



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

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y
SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA
LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ**

Axel Leonardo Trujillo Chávez

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y
SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA
LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

AXEL LEONARDO TRUJILLO CHÁVEZ

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

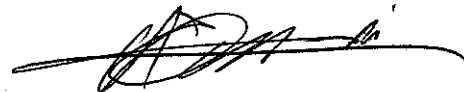
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de julio de 2014.



Axel Leonardo Trujillo Chávez



Guatemala, 1 de septiembre de 2015
Ref.EPS.DOC.566.09.15

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

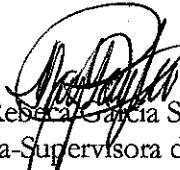
Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Axel Leonardo Trujillo Chávez** con carné No. **200915278**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Mayra Resaca García Soria de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MRGSDS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
18 de septiembre de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Axel Leonardo Trujillo Chávez , con Carnet No. 200915278, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 23 de septiembre de 2015
Ref.EPS.D.641.09.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Axel Leonardo Trujillo Chávez, carné 200915278**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Cerrano
Director Unidad de EPS
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SJRS/ra



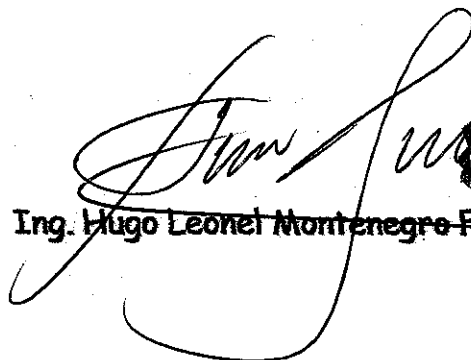
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Axel Leonardo Trujillo Chávez, titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

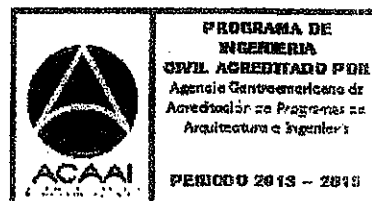

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2015.

/bbdeb.

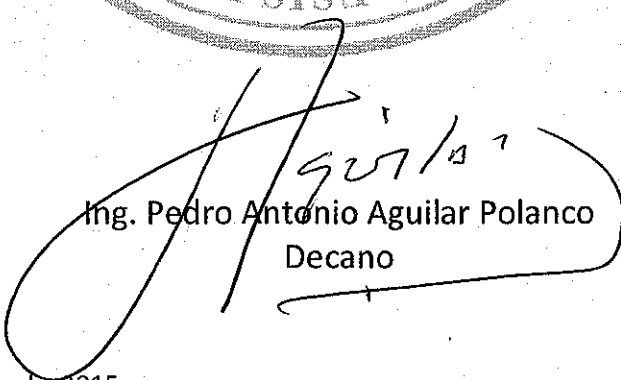
Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL Y SISTEMA DE PRETRATAMIENTO DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES PARA LOS BARRIOS 1 Y 3, SAN MARCOS LA LAGUNA, SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario: **Axel Leonardo Trujillo Chávez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida y estar siempre a mi lado guiándome a través del camino, por iluminar mi mente y darme la sabiduría para alcanzar esta meta.
Mi madre	María del Carmen Chávez, por su esfuerzo y amor, por formarme con buenos hábitos y valores, y brindarme su apoyo en cada día.
Mi padre	Amílcar Trujillo García, por creer en mí y brindarme su apoyo.
Mis hermanos	Amílcar Orlando, Gustavo Adolfo, Magda Concepción Trujillo Chávez, gracias por su apoyo y cariño.
Mis abuelos	María Concepción Álvarez y Virgilio Chávez.
Mis sobrinos	Madelin Alejandra y Brandon Guillermo Trujillo Chávez; Orlando Alessandro y Juan Carlos Trujillo Gómez.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme lograr un objetivo más en mi vida.
Mi madre	Porque gracias a su esfuerzo y sacrificio he logrado alcanzar esta meta.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de ser un profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la enseñanza necesaria para ser un profesional de la ingeniería.
Inga. Mayra Sierra	Por su asesoría y apoyo en la elaboración de este informe.
Mis amigos	Omar Mazariegos, Ernesto Guillén, Víctor Hernández, José Guarcas, Luis Nájera, Mynor Carrillo, Daniel Maldonado, Sergio Berducido, Rubí Gómez, Evelyn Contreras, por su apoyo y amistad incondicional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Reseña histórica.....	1
1.2. Aspectos geográficos	2
1.3. Aspectos físicos.....	4
1.3.1. Hidrología	4
1.3.2. Geología	4
1.3.3. Clima	4
1.4. Aspectos socioeconómicos cuantitativos.....	6
1.5. Población.....	6
1.6. Aspectos socioeconómicos cualitativos.....	7
1.6.1. Educación.....	7
1.6.2. Salud	8
1.6.3. Situación habitacional.....	8
1.6.4. Organización comunitaria	9
1.6.5. Servicios públicos existentes.....	9
1.6.6. Medios de comunicación	10
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11

2.1.	Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	14
2.1.2.	Levantamiento topográfico	14
2.1.2.1.	Planimetría	15
2.1.2.2.	Altimetría	15
2.1.3.	Parámetros de diseño	15
2.1.3.1.	Periodo de diseño	15
2.1.3.2.	Población.....	16
2.1.3.3.	Dotación	16
2.1.3.4.	Velocidad de flujo	17
2.1.3.5.	Coeficiente de retorno	17
2.1.3.6.	Coeficiente de flujo máximo	17
2.1.3.7.	Caudales de aporte	18
2.1.3.7.1.	Caudal medio domiciliario	19
2.1.3.7.2.	Caudal por infiltración ...	19
2.1.3.7.3.	Caudal de conexiones ilícitas	20
2.1.3.8.	Caudal máximo horario	20
2.1.3.9.	Factor de caudal medio	21
2.1.3.10.	Caudal de diseño	21
2.1.4.	Diseño de secciones y pendientes	22
2.1.4.1.	Diseño de secciones	22
2.1.4.2.	Diseño de pendientes.....	23
2.1.5.	Cajas de inspección	25
2.1.6.	Pozos de visita	28
2.1.7.	Cálculo hidráulico	30
2.1.8.	Presupuesto	45
2.2.	Diseño sistema de pretratamiento.....	46

2.2.1.	Descripción del proyecto	47
2.2.2.	Levantamiento topográfico	47
2.2.2.1.	Planimetría.....	47
2.2.2.2.	Altimetría.....	47
2.2.3.	Proceso de tratamiento de aguas residuales.....	47
2.2.3.1.	Pretratamiento	49
2.2.3.2.	Tratamiento primario.....	49
2.2.3.3.	Tratamiento secundario	52
2.2.3.4.	Tratamiento terciario.....	56
2.2.3.5.	Desinfección	57
2.2.3.6.	Tratamiento y disposición de lodos.....	57
2.2.4.	Sistema de pretratamiento.....	58
2.2.5.	Unidades sistema de pretratamiento	59
2.2.6.	Diseño de unidades	62
2.2.6.1.	Cálculos previos	62
2.2.6.2.	Canal de rejas.....	63
2.2.6.3.	Desarenador	64
2.2.6.4.	Trampa de grasas.....	66
2.2.7.	Mantenimiento	67
2.2.8.	Presupuesto.....	69
2.2.9.	Evaluación de impacto ambiental inicial	70
2.2.10.	Evaluación socioeconómica.....	72
2.2.10.1.	Valor presente neto (VPN).....	73
2.2.10.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	73
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de San Marcos La Laguna.....	3
2.	Niveles de alfabetismo y analfabetismo	7
3.	Ejemplo de ramales condominiales.....	13
4.	Ejemplo de red principal.....	14
5.	Valores de infiltración de tuberías	20
6.	Caja de inspección	26
7.	Conexión domiciliar dentro del lote	27
8.	Conexión domiciliar fuera del lote	27
9.	Sección transversal pozo de visita	29
10.	Sección fosa séptica	50
11.	Sección tanque Imhoff.....	51
12.	Sedimentador primario	52
13.	Esquema laguna anaerobia	54
14.	Esquema laguna facultativa	55
15.	Esquema del procesos de lodos activados	56
16.	Sistema de pretratamiento	59
17.	Detalle de rejilla.....	60
18.	Canal de rejas y desarenador	61
19.	Sección longitudinal trampa de grasas.....	61

TABLAS

I.	Parámetros meteorológicos	5
----	---------------------------------	---

II.	Profundidades mínimas (centímetros) según el diámetro de la tubería.....	28
III.	Especificaciones técnicas para diseño del sistema de alcantarillado condominial en el barrio 1	30
IV.	Especificaciones técnicas para diseño del sistema de alcantarillado convencional en el barrio 1	38
V.	Presupuesto barrio 1, San Marcos La Laguna.....	45
VI.	Presupuesto barrio 3, San Marcos La Laguna.....	46
VII.	Parámetros de diseño canal de rejillas.....	63
VIII.	Parámetros de diseño desarenador	65
IX.	Parámetros de diseño trampa de grasas	66
X.	Presupuesto sistema de pretratamiento barrios 1 y 3.....	69
XI.	Evaluación de impacto ambiental	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Ancho
e	Ancho de barras
Ac	Ancho de canal
Au	Ancho útil
H	Calado máximo en canal de rejillas
Qe	Caudal de conexiones ilícitas
Qd	Caudal de diseño
Qi	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliario
Q	Caudal en tubería a sección llena
Qmax	Caudal máximo
Qmh	Caudal medio horario
C	Coefficiente de colmatación
C.R.	Coefficiente de retorno
C_f	Cota de terreno final
C_o	Cota de terreno inicial
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
Dh	Distancia horizontal
Fqm	Factor de caudal medio
K	Factor de flujo máximo
Fh	Factor de Harmond
L/hab/día	Litros por habitantes por día

L/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metro
m/min	Metro por minuto
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetro
S	Pendiente del terreno
Pf	Población final
PV₂	Pozo de vista final
PV₁	Pozo de vista inicial
K1	Relación caudal máximo diario, caudal medio diario
K2	Relación caudal máximo horario, caudal medio horario
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
E	Separación entre barras
Tr	Tiempo de retención
h	Tirante de agua
v	Velocidad de flujo a través de la tubería
V	Velocidad de flujo en tubería a sección llena
Vs	Velocidad de sedimentación
Vc	Velocidad en canal
Vh	Velocidad horizontal

GLOSARIO

Aerobio	Microorganismos que necesitan oxígeno libre para vivir.
Afluentes	Caudal de agua que entra a una unidad de tratamiento o al sistema de tratamiento.
Aguas residuales	Aguas desechadas después de haber servido para un fin, las cuales pueden ser: domésticas, comerciales e industriales. Otros términos utilizados como sinónimos son aguas servidas o aguas negras.
Anaerobio	Microorganismos que no necesitan de oxígeno libre para vivir, tomándolo de la materia que lo rodea.
Biodegradable	Sustancia que puede descomponerse en elementos químicos naturales por la acción de agentes biológicos.
Caja de inspección	Dispositivo destinado a conectar dos o más ramales condominiales, permite la inspección y mantenimiento en la red.
Caudal	Volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.

Coeficiente de retorno	Porcentaje de agua que después de ser utilizada regresa al sistema de alcantarillado.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales de la vivienda hacia la red de alcantarillado.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior e interior de la tubería instalada.
Cuerpo receptor	Accidente geográfico donde son vertidas las aguas residuales.
Densidad de vivienda	Relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.
Dotación	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante por día.
Efluente	Caudal de agua que sale de una unidad de tratamiento o del sistema de tratamiento.
Eutrofización	Proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes.
Factor de caudal medio	Es la relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.

Lodos	Partículas sólidas existentes en las aguas residuales y que han sido sedimentadas por medio de un proceso de tratamiento físico.
Oxidación	Fijación de oxígeno por un elemento o pérdida de electrones por este elemento
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada presta un servicio satisfactorio.
Pozo de visita	Estructura subterránea con tapa removible, empleada como medio de inspección y limpieza de tuberías. También sirve para cambio de dirección y diámetro.
Ramal condominial	Tubería que recolecta las aguas residuales del conjunto de casas vecinas dentro de una misma manzana, que descarga a la red principal.
Red principal	Es el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos del condominio o manzana y recibe las aguas residuales de los ramales condominiales.
Reuso	Aprovechamiento de un efluente, tratado o no.
Sedimentación	Proceso por el cual los materiales sólidos se asientan.
Sistema de alcantarillado	Conjunto de tuberías y obras accesorias usadas para la recolección y transporte de las aguas residuales.

**Sólidos
sedimentables**

Sólidos de tamaño y peso suficiente para asentarse, cuando se dejan reposar un tiempo.

**Tratamiento de
aguas residuales**

Conjunto de unidades utilizadas en los procesos de tratamiento físico, químico y biológico. Esto para mejorar las características de las aguas residuales.

RESUMEN

Con el fin de contribuir al saneamiento ambiental en el municipio de San Marcos La Laguna y en el lago de Atitlán son contempladas dos obras para cumplir con tal objetivo: los sistemas de alcantarillado y la planta de tratamiento.

El primer proyecto consiste en la construcción de más de 5 000 m lineales de alcantarillado sanitario para aguas residuales con tubería PVC. Estará compuesto por la red condominial y la red principal. Las redes condominiales serán de pequeño diámetro (4") y poca profundidad, mientras que para la red principal el diámetro será de 6". También se contempla la instalación de cajas de inspección que servirán para las conexiones domiciliarias, cambio de dirección y pendiente en las redes condominiales.

El segundo proyecto es un sistema de pretratamiento utilizado para separar los sólidos mayores o flotantes, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites y grasas. El sistema está integrado por un canal de rejas de operación manual que retendrá desechos sólidos superiores a 2,50 cm de diámetro, un canal desarenador para retener arenas con un diámetro menor o igual de 0,20 mm y una trampa de grasas para eliminar las grasas y materias flotantes más ligeras que el agua.

La unidad de pretratamiento se ubica antes de las estructuras de tratamiento primario y secundario de la planta. El propósito es evitar el ingreso de materiales o sustancias que puedan alterar la operación de la planta por taponamiento de orificios o producir un gran desgaste en las tuberías de conducciones así como en las bombas.

OBJETIVOS

General

Diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario condominial y el sistema de pretratamiento de la planta de aguas residuales para los barrios 1 y 3 de San Marcos La Laguna, Sololá.

Específicos

1. Brindar solución a las necesidades de la comunidad en relación al manejo de aguas residuales y saneamiento ambiental. De manera que dichas soluciones sean factibles y económicamente ejecutable.
2. Elaborar los diseños bajo parámetros y criterios que garanticen su correcto funcionamiento.
3. Plasmar los resultados obtenidos en planos con las especificaciones técnicas y el respectivo presupuesto financiero para la construcción de las obras.
4. Disminuir la contaminación en el lago de Atitlán a través de una adecuada recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado de la práctica profesional supervisada, desarrollada en la institución Mancomunidad La Laguna. La misma está conformada por tres municipios de Sololá que son: San Pedro, San Pablo y San Marcos La Laguna. Los proyectos en los cuales se tendrá injerencia estarán ubicados en San Marcos La Laguna.

Dentro de los objetivos de la Mancomunidad La Laguna está el de facilitar el desarrollo económico y social de las comunidades. Esto mediante la cooperación con instituciones públicas y privadas, así como de organismos internacionales. Con la finalidad de cumplir con dicho objetivo, la mancomunidad atendió la solicitud de la Municipalidad de San Marcos La Laguna solicitando apoyo para efectuar la planificación de un proyecto de alcantarillado sanitario y una planta de tratamiento.

Por tanto, en busca de promover la utilización racional y eficiente de los recursos disponibles y obtenibles del sector en la mejora de condiciones de vida de la población, se elaboraron los diseños de los sistemas de alcantarillado y del sistema de pretratamiento de la planta de aguas residuales. Con ellos se beneficiarán a más de 400 familias.

Los proyectos contribuirán a la mejora en las condiciones actuales de salud de la población. Estos proveerán de un sistema adecuado de recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales, para su posterior descarga en el cuerpo receptor que será el lago de Atilán, favoreciendo también el saneamiento del lago.

La primera obra consiste en la construcción de los sistemas de alcantarillado sanitario condominial para los barrios 1 y 3 de dicho municipio. Dadas las características topográficas del lugar se optó por este tipo de sistema, como opción, ya que representa una tecnología más sencilla y de menor costo, permitiendo optimizar los recursos existentes.

La segunda obra es el diseño del sistema de pretratamiento para la planta de aguas residuales que tratará las aguas provenientes de los barrios 1 y 3. Luego del pretratamiento el agua pasará al sistema de tratamiento.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Reseña histórica

El origen del nombre del municipio de San Marcos La Laguna proviene del santo patrono San Marcos Evangelista. Los Anales de los Kaqchiqueles o Memorias de Tecpán Atitlán mencionan que en época, antes de la llegada de los españoles en 1524, los guerreros kaqchiqueles comenzaron a cruzar el lago de Atitlán. También que a uno de los lugares al que se dirigieron fue Payán Chocol, que se supone haya sido el nombre aborigen.

De acuerdo con la tradición, la cabecera de San Marcos La Laguna ha sido trasladada cinco veces. El cambio más reciente es cuando estaba ubicado en el barrio Oriental y en el barrio Occidental, después de la inundación de 1881, que destruyó el pueblo. También había sido trasladado San Marcos La Laguna, conforme instrucciones del alcalde de Sololá Juan de Barranich o Barreneche, quién en enero de 1726 trasladó oficialmente el pueblo al Jaibalito. Esto es en el oeste de Santa Cruz La Laguna, donde fue asentado por 1666. Se supone que los primeros colonos llegaron procedentes de San Lucas Tolimán.

Los antepasados del municipio de San Marcos La Laguna han tenido una larga historia migratoria. Ellos son originarios de un lugar llamado Pak'ip, un área localizada al sur de San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán en las tierras bajas cercano a la población de San Jerónimo Patulul. En dicho lugar, ellos tuvieron que abandonarlo a causa de los animales salvajes que abundaban en el lugar, quienes eran una amenaza en sus cultivos y a sus propias vidas. Agrega la leyenda que vagaron durante casi trescientos años buscando un lugar donde

asentarse, lo intentaron en la riveras del lago de Atitlán, en tierras que actualmente pertenece a la aldea Cerro de Oro del municipio de Santiago Atitlán. Pero al ser rechazados por los habitantes de esta comunidad buscaron refugio en la orilla occidental del lago, donde el alcalde de Patzúnuná los contrató para sembrar milpa.

A los descendientes de los emigrantes de Pak'ip de habla kaqchiquel se agregaron otros jornaleros llegados de Sololá. Ellos por tener el mismo lenguaje formaron un nuevo pueblo, en un lugar no muy adecuado en el barranco Payán Chicol, sitio conocido actualmente como Jaibalito, que pertenecía a la jurisdicción de Atitlán.

Según el *Memorial de Sololá*. El pueblo de San Marcos fue fundado el 26 de abril de 1584, cuando el misionero fray Juan Mendoza celebró la primera misa, siendo conocido inicialmente como San Marcos Pak'ip. En 1707 en un libro de matrimonios ya se le denominaba como San Marcos La Laguna. En 1623 aparece San Marcos entre los pueblos que integraban la encomienda recibida por Pedro Núñez de Barahona, nieto del conquistador Sancho de Barahona.

El cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán lo mencionó en su obra *Recordación florida*, como el pueblo más pequeño del curato de Sololá. En la *Descripción geográfico moral de la Diócesis de Goathemala* del arzobispo Pedro Cortés y Larraz de 1770 se menciona a San Marcos como un pueblo anexo de la Parroquia de San Pedro La Laguna, con una población de 156 habitantes.

1.2. Aspectos geográficos

San Marcos La Laguna está ubicado dentro del departamento de Sololá. Es parte de la Región VI o Región Sur Occidental de la República de Guatemala.

Está ubicado a 170 km de la ciudad capital y a una distancia de 48 km de la cabecera departamental de Sololá. Colinda al norte con Santa Lucía Uatlán (Sololá); al este con Santa Cruz La Laguna (Sololá); al sur con el lago de Atitlán y al oeste con San Pablo La Laguna (Sololá).

La cabecera está en las faldas de la sierra Parraxquim, en el margen noroeste del lago de Atitlán. San Marcos La Laguna tiene una extensión territorial de 12 km² y se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 1 650 m. La ubicación geográfica exacta de la cabecera municipal se encuentra en las coordenadas: latitud 14° 43' 32" N longitud 91° 15' 26" W.

El municipio de San Marcos La Laguna está conformado por tres barrios, denominados barrio 1, 2 y 3. Los barrios 1 y 2 están ubicados en sectores más altos con respecto al barrio 3 y al centro del poblado.

Figura 1. **Localización de San Marcos La Laguna**



Fuente: unidad de infraestructura, Mancomunidad la Laguna.

1.3. Aspectos físicos

A continuación son presentados los principales aspectos físicos del municipio de San Marcos La Laguna.

1.3.1. Hidrología

La cuenca del lago de Atitlán posee un área de 541 km², donde el cuerpo lacustre ocupa 130 km², con una profundidad máxima de 324 metros, y una profundidad promedio de 188 metros. Numerosos cursos fluviales, tanto estacionales como permanentes, además de los ríos principales, Quiscab y San Marcos, depositan sus aguas en el lago de Atitlán.

La subcuenca del río San Marcos presenta un área cercana a los 6 km². El punto más alto de la subcuenca tiene una altitud de 2 900 m; mientras en la desembocadura es de 1 570 m. La cuenca tiene una pendiente media aproximada del 26 %.

1.3.2. Geología

Las características geológicas de la subcuenca del río San Marcos es uno de los condicionantes de la capacidad de infiltración o escurrimiento de la cuenca. Por lo tanto, la cantidad de caudal que se generará en la cuenca es en función de la precipitación.

1.3.3. Clima

La región presenta dos estaciones bien marcadas: la estación seca, entre los meses de noviembre y abril, con escasas precipitaciones y temperaturas

elevadas. La estación húmeda, entre los meses de mayo y octubre, con precipitaciones abundantes y temperaturas más suaves.

El clima de San Marcos La Laguna es templado, la temperatura oscila entre los 15 y los 23 °C. La precipitación pluvial oscila entre 1 400 y 1 700 mm y anualmente varía entre los 1 057 y los 1 588 mm anuales. El relieve es plano a accidentado.

La estación meteorológica más cercana se encuentra ubicada en el municipio de Santiago Atitlán, y tiene por nombre el mismo del municipio. A partir de los registros de la estación pueden obtenerse los promedios anuales de los siguientes parámetros:

Tabla I. **Parámetros meteorológicos**

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Temperatura máxima	25,26	°C
Temperatura mínima	12,78	°C
Temperatura máxima absoluta	30,18	°C
Temperatura máxima absoluta	4,70	°C
Precipitación	1 220,75	mm
Humedad relativa	82,77	%
Humedad relativa máxima	93,25	%
Humedad relativa mínima	53	%
Evaporación	4,91	mm
Velocidad del viento	1,41	km/h

Fuente: Insivumeh. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/estaciones/solola/santiago%20atitlan%20parametros.htm>. Consulta: 2 de septiembre de 2015.

1.4. Aspectos socioeconómicos cuantitativos

Históricamente la agricultura ha jugado un papel central en la ocupación de los pobladores. Cada hombre se emplea en el proceso de preparar, sembrar, limpiar y cosechar la milpa. La siembra y cosecha de los granos es anual y toma lugar en los meses de mayo y octubre. La mayoría de parcelas de maíz son sembradas con frijoles y su cultivo es netamente para subsistencia, ya que pocos marqueños pueden vender lo que han cosechado y almacenado.

Una importante fuente económica, en San Marcos La Laguna, es el cultivo comercial proveniente de los árboles frutales. Algunos de los tipos de frutas producidas en San Marcos son los aguacates y jocotes. Estas frutas crecen primordialmente en el área fértil cercana al lago, hoy el área turística; así como en el centro del valle donde el cultivo de maíz no es propicio por la cantidad de rocas depositadas por los pasados derrumbes.

Los ingresos económicos y ocupaciones secundarias, en San Marcos La Laguna, son las provenientes de la manufactura de lazos, canastos, petates, bolsas en croché, la pesca, la recolección de cangrejos, entre otros. La producción de tejidos para la venta en el mercado turístico de Panajachel existió durante un par de años facilitando trabajo a un significativo número de mujeres.

1.5. Población

Según el censo poblacional 2012 elaborado por el Ministerio de Salud y la Municipalidad de San Marcos La Laguna la población es de 2 506 habitantes, del cual el 47 % son mujeres y el 53 % son hombres.

En relación a composición étnica se puede indicar que el 99 % de los vecinos de San Marcos La Laguna son indígenas. Los habitantes de la cabecera municipal hablan kaqchiquel. En un mínimo porcentaje habitan personas de diferentes nacionalidades que en los últimos diez años se han quedado a vivir en San Marcos por su belleza, vegetación y el encanto del lago de Atitlán.

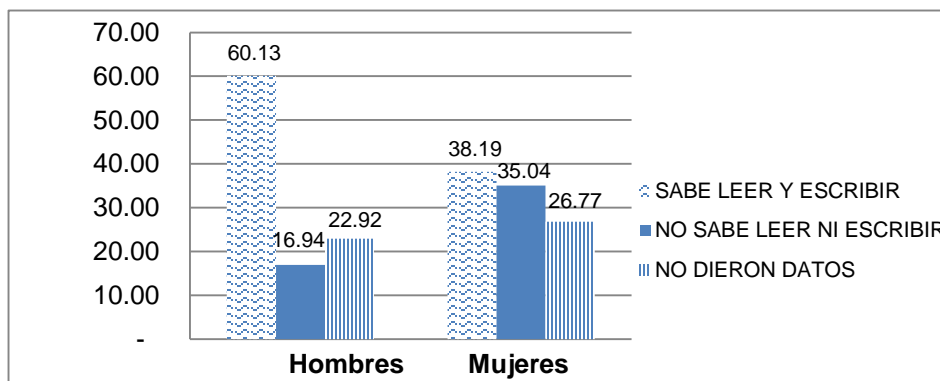
1.6. Aspectos socioeconómicos cualitativos

A continuación son presentados los principales aspectos socioeconómicos cualitativos del municipio de San Marcos La Laguna.

1.6.1. Educación

Según el censo poblacional 2012 elaborado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en coordinación con la Municipalidad de San Marcos La Laguna, indica que el nivel de alfabetismo en hombres es mayor en relación al de las mujeres. Mientras que los resultados sobre el nivel de analfabetismo reflejan que las mujeres son quienes tienen el mayor índice de analfabetismo.

Figura 2. Niveles de alfabetismo y analfabetismo



Fuente: Municipalidad de San Marcos La Laguna.

1.6.2. Salud

En relación a la morbilidad por agua y saneamiento, un 50 % de la población es afectada de 1 a 3 episodios con enfermedades relacionadas al agua y saneamiento durante el año. Esta problemática deriva en que San Marcos La Laguna actualmente no cuenta con agua potable, sino agua entubada. En años anteriores ha habido intentos de implementar sistemas de tratamiento para la potabilización del agua a través de cloración, pero la población no aceptó por desconfianza y falta de información.

Adicionalmente San Marcos La Laguna carece de un sistema de recolección y tratamiento de aguas grises y negras, dando lugar a la conducción de dichas aguas en cunetas, terrenos propios o vecinales, ríos y lago. Este mal manejo de excretas y aguas residuales, generan impacto al ambiente y a la salud de los pobladores trayendo consecuencias perjudiciales.

Las aguas residuales domésticas contienen agentes patógenos excretados por las personas, los que provocan enfermedades de origen entérico, tales como diarreas, tifus, hepatitis y otros. Estos agentes son virus, bacterias, protozoarios y helmintos que generalmente están presentes en concentraciones elevadas y se transmiten a través de verduras, mala manipulación de alimentos y falta de higiene personal.

1.6.3. Situación habitacional

El 95 % de la población marquense posee una vivienda propia y solamente el 3 % alquila, mientras el 2 % restante posee casa prestada. Esto refleja la existencia de capacidad económica para solventar una necesidad de esta dimensión, contiguo a los servicios básicos que el mismo requiera.

En cuanto al tipo de construcción, predomina la construcción elaborada de adobe (65 %) y *block* (24 %), mientras que en menor porcentaje se construye con madera. El tipo de vivienda puede dividirse en tres formas diferentes: con paredes de adobes; con paredes de *block* y las casas de madera, las tres con techo de lámina de zinc.

1.6.4. Organización comunitaria

La organización político administrativa se desarrolla por medio de la Municipalidad de San Marcos La Laguna. La Municipalidad es reconocida como la máxima autoridad en un municipio, ya que tiene bajo su ejercicio las acciones de gobierno. Es además, quien se encarga de proveer los servicios básicos a los habitantes de acuerdo a sus problemas y necesidades más urgentes.

Adicionalmente existen 3 órganos de coordinación de Consejos Comunitarios de Desarrollo (Cocodes), electos por un período de dos años. Mensualmente llevan a cabo reuniones ordinarias y extraordinarias según la necesidad para atender las problemáticas y necesidades más urgentes.

1.6.5. Servicios públicos existentes

El municipio cuenta con los siguientes servicios:

- Energía eléctrica
- Agua entubada
- Un puesto de salud
- Una escuela de párvulos
- Una escuela primaria
- Un instituto de educación básica por cooperativa

1.6.6. Medios de comunicación

San Marcos La Laguna se encuentra a 170 km de la ciudad capital y a una distancia de 48 km de la cabecera departamental de Sololá. Para comunicarse a la cabecera departamental se tiene dos vías principales de acceso terrestre y lacustre.

- Vía terrestre: de la cabecera municipal de San Marcos La Laguna se puede llegar a San Pablo La Laguna, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación y a la carretera interamericana a la altura del kilómetro 149, que se dirige a Quetzaltenango. Para llegar hasta la cabecera departamental de Sololá se hace un recorrido de 48 km por carretera asfaltada.
- Vía lacustre: es la vía más utilizada por los habitantes del municipio para llegar a la cabecera departamental, en un recorrido por el lago de Atitlán de 10,50 km de distancia entre San Marcos y el puerto de Tzanjuyú del municipio de Panajachel. Durante el recorrido se transita por la aldea Tzununá y el caserío Jaibalito, ambas comunidades de Santa Cruz La Laguna.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial

El sistema de alcantarillado sanitario condominial se desarrolló en Brasil en la década de 1980 y fue propuesto por el ingeniero brasileño José Carlos Melo como una alternativa de menor costo al sistema convencional. El sistema está destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando la concepción de microsistemas y teniendo el condominio como la unidad básica de atención. El sistema colector está compuesto de una red principal concebida para captar las aguas residuales de los ramales condominiales en el punto más bajo de cada manzana.

El modelo condominial implica un enfoque global no solo respecto del diseño de ingeniería y su puesta en funcionamiento, sino también desde el punto de vista de la participación comunitaria o intervención social en todas las fases del proceso. También de la adquisición de conocimientos por los usuarios a través de la educación sanitaria y ambiental. Al involucrar al usuario en todo el proceso de planificación, construcción y mantenimiento de las redes es posible lograr una reducción aun mayor de los costos.

El sistema condominial divide la red de alcantarillado en dos componentes: el ramal condominial y la red pública principal. El primero atiende a una manzana o condominio y consiste en una tubería de menor diámetro colocada a poca profundidad. Los domicilios se conectan a los ramales por medio de cajas, que a la vez tienen la función de elemento de inspección para su mantenimiento. Las aguas residuales recolectadas y transportadas por las redes condominiales serán

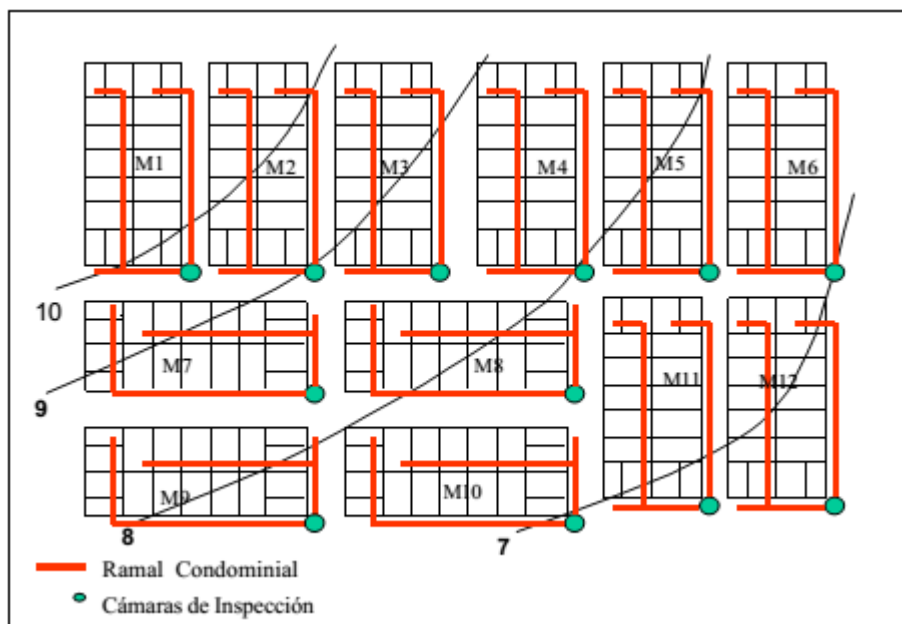
descargadas a una red principal, la cual podrá ser diseñada bajo los criterios de una red convencional.

Entre sus principales ventajas pueden mencionarse: menor extensión de redes, menor profundidad de excavación, menores diámetros de tuberías, independencia entre ramales, menores costos de operación y mantenimiento.

- Componentes del sistema
 - Condominio: es la unidad de atención e intervención técnica y social en el modelo condominial. Corresponde a un conjunto de casas que son atendidas por un mismo ramal de alcantarillado (ramal condominial). En general, el condominio corresponde a la manzana y tiene un número entre 20 y 50 viviendas.
 - Ramal condominial: es la tubería que recolecta las aguas residuales del conjunto de lotes vecinos dentro de una misma manzana, que descarga a la red pública principal en el punto más bajo del condominio. Debe ubicarse de manera que sea posible la recolección de las aguas residuales de las viviendas por gravedad, preferencialmente en áreas protegidas (interna en los lotes o aceras).
 - Red pública principal: está constituida por el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos del condominio y recibe las aguas residuales de los ramales condominiales o conexiones domiciliarias. Dicha red podrá ser diseñada bajo los criterios de una red convencional de alcantarillado.

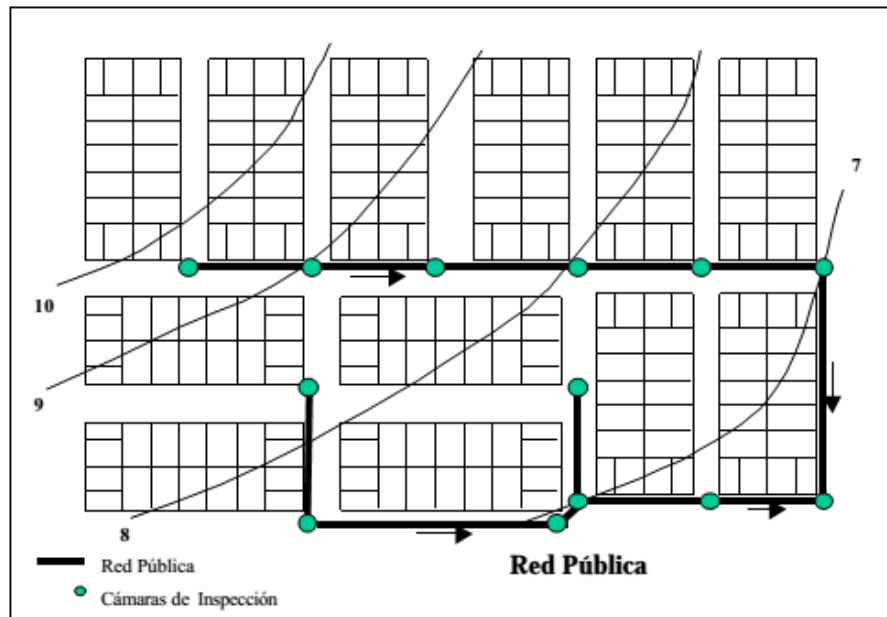
- Caja de inspección: es el dispositivo destinado a conectar dos o más colectores o ramales condominiales, permite la inspección y el mantenimiento de la red. Además, tiene la finalidad de constituir el punto de conexión de las instalaciones sanitarias domiciliarias en el lote.
- Pozos de visita: sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento. Se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero dentro del periodo de diseño.

Figura 3. **Ejemplo de ramales condominiales**



Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 21.

Figura 4. **Ejemplo de red principal**



Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 21.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de más de 5 000 metros lineales de alcantarillado sanitario para aguas residuales con tubería PVC. Estará compuesto por la red condominial y la red principal. Las redes condominiales serán de pequeño diámetro (4") y poca profundidad, mientras que para la red convencional el diámetro será de 6".

2.1.2. Levantamiento topográfico

Para la topografía fueron ejecutadas dos actividades en el campo: la planimetría y la altimetría. Se utilizaron aparatos de precisión para ubicar

accidentes geográficos considerables dentro del área del proyecto. En este caso, el equipo utilizado fue una estación total marca Topcon.

2.1.2.1. Planimetría

Consiste en proyectar sobre un eje plano la representación gráfica del terreno, definir la línea central, secciones transversales, ancho de calles, ubicación de pozos de visita y cajas de inspección.

2.1.2.2. Altimetría

Permite hacer la representación del relieve o perfil del terreno. Determina y representa la altura de cada una de las estaciones que componen los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.1.3. Parámetros de diseño

Para elaborar el diseño de los alcantarillados han de tomarse en cuenta varios aspectos importantes para el diseño de estos, los cuales son enumerados a continuación.

2.1.3.1. Periodo de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra brindará un servicio en forma satisfactoria. Los sistemas de alcantarillado de los barrios 1 y 3 de San Marcos La Laguna están proyectados para funcionar de manera correcta y eficiente durante un periodo de 30 años. Dicho periodo está especificado en las normas generales para diseño de alcantarillados del Infom.

2.1.3.2. Población

Un sistema de alcantarillado es diseñado para que funcione a su máxima capacidad al alcanzar la población estimada transcurrido el periodo de diseño. Para estimar la cantidad de habitantes al final del periodo de diseño se aplicó el método de incremento geométrico, por ser el que mejor se adapta a la realidad del crecimiento poblacional.

La ecuación utilizada es:

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento (INE)

n = periodo de diseño en años

2.1.3.3. Dotación

Es la cantidad del agua destinada para cada persona en un día. Está expresada en litros por habitante por día (Lts/hab/día).

El volumen de descarga de aguas residuales depende directamente del consumo de agua en la zona. Por esta razón habrá que definir la dotación de agua potable por habitante. Con base en la información proporcionada por la Municipalidad de San Marcos La Laguna, la dotación para los barrios 1 y 3 es de 120 Lts/hab/día.

2.1.3.4. Velocidad de flujo

Las normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom recomiendan utilizar una velocidad mínima de 0,60 m/s y como máximo 2.5 m/s. Sin embargo, las especificaciones del fabricante de tuberías recomiendan velocidades de hasta 5,00 m/s como máximo, este fue considerado para el diseño de los alcantarillados.

El cálculo de la velocidad mínima es para evitar la sedimentación de materiales sólidos y obtener la autolimpieza en la tubería. Mientras que el cálculo de la velocidad máxima es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas trasportadas por las aguas residuales.

La velocidad del flujo se determina mediante la ecuación de Manning y la relación hidráulica v/V , donde v es la velocidad de flujo a sección parcialmente llena y V es la velocidad del flujo a sección llena.

2.1.3.5. Coeficiente de retorno

Es el porcentaje de agua que después de usarse vuelve al drenaje. Se encuentra en un intervalo del 75 % al 90 %. Para este caso el valor utilizado fue de 0,80 ya que el agua es en su mayoría para fines domésticos.

2.1.3.6. Coeficiente de flujo máximo

Es la relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario. Este coeficiente tiene una relación inversa con el tamaño de la población.

- Alcantarillado condominial: la *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado* elaborada por la Organización Panamericana de la Salud hace referencia a la norma brasileña para alcantarillados NBR 9.649. En ella se estipula que el coeficiente de flujo podrá calcularse mediante la ecuación:

$$K = K1 * K2$$

Donde:

K = coeficiente de flujo máximo

K1 = 1,2: relación entre caudal máximo diario y caudal medio diario

K2 = 1.5: relación entre caudal máximo horario y caudal medio horario

- Alcantarillado convencional: para este sistema es usado el factor de Harmond, a partir de la ecuación:

$$Fh = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

Donde:

Fh = factor de Harmond

P = población a servir

2.1.3.7. Caudales de aporte

Para determinar el caudal de aguas residuales que se utilizará en el diseño de los sistemas de alcantarillado, deben considerarse los siguientes factores.

2.1.3.7.1. Caudal medio domiciliar

Es el volumen de agua residual que aportan las viviendas al sistema. Proviene de las actividades como lavado de ropa, descarga de inodoros, cocina y otros. Existe una relación directa entre el agua de desecho doméstico con la dotación del suministro de agua, ya que no toda el agua es devuelta al drenaje.

Se calcula mediante la ecuación:

$$Q_{dom} = \frac{\text{Núm.habitantes} * \text{Dot.} * \text{C.R.}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar en litros/segundo

Dot. = dotación en Litro/habitante/día

C.R. = coeficiente de retorno.

2.1.3.7.2. Caudal por infiltración

Este incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones y las estructuras de los pozos de visita cajas de inspección. Este es determinado considerando aspectos como altura del nivel freático y permeabilidad del suelo.

La tasa de infiltración es tomada con base en el tipo de tubería, tipo de unión y situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

Figura 5. **Valores de infiltración de tuberías**

	Caudales de Infiltración (l/s/km)							
	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
Unión	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático bajo	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
Nivel Freático alto	0,8	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1	0,15	0,5

Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 21.

2.1.3.7.3. Caudal de conexiones ilícitas

Deben considerarse los caudales provenientes de conexiones clandestinas domiciliarias que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones ilícitas puede ser del 5 % al 10 % del caudal máximo horario de aguas residuales.

2.1.3.8. Caudal máximo horario

Es determinado a partir del caudal domiciliar o caudal medio multiplicado por el coeficiente de flujo máximo, de la siguiente manera:

$$Q_{mh} = Q_{dom} * K$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario

Q_{dom} = caudal domiciliar

K = coeficiente de flujo máximo

2.1.3.9. Factor de caudal medio

Es utilizado para el cálculo hidráulico de la red convencional, la cual será la red principal del sistema. Es calculado a partir de la división del caudal medio dentro del total de habitantes. Oscila en un intervalo entre 0,002 a 0,005, si el valor de este queda fuera del intervalo, deberá aproximarse al valor más cercano.

$$F_{qm} = \frac{Q_{med}}{\text{Núm.de habitantes}}$$

Para este caso, el valor calculado para el factor de caudal medio es menor al límite inferior del intervalo. Por lo tanto se aproximará al valor más cercano del intervalo el cual es 0,002.

2.1.3.10. Caudal de diseño

Es el caudal para el cual es diseñado cada tramo del sistema. El dimensionamiento deberá atender los máximos caudales de descarga contemplados. Al mismo tiempo debe considerarse un valor de flujo mínimo especialmente en los tramos iniciales de la red.

El flujo mínimo aplicado en el diseño representa el caudal que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. De acuerdo a la experiencia brasileña el caudal mínimo es establecido en 1,50 l/s.

El caudal de diseño es integrado de la siguiente manera:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e$$

Donde:

- Qd = caudal de diseño
- Qmh = caudal máximo horario
- Qi = caudal de infiltración
- Qe = caudal por conexiones ilícitas

Es importante mencionar que para el diseño de los sistemas de alcantarillado no fueron considerados caudales comerciales e industriales ya que los sectores donde habrá incidencia carecen de ellos.

2.1.4. Diseño de secciones y pendientes

Para el cálculo de secciones y pendientes son utilizadas algunas ecuaciones para determinar los valores de interés. Estas ecuaciones son descritas a continuación.

2.1.4.1. Diseño de secciones

El diseño es realizado utilizando la ecuación de Manning para secciones circulares, expresada de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,397 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

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

D = diámetro de la sección circular (metros)

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

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

- Relaciones hidráulicas: el diseño de alcantarillados se fundamenta en la relación entre caudales reales y caudales teóricos. Utilizando la ecuación de Manning es posible determinar la velocidad a sección llena del tramo y posteriormente calcular el caudal de dicha sección. Con ello puede determinarse el valor de la relación q/Q y a continuación definir las demás relaciones v/V , d/D .
 - Relación q/Q : determina el porcentaje del caudal que pasa con respecto al máximo posible, $q_{\text{diseño}} < Q_{\text{sección llena}}$
 - Relación v/V : relación entre la velocidad del flujo a sección parcial y la velocidad del flujo a sección llena. Para determinar este valor son utilizadas las tablas de relaciones hidráulicas, según el valor de la relación q/Q .
 - Relación d/D : es la relación entre la altura del flujo dentro de la tubería y el diámetro de la tubería. Es determinado a través de las tablas de relaciones hidráulicas en función del valor q/Q y debe estar comprendido en un rango de $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

2.1.4.2. Diseño de pendientes

La pendiente es necesaria para que el flujo se conduzca por gravedad en la tubería. Para el diseño es recomendable utilizar la pendiente del terreno, siempre y cuando permita cumplir con las relaciones hidráulicas y con los valores de velocidades mínimas y máximas establecidas, que garanticen la autolimpieza y

baja erosión en las tuberías. La pendiente del terreno es obtenida mediante la relación entre la longitud del tramo y el promedio de las aturas, de la siguiente manera:

$$s = \frac{Ct_o - Ct_f}{Dh} * 100$$

S = pendiente (%)

Ct_o = cota terreno inicial (metros)

Ct_f = cota terreno final (metros)

Dh = distancia horizontal a centro de pozos (metros)

- Cotas invert: es la distancia entre la rasante del terreno y la parte inferior interna de la tubería. Son calculadas con base en la pendiente del terreno y la distancia entre pozos considerando garantizar el recubrimiento mínimo de la tubería. Son calculadas a partir de las siguientes ecuaciones:

$$CIS PV_1 = Ct - Hp.minima$$

$$CIE PV_2 = (CISP V_1) - ((Dh * s\%tuberia) / 100)$$

$$CIS PV_2 = (CIEPV_2) - Diferencia requerida$$

Donde:

CIS PV₁ = cota invert de salida del pozo 1

CIE PV₂ = cota invert de entrada del pozo 2

CIS PV₂ = cota invert de salida del pozo 2

Ct = cota de terreno

Hp = altura pozo de visita
Dh = distancia horizontal
S% = pendiente de la tubería

Para determinar la diferencia requerida entre la cota invert de entrada y la cota invert de salida, en un mismo pozo, deben de considerarse los siguientes criterios:

- Cuando el diámetro del tubo de entrada es igual al diámetro del tubo de salida, la diferencia será igual a 0,03 metros.
- Cuando el diámetro del tubo de entrada es diferente al diámetro del tubo de salida, la diferencia será 0,03 metros o la diferencia de los diámetros, el valor que sea mayor.
- El diámetro de la tubería que sale del pozo de visita nunca debe ser menor al diámetro de la tubería o tuberías que entran al pozo de visita.

2.1.5. Cajas de inspección

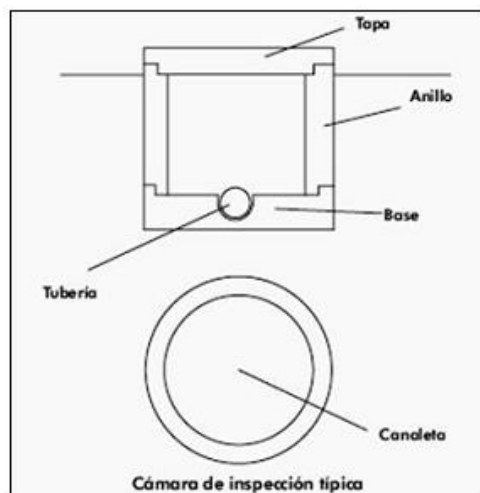
Las cámaras de inspección forman parte de la red de alcantarillado y tienen el objeto de permitir el acceso al mantenimiento. Se ubicarán en el ramal condominial, de preferencia en un área protegida.

Para la instalación de las cajas de inspección serán usados tubos de concreto con tapadera prefabricados. Estos tendrán un diámetro de 0,30 m y será instalado cuando la profundidad de las tuberías sea menor a 1,00 m. La separación máxima de estas cajas será de 20 m.

Las cajas de inspección también serán ubicadas en los siguientes puntos:

- Dentro de cada lote
- En el ramal condominial de acera
- En la red principal pública, a distancias no mayores de 100 metros
- En cambios de dirección horizontal y vertical de la tubería
- En la unión de dos o más ramales

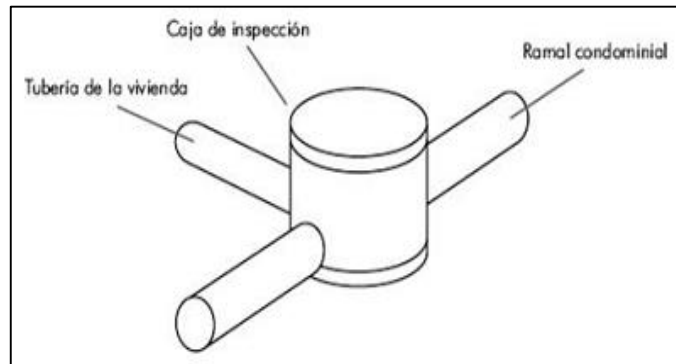
Figura 6. **Caja de inspección**



Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 62.

- Conexiones domiciliarias: pueden ser dentro y fuera del lote.
 - Conexión dentro del lote: la conexión de la vivienda se hará mediante una caja de inspección. Esta deberá ser instalada durante la construcción del ramal condominial, una en cada vivienda.

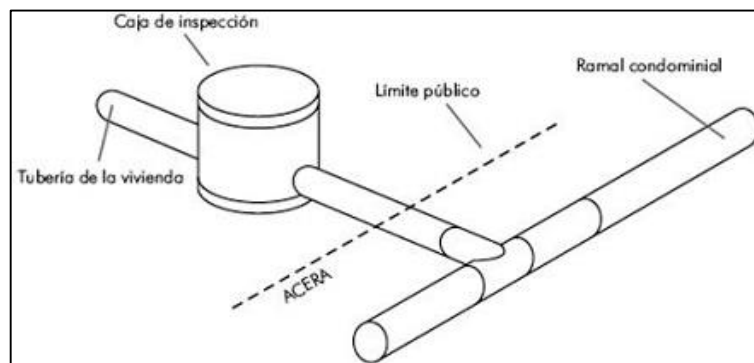
Figura 7. **Conexión domiciliar dentro del lote**



Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 64.

- Conexión fuera del lote: la conexión de la vivienda se realizará mediante un accesorio de PVC tipo “T”, “Y” o una “silleta”.

Figura 8. **Conexión domiciliar fuera del lote**



Fuente: OPS-OMS. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. p. 64.

- Diámetro mínimo: el diámetro mínimo de la tubería de PVC para el sistema de alcantarillado sanitario condominial, de acuerdo a las experiencias en

Bolivia y Brasil, puede ser de 100 mm (4") para el ramal condominial y 150 mm (6") para la red principal.

- Profundidad de tubería: es determinada mediante el cálculo de las cotas invert. Debe verificarse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado con el fin de no sufrir daños por el paso de vehículos y peatones.

Tabla II. **Profundidades mínimas (centímetros) según el diámetro de la tubería**

Diámetro	Tráfico normal	Tráfico pesado
4"	80	100
6"	122	142
8"	122	142

Fuente: elaboracion propia.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a 3,00 m bajo la superficie del terreno, deberá diseñarse una tubería auxiliar sobre las principales, para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

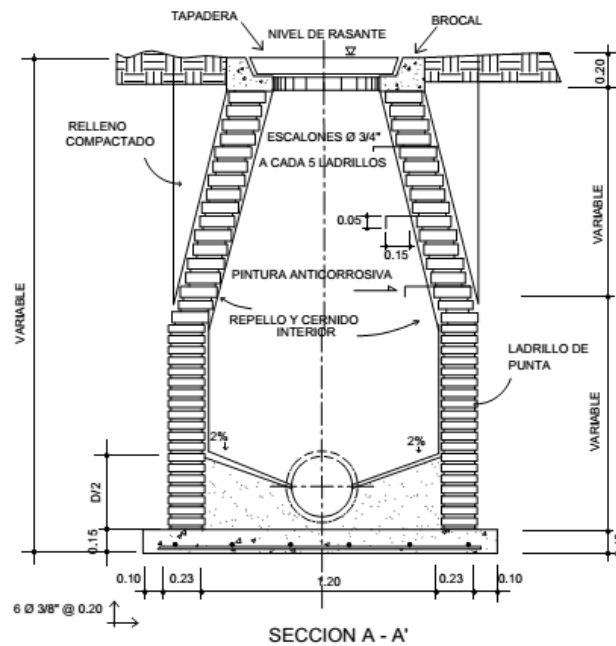
2.1.6. Pozos de visita

Son estructuras de mampostería parte del sistema y son empleados para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para operaciones de limpieza y mantenimiento. Serán ubicados en los siguientes puntos:

- Al inicial de un tramo
- Cambio de diámetro y pendiente
- Cambio de dirección horizontal
- En la intersección de dos o más tuberías
- A distancias no mayores de 100 metros

Los pozos de visita de este proyecto serán de ladrillo tayuyo y tendrán un diámetro de 1,20 m. El brocal y la tapadera serán de concreto armado y estarán cimentados en una base de concreto armado. Por dentro llevaran un revestimiento de repello y canales que dirigirán los caudales hacia el tubo de salida. Cuando la caída sea mayor a 0,70 m se construirá un dissipador de energía.

Figura 9. **Sección transversal pozo de visita**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.7. Cálculo hidráulico

- Ramal condominial: a continuación son detalladas las condiciones para el cálculo hidráulico de un ramal condominial

Tabla III. **Especificaciones técnicas para diseño del sistema de alcantarillado condominial en el barrio 1**

Parámetros de diseño	
Tipo de sistema	Condominial
Tipo de tubería	PVC ASTM 3034
Periodo de diseño	30 años
Densidad de vivienda	6 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	3 % (INE)
Población actual	1968
Población futura	4 777
Dotación de agua potable	120 L/hab/día
Coefficiente de retorno	0,80
Coefficiente de caudal máximo diario (K1)	1,20
Coefficiente de caudal máximo horario (K2)	1,50
Coefficiente de flujo máximo (K)	1,80
Coefficiente de rugosidad	0,01
Diámetro mínimo en ramales	100 mm (4")
Velocidad mínima	0,60 m/s
Velocidad máxima	5,00 m/s

Fuente: elaboración propia.

- Tramo de E76 a E75
 - Población futura

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

$$Pf = 48 * (1 + 0,03)^{30}$$

$$Pf = 116,51 \approx 117 \text{ habitantes}$$

- Coeficiente de flujo máximo

$$K = K1 * K2$$

$$K = 1,20 * 1,50$$

$$K = 1,80$$

- Caudales de aporte
 - Caudal medio domiciliar

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Núm.habitantes} * \text{Dot.} * \text{C.R.}}{86\,400}$$

$$Q_{\text{dom.actual}} = \frac{48 * 120 * 0,80}{86\,400}$$

$$Q_{\text{dom.actual}} = 0,05 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{dom.futuro}} = \frac{117 * 120 * 0,80}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{dom.futuro}} = 0,13 \text{ L/s}$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{\text{mh}} = Q_{\text{dom}} * K$$

$$Q_{\text{mh.actual}} = 0,05 * 1,80$$

$$Q_{\text{mh.actual}} = 0,09 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{mh.futuro}} = 0,13 * 1,80$$

$$Q_{\text{mh.futuro}} = 0,23 \text{ L/s}$$

- Caudal por infiltración (0,10 L/s/km)

$$Q_i = \frac{D_h * 0,10}{1000}$$

$$Q_i = \frac{38,84 * 0,10}{1000}$$

$$Q_i = 0,004 \text{ L/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas (5 % Qmh)

$$Q_e = Q_{mh} * 0,05$$

$$Q_{e.\text{actual}} = 0,09 * 0,05$$

$$Q_{e.\text{actual}} = 0,005 \text{ L/s}$$

$$Q_{e.\text{futuro}} = 0,13 * 0,05$$

$$Q_{e.\text{futuro}} = 0,012 \text{ L/s}$$

- Caudal de diseño

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e$$

$$Q_{\text{diseño. actual}} = 0,090 + 0,004 + 0,005$$

$$Q_{\text{diseño. actual}} = 0,10 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{diseño. futuro}} = 0,230 + 0,004 + 0,012$$

$$Q_{\text{diseño. futuro}} = 0,25 \text{ L/s}$$

Debido a que los valores del caudal de diseño actual y futuro son menores a 1,50 L/s, se adopta el valor de caudal mínimo (1,50 L/s) como caudal de diseño del tramo.

- Pendiente de terreno

$$s = \frac{Ct_o - Ct_f}{D} * 100$$

$$s = \frac{966,14 - 965,18}{38,84} * 100$$

$$s = 2,48\%$$

- Velocidad de flujo a sección llena

$$\varnothing = 4'' (0,10\text{m})$$

$$S = 2,47 \%$$

$$n = 0,01 \text{ (PVC)}$$

$$V = \frac{0,397 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,397 * 0,10^{2/3} * (2,47/100)^{1/2}}{0,01}$$

$$V = 1,35 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

Despejando de la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{0,312 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q = \frac{0,312 * 0,10^{8/3} * (2,47/100)^{1/2}}{0,01}$$

$$Q = 0,01059 \text{ m}^3/\text{s} * (1000 \text{ L}/1 \text{ m}^3)$$

$$Q = 10,59 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulicas
 - Relación de caudales

✓ Actual

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{1,50}{10,59}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = 0,1416$$

✓ Futuro

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{1,50}{10,59}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = 0,1416$$

- Relación de velocidades

- ✓ Actual

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0,707$$

$$v.\text{actual} = 0,707 * V$$

$$v.\text{actual} = 0,707 * 1,35$$

$$v.\text{actual} = 0,95 \text{ m/s}$$

- ✓ Futuro

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 0,707$$

$$v.\text{futuro} = 0,707 * 1,35$$

$$v.\text{futuro} = 0,95 \text{ m/s}$$

- Relación de tirantes

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,2540$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0,2540$$

- Cotas invert

- Cota invert de salida PV₁

$$\text{CIS PV}_1 = \text{Ct} - (\text{Hp.minima})$$

$$\text{CIS PV}_1 = 966,14 - 0,80$$

$$\text{CIS PV}_1 = 965,34 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada PV₂

$$\text{CIE PV}_2 = (\text{CIS PV}_1) - ((\text{Dh} * \text{s\%tuberia}) / 100)$$

$$\text{CIE PV}_2 = (965,34) - ((38,84 * 2,47) / 100)$$

$$\text{CIE PV}_2 = 964,41 \text{ m}$$

- Altura de pozos

- Inicial

$$\text{PV}_1 = \text{Ct} - \text{CIS PV}_1$$

$$\text{PV}_1 = 966,14 - 965,34$$

$$\text{PV}_1 = 0,80 \text{ m}$$

- Final

$$PV_2 = Ct - CIE PV_2$$

$$PV_2 = 965.18 - 964.41$$

$$PV_2 = 0,77 \text{ m}$$

- Red principal

Tabla IV. **Especificaciones técnicas para diseño del sistema de alcantarillado convencional en el barrio 1**

Parámetros de diseño	
Tipo de sistema	Convencional
Tipo de tubería	PVC ASTM 3034
Periodo de diseño	30 años
Densidad de vivienda	6 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	3 % (INE)
Población actual	1968
Población futura	4 777
Dotación de agua potable	120 L/hab/día
Coeficiente de retorno	0,80
Factor de caudal medio FQM	0,002
Coeficiente de rugosidad	0,01
Diámetro mínimo en red principal	150 mm (6")
Velocidad mínima	0,60 m/s
Velocidad máxima	5,00 m/s

Fuente: elaboración propia.

- Tramo de E115 a E118.1

- Población futura

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

$$Pf = 1\ 740 * (1 + 0,03)^{30}$$

$$Pf = 4\ 223,51 \approx 4\ 224 \text{ habitantes}$$

- Coeficiente de flujo máximo (Harmond)

$$Fh = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

$$Fh. \text{ actual} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1\ 740/1\ 000}}$$

$$Fh. \text{ actual} = 3,63$$

$$Fh. \text{ futuro} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{4\ 224/1\ 000}}$$

$$Fh. \text{ futuro} = 3,31$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = \text{Núm. habitantes} * F_{qm} * Fh.$$

$$Q_{\text{diseño.actual}} = 1740 * 0,002 * 3,63$$

$$Q_{\text{diseño.actual}} = 12,64 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{diseño.futuro}} = 4224 * 0,002 * 3,31$$

$$Q_{\text{diseño.futuro}} = 27,98 \text{ L/s}$$

- Pendiente de terreno

$$s = \frac{C_{t_o} - C_{t_f}}{D} * 100$$

$$s = \frac{907,23 - 904,07}{80,09} * 100$$

$$s = 3,96\%$$

- Velocidad de flujo a sección llena

$$\varnothing = 6'' (0,15 \text{ m})$$

$$S = 3,96 \%$$

$$n = 0,01 \text{ (PVC)}$$

$$V = \frac{0,397 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,397 * 0,15^{2/3} * (3,96/100)^{1/2}}{0,01}$$

$$V = 2,23 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

Despejando de la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{0,312 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$Q = \frac{0,312 * 0,15^{8/3} * (3,96/100)^{1/2}}{0,01}$$

$$Q = 0,0394 \text{ m}^3/\text{s} * (1000 \text{ L} / 1 \text{ m}^3)$$

$$Q = 39,42 \text{ L/s}$$

- Relaciones hidráulicas
 - Relación de caudales

✓ Actual

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{12,64}{39,42}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = 0,3206$$

✓ Futuro

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{27,98}{39,42}$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = 0,7098$$

▪ Relación de velocidades

✓ Actual

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0,8898$$

$$v.\text{actual} = 0,8898 * V$$

$$v.\text{actual} = 0,8898 * 2,23$$

$$v.\text{actual} = 1,98 \text{ m/s}$$

✓ Futuro

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 1,0851$$

$$v.\text{futuro} = 1,0851 * 2,23$$

$$v.\text{futuro} = 2,42 \text{ m/s}$$

- Relación de tirantes

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0,3890$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0,6220$$

- Cotas invert

- Cota invert de salida PV₁

$$\text{CIS PV}_1 = (\text{CIEPV}_1) - \text{Diferencia requerida}$$

$$\text{CIS PV}_1 = 906,01 - 0,03$$

$$\text{CIS PV}_1 = 905,98 \text{ m}$$

- Cota invert de entrada PV₂

$$\text{CIE PV}_2 = (\text{CIS PV}_1) - ((Dh * s\% \text{tuberia}) / 100)$$

$$\text{CIE PV}_2 = (905,98) - ((80,09 * 3,96) / 100)$$

$$\text{CIE PV}_2 = 902,85 \text{ m}$$

- Altura de pozos

- Inicial

$$PV_1 = 907,23 - \text{CIS } PV_1$$

$$PV_1 = 907,23 - 905,98$$

$$PV_1 = 1,25 \text{ m}$$

- Final

$$PV_2 = 904,07 - \text{CIE } PV_2$$

$$PV_2 = 904,07 - 902,85$$

$$PV_2 = 1,22 \text{ m}$$

2.1.8. Presupuesto

A continuación son presentados los renglones de trabajo para la construcción de los sistemas de alcantarillado de los barrios 1 y 3.

Tabla V. **Presupuesto barrio 1, San Marcos La Laguna**

NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P-UNITARIO	SUBTOTAL
1	RÓTULO	1,00	UNIDAD	Q 2 577,61	Q 2 577,61
2	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	3,50	km	Q 1 641,43	Q 5 745,01
3	EXCAVACIÓN	2 126,05	M3	Q 48,40	Q 102 900,82
4	TUBERÍA PVC 4" NORMA 3034	2 425,00	ML	Q 50,32	Q 122 026,00
5	TUBERÍA PVC 6" NORMA 3034	821,50	ML	Q 85,95	Q 70 607,93
6	CONEXIÓN DOMICILIAR	320,00	UNIDAD	Q 509,39	Q 163 004,80
7	CAJA DE INSPECCIÓN	450,00	UNIDAD	Q 202,14	Q 90 963,00
8	POZO DE VISITA PV1 (HASTA H=1.50 M)	23,00	UNIDAD	Q 3 353,11	Q 77 121,53
9	POZO DE VISITA PV2 (MAYOR A H>1.50M)	6,00	UNIDAD	Q 6 170,91	Q 37 025,46
10	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1 997,58	M3	Q 37,22	Q 74 349,93
11	REPARACIÓN PAVIMENTO	171,50	M2	Q 426,96	Q 73 223,64
12	REPARACIÓN DE EMPEDRADO FRAGUADO	760,50	M2	Q 195,32	Q 148 540,86
13	REPARACIÓN DE ADOQUINADO	464,75	M2	Q 151,81	Q 70 553,70
14	CONEXIÓN A TRAVÉS DE MURO	2,00	UNIDAD	Q 598,01	Q 1 196,02
15	BORDILLO DE PROTECCIÓN (0.10X0.40X10M)	10,00	ML	Q 68,64	Q 686,40
16	REPARACIÓN MÓDULOS DE GRADAS	6,00	UNIDAD	Q 474,25	Q 2 845,50
17	RETIRO MATERIAL SOBRENTE Y LIMPIEZA FINAL	3 246,50	ML	Q 3,57	Q 11 590,01
TOTAL DE OBRA					Q 1 054 958,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Presupuesto barrio 3, San Marcos La Laguna**

Núm.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P-UNITARIO	SUBTOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	2,00	km	Q 1 540,01	Q 3 080,02
2	EXCAVACIÓN	1 396,16	M3	Q 47,82	Q 66 764,37
3	TUBERÍA PVC 4" NORMA 3034	1 440,00	ML	Q 50,59	Q 72 849,60
4	TUBERÍA PVC 6" NORMA 3034	275,00	ML	Q 88,73	Q 24 400,75
6	CONEXIÓN DOMICILIAR	110,00	UNIDAD	Q 511,89	Q 56 307,90
7	CAJA DE INSPECCIÓN	177,00	UNIDAD	Q 202,37	Q 35 819,49
8	POZO DE VISITA PV1 (HASTA H=1.50 M)	9,00	UNIDAD	Q 3 354,54	Q 30 190,86
9	POZO DE VISITA PV2 (MAYOR A H>1.50M)	6,00	UNIDAD	Q 6 172,61	Q 37 035,66
10	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1 323,92	M3	Q 37,38	Q 49 488,13
11	REPARACIÓN CONCRETO CANCHA POLIDEPORTIVA	32,20	M2	Q 421,87	Q 13 584,21
12	REPARACIÓN DE EMPEDRADO FRAGUADO	256,75	M2	Q 196,66	Q 50 492,46
13	REPARACIÓN DE ADOQUINADO	453,05	M2	Q 152,21	Q 68 958,74
14	RETIRO MATERIAL SOBRENTE Y LIMPIEZA FINAL	1 715,00	ML	Q 3,86	Q 6 619,90
TOTAL DE OBRA					Q 515 592,09

Fuente: elaboración propia.

2.2. **Diseño sistema de pretratamiento**

El diseño de la unidad de pretratamiento es realizado con la finalidad de remover sólidos gruesos y otros materiales que pueden generar problemas en las etapas posteriores del tratamiento. A continuación se describe el proceso de pretratamiento y brevemente algunas etapas de tratamiento de aguas residuales.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en un sistema de pretratamiento de aguas residuales. Este consta de las siguientes unidades: canal de rejillas, desarenador y trampa de grasas, unidades previas al ingreso de las aguas residuales a la planta de tratamiento.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Para la topografía fueron ejecutadas dos actividades en el campo: la planimetría y la altimetría. Se utilizaron aparatos de precisión para ubicar accidentes geográficos considerables dentro del área del proyecto. En este caso, el equipo utilizado fue una estación total marca Topcon.

2.2.2.1. Planimetría

Consiste en proyectar sobre un eje plano la representación gráfica del terreno en el cual será construida la planta de tratamiento.

2.2.2.2. Altimetría

Permite hacer la representación del relieve o perfil del terreno. Determina y representa la altura de cada una de las estaciones del terreno.

2.2.3. Proceso de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos. El fin es eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua del uso humano.

En el complejo sistema de una planta de tratamiento se pueden identificar tres procesos fundamentales para el buen funcionamiento de la planta:

- Procesos físicos: consisten en la separación de sólidos sedimentables presentes en las aguas residuales y su estabilización, la remoción de partículas flotantes, la retención de partículas de gran tamaño y otros.
- Procesos químicos: separan o transforman las sustancias sedimentables, flotantes y disueltas mediante el uso de sustancias químicas.
- Procesos biológicos: donde intervienen ciertos microorganismos para la oxidación y mineralización de sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales.

Cada etapa en el tratamiento de aguas residuales tiene una función específica que contribuye al mejoramiento de la calidad del efluente respecto a su condición inicial al ingresar al ciclo de la planta. Esto exige que el proceso de una planta se separe en etapas, las cuales son analizadas individualmente, existiendo siempre una conexión entre cada una de ellas.

Todo proceso de tratamiento contiene varias etapas, las cuales dependen una de la otra, en el ciclo de tratamiento. Estas etapas son:

- Pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Desinfección
- Tratamiento y disposición de los lodos

Para tener una clara idea del tratamiento de las aguas residuales se considerarán los conceptos descritos en la *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales* elaborada por el Programa Ambiental Regional Para Centroamérica. Esto con el fin de comprender en que consiste cada etapa.

2.2.3.1. Pretratamiento

Es una estructura auxiliar que debe preceder a cualquier sistema de tratamiento. Esta estructura persigue principalmente los objetivos de reducir los sólidos en suspensión de distintos tamaños que traen consigo las aguas.

Suele constar de las siguientes unidades:

- Canal de rejas
- Desarenador
- Desengrasado

Las unidades tienen como finalidad eliminar materiales que podrían perjudicar el sistema de conducción en la planta. Por ejemplo los sólidos grandes que flotan o están suspendidos (papel, plásticos, trapos y otros desechos sólidos) y los sólidos inorgánicos pesados (arenas, grava) que han entrado al alcantarillado.

2.2.3.2. Tratamiento primario

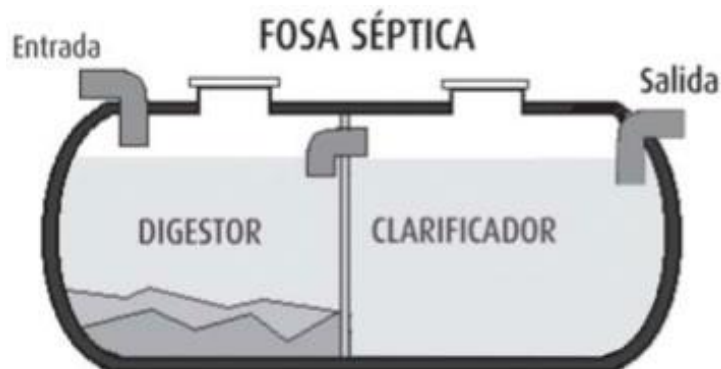
Consiste en retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos por medio de sedimentación, filtración, flotación y precipitación. La retirada previa de estos sólidos es primordial, ya que en caso contrario originarían fuertes demandas de

oxígeno en el resto de las etapas de tratamiento. Los tratamientos primarios más empleados son las fosas sépticas, los tanques Imhoff y sedimentador primario.

- Fosas sépticas: estos dispositivos combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de la materia orgánica; en ocasiones los tanques se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie. En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, biodigestión y el almacenamiento de lodos.

Debido a que con la descomposición anaerobia se producen gases, estos suspenden sólidos sedimentados en la primera cámara y se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso de remoción, evitando que los sólidos sean arrastrados con el efluente fuera del tanque. Dicho efluente se encuentra en condiciones sépticas y lleva consigo materia orgánica disuelta y suspendida, por lo que requiere un tratamiento posterior.

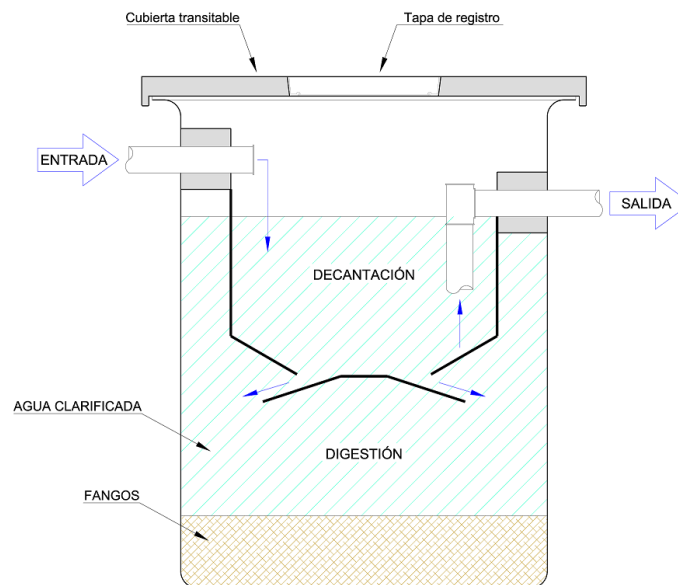
Figura 10. **Sección fosa séptica**



Fuente: Fosa séptica con filtro biológico. <http://www.euoplast-sl.com/wp-content/uploads/2014/08/fosa-septica-1.jpg>. Consulta: 8 de julio de 2015.

- **Tanques Imhoff:** Es una unidad de confinamiento donde la sedimentación se da en los dos niveles. Se le utiliza como estanque de sedimentación y cámara de digestión. Es una unidad compacta cuyo estanque de sedimentación está ubicado sobre una cámara de digestión. El material que se sedimenta se desvía por paredes internas inclinadas para que pueda deslizarse directamente hacia la región de digestión. El dispositivo de retención en la superficie de deslizamiento impide que el gas ascienda y altere el proceso de sedimentación.

Figura 11. **Sección tanque Imhoff**



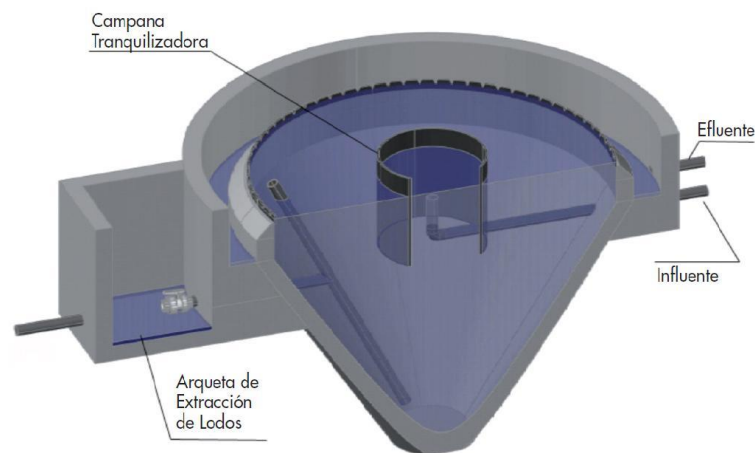
Fuente: *Tanque Imhoff*. <https://liferuralsupplies.files.wordpress.com/2014/06/03-san-01.png>.

Consulta: 8 de julio 2015.

- **Sedimentador primario:** a diferencia de la fosa séptica y los tanques Imhoff, en estas unidades no se almacena lodos, por lo que se extraen continuamente y necesitan tratamiento adicional. Tiene como función la

reducción de los sólidos suspendidos, grasas y aceites en las aguas residuales. Las eficiencias esperadas con del 55 % en la remoción de los sólidos. Al utilizar coagulantes para aumentar la eficiencia del sistema es considerado como un tratamiento primario avanzado.

Figura 12. **Sedimentador primario**



Fuente: ORTEGA DE MIGUEL, Enrique; FERRER MEDIAN, Yasmina. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*. p. 124.

2.2.3.3. **Tratamiento secundario**

Consiste en remover material orgánico en suspensión. Se utilizan procesos biológicos aprovechando la acción de microorganismos que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).

Proceso aerobio: es un proceso donde los lodos provenientes del sedimentador primario o los lodos de los procesos aerobios de tratamiento son

sometidos a la aeración prolongada en un tanque separado y descubierto. El proceso de digestión aeróbica es generalmente utilizado para estabilizar el exceso de lodos provenientes de los lodos activados.

Proceso anaerobio: los microorganismos descomponen el material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera gases entre los cuales el dióxido de carbono y el metano son los más abundantes. Este proceso se da en ambientes naturales como: pantanos, sedimentos de lagos y mares.

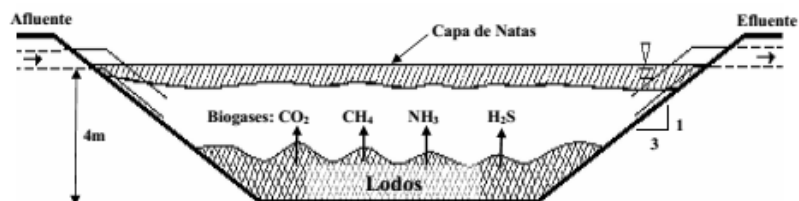
Los elementos más usados en el tratamiento secundario son:

- Filtro anaerobio de flujo ascendente: consiste en un reactor de flujo ascendente donde el material filtrante lo forman soportes plásticos o piedras de 3 a 5 centímetros de diámetro promedio. El agua pretratada ingresa por la parte inferior de la unidad y sube a través del material filtrante. En el medio filtrante se acumulan bacterias que al paso del agua, van removiendo materia orgánica disuelta.
- Filtros percoladores: consiste de un tanque lleno con material filtrante, el agua es distribuida sobre el medio y baja por gravedad a través de él. Una sustancia viscosa y gelatinosa, conteniendo bacterias y otro tipo de microorganismos se forma en la superficie del medio. Una vez que el filtro se encuentra operando, esta capa de microorganismos es la que actúa para remover sustancias orgánicas del agua. Este es un sistema aerobio por lo que se induce aire por aberturas en la parte inferior de la estructura.
- Lagunas de estabilización: se conoce con este término a cualquier laguna, estanque o grupo de ellas, destinado a llevar a cabo un tratamiento

biológico. Existen diversos tipos de lagunas, dependiendo de sus características pueden ser

- Lagunas aerobias: son lagunas que operan en presencia de aire. Son de poca profundidad (no más de 80 cm) lo que propicia la proliferación de algas, que suministran una buena parte del oxígeno necesario. Son poco utilizadas, ya que debido a su poca profundidad, necesitan mayores extensiones de terreno.
- Lagunas anaerobias: generalmente se usan como primera depuración o pretratamiento. Pueden considerarse como un digestor, ya que se le aplican cantidades de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen de manera que prevalezcan las condiciones anaerobias, es decir la ausencia de oxígeno.

Figura 13. **Esquema laguna anaerobia**

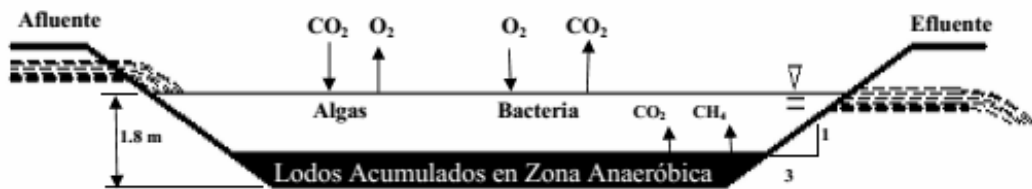


Fuente: STEWART, Oakley. *Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica*. p. 78.

- Lagunas facultativas: es una combinación de áreas en el mismo estanque con y sin oxígeno. Son diseñadas con una profundidad entre 1,50 a 2,00 m y una cantidad de materia o carga orgánica por unidad de volumen que permita el crecimiento de organismos

aeróbicos y facultativos (estos últimos pueden reproducirse tanto en presencia como en ausencia de oxígeno).

Figura 14. Esquema laguna facultativa



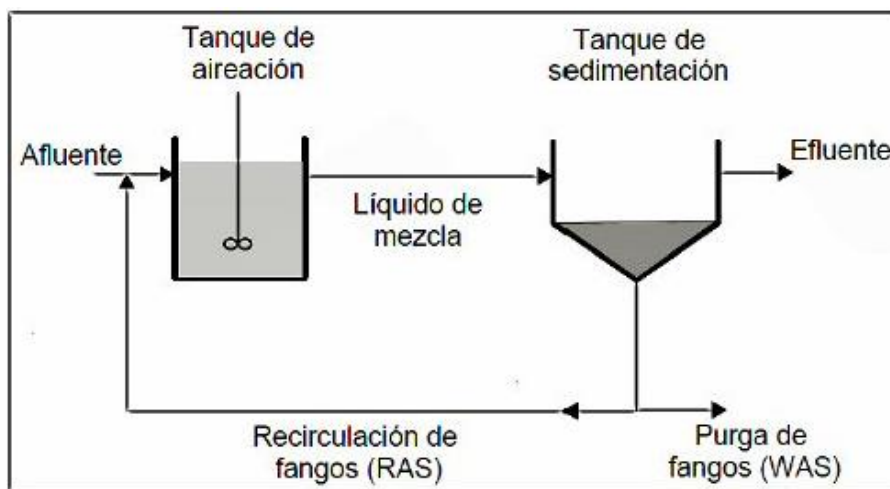
Fuente: STEWART, Oakley. *Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica*. p. 78.

- Lagunas de maduración: estas lagunas son usadas para efluentes de lagunas facultativas o aerobias con la principal finalidad de reducir coliformes, huevos de helmintos y quistes de protozoarios a través la acción del sol y sus rayos ultravioleta.
- Lodos activados: es un proceso de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aireados en un tanque denominado aireador. En el proceso se forman unas partículas que se denominan flóculos. Los flóculos biológicos formados en este proceso se sedimentan en un tanque de sedimentación, donde una parte regresa al tanque aireador y el sobrante es secado para que ocupe menos volumen y así puede ser usado como abono.

En el proceso de lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que esta les sirve de alimento para su producción. Es importante indicar que el ambiente aerobio en el reactor se consigue

mediante la inyección, mezcla o agitación se efectúa por medios mecánicos (aireadores superficiales, sopladores y otros.) que también sirven para mantener la mezcla líquida en estado homogéneo en todo el tanque.

Figura 15. **Esquema del procesos de lodos activados**



Fuente: *Esquema básico de un sistema de lodos activados.* http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358039/ContenidoLinea/leccion_21_lodos_activados.html. Consulta: 8 de julio 2015.

2.2.3.4. Tratamiento terciario

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una alta calidad físico-química y biológica, normalmente es usado para remover nutrientes como el nitrógeno y fósforo del agua. Proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que este sea descargado al cuerpo receptor (mar, río, lago y otros). Las metas de tratamiento varían de acuerdo al reuso que se le pretenda dar a las aguas. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

2.2.3.5. Desinfección

Cuando las aguas residuales son descargadas crudas o tratadas en cuerpos que van a utilizarse como fuentes de abastecimiento público o para propósitos recreativos se requiere de un tratamiento adicional para destruir los elementos patógenos que en ellas aún quedan. Esto se realiza con el propósito de que sean mínimos los riesgos para la salud debido a la contaminación de dichas aguas. Este paso de tratamiento es conocido como desinfección.

Existen varios métodos de desinfección:

- Físico: filtración, ebullición, rayos ultravioleta.
- Químicos: aplicación de cloro, bromo, ozono y otros.

El cloro y sus derivados son los compuestos más usuales, accesibles y de fácil manejo y aplicación para la desinfección del agua. Entre los beneficios obtenidos pueden mencionarse: eliminación de olor y sabor, evita la formación de algas, ayuda a la oxidación de materia orgánica, favorece el decaimiento y mortandad de microorganismos.

2.2.3.6. Tratamiento y disposición de lodos

Los lodos que son extraídos de los procesos de pretratamiento, tratamientos primario y secundario, junto con el agua que permanece en ellos. Los lodos son una masa acuosa, con materia que aún es posible seguir descomponiendo, donde se concentran los patógenos (microorganismos), por lo que se necesita tratamiento adicional para lograr su estabilización. Con el tratamiento se pretende reducir patógenos, eliminar la posibilidad de olores ofensivos y remover agua del material. Entre los métodos de tratamiento de lodos pueden mencionarse:

- Digestión aerobia: es un proceso de descomposición de la materia en ausencia de oxígeno molecular. Para el caso de los lodos, estos se introducen en un tanque cerrado para llevar a cabo esa descomposición y en la que se libera gas (primariamente metano).
- Tratamiento con cal: si el volumen de lodos es poco y no se cuenta con espacio para colocar lechos de secado, puede optarse por técnica de esterilización con alteración de pH, aplicando cal. El pH de los lodos es elevado a 12 por 30 minutos.
- Patio de secado: el lodo que contiene bastante líquido es colocado en una plataforma de ladrillo. La base de esta plataforma es conformada por diferentes tipos de materiales que filtran el residuo líquido de los lodos. Al fondo de estos materiales es colocado un sistema de drenaje que recolecta los fluidos y los conduce hacia un punto de descarga o de infiltración. Después, por medio de radiación, se deshidratan los lodos hasta dejarlos en forma sólida. Dependiendo del clima, el periodo de secado varía de 1 a 6 meses.

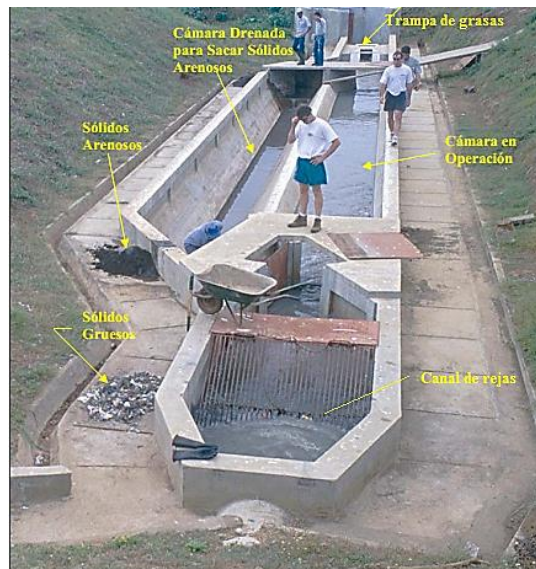
2.2.4. Sistema de pretratamiento

Las aguas residuales, antes de su depuración son sometidas a una etapa de pretratamiento, que consta de una serie de operaciones físicas y mecánicas. Estos tienen por objeto separar la mayor cantidad posible de materias (sólidos gruesos, arenas, grasas) que, por su naturaleza o tamaño, pueden dar lugar a problemas en las etapas posteriores del tratamiento.

El correcto diseño, explotación y mantenimiento del pretratamiento son aspectos de importancia, pues cualquier deficiencia repercute negativamente en

el resto de las instalaciones. Esto origina obstrucciones de tuberías, válvulas y bombas, desgaste de equipos, acumulación de arenas y sobrenadantes, pérdidas de rendimientos y otros. Las distintas operaciones que constituyan el pretratamiento dependerán de la calidad del agua de entrada, del tipo de tratamiento adoptado y del tamaño de la población, entre otros factores.

Figura 16. Sistema de pretratamiento



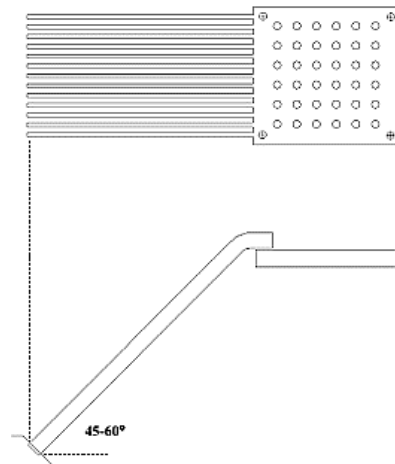
Fuente: STEWART, Oakley. *Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica*. p. 50.

2.2.5. Unidades sistema de pretratamiento

- Canal de rejillas: tiene como objetivo la remoción de los materiales gruesos los cuales podrían perjudicar el flujo de líquidos en el sistema de conducción de la planta. La unidad está formada por barras metálicas separadas entre sí en claros libres de 1 a 5 cm (regularmente 2,50 cm) colocadas en un ángulo de 30° a 60° respecto al plano horizontal. Las rejillas serán de limpieza manual e irán equipadas con un cestillo que permite

escurrir al canal el exceso de agua del material removido. Los sólidos separados por este sistema deberán eliminarse enterrándolos o incinerándolos.

Figura 17. **Detalle de rejilla**



Fuente: STEWART, Oakley. *Tratamiento de aguas residuales en Centroamérica*. p. 46.

- Desarenador: tiene por objeto separar los sólidos inorgánicos como arenas, cenizas y grava de las aguas residuales. Las arenas pueden causar daños en los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades en el funcionamiento de los tanques de sedimentación y en la digestión de materia orgánica. El desarenador se refiere a la remoción de las partículas superiores a 0,20 mm y está formado por un canal donde las partículas se separan del líquido por acción de la gravedad.

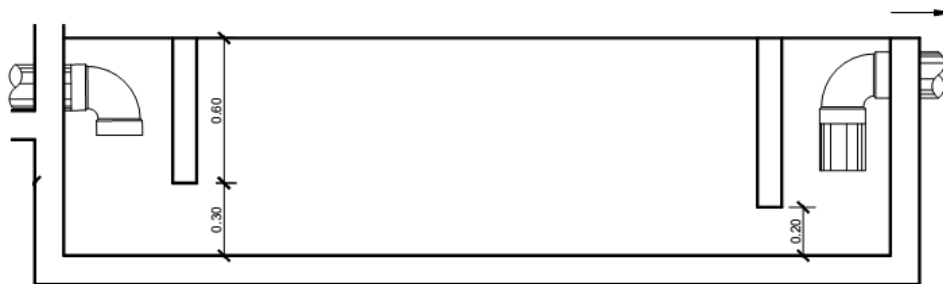
Figura 18. **Canal de rejas y desarenador**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Trampa de grasas: la acumulación de grasas puede causar problemas en las unidades de tratamientos posteriores. Esta operación tiene por misión eliminar las grasas y demás materias flotantes más ligeras que el agua. Se implementará un desengrasado estático, en el cual se hace pasar las aguas a través de un depósito dotado de una cortina que obliga a las aguas a salir por la parte inferior del mismo. Esto permite que los componentes de menor densidad queden retenidos en la superficie.

Figura 19. **Sección longitudinal trampa de grasas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.6. Diseño de unidades

El pretratamiento constara de 3 unidades (canal de rejillas, desarenador, trampa de grasas). A continuación son presentados los cálculos efectuados para cada una de ellas.

2.2.6.1. Cálculos previos

Para el diseño de las unidades del pretratamiento, primero ha de calcularse el caudal de diseño y la población futura a servir. Esto con el fin realizar un predimensionamiento de los elementos.

- Población futura

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

$$Pf = 2\,586 * (1 + 0,03)^{30}$$

$$Pf = 6\,276,90 \approx 6\,277 \text{ habitantes}$$

- Coeficiente de flujo máximo (Harmond)

$$Fh = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$Fh. = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{6\,277/1\,000}}$$

$$Fh = 3,15$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = Q_m * F_h.$$

$$Q_{mh} = \frac{\text{Núm.habitantes} * \text{Dot.} * \text{C.R.}}{86\,400} * F_h$$

$$Q_{mh} = \frac{6\,277 * 120 * 0,80}{86\,400} * 3,15$$

$$Q_{mh} = 21,97 \text{ L/s}$$

2.2.6.2. Canal de rejas

Para el cálculo del dimensionamiento del canal de rejas fueron considerados los siguientes parámetros de diseño:

Tabla VII. **Parámetros de diseño canal de rejas**

Descripción	Dato	Unidad
Ancho de barras "e" (5-15 mm)	10,00	mm
Espesor (25-40 mm)	25,00	mm
Separación entre barras "E"	25,00	mm
Vel. Aproximación "Vc" (0,30-0,60 m/s)	0,45	m/s
Ancho de canal "Ac"	0,50	m
coeficiente de atascamiento "C"	0,30	
Caudal máximo "Qmax"	21,97	l/s
Angulo de barras en relación a vertical	60,00	°

Fuente: elaboración propia.

- Ancho útil "Au"

$$Au = Ac * \frac{E.}{E + e} * (1 - C)$$

$$Au = 0,50 * \frac{25}{25 + 10} * (1 - 0,30)$$

$$Au = 0,25 \text{ m}$$

- Calado máximo en rejas "H"

$$H = \frac{Q_{\max.}}{V_c * Au}$$

$$H = \frac{0,02197}{0,45 * 0,25}$$

$$H = 0,20 \text{ m}$$

Por seguridad agregar un resguardo al canal de 0,20 m, entonces:

$$H = 0,40$$

2.2.6.3. Desarenador

Para el cálculo del dimensionamiento del desarenador fueron considerados los siguientes parámetros de diseño:

Tabla VIII. **Parámetros de diseño desarenador**

Descripción	Dato	Unidad
Velocidad horizontal "Vh"	0,30	m/s
Velocidad de sedimentación "Vs"	1,10	m/min
Ø partículas a retener	0,20	mm
Ancho "A"	0.50	m
Caudal máximo "Qmax"	21,97	l/s

Fuente: elaboración propia.

- Tirante

$$h = \frac{Q_{\max}}{V_h * A}$$

$$h = \frac{0,02197}{0,30 * 0,50}$$

$$h = 0,15 \text{ m}$$

- Longitud "L"

$$L = \frac{V_h}{V_s} * h$$

$$L = \frac{0,30}{0,0183} * 0,15$$

$$L = 2,45 \text{ m}$$

2.2.6.4. Trampa de grasas

Para el cálculo del dimensionamiento de la trampa de grasas fueron considerados los siguientes parámetros de diseño:

Tabla IX. Parámetros de diseño trampa de grasas

Descripción	Dato	Unidad
Caudal máximo "Qmax"	21,97	l/s
Profundidad	0,70	m
Resguardo	0,20	m
Altura total	0,90	m
Tiempo de retención "Tr"	180	seg
Relación largo-ancho	2,00	-

Fuente: elaboración propia.

- Volumen del tanque "V"

$$V = Q_{\max} * Tr$$

$$V = 0,02197 * 180$$

$$V = 3,95 \text{ m}^3$$

- Área "Ar"

$$Ar = \frac{V}{H}$$

$$Ar = \frac{3,95}{0,70}$$

$$Ar = 5,65 \text{ m}^2$$

- Ancho "a"

$$a = \sqrt{\frac{Ar}{R_{1-a}}}$$

$$a = \sqrt{\frac{5,65}{2}}$$

$$a = 1,68 \text{ m}$$

- Largo

$$L = 2a$$

$$L = 2 * 1,68$$

$$L = 3,36 \text{ m}$$

2.2.7. Mantenimiento

La buena operación y mantenimiento de los elementos del sistema de pretratamiento es de suma importancia para que las unidades funcionen adecuadamente. Las principales obras a llevar a cabo son:

- Canal de rejjas
 - Efectuar la limpieza de las rejjas por medio de rastrillado, por lo menos tres veces por día, con atención particular, después de caudales pico. Depositar los residuos que se extraigan en los cestillos perforados dispuestos al efecto, con objeto de conseguir su escurrido antes de su recogida en un contenedor, para luego ser enterrados o incinerados.
 - Semanalmente limpiar las rejillas con agua a presión, con el fin remover materia retenida en las barras.
 - Una vez al año revisar si hay puntos de corrosión, de encontrarse alguno deberá lijarse y pintar con pintura anticorrosiva.

- Desarenador
 - De 1 a 7 días, más frecuentemente en invierno, retirar el material depositado en el fondo del canal, cortando el flujo por medio de compuertas y dejando los residuos depositados en el fondo drenen. Ya seco el material, puede procederse a la extracción del mismo. Para esta operación se requiere el empleo de una pala, un recipiente para el depósito provisional de las arenas y de la vestimenta adecuada (guantes, gafas y otros).
 - Quincenalmente comprobar el correcto funcionamiento y estanqueidad de las compuertas ubicadas en los canales desarenadores que permiten derivar el caudal de aguas residuales hacia el canal que se encuentre en operación.

- Una vez al año revisar en las compuertas si hay puntos de corrosión, de encontrarse alguno deberá lijarse y pintar con pintura anticorrosiva.
- Trampa de grasas
 - Es necesario inspeccionarla frecuentemente con el propósito de controlar el espesor de la capa de las grasas y materiales flotantes que se acumulen en las superficies. Serán retirados al observar la formación de una capa consistente en su superficie. Para la extracción de las grasas y flotantes se hará uso de un recoge hojas de piscina.
 - En las paredes a la altura de lámina de agua, irán formándose con el tiempo costras de grasa que obstruyen otros materiales flotantes. Estas costras deberán eliminarse mensualmente con la ayuda de una espátula, enviándose los residuos extraídos a los contenedores que acumulan los materiales del canal de rejas.

2.2.8. Presupuesto

A continuación es presentado el presupuesto para la construcción del sistema de pretratamiento de la planta de aguas residuales de los barrios 1 y 3

Tabla X. **Presupuesto sistema de pretratamiento barrios 1 y 3**

Núm.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	510,00	M2	Q 2,75	Q 1 402,50
2	EXCAVACIÓN	12,10	M3	Q 177,68	Q 2 149,93

Continuación de la tabla X.

3	CANAL DE REJAS	1,00	UNIDAD	Q 4 269,23	Q 3 879,23
4	DESARENADOR	1,00	UNIDAD	Q 7 625,13	Q 7 235,13
5	TRAMPA DE GRASAS	1,00	UNIDAD	Q 8 171,47	Q 7 781,47
6	LIMPIEZA FINAL	1,00	GLOBAL	Q 1 007,50	Q 1 007,50
TOTAL DE OBRA					Q 23 455,76

Fuente: elaboración propia.

2.2.9. Evaluación de impacto ambiental inicial

Comprende el procedimiento técnico-administrativo que permite identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales producidos en el entorno, con el fin que la administración pueda aceptar, modificar o rechazar el proyecto.

Tabla XI. Evaluación de impacto ambiental

Identificación y evaluación de riesgo de proyectos	N.A.	Expuesto	General al evento	Nula	Mínima	Moderada	severa	Baja	Media	Alta	Extrema. Alta	Total AV	
													Amenaza (A)
Origen	factor	Tipo de evento		0	4	8	10	2	4	8	10		
NATURAL	Meteoreológicos	Huracanes, ciclones, tifones		x				x				0	
		Tornados		x				x					0
		Tormenta tropical		x				x					0
		Onda térmica fría		x				x					0
		Onda térmica cálida		x									0
		Inundaciones			x					x			16
		Sequias				x				x			16
		otros											
	Topográfico s o geológicos	Derrumbes			x					x			16
		Deslizamientos			x					x			16
		Lahares			x					x			16
		Flujos de lodo y agua			x					x			16
		otros											

Continuación de la tabla XI.

	Tectónicos o geológicos	Terremotos(sismos)					x					x				64	
		Erupciones volcánicas			x						x						0
Maremotos				x						x						0	
otros																	
ANTRÓPICO - SOCIAL	Derechos humanos	Violación de derechos humanos			x							x				0	
		Genera pobreza			x						x						0
		Genera discriminación			x						x						0
		Epidemias					x				x						8
		otros															
	Seguridad ciudadana	Delincuencia organizada					x						x				8
		Delincuencia común					x						x				8
		Conflictos limítrofes							x					x			16
		Ocurrencia de guerra				x							x				0
		Ocurrencia de terrorismo				x							x				0
		otros															
	Entorno político-económico-social	crisis política				x							x				0
		Crisis gubernamental				x							x				0
		Crisis económica						x						x			16
		Crisis social				x								x			0
		otros															
	Manejo del ambiente	Destrucción de hábitats naturales				x								x			0
		Radiación solar intensa							x						x		8
		Descarga de desechos a cuerpos de agua									x			x			20
		Descarga de partículas sólidas al aire							x					x			16
		Contaminación por ruido						x						x			8
		Contaminación de suelos							x					x			8
		Sobre-explotación de recursos naturales					x								x		0
		Desertificación					x								x		0
Incendios forestales						x								x		0	
otros																	
Accidentes		Fallas industriales y tecnológicas					x								x		0
	Transporte aéreo, acuático y terrestre								X					x		32	
	Derrame de productos petroleros					x								x		0	
	Depósitos químicos e industriales					x								x		0	
	Colapso de estructuras					x								x		0	
	Explosiones					x								x		0	
	Centrales eléctricas					x								x		0	
	Oleoductos					x								x		0	
	Coheterías					x								x		0	
	Urbanización desordenada									x					x	32	
	Edificios, ruinas, monumentos abandonados					x									x	0	
otros																	
TOTAL															340		

Continuación de la tabla XI.

Factor	Escala	Descripción
amenaza	Nula	No apreciable
	Mínima	Visible, sin importancia para la estabilidad del sistema
	Moderada	alteración notable, pero en un ámbito reducido
	Severa	Alteración notable, extensa consecuencias dañinas y mortales
Vulnerabilidad	Baja	Población es afectada en forma mínima, no existe peligro de muerte
	Medio	Población es afectada focalmente, existe peligro de muerte
	Alto	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte
	Extre. Alta	Población es afectada extensivamente, existe peligro de muerte sin capacidad de recuperación
decisión	Bajo	menor de 400 (se acepta el proyecto)
	Medio	mayor de 401 hasta 600 (reformular el proyecto)
	Alto	mayor de 1 000 (Se rechaza el proyecto, reformularlo)

Fuente: elaboración propia.

La calificación de cada uno de los factores fue realizada con base en las visitas de campo efectuadas en el área de interés. Mediante la utilización de la boleta de riesgo, la evaluación dio como resultado un total de 340 puntos, esto basado en parámetros de escala establecidos en la boleta. Puede concluirse que es viable ejecutar el proyecto, ya que no existirán impactos adversos significativos, al ambiente, en el proyecto a realizar.

2.2.10. Evaluación socioeconómica

Esta trata de medir el rendimiento del proyecto en términos de recursos reales para la sociedad como un todo. Tiene por objeto la identificación del impacto de un proyecto sobre el bienestar económico. La evaluación implica el uso de varias técnicas en donde resulta fundamental la ponderación de los beneficios, frente a los costos proyectados. Regularmente es utilizado el cálculo del valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto.

2.2.10.1. Valor presente neto (VPN)

Es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Es una herramienta de análisis que sirve para comparar los ingresos y costos del proyecto. Permite medir la factibilidad financiera y económica del mismo.

Desplega tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

- $VPN < 0$: indica que la inversión en el proyecto no es rentable.
- $VPN = 0$: la inversión no producirá ganancias ni pérdidas.
- $VPN > 0$: indica que la inversión en el proyecto es rentable.

2.2.10.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Está definida como la tasa de interés que iguala el valor presente neto a cero. Es empleada como criterio para analizar, por medio de un porcentaje el rendimiento de la inversión.

Es una herramienta para tomar decisiones de inversión, utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Cuando es mayor a la tasa de interés es conveniente realizar la inversión, si es menor, el proyecto debe rechazarse y cuando es igual, la inversión es indiferente.

Debido a que el proyecto es de beneficio social, el cálculo del VPN y TIR no son necesarios, ya que la decisión no radica en analizar si el proyecto es rentable. Esto debido a que la Municipalidad de San Marcos La Laguna invertirá el capital con la finalidad de beneficiar a los habitantes de los barrios 1 y 3 y no tendrá ninguna recuperación económica a corto, mediano o largo plazo. Esto será una

inversión gubernamental a través de fondos propios y donaciones de parte de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y el Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS).

CONCLUSIONES

1. Los proyectos presentados en este informe constituyen un servicio de vital importancia para mejorar las condiciones de vida de las comunidades, ya que han sido planteados de acuerdo a las necesidades que la población demanda.
2. La construcción de los sistemas de alcantarillado proveerá un adecuado sistema de recolección y conducción de las aguas residuales, eliminando así los focos de contaminación que causan enfermedades.
3. Los proyectos fueron diseñados con base en parámetros y criterios técnicos a manera de garantizar que estos funcionen adecuadamente, cumpliendo el fin con el cual fueron diseñados.
4. Con base en un nivel detallado de dibujo y especificaciones técnicas en los planos podrá llevarse a cabo una adecuada y correcta construcción de las obras, con lo cual se logrará cumplir los parámetros de diseño bajo los cuales fueron diseñadas.
5. El presupuesto presentado permite optimizar los pocos recursos existentes en la municipalidad, ya que representa un costo aproximado de Q 250,00 por habitante favorecido. Esto puede considerarse bajo si se ven los beneficios que representa para la población a nivel de ornato y saneamiento del municipio.

6. La propuesta del sistema condominial es una solución innovadora que contempla el trabajo conjunto en dos frentes: uno referente al sector público, ya que representa una tecnología más sencilla y de menor costo. El otro relativo a la comunidad, al facilitar la incorporación de los usuarios al sistema y la transmisión de los conocimientos necesarios para su buen uso.

7. El pretratamiento es indispensable en todo proceso de tratamiento de aguas residuales, ya que permite eliminar todas aquellas materias que por su naturaleza o tamaño, podrían originar problemas en las etapas posteriores del tratamiento.

8. A través de la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales podrá lograrse la reducción de sustancias vertidas al cuerpo receptor, el decir al lago de Atitlán, cumpliendo así con los parámetros establecidos en el *Reglamento de descarga de aguas residuales en la cuenca del lago de Atitlán* establecido en el Acuerdo Gubernativo 12-2011.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Marcos La Laguna:

1. Contratar mano de obra calificada y experimentada en la ejecución de proyectos del mismo tipo de los descritos anteriormente. Asimismo, emplear materiales de calidad que cumplan con normas y especificaciones de resistencia.
2. Contratar un profesional capacitado para garantizar la supervisión técnica durante la ejecución de las obras.
3. Implementar un plan de mantenimiento a la red de alcantarillado para remover periódicamente materiales acumulados en las tuberías, cajas de inspección y pozos de visita.
4. Capacitar a los usuarios para que hagan un uso adecuado del alcantarillado y no desechen basura al sistema.
5. Llevar a cabo las labores de mantenimiento en el sistema de pretratamiento con la frecuencia establecida, para que este funcione adecuadamente.
6. Al final del alcantarillado sanitario es importante implementar una planta de tratamiento para mejorar la calidad del agua vertida en el cuerpo receptor logrando así disminuir la contaminación, en este caso del lago de Atitlán.

BIBLIOGRAFÍA

1. BROWN SALAZAR, Doreen. *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales*. Guatemala: 2004. 96 p.
2. CHICAS SALGUERO, Bladimir Antonio. *Diseño del alcantarillado sanitario para la aldea San Lorenzo el Cubo, del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001. 108 p.
3. GÁLVEZ FERNÁNDEZ, José Rodrigo. *Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales sector Cuatro Caminos y diseño del mercado de la aldea El Pajón, municipio de Santa Catarina Pínula, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 104 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2001. 31 p.
5. MELO, José Carlos. *Sistema condominial, una respuesta al desafío de la universalización del saneamiento*. Brasilia: 2009. 383 p.
6. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Lima: OMS, 2005. 73 p.

7. ORTEGA DE MIGUEL, Enrique; FERRER MEDIAN, Yasmina. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*. Madrid. 2010. 458 p.
8. PÉREZ JACOBO, Oswaldo Antonio. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío La Nueva Esperanza, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2003. 64 p.
9. REYES ARANA, Ricardo Augusto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario caserío El Terreno, municipio de Jalapa, Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2004. 96 p.
10. STEWART, Oakley; SALGUERO, Louis. *Tratamiento de aguas residuales domesticas en Centroamérica*. El Salvador: 2010. 410 p.

ANEXOS

ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO 1

DE E	A PO	DATOS POBLACIONALES					INTEGRACION DE CAUDALES DE DISEÑO														DISEÑO HIDRAULICO								RESULTADOS HIDRAULICOS								OFUNDIDAD DE POZ		
		Cota del terreno		D.H.	Camina miento	S % terreno	No. De Casas		Población de Diseño				qm actual	qm futuro	QMH actual	QMH futuro	Qi	Qe act	Qe fut	Q	DISEÑO HIDRAULICO		RESULTADOS HIDRAULICOS				OFUNDIDAD DE POZ												
		No.	No.	Al Inicio	Al final	(m.)	m	Local	Acumula da	Actual acum.	Futura Acum.	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	Diseño Actual	Diseño Futuro	S	ø	ø	Cota Invert	V	Q	v Act	v Fut	q/Q	v/V	d/D	tirante	q/Q	v/V	d/D	tirante	SALIDA	ENTRADA	
		30.1	30	991.82	988.10	14.97	14.97	0.25	2	2	12	30	0.013	0.033	0.024	0.060	0.015	0.001	0.003	1.50	1.50	0.249	4	100	991.02	987.33	4.27	33.52	2.15	2.15	0.0447	0.5040	0.1440	14.400	0.0447	0.5040	0.1440	14.400	0.80
PERFIL 1	30	29	988.10	986.88	8.17	23.14	0.15	1	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.023	0.002	0.004	1.50	1.50	0.149	4	100	987.30	986.11	3.30	25.93	1.79	1.79	0.0578	0.5438	0.1630	16.300	0.0578	0.5438	0.1630	16.300	0.80	0.77
	29	26	986.88	980.43	30.78	53.92	0.21	4	7	42	102	0.047	0.113	0.084	0.204	0.054	0.004	0.010	1.50	1.50	0.210	4	100	986.08	979.66	3.92	30.77	2.02	2.02	0.0487	0.5168	0.1500	15.000	0.0487	0.5168	0.1500	15.000	0.80	0.77
	26	27	980.43	976.37	18.86	72.78	0.22	4	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.073	0.007	0.016	1.50	1.50	0.216	4	100	979.63	975.60	3.97	31.22	2.04	2.04	0.0480	0.5147	0.1490	14.900	0.0480	0.5147	0.1490	14.900	0.80	0.77
	27	28	976.37	969.45	29.93	102.71	0.23	17	28	168	408	0.187	0.453	0.336	0.816	0.103	0.017	0.041	1.50	1.50	0.224	4	100	975.37	968.68	4.05	31.84	2.07	2.07	0.0471	0.5104	0.1470	14.700	0.0471	0.5104	0.1470	14.700	1.00	0.77
	28	28.1	969.45	965.56	10.92	113.63	0.36	10	38	228	554	0.253	0.616	0.456	1.108	0.114	0.023	0.055	3.00	3.00	0.138	4	100	966.26	964.79	3.17	24.93	2.14	2.14	0.1204	0.6745	0.2340	23.400	0.1204	0.6745	0.2340	23.400	3.19	0.77
	28.1	43	965.56	965.99	17.52	131.15	-0.02	2	40	240	583	0.267	0.648	0.480	1.166	0.131	0.024	0.058	3.00	3.00	0.004	4	100	964.76	964.71	0.57	4.46	0.61	0.61	0.6728	1.0724	0.6000	60.000	0.6728	1.0724	0.6000	60.000	0.80	1.27
	43	44	965.99	963.03	17.62	148.77	0.17	0	40	240	583	0.267	0.648	0.480	1.166	0.149	0.024	0.058	3.00	3.00	0.139	4	100	964.68	962.26	3.19	25.06	2.15	2.15	0.1197	0.6728	0.2330	23.300	0.1197	0.6728	0.2330	23.300	1.30	0.77
	44	45	963.03	958.89	29.08	177.85	0.14	8	48	288	700	0.320	0.778	0.576	1.400	0.178	0.029	0.070	3.00	3.15	0.143	4	100	962.23	958.12	3.23	25.37	2.17	2.19	0.1182	0.6711	0.2320	23.200	0.1241	0.6795	0.2370	23.700	0.80	0.77
	45	49.2	958.89	958.75	37.25	215.10	0.00	1	49	294	714	0.327	0.793	0.588	1.428	0.215	0.029	0.071	3.00	3.21	0.004	4	100	958.09	957.98	0.54	4.25	0.59	0.59	0.7057	1.0834	0.6190	61.900	0.7561	1.0988	0.6490	64.900	0.80	0.77
	49.2	47	958.75	958.16	9.72	224.82	0.06	7	56	336	816	0.373	0.907	0.672	1.632	0.225	0.034	0.082	3.00	3.44	0.061	4	100	957.95	957.39	2.11	16.60	1.60	1.66	0.1807	0.7574	0.2870	28.700	0.2071	0.7874	0.3080	30.800	0.80	0.77
47	48	958.16	954.98	22.18	247.00	0.14	1	57	342	831	0.380	0.923	0.684	1.662	0.247	0.034	0.083	3.00	3.49	0.143	4	100	957.36	954.21	3.23	25.42	2.17	2.27	0.1180	0.6694	0.2310	23.100	0.1374	0.7008	0.2500	25.000	0.80	0.77	
PERFIL 1.1	39	38	998.58	998.74	24.24	24.24	-0.01	3	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.024	0.002	0.004	1.50	1.50	0.010	4	100	997.78	997.57	0.86	6.72	0.69	0.69	0.2232	0.8052	0.3210	32.100	0.2232	0.8052	0.3210	32.100	0.80	1.17
	38	38.1	998.74	997.70	16.99	41.23	0.06	2	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.041	0.003	0.007	1.50	1.50	0.038	4	100	997.54	996.93	1.66	13.02	1.10	1.10	0.1152	0.6662	0.2290	22.900	0.1152	0.6662	0.2290	22.900	1.20	0.77
	38.1	38.2	997.70	996.94	2.82	44.05	0.27	0	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.044	0.003	0.007	1.50	1.50	0.270	4	100	996.90	996.17	4.44	34.90	2.21	2.21	0.0430	0.4975	0.1410	14.100	0.0430	0.4975	0.1410	14.100	0.80	0.77
	38.2	37.3	996.94	995.32	12.01	56.06	0.13	2	7	42	102	0.047	0.113	0.084	0.204	0.056	0.004	0.010	1.50	1.50	0.135	4	100	996.14	994.55	3.14	24.69	1.73	1.73	0.0607	0.5518	0.1670	16.700	0.0607	0.5518	0.1670	16.700	0.80	0.77
	37.3	37	995.32	991.96	3.61	59.67	0.93	0	7	42	102	0.047	0.113	0.084	0.204	0.060	0.004	0.010	1.50	1.50	0.929	4	100	994.52	991.20	8.25	64.80	3.41	3.41	0.0231	0.4137	0.1050	10.500	0.0231	0.4137	0.1050	10.500	0.80	0.77
	37	36.4	991.96	991.05	18.57	78.24	0.05	0	7	42	102	0.047	0.113	0.084	0.204	0.078	0.004	0.010	1.50	1.50	0.049	4	100	991.17	990.28	1.90	14.90	1.21	1.21	0.1007	0.6402	0.2140	21.400	0.1007	0.6402	0.2140	21.400	0.80	0.77
	36.4	36.1	991.05	990.39	12.10	90.34	0.05	2	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.090	0.005	0.013	1.50	1.50	0.054	4	100	990.25	989.62	2.00	15.69	1.26	1.26	0.0956	0.6297	0.2080	20.800	0.0956	0.6297	0.2080	20.800	0.80	0.77
	36.1	35.3	990.39	986.38	16.54	106.88	0.24	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.107	0.005	0.013	1.50	1.50	0.242	4	100	989.59	985.62	4.21	33.09	2.13	2.13	0.0453	0.5061	0.1450	14.500	0.0453	0.5061	0.1450	14.500	0.80	0.77
	35.3	35.2	986.38	985.61	17.67	124.55	0.04	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.125	0.005	0.013	1.50	1.50	0.044	4	100	985.59	984.85	1.78	14.02	1.16	1.16	0.1070	0.6508	0.2200	22.000	0.1070	0.6508	0.2200	22.000	0.80	0.77
	35.2	31.3.1	985.61	981.61	22.28	146.83	0.18	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.147	0.005	0.013	1.50	1.50	0.180	4	100	984.82	980.84	3.62	28.49	1.91	1.91	0.0527	0.5273	0.1550	15.500	0.0527	0.5273	0.1550	15.500	0.80	0.77
	31.3.1	31.3	981.61	979.16	4.44	151.27	0.55	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.151	0.005	0.013	1.50	1.50	0.552	4	100	980.81	978.39	6.35	49.93	2.83	2.83	0.0300	0.4453	0.1180	11.800	0.0300	0.4453	0.1180	11.800	0.80	0.77
	31.3	33	979.16	978.98	2.19	153.46	0.08	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.153	0.005	0.013	1.50	1.50	0.082	4	100	978.36	978.21	2.45	19.27	1.45	1.45	0.0778	0.5928	0.1880	18.800	0.0778	0.5928	0.1880	18.800	0.80	0.77
	33	33.1	978.98	977.50	4.69	158.15	0.32	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.158	0.005	0.013	1.50	1.50	0.316	4	100	978.18	976.73	4.80	37.76	2.34	2.34	0.0397	0.4865	0.1360	13.600	0.0397	0.4865	0.1360	13.600	0.80	0.77
	33.1	31	977.50	976.38	7.10	165.25	0.16	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.165	0.005	0.013	1.50	1.50	0.158	4	100	976.70	975.61	3.40	26.71	1.83	1.83	0.0562	0.5376	0.1600	16.000	0.0562	0.5376	0.1600	16.000	0.80	0.77
31	27	976.38	976.37	26.44	191.69	0.00	2	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.192	0.007	0.016	1.50	1.50	0.008	4	100	975.58	975.40	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	0.96	
PERFIL 1.2	40.1	41	986.83	987.07	9.94	9.94	-0.02	1	1	6	15	0.007	0.017	0.012	0.030	0.010	0.001	0.002	1.50	1.50	0.010	4	100	986.03	985.96	0.86	6.72	0.69	0.69	0.2232	0.8052	0.3210	32.100	0.22					

PERFIL 2.1	14	24	983.39	975.84	36.88	36.88	0.20	11	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.037	0.007	0.016	1.50	1.50	0.205	4	100	982.39	974.87	3.87	30.41	2.01	2.01	0.0493	0.5189	0.1510	15.10	0.0493	0.5189	0.1510	15.100	1.00	0.97
	24	24.1	975.84	971.48	23.20	60.08	0.19	5	16	96	234	0.107	0.260	0.192	0.468	0.060	0.010	0.023	1.50	1.50	0.188	4	100	974.84	970.51	3.70	29.12	1.95	1.95	0.0515	0.5252	0.1540	15.400	0.0515	0.5252	0.1540	15.400	1.00	0.97
	24.1	21.2	971.48	967.52	30.10	90.18	0.13	6	22	132	321	0.147	0.357	0.264	0.642	0.090	0.013	0.032	1.50	1.50	0.132	4	100	970.48	966.55	3.10	24.38	1.72	1.72	0.0615	0.5539	0.1680	16.80	0.0615	0.5539	0.1680	16.800	1.00	0.97
	21.2	21	967.52	964.48	25.92	116.10	0.12	4	26	156	379	0.173	0.421	0.312	0.758	0.116	0.016	0.038	1.50	1.50	0.118	4	100	966.52	963.51	2.93	23.04	1.65	1.65	0.0651	0.5618	0.1720	17.200	0.0651	0.5618	0.1720	17.200	1.00	0.97
PERFIL 2.2	20.1	20.11	968.49	967.33	19.36	19.36	0.06	5	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.019	0.003	0.007	1.50	1.50	0.060	4	100	967.69	966.56	2.09	16.45	1.30	1.30	0.0912	0.6224	0.2040	20.40	0.0912	0.6224	0.2040	20.400	0.80	0.77
	20.11	59.1	967.33	954.50	32.72	52.08	0.39	4	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.052	0.005	0.013	1.50	1.50	0.392	4	100	966.53	953.73	5.36	42.10	2.52	2.52	0.0356	0.4707	0.1290	12.900	0.0356	0.4707	0.1290	12.900	0.80	0.77
	59.1	53	954.50	957.79	18.89	70.97	-0.17	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.071	0.005	0.013	1.50	1.50	0.008	4	100	953.70	953.58	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.00	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	4.22
	53	54.1	957.79	955.71	5.25	76.22	0.40	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.076	0.005	0.013	1.50	1.50	0.020	4	100	953.55	953.47	1.21	9.51	0.88	0.88	0.1578	0.7290	0.2680	26.800	0.1578	0.7290	0.2680	26.800	4.25	2.23
	54.1	57	955.71	949.40	20.68	96.90	0.30	7	16	96	234	0.107	0.260	0.192	0.468	0.097	0.010	0.023	1.50	1.50	0.234	4	100	953.44	948.63	4.14	32.52	2.10	2.10	0.0461	0.5083	0.1460	14.60	0.0461	0.5083	0.1460	14.600	2.26	0.77
57	58	949.40	946.13	12.61	109.51	0.26	2	18	108	263	0.120	0.292	0.216	0.526	0.110	0.011	0.026	1.50	1.50	0.259	4	100	948.60	945.37	4.35	34.21	2.17	2.17	0.0438	0.4996	0.1420	14.200	0.0438	0.4996	0.1420	14.200	0.80	0.77	
PERFIL 3	0.3	2.1	997.93	992.51	21.86	21.86	0.25	2	2	12	30	0.013	0.033	0.024	0.060	0.022	0.001	0.003	1.50	1.50	0.248	4	100	997.13	991.74	4.26	33.48	2.15	2.15	0.0448	0.5040	0.1440	14.40	0.0448	0.5040	0.1440	14.400	0.80	0.77
	2.1	2.4	992.51	989.16	21.36	43.22	0.16	1	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.043	0.002	0.004	1.50	1.50	0.157	4	100	991.71	988.39	3.39	26.60	1.83	1.83	0.0564	0.5397	0.1610	16.100	0.0564	0.5397	0.1610	16.100	0.80	0.77
	2.4	2.5	989.16	988.75	3.67	46.89	0.11	0	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.047	0.002	0.004	1.50	1.50	0.112	4	100	988.36	987.98	2.86	22.47	1.62	1.62	0.0668	0.5677	0.1750	17.500	0.0668	0.5677	0.1750	17.500	0.80	0.77
	2.5	3.2	988.75	986.51	10.41	57.30	0.22	0	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.057	0.002	0.004	1.50	1.50	0.215	4	100	987.95	985.74	3.97	31.19	2.04	2.04	0.0481	0.5147	0.1490	14.900	0.0481	0.5147	0.1490	14.900	0.80	0.77
	3.2	5	986.51	982.97	13.50	70.80	0.26	2	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.071	0.003	0.007	1.50	1.50	0.226	4	100	985.21	982.20	4.06	31.92	2.07	2.07	0.0470	0.5104	0.1470	14.700	0.0470	0.5104	0.1470	14.700	1.30	0.77
	5	6	982.97	980.68	22.68	93.48	0.10	2	7	42	102	0.047	0.113	0.084	0.204	0.093	0.004	0.010	1.50	1.50	0.101	4	100	982.17	979.91	2.72	21.36	1.56	1.56	0.0702	0.5755	0.1790	17.900	0.0702	0.5755	0.1790	17.900	0.80	0.77
	6	6.8	980.68	979.06	13.50	106.98	0.12	1	8	48	117	0.053	0.130	0.096	0.234	0.107	0.005	0.012	1.50	1.50	0.120	4	100	979.68	978.09	2.96	23.29	1.66	1.66	0.0644	0.5618	0.1720	17.200	0.0644	0.5618	0.1720	17.200	1.00	0.97
	6.8	6.11	979.06	977.91	10.44	117.42	0.11	3	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.117	0.007	0.016	1.50	1.50	0.110	4	100	978.06	976.94	2.84	22.29	1.61	1.61	0.0673	0.5677	0.1750	17.500	0.0673	0.5677	0.1750	17.500	1.00	0.97
	6.11	6.11.1	977.91	977.71	9.45	126.87	0.02	4	15	90	219	0.100	0.243	0.180	0.438	0.127	0.009	0.022	1.50	1.50	0.021	4	100	976.91	976.74	1.24	9.75	0.90	0.90	0.1538	0.7243	0.2650	26.500	0.1538	0.7243	0.2650	26.500	1.00	0.97
	6.11.1	65	977.71	977.47	11.75	138.62	0.02	16	31	186	452	0.207	0.502	0.372	0.904	0.139	0.019	0.045	1.50	1.50	0.021	4	100	976.71	976.50	1.24	9.74	0.90	0.90	0.1540	0.7243	0.2650	26.500	0.1540	0.7243	0.2650	26.500	1.00	0.97
	65	70.1	977.47	974.19	17.96	156.58	0.18	6	37	222	539	0.247	0.599	0.444	1.078	0.157	0.022	0.054	1.50	1.50	0.183	4	100	976.47	973.22	3.65	28.72	1.93	1.93	0.0522	0.5273	0.1550	15.500	0.0522	0.5273	0.1550	15.500	1.00	0.97
	70.1	70	974.19	973.69	5.69	162.27	0.09	1	38	228	554	0.253	0.616	0.456	1.108	0.162	0.023	0.055	1.50	1.50	0.087	4	100	973.19	972.72	2.53	19.85	1.49	1.49	0.0756	0.5890	0.1860	18.600	0.0756	0.5890	0.1860	18.600	1.00	0.97
	70	71	973.69	970.38	8.41	170.68	0.39	6	44	264	641	0.293	0.712	0.528	1.282	0.171	0.026	0.064	1.50	1.50	0.394	4	100	972.69	969.41	5.37	42.19	2.52	2.53	0.0356	0.4685	0.1280	12.800	0.0356	0.4685	0.1280	12.800	1.00	0.97
71	62.1	970.38	967.83	20.22	190.90	0.13	2	46	276	670	0.307	0.744	0.552	1.340	0.191	0.028	0.067	1.50	1.50	0.126	4	100	969.38	966.86	3.03	23.85	1.69	1.72	0.0629	0.5578	0.1700	17.000	0.0629	0.5578	0.1700	17.000	1.00	0.97	
62.1	62	967.83	967.63	15.95	206.85	0.01	8	54	324	787	0.360	0.874	0.648	1.574	0.207	0.032	0.079	3.00	3.36	0.013	4	100	966.83	966.66	0.96	7.52	0.90	0.93	0.3992	0.9435	0.4390	43.900	0.4470	0.9715	0.4680	46.800	1.00	0.97	
PERFIL 3.1	76	75	966.14	965.18	38.84	38.84	0.02	8	8	48	117	0.053	0.130	0.096	0.234	0.039	0.005	0.012	1.50	1.50	0.025	4	100	965.34	964.41	1.35	10.59	0.95	0.95	0.1416	0.7071	0.2540	25.400	0.1416	0.7071	0.2540	25.400	0.80	0.77
	75	77.3	965.18	961.63	41.11	79.95	0.09	1	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.080	0.005	0.013	1.50	1.50	0.086	4	100	964.38	960.86	2.51	19.74	1.48	1.48	0.0760	0.5890	0.1860	18.600	0.0760	0.5890	0.1860	18.600	0.80	0.77
	77.3	78.1	961.63	959.29	30.22	110.17	0.08	2	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.110	0.007	0.016	1.50	1.50	0.077	4	100	960.83	958.52	2.38	18.70	1.42	1.42	0.0802	0.5984	0.1910	19.100	0.0802	0.5984	0.1910	19.100	0.80	0.77
	78.1	77.4	959.29	957.07	10.73	120.90	0.21	1	12	72	175	0.080	0.194	0.144	0.350	0.121	0.007	0.018	1.50	1.50	0.207	4	100	958.49	956.30	3.89	30.58	2.01	2.01	0.0490	0.5168	0.1500	15.000	0.0490	0.5168	0.1500	15.000	0.80	0.77
	77.4	79	957.07	958.23	21.72	142.62	-0.05	0	12	72	175	0.080	0.194	0.144	0.350	0.143	0.007	0.018	1.50	1.50	0.008	4	100	956.27	956.13	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	2.10
PERFIL 3.2	93	92	954.05	953.11	7.47	7.47	0.13	2	2	12	30	0.013	0.033	0.024	0.060	0.007	0.001	0.003	1.50	1.50	0.126	4	100	953.25	952.34	3.03	23.82	1.69	1.69	0.0630	0.5578	0.1700	17.000	0.0630	0.5578	0.1700	17.000	0.80	0.77
	92	91	953.11	953.00	8.16	15.63	0.01	2	4	24	59	0.027																											

PERFIL 4.1	119.2	119.6	898.24	892.09	19.00	19.00	0.32	5	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.019	0.003	0.007	1.50	1.50	0.324	4	100	897.44	891.32	4.87	38.25	2.36	2.36	0.0392	0.4842	0.1350	13.50	0.0392	0.4842	0.1350	13.500	0.80	0.77
	119.6	119.5	892.09	887.93	13.35	32.35	0.31	4	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.032	0.005	0.013	1.50	1.50	0.311	4	100	891.29	887.16	4.77	37.51	2.32	2.32	0.0400	0.4865	0.1360	13.60	0.0400	0.4865	0.1360	13.600	0.80	0.77
	119.5	122	887.93	884.26	19.19	51.54	0.19	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.052	0.005	0.013	1.50	1.50	0.191	4	100	887.13	883.49	3.74	29.41	1.96	1.96	0.0510	0.5231	0.1530	15.30	0.0510	0.5231	0.1530	15.300	0.80	0.77
	122	123.1	884.26	884.00	27.82	79.36	0.01	0	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.079	0.005	0.013	3.00	3.00	0.009	4	100	883.46	883.24	0.81	6.38	0.80	0.80	0.4704	0.9843	0.4820	48.20	0.4704	0.9843	0.4820	48.200	0.80	0.77
PERFIL 4.2	122.3	122.2	899.00	894.00	16.00	16.00	0.31	2	2	12	30	0.013	0.033	0.024	0.060	0.016	0.001	0.003	1.50	1.50	0.313	4	100	898.20	893.23	4.78	37.58	2.33	2.33	0.0399	0.4865	0.1360	13.60	0.0399	0.4865	0.1360	13.600	0.80	0.77
	122.2	122.1	894.00	888.00	14.50	30.50	0.41	2	4	24	59	0.027	0.066	0.048	0.118	0.031	0.002	0.006	1.50	1.50	0.414	4	100	893.20	887.23	5.50	43.24	2.56	2.56	0.0347	0.4662	0.1270	12.70	0.0347	0.4662	0.1270	12.700	0.80	0.77
	122.1	122	888.00	884.24	21.50	52.00	0.18	0	4	24	59	0.027	0.066	0.048	0.118	0.052	0.002	0.006	1.50	1.50	0.175	4	100	887.20	883.47	3.58	28.13	1.89	1.89	0.0533	0.5294	0.1560	15.60	0.0533	0.5294	0.1560	15.600	0.80	0.77

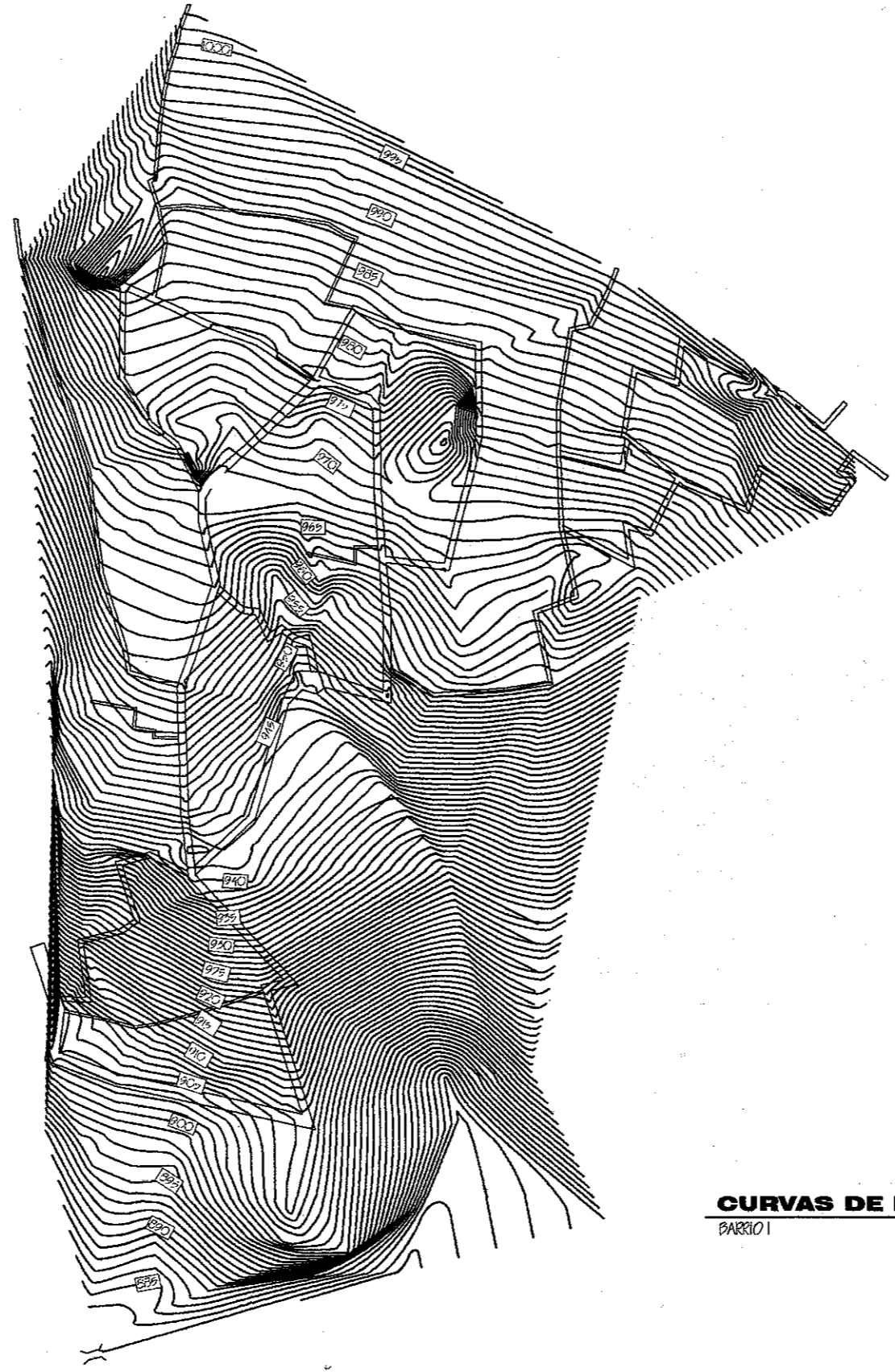
RED PRINCIPAL

DE E	A PO	DATOS POBLACIONALES					DISEÑO HIDRAULICO										RESULTADOS HIDRAULICOS																		
		Cota del terreno		D.H.	Camina miento	S % terreno	Población de Diseño				FQM	F.Flujos		Q		S	ø	ø	Cota Invert		V	Q	v Act		v Fut	q/Q	v/V	d/D	tirante	q/Q	v/V	d/D	tirante	SALIDA	ENTRADA
		Al Inicio	Al final				No. De Casas Local	Acumulada	Actual acum.	Futura Acum.		actual	futuro	Diseño Actual	Diseño Futuro				Salida	Entrada			Secc. Llena	Secc. Llena											
		No.	No.	(m.)	m		Local	Acumulada	Actual acum.	Futura Acum.		actual	futuro	Diseño Actual	Diseño Futuro	S % tubería	(pulg)	(mm)	Salida	Entrada	Secc. Llena	Secc. Llena	(m/seg.)	(m/seg.)	Actual	MM	futuro	MM	(m)	(m)					
62	60.3	967.63	966.80	10.72	104.31	0.078	71	71	426	1035	0.002	4.009	3.790	3.42	7.85	0.101	6	150	966.63	965.58	3.56	62.98	1.90	2.43	0.0542	0.5335	0.1580	23.70	0.1246	0.6812	0.2380	35.70	1.00	1.22	
60.3	60	966.80	963.00	27.27	131.58	0.139	2	73	438	1064	0.002	4.003	3.782	3.51	8.05	0.139	6	150	965.55	961.78	4.18	73.96	2.14	2.74	0.0474	0.5125	0.1480	22.20	0.1088	0.6541	0.2220	33.30	1.25	1.22	
60	79	963.00	958.23	42.17	173.75	0.113	17	90	540	1311	0.002	3.957	3.721	4.27	9.76	0.113	6	150	961.75	957.00	3.77	66.70	2.11	2.69	0.0641	0.5598	0.1710	25.65	0.1463	0.7135	0.2580	38.70	1.25	1.22	
79	88	958.23	952.53	32.44	206.19	0.176	9	99	594	1442	0.002	3.935	3.692	4.67	10.65	0.149	6	150	956.09	951.31	4.32	76.37	2.38	3.04	0.0612	0.5518	0.1670	25.05	0.1394	0.7039	0.2520	37.80	2.13	1.22	
88	86	952.53	945.49	18.66	224.85	0.377	11	110	660	1602	0.002	3.909	3.659	5.16	11.72	0.377	6	150	951.28	944.26	6.89	121.75	3.41	4.35	0.0424	0.4953	0.1400	21.00	0.0963	0.6315	0.2090	31.35	1.25	1.22	
86	84	945.49	940.45	23.06	247.91	0.218	5	115	690	1675	0.002	3.898	3.644	5.38	12.21	0.186	6	150	943.48	939.23	4.83	85.47	2.70	3.43	0.0629	0.5578	0.1700	25.50	0.1428	0.7087	0.2550	38.25	2.00	1.23	
84	83.1	940.45	923.53	58.72	306.63	0.288	155	270	1620	3933	0.002	3.655	3.340	11.84	26.27	0.288	6	150	939.20	922.30	6.02	106.39	3.97	4.98	0.1113	0.6593	0.2250	33.75	0.2469	0.8276	0.3380	50.70	1.26	1.23	
83.1	115.1	923.53	922.73	10.23	316.86	0.079	3	273	1638	3976	0.002	3.652	3.336	11.96	26.53	0.079	6	150	922.27	921.50	3.14	55.53	2.50	3.10	0.2154	0.7970	0.3150	47.25	0.4777	0.9878	0.4860	72.90	1.26	1.23	
115.1	115	922.73	907.23	59.23	376.09	0.262	5	278	1668	4049	0.002	3.646	3.329	12.16	26.95	0.262	6	150	921.47	906.01	5.73	101.34	3.86	4.85	0.1200	0.6728	0.2330	34.95	0.2660	0.8455	0.3520	52.80	1.26	1.22	
115	118.1	907.23	904.07	80.09	456.18	0.040	12	290	1740	4224	0.002	3.632	3.312	12.64	27.98	0.040	6	150	905.98	902.84	2.23	39.42	1.98	2.42	0.3206	0.8898	0.3890	58.35	0.7098	1.0851	0.6220	93.30	1.25	1.22	
118.1	110	904.07	902.48	25.78	481.96	0.061	2	292	1752	4253	0.002	3.630	3.309	12.72	28.15	0.061	6	150	902.81	901.26	2.77	49.07	2.33	2.87	0.2592	0.8392	0.3470	52.05	0.5737	1.0342	0.5430	81.45	1.25	1.22	
110	126.2	902.48	898.65	17.33	499.29	0.221	12	304	1824	4428	0.002	3.617	3.293	13.19	29.17	0.207	6	150	900.98	897.42	5.10	90.17	3.64	4.55	0.1463	0.7135	0.2580	38.70	0.3235	0.8920	0.3910	58.65	1.50	1.22	
126.2	126	898.65	895.61	16.41	515.70	0.185	5	309	1854	4501	0.002	3.611	3.287	13.39	29.59	0.185	6	150	897.39	894.39	4.82	85.24	3.51	4.38	0.1571	0.7274	0.2670	40.05	0.3471	0.9088	0.4060	60.90	1.25	1.22	
126	125	895.61	895.08	10.07	525.77	0.053	4	313	1878	4559	0.002	3.607	3.282	13.55	29.92	0.053	6	150	894.36	893.86	2.57	45.47	2.24	2.74	0.2980	0.8723	0.3740	56.10	0.6582	1.0675	0.5920	88.80	1.25	1.22	
125	124	895.08	890.97	23.29	549.06	0.176	1	314	1884	4573	0.002	3.606	3.281	13.59	30.01	0.176	6	150	893.83	889.75	4.71	83.20	3.47	4.32	0.1633	0.7365	0.2730	40.95	0.3606	0.9186	0.4150	62.25	1.25	1.22	
124	123.1	890.97	884.00	72.57	621.63	0.096	1	315	1890	4588	0.002	3.605	3.279	13.63	30.09	0.096	6	150	889.72	882.78	3.47	61.41	2.79	3.46	0.2219	0.8039	0.3200	48.00	0.4900	0.9948	0.4940	74.10	1.25	1.22	

ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO 3



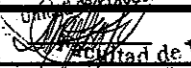
DE E	A PO	DATOS POBLACIONALES					INTEGRACION DE CAUDALES DE DISEÑO										DISEÑO HIDRAULICO										RESULTADOS HIDRAULICOS											
		Cota del terreno		D.H.	Camina miento	S % terreno	Población de Diseño				qm actual	qm futuro	QMH actual	QMH futuro	Qi	Qe act	Qe fut	Q	S	ø	ø	Cota Invert		V	Q	v Act		v Fut	q/Q	v/V	d/D	tirante	q/Q	v/V	d/D	tirante	SALIDA	ENTRADA
		Al Inicio	Al final				No. De Casas Local	Acumulada	Actual acum.	Futura Acum.												Salida	Entrada			Secc. Llena	Secc. Llena											
		No.	No.	(m.)	m		Local	Acumulada	Actual acum.	Futura Acum.	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	S % tubería	(pulg)	(mm)	Salida	Entrada	Secc. Llena	Secc. Llena	(m/seg.)	(m/seg.)	Actual	MM	futuro	MM	(m)	(m)					
27	25	918.64	915.42	33.73	33.73	0.0956	2	2	12	30	0.013	0.0333	0.024	0.060	0.034	0.001	0.003	1.50	1.50	0.096	4	100	917.84	914.65	2.64	20.78	1.53	1.53	0.0722	0.5794	0.1810	18.100	0.0722	0.5794	0.1810	18.100	0.80	0.77
25	20	915.42	914.82	7.36	41.09	0.08	1	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.041	0.002	0.004	1.50	1.50	0.081	4	100	914.62	914.05	2.44	19.16	1.45	1.45	0.0783	0.5946	0.1890	18.900	0.0783	0.5946	0.1890	18.900	0.80	0.77
20	18	914.82	913.62	11.97	53.06	0.1007	1	4	24	59	0.027	0.0656	0.048	0.118	0.053	0.002	0.006	1.50	1.50	0.101	4	100	914.02	912.85	2.71	21.33	1.56	1.56	0.0703	0.5755	0.1790	17.900	0.0703	0.5755	0.1790	17.900	0.80	0.77
18	17	913.62	913.14	6.46	59.52	0.07	0	4	24	59	0.027	0.066	0.048	0.118	0.060	0.002	0.006	1.50	1.50	0.074	4	100	912.82	912.37	2.33	18.30	1.40	1.40	0.0820	0.6021	0.1930	19.300	0.0820	0.6021	0.1930	19.300	0.80	0.77
17	16	913.14	910.44	27.79	87.31	0.0972	2	6	36	88	0.040	0.0978	0.072	0.176	0.087	0.004	0.009	3.00	3.00	0.097	4	100	912.34	909.67	2.67	20.96	1.89	1.89	0.1432	0.7087	0.2550	25.500	0.1432	0.7087	0.2550	25.500	0.80	0.77
16	13	910.44	909.62	12.77	100.08	0.06	0	6	36	88	0.040	0.098	0.072	0.176	0.100	0.004	0.009	3.00	3.00	0.064	4	100	909.64	908.85	2.16	16.99	1.63	1.63	0.1766	0.7530	0.2840	28.400	0.1766	0.7530	0.284			

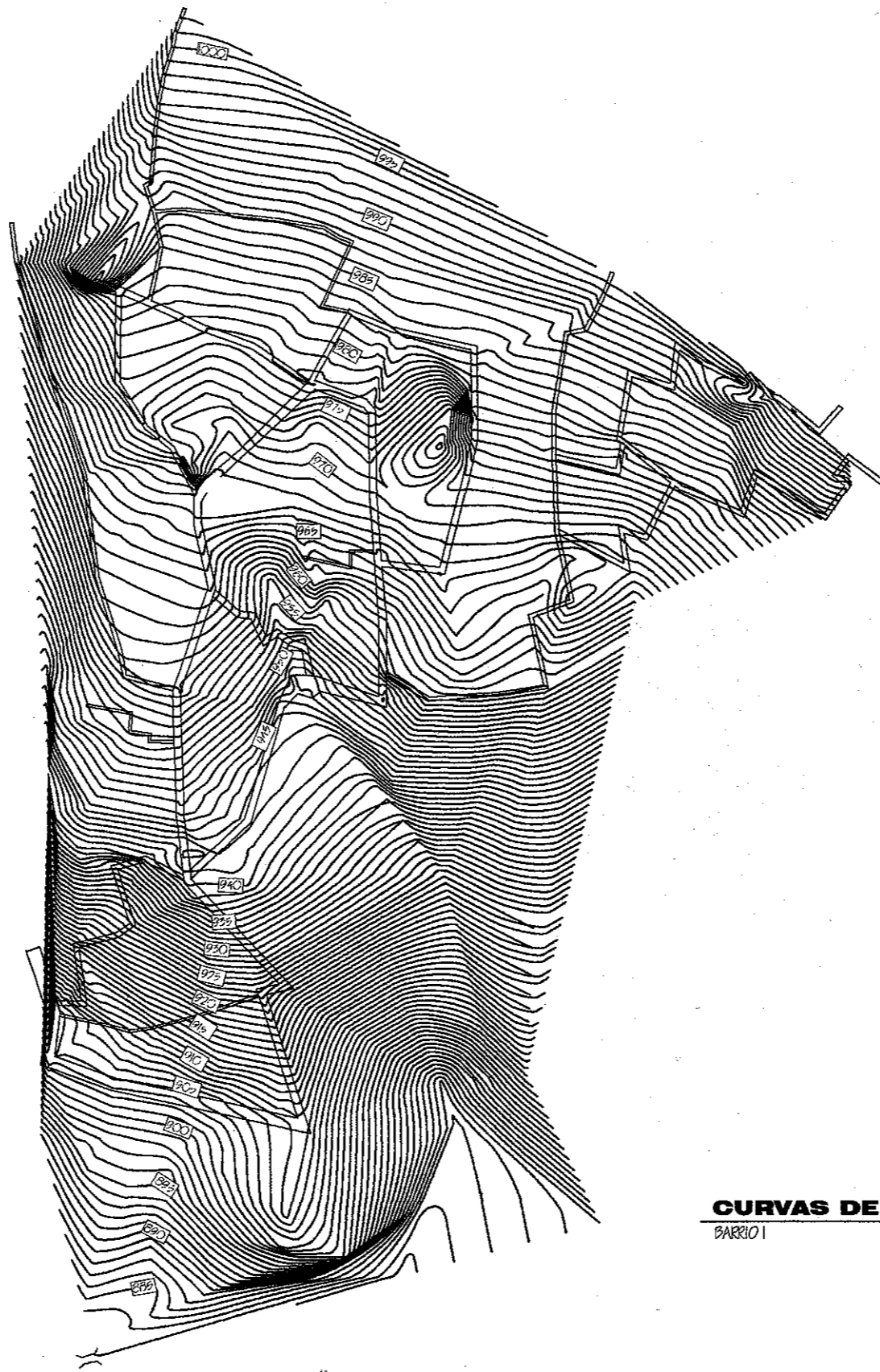
PERFIL 2	119	118	918.08	915.30	20.87	20.87	0.1335	1	1	6	15	0.007	0.0167	0.012	0.030	0.021	0.001	0.002	1.50	1.50	0.133	4	100	917.28	914.53	3.13	24.56	1.72	1.72	0.0611	0.5518	0.1670	16.700	0.0611	0.5518	0.1670	16.700	0.80	0.77
	118	117	915.30	915.53	23.98	44.85	-0.01	0	1	6	15	0.007	0.017	0.012	0.030	0.045	0.001	0.002	1.50	1.50	0.008	4	100	914.50	914.34	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	1.20
	117	116	915.53	913.35	27.38	72.23	0.0796	0	1	6	15	0.007	0.0167	0.012	0.030	0.072	0.001	0.002	1.50	1.50	0.064	4	100	914.31	912.58	2.16	17.01	1.33	1.33	0.0882	0.6151	0.2000	20.000	0.0882	0.6151	0.2000	20.000	1.23	0.77
	116	114	913.35	912.24	21.75	93.98	0.05	1	2	12	30	0.013	0.033	0.024	0.060	0.094	0.001	0.003	1.50	1.50	0.051	4	100	912.55	911.47	1.93	15.20	1.23	1.23	0.0987	0.6366	0.2120	21.200	0.0987	0.6366	0.2120	21.200	0.80	0.77
	114	113	912.24	911.37	15.79	109.77	0.0549	0	2	12	30	0.013	0.0333	0.024	0.060	0.110	0.001	0.003	1.50	1.50	0.055	4	100	911.44	910.60	2.00	15.75	1.26	1.26	0.0952	0.6297	0.2080	20.800	0.0952	0.6297	0.2080	20.800	0.80	0.77
	113	112	911.37	910.97	14.46	124.23	0.03	2	4	24	59	0.027	0.066	0.048	0.118	0.124	0.002	0.006	1.50	1.50	0.028	4	100	910.57	910.20	1.42	11.19	0.99	0.99	0.1340	0.6959	0.2470	24.700	0.1340	0.6959	0.2470	24.700	0.80	0.77
	112	111	910.97	909.23	22.39	146.62	0.0777	0	4	24	59	0.027	0.0656	0.048	0.118	0.147	0.002	0.006	1.50	1.50	0.078	4	100	910.17	908.46	2.38	18.73	1.43	1.43	0.0801	0.5984	0.1910	19.100	0.0801	0.5984	0.1910	19.100	0.80	0.77
	111	110	909.23	907.67	22.59	169.21	0.07	0	4	24	59	0.027	0.066	0.048	0.118	0.169	0.002	0.006	1.50	1.50	0.069	4	100	908.43	906.90	2.25	17.69	1.37	1.37	0.0848	0.6077	0.1960	19.600	0.0848	0.6077	0.1960	19.600	0.80	0.77
	110	109	907.67	905.13	30.15	199.36	0.0842	1	5	30	73	0.033	0.0811	0.060	0.146	0.199	0.003	0.007	1.50	1.50	0.084	4	100	906.87	904.36	2.48	19.51	1.47	1.47	0.0769	0.5909	0.1870	18.700	0.0769	0.5909	0.1870	18.700	0.80	0.77
	109	107	905.13	904.56	8.51	207.87	0.07	0	5	30	73	0.033	0.081	0.060	0.146	0.208	0.003	0.007	1.50	1.50	0.067	4	100	904.33	903.79	2.22	17.41	1.35	1.35	0.0861	0.6114	0.1980	19.800	0.0861	0.6114	0.1980	19.800	0.80	0.77
	107	106	904.56	903.84	5.27	213.14	0.1372	0	5	30	73	0.033	0.0811	0.060	0.146	0.213	0.003	0.007	1.50	1.50	0.137	4	100	903.76	903.07	3.17	24.90	1.74	1.74	0.0602	0.5498	0.1660	16.600	0.0602	0.5498	0.1660	16.600	0.80	0.77
	106	106.2	903.84	902.38	14.08	227.22	0.10	5	10	60	146	0.067	0.162	0.120	0.292	0.227	0.006	0.015	1.50	1.50	0.089	4	100	902.84	901.61	2.55	20.05	1.50	1.50	0.0748	0.5871	0.1850	18.500	0.0748	0.5871	0.1850	18.500	1.00	0.77
	106.2	106.1	902.38	902.76	4.82	232.04	-0.078	1	11	66	161	0.073	0.1789	0.132	0.322	0.232	0.007	0.016	1.50	1.50	0.012	4	100	901.58	901.56	0.94	7.36	0.74	0.74	0.2037	0.7846	0.3060	30.600	0.2037	0.7846	0.3060	30.600	0.80	1.20
	106.1	106.4	902.76	901.42	10.65	242.69	0.13	0	11	66	161	0.073	0.179	0.132	0.322	0.243	0.007	0.016	1.50	1.50	0.085	4	100	901.53	900.65	2.49	19.60	1.47	1.47	0.0765	0.5909	0.1870	18.700	0.0765	0.5909	0.1870	18.700	1.23	0.77
	106.4	42	901.42	899.60	18.02	260.71	0.1007	2	13	78	190	0.087	0.2111	0.156	0.380	0.261	0.008	0.019	1.50	1.50	0.101	4	100	900.62	898.83	2.72	21.36	1.56	1.56	0.0702	0.5755	0.1790	17.900	0.0702	0.5755	0.1790	17.900	0.80	0.77
	42	45	899.60	899.25	19.29	280.00	0.02	1	14	84	204	0.093	0.227	0.168	0.408	0.280	0.008	0.020	1.50	1.50	0.018	4	100	898.60	898.29	1.15	9.02	0.85	0.85	0.1663	0.7395	0.2750	27.500	0.1663	0.7395	0.2750	27.500	1.00	0.97
	45	46	899.25	898.75	5.82	285.82	0.0861	4	18	108	263	0.120	0.2922	0.216	0.526	0.286	0.011	0.026	1.50	1.50	0.086	4	100	898.26	897.78	2.51	19.72	1.48	1.48	0.0761	0.5890	0.1860	18.600	0.0761	0.5890	0.1860	18.600	1.00	0.97
46	53	898.75	895.18	30.95	316.77	0.12	18	36	216	525	0.240	0.583	0.432	1.050	0.317	0.022	0.053	1.50	1.50	0.086	4	100	896.82	894.21	2.50	19.65	1.47	1.47	0.0763	0.5890	0.1860	18.600	0.0763	0.5890	0.1860	18.600	1.93	0.97	
53	135.1	895.18	891.87	33.08	349.85	0.0999	4	40	240	583	0.267	0.6478	0.480	1.166	0.350	0.024	0.058	1.50	1.57	0.100	4	100	894.18	890.90	2.70	21.25	1.56	1.56	0.0706	0.5755	0.1790	17.900	0.0741	0.5755	0.1790	17.900	1.00	0.97	
PERFIL 2.1	124.7	124	899.02	898.62	55.23	55.23	0.0073	7	7	42	102	0.047	0.1133	0.084	0.204	0.055	0.343	0.602	1.50	1.50	0.007	4	100	898.22	897.85	0.73	5.74	0.61	0.61	0.2612	0.8404	0.3480	34.800	0.2612	0.8404	0.3480	34.800	0.80	0.77
	124	123.2	898.62	897.95	10.61	65.84	0.06	1	8	48	117	0.053	0.130	0.096	0.234	0.066	0.396	0.696	1.50	1.50	0.063	4	100	897.82	897.18	2.15	16.93	1.33	1.33	0.0886	0.6169	0.2010	20.100	0.0886	0.6169	0.2010	20.100	0.80	0.77
	123.2	123	897.95	898.23	8.74	74.58	-0.032	0	8	48	117	0.053	0.13	0.096	0.234	0.075	0.405	0.713	1.50	1.50	0.008	4	100	897.15	897.11	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	1.12
	123	46	898.23	898.75	32.06	106.64	-0.02	1	9	54	132	0.060	0.147	0.108	0.264	0.107	0.479	0.849	1.50	1.50	0.008	4	100	897.08	896.85	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	1.15	1.90
PERFIL 2.2	100	104	904.15	905.11	23.88	23.88	-0.04	1	1	6	15	0.007	0.0167	0.012	0.030	0.024	0.001	0.002	1.50	1.50	0.008	4	100	903.35	903.19	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	1.93
	104	106.5	905.11	903.77	8.42	32.30	0.16	2	3	18	44	0.020	0.049	0.036	0.088	0.032	0.002	0.004	1.50	1.50	0.022	4	100	903.16	903.00	1.27	9.97	0.91	0.91	0.1504	0.7196	0.2620	26.200	0.1504	0.7196	0.2620	26.200	1.96	0.77
	106.5	106	903.77	903.85	13.67	45.97	-0.005	0	3	18	44	0.020	0.0489	0.036	0.088	0.046	0.002	0.004	1.50	1.50	0.008	4	100	902.97	902.89	0.77	6.01	0.64	0.64	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.2495	0.8302	0.3400	34.000	0.80	0.95
PERFIL 3	135.1	135	891.87	891.64	16.68	16.68	0.0138	43	43	258	627	0.287	0.6967	0.516	1.254	0.017	0.026	0.063	1.50	1.50	0.005	4	100	890.87	890.82	0.60	4.75	0.54	0.54	0.3156	0.8852	0.3850	38.500	0.3156	0.8852	0.3850	38.500	1.00	0.82
	135	134	891.64	891.23	13.23	29.91	0.03	5	48	288	700	0.320	0.778	0.576	1.400	0.030	0.029	0.070	1.50	1.50	0.027	4	100	890.79	890.46	1.41	11.05	0.98	0.98	0.1358	0.6975	0.2480	24.800	0.1358	0.6975	0.2480	24.800	0.85	0.77
	134	133	891.23	891.05	8.69	38.6	0.0206	0	48	288	700	0.320	0.7778	0.576	1.400	0.039	0.029	0.070	1.50	1.51	0.021	4	100	890.43	890.28	1.23	9.65	0.89	0.89	0.1555	0.7259	0.2660	26.600	0.1555	0.7259	0.2660	26.600	0.80	0.77
	133	132	891.05	890.16	11.73	50.33	0.08	1	49	294	714	0.327	0.793	0.588	1.428	0.050	0.029	0.071	1.50	1.55	0.076	4	100	890.25	889.39	2.36	18.54	1.42	1.42	0.0809	0.6003	0.1920	19.200	0.0836	0.6003	0.1920	19.200	0.80	0.77
	132	131	890.16	888.72	41.35	91.68	0.0349	5	54	324	787	0.360	0.8744	0.648	1.574	0.092	0.032	0.079	1.50	1.74	0.035	4	100	889.36	887.95	1.60	12.57	1.08	1.08	0.1194	0.6728	0.2330	23.300	0.1388	0.6728	0.2330	23.300	0.80	0.77
	131	131.1	888.72	888.72	4.67	96.35	0.00	26																															



CURVAS DE NIVEL

BARRIO I ESCALA: 1/1000


	FONDO DE COOPERACION PARA ASISTENCIA Y SERVICIOS MUNICIPALES MUNICIPIO DE LA LAGUNA - SAN MARCOS LA LAGUNA	
	AL CANTABILIDAD SANITARIO BARRIO 1 SAN MARCO DE SIERRE	MAQUETAS 1/12
	ASESORIA SUPERVISORA DE PROYECTOS DE INGENIERIA UNIDAD DE PROYECTOS DE INGENIERIA	
	Ciudad de Ingenieros	

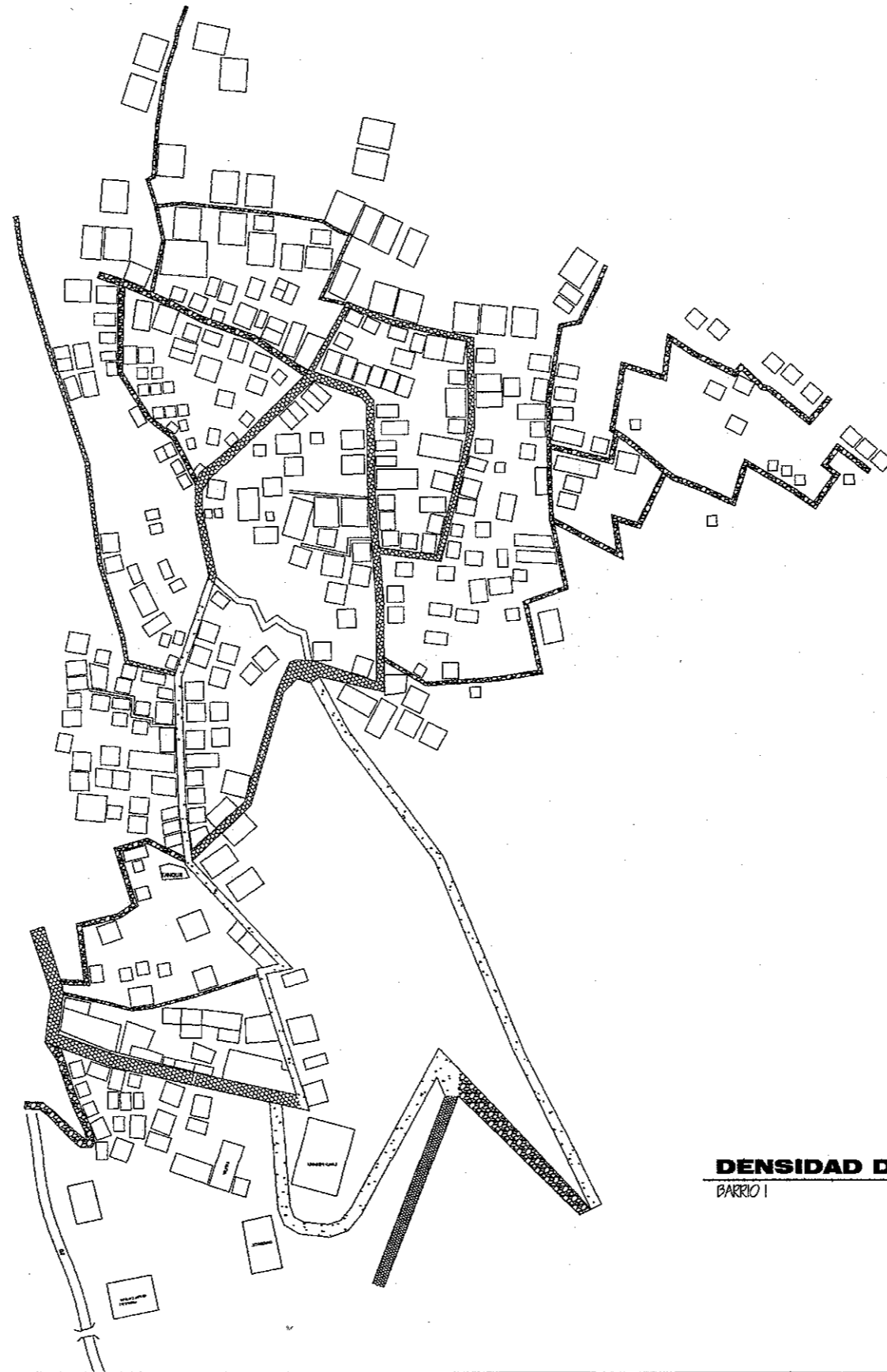


CURVAS DE NIVEL

BARRIO I


ESCALA: 1/1000

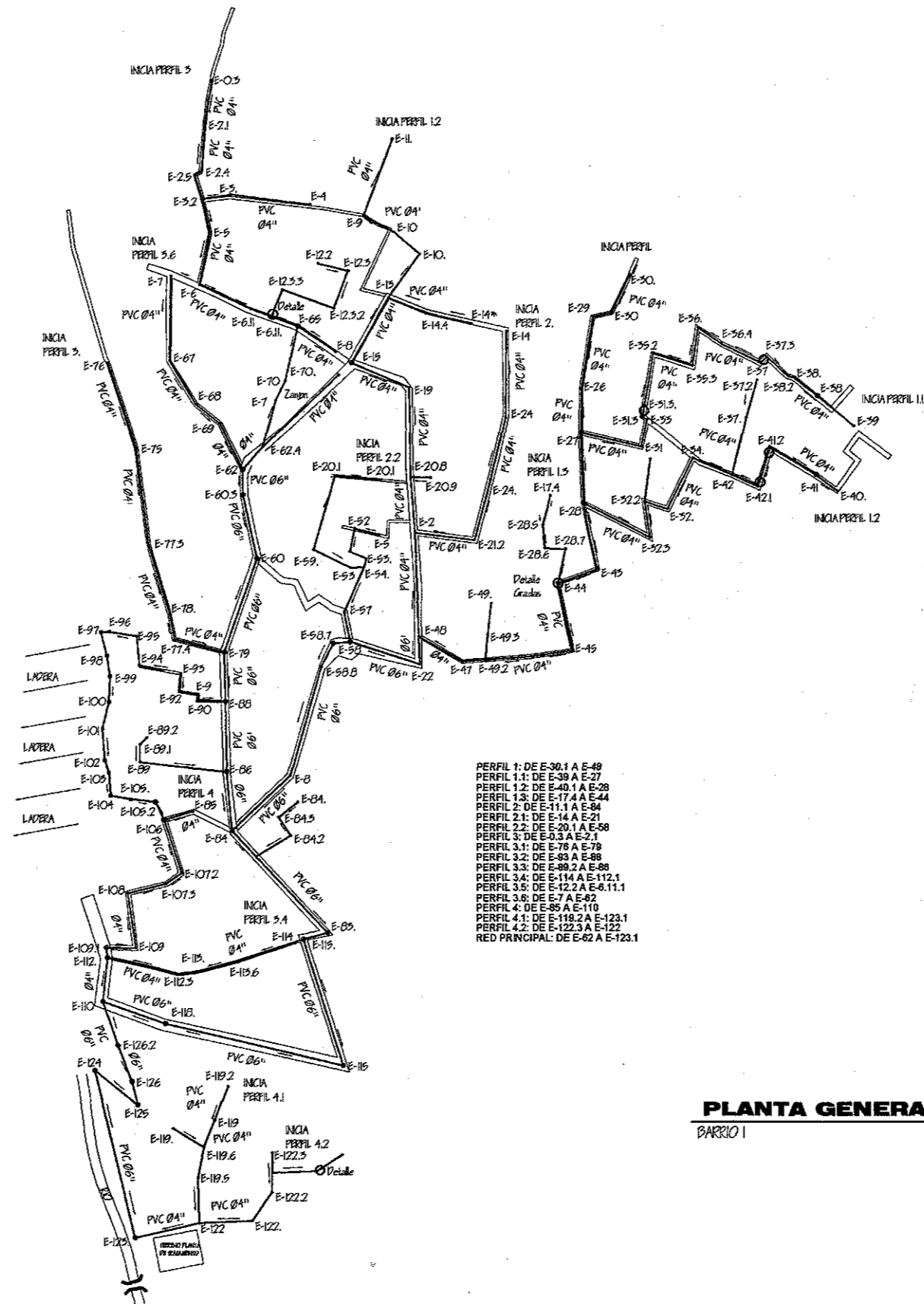
	FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO MUNICIPALIDAD DE MUNICIPALIDAD DE LA LAGUNA SUPERINTENDENCIA DE LA LAGUNA-SAN MARCOS LA LAGUNA-SAN PEDRO DE LA LAGUNA	
	ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO I SAN MARCO	Ing. <i>[Signature]</i> ASESORIA - SUPERVISIÓN DE OBRA Ing. <i>[Signature]</i> Ing. <i>[Signature]</i>



NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO CONO.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 304
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊗	POZO DE VISITA PLANTA
⊙	PENSIÓN (se indica en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⊕	POZO DE VISITACAJA DE INSPECCION
▨	CAMINO DE ASFALTO HIDRAULICO
▩	CAMINO EMPEDRADO
▧	CAMINO DE ADQUIN

DENSIDAD DE VIVIENDA
BARRIO I ESCALA: 1/1000


FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN MARCOS LA LAGUNA - SAN MARCOS LA LAGUNA - SAN MARCOS LA LAGUNA
 ALCANTARILLADO SANITARIO Sierra
 BARRIO Barrio I
 MOVILIZACIÓN DE RECURSOS
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Trabajo de Ingeniería y E...
 Unidad de Ingeniería
 2/12



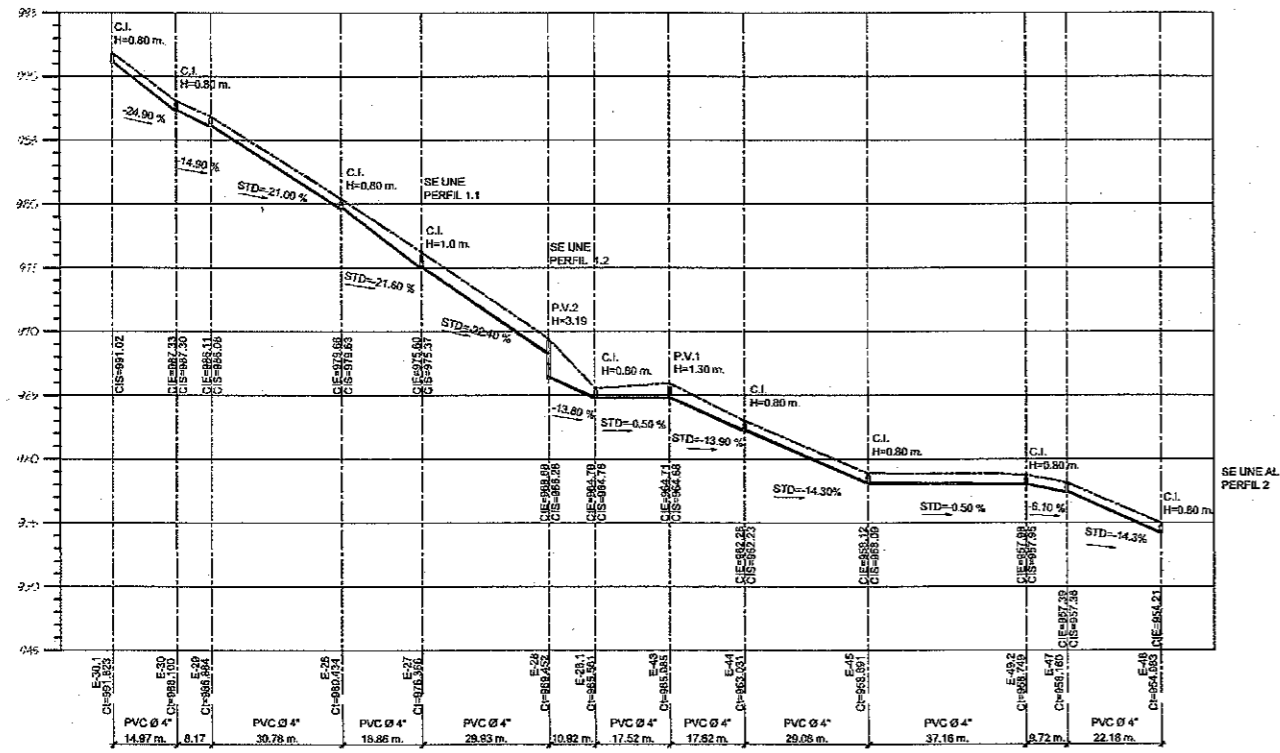
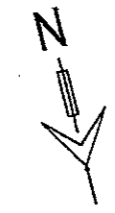
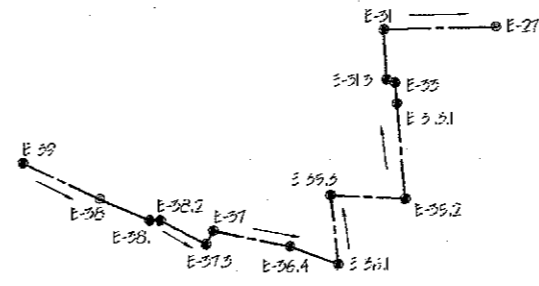
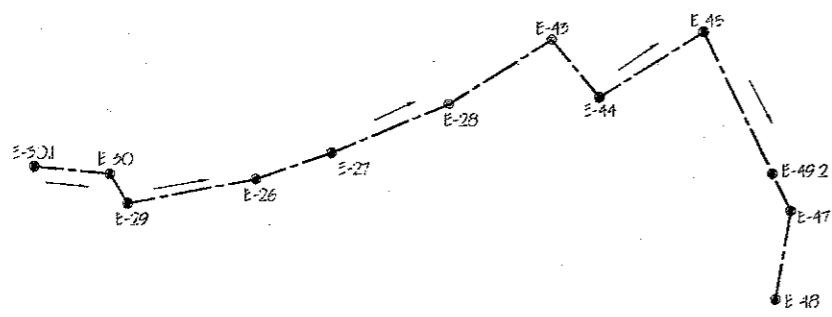
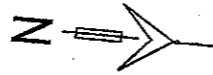
PERFIL 1: DE E-30.1 A E-48
 PERFIL 1.1: DE E-39 A E-27
 PERFIL 1.2: DE E-40.1 A E-28
 PERFIL 1.3: DE E-17.4 A E-44
 PERFIL 2: DE E-11.1 A E-84
 PERFIL 2.1: DE E-14 A E-21
 PERFIL 2.2: DE E-20.1 A E-58
 PERFIL 3: DE E-0.3 A E-2.1
 PERFIL 3.1: DE E-78 A E-79
 PERFIL 3.2: DE E-83 A E-88
 PERFIL 3.3: DE E-88.2 A E-88
 PERFIL 3.4: DE E-114 A E-112.1
 PERFIL 3.5: DE E-12.2 A E-8.11.1
 PERFIL 3.8: DE E-7 A E-82
 PERFIL 4: DE E-85 A E-110
 PERFIL 4.1: DE E-118.2 A E-123.1
 PERFIL 4.2: DE E-122.3 A E-122
 RED PRINCIPAL: DE E-62 A E-123.1



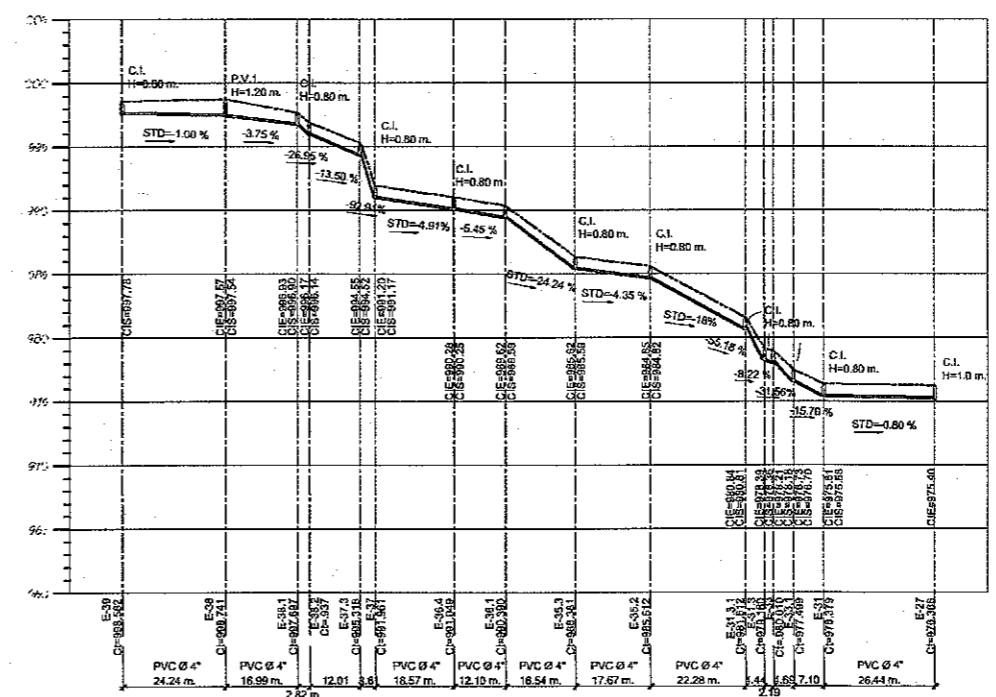
PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO
BARRIO 1 ESCALA: 1/1000

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
CJ	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUIDO
—○—	TUBERA PVC NORMA 3051
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
∇	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CI	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISITACION DE INSPECCION

FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN MARCOS LA LAGUNA, GUATEMALA
 ALCANTARILLADO SANITARIO
 BARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA
 Inga. Mayra Roberto García Jarama de Oros
 ASESORA CONSULTORA INGENIERA DE EPS
 Unidad Ejecutora de Inversión
 Ciudad de Ingeniería



PERFIL 1



PERFIL 1.1

PERFILES

ESCALA: H=1/100
V=1/200

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 2034
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S=	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CL	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISITACION DE INSPECCION

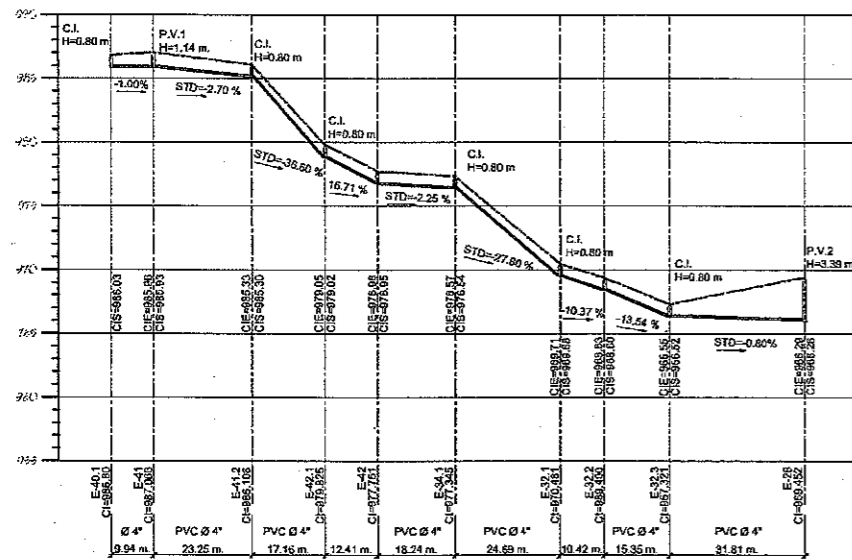
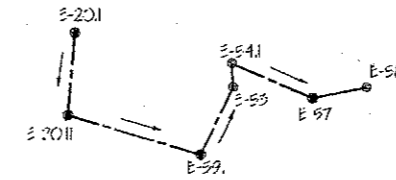
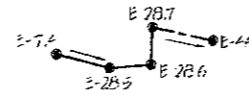
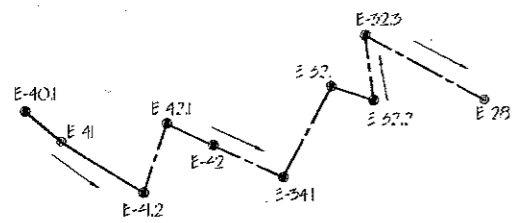
FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA LAGUNA
 PERIFONEO LA LAGUNA-SAN MARCOS LA LAGUNA

PERIFONEO LA LAGUNA-SAN MARCOS LA LAGUNA
 BARRIO: SANCAROLINA
 CURVA: 1000

ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Unidad Ejecutora de Ingeniería y EPS
 de Ingeniería

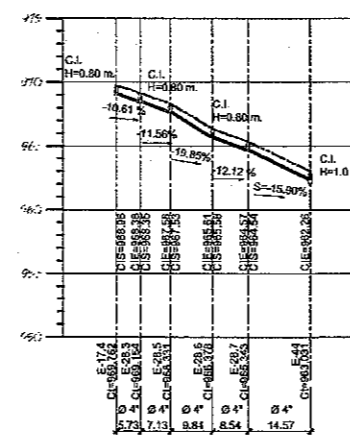
INDICADA: AGOSTO 2015
 ASISTENTE: []
 INGENIERO: []
 TECNICO: []

4 / 12

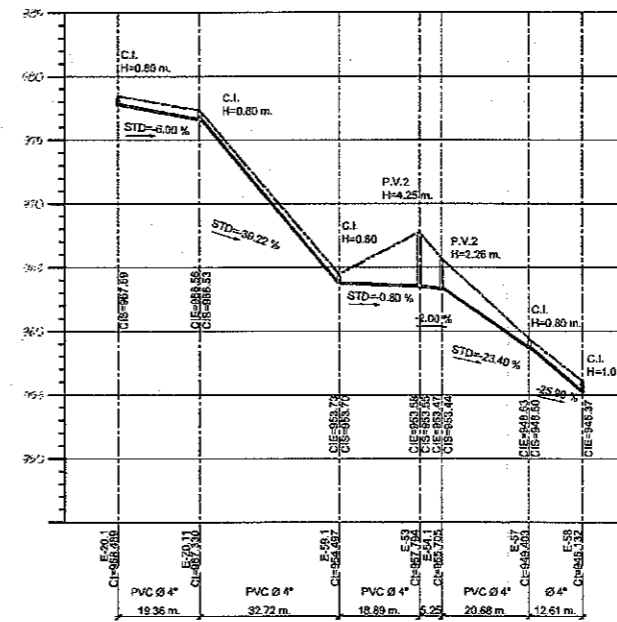


PERFIL 1.2

SE LÍNEA CON PERFIL 1



PERFIL 1.3

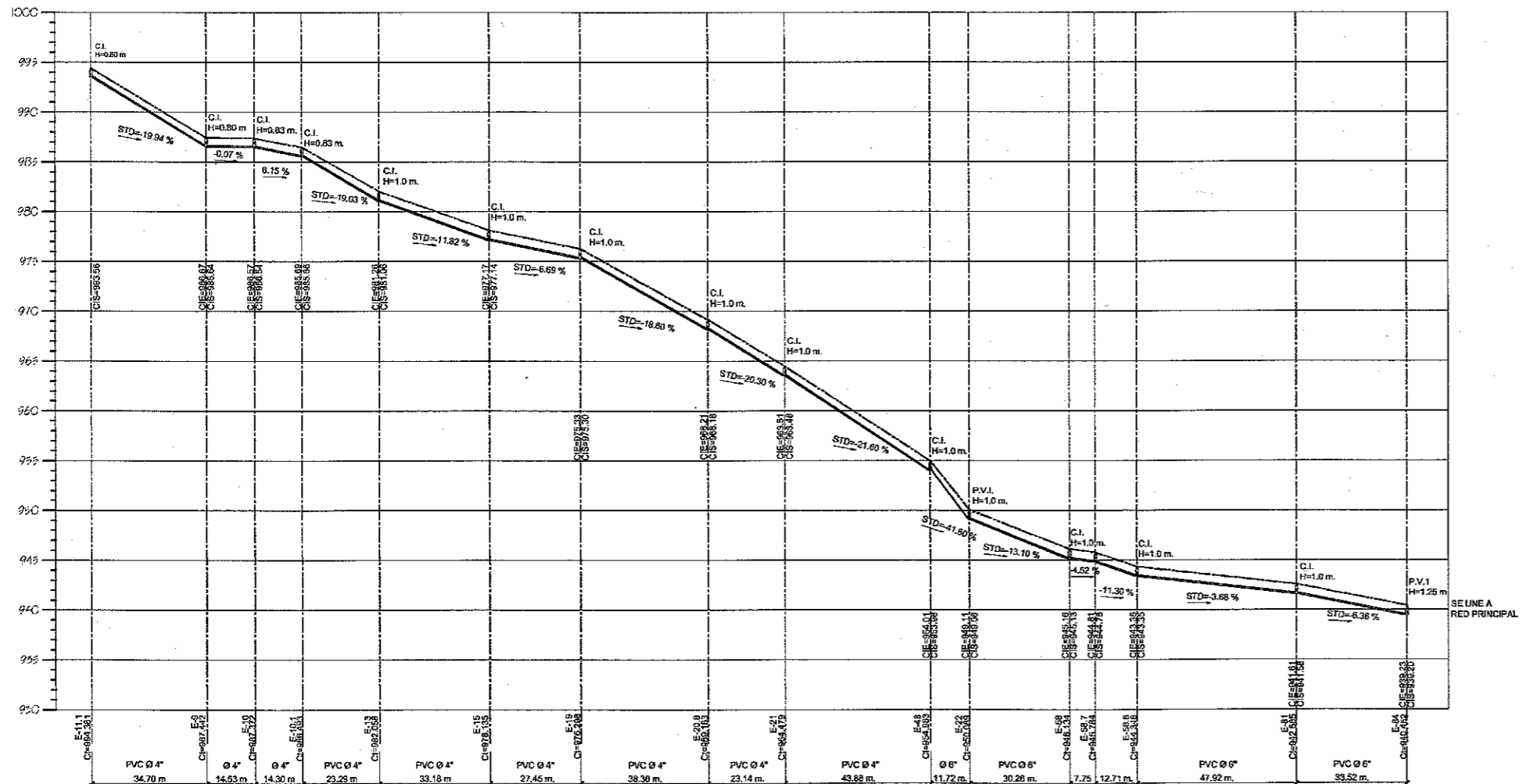
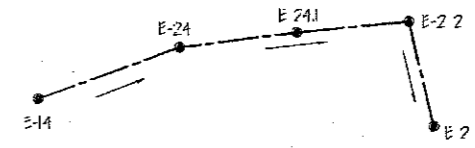
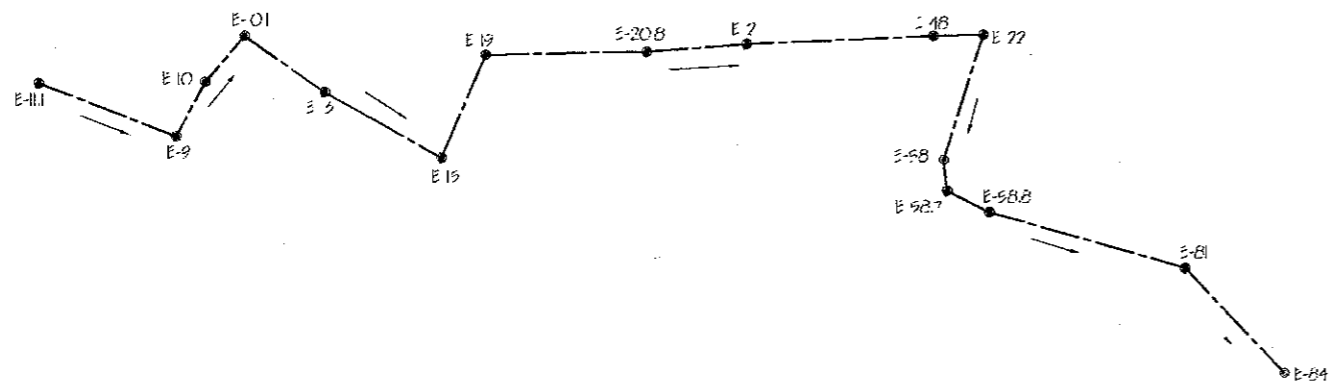


PERFIL 2.2

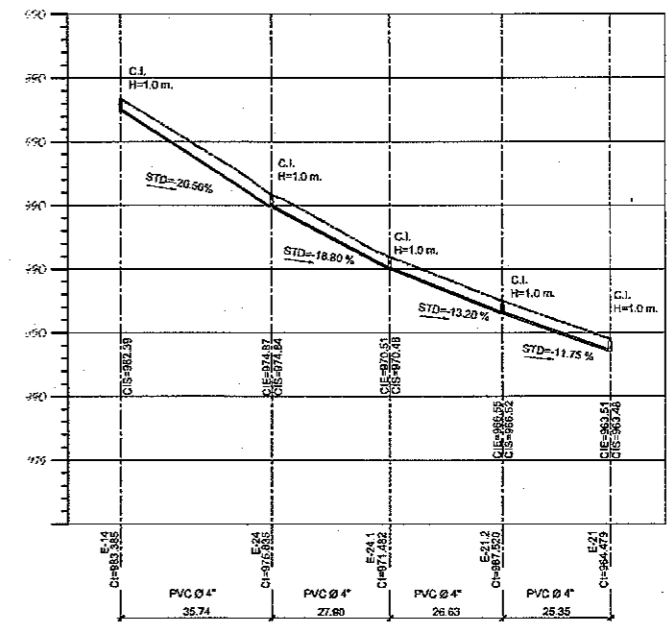
NOMENCLATURA	
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALICANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 3034
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S=	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
Cl	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISTACAJA DE INSPECCION

PERFILES

ESCALA: 1/750
ESCALA: 1/250



PERFIL 2
 ZONA: VISO
 ZONA: VISO



PERFIL 2.1

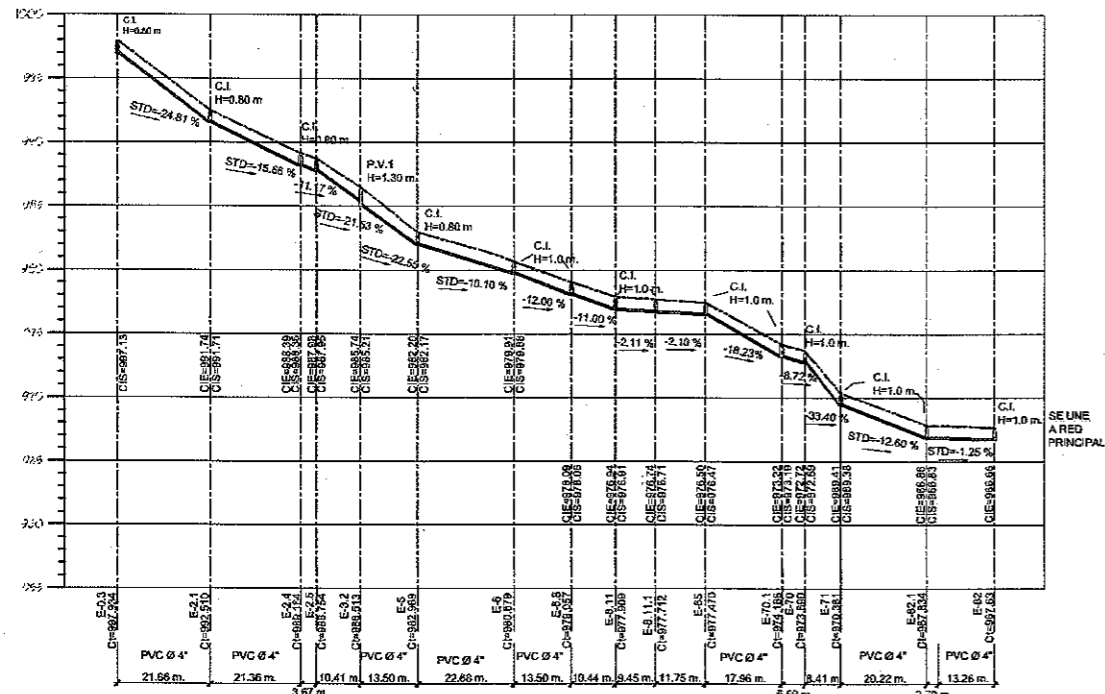
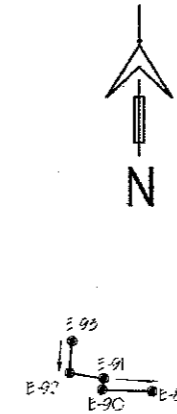
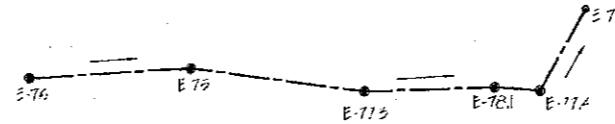
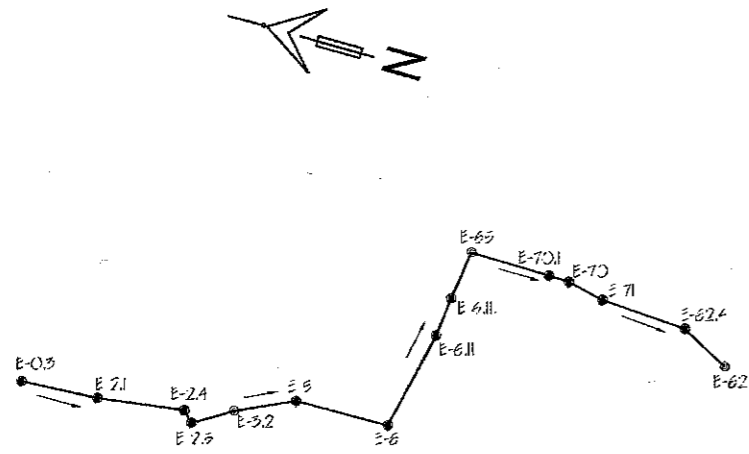
NOMENCLATURA	
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUIDO
—○—	TUBERIA PVC NORMA 3334
⊗	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
—	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
⊖	COTA INVERT DE ENTRADA
⊕	COTA INVERT DE SALIDA
⊔	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⌈	POZO DE VISITACION DE INSPECCION

FONDO DE INVERSIÓN DE ASESORIA Y MANEJO DE OBRAS DE SANEAMIENTO BARRIO 1 SAN CARLOS DE LA LAGUNA - SAN CARLOS DE LA LAGUNA

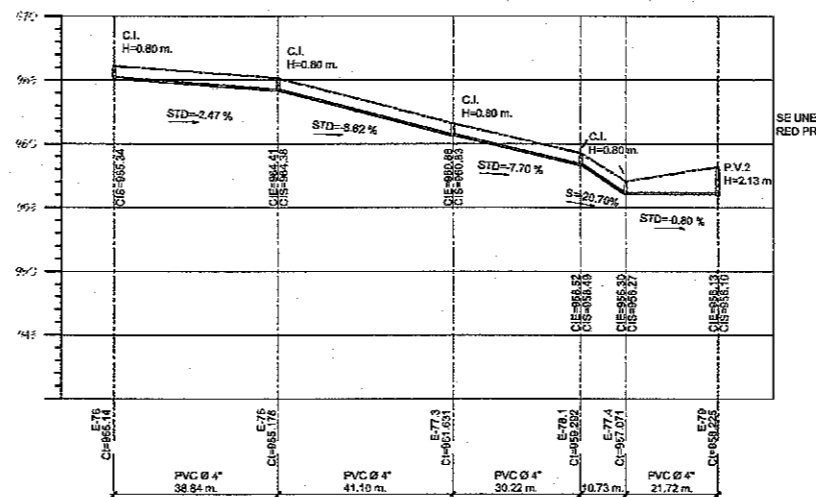
ALCANTARILLADO COND. BARRIO 1 SAN CARLOS DE LA LAGUNA

ING. MAYRA ROSA CARRERA SANCHEZ
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS
 Oficina de Ingeniería y EPS

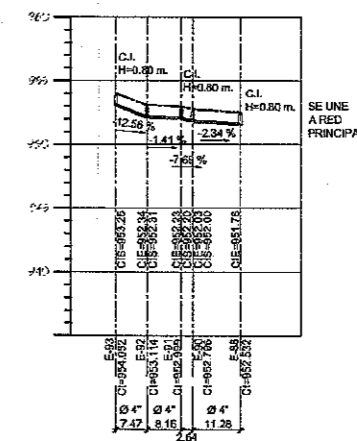
6/12



PERFIL 3



PERFIL 3.1



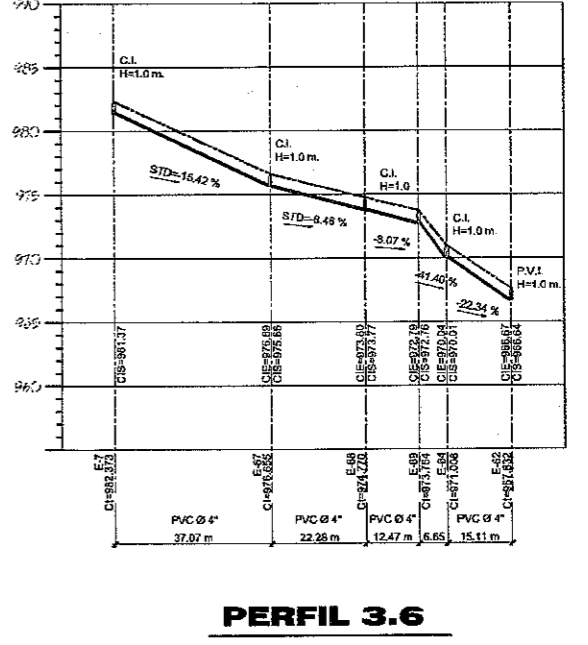
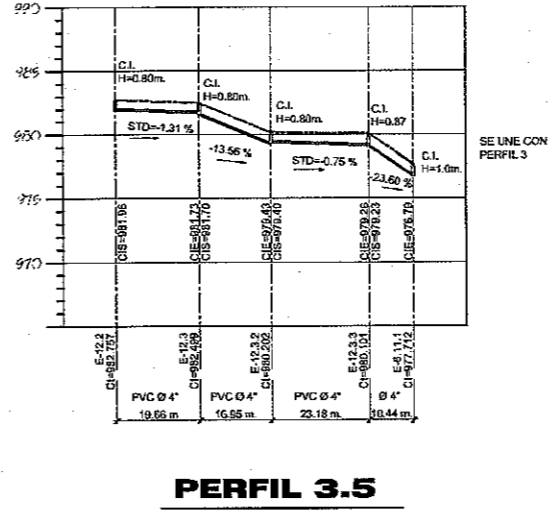
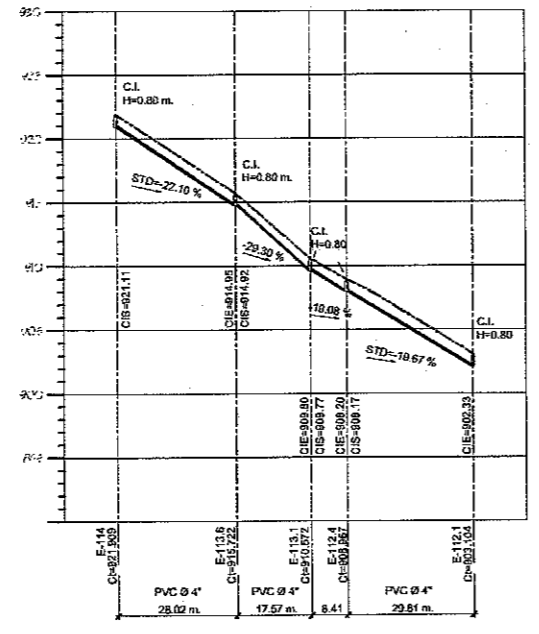
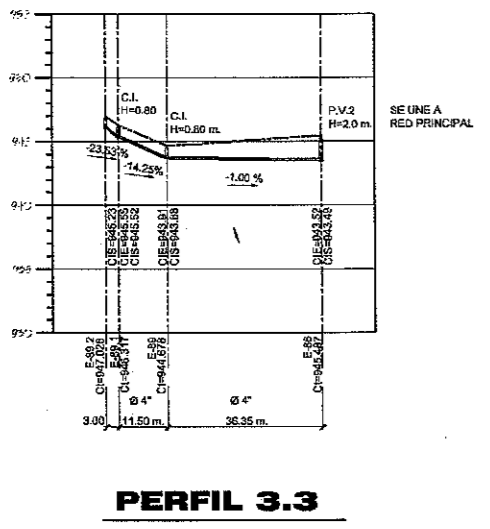
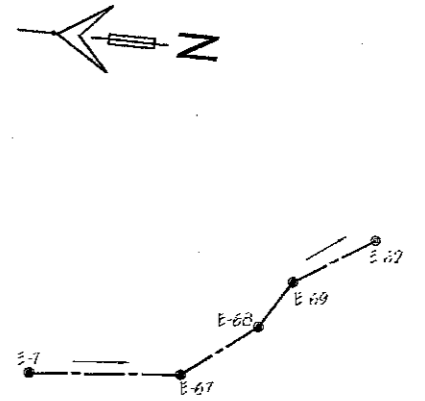
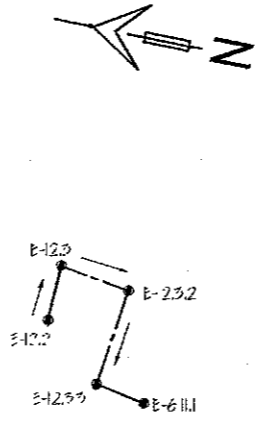
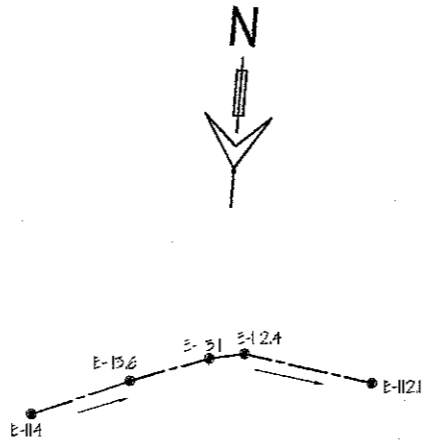
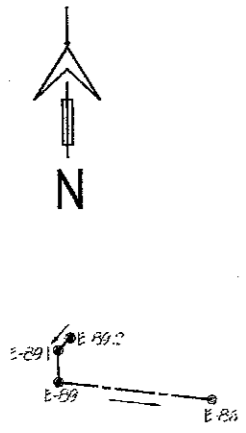
PERFIL 3.2

PERFILES

SCALE: 1/100
DATE: 11/2010

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALcantarillado COND
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 3034
●	COLECTOR CONDOMINIO PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CI	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⊠	POZO DE VISITA CAJA DE INSPECCION

FONDO DE COOPERACION PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
 COMUNITAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 ALcantarillado San Marcos La Laguna San Pedro La Laguna
 BARRIO 1
 Inga Mayra Ramos Cardona de Sierra
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Universidad de Ingeniería y Tecnología



PERFILES

ESCALA: 1/250
ESCALA V: 1/250

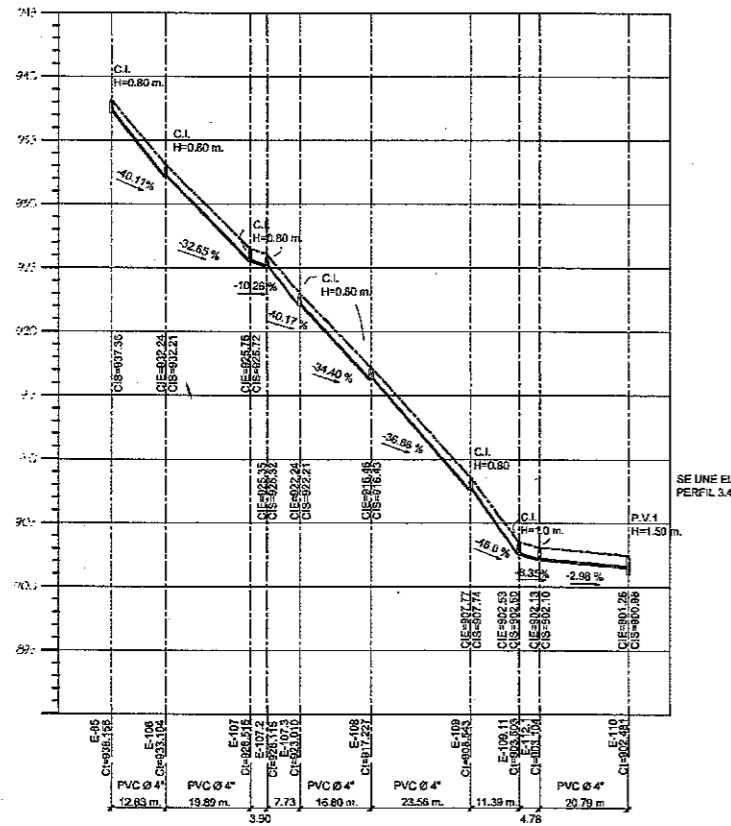
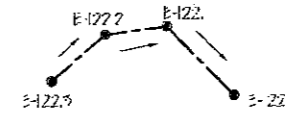
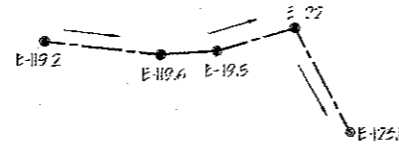
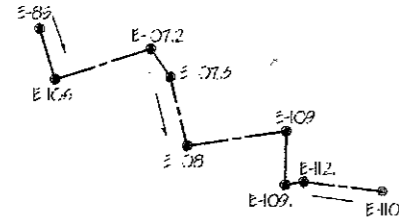
NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○—○	TUBERIA PVC NORMA 3034
—	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S=	PENDIENTE (se tuberia en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CI	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⊠	POZO DE VISITACAJA DE INSPECCION

FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS LA LAGUNA
BARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA

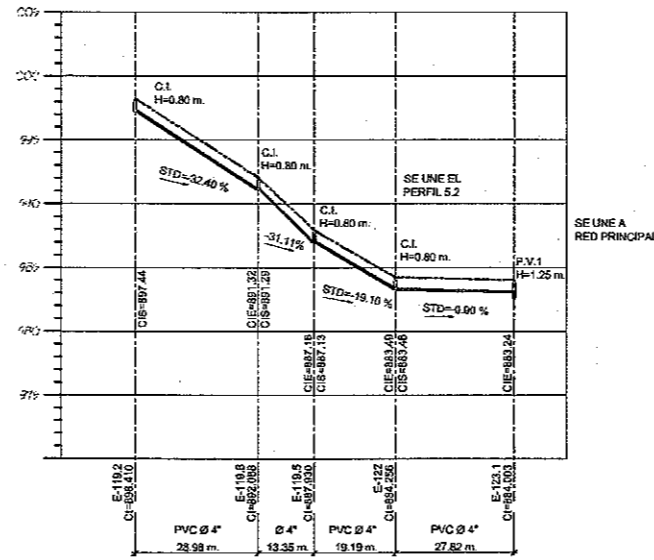
ALCANTARILLADO SANITARIO
BARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA

Inga. Mayra Patricia Larrea Soria de Sierra
ASOCIACION SUPERVISORA DE EPS
Ingenieros de Ingenieria y EPS

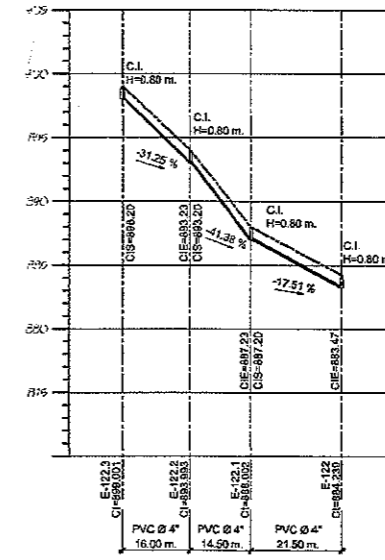
8



PERFIL 4



PERFIL 4.1



PERFIL 4.2

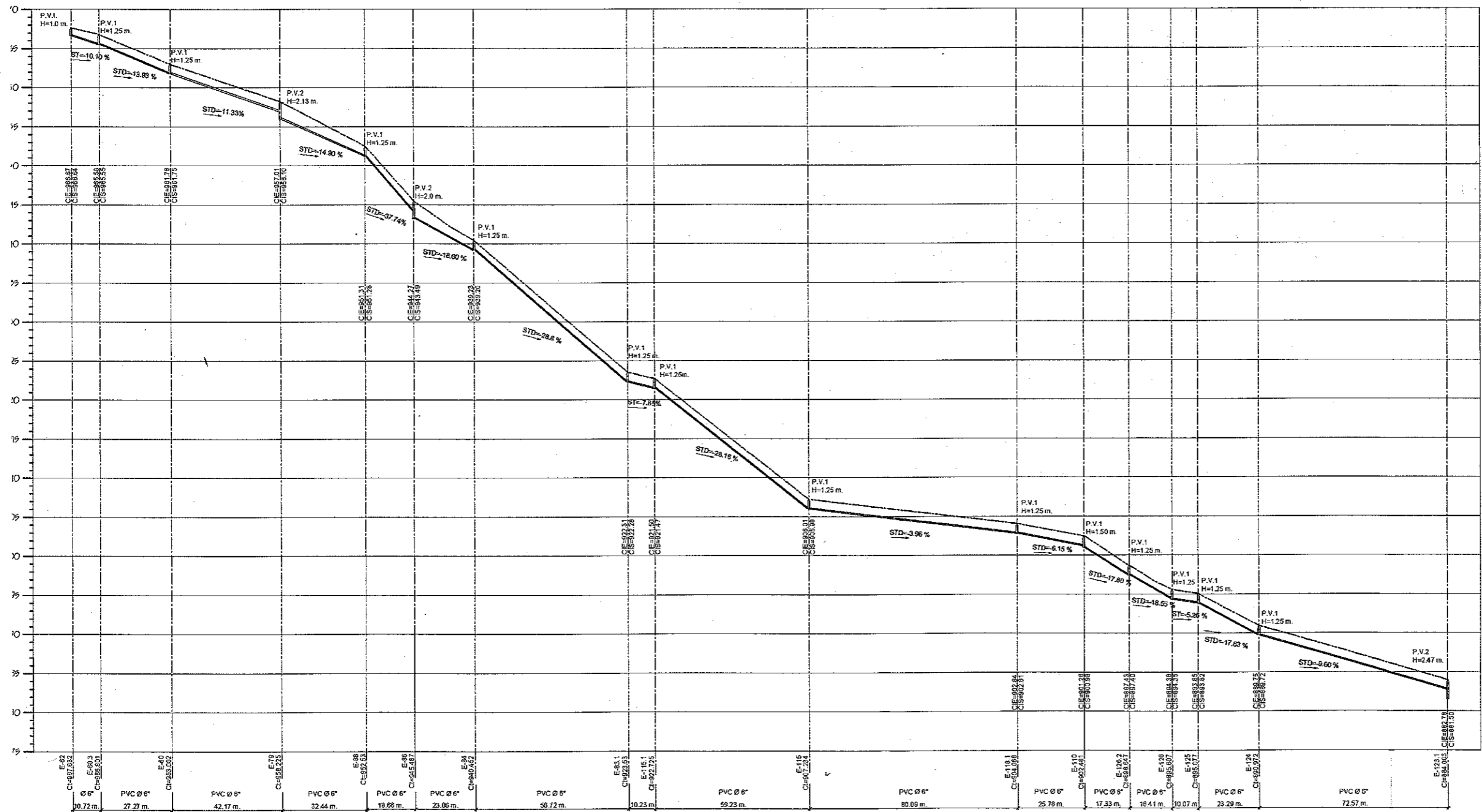
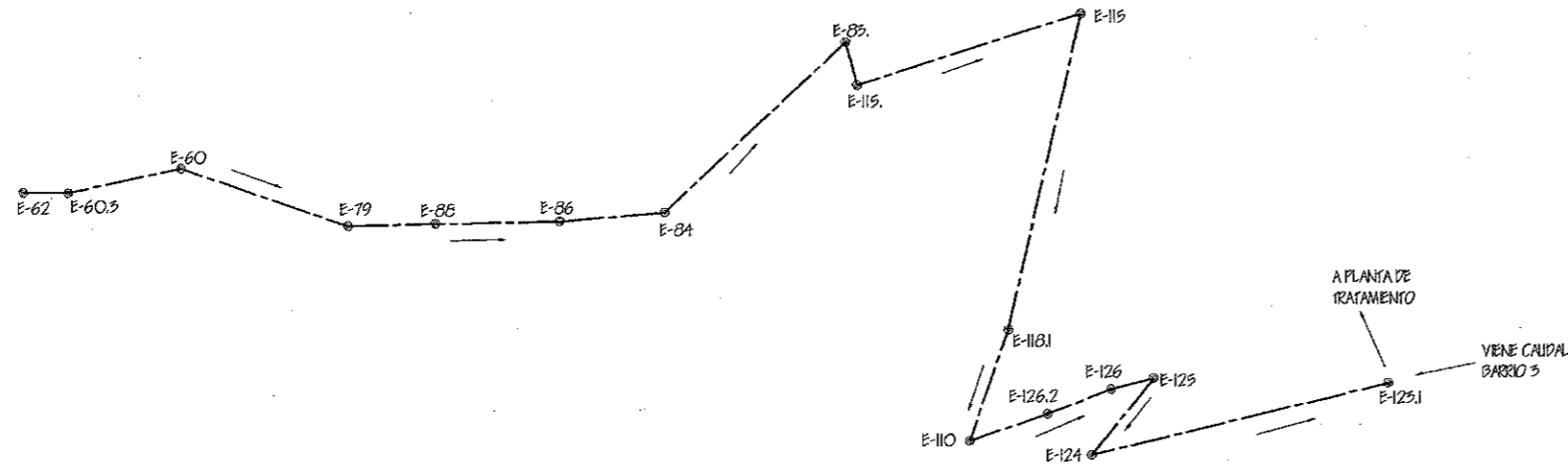
NOMENCLATURA	
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 3034
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S=	PENDIENTE (de arriba en porcentaje)
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CS	COTA INVERT DE SALIDA
Ct	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISITACION DE INSPECCION

PERFILES

EZA-AH: 1/ 14-C
EZA-AV / 250

FONDO DE COOPERACION PARTICIPATIVA Y SANEAMIENTO
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS LA LAGUNA
ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA
Inga Mayra Rebeca Cordero Sierra
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Universidad de Casapalca de Ingeniería y EPS

FECHA: 08/05/2015
PÁGINA: 9/12



NOMENCLATURA	
P.V.	POZO DE VISTA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO CONDO.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NORMA 3034
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
↗	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISTACAJA DE INSPECCION

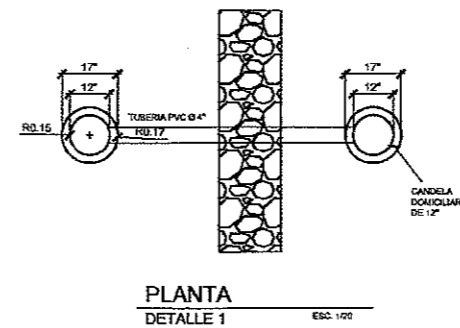
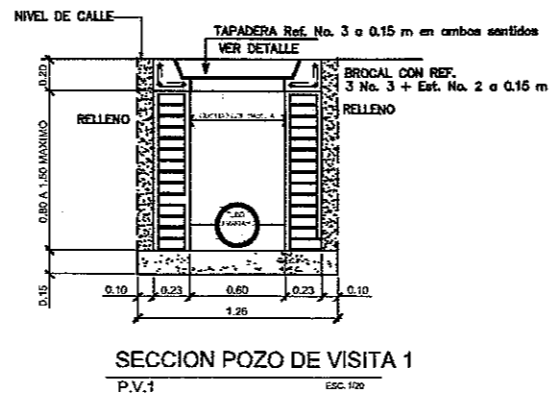
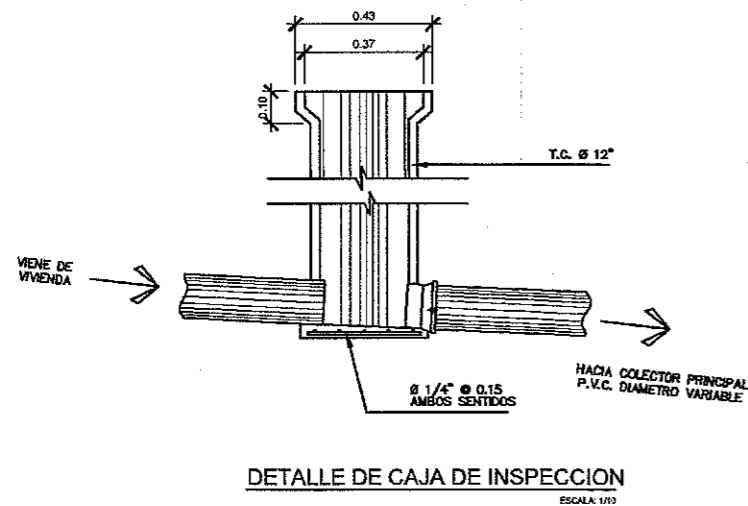
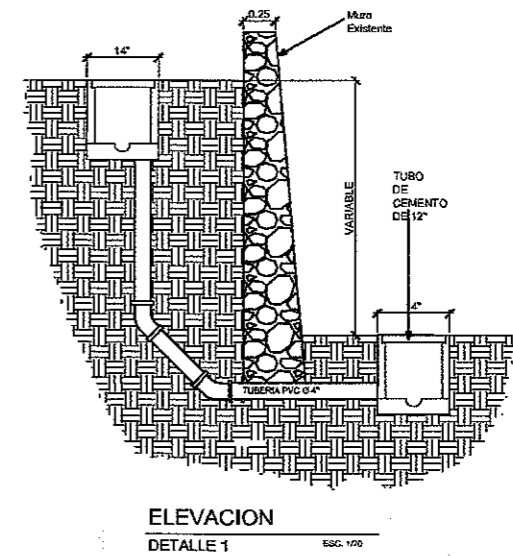
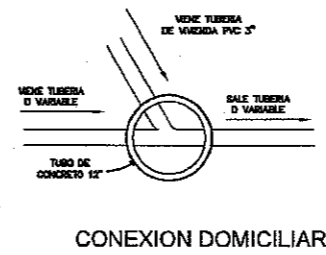
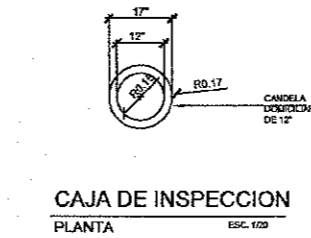
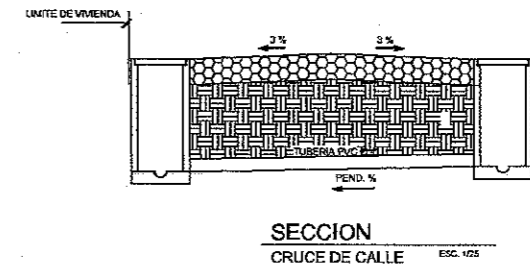
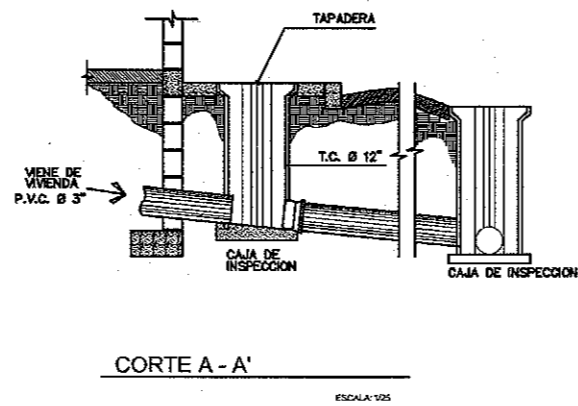
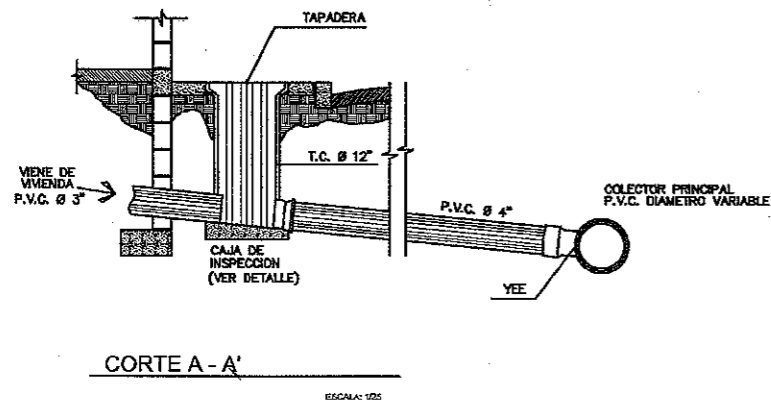
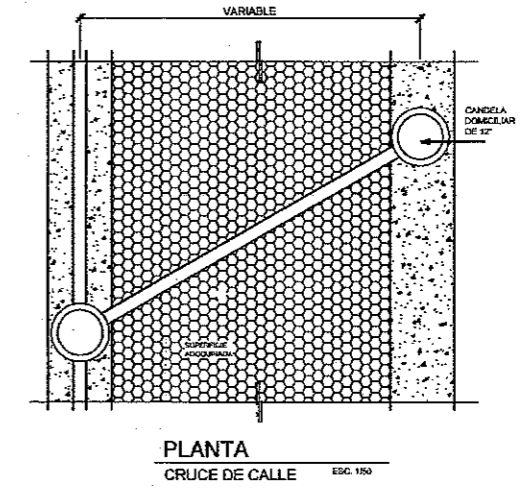
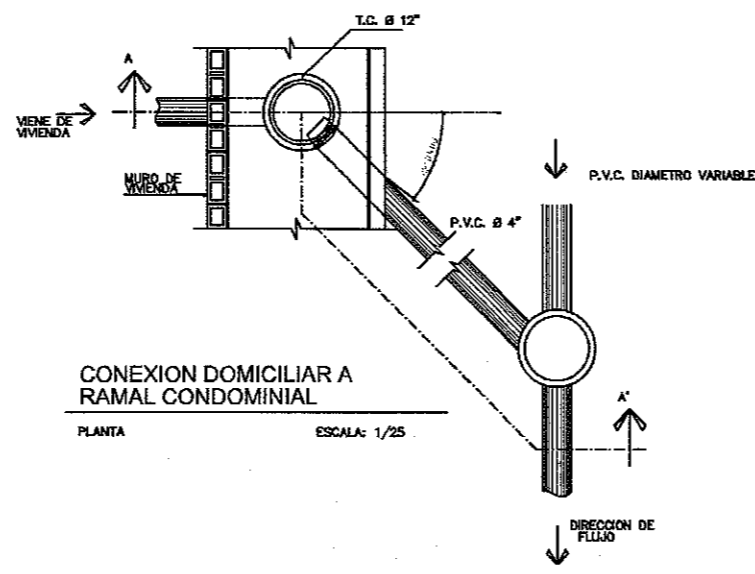
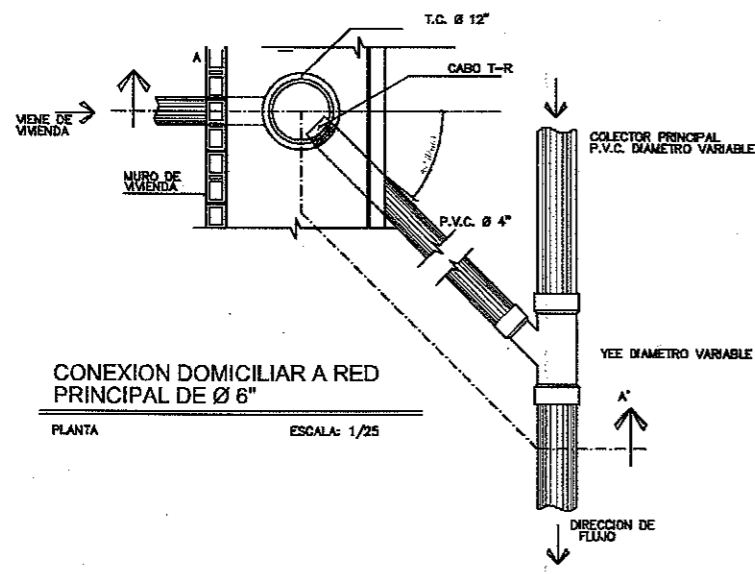
RED PRINCIPAL
 ESCALA H: 1/500
 ESCALA V: 1/250

FONDO DE COOPERACION PARA EL AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN PEDRO DE MACORIS, SAN CARLOS LA LAGUNA, SAN PABLO DE LOS REYES, SAN PABLO DE LOS REYES LA LAGUNA

MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE QUITANDIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 FACULTAD DE INGENIERIA

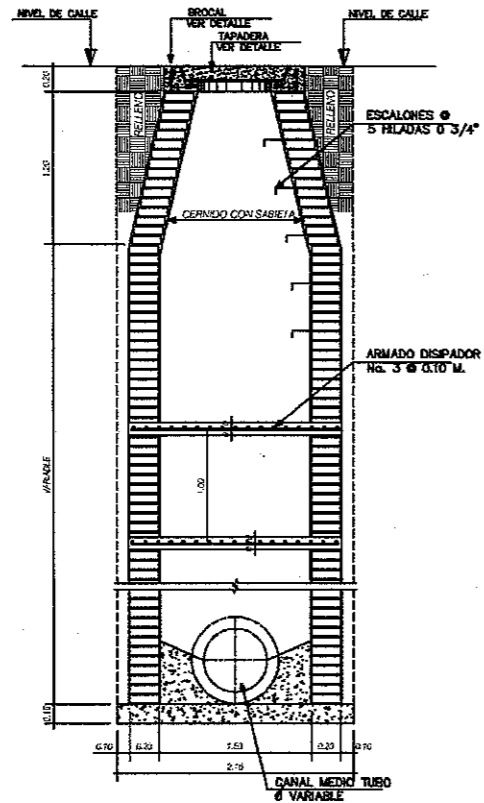
PROYECTO: MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 TITULO: PLAN DE SANEAMIENTO
 FECHA: 10/12/2015



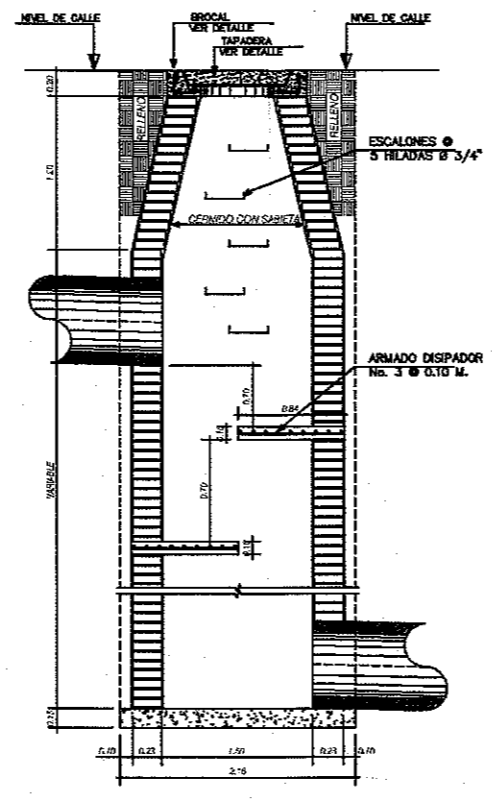
FONDO DE COOPERACION DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN MARCOS LA LAGUNA SAN RAFAEL LA LAGUNA
 SAN CARLOS LA LAGUNA SAN JUAN LA LAGUNA
 SAN PEDRO DE CANTARELLADO SANEAMIENTO
 SARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA SAN RAFAEL LA LAGUNA
 SARRIO 2 SAN MARCOS LA LAGUNA SAN RAFAEL LA LAGUNA
 SARRIO 3 SAN MARCOS LA LAGUNA SAN RAFAEL LA LAGUNA

Ing. Mayra Roldán
 SUPERVISORA DE EPS
 ASOCIACION DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

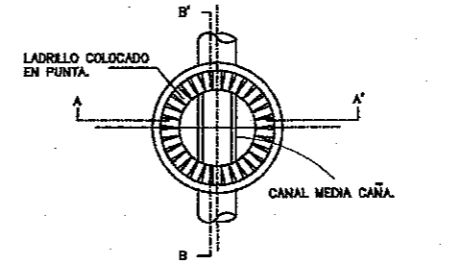
11/12



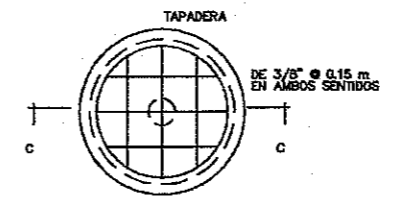
SECCION A-A'
POZO DE GRAN CAIDA
ESCALA: 1/25



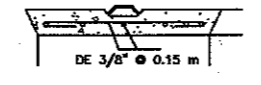
SECCION B-B'
POZO DE GRAN CAIDA
ESCALA: 1/25



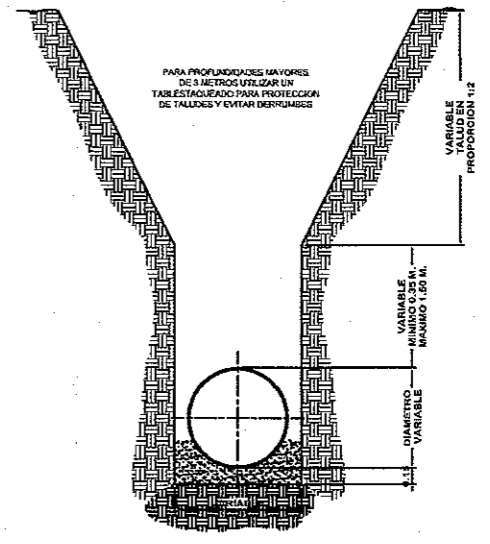
PLANTA DE POZO
ESC. 1/50



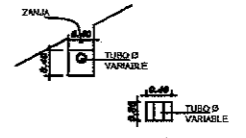
PLANTA TAPADERA
ESC. 1/10



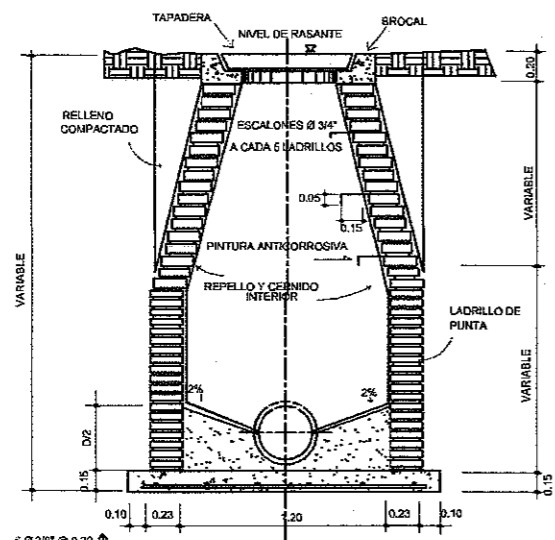
CORTE C-C
ESC. 1/10



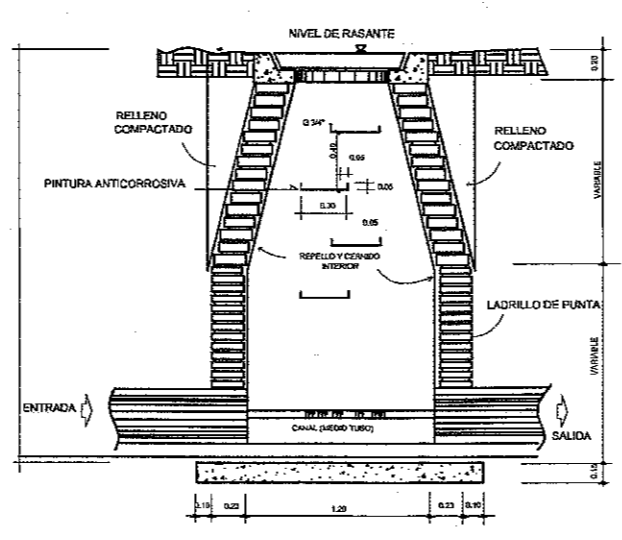
DETALLE DE ZANJA
ESCALA 1:20



DETALLE ANCLAJE DE MAMPOSTERIA
PARA TUBERIA Ø 4" Y 6"
ESC. 1/20

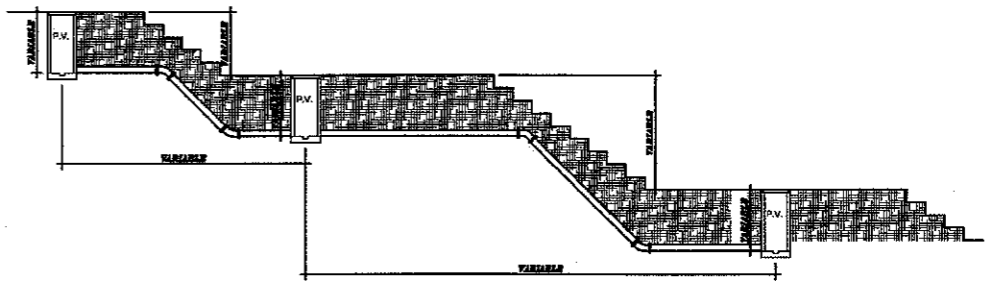


SECCION A-A'

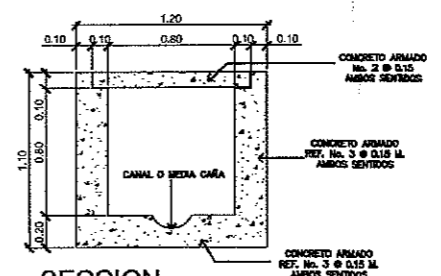


SECCION B-B'

DETALLE POZO DE VISITA 2
ESC. 1/25



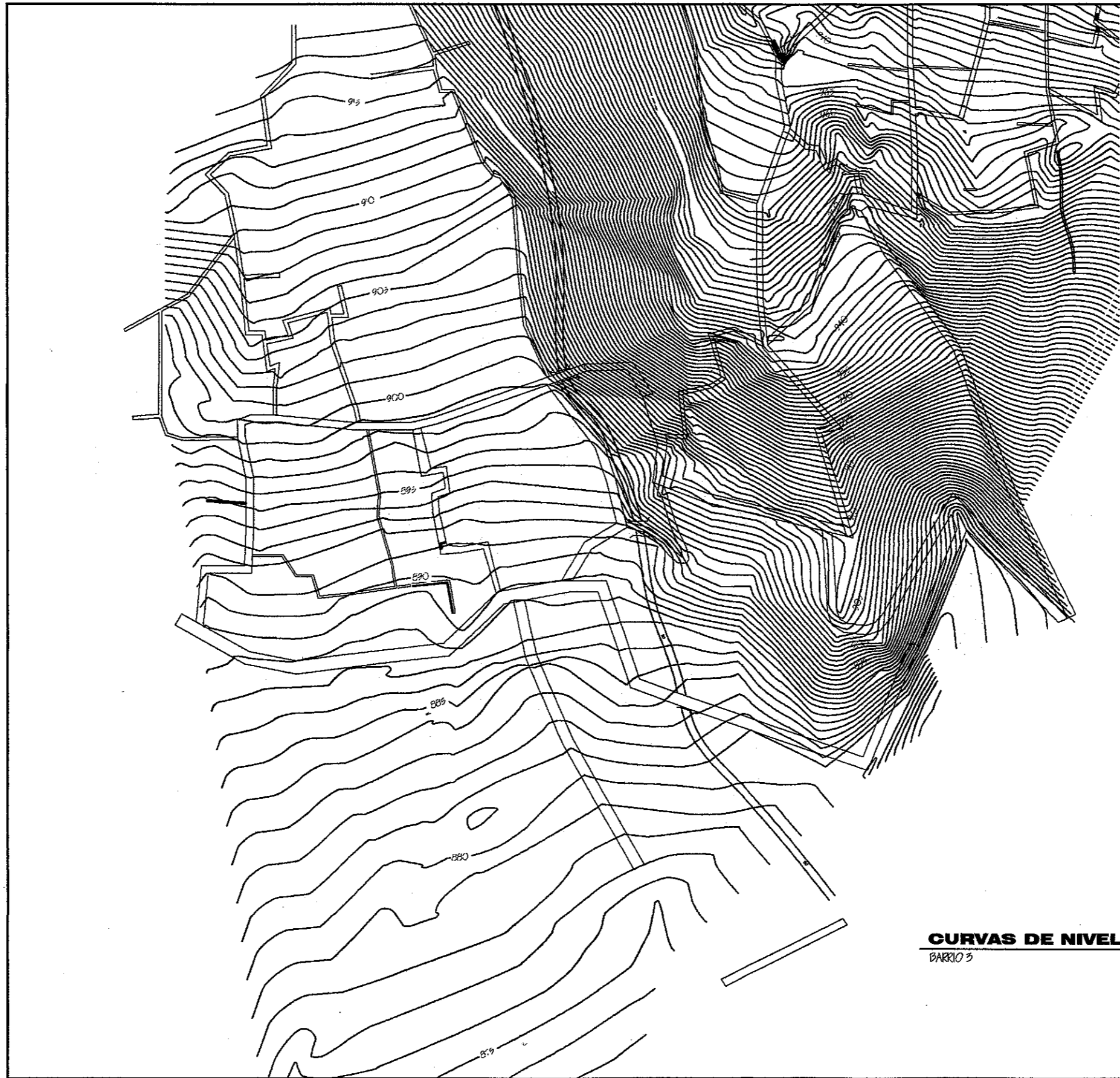
DETALLE PARA TUBERIA EN GRADAS: ALTURA ES VARIABLE POR LO QUE HAY QUE UTILIZAR CODOS DE 45 GRADOS
ESC. 1/20



SECCION CAJA UNION (C.U.)
ESC. 1/20

FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS LA LAGUNA
ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO 1 SAN MARCOS LA LAGUNA
Inga. Mayra RIVERA LÓPEZ
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Universidad de Ingeniería y EPS

12/12



CURVAS DE NIVEL
BARRIO 3

ESCALA: 1/1000

	FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO MUNICIPIALIDAD DE MUNICIPIO LA LAGUNA <small>SAN MARCOS LA LAGUNA</small>	
	ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO 3 SAN MARCOS LA LAGUNA	12/2022
ASESORA SUPERVISORA DE EP <small>Unidad Ejecutiva de Ingeniería y</small>	19	9



NOMENCLATURA

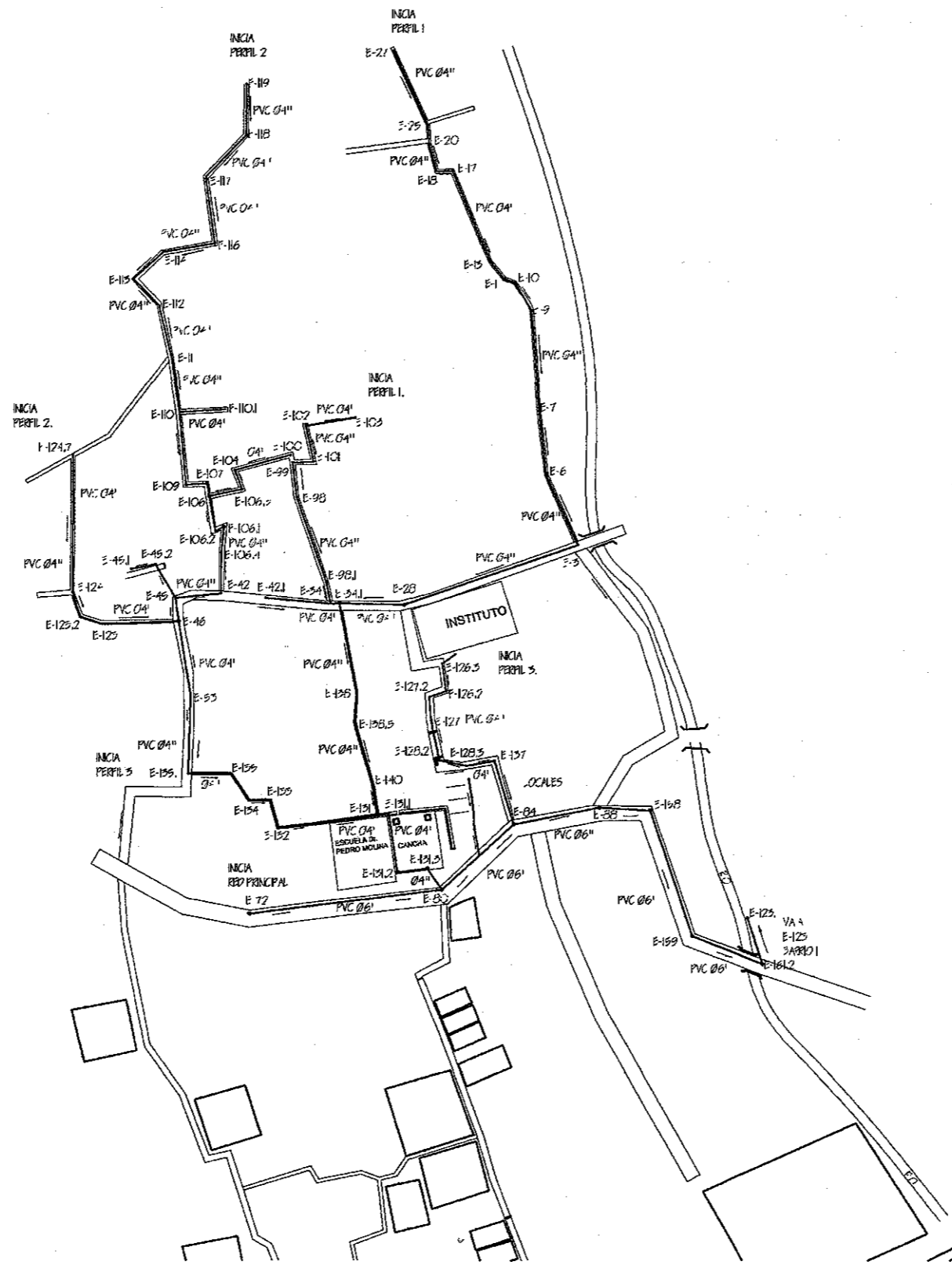
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COND.
→	SENTIDO DEL FLUJO
—○—	TUBERIA PVC HORMA 3034
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
○	POZO DE VISITA PLANTA
∞	PENDIENTE (de tubería en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
CT	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
□	POZO DE VISITA CAJA DE INSPECCION
▨	CAMINO DE ASFALTO HIDRAULICO
▩	CAMINO EMPEDRADO
■	CAMINO DE ADQUIN

DENSIDAD DE VIVIENDA
 BARRIO 3 ESCALA: 1/1000

FONDO DE COOPERACION PARA EL ASESORAMIENTO Y SANEAMIENTO
 COMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN MARCOS LA LAGUNA SAN MARCOS LA LAGUNA SAN MARCOS LA LAGUNA

ALCANTARILLADO SANITARIO
 BARRIO 3 - REDES COLECTORA
 ASESORIA - SUPERVISOR DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería

29



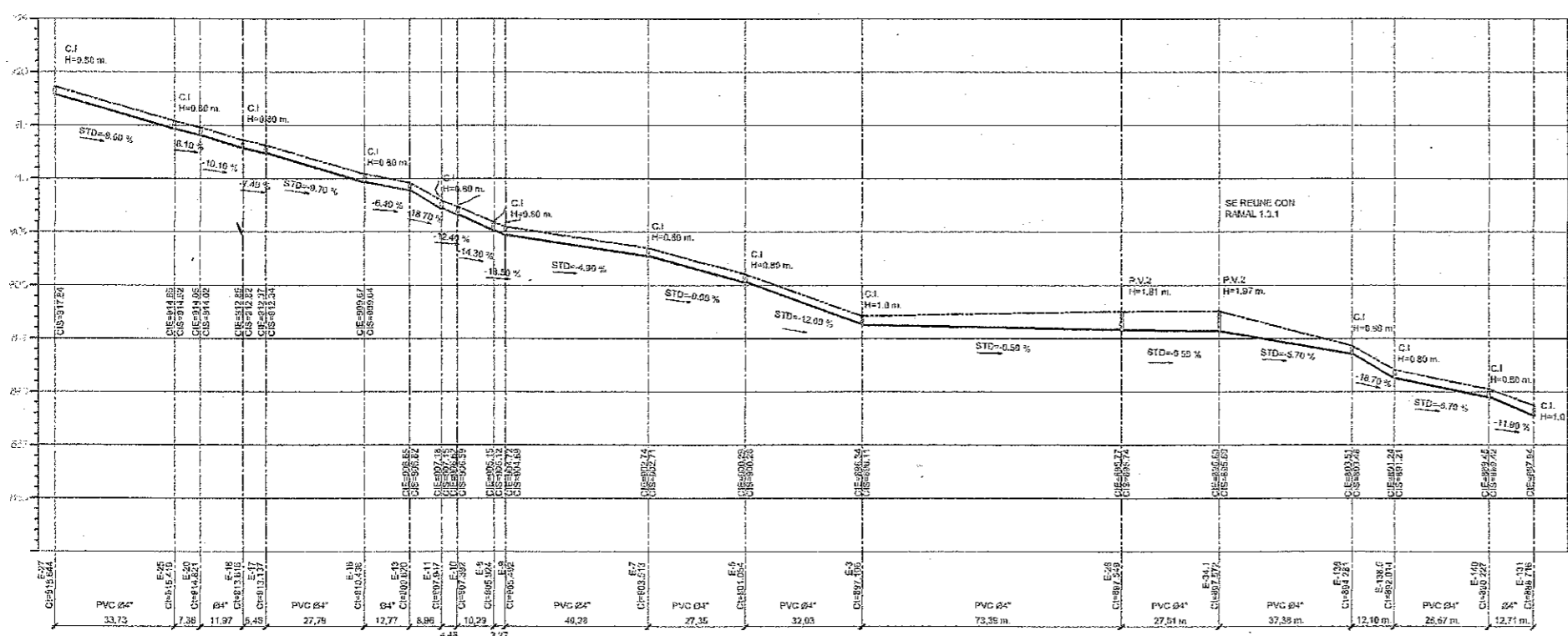
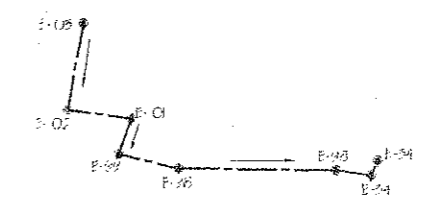
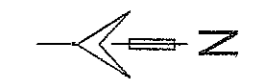
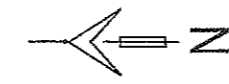
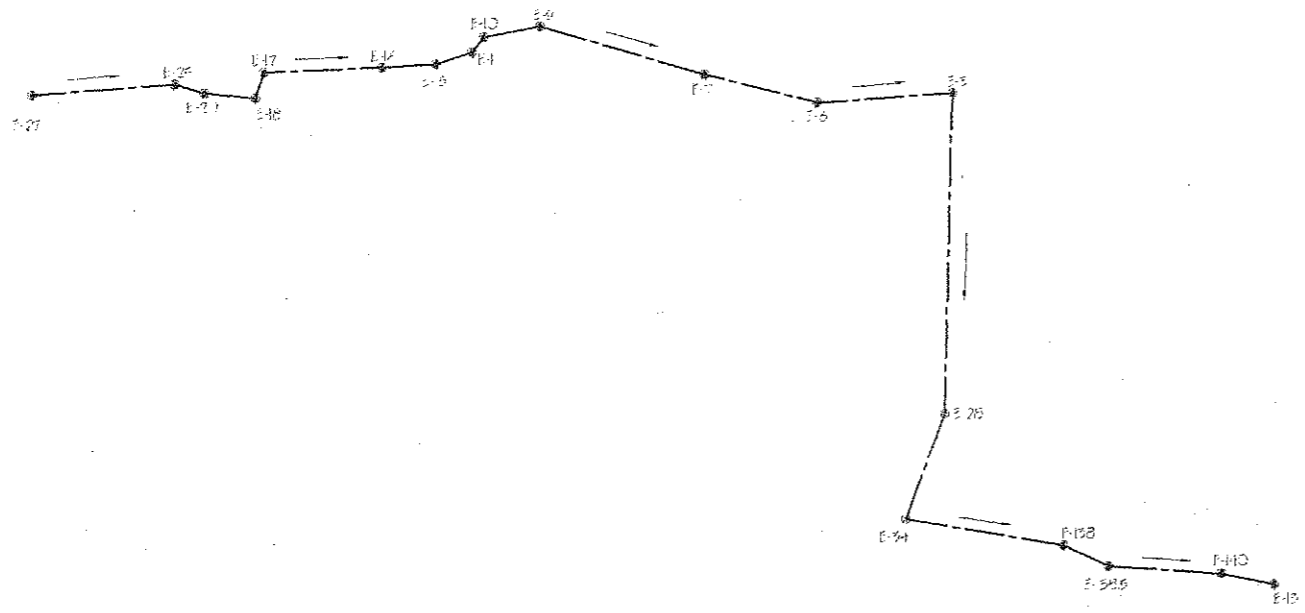
PERFIL 1: DE E-27 A E-131
 PERFIL 1.1: DE E-103 A E-34.1
 PERFIL 2: DE E-119 A E-135.1
 PERFIL 2.1: DE E-124.7 A E-48
 PERFIL 2.2: DE E-100 A E-108
 PERFIL 3: DE E-135.1 A E-89
 PERFIL 3.1: DE E-126.3 A E-94
 RED PRINCIPAL: DE E-72 A E-123.1

NOMENCLATURA	
FV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCANTARILLADO COMIL
→	SENTIDO DEL FLUIDO
—○—	TUBERIA PVC NORMA XEPA
●	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S+	PENDIENTE (4+1 indica en porcentaje)
CE	COTA INVERT DE ENTRADA
CS	COTA INVERT DE SALIDA
ELEV.	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⌈	POZO DE VISITACION DE INSPECCION PERIF.

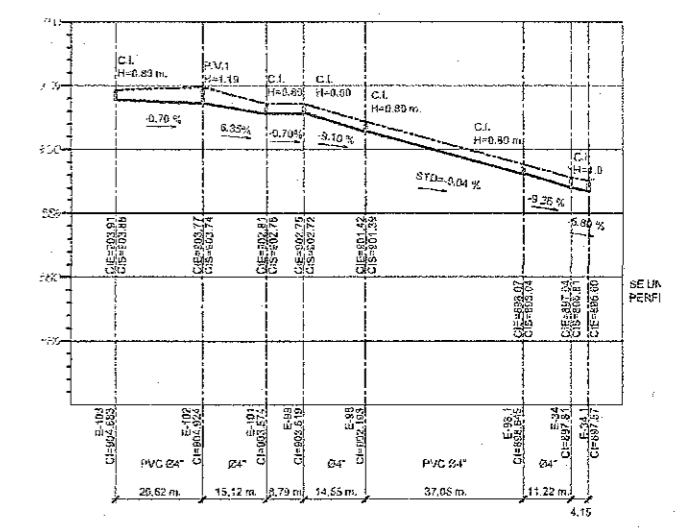
PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO
 BARRIO 3 ESCALA: 1/1000

MUNICIPIO DE PEDRO DE VALDIVIA
 COM. DE OPERACIONES DE AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA LAGUNA
 PEDRO DE VALDIVIA - SAN MARCOS - LA LAGUNA - SAN PEDRO DE LA LAGUNA
 ALICANTARILLADO PARA EL BARRIO 3 DE SIERRA
 MAESTRO RESPONSABLE: [Firma]
 ESOSUKA - SU SUJETA DE EPS
 Facultad de Ingeniería y EPS

3
 9



PERFIL 1
 ESCALA 1:100
 20/04/2017 10:50

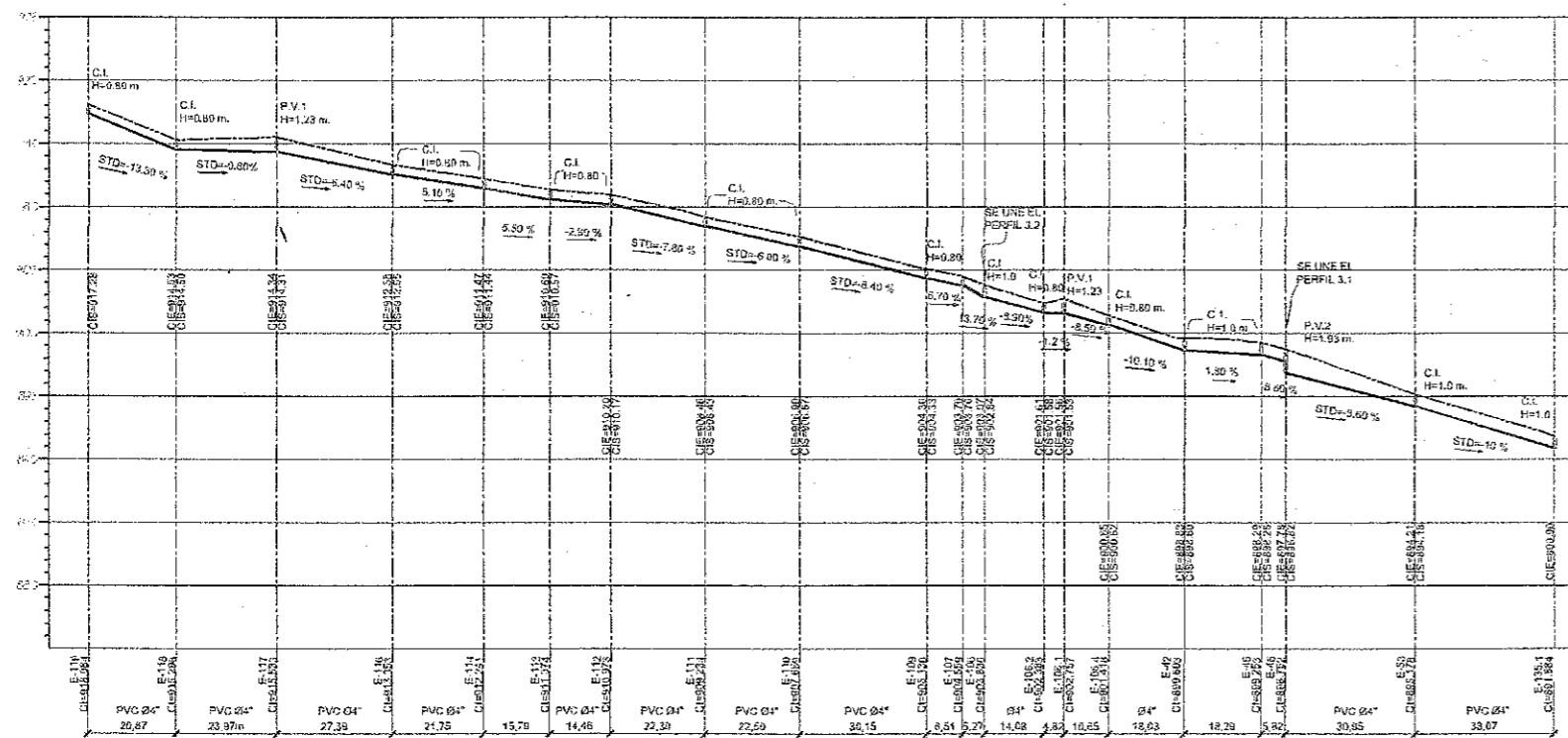
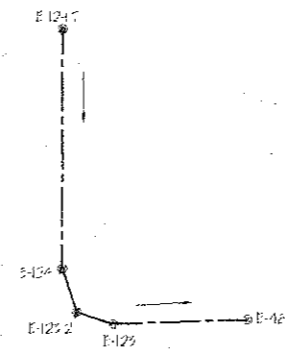
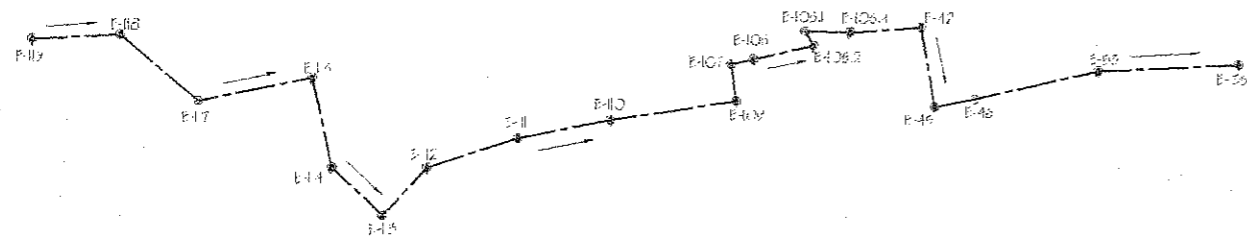
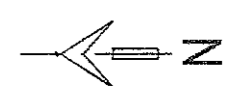


PERFIL 1.1
 ESCALA 1:100
 20/04/2017 10:50

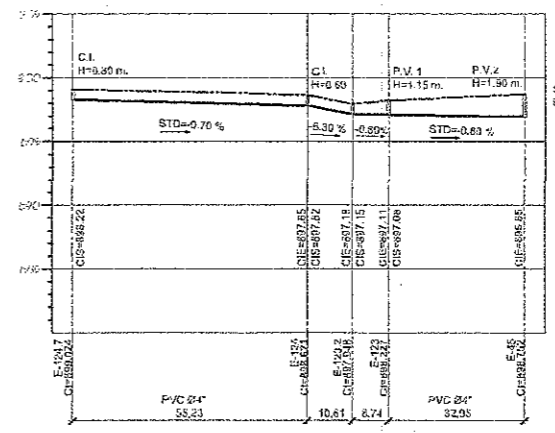
NOMENCLATURA

PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALICANTILLADO CONDO
→	DIRECCION DEL FLUJO
—	TUBERIA PIP. NORMAL 3004
●	COLECTOR SUPPLEMENTAL PLANTA
○	POZO DE VISITA PLANTA
S4	PENDIENTE (señalada en porcentaje)
CE	COTA INVENT DE ENTRADA
CS	COTA INVENT DE SALIDA
ELEV.	COTA DE TERRENO
H	ALTEZA COLECTOR O POZO
⊠	POZO DE VISITA C.A.M. DE INSPECCION PERIF.

FONDO DE INVERSIÓN DE SANEAMIENTO DE LA COMUNIDAD DE MUNICIPIOS DE LA LAGUNA
 ALICANTILLADO DE SANEAMIENTO
 BARRIO Inga Mayra Rábago García Soria de Sierpe
 ASSESORA - SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Estudios de Ingeniería y EPS
 Universidad de Guayaquil
 Inga Mayra Rábago García Soria de Sierpe
 4/7



PERFIL 2
 ESCALA: 1/100
 20.04.11 - 1750
 20.04.11/240



PERFIL 2.1

ESCALA: 1/100
 20.04.11/240

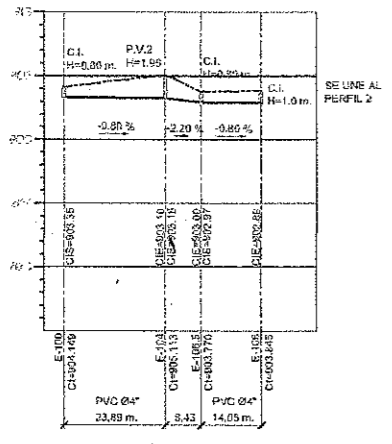
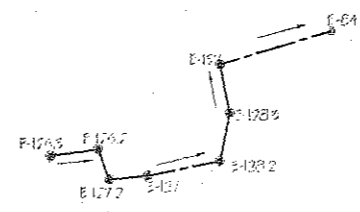
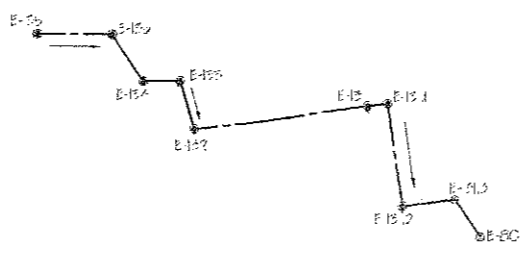
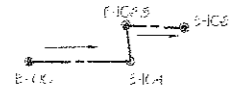
NOMENCLATURA	
P.V.	PUNTO DE VISITA
C.I.	COLECTORES DE ALcantarillado (C.O.A.)
→	SENIDO DEL FLUIDO
○	COLECTOR PVC INDIENSA 3024
⊕	COLECTOR CONFORMAL PLANTA
⊙	PUNTO DE VISITA PLANTA
S	PENDIENTE (de arriba en abajo)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA PIVOT DE SALIDA
ELEV.	COTA DE TERRENO
II	ALTURA COLECTOR O PUNTO
⊕	PUNTO DE VISITA/CAJAS DE INSPECCION PERVIS

FONDO DE COOPERACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE LA LAGUNA
 SAN CARLOS DE GUATEMALA

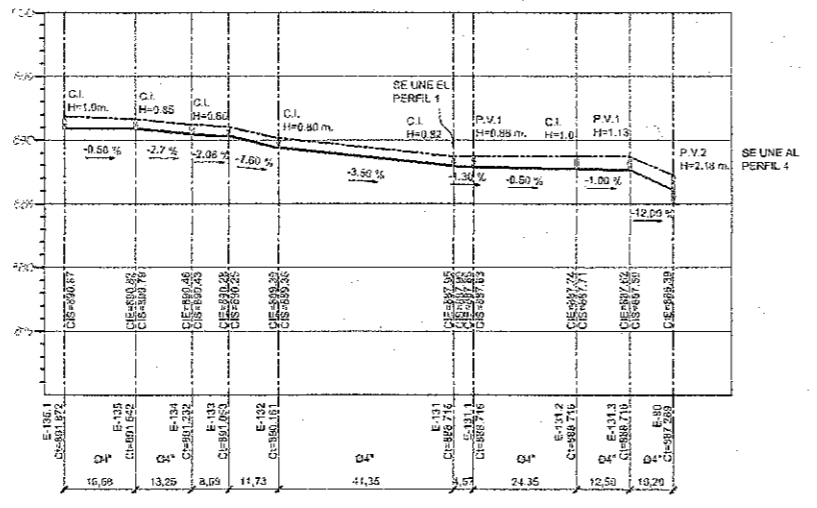
San Carlos de Guatemala
 CANTARILLADO SANITARIO
 BARRIO 3 SAN MARCO DE SIERRA
 Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
 ASISTENTE SUPERVISORA DE EPS

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
 Facultad de Ingeniería

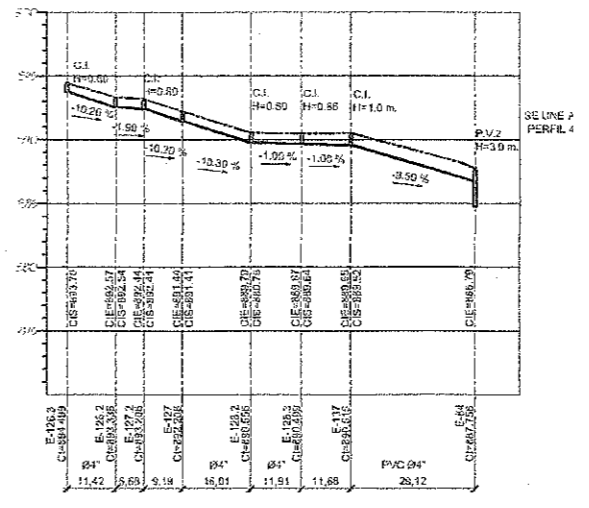
5/7



PERFIL 2.2



PERFIL 3



PERFIL 3.1

NOMENCLATURA	
PV	POZO DE VISITA
C.I.	COLECTOR DE ALCAMARILLADO SORD.
→	SENTIDO DEL FLUJO
○	TUBERIA PVC NOMINAL 200M
⊙	COLECTOR DORTOGONAL PLANTA
⊙	POZO DE VISITA PLANTA
S=	PENSIÓN (Se lee en porcentaje)
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
ELEV	COTA DE TERAPIGO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⊙	POZO DE VISITA O DE INSPECCIÓN PERIF.

PERFILES

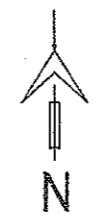
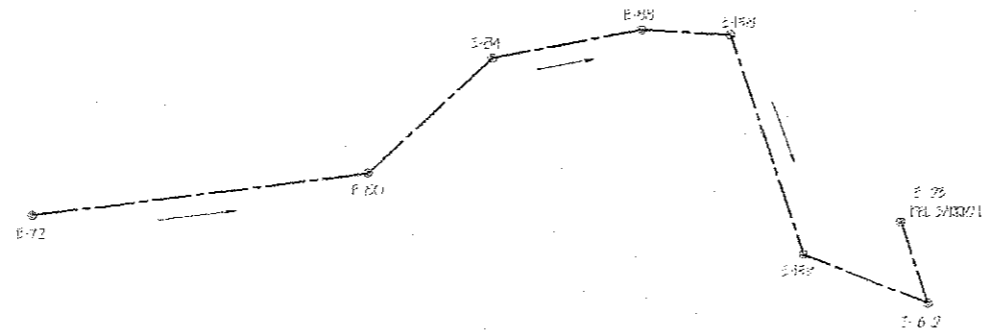
2014/11/20
02:14:17:30

FONDO DE COOPERACIÓN PARA EL AGUA Y SANEAMIENTO
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

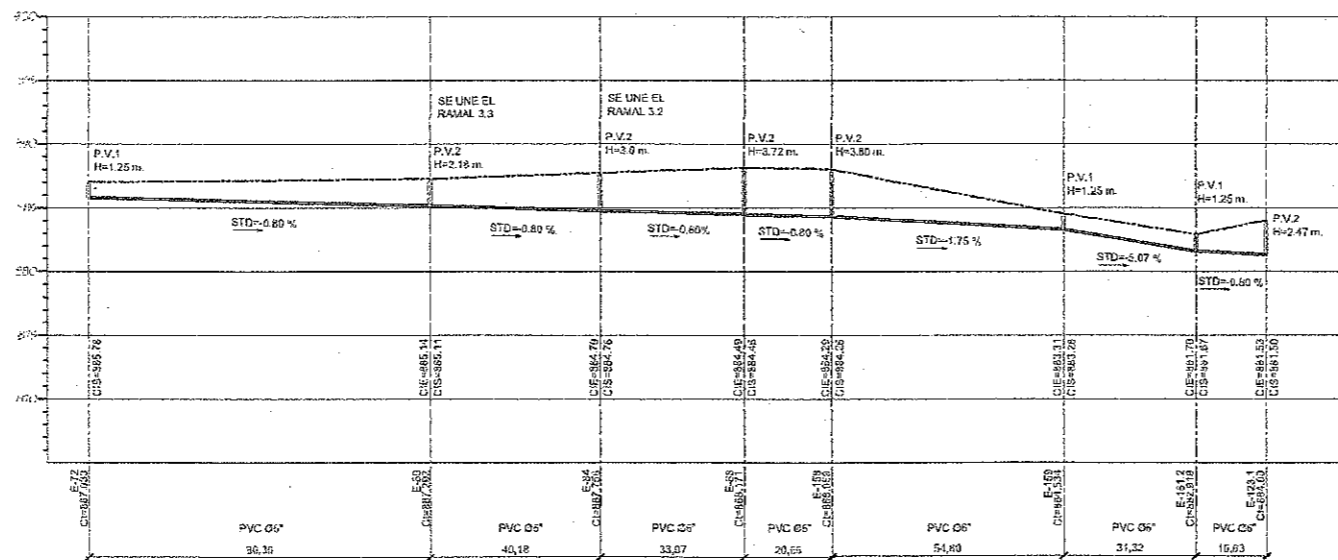
ING. MAYRA ABERCA GARCÍA SOTO DE SIERRA
INGENIERA SUPERVISORA DE EPS
Facultad de Ingeniería

2014/11/20
02:14:17:30

6/7



NOMENCLATURA	
P.V.	POZO DE VISTA
C.I.	COLECTOR DE MANTARRILLADO CUIDO
→	SENTIDO DEL FLUJO
—	TUBERIA PVC NORMAL 150
⊕	COLECTOR CONDOMINIAL PLANTA
⊙	POZO DE VISTA PLANTA
SA	PENDIENTE (de Mayor a menor)
CE	COTA TUBERT DE ENTRADA
CS	COTA TUBERT DE SALIDA
ELEV.	COTA DE TERRENO
H	ALTURA COLECTOR O POZO
⊕	POZO DE VISTA CANAL DE INSPECCION PERU



RED PRINCIPAL

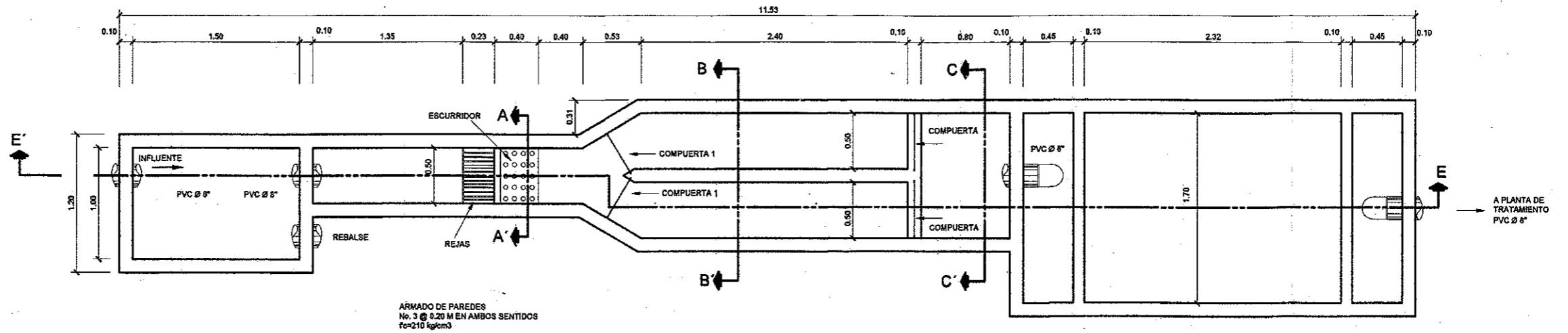
ESCALA: 1/40
 P.S.A. N.º 7/350

FONDO DE COOPERACIÓN PARA AGUA Y SANEAMIENTO
 MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
 SAN PEDRO CANTÓN SAN CARLOS DE GUATEMALA
 CANTÓN SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPIO SAN MARCOS LA LAGUNA

Ing. Mayra Rabea García Soría de Sierra
 ASISTENTE TÉCNICA
 ASISTENTE TECNICA DE EPS
 de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

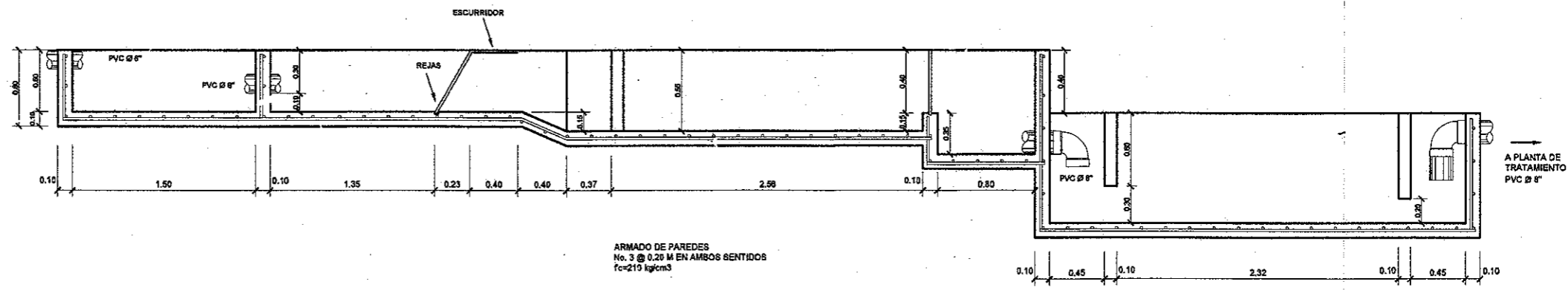
7/7



ARMADO DE PAREDES
No. 3 @ 0.20 M EN AMBOS SENTIDOS
fc=210 kg/cm²

PLANTA PRETRATAMIENTO

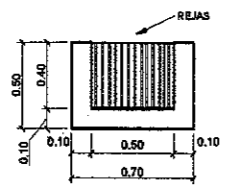
Esc. 1:20



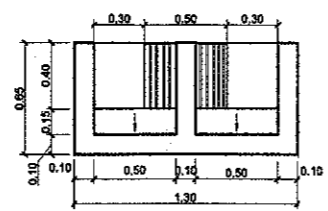
SECCION E-E'

Esc. 1:20

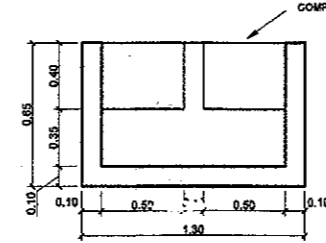
ARMADO DE PAREDES
No. 3 @ 0.20 M EN AMBOS SENTIDOS
fc=210 kg/cm²



SECCION A-A'
Esc. 1:20



SECCION B-B'
Esc. 1:20



SECCION C-C'
Esc. 1:20



ESPECIFICACIONES DE REJAS

- Barras de acero inoxidable de 10 mm (3/8 pul)
- Separación entre barras de 25 mm (1 pul)
- Colocada dentro de caja con inclinación de 60 grados.
- Anclada a los costados y parte inferior con guías fundidas en obra.

Detalle de Rejas
Esc. 1:20

NOTAS GENERALES

- 1) SE USARA CONCRETO CON Fc= 210 Kg/cm² A LOS 28 DIAS
- 2) SE USARA PIEDRIN DE 3/4" - 1"
- 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON fy=2810 Kg/cm² (GRADO 40 KS)
- 4) 4 CM DE RECUBRIMIENTO MEDIDOS DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO
- 5) LOS DESNIVELES DEL PISO QUE FORMAN LOS PANUELOS SE CONSTRUIRAN CON MEZCLON PROPORCION 1:3
- 6) TODAS LAS PAREDES Y PISOS DEBERAN ALISARSE CON SABIETA PROPORCION 1:2
- 7) EL REFUERZO VERTICAL DEBERA LIMPIARSE DE REBASAS DE CONCRETO Y/O LECHADA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS
- 8) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SERA DE 0.50 mts.
- 9) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.

FONDO DE INVESTACION PARA AGUA Y SANEAMIENTO
COMUNIDAD DE MUNICIPIOS LA LAGUNA
LAGUNA-SAN MARCOS LA LAGUNA-SAN PEDRO LA LAGUNA

PLANTA DE TRATAMIENTO DE SIERRA
BARRIOS 1 Y 2 SAN CARLOS DE SIERRA
MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE SIERRA

ASESORA - SUPERVISORA DE OBRAS
SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO

Unidad de Proyecto

1