



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Kevin Donald Martínez Gómez

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN DONALDO MARTÍNEZ GÓMEZ

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

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

Kevin Donald Martínez Gómez



Guatemala, 13 de marzo de 2015
Ref.EPS.DOC.175.03.15

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 **Kevin Donald Martínez Gómez** con carné No. **201020272**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**

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"

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mayra Rebeca García Soria de Sierra'.

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
MRGS/ra



Guatemala, 13 de abril de 2015
Ref.EPS.D.167.04.15

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Kevin Donald Martínez Gómez, carné 201020272**, 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 de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



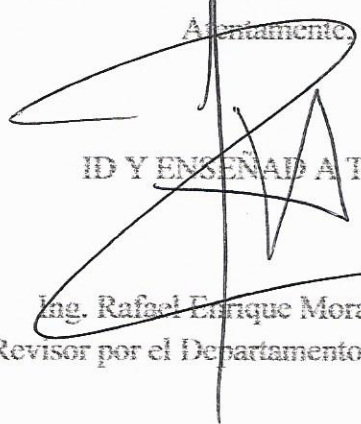
Guatemala,
 08 de abril de 2015

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Kevin Donaldó Martínez Gómez, con Carnet No. 201020272, 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 ENSEÑANZA A TODOS
 Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
 Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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





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 Kevin Donald Martínez Gómez, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 208.2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Kevin Donaldo Martínez Gómez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano

Guatemala, 19 de mayo de 2015



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser una importante influencia en mi carrera,
entre otras cosas.

Mi madre

María Alicia Gómez Velásquez, (q. e. p. d.) por
ser la persona más maravillosa que me trajo a
este mundo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería de la magnífica y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala que, a lo largo de la historia, ha formado a los mejores profesionales del país.

Mi papá

Felix Martínez Pérez.

Mis hermanos

Doctor Gilberth Genero, Félix Rocael, Cristheam Luciano Martínez Gómez y a mi sobrina Alicia Martínez.

Mi familia

Con quienes comparto mi vida día a día.

Mis amigos

Dios me ha bendecido con muy buenos amigos, compañeros con carné 2010.

Mi aserora

Gracias a ella, por el conocimiento y apoyo todos los días para realizar este trabajo de graduación.

Mis establecimientos

Escuela Oficial Urbana Mixta Hunapú de Magdalena Milpas Altas, los colegios La Salle y Emiliani.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Milpas Altas	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	1
1.1.3. Estructura espacial o distribución actual.....	2
1.1.4. Clima	3
1.1.5. Vías de acceso	4
1.1.6. Demografía.....	4
1.1.6.1. Población e idioma	4
1.1.6.2. Crecimiento poblacional	5
1.1.7. Actividades económicas	5
1.1.8. Recursos hidrológicos	5
1.1.8.1. Recursos naturales.....	6
1.1.8.2. Flora y fauna.....	6
1.1.9. Aspectos de infraestructura	6
1.1.9.1. Servicios públicos	7
1.1.9.2. Servicio de agua potable	7
1.1.9.3. Drenajes	7

	1.1.9.4.	Energía eléctrica	7
	1.1.9.5.	Equipamiento	8
	1.1.9.6.	Comunicaciones.....	8
1.1.10.		Aspectos socioeconómicos	9
	1.1.10.1.	Historia	9
	1.1.10.2.	Cultura e identidad	10
	1.1.10.3.	Costumbres y tradiciones	10
	1.1.10.4.	Feria titular	10
1.1.11.		Educación.....	10
	1.1.11.1.	Cobertura y niveles de educación	11
1.1.12.		Sanearamiento ambiental.....	11
1.1.13.		Aspectos de salud	12
2.		SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.		Diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.....	13
	2.1.1.	Descripción del proyecto	13
	2.1.2.	Levantamiento topográfico	14
	2.1.2.1.	Altimetría	14
	2.1.2.2.	Planimetría	15
	2.1.3.	Descripción del sistema por utilizar	15
	2.1.4.	Criterios de diseño	16
	2.1.4.1.	Periodo de diseño	16
	2.1.4.2.	Tasa de crecimiento poblacional	17
	2.1.4.3.	Dotación	17
	2.1.4.4.	Factores de consumo.....	18
	2.1.4.4.1.	Factor de retorno (Fr)	18
	2.1.4.4.2.	Factor de flujo instantáneo (FH)	18

2.1.4.5.	Determinación de caudal sanitario o diseño	19
2.1.4.5.1.	Caudal domiciliar	19
2.1.4.5.2.	Caudal comercial.....	20
2.1.4.5.3.	Caudal de infiltración	20
2.1.4.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas	21
2.1.4.6.	Factor de caudal medio	22
2.1.4.7.	Caudal sanitario.....	23
2.1.5.	Selección del tipo de tubería.....	24
2.1.6.	Diseño de secciones y pendientes	24
2.1.7.	Velocidades máximas y mínimas.....	25
2.1.8.	Cotas invert.....	26
2.1.9.	Diámetro de tubería	26
2.1.10.	Pozos de visita.....	27
2.1.11.	Conexiones domiciliars	29
2.1.12.	Profundidad de tubería	32
2.1.13.	Relaciones hidráulicas.....	33
2.1.13.1.	Relaciones de caudales.....	34
2.1.13.2.	Relación de velocidades.....	34
2.1.13.3.	Relación de tirantes	34
2.2.	Diseño de la red de sistema de drenaje sanitario	34
2.2.1.	Información técnica de diseño	34
2.2.1.1.	Tasa de crecimiento poblacional, población actual.....	35
2.2.2.	Integración del caudal de diseño	35
2.2.2.1.	Caudal domiciliar	36
2.2.2.2.	Caudal por infiltración	36
2.2.2.3.	Caudal de conexiones ilícitas	37

	2.2.2.4.	Caudal comercial.....	37
	2.2.2.5.	Caudal industrial.....	37
	2.2.2.6.	Caudal medio	37
2.2.3.		Factor de caudal medio	38
2.2.4.		Cálculo del tramo PV-1 a PV-3.....	38
	2.2.4.1.	Factor de Harmond	39
	2.2.4.2.	Caudal de diseño	39
2.2.5.		Diseño hidráulico	39
	2.2.5.1.	Relaciones de caudales	40
2.2.6.		Revisión de especificaciones hidráulicas	42
2.2.7.		Cálculo de cotas invert	42
2.2.8.		Cálculo de volumen de excavación de zanja.....	43
2.3.		Evaluación socioeconómica	43
	2.3.1.	Valor presente neto (VPN)	43
	2.3.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	45
2.4.		Evaluación socioeconómica	46
	2.4.1.	Importancia del tratamiento de las aguas servidas	46
	2.4.2.	Proceso de tratamiento de las aguas servidas.....	47
	2.4.3.	Selección del tipo de tratamiento	51
	2.4.4.	Propuesta de las unidades de tratamiento	51
2.5.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez	52
	2.5.1.	Levantamiento topográfico	52
		2.5.1.1. Planimetría	53
		2.5.1.2. Altimetría	54
	2.5.2.	Criterios de diseño	54
		2.5.2.1. Dotación, tipo de servicio y aforos.....	55

	2.5.2.2.	Aforo de la fuente	56
	2.5.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional, población actual.....	57
	2.5.2.4.	Período de diseño, población futura	57
	2.5.2.5.	Factores de consumo y caudales	58
		2.5.2.5.1. Caudal medio (Qm)	58
		2.5.2.5.2. Factor y caudal de día máximo (QDM)	58
		2.5.2.5.3. Factor y caudal de hora máximo (QHM)	59
	2.5.3.	Velocidades y presiones.....	60
	2.5.4.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías.....	60
2.6.		Calidad de agua y tratamiento.....	61
	2.6.1.	Calidad	61
	2.6.2.	Análisis bacteriológico	61
	2.6.3.	Análisis fisicoquímico sanitario	62
2.7.		Diseño hidráulico del sistema de agua	62
	2.7.1.	Distribución	63
	2.7.2.	Caudal por vivienda	64
	2.7.3.	Pérdida de la tubería	65
	2.7.4.	Presión	65
		2.7.4.1. Presión estática	66
		2.7.4.2. Cota piezométrica.....	66
		2.7.4.3. Presión disponible	67
	2.7.5.	Cálculo de la velocidad	68
2.8.		Evaluación socioeconómica	69
	2.8.1.	Valor presente neto (VPN).....	69
	2.8.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	71
2.9.		Evaluación de impacto ambiental inicial	72

2.9.1.	Avance de la actividad en porcentaje: no existe.....	73
2.9.2.	Emisiones a la atmósfera	74
2.9.3.	Efectos de la actividad en el agua.....	75
2.9.4.	Efectos sobre el suelo	75
2.9.5.	Plan de mitigación	76
2.9.6.	Desechos sólidos	76
2.9.7.	Demanda y consumo de energía	76
CONCLUSIONES.....		77
RECOMENDACIONES		79
BIBLIOGRAFÍA.....		81
APÉNDICES.....		83
ANEXOS.....		87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación geográfica de Santa Lucía Milpas Altas	2
2.	Pozo de visita simple.....	28
3.	Pozo de visita con disipador de pantalla	29
4.	Conexión domiciliar	31

TABLAS

I.	Lugares poblados de Santa Lucía Milpas Altas	3
II.	Equipamiento de servicios públicos	8
III.	Profundidad mínima en milímetros, según el diámetro de tubería	32
IV.	Ancho mínimo de zanja, según el diámetro de tubería	33
V.	Tramo de alcantarillado sanitario	40
VI.	Costos del sistema de alcantarillado sanitario	44
VII.	Resumen de bases de diseño de la línea de distribución	62
VIII.	Costos del sistema de abastecimiento de agua potable	70

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Área
Q	Caudal de diseño
CDM	Caudal día máximo
CHM	Caudal hora máximo
PVC	Cloruro de polivinilo
n	Coeficiente de rugosidad
C	Coeficiente de rugosidad según material de tubería
CP	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
Dist	Distancia
D. H.	Distancia horizontal
E-	Estación topográfica
FQ.M.	Factor de caudal medio
FR	Factor de retorno
Hab	Habitantes
l	Litros
L/hab/día	Litros por habitante por día (dotación)
l/s	Litros sobre segundo
L	Longitud
mca	Metros columna de agua
m/s	Metros por segundo (velocidad)
S	Pendiente
Hf	Pérdida de carga

t	Período de diseño
P	Población
Pf	Población final o futura
Po	Población inicial o actual
P. V.	Pozo de visita
PO	Punto observado
CD	Presión dinámica
CE	Presión estática
R	Radio hidráulico
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de tirantes
v/V	Relación de velocidades
i	Tasa de crecimiento poblacional
v	Velocidad

GLOSARIO

Aforo	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura (sin elementos tóxicos) que es agradable a los sentidos.
Aguas servidas	Son provenientes de casa, comercio, industrias, entre otros, después de haber sido utilizadas por el hombre, para alguna labor determinada.
Alcantarillado	Conducto subterráneo que sirve para recoger las aguas servidas o pluviales.
Altimetría	Parte de la topografía que mide la altura del punto considerado sobre un plano de referencia.
Bases de diseño	Conjunto de datos para las condiciones finales e intermedios de diseño, que sirven para dimensionamiento de los procesos.
Caudal	Volumen que fluye por la tubería por unidad de tiempo.
Caudal comercial	Volumen de aguas negras que se desecha en los comercios.

Caudal de diseño	Suma de los caudales que pasan por una sección de la alcantarilla.
Caudal doméstico	Caudal de aguas negras que se desecha en las viviendas.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior, interior de tubo ya instalado.
Criterios de diseño	(1) Normas o guías de Ingeniería que especifican objetivos, bases y límites que debe cumplir el proceso. (2) Guías que especifican detalles de construcción y materiales.
Curva de nivel	Línea que une puntos de una misma elevación, sin pasar sobre otra.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se vierte las aguas negras provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
Diámetro	Longitud más grande que existe en la sección transversal de una tubería.

Dotación	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, es decir, a un habitante o industria.
Factor de caudal	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Porcentaje de agua potable que, después de utilizada, va al sistema de drenaje.
Factor de rugosidad	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.
Fórmula de Manning	Fórmula utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Período de diseño	Período de tiempo durante el cual el sistema prestará un servicio suficiente.
Pérdida de carga	Energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto.

Piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tubería y para iniciar un tramo de drenaje.
Red de alcantarillado	Red de tuberías, canales pozos de visita y obras accesorias que sirven para desalojar aguas negras.

RESUMEN

El presente trabajo contiene en forma detallada la investigación, planificación y desarrollo del proyecto: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

El proyecto se hace con base en un estudio de investigación monográfico de la cabecera municipal que fue necesario para conocer las condiciones existentes, y documenta la priorización de los proyectos que se llevó a cabo, para mejorar la calidad de vida de los vecinos.

La planificación de los proyectos presenta aspectos técnicos que son especificados en los planos de dicho estudio: normas nacionales COGUANOR e internacionales como las Normas ASSHTO, ASTM, entre otras, y especificaciones de algunas instituciones nacionales como la UNEPAR y el INFOM, cumpliendo criterios, recomendaciones y especificaciones de cada uno de los proyectos.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable cuenta básicamente con la distribución del vital líquido para el casco urbano del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, por medio del método de ramales abiertos, en este proceso se determinó el diámetro y la presión disponible que debe tener en cada punto el agua, aproximadamente con una longitud de 6,167 km desde un tanque de distribución ya existente ubicado en la colonia La Libertad, con la información necesaria se empezó a trabajar con base en un censo para determinar el número de habitantes de la población, se propuso una

dotación para cada habitante, basándose en las normas y las necesidades de los vecinos, obteniendo los respectivos parámetros de diseño y determinar así red de distribución por medio de la fórmula Hazen-William.

Para el diseño de alcantarillado sanitario, se dispuso solucionar eliminando el agua servida proveniente de la acumulación del caudal doméstico, industrial, conexiones ilícitas y comercial debido a que en diversos sectores del municipio no existe este servicio y las viviendas no puedan tener una conexión directa a un sistema de saneamiento. Se ven con la necesidad de realizar pozos de absorción en su propiedad, el proyecto tendrá como principal función transportar las aguas servidas de cada vivienda por medio de la fuerza gravitacional a través de un conducto circular de PVC que será conducido hasta una planta de tratamiento, llamada La Joya. Dicho sistema cuenta con obras accesorias como pozos de visita y candelas domiciliarias.

Para saber si el agua es apta para el consumo humano del casco urbano del municipio, se realizaron los exámenes de laboratorio correspondientes; con el resultado obtenido se determinó que el agua es sanitariamente segura y agradable para los sentidos.

Como parte final del trabajo, se presentan los respectivos planos y presupuesto de cada proyecto.

OBJETIVOS

General

Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.

Específicos

1. Analizar y solucionar las principales necesidades del casco urbano del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, implementando los conocimientos técnicos de ingeniería.
2. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y diagnóstica de los servicios básicos e infraestructura, priorizando el desarrollo y mejoras del saneamiento ambiental del municipio.
3. Formular el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la cabecera para que la red de distribución abastezca el vital líquido tanto a la población actual como a la población futura a través del método de ramales abiertos, para sectorizar adecuadamente la cabecera municipal.
4. Aportar, por medio del diseño de alcantarillado sanitario, la solución de servicios básicos contribuyendo al desarrollo del medio ambiente, eliminando el problema de la insalubridad y descarga del caudal a pozos de absorción ubicados dentro de sus propias viviendas.

5. Proponer criterios, normas y procedimientos con estándares definidos para el desarrollo de los dos proyectos de saneamiento ambiental, tomando en consideración la viabilidad del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), como parte fundamental del desarrollo de la carrera del estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está destinado a mejorar las condiciones de vida del municipio de Santa Lucía Milpas Altas. Por lo tanto, se ha enfocado el proyecto en la priorización del problema de la insalubridad en la que se encuentran los vecinos del casco urbano y la mala sectorización del agua potable, siendo un elemento vital en la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo. Actualmente es afectado el casco urbano de forma directa e indirectamente, provocando problemas de salud y afectando la apariencia estética de la localidad.

En este proyecto se presentan dos estudios de saneamiento ambiental: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez. Ofreciendo un aporte a la problemática provocada por los desechos propios del ser humano, siendo tratadas por un sistema de alcantarillado y enviado a una planta de tratamiento. Además contribuirá al desarrollo de la calidad de vida que requiere el ser humano, ofreciéndole un adecuado servicio de abastecimiento de agua apta para el consumo humano y de esta forma mejorar el nivel de vida de los habitantes.

En la actualidad, el casco urbano, está siendo abastecido por el tanque de distribución, ya existente, ubicado en la colonia La Libertad, perteneciente a uno de los puntos más altos sobre el nivel del mar del municipio, el cual está siendo utilizado por un sistema por gravedad.

El estudio involucra fundamentos que pretenden mejorar la distribución de cada uno de los ramales del área de influencia de cada uno de los diseños, el proyecto de agua potable será sectorizado adecuadamente para que todos los vecinos puedan obtener el agua necesaria día con día.

El proyecto de alcantarillado prioriza la eliminación de aguas residuales afectada por tener un sistema combinado y que están siendo vertidas en la periferia del casco urbano ubicado en La Joya, esto hace que se tenga contaminación y malos olores para las viviendas cercanas.

.

.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Santa Lucía Milpas Altas

El municipio fue fundado en 1 824, con el nombre de Santa Lucía Milpas Altas en honor a Santa Lucía, el municipio adoptó el nombre Milpas Altas, ya que pertenecía a la capilla de Santa Cruz.

1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Santa Lucía Milpas Altas se encuentra localizado en la región V o central de Guatemala y ubicado en el departamento de Sacatepéquez con coordenadas geográficas en latitud de 14° 34´ 35' y longitud de 90° 40´ 40, a una altura que oscila entre 1 970 metros sobre el nivel del mar.

La distancia a la cabecera departamental es de 8 kilómetros y a la ciudad capital de 35 kilómetros. Su extensión territorial es de 19 kilómetros cuadrados.

1.1.2. Límites y colindancias

Colinda al norte con San Lucas Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas; al sur con Magdalena Milpas Altas y Antigua Guatemala (Sacatepéquez); al este con Villa Nueva, Guatemala; al oeste con Antigua Guatemala y San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez).

Figura 1. **Ubicación geográfica de Santa Lucía Milpas Altas**



Fuente: Instituto Nacional Geográfico. Hoja cartográfica 2059, escala 1:50,000.

1.1.3. **Estructura espacial o distribución actual**

Integrado por un pueblo, que es la cabecera municipal, dos aldeas, un caserío, un parcelamiento, cuatro colonias y un asentamiento (Segeplan, 2010b).

Tabla I. **Lugares poblados de Santa Lucía Milpas Altas**

	Lugar Poblado	Tiempo en vehículo a la cabecera municipal
Casco Urbano	Zona 1	0 - 15 min
	zona 2	0 - 15 min
	Zona 3	0 - 15 min
	Zona 4	0 - 15 min
Aldeas	Santo Tomas Milpas Altas	0 - 15 min
	La Libertad	0 - 15 min
Parcelamiento	Santa Rosa	0 - 15 min
Caserío	El Triunfo	0 - 15 min
Colonias	Santa Isabel	0 - 15 min
	6 de enero	0 - 15 min
	El Paraíso	0 - 15 min
	San José Las Cañas	0 - 15 min
Asentamiento	La Pinada	0 - 15 min

Fuente: Segeplan 2010b.

El casco urbano de Santa Lucía Milpas Altas está distribuido en 4 zonas, entre las cuales la que concentra la actividad industrial es la zona 2.

Los datos obtenidos en el taller de lugares poblados realizado en el 2010 en el municipio, señalan que la mayor parte del territorio es urbano y únicamente cerca del 15 por ciento rural.

1.1.4. Clima

Según la clasificación de zonas de vida por el sistema Holdrige, el municipio de Santa Lucía Milpas Altas se encuentra ubicado en un bosque húmedo montañoso central bajo subtropical, cuyo símbolo es: BH-MB que indica que las condiciones son las siguientes: el patrón de lluvia varía entre

1 400 mm y 1 499 mm. Como promedio de 1 449 mm/año y la temperatura varía entre 13-15,5 grados c. La evapotranspiración potencial media es de 0,75 mm/día. La topografía es variable y tiene una elevación de 1 550 metros sobre el nivel del mar.

1.1.5. Vías de acceso

El sistema vial está constituido por caminos en buenas condiciones, transitables todo el tiempo y época del año, a un tiempo de recorrido en vehículo de no más de 40 minutos de camino a una velocidad moderada.

Dentro de la cabecera municipal, las calles se encuentran en su mayoría asfaltadas.

El acceso directo hacia el municipio de Santa Lucía Milpas Altas se puede realizar por: Ruta RN 10 a la altura del kilómetro 34,5, la cual conecta Antigua Guatemala con San Lucas Sacatepéquez.

1.1.6. Demografía

El municipio cuenta con una población aproximada de 13 600 habitantes, según el censo de población del 2 008, con una densidad de 715 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.1.6.1. Población e idioma

Santa Lucía Milpas Altas, para el 2 002 contaba con 10 126 habitantes, de los cuales 5 028 son hombres constituyendo el 49 % de la población y 5 098 mujeres con un porcentaje de 51 %. El 84,36 % de la población es urbana y el

15,54 % rural (INE, 2002). Datos proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación establecen que, actualmente el municipio cuenta con 13 600 pobladores.

1.1.6.2. Crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento poblacional es de 2,20 %, la departamental de 3,68 y a la nacional de 3,47. Los datos indicados expresan que la población del municipio decrece en 0,98 a la tasa departamental y en 0,77 con respecto a la población nacional. Lo que implica que la población del municipio tiene un índice de crecimiento medio.

1.1.7. Actividades económicas

Santa Lucía Milpas Altas es un municipio eminentemente agrícola, la población en un 99 % se desempeña en algún trabajo, pero según el mapeo participativo estas cifras no son reales, se establece que la mano de obra calificada es escasa, y que el territorio no cuenta con alguna institución técnica y de productividad que se dediquen a la instrucción de la población económicamente activa. Las principales actividades económicas son: la agricultura, la industria manufacturera, el comercio y la construcción.

1.1.8. Recursos hidrológicos

El servicio de agua municipal de Santa Lucía Milpas Altas es abastecido por tres nacimientos ubicados en: Santa Lucía, La Libertad y uno proveniente de Magdalena Milpas Altas, siendo propiedad de Santa Lucía.

1.1.8.1. Recursos naturales

Los recursos naturales del municipio se caracterizan por la vocación del suelo, el cual es de uso forestal. La intensidad de uso de la tierra es de 20 % sobre utilizado, 10 % subutilizado y 70 % con uso correcto.

En cuanto a la gestión integrada del recurso hídrico, existe un reglamento de uso de agua, el cual se encuentra en fase de modificaciones.

1.1.8.2. Flora y fauna

Según la clasificación de zonas de vida, por el sistema Holdrige, el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, se encuentra ubicada en un bosque húmedo montano bajo subtropical, con cobertura forestal: es importante desde el punto de vista ecológico y socioeconómico. Esta cobertura está conformada principalmente por especies de pino, ciprés, nogal, gravilea, pasquin, manzanote, entre otras.

1.1.9. Aspectos de infraestructura

Dentro de los aspectos de la infraestructura se encuentran las áreas urbana y viviendas, líneas de energía eléctrica, vías de acceso, pozos de agua subterránea, entre otros.

1.1.9.1. Servicios públicos

La infraestructura es diseñada para el correcto funcionamiento de los servicios básicos, que servirán de soporte para el desarrollo de actividades y organización de la estructura de un lugar poblado, comunidad o ciudad.

1.1.9.2. Servicio de agua potable

El 74 por ciento de la población cuenta con servicio de agua desinfectada con cloro granulado, evaluando su aplicación por medio de comparímetro. En el municipio existe un reglamento del servicio de agua potable.

Las tarifas son: tasa de concesión: Q 1 505,00 incluyendo conexión. tasa de reconexión Q 150,00 y canon mensual Q 15,00.

1.1.9.3. Drenajes

El porcentaje de viviendas que cuenta con servicio de drenaje es de 60 por ciento y 40 por ciento no tienen este servicio. La tarifa es: por conexión Q 150,00, incluyendo el valor del título y no se cobra una tasa mensual.

1.1.9.4. Energía eléctrica

El municipio tiene el servicio de energía eléctrica en un 95 por ciento y el 5 por ciento restante recurre generalmente al uso de candela. (INE, 2002) Datos proporcionados por la Oficina Municipal de Planificación reportan el 100 por ciento de cobertura.

1.1.9.5. Equipamiento

Es el conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

1.1.9.6. Comunicaciones

Entre los recursos tecnológicos del municipio se encuentran, 278 teléfonos de línea física además de servicios de teléfonos móviles.

Tabla II. **Equipamiento de servicios públicos**

EQUIPAMIENTO
Teléfonos públicos
Teléfonos domiciliarios
Red de telefonía celular
Puesto de Salud
Cementerio General
Policía Municipal
Bomberos municipales
RENAP
Juzgado de Paz
Escuelas
Edificio Municipal
Salón Municipal
Plaza central
Iglesias católicas y evangélicas.
Campo de fútbol
Alumbrado público
Clínicas médicas privadas

Fuente: Dirección Municipal de Planificación.

1.1.10. Aspectos socioeconómicos

Santa Lucía Milpas Altas es un municipio eminentemente agrícola. Las principales actividades económicas son: la agricultura, la industria manufacturera, el comercio y la construcción.

1.1.10.1. Historia

Santa Lucía Milpas Altas pertenece al departamento de Sacatepéquez, se dice que en 1950 se hablaba cakchiquel, en San Mateo Milpas Altas, el cual se anexa al municipio de Antigua Guatemala.

En Santo Tomás Milpas Altas se cree que los primeros habitantes procedían de los municipios: Magdalena Milpas Altas, Villa Nueva, Amatitlán y en menor escala de otros lugares del interior de la república. No se encuentran rasgos de algún grupo étnico en forma definida, no se habla idioma maya, ni visten traje típico. Por algún tiempo, Santo Tomás Milpas Altas era la cabecera municipal, pero por razones políticas, pasó a formar parte del municipio de Santa Lucía Milpas Altas y esta se constituyó como cabecera.

La aldea La Libertad ubicada al noreste del municipio tiene una extensión territorial de 4 kilómetros cuadrados en terrenos inclinados. Para 1944, el presidente Jorge Ubico la adjunta a Santa Lucía Milpas Altas. Los primeros habitantes de esta aldea fueron personas que procedían del departamento de Chimaltenango, paulatinamente se fue poblando con otros emigrantes que venían de varios lugares del interior de la República.

1.1.10.2. Cultura e identidad

La cultura e identidad de Santa Lucía Milpas Altas pertenece, originalmente a la etnia de los cackchiqueles, sin embargo, esta se ha ido perdiendo. Actualmente el 92 por ciento de pobladores es no indígena. Se considera que hasta los años 50 del siglo XX se hablaba cackchiquel.

1.1.10.3. Costumbres y tradiciones

El mayor porcentaje de población profesa culto católico, sin embargo, hay creyentes del culto evangélico en varios lugares poblados del municipio, siendo esta en menor cantidad que la católica. No existe traje típico.

1.1.10.4. Feria titular

En Santa Lucía Milpas Altas son celebradas dos fechas importantes: La fiesta titular de Santa Lucía Milpas Altas es del 10 al 15 de diciembre en honor a la virgen Santa Lucía; la fiesta titular de Santo Tomás Milpas Altas celebrada del 16 al 22 de diciembre en honor a Santo Tomás apóstol.

1.1.11. Educación

El municipio cuenta con los siguientes establecimientos en los niveles de educación formal, en los ciclos de preprimaria 7, primaria 8, básicos 5, y de diversificado 1.

1.1.11.1. Cobertura y niveles de educación

La población en edad escolar en los niveles de preprimaria, primaria, básicos y diversificado es atendida en un 52,93 por ciento en 87,88 por ciento 60,70 por ciento y en un 18,97 por ciento respectivamente. El nivel diversificado es el que tiene un mayor déficit de acceso, por lo que la población debe acudir hacia Antigua Guatemala o San Lucas Sacatepéquez, en busca de centros educativos que impartan carreras. Los niveles de preprimaria y básico deben ser atendidos para poder aumentar el porcentaje de cobertura, ya que ambos se encuentran por debajo del 75 por ciento.

1.1.12. Saneamiento ambiental

El 40 por ciento de las viviendas del municipio no cuenta con servicio de drenaje, las cuales en su mayoría vierten las aguas negras y residuales hacia los barrancos, de acuerdo al mapeo participativo (Segeplan, 2010^a). No existe planta de tratamiento de aguas negras y residuales a la cual vayan a verter los drenajes.

El tren de aseo es municipal, el cual cuenta con un camión recolector que cubre el casco urbano y las aldeas, recogiendo la basura dos veces a la semana con una tarifa de Q 5,00 mensuales. No existe una planta de tratamiento de desechos sólidos. Existe un basurero a cielo abierto utilizado por Antigua Guatemala, el cual aún no ha sido autorizado, pero es jurisdicción de Santa Lucía Milpas Altas.

Estos basureros provocan contaminación de elementos como los lixiviados que contaminan el manto acuífero y el aire con olores fétidos.

Afectan la salud de todos los habitantes, causando enfermedades respiratorias, así como intestinales.

1.1.13. Aspectos de salud

Según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, durante el 2008, la cobertura fue del 100 % el cual fue atendido por todos los servicios de salud. Sin embargo, de acuerdo al mapeo participativo la cobertura es del 50 %, ya que existen debilidades en cuanto a medicamento, equipamiento y personal especializado.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez

Para el diseño del alcantarillado sanitario de Santa Lucía Milpas Altas se consideran como bases los siguientes factores: el periodo de diseño, los materiales para la construcción y el periodo de vida de la infraestructura.

2.1.1. Descripción del proyecto

Actualmente, la población del municipio de Santa Lucía Milpas Altas no cuenta al 100 % con un sistema de drenaje sanitario, lo cual ha llegado a afectar en gran medida a los pobladores, ya que por no tener un sistema adecuado de evacuación de las aguas residuales, estas están causando contaminación y produciendo enfermedades de tipo gastrointestinal como también, epidérmicas y alérgicas. Por lo anterior surge el estudio y diseño del drenaje sanitario para la comunidad.

El proyecto comprende varias líneas centrales principales, así como ramales auxiliares para la evacuación de las aguas residuales, teniendo una longitud aproximada de 3 856,50 metros lineales de tubería PVC Norma ASTM D 3034 de diámetros de 4", 6", 8", 10" y 12", contando con un sistema de 75 pozos de visita, con altura promedio de 2,03 metros.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Al realizar el levantamiento topográfico del área que se va a drenar, se debe tomar en cuenta el área edificada actualmente, la localización exacta de todas las calles, la alineación municipal, entre otros, que podrían influir en el diseño. También se debe incluir la localización del cuerpo receptor del desfogue del drenaje.

2.1.2.1. Altimetría

Es el procedimiento que permite obtener la representación vertical del terreno, proporcionando la altura de cada punto que se nivela, referidos todos a un mismo plano. El plano de referencia es siempre horizontal el cual puede ser arbitrario o el plano de referencia nacional, dado por el Instituto Geográfico Nacional y que es referido al nivel del mar.

La nivelación debe realizarse con mucha precisión, sobre el eje de las calles, en la siguiente forma:

- En todos los cruces de calles.
- A distancias no mayores de 20 metros.
- En todos los puntos que haya cambio de dirección.
- Todos los puntos que haya cambio de pendiente de terreno.
- De todos los lechos y quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.

2.1.2.2. Planimetría

Comprende todos los trabajos que se hacen con el fin de obtener la representación gráfica de los terrenos proyectados sobre un plano horizontal, basados en un norte magnético para su orientación. Para el levantamiento se utilizó el método de primer orden, conservación del Azimut, y radiaciones para poder obtener la ubicación de los puntos útiles. Para esto se empleó un teodolito óptico j2- 2, un estadal, plomada, cinta métrica.

2.1.3. Descripción del sistema por utilizar

En general existen tres tipos básicos de alcantarillado; la selección o adopción de cada uno dependerá de un estudio minucioso de factores, pero quizá el más importante es el económico. Estos sistemas son:

- Sanitario

Es la red de tuberías, a través de la cual se deben evacuar en forma rápida y segura, las aguas residuales municipales (domésticas o de establecimientos comerciales) hacia una planta de tratamiento y finalmente a un sitio de vertido donde no causen daños ni molestias.

- Pluvial

Es el sistema que capta y conduce las aguas de lluvia para su disposición final, que puede ser infiltración, almacenamiento o depósitos y cauces naturales.

- Combinado

Es el sistema que capta y conduce simultáneamente al 100 % las aguas de los sistemas mencionados anteriormente, pero que dada su disposición, dificulta su tratamiento posterior y causa serios problemas de contaminación al verterse a cauces naturales y, por las restricciones ambientales se imposibilita su infiltración.

2.1.4. Criterios de diseño

Como bases de diseño se considerarán los siguientes factores: periodo de diseño, también se consideró la calidad de duración de materiales, entre otros.

2.1.4.1. Periodo de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual este dará un servicio con una eficiencia aceptable; este período varía de acuerdo con la cobertura considerada en el diseño de servicio sanitario, con el crecimiento poblacional y con la capacidad de administración, operación y mantenimiento que puedan tener, tanto los habitantes como la Municipalidad, para que el servicio básico se mantenga en funcionamiento.

Este sistema de alcantarillado sanitario será proyectado para que llene adecuadamente su función durante un período de 20 años.

2.1.4.2. Tasa de crecimiento poblacional

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población que tributará los caudales sanitarios al sistema de drenaje, al final del período de diseño. Es estimada utilizando alguno de los siguientes métodos:

- Incremento aritmético
- Incremento geométrico
- Método gráfico

Para este caso, se optó por el método geométrico, debido a que es el más exacto.

En dicho método, el incremento de la población es constante de acuerdo con un factor de proporcionalidad respecto al tiempo. Su fórmula es:

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

Donde:

Pf = población futura (hab)

Po = población inicial (hab)

r = tasa de crecimiento poblacional anual (por ciento)

N = período de diseño (años)

2.1.4.3. Dotación

Es más que la cantidad de agua asignada a cada usuario, por el tiempo de un día. Sus dimensionales son litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para determinar la dotación, se toman en cuenta varios factores, que son: clima, cultura, servicios comunales o públicos, entre otros.

Para el diseño de este proyecto se tomará una dotación de 120 L/hab./día; con base en un estudio realizado en el municipio.

2.1.4.4. Factores de consumo

Este factor sirve para calcular la cantidad de consumo del caudal, tomando en cuenta que el agua potable es afectada de acuerdo con el tamaño de la población.

2.1.4.4.1. Factor de retorno (Fr)

Este factor sirve para afectar el valor de caudal domiciliar, en virtud que no toda el agua de consumo humano va a ser utilizada para ciertas actividades específicas, ya que existe una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras domiciliarias, como los jardines y lavado de vehículos.

Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por dicho factor, que puede variar entre 0,70 y 0,90. Para el presente diseño se tomará un valor de 0,80.

2.1.4.4.2. Factor de flujo instantáneo (FH)

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, es necesario afectar el caudal medio por un factor conocido como de flujo

o de Harmond, el cual suele variar entre 1,5 a 4,5, de acuerdo con el tamaño de la población, se calcula según la fórmula.

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

Donde:

F.H = factor de Harmond

P = población

Donde P es la población en miles.

2.1.4.5. Determinación de caudal sanitario o diseño

Los caudales que integran el caudal sanitario (Qsan)son:

2.1.4.5.1. Caudal domiciliar

Es el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, es desecha y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable.

Como se indicó anteriormente, una parte de esta no será llevada al alcantarillado como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor del caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 0,70 a 0,80, el cual queda integrado de la siguiente manera.

$$Q_{dom} = Dot * habitante * Fr / 86,400$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (lts/seg)

F.r = factor de retorno

Dot = dotación (lts/hab/ día)

2.1.4.5.2. Caudal comercial

Como su nombre lo indica, es el agua de desecho de las edificaciones comerciales, comedores, restaurantes, hoteles, entre otros. La dotación comercial varía entre 600 y 3 000L/comercio/día, dependiendo el tipo de comercio.

$Q_{com} = \text{núm.com} * \text{Dot} / 86\ 400$

Donde:

Q_{com} . = caudal comercial (lts/seg)

Dot = dotación (lts/comercio/día)

Núm. de comercios = número de comercios

En el presente diseño, este caudal no se toma en cuenta, ya que no existe ningún tipo de comercio que pueda afectar directamente al sistema de drenaje.

2.1.4.5.3. Caudal de infiltración

Es el que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad de la tubería y de la permeabilidad del terreno, del tipo de juntas, de la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica.

Puede calcularse de dos formas: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetros de tubería, se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias asumiendo un valor de 6,00 metros por cada casa, la dotación de filtración varía entre 12 000 y 18 000 lts/km/día.

$$Q_{inf} = F_{inf} * (L + (6 * \text{Núm.casas}/1000)) / 86,400$$

Donde:

Q_{inf} = caudal infiltración (litros/segundo)

F_{inf} = Litro/kilometro

Longitud = longitud de tubería (kilometro)

2.1.4.5.4. Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de la aldea puede hacer conexiones ilícitas o que puede variar entre 0,5 a 2,5 por ciento

$$Q_{cl} = 0,025 * Q_{DOM}$$

Donde:

Q_{cl} = caudal conexiones ilícitas (litros/segundo)

Q_{dom} = caudal domiciliar (litros/segundo)

2.1.4.6. Factor de caudal medio

Este factor se determina por medio de la sumatoria de los caudales que construyen al sistema, dividido por el tiempo total en un día, y se expresa en lts/habitante/segundo; estos caudales son:

$$F Q M = Q \text{ med} / 86,400$$

Caudal domiciliar

Caudal comercial

Caudal industrial

Caudal de infiltración

Caudal de conexiones ilícitas

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

$$Q \text{ med} = Q \text{ dom} + Q \text{ com} + Q \text{ ind} + Q \text{ inf} + Q \text{ ci}$$

Donde:

Q med = caudal medio (lts/seg).

En el caso de Santa Lucía Milpas Altas, no se tomó en cuenta el caudal industrial ni el comercial, ya que el sistema no se conectará industria ni comercio alguno, el valor del factor de caudal medio se calculó de la siguiente manera:

$$f.q.m = Q \text{ med} / \text{población}$$

Donde:

f.q.m = factor de caudal medio

Q med = caudal medio futuro (lts/seg)

P = población futura

Para facilitar la obtención del factor de caudal medio las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han establecido valores de este factor con base en la experiencia.

Fqm = 0,0046 según el INFOM

Fqm = 0,0030 según la Municipalidad de Guatemala

Fqm = 0,002 \geq fqm \leq 0,0050, según Dirección General de Obras Públicas (DGOP).

2.1.4.7. Caudal sanitario

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

$$Q \text{ dis} = FH * fqm * P$$

Donde:

Qdis = caudal sanitario o diseño

F.H = factor de Harmond

Fqm = factor de caudal medio

P = población

2.1.5. Selección del tipo de tubería

Para la selección de la tubería del sistema de alcantarillado, se debe cumplir la condición de autolimpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

Los tubos que se emplean pueden ser de PVC o concreto, los que deben cumplir las Normas ASTM.

La adecuada selección de la tubería dependerá de las características y ventajas de la misma, la cual deberá dar la confiabilidad de construcción, la facilidad de transporte como de almacenamiento, rapidez de instalación y en la economía de su precio.

Para el presente proyecto se utilizará tubería de PVC., que cumpla con las especificaciones ASTM D 3034. Las campanas y dimensiones de los diferentes accesorios cumplan con las especificaciones ASTM F 949.

2.1.6. Diseño de secciones y pendientes

Se debe destacar que la condición normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, es a sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire.

Durante el diseño es necesario determinar el caudal, velocidad, tirante y radio hidráulico; cuando el conducto fluye a sección parcialmente llena

(condiciones reales). Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características de flujo a sección llena y parcialmente llena, el cual se hará aplicando la fórmula de Manning.

$$V = (R^{2/3} * S^{1/2}) / n$$

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

Al sustituir R_H , en la fórmula por $D/4$, queda así:

$$Q = 0,0005067 * D^2 * V * 1000$$

Donde:

V = velocidad del flujo a sección llena (metro/segundo)

Q = caudal del flujo a sección llena (litro/segundo)

D = diámetro de la sección circular (pulgada)

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

n = coeficiente de Manning, 0,010 para tubo PVC D-3034

R_H = radio hidráulico, que es igual al área del flujo entre el perímetro mojado

2.1.7. Velocidades máximas y mínimas

Las *Normas generales para diseño de alcantarillados* del Instituto de Fomento Municipal establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario.

- Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3,00m/s
- Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,40m/s

El objetivo de las velocidades mínimas fijadas, es impedir que ocurra la decantación de los sólidos, pero también las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, cascajo, piedras, entre otros), hacen un efecto abrasivo a la tubería, por lo que se recomienda una velocidad máxima de 3,00 m/seg.

2.1.8. Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería. Es decir, esta cota debe ser al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomaron en cuenta, para determinar las cotas invert, lo siguiente:

- Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo 3 cm debajo de la cota invert de entrada.

2.1.9. Diámetro de tubería

El diámetro mínimo que se va a utilizar en el presente diseño, según la Dirección General de Obras Publicas será de 6" como ramal principal, el cual podrá aumentar cuando el criterio del ingeniero diseñador lo crea pertinente. Este cambio de diámetro tendrá influencia directa de la pendiente, del caudal o de la velocidad del flujo.

En las conexiones domiciliarias, el diámetro que se va a utilizar será menor que el colector principal.

La tubería debe colocarse a una profundidad adecuada, para no verse afectada por la escorrentía y, principalmente por las cargas debido al tránsito y así evitar rupturas en la misma.

2.1.10. Pozos de visita

Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y son empleadas como medio de inspección y limpieza. Según las *Normas generales para el diseño de alcantarillado* del Instituto de Fomento Municipal, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

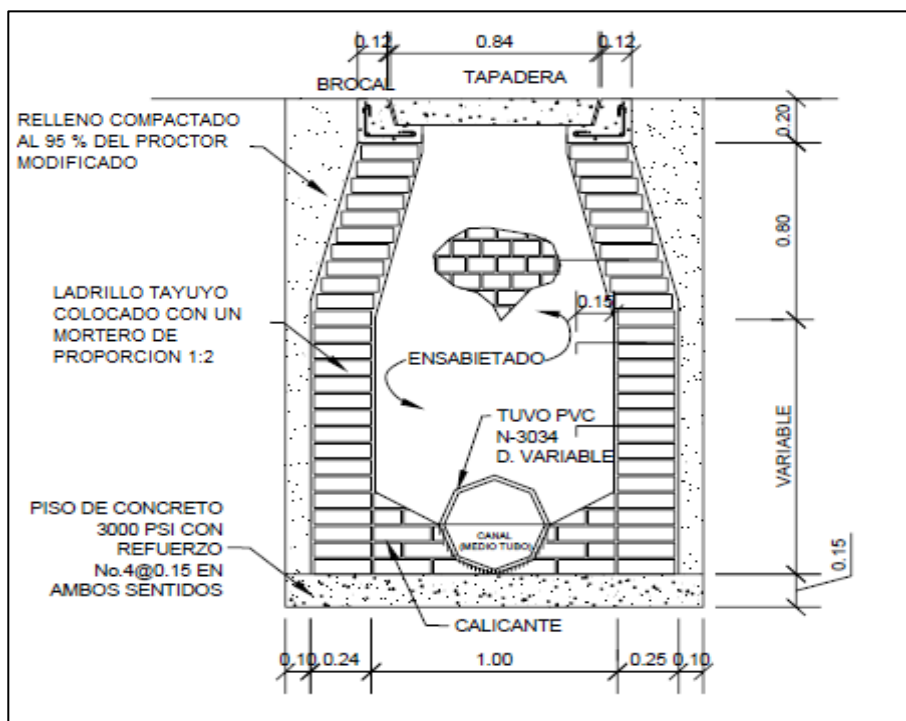
- Cambio de diámetro.
- Cambio de pendiente.
- Cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- Las intersecciones de tuberías colectoras.
- Los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros, en línea recta, en diámetros hasta de 24”.

Los pozos tienen en su parte superior un marco y una tapa de hierro fundido o concreto, con una abertura neta de 0,50 mt a 0,60 mt, el marco descansa sobre las paredes que se ensanchan con este diámetro hasta llegar a la alcantarilla; su profundidad es variable y sus paredes suelen ser construidas de ladrillo de barro cocido, cuando son pequeños.

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

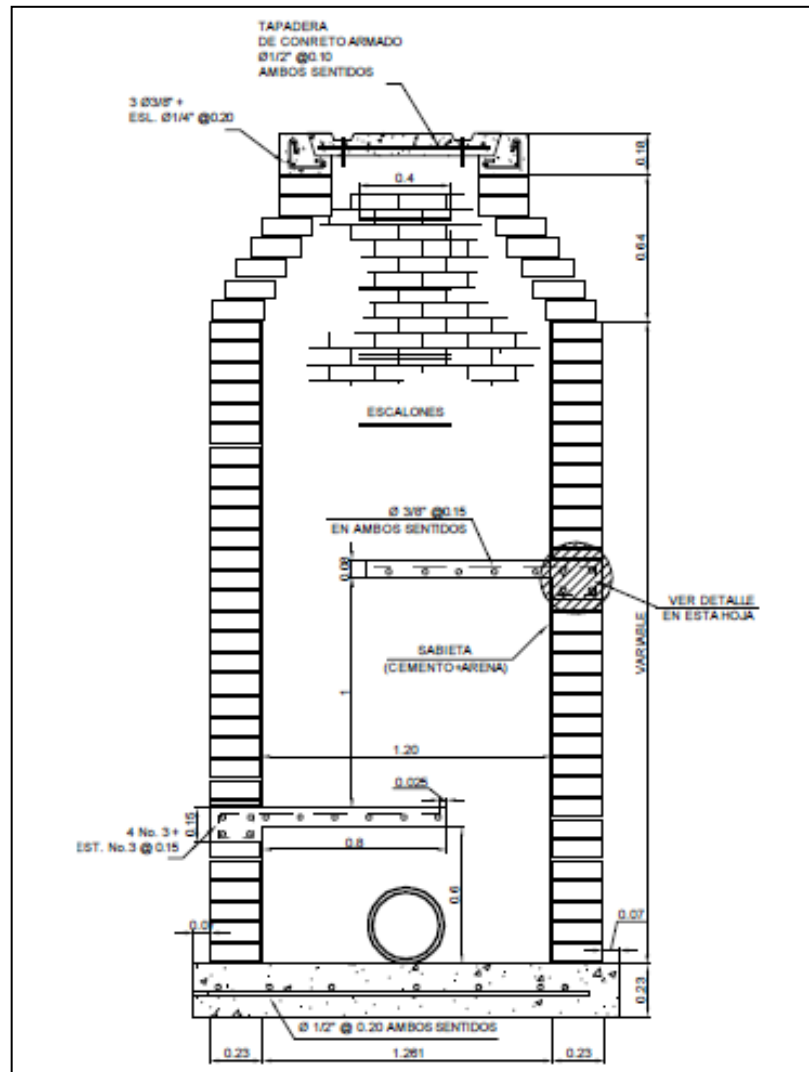
Cuando la diferencia de cotas invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita, sea mayor de 0,75 metros, deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal. Generalmente se utilizan las cámaras con caída, son estructuras muy frecuentes en terrenos con pendiente pronunciada con el objetivo de evitar velocidades de flujo mayores a las máximas estipuladas por reglamento que producen erosión en el tipo de material de tubería utilizada.

Figura 2. **Pozo de visita simple**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 3. **Pozo de visita con dissipador de pantalla**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

2.1.11. Conexiones domiciliarias

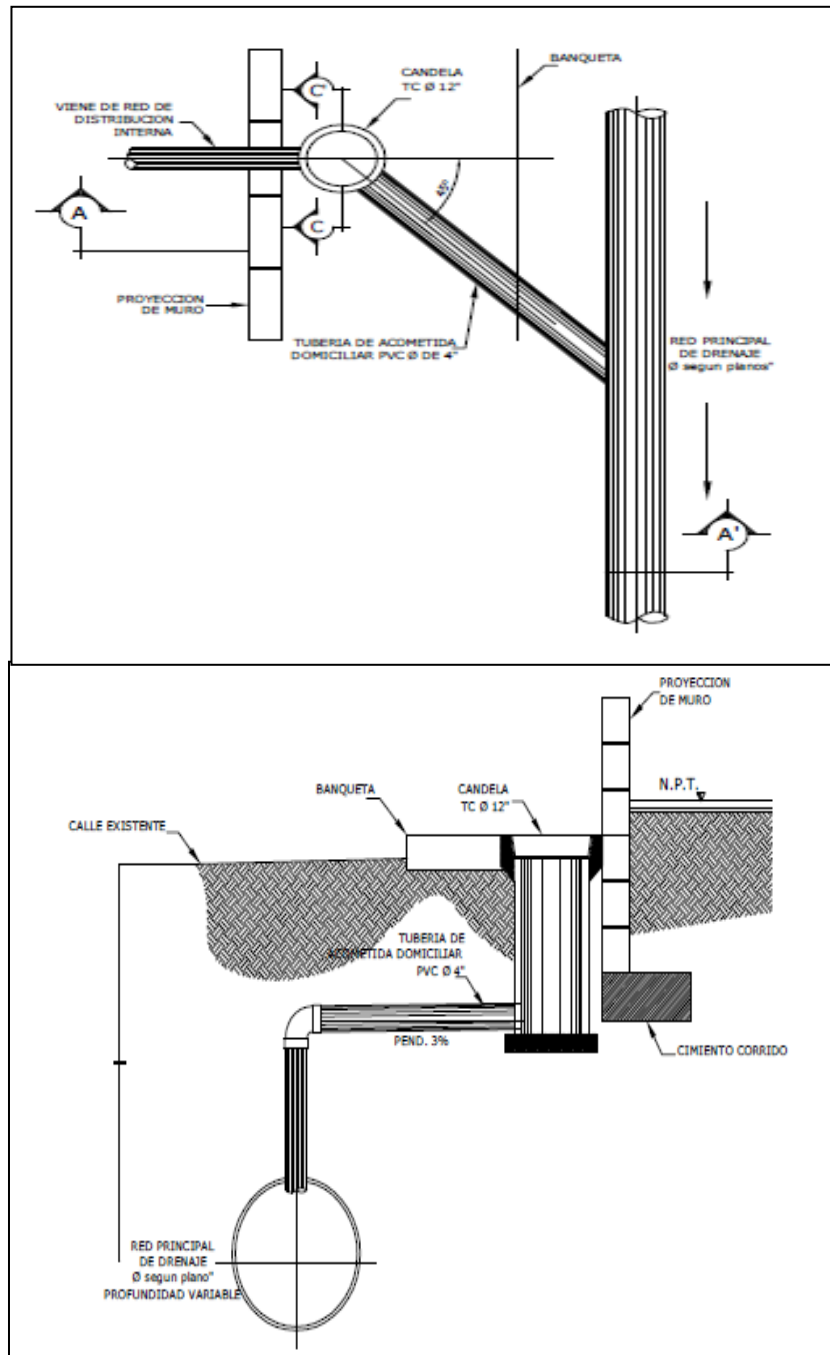
Como regla de seguridad de utilización adecuada de la red interna domiciliaria (privada), la sección adoptada de conexión debe tener un diámetro inferior a la del colector principal, buscando que, en caso de producirse una

obstrucción por uso indebido, el efecto se produzca en el tramo de conexión o en el interior de la edificación.

Es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada edificación o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Se recomienda también, proteger la conexión domiciliar con el colector principal para evitar obstrucciones cuando el sistema trabaje con toda su capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), en la cual se une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector debe tener un diámetro no menor a 0,10 metros (4plg.) y debe colocarse con una pendiente del 2 por ciento como mínimo y una máxima de 6 por ciento garantizando que esta entrega sea desarrollada con un ángulo horizontal de 45°.

Figura 4. Conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

La conexión doméstica para el alcantarillado sanitario del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, se realizará con tubos de concreto colocados verticalmente, tendrá un diámetro de 12” pulgadas. El fondo será de concreto armado, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado principal. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.1.12. Profundidad de tubería

Los sistemas de alcantarillado deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas negras, los cuales están en función del diámetro de la tubería, y de la profundidad mínima de la cota invert para evitar rupturas.

Tabla III. **Profundidad mínima en milímetros, según el diámetro de tubería**

Diámetro de tubo	8”	10”	12”	16”	18”	21”	24”	30”	36”	42”	48”	60”
Trafico normal	123	128	138	141	150	158	166	184	199	214	225	255
Trafico pesado	143	148	158	161	170	178	186	204	219	234	245	275

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*. 2. p. 37.

De igual forma, para los casos de colectores a gran profundidad, se debe revisar la cimentación y el tipo o clase de la tubería, con el fin de evitar fallas en la misma (roturas), por sobrecargas no contempladas.

El ancho de la zanja es muy importante en cualquier proyecto de alcantarillado, ya que una zanja óptima que permita trabajar dentro de la misma,

disminuirá los costos. A continuación se presenta una tabla que regula el ancho de la zanja óptima, dependiendo de la tubería que se va a utilizar y la profundidad a la cual será instalada.

Dependiendo de la estabilidad del suelo y de la profundidad a la que debe colocarse la tubería, las zanjas podrán hacerse de la manera mostrada a continuación.

Tabla IV. **Ancho mínimo de zanja, según el diámetro de tubería**

Diámetro en		Profundidad			
Pulgadas	Menos de 1,86 m	Menos de 2,86 m	Menos de 3,86 m	Menos de 5,36m	Menos de 6,36 m
6	60 cm	60 cm	70 cm	75 cm	80 cm
8	65	65	70	75	80
10	70	70	70	75	80
12	75	75	75	75	80
15	90	90	90	90	90
18	110	110	110	110	110
21	110	110	110	110	110
24	135	135	135	135	135

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. p. 37.

En este proyecto se utilizará un ancho de zanja variado, según sea necesario.

2.1.13. Relaciones hidráulicas

Estas relaciones son necesarias para asegurar que el sistema funcionará adecuadamente y sus parámetros son los siguientes:

2.1.13.1. Relaciones de caudales

La relación de caudales obtenida anteriormente, se busca en la tabla de relaciones hidráulicas o en la curva de elementos hidráulicos de sección circular, con el objetivo de encontrar su respectiva relación de velocidades.

2.1.13.2. Relación de velocidades

La velocidad es correcta, ya que está en el rango permisible, [0,60m/seg.– 3,00m/seg.], según las *Normas Generales para Diseño de alcantarillado del Instituto de Fomento Municipal (INFOM)*.

2.1.13.3. Relación de tirantes

Para realizar un buen diseño , se debe tener una idea clara de cómo varia el gasto con el tirante. Esta puede ser el ancho en la base o el tirante, si ninguna de estas dos condiciones es impuesta, entonces tenemos mayor libertad para escoger la sección transversal.

2.2. Diseño de la red de sistema de drenaje sanitario

Para el diseño de la red del sistema de drenaje, se necesita la siguiente información técnica.

2.2.1. Información técnica de diseño

- Período de diseño = 20 años
- Dotación de agua potable = 120 L/hab./día
- Factor de retorno = 0,80

- Factor rugosidad = 0,010

2.2.1.1. Tasa de crecimiento poblacional, población actual

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística se reporta para el departamento de Sacatepéquez una tasa intercensal del 2,2 por ciento de crecimiento, por lo que se ha tomado en cuenta para estimar la población futura.

La población futura del área, que cubrirá el sistema de drenaje, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

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

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual según censo realizado en el EPS

i = tasa de crecimiento

Al sustituir datos en la fórmula anterior, se tiene:

$$Pf = 2,946 (1+0,022)^{20} = 4,560 \text{ habitantes}$$

2.2.2. Integración del caudal de diseño

Para la integración del caudal domiciliar fue necesario efectuar medidas topográficas y hacer el cálculo de cuántos litros por habitante es consumida.

2.2.2.1. Caudal domiciliar

Partiendo de una dotación de agua en la aldea, la dotación en este caso fue de 120 litros/habitante/día, está a su vez es afectada por el factor de retorno del 80 por ciento.

$$Q_{\text{domic}} = \text{Dot} * \#\text{hab} * \text{Fr} / 86,400$$

$$Q_{\text{dom}} = 4,580 \text{ hab} * 120 \text{ lts/hab/ dia} * 0,80 / 86,400$$

$$Q_{\text{domiciliar}} = 5,07 \text{ lts/seg}$$

2.2.2.2. Caudal por infiltración

Tomando como factor de infiltración el valor más alto del intervalo 12,000-18,000.

$$Q_{\text{inf}} = \text{Finf} * (L + (6 * \text{No.casas}/1000)) / 86,400$$

Donde:

Q_{inf} = caudal infiltración (lts/seg)

Finf = L/km

Longitud = longitud de tubería (km).

$$Q_{\text{inf}} = 18,000 * (3,486 \text{ km} + (6 * 491 \text{ casa}/1000)) / 86,400 =$$

$$Q_{\text{infiltración}} = 1,34 \text{ lts/seg}$$

2.2.2.3. Caudal de conexiones ilícitas

$$Q_{cl} = 0,025 \cdot Q_{DOM}$$

Donde:

Qcl. = caudal conexiones ilícitas (lts/seg)

Qdom = caudal domiciliar (lts/seg)

$$Q_{cl} = 0,025(5,07) =$$

$$Q_{conexiones\ ilícitas} = 0,127 \text{ lts/seg}$$

2.2.2.4. Caudal comercial

Es nulo debido a que no se conecta algún tipo de comercio al sistema.

2.2.2.5. Caudal industrial

También es nulo, porque no se conecta algún tipo de industria al sistema.

2.2.2.6. Caudal medio

Se toma de la sumatoria de todos los caudales calculados.

Q medio sanitario = Q dom + Q infiltración + Q conexiones + Q conexiones
ilícitas =

$$Q_{san} = 6,534 \text{ lts/seg}$$

2.2.3. Factor de caudal medio

El Fqm por ser menor a 0,002 que es el valor que especifica el INFOM, indica que se toma un valor de 0,002 para el cálculo de todos los tramos del diseño.

$$f_{qm} = Q \text{ med} / \text{Población}$$

Donde:

f.q.m = factor de caudal medio.

Q med = caudal medio futuro (lts/seg).

P = población futura.

$$F_{qm} = 6,34 \text{ lts/seg} / 4\ 560 \text{ hab} = 0,001432 = 0,002$$

2.2.4. Cálculo del tramo PV-1 a PV-3

Cota inicial (CI) = 1 973,47 mts

Cota final (CF) = 1 973,422 mts

Distancia horizontal (DH) = 33,90 mts

$$S \% (C_i - C_f / D_h) * 100 = (1\ 973,47 - 1973,422 / 33,90) * 100 =$$

$$S \% = 0,15 \%$$

- Población de diseño

Datos:

No casa=6

No hab casa=6

No hab= 6*6= 36 hab

Tasa de crecimiento= 2,2 %

$$Pf = 36*(1+0.022)^{20} = 56 \text{ habitantes}$$

2.2.4.1. Factor de Harmond

$$F.H \text{ actual} = \left(18 + (36/1000)^{1/2} / 4 + (36/1000)^{1/2}\right) = 4,34$$

$$F.H \text{ futuro} = \left(18 + (56/1000)^{1/2} / 4 + (56/1000)^{1/2}\right) = 4,30$$

2.2.4.2. Caudal de diseño

$$Q \text{ diseño actual} = 36 \text{ hab} * 4,34 * 0,002 = 0,31 \text{ lts/seg}$$

$$Q \text{ dis futuro} = 56 \text{ hab} * 4,30 * 0,002 = 0,48 \text{ lts/seg}$$

2.2.5. Diseño hidráulico

A continuación, en la tabla V se presenta el ejemplo de un tramo de alcantarillado sanitario, entre los pozos de visita PV-1 y PV-3.

Tabla V. **Tramo de alcantarillado sanitario**

- Período de diseño = 20 años
- Tasa de crecimiento: 2,2 por ciento
- Dotación de agua potable = 120 L/hab/día
- Factor de retorno = 0,80
- Factor rugosidad = 0,010
- Factor de conexiones ilícitas: 2,5 por ciento de caudal domiciliar
- Tubería: PVC
- Velocidad: 0,40-3,00 m/s
- Tirante: 0,10-0,75 (d/D)
- Pendiente: la que permita cumplir la velocidad y tirante requerido
- Núm. hab. casa: 6 hab. por casa
- Diámetro de tubería= 4"
- Pendiente de tubería= 0,15 por ciento
- Caudal de diseño actual= 0,31 lt/seg
- Caudal de diseño futuro= 0,48 lt/seg

Fuente: CABRERA, Ricardo. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. p. 37.

- Velocidad a sección llena

$$V = (0,03429/0,01) * 4^{1/2} * 0,15^{1/2} = 0,77 \text{ msts/seg}$$

- Capacidad a sección llena

$$Q = 5,067^{-4} * (4^2) * 0,77 * 1000 = 6,27 \text{ lts/seg}$$

2.2.5.1. Relaciones de caudales

El diseño del sistema de drenaje sanitario requiere el cálculo del caudal máximo total.

$$q/Q \text{ actual} = 0,31/6,27 = 0,04944 \quad q/Q \text{ futuro} = 0,48/6,27 = 0,07655$$

$$v/V \text{ actual} = 0,52011$$

$$v/V \text{ futuro} = 0,59086$$

$$d/D \text{ actual} = 0,155$$

$$d/D \text{ futuro} = 0,186$$

Con ayuda de la curva de relaciones hidráulicas se busca la relación anterior y con ella se ubica la relación v/V y la relación d/D , para conocer si cumplen los parámetros especificados por las Normas.

- Relaciones de velocidades

$$v/V \text{ actual} = 0,04944 = 0,04944 * 0,77 = 0,403 \text{ mts/seg}$$

$$v/V \text{ futuro} = 0,590864 = 0,590864 * 0,77 = 0,46 \text{ mts/seg}$$

- Relaciones de tirantes

$$d/D \text{ actual} = 0,15$$

$$d/D \text{ futuro} = 0,186$$

Los valores obtenidos de velocidad y tirante están dentro de los rangos permitidos, por lo tanto, este tramo se encuentra diseñado adecuadamente, asimismo se realiza el cálculo para los demás tramos.

- Relaciones de caudales

$q \text{ diseño} / Q \text{ sec llena}$

$$0,31 \text{ lts/ seg} / 6,27 \text{ lts/seg} = 0,049$$

2.2.6. Revisión de especificaciones hidráulicas

- Para caudales

$$q \text{ diseño} < Q \text{ sec llena} = 0,48 \text{ lts/seg} < 6,27 \text{ lts/seg} \quad (\text{cumple})$$

- Para velocidades

$$0,4 \text{ mts/seg} \leq 0,77 \leq 3,00 \text{ mts/seg} \quad (\text{cumple})$$

- Para relación de tirantes

$$0,10 \leq d/D \leq 0,70 \quad 0,10 \leq 0,186 \leq 0,70$$

$$0,10 \leq d/D \leq 0,70 \quad 0,10 \leq 0,186 \leq 0,70$$

2.2.7. Cálculo de cotas invert

- Cota invert de salida (PV-1)

$$CIs = 1\,973,47 - 1,20 \text{ mts} = 1\,972,27 \text{ mts}$$

- Cota invert de entrada (PV-3)

$$Cle = 1\,973,422 - (33,90 * (0,15/100)) = 1\,972,00 \text{ mts}$$

- Altura Pv-3

$$H \text{ pozo} = CTi - Cli$$

$$H \text{ pozo} = 1973,422 - 1972 - 0,03 = 1,45 \text{ mts}$$

$$H \text{ inicial} \leq H \text{ mi} \quad 1,45 \text{ mts}$$

2.2.8. Cálculo de volumen de excavación de zanja

$$V1 = (H1 + H2/2) * DH * Z * 1.3 =$$

$$V1 = (1,20 + 1,45/2) * (33,90) * (0,20) * 1,30 = 11,68 \text{ mts}^3$$

2.3. Evaluación socioeconómica

La evaluación de un proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para a partir de allí, elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo.

2.3.1. Valor presente neto (VPN)

Es un método que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y de las inversiones y otros egresos.

La Municipalidad del Santa Lucía Milpas Altas, invertirá Q 3 710 775,20 en la ejecución del proyecto diseño del alcantarillado sanitario para el Santa Lucía Milpas Altas. Para proporcionarle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo de Q 2 395,00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación del servicio de acometida domiciliar Q 150,00 por vivienda, la tarifa mensual por vivienda no existe o no se encuentra implementado en la municipalidad. Suponiendo una tasa del 11 por

ciento al final de los 20 años del período de diseño, se determinará la factibilidad del proyecto a través del VPN.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles resultados:

VPN<0: el que el proyecto no es rentable.

VPN=0: indiferente.

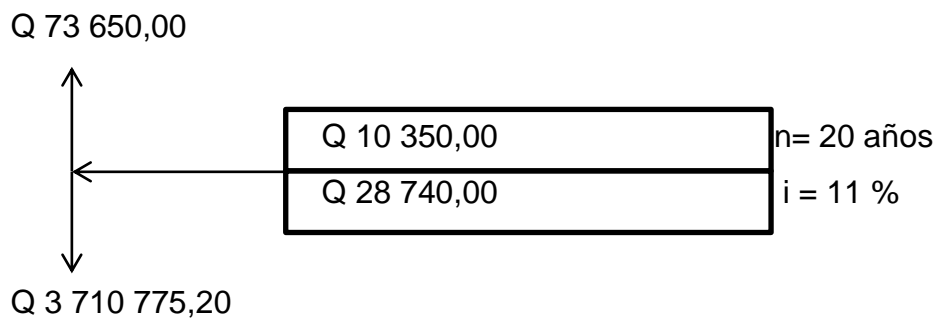
VPN>0: el proyecto es rentable y que inclusive podría aumentar el porcentaje de utilidad.

Tabla VI. **Costos del sistema de alcantarillado sanitario**

	OPERACIÓN	RESULTADO
costo inicial		Q. 3 710 775,20
Ingreso inicial	$(Q. 150,00/viv) * (491,00 viv)$	Q. 7 3 650,00
Costos anuales	$(Q. 2 395,00/mes) * (12 mes)$	Q. 28 740,00
Ingresos anuales	$(Q. 230,00/Viv) * (45 Viv)$	Q. 10 350,00

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento por realizar será:



Las fórmulas para valor presente son:

Costo de operación y mantenimiento:

$$VP = CA * \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 28\,740,00 * \frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} = Q\,228\,866,97$$

Tarifa poblacional:

$$VP = IA * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) = 10\,350 * \left(\frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} \right) = Q\,82\,420,78$$

El valor presente neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q. 82\,420,78 - Q. 228\,866,96$$

$$VPN = Q. - 146\,446,18$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el periodo de funcionamiento.

2.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. Por eso se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Debido a que este proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno atractiva; para este tipo de inversión, en el municipio se realiza un análisis socioeconómico de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

Para calcular la TIR se requiere de un valor de ingresos y para este proyecto, por ser de carácter social, los datos obtenidos no son favorables, por lo tanto no se prevé ningún tipo de ingresos, por lo que no se puede hacer el cálculo.

2.4. Evaluación socioeconómica

En esta dimensión se destacan las actividades y factores que determinan la producción del municipio. Por otro lado, identifican los principales motores económicos para su desarrollo.

2.4.1. Importancia del tratamiento de las aguas servidas

En la actualidad, la salud es un tema que da muchísimo que hablar, ya que como seres humanos es necesario conocer los cuidados para subsistir en este planeta. Años atrás, el tema de la salud se orientaba al tratamiento de las aguas residuales, pero no se le daba mucha importancia; fue así como en los proyectos de alcantarillado sanitario, muchas veces no se tomaba en cuenta el daño que podrían ocasionar al medio ambiente, y desde luego al ser humano; esto fue porque las poblaciones eran mucho más pequeñas y el daño que ocasionaban era de poco impacto a la sociedad, en la actualidad, ya no es así. Debido al crecimiento poblacional que han sufrido las comunidades, el impacto

que ocasionan es de mayor nivel, y el medio natural ya no es eficiente para disolver la contaminación por sí mismo. Es por eso que, profesionales de la ingeniería civil, estudiantes y organizaciones públicas y privadas se han preocupado por mantener la salud, realizando proyectos de infraestructura, que permitan un sano manejo de las aguas servidas, y así procurar el desarrollo del país, de una forma adecuada y sana para las generaciones futuras.

La importancia del tratamiento de las aguas servidas radica en que se debe evitar a cualquier costa, que lleguen a una descarga final, y que estas sean tratadas por medio de un sistema como las plantas de tratamiento, y estas evacuar las aguas tratadas a los ríos, lagos, y mantos acuíferos, para evitar la contaminación, ya que estos son indispensables para la vida.

2.4.2. Proceso de tratamiento de las aguas servidas

Previo a la disposición final de las aguas servidas de origen doméstico, es necesario realizar un tratamiento que pueda evitar la contaminación de los cuerpos receptores, para que no interfiera con el uso que los seres humanos dispongan darles, por ejemplo: riego, recreación, pesca, agua de abastecimiento público o cualquier otro uso de que disponga.

El fin principal, para el cual se realiza un tratamiento a las aguas servidas, consiste en separar de estas la materia orgánica soluble y la remoción de patógenos nocivos para los seres humanos, antes de descargarlas al cuerpo receptor que se disponga.

Los métodos que se pueden utilizar para dar un tratamiento adecuado a las aguas servidas son muchos, los cuales pueden incluirse dentro de los cinco siguientes procesos:

- Tratamiento preliminar

El fin de este proceso es proteger los equipos de bombeo y también el de facilitar los procesos subsecuentes del tratamiento. Para lograr este fin, se utilizan dispositivos que puedan separar los sólidos suspendidos, los sólidos inorgánicos pesados y eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas.

Generalmente este proceso físico se lleva a cabo por medio de rejillas y desarenadores, los cuales se encuentran en el canal de entrada a la planta.

- Tratamiento primario

En este tratamiento el propósito es eliminar por medio de un proceso físico, los sólidos suspendidos en las aguas negras, a través de un asentamiento que se disminuyendo la velocidad de las aguas negras. En este proceso se elimina aproximadamente de 40 a 60 % de los sólidos suspendidos. El dispositivo, en el que se logra dicho asentamiento, se les denomina tanques de sedimentación. Estos logran la descomposición en una forma anaeróbica de los lodos.

- Tratamiento secundario

Este proceso del tratamiento se realiza cuando el agua residual aún contiene materia orgánica disuelta, después de realizar el tratamiento primario.

En este proceso, los agentes, que realizan el trabajo principal, son los organismos aeróbicos que descomponen los sólidos orgánicos, para transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos orgánicos estables.

Los dispositivos utilizados en el tratamiento secundario pueden clasificarse como a continuación se describe:

- Filtro goteador con tanques de sedimentación secundarios
 - Tanques de sedimentación
 - Filtro percolador
 - Filtro de arena
 - Lecho de contacto
 - Lagunas de estabilización
- Cloración

Este método de tratamiento tiene muchos usos que pueden emplearse, según el propósito deseado; ya que se puede utilizar aun antes de tratamiento preliminar.

Los propósitos en los que, generalmente se utiliza la cloración de las aguas servidas son los siguientes:

- Desinfección o destrucción de organismos patógenos.
- Prevención de la descomposición de las aguas negras para controlar el olor.
- Protección de las estructuras de la planta.
- Como auxiliar en la operación de la planta.
- La sedimentación.
- En los filtros goteadores.
- El abultamiento de los lodos activos.
- Ajuste o abatimiento de la demanda bioquímica de oxígeno.

Este tratamiento tiene el inconveniente, respecto al cloro, que debe eliminarse luego de la desinfección del agua, antes de la disposición final al cuerpo receptor, debido a que si el cuerpo receptor fuese una fuente de reutilización del líquido, puede provocar en el ser humano enfermedades cancerígenas.

- Tratamiento de lodos

Los lodos de las aguas negras son básicamente los que se eliminan en los tratamientos primarios y secundarios, más una porción de agua que se separa con ellos.

En este tratamiento se pretenden dos objetivos: eliminar parcialmente o totalmente el agua que contienen los lodos, para producir una disminución considerable en el volumen; en segundo lugar, para que se puedan descomponer todos los sólidos orgánicos putrescibles, que se transformarán en sólidos minerales o sólidos orgánicos estables. Estos objetivos se logran cuando se combinan dos o más de los siguientes métodos:

- Espesamiento
- Digestión
- Secado en lechos de arena
- Acondicionamiento con productos químicos
- Filtración al vacío
- Secado con paliación de calor
- Incineración

2.4.3. Selección del tipo de tratamiento

Para la selección del tipo de tratamiento, que se le dará a las aguas residuales del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, se deben de tomar varios factores que influyen en la determinación del mismo. Estos se asocian con:

El sistema que se pudo observar, que llena los requisitos de los factores de selección, anteriormente mencionados, es el proceso de lodos activados; este es eficiente, debido a un contacto íntimo que existe entre organismos aeróbicos con los sólidos orgánicos de las aguas negras, y procuran la descomposición de dichos sólidos por medio de la oxidación que realizan estos seres vivos. Asimismo puede comprobarse que su construcción es considerablemente económica, comparado con otros sistemas de tratamiento. La operación y mantenimiento de este sistema no son complicados, debido a que su equipo no es sofisticado ni necesita un personal altamente preparado para su funcionamiento.

2.4.4. Propuesta de las unidades de tratamiento

Se proponen, para el sistema a utilizar, las siguientes unidades de tratamiento:

- Canal de rejillas
- Tanques de aireación y clasificación
- Equipo de aireación
- Área de secado de lodos
- Sistema de cloración

Una planta de tratamiento está formada por diferentes etapas, las cuales, a su vez, pueden estar formadas por uno o más elementos. Entre más

elementos contenga un planta de tratamiento, más eficiente será. Estas etapas son: tratamiento preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario y secado de lodos.

Con el tratamiento se obtiene una sensible separación de sólidos, se disminuye la demanda bioquímica de oxígeno y hay reducción de organismos conformes. Esto provoca los siguientes beneficios:

- Conservación de fuentes de abastecimiento de agua potable
- Se evitan enfermedades infecciosas
- No se contaminan centros de recreación como lagos, ríos y playas

2.5. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez

Para el recorrido fue imprescindible seguir las líneas de tubería de distribución existentes en las vías de acceso, y en algunos casos, por los derechos de pasos de la tubería, se consideraron todos los puntos de servicio importantes estableciendo polígonos formados por calles y avenidas de la cabecera municipal. Debido a la ubicación de algunas viviendas y colonias nuevas fue necesario hacer el levantamiento topográfico.

2.5.1. Levantamiento topográfico

Los trabajos topográficos consistieron en el levantamiento de la red de distribución, zona del tanque de almacenamiento, y el área de las posibles obras de arte. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía que son: planimetría y altimetría.

El procedimiento que se sigue en un levantamiento topográfico, comprende dos etapas fundamentales.

- El trabajo de campo y recopilación de datos
- El trabajo de oficina o gabinete, que comprende el cálculo y el dibujo

Para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, un trípode, un estadal, una cinta métrica, plomadas y estacas.

Todas las viviendas fueron radiadas y niveladas, a efecto de tener, posteriormente, una mayor precisión en la cuantificación de tuberías.

2.5.1.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados para tomar en el campo los datos geométricos que permiten construir una figura semejante a la del terreno proyectado sobre un plano horizontal.

Para el diseño de este proyecto se realizó el levantamiento planimétrico utilizando el método de conservación de Azimut con vuelta de campana, para poligonales abiertas, radiando puntos en donde las condiciones del proyecto así lo requerían.

2.5.1.2. Altimetría

Es el conjunto de trabajos que proporcionan los elementos necesarios para determinar las diferencias de altura de un terreno, para ser proyectado posteriormente en un plano vertical.

Para el diseño de este proyecto se utilizó el método de nivelación taquimétrica que tiene por objetivo determinar la diferencia de alturas entre dos puntos, midiendo la distancia horizontal o inclinada que los separa y el ángulo vertical que forma la línea que los une con el plano horizontal que pasa por el punto donde se hace la observación. Este método es funcional para distancias menores a 400 metros.

2.5.2. Criterios de diseño

Además de apegarse a las normas manejadas por Unepar, este estudio se diseñó tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Se diseñarán cuatro ramales principales, los cuales abastecerá a la cabecera municipal, esto para lograr que llegue el vital líquido a las 493 viviendas con la presión necesaria y cuidando que el costo del proyecto no sea elevado.
- Ramal de conducción: comienza en el tanque de distribución existente, es decir en la estación E-1 y termina en la estación E-47; este ramal fue necesario para determinar la presión a la cual se encontraba para empezar a calcular la repartición de caudales y diámetros en el casco urbano del municipio.

- El ramal 1 abastecerá a 163 viviendas, este empieza desde el punto de distribución, es decir en la estación E- 47 y termina en la estación E – 69, beneficiará la 2 ave y 3ra calle, calle principal del casco urbano de la cabecera municipal.
- El ramal 2 abastecerá a 113 viviendas, comienza desde la estación E-55 y termina en la estación E-84; beneficiará parte de la 2ª calle del casco urbano.
- El ramal 3 abastecerá a 65 viviendas, comienza desde la estación E-55 y termina en la estación E-117, beneficiará el sector de la cuadra ubicado 4 ave y 4ta calle.
- El ramal 4 abastecerá a 103 viviendas, empieza en la estación E-85 y finaliza en la estación E-105, beneficiará el sector Palestina, del casco urbano.

Siendo 4 ramales principales las que abastecerán, en su mayoría las viviendas para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, y el resto son entradas a conexiones de domiciliarias.

2.5.2.1. Dotación, tipo de servicio y aforos

De acuerdo con las normas de Unepar e Infom, dado que la comunidad tiene un clima frío, y que es área urbana, se adopta una dotación (Dot) de 120 litros / habitante / día.

Existe una fuente de agua que se captará en su totalidad, por gravedad se llevará a un tanque de succión para conducirla por bombeo al tanque de

distribución y luego por gravedad a las viviendas de la comunidad con agua suficiente para cubrir la demanda, la cual presenta las siguientes características:

- Caudal total (Q) = 6,876 l/s. Aforo: 07/10/2014.
- Distancia del tanque de distribución existente a la estación E-47 = 2 606,90 mts, se determinó para conocer las presiones y alturas de terreno.
- Distancia de la estación E-47 a la estación E—69, siendo la distribución del casco urbano del municipio = 3 560,30 mts.

El tipo de servicio que mayor impacto tiene en la salud y economía familiar en el área urbana es el predial; un chorro en cada casa, y, de conformidad con la producción de la fuente y los cálculos es factible implementar este tipo de servicio en el casco urbano.

2.5.2.2. Aforo de la fuente

El aforo respectivo, resultando un caudal disponible de 6,786 l/s, para obtener este caudal se realizó un aforo volumétrico, cronometrando el tiempo de llenado de un recipiente con volumen de 109 galones, realizando varias veces este procedimiento para lograr el valor más exacto posible del caudal y tener en cuenta la capacidad del nacimiento disponible.

2.5.2.3. Tasa de crecimiento poblacional, población actual

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística se reporta para el departamento de Sacatepéquez una tasa intercensal del 2,2 % de crecimiento, lo que se ha tomado en cuenta para estimar la población futura.

La población actual del municipio es de 2 958 habitantes en el 2014.

2.5.2.4. Período de diseño, población futura

En apego a las normas de la materia, el proyecto fue diseñado para un período de 20 años.

La población futura del área, que cubrirá el sistema de agua, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

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

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual según censo realizado en el EPS

i = tasa de crecimiento

Al sustituir datos en la fórmula anterior, se tiene:

$$Pf = 2,958(1+ 0,022) ^{20} = 4 575 \text{ habitantes}$$

2.5.2.5. Factores de consumo y caudales

En este trabajo de graduación se muestran los factores de consumo y caudales para el abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para Santa Lucía Milpas Altas.

2.5.2.5.1. Caudal medio (Qm)

Dado que el caudal requerido es permanente durante un día, se calcula según la siguiente expresión:

$$Qm = \text{dotaciones hab futuros} / 86\ 400$$

$$Qm = 100 \text{ lts/seg} * 4\ 580 \text{ habitantes} / 86\ 400$$

$$Qm = 5,30 \text{ lts/ seg}$$

2.5.2.5.2. Factor y caudal de día máximo (QDM)

También llamado caudal de conducción, el caudal de día máximo es el mayor consumo en un día al año reportado en un sistema de distribución de agua. Dado que el presente trabajo se realiza en un proyecto nuevo, se tomarán como referencia las normas de Unepar e Infom. Para su estimación, indican:

$$QDM = Qm * FDM$$

Donde:

FMD: factor de día máximo, que según norma, se adopta 1,2, por ser una población mayor de 1 000 habitantes y por ser una población urbana.

Se tiene:

$$QDM = 5,30 \text{ lts /seg} * 1,2 = 6,36 \text{ lts/seg}$$

2.5.2.5.3. Factor y caudal de hora máximo (QHM)

También llamado caudal de distribución, el caudal de hora máximo es el mayor consumo en una hora del día y se utiliza para diseñar la red de distribución. Se tomarán como referencia las normas de Unepar e Infom, para su estimación:

$$QHM = Qm * FHM$$

Donde:

FHM: factor de hora máximo, según norma se adopta 2,0, por tratarse de área urbana y con mayor de 1 000 habitantes.

Entonces se tiene:

$$QHM = 5,30 \text{ lts /seg} * 2 = 10,60 \text{ lts/seg}$$

2.5.3. Velocidades y presiones

De conformidad con las normas de Unepar, se adoptarán las velocidades de diseño:

- Para conducciones mínima = 0,40 m/seg y máxima = 3,00 m/seg
- Para distribución, máxima = 2,00 m/seg. Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías; en la distribución, la presión de servicio debe estar en el rango de 5 a 60 metros columna de agua (mca), y la presión hidrostática máxima será de 80 mca.

2.5.4. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en las tuberías se utiliza la fórmula de Hazen Williams, que viene dada por:

$$H_f = 1743,811 * L * Q^{1,85} / C^{1,85} * \emptyset^{4,87}$$

$$\emptyset = 1743,811 * L * Q^{1,85} / C^{1,85} * H_f)^{1/4,87}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga en metros

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

C = coeficiente de fricción interno (para PVC (C=150), y para HG (C=100))

∅ = diámetro interno en pulgadas

Al conocer la altura máxima disponible por perder, se asume como H_f , con lo cual es posible encontrar el diámetro teórico. Con el diámetro teórico se selecciona el diámetro comercial superior y se calcula el H_f final.

2.6. Calidad de agua y tratamiento

En este segmento se observa la calidad del agua potable y el tratamiento que necesite, según los resultados del análisis bacteriológico.

2.6.1. Calidad

El agua potable es aquella que, en su estado natural o después de un tratamiento adecuado, es apta para el consumo humano y no produce ningún efecto perjudicial para la salud. Es limpia, transparente, sin olores o sabores desagradables y está libre de contaminantes.

2.6.2. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la cantidad de contaminación del agua con organismos patógenos, porque son bacterias que producen enfermedades gastrointestinales y respiratorias, principalmente.

El resultado que proporcionó el análisis fue que: bacteriológicamente el agua es potable, según la Comisión Guatemalteca de Normas (Coguanor) NGO 29001.

2.6.3. Análisis fisicoquímico sanitario

El análisis determina las características del agua tales como: el aspecto, color, sabor, pH y dureza.

Desde el punto de vista de la calidad física: el agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según Norma Coguanor NGO 29001.

2.7. Diseño hidráulico del sistema de agua

Para este diseño se fijaron los parámetros y variables técnicas. Están establecidas las fórmulas y especificaciones para considerarlos en el diseño del proyecto. A continuación se presenta los parámetros de diseño de la cabecera municipal, ver tabla VI.

Tabla VII. Resumen de bases de diseño de la línea de distribución

DESCRIPCIÓN	Valor
Tipo de sistema	gravedad
Viviendas actuales (viv)	493
Densidad de vivienda (hab/viv)	6
Población actual (hab)	2 958
Tasa de crecimiento (%)	2,20 %
Periodo de diseño (años)	20
Aforo (Its/seg)	6,876
Dotación (lt/hab/día)	100
Factor máximo diario - FMD	1,2
Factor máximo horario - FMH	2
Caudal medio Qm (Its/seg)	5,30
Caudal máximo diario -CMD (Its/seg)	6,36

Fuente: elaboración propia.

El planteamiento general del sistema es, que del tanque de distribución existente, ubicado en la aldea La Libertad, municipio de Santa Lucía Milpas Altas traslade el abastecimiento de agua potable a todas las viviendas que se encuentran en el casco urbano del municipio, el cual está diseñado por medio de varios ramales de distribución abiertos.

La velocidad del sistema en las tuberías estará entre 0,4 y 3,00 mts/seg; cumpliendo con las presiones de servicio y que estas lleguen a las conexiones domiciliarias, servicios públicos, o en casos excepcionales, en puntos muertos provistos de válvula que sirvan para la limpieza de la tubería.

El diseño contempla el desarrollo del futuro de la localidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

Según lo descrito, el sistema estará integrado por los elementos siguientes:

2.7.1. Distribución

Para el diseño de la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas: son aquellas constituidas por tuberías interconectadas o ramales sin cerrar circuitos. Este tipo de distribución debido a que las casas están dispersas del tanque de distribución; se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa. El tramo que se diseñará será de la estación E-47 (2+606,86), hasta la estación E-48 (2+643.86), este tramo es del ramal 1.

El diseño se hará utilizando el caudal máximo diario (QMD), con su respectivo factor de día máximo.

Para la evaluación de redes debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
- La presión dinámica estará entre 10 y 60 mca, excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 5 mca.
- La distribución de los consumos debe hacerse conforme avance la red de consumo real de la localidad.
- Se debe dotar a las redes de distribución de los accesorios y obras de arte necesarios, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento dentro de las normas establecidas.

Este QMH = 6,361 lt/s, el total de viviendas es 493

2.7.2. Caudal por vivienda

Primero se encuentra el caudal por vivienda para la línea de distribución, que se calcula de la siguiente manera:

$Q_v = Q_{MH} / NV$, donde NV = número total de viviendas

Sustituyendo en la fórmula se tiene

$Q_v = 6,361 \text{ lt/s} / 493 \text{ viviendas} = 0,001290 \text{ lt/seg}$

Se calculará el primer tramo del ramal 1, que comprende de la estación E-47 hacia la estación E-49. El caudal de entrada del diseño para este proyecto es de 6,361 lts/seg para abastecer 5 viviendas y el de salida 0,0926 lts/seg para el diseño de la escuela de Santa Lucía Milpas Altas, para un promedio de 300 alumnos, aplicando la ley sumatoria de nodos el caudal nuevo de diseño es

6,268 lts/seg, para el tramo E- 49 hacia E-51, porque conforme avanza la línea de distribución se reparte el caudal de diseño para cada ramal y conexión domiciliar.

2.7.3. Pérdida de la tubería

Después de tener ambas longitudes se debe encontrar la pérdida real que genera cada tramo de tubería; esta se encuentra con la ecuación de Hazem-Williams.

A continuación se colocan los datos que servirán para continuar el cálculo, tomando los datos de las bases de diseño y de los datos topográficos, por lo que en la siguiente fórmula aparecerán los nuevos datos,

$$H_f = 1743,811 * 37 * 1,05 * 6,361^{1,85} / 150^{1,85} * 3,088^{4,87}$$

$$H_f = 0,81 \text{ mts}$$

2.7.4. Presión

En todo el proyecto se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetro exterior, espesor de la pared), de las cuales se usará las siguientes:

- SDR, presión de trabajo de 250 PSI (176 mca)
- SDR, presión de trabajo de 160 PSI (112 mca)

Para tramos donde no sea posible excavar por el tipo de suelo, se usará tubería de hierro galvanizado liviano, para este proyecto no se contempló este tipo de tubería.

2.7.4.1. Presión estática

Con esta información se procede a determinar la presión estática, que es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura en la cual terminará el diseño, y se demuestra en el siguiente procedimiento.

Al usar la fórmula: $H = Co - Cf$

Donde:

H = presión estática

Co = cota inicial

Cf = cota final

Sustituyendo:

$$H = 1\,973,47 - 1\,973,42$$

$$H = 0,05$$

$$H = 1\,973,42 - 1\,973,00$$

$$H = 0,42$$

2.7.4.2. Cota piezométrica

A continuación se calculará la cota piezométrica final del tramo, que es la cota piezométrica inicial menos las pérdidas del tramo, la cota piezométrica inicial es la cota inicial de terreno, por lo tanto, se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PIEZf} = \text{PIEZO} - H_f$$

Donde:

PIEZf = cota piezométrica final del tramo

PIEZ = cota piezométrica inicial del tramo

Hf = pérdida por fricción o pérdidas de carga

Sustituyendo:

$$\text{PIEZO} = 2\,024,84 - 0,81 \qquad \text{PIEZf} = 2\,024,03 - 1,49$$

$$\text{PIEZO} = 2\,024,03 \text{ mts} \qquad \text{PIEZf} = 2\,022,54 \text{ mts}$$

2.7.4.3. Presión disponible

La presión disponible al inicio de este tramo es cero, pero al final del tramo se calcula de la siguiente forma: cota piezométrica final menos la cota de terreno final del tramo, lo cual se hace numéricamente a continuación.

$$\text{PDf} = \text{PIEZf} - C_f$$

Donde:

PDf = presión disponible al final del tramo

PIEZf = cota piezométrica al final del tramo

Cf = cota de terreno al final del tramo diseñado

Se sustituye:

$$PDf = 2\,024,84 - 1\,973,47$$

$$PDf = 51,37 \text{ metros}$$

$$PDo = 2\,024,03 - 1\,973,42$$

$$PDf = 2\,022,54 - 1\,973,00$$

$$PDo = 50,61 \text{ metros}$$

$$PDf = 49,54 \text{ metros}$$

2.7.5. Cálculo de la velocidad

La última casilla libre del formato de diseño hidráulico corresponde a la velocidad, esta se encuentra dividiendo el caudal de diseño entre el área de la tubería de este tramo, lo cual está dado por la siguiente fórmula:

$$V = Q/A = Q / (3,1415 * (D/2)^2) = Q / ((3,1415/4) * D^2)$$

Donde:

V = velocidad del agua en metros por segundo

Q = caudal en metro cúbico por segundo (m³/s)

D = diámetro interno de la tubería en metros

Al sustituir:

$$V = (0,006361 \text{ m}^3/\text{seg}) / ((3,1415 / 4) * (0,07844 \text{ m})^2)$$

$$V = 1,30 \text{ m / s.}$$

$$V = (0,006268 \text{ m}^3/\text{seg}) / ((3,1415 / 4) * (0,07844 \text{ m})^2)$$

$$V = 1,28 \text{ m / s}$$

2.8. Evaluación socioeconómica

La evaluación de un proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para a partir de allí, elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis beneficio costo.

2.8.1. Valor presente neto (VPN)

Es un método que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función del tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y de las inversiones y otros egresos.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles resultados:

VPN<0: el proyecto no es rentable

VPN=0: indiferente

VPN>0: el proyecto es rentable e inclusive podría aumentar el porcentaje de utilidad

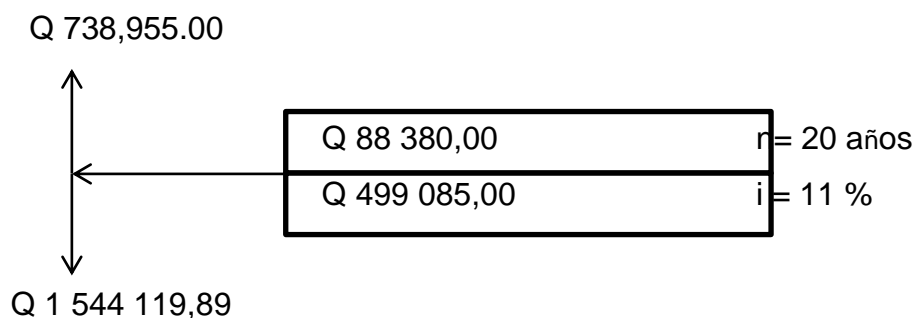
La Municipalidad del Santa Lucía Milpas Altas, invertirá Q 1 544 119,89 en la ejecución del proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable para Santa Lucía Milpas Altas. Para darle mantenimiento continuo al sistema se contratará un fontanero con un sueldo de Q 2 395,00; además se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de servicio de agua potable Q 1 505,00 por vivienda con 15 000 lts/mes, la tarifa mensual por vivienda, de Q 15,00. Suponiendo una tasa del 11por ciento al final de los 20 años del período de diseño, se determinará la factibilidad del proyecto a través del VPN.

Tabla VIII. **Costos del sistema de abastecimiento de agua potable**

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q. 1 544,119,89
Ingreso inicial	(Q. 1,505.00/viv)*(491 viv)	Q. 738 955,00
Costos anuales	(Q. 2,395.00/mes)*(12 mes)	Q. 28 740,00
Bomba sumergible para pozo "barranca Honda"	(Q. 14,800.00)	Q. 14 800,00
Mantenimiento de filtros para tratamiento de agua	(Q. 8000/semestre)*(2 semestres)	Q. 16 000,00
Motor	Q. 19,545.00	Q. 19 545,00
Gasto de energía eléctrica	(Q. 35,000.00/mes)*(12 mes)	Q. 420 000,00
Total costo anual		Q. 499 085,00
Ingresos anuales	(Q. 15.00/Viv mes)*(491.00Viv)*(12 mes)	Q. 88 380,00
Periodo de diseño en años		20 años

Fuente: elaboración propia.

El procedimiento por realizar será:



Las fórmulas para valor presente son:

Costo de operación y mantenimiento:

$$VP = CA * \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 499\,085,00 * \left(\frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} \right) = Q. 3\,974\,393,53$$

Tarifa poblacional:

$$VP = IA * \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 88\,380,00 * \frac{(1+0,11)^{20} - 1}{0,11(1+0,11)^{20}} = Q. 703\,801,76$$

El valor presente neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = 703\,801,76 - 3\,974\,393,53$$

$$VPN = Q -3\,270\,591,77$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto no podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento.

2.8.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero, cuando se le utiliza como tasa de descuento. El número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Para calcular la TIR se requiere de un valor de ingresos y para este proyecto, por ser de carácter social se prevé muy poco ingreso, por lo que no se puede hacer cálculo de la TIR.

2.9. Evaluación de impacto ambiental inicial

- Proyecto: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.
- Vida útil del proyecto: veinte años.
- Persona individual o jurídica: Municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas.
- Teléfono: 79614141
- El acceso directo hacia el municipio de Santa Lucía Milpas Altas se puede realizar por: Ruta RN 10 a la altura del kilómetro 34,5, la cual conecta Antigua Guatemala con San Lucas Sacatepéquez.
- Descripción del proyecto: mejoramiento de la línea de distribución desde el tanque de distribución ubicado en la aldea La Libertad, para el casco urbano del municipio para abastecer cada una de las viviendas teniendo el vital líquido indispensable para toda la red de distribución.
- Actividades principales del proyecto: topografía, limpieza de línea, trazo de línea, corte de pavimento, demolición de pavimento, extracción de ripio, excavación de zanjas, extracción de tubería existente, instalación de diferentes diámetros de tubería, relleno de zanjeo, reparación de pavimento, cajas de compuerta, accesorios y cajas de registro.

- Longitud de construcción: 3 560,30 mts.
- Colinda:
 - Al norte, con San Lucas Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas.
 - Al sur, Magdalena Milpas Altas y Antigua Guatemala (Sacatepéquez).
 - Al este Villa Nueva Guatemala.
 - Al oeste, Antigua Guatemala.
- Caracterización de la actividad: el proyecto es un mejoramiento de la línea de distribución del vital líquido en el casco urbano.

2.9.1. Avance de la actividad en porcentaje: no existe

Características del área de influencia del proyecto (especificar): no existe ningún basurero inmediato, y los centros poblados cercanos son: el casco urbano.

No hay riesgos potenciales en el área.

Actividad a realizar: corte de pavimento e instalación de tubería de la nueva tubería.

El costo aproximado de la inversión es de Q 1 544 119,89.

2.9.2. Emisiones a la atmósfera

- Gases

Fuente generadora: motores, máquinas para ejecutar el proyecto

- Partículas

Fuente generadora: movimiento de tierras generado por la excavación y zanjeo del proyecto.

- Generación de sonido o ruido

Fuente generadora: motores de maquinaria pesada, vehículos de tránsito pesado y de tipo liviano.

- Generación de olores

Fuente generadora: ninguna.

- Medidas de mitigación

Con base en las actividades identificadas como emisiones a la atmósfera, se propone la optimización de tiempo y recursos para que la contaminación audio y visual sea minimizada al menor período de tiempo posible.

2.9.3. Efectos de la actividad en el agua

Fuente de abastecimiento: pipas contenedoras de agua durante el tiempo necesario.

Estimación de caudal requerido por m³/día: 10m³/día para humectación del material para la compactación.

Generación de agua residual (aguas negras): ninguna.

Indicar cada sustancia o material que será utilizado en el proceso: únicamente se utilizará cal, cemento, tubería PVC, hierro, arena, pedrín, solvente, agua, piedra bola y madera.

Aguas de lluvia (captación y disposición de las mismas): no se dispondrá de las aguas de lluvia.

2.9.4. Efectos sobre el suelo

- Uso actual del suelo en el área del proyecto: no se produce cambio alguno, pues ya existen las calles de terracería donde se instalará la red de distribución.
- Movimiento de tierras: los desechos sólidos de tierra a generar serán incluidos dentro del proyecto y reutilizados en otros puntos donde así sean requeridos.
- Impactos ambientales: como ya existen las calles y avenidas donde se colocará la red de distribución, no se eliminará cubierta vegetal.

2.9.5. Plan de mitigación

Previo a realizar excavaciones, se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocada la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual.

Inmediatamente después de rellenada la zanja retirar del área de trabajo el material sobrante del proyecto ejecutado.

Dotar al personal encargado de la construcción, del equipo adecuado como cascos, botas, guantes, entre otros, para evitar accidentes.

2.9.6. Desechos sólidos

Volumen de los desechos sólidos (basura) a generar en la fase de construcción: debido al trabajo a realizar y su durante su periodo de ejecución, no se prevé que habrá algún tipo de desecho sólido que requiera algún tipo de cuidado especial.

2.9.7. Demanda y consumo de energía

Consumo aproximado de energía por hora: 200kw/hora.

Las medidas que se proponen para contrarrestar los impactos ambientales generados por la demanda y consumo de energía, son optimizar por medio de la máquina cortadora de pavimento para disminuir la demanda de energía eléctrica en el casco urbano del municipio.

CONCLUSIONES

1. La solución de resolver la contaminación de aguas servidas vertidas de cada una de las viviendas y la falta de un servicio adecuado de consumo de agua potable, fue el objetivo para realizar un estudio y la planificación de dos proyectos de saneamiento ambiental, enfocado a la eliminación de todo tipo de enfermedades bacteriológicas para el ser humano y mala apariencia estética para el municipio.
2. El sistema de drenaje sanitario del municipio de Santa Lucia Milpas Altas, Sacatepéquez contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad, quienes se beneficiarán directamente cuando este se construya; ya que reducirá la transmisión de enfermedades gastrointestinales causadas por las aguas que fluyen a flor de tierra en la periferia del municipio, se mejorará el nivel de vida y el ornato, y se evitará la proliferación de insectos y contaminación del medio ambiente.
3. El diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, beneficiará a las familias, proveyéndoles de una dotación de agua regular y debidamente sectorizada por medio del método hidráulico de ramales abiertos, enfocado en la distribución del vital líquido, tomando en cuenta las presiones estáticas y dinámicas.

4. La fuente de agua propuesta para el municipio fue aforada desde un tanque de distribución ya existente, siendo bombeada desde el nacimiento llamado La Barranca Honda, ubicado por debajo del tanque, brindando el caudal necesario para abastecer a la población actual y futura para un período de 20 años.
5. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano, permitirá evacuar adecuadamente las aguas residuales provenientes de las viviendas y otro tipo de edificaciones, y enviarlas a la planta de tratamiento ubicado en el sector La Joya, recientemente terminada como proyecto del Codede, y así alcanzar las condiciones de desarrollo y mejorar el nivel de vida de sus habitantes.
6. La recolección, por medio de un sistema de alcantarillado y evacuación de todo tipo de aguas servidas evitará la dispersión de enfermedades gastrointestinales e infectocontagiosas, y reducirá totalmente la contaminación de pozos para el abastecimiento de agua servida en sus viviendas.
7. De acuerdo con los resultados de los exámenes físicoquímicos y bacteriológicos de la fuente, el agua cumple con la Norma Coguanor NGO 29001, para ser agua potable.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Santa Lucía Milpas Altas

1. Que el mantenimiento de la infraestructura sanitaria tenga un adecuado funcionamiento y limpieza de los pozos de visita, y que de ello depende la vulnerabilidad del sistema de drenaje; además, debe contar con equipo para reparar o remplazar cualquier instalación que rehabilite la red en caso de emergencia.
2. Concientizar a los vecinos del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, para que sus candelas o conexiones de tuberías que conducen caudales provenientes de la lluvia no las conecten al sistema sanitario, ya que no han sido diseñadas para transportar otro tipo de caudal y que se convierta en un sistema combinado.
3. Iniciar las gestiones correspondientes para llevar la ejecución de estos proyectos, de manera que puedan ser llevados a la realidad lo antes posible.
4. Implementar un plan educativo de enseñanza continuo para el uso y mantenimiento del sistema de agua potable, así como los servicios que existen y todo aquello que posteriormente se construya.

5. Garantizar una supervisión técnica del proyecto Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, durante la etapa de ejecución para que se cumpla detalladamente con la planificación.

6. Establecer un sistema de cobro para los ingresos en concepto de tarifa de canon de agua, para evitar que no haya mal uso del abastecimiento de agua potable, por lo que es importante la implementación de reguladores de caudal domiciliar, a través de válvulas de compuerta, válvulas de globo o de otro tipo, además instalar contadores para el respectivo registro del consumo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*. Trabajo de Graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 169 p.
2. Comisión Guatemalteca de Normas y Ministerio de Economía. *Norma COGUANOR NGO 29 001, agua potable especificaciones*. Publicación en el Diario Oficial, Guatemala 18 de octubre de 1985. 14 p.
3. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: Infom-Unepar, 1997. 103 p.
4. _____. *Especificaciones generales y técnicas para construcción*. Guatemala: Infom, 1987. 101 p.
5. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia y Dirección de Inversión Pública. *Guía metodológica de formulación y evaluación de proyectos de agua potable y saneamiento, estudio de factibilidad y diseño final*. Guatemala: Segeplan, 2007. 126 p.

APÉNDICES

1. Diseño del alcantarillado sanitario para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.
 - Presupuesto
 - Calculo hidráulico
 - planos

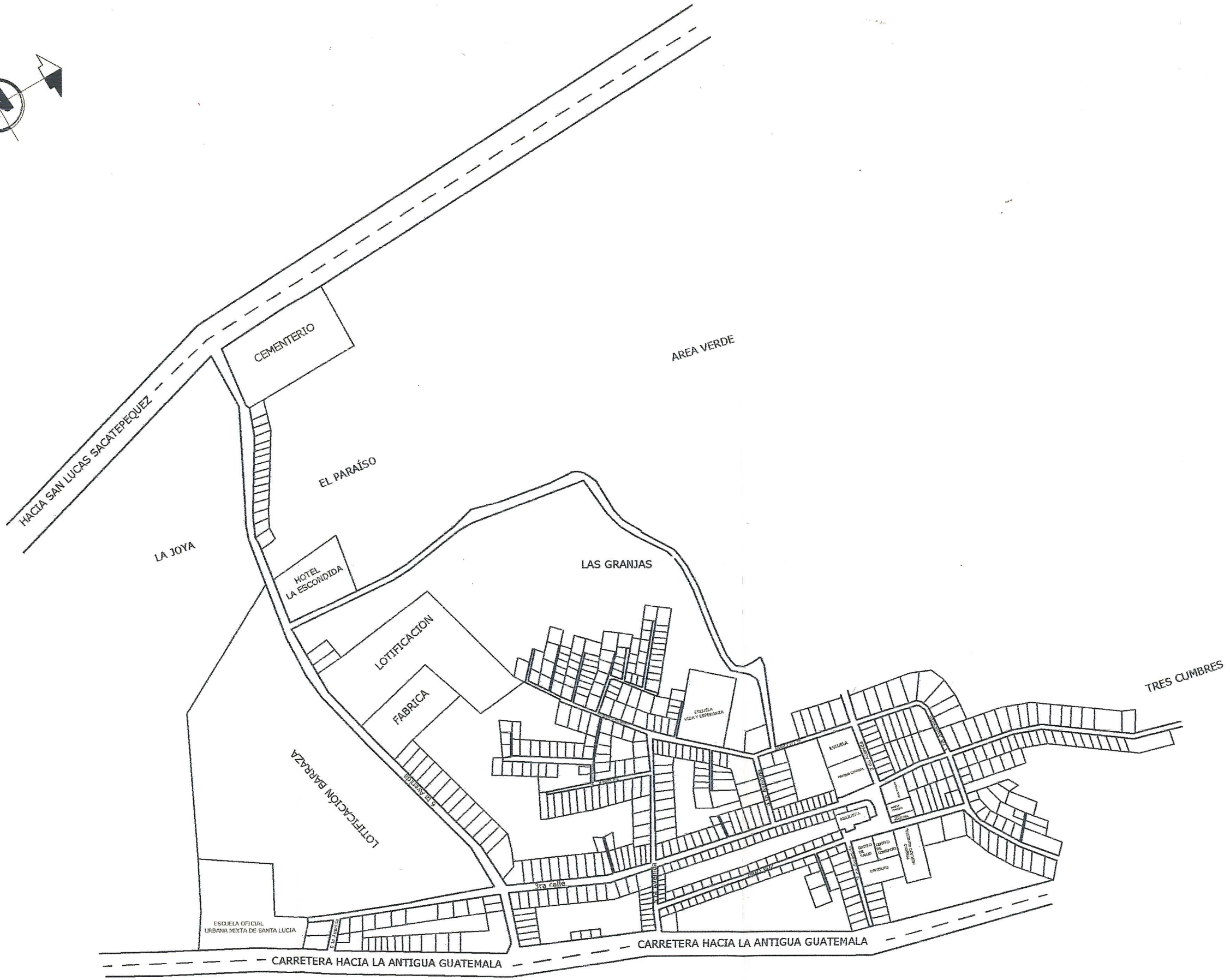
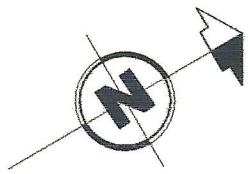
2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.
 - Presupuesto
 - Calculo hidráulico
 - planos

Apéndice 1. SISTEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

PROYECTO:	SISTEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ	
UBICACIÓN:	MUNICIPIO DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	
MUNICIPIO:	MUNICIPIO DE SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	FECHA: MARZO DEL 2015

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO					
PRESUPUESTO POR RENGLONES					
DESCRIPCION/REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUB-TOTAL	
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ML	3560.30	Q 5.40	Q	19,225.62
LIMPIEZA DE LINEA	ML	3560.30	Q 4.10	Q	14,597.23
TRAZO DE LINEA	ML	3560.30	Q 22.60	Q	80,462.78
CORTE DE PAVIMENTO	ML	3560.30	Q 35.00	Q	124,610.50
DEMOLICION DE PAVIMENTO	ML	3560.30	Q 32.40	Q	115,353.72
EXTRACCION DE RIPIO	M3	356.50	Q 98.00	Q	34,937.00
EXCAVACION DE ZANJA (h=0.80 mts)	M3	1851.00	Q 60.75	Q	112,448.25
EXTRACCION DE TUBERIA EXISTENTE PVC	ML	3560.30	Q 9.60	Q	34,178.88
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 3" DE 250 PSI	ML	351.20	Q 141.00	Q	49,519.20
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 2.5" DE 250 PSI	ML	210.80	Q 106.00	Q	22,344.80
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 2" DE 250 PSI	ML	552.10	Q 79.10	Q	43,671.11
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 1 1/2" DE 250 PSI	ML	527.60	Q 58.60	Q	30,917.36
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 1" DE 250 PSI	ML	478.50	Q 41.00	Q	19,618.50
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 3/4" DE 250 PSI	ML	779.70	Q 34.10	Q	26,587.77
INSTALACION DE TUBERIA DE PVC DE Ø 1/2" DE 250 PSI	ML	660.50	Q 34.30	Q	22,655.15
RELLENO DE ZANJEO	M3	1846.00	Q 12.50	Q	23,075.00
REPARACION DE PAVIMENTO	M3	373.00	Q 1,303.00	Q	486,019.00
CAJA DE VALVULAS DE COMPUERTA	UNIDAD	30.00	Q 1,687.50	Q	50,625.00
ACCESORIOS	global	1.00	Q 21,283.00	Q	21,283.00
CAJA DE REGISTRO	UNIDAD	493.00	Q 430.00	Q	211,990.00
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Q	1,544,119.88	

Fuente: elaboración propia.

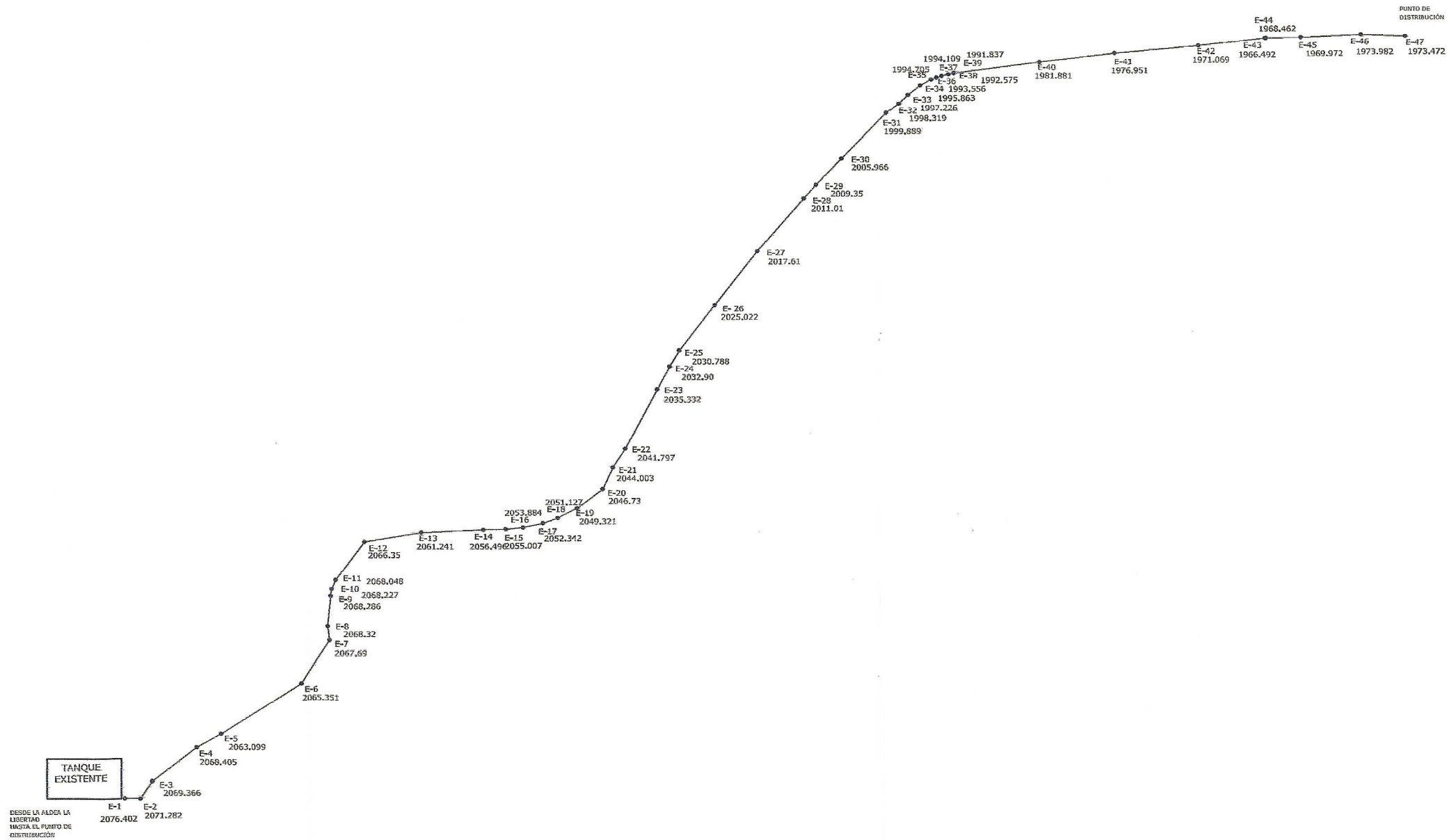
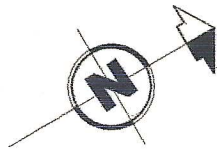


CASERIO LAS CAÑAS

DENSIDAD DE POBLACION

ESC 1/400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: Unidad de Pláticas de Ingeniería y EPC	
ASESORA: Inga. Mayra Reyes García	
SUPERVISOR: Sr. Carlos J. Soto	
PLANO DE: DENSIDAD POBLACIONAL	
INDICADA: 1	
FECHA: FEBRERO 2015	
HOJA NO.: 15	

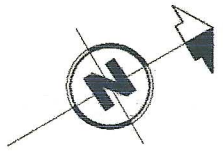


PLANTA DE TOPOGRAFÍA 1

ESC 1/800

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
MUNICIPALIDAD DE SANTA MARÍA, PUEBLO NUEVO	
PROFESORA: Ing. Mayra Ruben Coronado de Herrera	
ASESORA: Ing. Patricia Patricia Lucia	
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS	
ALUMNO: Donato Martínez	ALUMNO: Donato Martínez
PLANO DE: Topografía	INDICABA: 2
	FECHA: FEBRERO
Firma: Donato Martínez	

LIBRETA TOPOGRÁFICA

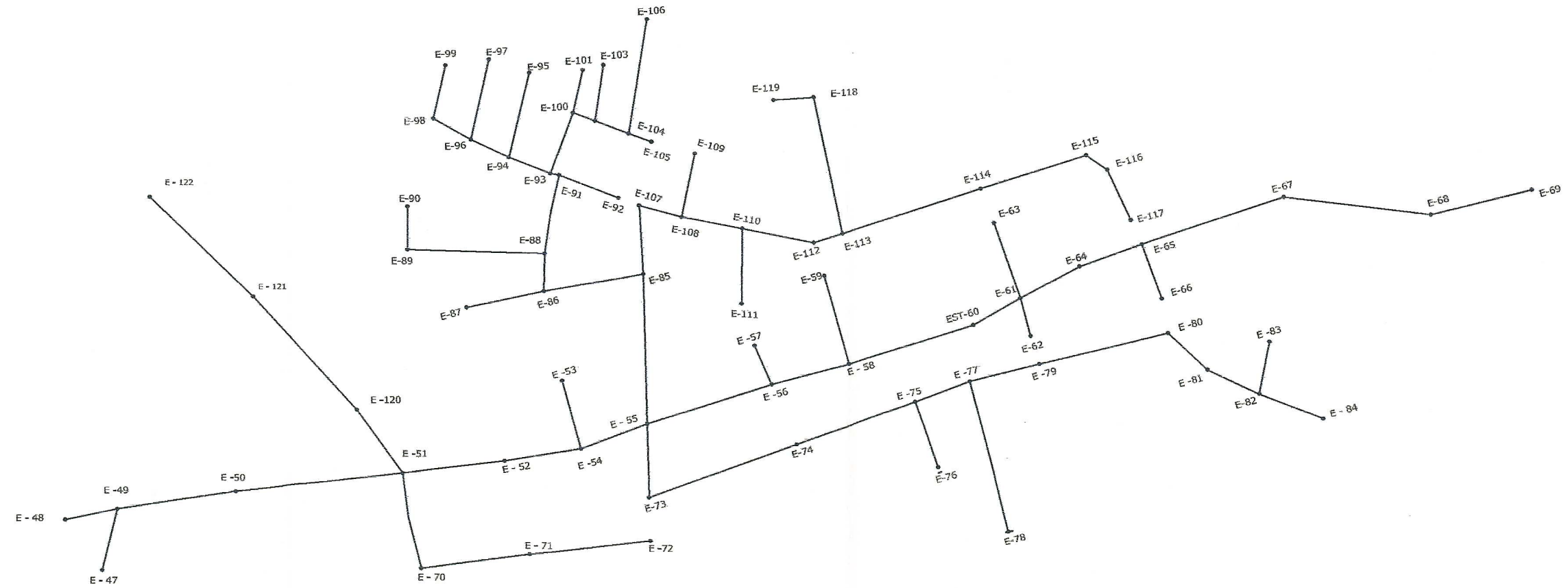


EST	PO	AZIUT	DH (mts)	COTA	EST	PO	AZIUT	DH (mts)	COTA	EST	PO	AZIUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZIUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZIUT	DISTANCIA	COTA
1	2	181°10'47"	24.98	2076.402	29	30	133°54'03"	58.46	2009.35	52	52	173°23'27"	60.00	1972.455	82	83	100°45'14"	31.18	1954.991	110	111	270°27'16"	43.95	1966.992
2	3	124°19'41"	33.89	2071.282	30	31	134°51'37"	102.37	2005.966	52	54	170°38'52"	45.05	1971.917	82	84	201°35'04"	39.96	1949.14	110	112	191°25'20"	42.51	1965.382
3	4	142°39'47"	89.03	2069.366	31	32	143°48'03"	24.94	1999.889	54	53	74°26'29"	41.39	1970.296	55	85	88°32'06"	87.83	1966.273	112	113	162°02'38"	17.71	1965.380
4	5	151°19'11"	44.39	2068.405	32	33	136°31'24"	20.39	1998.319	54	55	159°23'56"	41.11	1970.296	85	86	350°05'32"	58.78	1970.322	113	114	162°02'38"	84.79	1965.448
5	6	147°05'21"	151.99	2063.099	33	34	142°37'57"	24.82	1995.863	55	56	162°26'11"	75.95	1967.262	86	87	349°20'33"	45.96	1970.902	114	115	162°22'49"	64.3	1962.971
6	7	123°38'04"	82.88	2065.351	34	35	150°52'48"	19.50	1994.705	56	57	66°11'15"	24.98	1966.391	86	88	90°41'32"	22.3	1969.422	115	116	214°00'29"	15.00	1962.692
7	8	82°24'23"	22.48	2067.69	35	36	158°08'26"	89.61	1994.109	56	58	165°05'26"	46.98	1965.942	88	89	1°43'48"	79.92	1968.488	116	117	245°04'06"	32.43	1961.15
8	9	95°19'42"	49.04	2068.32	36	37	162°26'27"	69.6	1993.556	58	59	74°04'24"	53.54	1965.942	89	90	90°04'42"	25.15	1969.894	113	118	77°58'52"	81.43	1956.455
9	10	100°45'06"	11.00	2068.286	37	38	164°24'51"	12.90	1992.575	58	60	162°38'51"	75.93	1968.426	88	91	98°20'32"	46.56	1965.232	118	119	355°51'48"	23.40	1956.658
10	11	112°49'58"	16.00	2068.227	38	39	169°13'51"	89.52	1991.837	60	61	150°07'34"	31.60	1967.715	91	92	201°02'19"	37.14	1964.56					
11	12	127°11'35"	76.38	2068.048	39	40	173°01'44"	137.47	1981.881	61	62	254°48'46"	22.88	1968.00	91	93	10°19'58"	5.13	1965.202					
12	13	171°01'37"	91.75	2066.35	40	41	173°16'10"	119.83	1976.951	61	63	70°44'36"	46.63	1965.45	93	94	21°26'49"	25.83	1964.986					
13	14	177°44'28"	99.42	2061.241	41	42	175°03'52"	134.79	1971.069	61	64	151°20'36"	39.20	1965.346	94	95	54°48'08"	51.01	1964.033					
14	15	178°18'39"	36.11	2056.496	42	43	173°46'13"	105.81	1966.492	64	65	160°27'28"	38.53	1961.153	94	96	25°41'17"	24.6	1964.033					
15	16	175°24'32"	27.53	2055.007	43	44	174°01'53"	25.0	1968.462	65	66	250°03'41"	33.99	1961.576	96	97	102°39'31"	47.90	1961.593					
16	17	167°43'48"	32.49	2053.884	44	45	179°09'30"	55.91	1969.972	65	67	159°59'13"	87.28	1955.061	96	98	28°56'41"	24.98	1963.475					
17	18	160°41'42"	24.48	2052.342	45	46	177°26'32"	95.826	1973.982	67	68	186°52'05"	86.04	1945.914	98	99	102°51'47"	31.91	1962.064					
18	19	153°21'21"	34.86	2051.127	46	47	177°49'31"	70.00	1973.472	68	69	166°00'03"	60.52	1945.596	93	100	110°24'50"	37.84	1963.304					
19	20	142°48'41"	51.31	2049.321	47	49	113°50'13"	37.00	1973.422	55	73	268°25'06"	43.15	1969.162	100	101	102°52'15"	25.71	1961.842					
20	21	115°45'43"	38.00	2046.73	49	48	348°59'27"	31.00	1973.78	73	74	160°23'12"	91.17	1969.532	101	102	200°12'55"	13.6	1963.255					
21	22	123°29'59"	35.86	2044.003	49	50	171°23'51"	70.00	1972.995	74	75	160°06'37"	73.99	1968.94	102	103	98°46'33"	33.09	1961.55					
22	23	118°22'53"	107.67	2041.797	50	51	173°51'52"	98.00	1972.711	75	76	250°50'56"	40.57	1965.77	103	104	200°32'25"	20.97	1963.352					
23	24	118°24'29"	41.26	2035.332	51	70	262°43'43"	57.17	1971.556	75	77	159°20'11"	34.00	1968.944	104	105	189°59'55"	14.15	1963.11					
24	25	120°43'27"	30.46	2032.90	70	71	172°32'48"	63.68	1969.486	77	78	255°25'30"	90.49	1961.182	105	106	99°05'33"	67.65	1958.42					
25	26	128°20'23"	91.69	2030.788	71	72	173°43'06"	70.85	1966.043	77	79	165°46'25"	41.55	1968.478	85	107	86°31'31"	40.18	1964.555					
26	27	128°22'58"	109.54	2025.022	51	120	54°23'29"	45.99	1971.657	79	80	166°27'11"	77.05	1961.371	107	108	195°15'29"	25.59	1964.908					
27	28	131°16'30"	112.67	2017.61	120	121	47°30'35"	89.76	1967.477	80	81	222°22'54"	31.95	1958.770	108	109	101°49'28"	37.81	1962.219					
28	29	131°58'07"	29.31	2011.01	121	122	44°09'16"	83.93	1961.972	81	82	205°14'42"	33.25	1954.300	109	110	190°59'11"	35.95	1965.412					

NOTAS
TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO

PLANIMETRÍA
-Poligonales abiertas

ALTIMETRÍA
-Taquimetría



PLANTA DE TOPOGRAFÍA 2

ESC 1/300

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA CIVIL

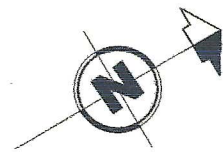
PROYECTO: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA SANTA ANITA
Ing. Mayra Rebeca García Sorio de Sierra

ASESORA Y SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y CPS
TOPOGRAFÍA

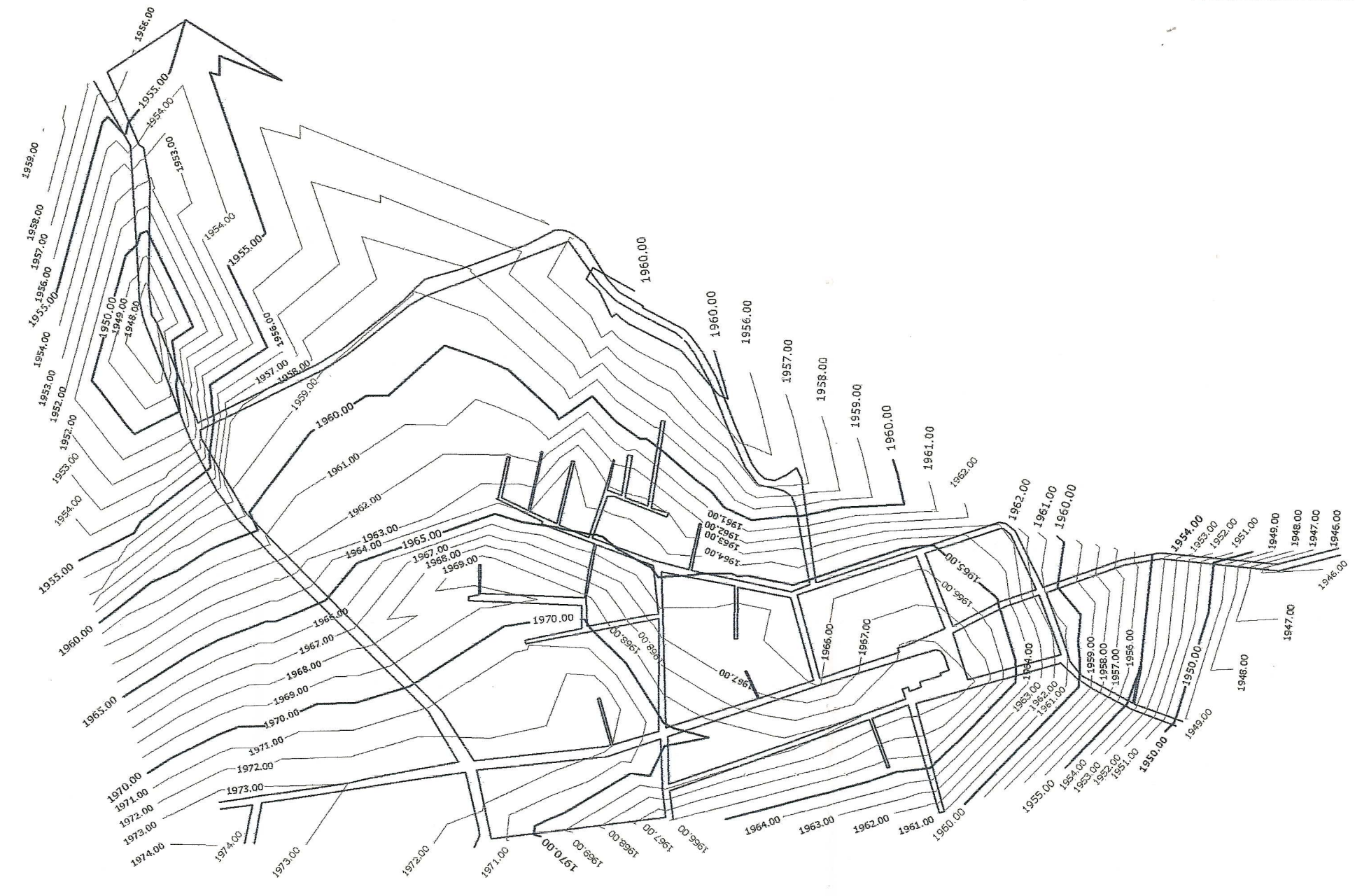
PLANO DE: TOPOGRAFÍA

Revista: [Signature]

HOJA No.: 3 / 15



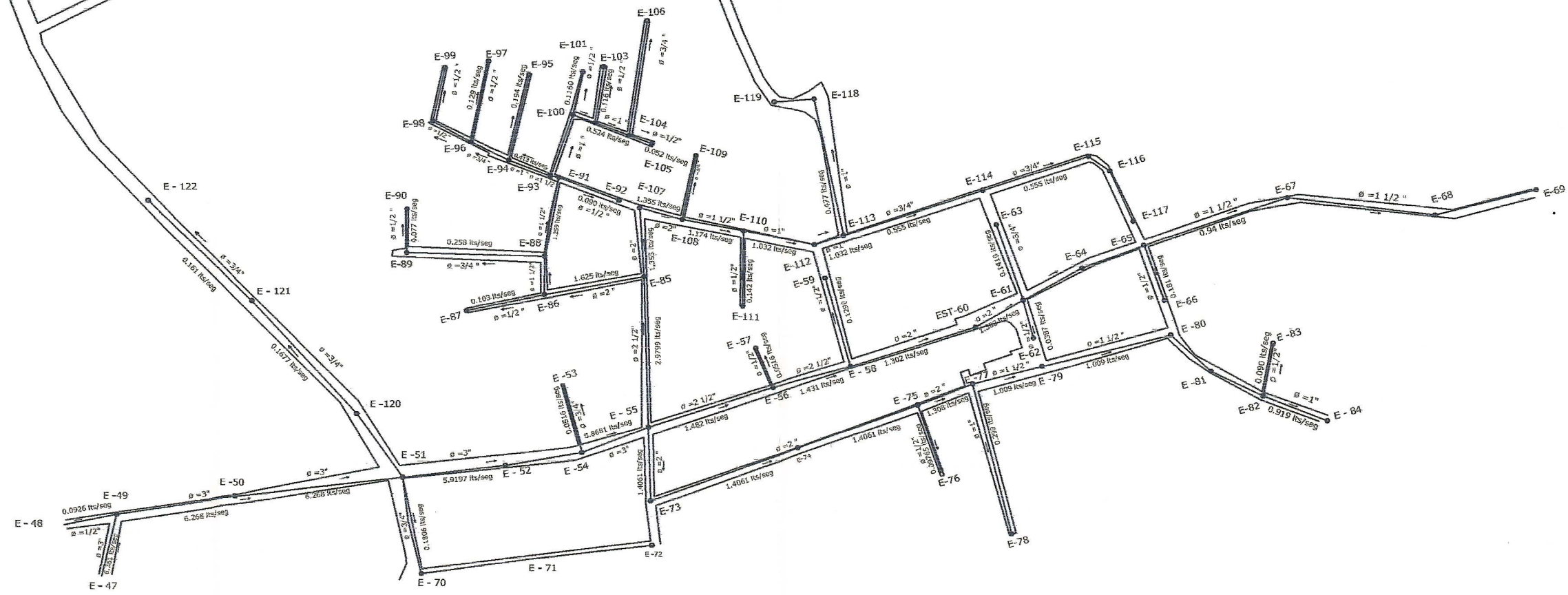
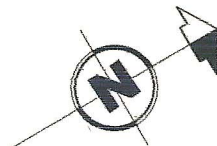
ESPECIFICACIONES
-TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ES
ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO
CURVAS DE NIVEL
-LAS CURVAS DE NIVEL FUERON INTERPOLADAS CON LA AYUDA
DE UN SOFTWARE ESPECIAL



PLANO CURVAS DE NIVEL

ESC 1/400

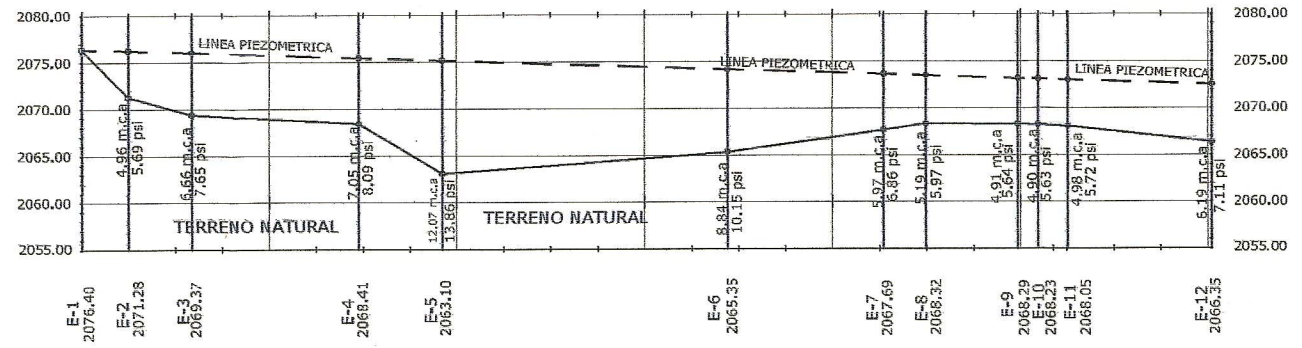
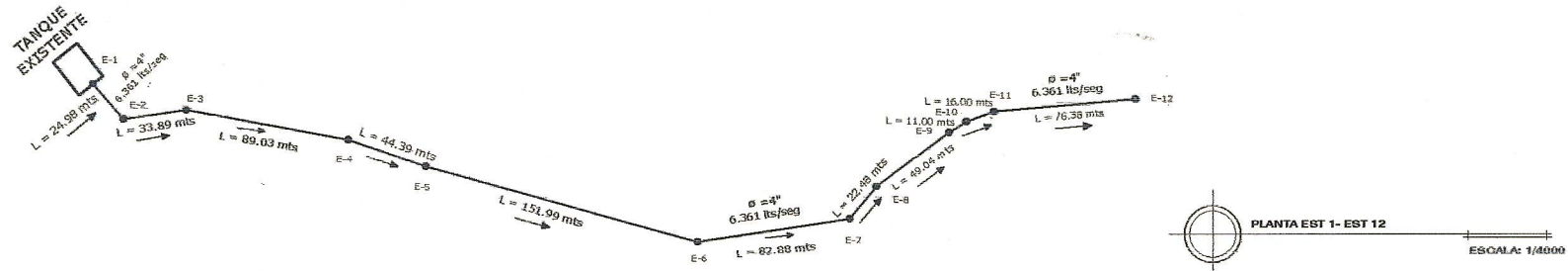
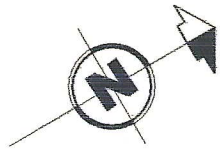
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
MUNICIPALIDAD DE SANTA BARBARA	
PROYECTO:	Ingeniería de Obras de Infraestructura
ASESORA:	Ingeniero Civil Donato Martínez
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS:	Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PLANO DE:	Curvas de Nivel
FECHA:	15 FEBRERO
HOJA No.:	4 / 15



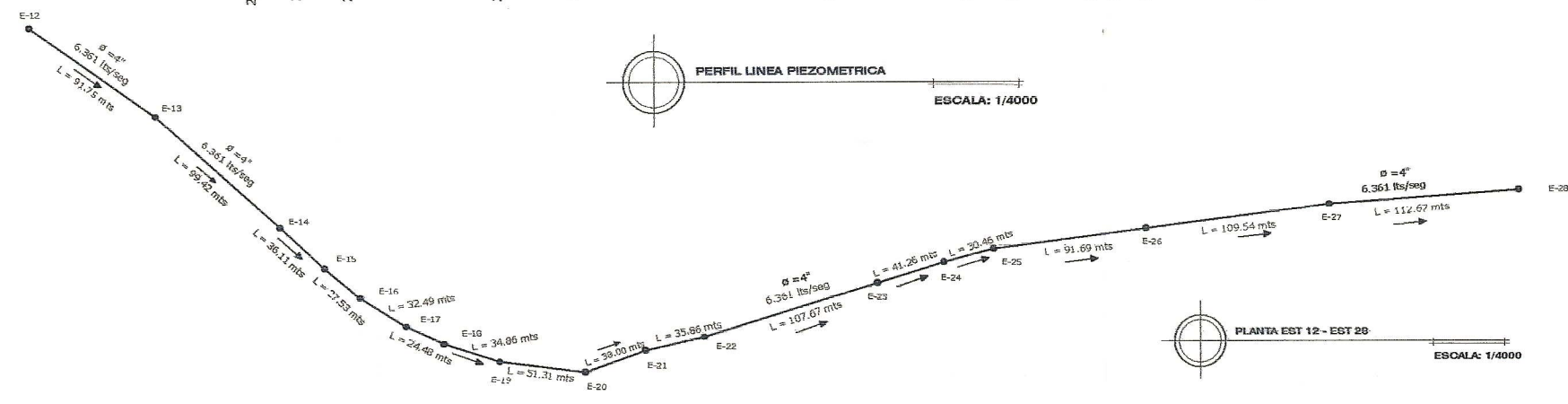
CAUDALES Y DIAMETROS

ESC 1/300

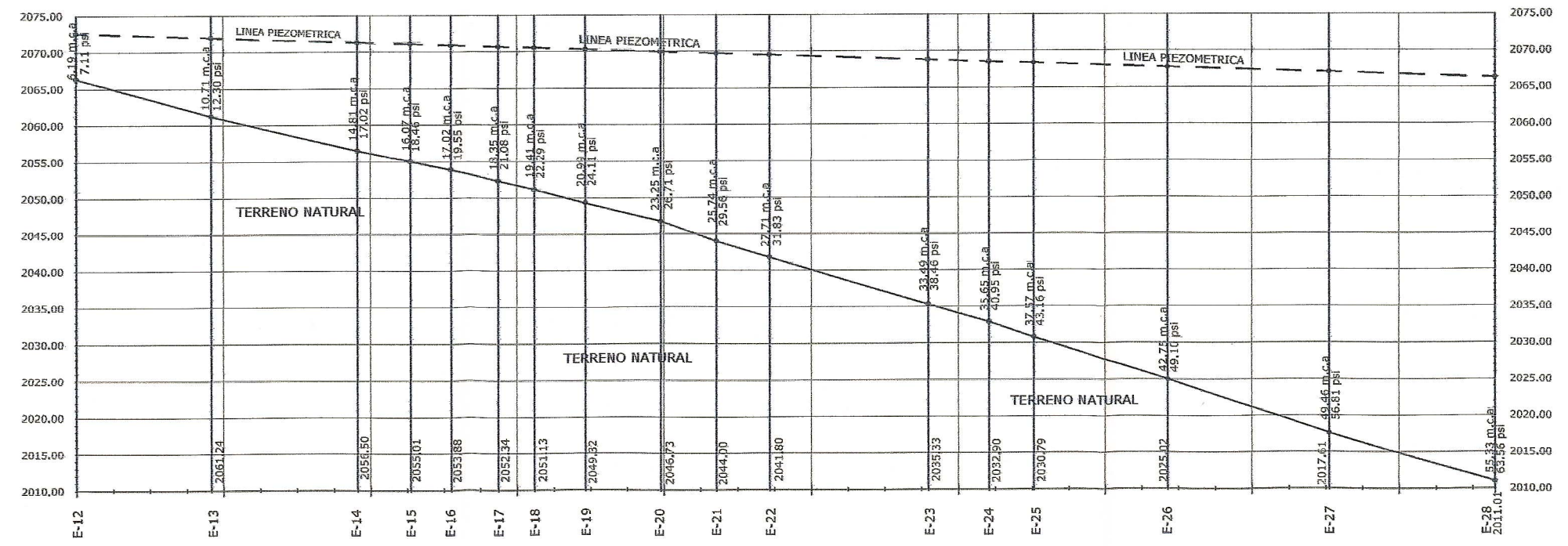
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
MUNICIPALIDAD DE SANTA MARÍA, PUEBLO NUEVO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	
PROYECTO: Red de Abastecimiento de Agua Potable para la Sierra de las Uñas - Supervisora de EPS	
ASESORA: Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	
PLAN DE: CAUDALES Y DIAMETROS	HORA No.: 5 / 15
Revista: Ronaldito Martínez / Asesor: <i>[Signature]</i>	



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



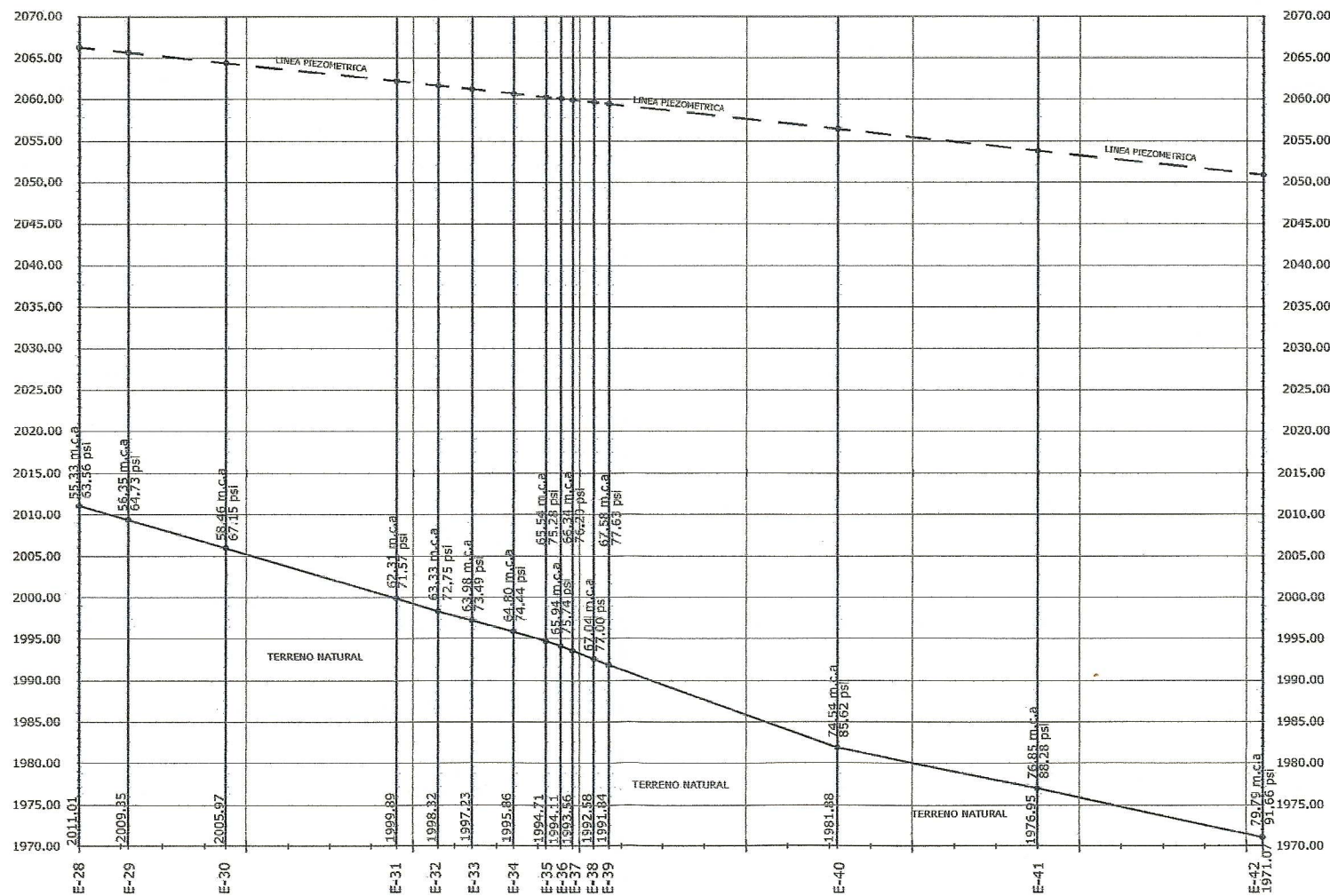
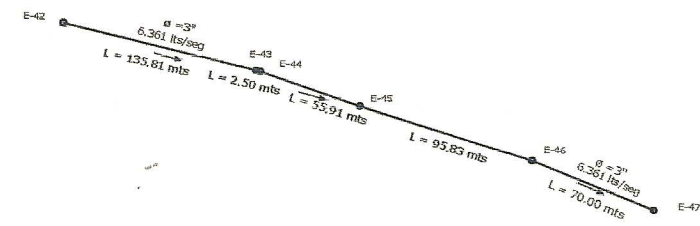
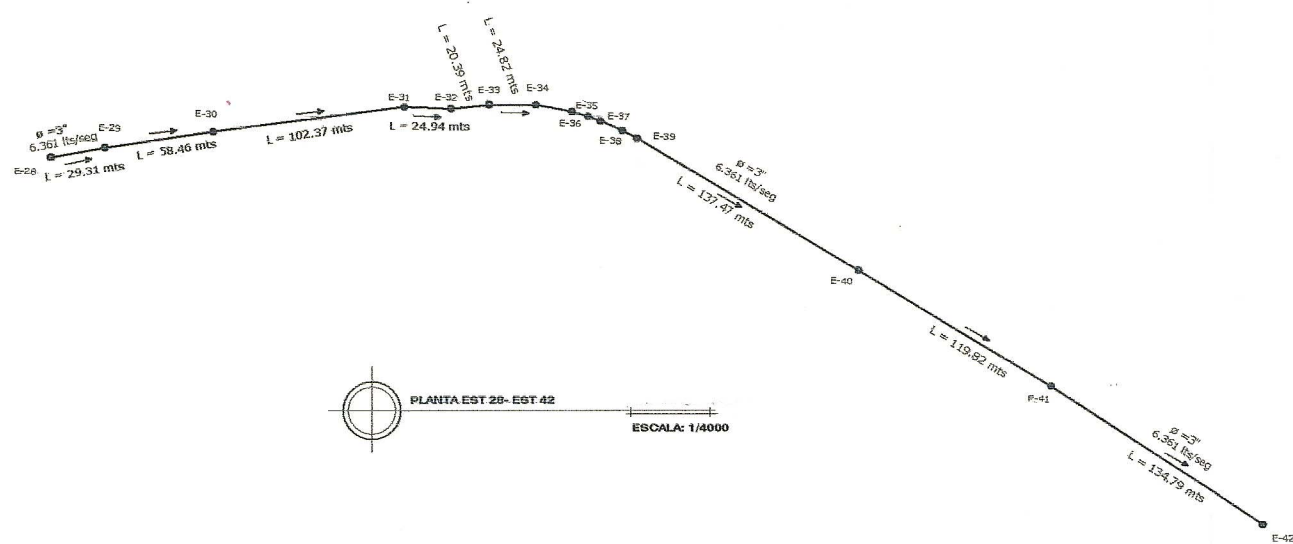
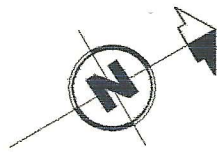
PLANTA EST 12 - EST 28
ESCALA: 1/4000



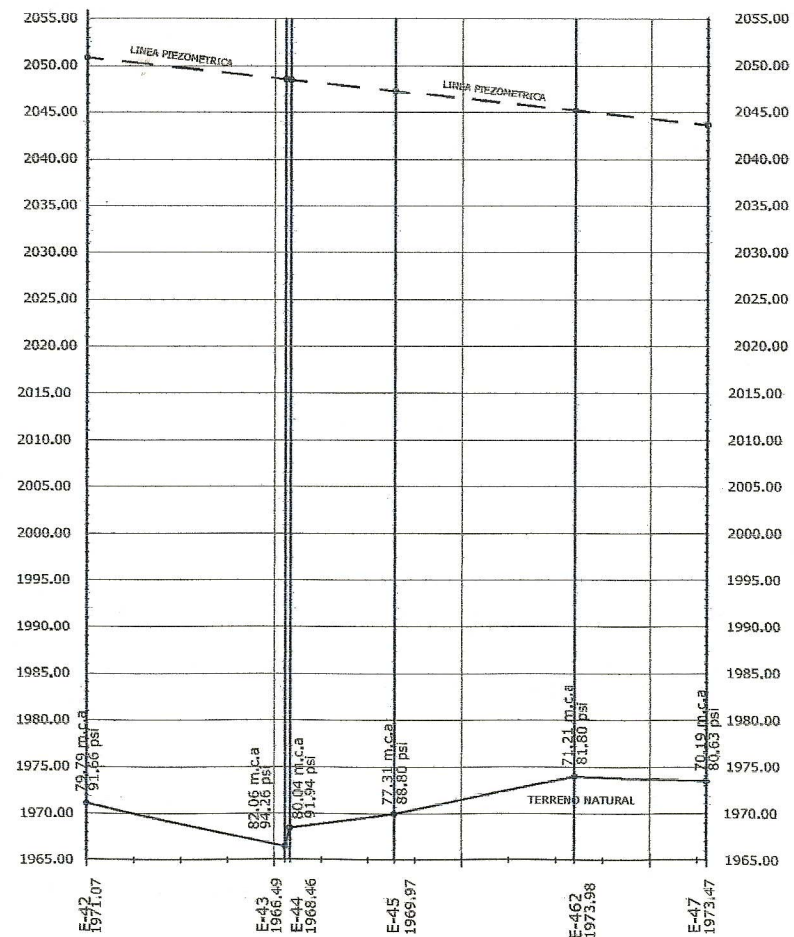
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

PERFILES PIEZOMETRICA 1

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ING. MAYRA REBECA GARCÍA SOTO DE SILVA
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS
PLANO DE: PERFILES PIEZOMETRICA
INDICADO: 15
HOJA NO.: 15



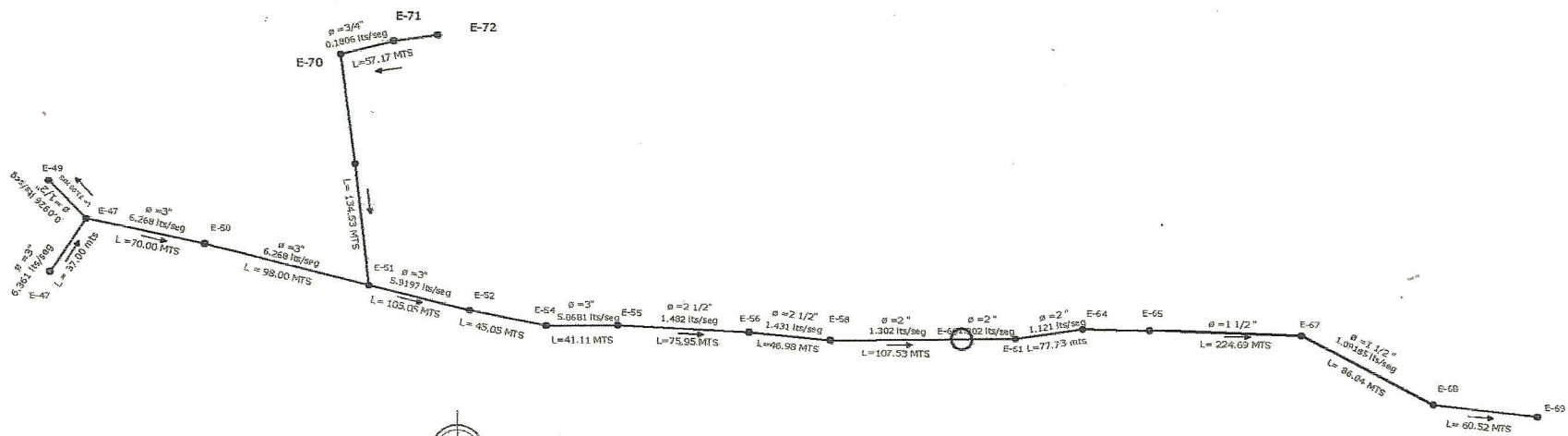
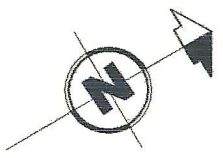
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



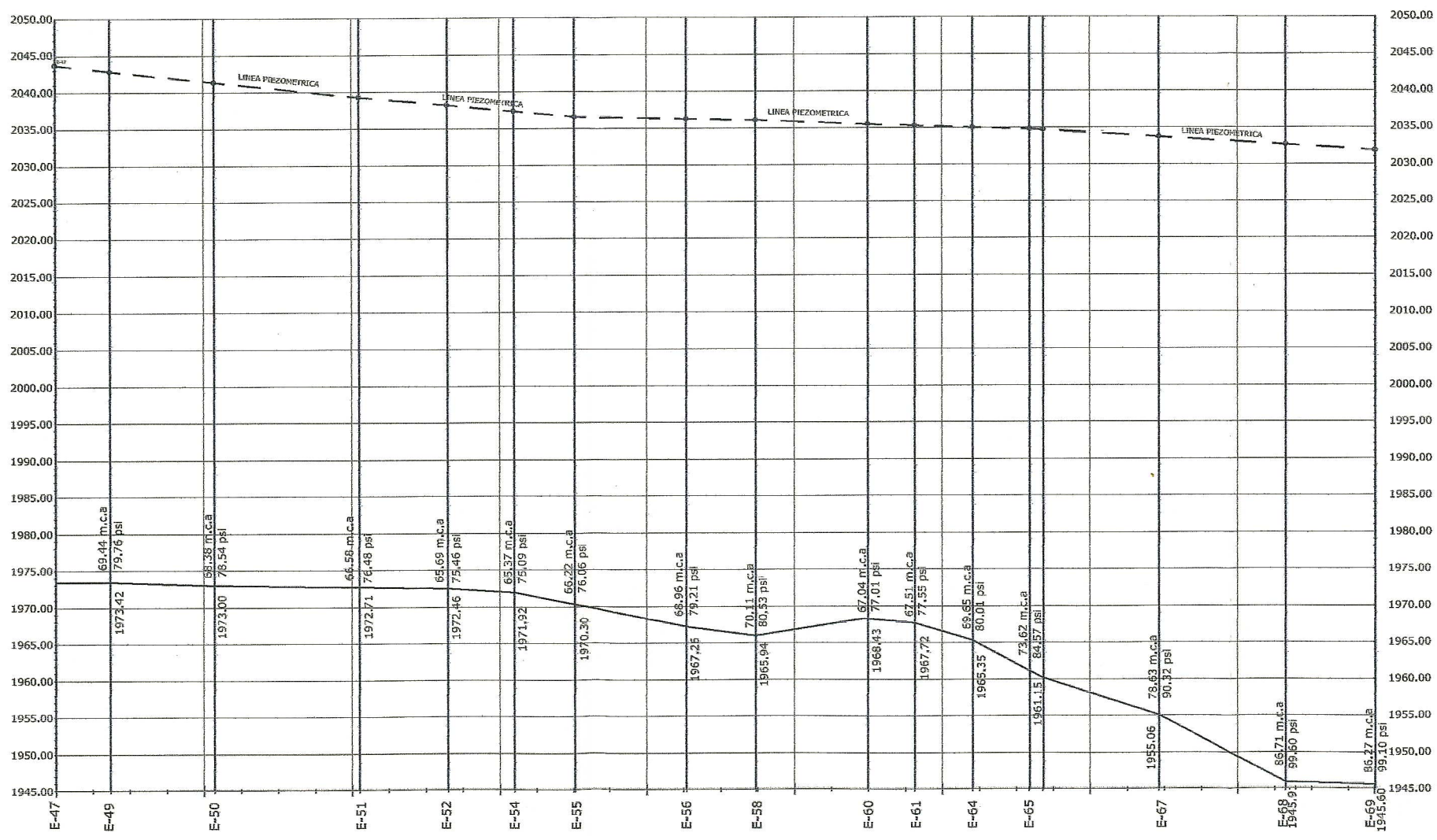
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

PERFILES PIEZOMETRICA 2

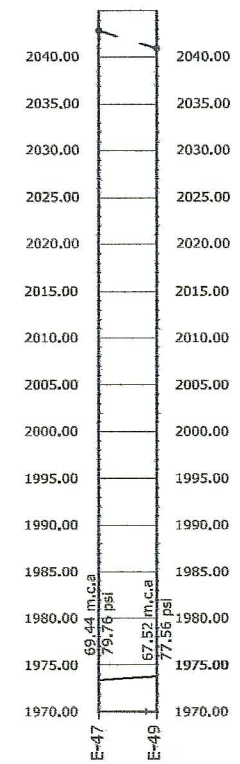
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE SAN CARLOS
INGENIERO: Inga. Mayra Rebeca García Soria
ASESORA SUPERVISORA DE EPS: ASOCIACION DE INGENIEROS Y EPS
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL PIEZOMETRICA
HOJA No.: 7 / 15



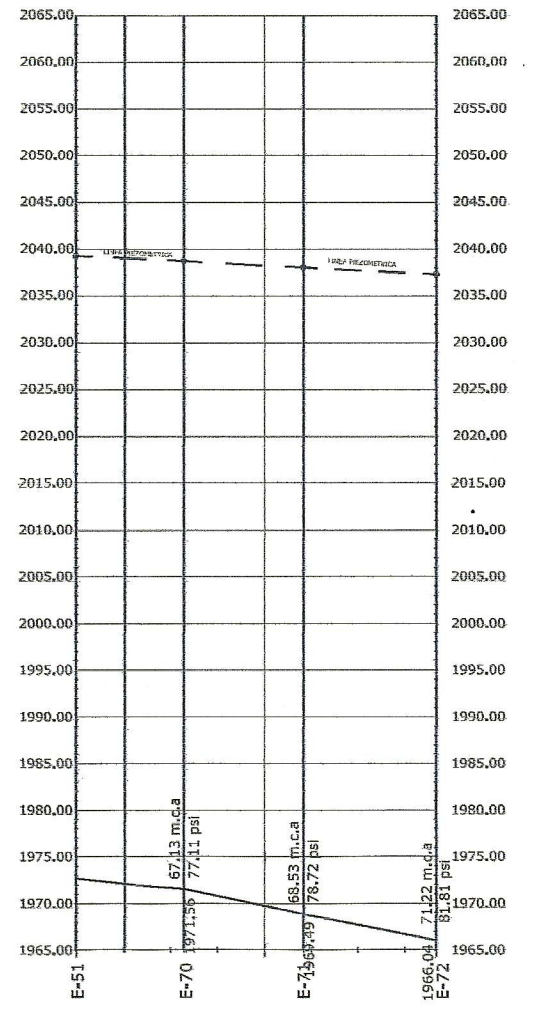
PLANTA EST 47- EST 69
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

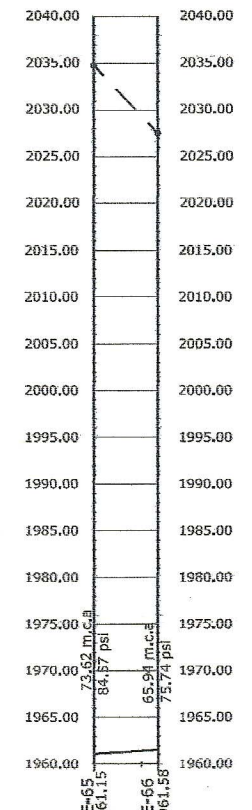
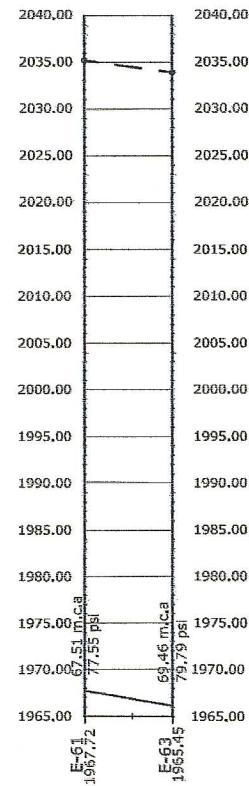
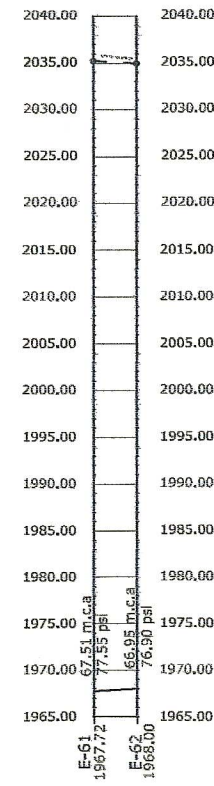
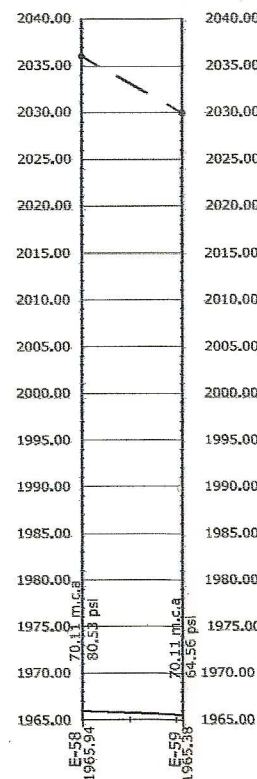
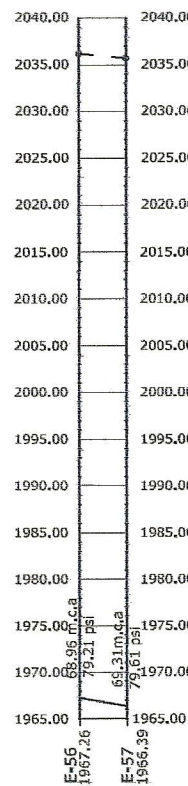
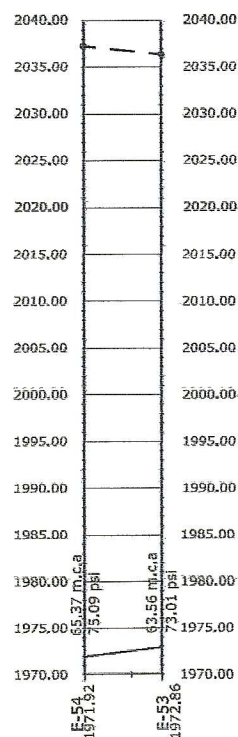
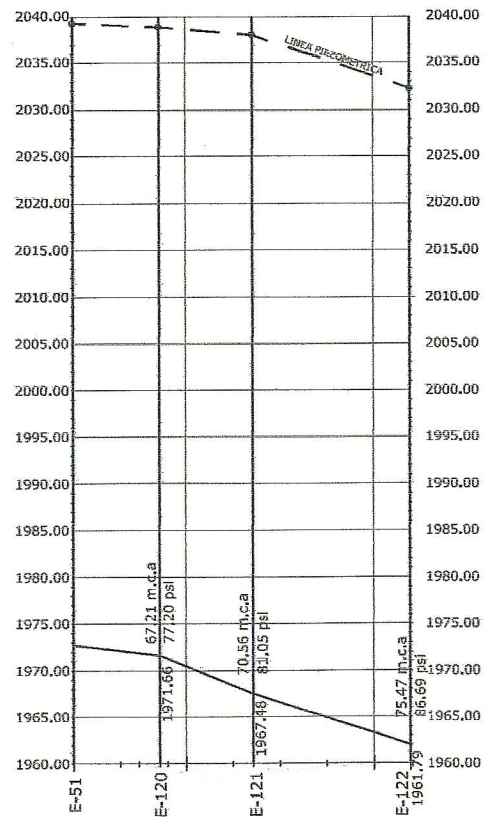
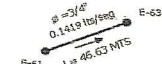
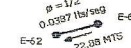
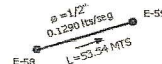
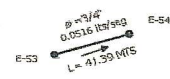
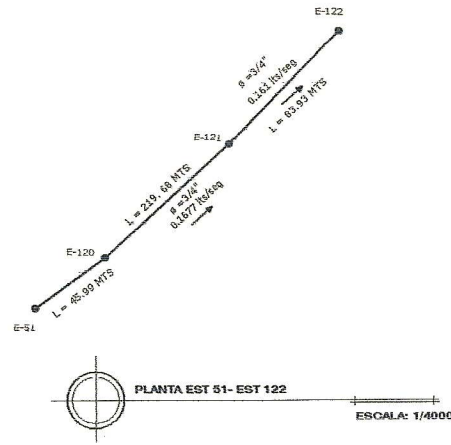
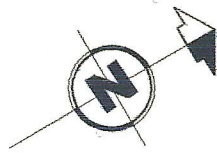


PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

PERFILES PIEZOMETRICA 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
PROYECTO: Inga. MUSEO DEL ABASTECIMIENTO
Inga. Maysa RIVERA LARA Soria de MORA
ASESORA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PLANO DE: PLANTA PERFILES PIEZOMETRICA
Revisó: DONALDO MARTINEZ
DISEÑÓ: MARYSOL SORIANO

HOJA No.: 3 / 15



PERFILES PIEZOMETRICA 4

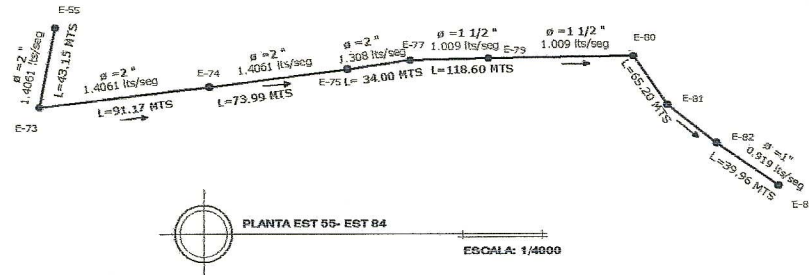
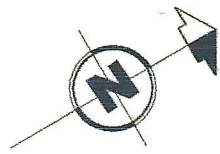
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE OBRAS DE SANITARIA Y AGUAS CALIENTES

PROYECTO: *Ingeniería del Abastecimiento de Agua Potable para la Vereda ASESORA SUPERVISORA DE EPS*

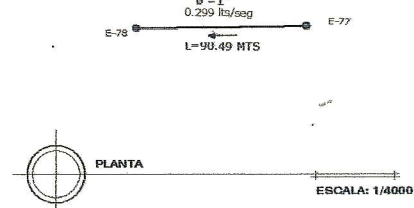
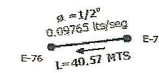
UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS

PLANO DE: PLANTA - PERFILES PIEZOMETRICA

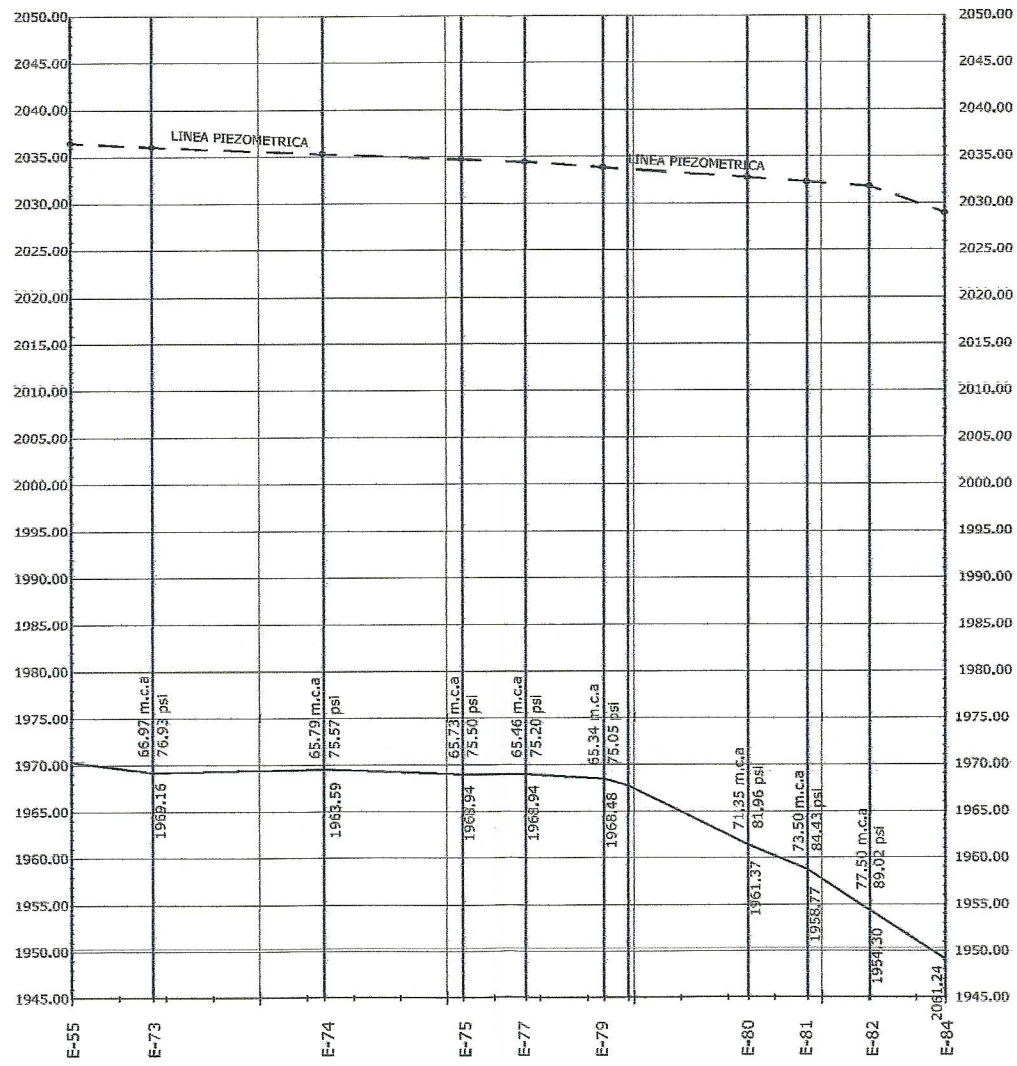
Revisión: *Donato Martínez*
 Escala: *INDICADA*
 No. *9* / 15



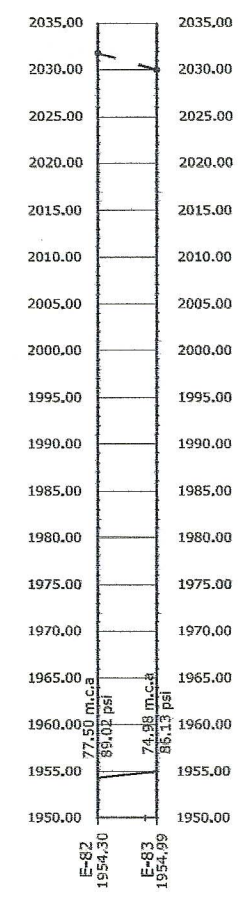
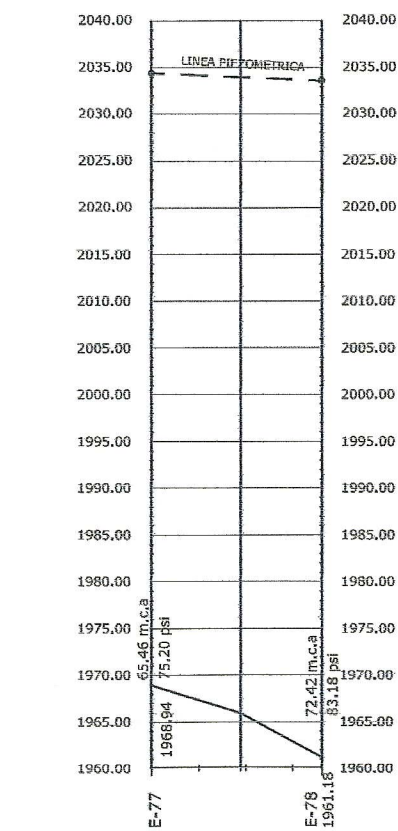
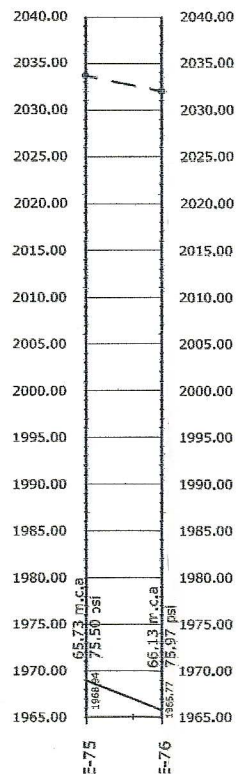
PLANTA EST 55- EST 84
ESCALA: 1/4000



PLANTA
ESCALA: 1/4000



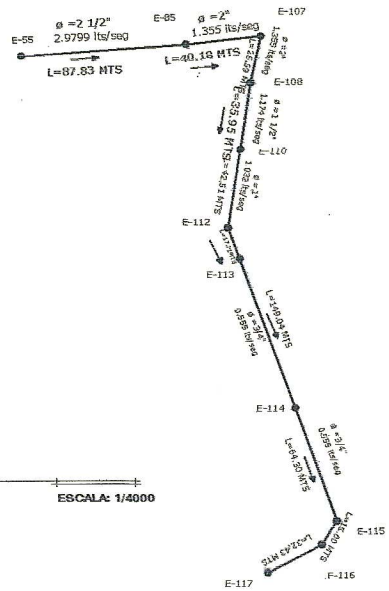
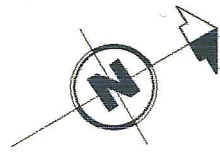
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



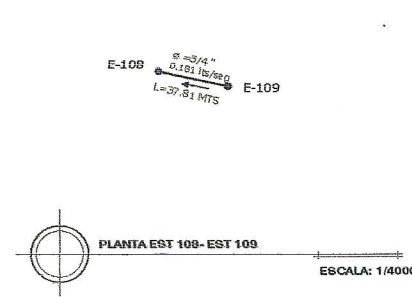
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

PERFILES PIEZOMETRICA 5

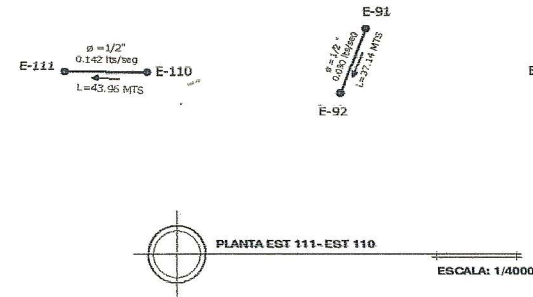
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRANZA DE SANTA LUCIA GUAYAMA
PROYECTO: **Red de Agua Potable para Santa Lucía**
ASESORA - SUPERVISORA: **Ing. María Rebeca García Jordán de Sierra**
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS
PLANO DE: **PLANTA PERFILES PIEZOMETRICA**
Escala: 1/4000
Autor: **Donaldo Martínez**
Fecha: **10/11/2018**
FOLIO No.: **10** / **15**



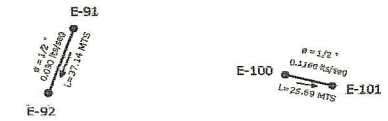
PLANTA EST 55- EST 117
ESCALA: 1/4000



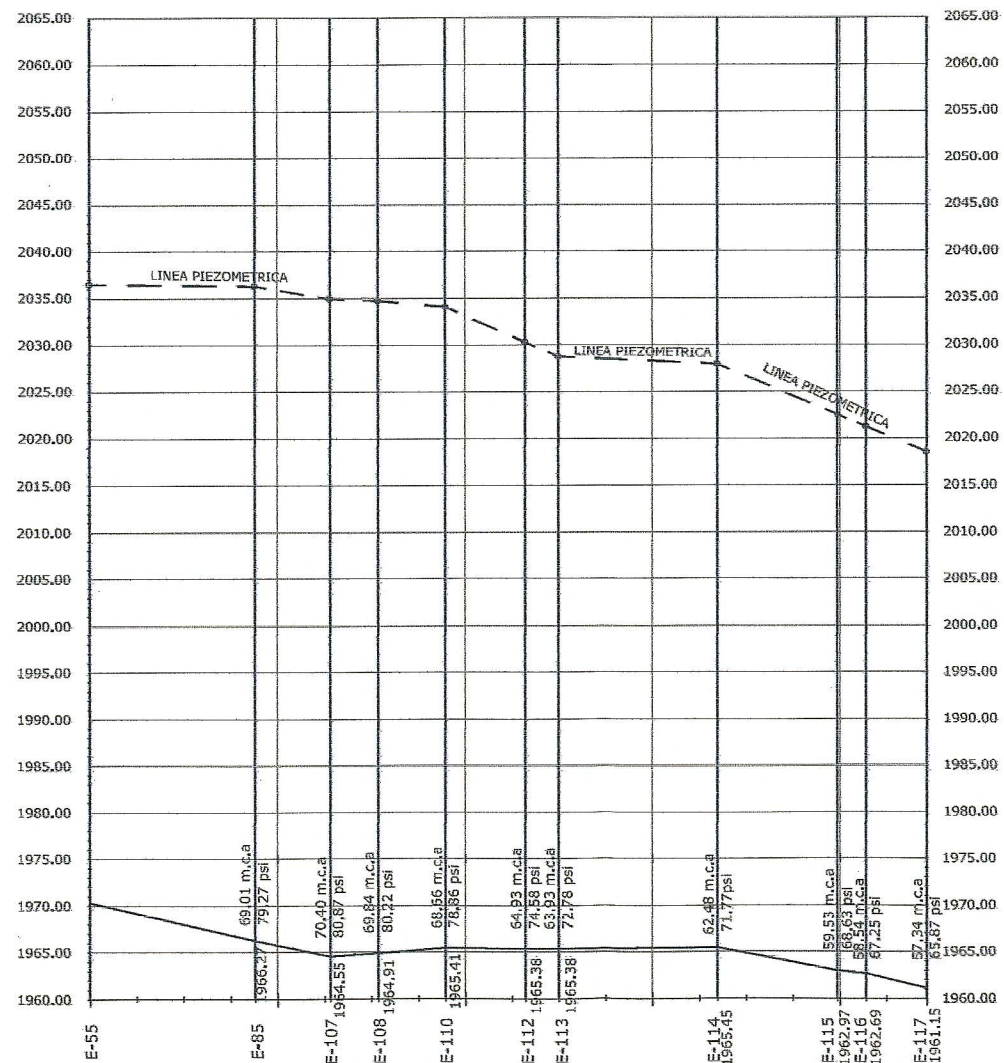
PLANTA EST 108- EST 109
ESCALA: 1/4000



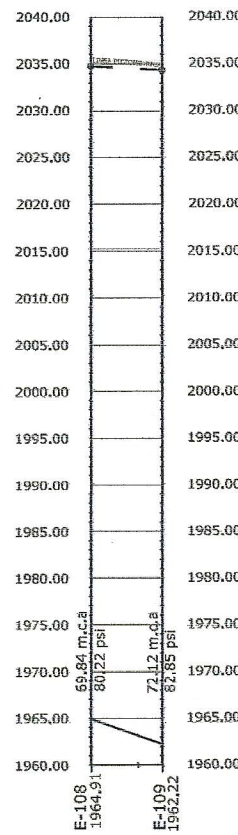
PLANTA EST 111- EST 110
ESCALA: 1/4000



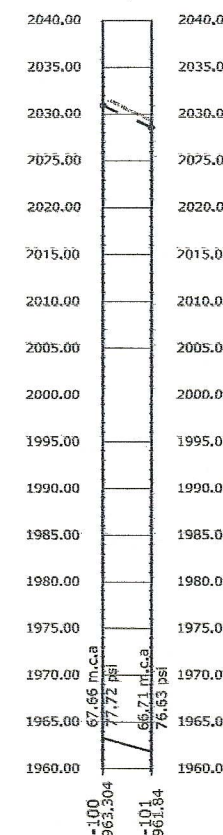
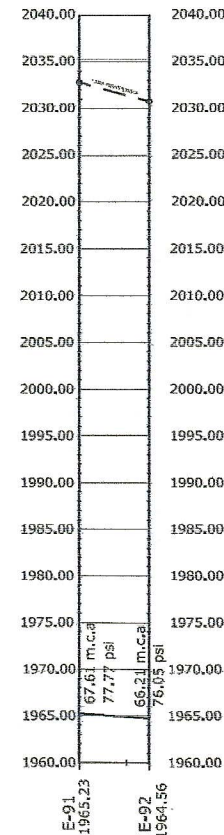
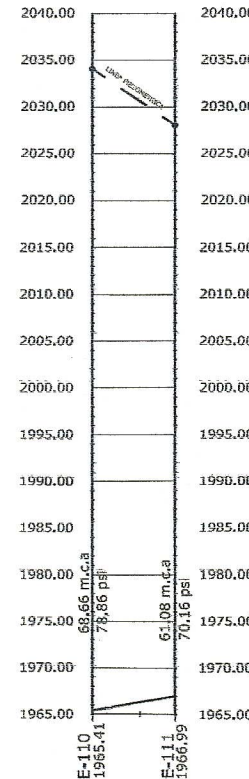
PLANTA EST 91- EST 100
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



PERFILES PIEZOMETRICA 6

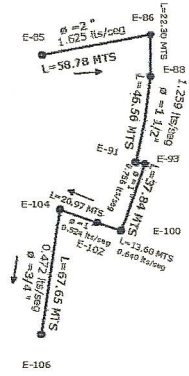
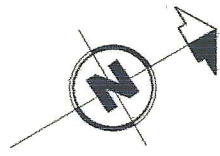
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN CUCUTA DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS

PROYECTO: **Ingeniería de San Carlos de Guatemala**
ASESORA: SUPERVISORAS Y EPS CIA
MIGUEL ALFARO SANCHEZ
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

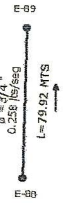
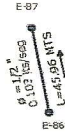
FECHA: **15 FEBRERO**

PLANO DE: PLANTA - PERFILES

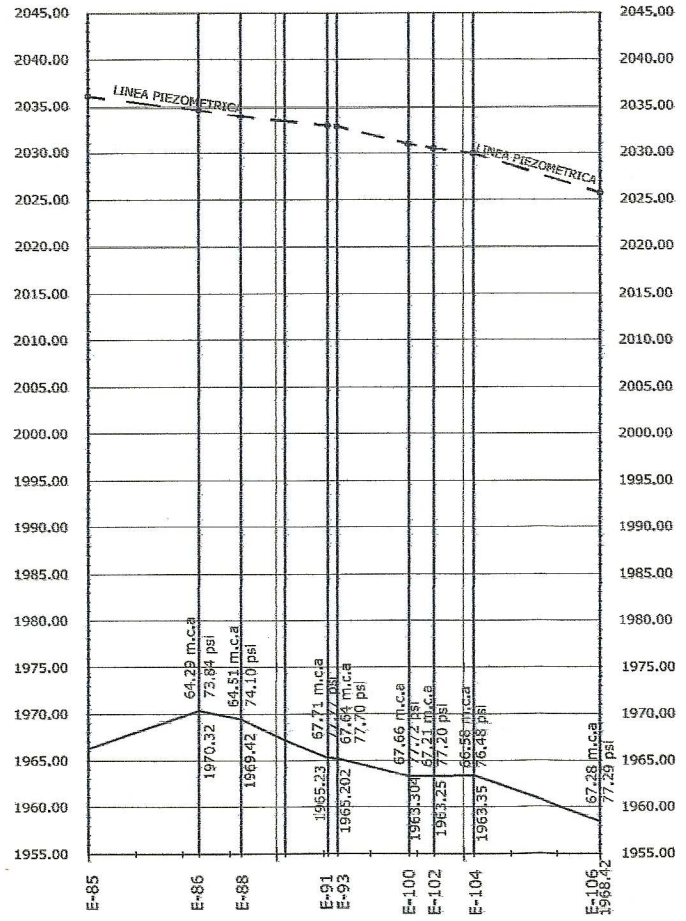
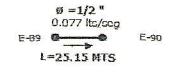
HORA No.: **11**
15



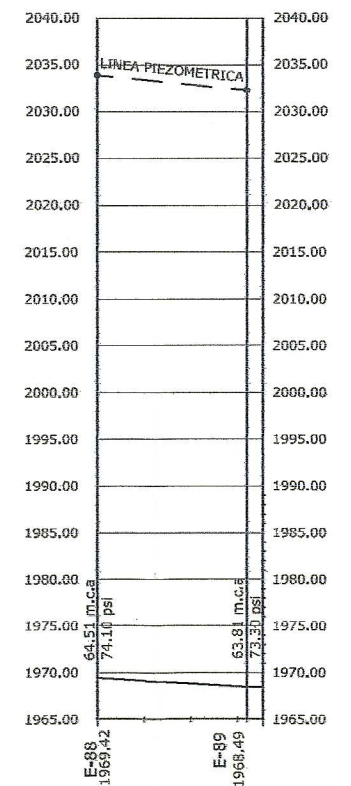
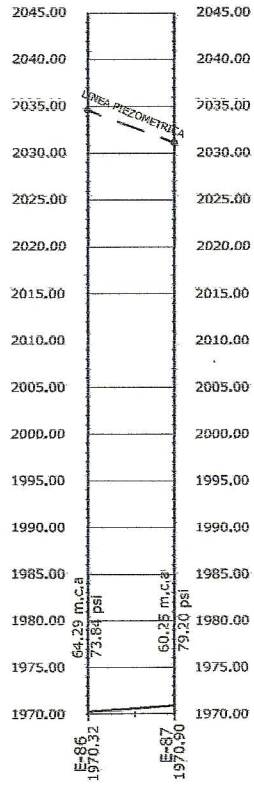
PLANTA EST 85- EST 106
ESCALA: 1/4000



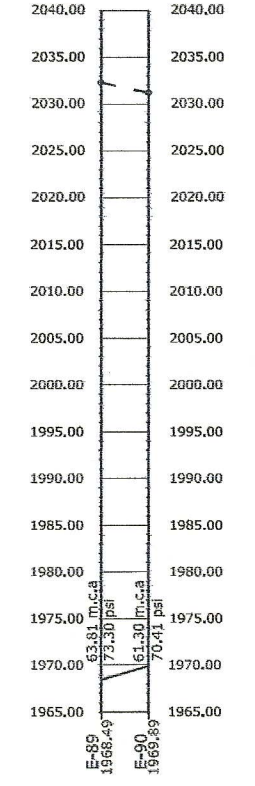
PLANTA
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



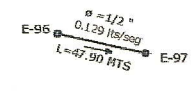
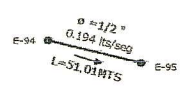
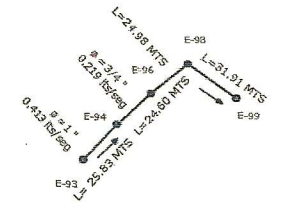
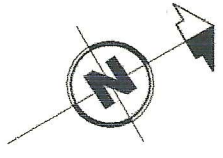
PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000



PERFILES PIEZOMETRICA 7

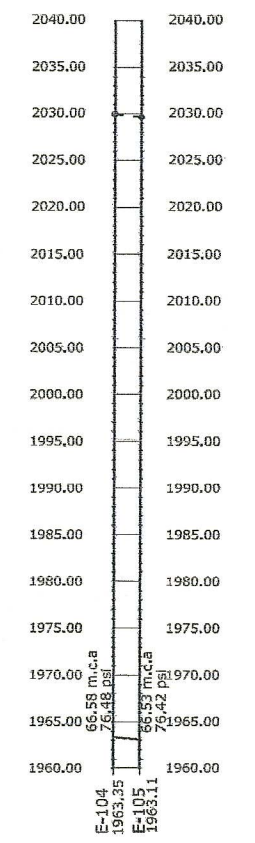
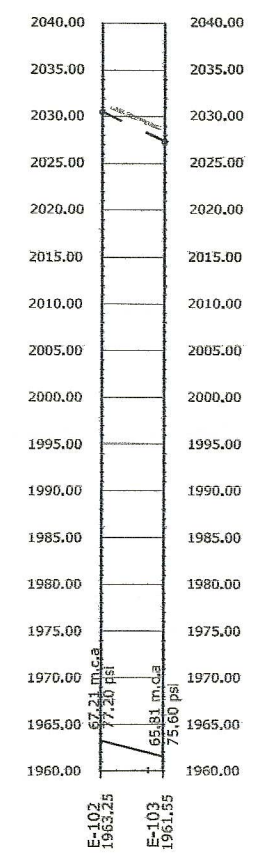
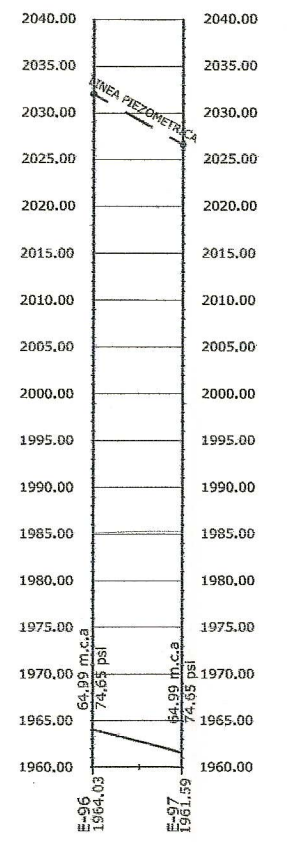
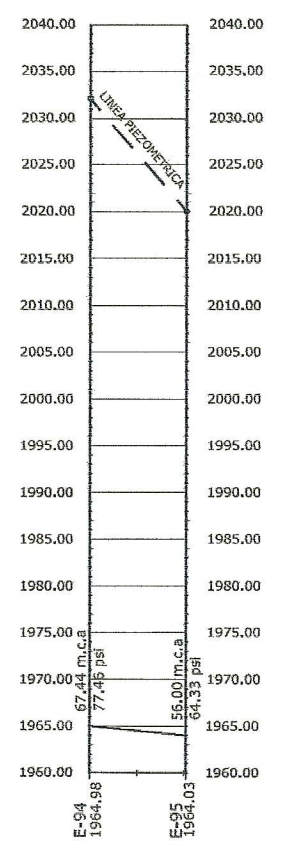
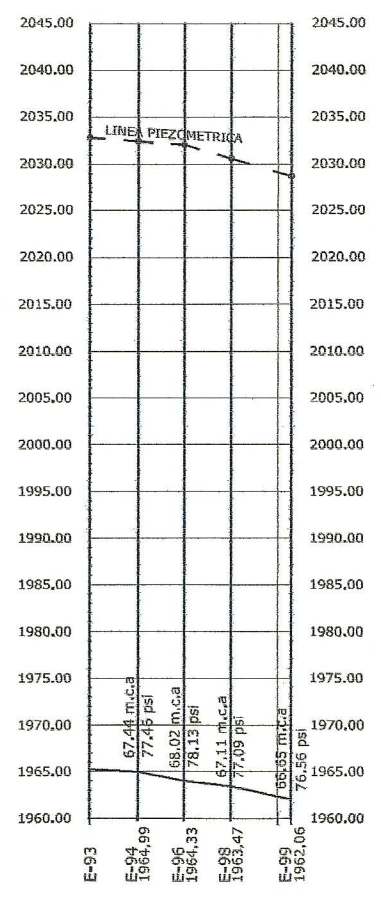
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE SISTEMAS DE BANDA ANCHA Y ALTA
PROYECTO: ASesoría para el estudio de la red de abastecimiento de agua potable en la zona de producción de azúcar en la zona de Sacatepéquez, Guatemala y El Estero.

Autores: Edwin Domínguez, Edwin Domínguez Martínez
Fecha: FEBRERO 12/15



PLANTA EST 85- EST 106
ESCALA: 1/4000

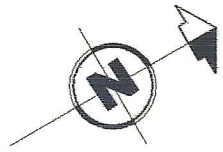
PLANTA EST 95- EST 106
ESCALA: 1/4000



PERFIL LINEA PIEZOMETRICA
ESCALA: 1/4000

PERFILES PIEZOMETRICA 8

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 MUNICIPIO ALTIPLANO DE SAN CARLOS DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS
 Inga Mayra Rebeca García Soría de Sierra
 DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS
 ASESORA SUPERVISORA DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 HOJA No.: 13 / 15
 PLANO DE: PLANTA
 FERRERO



TODA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTOS PLANOS ESPECIFICA PARA ESTE PROYECTO

DIMENSIONES

- SISTEMA METRICO O INDICADO
- PVC
- LOS TUBOS DEBERAN SER DE PVC SDR MAX 26 DE CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM-D 2241
- LA TUBERIA A UTILIZAR ES PVC, DEBE DE SER DE JUNTA CEMENTADA TIPO 1 GRADO 1

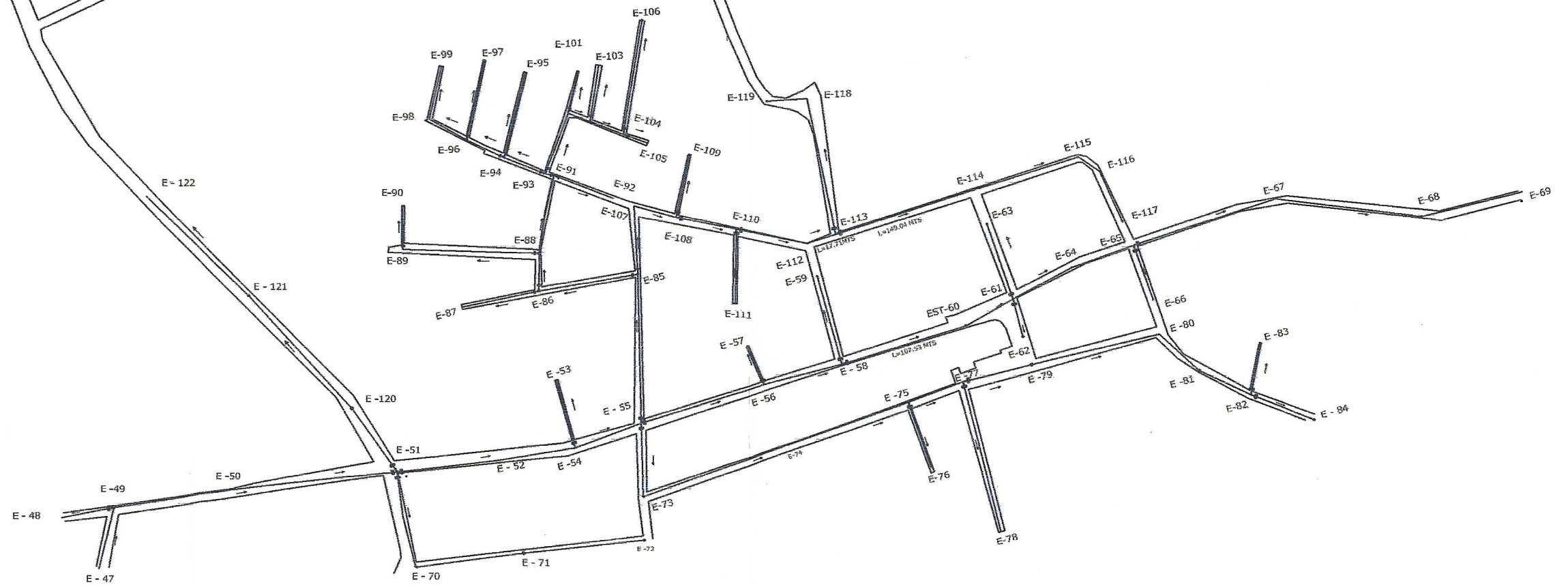
CADA TUBO DEBE TENER UNA LONGITUD DE 6 METROS, CON UNA DIFERENCIA DE +/- 0.25 METROS, DE ACUERDO A LA NORMA COGUANOR NGO -19002H1

-LOS ACCESORIOS DE PVC DEBEN SER COMPATIBLES CON EL TIPO Y CLASE DE TUBERIA PVC A SER PROPORCIONADA, DEBEN CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA NORMA ASTM-D -2466 (SCH 40) ASTM 2487 (SCH 80), SEGUN LA PRESION REQUERIDA CON LA NORMA ASTM 2666 CEDULA 40 PARA ACCESORIOS DE JUNTA TIPO 1, GRADO 1, PVC 1120, ASTM D 2564 CON CAMPANA

- EL CEMENTO SOLVENTE PARA PEGAR LA TUBERIA PVC DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASTM D 2564

CAJA DE VALVULAS
- TODAS LAS CAJAS DE VALVULAS DEBEN QUEDAR A NIVEL DE SUELO CON UNA BIEN COMPACTADA Y LAS TAPADERAS DEBIDAMENTE COLOCADAS

NOMECLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
—	TUBERIA PVC DIAMETRO INDICADO
→	DIRECCION DE FLUJO
⊥	TE DE PVC
⌒	CODO PVC 90° VARIABLE
⊕	CRUZ PVC VARIABLE
⊗	VALVULA DE COMPUERTA VARIABLE
▷	REDUCIDOR PVC VARIABLE
∅	DIAMETRO EN EL TRAMO
L	LONGITUD DEL TRAMO



ACCESORIOS

ESC 1/300

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE SANTA ANA ZONAS ALTAS

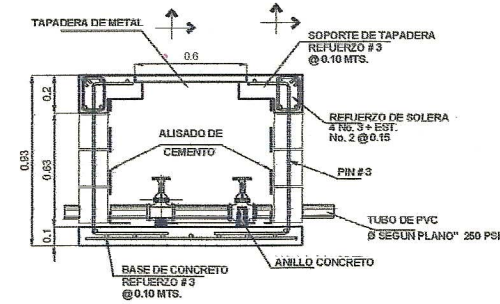
PROYECTO: DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO PARA LA ZONA DE SANTA ANA ZONAS ALTAS
ASESORIA: ASISTENTE: ASISTENTE

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

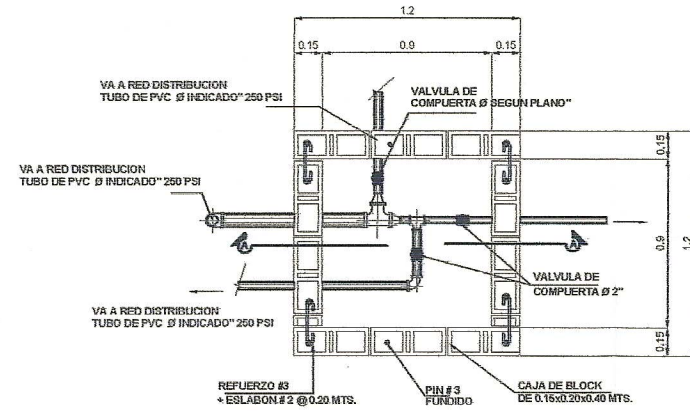
PLANO DE: ACCESORIOS

Revista: Revista de Ingeniería y EPS

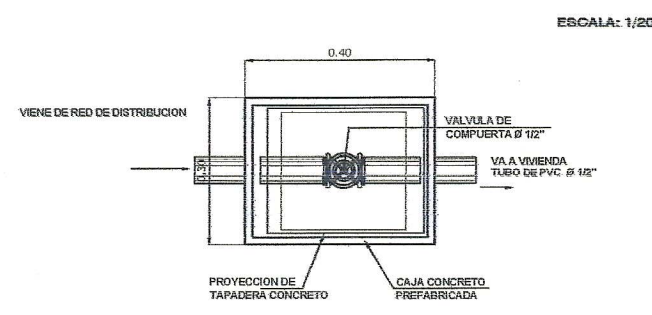
Hoja No.: 14 / 15



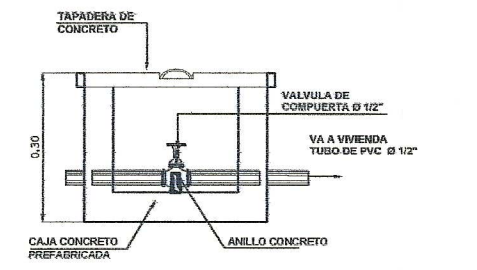
SECCION DE CAJA DE VALVULAS



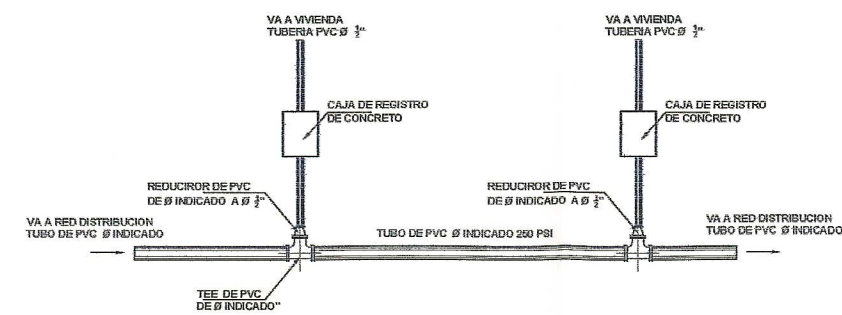
DETALLE DE CAJA DE VALVULAS
ESCALA: 1/20



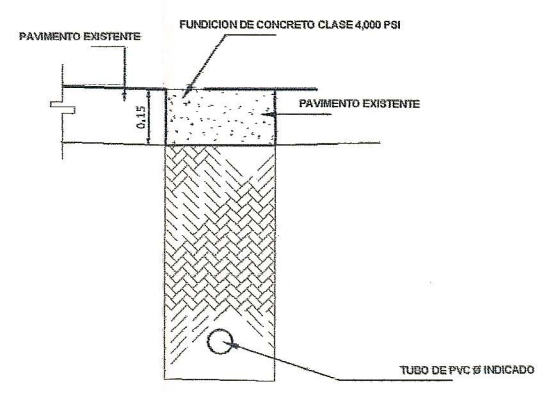
PLANTA CAJA DE REGISTRO
ESCALA: 1/20



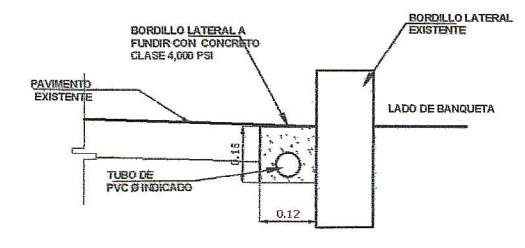
SECCION DE CAJA DE REGISTRO
ESCALA: 1/20



DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIARES
ESCALA: 1/20



DETALLE + CORTE DE FUNDICION
ESCALA: 1/20



DETALLE + CORTE DE FUNDICION EN BANQUETA
ESCALA: 1/20

PLANO DE CAJAS Y DETALLES

ESC 1/20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS
PROYECTO: DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA ZONA DE LAS ANIMAS
ASISTENTE: Ing. Oscar García Soriano
INDICADA: 15
15

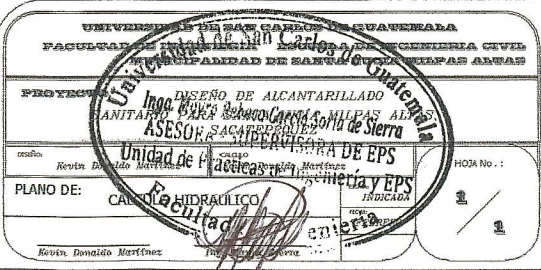
- **PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

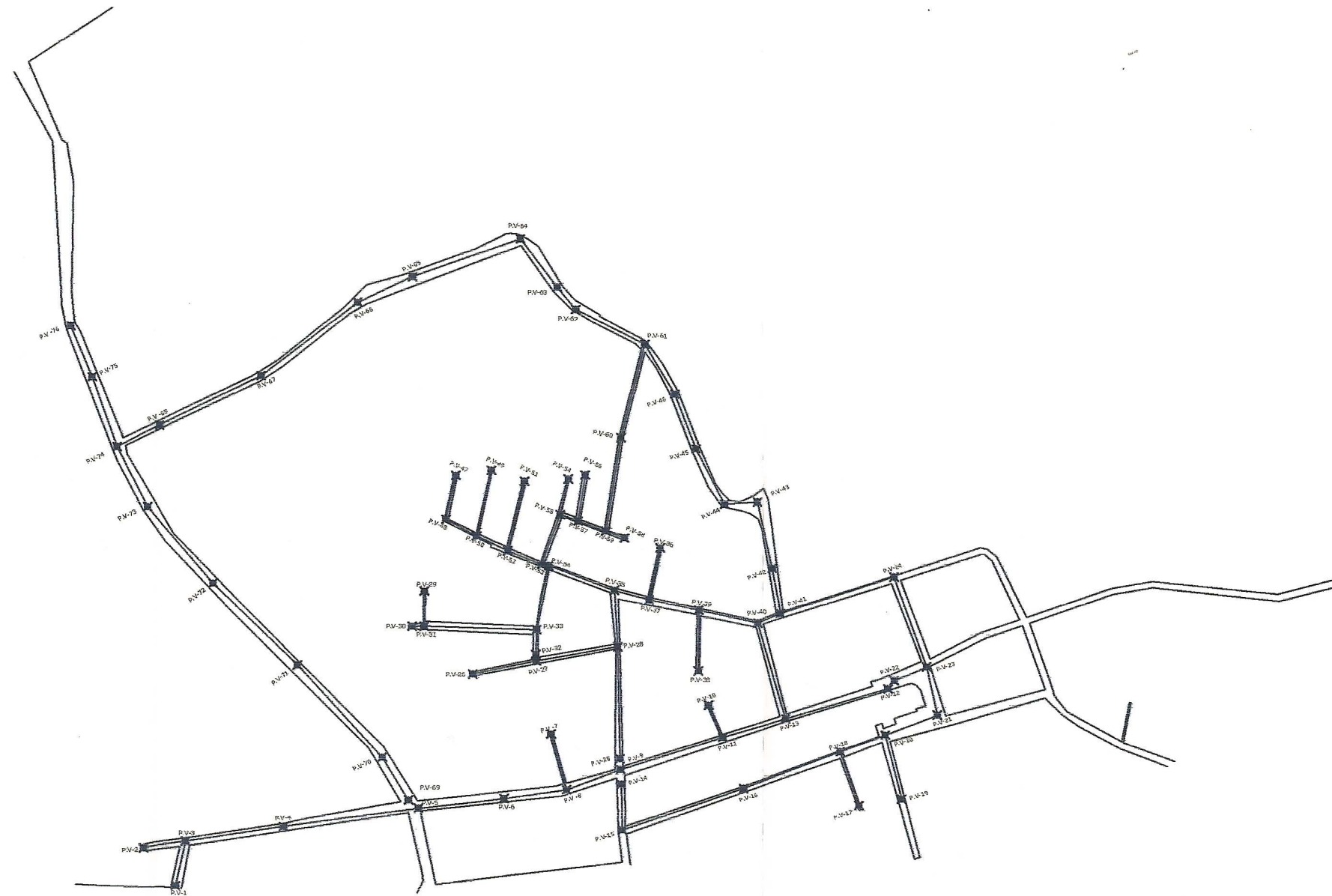
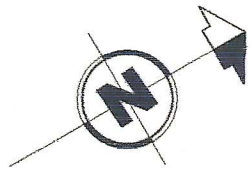
PROYECTO:	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCÍA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ		
UBICACIÓN:	0		
MUNICIPIO:	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	FECHA: FEBRERO DEL 2015	

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO				
PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
DESCRIPCION/REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES	ML	3856.50	Q 5.80	Q 22,367.70
CORTE DE PAVIMENTO (0.15*0.60*2,810.00)	ML	2810.00	Q 27.00	Q 75,870.00
DEMOLICION	ML	2810.00	Q 36.00	Q 101,160.00
EXTRACCION DE RIPIO	M3	337.20	Q 86.50	Q 29,167.80
EXCAVACION DE ZANJA	M3	5960.00	Q 60.00	Q 357,600.00
INSTALACION DE COLECTOR PRINCIPAL CON TUBERIA PVC DE 4" NORMA F-949	ML	401.80	Q 67.50	Q 27,120.50
INSTALACION DE COLECTOR PRINCIPAL CON TUBERIA PVC DE 6" NORMA F-949	ML	2195.20	Q 110.00	Q 241,472.00
INSTALACION DE COLECTOR PRINCIPAL CON TUBERIA PVC DE 8" NORMA F-949	ML	104.00	Q 163.50	Q 17,004.00
INSTALACION DE COLECTOR PRINCIPAL CON TUBERIA PVC DE 10" NORMA F-949	ML	17.80	Q 259.00	Q 4,610.20
INSTALACION DE COLECTOR PRINCIPAL CON TUBERIA PVC DE 12" NORMA F-949	ML	733.80	Q 292.00	Q 214,269.60
RELLENO DE ZANJAS	M3	5860.00	Q 15.69	Q 91,943.40
POZOS DE VISITA (h=.90 mts a h=1.50 mts)	UNIDAD	48.00	Q 5,702.00	Q 273,696.00
POZOS DE VISITA (h=1.51 mts a h=2.00 mts)	UNIDAD	5.00	Q 6,715.00	Q 33,575.00
POZOS DE VISITA (h=2.01 mts a h=2.50 mts)	UNIDAD	1.00	Q 7,715.00	Q 7,715.00
POZOS DE VISITA (h=2.51 mts a h=3.00 mts)	UNIDAD	3.00	Q 9,114.00	Q 27,342.00
POZOS DE VISITA (h=3.01 mts a h=4.00 mts)	UNIDAD	5.00	Q 11,010.00	Q 55,050.00
POZOS DE VISITA (h=4.01 mts a h= 5.00 mts)	UNIDAD	8.00	Q 15,084.00	Q 120,672.00
POZOS DE VISITA (h=5.01 mts a h= 6.00 mts)	UNIDAD	3.00	Q 18,894.00	Q 56,682.00
POZOS DE VISITA (hpro =6.01 mts)	UNIDAD	2.00	Q 22,167.00	Q 44,334.00
INSTALACION DOMICILIARES	UNIDAD	302.00	Q 1,086.75	Q 328,198.50
REPARACION DE PAVIMENTO (0.15*0.60*2,810)	ML	2810.00	Q 553.00	Q 1,553,930.00
LIMPIEZA FINAL	ML	3856.50	Q 7.00	Q 26,995.50
COSTO TOTAL DEL PROYECTO			Q	3,710,775.20

Fuente: elaboración propia.

Table with 35 columns: DE PV, A PV, COTAS DE TERR. INICIAL, COTAS DE TERR. FINAL, DH (mbs), S% TERR, No. CASAS LOCAL, No. CASAS ACUMULADO, HAB. SERVIR ACT., HAB. SERVIR FUT., F. HARM ACT., F. HARM FUT., tqm, Qd (l/seg) ACT., Qd (l/seg) FUT., DH (plg), S% tubo, SEC. LLENA VEL (m/seg) ACT., SEC. LLENA VEL (m/seg) FUT., q/Q ACT., q/Q FUT., v/v ACT., v/v FUT., v/v VEL (mts/seg) ACT., v/v VEL (mts/seg) FUT., hmin mts, COTA INVERT INICIAL, COTA INVERT FUTURO, PROF. POZO INICIAL, PROF. POZO FUTURO, TABLA ancho Z, ANCHO ZANJA (M), EXC.Z (M3), EXC.Z (M3), d/d INICIAL, d/d FUTURO, AREA (M2) INICIAL, AREA (M2) FUTURO, s/A INICIAL, s/A FUTURO, AREA (Pig) INICIAL, AREA (Pig) FUTURO.

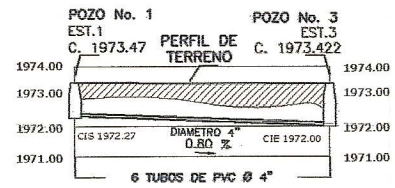
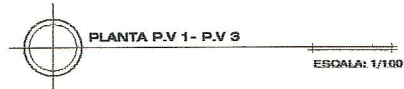
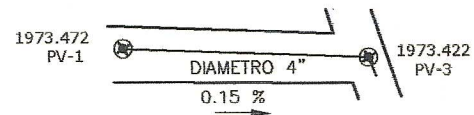
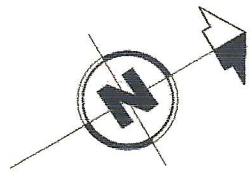




PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION DE POZOS DE VISITA
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCIA MILPAS ALTAS

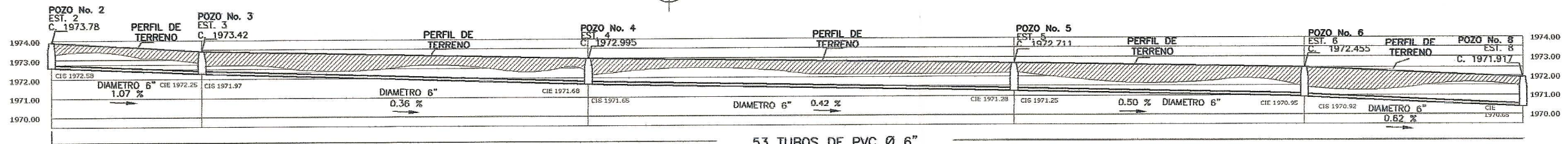
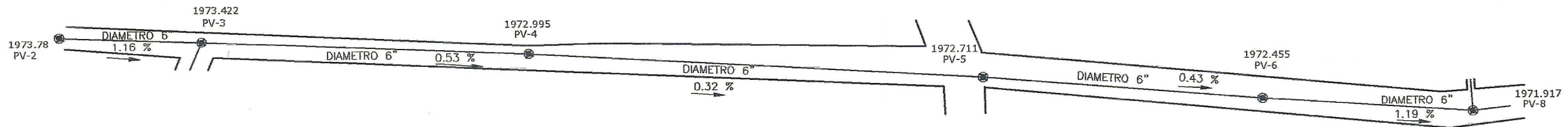
ESC 1/400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS	
PROYECTO: Ingeniería de alcantarillado sanitario para Babaco, Cerro de Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas, Unidad de Planificación y Eps	
PLANO DE: PLANTA GENERAL DE POZOS	
Autor: <i>[Signature]</i>	
Fecha: <i>[Date]</i>	
Escala: <i>[Scale]</i>	
Hoja No.: 14	



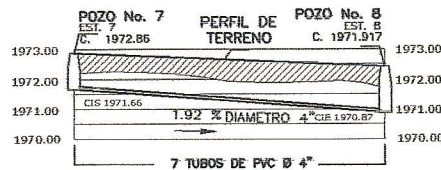
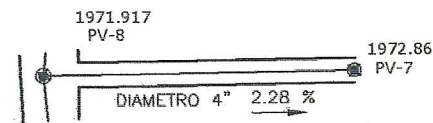
PERFIL EST 1 - EST 3

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 2 - EST 8

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 7 - EST 8

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE SANITARIA Y EFAPS ALTAS

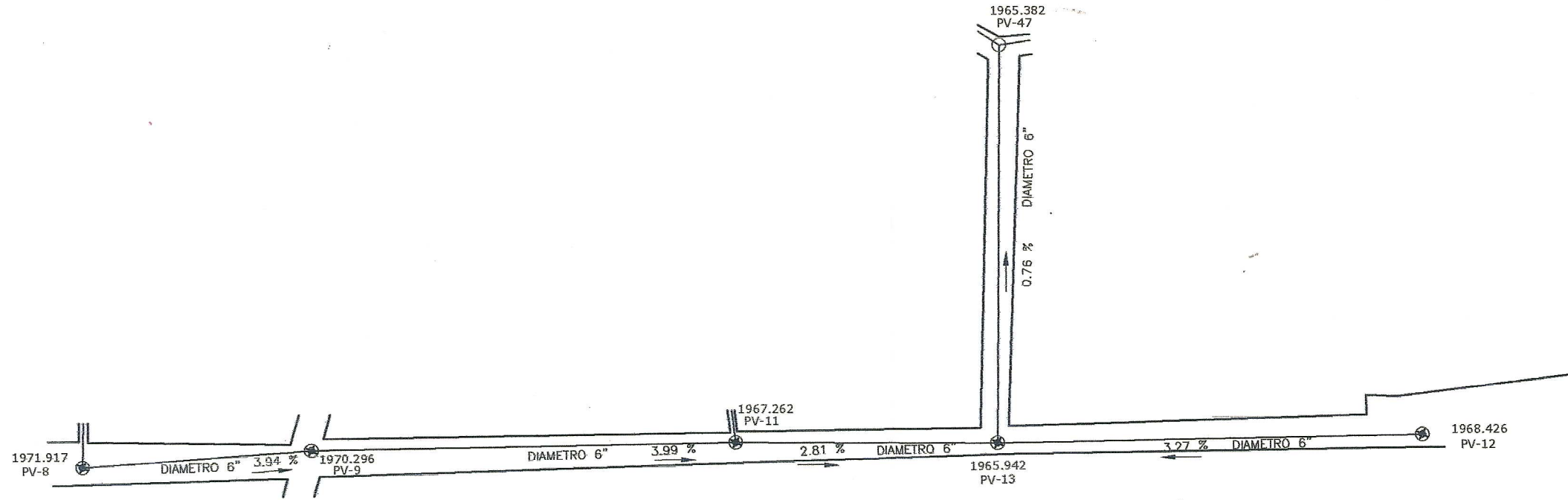
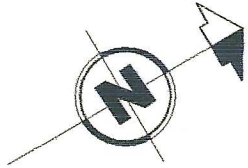
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CANTON DE SIERRA ASESORIA SANITARIA Y EFAPS ALTAS

UNIDAD DE PROYECTO: Unidad de Proyecto de Ingeniería y EFAPS

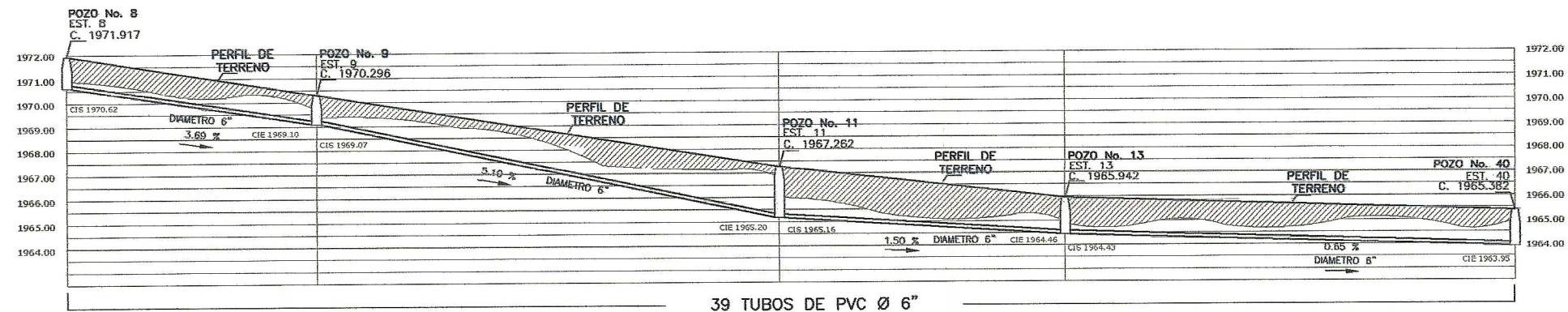
PLANO DE: PLANTA - PERFIL

HOJA No.: 2 / 14

Ing. Donaldo Martínez



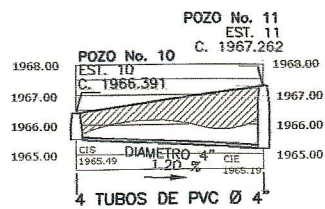
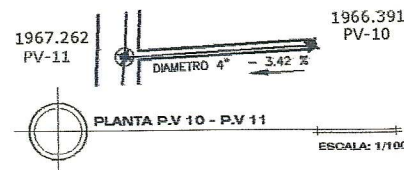
PLANTA P.V 8 - P.V 47
ESCALA: 1/100



39 TUBOS DE PVC Ø 6"

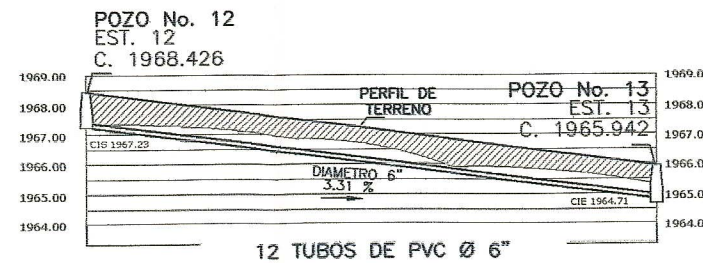
PERFIL EST 8 - EST 47

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 10 - EST 11

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



12 TUBOS DE PVC Ø 6"

PERFIL EST 12 - EST 13

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

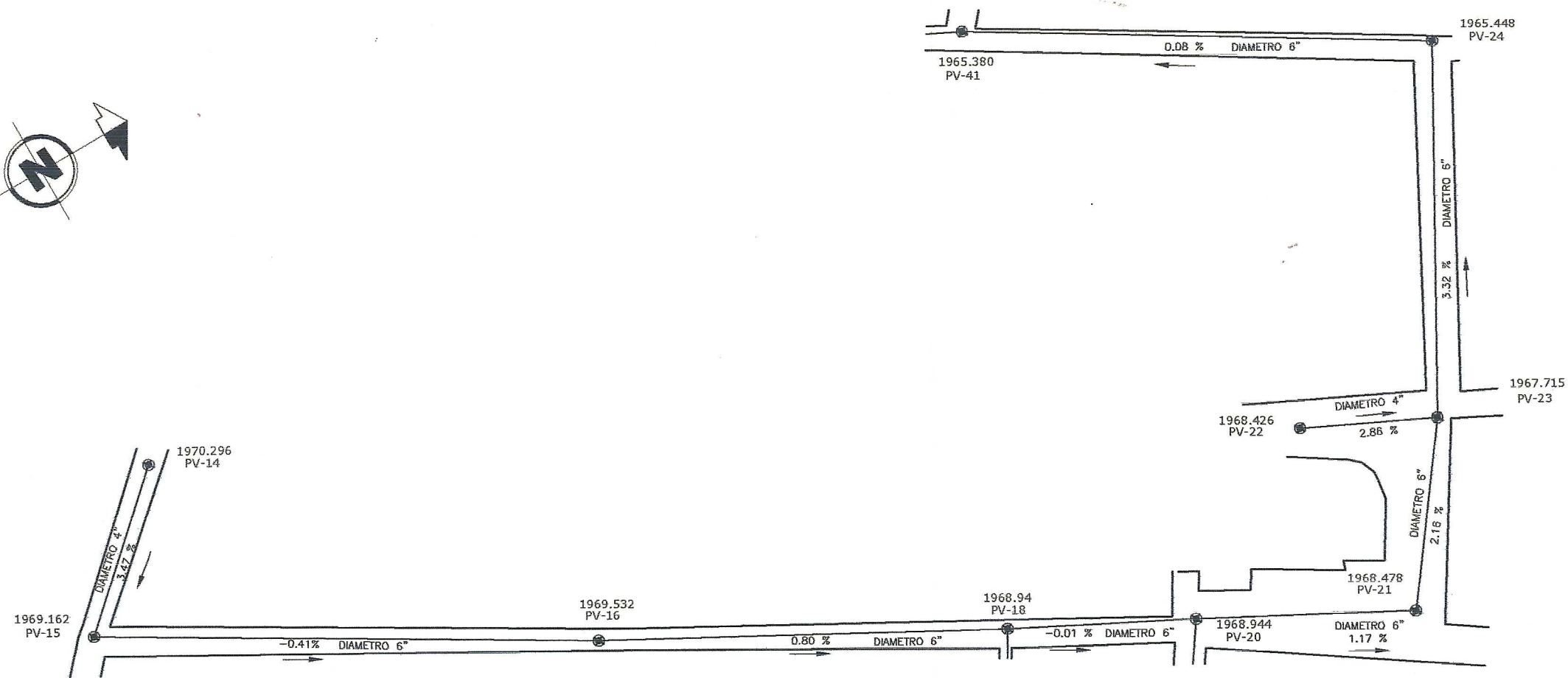
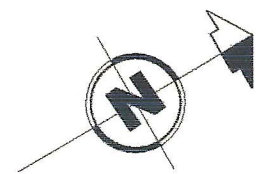
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA LA ZONA RURAL DE SIERRA
ASESORIA SACASAPENSA

UNIDAD DE PROYECTO: Unidad de Ingeniería y Eps

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL

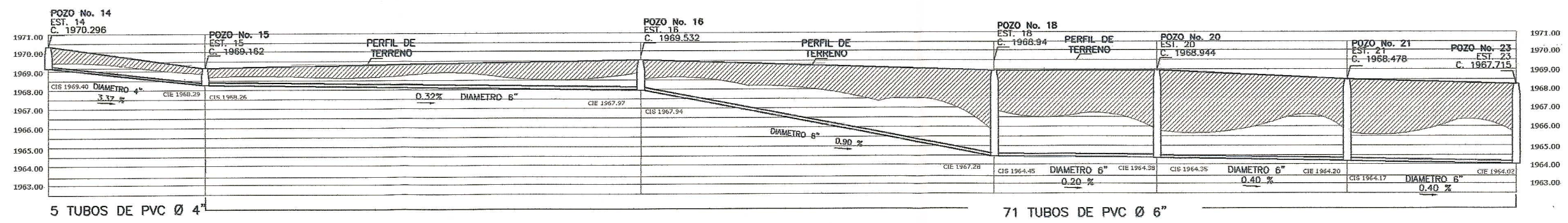
HORA No.: 3 / 14

Ing. Kevin Daniel Martínez

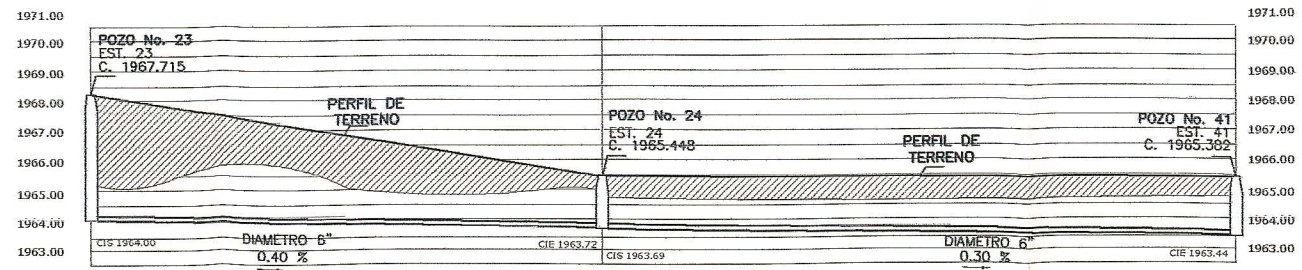


PLANTA P.V 14- P.V 41
ESCALA: 1/100

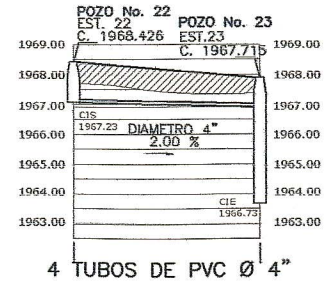
RAMAL NO. 2



PERFIL EST 14 - EST 23
ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 23 - EST 41
ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



4 TUBOS DE PVC Ø 4"

PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DEL SAHARA OCCIDENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUCION DE SALUBRIDAD Y SEGURIDAD DE AGUAS

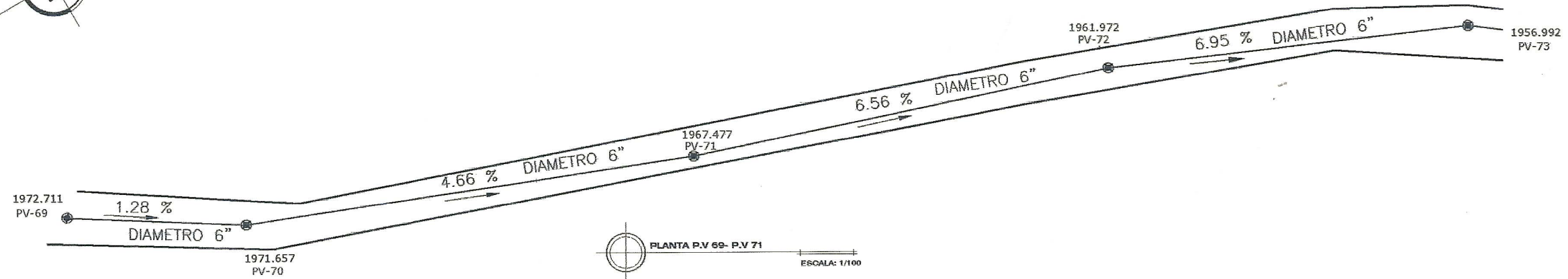
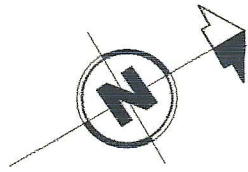
PROYECTO: **Instalación de Alcantarillado Sanitario para la Zona de Sierra**
ASISTENTE: **Ing. Carlos de la Cruz**
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

PLANO DE: **PERFIL EST 14 - EST 23**

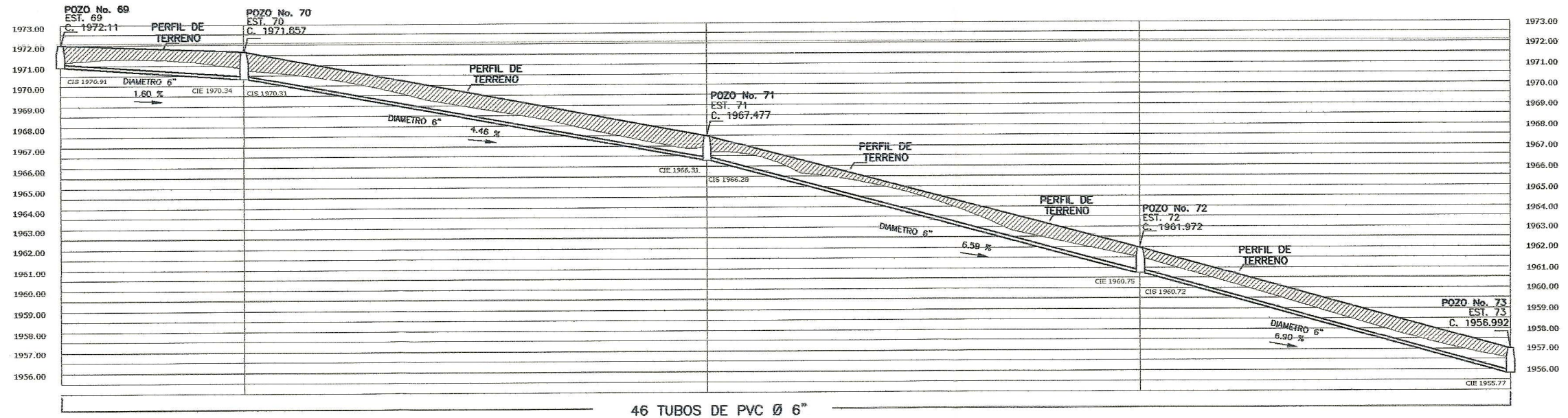
FECHA: **14/05/2014**

HOJA NO.: **14**

Ing. Carlos de la Cruz



LA JOYA



PERFIL EST 69 - EST 71

ESC HORZ 1/100
 VERT 1/400

PLANTA - PERFIL

Universidad de San Carlos de Guatemala
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 XSE - SUPERVISORA DE EPS
 DISEÑO DE ALCANTARILLADO
 ANTIARJIO PARA SANTA ROSA
 SACATEPEQUEZ

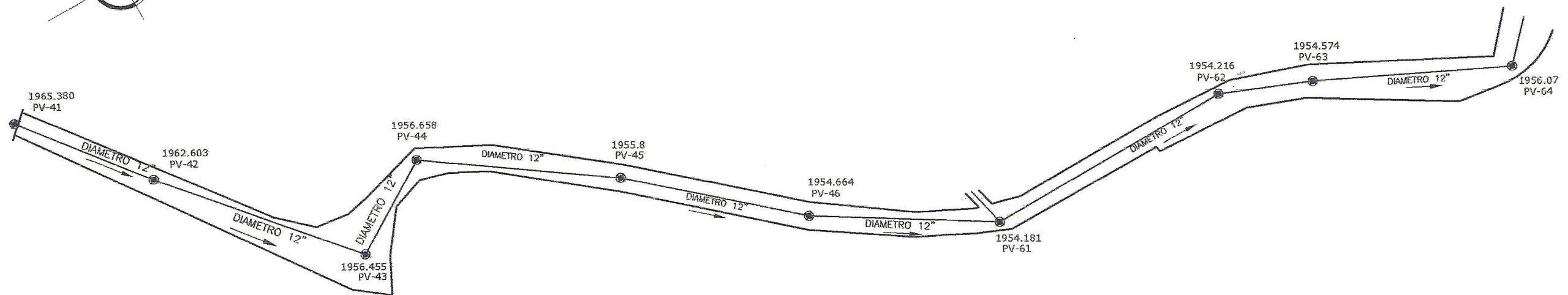
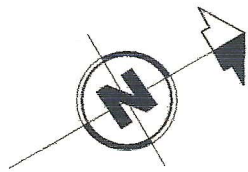
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO ANTIARJIO PARA SANTA ROSA SACATEPEQUEZ

PLANO DE: PLANTA - PERFIL

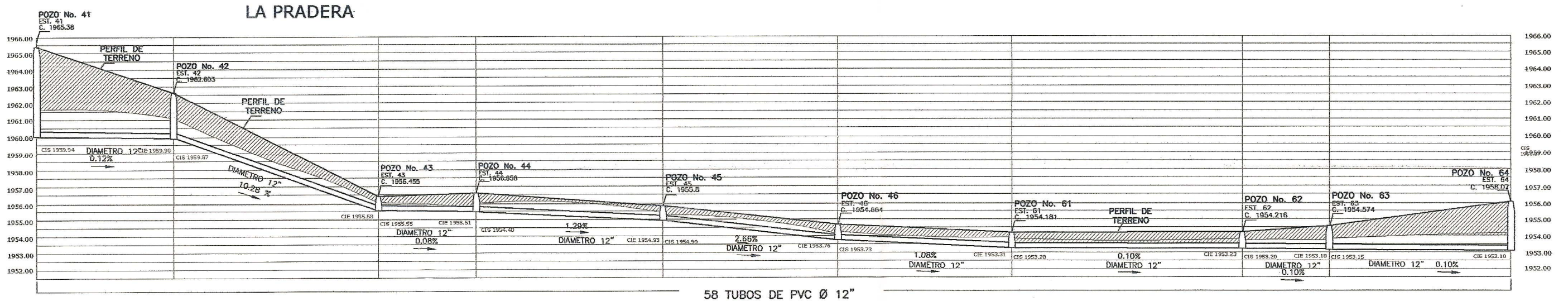
INDICADA: 5 / 14

FECHA: FEBRERO

Nombre: Donatillo Martínez



PLANTA P.V 41 - P.V 64
ESCALA: 1/100



PERFIL EST 41 - EST 64

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

PLANTA - PERFIL

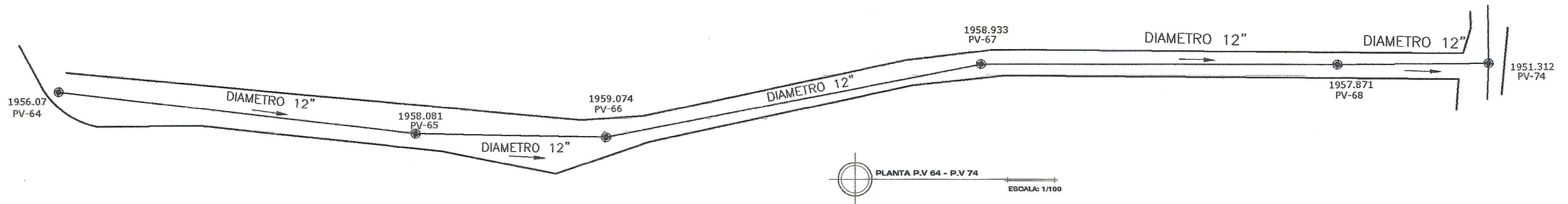
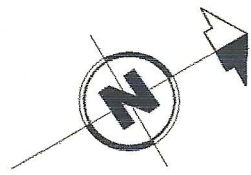
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE PRACTICAS DE SANTA ROSA ALTA

PROYECTO: **Sanitario para Santa Rosa Alta**
ASESOR: **Inga. Mayra Rebeca Garcia Sorio de Sierra**
SUPERVISOR DE EPS: **Ing. [Signature]**
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS

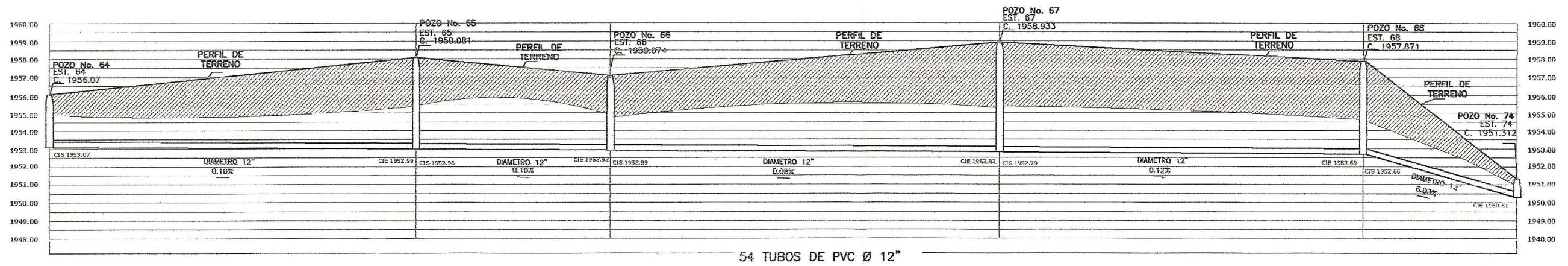
PLANO DE: **PLANTA - PERFIL**

FECHA: **11 de Febrero**

14



PLANTA P.V 64 - P.V 74
ESCALA: 1/100

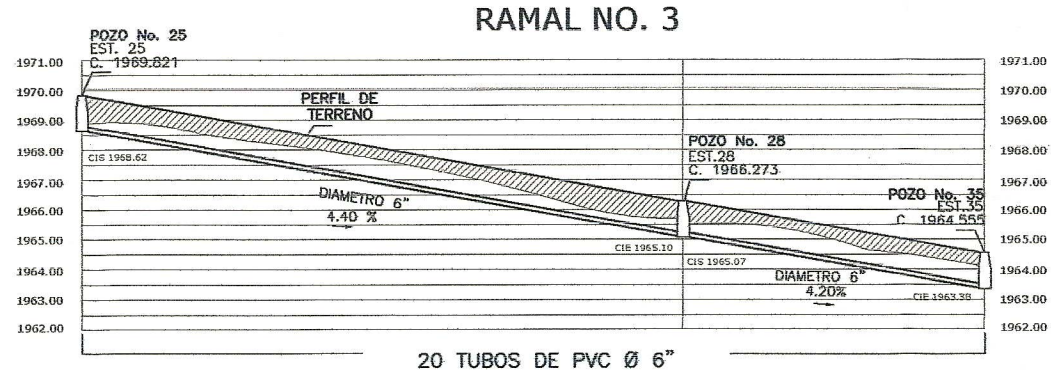
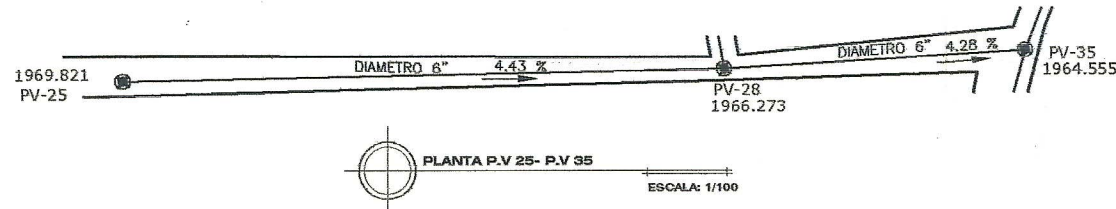
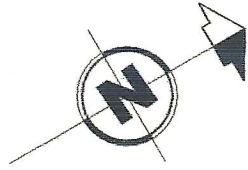


PERFIL EST 64 - EST 74

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

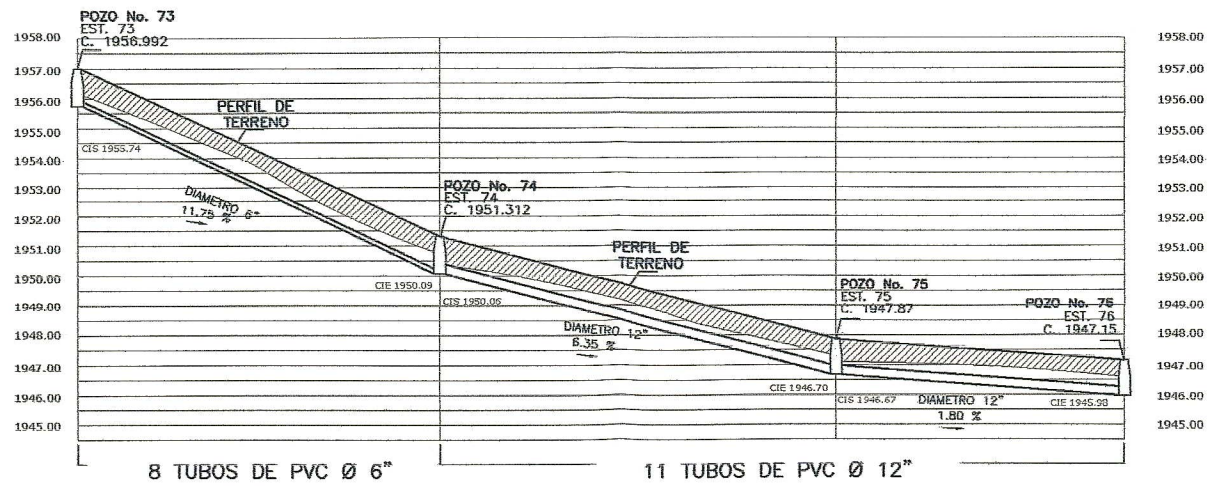
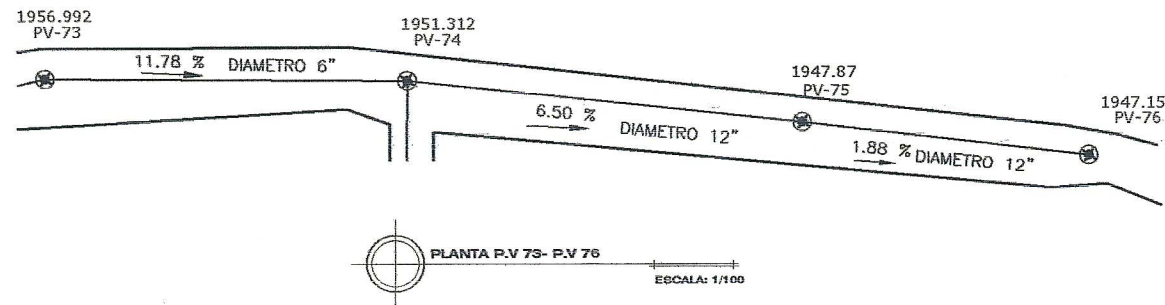
PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: **Unión de Agua Cantarillado**
SAN CARLOS, GUATEMALA
ASESORIA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PLANO DE: PLANTA - PERFIL
Karin Ewald Merino



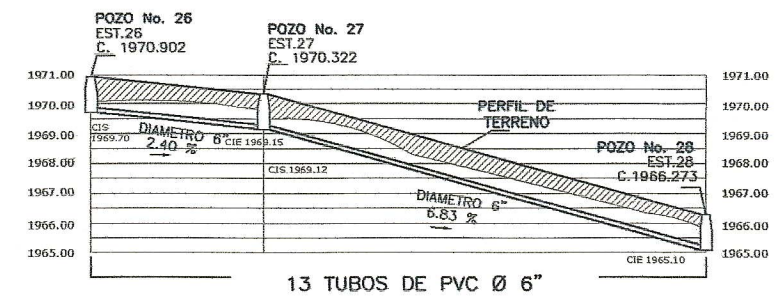
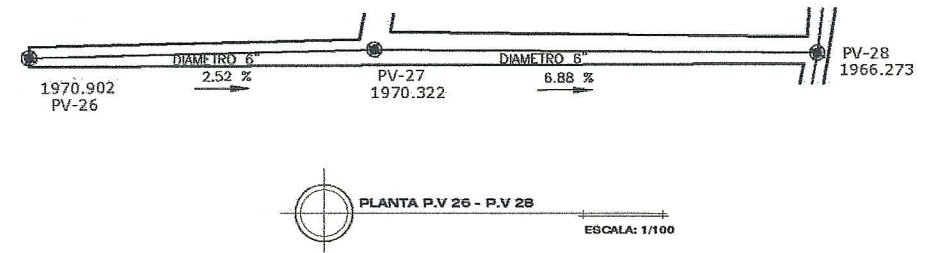
PERFIL EST 36 - EST 37

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 73 - EST 76

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

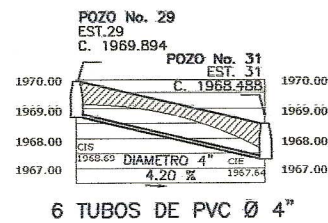
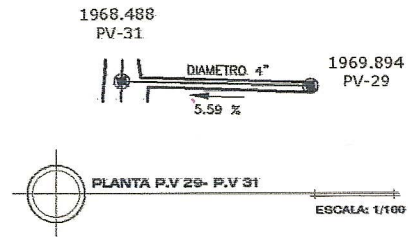
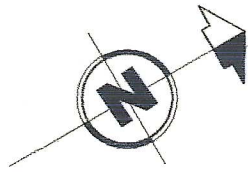


PERFIL EST 26 - EST 28

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

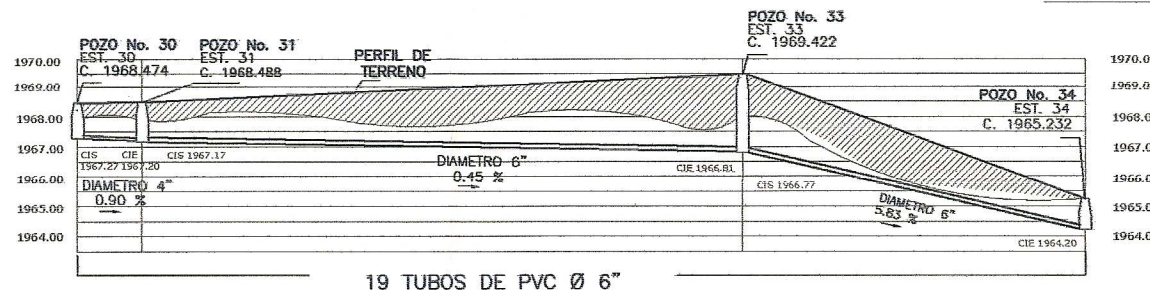
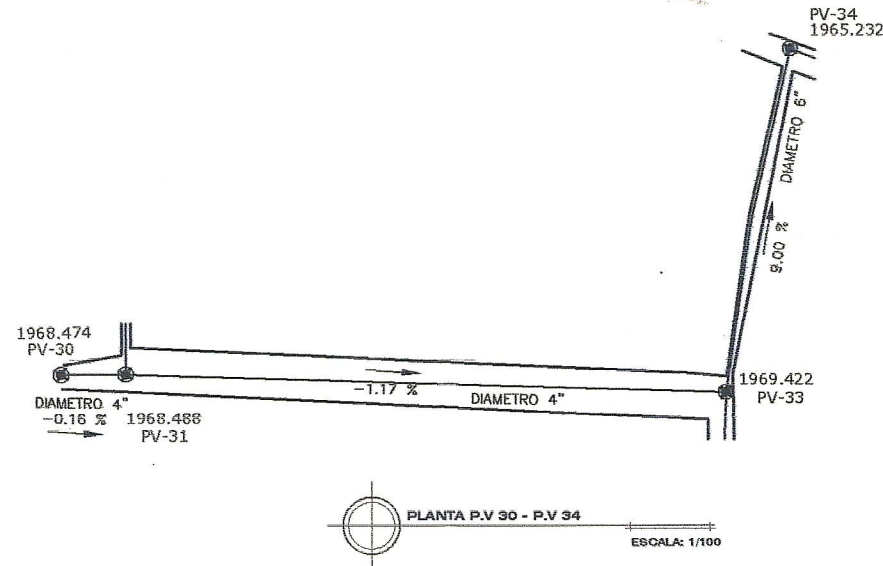
PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE AGUAS
PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SANITARIO PARA SANTA ANA SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Operación de Ingeniería y EPS
CATEDRATICO: Kevin Donaldo Martínez
ALUMNO: Kevin Donaldo Martínez
PLANO DE: PLANTA - PERFIL
FECHA: 14



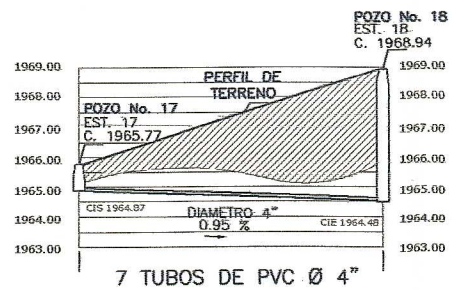
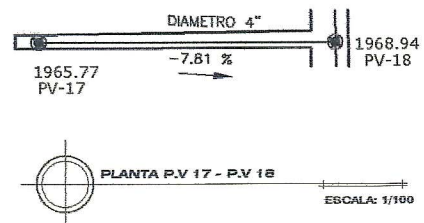
PERFIL EST 29 - EST 31

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



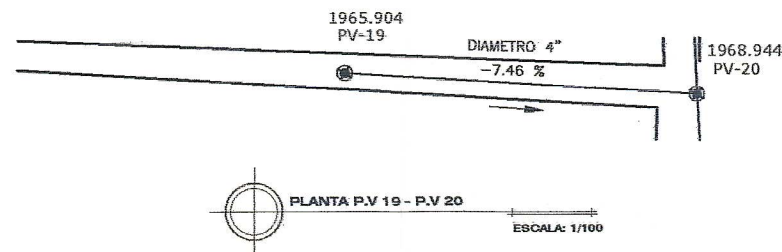
PERFIL EST 30 - EST 34

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



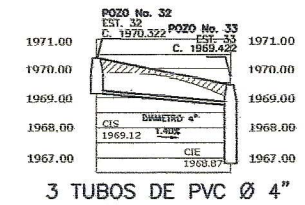
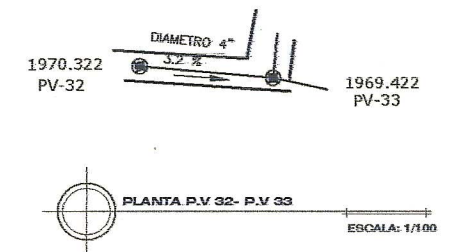
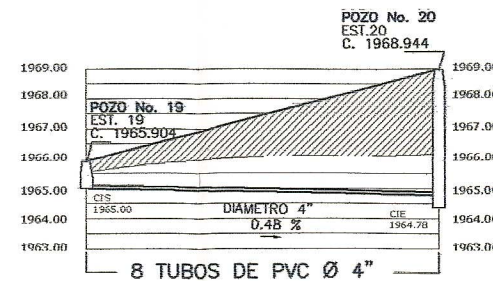
PERFIL EST 17 - EST 18

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 19 - EST 20

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

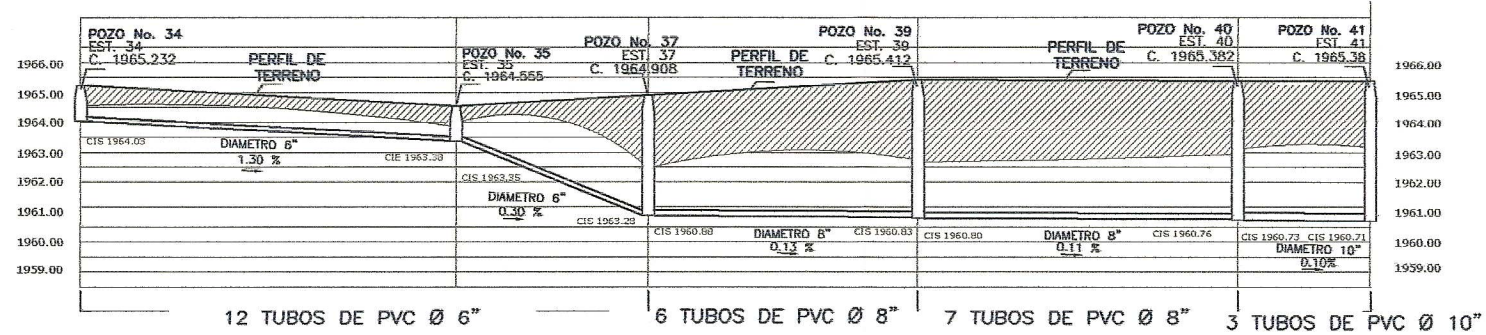
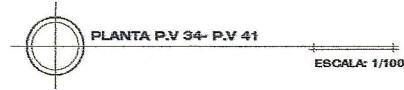
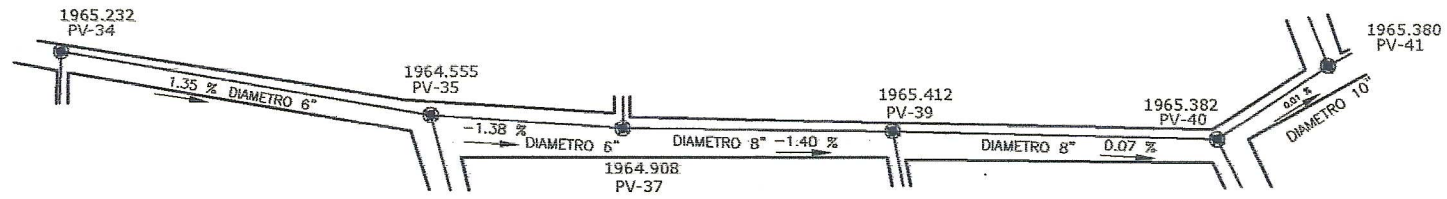
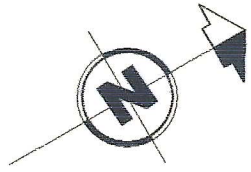


PERFIL EST 32 - EST 33

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

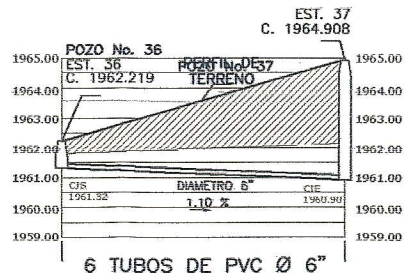
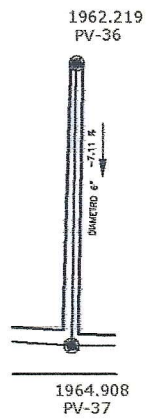
PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE SANTA LUCIA HELMUT
PROFESOR: Inga. Mayra Nebeca Carola Sierra de Sierra
SANTO DOMINGO DE LOS BAÑOS SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
PLANO DE: PLANTA - PERFIL
14



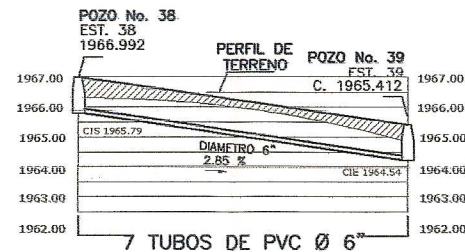
PERFIL EST 34 - EST 41

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



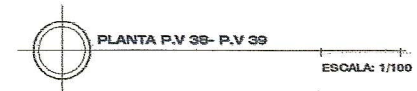
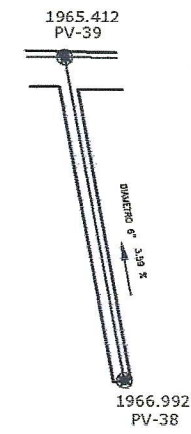
PERFIL EST 36 - EST 37

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



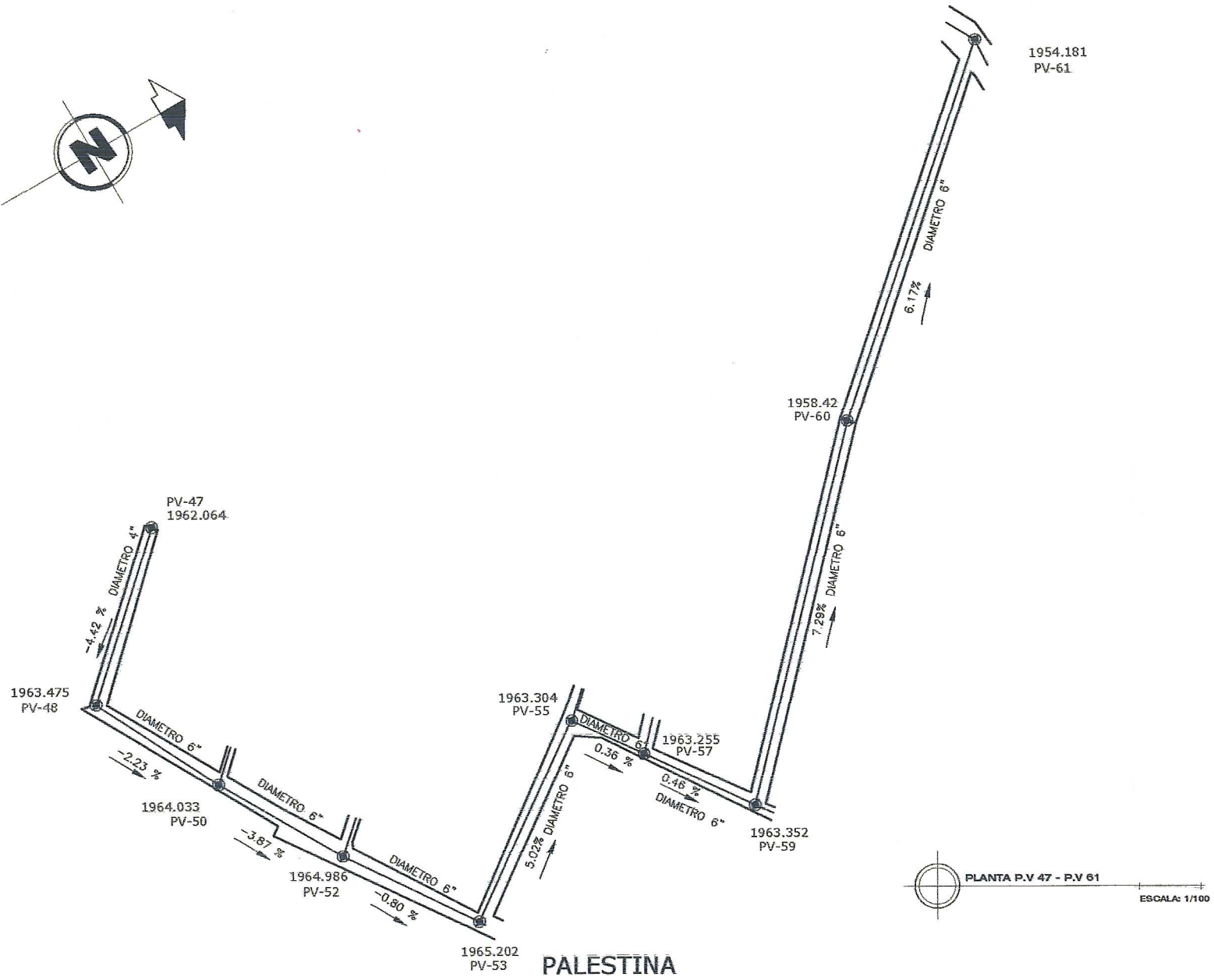
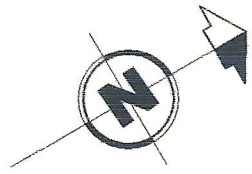
PERFIL EST 38 - EST 39

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

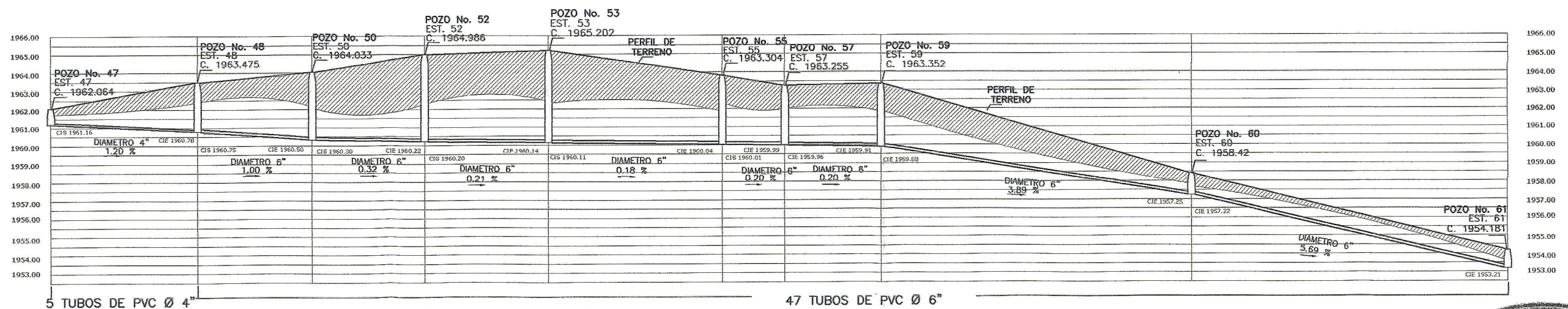


PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
ING. MARY REBECA GARCIA SOTO DE SIERRA
PROYECTO: ASESORIA SUPERVISORA DE EPS
SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
PLANO DE: PLANTA - PERFIL
14



PLANTA P.V 47 - P.V 61
ESCALA: 1/100



5 TUBOS DE PVC Ø 4"

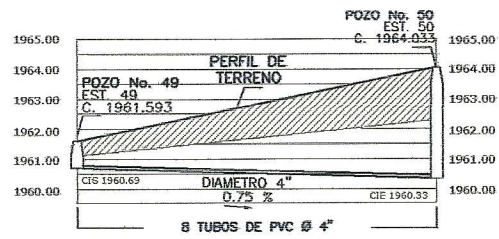
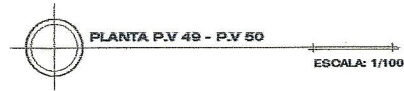
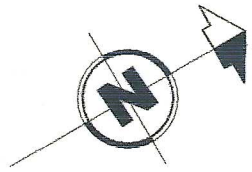
47 TUBOS DE PVC Ø 6"

PERFIL EST 47 - EST 61

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

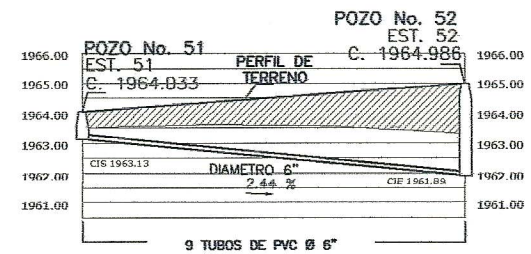
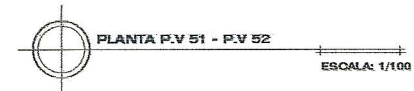
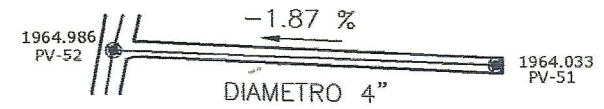
PLANTA - PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN
INGENIERIA DE SANITARIA Y AMBIENTAL
PROYECTO: DISEÑO Y SUPERVISIÓN DE EPS
SANITARIA PARA SANTA LUCIA MILPAS ALTAS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
PLANO DE: PLANTA-PERFIL
FECHADO: FEBRERO 11 14



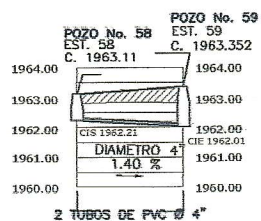
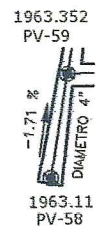
PERFIL EST 49 - EST 50

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



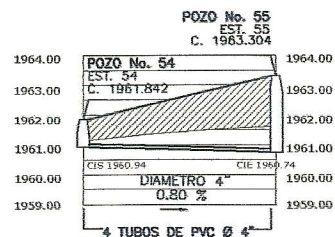
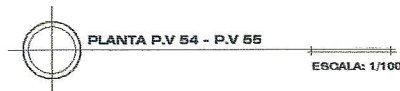
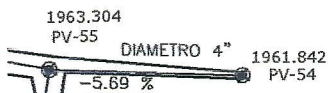
PERFIL EST 51- EST 52

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



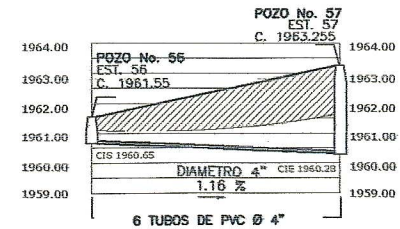
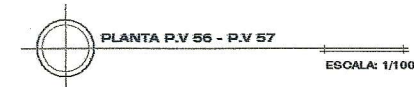
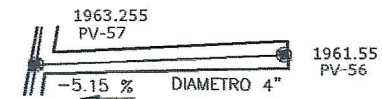
PERFIL EST 58 - EST 59

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400



PERFIL EST 54 - EST 55

ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

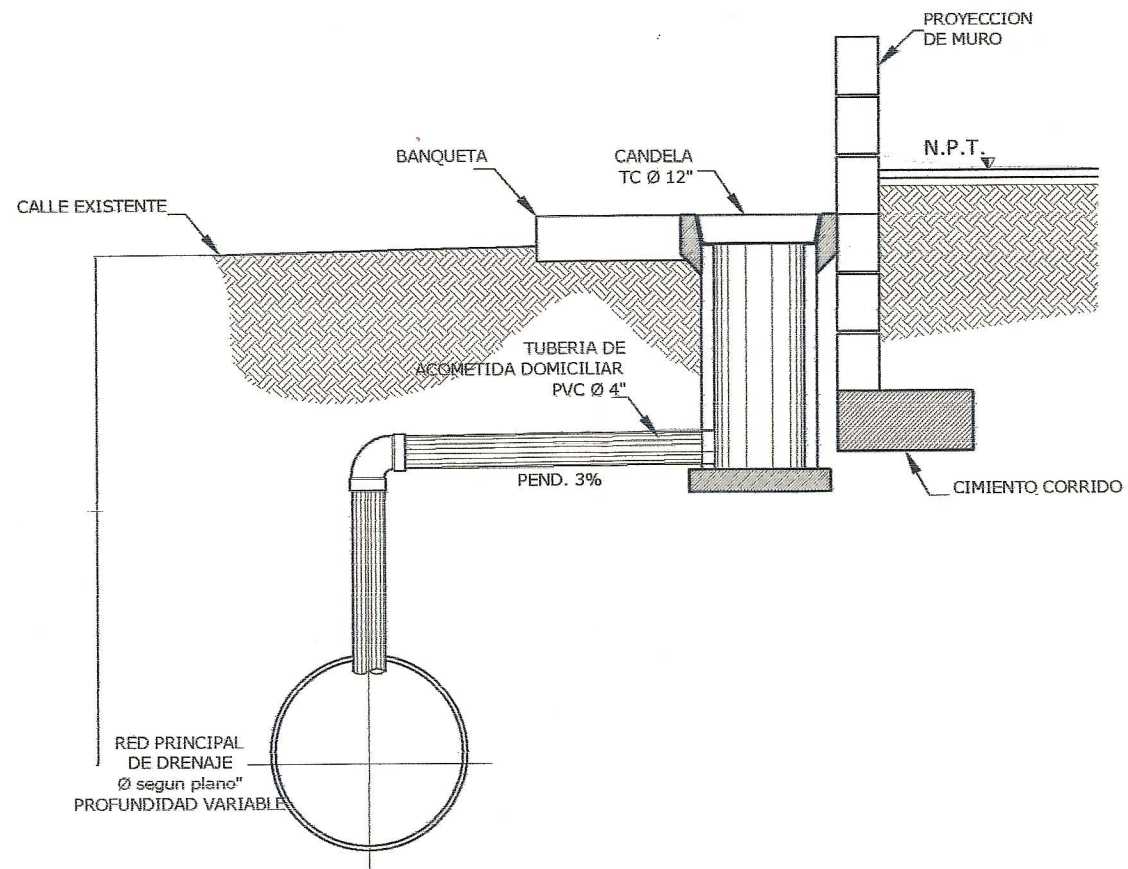


PERFIL EST 56 - EST 57

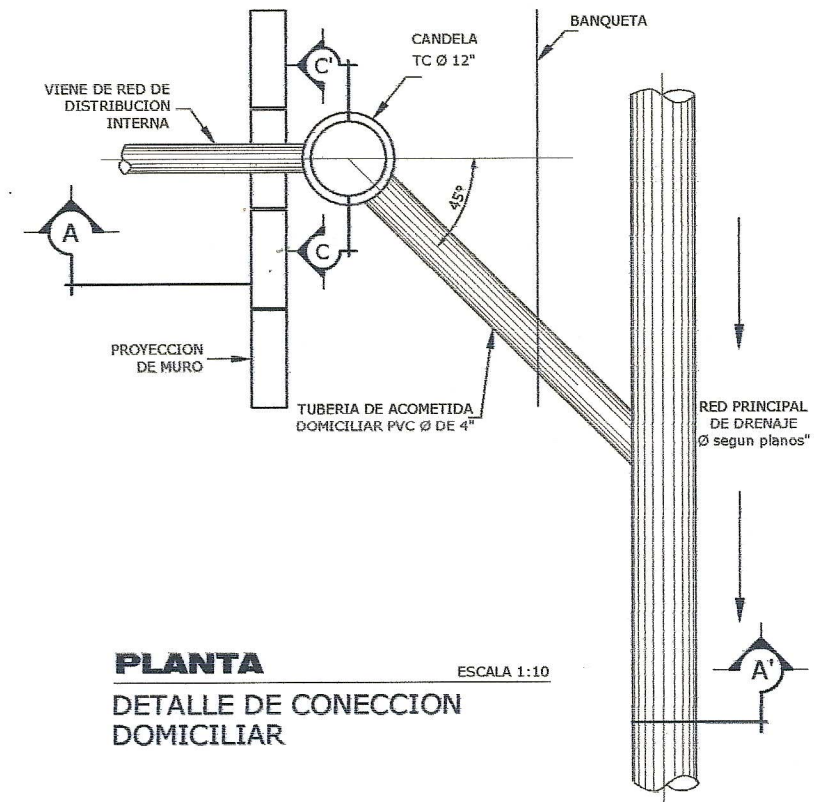
ESC HORZ 1/100
VERT 1/400

PLANTA - PERFIL

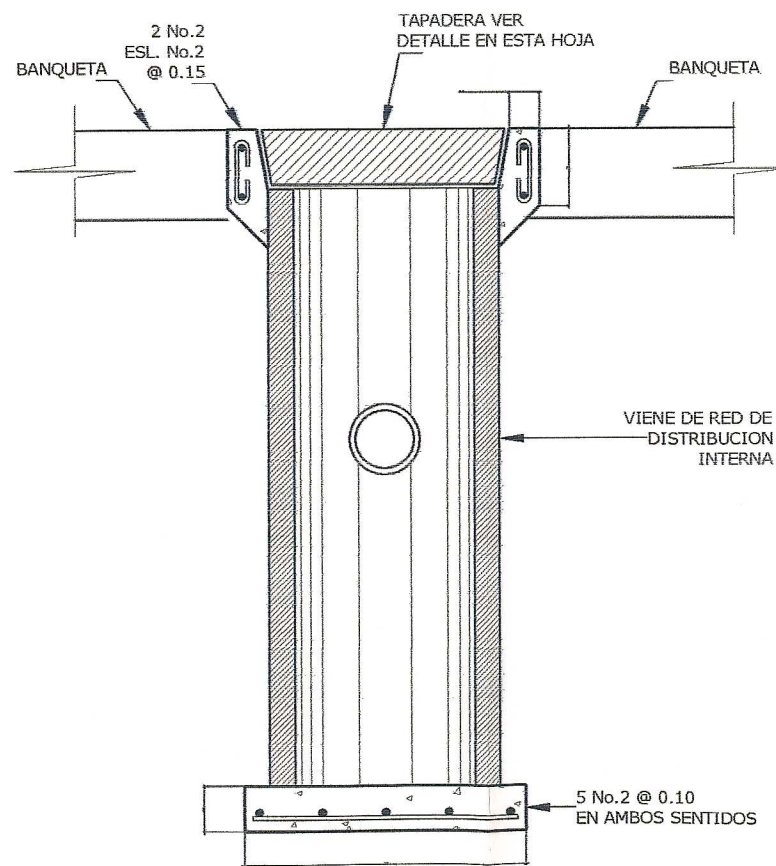
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SANITARIA Y AMBIENTAL	
PROYECTO: DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA SAN CARLOS DE GUATEMALA	
SAC: ASSESORA SUPERVISORA DE EPS	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL	
FECHA: FEBRERO 2010	
DISEÑADO POR: Kevin Donaldo Martínez	
REVISADO POR: [Signature]	



**DETALLE DE CONECCION
DOMICILIAR TIPO 1
PROFUNDIDAD VARIABLE**





**PLANTA
DETALLE DE CONECCION
DOMICILIAR** ESCALA 1:10

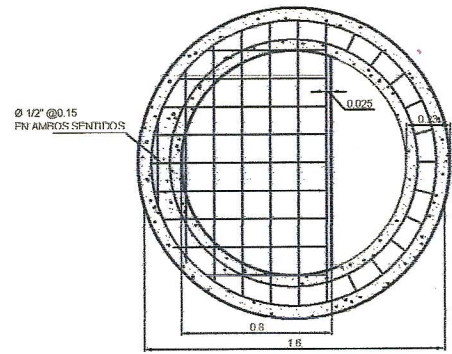


CORTE C-C' ESCALA 1:10
DETALLE DE CANDELA

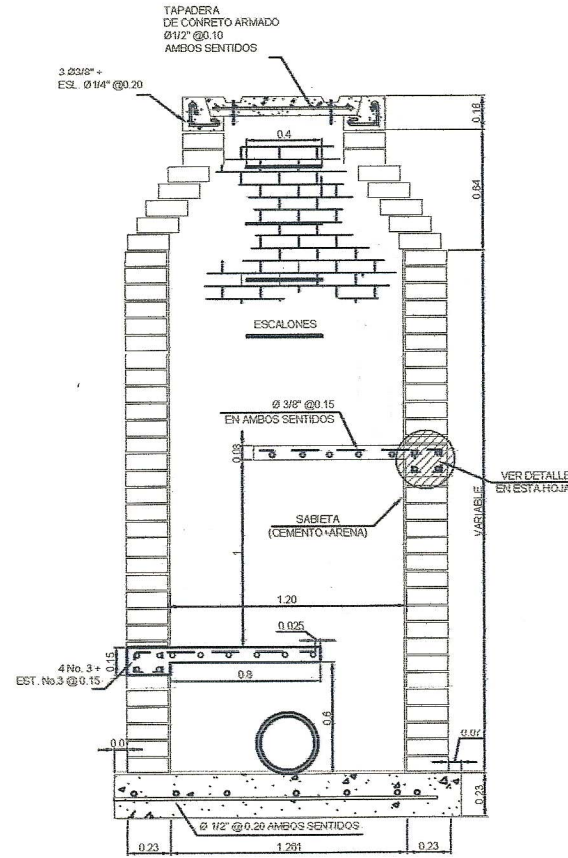
DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR

ESC 1/25

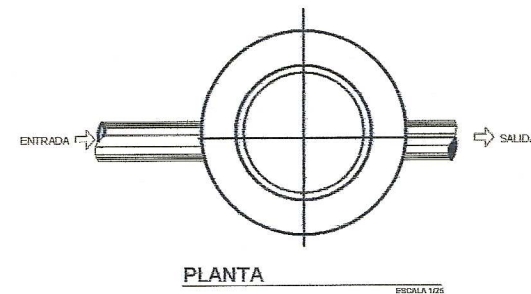
UNIVERSIDAD DE CAYMA	
FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
KUSKOPEÑA DE SANTA LUCIA DE SIBAYAN	
PROYECTO	ALDANTARILLADO SANITARIO PARA SANTA LUCIA DE SIBAYAN
ASesor	Ing. Mayra Rebeca Lora Soria de Sierra
ASesor	ASesor SUPERVISORA DE EPS
PLANO DE:	CONEXION DOMICILIAR
INDICADA	13
	
	
14	



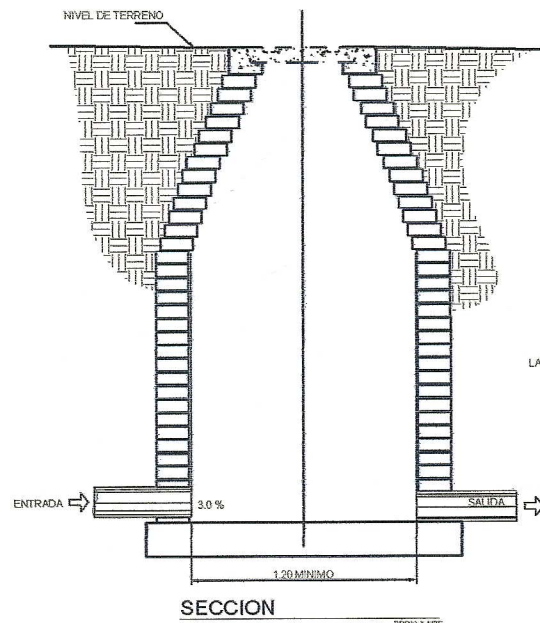
DISIPADOR TIPO PANTALLA
PLANTA ESCALA: 1/20



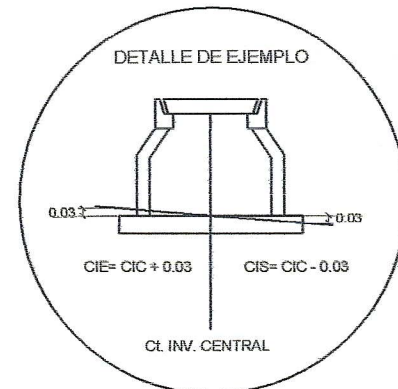
POZO DE VISITA
CON DISIPADOR DE PANTALLA
CUANDO LA DIFERENCIA DE COTAS DE ENTRADA
Y SALIDA ES MAYOR A 2.00 Mts. ESCALA: 1/20



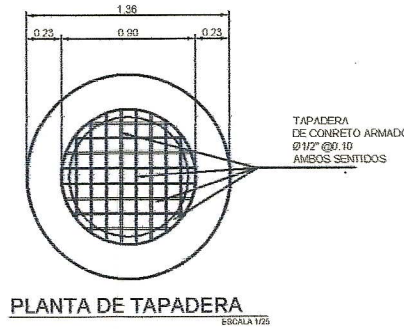
PLANTA ESCALA: 1/20



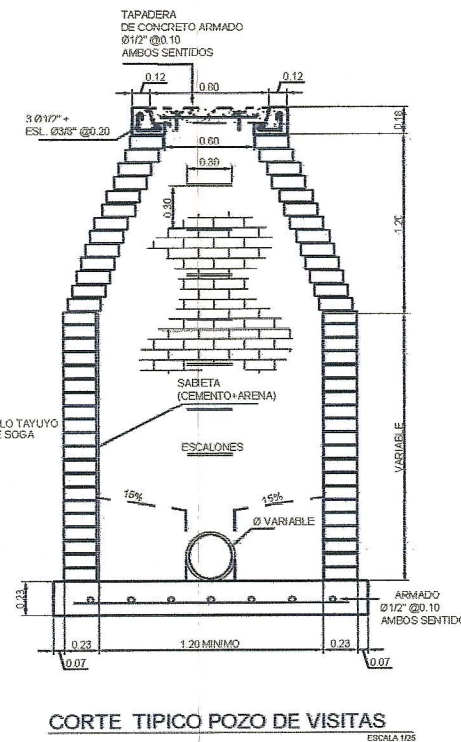
SECCION ESCALA: 1/20
POZO DE VISITA PARA ALTURAS
MAYORES DE 1.50 M.



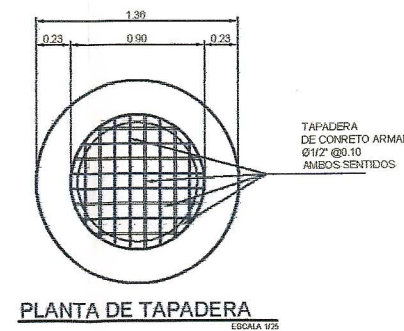
NOTA: EN TODOS LOS POZOS SE INDICA
LA COTA INVER. (CI) CENTRAL.



PLANTA DE TAPADERA ESCALA: 1/20



CORTE TÍPICO POZO DE VISITAS ESCALA: 1/20



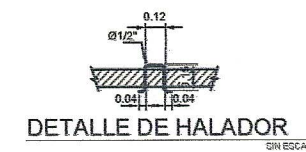
PLANTA DE TAPADERA ESCALA: 1/20

NOTAS GENERALES:

- 1) SE USARA CONCRETO Fc DE 210 Kg/cm2 A LOS 28 DIAS
- 2) SE USARA PIEDRIN DE 3/4" A 1" Y ARENA DE RIO. AMBOS MATERIALES NO DEBEN SER DE ORIGEN VOLCANICO.
- 3) LOS DESNIVELES DE PISO QUE FORMAN LOS PAÑUELOS Y EL ALIZADO EN LAS PAREDES SE CONSTRUIRAN CON SABIETA PROPORCION 1:2 (CEMENTO, ARENA DE RIO).
- 4) EL REFUERZO SE DEBERA LIMPIAR DE REBABAS DE CONCRETO O LECHADAS ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
- 5) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERBEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA DE PISO.
- 6) SE USARA REFUERZO Fy DE 2810 Kg/cm2 (GRADO 40)
- 7) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE REFUERZO SE HARA CUMPLIENDO CON LAS NORMAS DEL ACI-318.
- 8) TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- 9) LA PARED INTERNA ALIZADA
- 10) LA PARED EXTERNA REPELLADA
- 11) SE CONSTRUIRA EL POZO DE VISITA CON LADRILLO TAYUYO, COLOCADO EN TIPO SOGA
- 12) LAS TAPADERA SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO REFORZADO



SECCION TIPICA DE TAPADERA
PARA POZOS DE VISITA ESCALA: 1/20



DETALLE DE HALADOR SIN ESCALA



DETALLE DE ESCALONES SIN ESCALA

PROYECTO: **Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS**

ASESORA - SUPERVISORA DE EPS


PLANO DE: **DETALLE DE POZOS DE VISITA**

FECHA: 14/11/2014

14/14

ANEXOS

Anexo 1. Aval del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

 <p>Ministerio de Salud Pública República de Guatemala</p>	<p>MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL</p> <p>DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE SACATEPÉQUEZ.</p>
<p>Número: 009 - 2014</p>	<p>Vigente hasta: 08 de julio de 2014.</p>
<p>La Dirección de Área de Salud de Sacatepéquez, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; con base en lo establecido en el artículo 22 del Acuerdo Gubernativo Número 113-2009, "Reglamento de Normas Sanitarias para la Construcción, Administración, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano" por haber satisfecho las normas de calidad del agua para consumo humano durante los seis meses previos, extiende el presente CERTIFICADO DE LA CALIDAD DEL AGUA ABASTECIDA, con vigencia de seis meses al sistema de abastecimiento de agua para consumo humano denominado:</p>	
<p>SISTEMA DE AGUA LOS SAUCES, SANTA LUCIA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ.</p>	
<p>Que abastece de agua para consumo humano a 3500 habitantes del casco urbano y la Aldea la Libertad del municipio de Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez.</p>	
<p>Dado en la ciudad de La Antigua Guatemala, Sacatepéquez, el 07 de abril de 2014.</p>	
<p>Dr. Francisco Bermúdez Vila Director Área de Salud de Sacatepéquez</p> 