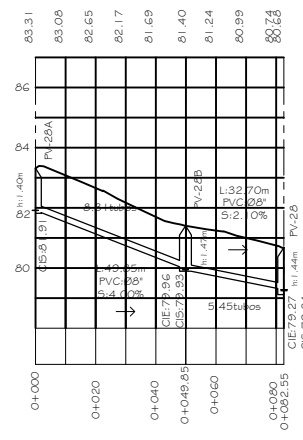
HOJA 3/7

ING. JUAN MERCK COS

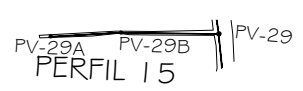


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 14

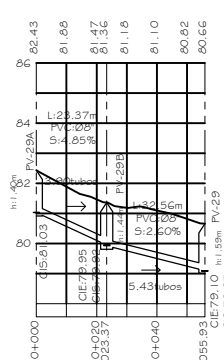


PERFIL FASE I



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 15

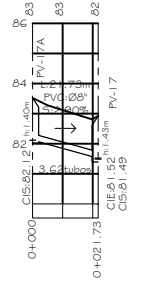


PERFIL FASE I



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 16

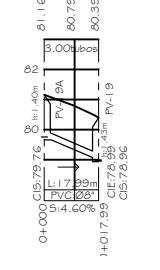


PERFIL FASE I

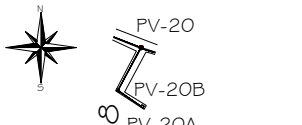


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 17

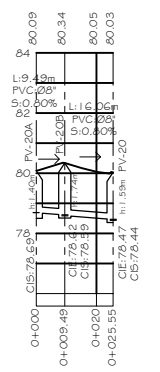


PERFIL FASE I



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 18

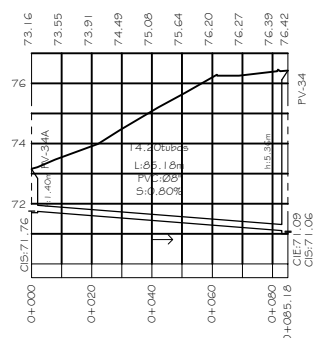


PERFIL FASE I

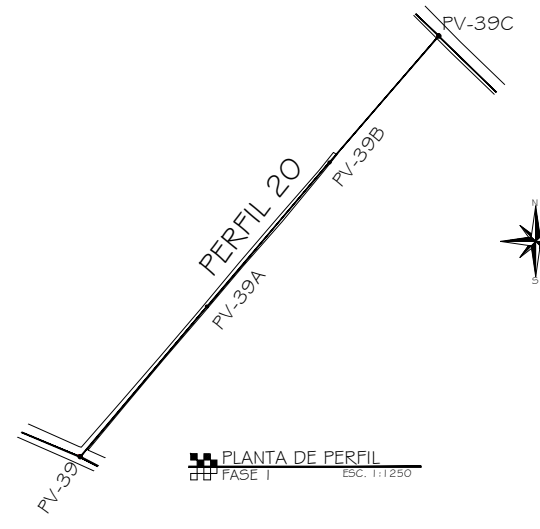


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 19

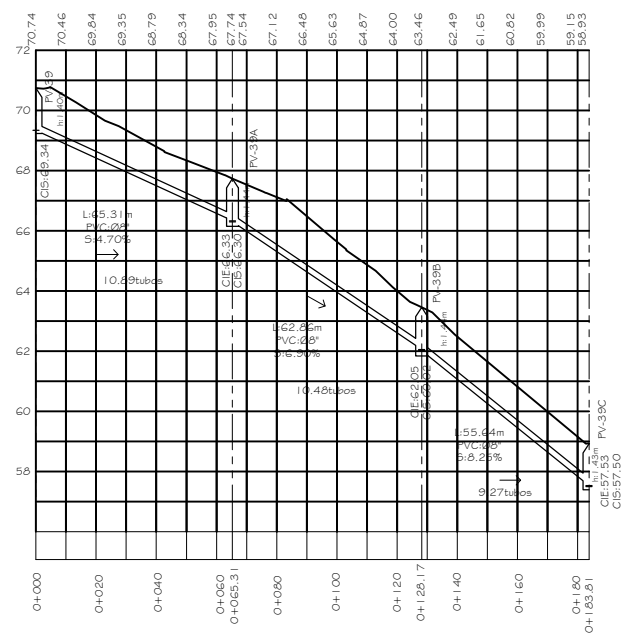


PERFIL FASE I

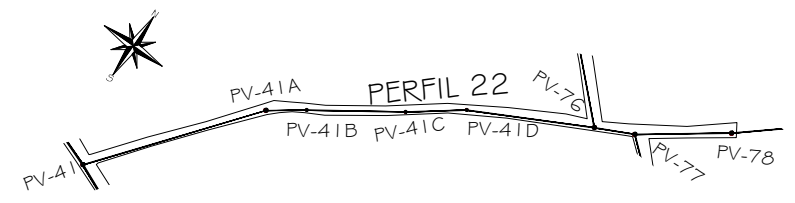


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 20

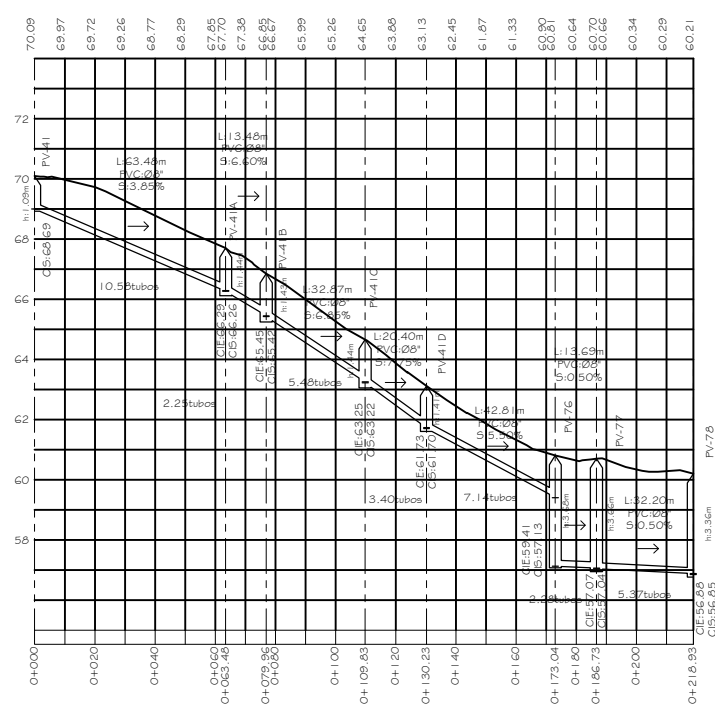


PERFIL FASE I

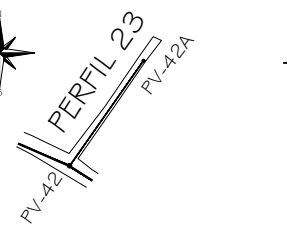


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 22

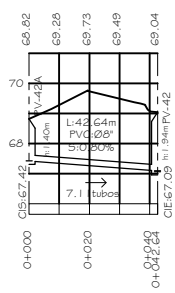


PERFIL FASE I ESC. H:1:1250 ESC. V:1:125

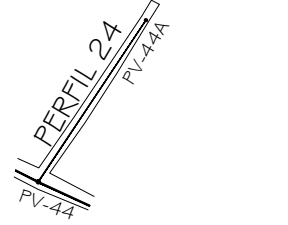


PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 23

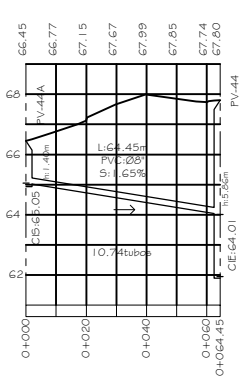


PERFIL FASE I

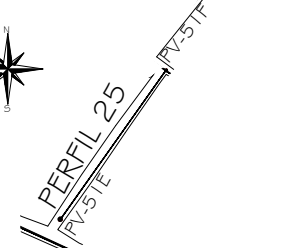


PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 24

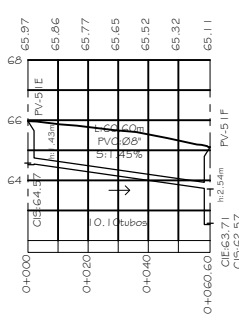


PERFIL FASE I

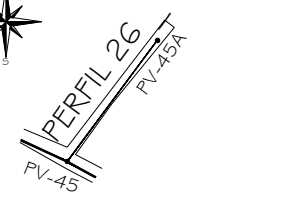


PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 25

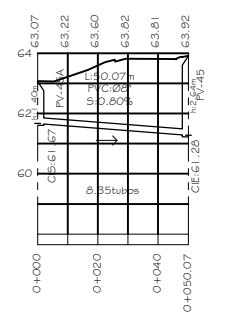


PERFIL FASE I



PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 26

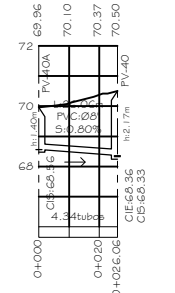


PERFIL FASE I

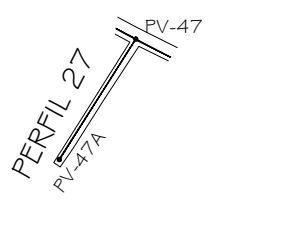


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. H:1:1250 ESC. V:1:125

PERFIL 21

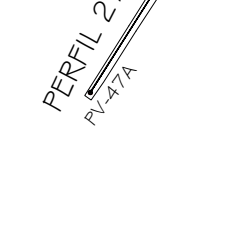


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

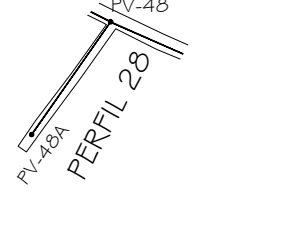


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 27

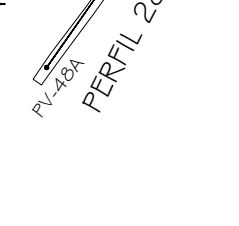


PERFIL FASE I

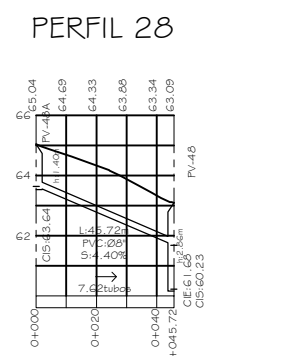


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 28

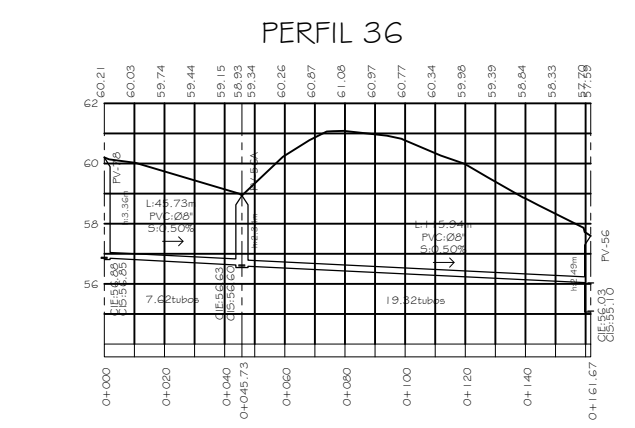
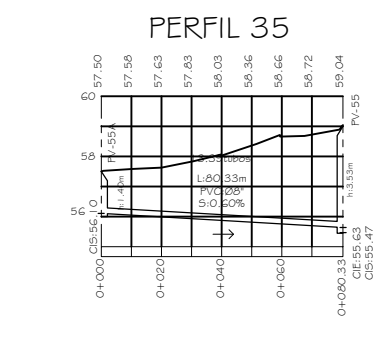
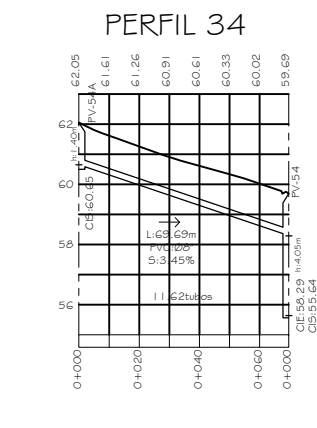
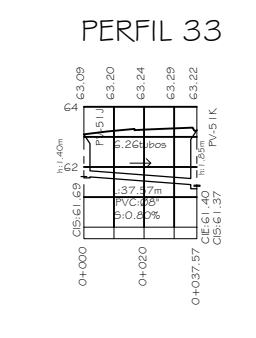
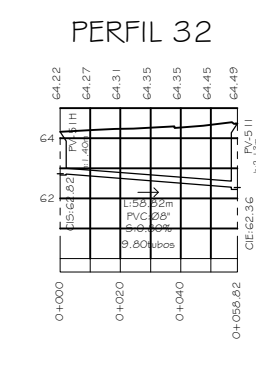
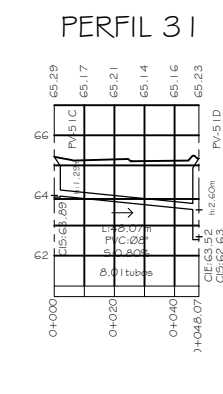
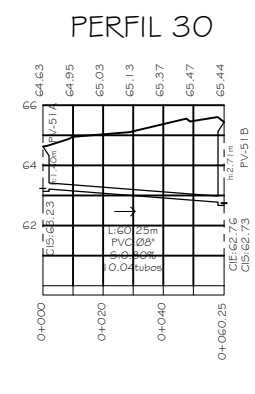
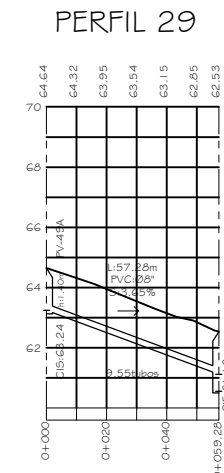
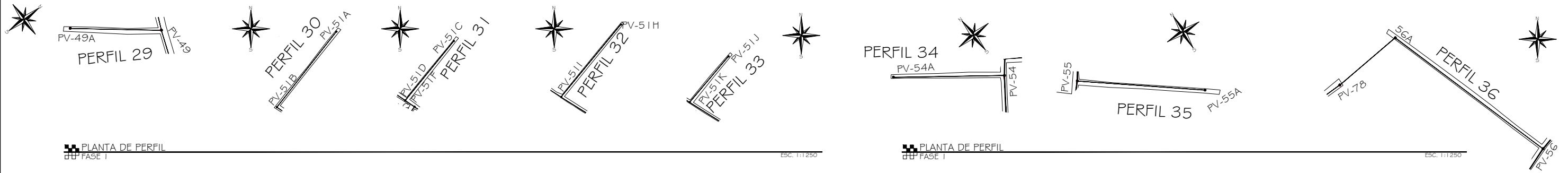


PERFIL FASE I

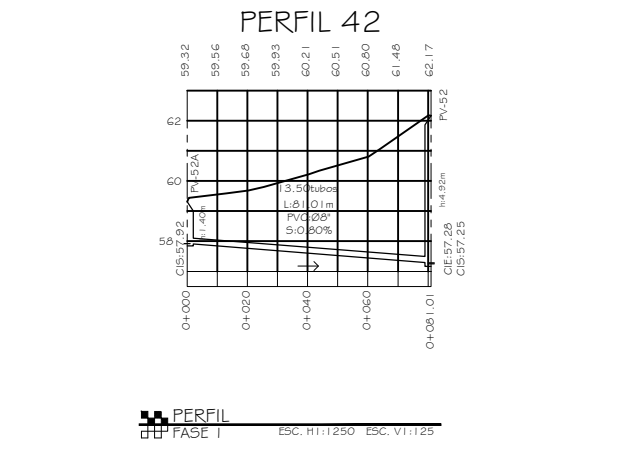
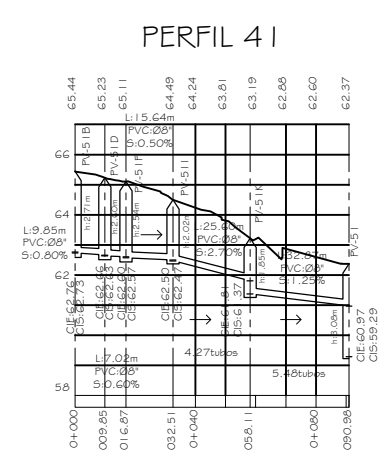
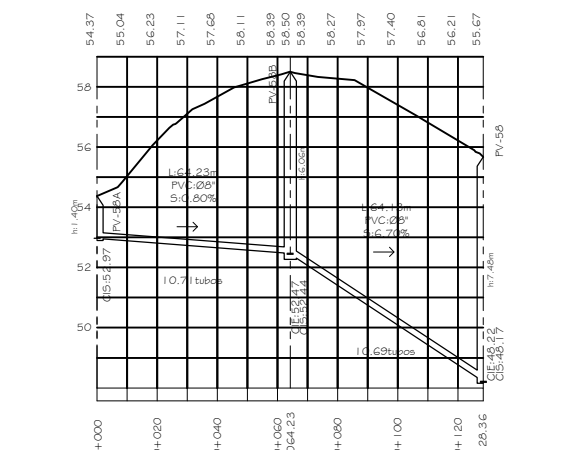
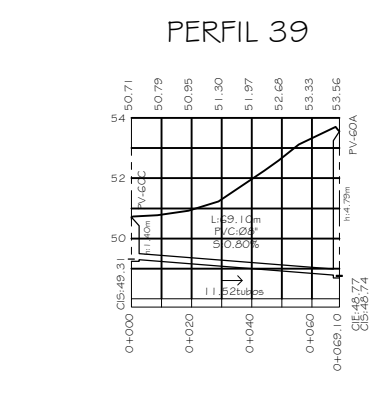
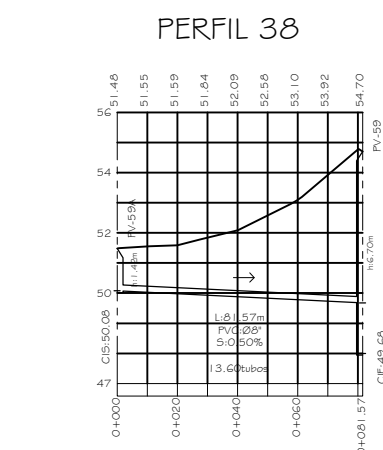
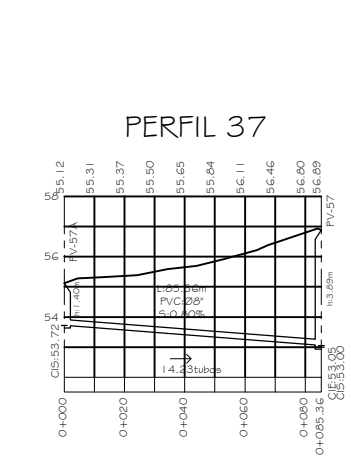
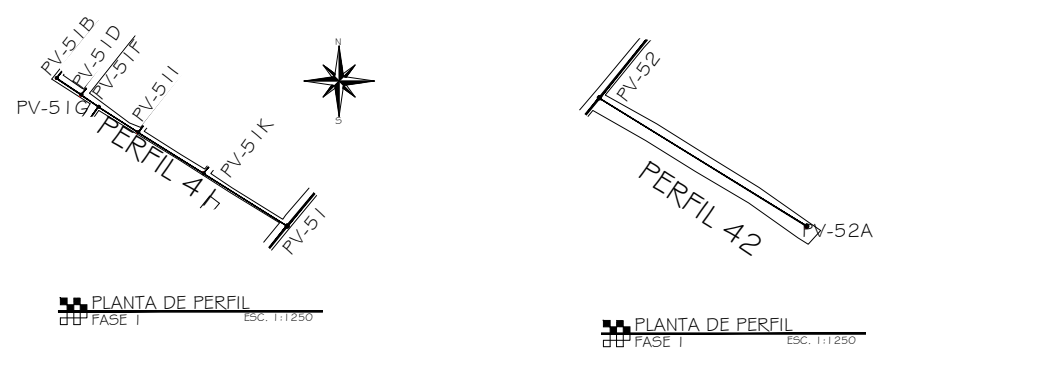
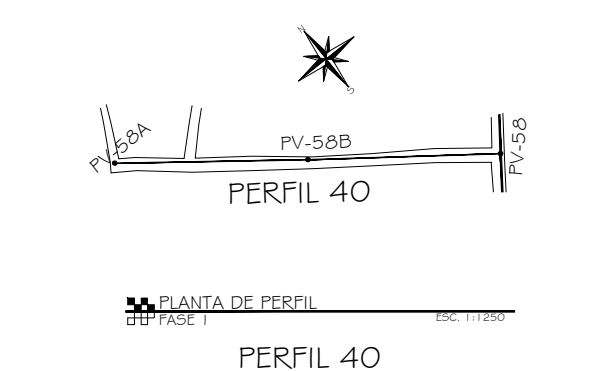
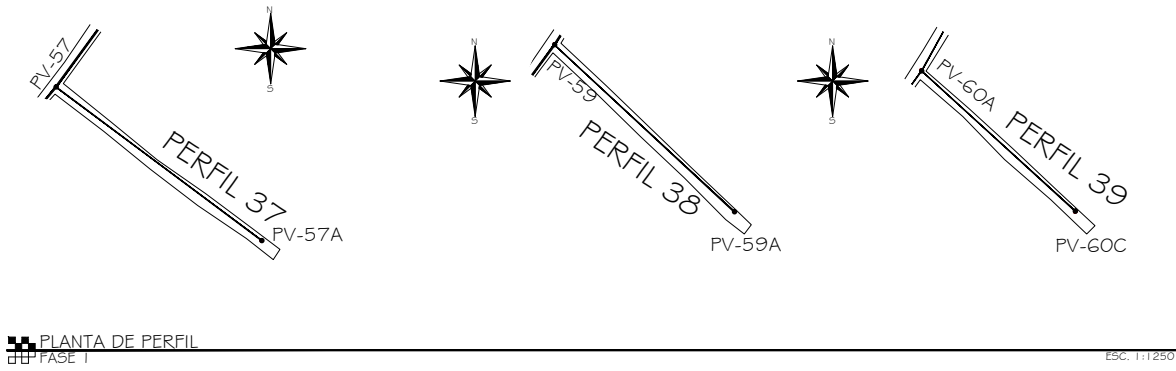


PERFIL FASE I ESC. H:1:1250 ESC. V:1:125

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
Vo.Bo.	
PLANTA-PERFIL	ING. JUAN MERCK COS
HOJA	4 / 7

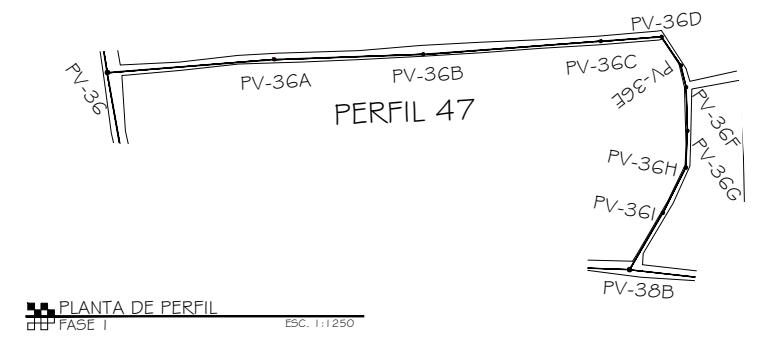
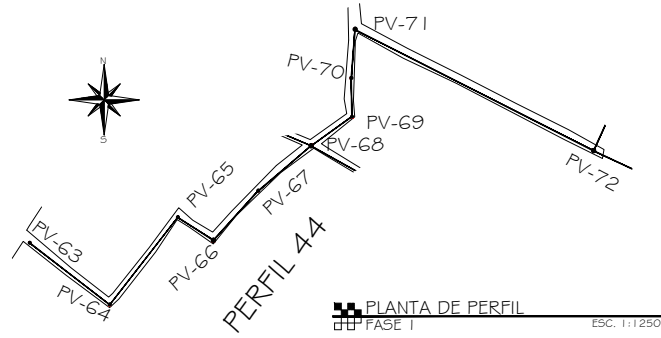
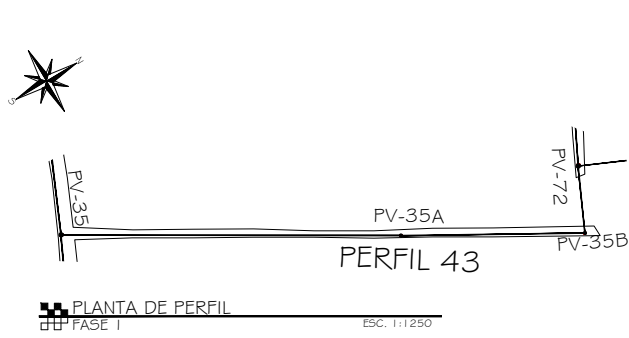


PERFIL FASE I ESC. H:1:1250 ESC. V:1:125

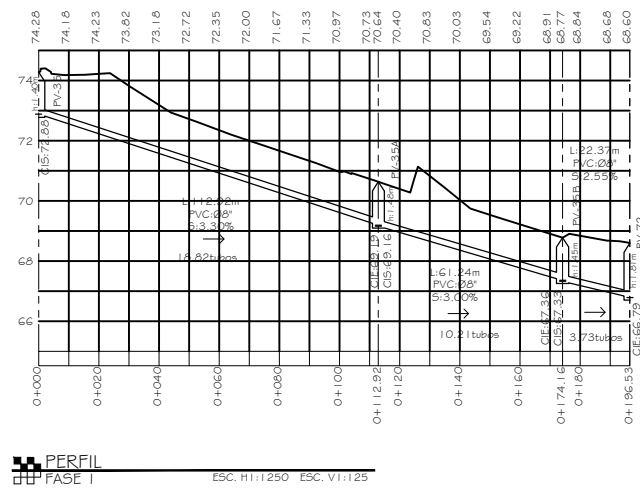


PERFIL FASE I ESC. H:1:1250 ESC. V:1:125

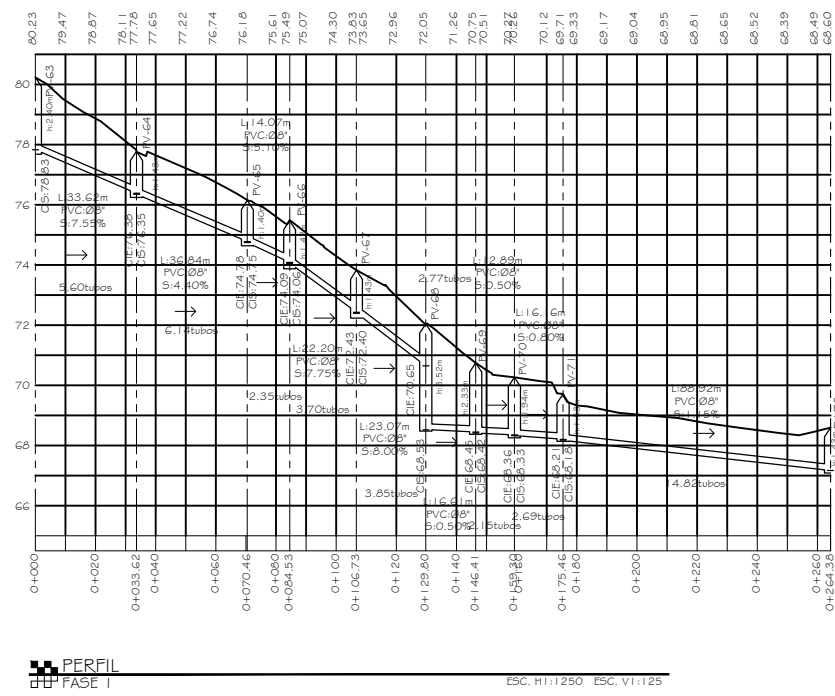
MUNICIPALIDAD DE MIXCO		HOJA 5 7
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS		
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO	
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE	
DISEÑO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
ESCALA=	INDICADA	
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS	



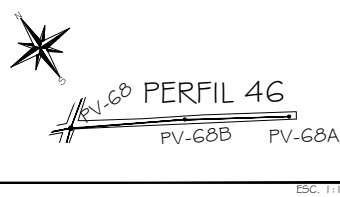
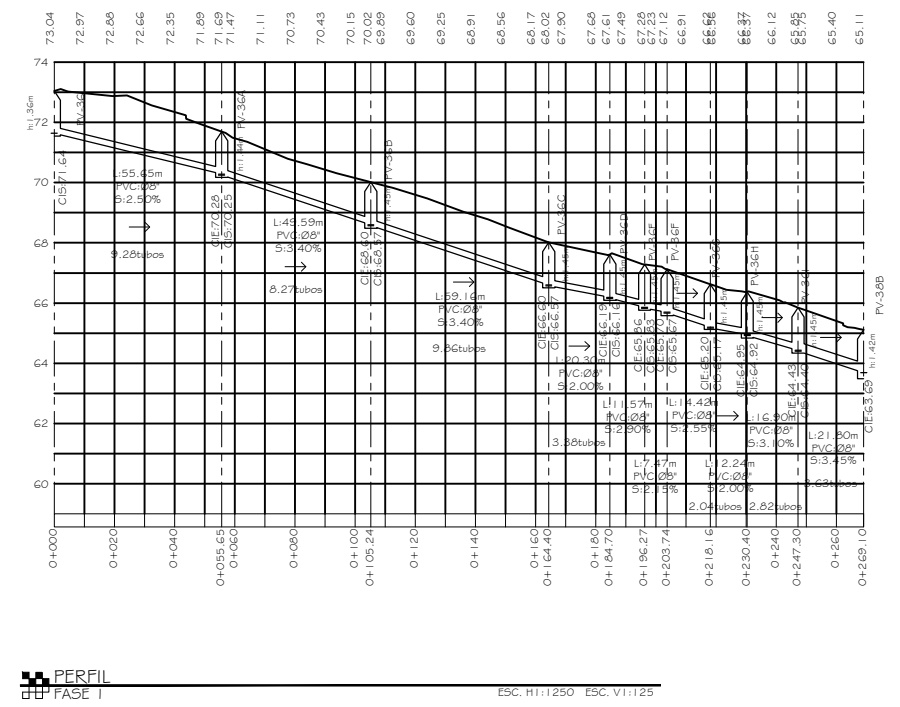
PERFIL 43



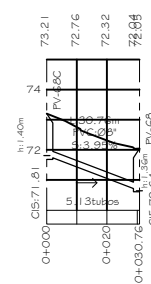
PERFIL 44



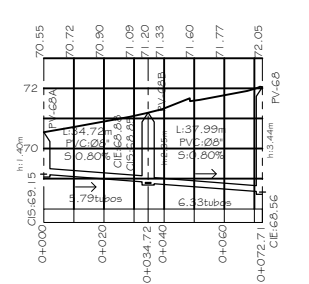
PERFIL 47



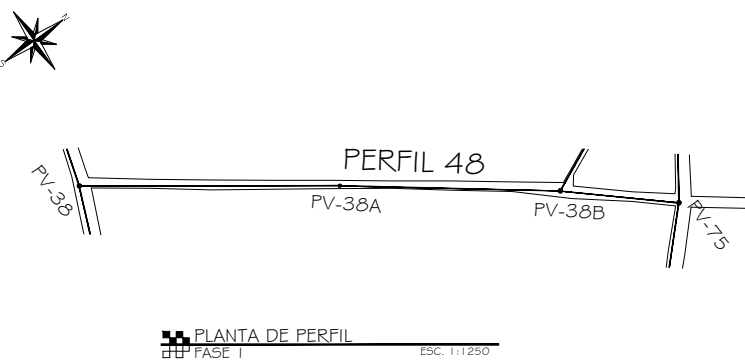
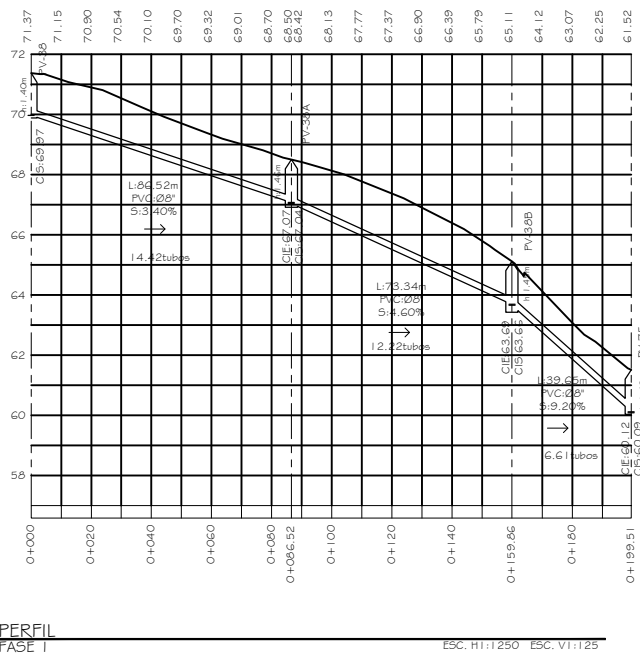
PERFIL 45



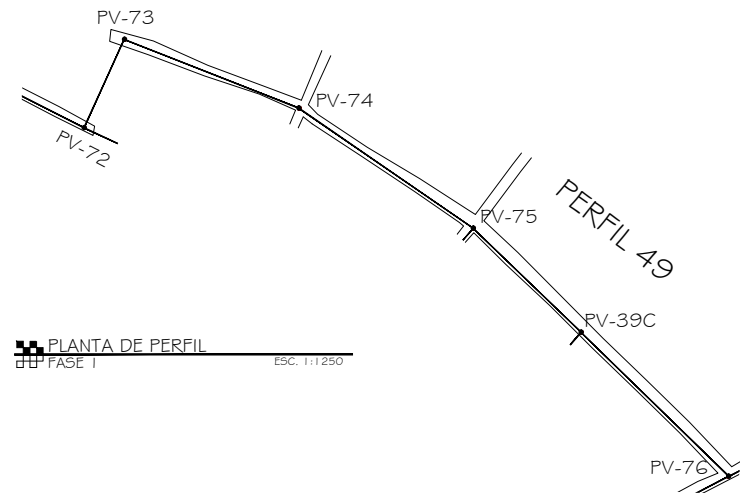
PERFIL 46



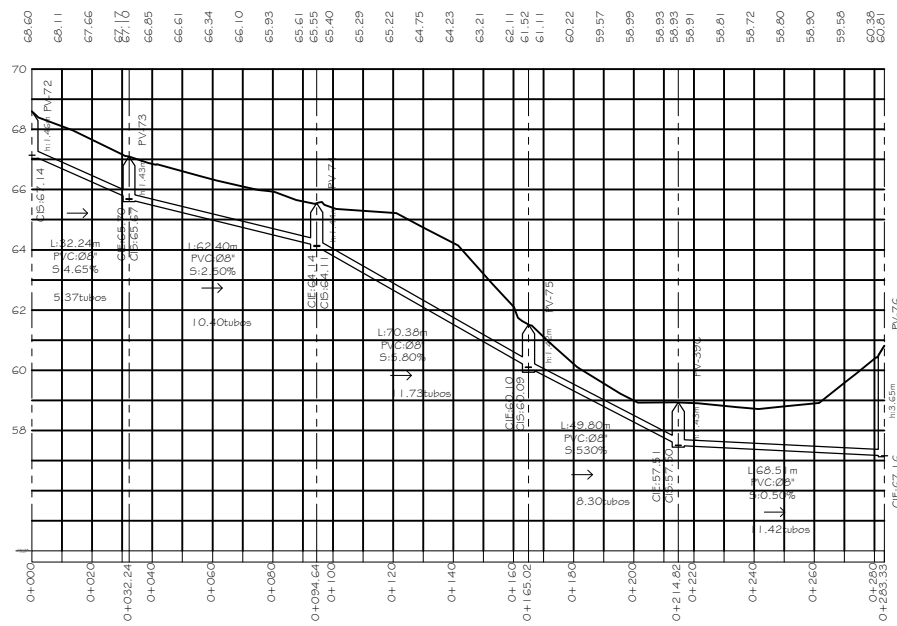
PERFIL 48



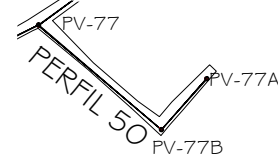
MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO
UBICACION=	SACJO GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS
HOJA	6/7



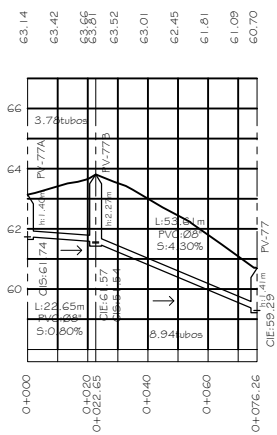
PERFIL 49



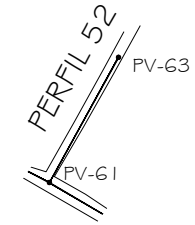
PERFIL FASE I ESC. H:1:250 ESC. V:1:25



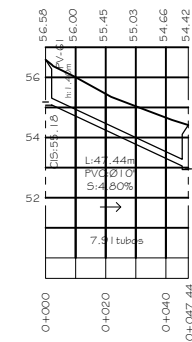
PERFIL 50



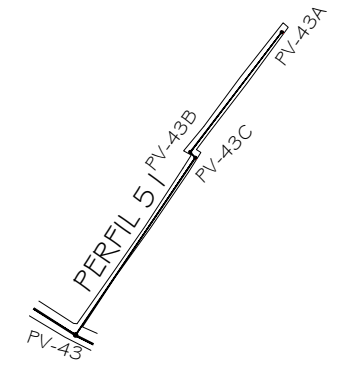
PERFIL FASE I ESC. H:1:250 ESC. V:1:25



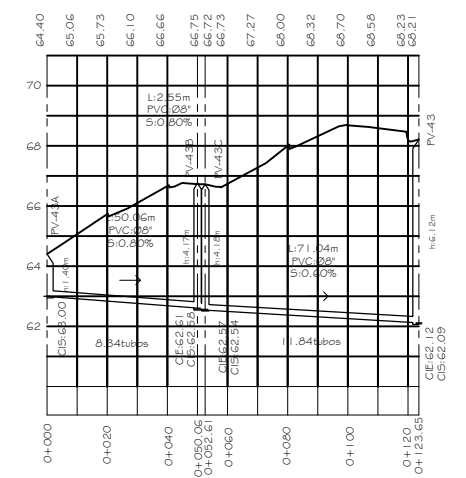
PERFIL 52



PERFIL FASE I ESC. H:1:250 ESC. V:1:25



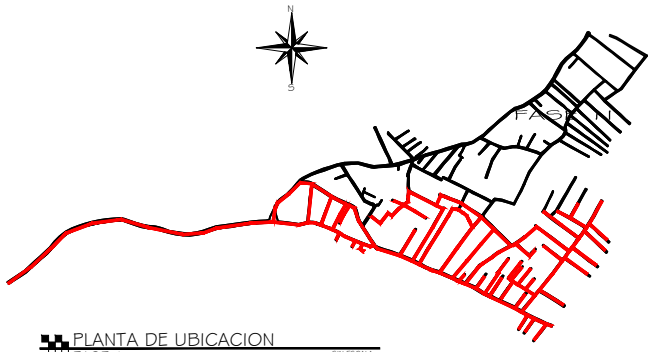
PERFIL 51



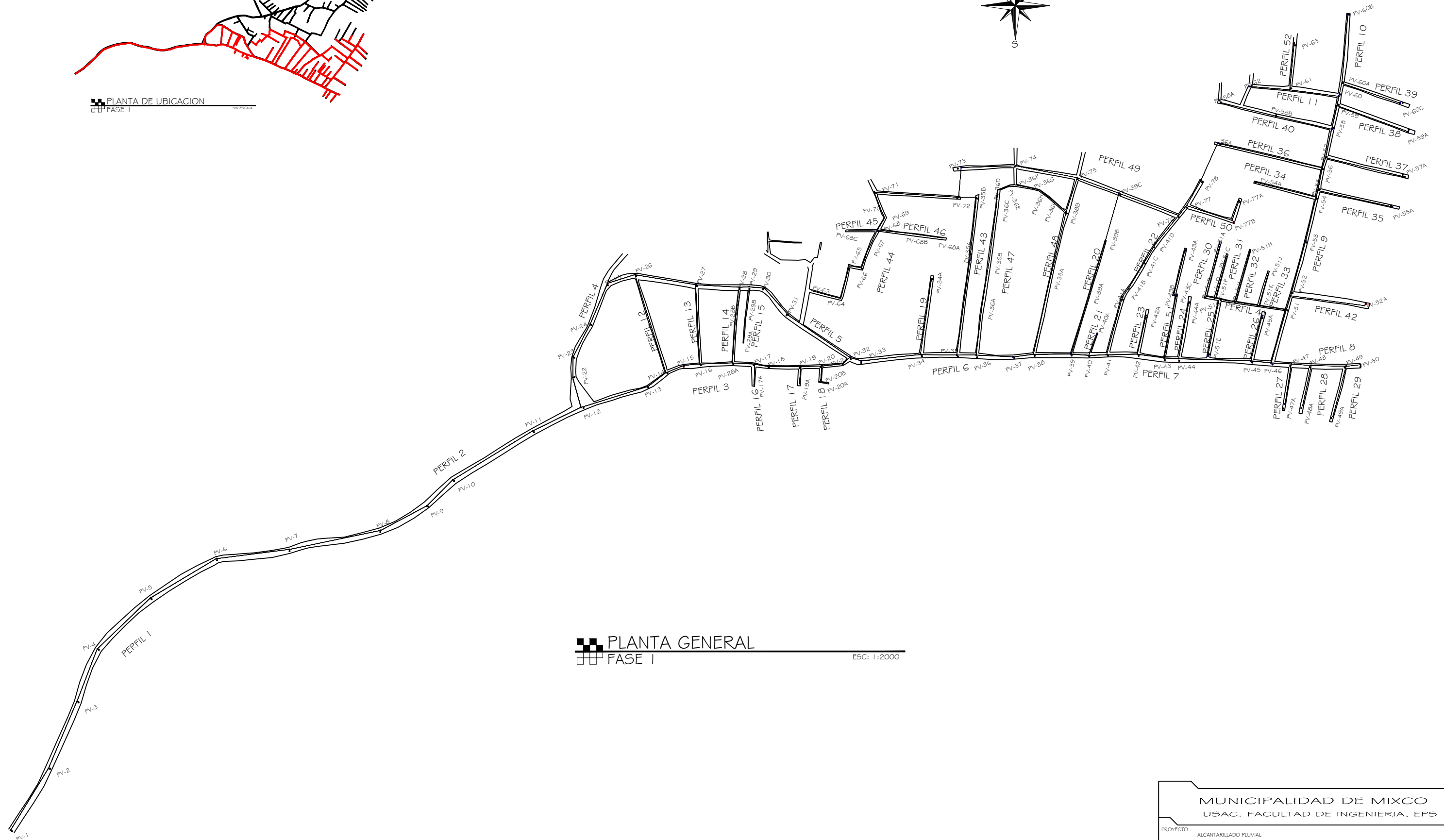
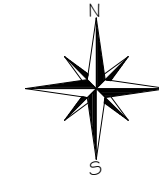
PERFIL FASE I ESC. H:1:250 ESC. V:1:25

MUNICIPALIDAD DE MIXCO
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS

PROYECTO=	ALCANTARILLADO SANITARIO	
UBICACION=	SACQJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE	HOJA 7/7
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
DISEÑO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
ESCALA=	INDICADA	Vo.Bo.
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	
		ING. JUAN MERCK COS

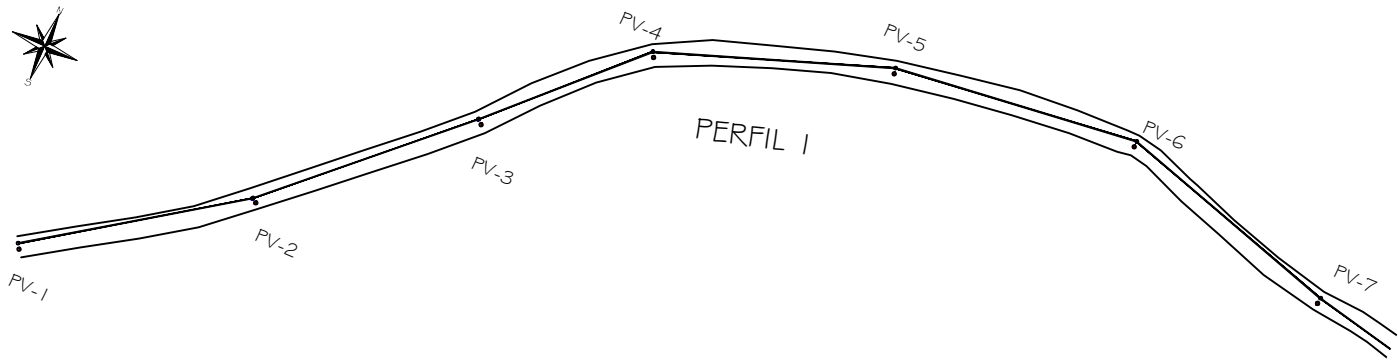


PLANTA DE UBICACION
FASE I



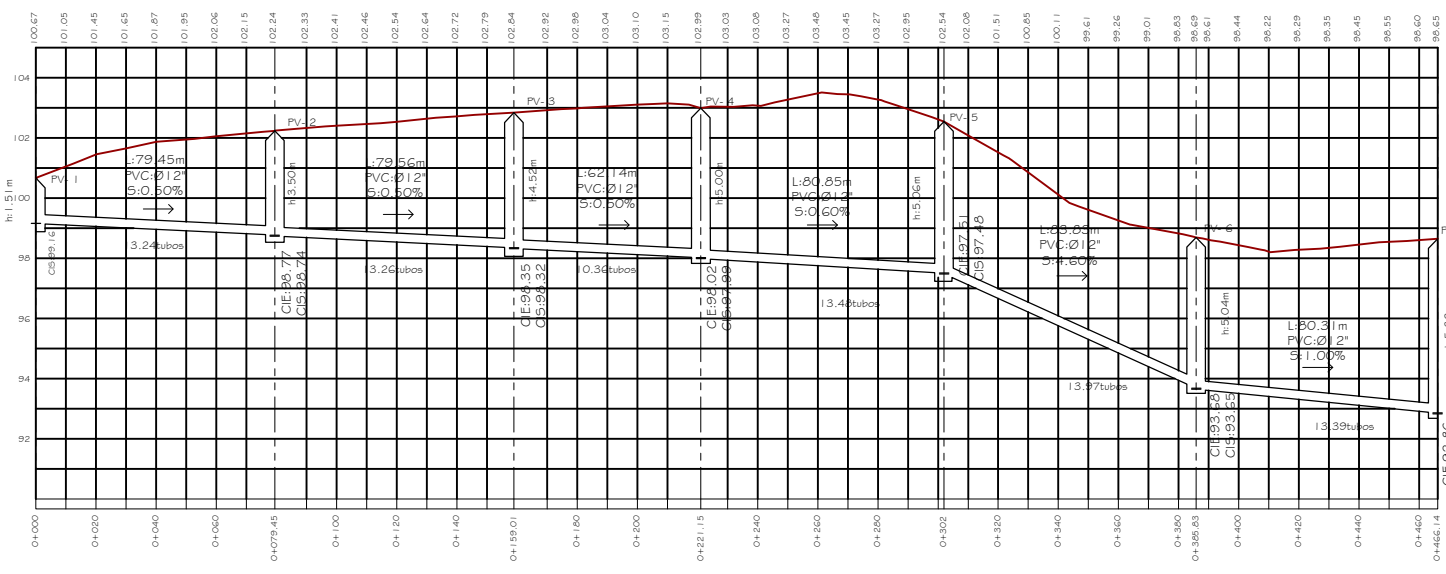
PLANTA GENERAL
FASE I
ESC: 1:2000

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION=	SACUJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
ESCALA=	INDICADA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK, COS
HOJA	1 / 7

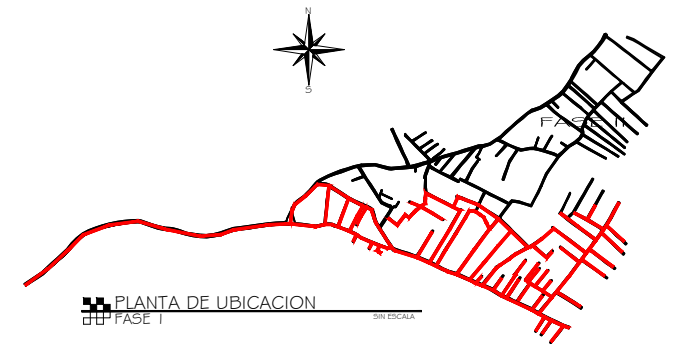


PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 1

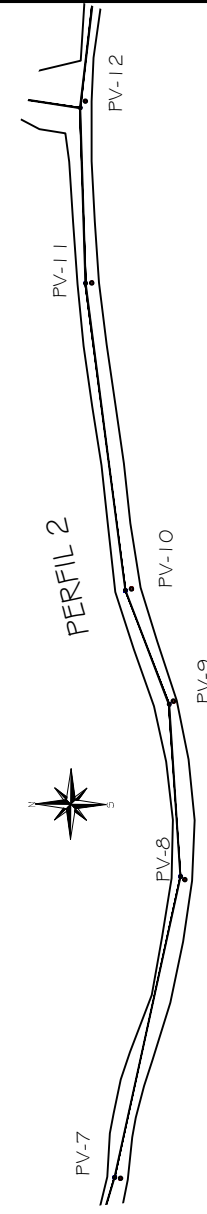


PERFIL FASE I

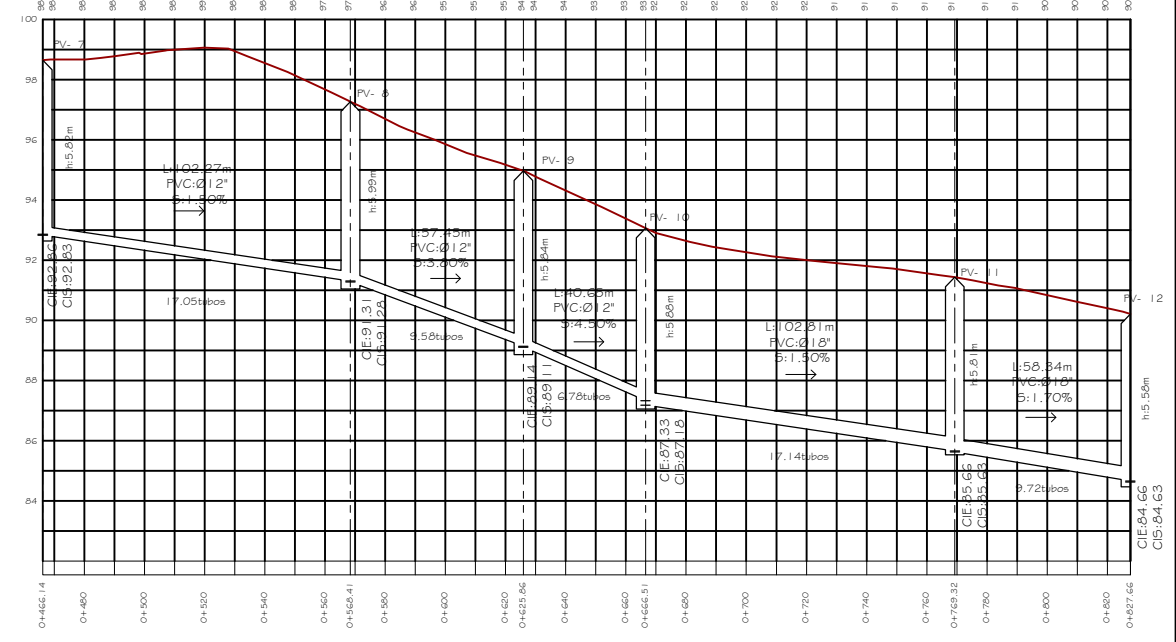


PLANTA DE UBICACION FASE I

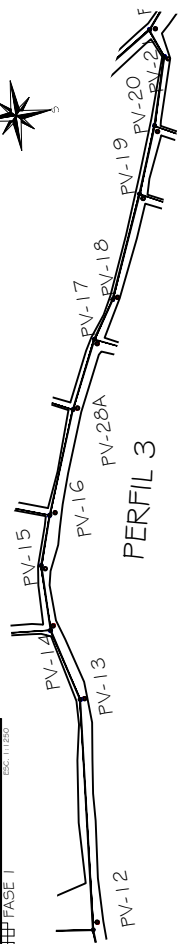
PERFIL 2



PLANTA DE PERFIL FASE I

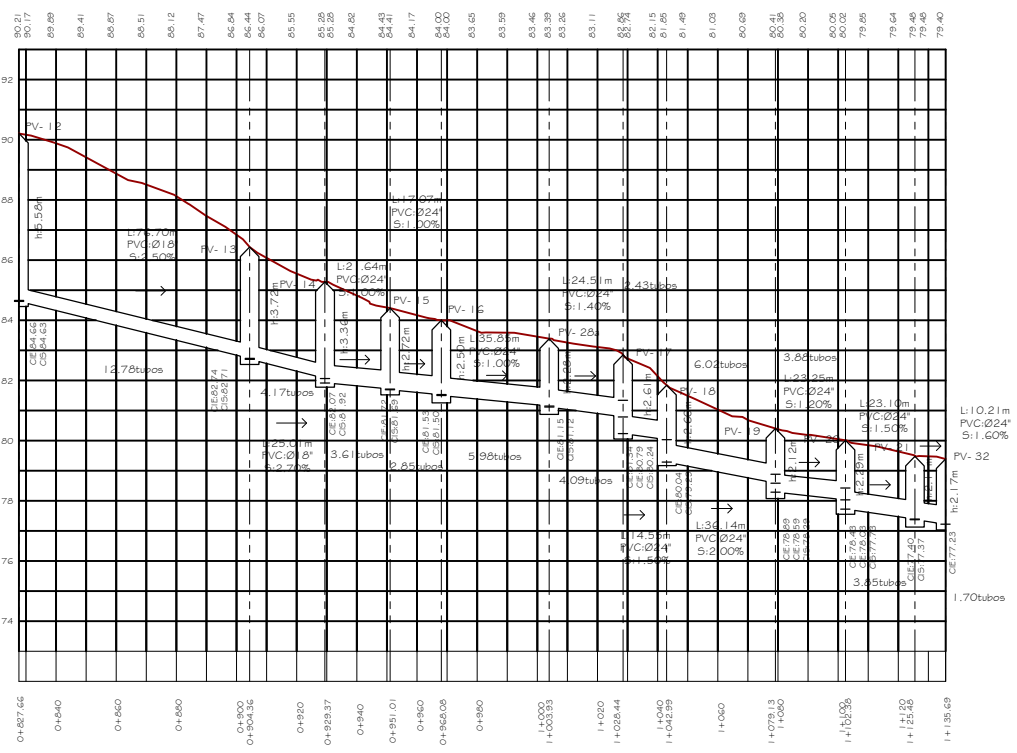


PERFIL FASE I



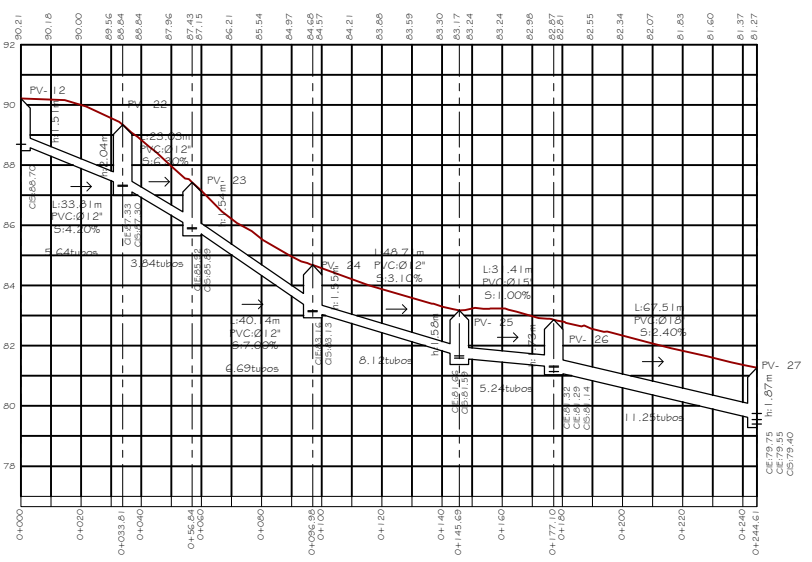
PLANTA DE PERFIL FASE I

PERFIL 3

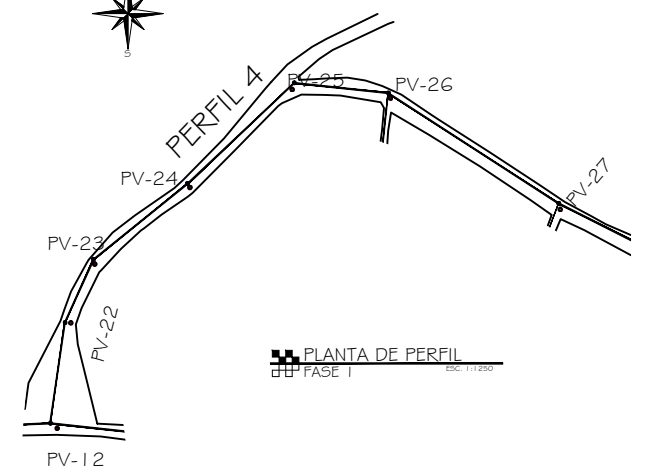


PERFIL FASE I

PERFIL 4

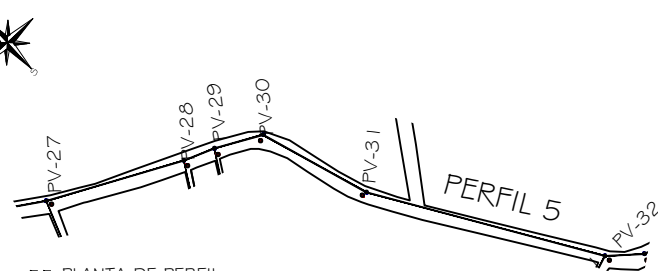


PERFIL FASE I



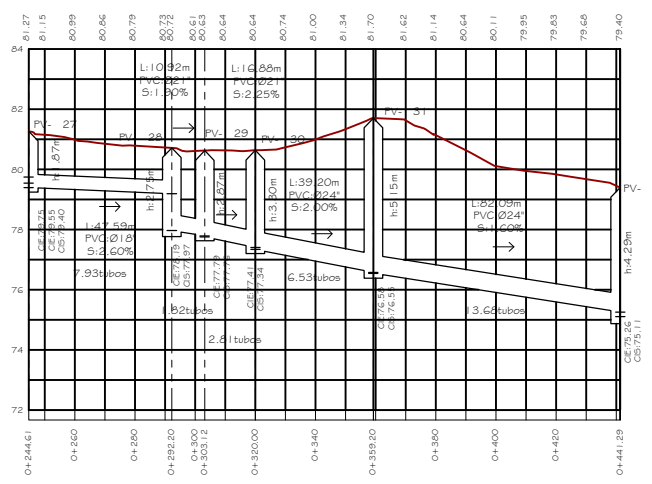
PLANTA DE PERFIL FASE I

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION=	SACUJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE
DISEÑO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
ESCALA=	INDICADA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS
HOJA	2 / 7

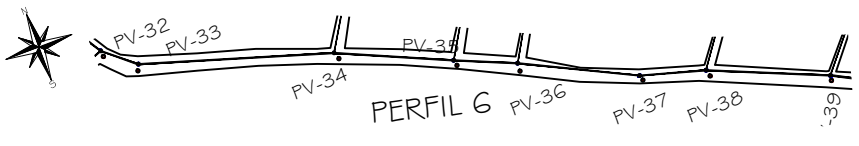


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 5

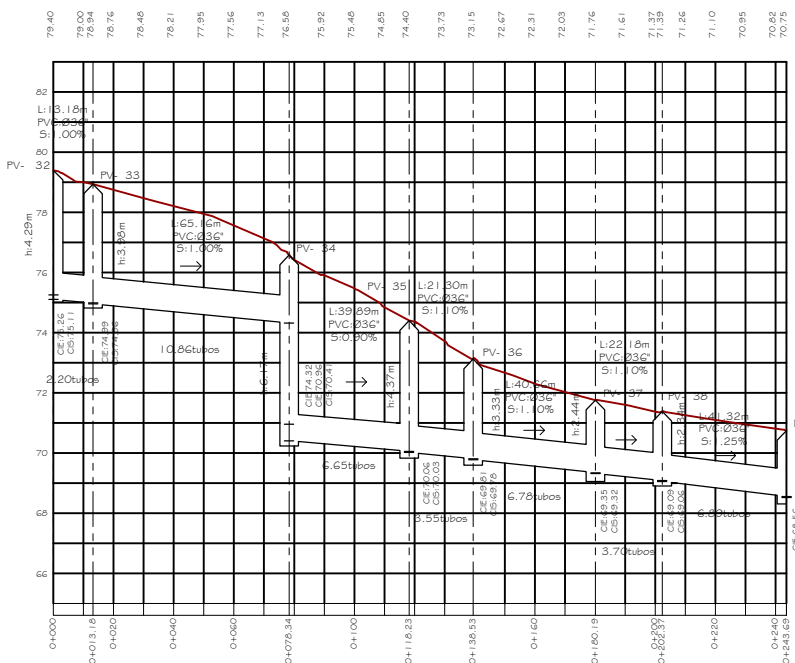


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

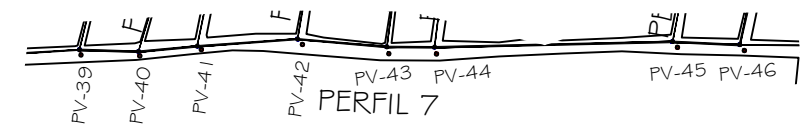


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 6

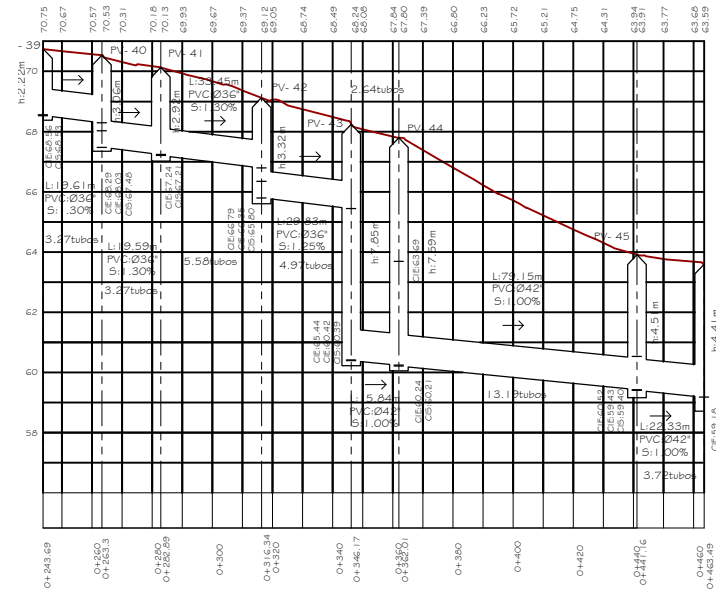


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

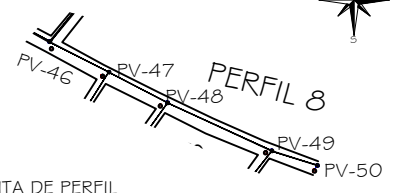


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 7



PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

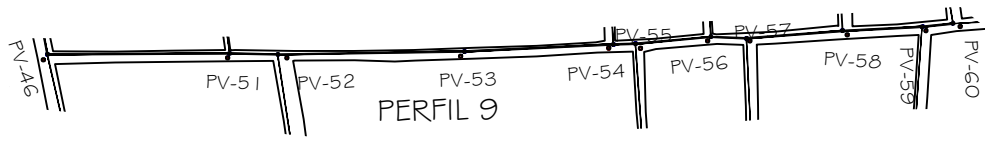


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 8

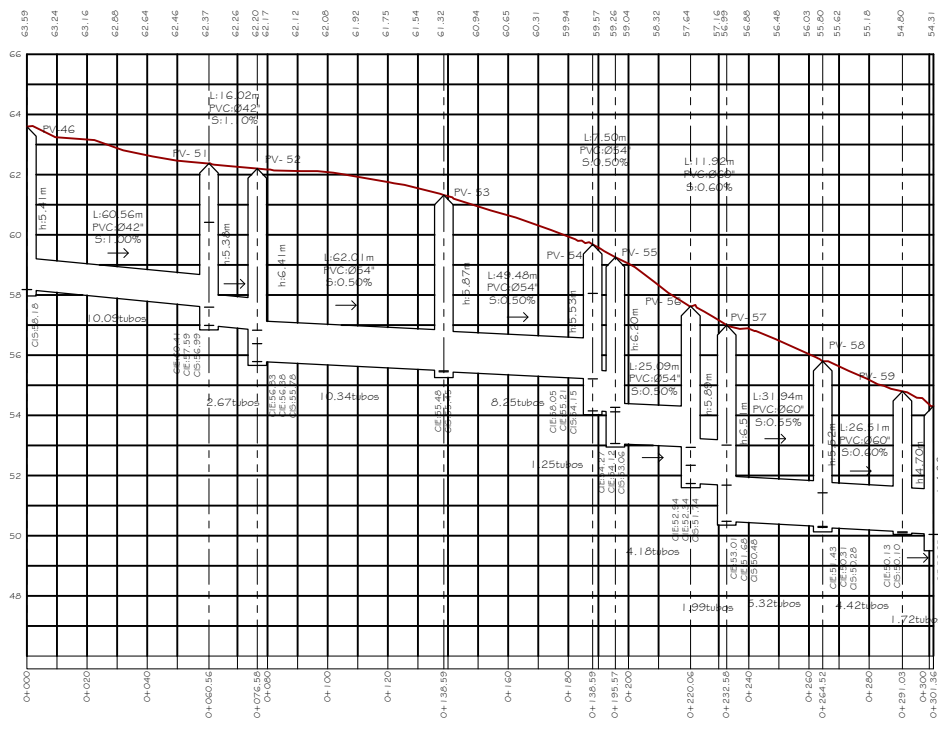


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

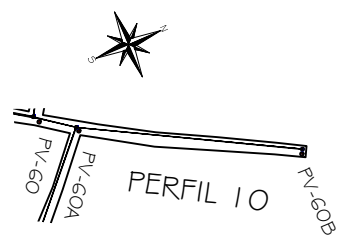


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 9

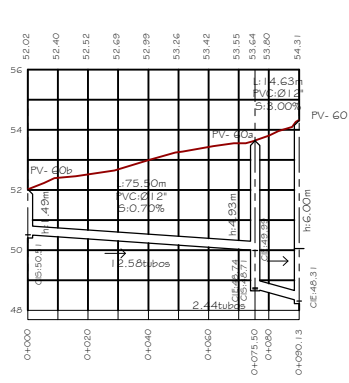


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 10

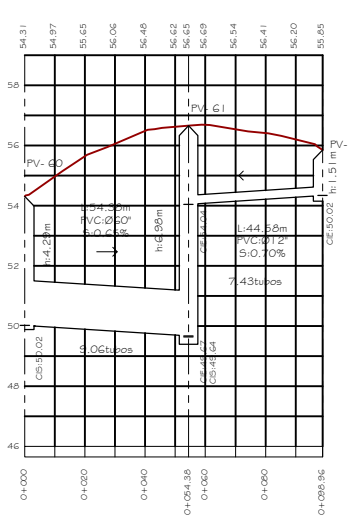


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

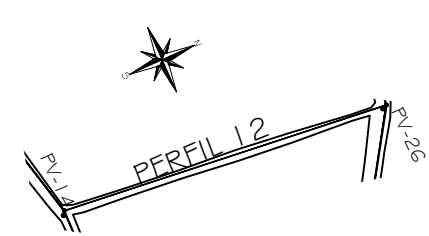


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 11

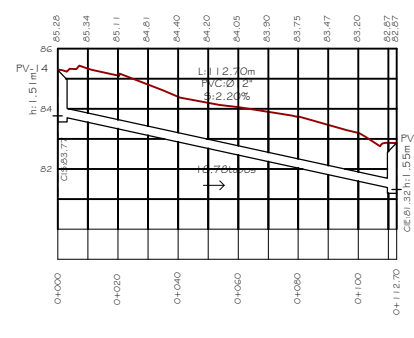


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

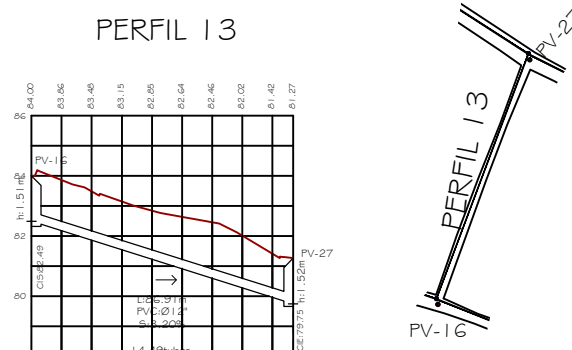


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 12

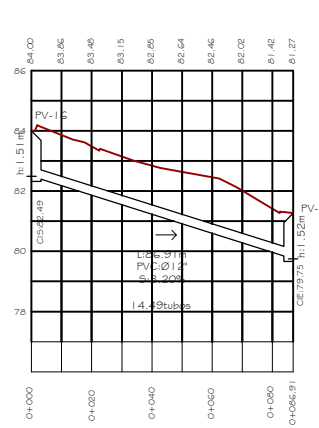


PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC: 1:1,250

PERFIL 13



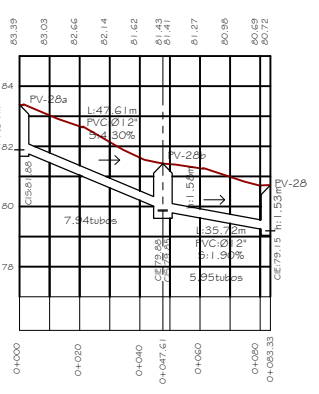
PERFIL FASE I ESC: 1:1,250 ESC: V:1:25

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION=	SACCO GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
ESCALA=	INDICADA
HOJA	3 / 7
ING. JUAN MERCK COS	

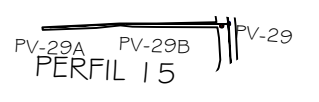


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 14

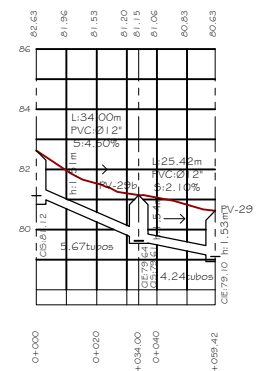


PERFIL FASE I ESC. 1:1250



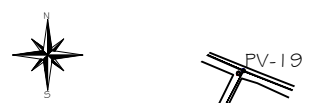
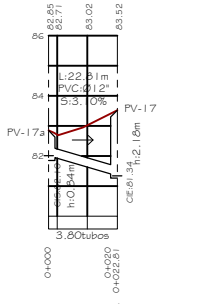
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 15



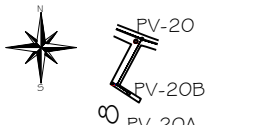
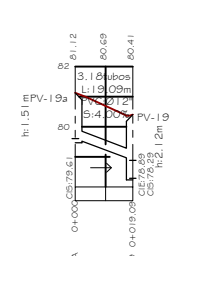
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 16



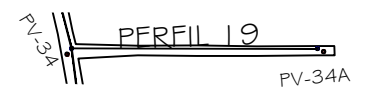
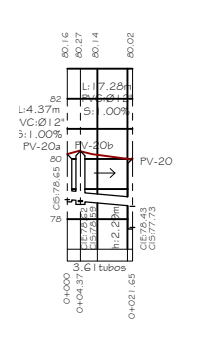
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 17



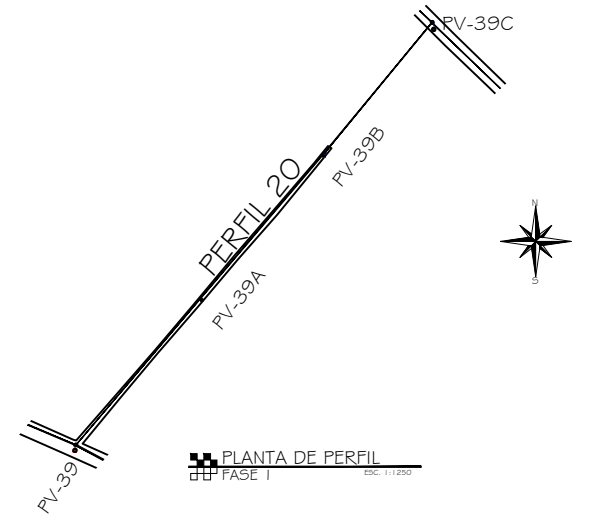
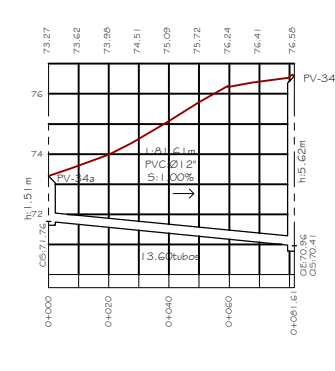
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 18



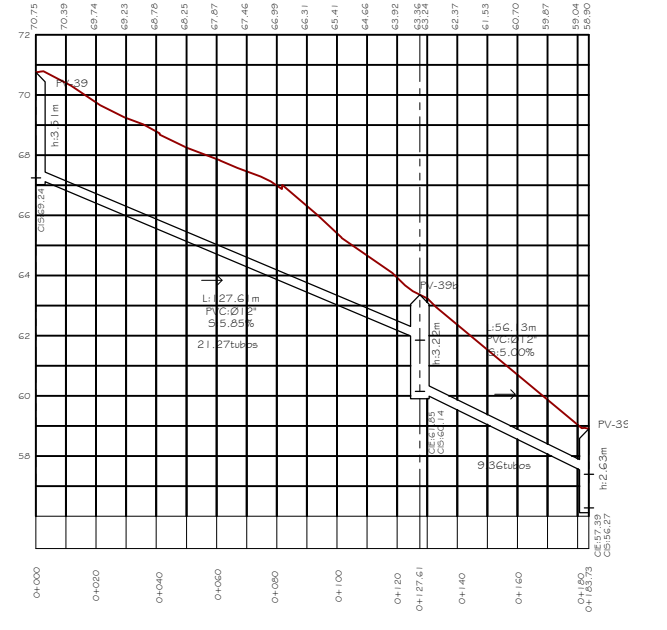
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 19

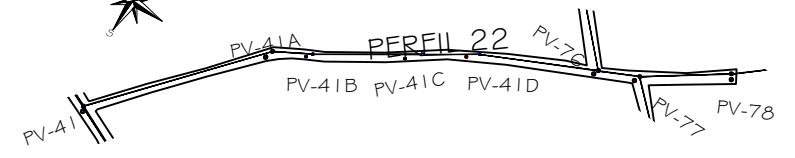


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 20

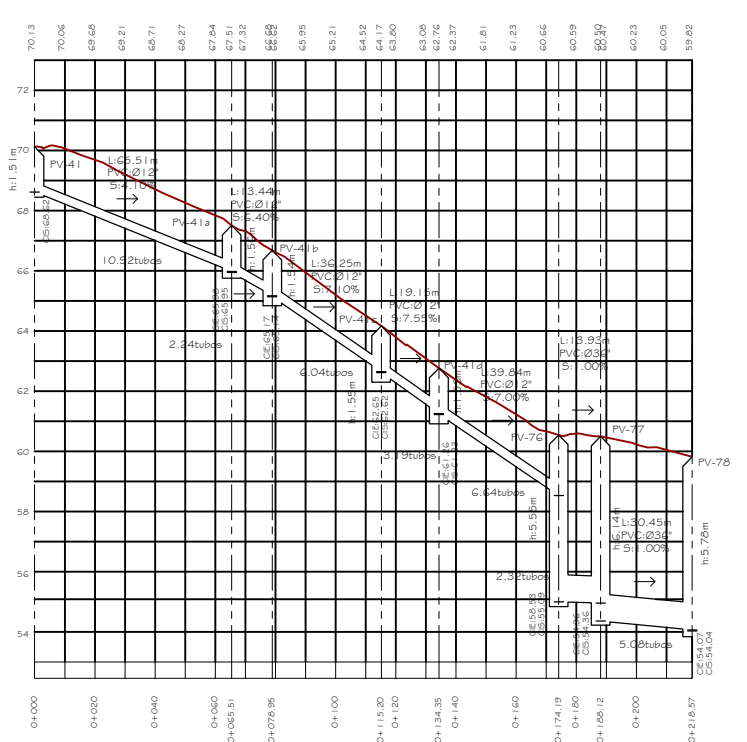


PERFIL FASE I ESC. 1:1250

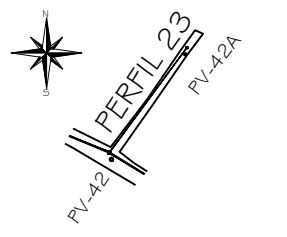


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 22

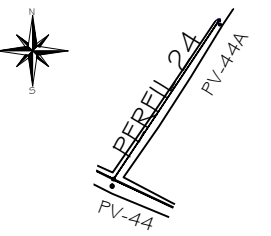
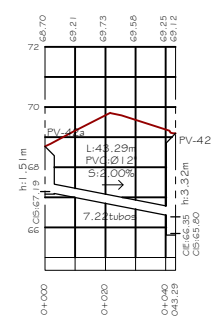


PERFIL FASE I ESC. 1:1250

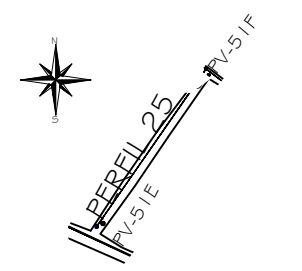
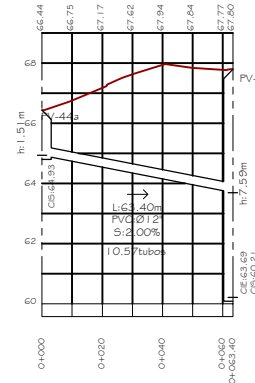


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

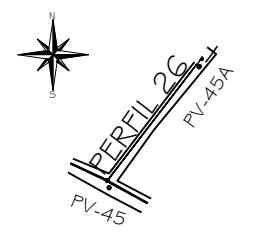
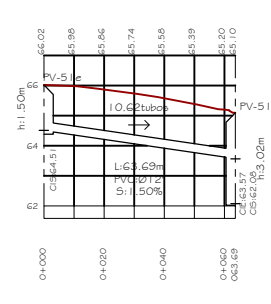
PERFIL 23



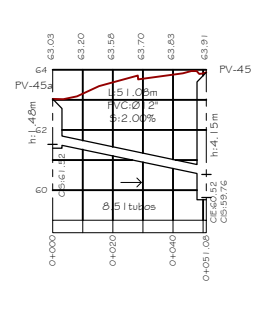
PERFIL 24



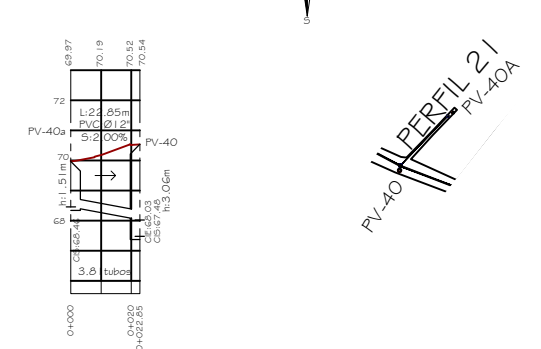
PERFIL 25



PERFIL 26

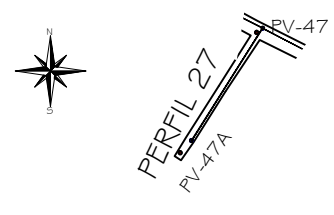


PERFIL 21



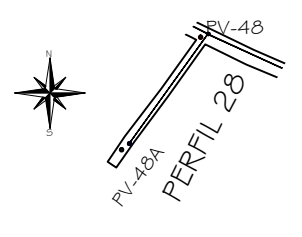
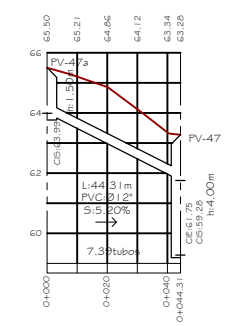
PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250



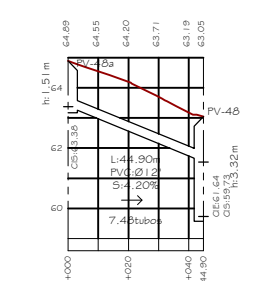
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 27



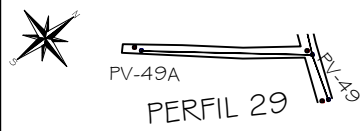
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 28



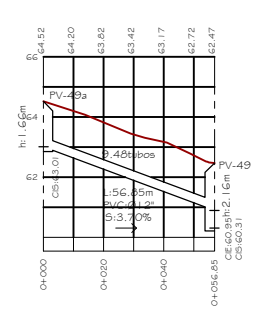
PERFIL FASE I ESC. 1:1250

MUNICIPALIDAD DE MIXCO	
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL
UBICACION=	SACCO GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PENA
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL
ESC=	INDICADA
Vo.Bo.	ING. JUAN MERCK COS
HOJA	4 / 7

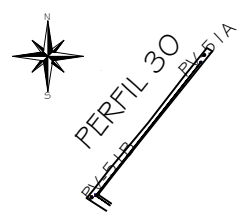


PLANTA DE PERFIL
FASE I

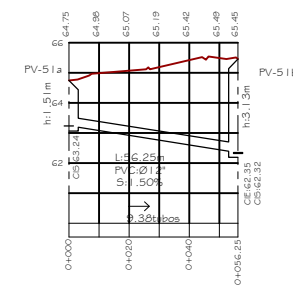
PERFIL 29



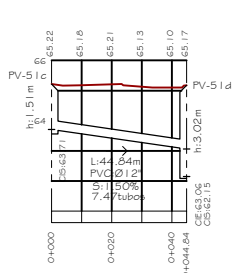
PERFIL
FASE I



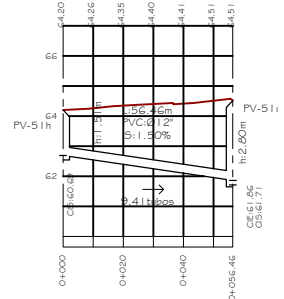
PERFIL 30



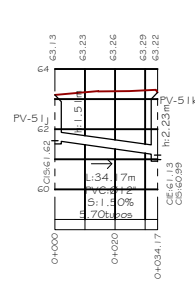
PERFIL 31



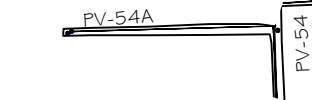
PERFIL 32



PERFIL 33

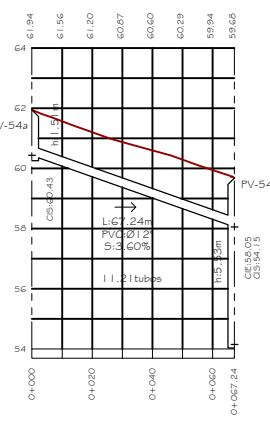


PERFIL 34



PLANTA DE PERFIL
FASE I

PERFIL 34

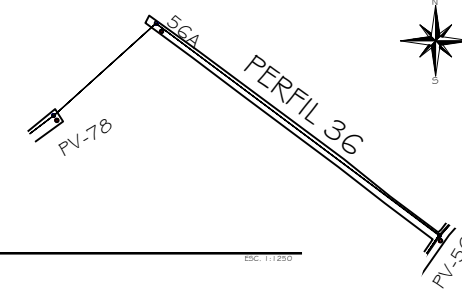
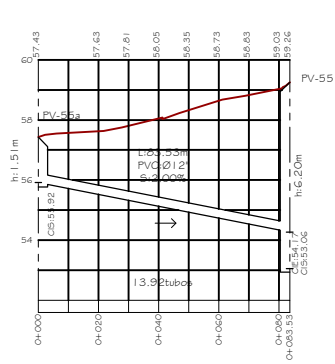


PERFIL
FASE I

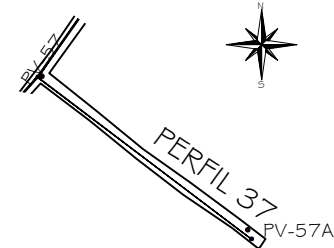
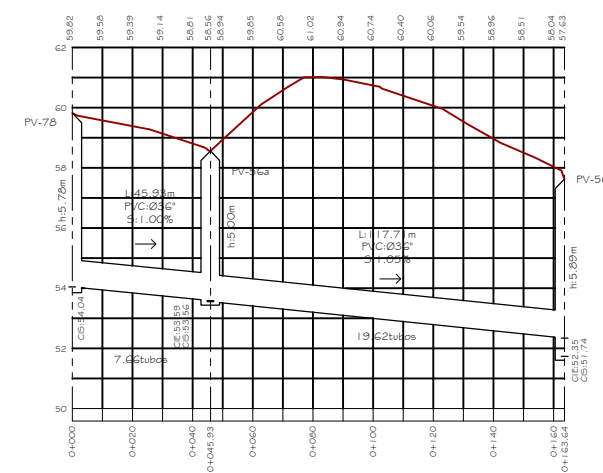
PERFIL 35



PERFIL 35

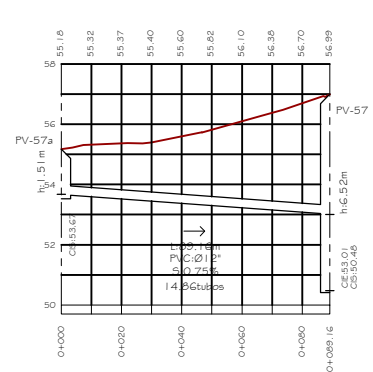


PERFIL 36

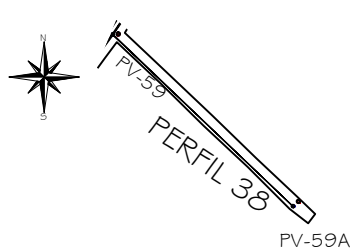


PLANTA DE PERFIL
FASE I

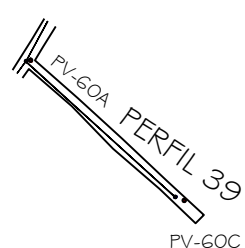
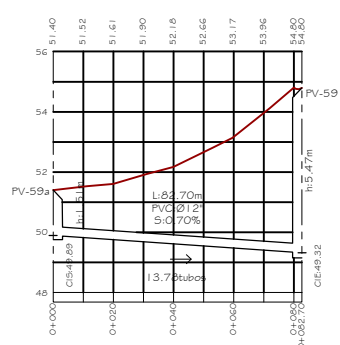
PERFIL 37



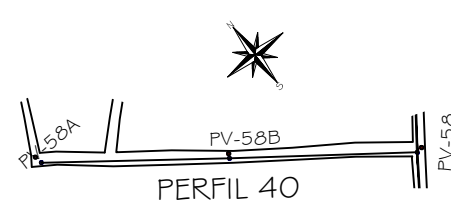
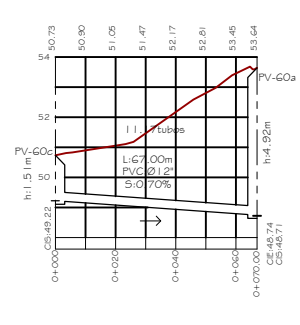
PERFIL
FASE I



PERFIL 38

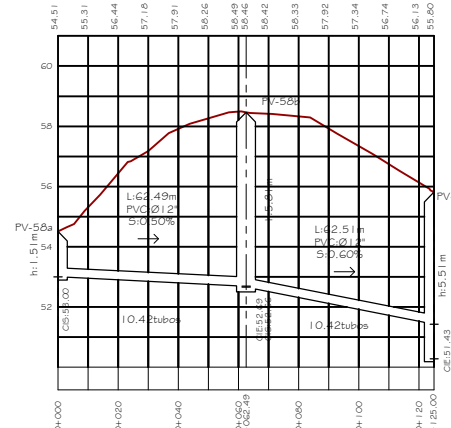


PERFIL 39

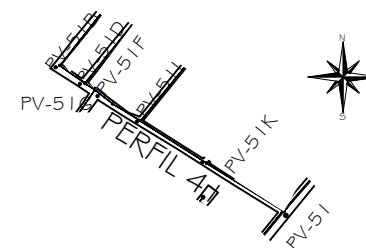


PLANTA DE PERFIL
FASE I

PERFIL 40

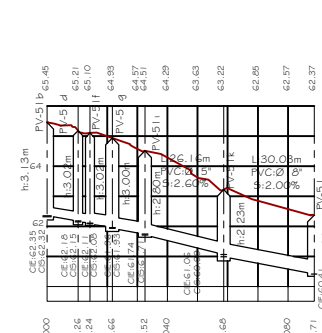


PERFIL
FASE I

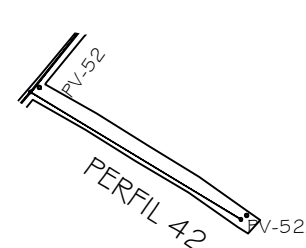


PLANTA DE PERFIL
FASE I

PERFIL 41

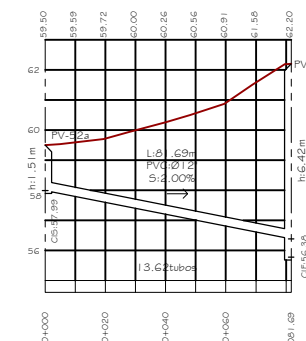


PERFIL
FASE I



PLANTA DE PERFIL
FASE I

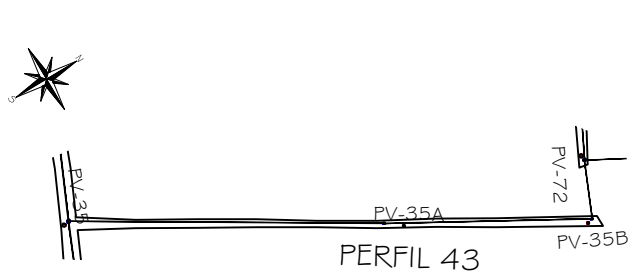
PERFIL 42



PERFIL
FASE I

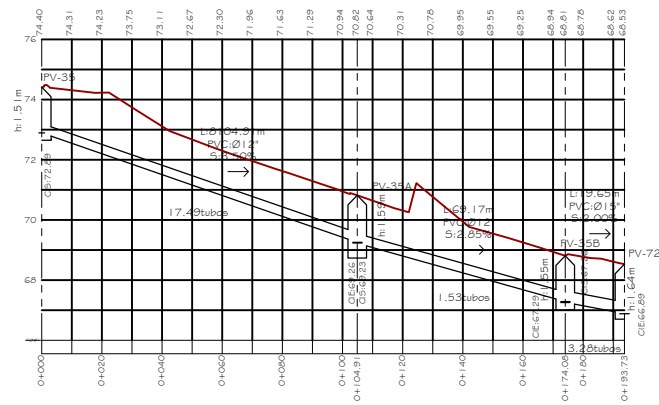
MUNICIPALIDAD DE MIXCO
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS

PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL	
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE	
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
ESCALA=	INDICADA	
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	
CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA	
Vo.Bo.		

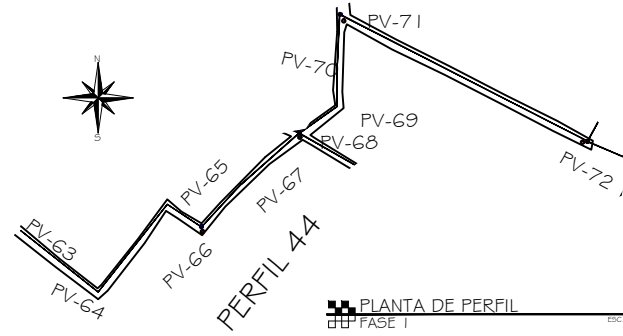


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 43

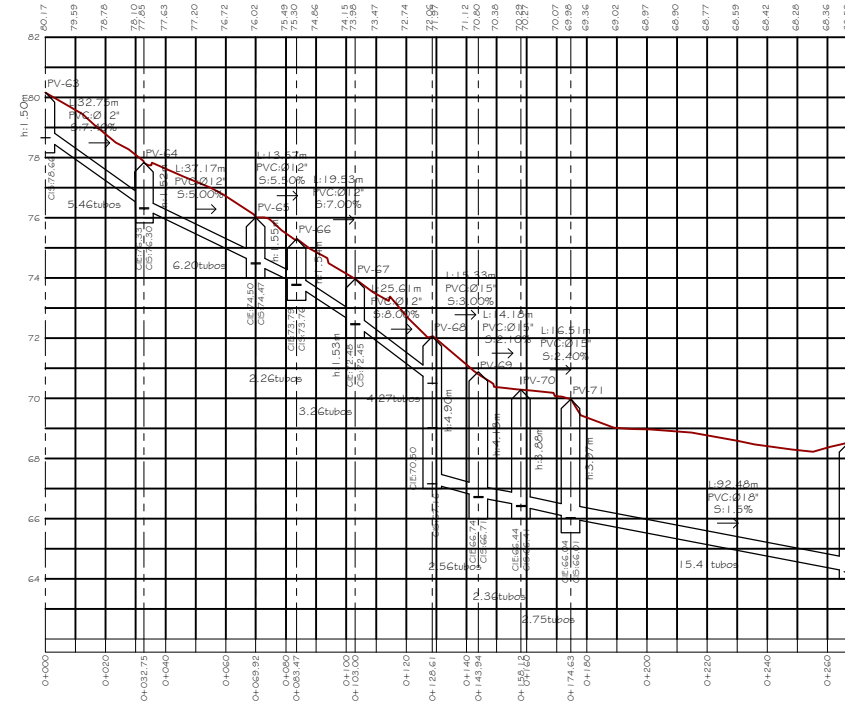


PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125

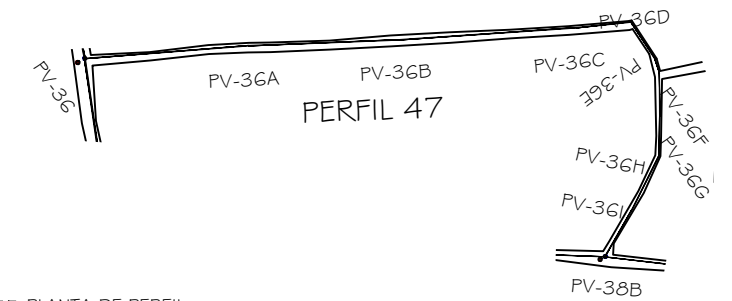


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 44

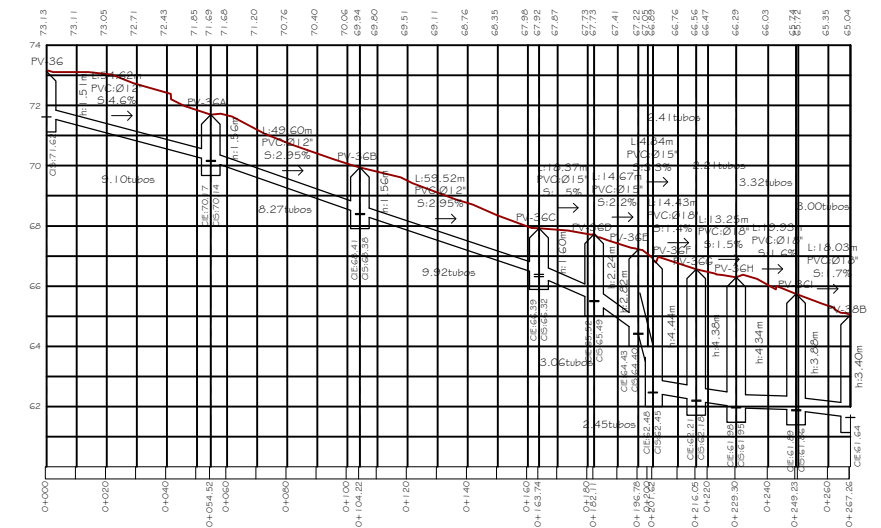


PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

PERFIL 47



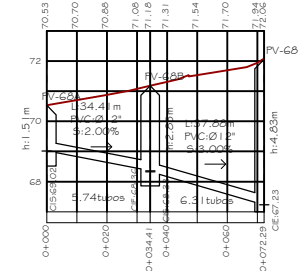
PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125



PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

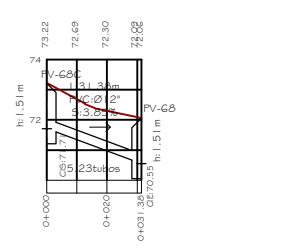


PERFIL 46



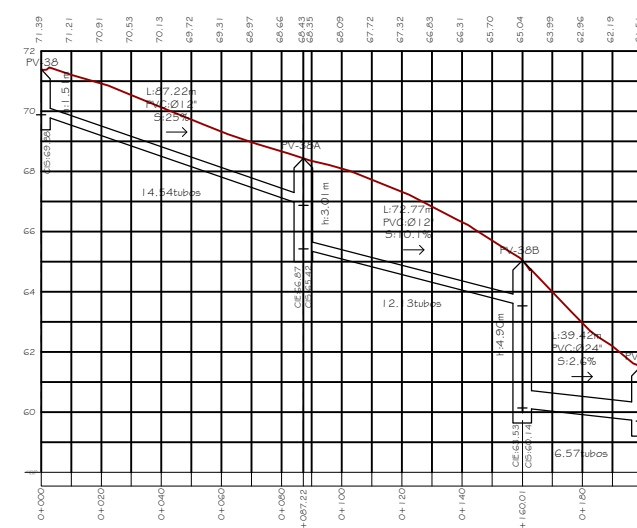
PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125

PERFIL 45

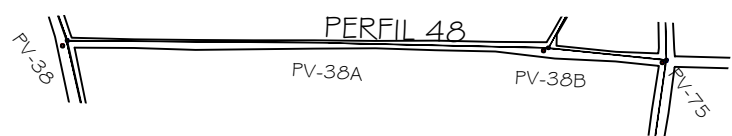


PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125

PERFIL 48

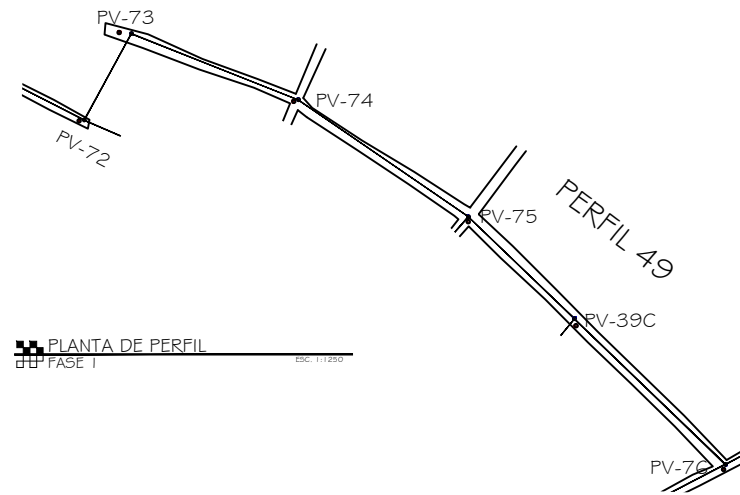


PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1125

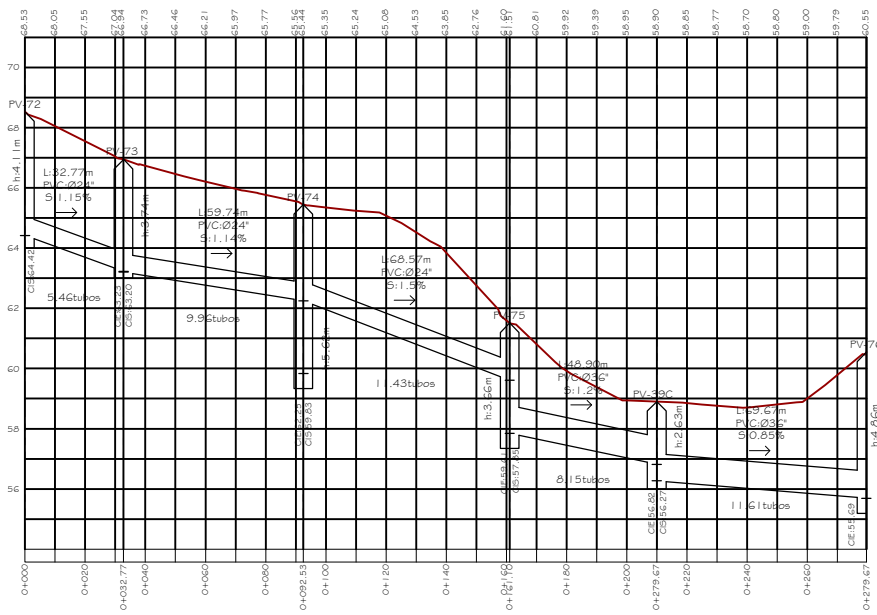


PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250

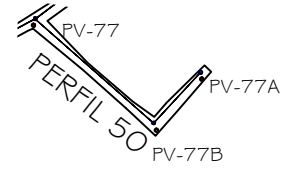
MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS		HOJA 6 7
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL	
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	LEVANTO= JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE DIBUJO= JUAN JOSE GARCIA PENA DISEÑO= JUAN JOSE GARCIA PENA CALCULO= JUAN JOSE GARCIA PENA
ESC= INDICADA		Vo.Bo.
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	ING. JUAN MERCK COS



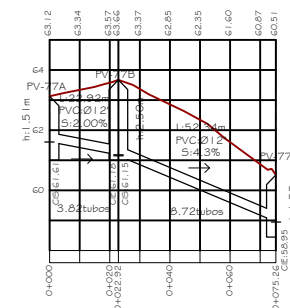
PERFIL 49



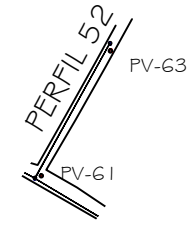
PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1:25



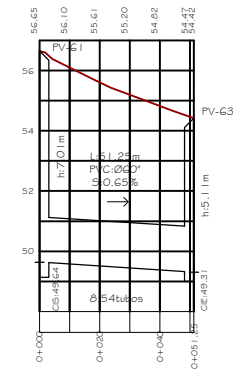
PERFIL 50



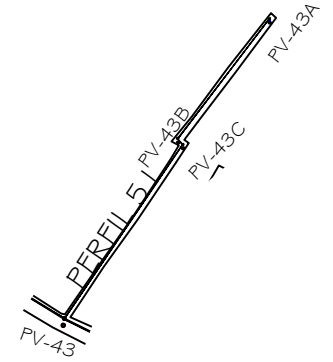
PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1:25



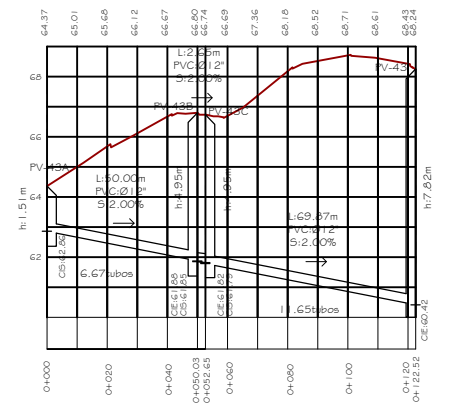
PLANTA DE PERFIL FASE I ESC. 1:1250



PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1:25



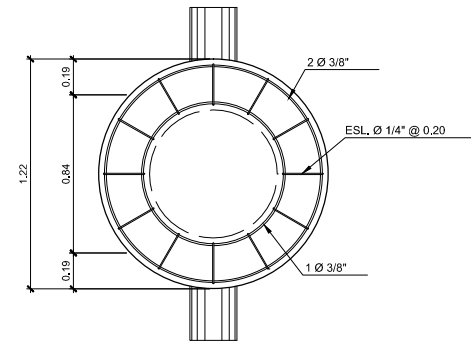
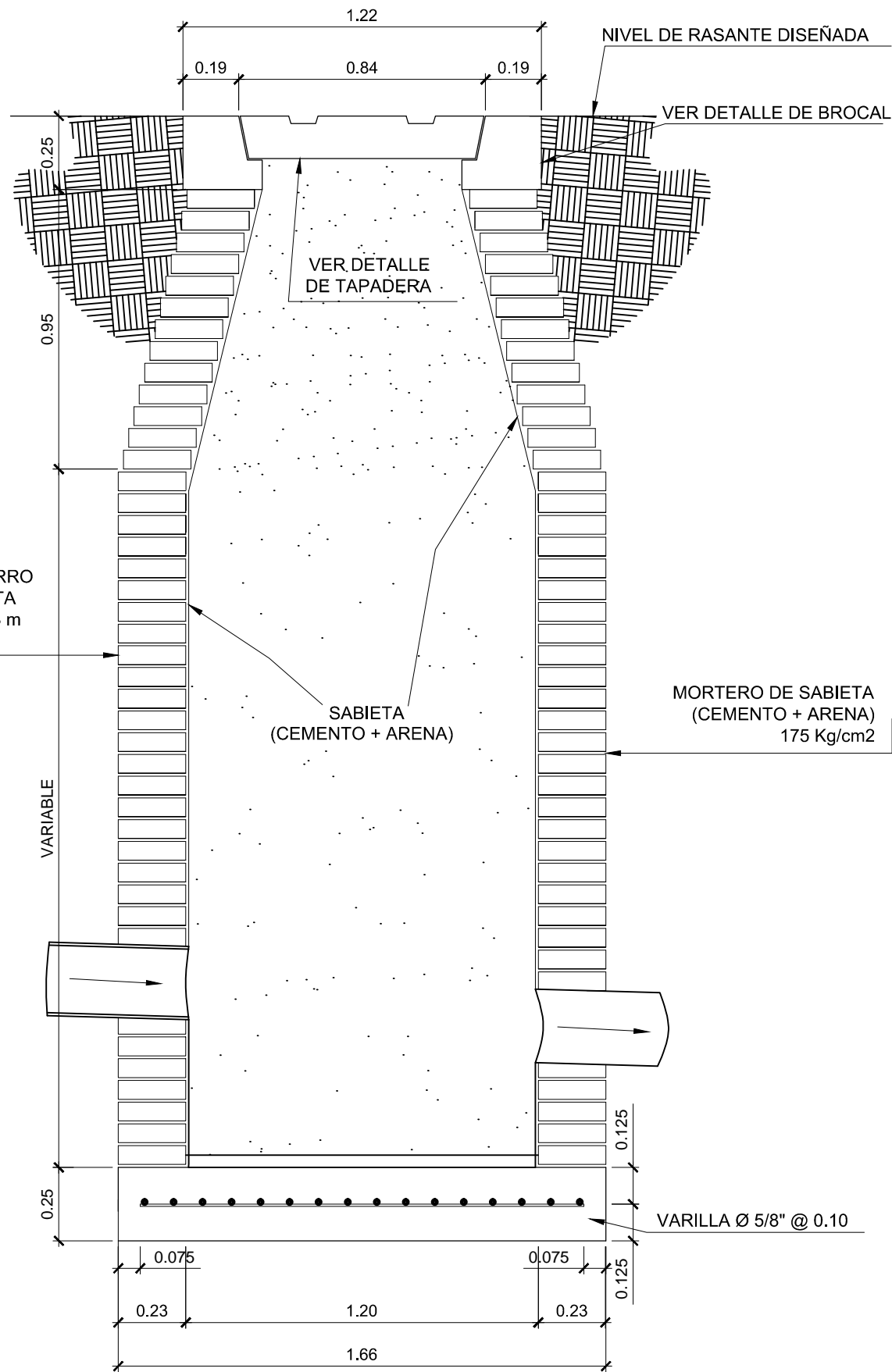
PERFIL 51



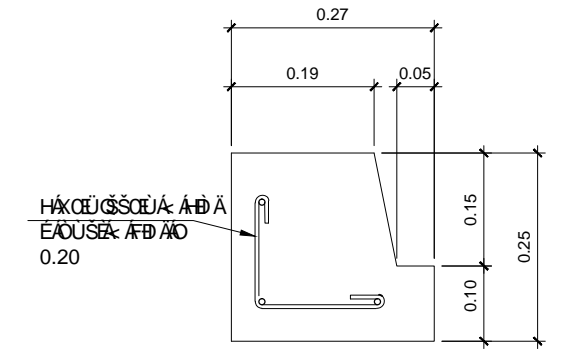
PERFIL FASE I ESC. 1:1250 ESC. V:1:25

MUNICIPALIDAD DE MIXCO
USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS

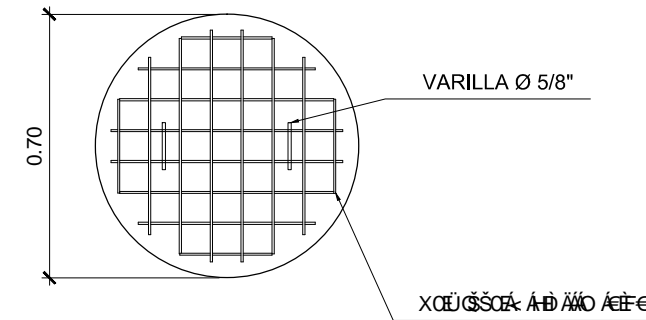
PROYECTO=	ALCANTARILLADO PLUVIAL	
UBICACION=	SACCOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	
LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PENA Y JOSE OVALLE	HOJA 7/7
DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PENA	
DISEÑO=	JUAN JOSE GARCIA PENA	
ESCALA=	INDICADA	Vo.Bo.
PLANO DE=	PLANTA-PERFIL	
		ING. JUAN MERCK COS



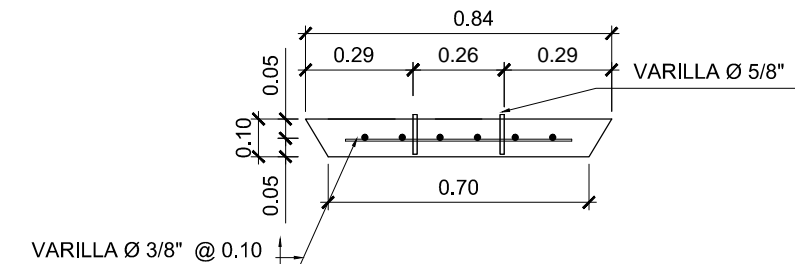
PLANTA DE ARAMADO DE BROCAL
FASE I ESC. 1:20



SECCION DE ARMADO DE BROCAL
FASE I ESC. 1:5



PLANTA DE ARAMADO DE TAPADERA
FASE I ESC. 1:10

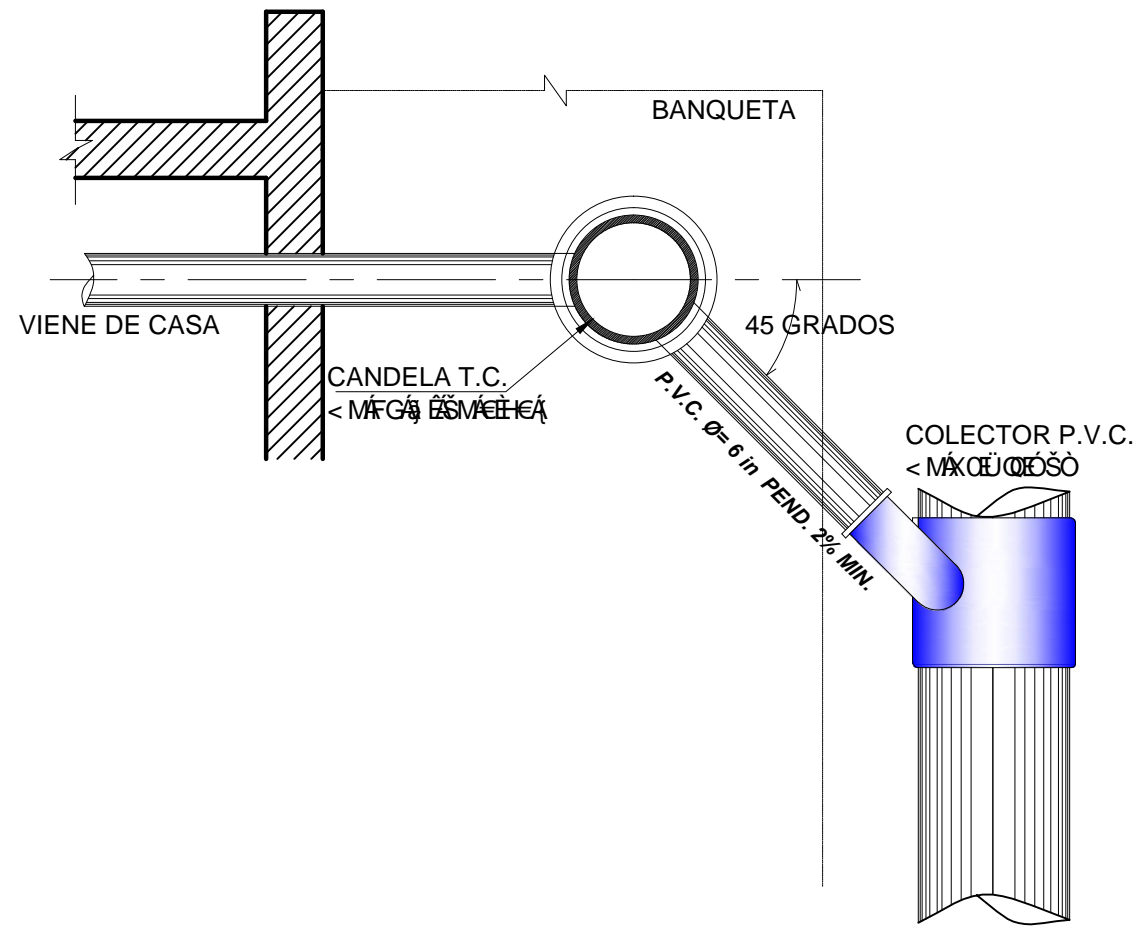


SECCION DE ARMADO DE TAPADERA
FASE I ESC. 1:10

POZO DE VISITA
FASE I

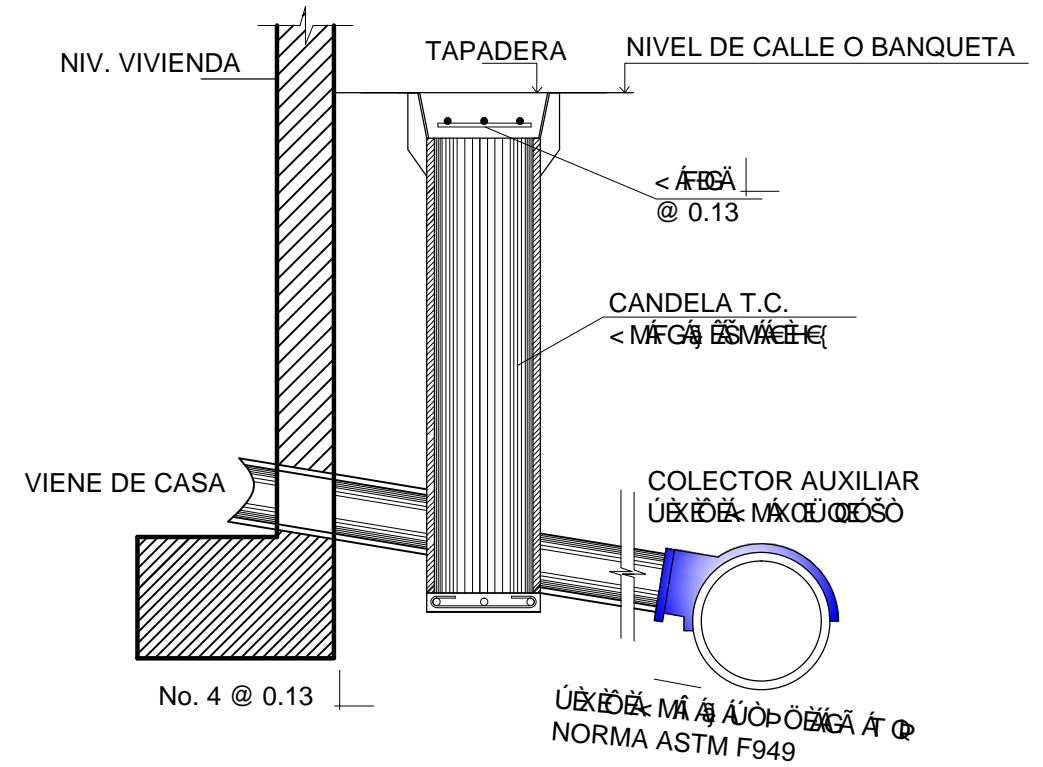
ESC. 1:10

MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO= DRENAJE PLUVIAL	LEVANTO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
UBICACION= SACOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	DIBUJO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
ESC= INDICADA	DISÑO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE= DETALLES DE POZO	CALCULO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
	Vo.Bo. _____
	ING. JUAN MERCK COS
	HOJA 5/7



PLANTA DE CANDELA
FASE I

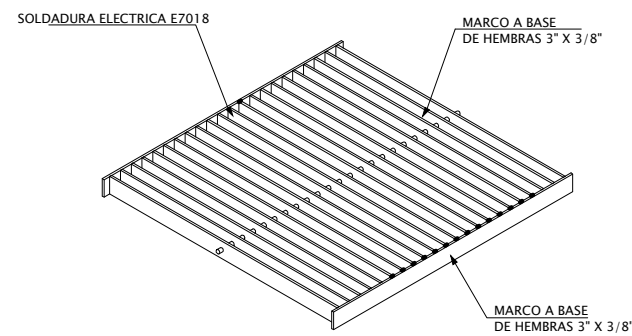
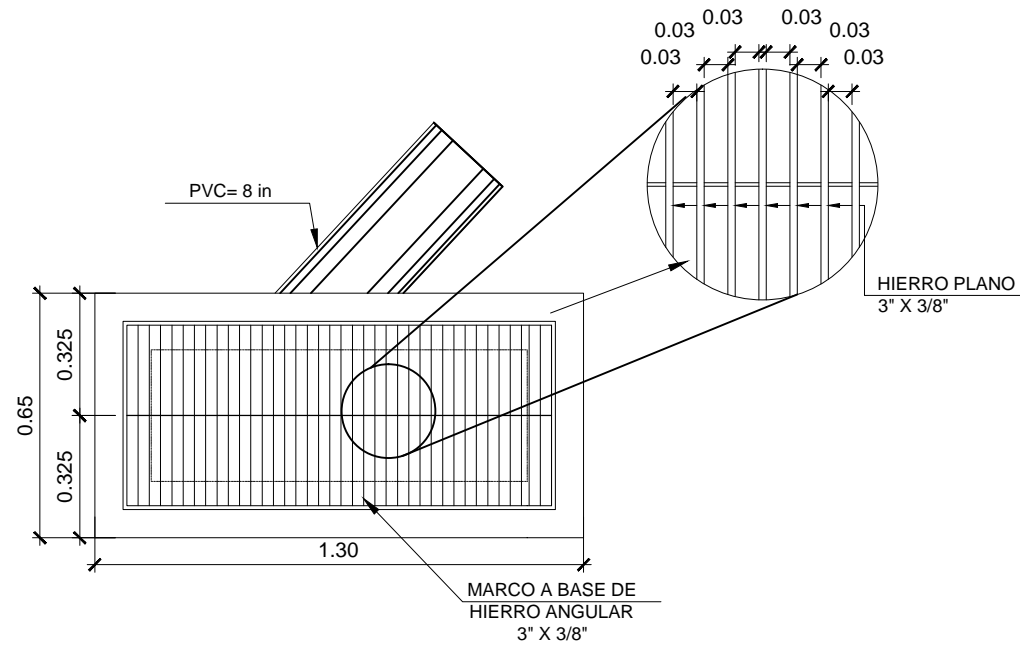
ESC. 1:10



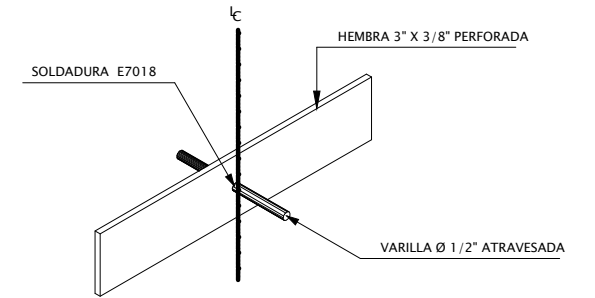
SECCION DE CANDELA
FASE I

ESC. 1:10

MUNICIPALIDAD DE MIXCO		USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO=	DRENAJE PLUVIAL	LEVANTO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
UBICACION=	SACOI GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	DIBUJO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
ESC=	INDICADA	DISENO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE=	DETALLES DE CANDELA	CALCULO=	JUAN JOSE GARCIA PEÑA
		Vo.Bo.	
		ING. JUAN MERCK COS	

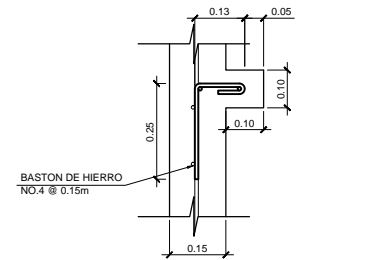
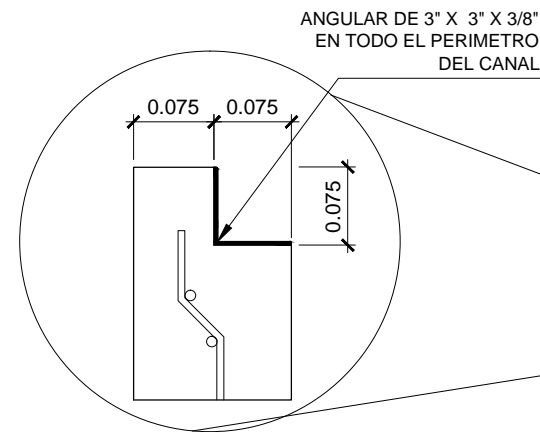


DETALLE DE REJILLA
FASE I ESC. 1:10

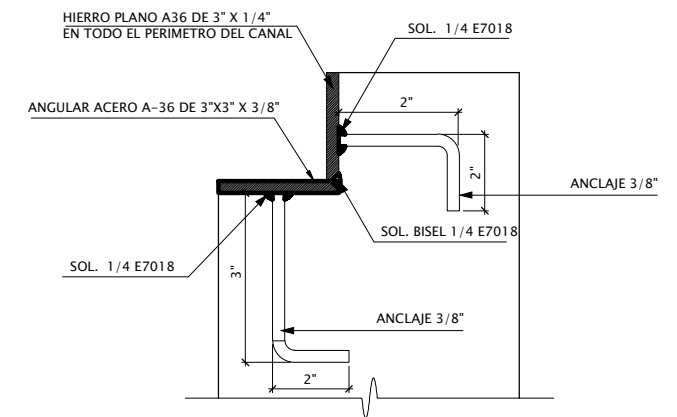


DETALLE DE COLOCACION DE VARILLA # 4
FASE I Sin escala

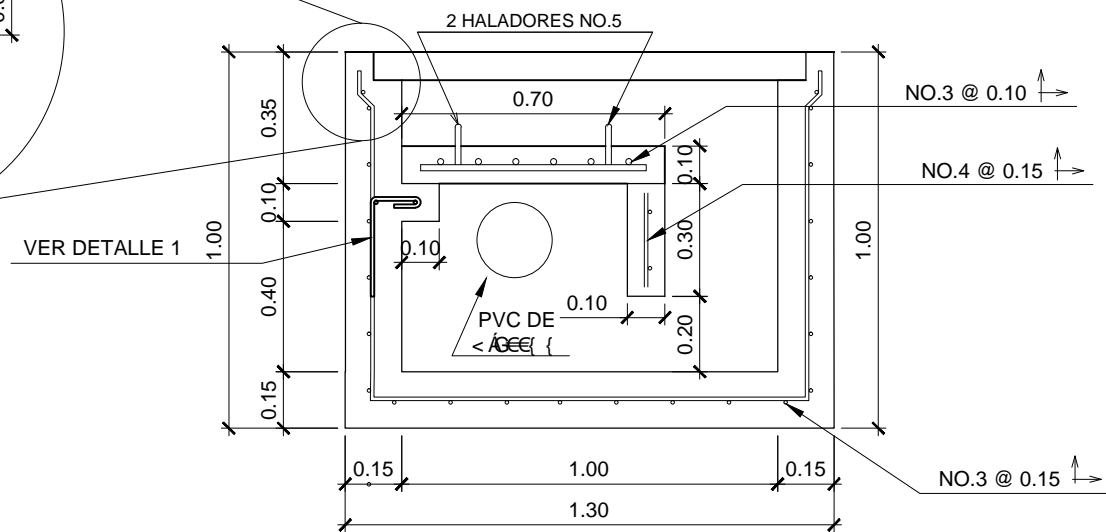
SECCION DE REJILLA
FASE I ESC. 1:10



DETALLE 1
FASE I Esc. 1:10

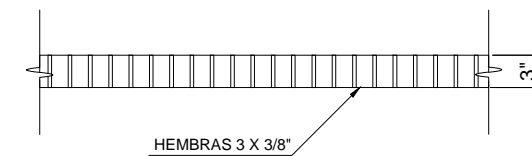


DETALLE DE ANGULAR
FASE I ESC. 1:10



SECCION DE REJILLA
FASE I ESC. 1:10

SECCION LONGITUDINAL DE REJILLA
FASE I ESC. 1:10



MUNICIPALIDAD DE MIXCO USAC, FACULTAD DE INGENIERIA, EPS	
PROYECTO= DRENAJE PLUVIAL	LEVANTO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA Y JOSE OVALLE
UBICACION= SACOJ GRANDE, MUNICIPIO DE MIXCO	DIBUJO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
ESC= INDICADA	DISENO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
PLANO DE= DETALLES DE REJILLA	CALCULO= JUAN JOSE GARCIA PEÑA
	Vo.Bo. _____
	ING. JUAN MERCK COS
	HOJA 7/7