

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SAN PEDRO PETZ,  
MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,  
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JUAN ADOLFO OROZCO GONZÁLEZ

AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

Guatemala, Septiembre de 1,999.



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 tesis titulado:

DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SAN PEDRO PETZ,  
MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÈQUEZ,  
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de  
Ingeniería Civil, con fecha 16 de Noviembre de 1,998.

Juan Adolfo Orozco González.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO:	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL SEGUNDO:	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL TERCERO:	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL CUATO:	BR. OSCAR STUARDO CHINCHILLA GUZMÁN
VOCAL QUINTO:	BR. MAURICIO GRAJEDA MARISOL
SECRETARIA:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
EXAMINADOR:	ING. SYDNEY ALEXANDER SAMUELS MILSON
EXAMINADOR:	ING. PEDRO ANTONIO AGUILAR POLANCO
EXAMINADOR:	ING. JUAN MERCK COS
SECRETARIA:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.087.99

Guatemala, 16 de julio de 1,999

Señor  
Ing. Siney Samuels  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Civil  
Presente

Señor Director:

Adjunto envío a usted, el Informe Final (TESIS) correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizado por el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **JUAN ADOLFO OROZCO GONZALEZ**, en la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

El estudiante **Orozco González**, desarrolló el Proyecto **DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SAN PEDRO PETZ, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

Este trabajo, fue asesorado y supervisado por el suscrito; y considero que, contiene un valioso aporte para los pobladores de la Aldea San Pedro Petz por cuanto, propone una solución factible para el problema de disposición final de aguas servidas.

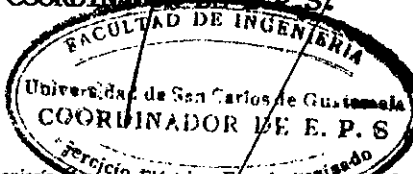
Por lo que, habiendo cumplido con los requisitos de Ley, **APRUEBO SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E. P. S.



JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: Dicho Informe Final

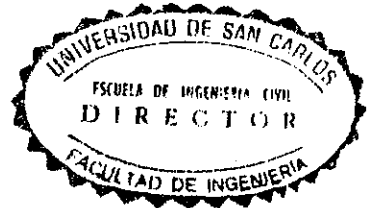
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Juan Adolfo Orozco González, titulado DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE ALDEA SAN PEDRO PETZ, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, agosto de 1,999

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingenieria, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN PEDRO PETZ, MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, del estudiante Juan Adolfo Orozco González, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, agosto de 1,999

## AGRADECIMIENTOS:

A DIOS, quien es fuente de sabiduría e inteligencia, las cuales me proporcionó para llevar a feliz término la meta que he alcanzado.

AL ING. JUAN MERCK COS, por su valiosa ayuda en el transcurso del EPS y asesoría en el trabajo de tesis.

AL ING. MAURICIO PORRES, Por su colaboración en la elaboración de tesis.

A MI HERMANO CARLOS, por su apoyo y colaboración en el EPS y elaboración de tesis.

A la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

LA UNIDAD TÉCNICA Y MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÈQUEZ, Por su apoyo y haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS, respectivamente.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS, Por la amistad y ayuda en todo momento de la carrera.

ACTO QUE DEDICO A :

MIS PADRES:

JUAN OROZCO LÓPEZ

GUADALUPE GONZÁLEZ DE OROZCO

Por haberme apoyado en la culminación de mi carrera.

MI ESPOSA E HIJOS:

DINA LISET COLOMA DE OROZCO

LIZ ANDREA OROZCO COLOMA

JUAN ADOLFO OROZCO COLOMA

Con mucho amor.

MIS HERMANOS:

ELBIA, CONY, CARLOS, ROSY, PEDRO Y PATY.

Con cariño.

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.



# ÍNDICE

	PÀGINA
Listado de abreviaturas	I
Glosario	II
Introducció	V
Hipòtesis	VI
Objetivos	VII

## CAPÍTULO I: FASE DE INVESTIGACIÓN.

### 1. MONOGRAFÍA

1.1 Generalidades.....	1
1.2 Delimitación geográfica.....	1
1.3 Reseña histórica.....	2
1.4 Situación Socio-Económica.....	3
1.4.1 Condiciones sanitarias.....	4
1.4.2 Servicios de salud.....	4
1.5 Construcción de vivienda.....	4
1.6 Servicios públicos e infraestructura.....	5
1.7 Encuesta Socio-Económica.....	7
1.9 Recopilación de información.....	8
1.10 Determinación de desfogue.....	8

## CAPÍTULO II: SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.

2.1 Aspectos preliminares.....	9
2.1.1 Estudios topográficos.....	9
2.1.2 Altimetría.....	9
2.1.3.1 Planimetría.....	9

2.1.3.3 Cálculo de la población futura.....	9
2.1.3.4 Incremento geométrico.....	10
2.1.3.6 Período de diseño.....	10
2.1.4 Tipos de Sistemas de Alcantarillado .....	10
2.2 Cálculo de caudales.....	11
2.2.2 Caudal domiciliario.....	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.....	14
2.2.7 Factor del caudal medio.....	15
2.2.7.2 Caudal máximo.....	15
2.2.8 Factor de Harmond.....	15
2.2.9 Caudal de diseño.....	15
2.3 Pendientes máximas y mínimas.....	17
2.4 Velocidades de diseño.....	17
2.4.2 Fórmula de Manning.....	18
2.4.2.2 Diagrama. Tabla y sus aplicaciones.....	20
2.4.3 Velocidad de arrastre.....	21
2.5 Cálculo de cotas Invert.....	21
2.6 Diámetro de tubería.....	23
2.7 Profundidad de tubería.....	23
2.8 Normas y recomendaciones.....	23
2.9 Pozos de visita.....	23
2.9.1 Conexiones domiciliarias.....	24
2.9.3 Parámetros de diseño.....	30
2.9.4 Proceso de diseño.....	31

2.9.5	Tabla de resultados.....	35
2.10	Plan de operaci3n y mantenimiento del sistema.....	37
2.10.1	Elementos de un Alcantarillado Sanitario.....	37
2.10.3	Guia I: Linea Central.....	40
2.10.4	Guia II: Pozos de visita y/o registro.....	41
2.10.5	Guia III: Conexiones domiciliarias.....	42
2.11	Tratamiento de aguas negras aldea San Pedro Petz, San Pedro Sacatepèquez, San Marcos.....	44
2.11.1	Caràcterísticas del agua residual.....	44
2.11.2	Caràcterísticas de los residuos.....	45
2.11.3	Cantidad de s3lidos de las aguas negras.....	45
2.11.4	Modo de descomposici3n.....	45
2.11.5	Fosa sèptica.....	45
2.11.6	Funciones de las fosas sèpticas.....	46
2.11.7	Procedimiento de operaci3n y mantenimiento.....	46
2.11.8	Desinfectantes.....	48
2.11.9	Precauciones.....	48
2.12	Selecci3n del tipo de tratamiento a utilizar.....	49
2.12.1	Diseño de fosa sèptica.....	50
2.12.2	Presupuesto del drenaje sanitario.....	52

Conclusiones VIII

Recomendaciones IX

Bibliografia X

Anexo



## LISTA DE ABREVIATURAS

Km (kms)	Kilómetro (s).
metro (mts)	metro (s).
r	Tasa de crecimiento de la población.
%	Porcentaje.
v	Velocidad de flujo en la alcantarilla.
V	Velocidad de flujo a sección llena.
d	Altura del tirante de agua en la alcantarilla.
D	Diámetro de la tubería.
a	Área que ocupa el tirante de agua en la alcantarilla.
Atub.	Área de la tubería (en caso a/A).
Ater.	Área del terreno (en caso Q=CIA).
q	Caudal de diseño.
Q	Caudal a sección llena de la tubería.
v/V	Relación de velocidades.
d/D	Relación de diámetro.
a/A	Relación de alturas.
q/Q	Relación de caudales.
m/s	Metros por segundo (velocidad).
I	Intensidad de lluvia.
C	Coefficiente de escorrentía de una superficie.
A	Área.
mm/hora	Milímetros por hora.
F.H	Factor de Harmond.
P	Población.
n	Coefficiente de rugosidad.
R	Radio.
S	Pendiente.
Rh	Radio Hidráulico.
Min	Mínima.
Max	Máxima.
Est	Estación.
P.O	Punto observado.
Dist	Distancia.
Ls/hab/d	Litros por habitantes por día.
Adim	Adimensional.
m <sup>2</sup>	Metros Cuadrados.
Hab	Habitantes.
S%	Pendiente en porcentaje.
p.v.	Pozo de visita.
Secc	Sección (se refiere a la sección de la tubería).
Dis	Diseño (se refiere al caudal de diseño).
Secc.II	Sección Llena.
m <sup>3</sup>	Metro cúbico.
p.u.	Precio unitario.
Conex	Conexión.
Domic	Domiciliar.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.

## GLOSARIO

- ◆ **Aeróbico:** Condición en la cual hay presencia de aire u oxígeno libre.
- ◆ **Aguas Negras:** El agua que se desecha después de haber servido para un fin, pueden ser: domésticas, comerciales o industriales.
- ◆ **Aguas Servidas:** Igual a aguas negras.
- ◆ **Altimetría:** Parte de la topografía que enseña a medir las alturas.
- ◆ **Anaeróbico:** Condición en la cual hay ausencia de aire u oxígeno libre.
- ◆ **Bacteria:** Grupo de organismos microscópicos unicelulares, rígidos y carentes de clorofila, que desempeñan una serie de procesos de tratamiento incluyendo: oxidación biológica, digestión, nitrificación y desnitrificación.
- ◆ **Bases de Diseño:** Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedios de diseño, que sirven para el dimensionamiento de los procesos de tratamiento. Los datos generalmente incluyen: poblaciones, caudales, concentraciones y aportes per cápita de las aguas residuales. Los parámetros que normalmente se describen en las bases de diseño son: sólidos en suspensión, coliformes, fecales y nutrientes.
- ◆ **Banco de Marca:** Es el lugar que tiene un punto fijo cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
- ◆ **Caja de Registro:** Recipientes colocados en la acera para recibir y conectar, interna y externa respectivamente, el sistema de tubería de drenaje.

- ◆ **Candela:** Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce el sistema de drenaje.
  
- ◆ **Cánon de Agua:** Volumen de agua que se utiliza en un mes en una vivienda (establecido por la municipalidad).
  
- ◆ **Caudal Comercial:** Volumen de aguas negras que se desechan en los comercios.
  
- ◆ **Caudal Doméstico:** Es el caudal de aguas negras que se desechan en las viviendas.
  
- ◆ **Caudal Industrial:** Volumen de aguas negras que se desechan en la industria.
  
- ◆ **Caudal de Diseño:** Es la suma de los caudales que pasan por una sección de la alcantarilla.
  
- ◆ **Caudal de Infiltración** Es el caudal de agua superficial que se infiltra por las paredes del sistema.
  
- ◆ **Colector:** Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorios que sirven para el desalojo de aguas negras o de lluvia (pluvial).
  
- ◆ **Coliformes:** Bacterias gram negativas, de foma alargada, capaces de fermentar lactosa, con una producción de gas a la temperatura de 35 a 37 grados centígrados (coliformes totales), aquellos que tienen las mismas propiedades a la temperatura de 44 ó 44.5 grados centígrados se denominan coliformes locales.
  
- ◆ **Conexión Domiciliar:** Tubería que conduce las aguas negras desde la candela hasta el colector principal.

- ◆ **Contaminación:** Efecto nocivo sobre el medio ambiente que afecta a todos los seres vivos.
- ◆ **Cota Invert:** Cota o altura de la parte inferior e interior del tubo ya instalado.
- ◆ **Criterios de Diseño:** (1) Normas o guías de Ingeniería que especifican objetivos, bases y límites que debe cumplir el proceso de diseño, estructura o componente de un sistema.  
(2) Guías que especifican detalles de construcción y materiales.
- ◆ **Curva de Nivel:** Línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
- ◆ **Ramal o Tronco Inicial:** Es el primer tramo en un sistema de drenaje.
- ◆ **Red de Alcantarillado:** Red de tuberías, canales pozos de visita y obras accesorios que sirven para desalojar aguas negras.
- ◆ **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.

# INTRODUCCIÓN

El presente trabajo contiene una propuesta de solución al problema de evacuación de las aguas negras de la Aldea de San Pedro Petz, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos, simultáneamente pretende dar una visión general del contexto socio-económico en el que se va a desenvolver el proyecto, además de presentar los aspectos técnicos que lo conforman.

Para conocer la realidad de la Aldea, fue realizada una investigación utilizando el Método de Diagnóstico Participativo Comunal, aplicando diversas técnicas e instrumentos, esto para llegar a un común denominador en la mayor parte de las poblaciones de Guatemala, como lo es el déficit del servicio de sistema de Alcantarillado Sanitario, el cual es fundamental para los pobladores, ya que con éste se estará minimizando el efecto de la contaminación del medio ambiente, así como la proliferación de diferentes tipos de enfermedades.

Los resultados obtenidos en el estudio realizado con participación comunitaria, permiten la búsqueda de recursos y lograr beneficios para los habitantes de la aldea de San Pedro Petz. Para la realización del estudio se aplicó la metodología participativa, donde la auxiliatura jugó un papel importante, organizándose para poder colaborar con la investigación social y levantamiento topográfico.

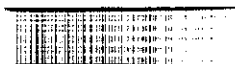
El documento de tesis está conformado de los siguientes capítulos:

## CAPÍTULO I:

En éste se presentan los aspectos socio-económicos de los habitantes, además de informar de las condiciones sanitarias y los servicios existentes en la comunidad.

## CAPÍTULO II:

Aquí se presenta el procedimiento de diseño del sistema de drenaje sanitario, tratamiento recomendado, presupuesto, además se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio efectuado. En el anexo se tiene el resultado del diseño en tablas y planos.





## HIPÓTESIS

La aldea San Pedro Petz pertenece al municipio de San Pedro Sacatepéquez, del departamento de San Marcos. Se encuentra a 13 kilómetros al Sur-Oeste de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez. El acceso es a través de una carretera de terracería y cuenta con una población de 2,010 habitantes.

La aldea carece de servicio de Drenaje Sanitario, por lo que los habitantes cuentan con letrinas. Las aguas de pila y cocina son expulsadas a los terrenos y calles, como consecuencia la salud de las personas se ha visto afectada, no solamente por el mal olor que éstas producen al estancarse sobre las calles, sino también por enfermedades tanto intestinales como dermatológicas y el mal aspecto físico de la aldea; por lo que con la presentación del proyecto de Drenaje Sanitario ante la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, se tendrá oportunidad de resolver este problema, contribuyendo de esta manera al bienestar de los habitantes de dicha comunidad.

## **OBJETIVOS**

1. Contribuir al saneamiento ambiental del área rural del municipio de San Pedro Sacatepèquez, San Marcos.
2. Desarrollar el proyecto de Diseño del sistema de Drenaje Sanitario de la aldea San Pedro Petz.
3. Presentar a la municipalidad de San Pedro Sacatepèquez una solución adecuada al problema del manejo de las aguas negras en el área rural.
4. Capacitar a los miembros de la municipalidad, la auxiliatura y vecinos; para que velen por el buen uso, funcionamiento y mantenimiento del alcantarillado.

# CAPÍTULO I: INVESTIGACIÓN

## 1 MONOGRAFÍA.

### 1.1 GENERALIDADES:

**Nombre de la Comunidad:**

San Pedro Petz.

**Ubicación y Localización:**

San Pedro Petz es una aldea que pertenece al municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, se encuentra ubicada a 13 kilómetros de la cabecera municipal y a 12 kilómetros de la cabecera departamental.

**Clima:**

El clima es frío.

**Altitud:**

Su altitud es de 2,400 metros sobre el nivel del mar.

### 1.2 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA:

**Colindancias del Departamento:**

Norte: Con el departamento de Huehuetenango, Huehuetenango.  
Sur: Océano Pacífico.  
Este: Con el departamento de Quetzaltenango, Quetzaltenango.  
Oeste: Con la República de México.

**Colindancias del Municipio:**

Norte: Con el municipio de San Lorenzo, departamento de San Marcos.  
Sur: Con el municipio de San Cristóbal Cucho, departamento de San Marcos.  
Este: Con el municipio de San Antonio Sacatepéquez, departamto San Marcos.  
Oeste: Cabecera departamental de San Marcos.

**Colindancias de la Aldea:**

Norte: Aldea Mávil y Aldea Champollap, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.  
Sur: Aldea Sacuchún Dolores y el municipio de San Cristobal Cucho, departamento de San Marcos.  
Este: Aldea Cantel, departamento de San Marcos.  
Oeste: Aldea San José las Islas, Cerro Ixtagel y el municipio de Palo Gordo, departamento de San Marcos.

### 1.3 RESEÑA HISTÓRICA:

Los Quichés, Cakchiqueles, Mames y resto de las tribus provenientes del Norte de México, de donde salieron entre las invasiones de otros pueblos que venían del norte, tras un largo peregrinaje, llegaron a Tapa Olomán, donde fueron derrotados por los Olmecas. Es en este momento que cada grupo familiar toma diferente ruta, siendo los Mames los que siguiendo el río de Chiapas, llegan a los departamentos de Huehuetenango y San Marcos.

Tras saber que Gonzalo de Alvarado había reducido a escombros los dominios de los belicosos Mames del norte, solamente quedaba pendiente el reducto bajo conformado por el departamento de San Marcos, San Juan Ostuncalco y San Martín Chile Verde. La conquista de esa zona fue encomendada, en el año 1,533, al capitán Juan de León y Cardona. Los conquistadores llegaron a Coatepeque, subieron a Sacuchún, encontrándose en la planicie que hoy se llama San Pedro Petz, al pie del Cerro Ixtagel, después de varios combates.

En la aldea de San Pedro Petz, se iba a instalar la cabecera municipal, pero por no contar con una buena extensión para poder crecer (ya que está rodeada por barrancos), se toma la decisión de instalar la cabecera municipal en donde se encuentra actualmente.

Se cuenta que cinco familias empezaron a habitar allí, y venían procedentes de San Juan Ostuncalco. En 1,966 fue construida la Auxiliatura actual, la anterior estaba en malas condiciones, las paredes de adobe estaban agrietadas y el techo era de pajón.

En 1,967 se construyó la Escuela.

En 1,971 se construyó la Iglesia Parroquial.

En 1,975 se introdujo el agua potable.

En 1,987 se abre la carretera a San Pedro Petz.

En 1,990 se construyó el Puesto de Salud.

En 1,994 se construyó el Salón Comunal.

En 1,998 se construyó una capilla y se realiza la circunvalación del cementerio. En ese mismo año, por medio del Fondo de Inversión Social FIS, se construyó una Escuela de Párvulos.

## 1.4 SITUACIÓN SOCIO-ECONÓMICA.

### a) Tenencia de la Tierra:

En la Aldea San Pedro Petz, aproximadamente el 99.00% de los habitantes es propietario, el 1% restante son inquilinos.

### b) Actividades productivas de la comunidad:

Los habitantes de la aldea se dedican en su mayoría a la agricultura, cultivando maíz, frijol y hortalizas, siendo el más importante el maíz. La mayoría de la tierra la poseen personas que viven en la aldea.

### CUADRO DESCRIPTIVO DE PRINCIPALES ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Las Actividades	Porcentaje
1. Albañilería -----	0.45%
2. Carpintería -----	0.06%
3. Agricultura -----	36.27%
4. Comerciante -----	1.63%
5. Oficios domésticos -----	39.30%
6. Costureras (os) -----	0.22%
7. Jornaleros -----	0%
8. Maquiladores -----	0.06%
9. Otros -----	0.45%

### b) Cultivos de la Comunidad:

Los principales cultivos son: maíz, frijol, y hortalizas. Estos productos los cultivan en terrenos que se encuentran en las orillas de la aldea y otros que tienen terrenos en áreas aledañas.

#### 1.4.1 CONDICIONES SANITARIAS.

**a) En la Familia:**

De acuerdo a las visitas domiciliarias que se efectuaron, se pudo observar que las condiciones sanitarias de la población son regulares, ya que hay factores limitantes como: servicio irregular de agua; acumulación de polvo debido a la falta de empedrado, adoquinado o pavimento de las calles, drenajes o flor de tierra, etc.

**b) En la vivienda:**

La mayoría de las viviendas cuentan con servicios básicos de higiene, pero a pesar de ello, el manejo de aguas residuales es causa de un gran problema de contaminación.

**c) En la comunidad:**

Las condiciones sanitarias son malas, esto a consecuencia de la mala evacuación de aguas residuales, ya que son expulsadas a la calle.

#### 1.4.2 SERVICIOS DE SALUD.

Para dar atención en salud a los habitantes, la aldea San Pedro Petz cuenta con un Puesto de Salud, el cual es atendido por una enfermera. El puesto carece tanto de recurso humano como medicinas, producto de ello es que la atención que se brinda no es la adecuada. Debido a la limitación de recursos tanto humanos como financieros, no ha sido posible orientar adecuadamente en aspectos de salud a los pobladores. Con base a las visitas domiciliarias fue posible observar que en más del 50% de viviendas, las aguas corren a flor de tierra y, la basura, no se deposita en lugares adecuados.

#### 1.5 CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

**a) De la Construcción:**

Adobe -----	14.29%
Block -----	45.59%
Tabla -----	5.17%
Lámina -----	0.30%
Otros (bajareque, mezclón)-	34.65%

**b) Techo:**

Lámina -----	94.54%
Concreto (loza)-----	0.30%
Teja de Barro -----	2.13%
Paja -----	3.04%

**c) Piso:**

Tierra -----	33.13%
Cemento -----	66.57%
Ladrillo Liquido -----	0.30%

**1.6 SERVICIOS PÚBLICOS DE INFRAESTRUCTURA.**

A continuación se presenta la situación de Servicios en la comunidad:

**a) Agua Potable:**

Domiciliar -----	82.67%
Chorro Público -----	4.56%
Otros -----	2.13%
No tienen -----	10.64%

**b) Disposición de Aguas Negras:**

En pozo -----	2.74%
En calle -----	32.52%
En terreno -----	63.83%
Otra forma -----	0.91%.

**c) Disposición de Excretas:**

Terreno -----	0.91%
Pozo ciego -----	97.26%
Otro -----	1.82%

En lo que se refiere al sistema utilizado para la disposición de aguas negras, es necesario mencionar que en un 32% la evacuación se da en la calle, un 63.83% en el terreno, lo que hace que la salud de los pobladores corra peligro de contraer enfermedades gastrointestinales.

**d) DESECHOS SÓLIDOS (Basura).**

La aldea no cuenta con un lugar exclusivo para el depósito de basuras, por lo que existen varios terrenos y barrancos que han sido convertidos en botaderos clandestinos. La situación en cuanto al tratamiento de desechos sólidos es la siguiente:

Los entierran-----	13.37%
Los depositan a flor de tierra-	45.90%
Los queman -----	14.89%
Otra forma (aboneras) -----	1.52%
Varios -----	24.32%

**e) ENERGÍA ELÉCTRICA.**

En lo que se refiere al servicio de energía eléctrica, la situación es la siguiente:

Cuentan con energía eléctrica domiciliar. -----	69%
No cuentan con energía eléctrica domiciliar,-----	31%
Alumbrado público: No hay	

**f) TRANSPORTE.**

No existe servicio regular de buses de transporte colectivo; la población se moviliza en vehículos particulares o a pie, uso de bestias.



## 1.7 ENCUESTA SOCIO-ECONÓMICA.

Es realizada en un área determinada, se consideran los elementos necesarios para la formación de criterios tanto técnicos como sociales. Los datos obtenidos sirven para delimitar el área a cubrir, diseñar y calcular el drenaje sanitario, observar el recurso humano disponible y observar las necesidades inmediatas y primordiales de la comunidad.

Se detallan a continuación algunos aspectos que pueden tomarse en cuenta para la elaboración de una boleta.

* Número de habitantes.	
* Base económica.	Ingresos y egresos.
* Escolaridad.	
* Ocupación.	
* Comercio.	
* Tenencia de la tierra.	
* Construcción de vivienda.	Tipo construcción.
	Techo.
	Piso.
	Pared.
* Servicios públicos de infraestructura.	Agua potable.
	Drenaje.
	Disposición de basura.
	Energía eléctrica.
	Otros servicios.

## 1.8 DETERMINACIÓN DEL ÁREA A SERVIR.

Se elige un área que no posea drenaje, en este caso la aldea San Pedro Petz, se realiza la encuesta y estudio. Se considera con atención la participación directa de la comunidad. Sin población no es posible la ejecución del proyecto, aunque técnicamente sea factible diseñarlo. En algunos casos la determinación del área a servir está en función de la participación de la comunidad, debido a que sus miembros aportan la mano de obra no calificada para la ejecución del proyecto.

## **1.9 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

### **1.9.1 DOTACIÓN DE AGUA POTABLE:**

Es la cantidad de agua potable que debe disponer una persona para satisfacer su necesidad, para la aldea San Pedro Petz la dotación considerada fue de 100 lts/hab/día

### **1.9.2 INTENSIDAD DE LLUVIA:**

Se obtuvieron los datos en la estación meteorológica que se encuentra en la labor Ovalle, Quetzaltenango. El dato promedio para esta región fue de 92 mm/hora.

### **1.9.3 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA:**

Se obtiene de los datos de la encuesta según sea el revestimiento de calles y patios.

## **1.10 DETERMINACIÓN DE DESFOGUE.**

Se elige la parte más baja del sistema, tratando de encauzarlo hacia el río donde corren aguas negras. Previo al desfogue se hace un tratamiento primario, para evitar que el entorno ecológico se dañe y se propone como protección ambiental la construcción de una batería de cinco fosas sépticas.

## **CAPÍTULO II: SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.**

### **2.1 ASPECTOS PRELIMINARES.**

#### **2.1.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

#### **2.1.2 ALTIMETRÍA**

#### **2.1.3 CURVAS DE NIVEL**

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

- 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.

##### **2.1.3.1 PLANIMETRÍA.**

##### **2.1.3.2 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 el levantamiento planimétrico se utilizan diferentes métodos, siendo el más común el de conservación de azimut, con una poligonal cerrada este método tiene la ventaja de practicar un buen levantamiento, ya que permite conocer un error de cierre.

Este fué el método utilizado en el levantamiento topográfico del proyecto, utilizando para tal efecto el siguiente equipo y utensilios: Teodolito de precisión marco SOKKISHA DT55 electrónico, cinta métrica, estadia, plomadas, (ver anexos: plano topográfico y curvas de nivel).

##### **2.1.3.3 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 utilizarán el servicio en un período establecido, se aplicó la fórmula de incremento de población que se describe en el apartado siguiente.

#### **2.1.3.4 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%.

#### **2.1.3.5 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.

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

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

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

#### **2.1.3.6 Período de diseño.**

El período de diseño, como ya se mencionó, es de veinte años. Se adoptó este período de tiempo, tomando en cuenta los siguientes aspectos: los recursos económicos con los que cuenta la aldea San Pedro Petz, la vida útil de los materiales; normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Para este caso particular el período de diseño se adoptó por normas.

#### **2.1.3.7 Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado.**

Para el diseño del sistema de alcantarillado se deben 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.

### **2.1.4 TIPOS DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.**

#### **ALCANTARILLADO:**

Son los conductos por los cuales corren las aguas negras, pluviales o ambas, que provienen de las calles, casas, industrias, comercios, etc.

Se tienen tres tipos de sistemas de alcantarillado, la elección dependerá de los estudios que se realicen y condiciones que se presenten tanto económicas, como físicas y funcionales.

#### **2.1.4.1 Sistema de alcantarillado Sanitario:**

Es el que conduce aguas negras únicamente.

#### **2.1.4.2 Sistema de alcantarillado Separativo:**

Se diseñan dos redes independientes, una para que transporte las aguas negras y la otra 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 en la cual se espera que funcione este sistema.

#### **2.1.4.3 Sistema de alcantarillado Combinado:**

Se diseña para que transporte aguas negras y las aguas 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, como lo son.

- \* 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

#### **2.2.1.1 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

### 2.2.1.2 Velocidad del flujo:

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, 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.

### 2.2.1.3 Tirante o Profundidad del Flujo:

Como ya se mencionò 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, así como funcionalidad para el arrastre de los sedimentos.

### 2.2.1.4 Usos del Agua:

El agua potable tiene diferentes usos dentro del hogar, en el que depende de muchos factores como son: 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 lo son: 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 al 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.

### 2.2.2.1 Descripción:

El agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desechada y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. 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 afectada por un factor que varía entre 0.70 a 0.80, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * \#hab * \text{factor de retorno}}{86400 \text{ seg.}}$$

Dot = Dotación (lts/hab/día)

#hab = Número de habitantes.

Qdom = Caudal domiciliar (lts/seg).

#### 2.2.2.2 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 CONEXIONES ILÍCITAS.

#### 2.2.3.1 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.

$$Q_{\text{conex. ilíc}} = \frac{CIA}{360} = \frac{Ci (A\%)}{360}$$

Donde:

Q= Caudal (M<sup>3</sup>/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.

#### 2.2.3.2 Intensidad de la Lluvia:

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

#### 2.2.3.3 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 aldea de San Pedro Petz, se toma en cuenta ya que se pondrá el uso de tubería de cemento.

## 2.2.4 CAUDAL DE INFILTRACIÓN: (Qinf)

### 2.2.4.1 Descripción:

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

$$Q_{inf} = \frac{\text{Dot} * (\text{mts.tubo} + \#\text{casas} * 6\text{metros})}{86400 \text{ seg.}} / 1000$$

$$\text{Dot} = \text{Dotación (Hs/kilometro/día)}$$

$$\#\text{Casas} = \text{Número de casas.}$$

## 2.2.5 CAUDAL COMERCIAL: (Qcom)

### 2.2.5.1 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.

$$Q_{com} = \frac{\#\text{Comercio} * \text{Dot}}{86400 \text{ seg.}}$$

## 2.2.6 CAUDAL INDUSTRIAL.

### 2.2.6.1 Descripción:

Como su nombre lo dice, 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.

$$Q_{ind} = \frac{\#\text{Industrias} * \text{Dot}}{86400 \text{ seg.}}$$



## 2.2.7 FACTOR DEL CAUDAL MEDIO.

### 2.2.7.1 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 de caudal medio ( $F.Q_{medio}$ ), el cual varía entre el rango de 0.002 a 0.005. Si el cálculo del factor se encuentra entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso,

$$Q_{medio} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{e.ilicitos}$$

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

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

### 2.2.7.2 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 al 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 Harmond.

## 2.2.8 FACTOR DE HARMOND.

### 2.2.8.1 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:

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

Donde:

P = Población futura acumulada en miles.

### 2.2.9 CAUDAL DE DISEÑO: ( $Q_{dis}$ ).

#### 2.2.9.1 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 describen en la fórmula siguiente:

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

Donde:

# Habitantes = Número de habitantes futuros acumulados.

F.H = Factor de Hardmond.

Fqm = 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 de la siguiente expresión:

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

En el caso de la aldea de San Pedro Petz, 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:

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

Qmed = Caudal medio.

F= Factor del caudal medio.

#### 2.2.9.1 Factor de Área:

El 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.

#### 2.2.9.2 Área Tributaria:

Se considera como área tributaria 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 sumar cada tramo conforme se lleve el diseño de cada uno de éstos, siguiendo la ruta elegida para cada sector determinado.

#### 2.2.9.3 Selección de Ruta:

Al realizar la selección de ruta que seguirá el agua se deben 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 disminuir así 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 la tubería se le de otra pendiente, ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.
- d) Evitar, en lo posible, dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

## **2.3 PENDIENTES.**

### **2.3.1 MÁXIMAS Y MÍNIMAS.**

#### **2.3.1.1 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.**

#### **2.4.1.1 Descripción:**

Los proyectos de alcantarillado de aguas negras deben diseñarse de modo que la velocidad mínima de flujo, trabajando a cualquier sección, debe ser 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 de 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 FÒRMULA DE MANNING

Marco teórico:

Fòrmulas 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 = caudal (m<sup>3</sup>/s)

A = área hidráulica (m<sup>2</sup>)

P = perimetro mojado (m)

Rh = radio hidráulico (m)

V = velocidad (m/s)

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

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, 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.

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

S = Pendiente (m/m)

n = coeficiente de rugosidad

FÒRMULA 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 fórmulas más usadas en el cálculo de alcantarillado.

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

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

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

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

#### FÒRMULA 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:

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

$OK$  = coeficiente de rugosidad de Manning-Strickler

$Rh$  = radio hidráulico

#### FÒRMULA DE PAVLOVSKI:

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

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 libre 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.

## 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

Cuadro 1.1 coeficiente de Rugosidad " $n$ ".

### 2.4.2.2 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, solo se puede usar cuando se desean 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 y 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:

$$0.60 \leq v \leq 3.00 \text{ (m/seg)}$$

$0.60 \leq v$  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 VELOCIDADES 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.

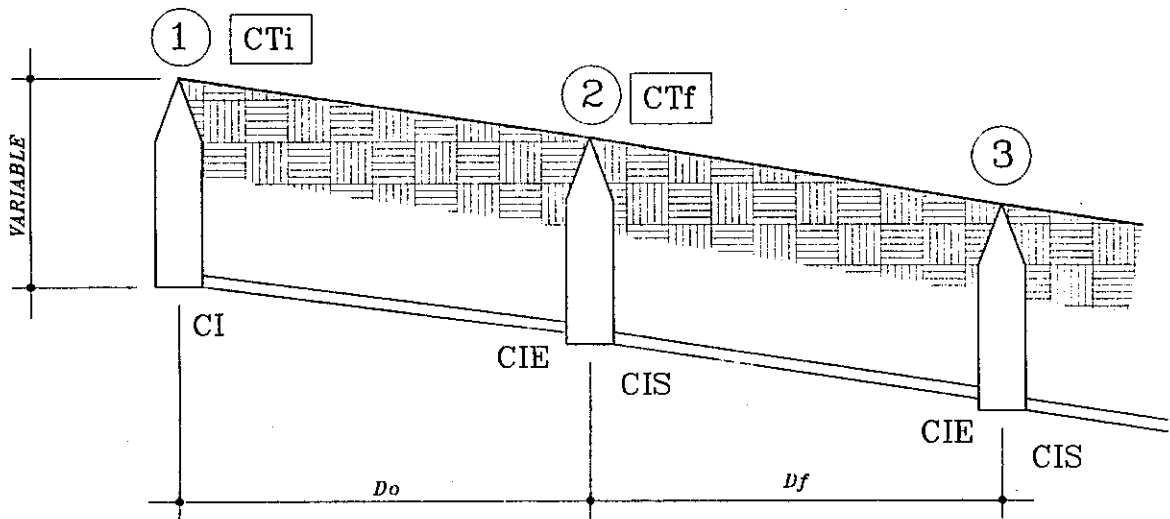
## 2.5 CÁLCULO DE COTAS INVERT.

### 2.5.1 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:

$A_{\text{min}}$  = Altura mínima que depende del tráfico que circule 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.
S =	Pendiente del terreno o tubería.
Et =	Espesor de la tubería.



## COTAS INVERT

*Ecuaciones para calcular cotas invert:*

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

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

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

$$CTE2 = CI - Do \cdot 5\% \text{ tubo}$$

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

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

$$H \text{ pozo} = <T - C15$$



## **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, limpieza y así evitar con esto obstrucciones de 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 utilizó 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 y evitar con esto rupturas en los tubos; la profundidad mínima recomendada es 1.22 metros.

## **2.8 NORMAS Y RECOMENDACIONES.**

En la tabla siguiente se presentan los valores de profundidad de tubería y ancho de la zanja, aunque depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

## **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 y otras de arranque, la diferencia de cotas invert entre el tubo de arranque y el que pasa 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. Para este caso particular se usarán pozos fundidos, ya que la Municipalidad de San Pedro Sacatepequez cuenta con los moldes (ver detalle de pozos en planos).

### **2.9.1 CONEXIONES DOMICILIARES.**

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 previsto 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 impermealizarse 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 a 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 debe 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 de mampostería o con 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.**

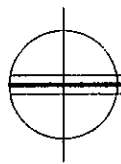
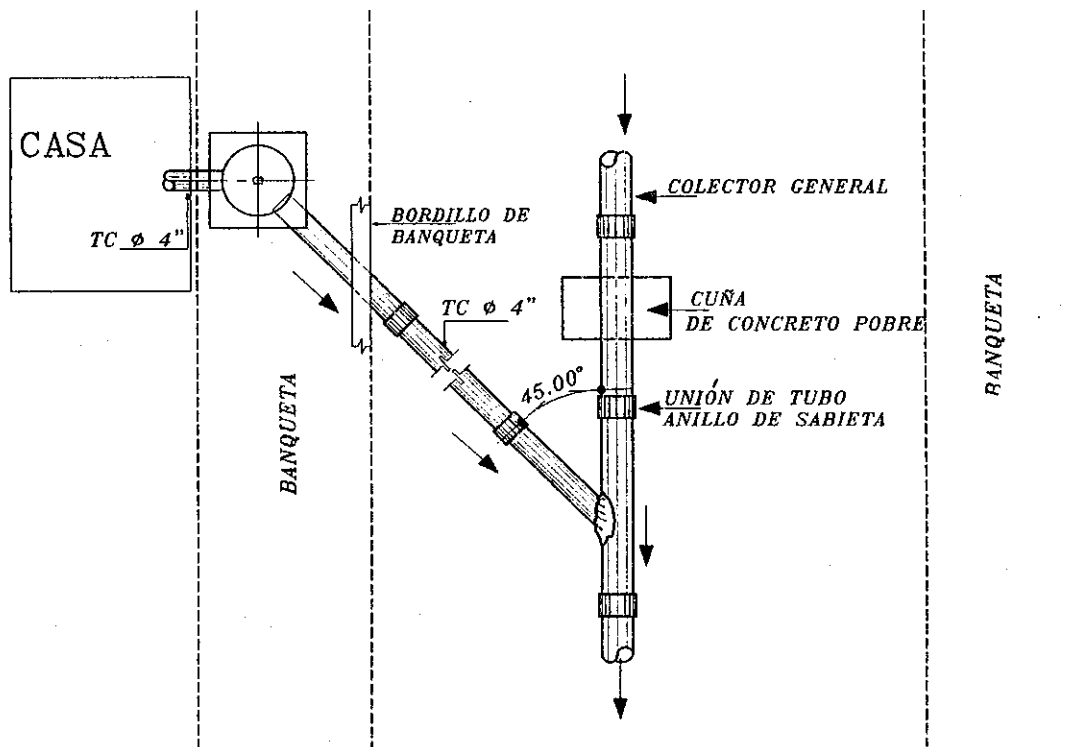
La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tendrá un diámetro mínimo de 6 pulgadas, en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC. Debe tener una pendiente mínima de 2 %.

Al realizar el diseño de alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a 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.

Figuras (dibujo conexión domiciliar, dos tipos ver página 26).

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.

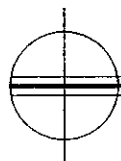
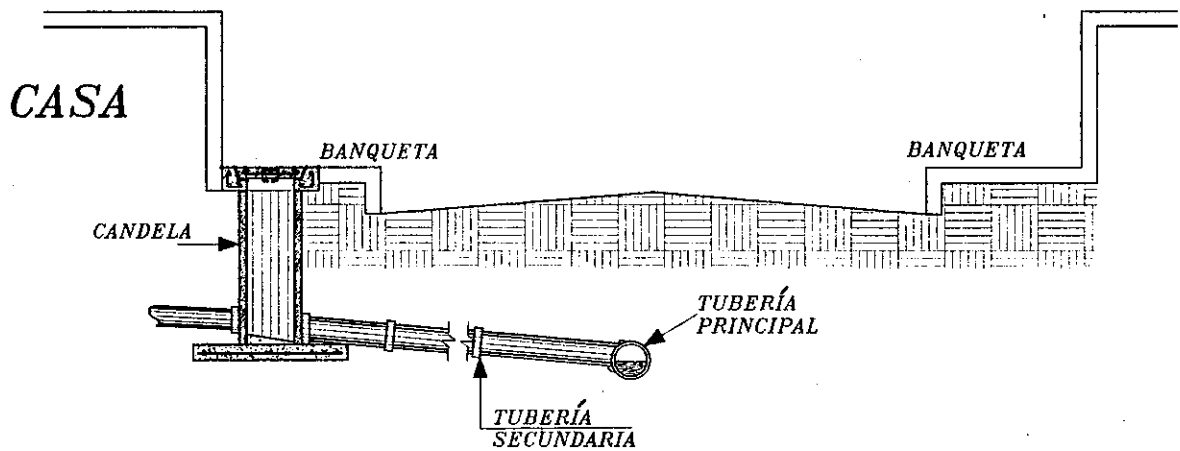
Figuras (dibujo pozo de visita ver páginas 27 y 28).



## PLANTA

ESCALA: 1/ 50

CONEXIÓN DOMICILIAR

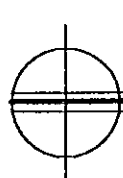
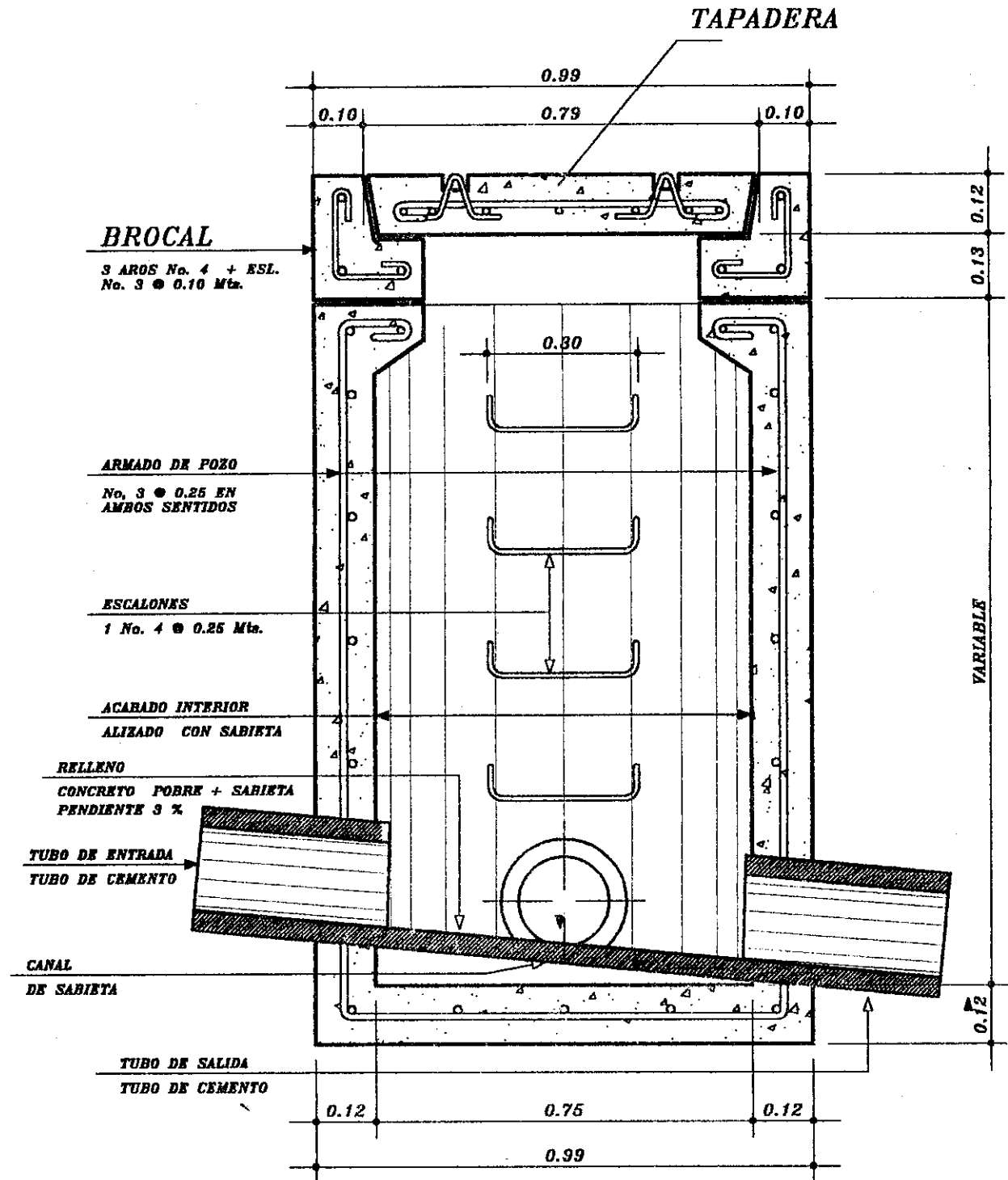


## SECCIÓN

ESCALA: 1/ 50

CONEXIÓN DOMICILIAR





**POZO TÍPICO DE VISITA** ESC: 1/ 12.5  
**QUE SE UTILIZARÁ EN EL PROYECTO**

**TABLA No. 1**

<b>ANCHO LIBRE DE ZANJAS SEGÚN SU PROFUNDIDAD Y EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA A INSTRALAR</b>											
<b>DIÁMETRO NOMINAL</b>											
<b>PULGADAS</b>	<b>HASTA</b>	<b>De: 1.31</b>	<b>De: 1.86</b>	<b>De: 2.36</b>	<b>De: 2.86</b>	<b>De: 3.36</b>	<b>De: 3.86</b>	<b>De: 4.38</b>	<b>De: 4.86</b>	<b>De: 5.36</b>	<b>De: 5.86</b>
	<b>1.30 m</b>	<b>A: 1.85m</b>	<b>A: 2.35m</b>	<b>A: 2.85m</b>	<b>A: 3.35m</b>	<b>A: 3.85m</b>	<b>A: 4.35m</b>	<b>A: 4.85m</b>	<b>A: 5.35m</b>	<b>A: 5.85m</b>	<b>A: 6.35m</b>
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

**CUADRO No. 2**

**PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA COSTA INVERT PARA EVITAR RUPTURAS cm.**

<b>DIÁMETRO</b>	<b>8"</b>	<b>10"</b>	<b>12"</b>	<b>16"</b>	<b>18"</b>	<b>21"</b>	<b>24"</b>	<b>30"</b>	<b>36"</b>	<b>42"</b>	<b>48"</b>	<b>60"</b>
<b>TRÁFICO NORMAL</b>	122	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
<b>TRÁFICO PESADO</b>	142	148	158	151	170	178	186	204	219	234	245	275

## 2.9.4 DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SAN PEDRO PETZ

### 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 período de diseño de alcantarillado será proyectado para llenar adecuadamente su función durante un período 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:	2,010 habitantes
Población de diseño:	3,639 habitantes
Tasa de crecimiento:	3 %
Diámetro de tubería mínima: (tubería de cemento)	8 pulg.
Conexión Domiciliar:	335 conexiones Pendiente 2% Tubería de Cemento 6 pulgadas.
Pozos de Visita:	104 pozos
Factor de caudal medio:	0.0032
Dotación de agua:	100 l/hab/día
Factor de retorno de aguas negras:	0.75



## 2.9.5 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 comunidad, 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. Para calcular la cantidad de habitantes que utilizarán el servicio, se utilizó el método de incremento geométrico, que es el que más responde a la realidad, con una tasa de crecimiento del 3 %.

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

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = número de años de diseño

Pf = 3639 habitantes.

**Dotación de agua:** La dotación de agua con que cuentan los habitantes de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepequez, San Marcos, es de 30,000 litros, por mes o sea que tienen una dotación de 167 lts/hab/día. En lo que respecta a la aldea de San Pedro Pertz, se estimó una dotación de 100 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:

$$Q_{dom} = (\text{dotación} \times \text{No. hab} \times \text{factor}) / 86400 \text{ seg}$$

$$Q_{dom} = (100 \text{ lts/hab/día} \times 3639 \text{ hab} \times 0.75) / 86400 \text{ seg}$$

$$Q_{dom} = 3.16 \text{ lts/seg.}$$

#### Caudal de infiltración:

$$Q_{inf} = (\text{Finf} \times (\text{mts de tubería} + \text{No. de casas} \times 6 \text{ m}) / 1000) / 86400 \text{ seg}$$

$$Q_{inf} = (15,000 \text{ lts/km/día} \times (6357 + 607 \times 6) / 1000) / 86,400 \text{ seg}$$

$$Q_{inf} = 1.74 \text{ lts/seg}$$

## **Caudal de conexiones ilícitas:**

### **a.- Método racional:**

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

Q = caudal (m<sup>3</sup>)

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

I = intensidad de lluvia.

A = área que es posible conectar:

Promedio de área por casa 150 m<sup>2</sup>

$$\text{Área de techo} = (100 \text{ m}^2 \times 607 \text{ casas})/10000 \text{ m}^2/\text{Ha} = 6.07 \text{ Ha}$$

$$\text{Área de patios} = (50 \text{ m}^2 \times 607 \text{ casas})/10000 \text{ m}^2/\text{Ha} = 3.04 \text{ Ha}$$

C = sumatoria (c x a) / sumatoria de áreas

$$C = (6.07 \times 0.8 + 3.04 \times 0.15)/(6.07+3.04)$$

$$C = 0.58$$

$$Q_{c \text{ ilí}} = ((0.58 \times 92 \text{ mm/hora} \times (9.11 \times 0.005))/360) \times 1000$$

$$Q_{c \text{ ilí}} = 6.75 \text{ lts/seg}$$

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

$$Q_{c \text{ ilí}} = (100 \text{ lts/hab/día}) \times (3639 \text{ hab})$$

$$= 4.21 \text{ lts/seg}$$

**c.- Textos y otras publicaciones** toman para posibles conexiones ilícitas 150 lts/hab/día.

$$Q_{c \text{ ilí}} = (150 \text{ lts/hab/día}) \times (3639 \text{ hab})$$

$$= 6.31 \text{ lts/seg}$$

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

$$Q_{c \text{ ilí}} = (3.16 \text{ lts/seg}) \times (10\%)$$

$$= 0.316 \text{ lts/seg}$$

Con estos resultados obtenidos, 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:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{inf} + Q_{cili}$$

$$Q_{med} = 3.16 \text{ lts/seg} + 1.74 \text{ lts/seg} + 6.75 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{med} = 11.65 \text{ lts/seg}$$

**Factor de caudal medio:** ( $F_{qmed}$ ) Ya integrado el caudal medio del área a drenar, que al ser distribuido entre el número de habitantes produce el factor de caudal medio.

$$F_{qmed} = Q_{med}/\text{No hab} = 11.65/3639 = 0.0032 \text{ lts/hab/seg}$$

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

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

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

$$\text{Para este diseño se adoptará el } F_{qmed} = 0.0032 \text{ lts/hab/seg}$$

**Ejemplo de tramo:**

PV 22 a PV 39

$$F_{qmed} = 0.0032 \text{ lts/hab/seg}$$

Población futura = 98 hab.

Diámetro tubería = 8 pulgadas

$$S = 0.0256 \text{ m/m}$$

$$Q_{med} \text{ acumulado} = F_{qmed} \times \text{No hab.} = 0.0032 \times 98 = 0.31 \text{ lts/seg}$$

**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 al tamaño de la población, para ello se utiliza la fórmula de Harmond.

$$F.H. = 18 + (p/1000)^{(1/2)}/4 + (p/1000)^{(1/2)} \quad p = \text{población en miles}$$

$$F.H. = 18 + (98/1000)^{(1/2)}/4 + (98/1000)^{(1/2)}$$

$$F.H. = 4.25$$

$$Q_{dis} = Q_{med.acum} \times F.H. = 0.31 \text{ lts/seg} \times 4.25 = 1.32 \text{ lts/seg}$$

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

### CHEQUEO:

$$Q_{dis} = 1.32 \text{ lts/seg}$$

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

Caudal a sección llena :

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

$$P = 2 \times \pi \times D/2$$

P=perímetro del círculo

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

$$Q_{s.ll} = 1/0.015 \times (3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)^2) \times ((3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)^2)/(2 \times 3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)))^{2/3} \times (0.0256)^{1/2} \times 1000$$

$$Q_{s.ll} = 47.45 \text{ lts seg}$$

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

$$V_{s.ll} = 1/0.015 \times ((3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)^2)/(2 \times 3.1416 \times (8/2 \times 0.0254)))^{2/3} \times (0.0256)^{1/2}$$

$$V_{s.ll} = 1.46 \text{ m/seg}$$

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

$$Q_{dis}/Q_{s.ll} = 1.32/47.45 = 0.027818 \text{ (adimensional)}$$

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:  $v/V = 0.439$  (adimensional)

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

$$v = v/V \times V = 0.439 \times 1.46 = 0.64 \text{ m/s}$$

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 que se muestra en la página No. 36. Para el presente caso  $v/V = 0.439$  y  $d/D = 0.12$ .

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

$$0.60 < 0.64 < 3 \text{ m/s} \quad \text{sí chequea}$$

$$0.10 < 0.12 < 0.75 \quad \text{sí chequea}$$

## 2.9.6 TABLA DE RESULTADOS

Periodo de diseño	20 años.
Población futura	3,639 habitantes
Dotación de agua	100 lts/ha/día
Factor de retorno	0.75
Caudal domiciliario	3.16 lts/seg.
Caudal de infiltración	1.74 lts/seg.
Caudal conexiones ilícitas	6.75 lts/seg.
Caudal medio	11.65 lts/seg.
Factor caudal medio	0.0032 lts/hab/seg.
Pozos de visita	104 pozos

TABLA No. 2

Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0050	0.00060	0.050	0.000030	0.1325	0.07855	0.479	0.037625	0.470	0.46178	0.973	0.44931
0.0075	0.00110	0.074	0.000081	0.1350	0.08071	0.484	0.039064	0.480	0.47454	0.983	0.46647
0.0100	0.00167	0.088	0.000147	0.1375	0.08289	0.490	0.040616	0.490	0.48742	0.991	0.48303
0.0125	0.00237	0.103	0.000244	0.1400	0.08509	0.495	0.042120	0.500	0.50000	1.000	0.50000
0.0150	0.00310	0.116	0.000360	0.1425	0.08632	0.501	0.043247	0.510	0.51258	1.009	0.51719
0.0176	0.00391	0.129	0.000604	0.1450	0.08954	0.507	0.045397	0.520	0.52546	1.016	0.53387
0.0200	0.00477	0.141	0.000672	0.1475	0.09129	0.511	0.046649	0.530	0.53822	1.023	0.55060
0.0225	0.00469	0.152	0.000865	0.1500	0.09406	0.517	0.048629	0.540	0.55087	1.029	0.56685
0.0250	0.00665	0.163	0.001084	0.1525	0.09638	0.522	0.050310	0.550	0.56355	1.033	0.58215
0.0275	0.00768	0.174	0.001336	0.1550	0.09864	0.528	0.052082	0.560	0.57621	1.049	0.60444
0.0300	0.00874	0.184	0.001608	0.1575	0.10095	0.533	0.053806	0.570	0.58882	1.058	0.62297
0.0325	0.00985	0.194	0.001911	0.1600	0.10328	0.538	0.055665	0.580	0.60142	1.060	0.63750
0.0350	0.01100	0.203	0.002233	0.1650	0.10796	0.548	0.059162	0.590	0.61396	1.066	0.65488
0.0375	0.01219	0.212	0.002584	0.1700	0.11356	0.560	0.068594	0.600	0.62646	1.072	0.67157
0.0400	0.01342	0.221	0.002966	0.1750	0.11754	0.568	0.066763	0.610	0.63892	1.078	0.68876
0.0425	0.01468	0.230	0.003376	0.1800	0.12241	0.577	0.070630	0.620	0.65131	1.083	0.70537
0.0450	0.01599	0.239	0.003822	0.1850	0.12733	0.587	0.074743	0.630	0.66363	1.089	0.72269
0.0475	0.01732	0.248	0.004295	0.1900	0.13229	0.596	0.078845	0.640	0.67593	1.094	0.73947
0.0500	0.01870	0.256	0.004787	0.1950	0.13725	0.605	0.083036	0.650	0.68770	1.098	0.75510
0.0525	0.02010	0.264	0.005306	0.2000	0.14238	0.615	0.087564	0.660	0.70053	1.104	0.77339
0.0550	0.02154	0.273	0.005880	0.2050	0.14750	0.624	0.091040	0.670	0.71221	1.108	0.78913
0.0575	0.02300	0.281	0.006463	0.2100	0.15266	0.633	0.096634	0.680	0.72413	1.112	0.80523
0.0600	0.02449	0.289	0.007078	0.2150	0.15786	0.644	0.101662	0.690	0.73596	1.116	0.82133
0.0625	0.02603	0.297	0.007731	0.220	0.16312	0.651	0.106191	0.700	0.74769	1.120	0.83741
0.0650	0.02768	0.305	0.008412	0.225	0.16840	0.659	0.110976	0.710	0.75957	1.124	0.85376
0.0675	0.02916	0.312	0.009098	0.230	0.17356	0.669	0.116112	0.720	0.77079	1.126	0.86791
0.0700	0.03078	0.320	0.009850	0.235	0.17913	0.676	0.121092	0.730	0.78216	1.130	0.88384
0.0725	0.03231	0.327	0.010565	0.240	0.18455	0.684	0.126232	0.740	0.79340	1.132	0.89734
0.0750	0.03407	0.334	0.011379	0.245	0.19000	0.692	0.131480	0.750	0.80450	1.134	0.91230
0.0775	0.03576	0.341	0.012194	0.250	0.19552	0.702	0.13726	0.760	0.81544	1.136	0.92634
0.0800	0.03747	0.348	0.013040	0.260	0.20660	0.716	0.14793	0.770	0.82623	1.137	0.93942
0.0825	0.03922	0.355	0.013923	0.270	0.21784	0.730	0.15902	0.780	0.83688	1.139	0.95321
0.0850	0.04098	0.361	0.014794	0.280	0.22921	0.747	0.17122	0.790	0.85101	1.140	0.97015
0.0875	0.04277	0.368	0.015739	0.290	0.24070	0.761	0.18317	0.800	0.86760	1.140	0.98906
0.0900	0.04459	0.375	0.016721	0.300	0.25232	0.776	0.19580	0.810	0.87759	1.140	1.0004
0.0925	0.04642	0.381	0.017819	0.310	0.26403	0.790	0.20858	0.820	0.87759	1.140	1.0005
0.0950	0.04827	0.388	0.018729	0.320	0.27587	0.804	0.22180	0.830	0.88644	1.139	1.0097
0.0975	0.05011	0.393	0.019693	0.330	0.28783	0.817	0.23516	0.840	0.89672	1.139	1.0214
0.1000	0.05204	0.401	0.020863	0.340	0.29978	0.830	0.24882	0.850	0.90594	1.138	1.0310
0.1025	0.05396	0.408	0.022016	0.350	0.31230	0.843	0.26327	0.860	0.91491	1.136	1.0474
0.1050	0.05584	0.414	0.023118	0.360	0.32411	0.856	0.27744	0.870	0.92361	1.134	1.0474
0.1075	0.05783	0.420	0.024289	0.370	0.33637	0.868	0.29197	0.880	0.93202	1.131	1.0541
0.1100	0.05986	0.426	0.025500	0.380	0.34828	0.879	0.30649	0.890	0.94014	1.128	1.0603
0.1125	0.06186	0.432	0.026724	0.390	0.36108	0.891	0.32172	0.900	0.94796	1.124	1.0655
0.1150	0.06388	0.439	0.028043	0.400	0.37354	0.902	0.33693	0.910	0.95541	1.120	1.0701
0.1175	0.06591	0.444	0.029274	0.410	0.38604	0.913	0.35246	0.920	0.96252	1.116	1.0742
0.1200	0.06797	0.450	0.030587	0.420	0.39858	0.921	0.36709	0.930	0.96922	1.109	1.0749
0.1225	0.07005	0.456	0.031943	0.430	0.40890	0.934	0.38191	0.940	0.97554	1.101	1.0741
0.1250	0.07214	0.463	0.033401	0.440	0.42379	0.943	0.39963	0.950	0.98130	1.094	1.0735
0.1275	0.07426	0.468	0.034754	0.450	0.43645	0.955	0.41681	0.960	0.98658	1.086	1.0714
0.1300	0.07640	0.473	0.036137	0.460	0.44913	0.964	0.43296	0.970	0.99126	1.075	1.0656

## 2.9.0 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.

### ALCANTARILLADO SANITARIO.

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

#### 2.10.1 ELEMENTOS DE UN ALCANTARILLADO SANITARIO.

Elemento	Finalidad
Conexión domiciliar →	Transportar las aguas residuales originadas en las viviendas a las alcantarillas secundarias o a las principales, excepto a otra conexión domiciliar. Normalmente se construyen exteriormente a 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 residual de una o más viviendas a la línea central.
Línea Central o _____ Principal	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.

## **2.10.2 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 a 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:**

#### **1.1.- General**

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

#### **1.2.- 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 que conforman esta tesis.

### **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 esta obra; así como lineamientos operativos que permitan evaluar el funcionamiento del sistema y dar el mantenimiento a las diferentes unidades del sistema.

### **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 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.

**CUADRO DESCRIPTIVO**

<b>Guía</b>	<b>Elemento</b>	<b>Inspección</b>	<b>Posible Problema</b>	<b>Acciones a Seguir</b>
I	Línea Central Y/o Secundaria	✓ En Pozos de 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, deberá ser trasladado al Comité para implementar las medidas correctivas que corresponda de acuerdo a las recomendaciones del informe, programándose a corto plazo las actividades ha 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 al 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.

#### 2.10.3 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 que 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 es 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:

##### **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 al interior del sistema con el auxilio de una manguera de diámetro y longitud adecuada para esta actividad.

### **Taponamiento Total:**

Al no lograrse despejar el taponamiento por medio de presión de agua, se requiere realizar sondeos para 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 línea de conducción.

## **2.10.4 GUÍA II: POZOS DE VISITA Y/O REGISTROS**

Dentro de los chequeos que deben 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, desportillándolas o fracturándolas.

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

### **Inspección Interna del Registro:**

Debe 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.

## **2.10.5 GUÍA III: CONEXIONES DOMICILIARES**

Dentro de los chequeos que deben realizarse a las conexiones domiciliarias, 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 Domiciliarias 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, los cuales obtuvieron su derecho a conexión del sistema, por medio de su participación en la ejecución de la obra. 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 pueden producir una obstrucción al 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 en adjudicación de candelas, tanto por su parte, como las dadas en el proceso de ejecución de la obra a los beneficiarios del sistema. Los siguientes aspectos a evaluar son si la conexión es ilícita lo constituyen el tipo de unidad instalada, ya que ésta puede diferir del resto de las demás, ya sea por calidad de materiales empleados en su realización o por la forma en que se encuentra construída.

El segundo lo constituyen aquellas candelas otorgadas pero que los beneficiarios se encuentren haciendo uso inadecuado del servicio o que no cumplan con las recomendaciones dadas por parte del programa para el uso del sistema. Dentro de estas faltas se encontraròn:

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

Habiendo sido plenamente identificada la conexión ilícita o las que hagan 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 el 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 que puede 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. Es conveniente indicar, que las mejoras dentro del hogar, en relación a los servicios higiénicos, deben ser supervisados 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.

Deben construirse cajas "trampa de grasa", para evitar la acumulación de grasa en la tubería, esta 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 ALDEA SAN PEDRO PETZ, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS.**

### **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 escorrentía 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 deben 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 CARACTERÍSTICA 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 el 40% al 50% de la materia orgánica, son complejos aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos. Aproximadamente un 50% al 60% de las proteínas se encuentran en la fracción disuelta de las aguas residuales domésticas y un 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 DE 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 determinan 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.

### **2.11.5 FOSA SÉPTICA.**

La fosa séptica es uno de los más antiguos dispositivos para el proceso hidráulico y sanitario de la evacuación de excretas y otros residuos que provienen de viviendas individuales, agrupamientos de casas o instituciones situados tanto en zonas urbanas como rurales. Se puede definir como un estanque cubierto y hermético, construido de piedra, ladrillo, concreto armado y otros materiales de albañilería, es generalmente de forma rectangular, proyectado y diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscila entre doce y setenta y dos horas, durante el cual se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de sólidos sedimentables.

### **2.11.6 FUNCIONES DE LAS FOSAS SÉPTICAS.**

Los desechos líquidos caseros (aguas negras) sin ningún tratamiento obstruirían fácilmente casi todos las formaciones más porosas de grava, la fosa séptica acondiciona las aguas negras para que estén en capacidad de infiltrarse con mayor facilidad en el subsuelo. Se deduce entonces que, la función más importante de una fosa séptica, es asegurar la protección para conservar la capacidad de absorción del suelo. Para lograr esta protección deberán cumplirse tres funciones básicas:

- a) Eliminación de sólidos.
- b) Proceso biológico de descomposición.
- c) Almacenamiento de natas y lodos.

### **2.11.7 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

La inspección y limpieza de una fosa séptica requiere de ciertos procedimientos y técnicas, con el fin de que posteriormente funcione en forma adecuada. Para ello se sugiere aplicar los pasos siguientes:

#### **INSPECCION:**

- a) Localizar perfectamente el lugar en donde se encuentra la fosa séptica, lo que podrá hacerse por medio de los planos de construcción.
- b) Una vez identificado el lugar, se procederá a excavar (preferiblemente con una pala, evitando el uso de la piocha, que puede dañar la cubierta de la fosa), tomando en cuenta que estos dispositivos hidráulicos suelen encontrarse a poca profundidad del nivel del suelo.  
Resulta innecesario descubrir toda la superficie de la fosa séptica, por lo que se deberá hacer en los lugares en donde se encuentren las tapas de registro.
- c) Descubiertas las tapas de registro, se pueden golpear suave pero firmemente en los bordes con el cabo de la pala, a fin de que se aflojen; así podrán levantarse más fácilmente.



Primero se levanta la que se encuentra sobre el deflector de salida, cuidando a la vez de no aspirar los gases que puedan emanar de la fosa séptica, ya que pueden ser tóxicos. (Se prefiere levantar primero esta tapa, ya que se supone hay menos gases acumulados en este lado de la fosa séptica).

Con el fin de realizar una mejor inspección, es bueno proceder a levantar también la tapa que está sobre el deflector de entrada.

- d) Levantadas las tapas de registro, es conveniente dejar que la fosa séptica se ventile previamente durante unos cinco minutos, a fin de que escapen los gases tóxicos e inflamables que se generan en su interior, que pueden ser peligrosos.
- e) Es bueno efectuar una inspección en el tubo de entrada, para lo cual previamente se ha removido la tapa de registro.  
Deberá verificarse que no hayan natas acumuladas entre la pared de la fosa séptica y el tabique difusor de entrada, si lo hubiere.

### **LIMPIEZA:**

Una vez efectuados los pasos de inspección descritos con anterioridad, se procede a la limpieza, si se determinó su necesidad. Para ello, se puede operar de la forma siguiente:

- a) Si se cuenta con equipos como bomba de succión y camión cisterna, se introduce la manguera de la bomba en la superficie en donde están las natas, con el fin de ir las extrayendo y depositándolas en la cisterna.  
A medida que va disminuyendo el volumen del contenido de la fosa, se llega a los lodos, teniendo cuidado de que, al extraer éstos, se deje un pequeño residuo (una capa de aproximadamente 5 Cms.), para propósito de inoculación de bacterias.
- b) Si no se cuenta con el equipo mencionado, el contenido de la fosa puede extraerse por medio de cubetas provistas de mangos largos (atados al asa de la cubeta), e irlo depositando en carretillas. Al llegar a los lodos, deberá recordarse que se ha de dejar un pequeño residuo de éstos, para propósito de inoculación de bacterias.
- c) Una vez vaciada la fosa séptica, deberán revisarse las bocas de entrada y salida, verificando que se encuentren completamente libres. Si es necesario introducirse en ella, la persona que lo haga deberá llevar atada a su cintura una cuerda, con el fin de ser extraído si llegara a desfallecer por la acción de algún gas remanente. En todo caso, es bueno usar mascarillas al momento de efectuar la limpieza.
- d) Las fosas sépticas NO deben lavarse ni desinfectarse después de su limpieza (ya sea por bombeo, con cubetas o cualquier otro procedimiento).
- e) Una vez vaciada la fosa séptica, deberán colocarse nuevamente las tapas de registro, cuidando de que queden bien instaladas, para evitar posibles fugas de olores o gases. Se procederá entonces a rellenar sobre las tapas, y de ser posible se debe colocar una marca sobre éstas (una estaca o alguna planta pequeña ornamental), con el fin de facilitar la localización en futuras operaciones.
- f) El material retirado de una fosa séptica puede enterrarse en lugares deshabitados (preferiblemente fuera del perímetro urbano), en zanjas que tengan un mínimo de 60 Cms. de profundidad.

Las natas, líquidos y lodos extraídos de una fosa séptica suelen contener partes sin digerir, que siguen siendo nocivas, pudiendo ser peligrosas para la salud. Por tanto, estos fangos, si se desearan usar como fertilizantes no se podrían

Las natas, líquidos y lodos extraídos de una fosa séptica suelen contener partes sin digerir, que siguen siendo nocivas, pudiendo ser peligrosas para la salud. Por tanto, estos fangos, si se desearan usar como fertilizantes no se podrían aprovechar de inmediato, por lo que se deberán mezclar convenientemente con otros residuos orgánicos (basuras, hierba cortada, etc.). El material líquido retirado, no deberán vaciarse en sistemas de aguas pluviales o en corrientes de agua (ríos), por el evidente peligro de contaminación.

### **MANTENIMIENTO:**

El efectuar la inspección periódica y realizar la limpieza cuando sea necesario en una fosa séptica, implica estarle dando mantenimiento. Sin embargo, este no es sólo cumplir con las operaciones sugeridas anteriormente, sino también tener presente que la fosa séptica es un dispositivo hidráulico-sanitario que requiere cuidado, por el proceso anaeróbico-biológico que en ella se desarrolla. Por tanto, ha de observarse sumo cuidado en cuanto al uso de desinfectantes u otras sustancias químicas que se usan en artefactos sanitarios o domésticos, y que posteriormente llegan a ella.

#### **2.11.8 DESINFECTANTES:**

Como regla general, no es aconsejable el agregar desinfectantes o sustancias químicas a una fosa séptica, ya que ello no mejora en modo alguno su funcionamiento. Ciertos productos patentados en el mercado, que aparentemente "limpian" las fosas sépticas, provocan, posteriormente y en plazos relativamente muy cortos, el aumento de los lodos con gran incremento de la alcalinidad, ya que contienen hidróxido de potasio como agente activo, que altera el proceso digestivo de hongos y bacterias. Más bien, estos productos son usados para destapar desagües o tuberías obstruidas, por sus altas concentraciones y poder químico. El efluente resultante puede dañar el suelo en forma peligrosa, saturándolo rápidamente, aunque se note un alivio momentáneo una vez que ha sido aplicado el producto.

No obstante, si estos productos químicos (hipocloritos) son aplicados en pequeñas dosis adelante de la fosa séptica, pueden evitar olores, sin causar efectos posteriores.

#### **2.11.9 PRECAUCIONES:**

La aplicación inmoderada de jabones, blanqueadores, detergentes, destapadores de desagües y otros productos afectan tanto al suelo como sus organismos esenciales, por lo que debe tenerse cuidado en el uso de ellos.

Aproximadamente hay a la venta 1,000 productos (muchos incluso contienen enzimas) para ser aplicados en fosas sépticas, de los que hasta ahora, ninguno ha demostrado ser efectivo en puebas supervisadas. Debe consultarse previamente a organismos o empresas calificadas en cuanto a la aplicación de sustancias químicas improvisadas o hechas en casa, que en muchos casos se usan en los artefactos domésticos y sanitarios, con el fin de evitar daños futuros tanto en la red de drenajes como en la fosa séptica.

## 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 San Pedro Petz o cualquier otra comunidad que tendrá como cuerpo receptor final el río Palatzà, 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 la 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 va 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, cuando más se adapta 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 batería de cinco fosas sépticas, esta alternativa es más económica y da buenos resultados.

### 2.12.1 DISEÑO DE FOSA SEPTICA

2010 Habitantes

75 Lts./persona/día

$150750.00 \text{ Lts./día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ Lts.} = 150.75 \text{ m}^3/\text{día}$

Colocando 5 fosas sépticas, cada una tendría un volumen de  $30.15 \text{ m}^3/\text{día}$

Si la longitud es igual a 2 veces el ancho

asumir profundidad del líquido = 1.70 mts.

Volumen = Longitud x ancho x alto

$30.15 \text{ m}^3 = 2 \text{ ancho} \times \text{ancho} \times \text{alto}$

$30.15 \text{ m}^3 = 2 (\text{ancho})^2 \times \text{alto}$

$\text{ancho} = (30.15/3.4)^{(1/2)}$

$\text{ancho} = 2.9 \text{ mts.}$

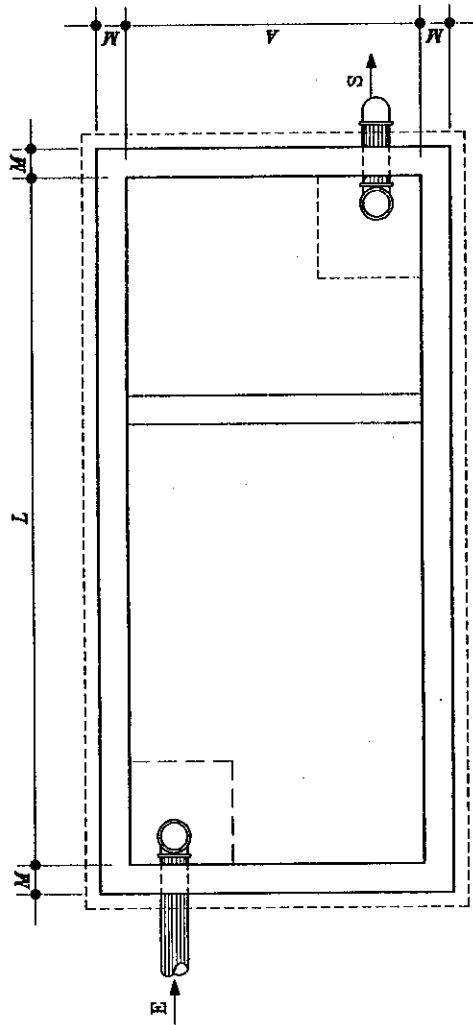
Si longitud = 2 ancho =  $2.9 \times 2 = 5.80 \text{ mts.}$

Para encontrar altura total de fosa séptica =  $.2 \times \text{altura del líquido} .20 \times 1.7 = .34 + 1.7 = 2.04 \text{ mts.}$

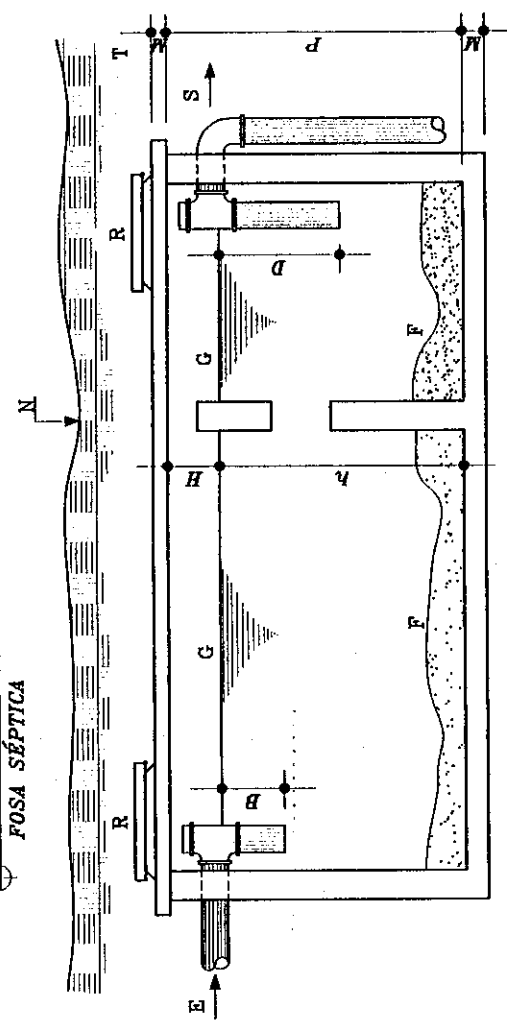
Las dimensiones de la fosa serán ancho 2.90 mts

Largo 5.80 mts.

Alto 2.04 mts.



- L= Largo Fosa Séptica
- A= Ancho
- P= Profundidad Total
- h= Altura del agua en la fosa
- H= Espacio libre = 0.20 h
- B= Descarga "T" entrada ( no menor 0.15 mts.)= 0.20 h
- D= Niple "T" salida ( mínimo 0.30 mts.)= 0.40 h
- R= Tapa de registro
- T= Tierra sobre la Fosa Séptica (+ 0.30 mts.)
- F= Fangos (o lodos)
- G= Espuma Flotante ( o natas)
- N= Nivel del terreno
- M= Espesor de paredes
- E= Entrada (afluente)
- S= Salida ( efluente)



# FOSA SÉPTICA CON "T" "T" DE ENTRADA "T" DE SALIDA

## **2.12.2            PRESUPUESTO DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ALDEA SAN PEDRO PETZ**

La cuantificación de materiales y mano de obra para los trabajos se realizó en base a lo siguiente:

- El concreto para la fundición de pozos se calculó por metro cúbico
- La cantidad de arena de río y piedrín, se calculó por metro cúbico de fundición por pozo de visita.
- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó: quintal por pozo de visita.
- Así mismo se calcularon los materiales de la conexión domiciliar y colector general para cada elemento en forma unitaria, así como la mano de obra calificada.
- La totalidad de materiales será local y será proporcionada por la municipalidad.
- La cuantificación de la mano de obra calificada se realizó en forma unitaria, metro lineal y metro cúbico.
- Los rendimientos de mano de obra se tomaron en base a la experiencia en los proyectos de drenaje ejecutados por la municipalidad, para mano de obra no calificada se tomó como un aporte de los vecinos.
- La mano de obra calificada consistirá en maestro de obra por parte de la municipalidad, bodeguero, planillero y albañiles. Los ayudantes de albañil serán mano de obra no calificada aportados por parte de los comunitarios.
- Los salarios de la mano de obra, se tomarán con base a los que se manejan en la unidad técnica de la Municipalidad.
- Los precios de los materiales se tomaron los que maneja la unidad técnica

PRESUPUESTO DE MATERIALES Y MANO DE OBRA  
 PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO  
 COMUNIDAD: ALDEA SAN PEDRO PETZ  
 MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ  
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

**MATERIALES**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>1</b>	<b>T. C. De 12"</b>				
1.1	Tubo de 12"	452.00	U	22.00	9944.00
1.2	Arena de río	25.00	m3	115.00	2875.00
1.3	Cemento	150.00	sacos	27.00	4050.00
1.4	Piedra bola	12.00	m3	115.00	1380.00
1.5	Madera para formaleta	50.00	pt.	2.00	100.00
1.6	Clavo para formaleta de 2 1/2	2.00	Lbs	2.50	5.00
1.7	Alambre de amarre	2.00	Lbs.	2.25	4.50
					<b>18358.50</b>

**2 MANO DE OBRA**

2.1	Trazo y estaqueado	452.00	m2	5.00	2260.00
2.2	Excavación	875.00	m3	20.00	17500.00
2.3	Colocación tubo de 12"	452.00	u	6.50	2938.00
2.4	Hechura de anillo	452.00	u	3.25	1469.00
2.5	Fundición de cuña	113.00	u	45.00	5085.00
2.6	Relleno y compactación	875.00	m3	15.00	13125.00
					<b>42377.00</b>

**MATERIALES**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>3</b>	<b>T. C. De 8"</b>				
3.1	Tubo de 8"	5905.00	u	16.00	94480.00
3.2	Arena de río	350.00	m3	115.00	40250.00
3.3	Cemento	1960.00	sacos	27.00	52920.00
3.4	Piedra bola	168.00	m3	115.00	19320.00
3.5	Madera para formaleta	500.00	pt.	2.00	1000.00
3.6	Clavo para formaleta de 2 1/2	20.00	Lbs	2.50	50.00
3.7	Alambre de amarre	20.00	Lbs.	2.25	45.00
					<b>208065.00</b>

**4 MANO DE OBRA**

4.1	Trazo y estaqueado	4553.75	m2	5.00	22768.75
4.2	Excavación	5935.85	m3	20.00	118717.00
4.3	Colocación tubo de 8"	5905.00	u	4.50	26572.50
4.4	Hechura de anillo	5905.00	u	2.25	13286.25
4.5	Fundición de cuña	1752.00	u	45.00	78840.00
4.6	Relleno y compactación	5935.85	m3	15.00	89037.75
					<b>349222.25</b>

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
	<b>MATERIALES</b>				
5	ACOMETIDA	335			
5.1	Tubo de 12"	335.00	u	22.00	7370.00
5.2	Tubo de 6"	2010.00	u	10.00	20100.00
5.3	Arena de río	19.00	m3	115.00	2185.00
5.4	Piedrin	21.00	m3	125.00	2625.00
5.5	Cemento	234.00	sacos	27.00	6318.00
5.6	Hierro No. 3	119.00	qq	138.00	16422.00
5.7	Hierro No. 2	12.00	qq	145.00	1740.00
5.8	Madera para formaleta	1600.00	pt.	2.00	3200.00
3.6	Clavo para formaleta de 2 1/2	67.00	Lbs	2.50	167.50
1.7	Alambre de amarre	335.00	Lbs.	2.25	753.75
					<b>60881.25</b>

### 6 MANO DE OBRA

6.1	Trazo y estaqueado tubo de 6"	1306.5	m2	5.00	6532.50
6.2	Excavación	418.75	m3	20.00	8375.00
6.3	Armado No. 2 y No. 3	131.00	m3	40.00	5240.00
6.4	Fundición	26.00	m3	115.00	2990.00
6.5	Encofrado y desencofrado	1600.00	pt.	1.00	1600.00
6.6	Colocación de tubo de 12"	335.00	u	6.15	2060.25
6.7	Colocación de tubo de 6"	2010.00	u	3.25	6532.50
6.8	Hechura de anillo t.c. 6"	2010.00	u	2.00	4020.00
6.9	Relleno y compactación t.c. De 6"	1633.00	m3	15.00	24495.00
					<b>61845.25</b>

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
	<b>MATERIALES</b>				
7	<b>POZO DE VISITA</b>	<b>104.00</b>	<b>u</b>		
7.1	Arena de río	60.00	m3	115.00	6900.00
7.2	Piedrin	70.00	m3	125.00	8750.00
7.3	Cemento	756.00	sacos	27.00	20412.00
7.4	Hierro No. 4	38.00	qq	138.00	5244.00
7.5	Hierro No. 3	115.00	qq	138.00	15870.00
7.6	Clavo para formaleta de 2 1/2	20.00	Lbs	2.50	50.00
7.8	Alambre de amarre	800.00	Lbs.	2.25	1800.00
					<b>59026.00</b>

### 8 MANO DE OBRA

8.1	Excavación	1556.00	m3	20.00	31120.00
8.2	Armado No. 4 y No. 3	153.00	qq	40.00	6120.00
8.3	Fundición	84.24	m3	115.00	9687.60
8.4	Armado y desarmado de molde	104.00	u	30.00	3120.00
8.5	Repello + alizado de cemento	370.00	m2	45.00	16650.00
8.6	Colocación de escalones	104.00	u	35.00	3640.00
					<b>70337.60</b>

NOTA: Madera para formaleta de pozos no se incluye, ya que la municipalidad tiene molde de metal para la fundición de los mismos.



No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
<b>MATERIALES</b>					
<b>9</b>	<b>FOSA SÉPTICA Y DESFOGUE</b>	<b>5.00</b>	<b>u</b>		
9.1	Cemento	856.00	sacos	27.00	23112.00
9.2	Arena de río	63.00	m3	115.00	7245.00
9.3	Piedrin	50.00	m3	125.00	6250.00
9.4	Madera para formaleta	2600.00	pt	2.00	5200.00
9.5	Parales de 3"x3" x9'	140.00	u	15.00	2100.00
9.6	Tendales de 3'x 4" x 9'	80.00	u	20.00	1600.00
9.7	Hierro No. 3	60.50	qq	138.00	8349.00
9.8	Clavo para formaleta	2.00	qq	250.00	500.00
9.90	Alambre de amarre	600.00	Lbs.	2.25	1350.00
9.10	Tee pvc de 6"	10.00	u	80.00	800.00
9.11	Tubo de pvc de 125 psi de 6"	75.00	u	150.00	11250.00
9.12	Tangit	2.00	cuartos	90.00	180.00
					<b>67936.00</b>

#### 10 MANO DE OBRA

10.1	Limpieza y nivelación	305.00	m2	25.00	7625.00
10.2	Trazo y estaqueado	166.00	m2	5.00	830.00
10.3	Excavación	154.00	m3	20.00	3080.00
10.4	Armado No. No. 3	60.50	qq	40.00	2420.00
10.5	Fundición	58.00	m3	115.00	6670.00
10.6	Encofrado y desencofrado	2640.00	pt	1.00	2640.00
10.7	Repello + alizado de cemento	240.00	m2	45.00	10800.00
10.8	Hechura caja distribuidora 1 m3	1.00	u	500.00	500.00
10.9	Colocación de tubo pvc de 6"	75.00	ml	10.00	750.00
10.10	Hechura de grada canal	20.00	ml	50.00	1000.00
					<b>36315.00</b>

**RESUMEN DE MATERIALES**  
**PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO**  
**COMUNIDAD: ALDEA SAN PEDRO PETZ**  
**MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ**  
**DEPARTAMENTO: SAN MARCOS**

**MATERIALES**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubo de cemento de 12"	787.00	u	22.00	17314.00
2	Tubo de cemento de 8"	5905.00	u	16.00	94480.00
3	Tubo de cemento de 6"	2010.00	u	10.00	20100.00
4	Tubo pvc de 6" 125 psi	75.00	u	150.00	11250.00
5	Cemento	3956.00	sacos	27.00	106812.00
6	Arena de río	517.00	m3	115.00	59455.00
7	Piedrin	141.00	m3	125.00	17625.00
8	Pedra bola	180.00	m3	115.00	20700.00
9	Hierro No. 4	38.00	qq	138.00	5244.00
10	Hierro No. 3	294.50	qq	138.00	40641.00
11	Hierro No. 2	12.00	qq	145.00	1740.00
12	Madera para formaleta	4750.00	pt	2.00	9500.00
13	Clavo para formaleta	3.09	qq	250.00	772.50
14	Alambre de amarre	1757.00	Lbs.	2.25	3953.25
15	Parales de 3" x 3" x 9'	140.00	u	15.00	2100.00
16	Tendales de 3" x 4" x 9'	80.00	u	20.00	1600.00
17	Tee pvc de 6"	10.00	u	80.00	800.00
18	Tangit	2.00	cuartos	90.00	180.00
					<b>414266.75</b>

RESUMEN DE MANO DE OBRA  
 PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO  
 COMUNIDAD: ALDEA SAN PEDRO PETZ  
 MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ  
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Limpieza y Nivelación	305.00	m2	25.00	7625.00
2	Trazo y Estaqueado	6478.25	m2	5.00	32391.25
3	Excavación	8939.60	m3	20.00	178792.00
4	Colocación tubo de 12" acometic	335.00	u	6.15	2060.25
5	Colocación tubo de 12"	452.00	u	6.50	2938.00
6	Hechura de anillo de 12"	452.00	u	3.25	1469.00
7	Fundición de cuña	1865.00	u	45.00	83925.00
8	Relleno y compactación	8443.85	m3	15.00	126657.75
9	Colocación tubo de 8"	5905.00	u	4.50	26572.50
10	Hechura de anillo de 8"	5905.00	u	2.25	13286.25
11	Colocación tubo de 6"	2010.00	u	3.25	6532.50
12	Encofrado y desencofrado	4240.00	pt	1.00	4240.00
13	Hechura de anillo de 6"	2010.00	u	2.00	4020.00
14	Armado No. 2 y No.3	191.50	qq	40.00	7660.00
15	Armado No.3 y No.4	153.00	qq	40.00	6120.00
16	Fundición de concreto	168.24	m3	115.00	19347.60
17	Armado y desarmado de molde	104.00	u	30.00	3120.00
18	Repello + alizado de cemento	610.00	m2	45.00	27450.00
19	Colocación de escalones	104.00	u	35.00	3640.00
20	Hechura de caja de distribución	1.00	u	500.00	500.00
21	Colocación tubo pvc de 6"	75.00	ml	10.00	750.00
22	Hechura de grada canal	20.00	ml	50.00	1000.00

560097.10

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO**  
**PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO**  
**COMUNIDAD: ALDEA SAN PEDRO PETZ**  
**MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ**  
**DEPARTAMENTO: SAN MARCOS**

No.	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	MATERIALES	414266.8
2	MANO DE OBRA	560097.10
3	SUB-TOTAL	974363.9
4	IMPREVISTOS	29230.92
5	ADMINISTRACIÓN	48718.19
6	SUPERVISIÓN	48718.19
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1101031</b>

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de UN MILLÓN CIENTO UN MIL TREINTA Y UN QUETZALES EXACTOS.

## CONCLUSIONES

1. Con la construcción del presente proyecto de Drenaje Sanitario en la aldea de San Pedro Petz, ésta contará con un servicio básico, que indudablemente vendrá a contribuir a que la calidad de vida de los habitantes mejore considerablemente.
2. El éxito del proyecto, dependerá del cumplimiento de las especificaciones y demás información contenida en los planos, sumado a una buena supervisión técnica, efectuada por profesionales con experiencia en el ramo.
3. La experiencia obtenida en la aplicación del diagnóstico participativo comunal ayudó para que el vecindario se integrara a participar en la solución de los problemas detectados.
4. Muchas veces la limpieza de una fosa séptica se torna dificultosa, sobre todo por no efectuarse las inspecciones periódicas del caso (por lo menos una vez al año). Como consecuencia, el operador se ve obligado a introducirse en ella luego de que se han sacado las natas y los líquidos, para poder “despegar” una costra que se forma sobre todo en el fondo de la fosa séptica. Esto no es más que lodos solidificados por la falta de mantenimiento adecuado. Deberá entonces protegerse debidamente, usando mascarilla, guantes, traje adecuado (overol), y botas de hule.
5. Para la ejecución del proyecto de drenaje sanitario de la aldea San Pedro Petz, la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos cuenta con los recursos necesarios para la ejecución, la cual será de la siguiente manera la municipalidad aportará supervisión, materiales y mano de obra calificada y los vecinos aportarán la mano de obra no calificada.
6. Con la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, se tuvo la oportunidad de confrontar teoría-práctica, resolviendo problemas reales, así como poder llegar a conocer, en mínima parte, la realidad que afrontan las comunidades del área rural.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda 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 Aldea en el uso del sistema, para que su funcionamiento sea adecuado.
2. Se recomienda a la Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, que al ejecutar el proyecto, tenga una supervisión constante, para evitar que el mismo sufra modificaciones.
3. Para determinar el desfogue es necesario analizar y estudiar los efectos que pudiera causar en el medio ambiente. Para ello es necesario que la comunidad construya la batería de fosas sépticas.
4. Se recomienda que los desechos provenientes de cocinas o de lugares en donde se han usado grasas, sean previamente pasados por una caja "trampa-grasas", para luego, junto con los desechos sanitarios, sean descargados a la fosa séptica.
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 de la fosa séptica, ya que alteran el proceso biológico que se efectúa en ella.
6. Se recomienda a los vecinos inspeccionar, por lo menos una vez al año, las fosas sépticas; además, se han de inspeccionar las bocas de entrada y salida, verificando si se hayan completamente libres y si el líquido que sale tiene poca materia en suspensión.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Rieple, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria II. Tesis de graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1989, 135 páginas.
2. Díaz Monzón, Oscar Alejandro. Manual para Diseño y Presupuesta de un Proyecto de Alcantarillado Sanitario en Poblaciones del Interior de la República. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1,973, 76 páginas.
3. Martín González, Eduardo Antonio. Diseño de la Red de Drenaje Sanitario para la aldea de San José, Municipio de Villa Nueva. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, enero de 1,998.
4. Rivera Méndez, Ismael Timoteo. Estudio, Diseño e Integración del Alcantarillado de las Áreas Sub-urbanas a la Cabecera Departamental de San Marcos. Tesis de Graduación Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, abril de 1,991.
5. Ortiz Salvarro, Luis Edgardo. Planificación y Diseño de la Red de Drenaje Sanitario de la Cabecera Municipal Chuarrancho. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala 1,996.
6. Monje Hidalgo José Francisco. Operación y Mantenimiento Fosas Septicas. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Noviembre de 1,980.
7. Julio Ademar Castañeda Rojas. Propuesta de Normas para el Diseño de Proyectos de Agua Potable, Aguas Residuales, Aguas Pluviales y Tratamiento de Aguas Residuales en Aglomeraciones Urbanas. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala Septiembre de 1,998.
8. Francisco Arnoldo Sac. Escobar. Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario del Paraje de Chocolet y Estudio Preliminar Sobre las Condiciones de los Cuerpos Reseptores de Deshecho Domestico del Municipio de Totonicapán. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala Junio de 1,990.
9. Jorge Mario Ordóñez Cifuentes. Planificación y Diseño del Alcantarillado Sanitario del Cantón Chituy Sector II Zona 5 y el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Cantón Chigua, Quetzaltenango. Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Febrero De 1,997.
10. Proyecto de Saneamiento Ambiental Urbano-Prosana-Care-Guatemala. Manual de Mantenimiento de Alcantarillado Sanitario periodo 95-98.

ANEXO:  
CÀLCULO HIDRÀULICO Y  
PLANOS



**CÁLCULO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA SAN PEDRO PETZ, SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS**

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD (m)	ACUMUL ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado (lts)	factor de flujo	Q diseño (lts)	S (mm) TUBERIA	φ	Q sección llena (lts)	V sección llena (m/s)	CAPACIDAD AD	VV	V real (m/s)	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	PROFUNDIDAD	FINAL
		INICIO	FINAL																							
43	44	493.25	484.65	78.78	78.78	0.109	2	2	22.00	0.0704314	4.375	0.3081	0.1030	8	93.78	2.89	0.003	0.23	0.665	0.040	0.320	491.230	488.390	2.039	1.260	
44	45	484.65	482.01	26.33	105.11	0.1	2	4	44.00	0.1408629	4.326	0.6093	0.0880	8	87.97	2.71	0.007	0.29	0.784	0.060	0.480	483.340	481.010	1.310	1.000	
45	46	482.01	480.97	31.02	136.13	0.034	2	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0400	8	59.31	1.83	0.015	0.37	0.677	0.090	0.720	480.710	479.770	1.300	1.200	
46	47	480.97	478.83	41.76	177.89	0.051	0	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0630	8	74.43	2.30	0.012	0.34	0.783	0.080	0.640	479.720	477.180	1.250	1.650	
47	48	478.83	473.78	70.76	248.65	0.071	0	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0760	8	81.75	2.52	0.011	0.33	0.852	0.080	0.640	477.150	471.780	1.680	2.000	
48	52	473.78	468.74	71.09	319.74	0.071	44	50	542.00	1.7351745	3.956	6.8643	0.0527	8	70.80	2.18	0.097	0.63	1.375	0.21	1.680	471.750	467.740	2.030	1.000	
52	53	468.74	468.71	8.62	328.36	0.003	0	50	542.00	1.7351745	3.956	6.8643	0.0255	8	46.89	1.45	0.146	0.72	1.041	0.26	2.080	467.730	467.510	1.010	1.200	
53	54	468.71	468	71.64	400	0.01	4	54	596.00	1.8760374	3.939	7.3874	0.0216	8	43.58	1.34	0.170	0.75	1.008	0.28	2.400	467.470	466.000	1.240	2.000	
54	55	468	466.65	68.31	468.31	0.02	3	57	618.00	1.9784831	3.925	7.7658	0.019	8	40.88	1.26	0.190	0.78	0.983	0.3	2.400	466.970	464.650	2.030	2.000	
55	56	466.65	465.5	73	541.31	0.016	2	59	640.00	2.0489145	3.917	8.0249	0.009	8	28.13	0.87	0.285	0.87	0.755	0.37	2.960	464.620	462.400	1.530	1.500	
56	57	465.5	463.9	71.93	613.24	0.022	5	64	694.00	2.2217917	3.897	8.6577	0.022	8	43.98	1.36	0.197	0.79	1.071	0.31	2.480	463.970	462.400	1.530	1.500	
57	58	463.9	463.7	93.99	707.23	0.002	7	71	770.00	2.4651003	3.870	9.5407	0.0127	8	33.42	1.03	0.285	0.87	0.897	0.37	2.960	462.370	461.200	1.530	2.500	
58	59	463.7	460.3	71.97	779.2	0.047	5	76	824.00	2.6379775	3.853	10.163	0.047	8	64.29	1.98	0.158	0.73	1.447	0.27	2.160	461.170	457.800	2.530	2.500	
59	60	460.3	457	49.2	828.4	0.067	2	78	846.00	2.7084089	3.846	10.416	0.056	8	70.18	2.16	0.148	0.73	1.58	0.27	2.160	457.770	455.000	2.530	2.000	
60	70	457	452.63	60	888.4	0.073	0	78	846.00	2.7084089	3.846	10.416	0.054	8	75.02	2.31	0.139	0.72	1.666	0.26	2.080	454.970	450.130	2.030	2.500	

Ramal 2

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD (m)	ACUMUL ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado (lts)	factor de flujo	Q diseño (lts)	S (mm) TUBERIA	φ	Q sección llena (lts)	V sección llena (m/s)	CAPACIDAD AD	VV	V real (m/s)	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	PROFUNDIDAD	FINAL
		INICIO	FINAL																							
22	39	514.57	504.73	105.50	105.5	0.065	9	9	98.00	0.31374	4.246	1.332	0.026	8	47.45	1.46	0.028	0.44	0.644	0.120	0.960	506.130	503.430	5.440	1.300	
39	41	504.73	494.57	68.05	173.55	0.149	7	16	174.00	0.5570466	4.169	2.323	0.049	8	65.64	2.02	0.035	0.47	0.957	0.130	1.040	499.930	496.570	4.860	2.000	
41	42	494.57	488.59	89.39	262.94	0.067	7	23	250.00	0.8003572	4.111	3.290	0.100	8	93.78	2.89	0.035	0.47	1.359	0.130	1.040	496.520	487.340	1.250	1.250	
42	49	488.59	482	71.40	334.34	0.092	4	27	293.00	0.9380187	4.083	3.830	0.088	8	87.97	2.71	0.044	0.50	1.359	0.150	1.200	487.240	481.100	1.350	0.900	
49	50	482	475.22	71.21	405.55	0.045	9	36	391.00	1.2517887	4.027	5.041	0.001	8	8.90	0.27	0.567	0.76	0.208	0.290	2.320	480.700	473.920	1.300	1.300	
50	51	475.22	474.5	68.38	473.93	0.099	3	39	423.00	1.3542045	4.011	5.431	0.013	8	33.81	1.04	0.161	0.73	0.761	0.27	2.160	473.890	473.000	1.330	1.500	
51	48	474.5	473.78	68.59	542.52	0.048	4	43	466.00	1.4918659	3.990	5.952	0.018	8	38.79	1.23	0.150	0.72	0.893	0.26	2.080	472.970	471.780	1.530	2.000	



Ramal 5

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/min)	# DE VIVENDAS LOCAL	ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/min) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	Vreal	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD	
37.4	33	498.35	495.2	62.79	62.79	62.79	0.05	17	17	185.00	0.5922644	4.160	2.4639	0.0450	8	62.91	1.94	0.039	0.48	0.931	0.140	1.120	495.850	493.000	2.500	2.200
33	32	495.2	489.72	51.04	113.83	0.107	3	20	217.00	0.6947101	4.135	2.8726	0.0780	8	82.82	2.55	0.035	0.47	1.2	0.130	1.040	492.700	488.720	2.500	1.000	
32	73	489.72	486.52	76.33	190.16	0.042	1	21	228.00	0.7299258	4.127	3.0122	0.0380	8	57.81	1.78	0.052	0.53	0.945	0.160	1.280	486.420	485.520	1.300	1.000	
73	74	486.52	478.79	64.41	254.57	0.12	2	23	250.00	0.8003572	4.111	3.2804	0.1140	8	100.12	3.09	0.033	0.46	1.42	0.130	1.040	485.220	477.790	1.300	1.000	
74	75	478.79	477.84	14.69	269.26	0.065	1	24	281.00	0.835573	4.104	3.4289	0.0630	8	74.43	2.30	0.046	0.51	1.173	0.150	1.200	477.490	476.540	1.300	1.300	
75	76	477.84	474.51	47.37	316.63	0.07	8	32	347.00	1.1108959	4.051	4.4999	0.0630	8	74.43	2.30	0.060	0.55	1.262	0.170	1.360	476.510	473.510	1.300	1.000	
76	77	474.51	467.75	93.36	409.99	0.072	5	37	401.00	1.2393773	4.022	5.1629	0.0690	8	77.90	2.40	0.056	0.56	1.345	0.170	1.380	473.210	466.750	1.300	1.000	
77	78	467.75	463.91	61.98	471.97	-0.035	5	42	456.00	1.4599516	3.994	5.8313	0.0090	8	28.13	0.87	0.207	0.79	0.685	0.310	2.480	466.450	465.910	1.300	4.000	
78	79	463.91	465.75	60.68	532.65	0.069	2	44	477.00	1.5270816	3.985	6.0849	0.0520	8	67.62	2.09	0.050	0.62	1.293	0.210	1.680	465.800	462.750	4.110	3.000	
79	72	465.75	463.3	11.63	544.28	0.211	0	44	477.00	1.5270816	3.985	6.0849	0.0636	8	74.79	2.31	0.081	0.61	1.407	0.200	1.600	462.700	462.000	3.050	1.300	

Rama 6

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/min)	# DE VIVENDAS LOCAL	ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/min) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	Vreal	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
5	11	521.81	514.73	62.79	66.35	0.113	6	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.1010	8	94.24	2.91	0.010	0.32	0.93	0.070	0.560	520.510	513.730	1.300	1.000
11	10	514.73	507.63	51.04	70.45	0.139	4	10	109.00	0.3489558	4.233	1.4772	0.0930	8	90.43	2.79	0.016	0.38	1.06	0.090	0.720	513.430	506.630	1.300	1.000
10	24	507.63	500.87	76.33	70.43	0.089	3	13	141.00	0.4514015	4.200	1.8957	0.0960	8	91.88	2.83	0.021	0.40	1.133	0.100	0.800	506.430	499.870	1.200	1.000
24	25	500.87	498.96	64.41	57.36	0.03	1	14	152.00	0.4865172	4.189	2.0395	0.0440	8	62.20	1.92	0.033	0.46	0.882	0.130	1.040	499.570	497.460	1.300	1.500

Rama 7

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/min)	# DE VIVENDAS LOCAL	ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/min) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	Vreal	d/D	TIRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
27	28	500.47	492.68	61.92	61.92	0.126	3	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.1015	8	94.48	2.91	0.005	0.26	0.757	0.053	0.424	496.470	490.180	4.000	2.500
28	29	492.68	488.08	41.60	103.52	0.111	2	5	55.00	0.1760786	4.306	0.7582	0.0620	8	73.84	2.28	0.010	0.33	0.751	0.080	0.640	489.680	487.080	3.000	1.000
29	80	488.08	481.2	61.98	165.5	0.111	5	10	108.00	0.3489558	4.233	1.4772	0.1100	8	98.35	3.03	0.015	0.37	1.122	0.090	0.720	486.780	479.950	1.300	1.250
80	81	481.2	477.19	48.84	214.34	0.082	5	15	163.00	0.5218329	4.178	2.1808	0.0750	8	81.21	2.50	0.027	0.43	1.077	0.110	0.880	479.900	476.190	1.300	1.000
81	82	477.19	475.29	42.18	256.52	0.045	3	18	196.00	0.6274801	4.151	2.6048	0.0440	8	62.20	1.92	0.042	0.50	0.959	0.140	1.120	475.890	474.040	1.300	1.250
82	83	475.29	470	53.26	309.78	0.089	1	19	206.00	0.6694844	4.143	2.7325	0.092	8	89.95	2.77	0.030	0.45	1.248	0.12	0.960	473.990	469.000	1.300	1.000
83	84	470	467.53	50.94	360.72	0.048	0	19	206.00	0.6594944	4.143	2.7325	0.0974	8	92.55	2.85	0.030	0.5	1.427	0.14	1.120	469.700	466.280	1.300	1.250
84	85	467.53	465.53	53.86	414.58	0.037	0	19	206.00	0.6594944	4.143	2.7325	0.036	8	56.27	1.74	0.049	0.52	0.902	0.15	1.200	466.230	464.280	1.300	1.250
85	86	465.53	465.58	32.71	447.29	-0.002	0	19	206.00	0.6594944	4.143	2.7325	0.0136	8	34.58	1.07	0.079	0.6	0.64	0.64	5.120	464.230	463.780	1.300	1.800
86	87	465.58	463.3	48.18	495.47	0.047	1	20	217.00	0.6947101	4.135	2.8726	0.024	8	45.94	1.42	0.063	0.56	0.793	0.17	1.360	463.730	462.050	1.850	1.250
87	88	463.3	457.8	74.41	569.88	0.074	48	68	737.00	2.3594531	3.882	9.1583	0.07	8	78.46	2.42	0.117	0.67	1.621	0.23	1.840	462.000	456.800	1.300	1.000

Ramal 8

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD PARCIAL ADA	ACUMULADA ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS		# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	Vv	Vreal	D/D	TIRANTE	COTAS INVERT	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD	INICIO	FINAL
		INICIO	FINAL				LOCAL ADA	ACUMULADA ADA																			
88	89	457.8	458.12	19.74	19.74	-0.016	69	69	748.00	2.3946899	3.878	9.286	0.0400	8	59.31	1.83	0.157	0.73	1.335	0.270	2.160	456.500	455.620	1.300	2.500		
89	90	458.12	453.24	64.93	84.67	0.075	4	73	792.00	2.5355317	3.863	9.7948	0.0520	8	67.62	2.09	0.145	0.72	1.501	0.260	2.080	455.580	452.240	2.530	1.000		
90	91	453.24	449.25	65.98	150.35	0.061	5	78	846.00	2.7084089	3.846	10.416	0.0560	8	70.18	2.16	0.148	0.72	1.558	0.280	2.080	451.940	448.250	1.300	1.000		
91	92	449.25	447.69	35.72	186.07	0.044	2	80	867.00	2.7756389	3.839	10.656	0.0360	8	55.48	1.71	0.192	0.78	1.334	0.300	2.400	447.970	446.690	1.280	1.000		
92	93	447.69	440.86	82.33	268.4	0.083	2	82	889.00	2.8460703	3.832	10.907	0.0790	8	83.35	2.57	0.131	0.79	2.03	0.250	2.000	446.390	439.880	1.300	1.000		
93	72	440.86	439.46	63.85	332.25	0.022	1	83	900.00	2.8812861	3.829	11.033	0.017	8	38.66	1.19	0.285	0.87	1.037	0.37	2.950	439.550	438.450	1.300	1.000		

Rama 9

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD PARCIAL ADA	ACUMULADA ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS		# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	Vv	Vreal	D/D	TIRANTE	COTAS INVERT	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD	INICIO	FINAL
		INICIO	FINAL				LOCAL ADA	ACUMULADA ADA																			
93-1	94	448.62	447.68	36.31	36.31	0.026	2	2	22.00	0.0704314	4.375	0.3081	0.0200	8	41.94	1.29	0.007	0.29	0.375	0.060	0.480	447.720	446.880	0.900	1.000		
94	95	447.68	446.98	22.52	58.83	0.031	2	4	44.00	0.1408629	4.326	0.6093	0.0170	8	38.66	1.19	0.016	0.37	0.441	0.090	0.720	446.380	445.980	1.300	1.000		
95	96	446.98	441.49	83.91	142.74	0.085	5	9	98.00	0.31374	4.246	1.3321	0.0600	8	72.64	2.24	0.018	0.04	0.087	0.100	0.800	445.680	440.490	1.300	1.000		
96	97	441.49	438.76	25.77	168.51	0.106	5	14	152.00	0.4866172	4.189	2.3985	0.0860	8	86.96	2.68	0.023	0.82	2.199	0.330	2.640	440.190	437.940	1.300	0.820		
97	72	438.76	439.46	84.99	253.5	-0.008	1	15	163.00	0.5218329	4.179	2.1808	0.0070	8	24.81	0.77	0.088	0.62	0.474	0.200	1.600	437.450	436.760	1.300	2.700		

Rama 10

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD PARCIAL ADA	ACUMULADA ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS		# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	Vv	Vreal	D/D	TIRANTE	COTAS INVERT	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD	INICIO	FINAL
		INICIO	FINAL				LOCAL ADA	ACUMULADA ADA																			
92	95	447.69	446.98	84.00	84	0.008	1	1	11.00	0.0352157	4.411	0.1553	0.0167	8	38.32	1.18	0.004	0.25	0.295	0.050	0.400	446.390	444.980	1.300	2.000		

Rama 11

DE PV	A PV	COTA TERRENO		LONGITUD PARCIAL ADA	ACUMULADA ADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS		# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	Vv	Vreal	D/D	TIRANTE	COTAS INVERT	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD	INICIO	FINAL
		INICIO	FINAL				LOCAL ADA	ACUMULADA ADA																			
3	4	525.4	524	60.94	60.94	0.023	6	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0230	8	44.97	1.39	0.020	0.40	0.555	0.100	0.800	524.100	522.790	1.300	1.300		
4	2	524	522.01	60.93	121.87	0.033	3	9	98.00	0.31374	4.246	1.3321	0.0326	8	53.54	1.65	0.025	0.43	0.71	0.110	0.880	522.670	520.710	1.300	1.300		

Rama 12

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	ACUMUL ADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q de diseño	S (m/m) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRABANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
2	5	522.01	521.81	92.96	92.96	0.002	10	10	109.00	0.3489558	4.233	1.4772	0.0120	8	32.48	1.00	0.045	0.51	0.512	0.150	1.200	521.010	519.860	1.000	1.950
5	6	521.81	518.9	53.66	146.62	0.054	5	15	163.00	0.5218329	4.179	2.1808	0.0360	8	56.27	1.74	0.039	0.48	0.833	0.140	1.120	519.810	517.900	2.000	1.000
6	7	518.9	514.52	60.62	207.24	0.072	3	18	196.00	0.6274801	4.151	2.6048	0.0670	8	76.76	2.37	0.034	0.47	1.112	0.130	1.040	517.600	513.520	1.300	1.000
7	8	514.52	511.23	74.00	281.24	0.044	0	18	196.00	0.6274801	4.151	2.6048	0.0670	8	76.76	2.37	0.034	0.47	1.112	0.130	1.040	513.220	508.230	1.300	3.000

Rama 13

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	ACUMUL ADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q de diseño	S (m/m) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRABANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
18	17	518.5	517	64.94	64.94	0.023	3	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.0250	8	46.89	1.45	0.010	0.33	0.477	0.073	0.584	517.300	515.800	1.200	1.200
17	16	517	515.1	65.00	129.94	0.029	3	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0270	8	48.73	1.50	0.019	0.39	0.586	0.100	0.800	515.770	513.900	1.230	1.200
16	15	515.1	511.89	43.63	173.57	0.074	0	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0672	8	76.87	2.37	0.012	0.65	1.541	0.220	1.760	513.850	510.890	1.250	1.000

Rama 14

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	ACUMUL ADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q de diseño	S (m/m) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRABANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
8	9	511.23	509.5	61.40	61.4	0.028	20	20	217.00	0.6947101	4.135	2.8726	0.0090	8	28.13	0.87	0.102	0.65	0.564	0.220	1.760	508.080	507.500	3.150	2.000
9	10	509.5	507.63	61.53	122.93	0.03	2	22	239.00	0.7651415	4.119	3.1515	0.0170	8	38.66	1.19	0.082	0.61	0.727	0.200	1.600	507.470	506.430	2.030	1.200
10	12	507.63	504.73	64.02	186.95	0.045	12	34	369.00	1.1813273	4.039	4.7709	0.0450	8	62.91	1.94	0.076	0.68	1.319	0.240	1.920	506.400	503.530	1.230	1.200
12	13	504.73	504.78	52.88	239.83	-9E-04	2	36	391.00	1.2517587	4.027	5.0406	0.0140	8	35.09	1.08	0.144	0.72	0.779	0.260	2.080	503.500	502.780	1.230	2.000

Rama 15

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	ACUMUL ADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q de diseño	S (m/m) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRABANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
37	37-1	500	498.35	72.96	72.96	0.023	3	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.0370	8	57.04	1.76	0.008	0.33	0.58	0.080	0.640	499.000	496.250	1.000	2.100

Rama 16

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	ACUMUL ADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMUL ADA	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q de diseño	S (m/m) TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRABANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
27	26	500.47	499.12	40.00	40	0.034	1	1	11.00	0.0352157	4.411	0.1553	0.0340	8	54.89	1.69	0.003	0.22	0.371	0.040	0.320	499.170	497.820	1.300	1.300
26	25	499.12	498.96	45.18	85.18	0.004	2	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.0060	8	22.97	0.71	0.020	0.40	0.283	0.100	0.800	497.790	497.510	1.300	1.450
25	37-1	498.96	498.35	49.00	134.18	0.012	8	11	120.00	0.384715	4.221	1.6216	0.0332	8	54.03	1.67	0.030	0.45	0.75	0.120	0.960	497.480	495.850	1.480	2.500

Ramal 17

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)	PARCIAL ACUMULADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	Q medio	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD INICIO	FINAL
32	31	489.72	488.72	52.80	52.8	0.019	3	33.00	0.1058472	4.348	0.4593	0.0230	8	44.97	1.39	0.010	0.33	0.458	0.073	0.584	488.780	487.470	0.940	1.250
31	30	488.72	488.68	52.70	105.5	8E-04	2	55.00	0.1760786	4.306	0.7582	0.0050	8	20.97	0.65	0.036	0.47	0.304	0.130	1.040	487.420	487.130	1.300	1.550
30	29	488.68	488.08	27.00	132.5	0.022	0	55.00	0.1760786	4.306	0.7582	0.0070	8	24.81	0.77	0.031	0.46	0.352	0.120	0.960	487.080	486.890	1.600	1.200

Ramal 18

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)	PARCIAL ACUMULADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	Q medio	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD INICIO	FINAL
35	34	492.21	492.92	42.72	42.72	-0.017	1	11.00	0.0352157	4.411	0.1553	0.0056	8	22.19	0.68	0.007	0.29	0.198	0.060	0.480	491.210	490.970	1.000	1.950
34	32	492.92	489.72	44.93	87.65	0.071	1	22.00	0.0704314	4.375	0.3081	0.0480	8	64.97	2.00	0.005	0.26	0.521	0.053	0.424	490.920	488.720	2.000	1.000

Ramal 19

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)	PARCIAL ACUMULADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	Q medio	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD INICIO	FINAL
65	65-1	478.76	478.5	58.08	58.08	0.004	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.0080	8	26.52	0.82	0.017	0.39	0.319	0.100	0.800	477.760	477.250	1.000	1.250
75	75	478.5	477.84	58.08	116.16	0.011	2	55.00	0.1760786	4.306	0.7582	0.0296	8	51.02	1.57	0.015	0.37	0.582	0.090	0.720	477.200	476.510	1.300	1.330

Ramal 20

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	LONGITUD (m)	PARCIAL ACUMULADA	S (mm)	# DE VIVIENDAS ACUMULADA	# DE HAB. acumulado	Q medio	factor de flujo	Q diseño	S (mm) TUBERIA	φ	Q seccion llena	V seccion llena	CAPACIDAD AD	VV	V real	d/D	TRANTE	COTAS INVERT INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD INICIO	FINAL
23	22	507.76	511.57	119.83	119.83	-0.032	8	87.00	0.2785243	4.280	1.1864	0.0060	8	22.97	0.71	0.052	0.53	0.375	0.160	1.280	506.760	506.160	1.000	5.410
22	21	511.57	504.97	45.35	165.18	0.146	4	131.00	0.4193872	4.210	1.7654	0.0540	8	68.91	2.12	0.026	0.43	0.914	0.110	0.880	506.160	503.670	5.410	1.300
21	20	504.97	504.07	53.00	218.18	0.017	4	174.00	0.5570486	4.169	2.3226	0.0160	8	37.51	1.16	0.062	0.56	0.648	0.170	1.360	503.670	502.820	1.300	1.250
20	19	504.07	500.82	59.11	277.29	0.055	2	196.00	0.6274801	4.151	2.6048	0.0700	8	78.46	2.42	0.033	0.47	1.137	0.130	1.040	502.770	499.940	1.300	0.880

Ramal 21

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMULADA	# DE VIVIENDAS	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/m)	TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	V real	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
40	39	501.61	504.73	79.84	79.84	-0.039	4	4	44.00	0.1408629	4.326	0.6093	0.0056	8	22.19	0.68	0.027	0.44	0.301	0.120	0.960	500.410	499.960	1.200	4.770			

Ramal 22

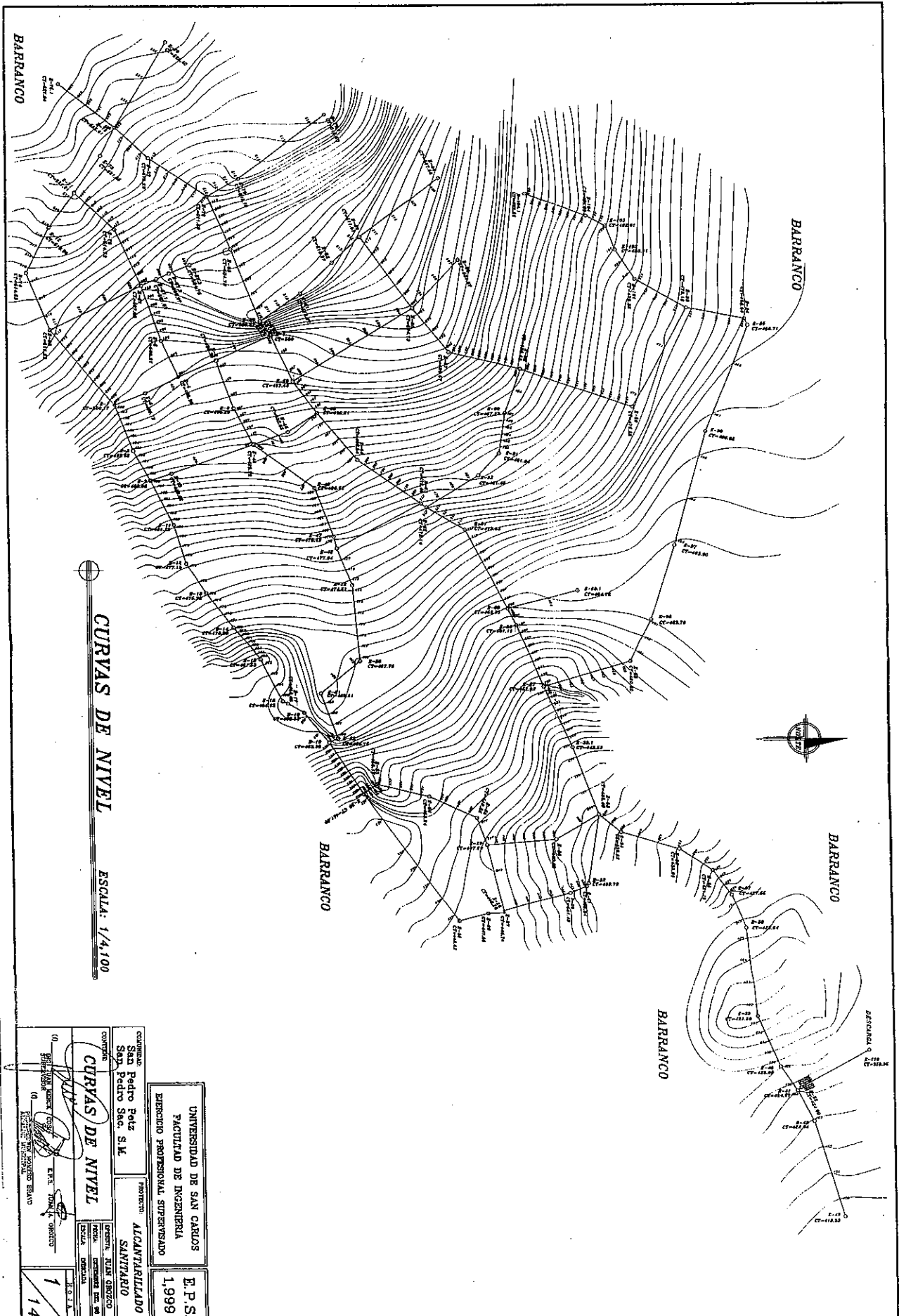
DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMULADA	# DE VIVIENDAS	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/m)	TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	V real	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
39	38	504.76	501	83.50	83.50	0.045	6	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0500	8	66.31	2.04	0.014	0.36	0.736	0.083	0.664	503.760	499.750	1.000	1.250			
38	36	501	497.42	66.00	149.5	0.054	7	13	141.00	0.4514015	4.200	1.8857	0.0550	8	69.55	2.14	0.027	0.43	0.922	0.110	0.880	499.700	494.920	1.300	2.500			

Ramal 23

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMULADA	# DE VIVIENDAS	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/m)	TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	V real	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
42	61	488.59	487.22	57.91	57.91	0.024	3	3	33.00	0.1056472	4.348	0.4593	0.0290	8	50.50	1.56	0.009	0.32	0.498	0.070	0.560	487.690	485.970	0.900	1.250			
61	62	487.22	487.04	50.96	108.87	0.004	1	4	44.00	0.1408629	4.326	0.6093	0.0070	8	24.81	0.77	0.025	0.43	0.329	0.110	0.880	485.920	485.540	1.300	1.500			
62	63	487.04	487.45	37.00	145.87	-0.011	2	6	66.00	0.2112943	4.289	0.9062	0.0260	8	47.82	1.47	0.019	0.38	0.56	0.090	0.720	485.490	484.500	1.550	2.950			
63	66	487.45	478.14	80.76	226.63	0.115	3	9	98.00	0.313174	4.246	1.3321	0.0960	8	91.88	2.83	0.014	0.36	1.02	0.090	0.720	484.450	478.740	3.000	1.400			

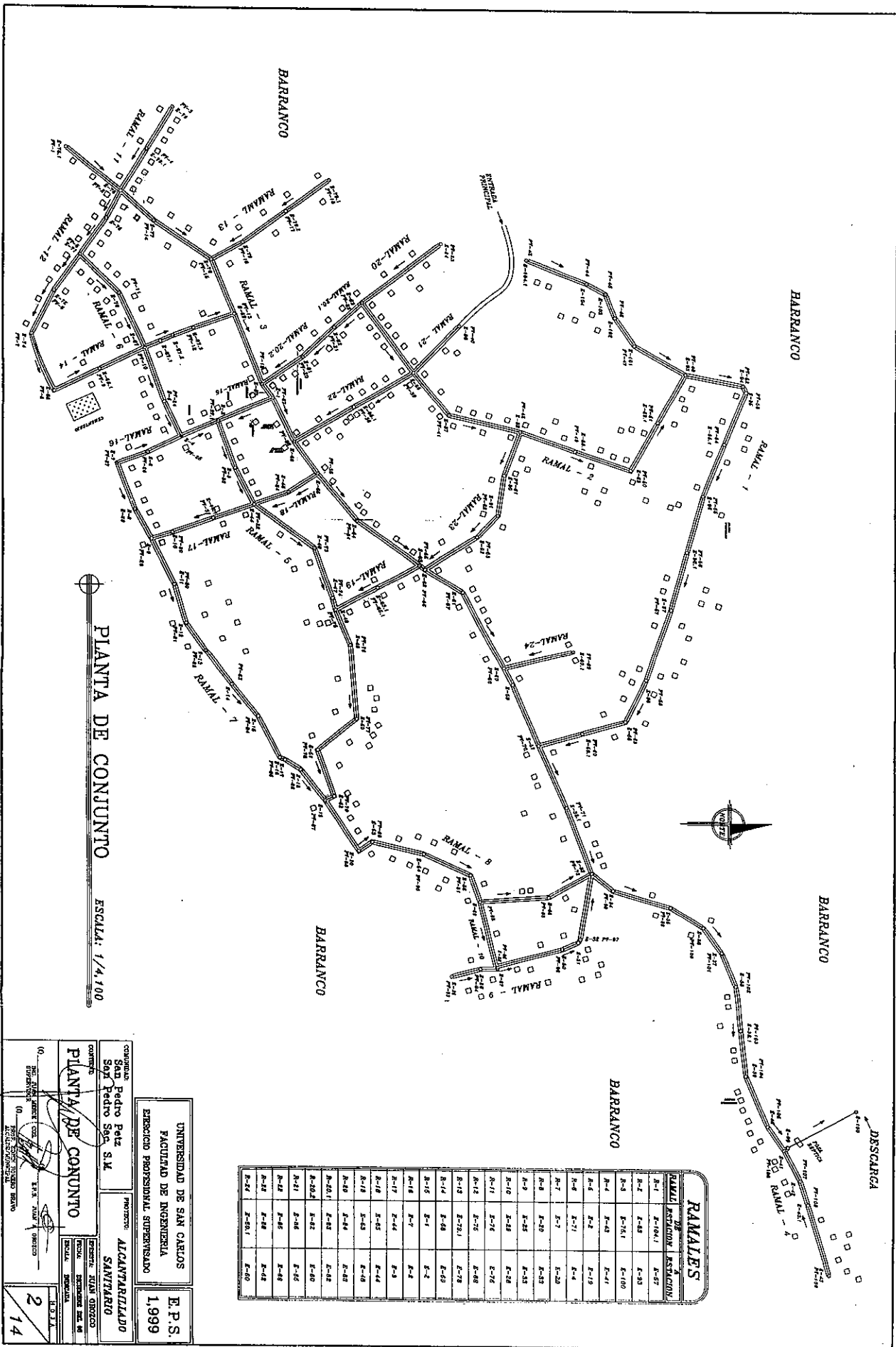
Ramal 24

DE PV	A PV	INICIO	FINAL	PARCIAL	LONGITUD (m)	ACUMULADA	S (m/m)	LOCAL	ACUMULADA	# DE VIVIENDAS	# DE HAB.	Q medio acumulado	factor de flujo	Q diseño	S (m/m)	TUBERIA	Q sección llena	V sección llena	CAPACIDAD AD	v/v	V real	did	TIRANTE	COTAS INVERT	FINAL	INICIO	FINAL	PROFUNDIDAD
69	68	464.76	462.91	87.59	87.59	0.021	4	4	44.00	0.1408629	4.326	0.6093	0.0290	8	50.50	1.56	0.012	0.34	0.529	0.090	0.640	463.460	461.710	1.300	1.200			



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 1999
COMITENTE: Sra. Pedro Pater Sr. Pedro San S.M.		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO
TITULO: <b>CURVAS DE NIVEL</b>		FECHA: 1 / 14
AUTORES: (1) [Signature] (2) [Signature]		ESCALA: 1 / 14





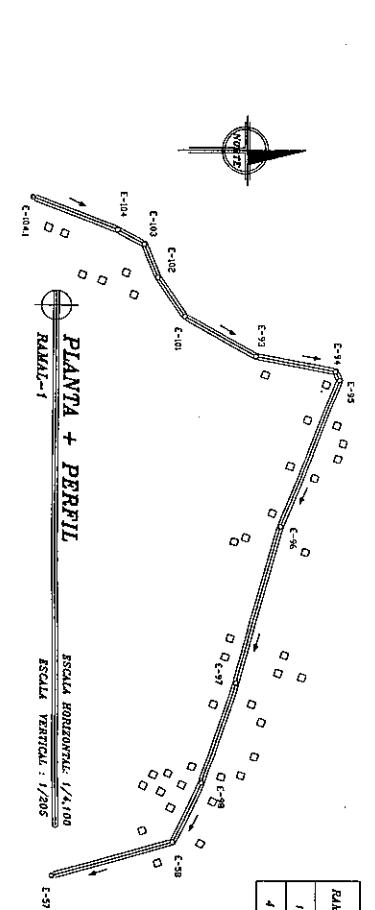
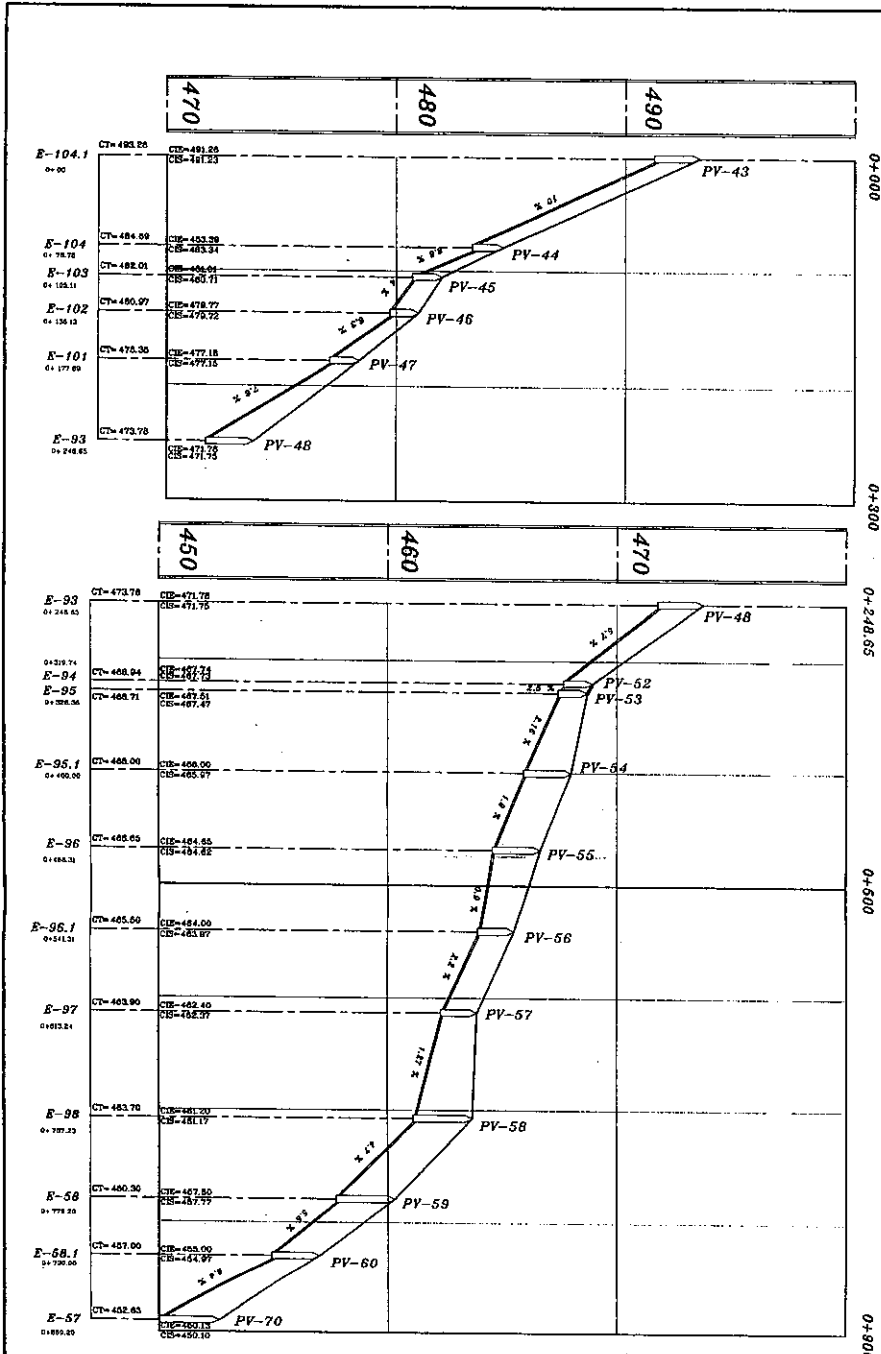
RAMALES			
RAMAL	INSTALACION	RESERVOIR	RESERVOIR
R-1	E-104.1	E-57	
R-2	E-43	E-30	
R-3	E-10.1	E-100	
R-4	E-43	E-11	
R-5	E-2	E-19	
R-6	E-71	E-4	
R-7	E-7	E-20	
R-8	E-20	E-23	
R-9	E-25	E-33	
R-10	E-28	E-28	
R-11	E-76	E-26	
R-12	E-26	E-48	
R-13	E-78.1	E-78	
R-14	E-68	E-43	
R-15	E-1	E-2	
R-16	E-7	E-2	
R-17	E-44	E-3	
R-18	E-45	E-44	
R-19	E-48	E-48	
R-20	E-22	E-12	
R-20.1	E-22	E-12	
R-20.2	E-22	E-12	
R-21	E-16	E-16	
R-22	E-48	E-48	
R-23	E-48	E-48	
R-24	E-81	E-80	

COMANDO: **San Pedro Petz**  
 CONTRA: **San Pedro Sac. S.A.**  
**PIANTA DE CONJUNTO**  
 ESCALA: 1/4,100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 PROYECTO: **ALCANTARILLADO**  
**E.P.S. 1.999**  
**SANTIAMO**

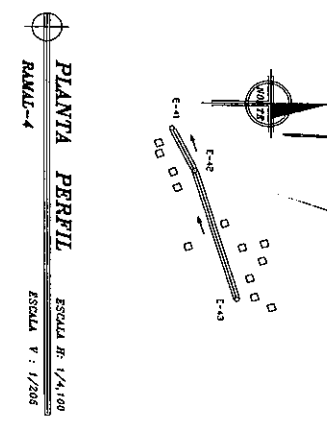
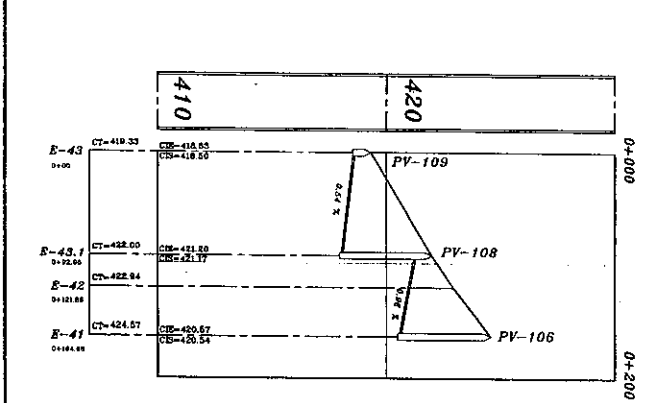
(1) DEL AREA DEBEN SER...  
 (2) DEL AREA DEBEN SER...  
 (3) DEL AREA DEBEN SER...  
 (4) DEL AREA DEBEN SER...  
 (5) DEL AREA DEBEN SER...

2  
 14



RAMAL	ESTACION	ESTACION	ACORRUJADA	DISTANCIA	CANTIDAD
1	E-104.1	E-57	888.20	888.20	680 DE 8"
4	E-48	E-41	164.68	164.68	165 DE 8"

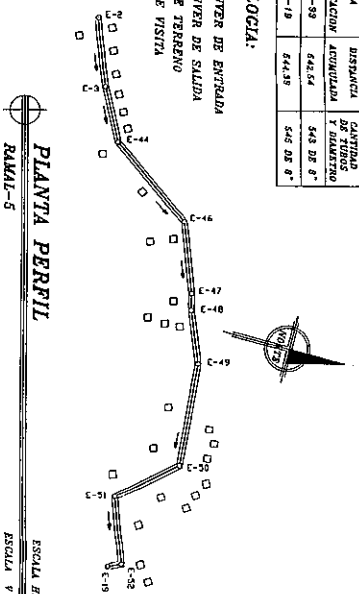
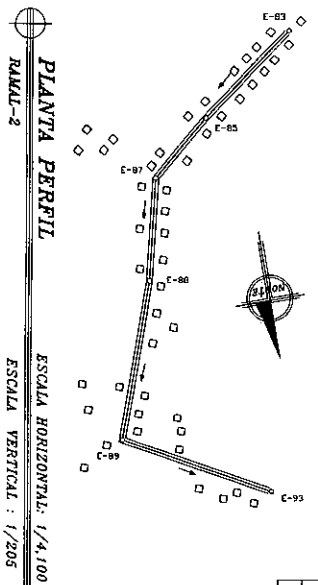
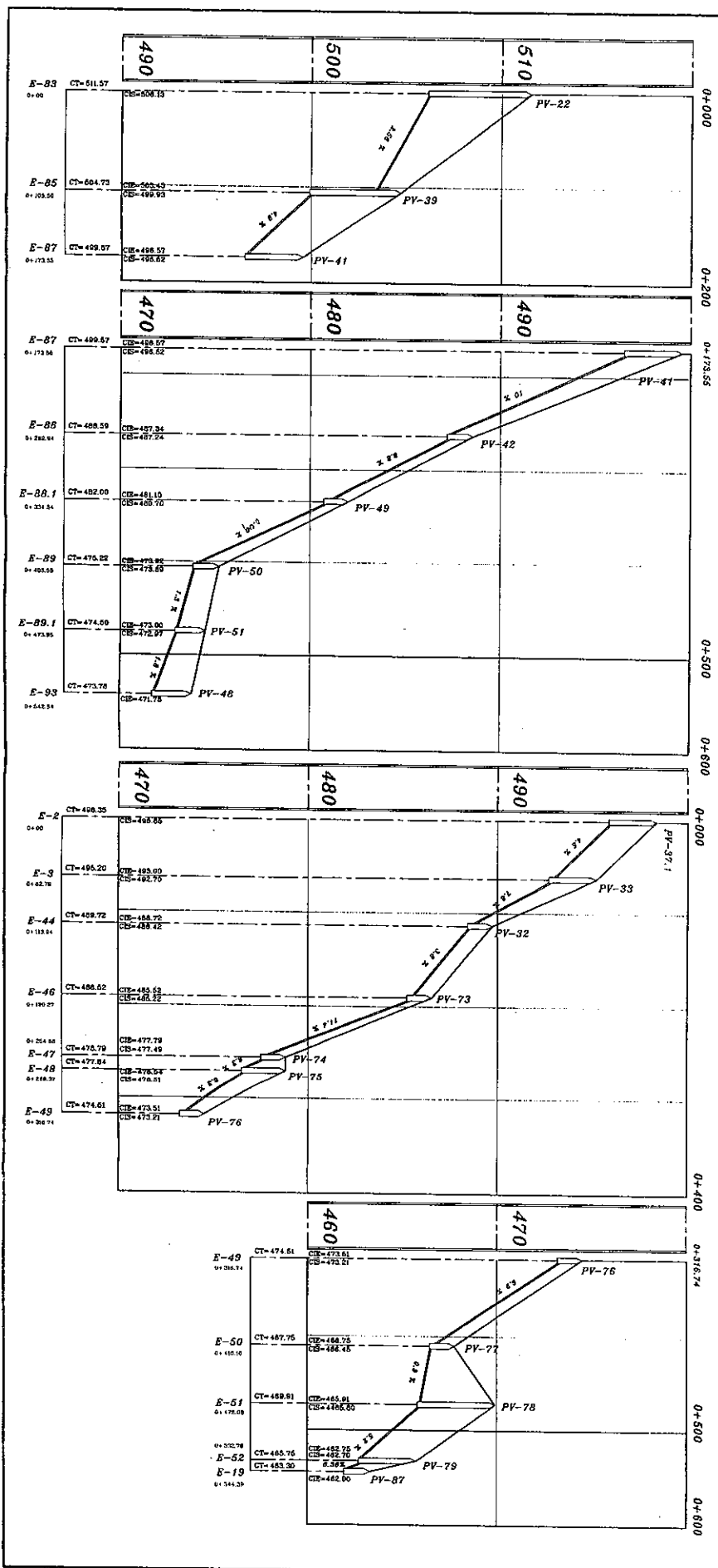
**SIEMBOLOGIA:**  
 CIE = COTA INVER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = PUNTO DE VISITA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
**E.P.S. 1,999**

COMANDO: ALCANTARILLADO  
 PROYECTO: ALCANTARILLADO  
 SAN PEDRO PETZ S.M.  
 SAN PEDRO SEC. S.M.  
 SAN CARLOS  
 SAN CARLOS

CONSULTA: 3  
 N.º 14



**SIMBOLOGIA:**

CIE = COTA INTER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INTER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TANGENTE  
 PV = PUNTO DE VISITA

RAMAL	DE	A	DISTANCIA	CANTIDAD
2	E-83	E-89	648.64	543 DE 8"
5	E-2	E-19	844.89	543 DE 8"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO**

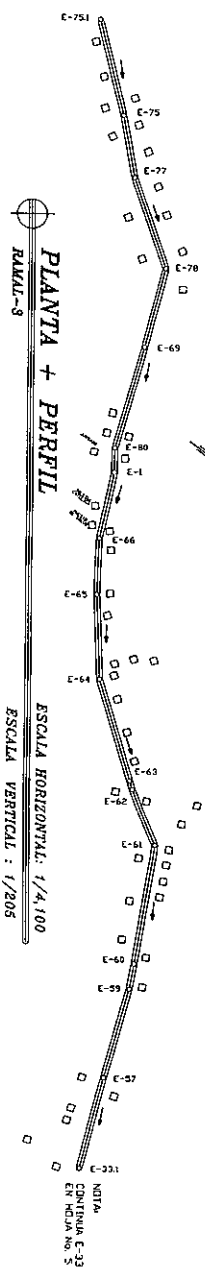
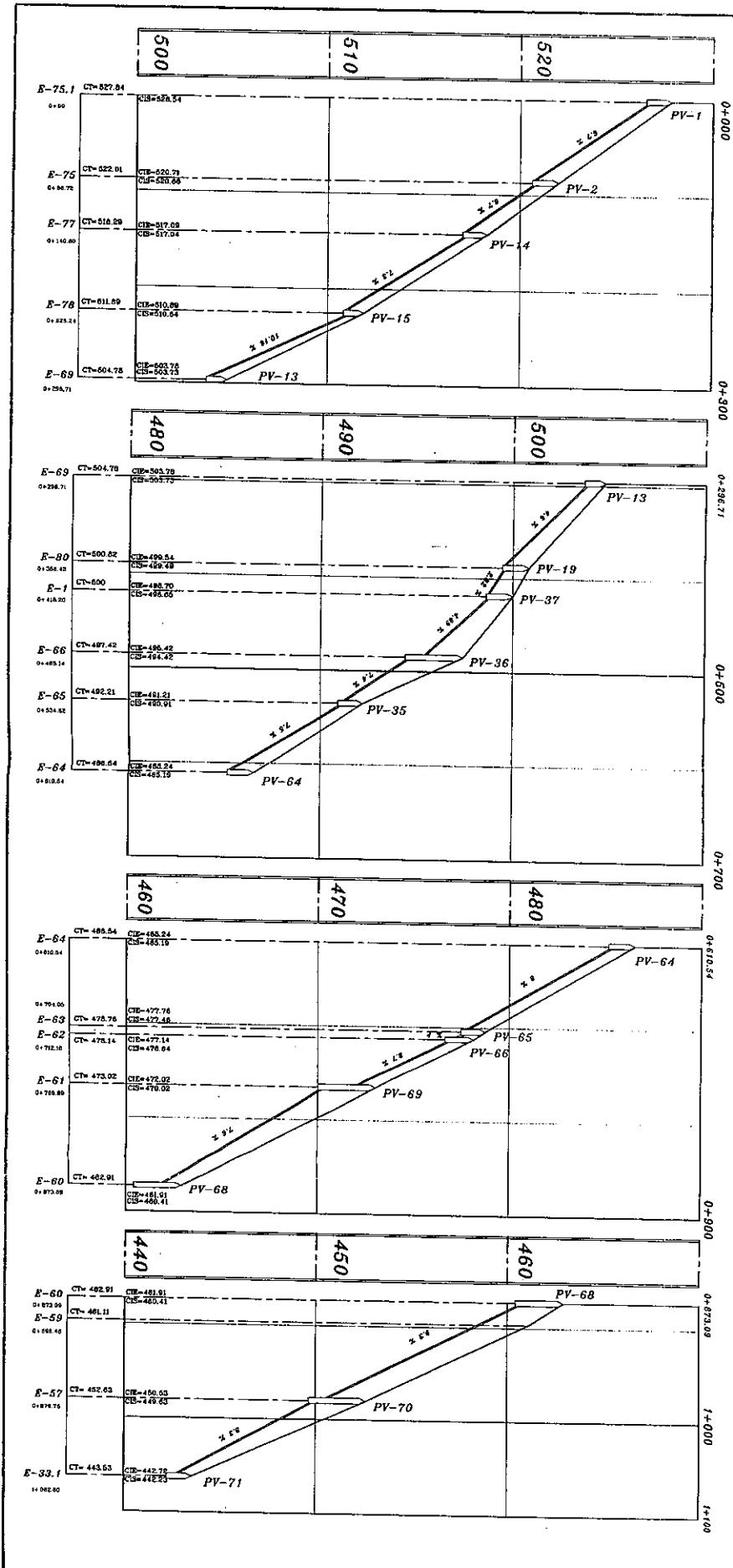
COMUNIDAD: San Pedro Pelz  
 San Pedro Sac. S.M.

CONDOMINIO: **RAMAL 2 y 5**

INGENIERO: JUAN GONZALEZ  
 INGENIERO AUXILIAR: [Firma]

FECHA: 1989

PLANTA: 4  
 DE: 14



**SIMBOLOGIA:**  
 CIE = COTA INVER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = POZO DE VISITA

RAMAL	DE	A	DISTANCIA	CANTIDAD
3	E-75.1	E-33.1	1682.80	DE FILAS 1 DIAZETRO 1683 DE 8"

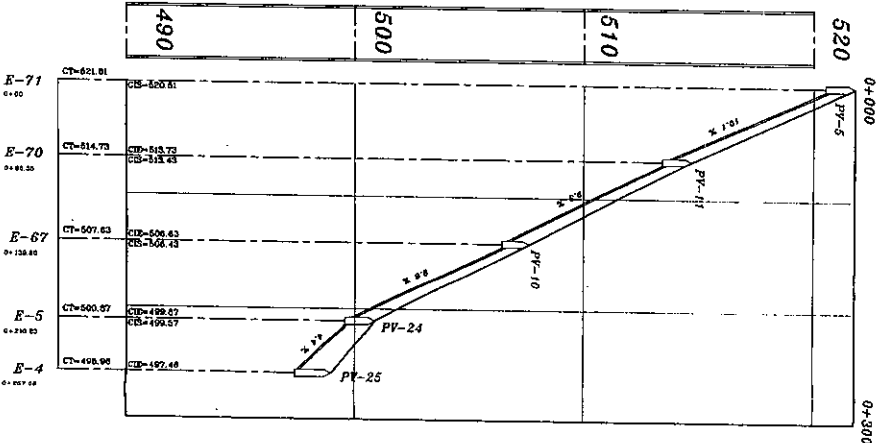
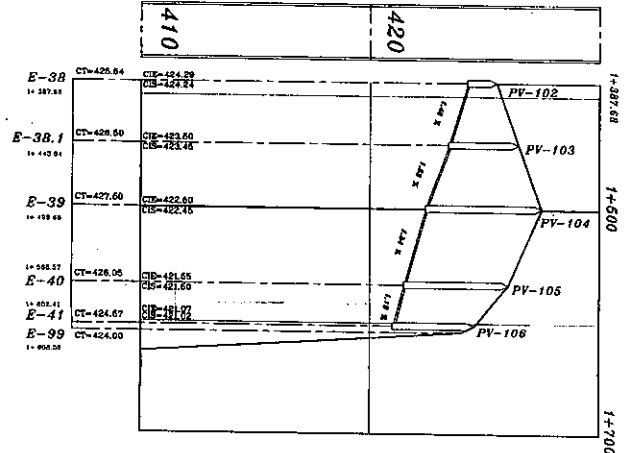
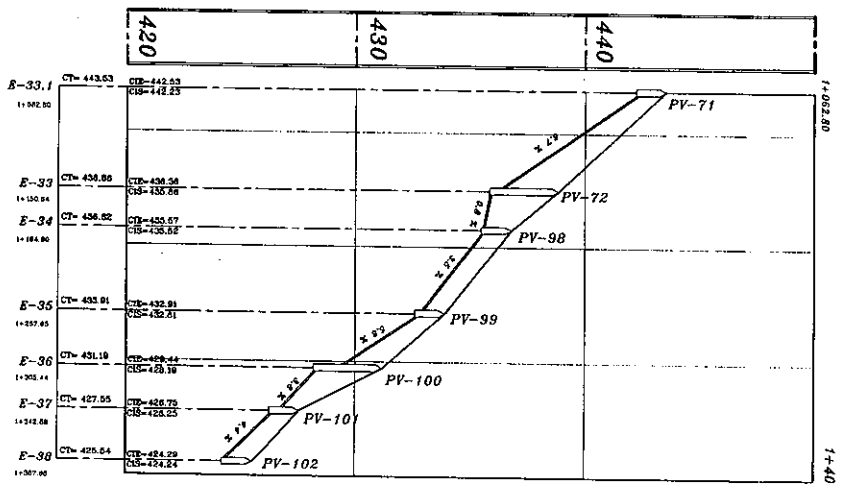
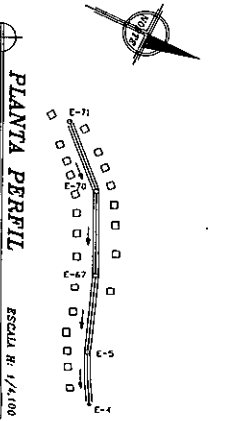
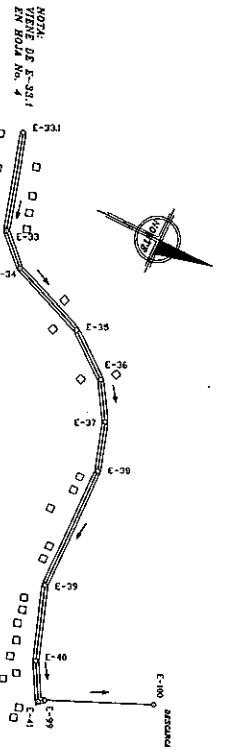
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Proyecto: **PLANTA + PERFIL RAMAL 3**

Alcantarillado SANTIAGO

1999

5/14



RAMAL	DE	A	DISTANCIA	CANTIDAD
	ESTACION	ESTACION	ACERCUADA	DE TORNOS
3	E-33.1	E-33	87.84	88 DE 8"
3	E-35	E-100	552.55	553 DE 12"
6	E-71	E-4	257.59	258 DE 8"

**SIMBOLOGIA:**  
 CIE = COTA INVER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = POGO DE VISITA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 1,999

COMPAÑIA  
 San Pedro Petz S.M.  
 PROYECTO  
 ALCAANTARILLADO  
 SAN PEDRO PETZ  
 SAN PEDRO SAC. S.M.

PLANTA + PERFIL  
 RAMAL 3 y 6

ELABORADO POR: JUAN OSORIO  
 REVISADO POR: [Signature]  
 APROBADO POR: [Signature]

BOLETA  
 6/14

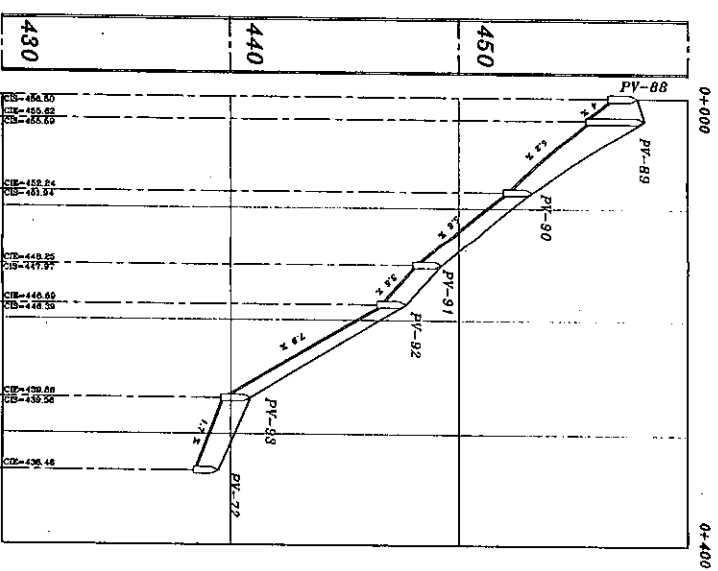
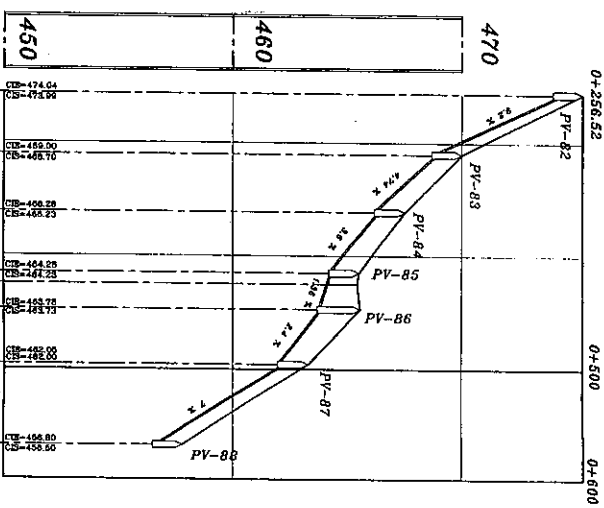
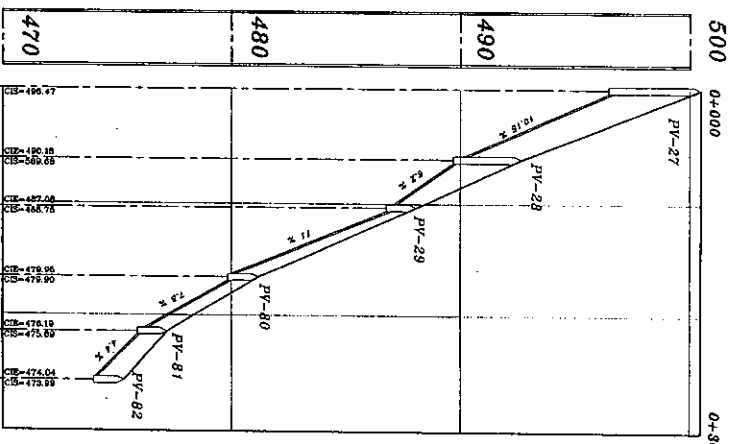
RAMAL	DE	A	DISTANCIA ACUMULADA	CANTIDAD DE TUBOS Y DIAMETRO
7	E-7	E-20	569.88	570 DE 8"
8	E-20	E-33	382.25	333 DE 8"

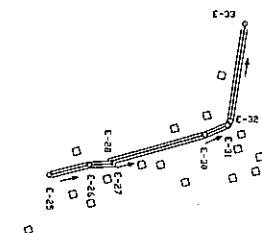
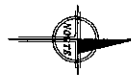
**SIMBOLOGIA:**  
 CIE = COTA INVER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = PUNTO DE VISITA

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-7  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/4,100  
 ESCALA VERTICAL: 1/205

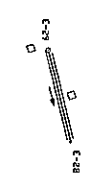
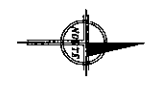
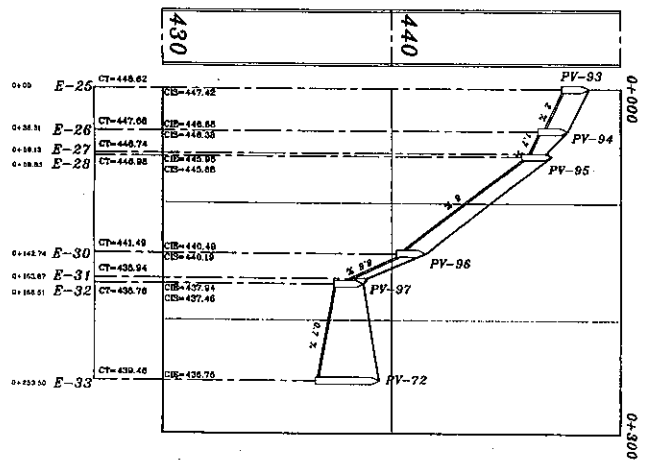
**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-8  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/205

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: <b>ALCANTARILLADO SANTIVARRIO</b>	ESTUDIOS: <b>RAMALES 7 y 8</b>	FECHA: 14/03/23
CLIENTE: San Pedro Peiz S.A.	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ
PROYECTISTA: <b>RAMALES 7 y 8</b>	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ	PROYECTISTA: E.S.A. JOAQUIN GONZALEZ

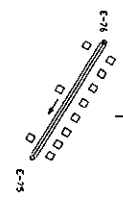
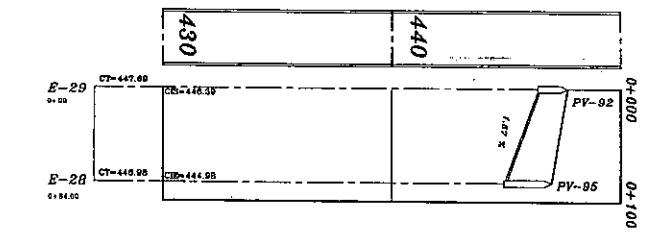




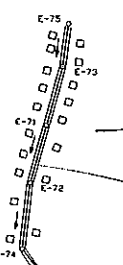
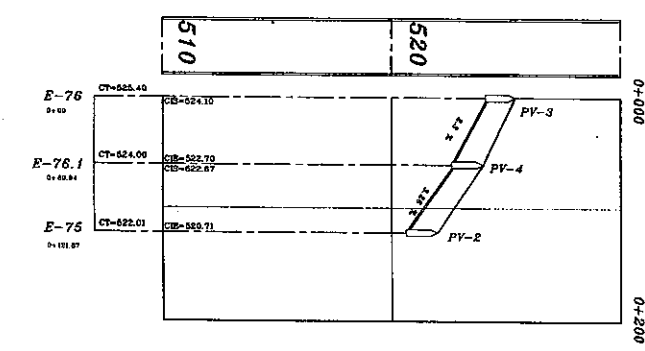
PLANTA PERFIL  
RAMAL-9



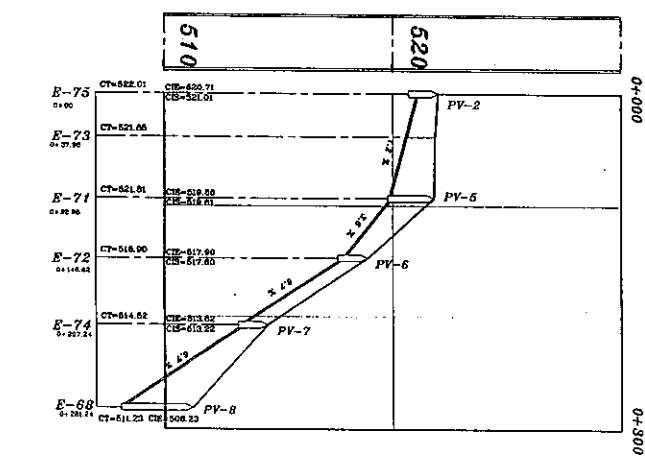
PLANTA PERFIL  
RAMAL-10



PLANTA PERFIL  
RAMAL-11



PLANTA PERFIL  
RAMAL-12



**SIMBOLOGIA:**

CIE = COTA INFER DE ENTRADA  
SIS = COTA INFER DE SALIDA  
CT = COTA DE TERRENO  
PV = PUNTO DE VISTA

RAMAL	DE	A	DISTANCIA	CANTIDAD
	ESTACION	ESTACION	ACUMULADA	DE TIERRAS
9	E-18	E-38	258.00	214 DE S
10	E-29	E-28	94.00	64 DE S
11	E-76	E-75	121.87	122 DE S
12	E-76	E-88	281.24	222 DE S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIEDA

PROFESOR: ALCANTARILLADO  
SAN PEDRO PELZ S.M.  
SAN PEDRO SAC. S.M.

PLANTA + PERFIL  
RAMALES 9, 10, 11, 12.

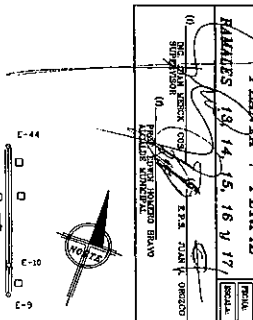
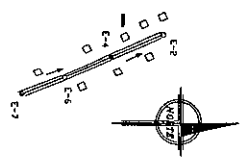
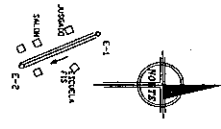
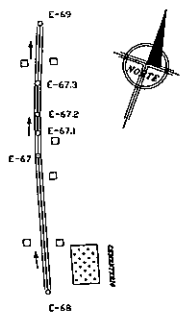
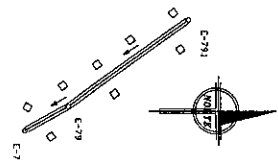
8  
14

ESCALA H: 1/400  
ESCALA V: 1/200

**SIMBOLOGIA:**

CIE = COTA INVER DE ENTADA  
 CIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = POZO DE VISITA

RAMAL	DE	A	DISTANCIA ACORTADA & ELIMINADO	CANTIDAD DE TUBOS 174 DE 8"	240 DE 8"	75 DE 8"	136 DE 8"	133 DE 8"
13	E-78.1	E-78	175.57					
14	E-68	E-69	238.88					
15	E-1	E-2	72.66					
16	E-7	E-2	134.10					
17	E-44	E-9	128.50					



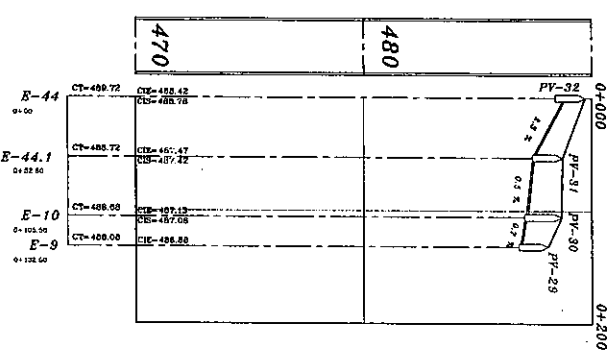
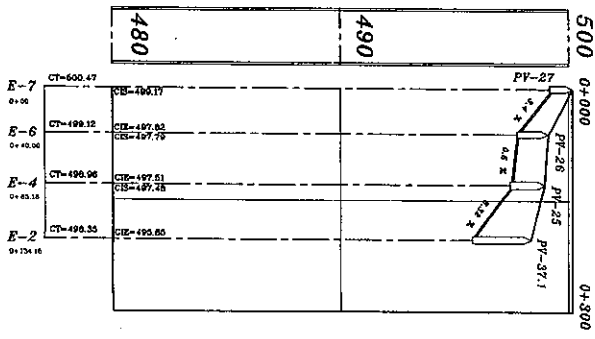
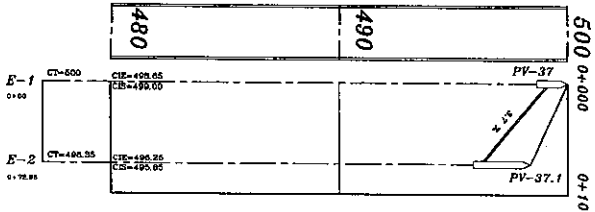
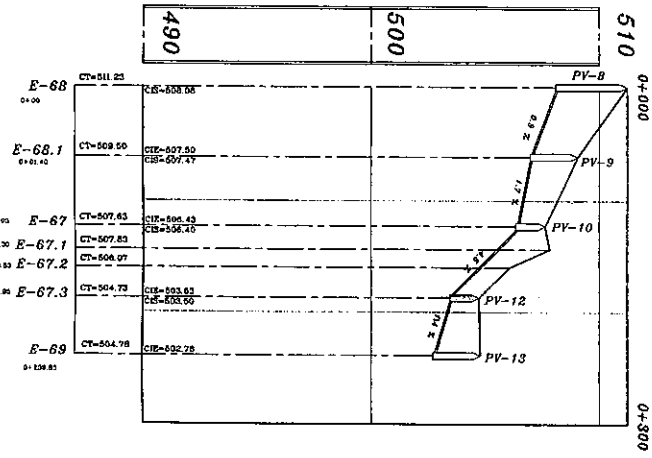
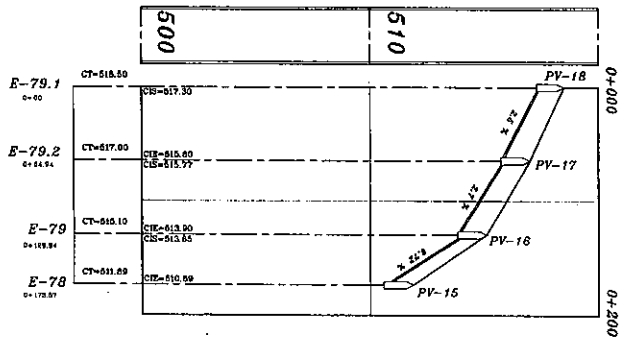
**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-19  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-14  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-15  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-16  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-17  
 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S. 1.999

CONTRATANTE: Pedro Petz S.M.  
 PROYECTO: ALCAANTARILLADO  
 SAN PEDRO DE SAN CARLOS, SANTIAGO

CONTRATO: **PLANTA + PERFIL**  
 RAMALES 13, 14, 15, 16 Y 17

PROYECTISTA: JUAN OSORZCO  
 INGENIERO CIVIL  
 N.º 10.850.000

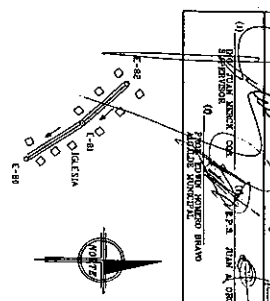
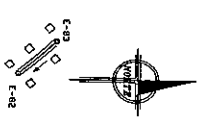
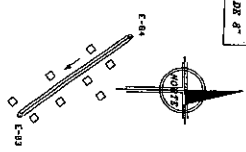
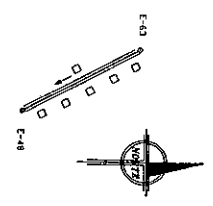
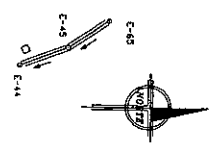
FECHA: 1999  
 L.O.T. 9  
 14



**SIMBOLÓGICA:**

CIE = COTA INVER DE ENTRADA  
 SIS = COTA INVER DE SALIDA  
 CT = COTA DE TERRENO  
 PV = PUNTO DE VISITA

RAMAL	DE	A	DISTANCIA ACUMULADA	BAJOS Y DIÁMETRO
18	E-65	E-44	87.66	80 DE 8"
19	E-83	E-48	116.18	117 DE 8"
20	E-84	E-50	118.89	120 DE 8"
20.1	E-83	E-82	42.35	48 DE 8"
20.2	E-82	E-50	112.11	113 DE 8"



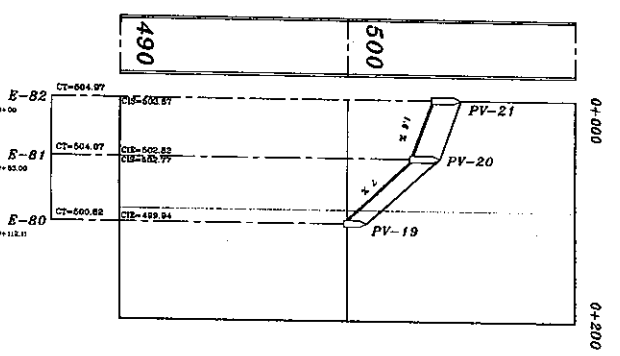
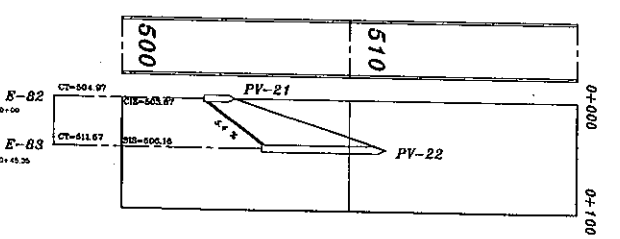
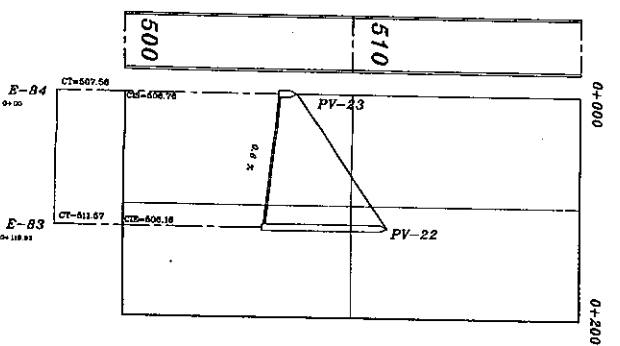
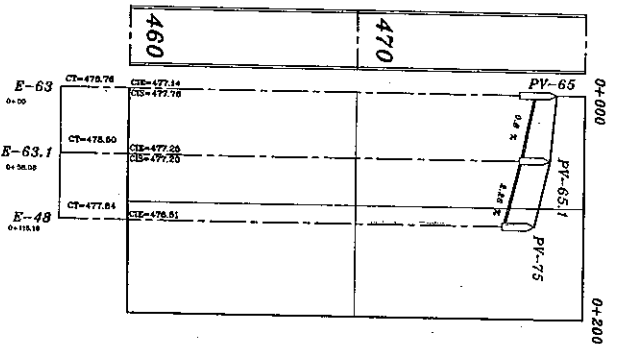
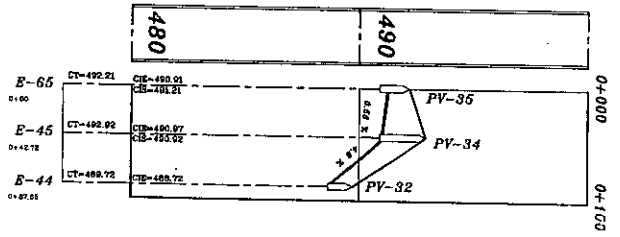
**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-18 ESCALA H: 1/4000  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-19 ESCALA H: 1/4000  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-20 ESCALA H: 1/4000  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-20.1 ESCALA H: 1/4000  
 ESCALA V: 1/200

**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-20.2 ESCALA H: 1/4000  
 ESCALA V: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVIZADO  
 E.P.S. 1.999

CONSTRUCION: Pedro Patz S.M.  
 PROYECTO: ALCANTARILLADO  
 SANITARIO

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL  
 RAMALES 18, 19, 20, 20.1 Y 20.2

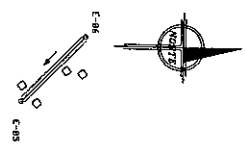
INGENIERO: RAUL GONZALEZ  
 INGENIERO AUXILIAR: RAUL GONZALEZ

FECHA: 10/14

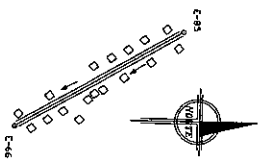
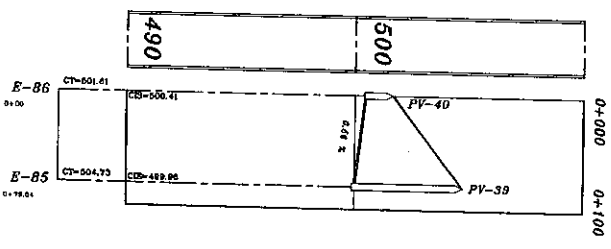
ALCALD	DE	4	DISTANCIA	CANTIDAD
ESTACION	ESTACION	ACUMULADA	DE TRAZO	DE TRAZO
21	E-88	E-88	79.44	60 DE 8"
22	E-85	E-88	145.00	157 DE 8"
23	E-88	E-92	228.43	227 DE 8"
24	E-60.1	E-60	272.8	48 DE 8"

**SIMBOLOGIA:**

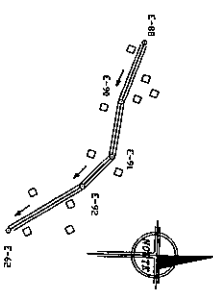
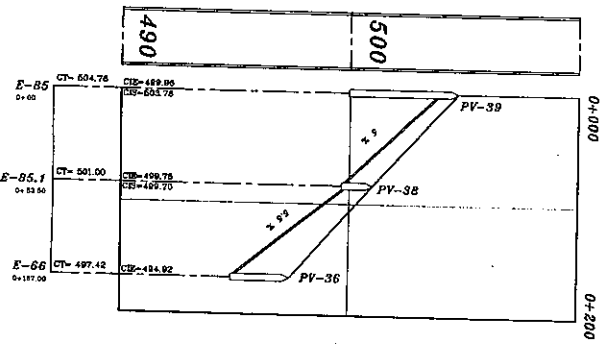
CIE = CORA INVER DE ENTRADA  
 SIS = CORA INVER DE SALIDA  
 CT = CORA DE TRENADO  
 PV = PISO DE VISITA



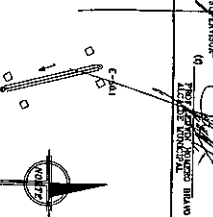
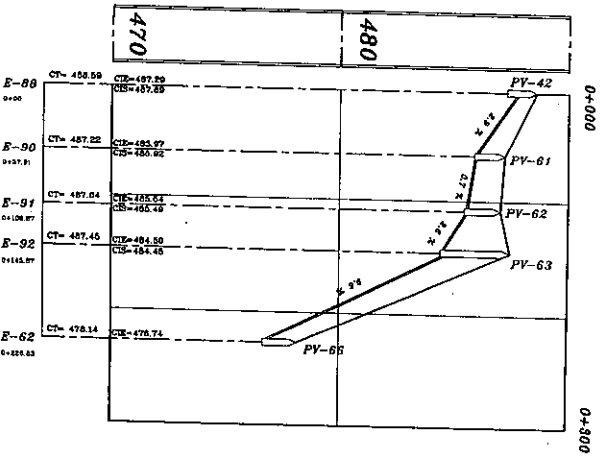
**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-21 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200



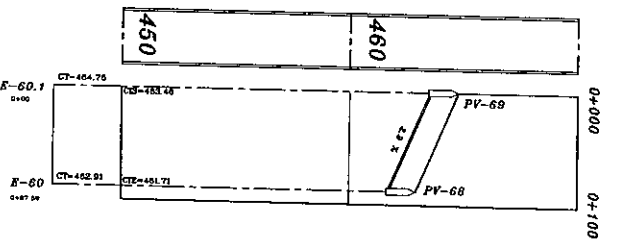
**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-22 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200



**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-23 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200



**PLANTA PERFIL**  
 RAMAL-24 ESCALA H: 1/4,100  
 ESCALA V: 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

**E.P.S. 1,999**

CONDOMINIO: **PLANTA + PERFIL**  
 COMITENTE: **RAMONES/21, 22, 23 Y 24**  
 PROYECTO: **ALCANTARILLADO SANITARIO**

CONTRATISTA: **SAI Pedro Betz S.M.**  
 PROYECTISTA: **ALCANTARILLADO SANITARIO**

REVISOR: **JUAN GONZALEZ**  
 ESCALA: **11/14**

### ESPECIFICACIONES:

- ACERO :**
- 1.- EL ACERO DEBERA TENER UN  $f_y = 2800 \text{ Kg./cm}^2$
- CONCRETO:**
- 1.- EL CONCRETO DEBERA TENER UN  $f'_c = 210 \text{ Kg./cm}^2$
  - 2.- DEBE SER DE ACQUA / CEMENTO MAXIMA PERMISIBLE 235 Lts./SACO DE CEMENTO.
  - 3.- EL ACERADO DEBE SER (REBAR) DEBERA TENER 6 MIL. DE  $1/2"$
  - 4.- REFORZAMIENTO POR M<sup>2</sup> DE CONCRETO: 0.44 M<sup>2</sup> DE ACQUA DE RIO DE 0.8 M. Y 0.9 M. DE DIAM. 8 SILOS DE CEMENTO PORTLAND TIPO I Y 21.5 Lts. DE ACQUA, SACO DE CEMENTO.
  - 5.- EL REFORZAMIENTO MINIMO DE LA BASE SERA DE 0.07 MIL. EN BRICOL PARA LOS 2 CILINDROS.
- CARGAS:**
- CONCRETO 2400  $\text{Kg./m}^3$   
 ACERO 7850  $\text{Kg./m}^3$

- SABIEYA:**
- 1.- PRODUCCION 1.8 ( 1 DE CEMENTO + 2 DE ARENA DE RIO )
  - 2.- EL ACQUA, (CANTIDAD) DEBERA SER UN CANTO DE ACQUA, ( ACCIEN, SILL, EN LAS TABLAS.
  - 3.- EL CEMENTO A USAR SERA TIPO PORTLAND, TIPO I CONFORME A LA NORMA C-168 DE 1968 Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO I Y 21.5 Lts. DE ACQUA, SACO DE CEMENTO.
  - 4.- LA ARENA A USAR SERA DE RIO Y SERA CONFORME A LA NORMA C-178 DE 1968 Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO I Y 21.5 Lts. DE ACQUA, SACO DE CEMENTO.

- TUBERIA DE CEMENTO:**
- 1.- LA TUBERIA DEBERA SER DE LA NORMA C-14 DE LA ASTM, NO DEBE USARSE TUBERIA DE 6 INCHAS.
  - 2.- TODA LA TUBERIA SE COLOCARA ALINEADA CON EL DISEÑO ANTERIOR EN LAS TABLAS.
  - 3.- LAS UNIONES SERAN TUBOS DE 6 MIL CON ANILLOS DE SELLADO DE 1/2" Y SE CERRARAN CON PAPER O MATERIAL ADECUADO PARA EVITAR EL PASADUO DE AGUA.

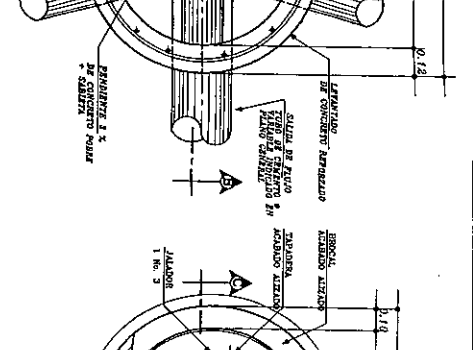
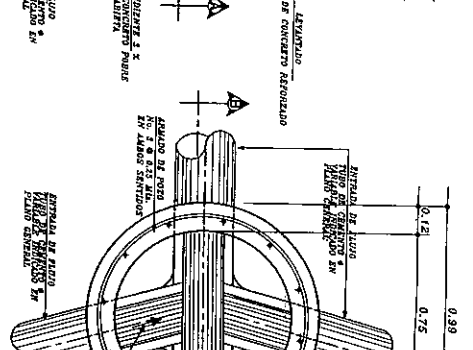
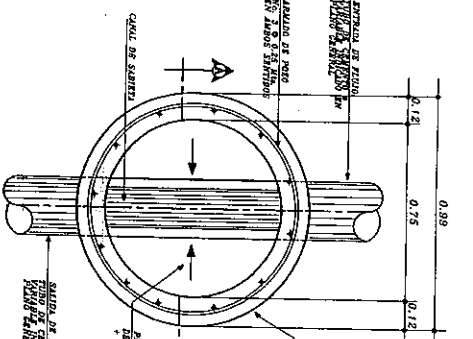
- NOTAS:**
- 1.- LOS BRICOLAS Y PLUMBOS DE LOS CEROS DEBERA CORRERSE SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DE LA INSTALACION.
  - 2.- LA TUBERIA DEBERA ACORRERSE A CADA LARGO DEL TUBO CON CONCRETO CILINDROS Y CADA 4 TUBOS.

**NOTA:**  
 DETALLE DE POZOS  
 QUE UTILIZA LA AGUICAPALIDAD  
 DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S.  
 1.999

San Pedro Petz  
 San Pedro Sac. S.M.  
 ALCANTARILLADO  
 SANITARIO

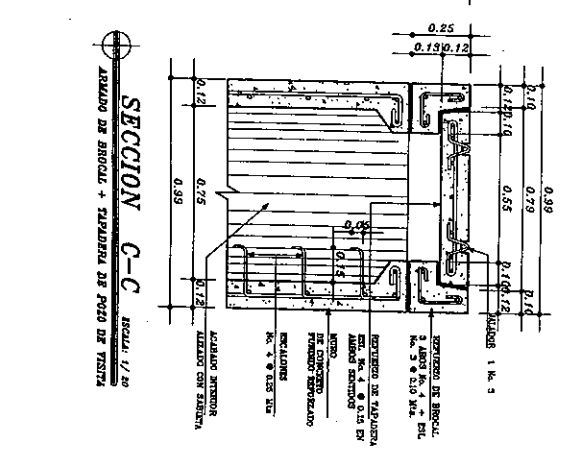
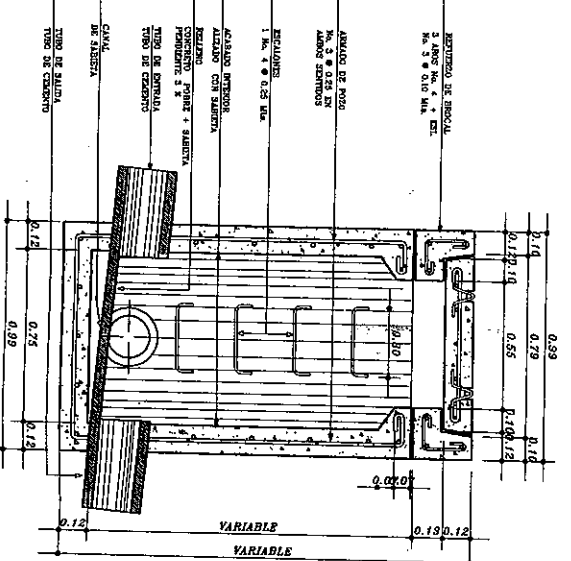
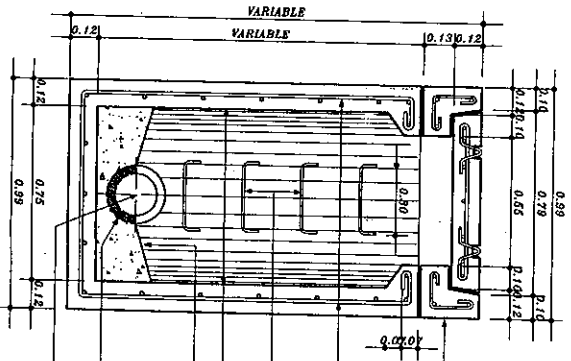
DETALLE TIPICO  
 DE POZOS



PLANTA POZO DE VISITA TÍPICO 1 ENTRADA ESCALA 1/20

PLANTA POZO DE VISITA TÍPICO 2 ENTRADA ESCALA 1/20

PLANTA POZO DE VISITA TÍPICO 3 ENTRADA ESCALA 1/20



SECCION A-A POZO DE VISITA TÍPICO 1 ENTRADA ESCALA 1/20

SECCION B-B POZO DE VISITA TÍPICO 2 ENTRADA ESCALA 1/20

SECCION C-C POZO DE VISITA TÍPICO 3 ENTRADA ESCALA 1/20

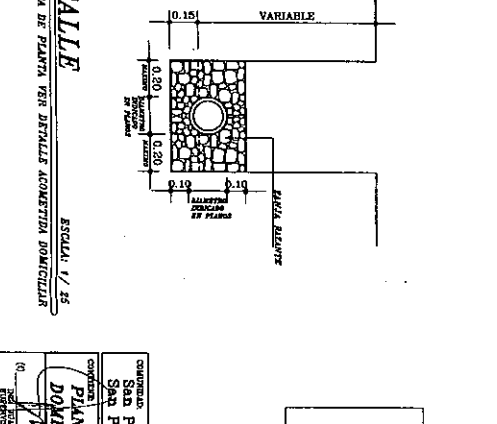
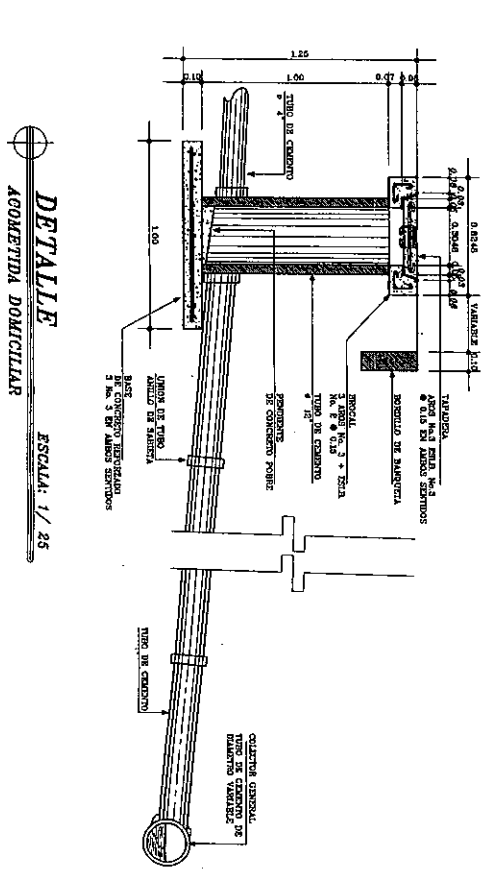
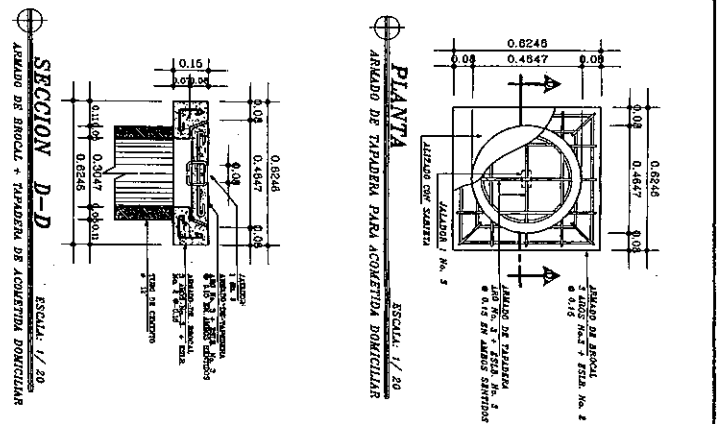
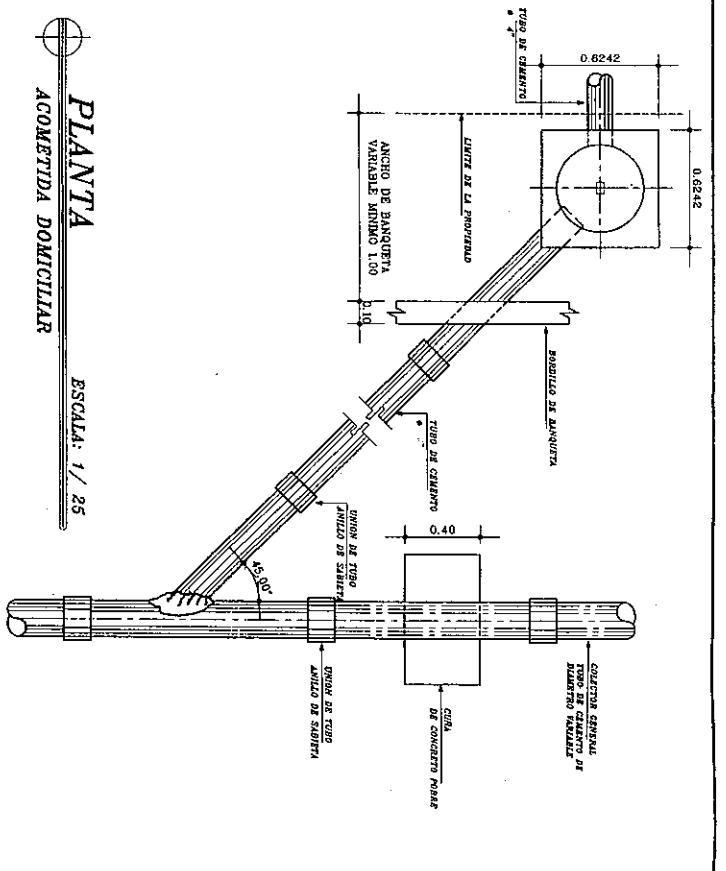
San Pedro Petz  
 San Pedro Sac. S.M.  
 ALCANTARILLADO  
 SANITARIO

DETALLE TIPICO  
 DE POZOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 E.P.S.  
 1.999

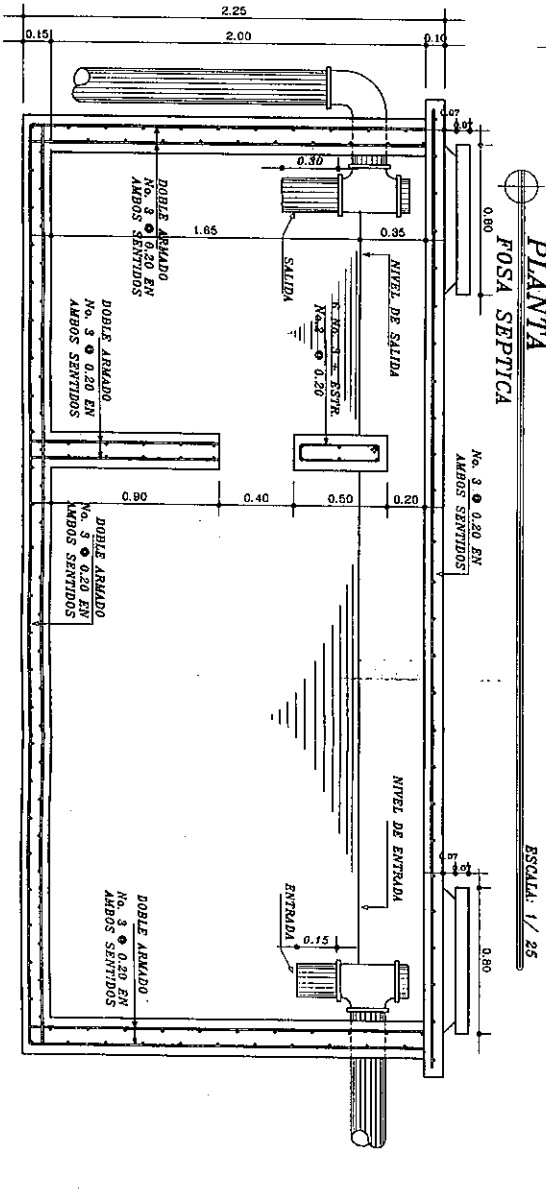
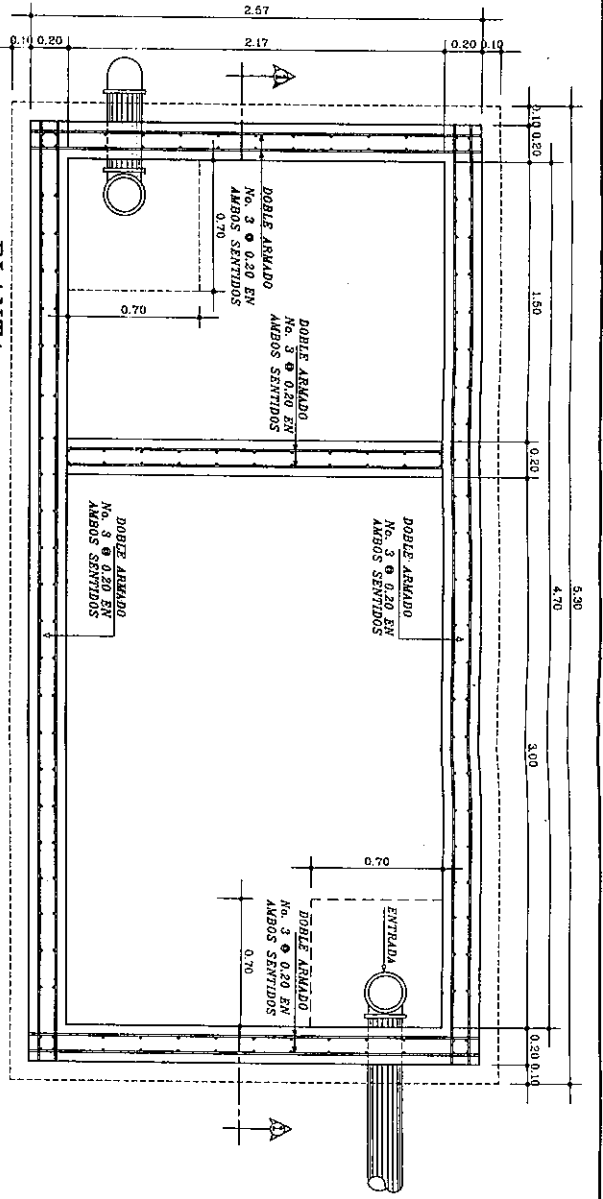
San Pedro Petz  
 San Pedro Sac. S.M.  
 ALCANTARILLADO  
 SANITARIO

DETALLE TIPICO  
 DE POZOS



**NOTA:**  
DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIAR  
QUE UTILIZA LA MUNICIPALIDAD  
DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL GOBERNADO		E.P.S. 1,999	
PROYECTO: ALCANTARILLADO		SANTIANO	
CONDOMINIO San Pedro Pelez San Pedro Sac. S.K.		DISEÑADO POR: UJAN ORAZCO	
PIANTA DE ACOMETIDA DOMICILIAR - DETALLES		FECHA: 13/14	



SECCION 1-1  
FOSA SEPTICA

ESCALA: 1/25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		E.P.S. 1999	
COMUNIDAD San Pedro Pelz San Pedro Sac. S.M.		PROYECTO ACANTARILLADO SANTUARIO	
PLANTA Y SECCION DE <b>FOSA SEPTICA</b>			
DISEÑADO INGENIERO CIVIL E.E. SAN CARLOS		DISEÑADO INGENIERO CIVIL E.E. SAN CARLOS	
DISEÑADO INGENIERO CIVIL E.E. SAN CARLOS		DISEÑADO INGENIERO CIVIL E.E. SAN CARLOS	
14		14	
14		14	