



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Fernando Efrain Moscoso Sarceño
Asesorado por el Ingeniero Oscar Argueta Hernández

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA
COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FERNANDO EFRAIN MOSCOSO SARCEÑO

ASESORADO POR EL INGENIERO OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultan Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO/A	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de septiembre de 2003.


Fernando Efraim Moscoso Sarceño

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de octubre de 2008.
Ref.EPS.D.968.10.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **FERNANDO EFRAÍN MOSCOSO SARCEÑO** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9311822**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



c.c. Archivo
OAH/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de octubre de 2008.
Ref.EPS.D.968.10.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **FERNANDO EFRAÍN MOSCOSO SARCEÑO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Oscar Argueta Hernández**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
30 de octubre de 2008

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Fernando Efraín Moscoso Sarceño, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Fernando Efraín Moscoso Sarceño, titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.400.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA SANTA SOFÍA, DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario **Fernando Efraín Moscoso Sarceño,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, noviembre de 2008



/gdech

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:

Dios	Por la vida que me da, por todas las bendiciones que derrama en mi vida y mi familia, y la fortaleza para seguir en mi diario vivir.
Jesucristo	Mi Salvador y coheredero en la eternidad; por acompañarme a lo largo de toda mi vida.
Mis padres	Por darme la vida y sacrificarse tanto, para que llegase a ser el hombre que soy.
Mi esposa	Por su amor, dedicación y apoyo integral.
Mi hija	Mi linda preciosa, por amarme tanto y querer ser igual a mí.
Mi hermana	Por su ternura y apoyo.
Mis suegros	Por ser una gran bendición para mi vida.
Mis abuelitos	Que en paz descansen.
Toda mi familia	Con mucho cariño, por el apoyo brindado a lo largo de mi vida. Los quiero mucho.
Compañeros y amigos	Por haber colaborado de alguna manera a alcanzar mi triunfo.
Universidad de San Carlos	Por la instrucción profesional.
Ing. Oscar Argueta	Por su amistad y asesoría en el presente trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque de Él emana la vida y la sabiduría.
- Mi padre** *Efraín de María Moscoso Mata*, por ser ejemplo a seguir, modelo de honradez, lealtad y amor.
- Mi madre** *María Magdalena Sarceño Corado de Moscoso*, por su entrega total de amor, apoyo incondicional y esfuerzo, para culminar este logro.
- Mi esposa** *Mildred Sucely Juárez y Juárez de Moscoso*, mi linda y amorosa esposa, que me animó a culminar la carrera y a seguir cosechando muchos más logros.
- Mi hija** *Rocío Jimena Moscoso Juárez*, para que un día tú también te puedas graduar de profesional. Ese será el mejor regalo.
- Mi hermana** *Dania Lucrecia Moscoso Sarceño*, por animarme a culminar esta etapa de mi vida.
- Mis suegros** *Hugo y Reyna Juárez*, por su apoyo incondicional.
- Mis familiares** Melvin y Michell por su cariño especial.
Hugo David, Cristian, José Andrés, Griselda, Dulce, José Pablo, Fernando André y Marcelita, por su cariño y que esto les aliente a seguir adelante en sus estudios.
- Mis amigos** Por su amistad y hermandad en todo momento, Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Monografía del municipio	1
1.2 Características biofísicas	2
1.2.1 Clima	2
1.2.2 Geología y fisiografía	3
1.2.3 Hidrología	3
1.2.4 Suelos	3
1.2.5 Zonas de vida	3
1.2.6 Demografía y densidad de la población	4
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1 Aspectos preliminares	6
2.1.1 Estudios topográficos	6
2.1.2 Altimetría	6
2.1.3 Planimetría	7
2.1.4 Calculo de la población futura	7
2.1.5 Incremento geométrico	7
2.1.6 Ventajas y desventajas del método geométrico	8

2.1.7	Periodo de diseño	8
2.1.8	Consideraciones para el diseño de alcantarillado	9
2.1.9	Tipos de sistemas de alcantarillado	9
2.2	Cálculo de caudales	10
2.2.1	Consideraciones generales	10
2.2.2	Caudal domiciliar	12
2.2.3	Caudal de conexiones ilícitas	13
2.2.4	Caudal de infiltración	14
2.2.5	Caudal comercial	14
2.2.6	Caudal industrial	15
2.2.7	Factor del caudal medio	15
2.2.8	Caudal máximo	16
2.2.9	Factor de Harmond	16
2.2.10	Caudal de diseño	16
2.3	Pendientes	19
2.3.1	Máximas y mínimas	19
2.4	Velocidades de diseño	19
2.4.1	Máximas y mínimas	19
2.4.2	Fórmula de Manning	20
2.4.3	Velocidad de arrastre	24
2.5	Cálculo de cotas Invert	25
2.6	Diámetro de tuberías	26
2.7	Profundidad de tuberías	26
2.8	Normas y recomendaciones	27
2.9	Pozos de visita	28
2.9.1	Conexiones domiciliarias	29
2.9.2	Caja o candela	30
2.9.3	Tubería secundaria	30

Plan de operación y mantenimiento del sistema de	
2.10 alcantarillado sanitario	33
2.10.1 Mantenimiento del alcantarillado sanitario	34
2.10.2 Guía I: línea central	37
2.10.3 Guía II: pozos de visita y/o registros	39
2.10.4 Guía III: conexiones domiciliarias	40
Tratamientos de aguas negras, Colonia Santa Sofía,	
2.11 San José Pinula, Guatemala	43
2.11.1 Características del agua residual	44
2.11.2 Características de los residuos	45
2.11.3 Cantidad de sólidos de las aguas negras	46
2.11.4 Modo de descomposición	46
2.12 Selección del tipo de tratamiento a utilizar	47
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	54
APÉNDICE A	
Diseño del alcantarillado sanitario	57
APÉNDICE B	
Presupuesto del alcantarillado sanitario	67
APÉNDICE C	
Cálculo hidráulico de la red de alcantarillado sanitario	73
APÉNDICE D	
Planos del proyecto	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de localización colonia Santa Sofía	2
2.	Cotas Invert	22
2.	Planta de conexión domiciliar secundaria	28
3.	Perfil de conexión domiciliar secundaria	29
4.	Detalle típico de pozo de visita	29
5.	Plano general del sistema de alcantarillado sanitario	88

TABLAS

I	Coeficiente de rigurosidad “n”	20
II	Valores de profundidad de tubería y ancho de zanja	24
III	Profundidad mínima de la cota Invert para evitar rupturas	25
IV	Elementos de un alcantarillado sanitario	30
V	Cuadro descriptivo de inspección	33

LISTA DE SÍMBOLOS

a	Altura que ocupa el tirante de agua en la alcantarilla
A	Área
Adim.	Adimensional
C	Coefficiente de fricción
D	Diámetro de la tubería
Dis.	Diseño (se refiere al caudal de diseño)
Dist.	Distancia
F.H.	Factor de Harmond
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
lts/día	Litros por día
lts/hab/día	Litros por habitante por día (dotación)
lts/seg	Litros por segundo
m.	Metros
ml	Metro lineal
m³	Metros cúbicos

m/s	Metros por segundo (velocidad)
m³/seg	Metros cúbicos por segundo (caudal)
n	Periodo de diseño (años)
P	Población
Pa	Población actual (habitantes)
Pf	Población futura (habitantes)
P.O.	Punto observado
q	Caudal de diseño
Q	Caudal a sección llena de la tubería
q/Q	Relación de caudales
r	Tasa de crecimiento poblacional
R	Radio
Secc.II	Sección llena
S%	Pendiente en porcentaje
v	Velocidad de flujo en la alcantarilla
V	Velocidad de flujo a sección llena
v/V	Relación de velocidades
Vol.	Volumen

GLOSARIO

Aeróbico	Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
Aguas negras	Es el agua que se desecha después de haber sido utilizada por la actividad humana, ya sea de origen doméstico, comercial e industrial.
Agua potable	Agua, sanitaria, segura, adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos a la salud, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Agua servida	Igual a aguas negras.
Alcantarillado sanitario	Sistema de tuberías que conduce únicamente aguas servidas, no conduce agua pluvial.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a hacer mediciones de alturas.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al colector del sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, sus dimensionales pueden ser en litros por segundo, metros cúbicos por segundo o galones por minuto.

Caudal de diseño	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
Caudal doméstico	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.
Caudal Industrial	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Consumo	Es la cantidad de agua que realmente es utilizada por la población.
Contaminación	Efecto nocivo sobre el medio ambiente, que afecta a todos los seres vivos.
Cota invert	Punto más bajo de la sección transversal interna de la tubería, medido desde la superficie del terreno.
Curvas de nivel	Líneas continuas que indican un mismo nivel de terreno.
Dotación	Cantidad de agua que se le asigna a una población, cuando se diseña un sistema de abastecimiento de agua; depende principalmente del clima y área geográfica.

Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.
Ramal	Llamado también <i>tronco inicial</i> . Es el primer tramo en un sistema de drenaje.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de la tubería.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.
Velocidad de arrastre:	Velocidad mínima en la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla.

RESUMEN

El municipio de San José Pinula se encuentra ubicado en el departamento de Guatemala, al suroriente de la ciudad capital y cuenta con una extensión territorial de 195 Km², aproximadamente, según estimación del IGN. Tiene una elevación aproximada de 1,752 msnm y está comunicada por carretera asfaltada, que dista aproximadamente a 22 kilómetros de la ciudad capital.

La principal actividad del municipio es la agricultura y ganadería: tradicionalmente ha surtido a la capital de productos agrícolas procesados como brócoli, arveja china, ocras, etc.; como también de leche y sus derivados.

La colonia Santa Sofía, perteneciente al municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, razón por la cual los pobladores deben recurrir al uso de pozos para la deposición de excretas. Sin embargo, por problemas con el manto freático, el cual es alto, dichos pozos tienden a anegarse durante la época lluviosa, creando problemas de salubridad en la población que vierte sus aguas servidas hacia las calles y a desfogues temporales, dentro de la misma colonia.

Por lo que, con la presentación del diseño de la red de alcantarillado sanitario se proporciona una solución técnica al problema de la deposición de aguas servidas, quedando de esta forma diseñada por tres ramales de cálculo hidráulico con sus respectivos desfogues. Lo anterior debido a que la topografía del terreno es sumamente irregular.

OBJETIVOS

General

Mejorar el estilo de vida de los habitantes de la colonia Santa Sofía, del municipio de San José Pinula, con el diseño y ejecución del sistema de la red de alcantarillado sanitario.

Específicos

1. Elaborar el cálculo hidráulico para el diseño del alcantarillado sanitario de la colonia Santa Sofía, en el municipio de San José Pínula, departamento de Guatemala.
2. Presentar a la Municipalidad de San José Pínula una solución adecuada al problema del manejo de las aguas negras en el área rural.
3. Reducir las enfermedades de la colonia, causadas por la mala conducción de las aguas residuales

INTRODUCCIÓN

La alteración de los sistemas ambientales es uno de los problemas más graves que afectan a Guatemala, la cual se debe a las grandes cantidades de basura que se desechan diariamente, a la deforestación, etc. Con esto se afectan las fuentes de agua natural, las cuales se contaminan o se secan siendo cada vez más difícil encontrar agua subterránea.

Una fuente de alteración del recurso hídrico de agua subterránea y superficial son las aguas negras y residuales provenientes de las viviendas, comercio e industrias. La evacuación de las aguas residuales es uno de los problemas que más se ha observado, por lo tanto, es necesario la construcción de obras que conduzcan las aguas residuales hacia un lugar adecuado.

Es importante saber que las aguas residuales obtenidas ya sea de uso doméstico o comercial, contienen gérmenes patógenos que producen enfermedades, tanto al ser humano como a los animales. Las aguas residuales provocan, por ejemplo, enfermedades gastrointestinales como: fiebre tifoidea, cólera, disentería bacilar amebiana, ascariosis, etc., sin mencionar los malos olores y mal aspecto en lo que a estética se refiere.

Es muy importante que una comunidad no sea afectada por las aguas residuales, tanto por las enfermedades que provoca, como por la alteración de las fuentes de agua subterránea, así como las áreas aledañas.

En el primer capítulo se describe la monografía del lugar de estudio, es decir, datos generales del municipio, extensión territorial, localización,

características biofísicas del terreno, clima, geología y fisiografía, hidrología, suelos, zonas de vida, demografía y densidad de la población.

El segundo capítulo trata acerca del servicio técnico profesional realizado, dentro del cual se incluye: topografía, diseño de alcantarillado sanitario, diseño hidráulico de la red de distribución y presupuesto.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como los planos respectivos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del municipio

Datos generales del municipio

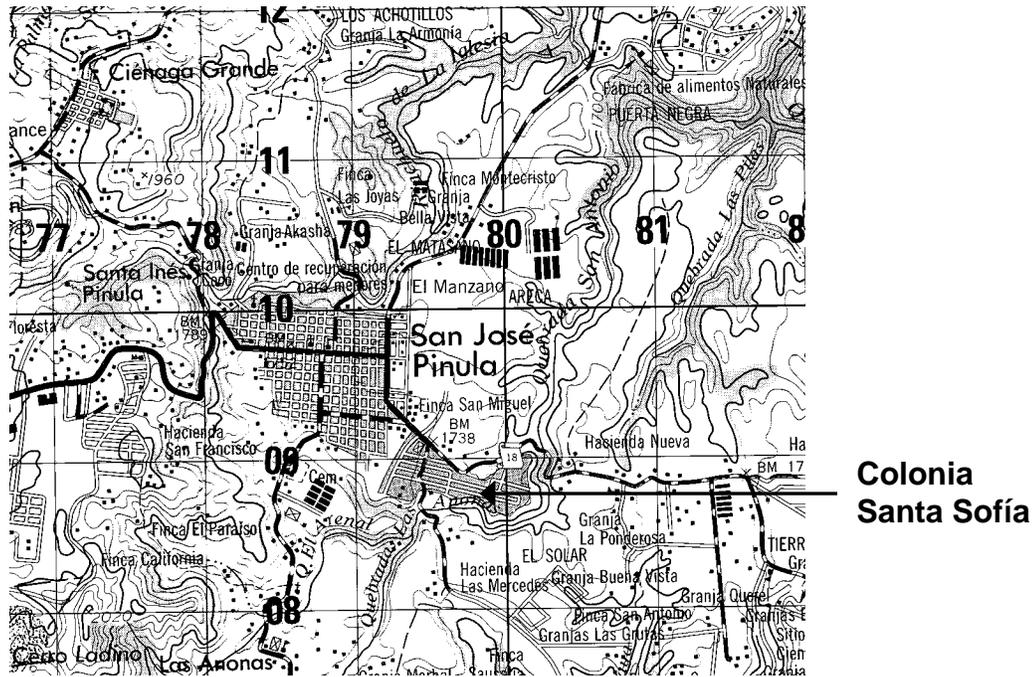
El municipio de San José Pinula se encuentra ubicado en el departamento de Guatemala, el cual para el funcionamiento del Consejo Regional de Desarrollo Urbano y Rural pertenece a la Región I, al suroriente de la ciudad capital y cuenta con una extensión territorial de 195 Km² aproximadamente.

Según Fuentes y Guzmán, la etimología de su nombre deriva del pipil Pinul que significa pinole, harina; asimismo de á y/o já que significa agua; lo que traducido significa: agua de pinol. Se asocia con el patrono de la población Señor San José Pinula quedando San José Pinula.

San José Pinula colinda al norte con Palencia (Guatemala); al este con Mataquescuintla (Jalapa); al sur con Santa Rosa de Lima (Santa Rosa); y al oeste con Fraijanes, Santa Catarina Pinula y Guatemala (Guatemala).

La cabecera municipal se localiza dentro de las coordenadas Latitud Norte 14°32'44" y Longitud Oeste 90°32'44", con una elevación aproximada de 1752 msnm. y está comunicada por carretera asfaltada, que dista aproximadamente a 22 kilómetros de la ciudad capital.

Figura 1. Mapa de localización colonia Santa Sofía



1.2. Características biofísicas

1.2.1. Clima

La estación meteorológica más cercana está ubicada en la ciudad capital de Guatemala, la cual se identifica como la estación número 06.01.03 y reporta una temperatura promedio anual de 16.6°C, precipitación anual de 1,639.3 mm., con humedad relativa promedio del 84%.

Según el sistema de clasificación climática de Thornthwaite, el municipio se encuentra localizado dentro del tipo climático con jerarquía de temperatura templada con invierno benigno, clima húmedo y las lluvias distribuidas sin estación seca bien definida (B2'b'Br).

1.2.2. Geología y fisiografía

Con base en la metodología del INAB para clasificación de capacidad de uso de la tierra, el municipio se encuentra ubicado dentro de la región natural denominada: "Tierras Altas Volcánicas". Desde el punto de vista geológico, comprende especialmente el terciario volcánico, en donde se incluye rocas volcánicas sin dividir y en algunos casos depósitos volcánicos del cuaternario.

1.2.3. Hidrología

Dentro del municipio se ubican 14 ríos, entre los más importantes están el Pinula y el Teocinte; asimismo, 2 riachuelos y 25 quebradas.

1.2.4. Suelos

Según Simmons y otros (1959), son 4 las series de suelos que hay en el municipio: la serie Alotenango, Fraijanes, Modan y Suelos de los valles.

1.2.5. Zonas de vida

Según De la Cruz (1982), basado en el sistema Holdridge, de clasificación de zonas de vida para Guatemala, indica que en el municipio se encuentran 3 zonas bien diferenciadas: Bosque Húmedo Subtropical, (Templado) que se identifica con el símbolo bh-S(+); Bosque Húmedo Bajo Subtropical, que se identifica con el símbolo bh Mb y Bosque Seco Subtropical se identifica con el Símbolo bs-S.

El bosque húmedo subtropical templado, posee las siguientes características: la precipitación pluvial varía de 1,057 a 1,588 mm., con biotemperatura entre 15°C y 23° y una evapotranspiración potencial promedio de 0.75. Las especies indicadoras son: pino triste (*Pinus pseudostrobus*), pino

de ocote (*pinus motezumae*), aliso (*alnus jorullensis*), duraznillo (*Ostrya* spp.), capulín (*prunos capulli*), madrón de tierra fría (*Arbustus xalapensis*).

En el bosque seco subtropical, la precipitación anual varía de 500 a 1000 mm., con biotemperatura entre 19°C y 24°C, y una evapotranspiración potencial promedio de 1.05. Las especies indicadoras son: zapotón (*Sweietenia humilis*), cola de ardilla (*alavaradoa amorphoides*), ceibillo (*Ceiba aescutifolia*) y yaje (*leucaina* sp).

1.2.6. Demografía y densidad de la población

De acuerdo con el último censo realizado por la municipalidad, la población total de municipio es de 60,000 habitantes. La población femenina es del 50.8%; mientras que la masculina es del 49.2%.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Aspectos preliminares

2.1.1. Estudios topográficos

2.1.2. Altimetría

Curvas de nivel

Las curvas de nivel son la representación gráfica del perfil del terreno sobre un plano, esta representación corresponde a las elevaciones. Las curvas de nivel son líneas que unen puntos de igual altitud sobre el terreno. Las curvas de nivel tienen ciertas características como:

- Una curva de nivel no se une con otra de diferente nivel.
- Una curva de nivel no cruza sobre otra.
- Una curva de nivel lo suficientemente amplia, define un plano.

El desarrollo del presente estudio, requirió de un levantamiento topográfico de perfil del terreno, para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del mismo; con los datos del levantamiento altimétrico se calculan y se trazan las curvas de nivel.

2.1.3. Planimetría

Poligonal

El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, indicar los pozos de visita y en general ubicar todos aquellos puntos de importancia. Para su ejecución se utilizan diferentes métodos, siendo el más común el de conservación de azimut, con una poligonal cerrada; este método tiene la ventaja de realizar un levantamiento más preciso, puesto que permite conocer un error de cierre.

Este fue el método utilizado en el levantamiento topográfico del proyecto, utilizando para tal efecto el siguiente equipo y utensilios: un teodolito con trípode marca “Wild T-1”, una cinta métrica marca “Stanley”, estadal, estacas de madera y clavos.

2.1.4. Cálculo de la población futura

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado, en este caso se adoptó un período de diseño de veinte años. Para calcular la cantidad de habitantes que utilizará el servicio en un período establecido, se aplicó la fórmula de incremento de población que se describe en el apartado siguiente.

2.1.5. Incremento geométrico

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

P_n = Población buscada

P_o = Población del último censo

r = Tasa de crecimiento

n = Diferencia de año

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir; se estimó un porcentaje de crecimiento para el diseño de 3.00%.

2.1.6. Ventajas y desventajas del Método Geométrico

Las ventajas del método son: las poblaciones en vías de desarrollo crecen a un ritmo geométrico o exponencial, por lo tanto este método responde más a la realidad; al calcular la curva de crecimiento de población se puede estar arriba de la realidad, con lo que se estaría sobre diseñando, lo cual si no es benéfico, al menos no hace fallar el sistema.

La desventaja es que si no se analiza muy bien la curva y se toma una población muy alta, fuera de lo real, se llegará a sobre diseñar el sistema, lo cual traerá una mayor inversión inicial del proyecto.

El siguiente ejemplo no aplica para este proyecto, puesto que en este caso específico se cuenta con un número de casas definidas por la urbanización, por lo cual es usado sólo para fines ilustrativos.

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

$$Pf = 2010 * (1+0.03)^{20}$$

$$Pf = 3639 \text{ Habitantes.}$$

2.1.7. Período de diseño

El período de diseño, como ya se mencionó, es de veinte años. Se adoptó este periodo de tiempo, tomando en cuenta los siguientes aspectos; los recursos económicos con los que cuenta la municipalidad de San José Pinula, la vida útil de los materiales y las normas establecidas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Para este caso particular el período de diseño se adoptó por normas.

Se diseña para que transporte aguas negras y las aguas provenientes de la lluvia.

2.1.8 Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado

Para el diseño del sistema de alcantarillado se debe considerar aspectos importantes como los que a continuación se presentan, los cuales servirán de ayuda para realizar un trabajo acorde a las necesidades y condiciones que se presenten.

2.1.9 Tipos de sistemas de alcantarillado

Los sistemas de alcantarillado son los conductos por los cuales corren las aguas negras, pluviales o ambas, que provienen de las calles, casas, industrias, comercios, etc. Se tiene tres tipos de sistemas de alcantarillado, la elección dependerá de los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten tanto económicas, como físicas y funcionales.

2.1.9.1 Sistema de alcantarillado sanitario

Es el que conduce aguas negras únicamente.

2.1.9.2 Sistema de alcantarillado separativo

Se diseñan dos redes independientes, una para que transporte las aguas negras y la otra para las aguas provenientes de las lluvias; es importante que las casas y edificios cuenten con tuberías separadas y así se recolecten las aguas de la forma con la cual se espera que funcione este sistema.

2.1.9.3 Sistema de alcantarillado combinado

Se diseña para que transporte aguas negras y las provenientes de la lluvia.

2.2. Cálculo de caudales

2.2.1. Consideraciones generales

El cálculo de los diferentes caudales que componen el flujo de aguas negras, se efectúa mediante la aplicación de diferentes factores, en los que interviene la población, tales como:

- * Dotación de agua potable por habitante por día
- * Utilización del agua en las viviendas
- * Uso del agua en el sector industrial y su dotación
- * Uso del agua en el sector comercial y su dotación
- * Intensidad de lluvia en la población
- * Estimación de las conexiones ilícitas
- * Cantidad de agua que se puede infiltrar en el drenaje
- * Las condiciones socio económicas de la población

Caudal

El caudal que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Por normas se supone que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. El tirante máximo de flujo se obtiene de la relación d/D , donde "d" es la profundidad o altura del flujo y "D" es el diámetro interior de la tubería; esta relación debe ser mayor de 0.10 para que exista arrastre de los excretas y menor de 0.75 para que funcione como un canal abierto.

Velocidad del flujo

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno y el tipo y diámetro de la tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de v/V ; donde "v" es la velocidad de flujo y "V" es la velocidad a sección llena; v por norma debe ser mayor de 0.60 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería y por lo tanto algún taponamiento, y su valor debe ser menor o igual que 3.0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos se aplican para tubería de concreto.

Tirante o profundidad del flujo

Como ya se mencionó, la altura del tirante del flujo debería ser mayor de 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma; estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto y su funcionalidad para el arrastre de los sedimentos.

Usos del agua

El agua potable tiene diferentes usos dentro del hogar, en el que depende de muchos factores como: el clima, nivel de vida o condiciones socio-económicas, tipo de población, si se cuenta o no con medición, la presión en la red, la calidad y el costo del agua. Estos usos se han cuantificado por diferentes entes como: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos; estableciéndose datos en lo referente a bebidas, preparación de alimentos, lavado de utensilios, baño, lavado de ropa, desagüe de inodoros, pérdidas, etc. Con esto se ha podido estimar, que del total de agua que se consume, aproximadamente entre un setenta y ochenta por ciento se descarga al drenaje,

constituyendo el caudal domiciliar, y el porcentaje de agua que se envía a la alcantarilla o drenaje, es lo que se conoce como factor de retorno

2.2.2. Caudal domiciliar

Descripción

El agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado; la de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. Como se indicó anteriormente, una parte de ésta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor de agua domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0.70 a 0.80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom.} = \left(\frac{dot. * \#hab * factor \ de \ retorno}{86400 \ seg.} \right)$$

Donde:

dot = Dotación (Its/hab/dia)

#hab. = Número de habitantes.

Qdom = Caudal domiciliar (Its/seg).

Factor de retorno

El factor de retorno, como ya se mencionó, es el porcentaje de agua, que después de ser usada vuelve al drenaje; en este caso se considera un 75 por ciento de factor como retorno.

2.2.3. Caudal de conexión ilícita

Descripción

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario sin ninguna autorización. Se estima un porcentaje de viviendas que puedan realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5 por ciento. Éste se calcula por medio de la fórmula del método racional, ya que tiene relación con el caudal producido por las lluvias.

$$Q_{conex.ilic} = \left(\frac{CIA}{360} \right) = \left(\frac{CI (A\%)}{360} \right)$$

Donde:

Q= Caudal (M³/seg).

C= Coeficiente de escorrentía, el que depende de las condiciones del suelo y topografía del área a integrar.

I= Intensidad de lluvia (mm/hora).

A= Área que es factible de conectar (Has)

A% = Porcentaje de patios y techos.

Intensidad de la lluvia

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

Porcentaje de escorrentía

Es la cantidad de agua que escurre, en función de la permeabilidad de la superficie del suelo. Para el caso de drenaje de la Colonia Santa Sofía, se toma en cuenta ya que se propondrá el uso de tubería de cemento.

2.2.4 Caudal de infiltración (Qinf)

Descripción

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua y de la tubería; como también de la permeabilidad del terreno, del tipo de junta, de la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción. Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, asumiendo un valor de 6.00 m por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12000 u 18000 litros/km/día.

$$Q_{inf.} = \left(\frac{dot. * (mts. tubo + \#casas * 6 metros) / 100}{86400 \text{ seg.}} \right)$$

Donde:

dot = Dotación (Hs/kilometro/día)

#casas = Número de casas.

2.2.5. Caudal comercial (Qcom)

Descripción

Como su nombre lo dice, es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, hoteles, etc., por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 y 3,000 lts/comercio/día.

$$Q_{com.} = \left(\frac{\#comercio * dot}{86400 \text{ seg.}} \right)$$

2.2.6 Caudal industrial

Descripción

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

$$Q_{com.} = \left(\frac{\#industrias * dot}{86400 \text{ seg.}} \right)$$

2.2.7 Factor del caudal medio

Descripción

Una vez obtenido el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio (Q_{medio}) del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes se obtiene un factor que varía entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso,

$$Q_{medio} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{c.ilícitos}.$$

$$F.Q_{medio} = \frac{Q_{medio}}{\#habit.}$$

$$0.002 < F.Q_{medio} < 0.005$$

2.2.8 Caudal máximo

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías en un momento dado, hay que afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo, el cual suele variar entre 1.5 a 4.5, de acuerdo con el tamaño de la población. El cómputo de dicho factor se puede hacer por diversas formas, pero la más usada es el valor obtenido por la fórmula de Hardmond.

2.2.9 Factor de Hardmond

Descripción

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

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

Donde:

P = Población futura acumulada en miles.

2.2.10 Caudal de diseño (Qdis)

Descripción

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado en los diferentes puntos donde ésta fluye, primero se tendrán que integrar los valores que se describen en la fórmula siguiente:

$$Q_{dis} = \# \text{ habitantes} * F.H * F_{qm}$$

Donde:

Habitantes = Número de habitantes futuros acumulados

F.H = Factor de Harmond

F_{qm} = Factor de caudal medio

Al finalizar el cálculo de cada uno de los caudales anteriormente descritos, se procede a obtener el valor del caudal medio que está dado por la siguiente expresión:

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

En el caso de la Colonia Santa Sofía, no se tomó en cuenta el caudal industrial, y comercial debido a que no se conectarán, ya que se estima muy poco probable la instalación de fábricas o comercios en el lugar.

El valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$F.Q_{medio} = \frac{Q_{medio}}{\# \text{habit.}}$$

Donde:

Q_{med} = Caudal medio.

F_{qmed} = Factor del caudal medio.

Factor de área

Es la relación entre el área total a drenar y la longitud total de la tubería del drenaje. Debe estar comprendido entre los valores de 0.0035 a 0.0055, sus dimensiones son hectáreas por metro.

Área tributaria

Es la longitud que se encuentra entre los pozos de visita, contribuyendo al caudal que pasa por ese sector, hasta unirse a otro tramo. El área acumulada comprenderá la suma de cada tramo conforme se lleve el diseño de cada uno de éstos, siguiendo la ruta elegida para cada sector determinado.

Selección de ruta

Al realizar la selección de ruta que seguirá el agua se debe considerar:

- a)** Iniciar el recorrido en los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- b)** Para el diseño, en lo posible, se debe seguir la pendiente del terreno; con esto se evitará una excavación profunda y se disminuirán los costos de excavación.
- c)** Acumular los caudales mayores en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que a la tubería se le dé otra pendiente; ya que se tendría que colocar dicha tubería a mayor profundidad.
- d)** Evitar, en lo posible, dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

2.3 Pendientes

2.3.1 Máximas y mínimas

Descripción

La pendiente mínima en los colectores es la que provoca velocidades iguales o mayores a 0.60 mts/seg, y la pendiente máxima, la que provoca velocidades menores o iguales a 3.00 mts/seg.

5% mín $V > 0.60$ mts/seg; 5% max $V < 3.00$ mts/seg.

2.4 Velocidades de diseño

2.4.1 Máximas y mínimas

Descripción

Los proyectos de alcantarillado de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima de flujo, trabajando a cualquier sección, sea igual a 0.60 mts/seg. No siempre es posible mantener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a sólo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos; en tales casos, se proporcionará una pendiente que dé la velocidad mínima de 0.60 mts/seg. a la descarga máxima estimada, y una velocidad no menos de 0.40 m/seg durante escurrimientos bajos. Las velocidades mínimas fijadas no permiten la decantación de los sólidos; pero también, las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión hacen un efecto abrasivo a la tubería; por tal razón se recomienda que la velocidad máxima sea de 3.00 mts/seg.

2.4.2 Fórmula de Manning

Marco teórico

Fórmulas para el cálculo hidráulico:

Para efecto de cálculo se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente, en el cual la velocidad media permanece constante. Las ecuaciones fundamentales son:

$$Q = VA \quad Rh = A/p$$

$$Q = \text{caudal (m}^3/\text{s)}$$

$$A = \text{área hidráulica (m}^2\text{)}$$

$$P = \text{perímetro mojado (m)}$$

$$Rh = \text{radio hidráulico (m)}$$

$$V = \text{velocidad (m/s)}$$

La fórmula de Manning es experimental y se deriva de la fórmula de CHEZY.

$$\text{Fórmula de Chezy : } V = C \times (Rh \times S)^{1/2}$$

$$Q = A \times C \times (Rh \times S)^{1/2}$$

El valor constante C está dado a su vez por otras fórmulas debidas a diferentes investigadores, por ejemplo: está la fórmula de KUTTER, en la cual C

depende de algunas constantes: del radio hidráulico, de la pendiente y del coeficiente de rugosidad.

$$C = (23 + (0.00155/S)^{1/n}) / (1 + (23 + (0.00155/S)^{1/n}) \times (n/Rh)^{1/2})$$

S= Pendiente (m/m)

n = coeficiente de rugosidad

FÓRMULA DE MANNING:

Manning da valores a la constante C mediante la siguiente fórmula:

$$C = 1/n \times (Rh)^{1/6}$$

Que al sustituirla en la de Chezy, produce la fórmula que lleva su nombre, la cual es una de las más usadas en el cálculo de alcantarillado.

$$V = C \times (Rh \times S)^{1/2} \quad \text{Chezy}$$

$$V = 1/n \times (Rh)^{2/3} \times (S)^{1/2} \quad \text{Manning}$$

$$Q = A \times C \times (Rh \times S)^{1/2} \quad \text{Chezy}$$

$$Q = 1/n \times A \times (Rh)^{2/3} \times (S)^{1/2} \quad \text{Manning}$$

FÓRMULA DE MANNING-STRICKLER:

Esta fórmula es muy parecida a la anterior, salvo que el coeficiente 1/n se transforma en la constante K y toma otros valores:

$$C = K \times (Rh)^{1/6}$$

K = coeficiente de rugosidad de Manning-Strickler

Rh = radio hidráulico

FÓRMULA DE PAVLOVSKI:

$$C = 1/n \times (Rh)^{1/6}$$

Y depende de Rh y n, donde:

Rh = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad; c = factor de resistencia de la fórmula de Chezy

La mayor parte de alcantarillados se proyectan como canales abiertos, en los cuales el agua circula por acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie del líquido está libre en contacto con la atmósfera. Puede suceder que el canal esté cerrado, como el caso de los conductos que sirven de alcantarillado para que circule el agua de desecho, y que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases.

Tabla I. Coeficiente de rugosidad “n” para diferentes materiales

MATERIAL	n
Tubos de cemento <24" d.	0.015
Tubos de cemento >24" d.	0.013
Tubos PVC y asbesto cemento	0.009
Tubos de hierro fundido	0.013
Tubos de metal corrugado	0.021
Zanjas	0.020
Canales recubiertos con piedra	0.030

Diagrama, tablas y sus aplicaciones

Los proyectos y cálculos de alcantarillado exigen muchas determinaciones de velocidades, caudales, diámetros de tubos y pendientes, por lo que es de interés llegar rápidamente a soluciones convenientes, en cuyo objeto se ha diseñado un nomograma basado en la fórmula de MANNING, el cual simplifica el proceso de cálculo.

En este nomograma es necesario conocer como mínimo dos datos, los cuales se unen sobre una línea recta; la cual a su vez, intercepta el eje donde

se encuentra el dato que se desea averiguar. Hay que recalcar que la fórmula de Manning, así como las otras, sólo se pueden usar cuando se desea tener datos de tuberías totalmente llenas; por lo tanto, el nomograma tiene las mismas restricciones, salvo cuando se desea obtener datos de tubería a medio llenar, ya que el radio hidráulico y la velocidad son los mismos que cuando están llenas. En este caso es necesario, sin embargo, duplicar el caudal previsto antes de utilizar el diagrama.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación (q/Q), el valor se busca en las tablas; si no está el valor exacto se busca uno que sea aproximado. En la columna de la izquierda se ubica la relación (v/V), y de la misma forma se debe multiplicar el valor obtenido por la velocidad a sección llena, para obtener así la velocidad a sección parcial.

Se deben considerar las siguientes especificaciones hidráulicas:

- a) $Q_{\text{diseño}} < Q_{\text{secc.llena}}$
- b) La velocidad debe de estar comprendida entre:
 $0.60 < v \leq 3.00$ (m/seg)
 $0.60 \leq v$ para que existan fuerzas de tracción y arrastre de los sólidos
 $v \leq 3.00$ para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por velocidad y la superficie de la tubería.
- c) El tirante debe estar entre:
 $0.10 \leq d/D \leq 0.75$

Con los anteriores parámetros se evita que la tubería trabaje a presión.

2.4.3. Velocidad de arrastre

Velocidad mínima con la que los sólidos no se sedimentan en la alcantarilla. Ésta se obtiene haciendo que el tirante esté entre un rango de $0.10 < d < 0.75$ y pendiente adecuada.

2.5 Cálculo de cotas Invert

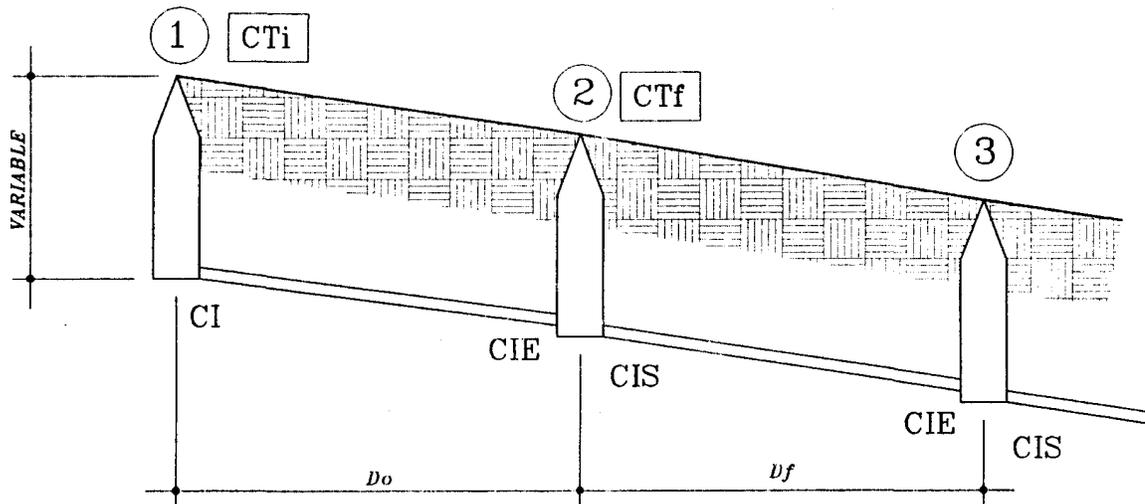
Descripción

Las cotas de terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

Amin = Altura mínima que depende del tráfico que circula por las calles.

CI=	Cota Invert inicial
CTI=	Cota del terreno inicial
CTF=	Cota del terreno final
CTS=	Cota Invert de la tubería de salida
CTE=	Cota Invert de la tubería de entrada
D=	Distancia horizontal
Et=	Espesor de la tubería

Figura 1. Cotas Invert



Ecuaciones para calcular cotas Invert:

$$CTF = Cti - (Do * S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = (cti - ctf / Do) * 100 = \%$$

$$Ci = CT - (Hmin + Et + \text{Diámetro de tubo})$$

$$CTEz = Ci - Do * 5\% \text{ tubo}$$

CTS = Depende de las especificaciones físicas de los pozos de visita

$$CTE3 = CIS2 - DI * 5\% \text{ tubo}$$

$$H \text{ pozo} = < T - C1S$$

2.6 Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño del alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas; esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza. De esa manera se evitará obstrucciones en la tubería. Esta especificación es adoptada para tubería de cemento, ya que en tubería de PVC el diámetro mínimo es de 6 pulgadas. Para este diseño en particular se seleccionó un diámetro mínimo de 8 pulgadas, ya que se utilizará tubería de cemento.

2.7 Profundidad de tuberías

La ubicación de la tubería debe hacerse a una profundidad en la cual no sea afectada por las inclemencias del tiempo, y principalmente por las cargas

transmitidas por el tráfico; con esto se evitará rupturas en los tubos. La profundidad mínima recomendada es de 1.22 metros.

2.8 Normas y recomendaciones

En la tabla II se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, los cuales están dependientes del diámetro de tubería y de la profundidad.

En la tabla III se presentan los valores de profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas de la tubería de concreto, las cuales dependen del diámetro de la tubería y del tipo de tráfico para el cual se está diseñando. Básicamente se diseña para dos tipos de tráfico: tráfico normal y tráfico pesado.

Tabla II. Valores de profundidad de tubería y ancho de zanja. (cm.)

DIÁMETRO NOMINAL PULGADAS											
	HASTA 1.30m	De: 1.31m A: 1.85m	De: 1.86m A: 2.35m	De: 2.36m A: 2.85m	De: 2.86m A: 3.35m	De: 3.36m A: 3.85m	De: 3.86m A: 4.35m	De: 4.36m A: 4.85m	De: 4.86m A: 5.35m	De: 5.36m A: 5.85m	De: 5.86m A: 6.35m
6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
10		70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
12		75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
21		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
42				190	190	190	190	190	190	190	190
48				210	210	210	210	210	210	210	210
60				245	245	245	245	245	245	245	245
72					280	280	280	280	280	280	280
84					320	320	320	320	320	320	320

Tabla III. Profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas (cm.)

DIÁMETRO	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	250
TRÁFICO PESADO	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	270

2.9 Pozos de visita

Los pozos de visita son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- a) En toda intercepción de colectores
- b) Al comienzo de todo colector
- c) En todo cambio de sección o diámetro
- d) En todo cambio de dirección o de pendiente
- e) En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- f) En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

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

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundida o concreto, con una abertura neta de 0.50 a 0.60 m. El marco descansa sobre las paredes que se ensanchan hasta alcanzar un diámetro de 1.20 a 1.50 m. de la boca del pozo, continuando con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla, su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de

ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños; y de hormigón, cuando son muy grandes y profundos.

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

Los canales se recubren, a veces con tubos partidos o seccionados por su diámetro. Los cambios de dirección se hacen en los canales. Hay que hacer notar que el pozo de visita tiene un fondo plano sólo en los casos en que todos los tramos arranquen de él y que cuando el pozo sea usado a la vez para tuberías que pasan a través de él y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que lo atraviesa, tiene que ser como mínimo el diámetro de la tubería mayor.

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

2.9.1 Conexión domiciliar

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado, es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos, que la que se conseguiría con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior para impedir que las aguas negras retornen por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando en toda su capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0.15 m (6") y colocarse con una pendiente del 2% como mínimo.

2.9.2 Caja o candela

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida con mampostería o tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor será de 45 centímetros. Y si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de doce pulgadas; en ambos casos deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.9.3 Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto, y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2 %.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas en relación con la alcantarilla central, y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar; aunque en algunos casos ésta resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

La utilización de sistemas que permitan un mejor funcionamiento del alcantarillado se emplearán en situaciones en las cuales el diseñador lo considere conveniente, derivado de las características del sistema que se diseñe y las condiciones físicas donde se construirá. Algunos de estos sistemas son: tubería de ventilación, tanques de lavado, sifones invertidos, disipadores de energía, pozos de luz, etc.

Figura 2. Planta de conexión domiciliar secundaria

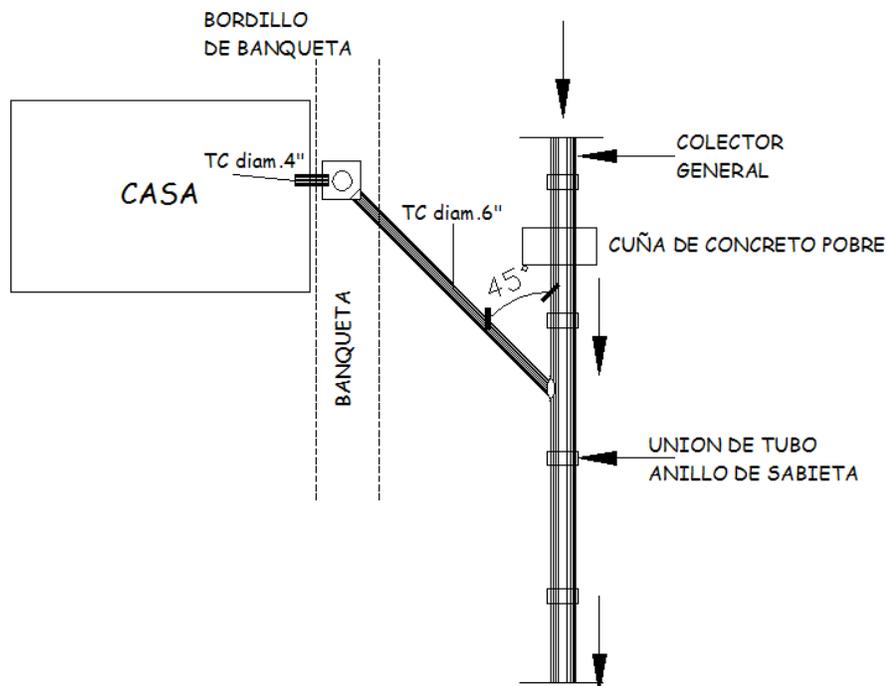


Figura 3. Perfil de conexión domiciliar secundaria

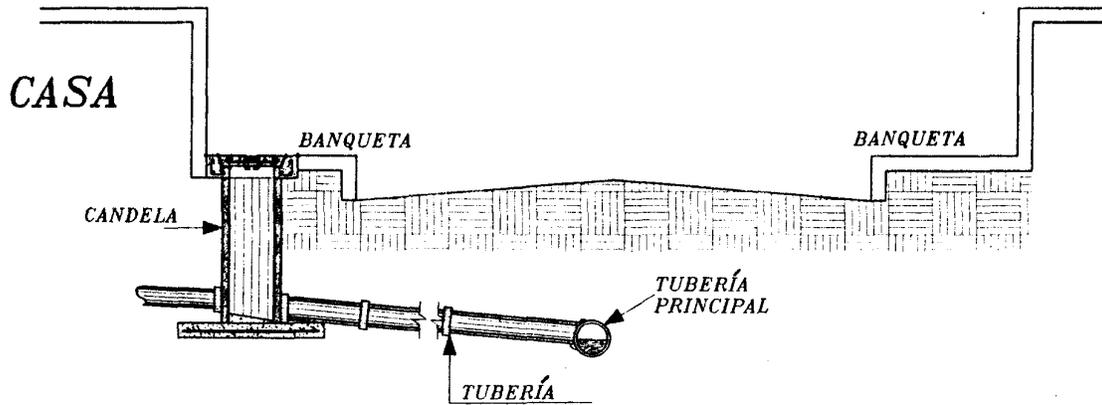
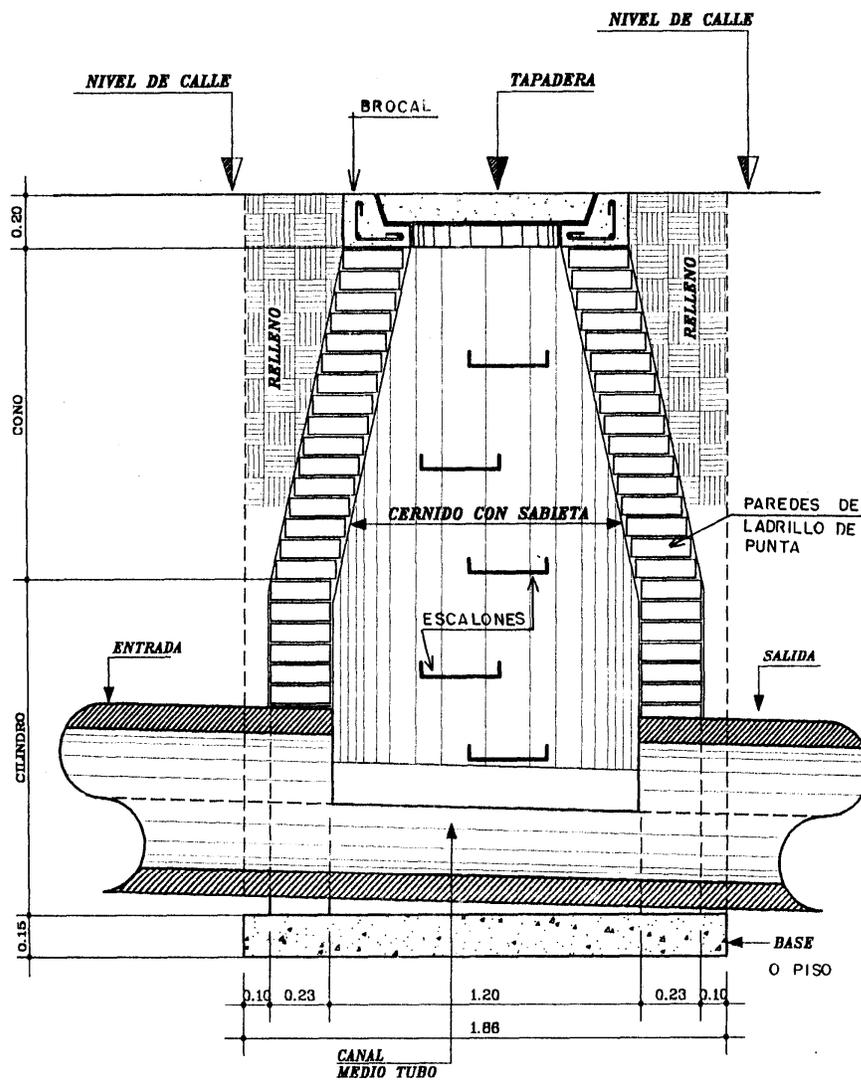


Figura 4. Detalle típico de pozo de visita



2.10. Plan de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario

El alcantarillado sanitario es el sistema formado por un solo conducto, a través del cual corren únicamente las aguas residuales.

Tabla IV. Elementos de un alcantarillado sanitario

ELEMENTO	FINALIDAD
Conexión domiciliar	Transporta las aguas residuales originadas en las viviendas a las alcantarillas secundarias o a las principales, excepto a otra conexión domiciliar. Normalmente se construyen en la parte exterior de las viviendas.
Líneas laterales o secundarias	Constituyen el primer elemento de la red de alcantarillado y suelen disponerse en las calles o en zonas especiales de servidumbre. Se utilizan para conducir el agua de una o más viviendas a la línea central.
Línea central	Se utiliza para conducir el agua residual procedente de una o varias líneas secundarias a los pozos de visita o registros.
Pozos de visita o registros	Se utilizan para interceptar y recoger el agua residual procedente de uno o varios brazos de línea central.

2.10.1. Mantenimiento del alcantarillado sanitario

Es la aplicación de técnicas o mecanismos que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la que fue diseñada.

La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del Comité Pro-Mejoramiento de la comunidad. Este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

1.- Objetivos de la unidad operativa:

1.- General

- Promover y coordinar todo tipo de actividad con la comunidad que se relacione con la conservación y/o mejoramiento del medio ambiente.

2.- Específico

- Supervisar el uso y dar mantenimiento preventivo y correctivo al sistema de alcantarillado sanitario.

La unidad operativa deberá capacitarse basándose en las Guías de Mantenimiento incluidas en el presente trabajo.

2.- Naturaleza del documento

Esta guía constituye una herramienta para realizar las labores adecuadas de mantenimiento del alcantarillado.

Su contenido presenta los mecanismos de revisión general del sistema, aborda los aspectos relacionados al funcionamiento de la obra y los lineamientos operativos que permitan evaluar el funcionamiento del sistema para dar el mantenimiento a las diferentes unidades del mismo.

3.- ¿Cuándo realizar una Inspección al alcantarillado sanitario?

La inspección se efectuará cuando sea solicitada por parte de los beneficiarios del proyecto, por los miembros del Comité Pro-Mejoramiento o por la misma Municipalidad, cuando éstos lo crean conveniente.

Se recomienda que las revisiones del sistema se realicen en intervalos que no sobrepasen los cuatro meses.

Previo a realizar una inspección, el comité designará a las personas responsables, siendo de preferencia comunitarios ya capacitados.

El encargado de la actividad de inspección debe auxiliarse de:

Recursos humanos:

Integrantes de la unidad operativa, nombrados por el Comité, con los cuales coordinará la visita.

Documentos:

Planos generales del alcantarillado, especificaciones técnicas y guía de mantenimiento. El encargado de la actividad deberá revisar los documentos para informarse respecto de las características de la obra.

Para realizar la inspección se presenta el siguiente cuadro descriptivo que permite identificar los distintos elementos que componen el alcantarillado sanitario, las actividades a realizar, así como las recomendaciones de solución a los distintos problemas que se detecten.

Tabla V. Cuadro descriptivo de inspección

Guía	Elemento	Inspección/posible problema	Acciones a seguir
I	Línea central y/o secundaria	En pozos de visita/Taponamiento parcial /Taponamiento total	Prueba de Reflejo Prueba de Corrimiento de flujo
II	Pozos de visita	En tapadera/ en el interior Estado de escalones Acumulación de residuos	Cambio de tapadera Limpieza de pozos
III	Conexiones domiciliarias	General de la unidad Estado físico Buen uso de la candela	Cambio de tapadera

Después de realizada la inspección, el encargado deberá realizar un informe donde describa los principales problemas encontrados y el mecanismo de solución a implementar para la corrección de los mismos, basado esto en los lineamientos que presenta la guía correspondiente o en criterios adecuados de solución.

El informe deberá ser lo más claro y detallado posible y ser trasladado al Comité para implementar las medidas correctivas que correspondan, de acuerdo con las recomendaciones del informe, programándose a corto plazo las actividades a realizar.

4.- Recomendaciones

La guía a utilizar dependerá de las características propias de cada sistema a inspeccionar, ya que todas las obras, aunque poseen elementos similares, difieren en algunos aspectos requiriendo de un análisis en particular.

Los distintos incisos que presentan las guías, tratan respecto de los casos más comunes y algunos específicos que pueden llegar a detectarse en un sistema de alcantarillado sanitario. Cualquier otro tipo de anomalía encontrada y no descrita en este documento deberá de ser analizada por el responsable de la inspección y basándose en el mejor criterio constructivo, analizar la mejor alternativa de solución e implementarla.

2.10.2. Guía I: línea central

Dentro de los chequeos que deben de realizarse a la línea central, para verificar su correcto funcionamiento, están:

Inspección de pozos de visita y/o registros:

Se procede a levantar las tapaderas de los registros y observar si en éstos fluyen libremente las aguas servidas; si se detecta que uno de los registros se encuentra inundado y el inmediato aguas abajo está seco, existe un taponamiento total en el tramo comprendido entre los dos registros.

Prueba de reflejo

Ésta consiste en colocar un agente reflector de luz (linterna, espejo) en un registro de aguas arriba y en el registro inmediato inferior, observar el reflejo producido; si éste no es percibido, implica un taponamiento parcial de la línea.

Prueba de corrimiento de flujo

Para realizar esta prueba se requiere de un recipiente de 25 galones con agua, a la cual se le mezcla un colorante. Seguidamente se vierte en el registro aguas arriba, se observa la cantidad del flujo que llega al registro siguiente, si el flujo de llegada no corresponde a la misma cantidad que se vertió, existe un taponamiento parcial.

Mantenimiento y reparación

Dentro de los procesos a seguir para habilitar nuevamente el sistema, se dan las siguientes recomendaciones:

Para taponamiento parcial:

Se vierte un volumen de 54 galones de agua en una forma simultánea y brusca en el registro aguas arriba, de tal manera que la correntada provoque la limpieza del tramo; si no fuera suficiente el volumen de agua para despejar la línea y persiste el taponamiento, se incrementa el caudal y la intensidad del flujo; esto se logra con un camión cisterna lleno de agua, la cual se procede a bombear hacia el interior del sistema, con el auxilio de una manguera de diámetro y longitud adecuadas para esta actividad.

Para taponamiento total:

Al no lograrse despejar el taponamiento por medio de presión de agua, se requiere realizar sondeos para la limpieza, determinándose el punto a trabajar por medio de una guía que se introduce a la línea desde el registro aguas abajo, hasta el punto de obstrucción; luego de ser ubicado el taponamiento, se procede a excavar y descubrir el tubo, el cual está conectado con la línea de conducción.

2.10.3. Guía II: pozos de visita y/o registros

Dentro de los chequeos que deben de realizarse a los registros para verificar su adecuado estado y funcionamiento, están:

Inspección de ingresos

Se debe observar el estado de la tapadera y brocal de cada pozo de visita del sistema. Dentro de los principales aspectos que deben chequearse se pueden mencionar:

- * Las tapaderas deben estar colocadas en sus respectivos lugares, ya que de lo contrario, se produce el ingreso de material extraño al sistema (como basura y tierra), que puede provocar la obstrucción de la línea central.

- * Las tapaderas deben estar adecuadamente colocadas para que no sufran daños por el paso de vehículos, ya que pueden desportillarse o fracturarse.

- * Constatar que las tapaderas no se encuentren fracturadas o desportilladas por el manipuleo en inspecciones anteriores.

Inspección interna del registro

Debe de verificarse que la unidad se encuentre en buen estado de servicio. Dentro de los principales aspectos a evaluar se encuentran:

- * Verificar que no se encuentre acumulación de residuos y lodos en los canales de los registros que impidan el libre paso de las aguas servidas.

*Chequear el estado de escalones, constatando su estado de conservación (esta actividad depende de la altura de los pozos).

Mantenimiento y reparación

Dentro de los procesos a seguir para realizar los trabajos correctivos para habilitar nuevamente la unidad se tienen:

* Si las tapaderas se encuentran dañadas, lo preferible es sustituirlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

* Si el pozo de visita se encuentra con hacinamiento de lodos, debe programarse una limpieza, extrayendo toda la basura y lodo acumulado.

2.10.4. Guía III: conexiones domiciliare

Dentro de los chequeos que deben realizarse a las conexiones domiciliare, para verificar el adecuado funcionamiento y correcta utilización del sistema por parte de los beneficiarios del alcantarillado sanitario, se encuentran:

Inspección general del número de conexiones domiciliare conectadas al sistema

Al ser finalizada toda obra de alcantarillado sanitario, se realiza un informe final de proyecto, el cual es entregado a la Municipalidad en el momento de ser inaugurada oficialmente la obra. Este informe, dentro de su contenido, presenta un listado de beneficiarios, Este listado será la guía para determinar la cantidad de usuarios del sistema.

La razón de la inspección del número de candelas existentes, es la de constatar que no existan conexiones ilícitas o no autorizadas para que se

conecten al sistema personas que no hubieran participado en la ejecución de la obra, y no se encuentren registrados en los controles que realice el Comité Pro-Mejoramiento para la asignación de las candelas, posterior a la entrega de la obra por parte de la entidad ejecutora.

Chequeo del estado de la candela

Es importante verificar el estado de las candelas, constatando que se encuentren en buenas condiciones de servicio. La tapadera de la candela debe encontrarse en buenas condiciones de conservación y en su respectivo lugar, ya que su deterioro o ausencia, puede producir la introducción de basura y tierra que provocará obstrucción en el sistema.

Mantenimiento y reparación

Dentro de los procesos a seguir para realizar los trabajos correctivos y habilitar nuevamente la unidad, en caso de encontrarse en mal estado y/o se encuentren conexiones ilícitas que ameriten una intervención inmediata por parte de la Municipalidad, se encuentran:

El primero que consiste en las llamadas conexiones ilícitas, éstas pueden ser descubiertas de varias formas:

- Que la candela identificada no se encuentre en ninguno de los listados administrativos que posea el comité Pro-Mejoramiento o la Unidad Técnica Municipal de San José Pinula en adjudicación de candelas, tanto por su parte, como las dadas en el proceso de ejecución de la obra a los beneficiarios del sistema. Se determinará que la conexión es ilícita si difiere del resto, ya sea por calidad de materiales empleados en su realización o por la forma en que se encuentra construida.

- Que se esté haciendo uso inadecuado del servicio de aquellas candelas que hayan sido otorgadas o que no cumplan con las recomendaciones dadas por parte del programa para el uso del sistema. Dentro de estas faltas puede citarse:

- El conectar algún sistema de recepción de aguas de lluvia intradomiciliar a la candela.
- Que se esté vertiendo basura al sistema, ocasionando problemas de taponamiento a la red general.

Habiendo sido plenamente identificada la conexión ilícita o aquella de la que se esté haciendo uso inadecuado, el responsable de la inspección tendrá que notificar a la comunidad, para que ésta realice los trámites administrativos pertinentes para corregir el problema detectado, y dependiendo de la gravedad de la situación, llamar la atención al usuario o sancionarlo.

Mantenimiento y reparación

Estado de la candela

Los mecanismos a implementar en este caso es notificar al propietario del terreno o propiedad que utiliza el sistema y solicitarle que realice los trabajos reconstructivos necesarios para resguardar la candela asignada a su propiedad.

Al no ser localizada inmediatamente esta persona, el comité Pro-Mejoramiento tendrá que realizar las reparaciones necesarias, que permitan resguardar el sistema en general; ya que al ser dejada una unidad desprotegida, puede causar el ingreso de tierra y basura y obstruir el sistema en general.

Conexiones intradomiciliares

Es conveniente indicar, que todos los trabajos que se hagan dentro de las viviendas de las familias que participen en la ejecución del sistema, correrán por cuenta de los interesados y que las mejoras dentro del hogar, en relación con los servicios higiénicos, deben ser supervisadas periódicamente por la entidad encargada de la administración.

Todas las conexiones intradomiciliares deben contar con los siguientes elementos: inodoro, lavamanos, pila, regadera (ducha), conectados a la candela domiciliar. Los artefactos sanitarios, deben tener sifones y pequeñas cajas de registros.

Deberán construirse cajas "trampa de grasa", para evitar la acumulación de grasa en la tubería; ésta debe ser instalada cerca de la pila.

Letrinas y pozos ciegos

Al cambiar de sistema de evacuación de excretas, es necesario eliminar las letrinas y pozos ciegos en uso; para el efecto se recomienda lo siguiente:

Sellar el pozo, tapándolo con un brocal de concreto.

2.11 Tratamiento de aguas negras, colonia Santa Sofía, San José Pinula, Guatemala

Generalidades

Las actividades humanas dan lugar a la producción de una amplia gama de productos residuales, muchos de los cuales pasan al agua, que actúa como vehículo de transporte. Estas aguas residuales pueden contener deyecciones humanas, residuos domésticos, descargas industriales, escorrentías

procedentes de la agricultura y de aguas pluviales; todos estos residuos, individual o colectivamente, pueden contaminar o polucionar el medio ambiente.

La protección de los recursos de agua contra la polución, es un requisito básico para el desarrollo de una sana economía; tanto para el mantenimiento de la salud pública como para la conservación de los recursos del agua, es esencial evitar la polución.

Con el aumento de la población, las letrinas, las descargas en los terrenos a través de filtros de arena y otros medios de eliminar los residuos humanos, pueden llegar a crear problemas económicos y sanitarios.

El agua residual ha de ser cuidadosamente tratada antes de devolverse a la naturaleza. Queda claro que, si bien la recolección y evacuación del agua residual de una población por medio de alcantarillados, contribuye al saneamiento y a mejorar el aspecto físico del lugar, éstas seguirán causando deterioro y problemas higiénicos a la misma población, si se disponen sin ningún tratamiento previo.

El tipo de tratamiento que ha de usarse en un determinado lugar depende de qué contaminantes se debe eliminar y hasta qué punto; por lo tanto, debe hacerse un análisis de las condiciones locales para poder dar una solución satisfactoria.

2.11.1 Características del agua residual

Naturaleza de la polución

Los contaminantes pueden dividirse en biodegradables y no biodegradables. Ciertos contaminantes, por ejemplo los inorgánicos, no se

degradan biológicamente y una vez que entran en las aguas receptoras pueden diluirse, aunque no se reducen necesariamente en cantidad.

Otros contaminantes experimentan modificaciones por la acción de factores biológicos, químicos y físicos. Las sustancias y los microorganismos presentes en las aguas residuales pueden ser:

- a) Agentes infecciosos: hongos y bacterias
- b) Residuos con demanda de oxígeno
- c) Nutrientes de plantas
- d) Compuestos químicos orgánicos
- e) Sedimentos
- f) Sustancias reactivas

2.11.2 Características de los residuos

En las aguas residuales domésticas la materia orgánica puede dividirse en tres grupos principales: proteínas, hidratos de carbono y grasas. Las proteínas, que constituyen del 40% al 50% de la materia orgánica, son complejos aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos. Aproximadamente entre el 50% al 60% de las proteínas se encuentran en la fracción disuelta de las aguas residuales domésticas y del 20% a un 30% en la fracción sedimentable.

Los hidratos de carbono están constituidos por almidones y azúcares fácilmente degradables y también por celulosa, que se degrada con menos facilidad. Los porcentajes de hidratos de carbono que se encuentran en forma disuelta y sedimentable son semejantes al de las proteínas y las grasas con inclusión de los ácidos grasos, que no suelen ser muy saludables y se degradan más lentamente.

2.11.3 Cantidad de sólidos en las aguas negras

Las aguas negras están constituidas en su mayoría por líquidos, ya que aproximadamente el 0.1 % está formado por materiales sólidos.

Los sólidos totales en las aguas negras, tanto en solución como en suspensión, son los que quedan después de evaporar una muestra hasta secarla completamente.

Sólidos en solución: son los que no se pueden separar por medio de filtración o sedimentación del líquido que lo contiene.

Una parte por millón (p.p.m.) equivale a un miligramo por litro, es decir, que expresa la cantidad en peso de sólidos contenidos en un litro de aguas negras.

La concentración de las aguas negras se determina mediante ensayos de laboratorio, de los cuales los más importantes son los químicos y biológicos, que son los que permiten conocer la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la cantidad de sólidos disueltos en suspensión y sedimentables.

2.11.4 Modo de descomposición

La descomposición de la materia orgánica puede producirse en condiciones aeróbicas o anaeróbicas. El proceso aeróbico requiere una aportación continua de oxígeno disuelto libre y es el método más eficaz para reducir el contenido orgánico de los residuos líquidos diluidos; sin embargo, cuando hay sólidos que han de pasar al estado líquido o cuando la concentración de residuos es muy grande, como en el caso de la materia orgánica sólida sedimentada procedente de aguas domésticas, tanques de pozos negros o residuos de matadores, el proceso anaeróbico resulta efectivo.

2.12 Selección del tipo de tratamiento a utilizar

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente. Tomando en cuenta la situación de la Colonia Santa Sofía o cualquier otra comunidad que tenga como cuerpo receptor final el río de aguas negras, deberán tomarse en cuenta los factores siguientes para la selección del tipo de tratamiento:

- 1.- Eficiencia del tipo de tratamiento
- 2.- Costo del tipo de tratamiento
- 3.- Caudal
- 4.- Topografía

1.- Eficiencia del tipo de tratamiento:

Es muy importante que el tipo de tratamiento que se escoja tenga una eficiencia adecuada y con alto porcentaje de rendimiento, ya que de lo contrario no se estará cumpliendo con el objetivo básico, que es el de tener una efluente de buena calidad.

2.- Costo del tipo de tratamiento:

El costo del tipo de tratamiento debe ir íntimamente relacionado con las posibilidades de la Municipalidad respectiva, debido a que de nada serviría hacer un diseño de una planta de tratamiento de un costo alto, si no es posible su construcción. Además la planta debe tener un mantenimiento sencillo y no demasiado técnico, ya que el costo de operación y mantenimiento saldría oneroso.

3.- Caudal:

Es importante conocer las características y volumen del agua que se van a someter al sistema de tratamiento para poder hacer la elección del más adecuado. El caudal y la eficiencia de la planta son factores muy importantes para poder obtener buenos resultados.

4.- Topografía:

La topografía del terreno que se dispone para ubicar la planta de tratamiento es otro de los factores que se deben tomar en cuenta para hacer la elección, cuanto más se adapte a la topografía del lugar, más económico saldrá el proceso de tratamiento.

Tratando de encontrar un sistema de fácil construcción, operación y mantenimiento, el tipo de tratamiento que se propone para la comunidad es una planta de tratamiento tipo "Tanques Imhof"; para lo cual se recomienda que lo realice un profesional que tenga la maestría en Ingeniería Sanitaria.

CONCLUSIONES

1. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), favorece el desarrollo de las capacidades técnicas del futuro profesional de la Ingeniería Civil, puesto que brinda la oportunidad de confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de soluciones, tanto técnicas como económicas a problemas reales, beneficiando con ello a comunidades del interior de la República.
2. La construcción del proyecto de Drenaje Sanitario en la Colonia Santa Sofía, traerá grandes beneficios, ya que indudablemente contribuirá a una mejor calidad de vida de los habitantes, eliminando focos de contaminación y reduciendo enfermedades.
3. El éxito del proyecto, dependerá del cumplimiento de las especificaciones e información de los planos, sumando una buena supervisión técnica, efectuada por profesionales con experiencia en el ramo.
4. En el proyecto del sistema sanitario para la comunidad, no se presentó el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual, debido a que sería mejor que fuera elaborado por un profesional que tenga la maestría en Ingeniería Sanitaria.

RECOMENDACIONES

1. Es aconsejable que las instituciones que aportarán la ayuda a la construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario, orienten de una manera adecuada a los habitantes de la Colonia Santa Sofía, en el uso del sistema, para que su funcionamiento sea adecuado.
2. Se sugiere a la Municipalidad de San José Pinula contratar la Supervisión Profesional necesaria para la construcción del proyecto, con el fin de garantizar las especificaciones de diseño y construcción indicadas.
3. Se recomienda que antes de verter las aguas residuales en un desfogue sea necesario analizar y estudiar los efectos que pudiera causar en el medio ambiente. Para este caso específico, es necesario que se construya una planta de tratamiento.
4. Es aconsejable que los desechos provenientes de cocinas o de lugares en donde se han usado grasas, sean previamente pasados por una caja “trampa de grasas”, para luego, junto con los desechos sanitarios, sean descargados a la planta de tratamiento.
5. Se recomienda no usar desinfectantes de alto poder para la limpieza de los servicios sanitarios o de cualquier otro receptáculo de aguas servidas que desagüen a la tubería, puesto que alteran el proceso biológico que se efectúa en ella.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de ingeniería sanitaria 2. Tesis Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.
2. Escobar Fernández, José Augusto. Diseño de drenaje sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la aldea Patanatic, municipio de Panajachel, departamento de Guatemala. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008.
3. Gómez Gómez, John Friderel. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el cantón San Francisco Pumá, y diseño de una nueva línea de conducción de agua potable para el casco urbano y cantones aledaños al municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008.
4. López Maldonado, Carlos Augusto. Diseño de alcantarillado sanitario para los cantones San Juan y Santo Domingo, aldea La Federación, y sistemas de distribución de agua potable para la aldea Las Lagunas, municipio de San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.
5. Orozco Gonzáles, Juan Adolfo. Diseño de drenaje sanitario de aldea San Pedro Petz, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999.

6. Quijada Sagastume, José Gilberto. Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingeniero y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.

7. Vásquez, Alan Paúl. Diseño de la red de alcantarillado sanitario aldea Las Ovejas y diseño de la red de distribución de agua potable en la aldea Las Anonas, municipio de El Júcaro, El Progreso. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

APÉNDICE A

- Diseño del alcantarillado sanitario

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE
LA COLONIA SANTA SOFÍA DEL MUNICIPIO
DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA**

Especificaciones técnicas

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario se tomaron como base las normas ASTM 3034 y las normas que establece la Dirección General de Obras Públicas. (Normas utilizadas por el Instituto de Fomento Municipal-INFOM).

El diseño de alcantarillado será proyectado para llenar adecuadamente su función durante un periodo de 20 años a partir de la fecha de su construcción.

PARÁMETROS DE DISEÑO

Tipo de sistema:	Alcantarillado Sanitario
Periodo diseño:	20 años
Población actual:	6,018 habitantes
Población de diseño;	6,018 habitantes
Tasa de crecimiento:	0%
Diámetro de tubería mínima: (Tubería de cemento)	8 pulg.
Conexión domiciliar:	1,003 conexiones Pendiente 2% Tubería de Cemento 6 pulgadas.
Pozos de Visita:	124 pozos

Factor de caudal medio:	0.003
Dotación de agua:	125 lts/hab/día
Factor de retorno de aguas negras:	0.75

PROCESO DE DISEÑO:

Período de diseño:

El período de diseño es de 20 años. Se adoptó este período, tomando en cuenta los recursos económicos con los que cuenta la municipalidad, la vida útil de los materiales y las normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

Población futura

El sistema de alcantarillado debe adecuarse a un funcionamiento eficiente durante un período determinado. En este caso en particular, con base en una encuesta realizada a la colonia Santa Sofía, se determinó que el promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas. Por lo que la cantidad total de habitantes a contribuir para el sistema de alcantarillado sanitario para un total de 1,003 conexiones domiciliarias es de 6,018 habitantes; dato que surge de la aplicación de la fórmula siguiente:

$$Pf = 6 \times 1,003 = 6,018 \text{ habitantes}$$

A lo anterior no se aplica ninguna tasa de crecimiento para población futura debido a que es una colonia lotificada para un número máximo de 1,003 viviendas.

Dotación de agua

La dotación de agua con que cuentan los habitantes de la colonia Santa Sofía, del municipio de San José Pinula, es de 125 lts/hab/día.

Factor de retorno

El factor de retorno es el porcentaje de agua, que después de ser usada vuelve al drenaje; en este caso se consideró un 75% como factor de retorno.

Cálculo de caudales

Caudal domiciliar:

$$Q_{dom} = (\text{dotación} \times \text{No. habitantes} \times \text{Factor de retorno}) / 86,400 \text{ seg}$$

$$Q_{dom} = (125 \text{ lts/hab/día} \times 6,018 \text{ hab} \times 0.75) / 86,400 \text{ seg}$$

$$Q_{dom} = 6.52 \text{ lts/seg.}$$

Caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = (F_{inf} \times (\text{mts de tubería} + \text{No. de casas} \times 6 \text{ m}) / 1,000) / 86,400 \text{ seg}$$

$$Q_{inf} = (15,000 \text{ lts/km/día} \times (6,324 + 1,003 \times 6) / 1000) / 86,400 \text{ seg}$$

$$Q_{inf} = 2.14 \text{ lts/seg}$$

Caudal de conexiones ilícitas

Métodos para su cálculo

a.- Método racional:

$$Q_{c \text{ ilí}} = (C \times I \times A) / 360$$

$$Q = \text{caudal (m}^3\text{)}$$

C = coeficiente de escorrentía, que depende de las características del área a drenar (%)

I = intensidad de lluvia = 55 mm/hr a 25 años

A = área que es posible conectar

Promedio de área por casa 160 m²

Área de techo = (130 m² x 1,003 casas) / 10,000 m²/Ha = 13.039 Ha

Área de patios = (30 m² x 1,018 casas) / 10,000 m²/Ha = 3.054 Ha

C sumatoria (c x a / sumatoria de áreas)

$C = (13.039 \times 0.8 + 3.054 \times 0.15) / (13.039 + 3.054)$

C = 0.677

$Q_c \text{ ilí} = 0.677 \times 55 \text{ mm/hr} \times (16.093 \times 0.005) / 360 \times 1,000$

Qc ilí = 8.32 lts/seg

b.- La Municipalidad de Guatemala, le agrega al caudal de diseño, 100lts/hab/día, debido a posibles conexiones ilícitas.

$Q_c \text{ ilí} = (100 \text{ lts/hab/día}) \times (6,018 \text{ hab}) / 86,400 = 6.965 \text{ lts/seg}$

c.- Varios textos proponen por posibles conexiones ilícitas un agregado de 150 lts/hab/día.

$Q_c \text{ ilí} = (150 \text{ lts/hab/día}) \times (6,018 \text{ hab}) / 86,400 = 10.448 \text{ lts/seg}$

d.- Según criterio de UNEPAR-INFOM toman para conexiones ilícitas un 10% del caudal domiciliar.

$Q_c \text{ ilí} = (6.52 \text{ lts/seg}) \times (10\%) = 0.652 \text{ lts/seg}$

Con estas opciones de cálculo, se toma el valor obtenido por el método racional, ya que según las visitas realizadas, se observó que una gran parte de las viviendas conectan las aguas de lluvia hacia el drenaje de la pila.

Caudal medio

Es la suma de los caudales obtenidos anteriormente:

$$Q_{\text{med}} = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{c ilí}}$$

$$Q_{\text{med}} = 6.52 \text{ lts/seg} + 2.14 \text{ lts/seg} + 8.32 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{med}} = 16.98 \text{ lts/seg}$$

Factor de caudal medio:

Ya integrado el caudal medio del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes, produce el factor de caudal medio.

$$F_{\text{qmed}} = Q_{\text{med}} / \text{No. hab} = 6.52 / 6,018 = 0.00108 \text{ lts/hab/seg}$$

$$F_{\text{qmed}} = 0.0030 \text{ lts/hab/seg según Municipalidad de Guatemala}$$

$$F_{\text{qmed}} = 0.0046 \text{ lts/hab/día según INFOM, y otras municipalidades}$$

$$F_{\text{qmed}} = 0.0020 \leq F_{\text{qmed}} \leq 0.005 \text{ según D.G.O.P. y otras municipalidades.}$$

Para este diseño se adoptará el F_{qmed} 0.003 lts/hab/seg

Ejemplo de tramo: PV-4 a PV-3

$$F_{\text{qmed}} = 0.003 \text{ lts/hab/seg}$$

$$\text{Población futura} = 312 \text{ hab.}$$

$$\text{Diámetro tubería} = 8 \text{ pulgadas}$$

$$S = 0.010 \text{ m/m}$$

$$Q_{\text{med acumulado}} = f_{\text{qmed}} \times \text{No hab.} = 0.003 \times 312 = 0.936 \text{ lts/seg}$$

Caudal máximo

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, hay que afectar el caudal medio acumulado por un factor conocido como factor de flujo, el cual suele variar entre 1.5 a 4.5, de acuerdo con el tamaño de la población; para ello se utiliza la fórmula de Harmond.

$$F.H. = [18 + (p / 1,000)^{(1/2)}] / [4 + (p / 1,000)^{(1/2)}] \quad p = \text{población en miles}$$

$$F.H. = [18 + (312/1000)^{(1/2)}] / [4 + (312/1000)^{(1/2)}]$$

$$F.H. = 4.071$$

$$Q_{\text{diseño}} = Q_{\text{med. acumulado}} \times F.H. = 0.936 \text{ lts/seg} \times 4.071 = 3.811 \text{ lts/seg}$$

El caudal de diseño es el que se realiza para un tramo del sistema, cumpliendo con los requisitos de velocidad y tirante.

CHEQUEO:

$$Q_{\text{dis}} = 3.811 \text{ lts/seg}$$

Con las fórmulas de Manning se obtiene el caudal y velocidad a sección llena:

Caudal a sección llena

$$Q_{\text{s.ll}} = 1 / n \times A \times (R_h)^{(2/3)} \times (S)^{(1/2)}$$

$$\text{Area} = A = \pi \times (D/2)^2$$

$$\text{Radio Hidráulico} = R_h = (A/P)^{(2/3)}$$

$$\text{Perímetro del círculo} = P = 2 \times \pi \times D/2$$

$$\pi = \text{constante} = 3.1416 \dots$$

$$n = \text{factor de rugosidad} = 0.15 \text{ (cemento)}$$

$$Q_{\text{s.ll}} = 1 / \{0.015 \times [(3.1416 \times ((8/2) \times 0.0254)^2)] \times [(3.1416 \times ((8/2) \times 0.0254)^2) / (2 \times 3.1416 \times (8/2) \times 0.0254)^{(2/3)}] \times [(0.010)^{(1/2)}] \times 1000$$

$$Q_{s.II} = 29.65 \text{ lts/seg}$$

$$V_{s.II} = 1/n \times (R_h)^{2/3} \times (S)^{1/2}$$

$$V_{s.II} = 1/0.015 \times (3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)^2) / (2 \times 3.1416 \times (8/2 \times 0.0254))^{2/3} \times (0.010)^{1/2}$$

$$V_{s.II} = 0.91 \text{ m/seg}$$

Relación $q_{dis} / Q_{s.II}$ = es la relación del caudal de diseño y el caudal a sección llena:

$$Q_{dis} / Q_{s.II} = 3.811 / 29.65 = 0.1285 \text{ (adimensional)}$$

Relación v/V : con el valor de q/Q , se busca en tablas de relaciones hidráulicas, en la columna de q/Q para este caso es: $v/V = 0.688$ (adimensional).

Velocidad v = con la relación de velocidades encontradas y la velocidad a sección llena se calcula la velocidad dentro de la alcantarilla.

$$v = v/V \times V = 0.688 \times 0.91 = 0.629 \text{ m/s}$$

Relación d/D : es la relación que existe entre el diámetro de la tubería, y la altura del tirante del flujo en la alcantarilla; esto se obtiene de la tabla No. 2 de relaciones hidráulicas. Para el presente caso $v/V = 0.688$ y $d/D = 0.242$

El chequeo siguiente permite conocer si están dentro de los límites permisibles:

Velocidad: $0.60 < 0.629 < 3 \text{ m/s}$ sí chequea

Tirante: $0.10 < 0.242 < 0.75$ sí chequea

TABLA DE RESULTADOS

Periodo de diseño	20 años.
Población futura	6,018 habitantes
Dotación de agua	100 lts/ha/día,
Factor de retorno	0.75
Caudal domiciliario	6.52 lts/seg.
Caudal de infiltración	2.14 lts/seg.
Caudal conexiones ilícitas	8.32 lts/seg.
Caudal medio	16.98 lts/seg.
Factor caudal medio	0.003 lts/hab/seg.
Pozos de visita	124 pozos

APÉNDICE B

- Presupuesto del alcantarillado sanitario

**PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO COL. SANTA SOFÍA,
MUNICIPIO DE SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA**

No.	REGLONDESCRIPCION	CANT.	UNID.	C. UNITARIO	TOTAL
1	CONEXIONES DOMICILIARES				
	Materiales locales	1003.00	Unidad		
	Arena de río	601.80	M3	Q 100.00	Q 60,180.00
	Piedrín	722.16	M3	Q 190.00	Q 137,210.40
	Material selecto	601.80	M3	Q 60.00	Q 36,108.00
	Total materiales locales				Q 233,498.40
	Materiales no locales				
	Cemento	1389.00	Saco	Q 56.00	Q 77,784.00
	Hierro 3/8"	1003.00	Varilla	Q 40.00	Q 40,120.00
	Tubo de cemento 6"	4514.00	Tubo	Q 25.00	Q 112,850.00
	Tubo de cemento 12"	1505.00	Tubo	Q 38.00	Q 57,190.00
	Alambre de amarre	456.00	lb	Q 6.30	Q 2,872.80
	Ladrillo tayuyo	34102.00	Unidad	Q 1.95	Q 66,498.90
	Total materiales no locales				Q 357,315.70
	TOTAL RENGLÓN				Q 590,814.10
2	POZOS DE VISITA	124.00	Unidad		
	Materiales locales				
	Material selecto	1.00	Global	Q 17,337.03	Q 17,337.03
	Arena amarilla	0.00	M3	Q 95.00	Q -
	Piedra bola	0.00	M3	Q 185.00	Q -
	Arena de río	235.60	M3	Q 100.00	Q 23,560.00
	Piedrín	99.20	M3	Q 190.00	Q 18,848.00
	Ladrillo tayuyo	496.00	Millar	Q 1,950.00	Q 967,200.00
	Total materiales locales				Q 1,026,945.03
	Materiales no locales				
	Cal hidratada para trazar	1.00	Global	Q 1,434.00	Q 1,434.00
	Cemento	1860.00	Saco	Q 56.00	Q 104,160.00
	Hierro 1/4"	186.00	Varilla	Q 16.00	Q 2,976.00
	Hierro 1/2"	248.00	Varilla	Q 68.25	Q 16,926.00
	Hierro 3/8"	285.20	Varilla	Q 40.00	Q 11,408.00
	Alambre de amarre	372.00	lb	Q 6.30	Q 2,343.60
	Selecto	1612.00	M3	Q 60.00	Q 96,720.00
	Total materiales no locales				Q 235,967.60
	TOTAL RENGLÓN				Q 1,262,912.63

No.	RENGLÓN/DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C. UNITARIO	TOTAL
3	COLECTOR CEMENTO 8"	6303.99	Ml		
	Materiales locales				
	Arena de río	1576.00	M3	Q 100.00	157,600.00
	Total materiales locales				157,600.00
	Materiales no locales				
	Tubo de cemento de 8"	6304.00	Ml	Q 32.00	Q 201,728.00
	Cemento	1892.00	Saco	Q 56.00	Q 105,952.00
	Ladrillo tayuyo	266.00	Millar	Q 1,950.00	Q 518,700.00
	Material selecto	6723.78	M3	Q 60.00	Q 403,426.80
	Total materiales no locales				Q 1,229,806.80
	TOTAL RENGLO				Q 1,387,406.80
4	COLECTOR CEMENTO 10"	20.00	Ml		
	Materiales locales				
	Arena de río	5.00	M3	Q 100.00	Q 500.00
	Total materiales locales				Q 500.00
	Materiales no locales				
	Tubo de cemento de 10"	20.00	Ml	Q 36.00	Q 720.00
	Cemento	6.00	Saco	Q 56.00	Q 336.00
	Ladrillo tayuyo	844.00	Unidad	Q 1.95	Q 1,645.80
	Material Selecto	22.00	M3	Q 60.00	Q 2,701.80
	Total materiales no locales				Q 5,403.60
	TOTAL RENGLO				Q 5,903.60
	TOTAL MATERIALES LOCALES				Q 1,260,943.43
	TOTAL MATERIALES NO LOCALES				Q 1,828,493.70
	TOTAL DE MATERIALES				Q 3,089,437.13

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

No.	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	MANO DE OBRA		MATERIALES		TOTAL
				C.U.	C.T.	LOCALES	NO LOCALES	
1	CONEXIONES DOMICILIARES	1003.00						
	Excavación	2936.78	M3	Q 28.00	Q 82,229.84			Q 82,229.84
	Relleno compactado	4405.17	M3	Q 18.00	Q 79,293.06			Q 79,293.06
	Retiro de sobrante	440.00	M3	Q 14.00	Q 6,160.00			Q 6,160.00
	Tubería de concreto 6" instalación	4012.00	MI	Q 8.00	Q 32,096.00			Q 32,096.00
	Tubería de concreto 12" instalación	1455.00	MI	Q 14.00	Q 20,370.00			Q 20,370.00
	Fondo + Tapadera	1200.00	Unidad	Q 50.00	Q 60,000.00			Q 60,000.00
	Materiales		Global			Q 233,498.40	Q 357,315.70	Q 590,814.10
	TOTAL CONEXIONES DOMICILIARES				Q 280,148.90	Q 233,498.40	Q 357,315.70	Q 870,963.00
2	POZOS DE VISITA	124.00	Unidad					
	Excavación	983.40	M3	Q 28.00	Q 27,535.20			Q 27,535.20
	Relleno compactado	445.16	M3	Q 18.00	Q 8,012.88			Q 8,012.88
	Retiro de sobrante	803.70	M3	Q 14.00	Q 11,251.80			Q 11,251.80
	Levantado + acabado	793.60	M2	Q 250.00	Q 198,400.00			Q 198,400.00
	Fundición de fondo	55.00	M3	Q 220.00	Q 12,100.00			Q 12,100.00
	Brocal + tapadera	124.00	Unidad	Q 115.00	Q 14,260.00			Q 14,260.00
	Materiales	1.00	Global			Q 1,026,945.03	Q 235,967.60	Q 1,262,912.63
	TOTAL POZOS DE VISITA				Q 271,559.88	Q 1,026,945.03	Q 235,967.60	Q 1,534,472.51
3	COLECTOR DE CEMENTO 8"	6304.00	ML					
	Excavación	11699.00	M3	Q 28.00	Q 327,572.00			Q 327,572.00
	Relleno compactado	11439.00	M3	Q 18.00	Q 205,902.00			Q 205,902.00
	Retiro de sobrante	472.00	M3	Q 14.00	Q 6,608.00			Q 6,608.00
	Instalación de tubería de cemento 8"	6304.00	MI	Q 9.50	Q 59,888.00			Q 59,888.00
	Materiales	1.00	Global			Q 157,600.00	Q 1,229,806.80	Q 1,387,406.80
	TOTAL COLECTOR PVC 8				Q 599,970.00	Q 157,600.00	Q 1,229,806.80	Q 1,987,376.80
4	COLECTOR DE CEMENTO 10"	20.00	ML					
	Excavación	19.50	M3	Q 28.00	Q 546.00			Q 546.00
	Relleno compactado	18.27	M3	Q 18.00	Q 328.86			Q 328.86
	Retiro de sobrante	8.00	M3	Q 14.00	Q 112.00			Q 112.00
	Instalación de tubería de cemento 10"	20.00	MI	Q 12.00	Q 240.00			Q 240.00
	Materiales	1.00	Global			500.00	Q 5,403.60	Q 5,903.60
	TOTAL COLECTOR CEMENTO 10"				Q 1,226.86	Q 500.00	Q 5,403.60	Q 7,130.46
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO:				Q 1,152,905.64	Q 1,418,543.43	Q 1,828,493.70	Q 4,399,942.77

APÉNDICE C

- Cálculo hidráulico de la red de alcantarillado sanitario

CÁLCULO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA SANTA SOFÍA, SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

CÁLCULO HIDRÁULICO No.1

Ramal 1

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umédio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
7	6A	104.24	104.04	60.00	60.00	0.003	15	15	90	0.27	4.256	1.149	0.015	8	36.32	1.12	0.0316	0.457	0.436	0.123	0.984	102.820	101.920	1.420	2.120
6A	6	104.04	103.83	73.20	133.20	0.003	16	31	186	0.558	4.159	2.321	0.014	8	35.09	1.08	0.0661	0.568	0.614	0.172	1.376	101.890	100.865	2.150	2.965
6	5	103.83	103.39	48.60	181.80	0.009	7	38	228	0.684	4.127	2.823	0.015	8	36.32	1.12	0.0777	0.595	0.666	0.189	1.512	100.835	100.106	2.995	3.284
5	4	103.39	103.21	48.40	230.20	0.004	7	45	270	0.81	4.098	3.319	0.010	8	29.65	0.91	0.1119	0.661	0.604	0.226	1.808	100.076	99.592	3.314	3.618
4	3	103.21	102.43	47.59	277.79	0.016	7	52	312	0.936	4.071	3.811	0.010	8	29.65	0.91	0.1285	0.688	0.629	0.242	1.936	99.562	99.086	3.648	3.344
3	2	102.43	100.73	75.56	353.35	0.022	15	67	402	1.206	4.021	4.849	0.010	8	29.65	0.91	0.1635	0.738	0.675	0.274	2.192	99.056	98.301	3.374	2.429
2	1	100.73	98.98	42.33	395.68	0.041	8	75	450	1.35	3.997	5.396	0.010	8	29.65	0.91	0.1820	0.760	0.695	0.289	2.312	98.271	97.847	2.459	1.133

Ramal 2

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umédio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
0	1	100.00	99.00	43.98	43.98	0.023	4	4	24	0.072	4.369	0.315	0.023	8	44.97	1.39	0.0070	0.289	0.401	0.060	0.480	98.580	97.568	1.420	1.432

Ramal 3

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umédio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
1	22	98.98	97.35	49.95	489.61	0.033	3	82	492	1.476	3.978	5.871	0.033	8	53.87	1.66	0.1090	0.656	1.089	0.223	1.784	97.538	95.890	1.442	1.460
22	20	97.35	100.25	90.99	580.60	(0.032)	9	91	546	1.638	3.954	6.477	0.050	8	66.31	2.04	0.0977	0.637	1.302	0.212	1.696	95.860	91.310	1.490	8.940

Ramal 4

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umédio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
3	20	102.43	100.25	48.70	48.70	0.045	5	5	30	0.09	4.355	0.392	0.070	8	78.46	2.42	0.0050	0.260	0.630	0.051	0.408	101.010	97.601	1.420	2.649
20	21	100.25	96.59	88.05	717.35	0.042	7	103	618	1.854	3.925	7.277	0.060	8	72.64	2.24	0.1002	0.640	1.434	0.214	1.712	91.280	85.997	8.970	10.593

Ramal 5

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)		(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
100	101	94.79	97.32	45.00	45.00	(0.056)	12	12	72	0.216	4.280	0.924	0.056	8	70.18	2.16	0.0132	0.348	0.753	0.080	0.640	93.370	90.850	1.420	6.470

Ramal 6

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)		(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
24	23	91.12	93.49	29.01	29.01	(0.082)	7	7	42	0.126	4.329	0.546	0.015	8	36.32	1.12	0.0150	0.364	0.408	0.086	0.688	89.700	89.265	1.420	4.225
23	21	93.49	96.59	98.10	127.11	(0.032)	22	29	174	0.522	4.169	2.176	0.015	8	36.32	1.12	0.0599	0.552	0.618	0.110	0.879	89.235	87.763	4.255	8.827

Ramal 7

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)		(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
98	101	98.88	97.32	70.19	70.19	0.022	2	2	12	0.036	4.407	0.159	0.050	8	66.31	2.04	0.0024	0.200	0.408	0.034	0.272	97.460	93.951	1.420	3.370
101	21	97.32	96.59	38.00	153.19	0.019	2	16	96	0.288	4.248	1.224	0.023	8	44.97	1.39	0.0272	0.436	0.604	0.114	0.912	90.820	89.946	6.500	6.644
21	19	96.59	97.69	49.00	1.046.65	(0.022)	4	152	912	2.736	3.825	10.466	0.005	8	20.97	0.65	0.4991	1.000	0.647	0.500	4.000	85.967	85.722	10.623	11.968
19	17	97.69	96.44	50.50	1.227.29	0.025	7	182	1092	3.276	3.775	12.367	0.005	8	20.97	0.65	0.5898	1.041	0.673	0.553	4.424	85.692	85.440	11.998	11.001
17	103	96.44	91.00	52.00	1.447.78	0.105	1	212	1272	3.816	3.730	14.234	0.005	8	20.97	0.65	0.6788	1.075	0.695	0.605	4.840	85.410	85.150	11.031	5.851
103	14	91.00	83.25	73.00	1.709.63	0.106	3	274	1644	4.932	3.650	18.004	0.046	8	63.60	1.96	0.2831	0.860	1.687	0.364	2.912	85.120	81.762	5.881	1.489
14	104	83.25	79.83	44.50	1.975.73	0.077	6	319	1914	5.742	3.601	20.674	0.048	8	64.97	2.00	0.3182	0.889	1.780	0.388	3.104	80.516	78.380	2.734	1.450
104	105	79.83	77.77	32.19	2.007.92	0.064	2	321	1926	5.778	3.598	20.792	0.063	8	74.43	2.30	0.2793	0.858	1.969	0.362	2.896	78.350	76.322	1.480	1.448
105	95	77.77	78.23	26.42	2.034.34	(0.017)	2	323	1938	5.814	3.596	20.909	0.010	8	29.65	0.91	0.7051	1.084	0.991	0.620	4.960	76.292	76.028	1.478	2.202
95	93	78.23	78.45	33.60	2.067.94	(0.007)	3	326	1956	5.868	3.593	21.085	0.010	8	29.65	0.91	0.7110	1.086	0.993	0.623	4.984	75.998	75.662	2.232	2.788
93	92A	78.45	74.37	50.00	2.169.68	0.082	7	336	2016	6.048	3.583	21.671	0.055	8	69.55	2.14	0.3116	0.883	1.893	0.383	3.064	75.632	72.882	2.818	1.488

Ramal 8

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)		(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
4	18	103.21	102.35	41.98	41.98	0.020	8	8	48	0.144	4.318	0.622	0.020	8	41.94	1.29	0.0148	0.360	0.466	0.086	0.688	101.790	100.950	1.420	1.400
18	19	102.35	97.69	88.16	130.14	0.053	15	23	138	0.414	4.203	1.740	0.053	8	68.27	2.11	0.0255	0.424	0.892	0.109	0.872	100.920	96.248	1.430	1.442

Ramal 9

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q(lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
5	16	103.39	102.59	36.51	36.51	0.022	8	48	0.144	4.318	0.622	0.022	8	43.98	1.36	0.0141	0.356	0.483	0.083	0.664	101.470	100.667	1.920	1.923
16	17	102.59	96.44	78.98	115.49	0.078	13	21	0.378	4.215	1.593	0.078	8	82.82	2.55	0.0192	0.391	0.998	0.096	0.768	100.637	94.476	1.953	1.964

Ramal 10

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q(lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
26	17	100.88	96.44	53.00	53.00	0.084	8	48	0.144	4.318	0.622	0.084	8	85.95	2.65	0.0072	0.289	0.766	0.060	0.480	99.460	95.008	1.420	1.432

Ramal 11

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q(lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
6	11	103.83	101.83	47.46	47.46	0.042	9	54	0.162	4.308	0.698	0.042	8	60.77	1.87	0.0115	0.331	0.620	0.074	0.592	102.410	100.417	1.420	1.413
11	12	101.83	94.66	48.75	96.21	0.147	10	45	0.81	4.098	3.319	0.147	8	113.70	3.51	0.0292	0.443	1.553	0.117	0.936	100.355	93.189	1.475	1.471
12	103	94.66	91.00	19.00	115.21	0.193	1	54	0.972	4.064	3.950	0.193	8	130.28	4.02	0.0303	0.448	1.798	0.119	0.952	93.159	89.492	1.501	1.508

Ramal 12

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q(lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
61	62	101.04	95.17	45.64	45.64	0.129	4	4	0.072	4.369	0.315	0.129	8	106.51	3.28	0.0030	0.226	0.741	0.041	0.328	99.620	93.732	1.420	1.438
62	103	95.17	91.00	28.00	73.64	0.149	1	5	0.09	4.355	0.392	0.149	8	114.47	3.53	0.0034	0.226	0.797	0.041	0.328	93.702	89.530	1.468	1.470

Ramal 13

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO						
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q(lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
8	10A	104.15	103.34	67.96	67.96	0.012	16	16	0.288	4.248	1.224	0.012	8	32.48	1.00	0.0377	0.482	0.483	0.134	1.072	102.730	101.914	1.420	1.426
10A	11	103.34	101.83	65.20	133.16	0.023	10	26	0.468	4.185	1.959	0.023	8	44.97	1.39	0.0436	0.502	0.696	0.143	1.144	101.884	100.385	1.456	1.445

Ramal 14

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO										
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	Umeedio acumulado (lts/s)	Fujo F.H. (lts/s)	TUBERIA	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/V	d/D	TRANTE (")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
13	12	96.74	94.66	61.73	61.73	0.034	8	8	48	0.144	4.318	0.622	0.034	8	54.68	1.69	0.0114	0.331	0.558	0.074	0.592	95.320	93.221	1.420	1.439

Ramal 15

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO										
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	Umeedio acumulado (lts/s)	Fujo F.H. (lts/s)	TUBERIA	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/V	d/D	TRANTE (")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
7	8	104.24	104.15	47.40	47.40	0.002	5	5	30	0.09	4.355	0.392	0.025	8	46.89	1.45	0.0084	0.301	0.436	0.064	0.512	102.820	101.635	1.420	2.515
8	9	104.15	103.04	47.37	94.77	0.023	6	11	66	0.198	4.289	0.849	0.025	8	46.89	1.45	0.0181	0.386	0.558	0.094	0.752	101.605	100.421	2.545	2.619
9	15	103.04	101.75	29.56	124.33	0.044	7	18	108	0.324	4.234	1.372	0.044	8	62.20	1.92	0.0221	0.409	0.784	0.103	0.824	100.391	99.090	2.649	2.660
15	13	101.75	96.74	42.00	166.33	0.119	8	26	156	0.468	4.185	1.959	0.119	8	102.30	3.15	0.0191	0.391	1.233	0.096	0.768	99.060	94.062	2.690	2.678
13	14	96.74	83.25	55.27	221.60	0.244	13	39	234	0.702	4.122	2.894	0.244	8	146.48	4.52	0.0198	0.396	1.789	0.098	0.784	94.032	80.546	2.708	2.704

Ramal 16

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO										
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	Umeedio acumulado (lts/s)	Fujo F.H. (lts/s)	TUBERIA	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/V	d/D	TRANTE (")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
94	93	80.16	78.45	51.74	51.74	0.033	3	3	18	0.054	4.386	0.237	0.034	8	54.68	1.69	0.0043	0.243	0.410	0.046	0.368	78.740	76.981	1.420	1.469

Ramal 17

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO										
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	Umeedio acumulado (lts/s)	Fujo F.H. (lts/s)	TUBERIA	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/V	d/D	TRANTE (")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
61	63	101.04	97.66	49.77	49.77	0.068	5	5	30	0.09	4.355	0.392	0.068	8	77.33	2.38	0.0051	0.260	0.621	0.051	0.408	99.620	96.236	1.420	1.424
63	64	97.66	99.26	27.71	77.48	(0.058)	7	12	72	0.216	4.280	0.924	0.030	8	51.36	1.58	0.0180	0.386	0.611	0.094	0.752	96.206	95.374	1.454	3.886
64	65	99.26	97.50	29.29	106.77	0.060	7	19	114	0.342	4.228	1.446	0.020	8	41.94	1.29	0.0345	0.466	0.603	0.127	1.016	95.344	94.759	3.916	2.741
65	66	97.50	96.17	33.75	140.52	0.039	1	20	120	0.36	4.221	1.520	0.020	8	41.94	1.29	0.0362	0.473	0.612	0.130	1.040	94.729	94.054	2.771	2.116
66	67	96.17	96.59	37.80	178.32	(0.011)	3	23	138	0.414	4.203	1.740	0.020	8	41.94	1.29	0.0415	0.493	0.638	0.139	1.112	94.024	93.268	2.146	3.322
67	68	96.59	96.72	22.20	200.52	(0.006)	1	24	144	0.432	4.197	1.813	0.020	8	41.94	1.29	0.0432	0.500	0.646	0.142	1.136	93.238	92.794	3.352	3.926
68	69	96.72	97.87	88.38	288.90	(0.013)	20	44	264	0.792	4.102	3.248	0.010	8	29.65	0.91	0.1095	0.658	0.601	0.224	1.792	92.764	91.880	3.956	5.990
69	70	97.87	94.27	39.67	328.57	0.091	9	53	318	0.954	4.068	3.880	0.010	8	29.65	0.91	0.1309	0.691	0.632	0.244	1.952	91.850	91.453	6.020	2.817
70	71	94.27	93.56	29.58	358.15	0.024	1	54	324	0.972	4.064	3.950	0.010	8	29.65	0.91	0.1332	0.696	0.636	0.247	1.976	91.423	91.127	2.847	2.433
71	72	93.56	93.89	25.40	383.55	(0.013)	2	56	336	1.008	4.057	4.089	0.010	8	29.65	0.91	0.1379	0.702	0.642	0.251	2.008	91.097	90.843	2.463	3.047
72	73	93.89	94.54	26.38	409.93	(0.025)	2	58	348	1.044	4.050	4.228	0.009	8	28.13	0.87	0.1503	0.720	0.624	0.262	2.096	90.813	90.576	3.077	3.964
73	74	94.54	94.99	35.99	445.92	(0.013)	1	59	354	1.062	4.047	4.298	0.008	8	26.52	0.82	0.1620	0.737	0.602	0.273	2.184	90.546	90.258	3.994	4.732
74	75	94.99	94.39	61.19	535.71	0.010	2	65	390	1.17	4.027	4.712	0.008	8	26.52	0.82	0.1777	0.754	0.617	0.285	2.280	90.228	89.738	4.762	4.652
75	77	94.39	92.56	42.12	611.77	0.043	1	70	420	1.26	4.012	5.055	0.007	8	24.81	0.77	0.2037	0.785	0.600	0.306	2.448	89.708	89.414	4.682	3.146
77	77A	92.56	91.00	31.50	643.27	0.050	1	71	426	1.278	4.009	5.124	0.008	8	26.52	0.82	0.1932	0.773	0.632	0.298	2.384	89.384	89.132	3.176	1.868

Ramal 18

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO									
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuajo F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
84	74	96.28	94.99	28.60	28.60	0.045	4	4	24	0.072	4.369	0.315	0.046	8	63.60	1.96	0.0049	0.260	0.510	0.051	0.408	94.860	93.544	1.420	1.446

Ramal 19

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO									
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuajo F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
76	75	95.83	94.39	33.94	33.94	0.042	4	4	24	0.072	4.369	0.315	0.043	8	61.49	1.90	0.0051	0.260	0.493	0.051	0.408	94.410	92.951	1.420	1.439

Ramal 20

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD(m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO									
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuajo F.H. (lts/s)	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
84	83A	96.28	94.88	95.18	95.18	0.015	30	30	180	0.54	4.164	2.249	0.015	8	36.32	1.12	0.0619	0.554	0.620	0.168	1.344	94.860	93.432	1.420	1.448
83A	83	94.88	93.48	95.18	190.36	0.015	18	48	288	0.864	4.086	3.530	0.015	8	36.32	1.12	0.0972	0.633	0.709	0.210	1.680	93.402	91.975	1.478	1.505
83	81	93.48	91.27	24.40	214.76	0.091	1	49	294	0.882	4.082	3.600	0.090	8	88.96	2.74	0.0405	0.489	1.341	0.137	1.096	91.945	89.749	1.535	1.521
81	80	91.27	90.40	27.57	242.33	0.032	3	52	312	0.936	4.071	3.811	0.027	8	48.73	1.50	0.0782	0.595	0.893	0.189	1.512	89.719	88.974	1.551	1.426
80	79	90.40	91.22	48.19	420.76	(0.017)	5	88	528	1.584	3.962	6.276	0.008	8	26.52	0.82	0.2366	0.819	0.669	0.331	2.648	88.902	88.516	1.498	2.704
79	78	91.22	93.16	15.97	436.73	(0.121)	1	89	534	1.602	3.959	6.343	0.007	8	24.81	0.77	0.2557	0.837	0.640	0.345	2.760	88.486	88.375	2.734	4.785
78	77A	93.16	91.00	71.90	508.63	0.030	4	93	558	1.674	3.949	6.611	0.008	8	26.52	0.82	0.2492	0.830	0.679	0.120	0.340	88.345	87.769	4.815	3.231
77A	85	91.00	84.14	55.52	1,207.42	0.124	7	171	1026	3.078	3.793	11.674	0.091	8	89.46	2.76	0.1305	0.691	1.906	0.244	1.952	87.739	82.687	3.261	1.453
85	86	84.14	78.50	61.08	1,268.50	0.092	6	177	1062	3.186	3.783	12.053	0.092	8	89.95	2.77	0.1340	0.697	1.934	0.248	1.984	82.657	77.038	1.483	1.462
86	87	78.50	77.40	16.53	1,285.03	0.067	2	179	1074	3.222	3.780	12.179	0.063	8	74.43	2.30	0.1636	0.738	1.694	0.274	2.192	77.008	75.966	1.492	1.434
87	88	77.40	75.90	29.92	1,314.95	0.050	3	182	1092	3.276	3.775	12.367	0.050	8	66.31	2.04	0.1865	0.766	1.567	0.293	2.344	75.936	74.440	1.464	1.460
88	89	75.90	76.05	49.60	1,364.55	(0.003)	9	191	1146	3.438	3.761	12.931	0.007	8	24.81	0.77	0.5212	1.010	0.773	0.512	4.096	74.410	74.063	1.490	1.987
89	90	76.05	76.52	24.59	1,389.14	(0.019)	3	194	1164	3.492	3.757	13.118	0.005	8	20.97	0.65	0.6256	1.055	0.682	0.573	4.584	74.033	73.910	2.017	2.610
90	91	76.52	75.01	81.17	1,470.31	0.019	14	208	1248	3.744	3.736	13.987	0.005	8	20.97	0.65	0.6670	1.071	0.692	0.597	4.776	73.880	73.474	2.640	1.536
91	92	75.01	70.29	79.72	1,550.03	0.059	16	224	1344	4.032	3.714	14.973	0.058	8	71.42	2.20	0.2097	0.792	1.743	0.311	2.488	73.444	68.821	1.566	1.469
92	92A	70.29	74.37	72.05	1,746.88	(0.057)	12	250	1500	4.5	3.680	16.558	0.004	8	18.76	0.58	0.8829	1.129	0.653	0.730	5.840	68.791	68.502	1.499	5.868
92A	PT1	74.37	73.37	20.00	3,936.56	0.050	0	586	3516	10.548	3.383	35.683	0.010	10	53.77	1.06	0.6637	0.566	0.600	0.174	1.740	68.472	68.272	5.898	5.098

Ramal 21

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
76	82	95.83	94.34	94.07	94.07	0.016	24	24	144	0.432	4.197	1.813	0.016	8	37.51	1.16	0.0483	0.517	0.598	0.150	1.200	94.410	92.905	1.420	1.435
82	80	94.34	90.40	36.17	130.24	0.109	7	31	186	0.558	4.159	2.321	0.109	8	97.90	3.02	0.0237	0.416	1.257	0.106	0.848	92.875	88.932	1.465	1.468

Ramal 22

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
94	96	80.16	79.12	12.72	12.72	0.082	1	1	6	0.018	4.434	0.080	0.082	8	84.92	2.62	0.0009	0.154	0.404	0.023	0.184	78.740	77.697	1.420	1.423
96	97	79.12	78.44	57.19	69.91	0.012	10	11	66	0.198	4.289	0.849	0.020	8	41.94	1.29	0.0202	0.396	0.512	0.098	0.784	77.667	76.523	1.453	1.917
97	92	78.44	70.29	54.89	124.80	0.148	3	14	84	0.252	4.264	1.074	0.139	8	110.56	3.41	0.0097	0.319	1.089	0.070	0.560	76.493	68.863	1.947	1.427

CÁLCULO HIDRÁULICO No.2

Ramal 23

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
26	26A	100.88	70.14	0.024	16	96	0.288	4.248	1.224	0.024	8	45.94	1.42	0.0266	0.431	0.610	0.112	0.896	99.460	97.777	1.420	1.423
26A	27	99.20	72.00	0.018	16	192	0.576	4.154	2.393	0.018	8	39.79	1.23	0.0601	0.550	0.675	0.166	1.328	97.747	96.451	1.453	1.479
27	28	97.93	82.00	0.011	14	528	1.584	3.962	6.276	0.011	8	31.10	0.96	0.2018	0.783	0.751	0.305	2.440	93.771	92.869	4.159	4.191
28	29	97.06	26.76	0.036	4	552	1.656	3.952	6.544	0.006	8	22.97	0.71	0.2849	0.862	0.610	0.365	2.920	92.839	92.678	4.221	3.412
29	30	96.09	91.90	0.057	22	684	2.052	3.900	8.003	0.036	8	56.27	1.74	0.1422	0.709	1.230	0.255	2.040	92.648	89.340	3.442	1.500
30	31	90.84	50.14	0.120	0	744	2.232	3.879	8.658	0.118	8	101.87	3.14	0.0850	0.610	1.915	0.197	1.576	89.310	83.394	1.530	1.446
31	107	84.84	51.45	(0.054)	2	972	2.916	3.808	11.104	0.004	8	18.76	0.58	0.5920	1.042	0.603	0.554	4.432	83.364	83.158	1.476	4.482
107	108	87.64	34.59	0.187	6	1008	3.024	3.798	11.484	0.100	8	93.78	2.89	0.1225	0.678	1.960	0.236	1.888	83.128	79.669	4.512	1.501
108	109	81.17	55.34	0.091	9	1062	3.186	3.783	12.053	0.091	8	89.46	2.76	0.1347	0.697	1.924	0.248	1.984	79.639	74.603	1.531	1.547
109	110	76.15	24.45	0.077	3	1080	3.24	3.778	12.241	0.077	8	82.29	2.54	0.1488	0.717	1.818	0.260	2.080	74.573	72.690	1.577	1.570
110	111 PT	74.26	9.35	0.164	1	1086	3.258	3.777	12.304	0.164	8	120.09	3.70	0.1025	0.644	2.384	0.216	1.728	72.660	71.127	1.600	1.603

Ramal 24

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
19	19A	97.69	93.79	0.009	19	114	0.342	4.228	1.446	0.010	8	28.90	0.89	0.0500	0.523	0.466	0.153	1.224	96.270	95.379	1.420	1.461
19A	25	96.84	90.00	0.009	21	240	0.72	4.118	2.965	0.011	8	31.10	0.96	0.0953	0.631	0.605	0.209	1.672	95.349	94.359	1.491	1.641
25	27	96.00	48.00	(0.040)	2	252	0.756	4.110	3.107	0.011	8	31.10	0.96	0.0999	0.640	0.614	0.214	1.712	94.329	93.801	1.671	4.129

Ramal 25

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fuajo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
32	30	94.52	39.05	0.094	10	60	0.18	4.298	0.774	0.095	8	91.40	2.82	0.0085	0.305	0.858	0.065	0.520	93.100	89.390	1.420	1.450

Ramal 26

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	acumulado	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL					
31A	31	95.00	84.84	51.87	51.87	0.196	12	12	72	0.216	4.280	0.924	0.196	8	131.29	4.05	0.0070	0.289	1.171	0.060	0.480	93.580	83.413	1.420	1.427

Ramal 27

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	HAB.	acumulado	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
42	31	92.74	84.84	104.06	104.06	0.076	24	24	144	0.432	4.197	1.813	0.076	8	81.75	2.52	0.0222	0.409	1.030	0.103	0.824	91.320	83.411	1.420	1.429

CÁLCULO HIDRÁULICO No.3

Ramal 28

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)			(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
61	61A	101.04	100.18	69.50	69.50	0.012	15	15	90	0.27	4.256	1.149	0.013	8	33.81	1.04	0.0340	0.466	0.486	0.127	1.016	99.620	98.717	1.420	1.464
61A	59	100.18	99.31	69.50	139.00	0.013	16	31	186	0.558	4.159	2.321	0.014	8	35.09	1.08	0.0661	0.566	0.612	0.174	1.392	98.687	97.714	1.494	1.596
59	58A	99.31	97.82	99.46	238.46	0.015	24	55	330	0.99	4.060	4.020	0.013	8	33.81	1.04	0.1189	0.673	0.701	0.233	1.864	97.684	96.391	1.626	1.429
58A	58	97.82	96.33	99.45	337.91	0.015	24	79	474	1.422	3.986	5.668	0.015	8	36.32	1.12	0.1561	0.727	0.815	0.267	2.136	96.361	94.869	1.459	1.461
58	57A	96.33	95.36	68.09	406.00	0.014	18	97	582	1.746	3.939	6.878	0.014	8	35.09	1.08	0.1960	0.776	0.840	0.300	2.400	94.839	93.886	1.491	1.474
57A	57	95.36	94.39	68.08	474.08	0.014	14	111	666	1.998	3.907	7.806	0.014	8	35.09	1.08	0.2225	0.805	0.871	0.321	2.568	93.856	92.902	1.504	1.488
57	56A	94.39	93.50	73.79	547.87	0.012	18	129	774	2.322	3.869	8.984	0.011	8	31.10	0.96	0.2889	0.865	0.830	0.368	2.944	92.872	92.061	1.518	1.439
56A	56	93.50	92.61	73.79	621.66	0.012	18	147	882	2.646	3.834	10.146	0.012	8	32.48	1.00	0.3123	0.884	0.886	0.384	3.072	92.031	91.145	1.469	1.465
56	55	92.61	89.96	28.15	698.64	0.094	6	155	930	2.79	3.820	10.658	0.094	8	90.92	2.80	0.1172	0.669	1.877	0.231	1.848	89.589	86.943	3.021	3.017
55	54	89.96	77.65	79.49	778.13	0.155	16	171	1026	3.078	3.793	11.674	0.155	8	116.75	3.60	0.1000	0.640	2.305	0.214	1.712	86.913	74.592	3.047	3.058
54	52	77.65	68.03	43.89	822.02	0.219	14	185	1110	3.33	3.770	12.555	0.219	8	138.78	4.28	0.0905	0.621	2.655	0.203	1.624	74.562	64.950	3.088	3.080

Ramal 29

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
83	56	93.48	92.61	48.83	48.83	0.018	2	2	12	0.036	4.407	0.159	0.050	8	66.31	2.04	0.0024	0.207	0.424	0.036	0.288	92.060	89.619	1.420	2.992

Ramal 30

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM. (lts/s)	Fuio F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	q/Q	v/v	(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL				
53	52	74.42	68.03	32.13	32.13	0.199	4	4	24	0.072	4.369	0.315	0.199	8	132.29	4.08	0.0024	0.207	0.846	0.036	0.288	73.000	66.606	1.420	1.424
52	37	68.03	63.03	53.53	907.68	0.093	5	194	1164	3.492	3.757	13.118	0.093	8	90.43	2.79	0.1451	0.713	1.989	0.258	2.064	64.920	59.942	3.110	3.088

Ramal 31

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
32	32A	94.52	72.68	0.013	18	108	0.324	4.234	1.372	0.014	8	35.09	1.08	0.0391	0.484	0.524	0.135	1.080	93.100	92.082	1.420	1.458
32A	33	93.54	72.69	0.014	17	210	0.63	4.140	2.608	0.013	8	33.81	1.04	0.0771	0.593	0.618	0.188	1.504	92.052	91.108	1.488	1.442
33	34	92.55	48.79	0.016	10	270	0.81	4.098	3.319	0.016	8	37.51	1.16	0.0885	0.617	0.714	0.201	1.608	91.078	90.297	1.472	1.463
34	35	91.76	46.47	0.084	11	336	1.008	4.057	4.089	0.084	8	85.95	2.65	0.0476	0.513	1.358	0.148	1.184	90.267	86.363	1.493	1.507
35	36	87.87	77.26	0.167	14	420	1.26	4.012	5.055	0.165	8	120.46	3.71	0.0420	0.495	1.840	0.140	1.120	86.333	75.834	1.537	1.426
36	37	77.26	63.03	0.200	14	504	1.512	3.972	6.006	0.200	8	132.62	4.09	0.0453	0.506	2.070	0.145	1.160	75.804	61.572	1.456	1.458
37	PT3	63.03	40.00	0.026	0	236	4.248	3.698	15.707	0.025	8	46.89	1.45	0.3350	0.901	1.303	0.399	3.192	61.542	60.542	1.488	1.458

Ramal 32

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
42	41	92.74	79.95	0.024	20	120	0.36	4.221	1.520	0.024	8	45.94	1.42	0.0331	0.459	0.651	0.124	0.992	91.320	89.401	1.420	1.439
41	40	90.84	47.34	0.074	10	180	0.54	4.164	2.249	0.074	8	80.67	2.49	0.0279	0.438	1.090	0.115	0.920	89.371	85.868	1.469	1.492
40	39	87.36	47.92	0.100	10	240	0.72	4.118	2.965	0.100	8	93.78	2.89	0.0316	0.455	1.315	0.122	0.976	85.838	81.046	1.522	1.504
39	39A	82.55	59.30	0.159	8	137	2.466	3.853	9.502	0.125	8	104.84	3.23	0.0906	0.621	2.006	0.203	1.624	79.024	71.612	3.526	1.528
39A	38	73.14	59.31	0.159	9	146	2.628	3.836	10.082	0.157	8	117.50	3.62	0.0858	0.611	2.215	0.198	1.584	71.582	62.270	1.559	1.450
38	37	63.72	47.99	0.014	6	152	2.736	3.825	10.466	0.014	8	35.09	1.08	0.2983	0.872	0.944	0.374	2.992	62.240	61.568	1.480	1.462

Ramal 33

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO				
PV	PV	INICIAL	PARCIAL	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Fujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)		(m/s)	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL		
51A	51	92.19	45.99	0.011	11	66	0.198	4.289	0.849	0.012	8	32.48	1.00	0.0261	0.428	0.429	0.110	0.880	90.770	90.218	1.420	1.452
51	50	91.67	48.23	0.081	5	96	0.288	4.248	1.224	0.081	8	84.40	2.60	0.0145	0.359	0.934	0.084	0.672	90.188	86.281	1.482	1.489
50	43	87.77	48.08	0.141	5	228	0.684	4.127	2.823	0.141	8	111.35	3.43	0.0253	0.426	1.463	0.110	0.880	86.251	79.472	1.519	1.498

Ramal 34

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Flujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
48	50	91.19	87.77	71.64	71.64	0.048	17	17	102	0.306	4.241	1.298	0.048	8	64.97	2.00	0.0200	0.396	0.793	0.098	0.784	89.770	86.331	1.420	1.439

Ramal 35

DE	A	COTA TERRENO	LONGITUD (m)	S (m/m)	# DE VIVIENDAS	No. DE	Umedio	Factor de	q diseño	S (m/m)	Ø	SECCIÓN LLENA	q/Q	v/v	V real	TIRANTE	COTAS INVERT	PROFUNDIDAD POZO							
PV	PV	INICIAL	FINAL	PARCIAL	ACUM.	TERRENO LOCAL	ACUM.	HAB.	(lts/s)	Flujo F.H.	(lts/s)	TUBERIA	(")	Q (lts/s)	V (m/s)	(m/s)	d/D	(")	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
51	49	91.67	91.64	72.81	72.81	0.000	12	12	72	0.216	4.280	0.924	0.010	8	29.65	0.91	0.0312	0.455	0.416	53.120	0.122	90.250	89.522	1.420	2.118
49	48	91.64	91.19	47.60	120.41	0.009	6	18	108	0.324	4.234	1.372	0.023	8	44.97	1.39	0.0305	0.450	0.624	0.120	0.960	89.492	88.397	2.148	2.793
48	47	91.19	91.15	8.40	128.81	0.005	1	19	114	0.342	4.228	1.446	0.020	8	41.94	1.29	0.0345	0.466	0.603	0.127	1.016	88.367	88.199	2.823	2.951
47	46	91.15	90.07	72.18	200.99	0.015	13	32	192	0.576	4.154	2.393	0.015	8	36.32	1.12	0.0659	0.566	0.634	0.174	1.392	88.169	87.086	2.981	2.984
46	45	90.07	89.36	46.59	247.58	0.015	4	36	216	0.648	4.136	2.680	0.012	8	32.48	1.00	0.0825	0.604	0.605	0.194	1.552	87.056	86.497	3.014	2.863
45	44	89.36	90.39	59.18	306.76	(0.017)	7	43	258	0.774	4.106	3.178	0.011	8	31.10	0.96	0.1022	0.644	0.617	0.216	1.728	86.467	85.816	2.893	4.574
44	43	90.39	80.97	66.06	372.82	0.143	8	51	306	0.918	4.075	3.741	0.095	8	91.40	2.82	0.0409	0.491	1.384	0.138	1.104	85.786	79.511	4.604	1.459
43	39	80.97	82.55	48.55	635.31	(0.033)	0	89	534	1.602	3.959	6.343	0.008	8	26.52	0.82	0.2391	0.821	0.672	0.330	2.640	79.442	79.054	1.528	3.496

APÉNDICE D

- Planos del proyecto

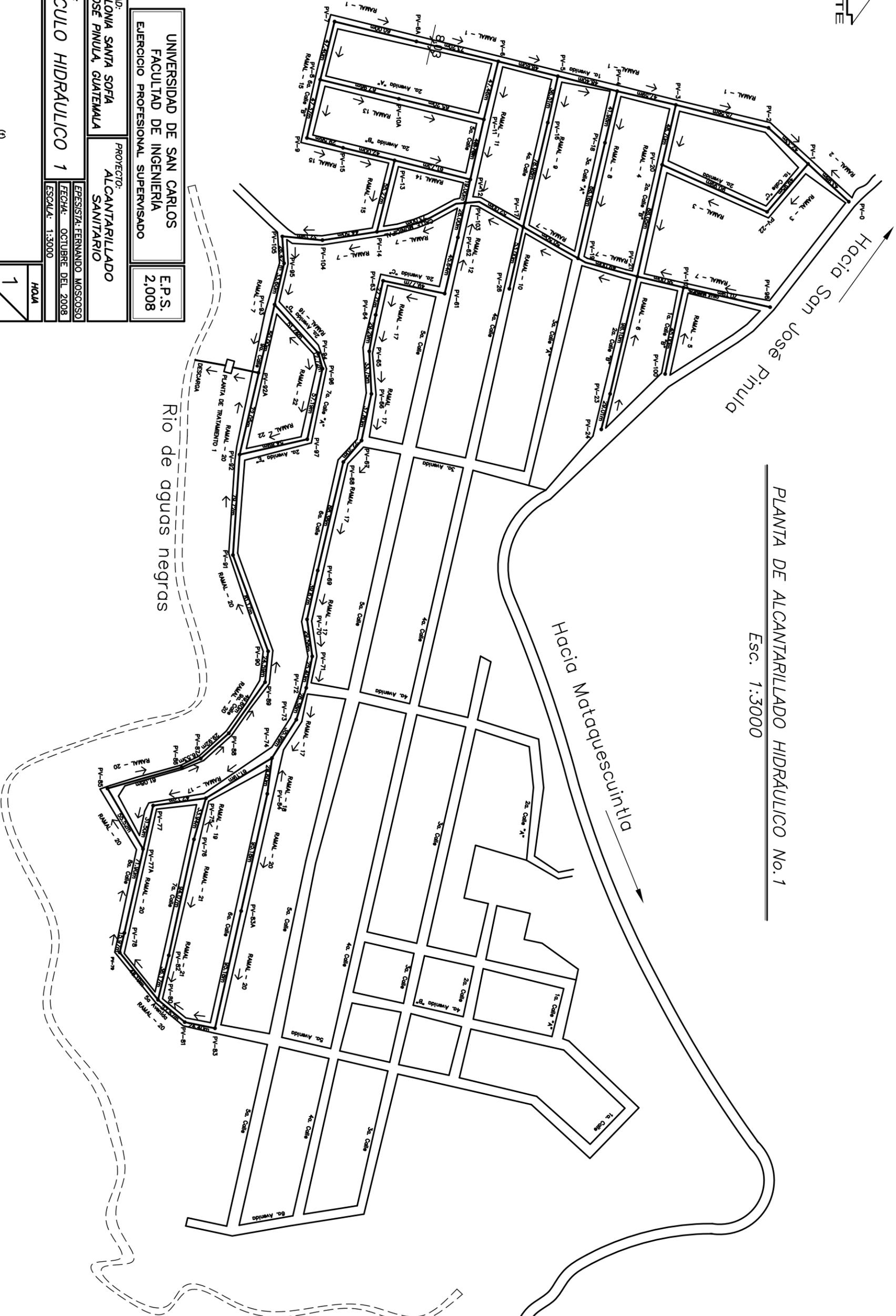


Hacia San José Pinula

Hacia Mataquescuintla

PLANTA DE ALCANTARILLADO HIDRÁULICO No.1

Esc. 1:3000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

E.P.S.
2,008

COMUNIDAD:
COLONIA SANTA SOFIA
SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

PROYECTO:
ALCANTARILLADO
SANTARARIO

CONTIENE:
CALCULO HIDRÁULICO 1

EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO
FECHA: OCTUBRE DEL 2008
ESCALA: 1:3000

HOLA

(1) ING. OSCAR ARGÜETA H.
ASESOR SUPERVISOR

(1) FERNANDO E. MOSCOSO S.
EPESISTA

1/15

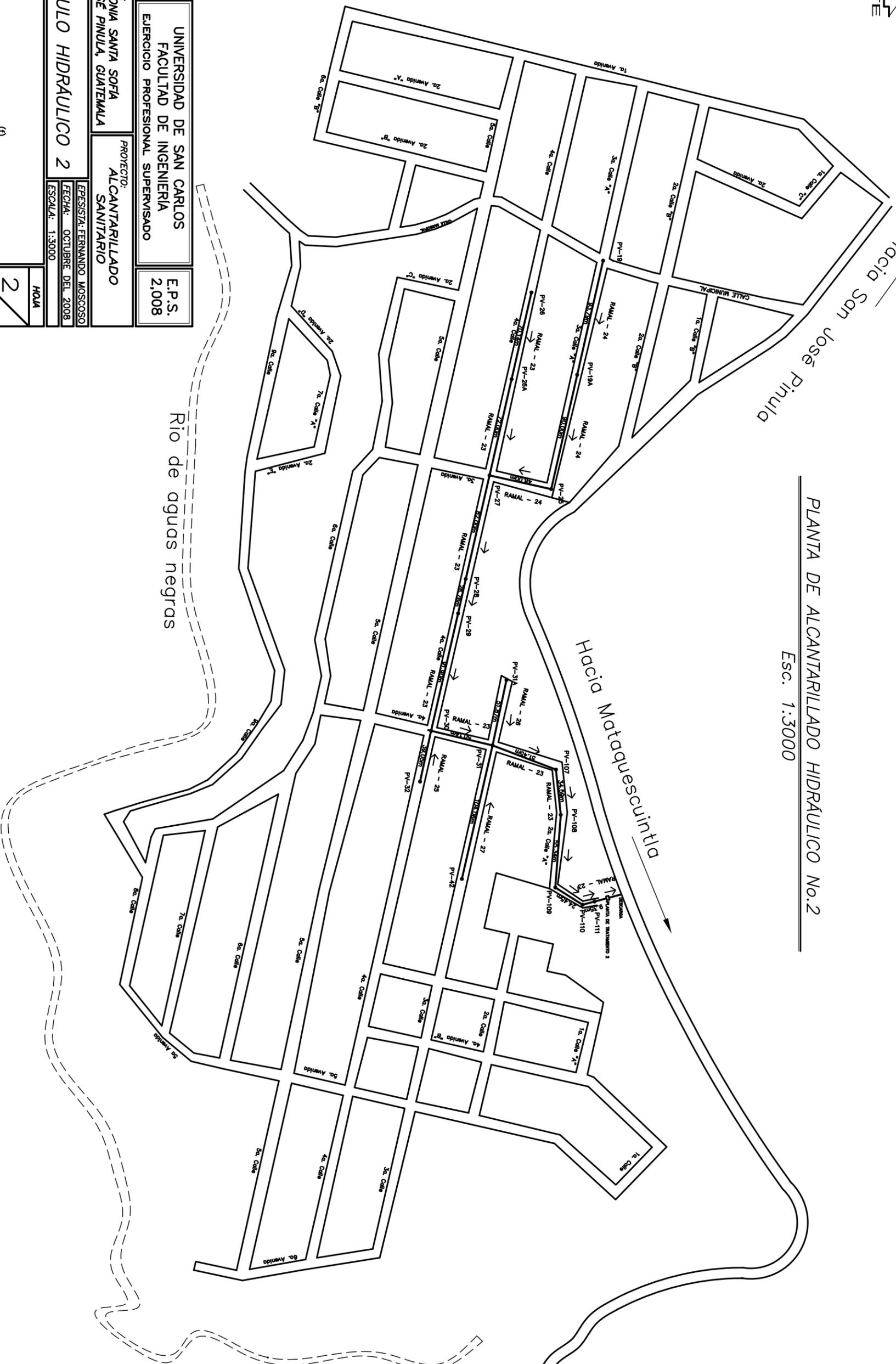


Hacia San José Pinula

PLANTA DE ALCANTARILLADO HIDRÁULICO No.2

Esc. 1:3000

Hacia Matquescuintla



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

E.P.S.
2,008

COMUNIDAD:
COLONIA SANTA SOFIA
SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

PROYECTO:
ALCANTARILLADO
SANTITARIO

CONTIENE:
CALCULO HIDRÁULICO 2

EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO
FECHA: OCTUBRE DEL 2008
ESCALA: 1:3000

HOLA

(1) ING. OSCAR ARQUELETA H.
ASESOR SUPERVISOR

(1) FERNANDO E. MOSCOSO S.
EPESISTA

2
15

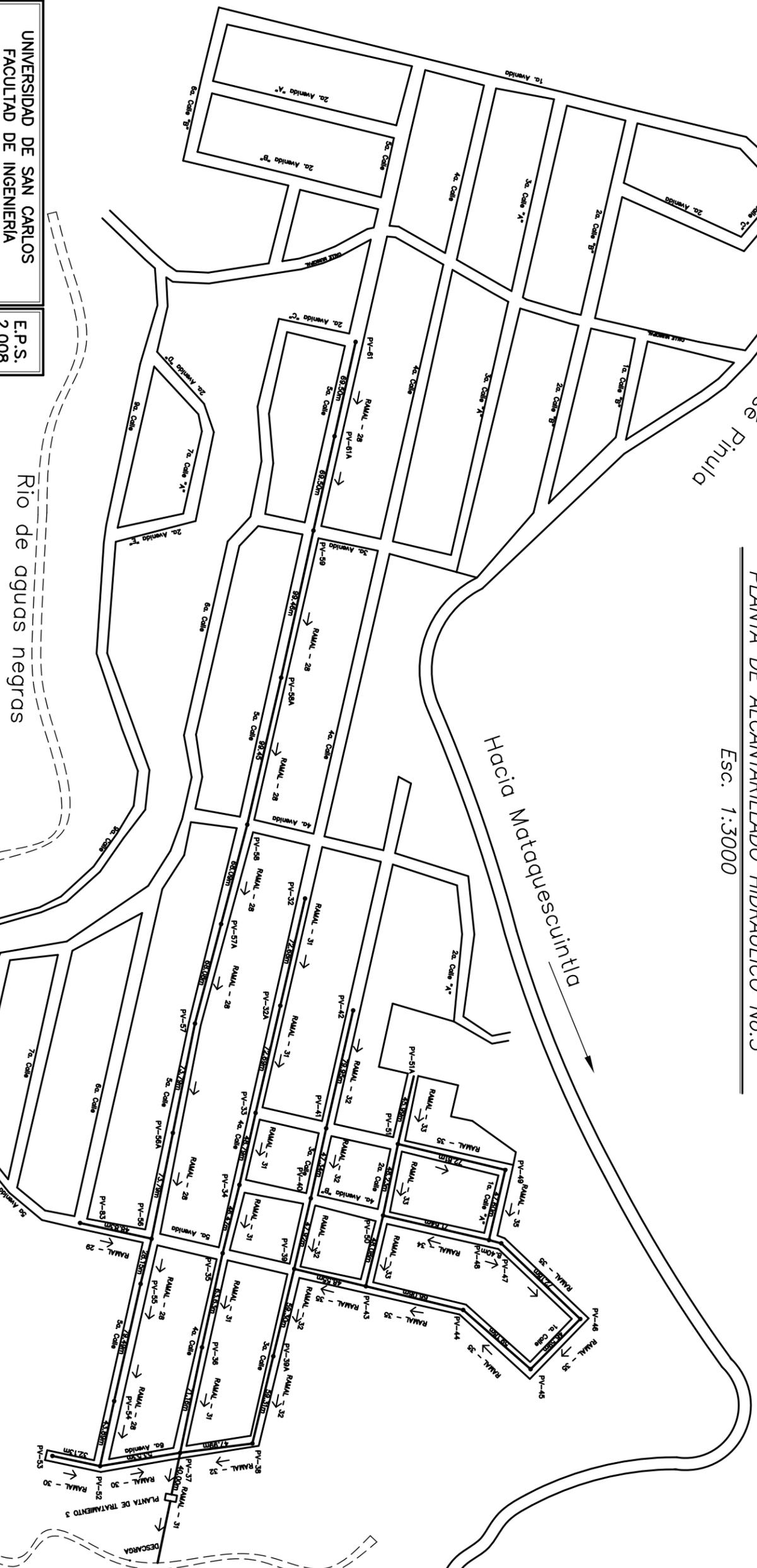


Hacia San José Pinula

Hacia Mataquescuintla

PLANTA DE ALCANTARILLADO HIDRAULICO No.3

Esc. 1:3000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

E.P.S.
2,008

COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA
SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

PROYECTO: ALCANTARILLADO
SANTARARIO

CONTIENE: CALCULO HIDRAULICO 3

EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO
FECHA: OCTUBRE DEL 2008
ESCALA: 1:3000

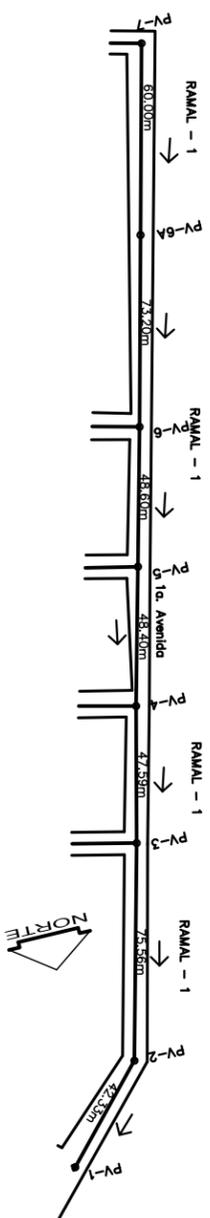
HOLA

(1) ING. OSCAR ARQUELETA H.
ASESOR SUPERVISOR

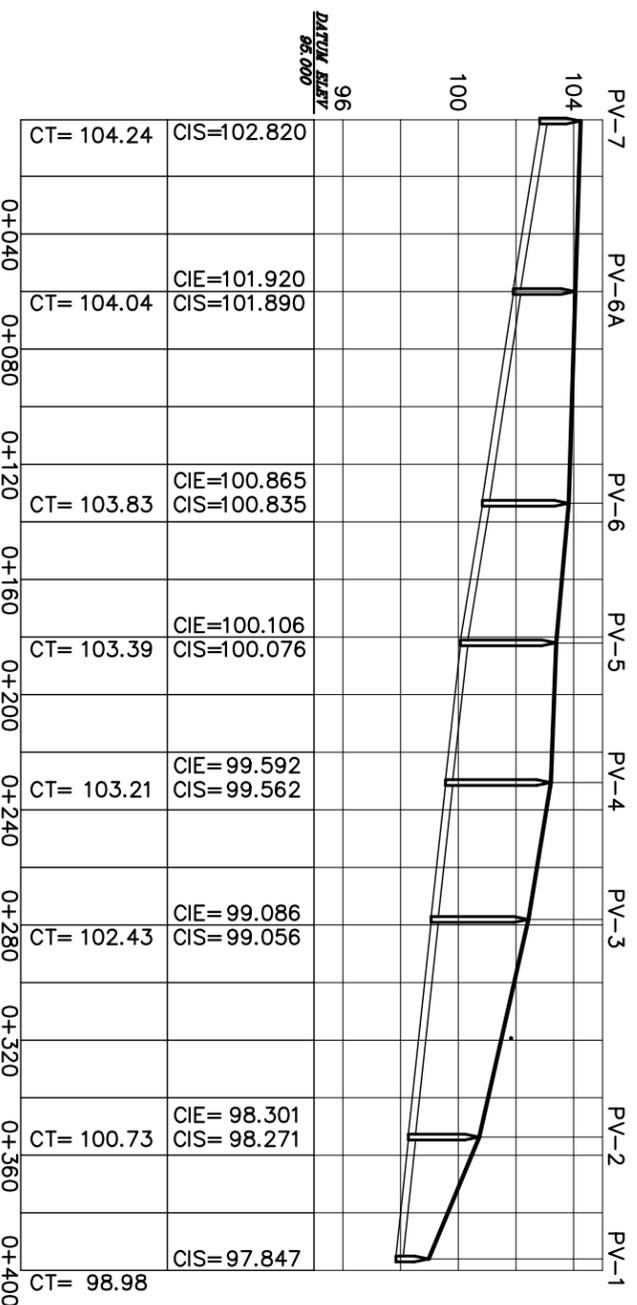
(1) FERNANDO E. MOSCOSO S.
EPESISTA

3
15

Rio de aguas negras



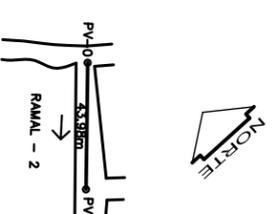
PLANTA
ESCALA 1:2500



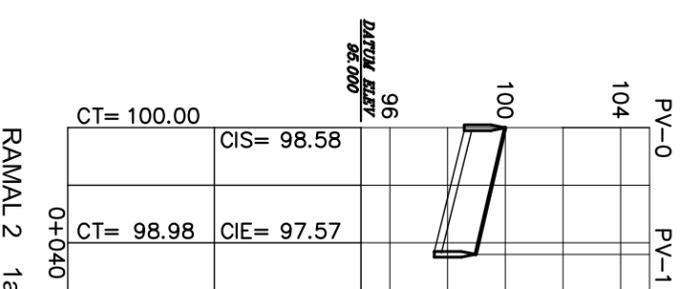
RAMAL 1 1a. Av.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERTI DE ENTRADA
CIS	COTA INVERTI DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

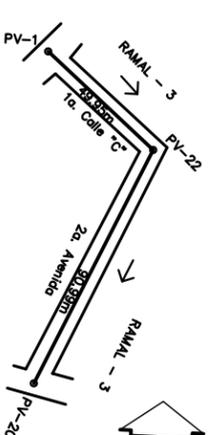
- NOTAS:
1. LAS CALAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO, Fc=217 Kg/cm², PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON Fy = 2 810 Kg/cm² PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED



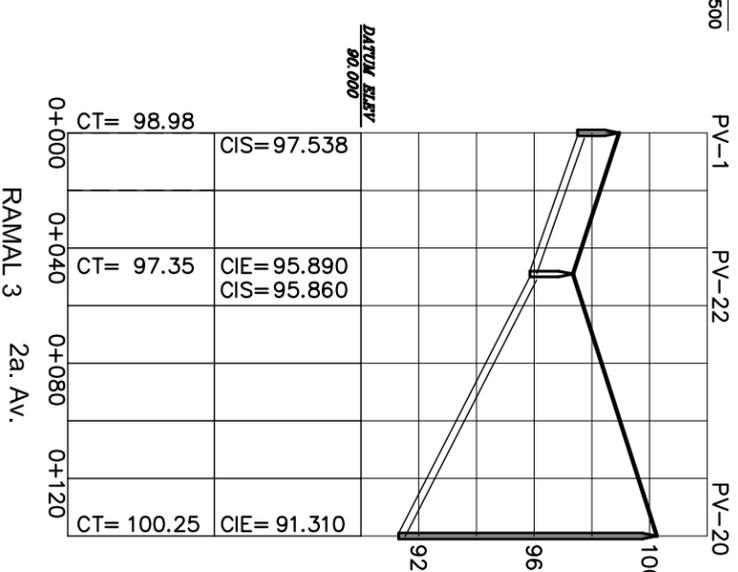
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 2 1a. Av.



PLANTA
ESCALA 1:2500

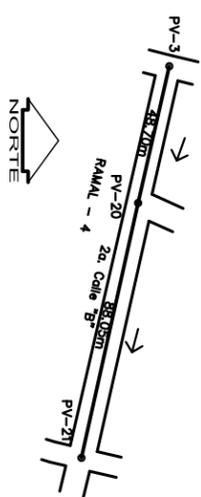


RAMAL 3 2a. Av.

PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No.1

Esc. 1:2500

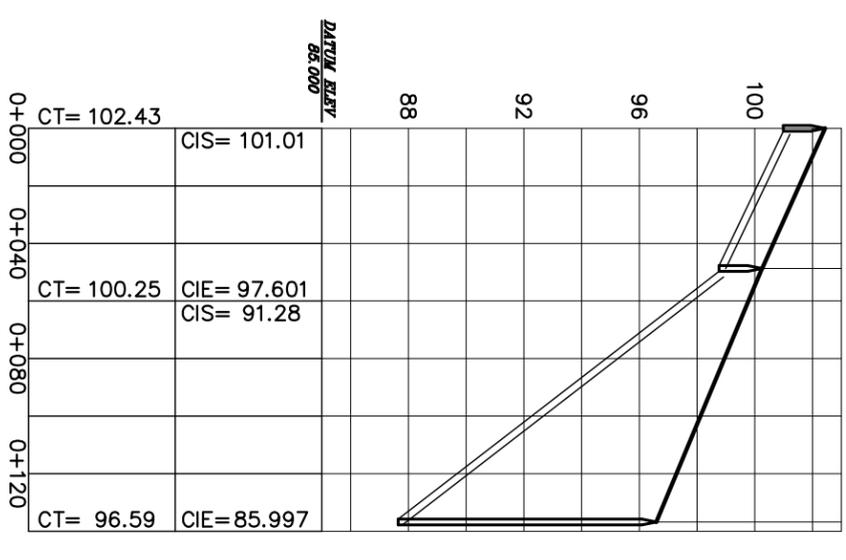
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL		EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500	
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	
HORA 4		HOJA 15	



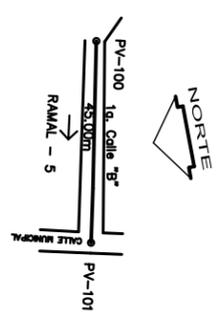
PLANTA

ESCALA 1:2500

PV-3 PV-20 PV-21



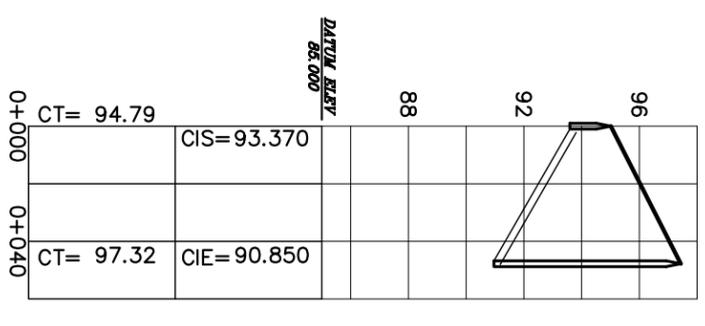
RAMAL 4 2a. Ca. "B"



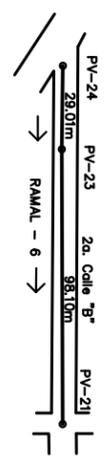
PLANTA

ESCALA 1:2500

PV-100 PV-101



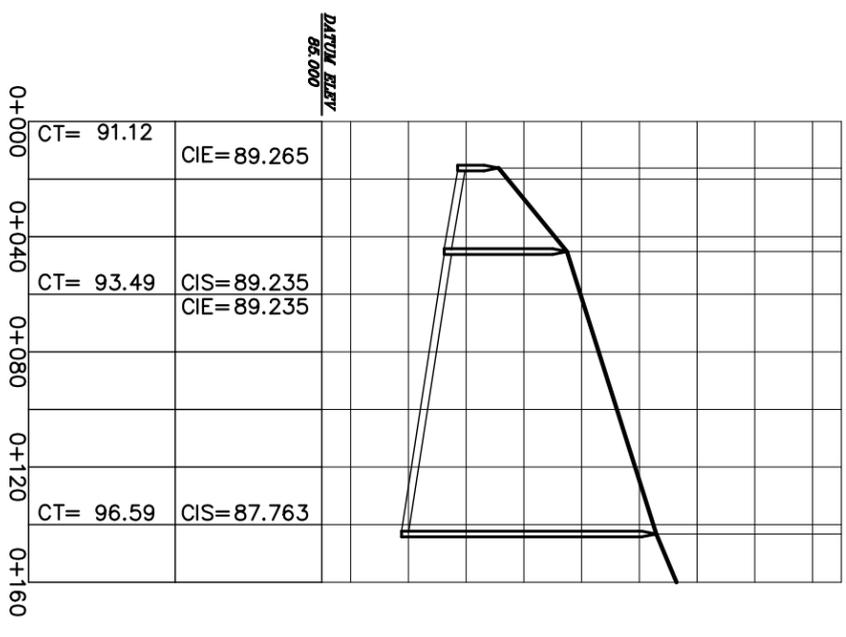
RAMAL 5 1a. Ca. "B"



PLANTA

ESCALA 1:2500

PV-24 PV-23 PV-21



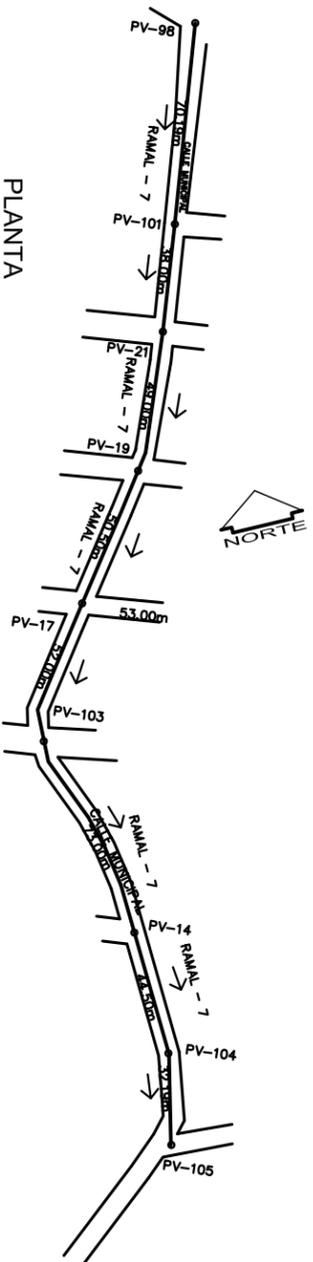
RAMAL 6 2a. Ca. "B"

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CI E	COTA INVERTI DE ENTRADA
CIS	COTA INVERTI DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

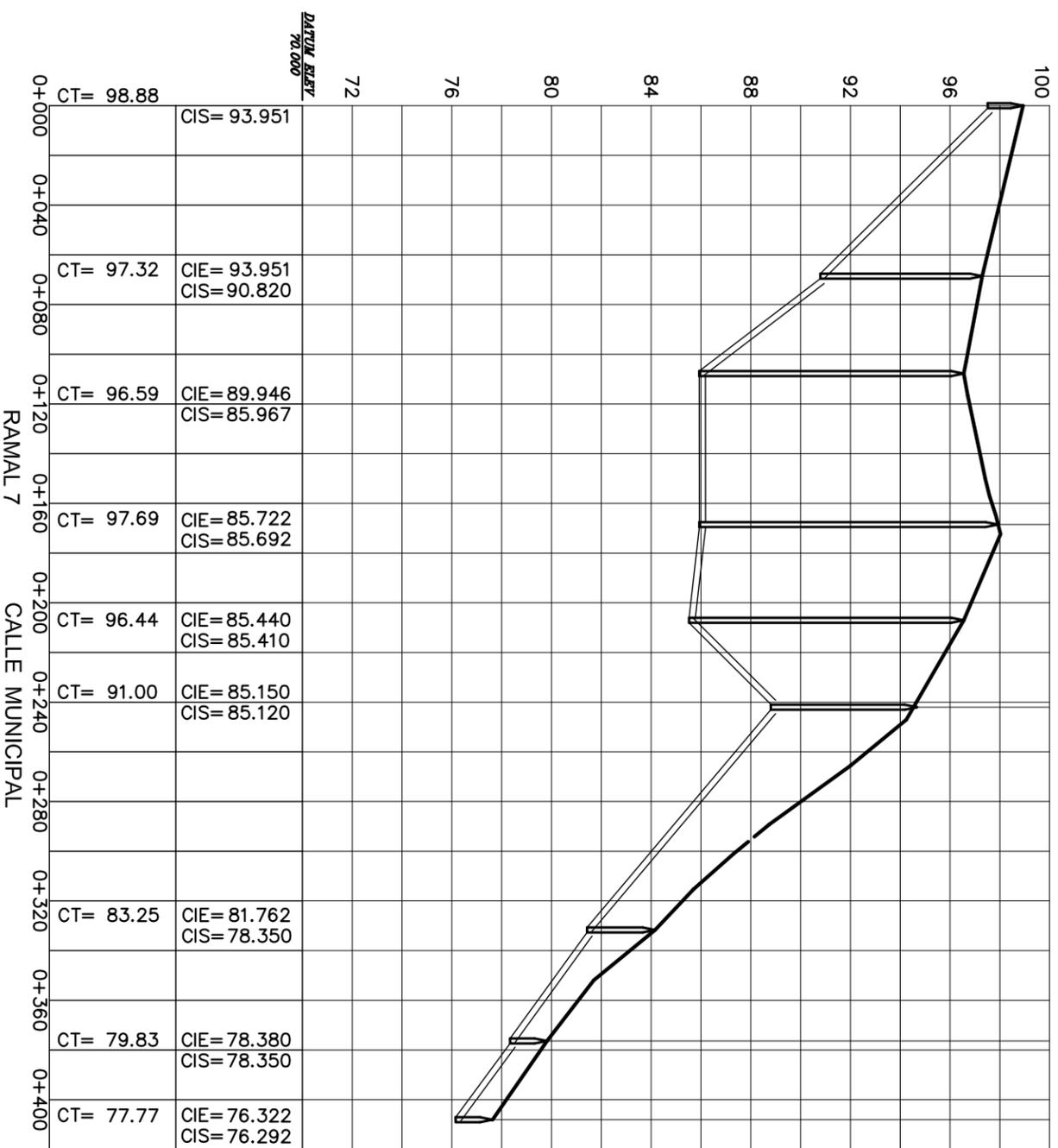
- NOTAS:
1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO, $F_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$, PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON $F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$ PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACION INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

PLANTA + PERFIL RED HIDRAULICA No. 1
Esc. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		EJECUTIVO: FERNANDO MOSCOSO FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500	
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EJECUTIVO	
		HOJA 5 15	

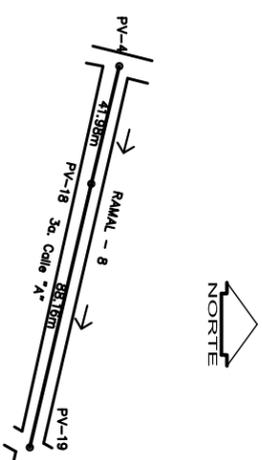


PLANTA ESCALA 1:2500

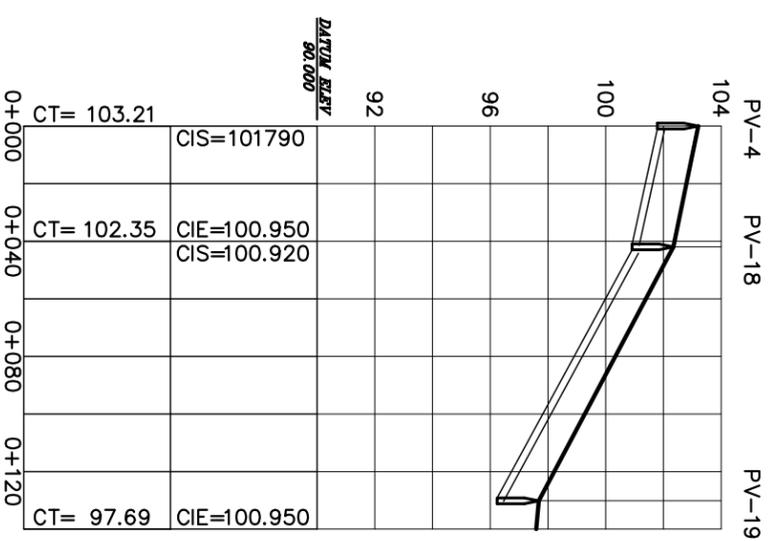


RAMAL 7 CALLE MUNICIPAL

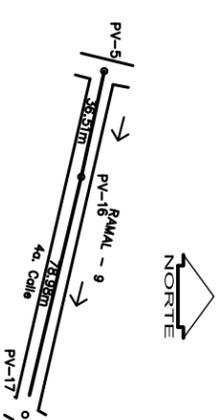
PLANTA + PERFIL RED HIDRAULICA No. 1
Esc. 1:2500



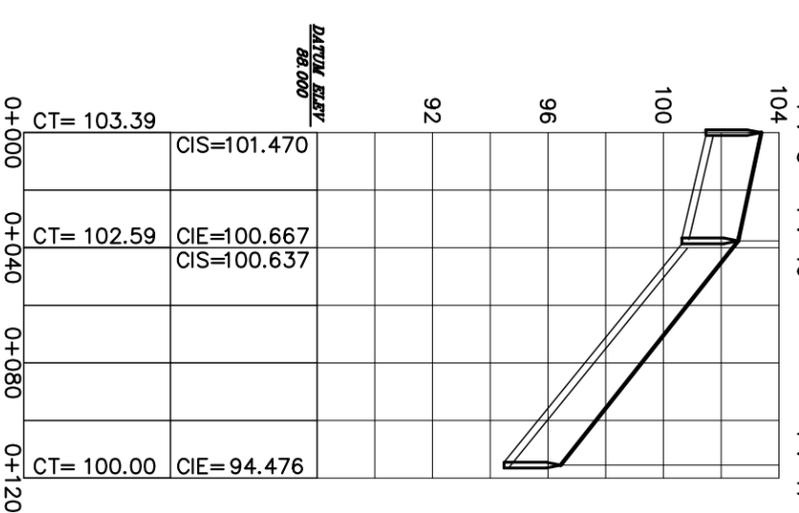
PLANTA ESCALA 1:2500



RAMAL 8 3a. Ca. "A"



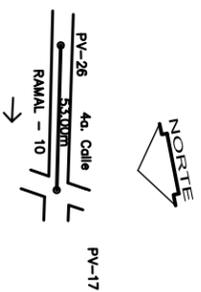
PLANTA ESCALA 1:2500



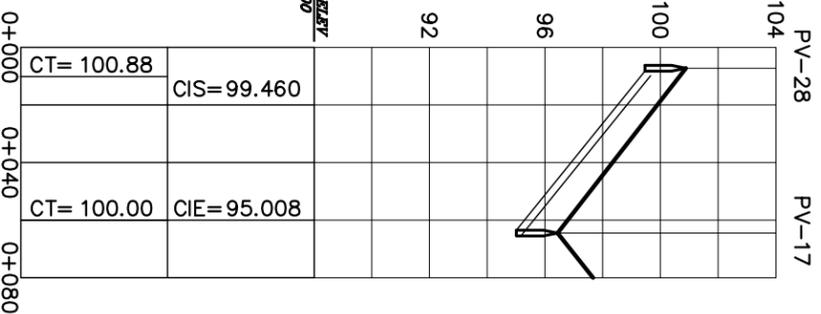
RAMAL 9 4a. CALLE

SIMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACION
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

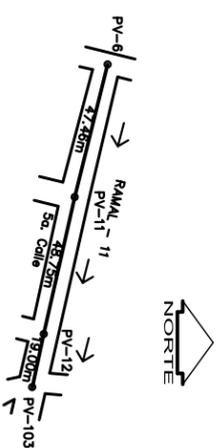
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSE PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENE: PLANTA + PERFIL		EJECUTA: FERNANDO MOSCOSO	
ING. OSCAR ARGUETA H. ASESOR SUPERVISOR		FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500	
HORA		6 15	



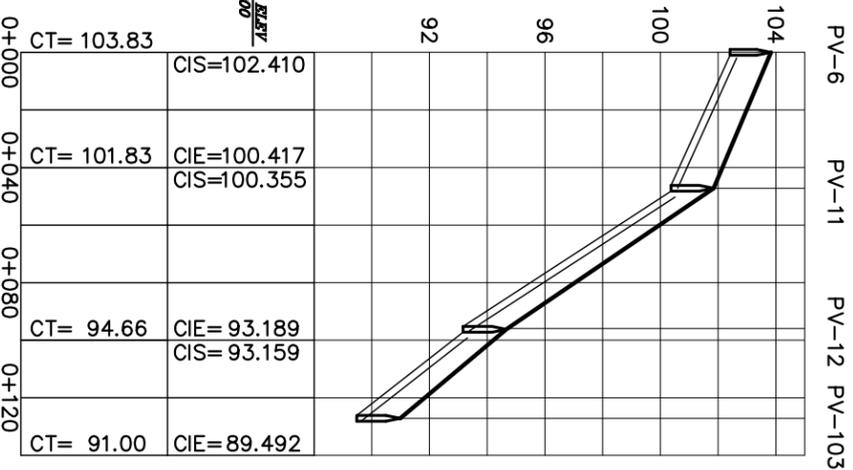
PLANTA
ESCALA 1:2500



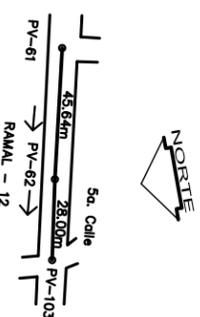
RAMAL 10 4a. CALLE



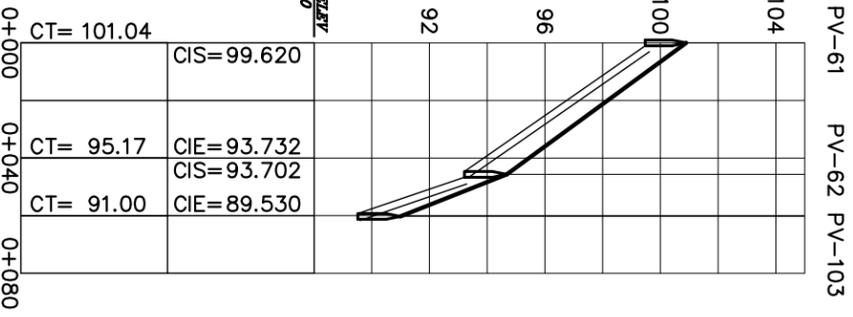
PLANTA
ESCALA 1:2500



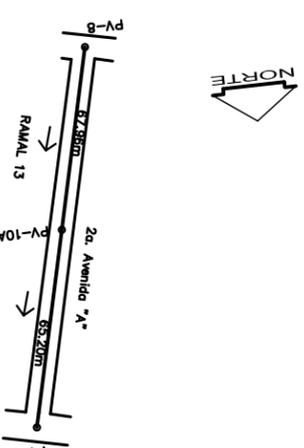
RAMAL 11 5a. CALLE



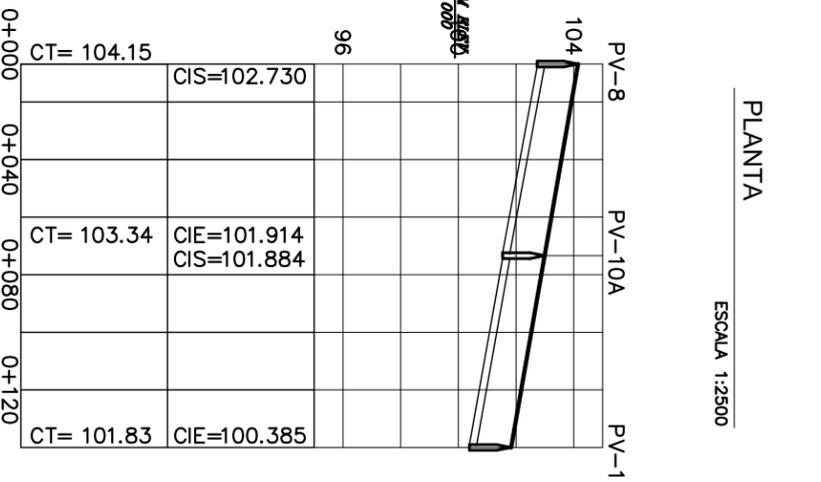
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 12 5a. CALLE



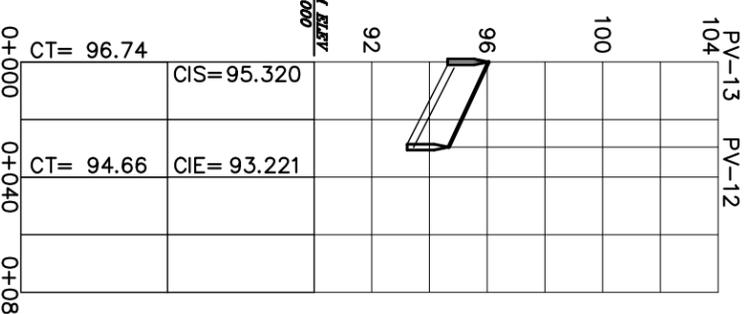
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 13 2a. Av. "A"



PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 14 2a. Av "B"

SIMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACION
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No. 1

Esc. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

E.P.S.
2,008

COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA
SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA

PROYECTO: ALCANTARILLADO
SANITARIO

CONTIENE: PLANTA + PERFIL

EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO

FECHA: OCTUBRE DEL 2008

ESCALA: 1:2500

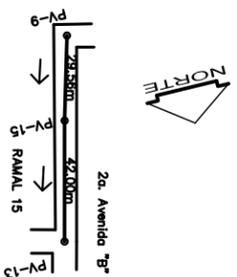
HORA

(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR

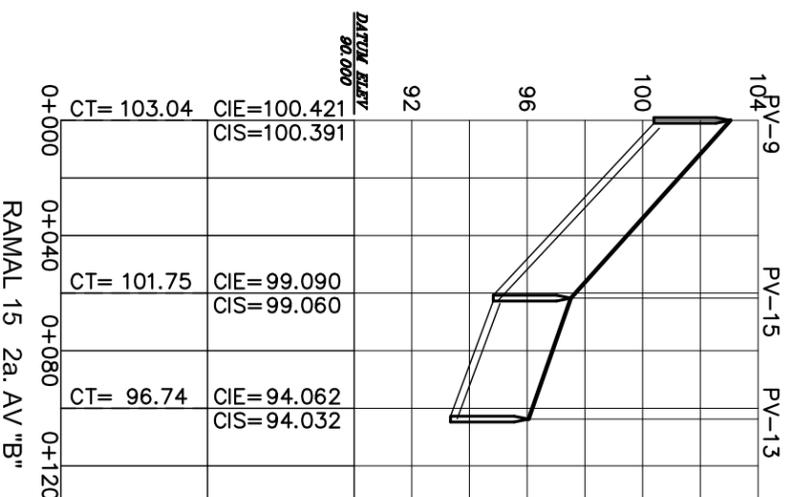
(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA

7
15

- NOTAS:
1. LAS CALAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO, $F_c=217 \text{ Kg/cm}^2$, PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON $F_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$ PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

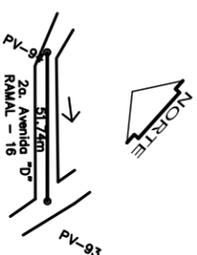


PLANTA
ESCALA 1:2500

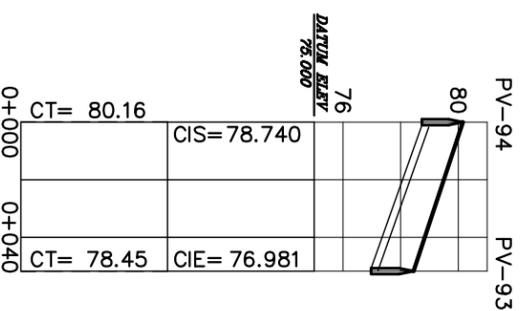


RAMAL 15 2a. AV "B"

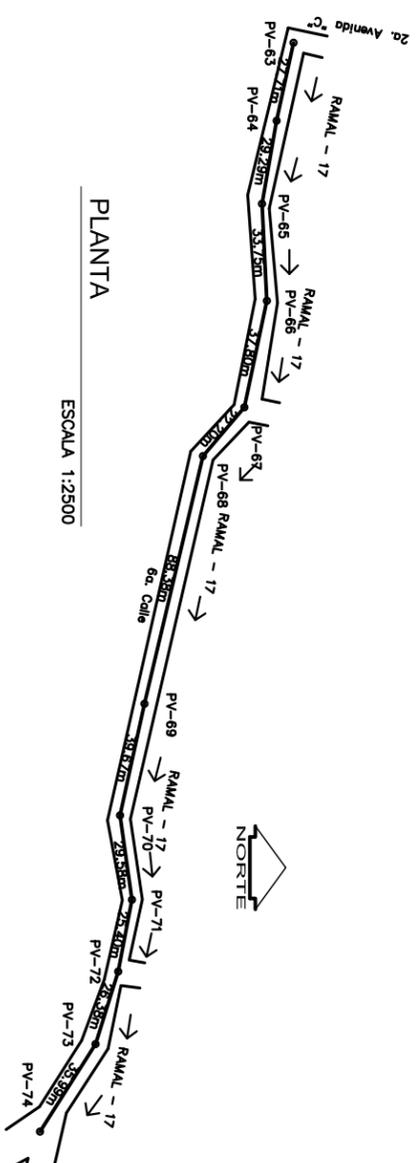
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO



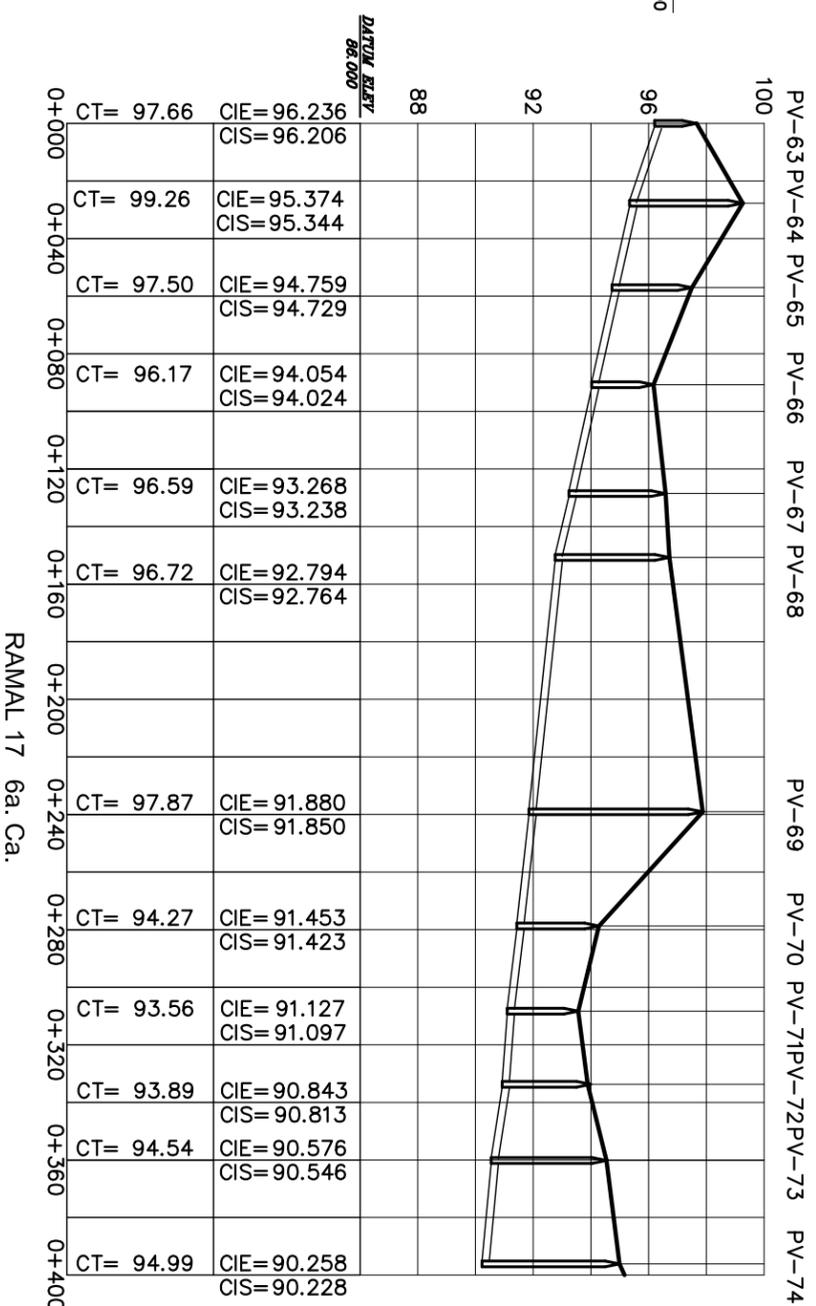
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 16 2a. Av. "D"



PLANTA
ESCALA 1:2500

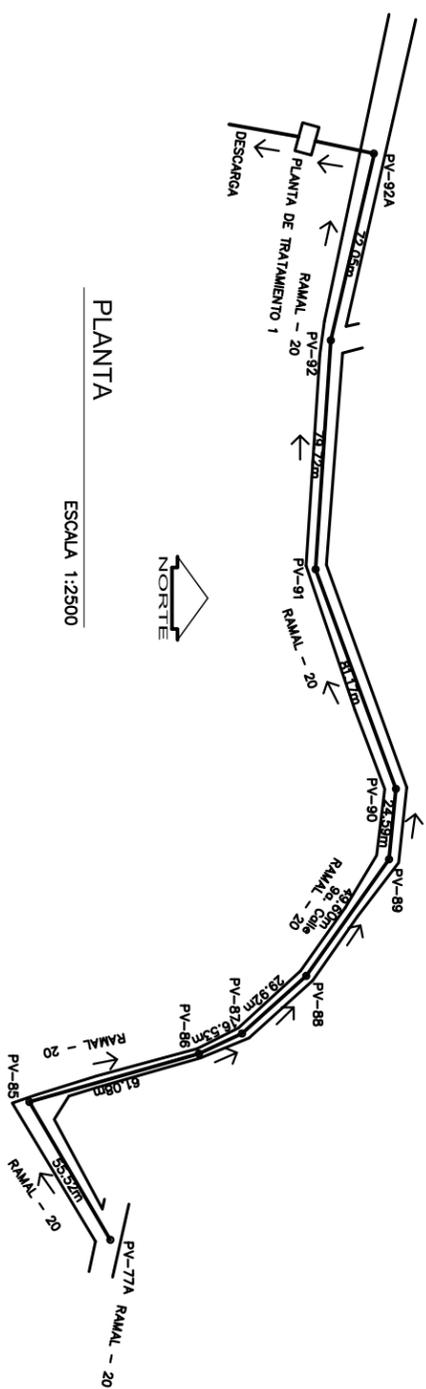


RAMAL 17 6a. Ca.

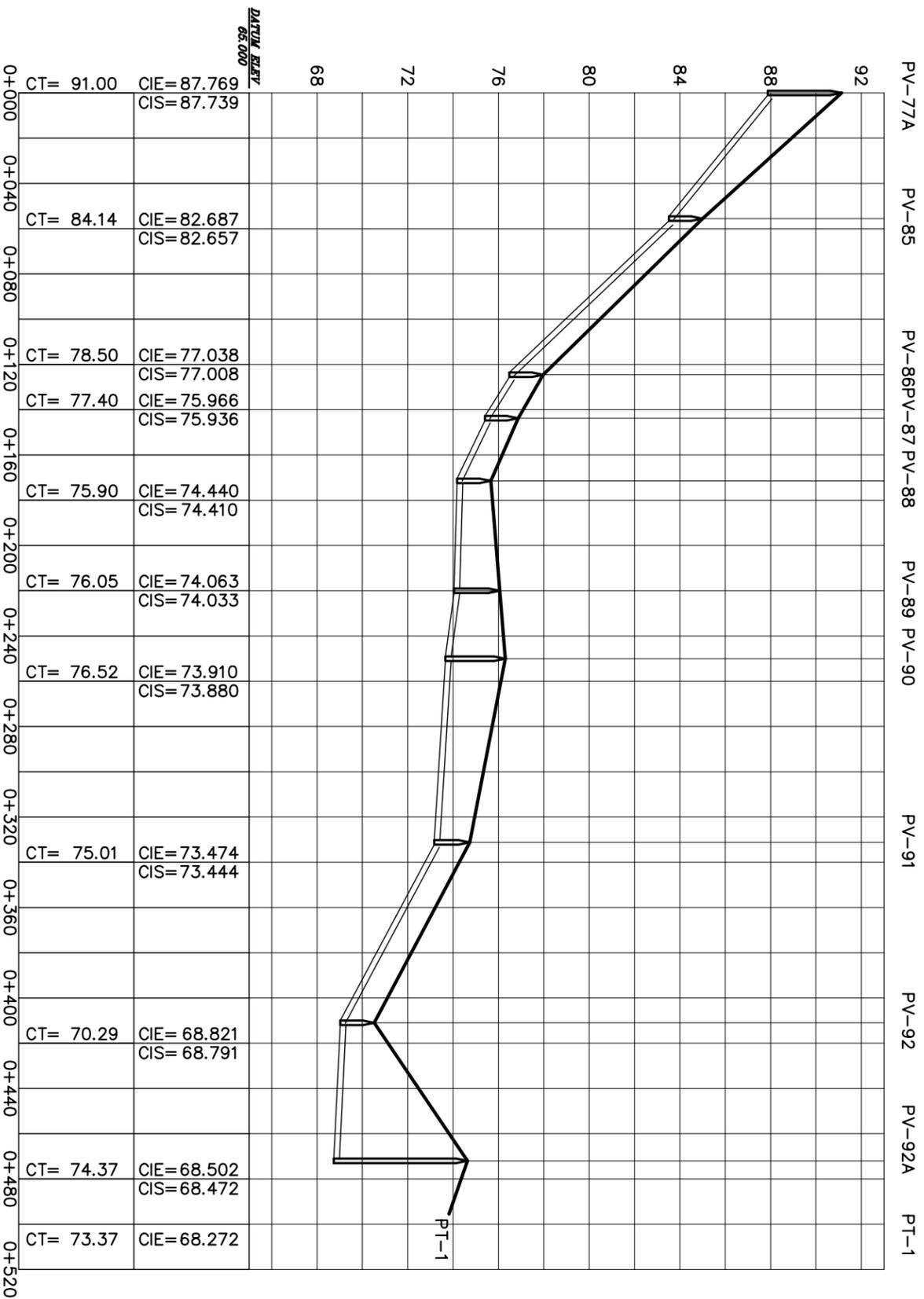
- NOTAS:
1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO, $F_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$, PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON $F_y = 2.810 \text{ Kg/cm}^2$ PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No.1
Esc. 1:2500

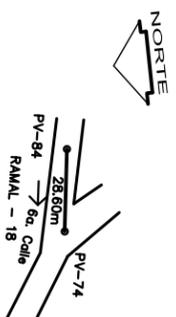
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2.008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	CONTENIDO: PLANTA + PERFIL	
FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500		HORA 8 / 15	
ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	



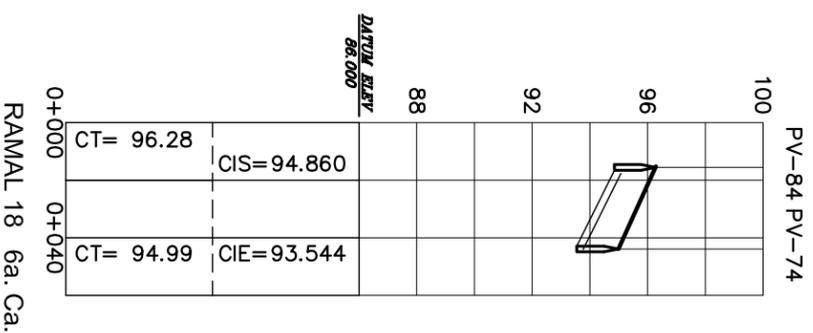
PLANTA
ESCALA 1:2500



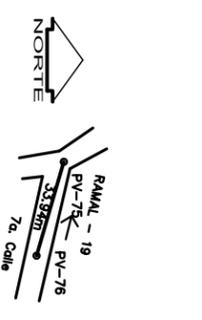
RAMAL 20 9a. CALLE



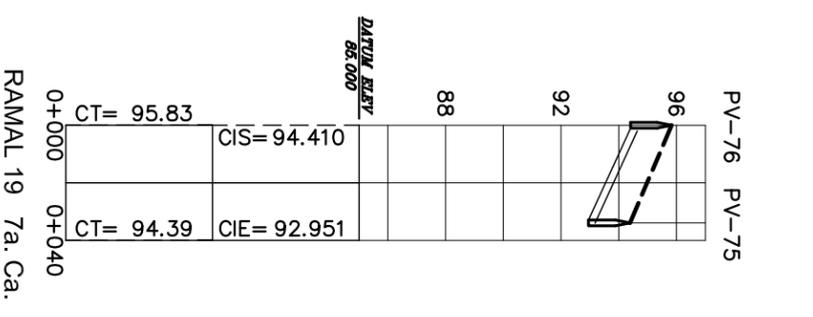
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 18 6a. Ca.



PLANTA
ESCALA 1:2500

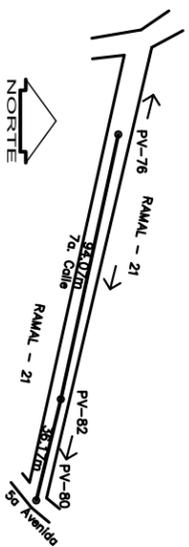


RAMAL 19 7a. Ca.

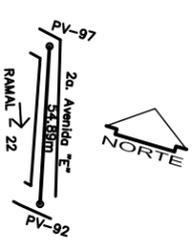
PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No. 1

Esc. 1:2500

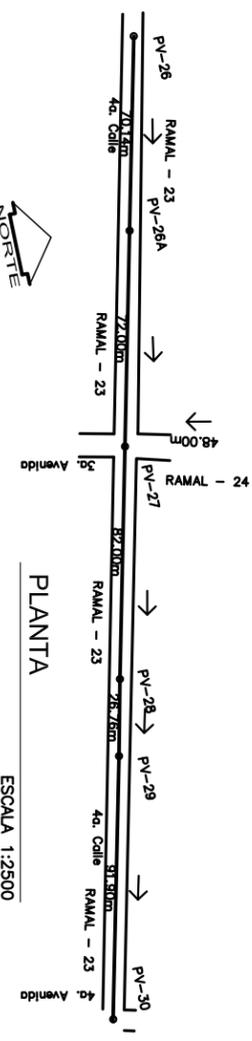
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL		
EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500		HORA 9 / 15
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR	(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	



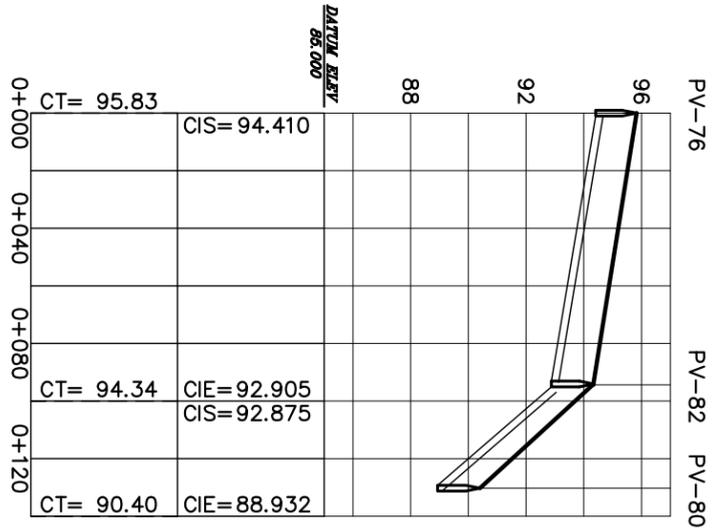
PLANTA
ESCALA 1:2500



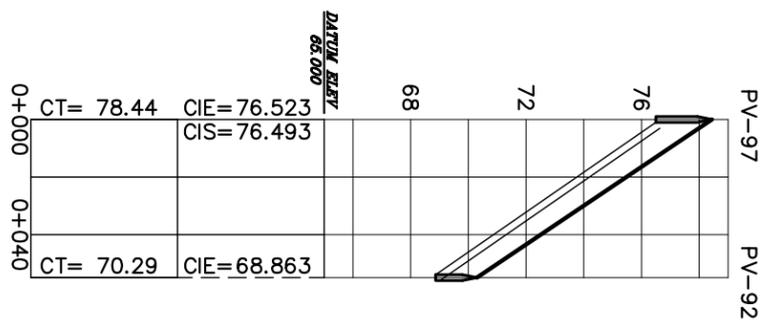
PLANTA
ESCALA 1:2500



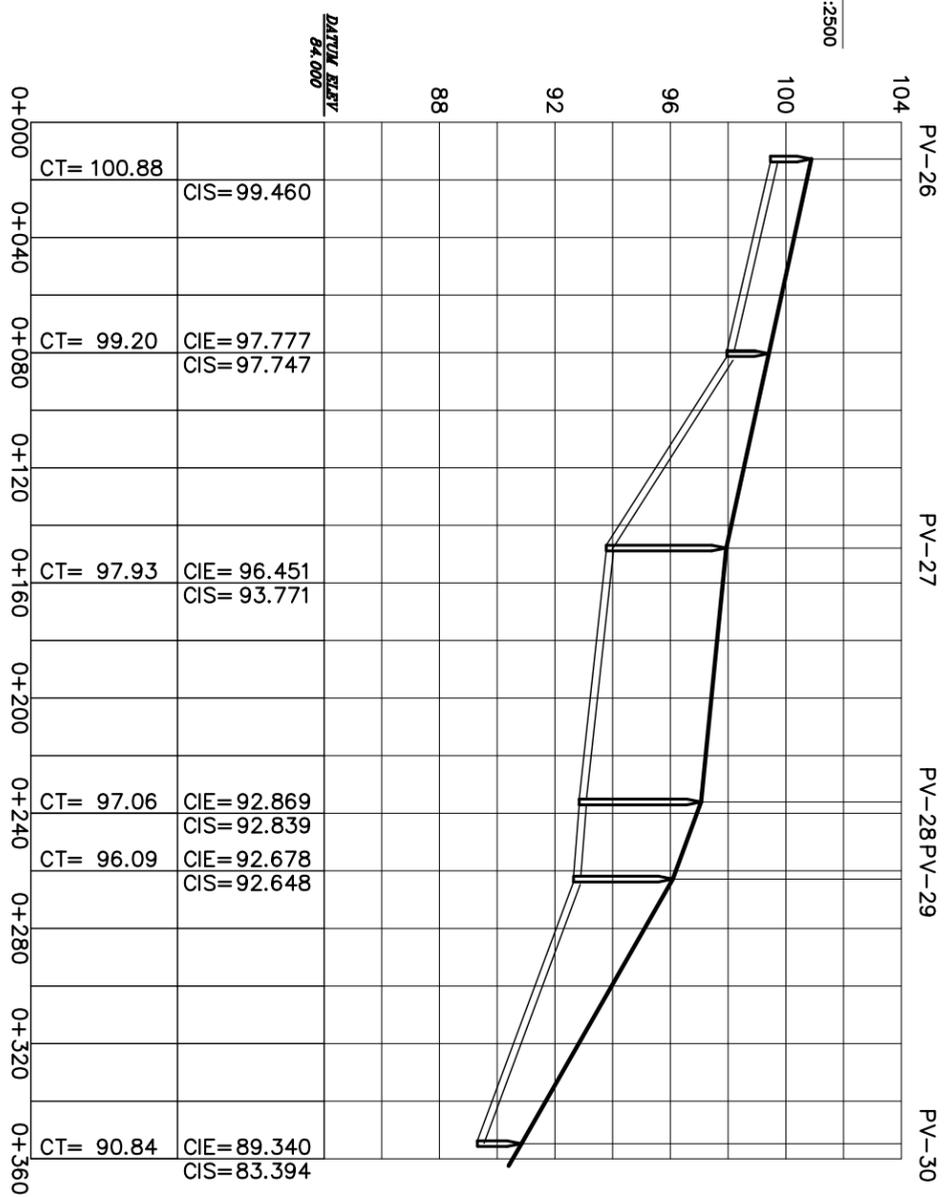
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 21 7a. Ca.



RAMAL 22 2a. Av. "E"



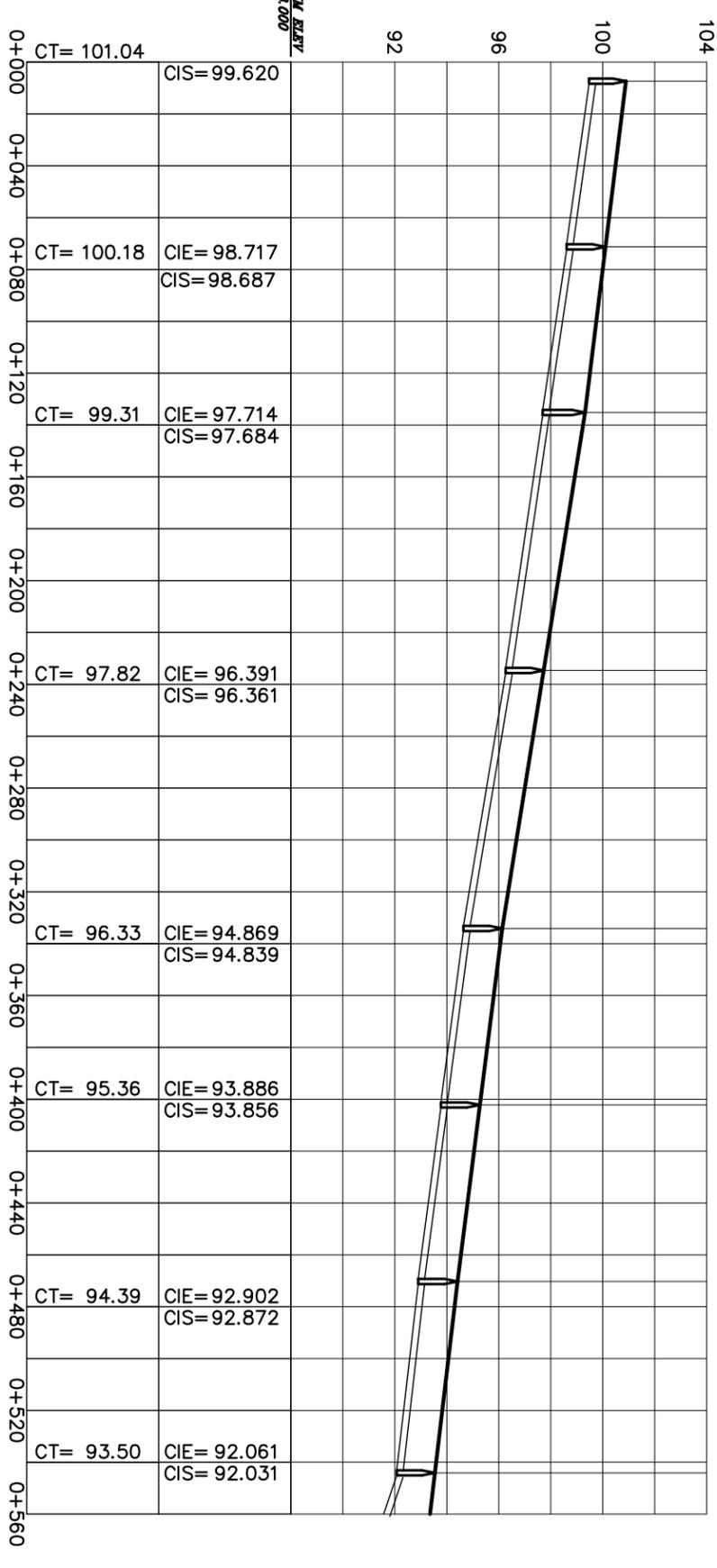
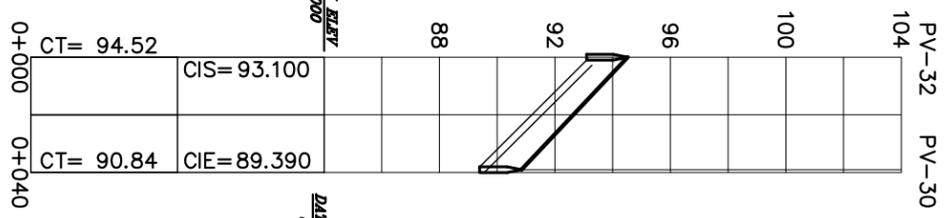
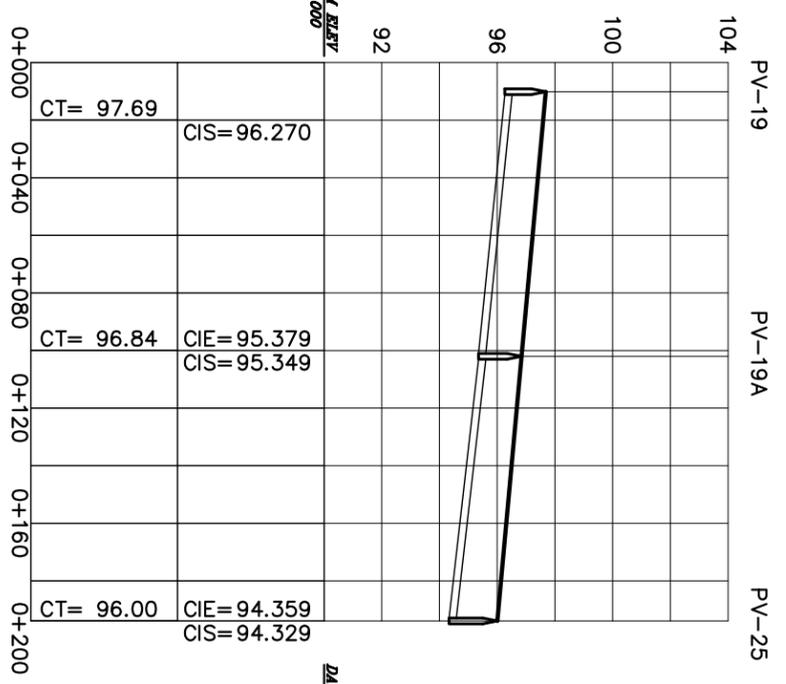
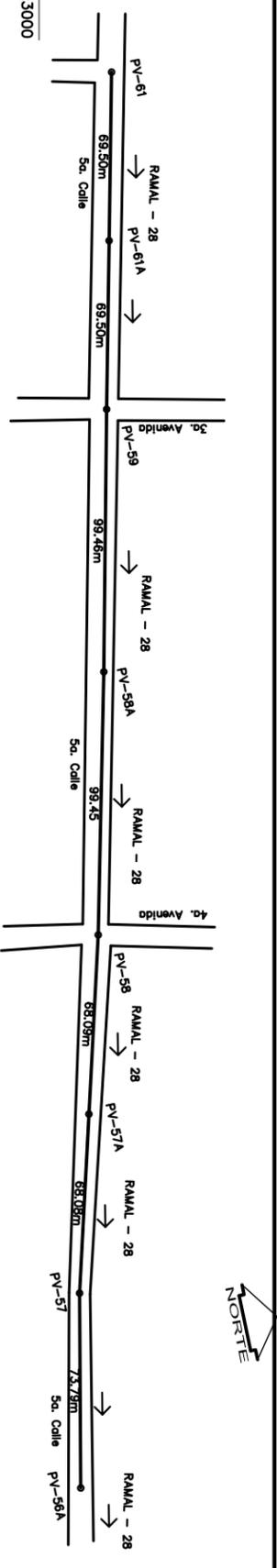
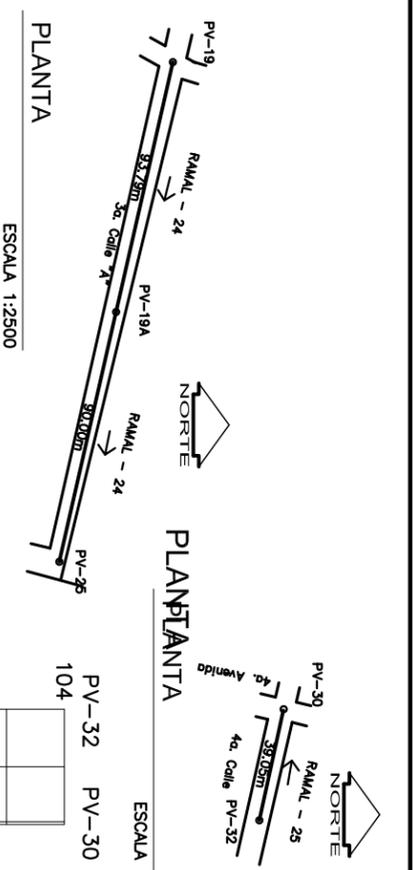
RAMAL 23 4a. CALLE

SIMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

- NOTAS:
1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO.
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON $F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$ PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No.1 Y 2
Esc. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		HORA 10 / 15
FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500		
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR	(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	



RAMAL 24 3a. CALLE. "A"

RAMAL 25 4a. CALLE

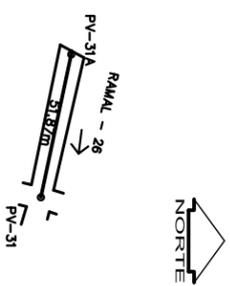
RAMAL 28 5a. CALLE (PRIMERA PARTE)

PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No.2 Y 3
Esc. 1:2500

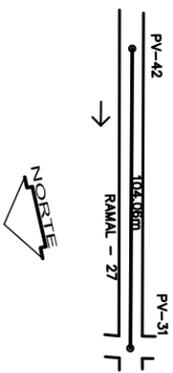
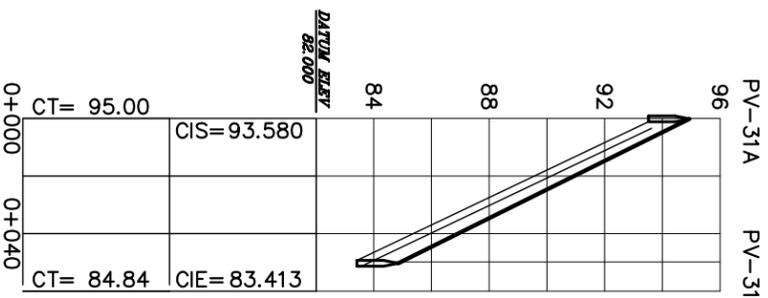
SIMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

- NOTAS:
1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO, Fc=217 Kg/cm², PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON Fy = 2,810 Kg/cm² PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALSADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

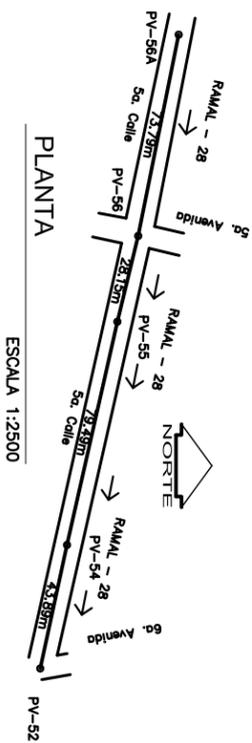
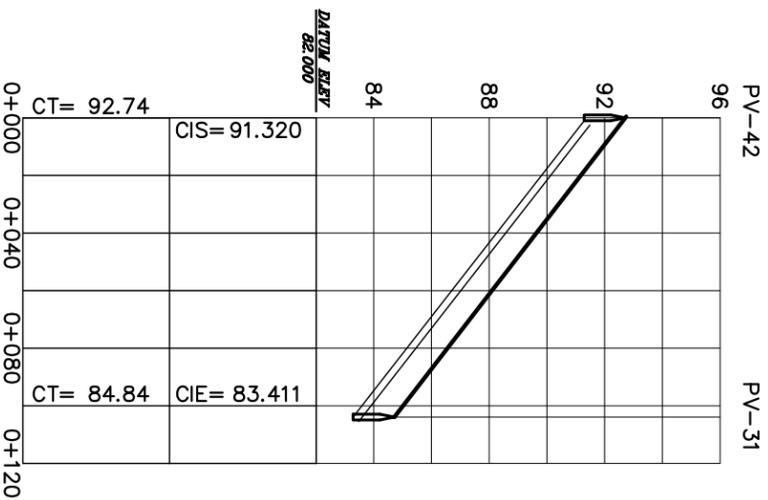
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL		EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA
HORA 11		15



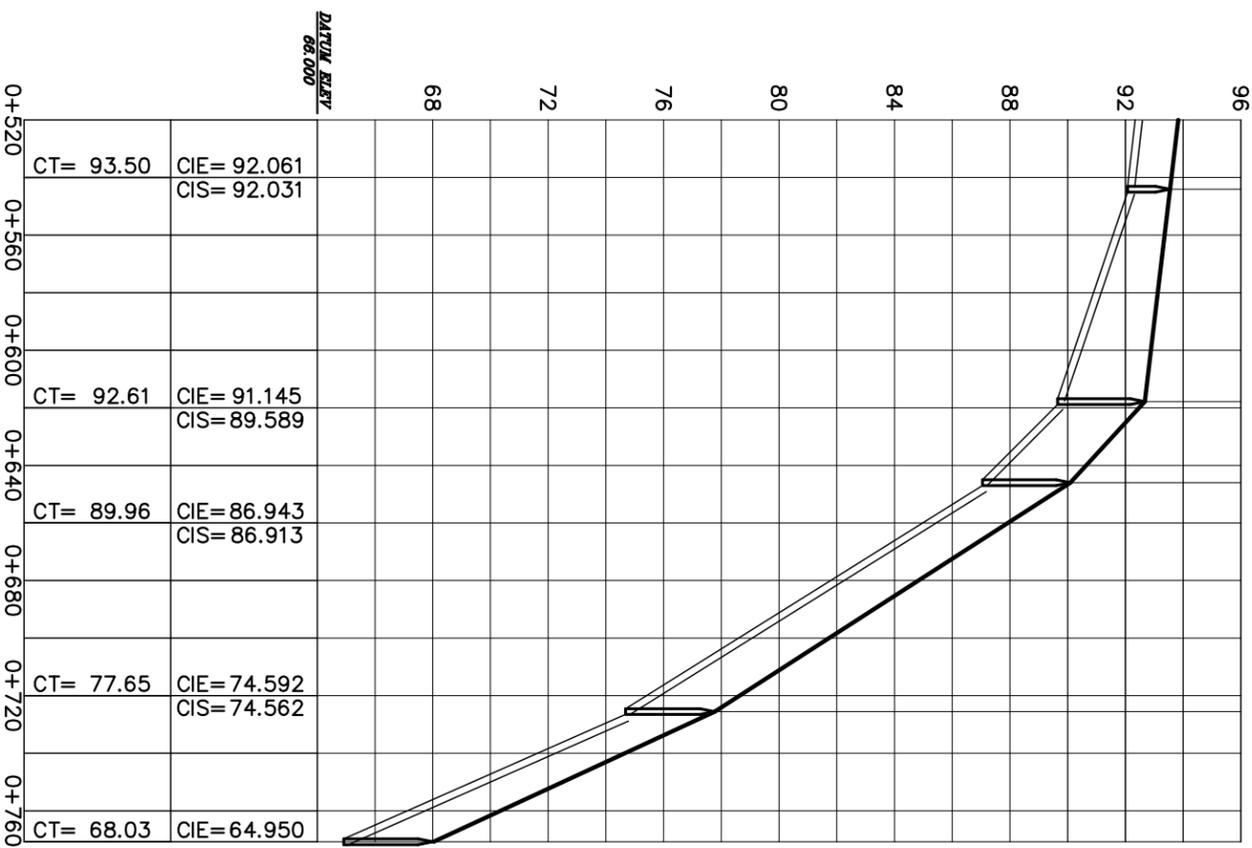
PLANTA
ESCALA 1:2500



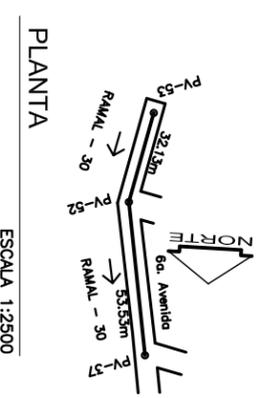
PLANTA
ESCALA 1:2500



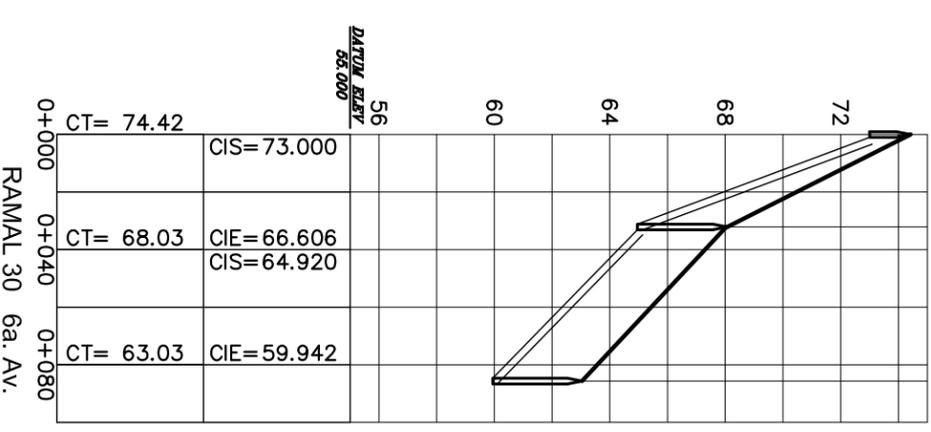
PLANTA
ESCALA 1:2500



RAMAL 28 5a. CALLE (CONTINUACIÓN)



PLANTA
ESCALA 1:2500

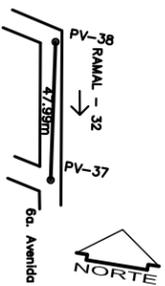


RAMAL 30 6a. AV.

SIMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACION
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

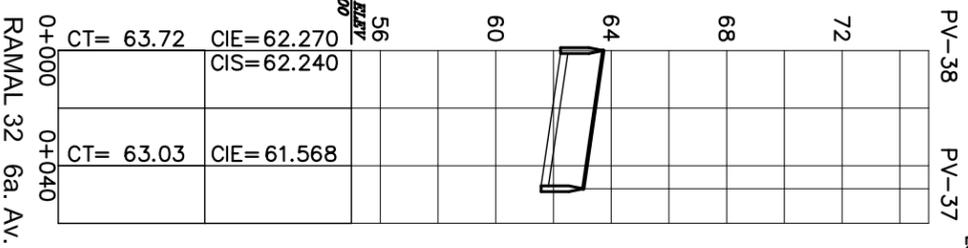
PLANTA + PERFIL RED HIDRAULICA No.2 Y 3
Esc. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSE PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENE: PLANTA + PERFIL		EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO	
FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500		HORA 12 / 15	
(1) ING. OSCAR ARGUETA H. ASESOR SUPERVISOR		(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	

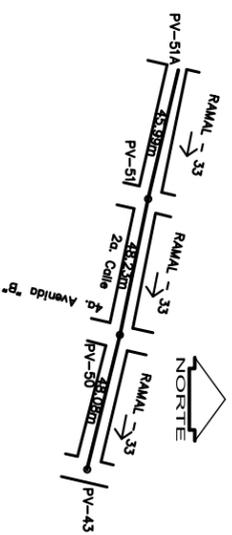


PLANTA

ESCALA 1:2500

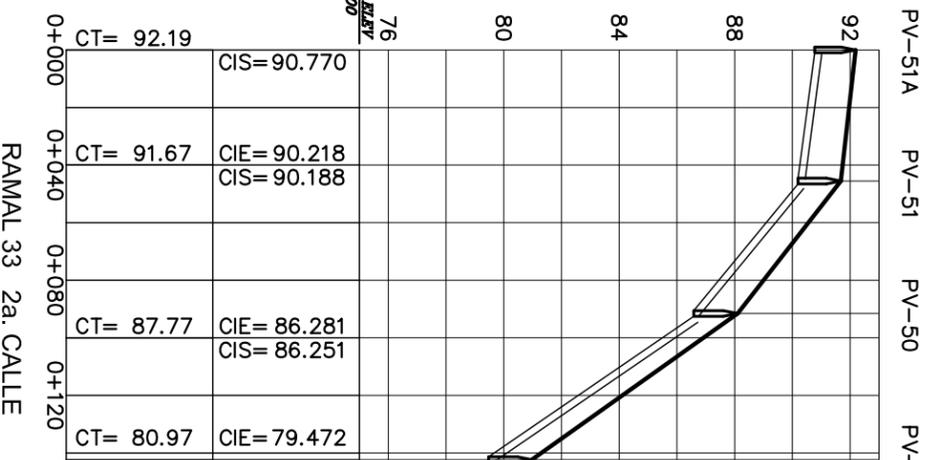


RAMAL 32 6a. Av.

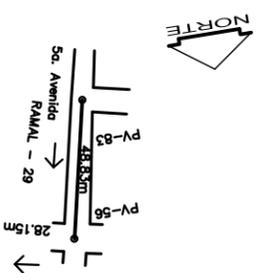


PLANTA

ESCALA 1:2500

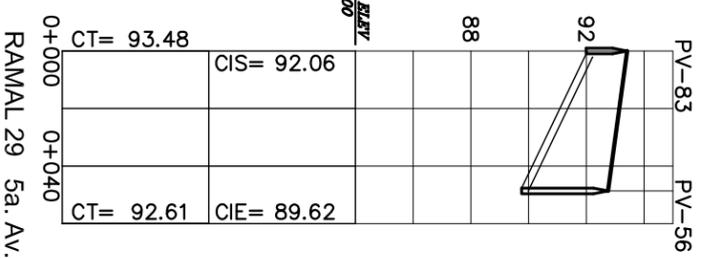


RAMAL 33 2a. CALLE



PLANTA

ESCALA 1:2500



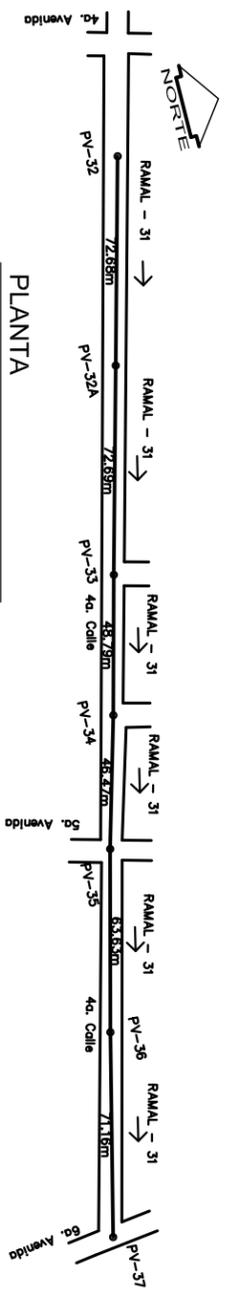
RAMAL 29 5a. Av.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACIÓN
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

- NOTAS:
1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO, Fc'=217 Kg/cm², PROPORCIÓN 1:2:2
 2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS
 3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON Fy = 2.810 Kg/cm² PARA TODO EL PROYECTO
 4. TODAS LAS PAREDES SERÁN AUSAADAS CON SABIETA, PROPORCIÓN 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
 6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED

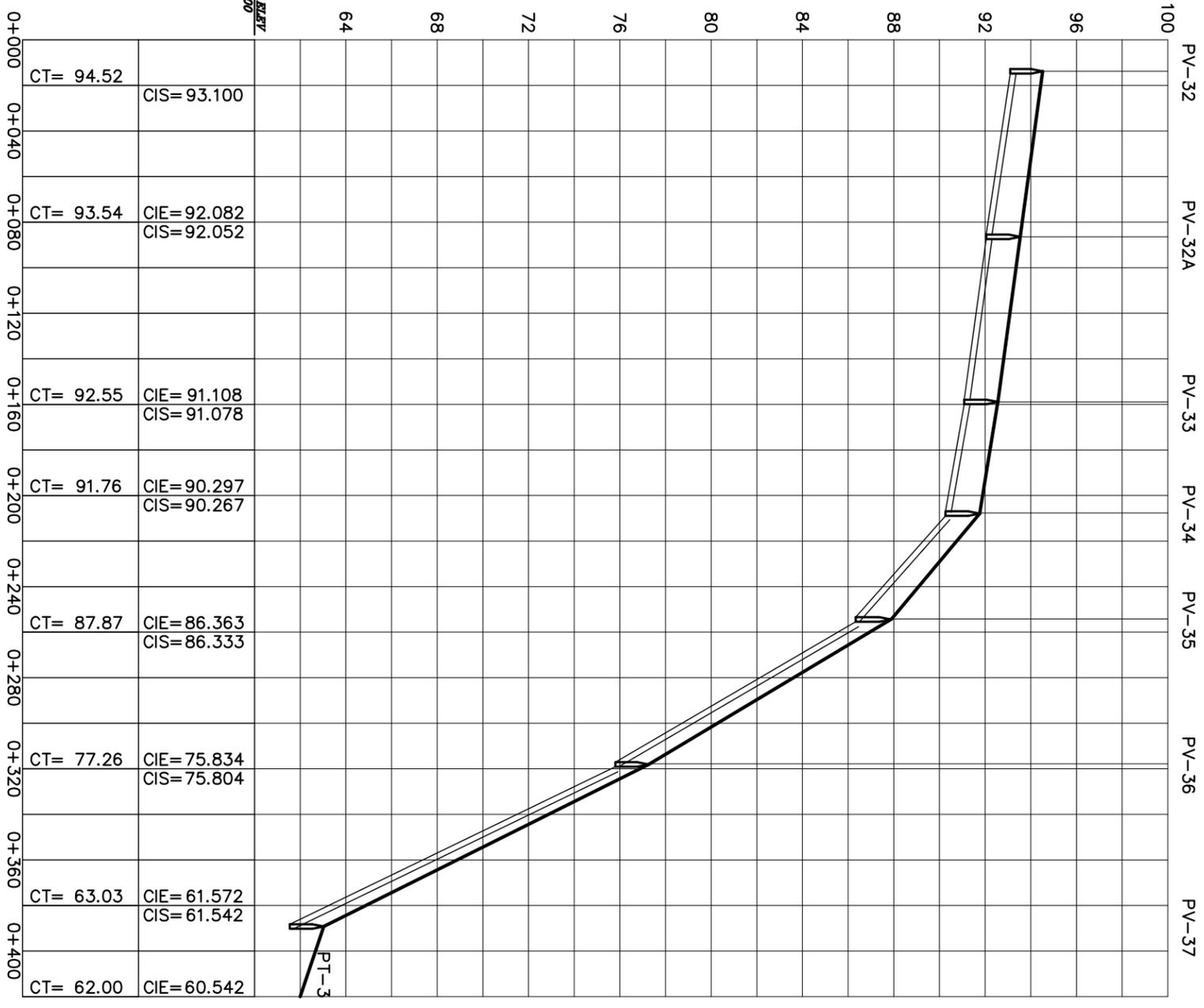
PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No.3
Esc. 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008	
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTIENE: PLANTA + PERFIL		EJECUTIVO: EPESISTA: FERNANDO MOSCOSO	
FECHA: OCTUBRE DEL 2008		ESCALA: 1:2500	
HORA		13 / 15	
(1) ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. EJECUTISTA	

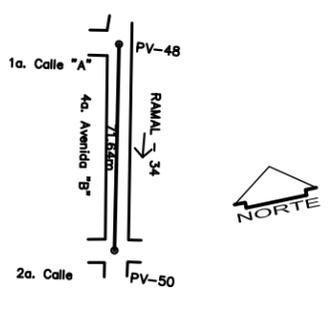


PLANTA

ESCALA 1:2500

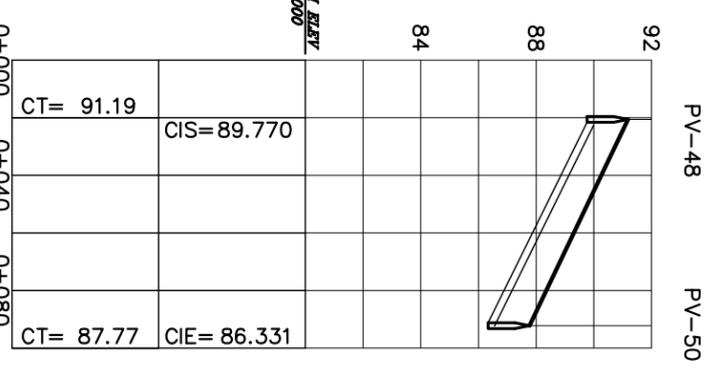


RAMAL 31 4a. CALLE

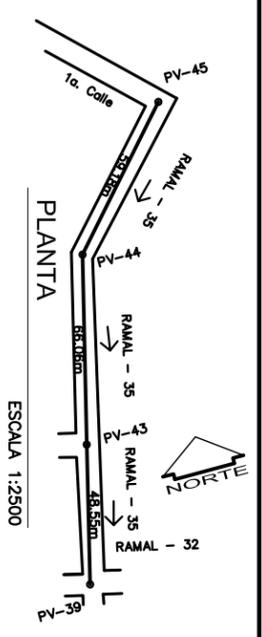


PLANTA

ESCALA 1:2500

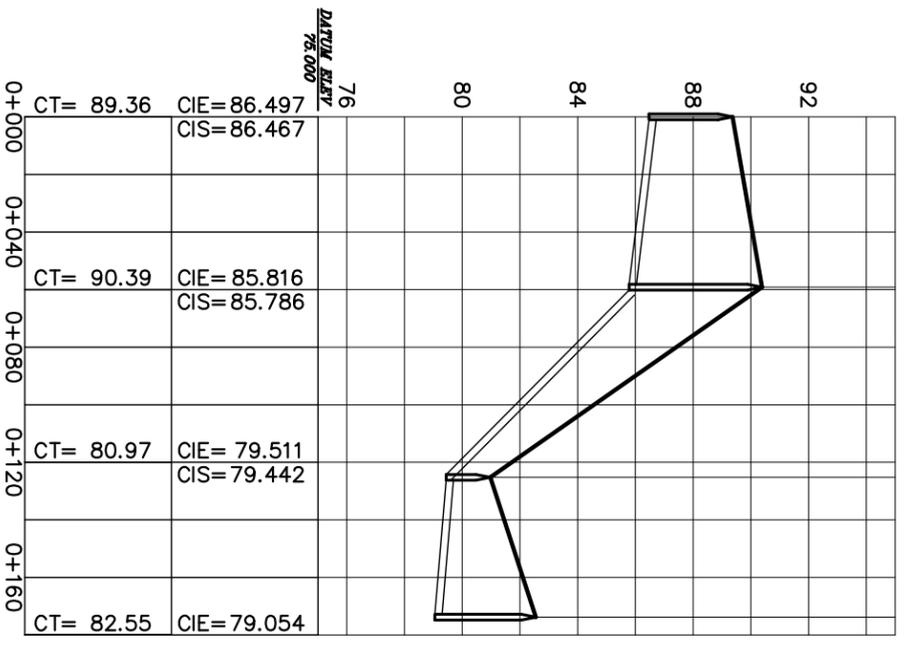


RAMAL 34 4a. Av. "B"



PLANTA

ESCALA 1:2500

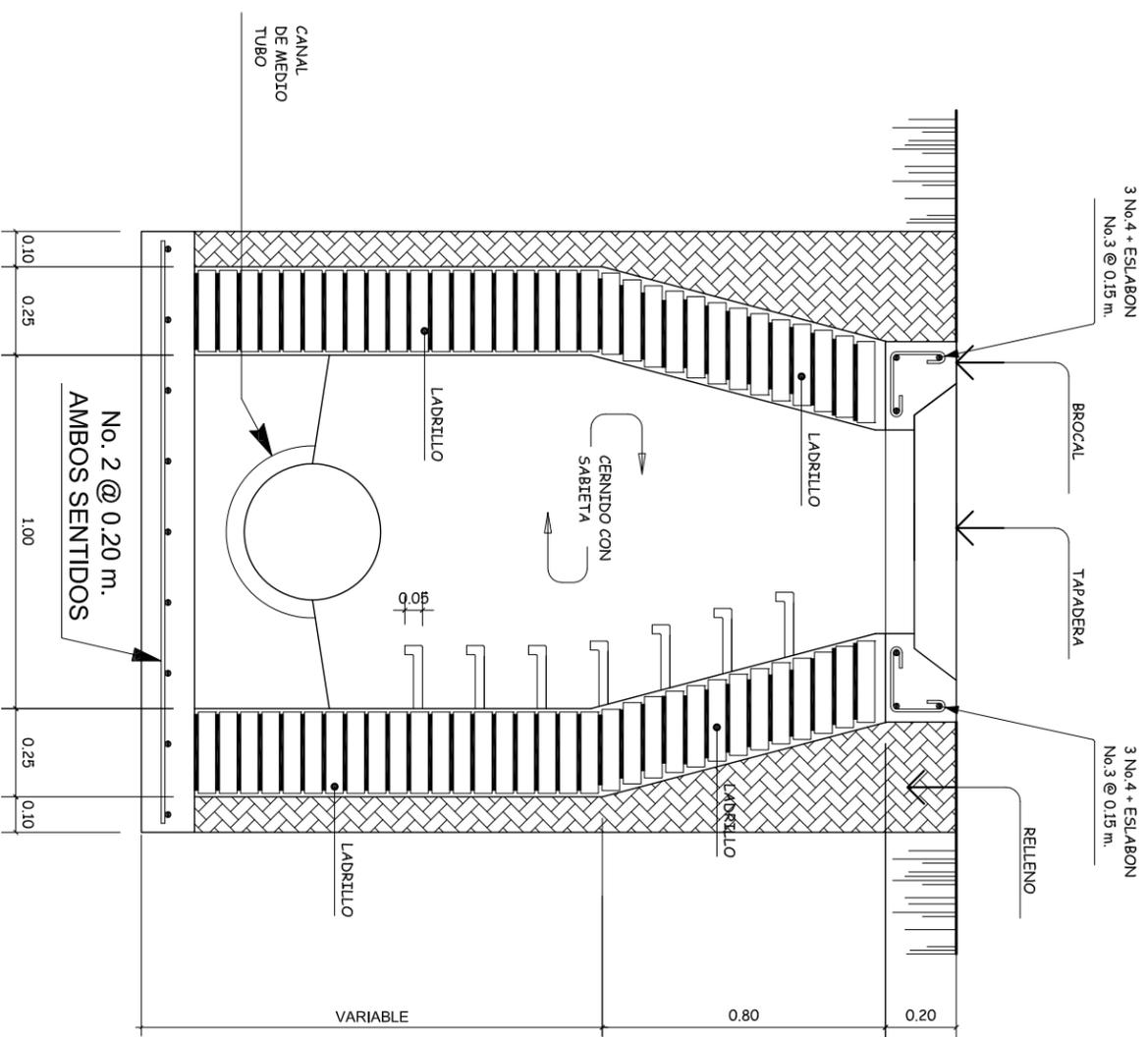


RAMAL 35 5a. Av.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA TERRENO
E	ESTACION
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE DEL TUBO
→	SENTIDO DE FLUJO

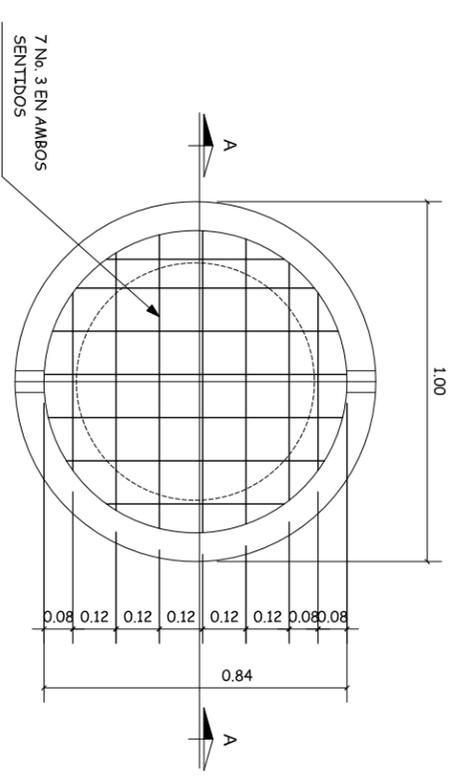
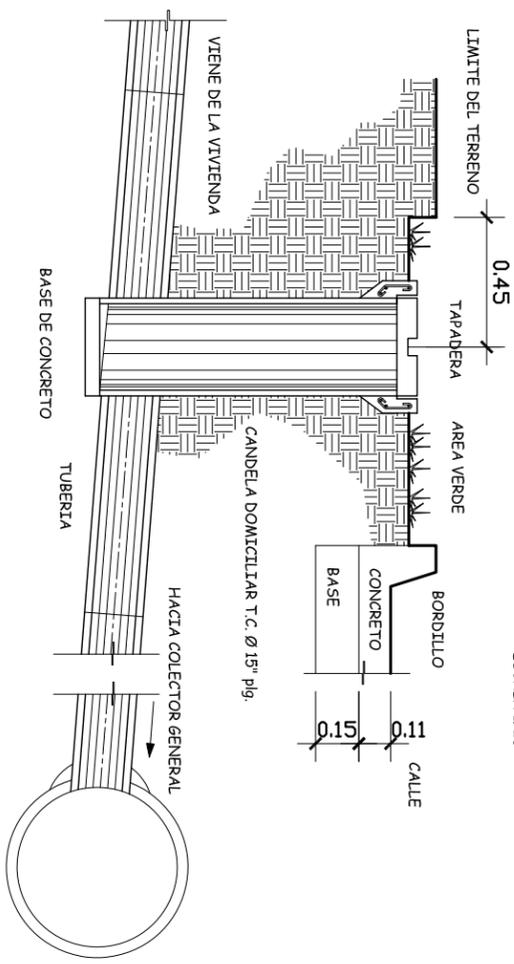
PLANTA + PERFIL RED HIDRÁULICA No. 3
Esc. 1:2500

COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFÍA SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTENE: PLANTA + PERFIL		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
INGENIERO: ING. OSCAR ARGÜETA H. ASESOR SUPERVISOR		E.P.S. 2.008	
FECHA: OCTUBRE DEL 2008		ESCALA: 1:2500	
HORA 14		HORA 15	
INGENIERO: FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA		INGENIERO: FERNANDO E. MOSCOSO S. EPESISTA	



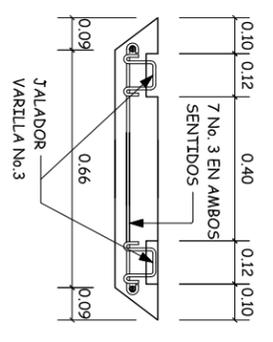
DETALLE DE POZO DE VISTA

ESCALA 1/20



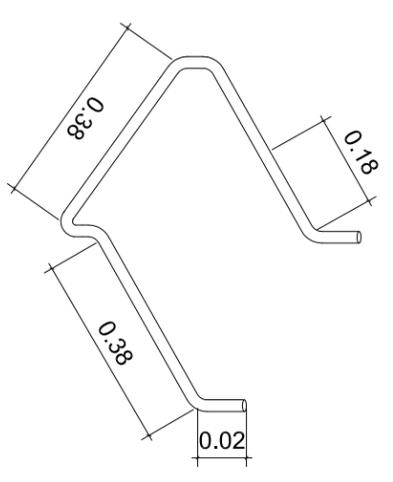
PLANTA DE TAPADERA POZO DE VISTA

ESCALA 1/20



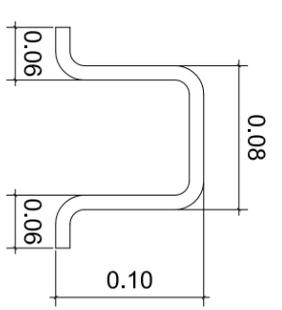
SECCION A-A

ESCALA 1/20



DETALLE DE ESCALON

NO ESCALA

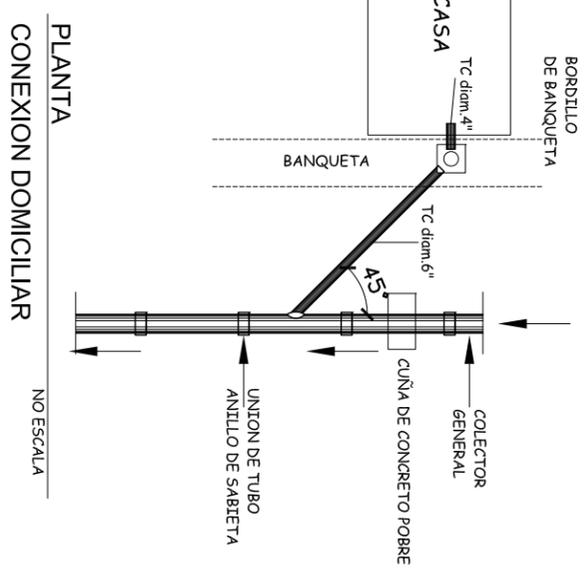


DETALLE DE JALADOR

NO ESCALA

NOTAS:

1. LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO. $f_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$. PROPORCIÓN 1:2:2
2. TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS (m)
3. TODO HIERRO PARA REFUERZO SERÁ GRADO 40, CON $f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$ PARA TODO EL PROYECTO
4. TODAS LAS PAREDES SERÁN ALISADAS CON SABIETA. PROPORCIÓN 1:2
5. PARA PEGAR LOS LADRILLOS SE USARÁ SABIETA CON PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO, ARENA DE RIO)
6. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NUMERACIÓN INDICADA EN LAS PLANTAS Y PERFILES DE LA RED



PLANTA CONEXION DOMICILIAR

NO ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 2,008
COMUNIDAD: COLONIA SANTA SOFIA SAN JOSE PINULA, GUATEMALA	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO	
CONTIENE: DETALLES		
FECHA: OCTUBRE DEL 2008 ESCALA: 1:2500		HORA 15 / 15
(1) ING. OSCAR ARGUETA H. ASESOR SUPERVISOR	(1) FERNANDO E. MOSCOSO S. ERESISTA	