



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

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA
SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

Bladimir Antonio Chicas Salguero

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN
LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

BLADIMIR ANTONIO CHICAS SALGUERO

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

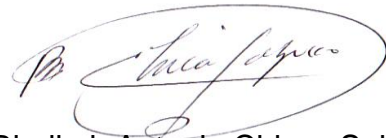
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN
LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO
DE SACATEPÉQUEZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 17 de abril de 2009.



Bladimir Antonio Chicas Salguero

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de septiembre de 2011
REF.EPS.DOC.1212.09.11

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Bladimir Antonio Chicas Salguero** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **56971**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE 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"

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



c.c. Archivo
MRGSdS/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de septiembre de 2011
REF.EPS.D.883.09.11

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Bladimir Antonio Chicas Salguero**, 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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
26 de septiembre de 2011

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Bladimir Antonio Chicas Salguero, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Bladimir Antonio Chicas Salguero, titulado DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

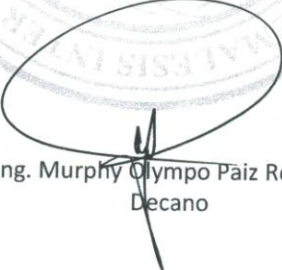


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 478.2011

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 ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, DEL MUNICIPIO DE CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Bladimir Antonio Chicas Salguero**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 10 de noviembre de 2011

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios
- Por agregar una bendición más de las tantas que ha dado a mi vida al permitirme culminar en este momento el tan anhelado sueño, reconociendo que sin su gracia y su misericordia esto no hubiese sido posible.
- Mi esposa
- Gloria Corina Paz de Chicas, quien ha sido la mujer de mi juventud y quien con su amor, paciencia y sabios consejos, influyo grandemente para que juntos alcanzáramos este éxito. Eres lo más hermoso que Dios me ha regalado en esta tierra. Te amo muchísimo.
- Mis hijos
- Ing. MBA. Bladimir Alberto Chicas Paz
Dra. Elsa Maribel Chicas Paz de Salazar
Arq. Corina María Chicas Paz de Corzo quienes han sido el motivo de mi inspiración y que en gran manera se propusieron a motivarme para reactivar mis estudios y poderlos culminar con éxito. Gracias por su apoyo, los amo.
- Mis yernos
- Dr. Mario Salazar y Luis Corzo
Con especial cariño y aprecio.
- Mis nietos
- Pablo José y José Daniel por aumentar más alegría a mi existencia.

Mis padres Ricardo Chicas Rodríguez
Cándida Salguero de Chicas (q.e.p.d.) amados viejos, que dejaron la comodidad de nuestro hogar original, emigrando hacia la ciudad capital con el único deseo de darnos educación y sacarnos adelante. Viejo nunca es tarde para dar sorpresas y, puede considerarse satisfecho de toda la obra que hizo en sus hijos y siéntase realizado por que Dios ha permitido que saliéramos adelante.

Mis hermanos Ricardo Eusebio Chicas Salguero
Dr. Milovan René Chicas Salguero
T.S. Miriam del Carmen Chicas Salguero (q.e.p.d.), gracias por su solidaridad, cariño y apoyo que siempre han estado conmigo.

Mi suegra Corina Vda. de Paz, quien ha sido como mi segunda madre, gracias por su apoyo, oraciones y por compartir conmigo este triunfo.

Mis cuñados (as) Joaquín y Sobeida, Gustavo, Edna Lily, Alma Ligia y Lesbia Maribel, gracias por todas las muestras de cariño hacia mi persona. Dios les bendiga siempre.

Mis amigos En especial a los ingenieros Fernando Álvarez, Edson Alvarado, Edgar Herrera, Jaime Vásquez y Daniel Baca por su amistad, solidaridad y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS A:

**Inga. Mayra Rebeca
García Soria de Sierra**

Por su valiosa asesoría y apoyo durante mi EPS y en el presente trabajo de graduación.

Ing. Silvio Rodríguez

Con especial afecto.

Ing. Walter Salazar

Por sus conocimientos de ingeniería sanitaria aportados para la elaboración de una buena parte del presente trabajo.

Ing. Daniel Baca

Con profundo agradecimiento. Gracias por tu apoyo.

**Municipalidad de
Ciudad Vieja**

Especialmente al departamento de O Y M por permitirme desarrollar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Mayra Haydee Rodas

Con aprecio.

Familiares y amigos

Que de una u otra forma colaboraron para la elaboración del presente trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MONOGRAFÍA.....	1
1.1. Ciudad Vieja.....	1
1.1.1. Breve reseña histórica	1
1.1.2. Ubicación geográfica	2
1.1.3. Límites administrativos	2
1.1.4. División políticoadministrativo.....	2
1.1.5. Hidrografía	3
1.1.6. Orografía.....	3
1.1.7. Vías de acceso	3
1.1.7.1. Carreteras asfaltadas.....	4
1.1.7.2. Carreteras de terracería.....	4
1.1.8. Costumbres y tradiciones	4
1.1.8.1. Costumbres	4
1.1.8.2. Tradiciones	5
1.1.9. Idioma.....	5
1.1.10. Economía.....	6
1.1.11. Servicios	6
1.1.12. Fiesta titular patronal	6

1.2.	Aldea San Lorenzo El Cubo.....	6
1.2.1.	Ubicación geográfica.....	6
1.2.2.	Vías de acceso.....	7
1.2.3.	Aspectos topográficos.....	7
1.2.4.	Composición étnica de la población.....	7
1.2.5.	Actividades socioeconómicas.....	7
1.2.5.1.	Tipo de vivienda.....	7
1.2.5.2.	Actividades económicas.....	8
1.2.6.	Servicios públicos existentes.....	8
1.2.7.	Aspectos de salud.....	9
1.2.7.1.	Condiciones sanitarias.....	9
1.2.7.2.	Mortalidad, morbilidad y servicios de salud.....	9
1.2.8.	Aspectos socioculturales.....	9
1.2.8.1.	Lengua.....	9
1.2.8.2.	Organización social.....	10
1.2.9.	Problemas y necesidades identificadas.....	10
2.	INVESTIGACIÓN PRELIMINAR.....	13
2.1.	Marco teórico.....	13
2.1.1.	Tipos de alcantarillados.....	14
2.1.1.1.	Alcantarillado sanitario.....	15
2.1.1.2.	Alcantarillado pluvial.....	15
2.1.1.3.	Alcantarillado combinado.....	16
2.1.1.4.	Características.....	16
2.2.	Consideraciones para el diseño de un sistema de alcantarillado.....	17
2.2.1.	Datos estadísticos.....	17
2.2.2.	Período de diseño.....	18

2.2.3.	Población futura.....	18
2.2.3.1.	Método de incremento geométrico.....	19
2.2.4.	Fórmulas utilizadas en el diseño de alcantarillado.....	19
2.2.4.1.	Fórmula de Chezy.....	20
2.2.4.2.	Fórmula de Manning.....	21
2.2.4.3.	Fórmula de Manning-Strickler.....	23
2.2.5.	Dotación de agua potable.....	23
2.2.6.	Levantamiento topográfico.....	23
2.2.7.	Diagramas, tablas y sus aplicaciones.....	24
2.2.8.	Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena.....	25
2.2.9.	Parámetros de velocidades permisibles...	26
2.2.10.	Caudal de diseño para aguas residuales.....	27
2.2.10.1.	Caudal domiciliar...	28
2.2.10.2.	Caudal comercial.....	30
2.2.10.3.	Caudal industrial.....	30
2.2.10.4.	Caudal de infiltración...	31
2.2.10.5.	Caudal por conexiones ilícitas...	32
2.2.11.	Factor de caudal medio...	33
2.2.12.	Caudal máximo o caudal de diseño.....	33
2.2.13.	Cota invert.....	34
2.2.14.	Pendiente hidráulica...	35
2.2.15.	Volumen de excavación.....	36
2.2.16.	Volumen de relleno.....	37
2.2.17.	Volumen de retiro...	37
2.2.18.	Manual de mantenimiento para alcantarillado...	38
2.2.18.1.	Pozos de visita...	38

	2.2.18.2.	Diámetros de colectores.....	38		
	2.2.18.3.	Conexiones domiciliars... ..	39		
	2.2.18.4.	Recomendaciones.....	39		
3.	DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO		41		
3.1	Alternativa adoptada		41		
3.2	Descripción del proyecto		41		
3.3	Tiempo de ejecución		42		
3.4	Costo directo del proyecto.....		42		
3.5	Beneficiarios del proyecto		42		
3.6	Metas y resultados		43		
3.7	Parámetros de diseño		44		
3.8	Disposición final		45		
3.9	Ejemplo de diseño.....		45		
3.10	Especificaciones técnicas		50		
	3.10.1	Ejecución del trabajo... ..	50		
		3.10.1.1.	Información general..... 50		
		3.10.1.2.	Limpia, chapeo y desmonte	52	
		3.10.1.3.	Zanjeo	52	
			3.10.1.3.1.	Profundidad	
				y ancho de zanja..... 53	
		3.10.1.4.	Colocación de tubería	56	
		3.10.1.5.	Juntas.....	57	
		3.10.1.6.	Relleno	58	
		3.10.1.7.	Rotura y reposición de pavimentos ...	59	
		3.10.1.8.	Obras accesorias	60	
			3.10.1.8.1.	Pozos de visita..... 60	
			3.10.1.8.2.	Conexiones	
				domiciliars	61

	3.10.1.9.	Objetos de la inspección.....	62
	3.10.1.10.	Pruebas de tubería	63
	3.10.1.11.	Materiales	64
4.		CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	65
4.1		Cuadro de cantidades de trabajo.....	65
4.2		Presupuesto	66
4.3		Integración de precios unitarios.....	67
4.4		Recursos humanos y físicos para la administración y ejecución del proyecto	75
4.5		Cronograma de ejecución física y financiera	76
5.		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	77
5.1		Evaluación del impacto ambiental	77
5.1.1		Metodología	77
5.1.2		Componentes utilizados en la matriz de Leopold.....	77
5.1.3		Impactos ocasionados al ambiente	79
5.1.4		Impactos adversos no significativos.....	79
5.1.5		Impactos benéficos significativos	83
5.1.6		Mantenimiento preventivo y correctivo	84
5.1.7		Medidas de mitigación a los principales impactos.....	85
5.1.8		Plan de seguridad ambiental.....	86
5.1.9		Plan de seguridad humana	87
5.1.10		Conclusiones.....	88
6		EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	89
6.1		Valor presente neto	89
6.2		Tasa interna de retorno	90

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
APÉNDICES

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Sección transversal de un canal y un ducto	20
2.	Volumen de excavación para una zanja.....	36

TABLAS

I.	Parámetros de diseño alcantarillado sanitario aldea San Lorenzo el Cubo	44
II.	Profundidades mínimas para la tubería, según tránsito vehicular	54
III.	Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro de tubería.....	55
IV.	Cuadro de cantidades de trabajo.....	65
V.	Presupuesto.....	66
VI.	Cuadro integración de precios unitarios	67
VII.	Recursos humanos para la administración del proyecto	75
VIII.	Recursos físicos para la ejecución del proyecto	75
IX.	Cronograma de ejecución	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
d	Altura del tirante de agua en la tubería
BM	Banco de marca
Qcom	Caudal comercial
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
Qdis	Caudal de diseño
Qin	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliar
Qind	Caudal industrial
Qmed	Caudal medio
PVC	Cloruro de Polivinilo
n	Coefficiente de rugosidad
CIE	Cota invert de entrada

CIS	Cota invert de salida
D	Diámetro de la tubería
Fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmond
FR	Factor de retorno
IP	Índice de plasticidad o índice plástico
IGN	Instituto Geográfico Nacional
S	Pendiente
Pf	Población futura
psi	<i>Poundal square inch</i> (libra sobre pulgada cuadrada)
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
V	Velocidad de flujo a sección llena
v	Velocidad de flujo en la tubería

GLOSARIO

Acometida	Conducto que transporta las aguas residuales y/o de lluvia desde la vivienda hasta el colector público.
Afluente	Caudal de agua que sale de la alcantarilla.
Aguas residuales	Son las aguas desechadas después de haber servido para un fin, las cuales pueden ser: domésticas, comerciales e industriales. Otros términos utilizados como sinónimos son aguas servidas, aguas negras o cloacales.
Alcantarillado	Sistema formado por obras accesorias, tuberías o conductos generalmente cerrados, que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales (negras) o pluviales.
Alcantarillado de aguas combinadas	Sistema compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales y de lluvia.
Alcantarillado de agua pluvial	Sistema compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte del agua de lluvia.

Alcantarillado de agua residual	Sistema compuesto por todas las obras destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas de terreno, referenciadas a un punto
Área tributaria	Superficie que drena hacia un punto determinado.
Azimut	Es el ángulo horizontal referido al norte, su rango va desde 0 a 360 grados.
Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de otros puntos.
Caudal	Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería en una unidad de tiempo determinado.
Coefficiente de escorrentía	Relación existente entre la escorrentía y la cantidad de lluvia que cae en una determinada área. Depende del tipo de superficie.
Colector	Conjunto de tuberías que sirven para el desalajo de aguas residuales o de lluvia de la población hacia el lugar de desfogue de la misma.

Colector principal	Sucesión de tramos de tubería que recolectan todos los caudales y los dirige hacia el punto de desfogue.
Colector secundario	Sucesión de tramos de tubería que contribuyen caudal al colector principal.
Conexión domiciliar	Es un sistema de drenaje intradomiciliar que conduce las aguas residuales fuera de la vivienda.
Contaminación	Efecto nocivo de la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para el medio ambiente y para la salud, la seguridad o el bienestar de la población.
Cota invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno del colector instalado.
Densidad	Es la masa de un cuerpo o fluido contenida en una unidad de volumen.
Densidad de vivienda	Es la relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.

Descarga	Es el desfogue de aguas residuales que provienen de un colector principal, las cuales pueden estar crudas o tratadas, en un cuerpo receptor.
Dotación	Es la estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante por día.
Factor de caudal máximo o de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, esta en relación directa con la población.
Factor de caudal medio	Es la relación entre la suma de los caudales y los habitantes a quienes se va a servir.
Factor de retorno	Porcentaje de agua que después de ser utilizada, retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.
Factor de rugosidad	Factor que expresa la intensidad de la rugosidad de una tubería según el material con que ha sido fabricada.
GPM	Caudal de aguas residuales en galones por minuto.
Lodos activos	Sistema biológico anaeróbico de aireación extendida.

Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestara un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía que se emplea para medir superficies planas de terreno.
Pozos de visita	Estructura con tapa removible, empleada como medio de inspección y limpieza de tuberías.
Tirante	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de la tubería.

RESUMEN

Antes de tomar una decisión que contribuyera al mejoramiento de la infraestructura del municipio de Ciudad Vieja, se observaron varias necesidades en sus comunidades, priorizándose las necesidades actuales de la aldea San Lorenzo El Cubo, siendo de suma importancia el desarrollo de un nuevo diseño de todo el drenaje sanitario de la población, debido a la antigüedad del alcantarillado existente y a la falta de eficiencia del mismo.

Para el presente trabajo de graduación titulado: Diseño del alcantarillado sanitario para la aldea San Lorenzo El Cubo, del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez, se analizo el área en donde se diseñará el mismo, el cual es sumamente prioritario debido al alto grado de contaminación y peligro de enfermedades causantes por el escurrimiento de aguas servidas. Para concluir con el objetivo principal de este trabajo, en la solución técnica y adecuada a las condiciones, con previsión del futuro creciente de San Lorenzo El Cubo.

Como una contribución de la Universidad de San Carlos de Guatemala, al desarrollo de los pobladores de la aldea San Lorenzo El Cubo del municipio de Ciudad Vieja se elaboro el presente trabajo de graduación, el cual consta de seis capítulos.

En el capítulo uno se encuentra la monografía del lugar, en donde se explican los aspectos y características socioeconómicas de la comunidad en estudio, abarcando información como su ubicación geográfica, vías de acceso, condiciones climáticas y topográficas, actividades socioeconómicas, aspectos socioculturales. Identifica los servicios públicos que existen y a los que tienen acceso los habitantes, identificando de último la necesidad que se tiene de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario.

El capítulo dos, trata de la investigación preliminar como un aporte en la solución a las demandas identificadas: para un sistema de alcantarillado sanitario, así como las consideraciones tomadas en cuenta sobre el diseño y planificación del mismo.

El capítulo tres se refiere al marco teórico del diseño de alcantarillado sanitario, parámetros, análisis y fórmulas de diseño que fueron utilizados en el proyecto, incluyéndose especificaciones técnicas de construcción.

El capítulo cuatro contiene la cuantificación y presupuesto del proyecto, cronograma de ejecución y planos finales de la planificación.

El capítulo cinco menciona el estudio de impacto ambiental, utilizándose para el mismo el método de Leopold y, tomándose en cuenta la evaluación y manejo de riesgo ambiental, evaluación de impacto ambiental y medidas de mitigación.

El capítulo seis, contiene una evaluación socioeconómica del proyecto presentado, utilizándose para ello el valor presente neto y la tasa interna de retorno.

OBJETIVOS

General

Contribuir al progreso del municipio de Ciudad Vieja aportando conocimientos técnico profesional por parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala por medio del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), con la única finalidad de poder servir a las comunidades necesitadas, proponiendo soluciones viables a las demandas que se identifiquen como prioritarias en materia de servicios básicos y a nivel de planificación.

Específicos

1. Realizar un diseño de alcantarillado sanitario que satisfaga las necesidades de la población de la aldea San Lorenzo El Cubo, del municipio de Ciudad Vieja, departamento de Sacatepéquez.
2. Elaborar la cuantificación y presupuesto del proyecto, con la finalidad de contar con el costo estimado del mismo para su ejecución.
3. Proporcionar una solución profesional y técnica al problema planteado logrando que la misma sea factible y económicamente ejecutable; previendo el crecimiento demográfico del área de cobertura, prolongando la vida útil del sistema propuesto.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que preocupan a los habitantes de una comunidad es la relacionada a la eliminación de las aguas servidas provenientes de la vida doméstica de la misma y, es uno de los principales factores de insalubridad.

Es por ello, que los gobiernos municipales del país deberían velar porque sus habitantes cuenten con un correcto sistema de eliminación de aguas servidas. Tal es el caso de la aldea San Lorenzo El Cubo del municipio de Ciudad Vieja, en donde se realizará la rehabilitación del sistema de alcantarillado sanitario para lograr una mejor evacuación de las aguas negras de sus habitantes, por medio de colectores de PVC hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, desfogándose las mismas después de ser tratadas al río Guacalate que es donde actualmente desfogan directamente las aguas sin ningún tratamiento en específico..

En el presente trabajo de graduación, se propone el diseño funcional para un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Lorenzo El Cubo del municipio de Ciudad Vieja en el departamento de Sacatepéquez, exponiéndose toda la información monográfica del lugar y mencionando en ella los aspectos importantes que intervienen en la planificación, así como, las consideraciones generales para poder desarrollar y planificar el diseño del alcantarillado sanitario

1. MONOGRAFÍA

1.1. Ciudad Vieja

1.1.1. Breve reseña histórica

Respecto a la historia cabe recordar que al poco tiempo de haberse fundado la Ciudad de Santiago de Guatemala, en el Valle Iximché (julio 27 de 1524) por don Pedro de Alvarado y Contreras, quien dispuso dejar como lugarteniente a su hermano don Jorge Alvarado, en tanto regresaba a España. y don Jorge ante la insurrección general surgida entre los kaqchikeles, dispuso trasladar la ciudad a otro lugar más adecuado para defenderse de los mismos, seleccionando al efecto el valle de Quinicilapán (Almolonga), en las faldas del volcán de Agua, traslado que oficialmente tuvo lugar el 22 de noviembre de 1527, día en que la iglesia conmemora la festividad de Santa Cecilia, virgen y mártir; procediéndose a señalar los solares destinados a la iglesia de Santiago Apóstol.

Bajo cuya protección quedó asentada la ciudad, el hospital de las Misericordias para pobres y peregrinos, una capilla y un oratorio bajo la advocación de Nuestra Señora de los Remedios, otro para la construcción de una fortaleza, casa de cabildo, cárcel y otros que se estimó necesarios.

Ciudad Vieja, desde mediados del siglo XIX, ostentaba la categoría de cabecera municipal del departamento de Sacatepéquez. Este municipio está considerado por muchas razones uno de los principales del departamento, motivo por el cual es visitado frecuentemente por nacionales y extranjeros.

1.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Ciudad Vieja esta situado a 1 550 metros SNM y, por encontrarse en las faldas del volcán de agua presenta un relieve con acusadas pendientes. Su extensión es de 51 km² y la latitud es de 14°31'24", y su longitud es de 90°46'.

1.1.3. Límites administrativos

El municipio de Ciudad Vieja, Sacatepéquez limita al Norte con San Antonio Aguas Calientes y La Antigua Guatemala; al Sur con San Juan Alotenango, al Oriente con La Antigua Guatemala y al Poniente con San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas y San Juan Alotenango, todos Municipios de Sacatepéquez.

1.1.4. División político-administrativa

En su división política el municipio de Ciudad Vieja cuenta con seis zonas, una aldea llamada San Lorenzo El Cubo, el caserío Bosarrejes y el Barrio San Miguel Escobar el cual es parte de la zona 6, además, cuenta con 10 lotificaciones, 3 residenciales y 4 condominios. Los cuales se describen a continuación: Lotificación San Francisco, Villas del Hermano Pedro, Villas de Santiago I y II, San José Miralvalle, San José, Los Girasoles, Los Chulupitos, Santa Ana y Vista al Valle. Entre los residenciales se tienen los siguientes: Alameda de Don Vicente, Las Flores y La Joya. Entre los condominios están: Cortijo de las Flores, Villa Alcántara I y II, Hacienda San Jerónimo.

1.1.5. Hidrografía

En el municipio se distingue una zona hidrográfica que guarda relación con el mismo y se llama zona del Valle de Panchoy que vierte sus aguas al Océano Pacífico a través del Río Guacalate o Achiguate y tiene una longitud aproximada de 95 kilómetros desde sus afluentes en el departamento de Chimaltenango hasta el municipio de Ciudad Vieja, en donde se le une el Río Pensativo, teniendo este último un recorrido de 40 kilómetros.

1.1.6. Orografía

Ciudad Vieja, es uno de los municipios más grandes e importantes del departamento de Sacatepéquez, el cual pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm, con un clima templado y semifrío.

1.1.7. Vías de acceso

Entre sus vías de acceso, se tiene la Ruta Nacional 14, que principia en Chimaltenango, atravesando el departamento de Sacatepéquez y termina en el entronque de la ruta nacional en la ciudad de Antigua Guatemala, con una distancia de 5 km hacia el municipio de Ciudad Vieja asfaltada transitable todo el año, teniendo acceso por la ruta de Escuintla, atravesando San Juan Alotenango, se cuenta también con la Nueva Ruta Nacional 14 comunicando al municipio de Ciudad Vieja, sus aldeas y caseríos con San Juan Alotenango y el departamento de Escuintla, contando también con carreteras vecinales, de San Antonio Aguas Calientes, San Miguel Dueñas, San Pedro las Huertas y Antigua Guatemala.

1.1.7.1. Carretera asfaltada

En su mayoría las carreteras que comunican al municipio son asfaltadas de Ciudad Vieja a San Miguel Dueñas, a San Juan Alotenango, a San Antonio Aguas Calientes, a la Antigua Guatemala y a San Lorenzo el Cubo.

1.1.7.2. Carretera de terracería

El camino que todavía se encuentra de terracería es de 1 kilómetro que conducen de San Miguel Escobar a San Pedro las Huertas.

1.1.8. Costumbres y tradiciones

1.1.8.1. Costumbres

- Señoras conservadoras usan madrileñas para ir a misa y más que ser una costumbre debería considerarse como el respeto que todas deberían tener como mencionan algunos pobladores del lugar.
- Se ve mucho en los niños el uso de gorras de cuyuscate para que se les molde la cabeza y porque es fresca, asimismo, como las camisetas o cotones de manta que se les ponen para protegerlos de problemas bronquiales.
- Las mujeres utilizan por costumbre delantal o gabacha para los quehaceres del hogar y en los hombres es muy usual el sombrero que los protege del sol cuando trabajan en el campo.

1.1.8.2. Tradiciones

- Procesiones tanto para la cuaresma y semana santa, haciendo una representación en vivo de la muerte de Jesús en la cruz, lo cual le da a esa ocasión un sentido de realidad que les ayuda a reflexionar a todos los pobladores.
- Alfombras que se realizan con aserrín, flores y pino por donde pasan las procesiones.
- El 8 de diciembre tienen como tradición la quema del castillo que se realiza en la plazuela de la zona 1.
- La tradicional quema del diablo, la celebran con el convite, carros alegóricos, en la cual participan carrozas de flores, micos, bailes con mensajes ecológicos, religiosos y de épocas pasadas, no faltando las tradicionales loas.
- El 3 de mayo celebran el día de la cruz, jugando placita y otras actividades alegres de la localidad.

1.1.9. Idioma

En el municipio se habla el castellano y algunos hablan kaqchikel, quienes no son originarios del mismo.

1.1.10. Economía

En su mayoría los habitantes de este municipio se dedican a la agricultura un 70% hombres y mujeres, a las artesanías una pequeña cantidad de 7%, a los talleres de enderezado y pintura, así como mecánica un 10%, fabricación de cajas mortuorias un 8% y finalmente un 5% trabajan en su profesión.

1.1.11. Servicios

El municipio de Ciudad Vieja cuenta con los siguientes servicios: telefonía, electricidad, centro de salud, hospital nacional, juzgado de paz, policía nacional civil, clínicas medicas particulares, escuelas públicas, colegios, farmacias y hospedajes.

1.1.12. Fiesta titular o patronal

La fiesta titular se lleva a cabo del 8 al 12 de diciembre en honor a la Santísima Virgen de Concepción que cariñosamente se le llama la Chapetona.

1.2. Aldea San Lorenzo el Cubo

1.2.1. Ubicación geográfica

La aldea San Lorenzo El Cubo, está situada a 1 530 m SNM, su latitud es de 14°32'12" y su longitud de 90°46'13". Se encuentra a una distancia del municipio de Ciudad Vieja de 2 kilómetros, a la cabecera departamental de Antigua Guatemala son 7 kilómetros y a la ciudad capital hay una distancia de 50 kilómetros, unida a ella por excelente carretera asfaltada.

1.2.2. Vías de acceso

Su principal vía de acceso, es por la nueva ruta 14, que comunica al municipio de Ciudad Vieja, sus aldeas y caseríos así como a Chimaltenango y Escuintla. Cuenta también con carreteras vecinales como la que comunica a San Antonio Aguas Calientes.

1.2.3. Aspectos topográficos

La topografía de toda la aldea presenta varios aspectos, en todo su perímetro, su inclinación es bastante fuerte considerándose arriba del 30% aproximado y el centro de la misma presenta una topografía moderada entre el 10 al 18% aproximado.

1.2.4. Composición étnica de la población

El mayor porcentaje de la población lo compone la raza indígena que es aproximadamente de un 95% y el 5% restante ladina.

1.2.5. Actividades socioeconómicas

1.2.5.1. Tipo de vivienda

Las viviendas se presentan ubicadas de una manera concentrada en la aldea siendo en su mayoría casas formales de block y techos de estructura de madera y teja y otras con terrazas tipo española y convencional, se encuentran también viviendas de hasta dos niveles de construcción. En algunos sectores, los más alejados del casco urbano existen viviendas con techo de lámina.

1.2.5.2. Actividades económicas

La actividad económica principal de la aldea San Lorenzo El Cubo, es la agricultura y la mayor parte de sus terrenos son productivos. Entre sus siembras se pueden mencionar vegetales como: rábano y remolacha y las más importantes son las anuales que son maíz y frijol, las cuales explotan el suelo sin darle una atención adecuada.

Según las encuestas realizadas a personas del lugar al momento de efectuarse la topografía del mismo, se pudo observar que un pequeño porcentaje de la población se traslada a su trabajo fuera de la aldea, hacia los municipios aledaños, la cabecera municipal o ciudad capital y, el resto de sus habitantes forman parte de las actividades económicas de la población.

1.2.6. Servicios públicos existentes

Los servicios con los que cuenta la aldea San Lorenzo El Cubo, son los siguientes:

- Red de introducción de agua potable
- Sistema de alcantarillado deficiente
- Energía eléctrica y alumbrado público
- Teléfonos privados
- Escuela de educación parvularía
- Escuela de educación primaria
- Colegio privado
- Transporte público

De acuerdo con lo anterior, se puede observar la falta de un nuevo diseño de alcantarillado ya que el actual sobrepasa el período para el cual fue diseñado (más de 30 años).

1.2.7. Aspectos de salud

1.2.7.1. Condiciones sanitarias

Las condiciones sanitarias y de salud de la aldea se consideran regulares, por lo que se espera que con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario propuesto mejorarán considerablemente.

1.2.7.2. Mortalidad, morbilidad y servicios de salud

El índice de mortalidad y morbilidad ocasionado por enfermedades de origen gastrointestinal, generado por malas condiciones de salud, se presenta en una escala bastante baja, debido a que la aldea tiene acceso a los servicios del puesto de salud y hospital nacional de la cabecera municipal de Ciudad Vieja y la distancia a la misma es relativamente corta.

1.2.8. Aspectos socioculturales

1.2.8.1. Lengua

La mayoría de los habitantes hablan el castellano y pocos son los que hablan kaqchikel.

1.2.8.2. Organización social

Los habitantes de la aldea San Lorenzo El Cubo están organizados en un comité de vecinos que es el ente que se preocupa por mejorar la calidad de vida de sus habitantes, impulsando proyectos de infraestructura y gestionándolos ante la municipalidad de Ciudad Vieja para recibir el apoyo de la misma.

1.2.8.3. Problemas y necesidades identificadas

El principal problema a resolver en la aldea San Lorenzo El Cubo es la evacuación de las aguas residuales de origen doméstico.

Actualmente, existe un alcantarillado sanitario el cual ya sobrepasa la vida útil del período para el cual fue diseñado, por lo que es de suma importancia el diseño de uno nuevo, debido a que el colector existente de 8" es insuficiente para recolectar las aguas servidas provocando con ello infiltraciones o rebalses en algunos casos, los cuales provocan focos de contaminación para sus habitantes.

Con este nuevo diseño y por el crecimiento poblacional que ha tenido la aldea en sus alrededores, se considera integrar las nuevas familias al nuevo sistema de alcantarillado con la finalidad de que las aguas servidas domésticas no sean evacuadas hacia las calles de dichos lugares y, lograr de esta forma mejores condiciones de vida para sus habitantes.

Existen otros servicios que son necesarios realizar en la comunidad (aunque no de urgencia) y es el de pavimentar algunas calles principales y callejones de la aldea los cuales son de terracería, observándose que la mayoría de ellas cuentan con pavimento de adoquín y la principal es de asfalto.

Se plantea como prioridad en servicios básicos el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado que sea capaz de recolectar todas las aguas proveniente de las viviendas de la aldea (después de haber sido servidas o usadas) y conducir las a través de un eficiente sistema de colectores para luego ser vertidas hacia un lugar de desfogue para su tratamiento final adecuado, para este caso se utilizará el existente.

La Municipalidad de Ciudad Vieja deberá velar en el menor tiempo posible por que se construya una planta de tratamiento de las aguas servidas en su oportunidad, también, le corresponderá la forma de financiamiento y tiempo de ejecución entre otros aspectos que conlleven finalmente a la construcción del proyecto y funcionamiento en su totalidad.

2. INVESTIGACIÓN PRELIMINAR

2.1. Marco teórico

La existencia del servicio de acueducto exige el servicio de alcantarillado para las aguas negras y servidas, ya que de no ser así, se pone en riesgo la salud y la tranquilidad de la población.

Las aguas de lluvia exigen ser evacuadas también mediante sistemas de drenajes en colectores, canales, aún utilizando las vías públicas en ciertos tramos. De no ser recogidas y dispuestas en una corriente superficial, sin desmedro, aguas abajo, de las condiciones del régimen del flujo de la corriente receptora aguas abajo o aguas arriba, puede causar daños. Las inundaciones, la interrupción del tráfico y el daño en las viviendas sería inminente.

Todos los productos residuales en estado líquido, conjuntamente con la lluvia y las aguas superficiales e infiltradas, se conocen con el nombre de aguas residuales.

La disposición de las aguas residuales industriales, comerciales y domésticas puede realizarse mediante dos métodos:

- Recolección en el lugar de origen y evacuación posterior, a través de diversos medios de transporte.

- Método de transporte hidráulico, es decir, la recolección y la evacuación inmediata se efectúan mediante estructuras hidráulicas (alcantarillas, canales, etcétera).

En el primer método, las aguas residuales se recolectan en pozos, los cuales son descargados con regularidad, por ejemplo, por medio de depósitos móviles halados por animales o vehículos motorizados, y llevados a un lugar adecuado para su tratamiento. Este método presenta grandes desventajas; por ejemplo, se debe mantener un amplio parqueo vehicular, además, durante el transporte y en las operaciones de carga y descarga, se contamina la atmósfera y el suelo. Este método solo resulta apropiado con afluentes reducidos y cuando la planta de tratamiento no está muy alejada.

El segundo método incluye un sistema de alcantarillas y sus respectivas estructuras, conocidas como sistema de alcantarillado o de desagüe. Los afluentes deben evacuarse rápidamente y a través de rutas cortas, para evitar que se descompongan en las alcantarillas. El sistema de alcantarillado puede recolectar otros tipos de aguas residuales de la misma zona de drenaje, como agua pluvial, agua infiltrada, etcétera.

2.1.1. Tipos de alcantarillados

A lo largo de las experiencias se han desarrollado tres tipos de redes de alcantarillados: sanitario, pluvial y combinado. Estas se refieren principalmente al tipo de aguas evacuadas por las redes correspondientes como a los propios colectores.

2.1.1.1. Alcantarillado sanitario

Fueron concebidos con el propósito de evacuar las aguas residuales de origen doméstico, comercial, industrial e institucional con el fin de conseguir el saneamiento de las poblaciones. Es preciso contar también con las aportaciones debido a la infiltración y a caudales ilícitos o incontrolables. Los alcantarillados separativos pueden constituir sistemas convencionales de circulación por gravedad (principalmente) o bien pueden ser del tipo de presión o vacío (muy poco utilizadas) que son normalmente pequeñas, su diseño no incluye aportaciones de agua procedentes de infiltración y solamente recogen una fracción de las aguas de origen industrial debido a los grandes volúmenes generados por la industria.

2.1.1.2. Alcantarillado pluvial

Tienen por objeto la recaudación, exclusivamente, de las aguas de lluvia, procedentes de calles, techos y otras fuentes. Salvo algunas excepciones, el diseño de los alcantarillados pluviales puede ser similar al de los sanitarios, aunque estos últimos son de mayor tamaño.

2.1.1.3. Alcantarillado combinado

Se utilizan para la recaudación de aguas residuales como pluviales. Asimismo, pueden recaudar infiltraciones y caudales ilícitos o incontrolables.

Con objeto de reducir o eliminar la contaminación asociada a los aliviaderos de las alcantarillas unitarias, la tendencia actual debería ser la de construir alcantarillas separativas en caso de redes nuevas o cuando se necesite la renovación de las antiguas, aunque la construcción de un sistema está ligada fuertemente al recurso económico con que se cuenta.

En Guatemala se aprobó el decreto legislativo 236-2006, en donde prohíben la construcción de sistemas combinados, utilizándose para estos casos sistemas de alcantarillados separativos y de esta manera poder efectuar una mejor captación y desfogue de aguas de lluvias y domiciliarias hacia el cuerpo receptor.

2.1.1.4. Características

Los tipos, tamaños y longitudes de las alcantarillas en las redes de alcantarillado dependen de las características de la población y la ubicación de la estación depuradora o deposición final.

El tamaño de las alcantarillas viene determinado por el caudal a transportar y por las normas que establecen el tamaño mínimo permisible.

La longitud total de alcantarillado, con independencia del tamaño, depende de las características urbanas de la población y de la situación de la estación depuradora.

La principal instalación complementaria de las redes de alcantarillado son los pozos de visita, los cuales permiten la conexión entre alcantarillas y acceso a las mismas para su limpieza.

El diseño básico de los sistemas de evacuación de las aguas residuales en las ciudades o zonas industriales, por lo general, está a cargo de las autoridades públicas. Estas pautas aseguran que el planeamiento de la administración del agua en las zonas en desarrollo esté de acuerdo con los planes que se ejecuten a nivel regional y nacional.

Un sistema de alcantarillado deberá ser diseñado y administrado siguiendo iguales consideraciones a las aplicadas en el caso de un sistema de abastecimiento de agua potable.

El diseño de un sistema de alcantarillado requiere un alto grado de conocimiento y experiencia, por lo tanto, solo deberá estar a cargo de ingenieros competentes.

2.2. Consideraciones para el diseño de un sistema de alcantarillado

2.2.1. Datos estadísticos

Para el diseño del sistema de alcantarillado es necesario conocer el número de habitantes de la comunidad a quienes se va a beneficiar, utilizándose para ello la tasa de crecimiento poblacional para el departamento de Sacatepéquez.

Estos datos los proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE) y, de esta manera, se pueden obtener datos demográficos al inicio y al final del período de diseño.

La tasa de crecimiento poblacional media anual para el departamento de Sacatepéquez durante el período 1994 al 2002 es de 3,0%.

2.2.2. Período de diseño

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante el período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el proyecto. Este período está especificado según normas INFOM, mismas que fueron utilizadas en el diseño propuesto, considerando que la municipalidad de Ciudad Vieja, tiene previsto solicitar financiamiento por medio de esta institución para la ejecución del proyecto presentado, siendo uno de los requisitos indispensables de INFOM para poder evaluar aprobación de préstamos que los diseños en estudio estén efectuados por normas de ellos.

2.2.3. Población futura

Un sistema de drenaje sanitario se diseña para que funcione con su máxima capacidad al haber transcurrido el período de diseño y con la población que se estima al finalizar el período.

2.2.3.1. Método de incremento geométrico

Para el presente caso se optó por utilizar el método de incremento geométrico en el cálculo de la población futura por dos razones: la primera que al no tener datos de censos anteriores, se tiene que efectuar un censo actual al momento de efectuar la investigación de campo; teóricamente, se ha comprobado que las poblaciones en vías de desarrollo crecen en forma geométrica o exponencial, por lo tanto, este método responde más a la realidad.

La fórmula utilizada es:

Donde:

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

Pf = población futura

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño en años

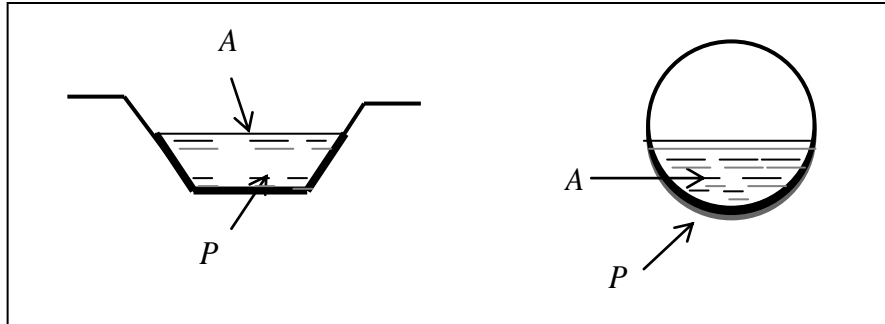
2.2.4. Fórmulas utilizadas en el diseño de alcantarillado

Para efectos de cálculo se considera el régimen permanente uniforme, esto es, flujo permanente en el cual la velocidad media permanece constante, en cualquier sección, por efecto de la gravedad y con una velocidad tal que la carga disponible, compense el rozamiento. En la figura 1 se ilustra el radio hidráulico de la sección mojada en las secciones transversales.

Las ecuaciones fundamentales son:

$$Q = V * A, \quad Rh = \frac{A}{P}$$

Figura 1. **Sección transversal de un canal y un ducto**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

Q = caudal, en m³/s

Rh = el radio hidráulico de la sección mojada de la tubería, en m

A = área de la sección transversal del flujo, en m²

P = perímetro mojado, en m

V = velocidad promedio, en m/s

2.2.4.1. **Fórmula de Chezy**

$$V = c * \sqrt{Rh * s} \quad Q = A * c * \sqrt{Rh * s}$$

El valor constante c está dado, a su vez, por otras fórmulas debido a diferentes investigadores, por ejemplo, y es la más usada, la fórmula de Kutter, en la cual c depende de algunas constantes del radio hidráulico, de la pendiente y del coeficiente de rugosidad.

$$c = \frac{23 + \left(\frac{0,00155}{s}\right) + \left(\frac{1}{n}\right)}{1 + \left[23 + \left(\frac{0,00155}{s}\right) * \sqrt{\frac{n}{Rh}}\right]}$$

En donde:

s = pendiente, en m/m

n = coeficiente de rugosidad

2.2.4.2. Fórmula de Manning

El análisis y la investigación del flujo hidráulico, ha establecido que las condiciones de flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas sanitarios por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

El intento de las aguas negras de buscar su nivel induce a un movimiento conocido como flujo por gravedad. Manning da valores a la constante c más aceptable, mediante la fórmula:

$$c = \frac{1}{n} * Rh^{1/6}$$

Que al sustituirla en la de Chezy, se obtiene la fórmula de Manning, la cual es una de las más usadas en el cálculo de alcantarillados.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * s^{1/2}$$

$$Q = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * s^{1/2} * A$$

Donde:

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

Q = caudal a sección llena (lt/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional

S = pendiente del tubo (%)

Rh = radio hidráulico (m)

A = área de la sección transversal del flujo, o área mojada (m²)

En normas INFOM se tiene que:

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

$$Q = VxA$$

$$A = (5,067 \times 10^{-4})(D^2)$$

Sustituyendo A en Q, se tiene:

$$Q = (V)(5,067 \times 10^{-4})(D^2)$$

Donde:

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

Q = caudal a sección llena (l/s)

n = coeficiente de rugosidad de Manning, adimensional

S = pendiente del tubo (%)

A = área de la tubería (m²)

D = diámetro del tubo (pulgada)

2.2.4.3. Fórmula de Manning-Strickler

Esta fórmula es muy parecida a la anterior, salvo en un cambio de constante, el coeficiente $1/n$ es sustituido por la constante k de Strickler.

$$V = k * Rh^{2/3} * s^{1/2}$$

$$Q = k * Rh^{2/3} * s^{1/2} * A$$

Donde:

k = coeficiente de rugosidad de Strickler, adimensional. Representa las características internas de la tubería y sirve para calcular las pérdidas por fricción de la tubería, para tuberías de PVC es 120.

2.2.5. Dotación de agua potable

De acuerdo con los parámetros de diseño según normas INFOM utilizados en el proyecto de agua potable, se determinó una dotación de 200 litros/habitante/día.

2.2.6. Levantamiento topográfico

Al efectuar el levantamiento topográfico del área que se va a drenar, no solo hay que tomar en cuenta el área edificada en la actualidad, sino, las que puedan existir en un futuro y poder sumarse al sistema actual.

El levantamiento se realizó lo suficientemente completo, en donde parece la localización exacta de las calles, casas, edificios, escuelas y carreteras; en general, todo lo que guarde relación o afecte el desarrollo del proyecto. También se incluye la posible localización de la planta de tratamiento futura.

El método empleado en los levantamientos topográficos es el de conservación del azimut.

En cuanto a la altimetría, se refirió a una cota inicial establecida arbitrariamente. La nivelación se realizó sobre el eje de la calle y a distancias de 20 metros o menos cuando los accidentes del terreno lo obligaron, en todos los cruces de las calles. Se le dio especial importancia a la obtención de cotas de piso de terrenos o construcciones, para que no quedaran por debajo de la cota de la rasante de la calle del frente.

2.2.7. Diagramas, tablas y sus aplicaciones

Los proyectos y cálculos de alcantarillados exigen muchas determinaciones de velocidades, caudales, diámetros de tubería y pendientes, por lo que es de interés llegar rápidamente a soluciones convenientes, con cuyo objeto se ha diseñado un monograma basado en la fórmula de Manning, el cual simplifica el proceso de cálculo y para simplificar su uso se plasmaron los resultados en una tabla con los resultados para cada uno de los valores que se desea buscar.

2.2.8. Comportamiento hidráulico de la sección parcialmente llena

Toda tubería circular puede trabajar a sección llena y a sección parcialmente llena, esto último es más común, ya que el gasto nunca es constante e incide directamente con una variación de la altura del flujo que, a su vez, hace variar el área transversal del líquido y la velocidad de este.

$$A = \frac{d^2}{4} * \left\{ \frac{\pi\theta}{360} * \text{sen} \frac{\theta}{2} \right\}$$

$$A = Rh * p$$

$$p = \frac{\pi * d * \theta}{360}$$

$$Rh = \frac{d}{4} \left[1 - \frac{360 \text{ sen} \theta}{2\pi\theta} \right]$$

De acuerdo con las fórmulas anteriores, se puede observar que en tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, los cálculos del radio hidráulico y del área del flujo son laboriosos y, por lo tanto, también los de la velocidad y el gasto. Para facilitar este cálculo se utilizará el gráfico de relaciones hidráulicas, el cual involucra relaciones de gasto parcial q , entre gasto total Q en la alcantarilla, las curvas de la gráfica dan relaciones de velocidad, área y altura del flujo según el diámetro de alcantarilla.

Primero hay que determinar la velocidad y el gasto del tubo lleno, por medio de las fórmulas ya conocidas; también se puede usar el monograma y las tablas que han sido elaborados con la fórmula de Manning.

Una vez obtenidos estos datos, se procede a buscar la relación entre los gastos q/Q , que es el caudal de diseño entre el caudal a sección llena; se busca el valor en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección circular y se obtienen los valores de d/D que forman la profundidad del flujo o tirante; se lee la relación v/V ; la velocidad de la tubería parcialmente llena se obtiene al multiplicar esta relación por la velocidad de sección llena.

En la tabla de valores de elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular, se puede notar que la velocidad máxima ocurre cuando la profundidad del flujo o tirante es aproximadamente $0,8 D$, por lo que generalmente los tubos en alcantarillados son diseñados para que el flujo máximo alcance una altura de $0,75$ a $0,8 D$. Esto conduce a normalizar que:

$$0,10 \leq \frac{d}{D} \leq 0,80$$

Y según normas INFOM se tiene que la relación d/D es del 74% máximo de la sección circular parcialmente llena.

2.2.9. Parámetros de velocidades permisibles

Las alcantarillas deben ser diseñadas de modo que la velocidad mínima del flujo sea $0,40$ m/s. Cuando no se cumpla con la velocidad mínima, se proporcionará una pendiente adecuada para que la velocidad mínima cumpla con la normada.

La velocidad mínima se fija con el efecto de que no ocurra decantación de los sólidos, pero también, las velocidades altas producen efectos dañinos, debido a que los sólidos en suspensión (arena, piedras, etcétera) pueden provocar daños a la tubería por efectos abrasivos y de impacto, por lo que se recomienda según normas de INFOM los parámetros siguientes, que fueron los utilizados para el presente diseño.

2.2.10. Caudal de diseño para aguas residuales

Los caudales que integran el caudal de diseño son: el domiciliar, comercial, industrial y el producido por las infiltraciones ilícitas:

$$Qd = Qdom + Qcom + Qind + Qin + Qilic$$

Donde:

Qd. = caudal de diseño

Qdom = caudal domiciliar o doméstico

Qcom = caudal comercial

Qind = caudal industrial

Qin = caudal por infiltración

Qilic = caudal por conexiones ilícitas

En el diseño propuesto no se consideraron caudales por industrias, ni comercios ya que la población no cuenta con ellos, por lo que la fórmula utilizada quedo desarrollada de la siguiente manera:

$$Qd = Qdom + Qilic. + Qin$$

2.2.10.1. Caudal domiciliar

Son las aguas provenientes de las actividades de aseo, cocina, lavado de ropa, baño, lavado de platos, descarga de inodoros, etcétera, que retornan al sistema de alcantarillado. Existe una relación directa entre el agua de desecho doméstico con la dotación del suministro de agua potable, y es que no toda el agua es devuelta al drenaje, ya que se consume en alimentos, riego de jardines y otros usos.

Para tal efecto, la dotación de agua potable es afectada por un factor de retorno (FR) que varía entre 0,7 a 0,8, de esta manera, el caudal doméstico queda integrado así:

$$Q_{dom} = \frac{Dotación * No.habitantes * FR}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar en litros/segundo

FR = factor de retorno

Dotación en litro/habitante/día

El criterio utilizado en el diseño propuesto como se ha mencionado, está basado en las normas INFOM, el cual fue calculado para cada tramo con base en el número de conexiones futuras que contribuyan al tramo, el que expresado en l/s será:

- Para tramos que tengan una contribución de menos de 100 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$Q_{dom} = (0,45)(n - 1)^{0,50}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar máximo

N = número de conexiones

- Para tramos que tengan contribución de 100 a 1 000 conexiones futuras, se determinará según la fórmula:

$$Q_{dom} = (75\%)(Q_m)[(18 + p^{0,5}) / (4 + p^{0,5})]$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar máximo

Q_m = caudal medio

P = población tributaria en miles de habitantes.

Expresado en función de las conexiones (n) es:

$$Q_{dom} = \left(\frac{(0,75)(n)(Q_m)(6) / 86\,400}{(18 + (p)^{0,5}) / (4 + (p)^{0,5})} \right)$$

O bien:

$$Q_{dom} = \left(\frac{(0,75)(n)(Q_m)(6) / 86\,400}{(18 + (n)(0,006))^{0,5} / (4 + (n)(0,006)^{0,5})} \right)$$

- Para tramos que tengan una contribución de más de 1 000 conexiones se usará el caudal de hora máxima así:

$$Q_{dom} = (n)(6)(Q_m)(Q_{hm}) / 86\,400$$

Se usará la relación de seis habitantes por conexión para determinar el número de conexiones, cuando solo se tenga la población. Para el caso de instituciones como centros educativos, hospitales, cuarteles, etcétera, se hará una correlación de población con conexiones. Para áreas de desarrollo futuro se estimará la población en función de la densidad que se observe en la población actual, o se podrá estimar entre 20 a 40 conexiones por hectárea en bruto.

2.2.10.2. Caudal comercial

Son las aguas residuales o de desecho provenientes del sector comercial de la población o de edificaciones comerciales, como comedores, restaurantes, hoteles, etcétera. La dotación comercial dependerá del establecimiento que se va a considerar, este valor oscila entre 600 a 3 000 litro/comercio/día. Para el presente trabajo no aplica ya que no existen comercios que afecten considerablemente las condiciones de diseño del mismo.

2.2.10.3. Caudal industrial

Es el agua de desecho de las industrias, se exceptúan las industrias químicas o farmacéuticas, por no ser permitido que viertan toda clase de químicos en el alcantarillado. Tanto para el caudal comercial y el industrial, si no se cuenta con el dato de la dotación de agua suministrada, se puede asumir según sea el tipo de industria entre 1 000 y 18 000 litro/industria/día.

Para el presente trabajo no aplica ya que no existen industrias que afecten considerablemente las condiciones de diseño del mismo.

2.2.10.4. Caudal de infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a la alcantarilla, se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas usadas en la tubería y la calidad de la mano de obra y supervisión con que cuenta durante la construcción.

La manera en que se mide es por litros diarios por kilómetro de tubería, se incluye la longitud de la tubería de los entronques domiciliarios, para lo cual puede asumirse como 6,00 metros de longitud en cada vivienda.

Este factor puede variar entre 12 000 y 18 000 litro/kilómetro/día.

$$Q_{in} = \frac{\text{Factor de Infiltración} * \text{Longitud de drenaje} + \text{No.casas} * 6}{1000}$$

La estimación de este factor considerada según normas INFOM está en función de los siguientes criterios:

- Para tuberías que quedarán sobre el nivel freático:
 - Tuberías de cemento $Q_{in} = 0,025 * D$
 - Tuberías de PVC $Q_{in} = 0,010 * D$

- Para tuberías que quedarán bajo el nivel freático:
 - Tuberías de cemento $Q_{in} = 0,15 * D$
 - Tuberías de PVC $Q_{in} = 0,02 * D$

D = diámetro de la tubería en pulgadas

2.2.10.5. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efectos de diseño, se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad puedan conectarse de esta manera, lo que puede variar es entre 0,5 a 2,5%.

El cómputo del caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias, para el cual se utilizará la fórmula dada por el Método Racional.

$$Q_{il} = \frac{C * i * A}{360}$$

Donde:

Q_{il} = caudal por conexiones ilícitas, en m³/s

C = coeficiente de escorrentía, en porcentaje

i = intensidad de lluvia, en mm/h

A = área que es factible conectar ilícitamente, en hectáreas

Por normas del Instituto de Fomento Municipal (INFOM) se tiene que el caudal de infiltración es el 10% del caudal domiciliar o doméstico, o sea:

$$Q_{in} = 10\% Q_{dom}$$

2.2.11. Factor de caudal medio

Una vez integrado el caudal de diseño, se procede a obtener el caudal medio, Q_m , del área que se va a drenar que al ser distribuido dentro del número de habitantes, da un factor de caudal medio, el cual varía de 0,002 a 0,005; si el cálculo del factor no está dentro de este parámetro, se utiliza el límite más cercano, según sea el caso.

$$FQ_{medio} = \frac{Q_{medio}}{No.habitantes}$$

Donde:

$$0,002 \leq FQ_{medio} \leq 0,005$$

2.2.12. Caudal máximo o caudal de diseño

Para calcular el caudal máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, hay que afectar el caudal medio por un factor conocido como factor de flujo, el cual debe variar entre 1,5 a 4,5, de acuerdo con el tamaño de la población.

Para el cálculo de este factor se usa la fórmula de Harmond

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

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población en miles

Con lo anterior, se puede obtener el factor de caudal máximo, así:

$$FQ_{\text{máximo}} = FQ_{\text{medio}} * FH$$

El cual, al ser multiplicado por el número de habitantes da el caudal máximo o caudal de diseño:

$$Q_{\text{máximo}} = Q_{\text{diseño}}$$

$$Q_{\text{diseño}} = \text{No.hab.} * FQ_{\text{máximo}} = \text{No.hab.} * FQ_{\text{medio}} * FH$$

2.2.13. Cota invert

Es la distancia vertical que existe entre la cota en la rasante del terreno y la cota inferior de la tubería, se debe verificar siempre que se asegure el recubrimiento mínimo necesario en la tubería. Para calcular la cota invert se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos. Es importante tomar en cuenta las siguientes reglas:

- La cota invert de salida de un pozo se coloca, por lo menos tres centímetros más baja que la cota invert de la tubería más baja que llegue al pozo.
- Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo es menor que la saliente, la cota de salida estará más baja que la tubería de entrada, según la diferencia de diámetros.

De acuerdo con las normas INFOM, se tiene que la diferencia entre la cota invert de la tubería que entran y la cota invert de la tubería que sale de un pozo de visita será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida o sea:

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

Se exceptúa el caso cuando el tubo de entrada y el de salida son del mismo diámetro y están en línea recta, en cuyo caso las tuberías se instalarán según la pendiente.

2.2.14. Pendiente hidráulica

Es la pendiente que debe tener la tubería para que el flujo se conduzca por gravedad, se puede obtener con la relación entre la longitud del tramo de la tubería y el promedio de las cotas o alturas así:

$$s = \frac{ci_1 - ci_2}{d} * 100$$

Donde:

s = pendiente hidráulica, en porcentaje

ci1 = cota invert inicial o aguas arriba, en m

ci2 = cota invert final o aguas abajo, en m

d = longitud de la sección de la tubería, en m

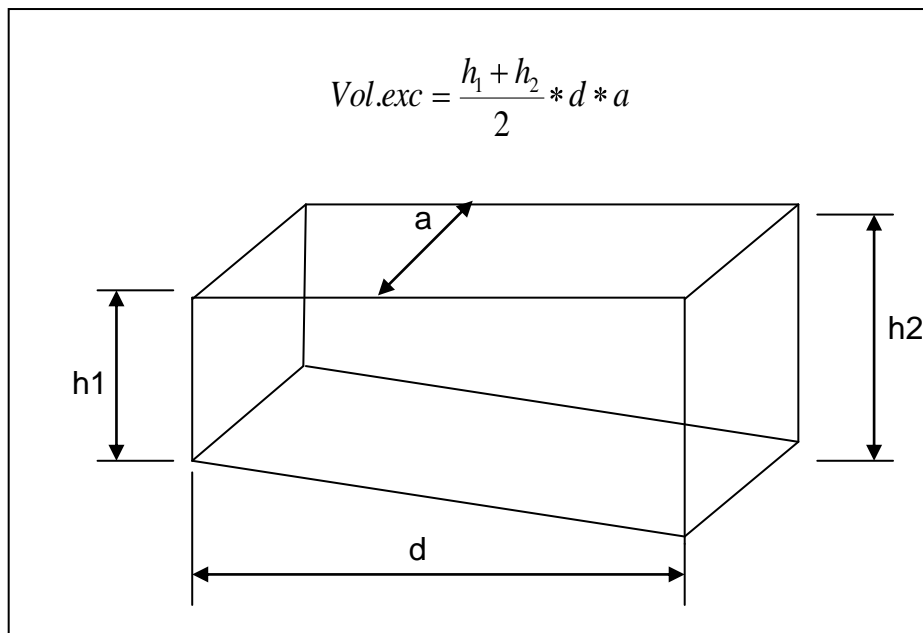
Si se asume una pendiente inicial, de tal manera que la velocidad se mantenga en los parámetros establecidos, se despeja la fórmula anterior para obtener la cota invert final, quedando de la siguiente manera:

$$ci_2 = \frac{ci_1 - s * d}{100}$$

2.2.15. Volumen de excavación

Para calcular el volumen de excavación en donde se instalará la tubería del drenaje, simplemente se cúbica la fracción de suelo como se muestra en la figura 2:

Figura 2. Volumen de excavación para una zanja



Fuente: elaboración propia.

De la figura anterior, se define h_1 y h_2 como las profundidades de los extremos del tramo entre dos pozos cualesquiera, d la distancia horizontal entre ellos y a el ancho que se le dará a la zanja en ese tramo.

2.2.16. Volumen de relleno

El volumen de relleno se define como la diferencia entre el volumen de excavación, menos el volumen del tubo que se va a instalar.

Volumen de relleno = volumen de excavación - volumen de tubería

2.2.17. Volumen de retiro

Una vez excavado y posteriormente, relleno el suelo que se repuso, quedará un excedente de volumen de suelo, este tendrá que retirarse del lugar y depositarlo en un lugar preestablecido por el diseñador. Cabe mencionar que existen casos en que se importa material de relleno o reposición de pavimento, lo cual tendrá que tomarse en cuenta a la hora del presupuesto.

$$Vol.Retiro = (Vol.Excavacion * FExp) - (Vol.Relleno * FComp)$$

El factor de expansión (Fexp) será entre 1,3 a 1,5 y se define como la relación que existe cuando las partículas que componen el suelo se separan por motivo de la excavación. El factor de compactación (Fcomp), se define como la relación que existe cuando las partículas del suelo se unen por motivo de la compactación, este factor será entre 1,10 a 1,35.

2.2.18. Manual de mantenimiento para alcantarillados

2.2.18.1. Pozos de visita

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

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

Se colocarán pozos de visita en los siguientes puntos:

- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- Donde exista cambio de pendiente
- En distancias no mayores de 100 metros
- En las curvas de colectores, a no más de 30 metros

2.2.18.2. Diámetros de colectores

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño del alcantarillado sanitario es de 6 pulgadas, esto se debe a requerimientos de flujo y limpieza, de esta manera se evitarán obstrucciones en la tubería. Esta especificación es adoptada para tubería de PVC, ya que en tubería de cemento, el diámetro mínimo es de 8 pulgadas.

2.2.18.3. Conexiones domiciliarias

Inicialmente, debe hacerse conciencia en la comunidad y explicarles que la tubería y accesorios del drenaje no se deben utilizar como basureros, y que deben revisar por lo menos una vez por mes, sus candelas domiciliarias y extraer de estas, todos los cuerpos extraños, como podrían ser: pelotas, bolsas plásticas, cubiertos, palos de madera, cartón, recipientes de cualquier tipo, juguetes, etcétera.

En todos los casos anteriores debe tenerse en cuenta que es contacto con el agua contaminada, por lo tanto, debe tratarse con las medidas higiénicas necesarias.

En este caso particular, se recomienda programar semanas especiales de limpieza de colectores y ponerse de acuerdo con el Puesto de Salud para organizar brigadas antitetánicas, con el objeto de reducir el índice de enfermedades derivadas del contacto con aguas contaminadas.

Los cuerpos extraídos, deben enterrarse en lugares tales que sea inaccesible el contacto con los seres humanos y distante de los animales domésticos, alejado de hortalizas y de cualquier producto comestible.

2.2.18.4. Recomendaciones

En todos los casos debe tomarse en cuenta que son aguas contaminadas y por lo tanto, debe desinfectarse las manos y cuerpo con suficiente agua y jabón al tener contacto con las mismas, y más cuando después de tocarlas debe ingerir algún tipo de alimento.

3. DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO

3.1. Alternativa adoptada

Debido a las condiciones topográficas del terreno, se optó por drenar el caudal recolectado de aguas residuales hacia el punto más bajo de la comunidad. El punto predestinado para la descarga fue estudiado y cumple con las condiciones mínimas para el desfogue del agua residual ya tratada. Se puede ver, entonces, que el sistema de drenaje adoptado consiste en un ramal principal y varios ramales secundarios, que contribuyen a la recolección del agua servida. La población en estudio se ubica de manera semiconcentrada a lo largo del ramal principal y de los subramales.

3.2. Descripción del proyecto

El proyecto consta de varios ramales de drenaje sanitario con pendientes divergentes a partir de un punto, por lo cual, todo el sistema funcionará, tomando en cuenta la gravedad, depositando las aguas servidas a una planta de tratamiento que la municipalidad tiene prevista su planificación y construcción, paralelo a la ejecución del proyecto diseñado.

La longitud total del proyecto es de 5 676,00 metros lineales.

La tubería usada es tubería de PVC que cumpla con la norma ASTM D - 3034, tubería de 20 pies, 6 metros de longitud.

En su totalidad, se tiene previsto instalar 5 184,00 metros de tubería de Ø6", 414,00 metros de tubería de Ø8" y 78,00 metros de tubería de Ø10", cubriendo así, la longitud total del proyecto.

Se construirán 135 pozos de visita con profundidades promedio de 2,25 m para cada pozo.

Se instalarán 604 conexiones domiciliarias para darle cobertura al 100% de las viviendas.

3.3. Tiempo de ejecución

El tiempo contractual previsto para la construcción del proyecto se considera que es 240 días calendario (8 meses) contados a partir del inicio de los trabajos. Se ha de tomar en cuenta que se debe contar en el lugar con los materiales y con todo el personal necesario para la ejecución del mismo.

3.4. Costo directo del proyecto

El proyecto tendrá un costo directo de ejecución de cuatro millones cuatrocientos ochenta y ocho mil trescientos sesenta y ocho quetzales con 91/100 (Q4 488 368,91) para el año 2011.

3.5. Beneficiarios del proyecto

Se pretende beneficiar de manera directa a 3 624 habitantes actualmente y a 8 814 habitantes para el año 2040.

3.6. Metas y resultados

Se tiene como metas a corto y largo plazo, el beneficiar directamente a la población en estudio con la construcción del sistema de drenajes que mejore la calidad de vida de los habitantes. Se pretende obtener resultados positivos en cuanto a la reducción del índice de enfermedades infecciosas ocasionadas por las exposiciones de las aguas negras.

Se espera el buen funcionamiento del sistema de evacuación de aguas servidas en el sector y, con ello, el mejoramiento del medio ambiente del entorno visual y de la salubridad de la comunidad.

3.7. Parámetros de diseño

Para el diseño del drenaje sanitario se consideraron los parámetros siguientes:

Tabla I. **Parámetros de diseño alcantarillado sanitario aldea San Lorenzo El Cubo**

Parámetros de diseño	
Tipo de sistema	Sanitario
Forma de evacuación	Gravedad
Período de diseño	30 años
Factor de infiltración sobre nivel freático	0,01
Dotación de agua potable	200 l/hab/día
Densidad de vivienda	6 habitantes
Norma de tubería PVC	ASTM 3034
Coeficiente de rugosidad	0,01
Tasa anual de crecimiento de población	3%
Número de viviendas actuales de diseño	604 habitantes
Población actual de diseño	3 624 habitantes
Número de viviendas futuras de diseño	1 469 viviendas
Población futura de diseño	8 814 habitantes
Diámetro conexión domiciliar	4 pulgadas
Diámetro mínimo de colector principal	6 pulgadas
Velocidad mínima	0,6 m/s
Velocidad máxima	2,5 m/s
Cálculo de alturas de cotas invert de salida en tramos de continuidad	$v^2 / (2g)$
Método de cálculo de población futura	Geométrico
Factor de retorno (FR)	0,75
Longitud de colector domiciliar	6,00 m/casa
Longitud total del alcantarillado sanitario	5 676 ml

Fuente: elaboración propia.

3.8. Disposición final

Actualmente no existe ningún tipo de tratamiento al final del tramo, sin embargo, dentro de los planes de la municipalidad de Ciudad Vieja, existe la voluntad de construir una planta de tratamiento en un futuro próximo, por lo que se recomienda realizar los estudios necesarios para el diseño y construcción de dicha planta paralela a la ejecución del proyecto de alcantarillado planteado.

3.9. Ejemplo de diseño

De acuerdo con las normas generales para diseño de alcantarillado de INFOM en la hoja de cálculo del diseño hidráulico, se presenta toda la información como resultado de los cálculos efectuados para llegar al diseño final del sistema de alcantarillado, que sirve de base para la elaboración de los planos. En los apéndices se pueden consultar las tablas de diseño hidráulico.

A continuación se da el diseño hidráulico de un tramo:

Tramo de pv-12 a pv-11

- Longitud =: 50,99 m
- Cota inicial = 108,874 m
- Cota final = 108,252 m
- Densidad de vivienda = 6/hab/casa
- Población actual = 30 habitantes
- Tasa de crecimiento = 3%
- Factor de retorno = 0,75
- Período de diseño = 30 años
- Dotación = 200 lt/hab/día

- Pendiente del terreno ($S\%$):

$$S\% = \frac{C_{inicio} - C_{final}}{DH} \times 100 = \frac{108,874 - 108,252}{50,99} \times 100 = 1,22\%$$

- Conexiones o viviendas actuales acumuladas (V_o):

$$(V_o) = \# \text{ conexiones tramos anteriores} + \# \text{ conexiones locales}$$

$$0 + 5 = 5$$

- Habitantes actuales = # viviendas actuales x densidad de vivienda

$$= 5 \times 6 = 30 \text{ hab.} = 5 \times 6 = 30 \text{ hab.}$$

- Conexiones o viviendas futuras locales (V_f):

$$V_f = V_o \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n = 5 \left(1 + \frac{3}{100}\right)^{30} = 12,13 \approx 12$$

- Conexiones acumuladas = conexión tramo anterior + local

$$= 0 + 12 = 12$$

- Población futura acumulada = # conexión anterior x densidad

$$= 12 \times 6 = 72$$

- Caudal de diseño actual (q_{da}):

- Caudal domiciliar ($q_{dom.}$):

Para conexiones actuales < 100 , se tiene

$$q_{dom.} = 0.45 \sqrt{n-1} = 0.45 \sqrt{5-1} = 0,90 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración (q_i): para PVC y sobre nivel freático

$$q_i = (0,01)(\Phi)(DH/1000) + (0,01)(\Phi_1)(\#conexlocal * 6m/1000)$$

Donde:

Φ = diámetro del colector = 6"

DH = distancia horizontal = 50,99

Φ_1 = diámetro conexión domiciliar = 4"

$$q_i = (0,01)(6)(50,99/1000) + (0,01)(4)(5 * 6m/1000) = 0,004$$

- Caudal de de conexiones ilícitas (q_{ilic}):

$$q_{ilic} = q_{dom} * 10\% = 0,9 * 10\% = 0,09$$

$$q_{da} = q_{dom.} + q_i + q_{ilic.}$$

$$q_{da} = 0,90 + 0,004 + 0,09 = 0,994 \approx 0,99$$

- Caudal de diseño futuro (q_{df}):

- Caudal domiciliar ($q_{dom.}$):

Para conexiones futuras < 100, se tiene por normas INFOM que:

$$q_{dom} = 0,45\sqrt{n-1} = 0,45\sqrt{12-1} = 1,49l/s$$

- Caudal de infiltración (q_i): para PVC y sobre nivel freático

$$q_i = 0,01(\Phi_1)(DH/1000) + (0,01)(\Phi_1)(\#conexlocal * 6m/1000)$$

Donde:

Φ = diámetro del colector = 6"

DH = distancia horizontal = 50,99

Φ_1 = diámetro conexión domiciliar = 4"

$$q_i = 0,01(6)(59,99/1000) + (0,01)(4)(12 * 6m/1000) = 0,006$$

- Caudal de de conexiones ilícitas (q_{ilic}):

$$q_{ilic} = q_{dom} * 10\% = q_{ilic} = (1,49) * 10\% = 0,15$$

$$q_{ilic} = q_{dom} + q_i + q_{ilic} = 1,49 + 0,006 + 0,15 = 1,646 \approx 1,65$$

- Velocidad a sección llena (V):

$s = 1,25\%$

$\Phi = 6"$ (PVC)

$n = 0,010$ (coeficiente de rugosidad para PVC)

$$V = \frac{(0,03429)(\Phi)^{2/3}(2/100)^{1/2}}{n} = \frac{(0,03429)(6)^{2/3}(1,25/100)^{1/2}}{0,010} = 1,27$$

- Caudal a sección llena (Q):

$$Q = V * A$$

$$A = (5,067 * 10^{-4})(\Phi)^2 = (5,067 * 10^{-4})(6)^2 = 0,01824412$$

$$Q = 1,27 * 0,0182412 = 0,2317 m^3 / s$$

$$Q = 23,17 l / s$$

- Relación q/Q y velocidad de diseño v y d/D

- De tablas se obtiene a partir de q/Q

$$Actual = 0,99 / 23,17 = 0,04273$$

$$Futuro = 1,65 / 23,17 = 0,07121$$

- De tablas se obtiene a partir de v/V

$$Actual = 0,49781$$

$$v = 0,49781(V) = (0,49781)(1,27) = 0,63 m / s$$

$$Futuro = 0,57932$$

$$v = 0,57932(V) = (0,57932)(1,27) = 0,73 m / s$$

De tablas se obtiene a partir de d/D

$$Actual = 0,14''$$

$$Futuro = 0,18''$$

- Cotas invert

Cota invert de salida: en este caso como PV-12 es inicial, se asume una altura mínima para proteger al tubo por cargas, en este caso fue de 1,40 m.

$$CIS = \text{Cota invert de salida}$$

$$CIE = \text{Cota invert de entrada}$$

$$CIS = C_{\text{terreno}} - 1,40 = 108,874 - 1,40 = 107,47$$

- Altura de pozos de visita

$$h_1 = CT_1 - CIS = 108,874 - 107,47 = 1,40m$$

$$h_2 = CT_2 - CIE = 108,252 - 106,85 = 1,40m$$

3.10. Especificaciones técnicas

3.10.1. Ejecución del trabajo

3.10.1.1. Información general

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanqueo, colocación de la tubería de drenaje, soportes y anclajes, prueba, relleno de la zanja y limpia de exceso de materiales, de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es completa responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.

Deberán colocarse indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.

Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.

El trabajo deberá ser de primera calidad y ejecutado por obreros calificados.

La tubería se colocará en el lugar y niveles indicados en planos.

Deberán utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.

Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione por motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de teléfonos, desagües, electricidad, etcétera, serán reparados a la brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello, compensación adicional.

Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.

3.10.1.2. Limpia, chapeo y desmonte

El área en donde se procederá a la instalación de la tubería, deberá estar totalmente limpia de troncos, vegetación viva o muerta, árboles, etcétera, en un ancho mínimo de 2,00 metros, tomándose en cuenta que será 1,00 metro libre a cada lado del eje de instalación de la tubería.

El supervisor designado podrá tener la potestad de ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza que sea necesario siempre y cuando se encuentren soluciones alternas al momento de efectuar los trabajos y que los mismos no sean afectados en su diseño original.

Todo el material resultante de la limpieza y chapeo, deberá colocarse convenientemente en lugares donde no ocasione daño a las propiedades vecinas o en su defecto incinerarlo según sea el tipo de material encontrado.

3.10.1.3. Zanjeo

Deberá efectuarse el zanjeo para la colocación de tubería hasta la profundidad de instalación indicada en planos del proyecto acoplándose la misma siguiendo los ejes respectivos de la planificación. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería.

La tubería será colocada con una fundación de materiales estables, cuidadosamente conformados para que pueda asentarse la parte inferior de la misma, cuando menos en un 10% de su alto total y en toda su longitud.

En lugares donde el coronamiento de la tubería quede sobre el terreno natural original, el contratista deberá hacer un terraplén, de acuerdo con lo indicado por el supervisor, hasta una elevación mínima de 0,30 metros arriba de la cota de diseño del coronamiento de la tubería. El terraplén deberá ser compactado al 95% del proctor modificado.

Cuando la tubería se coloca en zanja, esta deberá ser de suficiente ancho cuando esté terminada y conformada para recibir la tubería, para dar libre espacio de trabajo para la colocación y arreglo de juntas satisfactoriamente y para permitir compactación eficiente del relleno y material de fundación abajo y a los lados del tubo. Los anchos en la excavación serán los indicados en la tabla III para el ancho de zanqueo.

3.10.1.3.1. Profundidad y ancho de zanja

La carga máxima de tierra que soporta la tubería de PVC depende del prisma de tierra directamente encima de ella. Si la carga de diseño sobre la tubería se calcula con base a este criterio, el ancho de la zanja se ve influido por una excavación práctica y económica.

La profundidad de la tubería estará definida por el diseño hidráulico del sistema, toma como una profundidad mínima de 1,20 metros desde la cota del terreno hasta la cota invert de la tubería. También hay que considerar en el momento de determinar la profundidad, la protección contra las cargas de tráfico para evitar rupturas.

La tubería deberá tener un recubrimiento mínimo sobre corona de 0,90 metros para el colector principal y de 0,80 metros para conexiones domiciliarias.

En la siguiente tabla aparecen profundidades mínimas referidas a la cota inferior de la tubería.

Tabla II. **Profundidades mínimas para la tubería, según tránsito vehicular**

Diámetro de tubería (pulgadas)	Profundidad para tráfico normal (m)	Profundidad para tráfico pesado (m)
6, 8	1,22	1,42
10	1,28	1,48
12	1,33	1,53
15	1,41	1,61
18	1,50	1,70

Fuente: Norma ASTM D -3034. Tuberías PVC para alcantarillado sanitario, AMANCO-TUBOVINIL, p 7.

El ancho de zanja mínimo está determinado por el espacio mínimo que necesita un operario para instalar la tubería, este es de 45 cm para tubería de 4" y 6" y no más de 15 a 23 cm de espacio libre a cada lado de la tubería de 8" o mayor. Para obtener un ancho constante se excavará con retroexcavadora con un cucharón pequeño especial para la excavación de zanjas.

En la siguiente tabla se muestra el ancho libre de zanjas, según su profundidad y el diámetro de la tubería que se va a instalar:

Tabla III. **Ancho libre de zanja, según profundidad y diámetro nominal de tubería**

Diámetro nominal (pulg.)	TUBERIA PVC										
	Profundidad en metros										
	0-1.30	1.31-1.85	1.86-2.35	2.36-2.85	2.86-3.35	3.36-3.85	3.86-4.35	4.36-4.85	4.86-5.35	5.36-5.85	5.86-6.35
6	0.60	0.60	0.65	0.65	0.65	0.65	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
8	0.60	0.60	0.65	0.65	0.70	0.70	0.72	0.75	0.75	0.80	0.80
10		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
12		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80
15		0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
18		1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10

Fuente: Norma ASTM D-3034. Tuberías PVC para alcantarillado sanitario, AMANCO, TUBOVINIL, p. 8.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, deberá ser removida debajo de la línea de pendiente y repuesta con material adecuado de manera que se provea colchón de tierra compactado que tenga un espesor debajo de la tubería no menor de 2,5 cm o 1 pulgada por cada metro de alto de relleno a partir de la parte superior de la tubería, con un espesor mínimo permisible de 20 cm.

Si en opinión del supervisor, los materiales que se encuentran en el lecho de la fundición al nivel requerido, no son satisfactorios y puedan causar asentamientos desiguales a lo largo de la tubería, dichos materiales deberán ser removidos en un ancho y a una profundidad ordenada por el supervisor y ser repuestos con material satisfactorio (granza u otro material apropiado), debidamente compactado, salvo que se indiquen otros métodos en los planos.

El contratista deberá tomar las precauciones necesarias para desviar temporalmente cualquier corriente de agua que se pueda encontrar. La tubería no deberá ser colocada hasta que el lecho de fundición haya sido aprobado por el supervisor.

3.10.1.4. Colocación de tubería

Deberá terminarse la excavación de una longitud no mayor de 60 metros, la cual será debidamente supervisada para que la rasante del fondo, tanto del colector como de las conexiones domiciliarias, estén de acuerdo con las cotas de los planos, que su alineamiento esté correcto y que se cumpla con el ancho establecido, así como las otras recomendaciones citadas.

Se efectuará una minuciosa inspección de la tubería que en una forma ordenada, ha sido puesta en la orilla de la zanja, con el fin de no bajar aquellas unidades que durante el transporte se hubiesen rajado o lastimado considerablemente, así como revisar que sus estructuras (campana – espiga y macho – hembra) estén libres de materias extrañas: mezcla seca, lodo, etcétera, que impidan hacer una buena junta.

La tubería se bajará por medio de cadenas o cuerdas, tratando de poner el tubo en tal forma que el flujo recorra al tubo de campana a espiga o de hembra a macho, comenzando la colocación a partir de la descarga.

Se recomienda que no menos de $\frac{1}{4}$ de circunferencia del tubo esté apoyada en el lecho firme de la zanja; el fondo de la zanja debe terminarse a mano, para darle la concavidad deseada, de manera que $\frac{1}{3}$ del tubo esté en tierra firme o en el lecho de arenas, según el caso.

Cuando se usen tubos de campana, deberán abrirse zanjas transversales en la base de la zanja para que la campana quede libre y permita un asentamiento firme del cuerpo del tubo en la base preparada.

En instalación de tuberías múltiples, estas deberán hacerse con la línea central de cada tubería individual paralela a las demás. Cuando no se indique otra cosa en los planos, la distancia libre entre dos líneas de tubería será igual a la mitad del diámetro de la mayor de ellas.

Ninguna tubería de aguas negras deberá pasar sobre agua potable. La distancia mínima entre tuberías de agua negra y agua potable será 0,20 metros cuando se cruzan y 0,40 metros cuando son paralelas y en todo caso la de agua potable sobre la de aguas negras.

3.10.1.5. Juntas

Para la correcta instalación de la tubería deben utilizar implementos, herramientas y equipo adecuado para evitar dañar la misma. Por ninguna circunstancia debe lanzarse la tubería y los accesorios a la zanja.

Las campanas deben colocarse en dirección aguas arriba; la instalación debe principiarse de la parte baja, hacia la parte alta.

Cuando se interrumpa la instalación de la tubería, deben colocarse tapones en las aberturas para evitar la entrada de agua, tierra o cualquier material ajeno a la tubería.

3.10.1.6. Relleno

Para rellenar las zanjas con la tubería ya colocada se aconseja compactar los primeros 30 cm en forma manual, con especial atención a los costados de la tubería; se pueden utilizar compactadoras mecánicas en la parte superior de la zanja.

La primera capa debe ser de material fino, arena o material selecto, el resto del relleno se hará con el mismo material que se excavo, salvo que el material original sea aceptable, de lo contrario, todo el material de relleno será de material selecto.

La tubería de norma ASTM D-3034 emplea el sistema Ribber, en el cual el empaque está incorporado a la campana de la tubería. Se recomienda no remover por ningún motivo, el empaque ya que este le da la hermeticidad al acople.

En caso de que sea necesario instalar una sección corta de tubería, esta puede ser cortada con una sierra, luego se debe hacer el bisel a 15° con una profundidad igual a la mitad del espesor de pared del tubo. Puede biselarse el tubo con una lima adecuada.

La compactación debe ser de 95% de su densidad máxima y como lo determina el método T 99-49, de la A.A.S.H.T.O. o su equivalente. No se permitirá que opere equipo pesado sobre una tubería, mientras el relleno no haya sido correctamente hecho y hasta que dicha tubería se encuentre cubierta por lo menos con 50 cm de material.

Se permitirá la operación de equipo pesado sobre una tubería, hasta que el supervisor lo autorice, después de asegurarse que los rellenos están hechos correctamente y la capa de cubierta sobre la tubería sea por lo menos 50 cm de espesor.

Ningún pavimento o material de superficie se pondrá sobre cualquier tubería hasta que el relleno haya sido perfectamente compactado y asentado.

El transporte del material excedente debe efectuarse de tal forma que al terminar el relleno de una cuadra, se proceda de inmediato a sacar el material y efectuar la limpieza final.

3.10.1.7. Rotura y reposición de pavimentos

Las diferentes superficies de pavimento dañadas o destruidas durante el curso del trabajo serán reparadas y mantenidas como se muestre, especifique y dirija. Incluido bajo esta clasificación se encuentran los pavimentos y superficies de todo tipo: bases de pavimentos, aceras, entradas a las casas, cordones y cunetas. La calidad del trabajo utilizado en la restauración deberá producir un pavimento igual o mejor que el existente antes del inicio del trabajo, a menos que se indique lo contrario en planos o descripciones del proyecto o lo indique el supervisor.

En los cruces de calles pavimentadas con concreto, se procurará hacer la instalación en túnel o haciendo cortes parciales del pavimento, unidos por tramos en túnel. En los casos no contemplados sobre rotura de pavimento se seguirán las instrucciones del supervisor.

3.10.1.8. Obras accesorias

Las obras accesorias comprenden todas aquellas estructuras que complementan una red de alcantarillado, tales como: pozos de visita, pozos de luz, conexiones domiciliarias, tragantes y sifones invertidos.

3.10.1.8.1. Pozos de visita

Los pozos de visita son esenciales para la operación y mantenimiento de un sistema de alcantarillado sanitario por gravedad. Un pozo de visita debe:

- Proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambio de gradiente y consolidación de flujos convergentes.
- Proporcionar acceso a la tubería para mantenimiento e inspección
- Proporcionar un ingreso de oxígeno al sistema

Se localizarán tal como se indica en los planos y en el replanteo en el campo, se localizará su eje de simetría en la intersección de las diagonales de las esquinas.

Sin embargo, si el trazo de las calles es irregular, dicha estructura podrá construirse en otro punto que permita la concurrencia de los otros sectores.

El tipo de pozo será el indicado en los planos de pozos de visita, adjuntos al proyecto. Los materiales usados serán de la calidad y características anotadas en estas especificaciones.

Todos los detalles de la estructura deberán ajustarse a los planos del proyecto.

La cota de la tapadera de los pozos de visita, salvo disposiciones especiales deberá quedar al mismo nivel de la rasante de la calle.

Conexiones: se deberán efectuar todas las que lleguen al pozo de visita y para aquellos tramos futuros, se dejará prevista la tubería de llegada en una longitud no mayor a medio ancho de la calle.

3.10.1.8.2. Conexiones domiciliarias

Estas deberán ser construidas, de acuerdo con los planos del proyecto, las cuales generalmente constan de dos partes: Caja de registro y tubería de empotramiento.

- Caja de registro

Las dimensiones mínimas para caja de registro deberán ser 38 cm (15 pulgadas) de diámetro por 1 metro de profundidad con tapadera y brocal, de concreto y refuerzo de la calidad requerida en estas especificaciones.

Debe tenerse el cuidado necesario en la colocación de la caja de registro, dándoles a estas la profundidad requerida para permitir hasta donde sea posible la conexión domiciliar interior por gravedad.

- Tubería de empotramiento

Deberá tener un diámetro mínimo de 6 pulgadas y una pendiente no menor del 2%. Dependiendo de la profundidad de la zanja, esta tubería podrá colocarse así: cuando la diferencia entre el fondo de la caja de registro y la cota del coronamiento del colector sea menor de 1,50 metros, usar dos pendientes unidas por medio de un codo, la primera, 2% mínimo hasta la zanja del colector y la segunda pendiente infinita, con recubrimiento mínimo de 0,10 metros de concreto pobre o según lo indiquen los planos del proyecto.

Se deberá tener especial cuidado para que en la tubería no queden rebabas en su interior que dificulten el flujo.

Prestando especial cuidado en la supervisión para que la tubería de acueductos y los alcantarillados al cruzarse estén en correcta posición relativa.

No se permitirá a ningún usuario conectar sus aguas negras y servidas al sistema de alcantarillado sin previo permiso de la municipalidad local o del comité encargado, quien solicitará asesoría técnica para efectuarse una inspección a los trabajos de conexión domiciliar antes de proceder al relleno respectivo.

3.10.1.9. Objeto de la inspección

El objeto de la inspección, que realiza el supervisor es asegurarse que los planos y especificaciones del proyecto sean desarrollados fielmente, ya que las obras de alcantarillado enterradas a varios metros en el suelo e invisibles en su mayor parte una vez terminadas, deben ser minuciosamente inspeccionadas durante su construcción.

Prestando especial atención a que las tuberías tengan el alineamiento y pendiente establecido, que las juntas sean hechas en la forma requerida removiendo el exceso de material que pueda quedar dentro del tubo, mantener libre de agua el fondo de la zanja durante la instalación de la tubería, hasta que las juntas de mortero hayan fraguado y endurecido debidamente.

En el vaciado del concreto, las mezclas deben ser debidamente preparadas y las formaletas de los elementos a fundir deben quedar herméticas para dar superficies con terminados satisfactorios.

Todo el material, principalmente las tuberías, debe ser inspeccionado al momento de llegar a la obra y luego durante su instalación.

3.10.1.10. Pruebas de tubería

Antes de su aceptación:

Condiciones que debe satisfacer la tubería: cada lote de tubos deberá ser aprobado por el supervisor mediante el examen de los tubos y la realización de pruebas físicas (tolerancia en variación de dimensiones, apariencia), prueba de resistencia al aplastamiento, pruebas de permeabilidad y prueba de presión hidrostática. Todas estas pruebas y cualquier otra que no se contemple debe apegarse a las normas A.S.T.M.

En tuberías instaladas:

Todas las líneas de alcantarillado que hayan sido terminadas serán iluminadas entre las cámaras de inspección (pozos de visita) o a intervalos cortos para comprobar su correcta alineación, depresiones en la línea, obstrucciones que hayan quedado dentro de la tubería y también para descubrir cualquier infiltración antes de comenzar el relleno.

La prueba anterior se hace nuevamente después de terminado el relleno, para la aceptación final de la obra.

3.10.1.11. Materiales

Concreto: material compuesto de cemento, arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:2 o con una proporción que garantice una resistencia $f'c$ igual a 210 kilogramos/centímetros cuadrados (3 000 psi).

Alisado: material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.

Repello: material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

Refuerzo: el refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con hierro de diámetro especificado en los planos y con una resistencia no menor a 2 100 kilogramos/centímetros cuadrados (30 000 psi) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.

4. CUANTIFICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

4.1. Cuadro de cantidades de trabajo

Tabla IV. Cuadro de cantidades de trabajo

Proyecto: Alcantarillado sanitario
 Ubicación: San Lorenzo El Cubo
 Municipio: Ciudad Vieja
 Departamento: Sacatepéquez

Cuadro de cantidades de trabajo

No.	Renglón	Cantidad	Unidad
1	Trabajos preliminares		
1,1	Trazo y estaqueado	5 676,00	ml
1,2	Excavación	6 992,40	m ³
1,3	Relleno	6 880,50	m ³
1,4	Retiro de material sobrante	2 795,5	m ³
2	Colectores PVC norma ASTM D-3034		
2,1	Colector de 6" PVC norma ASTM D-3034	5 184,00	ml
2,2	Colector de 8" PVC norma ASTM D-3034	414,00	ml
2,3	Colector de 10" PVC norma ASTM D-3034	78,00	ml
3	Conexiones domiciliarias		
3,1	Trazo y estaqueado	3 624,00	ml
3,2	Excavación	3 970,00	m ³
3,3	Tubería de 4" PVC norma ASTM D-3034 + accesorios	604,00	tubo
3,4	Brocal y fondo de candela domiciliar	604,00	unidad
3,5	Candela domiciliar (tubo de cemento de 12")	604,00	tubo
3,6	Relleno	3 930,00	m ³
3,7	Retiro de material sobrante	40,00	m ³
4	Pozos de visita		
4,1	Excavación pozos	360,00	vara
4,2	Fundición piso de concreto armado	135,00	unidad
4,3	Levantado de ladrillo tayuyo 0,065*0,11*0,23 m	1 603,80	m ²
4,4	Hechura de brocal	135,00	unidad
4,5	Fundición tapadera de concreto armado	135,00	unidad
4,6	Repello interior	1 603,80	m ²
4,7	Cernido interior	1 603,80	m ²
4,8	Relleno	125,00	m ³
4,9	Retiro de material sobrante	875,00	m ³
5	Reposición de asfalto		
5,1	Demolición de capa asfáltica	567,60	m ²
5,2	Compactación de base	567,60	m ²
5,3	Imprimación	567,60	m ²
5,4	Colocación mezcla asfáltica (e = 0,08 m)	567,60	m ²
6	Reposición de adoquín		
6,1	Levantado adoquín existente	2 270,40	m ²
6,2	Compactación de base (e = 0,20 m)	2 270,40	m ²
6,3	Reinstalación adoquín existente	1 135,20	m ²
6,4	Instalación adoquín nuevo	1 135,20	m ²

Fuente: elaboración propia.

4.2. Presupuesto

Tabla V. Presupuesto

Proyecto: Alcantarillado sanitario
 Ubicación: San Lorenzo El Cubo
 Municipio: Ciudad Vieja
 Departamento: Sacatepéquez

Presupuesto

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio unitario (Q)	Costo total (Q)
1	Trabajos preliminares				
1,1	Trazo y estaqueado	5 676,00	ml	6,76	38 394,00
1,2	Excavación	6 992,40	m ³	61,91	432 894,00
1,3	Relleno	6 880,50	m ³	56,05	385 683,25
1,4	Retiro de material sobrante	2 795,5	m ³	21,46	60 000,00
2	Colectores PVC norma ASTM D-3034				
2,1	Colector de 6" PVC norma ASTM D-3034	5 184,00	ml	150,76	781 557,12
2,2	Colector de 8" PVC norma ASTM D-3034	414,00	ml	272,37	112 759,22
2,3	Colector de 10" PVC norma ASTM D-3034	78,00	ml	422,15	32 928,00
3	Conexiones domiciliarias				
3,1	Trazo y estaqueado	3 624,00	ml	6,76	24 516,00
3,2	Excavación	3 970,00	m ³	39,00	154 830,00
3,3	Tubería de 4" PVC norma ASTM D-3034 + accesorios	604,00	tubo	1 597,54	964 913,00
3,4	Brocal y fondo de candela domiciliar	604,00	unidad	181,96	109 903,00
3,5	Candela domiciliar (tubo de cemento de 12")	604,00	tubo	69,50	41 978,00
3,6	Relleno	3 930,00	m ³	26,00	102 180,00
3,7	Retiro de material sobrante	40,00	m ³	32,50	1 300,00
4	Pozos de visita				
4,1	Excavación pozos	360,00	vara	227,50	81 900,00
4,2	Fundición piso de concreto armado	135,00	unidad	1 293,42	174 611,10
4,3	Levantado de ladrillo tayuyo 0,065*0,11*0,23 m	1 603,80	m ²	225,83	362 185,70
4,4	Hechura de brocal	135,00	unidad	193,48	26 119,45
4,5	Fundición tapadera de concreto armado	135,00	unidad	157,68	21 287,10
4,6	Repello interior	1 603,80	m ²	37,48	60 108,10
4,7	Cernido interior	1 603,80	m ²	16,60	26 631,05
4,8	Relleno	125,00	m ³	32,50	4 062,50
4,9	Retiro de material sobrante	875,00	m ³	137,00	119 875,00
5	Reposición de asfalto				
5,1	Demolición de capa asfáltica	567,60	m ²	19,50	11 068,20
5,2	Compactación de base	567,60	m ²	32,37	18 375,00
5,3	Imprimación	567,60	m ²	21,10	11 975,76
5,4	Colocación mezcla asfáltica (e = 0,08 m)	567,60	m ²	116,50	66 125,40
6	Reposición de adoquín				
6,1	Levantado adoquín existente	2 270,40	m ²	9,10	20 660,64
6,2	Compactación de base (e = 0,20 m)	2 270,40	m ²	36,39	82 615,20
6,3	Reinstalación adoquín existente	1 135,20	m ²	19,50	22 136,40
6,4	Instalación adoquín nuevo	1 135,20	m ²	118,74	134 796,72
Total del proyecto					4 488 368,91

Fuente: elaboración propia.

4.3. Integración de precios unitarios

Tabla VI. Cuadro de integración de precio unitario

No.de renglon
Trabajos preliminares

Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 1.1
Trazo y estaqueado

Cantidad	5 676,00	Unidad	ml	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Cal hidratada	qq	25,00	Q60,00	Q1 500,00
Total de material				Q1 500,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
trazo y estaqueado	ml	5 676,00	Q5,00	Q28 380,00
Sub- total mano de obra				Q28 380,00
% de ayudante			30%	Q8 514,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q36 894,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q1 500,00
Total de mano de obra	Q36 894,00
Total costo directo	Q38 394,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q38 394,00
Precio unitario	Q6,76

No.de renglon
Trabajos preliminares

Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 1.2
Excavación

Cantidad	6 992,40	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Retroexcavadora	horas	1 440,00	Q275,00	Q396 000,00
Total de material				Q396 000,00
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
niveles para corte	ml	5 676,00	Q5,00	Q28 380,00
Sub- total mano de obra				Q28 380,00
% de ayudante			30%	Q8 514,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q36 894,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q396 000,00
Total de mano de obra	Q36 894,00
Total costo directo	Q432 894,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q432 894,00
Precio unitario	Q61,91

No.de renglon
Trabajos preliminares

Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 1.3
Relleno

Cantidad	6 880,50	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
material selecto (h=0,60 m) en fondo y sobre tubería	m ³	2 200,00	Q90,00	Q198 000,00
Total de material				Q198 000,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Retroexcavadora	hora	380,00	Q275,00	Q104 500,00
Vibrocompactadora (sapito)	hora	750,00	Q37,50	Q28 125,00
Total de material				Q132 625,00
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Nivelación y compactación de base con material selecto	m ³	2 650,00	Q8,00	Q21 200,00
Nivelación y compactación de base c/material excavado	m ³	4 230,50	Q5,00	Q21 152,50
Sub- total mano de obra				Q42 352,50
% de ayudante			30%	Q12 705,75
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q55 058,25

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q330 625,00
Total de mano de obra	Q55 058,25
Total costo directo	Q385 683,25
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q385 683,25
Precio unitario	Q56,05

No.de renglon
Trabajos preliminares

Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 1.4
Retiro de material sobrante

Cantidad	2 795,50	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Camión de volteo 12m ³ (2 unidades)	día	30,00	Q2 000,00	Q60 000,00
Total de material				Q60 000,00
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Sub- total mano de obra				
% de ayudante			30%	
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q60 000,00
Total de mano de obra	
Total costo directo	Q60 000,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q60 000,00
Precio unitario	Q21,46

Continuación tabla VI

No.de renglon 2
Colectores PVC norma D-3034
 Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 2,1
 Colectores de 6" PVC norma D-3034

Cantidad	5 184,00	Unidad	ml
----------	----------	--------	----

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Tubo PVC de 6" norma D-3034	ml	5 184,00	Q142,83	Q740 430,72
Grasa vegetal	libra	86,40	Q8,00	Q691,20
Total de material				Q741 121,92

Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Instalación colector de 6" PVC	ml	5 184,00	Q6,00	Q31 104,00
Sub- total mano de obra				Q31 104,00
% de ayudante			30%	Q9 331,20
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q40 435,20

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q741 121,92
Total de mano de obra	Q40 435,20
Total costo directo	Q781 557,12
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q781 557,12
Precio unitario	Q150,76

No.de renglon 2
Colectores PVC norma D-3034
 Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 2,2
 Colectores de 8" PVC norma D-3034

Cantidad	414,00	Unidad	ml
----------	--------	--------	----

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Tubo PVC de 8" norma D-3034	ml	414,00	Q261,83	Q108 397,62
Grasa vegetal	libra	7,00	Q8,00	Q56,00
Total de material				Q108 453,62

Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Instalación colector de 8" PVC	ml	414,00	Q8,00	Q3 312,00
Sub- total mano de obra				Q3 312,00
% de ayudante			30%	Q999,60
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q4 305,60

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q108 453,62
Total de mano de obra	Q4 305,60
Total costo directo	Q112 759,22
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q112 759,22
Precio unitario	Q272,37

No.de renglon 2
Colectores PVC norma D-3034
 Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 2,3
 Colectores de 10" PVC norma D-3034

Cantidad	78,00	Unidad	ml
----------	-------	--------	----

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Tubo PVC de 10" norma D-3034	ml	78,00	Q409,00	Q31 902,00
Grasa vegetal	libra	1,50	Q8,00	Q12,00
Total de material				Q31 914,00

Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Instalación colector de 10" PVC	ml	78,00	Q10,00	Q780,00
Sub- total mano de obra				Q780,00
% de ayudante			30%	Q234,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q1 014,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q31 914,00
Total de mano de obra	Q1 014,00
Total costo directo	Q32 928,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q32 928,00
Precio unitario	Q422,16

No.de renglon 3
Conexiones domiciliarias
 Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 3,1
 Trazo y estaqueado

Cantidad	3 624,00	Unidad	ml
----------	----------	--------	----

Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Cal hidratada	qq	16,00	Q60,00	Q960,00
Total de material				Q960,00

Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
trazo	ml	3 624,00	Q5,00	Q18 120,00
Sub- total mano de obra				Q18 120,00
% de ayudante			30%	Q5 436,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q23 556,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q960,00
Total de mano de obra	Q23 556,00
Total costo directo	Q24 516,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q24 516,00
Precio unitario	Q6,76

Continuación Tabla VI

No. de renglon 3
Conexiones domiciliare
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 3.2
 Excavación

Cantidad	3 970,00	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				Q960,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Excavación p/instalación tubería y candela	m ³	3 970,00	Q30,00	Q119 100,00
Sub- total mano de obra				Q119 100,00
% de ayudante			30%	Q35 730,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q154 830,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q154 830,00
Total de mano de obra	Q154 830,00
Total costo directo	Q154 830,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q24 516,00
Precio unitario	Q39,00

No. de renglon 3
Conexiones domiciliare
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 3.3
 Tubería de 4" PVC norma 3034 + accesorios

Cantidad	604,00	Unidad	tubo	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Tubo de 4" PVC norma 3034	galón	604,00	Q460,00	Q277 840,00
silleta Y de 6" x 4" PVC	unidad	604,00	Q236,90	Q143 087,60
Codo GxG 6" x 45"	unidad	604,00	Q405,50	Q244 620,00
Codo GxG 6" x 90"	unidad	604,00	Q405,50	Q244 620,00
Cemento solvente	galón	16,00	Q462,10	Q7 393,60
Wipe	libra	40,00	Q15,00	Q600,00
Lija	unidad	50,00	Q8,50	Q425,00
Total de material				Q918 686,20
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
instalación tubería de 4" PVC norma 3034	tubo	604,00	Q24,00	Q14 496,00
perforar agujero y colocar silleta	unidad	604,00	Q15,00	Q6 060,00
instalación codos de 6"	unidad	1 208,00	Q10,00	Q12 080,00
Sub- total mano de obra				Q35 636,00
% de ayudante			30%	Q10 690,80
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q46 326,80

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q918 686,20
Total de mano de obra	Q46 326,80
Total costo directo	Q964 913,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q964 913,00
Precio unitario	Q1 597,54

No. de renglon 3
Conexiones domiciliare
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 3.4
 Brocal y fondo de candela domiciliar

Cantidad	604,00	Unidad	unidad	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Hierro No. 2	varilla	95,00	Q11,00	Q1 050,00
Cemento	saco	330,00	Q69,00	Q22 770,00
Arena de río	m ³	25,00	Q150,00	Q3 750,00
Piedrín	m ³	41,00	Q270,00	Q11 070,00
Alambre de amarre	libra	125,00	Q6,00	Q750,00
Madera (3 usos)	pt	1150,00	Q6,00	Q6 900,00
Total de material				Q55 745,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Armadura No. 2	ml	5 730,00	Q2,00	Q11 460,00
Fundición piso	unidad	604,00	Q25,00	Q15 100,00
Fundición brocal	unidad	604,00	Q25,00	Q15 100,00
Sub- total mano de obra				Q41 660,00
% de ayudante			30%	Q12 498,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q54 158,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q55 745,00
Total de mano de obra	Q54 158,00
Total costo directo	Q109 903,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q109 903,00
Precio unitario	Q181,96

No. de renglon 3
Conexiones domiciliare
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 3.5
 Candela domiciliar (tubo de cemento 12")

Cantidad	604,00	Unidad	tubo	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Tubo cemento 12"	unidad	604,00	Q50,00	Q30 200,00
Total de material				Q30 200,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
colocación tubo de cemento	unidad	640,00	Q15,00	Q9 060,00
Sub- total mano de obra				Q9 060,00
% de ayudante			30%	Q2 718,00
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q11 778,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q30 200,00
Total de mano de obra	Q11 778,00
Total costo directo	Q41 978,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q41 978,00
Precio unitario	Q69,50

Continuación Tabla VI

No.de renglon	3			
Conexiones domiciliare	Integración de precio unitario			
No. de sub-renglon	3,6			
Relleno				
Cantidad	604,00	Unidad	tubo	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Relleno con material excavado	m ³	3 930,00	Q20,00	Q78 600,00
Sub- total mano de obra				Q78 600,00
% de ayudante				30% Q23 580,00
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q102 180,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q102 180,00
Total de mano de obra	Q102 180,00
Total costo directo	Q102 180,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q102 180,00
Precio unitario	Q26,00

No.de renglon	3			
Conexiones domiciliare	Integración de precio unitario			
No. de sub-renglon	3,7			
Retiro de material sobrante				
Cantidad	604,00	Unidad	tubo	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Retiro de material sobrante	m ²	40,00	Q25,00	Q1 000,00
Sub- total mano de obra				Q1 000,00
% de ayudante				30% Q300,00
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q1 300,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q1 300,00
Total de mano de obra	Q1 300,00
Total costo directo	Q1 300,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q1 300,00
Precio unitario	Q32,50

No.de renglon	4			
Pozos de visita	Integración de precio unitario			
No. de sub-renglon	4,1			
Excavación pozos				
Cantidad	360,00	Unidad	vara	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Excavación pozos de visita	vara	360,0000	Q175,00	Q63 000,00
Sub- total mano de obra				Q 3 000,00
% de ayudante				30% Q18 900,00
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q81 900,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q81 900,00
Total de mano de obra	Q81 900,00
Total costo directo	Q81 900,00
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q81 900,00
Precio unitario	Q227,50

No.de renglon	4			
Pozos de visita	Integración de precio unitario			
No. de sub-renglon	4,2			
Fundición piso de concreto armado				
Cantidad	135,00	Unidad	unidad	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Hierro No. 4 legitimo grado 40	varilla	1 028,00	Q58,50	Q60 138,00
Cemento	saco	608,00	Q69,00	Q41 952,00
Arena de río	m ³	34,00	Q150,00	Q5 100,00
Piedrin	m ³	54,00	Q270,00	Q14 580,00
Alambre de amarre	libra	390,00	Q6,00	Q2 340,00
Total de material				Q124 110,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Armadura No. 4	ml	6 168,00	Q4,00	Q24 672,00
Fundición piso concreto	m ²	56,70	Q250,00	Q14 175,00
Sub- total mano de obra				Q38 847,00
% de ayudante				30% Q11 654,10
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q50 501,10

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q124 110,00
Total de mano de obra	Q50 501,10
Total costo directo	Q174 611,10
% costo indirecto (ver cuadro de integración)	0%
Precio total	Q174 611,10
Precio unitario	Q 1 293,42

Continuación tabla VI

No.de renglon	4
Pozos de visita	
Integración de precio unitario	
No. de sub-renglon	4,4
hechura de brocal	

Cantidad	135,00	Unidad	unidad
Material			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
varilla No. 2 legitima grado 40	varilla	37,00	Q11,00
varilla No. 4 legitima grado 40	varilla	195,00	Q58,50
cemento	sacos	55,00	Q69,00
arena de río	m ³	3,75	Q150,00
pedrín	m ³	5,25	Q270,00
Total de material			Q17 589,50
Equipo			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Total de material			
Mano de obra			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Armadura No. 2	ml	222,00	Q2,00
Armadura No. 4	ml	1 170,00	Q4,00
Fundición de brocal	m ²	5,75	Q250,00
Sub- total mano de obra			Q6 561,50
% de ayudante			30%
% prestaciones			0%
Total de mano de obra			Q8 529,95

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q17 589,50
Total de mano de obra	Q 8 529,95
Total costo directo	Q26 119,45
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q26 119,45
Precio unitario	Q193,48

No.de renglon	4
Pozos de visita	
Integración de precio unitario	
No. de sub-renglon	4,3
Levantamiento de ladrillo tayuyo 0,065 * 0,11 * 0,23 m	

Cantidad	1603,80	Unidad	m ²
Material			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Ladrillo tayuyo 0,065 * 0,11 * 0,23 m	unidad	179 685,00	Q1,50
Arena amarilla sin cernir	m ³	79,00	Q110,00
Cal hidratada	m ³	357,00	Q60,00
Total de material			Q299 637,50
Equipo			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Total de material			
Mano de obra			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Levantado ladrillo tayuyo	m ²	1603,80	Q30,00
Sub- total mano de obra			Q48 114,00
% de ayudante			30%
% prestaciones			0%
Total de mano de obra			Q62 548,20

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q299 637,50
Total de mano de obra	Q62 548,20
Total costo directo	Q362 185,70
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q362 185,70
Precio unitario	Q225,83

No.de renglon	4
Pozos de visita	
Integración de precio unitario	
No. de sub-renglon	4,5
Fundición tapadera de concreto armado	

Cantidad	135,00	Unidad	unidad
Material			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
varilla No. 3 legitima grado 40	varilla	171,00	Q31,20
cemento	sacos	87,00	Q69,00
arena de río	m ³	5,75	Q150,00
pedrín	m ³	8,00	Q270,00
Total de material			Q14 360,70
Equipo			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Total de material			
Mano de obra			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Armadura No. 3	ml	1 026,00	Q3,00
Fundición de tapaderas	m ²	9,00	Q250,00
Sub- total mano de obra			Q5 328,00
% de ayudante			30%
% prestaciones			0%
Total de mano de obra			Q6 926,40

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q14 360,70
Total de mano de obra	Q6 926,40
Total costo directo	Q21 287,10
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q21 287,10
Precio unitario	Q157,68

No.de renglon	4
Pozos de visita	
Integración de precio unitario	
No. de sub-renglon	4,6
Repello interior	

Cantidad	1 603,80	Unidad	m ²
Material			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
cemento	sacos	136,00	Q69,00
cal hidratada	qq	215,00	Q60,00
arena amarilla	m ³	50,00	Q110,00
arena de río	m ³	7,00	Q150,00
Total de material			Q28 834,00
Equipo			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Total de material			
Mano de obra			
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario
Repello interior	m ²	1 603,80	Q15,00
Sub- total mano de obra			Q24 057,00
% de ayudante			30%
% prestaciones			0%
Total de mano de obra			Q31 274,10

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q28 834,00
Total de mano de obra	Q31 274,10
Total costo directo	Q60 108,10
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q60 108,10
Precio unitario	Q37,48

Continuación tabla VI

No. de renglon 4
Pozos de visita
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 4,7
 Cernido interior

Cantidad	1 603,80	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
cemento	sacos	66,00	Q69,00	Q4 554,00
cal hidratada	qq	57,00	Q60,00	Q3 420,00
arena amarilla	m ³	22,00	Q110,00	Q2 420,00
arena de río	m ³	4,00	Q150,00	Q600,00
Total de material				Q10 994,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Cernido interior	m ²	1 603,80	Q7,50	Q12 028,50
Sub- total mano de obra				Q12 028,50
% de ayudante			30%	Q3 608,55
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q15 637,05

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q10 994,00
Total de mano de obra	Q15 637,05
Total costo directo	Q26 631,05
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q26 631,05
Precio unitario	Q16,60

No. de renglon 4
Pozos de visita
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 4,8
 Relleno

Cantidad	125,00	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Relleno con material excavado	m ³	125,00	Q25,00	Q3 125,00
Sub- total mano de obra				Q3 125,00
% de ayudante			30%	Q937,50
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q4 062,50

Integración de precio	
Total de material y equipo	
Total de mano de obra	Q4 062,50
Total costo directo	Q4 062,50
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q4 062,50
Precio unitario	Q32,50

No. de renglon 4
Pozos de visita
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 4,9
 Retiro de material sobrante

Cantidad	875,00	Unidad	m ³	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Retiro de material sobrante	m ³	875,00	Q105,38	Q92 211,54
Sub- total mano de obra				Q92 211,54
% de ayudante			30%	Q27 663,46
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q119 875,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	
Total de mano de obra	Q119 875,00
Total costo directo	Q119 875,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q119 875,00
Precio unitario	Q137,00

No. de renglon 5
Reposición de asfalto
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 5,1
 Reposición de capa asfáltica

Cantidad	567,60	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Demolición de capa asfáltica	m ²	567,60	Q15,00	Q8 514,00
Sub- total mano de obra				Q8 514,00
% de ayudante			30%	Q2 554,20
% prestaciones			0%	
Total de mano de obra				Q11 068,20

Integración de precio	
Total de material y equipo	
Total de mano de obra	Q11 068,20
Total costo directo	Q11 068,20
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q11 068,20
Precio unitario	Q19,50

Continuación tabla VI

No. de renglon 5
Reposición de asfalto
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 5,2
 Compactación de base

Cantidad	567,60	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Material selecto	m ²	150,00	Q90,00	Q13 500,00
Total de material				Q13 500,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Conformación y compactación de base	m ³	150,00	Q25,00	Q3 750,00
Sub- total mano de obra				Q3 750,00
% de ayudante				30% Q1 125,00
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q4 875,00

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q13 500,00
Total de mano de obra	Q4 875,00
Total costo directo	Q18 375,00
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q18 375,00
Precio unitario	Q32,37

No. de renglon 5
Reposición de asfalto
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 5,4
 Colocación mezcla asfáltica e = 0,08 m

Cantidad	567,60	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
mezcla asfáltica en caliente	m ²	567,60	Q95,00	Q53 922,00
Total de material				Q53 922,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
vibrocompactadora	m ²	567,60	Q15,00	Q8 514,00
Total de material				Q8 514,00
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
colocación capa asfáltica	m ²	567,60	Q5,00	Q2 838,00
Sub- total mano de obra				Q2 838,00
% de ayudante				30% Q851,40
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q3 689,40

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q62 436,00
Total de mano de obra	Q3 689,40
Total costo directo	Q66 125,40
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q66 125,40
Precio unitario	Q116,50

No. de renglon 5
Reposición de asfalto
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 5,3
 Imprimación

Cantidad	567,60	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Emulsión asfáltica	galón	210,00	Q50,00	Q10 500,00
Total de material				Q10 500,00
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
aplicación de imprimación	m ²	567,60	Q2,00	Q1 135,20
Sub- total mano de obra				Q1 135,20
% de ayudante				30% Q340,56
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q1 475,76

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q10 500,00
Total de mano de obra	Q1 475,76
Total costo directo	Q11 975,76
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q11 975,76
Precio unitario	Q21,10

No. de renglon 6
Reposición de adoquín
Integración de precio unitario

No. de sub-renglon 6,1
 Levantado adoquín existente

Cantidad	2 270,40	Unidad	m ²	
Material				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Equipo				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Total de material				
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
Levantado adoquín existente	m ²	2 270,40	Q7,00	Q15 892,80
Sub- total mano de obra				Q15 892,80
% de ayudante				30% Q4 767,84
% prestaciones				0%
Total de mano de obra				Q20 660,64

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q20 660,64
Total de mano de obra	Q20 660,64
Total costo directo	Q20 660,64
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q20 660,64
Precio unitario	Q9,10

Continuación tabla VI

No.de renglon 6
Reposición de adoquín
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 6.2
 Compactación de base e = 0,20 m

Cantidad	2 270,40	Unidad	m ²		
Material					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Material selecto	m ²	590,00	Q90,00	Q53 100,00	
Total de material				Q53 100,00	
Equipo					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Total de material					
Mano de obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Compactación de base	m ²	2 270,40	Q10,00	Q22 704,00	
Sub- total mano de obra				Q22 704,00	
% de ayudante			30%	Q6 811,20	
% prestaciones			0%		
Total de mano de obra				Q29 515,20	

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q53 100,00
Total de mano de obra	Q29 515,20
Total costo directo	Q82 616,20
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q82 616,20
Precio unitario	Q36,39

No.de renglon 6
Reposición de adoquín
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 6.3
 Reinstalación adoquín existente

Cantidad	1 135,20	Unidad	m ²		
Material					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Total de material					
Equipo					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Total de material					
Mano de obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Reinstalación adoquín existente	m ²	1 135,20	Q15,00	Q17 028,00	
Sub- total mano de obra				Q17 028,00	
% de ayudante			30%	Q5 108,00	
% prestaciones			0%		
Total de mano de obra				Q22 136,40	

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q22 136,40
Total de mano de obra	Q22 136,40
Total costo directo	Q22 136,40
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q22 136,40
Precio unitario	Q19,50

No.de renglon 6
Reposición de adoquín
Integración de precio unitario
 No. de sub-renglon 6.4
 Instalación adoquín nuevo

Cantidad	1 135,20	Unidad	m ²		
Material					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Adoquín de 0,20*0,20m pñrafico pesado	m ²	1 135,00	Q87,50	Q99 300,00	
arena de río cementada (para sellado de juntas)	m ³	20,00	Q150,00	Q3 000,00	
Total de material				Q102 300,00	
Equipo					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Total de material					
Mano de obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	
Colocación adoquín	m ²	1 135,20	Q20,00	Q22 704,00	
Sellado de juntas	m ²	1 135,20	Q15,00	Q2 270,40	
Sub- total mano de obra				Q24 974,40	
% de ayudante			30%	Q7 492,32	
% prestaciones			0%		
Total de mano de obra				Q32 466,72	

Integración de precio	
Total de material y equipo	Q102 300,00
Total de mano de obra	Q32 466,72
Total costo directo	Q134 796,72
% costo indirecto (ver cuadro)	0%
Precio total	Q134 796,72
Precio unitario	Q118,74

Fuente: elaboración propia.

4.4. Recursos humanos y físicos para la administración y ejecución del proyecto

Tabla VII. Recursos humanos para la administración del proyecto

Personal	Descripción	Período	Cantidad
1	Residente (Ing. Civil)	mes	8,00
1	Encargado general	mes	8,00
1	Planillero/bodeguero	mes	8,00
4	Ayudante disponible	mes	8,00
1	Contador	mes	8,00
1	Secretaria	mes	8,00
1	Auxiliar de ingeniero	mes	8,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. Recursos físicos para la ejecución del proyecto

No.	Descripción	Unidad	Cantidad
1	Bodega para pernoctancia y materiales	global	1,00
2	Vehículo para Ing. residente	unidad	1,00
3	Retroexcavadora	unidad	1,00
4	Camión de volteo de 12 m ³	unidad	4,00
5	Vibrocompactadora (sapito)	unidad	4,00
6	Plancha vibratoria	unidad	2,00
7	Mezcladora de concreto (costo * mes)	unidad	4,00
8	Carretillas de mano	unidad	20,00
9	Cubetas concreteras	unidad	40,00
10	Piochas	unidad	30,00
11	Palas	unidad	30,00
12	Barretas	unidad	6,00
13	Manguera para niveles	unidad	4,00
14	Tenazas	unidad	30,00
15	Sierras sanflex	unidad	50,00
16	Almaganas	unidad	6,00
17	Azadones	unidad	10,00

Fuente: elaboración propia.

4.5. Cronograma de ejecución física y financiera

Tabla IX. Cronograma de ejecución

Proyecto: Alcantarillado sanitario
Ubicación: San Lorenzo El Cubo
Municipio: Ciudad Vieja
Departamento: Sacatepéquez

Cronograma de ejecución física y financiera

No.	Reglón	Cantidad	Unidad	Precio unitario (Q)	Costo total (Q)	Tiempo de ejecución en meses								Costo total	
						1	2	3	4	5	6	7	8		
1 Trabajos preliminares															
1.1	Trazo y estaqueado	5 676.00	ml	6.76	38 394.00	2 838.00	2 838.00								38 394.00
1.2	Excavación	6 992.40	m ³	61.91	432 894.00	19 197.00	19 197.00	1 398.48	1 398.48	1 398.48	1 398.48	1 398.48	1 398.48	1 398.48	432 894.00
1.3	Relleno	6 880.50	m ³	56.05	385 683.25	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	86 578.80	385 683.25
1.4	Retiro de material sobrante	2 795.5	m ³	21.46	60 000.00	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	1 376.10	60 000.00
2 Colectores PVC norma ASTM D-3034															
2.1	Colector de 6" PVC norma ASTM D-3034	5 184.00	ml	150.76	781 557.12	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	864.00	781 557.12
2.2	Colector de 8" PVC norma ASTM D-3034	414.00	ml	272.37	112 759.22	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	130 258.52	112 759.22
2.3	Colector de 10" PVC norma ASTM D-3034	78.00	ml	422.15	32 928.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	207.00	32 928.00
3 Conexiones domiciliarias															
3.1	Trazo y estaqueado	3 624.00	ml	6.76	24 516.00	1 812.00	1 812.00								24 516.00
3.2	Excavación	3 970.00	m ³	39.00	154 830.00	12 258.00	12 258.00	794.00	794.00	794.00	794.00	794.00	794.00	794.00	154 830.00
3.3	Tubería de 4" PVC norma ASTM D-3034 + accesorios	604.00	tubo	1 597.54	964 913.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	151.00	964 913.00
3.4	Brocal y fondo de candela domiciliar	604.00	unidad	181.96	109 903.00	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	241 228.25	109 903.00
3.5	Candela domiciliar (tubo de cemento de 12")	604.00	tubo	69.50	41 978.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	121.00	41 978.00
3.6	Relleno	3 930.00	m ³	26.00	102 180.00	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	22 016.99	102 180.00
3.7	Retiro de material sobrante	40.00	m ³	32.50	1 300.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	8 340.00	1 300.00
4 Pozos de visita															
4.1	Excavación pozos	360.00	vara	227.50	81 900.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	81 900.00
4.2	Fundición piso de concreto armado	135.00	unidad	1 293.42	174 611.10	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	13 650.00	174 611.10
4.3	Levantado de ladrillo tayoyo 0,065'0,11'0,23 m	1 603.80	m ²	225.83	362 185.70	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	362 185.70
4.4	Hechura de brocal	135.00	unidad	193.48	26 119.45	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	34 922.22	26 119.45
4.5	Fundición tapadera de concreto armado	135.00	unidad	157.68	21 287.10	320.76	320.76	320.76	320.76	320.76	320.76	320.76	320.76	320.76	21 287.10
4.6	Repello interior	1 603.80	m ²	37.48	60 108.10	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	72 437.14	60 108.10
4.7	Cernido interior	1 603.80	m ²	16.60	26 631.05	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	26 631.05
4.8	Relleno	125.00	m ³	32.50	4 062.50	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	33.75	4 062.50
4.9	Retiro de material sobrante	875.00	m ³	137.00	119 875.00	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	5 321.78	119 875.00
5 Reposición de asfalto															
5.1	Demolición de capa asfáltica	567.60	m ²	19.50	11 068.20	283.80	283.80	283.80	283.80	283.80	283.80	283.80	283.80	283.80	11 068.20
5.2	Compactación de base	567.60	m ²	32.37	18 375.00	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	5 534.10	18 375.00
5.3	Imprimación	567.60	m ²	21.10	11 975.76	189.20	189.20	189.20	189.20	189.20	189.20	189.20	189.20	189.20	11 975.76
5.4	Colocación mezcla asfáltica (e = 0.08 m)	567.60	m ²	116.50	66 125.40	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	6 125.00	66 125.40
6 Reposición de adoquín															
6.1	Levantado adoquín existente	2 270.40	m ²	9.10	20 660.64	454.08	454.08	454.08	454.08	454.08	454.08	454.08	454.08	454.08	20 660.64
6.2	Compactación de base (e = 0.20 m)	2 270.40	m ²	36.39	82 615.20	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	4 132.13	82 615.20
6.3	Reinstalación adoquín existente	1 135.20	m ²	19.50	22 136.40	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	16 523.04	22 136.40
6.4	Instalación adoquín nuevo	1 135.20	m ²	118.74	134 796.72	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	378.40	134 796.72
Total mensual						240 167.45	336 488.20	409 897.91	776 867.13	851 710.28	881 796.61	602 141.57	389 299.77		
Total acumulado						240 167.45	576 655.65	986 553.56	1 763 420.69	2 615 130.97	3 496 927.57	4 099 069.14	4 488 368.91		4 488 368.91
% mensual						5.35	7.50	9.13	17.31	18.98	19.65	15.42	8.67		
% acumulado						5.35	12.85	21.98	39.29	58.26	77.91	91.33	100.00		

Fuente: elaboración propia.

5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Evaluación del impacto ambiental

5.1.1. Metodología

En la visita de campo que se efectuó se utilizó una matriz de Leopold, para anotar los posibles impactos adversos significativos; impactos adversos no significativos e impactos benéficos significativos, basándose en la información del diseño del Alcantarillado Sanitario de la aldea de San Lorenzo El Cubo.

5.1.2. Componentes utilizados en la matriz de Leopold

Se elaboró una matriz de Leopold para el drenaje sanitario de la aldea de San Lorenzo El Cubo, la cual contiene los siguientes parámetros:

Localización y preparación del sitio

- Análisis y selección del sitio
- Planificación
- Limpieza y desmonte
- Quema
- Explotación de bancos de material
- Generación de mano de obra
- Accidentes
- Manejo y disposición final de residuos
- Abandono y rehabilitación

Construcción

- Excavación y nivelación de plataformas
- Cortes y rellenos de plataformas
- Campamentos provisionales
- Excavación de drenajes
- Instalación de drenajes
- Maquinaria y equipo
- Acarreo de material
- Consolidación
- Alteración de los patronos de tránsito
- Tratamiento del suelo
- Generación de mano de obra
- Manejo y disposición final de desechos

Operación y mantenimiento

- Mantenimiento forestal
- Tráfico en días y horas pico
- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Deposición de residuos sólidos
- Limpieza
- Generación de mano de obra
- Alteraciones a los patronos de tránsito
- Accidentes y contingencias

5.1.3. Impactos ocasionados al ambiente

Al estudiar la matriz de Leopold de los impactos que se ocasionarán en la construcción del proyecto de Alcantarillado sanitario de la aldea San Lorenzo El Cubo, municipio de Ciudad Vieja, de conformidad con el cribado llevado a cabo, determinan que no existirán impactos adversos significativos al ambiente en el proyecto a realizar, tal y como ha sido planificado cualitativa y cuantitativamente.

5.1.4. Impactos adversos no significativos

Se definen en orden numérico, relacionados con las actividades básicas del proyecto que aparecen en la matriz.

Análisis y selección del sitio

Se verán afectados con el diseño, las características de drenajes naturales y el flujo de los mismos que actualmente drenan de las partes más altas de sus calles y avenidas.

Planificación

Con la planificación se hacen variar los elementos actuales de composición.

Limpieza y desmonte

Al modificarse quizá las características de drenaje por la remoción de vegetación existente en el área a trabajarse, haciendo variar los flujos de los mismos.

Quema

Al quemar toda la maleza y ramas de árboles, se podrá provocar un impacto adverso no significativo en lo que respecta a la calidad del aire, especialmente para los trabajadores.

Accidentes

Los procesos constructivos en algún momento pueden producir daños a la salud de los trabajadores y a su integridad física.

Dependiendo del daño que se cause, por el tipo de accidente, este podrá repercutir en la salud pública de los pobladores circundantes. Lo cual puede repercutir negativamente en la mano de obra, de no tomarse las medidas adecuadas para la salud de los trabajadores.

Manejo y disposición final de residuos

La mala disposición de residuos fuera del área de los proyectos en áreas ajenas, puede afectar el uso potencial y la calidad del suelo. La disposición de excretas de los trabajadores de no existir letrinas provocará malos olores y contaminación al ambiente.

Abandono y rehabilitación

Si en esta etapa se abandona el proyecto, después de haber efectuado los movimientos preliminares de tierra, se provocaría una seria erosión permanente de tierra.

El uso potencial del suelo para otros objetivos se vería seriamente dañado por los trabajos preliminares efectuados. Existiría una incompatibilidad del suelo, para cualquier otro proyecto que no fuese agua y saneamiento.

Campamentos provisionales

El campamento provisional en la época de construcción será utilizado por los trabajadores de campo, permanentes y de jornadas diarias, siendo el punto en donde debe de instalarse la zona para beber agua. La mala calidad del agua, puede provocar un impacto significativo en la salud de los trabajadores. La ubicación del campamento y su utilización permanente provocará erosión en el suelo circundante.

Un campamento mal manejado puede afectar la salud pública de los trabajadores, contraerse enfermedades gastrointestinales, por ingestión de agua contaminada, falta de letrinas y contaminación de desechos sólidos y provocarse malos olores.

Excavación de drenajes y agua

La excavación de las zanjas para drenajes y agua de quedar mucho tiempo abiertas, por detención de la obra, afectará las características de fondo y bordos de las zanjas abiertas y podrá provocar serios erosionamientos.

La mala compactación de las zanjas al terminarse la obra, podrá repercutir posteriormente en las estructuras superficiales viales, provocando asentamientos indeseados del terreno mal compactado.

Instalación de drenaje

La mala compactación de los zanjeados para las instalaciones hidráulicas, podrá provocar asentamientos y daños a la tubería y accesorios, con problemas de fugas que emanen a la superficie, provocando una escorrentía no controlada.

Maquinaria y equipo

Eventualmente la maquinaria y equipo en la construcción, podrán provocar ruidos molestos al oído humano, en especial de los trabajadores. La maquinaria en sus operaciones de movimientos podrá provocar erosionamientos en bordes del terreno.

Acarreo de materiales

El acarreo de materiales para consolidación del suelo, puede provocar en su volteo, contaminación del ambiente, lo cual provocaría mala calidad del aire para los trabajadores como a los pobladores de la aldea.

Manejo y disposición de desechos

Las disposiciones finales de los desechos de la construcción y desechos humanos, podrá hacer variar la calidad del agua que se genere superficialmente por lluvias, si se estuviese trabajando en esta época todavía.

Esta mala disposición de desechos de construcción podrá provocar erosionamientos indeseados de estos mismos materiales, cambios en el uso potencial del suelo, incompatibilidad del uso del suelo y la mala calidad de los mismos. La mala disposición de desechos humanos (excretas), por falta de letrinas podrá provocar problemas a la salud humana de los trabajadores y los habitantes de la aldea.

Transporte

La escasez de transporte público, puede incidir negativamente en las personas que trabajan y que viven en áreas distantes, afectando el empleo y la mano de obra; la educación de sus hijos y mejor estilo de vida.

5.1.5. Impactos benéficos significativos

Análisis y selección del sitio

La tenencia de la tierra se verá reforzada económicamente por la implantación de proyectos de saneamiento.

Generación de mano de obra

Las expectativas de creación de mano de obra vendrán a ser benéficos para la economía de la región. Las posibilidades que se darán a muchas personas no calificadas de aprender un oficio, vendrá a mejorar positivamente la capacidad de mano de obra de la región.

Los requerimientos que se hagan por medio de este estudio en cuanto a una mejora integral de los servicios de salud para los trabajadores y sus familias, será un impacto benéfico significativo. Existirá la posibilidad de mejores remuneraciones económicas, dentro de su estatus deviniendo esto en un mejor estilo y calidad de vida.

Obra Civil

Todo el proceso de construcción propiciará un impacto benéfico significativo, al mejorar la economía regional; brindar las posibilidades de mano de obra, lo cual mejorará la economía de los lugareños, les proporcionará mayores ingresos económicos de los cuales se deriva una mejor forma de vida y una mejor recreación.

Área boscosa

La salud pública se beneficiará con la reforestación de las áreas circunvecinas al existir un mejor clima, mejorando el estilo y calidad de vida y recreación de los habitantes.

5.1.6. Mantenimiento preventivo y correctivo

El mantenimiento preventivo y correctivo que se le dará al proyecto, devendrá en posibilidades de empleos permanentes de mano de obra del área y el mantenimiento ideal del mismo.

5.1.7. Medidas de mitigación a los principales impactos

Localización y preparación del sitio

En la construcción del proyecto al momento de realizar los movimientos de tierra debe buscarse el acomodamiento más adecuado del sitio donde se harán los depósitos del mismo, controlando que estos sean asentados en áreas donde no se provoquen deslaves indeseados por escorrentía superficial. Para ello, debe existir un ingeniero de planta que supervise constantemente los procesos de movimientos de tierra.

Se deben colocar letrinas y basureros necesarios provisionales, en el área de construcción de tal manera que los trabajadores, no contaminen los alrededores, siendo esto de suma necesidad y obligatorio.

Deben tomarse en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias, de acuerdo con el manual de seguridad e higiene de la construcción, para que los trabajadores de la construcción y los maquinistas sean más educados para evitarles la mayor cantidad de accidentes.

La importancia de la naturaleza y los valores estéticos, pueden superarse mediante programas de educación ambiental, dirigidos al personal que intervendrá en alguna de las etapas del proyecto y a los habitantes del proyecto.

Operación y mantenimiento

En esta etapa es en donde se presentan los impactos ambientales de mayor significado, principalmente en lo relativo a desechos sólidos y líquidos.

La contaminación por las aguas residuales puede reducirse mediante los siguientes procesos:

- Deben quedar instalados los métodos de tratamiento de las aguas servidas, tal y como se han descrito en los diseños y planos, para que los desechos sólidos y líquidos sean tratados de la manera indicada y las aguas pasen a los mantos freáticos debidamente tratadas.

5.1.8. Plan de seguridad ambiental

De conformidad con los impactos detectados y las medidas de mitigación definidas, se determina el siguiente plan de seguridad ambiental.

Los mantos subterráneos y la capa freática puede verse contaminada, de no tomarse las medidas en lo que corresponde a la deposición de excretas de los trabajadores de campo, por lo cual se hace necesaria la instalación de letrinas en la etapa de construcción, así como la colocación de depósitos de basura.

Todos los desechos, deben ser depositados debidamente, tal y como se ha indicado, tanto los materiales que se desecharán en la etapa de construcción, en especial la tierra de desecho, como las materias sólidas (basura) y lodos orgánicos que se produzcan en la etapa de operación, las cuales como ya se indicó deben llevarse a botaderos específicos autorizados por la municipalidad y cumplir con los requisitos respectivos apuntados en el plan de mitigación.

5.1.9. Plan de seguridad humana

Con respecto a los aspectos que se considera deben prevalecer como importantes dentro del plan de seguridad humana, están los siguientes:

Seguridad humana en el proceso de construcción

En toda etapa de construcción el trabajador se encuentra permanentemente expuesto a accidentes, por lo cual se recomienda que en el campamento o guardianía se tenga un botiquín suficientemente abastecido de medicina y materiales de curación para accidentes de trabajo, para prestar una inmediata atención y que la empresa constructora registre al personal que laborará en los sistemas de drenajes, en el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) para que exista atención adecuada a problemas mayores.

Agua potable

La obtención del agua potable por parte de los trabajadores en la etapa de construcción, es un problema, que al igual que en todas las construcciones, sufre el trabajador la obtención de agua para tomar, se recomienda que se haga un tanque de abastecimiento de agua provisional para la obtención del vital líquido, se deberá clorar el agua, si esta estuviese contaminada.

Salud humana de los habitantes

Se debe considerar, que los sistemas de construcción estructurales sean lo suficientemente seguros, para que quede resguardada en todo momento la salud y seguridad de todos los habitantes.

La salud humana de los habitantes de los caseríos estará supeditada a un buen sistema de drenajes y buenos planes de manejos de desechos sólidos y líquidos.

5.1.10. Conclusiones

En síntesis los proyectos de drenajes sanitarios son compatibles con el medio circundante, por ubicarse en un área rural. Puede asegurarse que el proyecto responde a características del entorno urbano circundante, y al igual que se estén ejecutando o ya estén ejecutadas obras de infraestructura en las áreas de influencia. Es por ello, necesario que al momento de realizar la construcción del drenaje sanitario se tomen en cuenta las recomendaciones hechas en el presente estudio y las efectuadas en los planes de seguridad ambiental, contingencia y seguridad humana y aquellas recomendaciones que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) realice.

6. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

La evaluación socioeconómica es la que intenta medir el rendimiento del proyecto en términos de recursos reales para la sociedad como un todo, más concretamente, la evaluación económica tiene por objetivo la identificación del impacto de un proyecto sobre el bienestar económico de un país, se interesa en identificar solo los beneficios y costos que representan un flujo neto para el conjunto de individuos y entidades que componen la sociedad.

Una de estas herramientas consiste en determinar el Valor Presente Neto (VPN) de una inversión, lo cual permite determinar si vale la pena o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas.

6.1. Valor Presente Neto (VPN)

El Valor Presente Neto (VPN), es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión; y permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las riquezas dentro de una empresa.

El valor presente neto, puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable, ya que se está estimando que habrán pocos ingresos y en el tiempo que se pretende recuperar la inversión no se logrará, pero cuando da un $VPN < 0$ cercano a cero, esto indica que la opción puede ser rentable.

Cuando el $VPN = 0$, esto indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el $VPN > 0$, indica que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Es importante tener en cuenta que el Valor Presente Neto depende de las siguientes variables:

- La inversión inicial previa
- Las inversiones durante la operación del proyecto
- Los ingresos que el proyecto genere
- Tasas de interés
- Número de períodos que dure el proyecto

6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual es igual a cero.

La TIR es una herramienta para toma de decisiones de inversión, utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, conviene realizar la inversión, si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse, y cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no.

Para una mejor comprensión la TIR se define como:

- La tasa de interés por la cual se recupera la inversión
- La tasa de interés máxima que se puede endeudar (en caso de préstamo) para no tener pérdidas.

Para el proyecto en estudio en el presente trabajo de graduación, no es posible realizar los análisis anteriormente descritos, ya que el mismo no permite obtener una tasa de rentabilidad, sino que todo lo contrario será un proyecto en el cual la municipalidad de Ciudad Vieja invertirá capital con la finalidad de ser de beneficio para los habitantes de la aldea San Lorenzo El Cubo y no tendrá ninguna recuperación económica a corto, mediano o largo plazo, puesto que será una inversión gubernamental del medio ya sean estos con fondos públicos provenientes de los impuestos o con ayudas internacionales que de igual forma únicamente será inversión para beneficio de los pobladores.

CONCLUSIONES

1. Con la construcción del proyecto se beneficiará directamente la aldea San Lorenzo el Cubo; se reducirá el índice de enfermedades gastrointestinales con la desaparición de los focos de contaminación, provocados por el corrimiento superficial de las aguas residuales.
2. Con este proyecto se evitará la contaminación de los mantos freáticos de la aldea y por consiguiente mejorará la calidad del agua para consumo humano que llegue a la aldea.
3. Con el uso de tubería de Cloruro de Polivinilo (PVC), se obtienen muchas ventajas, en cuanto a la eficiencia de los sistemas de drenajes por tener un coeficiente de rugosidad bajo y la vida útil del material por su naturaleza es elevada.
4. En el desarrollo del proyecto no se incluyo la propuesta de tratamiento para dichas aguas, ya que la municipalidad iniciará gestiones y estudios para la construcción de una planta de tratamiento que complementará el proyecto en estudio.
5. De acuerdo con el análisis y la evaluación realizada al municipio, con respecto a las necesidades urgentes de infraestructura y desarrollo, se concluye que el diseño del drenaje sanitario propuesto cumple claramente con los objetivos para el cual fue solicitado.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Ciudad Vieja

1. Planificar una planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de reducir los índices contaminantes derivados de las aguas servidas que se viertan a su destino final.
2. Ejecutar el proyecto, de acuerdo con los planos constructivos y especificaciones técnicas de construcción, operación y mantenimiento de los mismos, con la finalidad de que sea autosostenible a corto plazo.
3. Los materiales para la construcción a utilizar deberán ser de la mejor calidad, sometidos a pruebas de laboratorio en casos necesarios. Contar con supervisión técnica de profesionales de la Ingeniería Civil durante el desarrollo de la ejecución del proyecto.
4. Se hace necesario la programación e implementación del plan de mantenimiento del drenaje, en época de verano y así evitar cualquier situación que pueda dañar o causar taponamientos en los colectores.
5. Tener especial cuidado con las pendientes de la tubería y las cotas invert al momento de ejecutar el proyecto, se sugiere incluir una cuadrilla de topografía con la finalidad de que no varíen los parámetros del diseño.

6. Mantener un constante monitoreo de las descargas de aguas residuales y evitar en lo posible las conexiones ilícitas de aguas pluviales que puedan provocar que el sistema de alcantarillado colapse, y así, respetar la planificación de una planta de tratamiento de aguas residuales adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHICAS PAZ, Bladimir Alberto. *Diseño de alcantarillado sanitario y pavimentación de Barrio El Centro y Barrio Dos de Abril, y diseño de pavimentación de Aldea Tiucal en el municipio de Asunción Mita, Departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2007. 86 p.
2. FOX, Robert W. ; MCDONALD, Alan T. *Introducción a la mecánica de fluidos*. 2ª ed. México: McGraw-Hill, 1992, 916 p. ISBN: 978-047-154-8522.
3. HERNÁNDEZ ÁLVAREZ, Víctor Genaro. *Diseño de alcantarillado sanitario de la Aldea Los Pocitos, del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2003. 106 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM 2001.

5. REQUENA PINELO, Jaime Danilo. *Diseño de alcantarillado sanitario de la aldea Don Justo y Nueva Esperanza, aldea Puerta Parada, del municipio de Santa Catarina Pinula, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2002. 75 p.

6. Tubovinil, S.A., *Norma ASTM D 3034: tuberías PVC para alcantarillado sanitario*. Guatemala, 2000.

APÉNDICE

Continuación Apéndice 1.

DISEÑO HIDRAULICO HOJA 37

DE A	COTA DE TERRENO		DISTAN HORIZAL (m)	PERD CONEX. TER.	CONEX. ACT.		COMEX. FUT.		POBLA CON ACUMULADURA LOCAL	Olim Actual	Olim Futuro	Olim. Otim. Futuro	Cosen Futuro	Ø	PERD TUBO	SECC. LLENA	Relig Q		Rel i/v	Rel d/d		VELOCIDAD DE DISEÑO		COTAS INERT		ALTURAS POS DISEÑO		DISTAN HORIZAL DE DISEÑO (m)									
	INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM. LOCAL	ACTUAL	FUTURA									VELOCIDAD (m/s)	VELOCIDAD (%)		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL		INICIO	FINAL							
29C	29 A	130.5	131.586	30	-3.62	2	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.39	6	0.01	2	1.6	29.19	0.017729	0.033920	0.377834	0.464037	0.093997	0.126063	0.60	0.74	129.10	128.52	1.40	3.07	28.80		
	29 B	130.5	131.586	30	-3.62	2	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.39	6	0.01	2	1.6	29.19	0.017729	0.033920	0.377834	0.464037	0.093997	0.126063	0.60	0.74	129.10	128.52	1.40	3.07	28.80		
	29 A	131.586	132.595	46.5	6.56	4	8	10	48	1.19	0.008	0.12	1.32	1.96	0.011	0.2	2.17	6	0.01	2.84	1.91	34.84	0.072897	0.052289	0.479904	0.556429	0.130359	0.192389	0.92	1.06	128.46	127.20	3.13	1.40	44.40		
	29 B	132.595	134.291	71.43	6.03	8	16	19	96	2.74	0.015	0.17	1.92	2.77	0.02	0.28	3.07	6	0.01	5.96	2.76	50.35	0.081133	0.050207	0.480495	0.552539	0.133319	0.197246	1.33	1.53	127.08	122.89	1.52	1.40	70.23		
	28 B	124.891	124.291	20	3.00	2	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.002	0.09	0.39	6	0.01	3.2	2.03	37.03	0.015503	0.026749	0.351921	0.424246	0.081410	0.112940	0.71	0.88	128.49	122.89	1.40	1.40	19.60		
	28 A	124.291	122.148	40	5.36	4	22	10	54	3.24	2.06	0.21	2.29	3.28	0.207	0.33	3.64	6	0.01	5.2	2.99	47.06	0.066661	0.077399	0.518636	0.592800	0.190322	0.190635	1.33	1.53	122.77	120.75	1.52	1.40	39.80		
	28 Z	122.148	122.623	18.69	-2.54	0	82	0	200	4.05	0.084	0.41	4.54	7.81	0.112	0.78	8.7	6	0.01	0.5	0.8	14.59	0.311172	0.596309	0.882866	1.045475	0.282836	0.558006	0.71	0.84	120.71	120.82	1.44	2.00	17.49		
	27 A	122.623	117.906	80	5.30	3	86	7	207	5.10	1.24	0.88	0.41	4.62	0.19	0.81	8.99	6	0.01	4.96	2.52	46.97	0.103920	0.195580	0.640264	0.715014	0.244932	0.248997	1.61	1.96	120.42	116.51	2.20	1.40	78.80		
	27 A	117.906	117.991	73.06	-0.12	8	93	19	226	5.88	1.36	0.43	4.85	8.73	0.127	0.87	9.73	6	0.01	0.5	0.8	14.59	0.32419	0.669600	0.898821	1.070463	0.388221	0.598742	0.72	0.86	116.47	116.11	1.44	1.88	71.86		
	18	118.242	117.991	172	1.46	2	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.002	0.09	0.39	6	0.01	2	1.6	29.19	0.017729	0.033920	0.377834	0.464037	0.093997	0.126063	0.60	0.74	128.46	128.52	1.40	1.47	16.00		
	19	117.991	108.247	80	12.18	7	102	17	248	6.12	1.88	4.52	5.07	9.51	0.139	0.95	10.6	6	0.01	8.5	3.3	60.2	0.084219	0.176808	0.690101	0.752982	0.195163	0.269399	2.01	2.49	119.35	108.85	4.44	1.40	78.80		
	19 B	108.247	108.247	20	0.00	2	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.002	0.09	0.39	6	0.01	2	1.6	29.19	0.017729	0.033920	0.377834	0.464037	0.093997	0.126063	0.60	0.74	128.46	128.52	1.40	1.78	19.60		
	19 A	108.247	103.714	52.28	8.67	3	107	7	260	6.62	1.63	0.19	0.46	5.2	0.146	0.99	11.08	6	0.01	7.36	3.11	56.73	0.091662	0.193310	0.625167	0.753330	0.204462	0.284943	1.94	2.41	106.17	102.31	2.08	1.40	51.06		
	23	23 A	108.471	106.801	46.67	3.66	7	17	42	102	1.1	0.094	0.11	1.21	1.8	0.007	0.18	1.99	6	0.01	3.75	2.19	39.95	0.092028	0.144980	0.449496	0.520389	0.19375	0.151704	0.98	1.14	107.07	105.40	1.40	1.40	44.47	
	23 B	106.801	106.801	40	0.00	4	10	10	24	60	0.78	0.003	0.08	0.86	1.36	0.005	0.14	1.49	6	0.01	1.26	1.27	23.17	0.087117	0.064310	0.473117	0.582720	0.191904	0.172154	0.60	0.71	106.40	104.92	1.40	1.88	38.80	
	23 A	106.801	104.542	72	3.14	12	23	29	59	3.96	2.11	0.015	0.21	2.24	0.203	0.33	3.89	6	0.01	2.42	1.76	32.1	0.072897	0.114459	0.365992	0.667781	0.162692	0.228832	1.03	1.17	104.36	103.14	1.95	1.40	70.80		
	22	104.542	103.714	13.35	6.20	2	25	5	61	5.60	2.2	0.016	0.22	2.44	0.49	0.05	0.35	3.86	6	0.01	5.8	2.73	49.8	0.089896	0.077510	0.519195	0.599344	0.159664	0.198444	1.41	1.82	103.01	102.31	1.53	1.40	12.15	
	20	103.714	103.93	60.89	4.57	8	140	19	340	840	2040	5.61	0.19	0.56	6.3	12.68	0.79	12.7	14.13	6	0.01	4.28	23.4	42.69	0.145176	0.330980	0.759974	0.897584	0.29477	0.36907	1.68	2.10	102.09	99.53	1.63	1.40	59.69
	21	103.93	99.689	36.96	3.37	7	147	17	357	882	2142	5.86	0.163	0.59	6.98	13.24	0.95	13.2	14.75	6	0.01	3.96	19.9	35.57	0.144690	0.761883	0.920900	0.293972	0.448274	1.49	1.86	99.35	99.30	1.58	1.40	35.36	
	4	99.689	99.955	8.5	1.56	0	276	0	672	1668	4032	10.49	0.289	1.05	11.81	23.33	0.363	23.3	26.02	8	0.01	0.97	31.46	0.375397	0.627080	0.928675	1.117549	0.474590	0.696675	0.90	1.08	95.64	95.60	4.06	3.97	7.30	
	3	99.955	99.975	76.83	0.91	6	282	15	687	1692	4122	10.69	0.278	1.07	12.04	23.85	0.373	23.9	26.61	8	0.01	0.97	31.46	0.382708	0.646640	0.932203	1.126771	0.428983	0.766689	0.91	1.09	95.54	95.17	4.02	3.71	74.63	

Continuación Apéndice 1.

DISEÑO HIDRÁULICO HOJA 47

DE A	COTA DE TERRENO		INSTANCIAS HORIZ. / FENC. / TERR.	CONEX. LCT.	CONEX. PCT.	PROBLA. CON. CON ACUMULADA	Odm. Actual		Odm. Futuro		Vel. Sec. Llenia		Rel. Q		Rel. V		Rel. D		VELOCIDAD DE DISEÑO		CONTINENT		ALTURAS POS		INSTANCIAS ADE / DISEÑO											
	PV	FINA					Actual	Odm.	Futuro	VEL	Q	ACTUAL	FUTURO	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.		FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.						
35	128.38	128.413	60	5	2	30	0.45	0.004	0.05	0.5	0.3	0.005	0.08	0.98	6	0.01	5.9	2.75	50.16	0.009988	0.009740	0.394047	0.070461	0.002936	0.88	1.08	127.48	124.01	1.40	1.40	38.80					
35B	128.413	128.512	84	4	9	11	22	27	66	162	1.42	0.011	0.14	1.57	2.29	0.015	0.23	2.94	4.43	0.055416	0.057900	0.470284	0.542768	0.128797	0.162936	1.14	1.32	128.92	120.11	1.49	1.40	38.80				
35D	131.802	128.915	80	6	11	2	30	0.45	0.005	0.05	0.51	0.9	0.006	0.09	1	0.01	6.2	2.82	51.44	0.009914	0.009440	0.320277	0.320282	0.006676	0.90	1.11	130.40	125.52	1.40	1.40	78.80					
35D	126.915	124.512	80	6	7	18	42	0.64	0.01	0.08	0.71	1.1	0.011	0.11	1.22	0.01	6.78	2.96	53.81	0.013185	0.026770	0.348994	0.411319	0.004663	1.03	1.21	125.45	120.11	1.47	1.40	78.80					
35C	121.512	119.781	34	5	3	17	41	102	246	1.8	0.024	0.18	2	2.85	0.03	0.28	3.17	6	0.01	4.95	2.92	48.97	0.048907	0.048908	0.500052	0.573538	1.26	1.44	120.00	118.38	1.51	1.40	32.80			
35F	120.381	119.781	25	2	4	2	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.99	6	0.01	2.52	1.8	32.83	0.015220	0.030160	0.369667	0.448229	0.060445	0.102666	0.66	0.81	118.98	118.38	1.40	1.40	23.80			
35E	119.781	119.514	12	2	1	20	2	288	1.96	0.027	0.2	2.19	3.09	0.034	0.31	3.45	6	0.01	1.95	1.90	26.82	0.079989	0.119100	0.589801	0.672570	0.168440	0.232863	0.93	1.06	118.32	118.11	1.46	1.40	10.80		
38	131.855	126.347	40	2	5	5	12	30	0.45	0.003	0.05	0.5	0.9	0.004	0.09	0.99	6	0.01	12.99	4.07	74.24	0.067735	0.073340	0.284278	0.365315	0.656586	0.900830	1.16	1.43	128.97	124.95	1.40	1.40	38.80		
38	126.347	121.801	40.09	1	2	4	5	10	24	60	0.78	0.006	0.08	0.87	1.35	0.007	0.14	1.5	6	0.01	11.22	3.79	68.14	0.072883	0.077700	0.344488	0.465754	0.706634	0.101817	1.31	1.54	124.83	120.40	1.52	1.40	38.49
37	121.801	119.514	39.27	5	2	7	17	42	102	1.1	0.009	0.11	1.22	1.8	0.011	0.18	1.98	6	0.01	5.77	2.72	49.62	0.024987	0.040100	0.424293	0.489104	0.108115	0.137003	1.15	1.33	120.31	118.11	1.49	1.40	38.07	
36	119.514	117.516	50	4	0	7	82	204	492	2.59	0.014	0.26	2.86	4.05	0.018	0.41	4.48	6	0.01	3.85	2.22	40.5	0.070617	0.106220	0.577201	0.668428	0.178664	0.224514	1.28	1.46	118.00	116.12	1.51	1.40	46.80	
36B	117.022	117.516	60	2	5	5	12	30	0.45	0.004	0.05	0.5	0.9	0.005	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	28.19	0.077129	0.039320	0.377834	0.464397	0.093987	0.126063	0.60	0.74	115.63	114.46	1.40	3.06	58.80		
36A	117.516	116.812	7	10	6	28	552	274	0.019	0.27	3.03	4.29	0.025	0.43	4.74	6	0.01	0.5	0.8	14.69	0.207876	0.324880	0.788163	0.883061	0.398106	0.398102	0.63	0.71	114.43	114.40	3.09	2.41	5.80			
36D	117.512	116.812	60	1	3	7	18	42	0.64	0.004	0.08	0.7	1.1	0.005	0.11	1.22	6	0.01	1.48	1.38	25.17	0.027811	0.049470	0.437834	0.516620	0.147436	0.149020	0.60	0.71	116.11	115.24	1.40	1.57	38.80		
36C	116.812	114.912	31	6	3	45	109	270	654	2.88	0.026	0.3	3.31	4.68	0.034	0.47	5.18	6	0.01	2.7	2.5	45.6	0.072888	0.109680	0.634768	0.722885	0.210933	0.264072	1.18	1.34	114.31	113.51	2.50	1.40	28.80	
36F	115.951	114.912	60	1	7	5	12	30	0.45	0.005	0.09	0.99	1.49	0.007	0.15	1.65	6	0.01	1.78	1.51	27.54	0.035948	0.058910	0.472201	0.549814	0.129641	0.165990	0.71	0.83	114.58	113.51	1.40	1.40	58.80		
36E	114.912	112.435	72	3	4	9	59	22	143	354	653	3.43	0.037	0.34	3.81	5.72	0.05	0.57	6.34	6	0.01	3.32	2.06	37.58	0.168710	0.047753	0.743597	0.244688	0.277686	1.32	1.53	113.39	111.04	1.52	1.40	70.80
43	128.08	113.982	98.91	14	5	10	24	60	144	1.35	0.008	0.14	1.5	2.16	0.012	0.22	2.39	6	0.01	14.73	4.55	79.35	0.071894	0.030120	0.389441	0.449041	0.095433	0.119182	1.69	1.95	126.68	112.98	1.40	1.40	57.71	
42F	113.982	113.982	15	-0.09	2	2	5	5	12	30	0.45	0.001	0.05	0.5	0.9	0.002	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.077129	0.039320	0.377834	0.464397	0.093987	0.126063	0.60	0.74	112.57	112.28	1.40	1.69	13.80

Continuación Apéndice 1.

DISEÑO HIDRÁULICO HOA-57

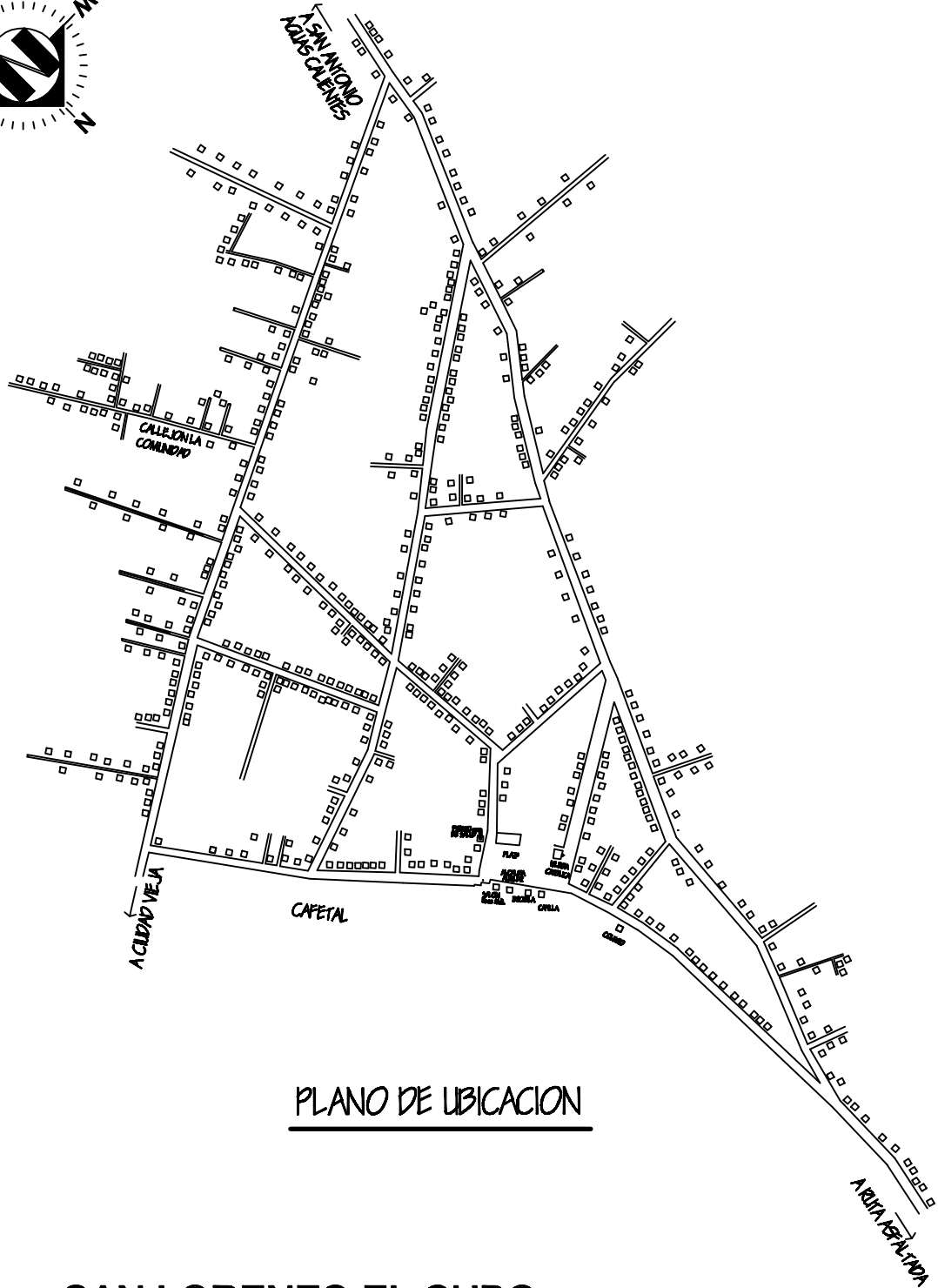
DE A	CÓDIGO DE TERRENO		INSTAN. POR HORIZ. TERA	CONEX. ACT.		COMB. RIT.		POBLA. CON CON ACUMUL. LUNA ADA				CUB. OBSER. ACT. FALSO				Q. OBS. ACT. FALSO				Q. TUB. (%)	PRD. TUB. (%)		SEC. LENA		R4 e l Q		R4 e l V		R4 e l D		VELOCIDAD DE DISEÑO		COTAS INVERT.		DISTANCIA DE ALB. DISEÑO				
	PV	FINO		LOCAL	ACUM.	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL		ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL			
inici	42G	42E	113382	113382	40	0.00	8	19	48	114	119	1204	0.12	1.31	1.91	0.007	0.18	2.11	6	0.01	0.9	1.07	19.52	0.06711	0.10604	0.28832	0.65416	0.17516	0.21269	0.61	0.70	11238	11223	1.40	1.75	38.00			
	42E	42D	113382	113382	38	0.00	2	12	5	29	72	174	1.49	0.008	0.15	1.65	2.28	0.012	0.24	2.63	6	0.01	0.72	0.96	17.51	0.04222	0.16201	0.28285	0.71384	0.20728	0.26188	0.60	0.69	11221	11197	1.77	2.01	38.00	
	42D	42B	113382	113383	11	6.17	1	23	2	55	108	330	2.11	0.017	0.21	2.94	3.31	0.025	0.33	3.67	6	0.01	1.55	1.94	15.32	0.13242	0.22661	0.72930	1.02144	0.33324	0.61	0.69	11195	11190	2.03	1.40	9.00		
inici	42C	42B	113383	113383	25	0.00	2	5	12	30	645	0.022	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03201	0.27784	0.46407	0.09997	0.12063	0.60	0.74	11190	11143	1.40	1.87	28.00			
	42B	42	113383	112435	22	3.85	1	26	2	62	156	372	2.25	0.021	0.23	2.5	3.51	0.03	0.38	3.89	6	0.01	1.63	1.45	26.45	0.04518	0.14707	0.28348	0.71938	0.23012	0.23540	0.91	1.03	11138	11104	1.92	1.40	20.00	
inici	42A	42	112207	112435	30	1.43	2	5	12	30	645	0.022	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03201	0.27784	0.46407	0.09997	0.12063	0.60	0.74	11061	11033	1.40	2.41	28.00			
	42	38J	112435	112207	4549	0.94	2	30	5	72	180	432	2.42	0.027	0.24	2.69	3.79	0.037	0.39	4.21	6	0.01	1.5	0.8	14.59	0.04373	0.28653	0.76756	0.83658	0.26978	0.67594	0.61	0.69	11001	10979	2.43	2.22	44.29	
inici	38K	38J	112207	112207	30	0.00	2	5	12	30	645	0.022	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03201	0.27784	0.46407	0.09997	0.12063	0.60	0.74	11061	11033	1.40	1.99	28.00			
	38J	38H	112207	112241	18	-1.30	2	34	5	82	204	492	2.59	0.03	0.26	2.88	4.05	0.042	0.41	4.5	6	0.01	1.5	0.8	14.59	0.04373	0.30840	0.77674	0.80338	0.30108	0.83107	0.62	0.70	10976	10928	2.25	2.56	16.00	
inici	38I	38H	112241	112241	30	0.00	2	5	12	30	645	0.022	0.05	0.5	0.9	0.003	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03201	0.27784	0.46407	0.09997	0.12063	0.60	0.74	11084	11027	1.40	1.97	28.00			
	38H	38G	112241	112435	38	-0.65	1	37	2	80	222	534	2.7	0.026	0.27	3.01	4.22	0.047	0.42	4.69	6	0.01	1.5	0.8	14.59	0.04373	0.32450	0.78145	0.80946	0.30948	0.83658	0.63	0.71	10965	10948	2.59	2.96	33.00	
	38G	40	112435	110381	5739	4.6	7	103	17	240	618	1494	4.54	0.077	0.45	5.07	6.95	0.16	1.08	10.62	6	0.01	1.27	1.28	23.35	0.21713	0.45420	0.79919	0.97716	0.37028	0.47406	1.02	1.25	10940	10888	3.04	1.40	58.79	
	40	40A	110381	10872	32	4.25	5	108	12	261	648	1596	4.68	0.047	0.47	5.2	6.98	0.11	1.109	11.1	11.09	6	0.01	3.84	2.22	4.5	0.28365	0.27783	0.88765	1.05267	0.26207	0.35783	1.53	1.89	10830	10732	1.38	1.40	30.00
inici	40B	40B	110886	108412	70	2.12	4	4	10	24	60	108	0.026	0.06	0.07	1.35	0.007	0.14	1.5	6	0.01	2.16	1.96	30.28	0.28292	0.48640	0.44728	0.51833	0.17628	0.15502	0.73	0.86	10830	10801	1.40	1.40	68.00		
	40B	40A	108412	10872	80	0.07	4	8	10	20	46	120	1.19	0.011	0.12	1.32	1.85	0.014	0.2	2.17	6	0.01	1.85	1.05	19.15	0.06689	0.13301	0.57919	0.65762	0.17785	0.22783	0.60	0.70	10799	10731	1.42	1.41	78.00	
	40A	40C	10872	106765	51	3.89	9	125	22	330	769	1618	5.05	0.016	0.51	5.39	11.43	0.022	1.14	12.59	6	0.01	3.54	2.13	38.85	0.14362	0.32407	0.71027	0.85323	0.28207	0.39151	1.51	1.90	10713	10637	1.39	1.40	48.00	
inici	40D	40C	106765	106765	80	3.49	3	7	16	42	104	0.026	0.06	0.07	1.1	0.007	0.11	1.22	6	0.01	3.54	2.13	38.85	0.14362	0.10400	0.38340	0.45307	0.09368	0.12154	0.82	0.97	10816	10537	1.40	1.40	78.00			
	40C	41	106765	105347	4022	3.63	6	134	15	325	804	1930	5.39	0.025	0.54	5.86	12.15	0.035	1.22	13.4	6	0.01	3.18	2.02	38.85	0.16137	0.38640	0.71579	0.82801	0.27240	0.41727	1.48	1.86	10519	10395	1.38	1.40	30.02	
inici	41A	41	105347	105347	60	0.00	2	5	12	30	645	0.024	0.05	0.5	0.9	0.005	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03201	0.27784	0.46407	0.09997	0.12063	0.60	0.74	10395	10277	1.40	2.38	58.00			
inici	32A	33	103597	103744	67.6	0.53	18	18	44	108	264	1.88	0.01	0.19	2.05	2.95	0.016	0.3	3.27	6	0.01	13.72	4.19	76.43	0.26653	0.40278	0.43384	0.47763	0.11294	0.14959	1.82	2.09	10220	11724	1.40	1.40	86.40		
	33	33A	103744	117362	33	3.38	4	22	10	54	132	324	2.05	0.013	0.21	2.29	3.28	0.02	0.33	3.63	6	0.01	3.44	2.1	38.31	0.09514	0.16459	0.44822	0.62456	0.16594	0.20796	1.15	1.32	117.25	116.16	1.48	1.40	31.80	

Continuación Apéndice 1.

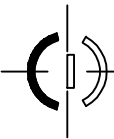
DISEÑO HIDRÁULICO HOJA 77

DE A	COTA DE TERRENO		DISTAN. PBD. HORIZ. TERR. (m)	CONEX. ACT.		PROBLA. CON CONEX. ACT.		DISEÑO		VELOCIDADE DISEÑO		COTAS INVERT		ALTURA PIZOS		DISTANCIA DE DISEÑO (m)																				
	PV	FINL		LOCAL	ACUM.	LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INCO	FINL		INCO	FINL																		
24	102.764	104.914	37.71	4.91	6	6	15	15	36	90	1.01	0.004	0.1	1.11	1.68	0.006	0.17	1.66	6	0.01	5.08	2.5	45.32	0.02861	0.03990	0.417538	0.497448	0.106537	0.136447	1.07	1.24	105.36	103.51	1.40	1.40	36.51
25A	104.314	104.914	20	3.00	2	5	5	12	30	0.45	0.002	0.05	0.5	0.9	0.002	0.09	0.99	6	0.01	2	1.6	29.19	0.07129	0.03920	0.377834	0.464037	0.090897	0.128063	0.60	0.74	102.91	102.54	1.40	2.37	19.80	
25B	104.914	103.38	44	3.49	4	12	10	30	72	1.80	0.009	0.15	1.65	2.42	0.013	0.24	2.67	6	0.01	1.21	1.5	23.8	0.07288	0.11710	0.682108	0.670253	0.182410	0.231482	0.72	0.83	102.50	101.98	2.41	1.40	42.80	
25C	103.802	103.38	20	2.11	3	7	7	18	42	0.94	0.002	0.06	0.7	1.1	0.003	0.11	1.21	6	0.01	2.23	1.89	30.83	0.02716	0.03920	0.411378	0.494089	0.104688	0.136248	0.70	0.82	102.40	101.98	1.40	1.40	19.80	
25D	103.38	102.257	78.82	3.97	4	19	10	47	114	2.82	0.017	0.19	2.12	3.05	0.023	0.31	3.38	6	0.01	3.92	2.24	40.86	0.051884	0.082720	0.526791	0.604715	0.154759	0.194935	1.18	1.36	101.89	98.86	1.49	1.40	77.42	
1	100.257	98.875	75.98	1.82	7	22	17	782	1832	4.82	0.099	1.21	13.49	27.15	0.273	2.72	30.44	10	0.01	6.5	1.13	57.26	0.25532	0.326370	0.816534	0.103831	0.33010	0.516741	0.92	1.14	98.73	98.36	3.53	2.52	74.78	
2	PTAR	98.875			0	604	0	1469	3824	8814	212	0.474	2.12	23.79	51.01	0.645	5.1	58.76	10	0.01	0.7	1.33	67.39	0.353320	0.442280	0.913206	1.128019	0.410149	0.702456	1.22	1.49	95.06	95.06	3.82		

Fuente: elaboración propia.



PLANO DE UBICACION




SAN LORENZO EL CUBO
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

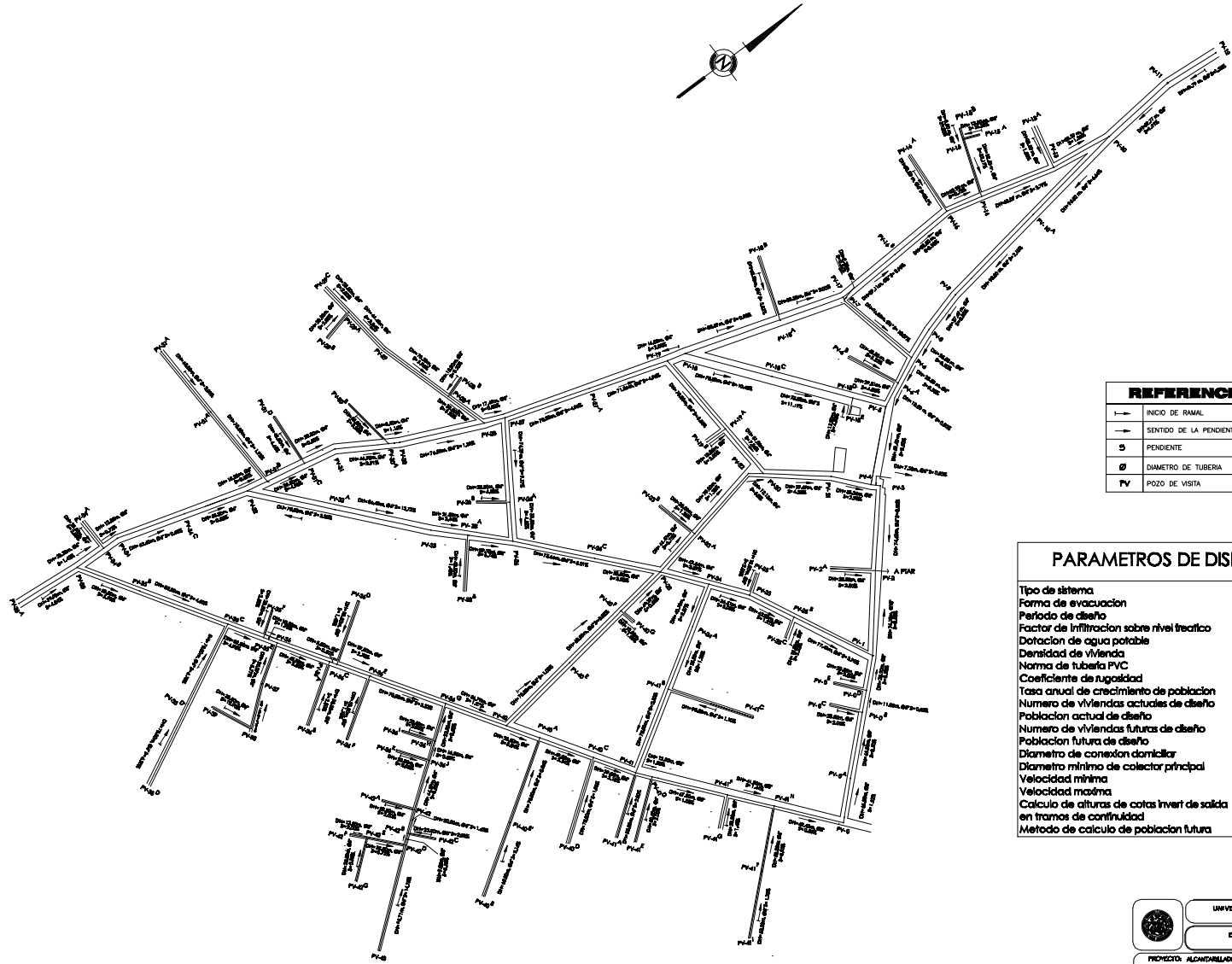
ESCALA 1:7,500



DENSIDAD DE VIVIENDA

Escala: 1/1800

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EP-3 CIUDAD NEJA, SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: ALICANTARILLADO BIENRIDO UBICACION: ALJIBE SAN LUIS DEL CUNO, MANIFIESTO GUADUPEVA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
DISEÑO, CÁLCULO Y PLANO INGENIEROS CAROLINA BARRIO Y MARCO ANTONIO GARCÍA GARCÍA	CONVENIO DENSIDAD DE VIVIENDA	HOJA 1
FECHA: MARZO, 2017	ESCALA: REDUCIDA	22



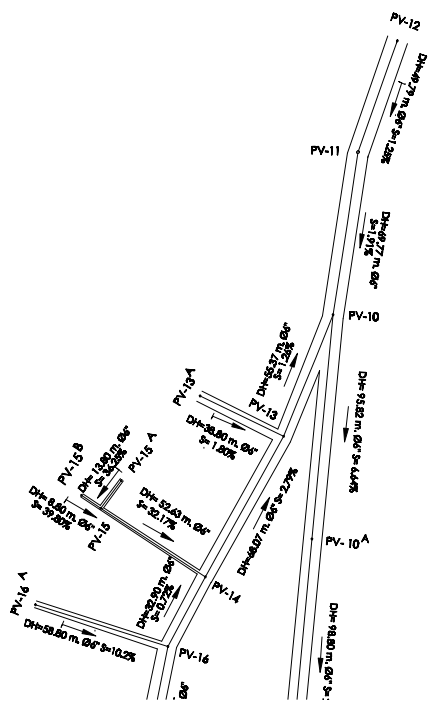
REFERENCIAS	
—	INICIO DE RAMAL
→	SENTIDO DE LA PENDIENTE
∅	PENDIENTE
⊗	DIAMETRO DE TUBERIA
PV	POZO DE VISTA

PARAMETROS DE DISEÑO	
Tipo de sistema	Sanitario
Forma de evacuación	Gravedad
Período de diseño	30 años
Factor de infiltración sobre nivel tráfico	0.01
Dotación de agua potable	200 l/h/d
Densidad de vivienda	4 hab.
Norma de tubería PVC	ASTM 3034
Coefficiente de rugosidad	0.01
Tasa anual de crecimiento de población	3%
Numero de viviendas actuales de diseño	604 viviendas
Población actual de diseño	3624 habitantes
Numero de viviendas futuras de diseño	1469 viviendas
Población futura de diseño	8814 habitantes
Diámetro de conexión domiciliar	4 pulgadas
Diámetro mínimo de colector principal	6 pulgadas
Velocidad mínima	0.6 m/s
Velocidad máxima	2.5 m/s
Calculo de alturas de cotas invert de salida en tramos de continuidad	$v^2/12g$
Método de calculo de población futura	Geométrico

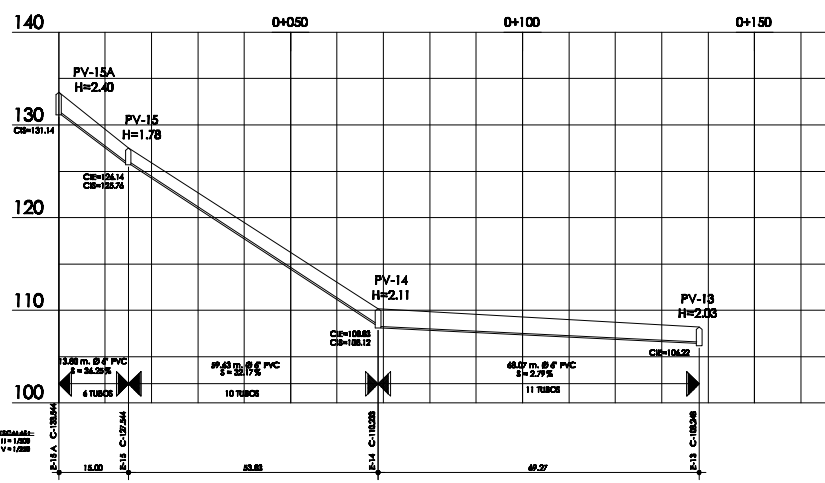
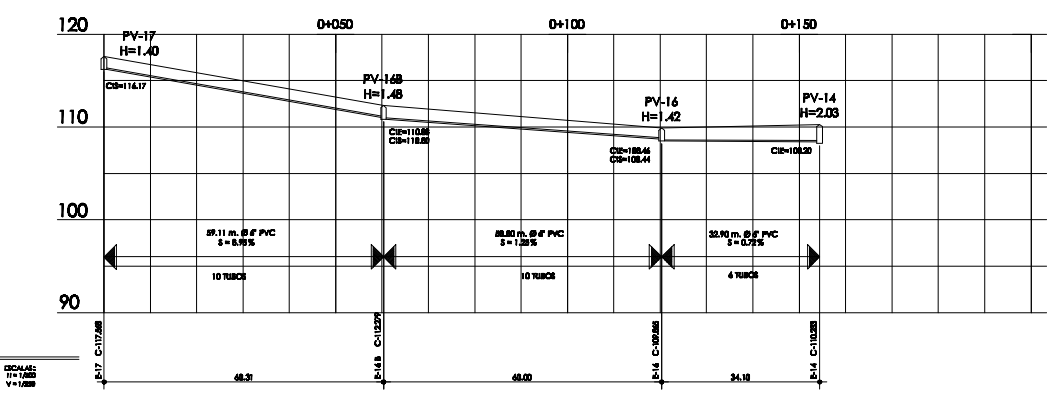
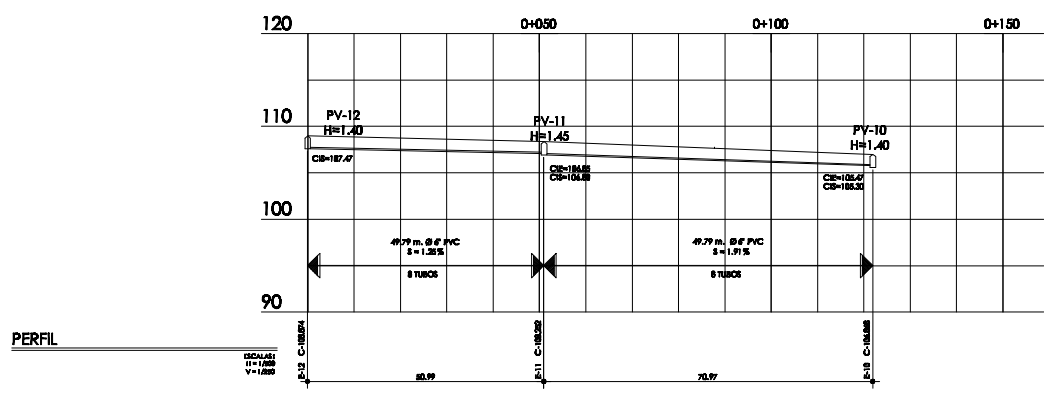
RED DE ALCANTARILLADO

Escala 1/1750

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS) QUINTO SEMESTRE, SACATEZQUEL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO BIENENSA UBICACION: ALJIBO SAN LORENZO EL CUNO, BIENENSA QUINDIENSA, DEPARTAMENTO SACATEZQUEL		
DISEÑO: OSCAR FERRAZ SUPERVISADO: OSCAR FERRAZ REVISADO: OSCAR FERRAZ	CONTENIDO: RED GENERAL DE ALCANTARILLADO	HOJA: 2
FECHA: MARZO, 2011	ESCALA: REDUCIDA	22



PLANTA
ESCALA 1/1000

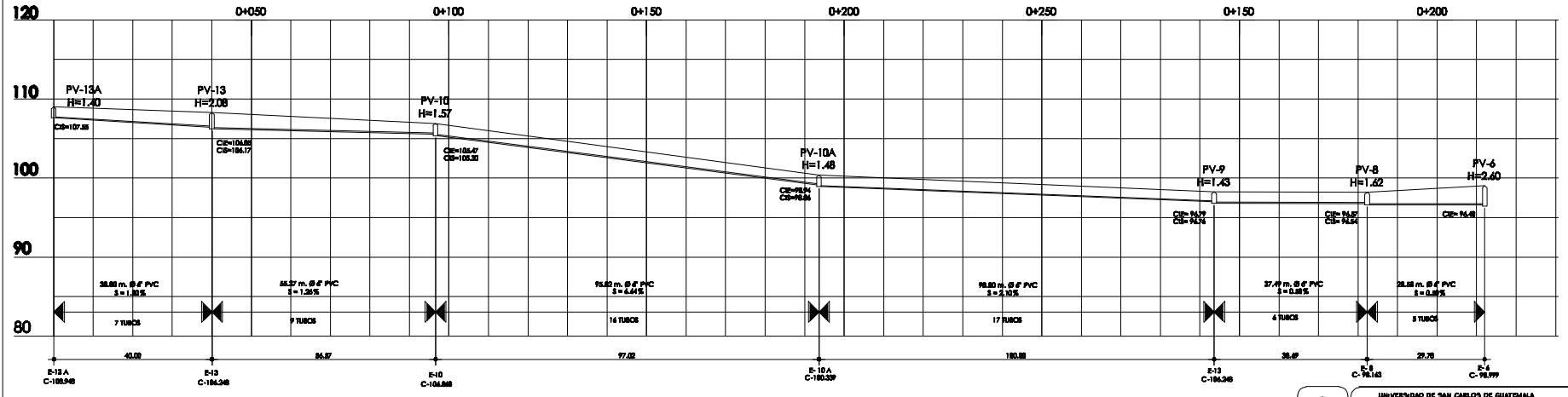
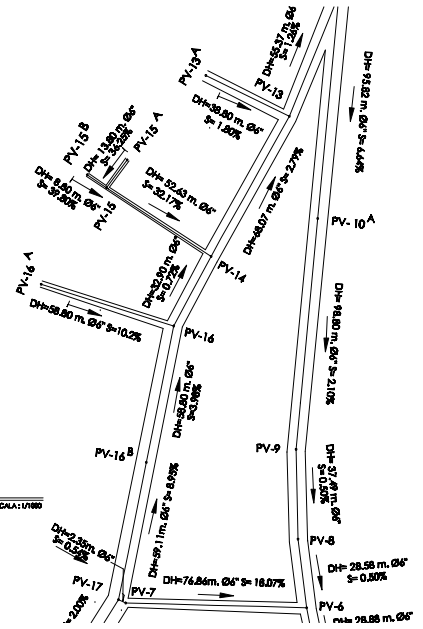


PERFIL
ESCALA 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA EN CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS SANITARIAS		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO UBICACION: ALDEA SAN LORONDO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO MEHA, DEPARTAMENTO BACHQUELEZ		
SEÑAL, CALICU Y OBRAS DE ALCANTARILLADO SANEAMIENTO	CONTENIDO PLANTA PERIL (FOLIO No. 1718)	HOJA 3
FECHA: AGOSTO, 2011	ESCALA: SICOMAS	22



PLANTA



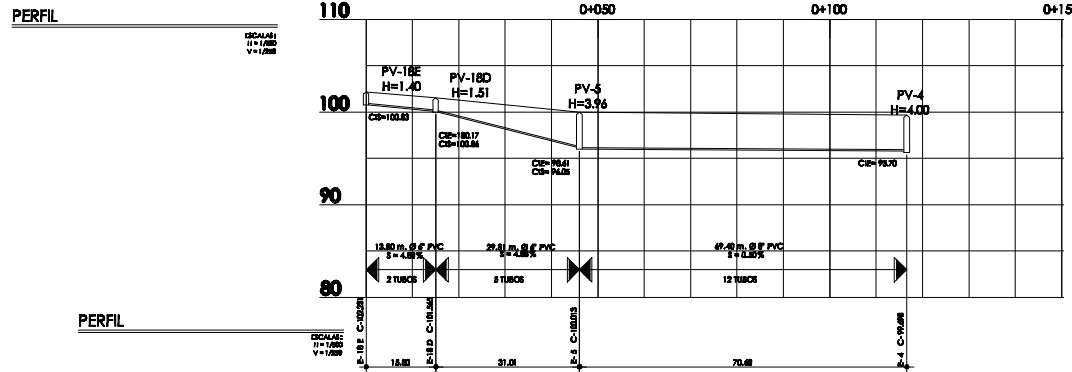
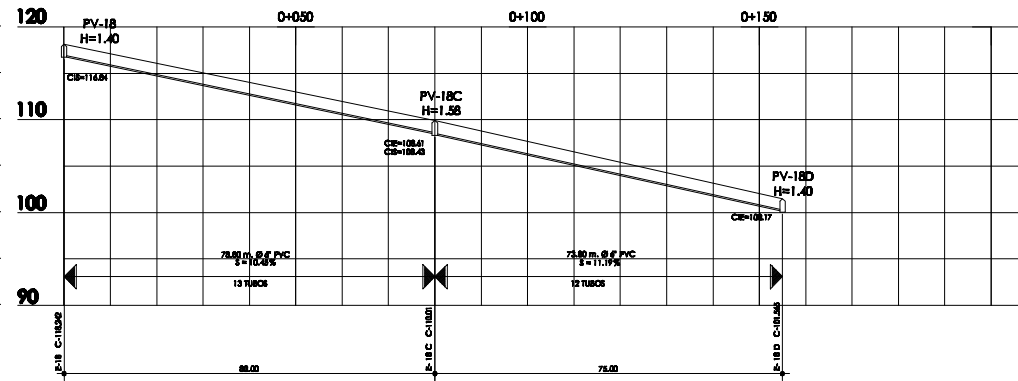
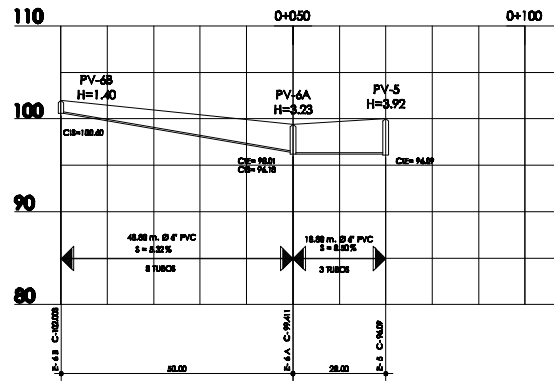
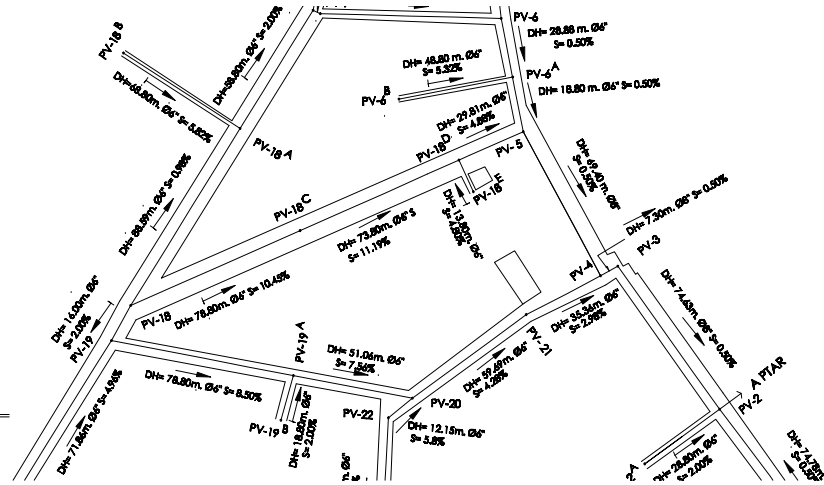
PERFIL

ESCALA: 1:1000
V=1:200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO 4ºS. CUNDO MICA, SACATEPEQUEZ	
PROFESOR:	ALCANTARALADO BARRERO	
UBICACION:	ALLEN SAN LONDO EL CUNDO, MUNICIPIO CUENCA MICA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO:	RECONSTRUCCION DE LA RED DE AGUAS FRIAS DEL MUNICIPIO DE CUENCA MICA	
FECHA:	AGOSTO, 2011	
ESCALA:	1:1000	
ESCALA:	1:200	
CONTENIDO:	PLANTA, PERIL	HQ.º
		4
		22

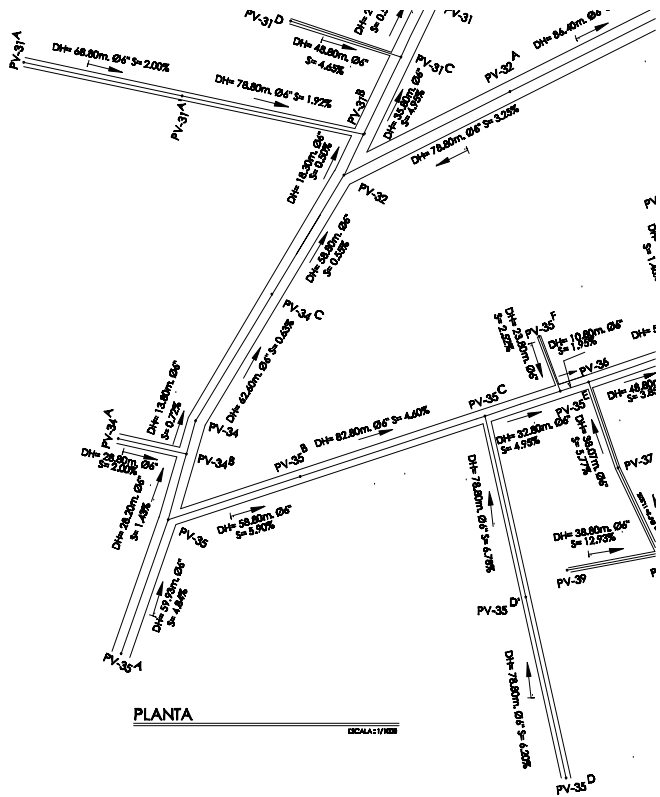


PLANTA

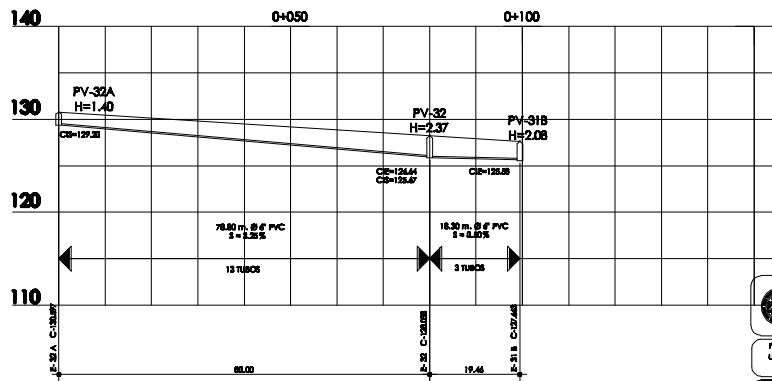
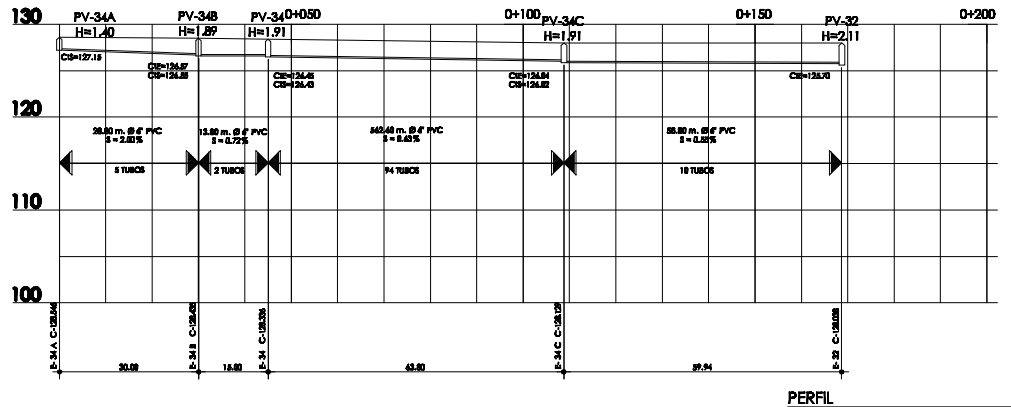
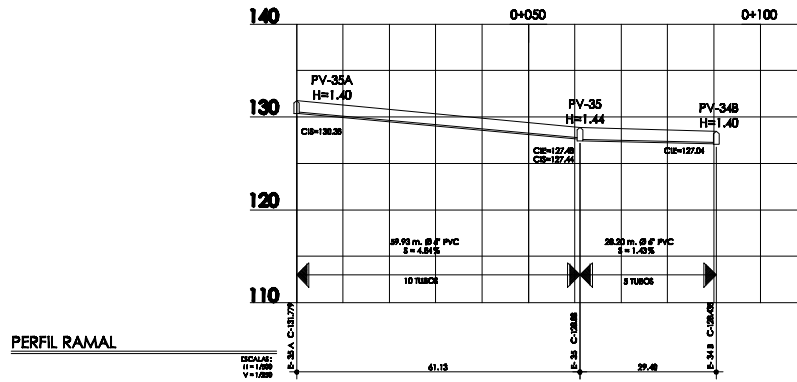


PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CARRERA PROFESIONAL SUPERVISADO 475- OCUCHO VELA, SACATEPEQUEZ		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMIENNO UBICACION: ALDEA SAN LORONZO EL CUBO, MUNICIPIO CUCHO VELA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
DISEÑO: OSCAR L. VILLALBA ESCALA: 1:1000 FECHA: ABRIL 2011	CONTENIDO: PLANTA, PERFILES (HOJA No. 27/28)	HOJA: 5 22

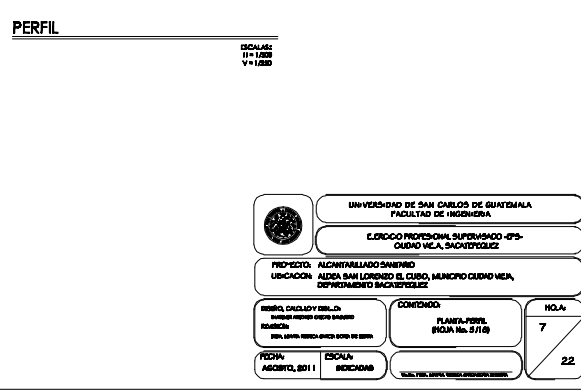
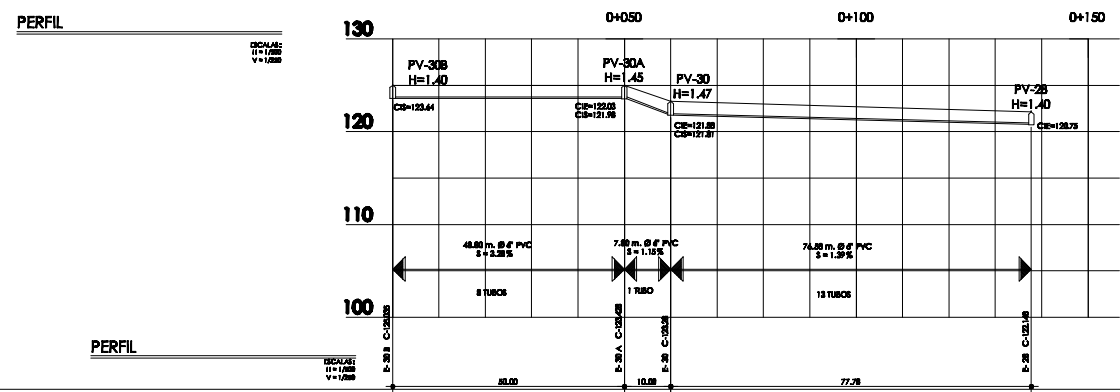
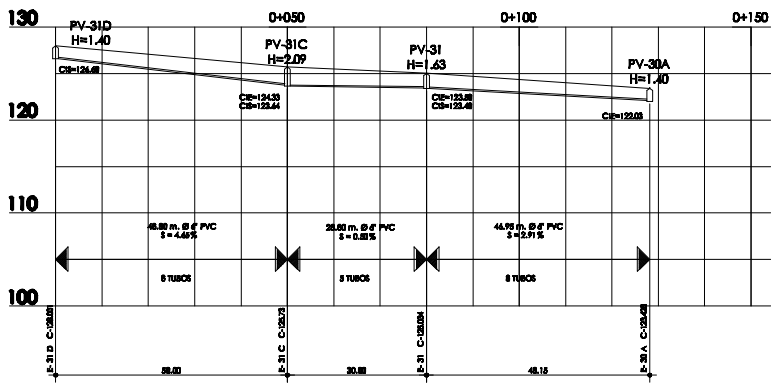
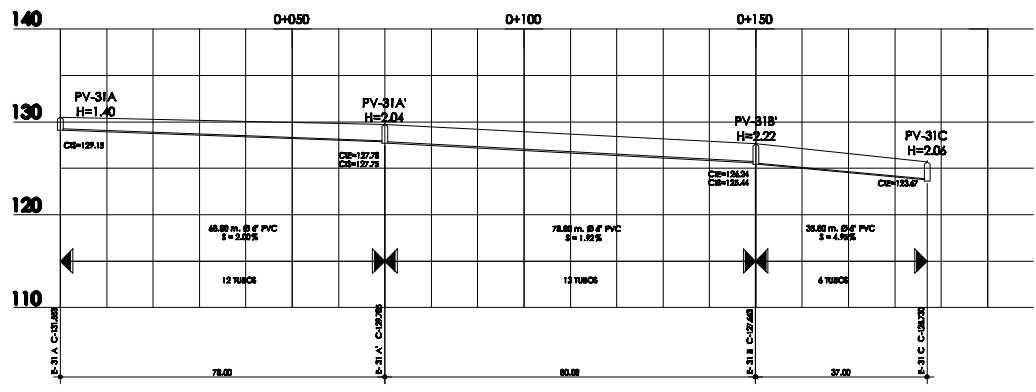
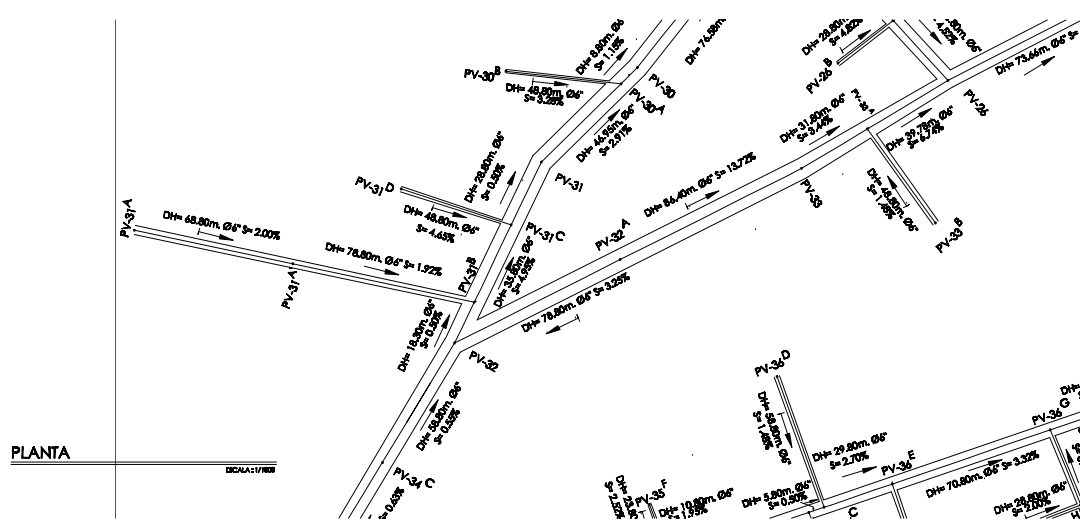
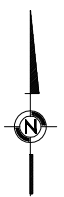


PLANTA
ESCALA: 1/2000



PERFIL
ESCALA: H=1/1000, V=1/200

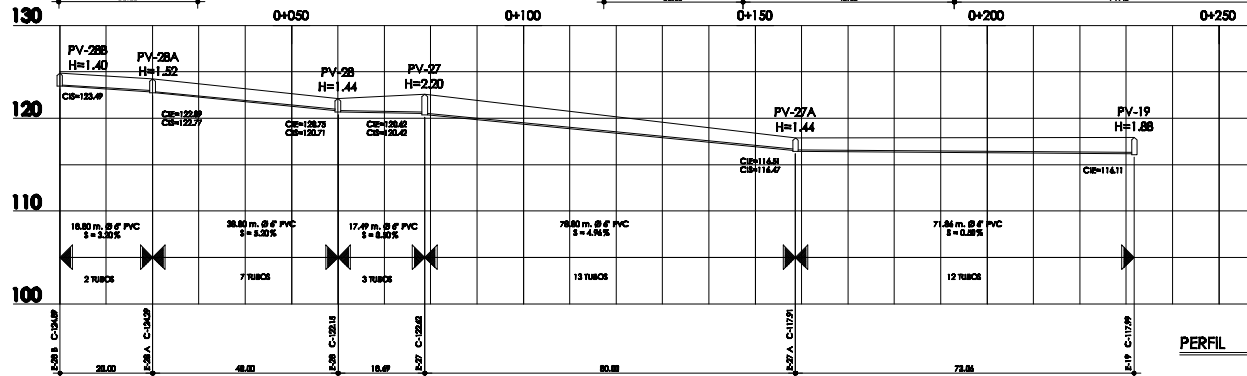
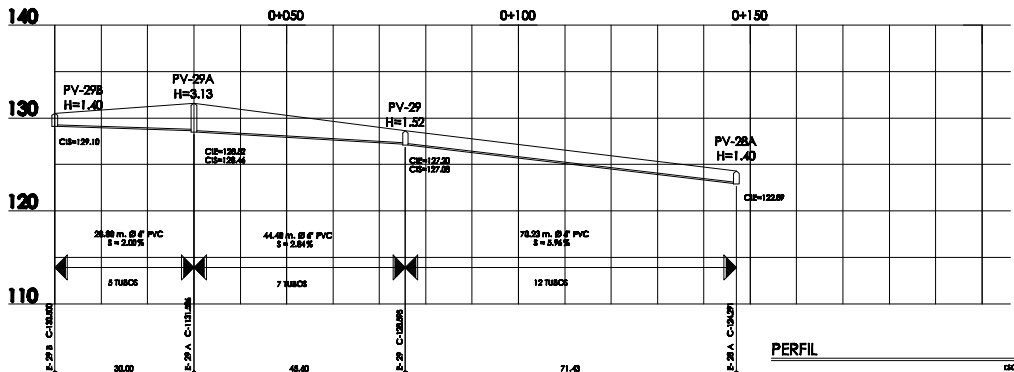
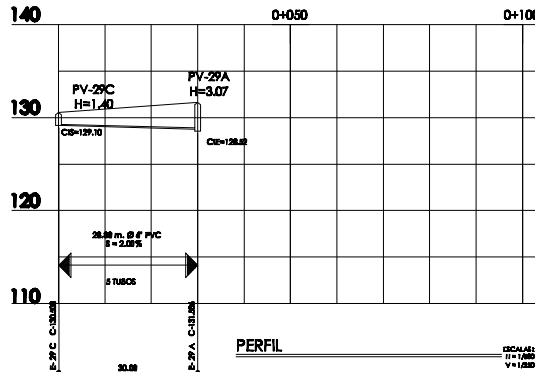
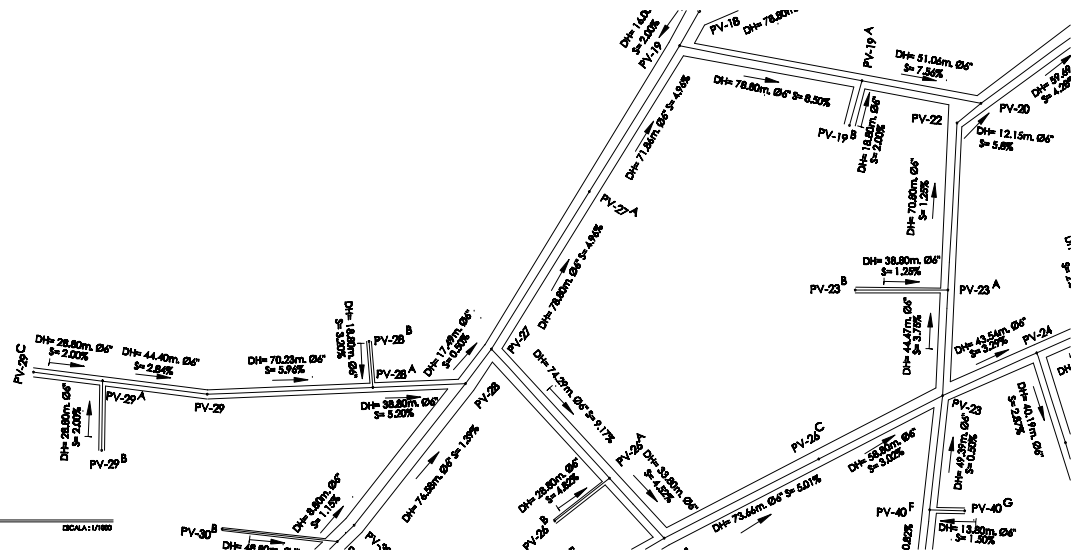
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
C.O.C.O. PROFESIONAL SUPERVISADO APT- OAGUO VELA SACRISTEQUEZ		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMIENGO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO MEA, DEPARTAMENTO SACRISTEQUEZ		
INGENIERO CIVIL INGENIERO EN OBRAS INGENIERO EN OBRAS	CONTENIDO: PLANTA, PERFILES (FOLIO No. 4118)	HOJA: 6 22
FECHA: ABRIL, 2011	ESALA: 1/2000	INGENIERO: SACRISTEQUEZ



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA OBRAS Y SERVICIOS URBANOS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SMIEMO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: CAROLINA VILLALBA REVISADO: ROBERTO GONZALEZ APROBADO: ROBERTO GONZALEZ	CONTENIDO: PLANTA PERIF. (PUNTA No. 2118)
FECHA: ABRIL 2011 ESCALA: 1:1000	HOJA: 7 22



PLANTA

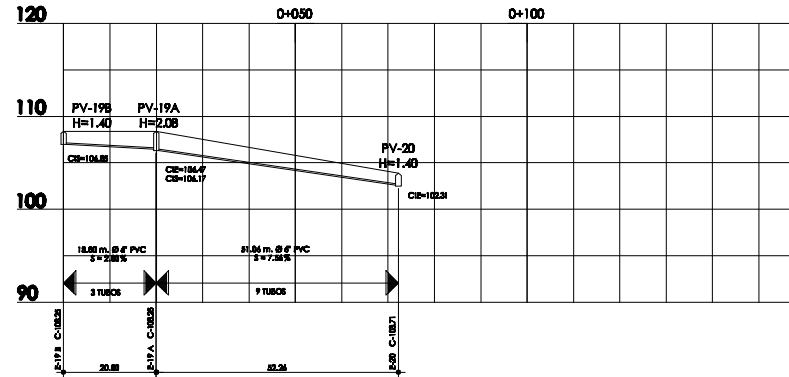
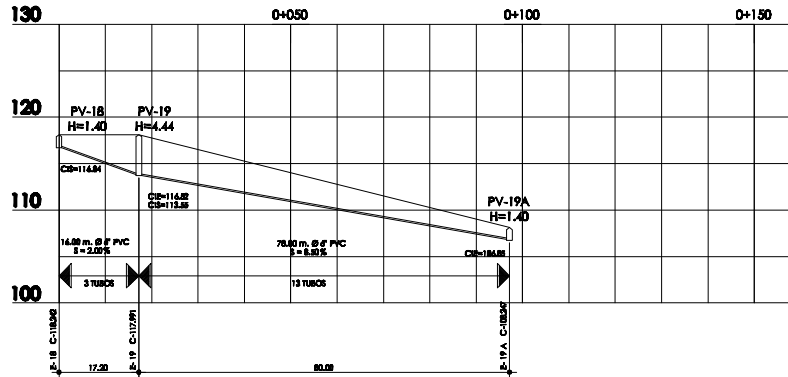
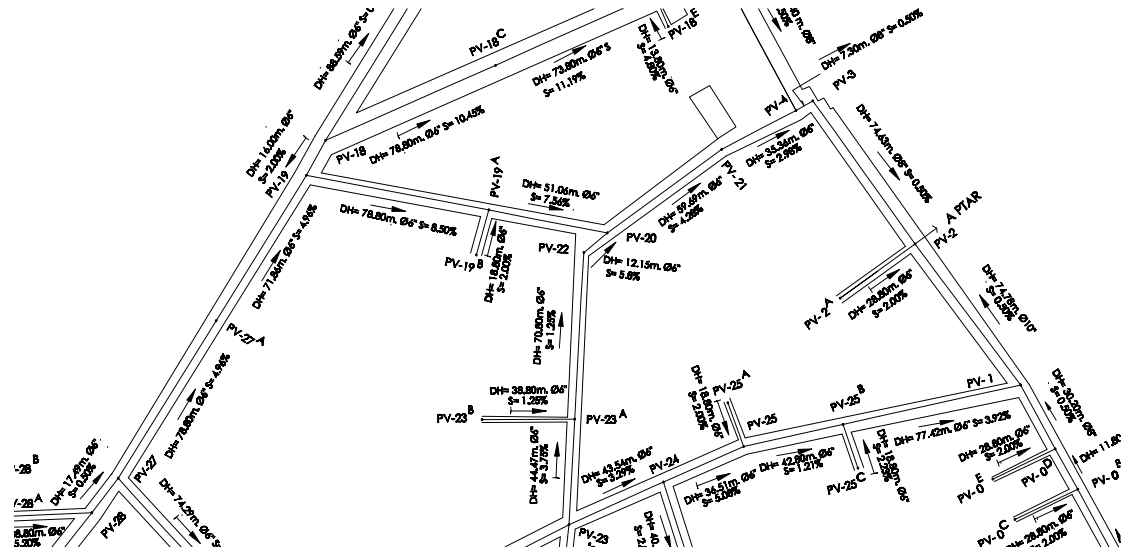


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA UBICACION: ALDEA SAN LORRENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO MEA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMBIOSO UBICACION: ALDEA SAN LORRENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO MEA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
TITULO: CHOLUY Y DELA... Autores: MARIO ODELA GARCIA Director: DR. JOSE MANUEL GARCIA GONZALEZ	CONTENIDO: PLANTA, PERFILES (PAG. No. 01/05)
FECHA: ABRIL, 2011 ESCALA: BICHOMAS	HOJA: 6 22



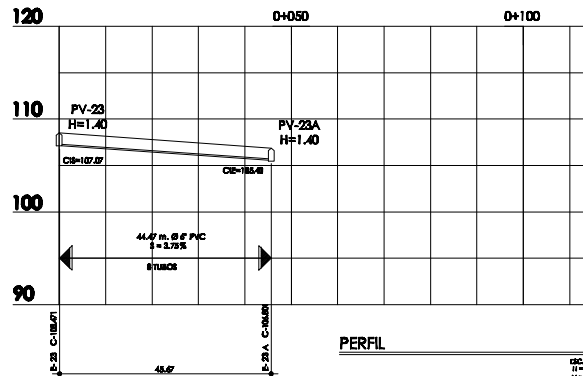
PLANTA

ESCALA 1:7000



PERFIL

ESCALA 1:1000
V=1:500



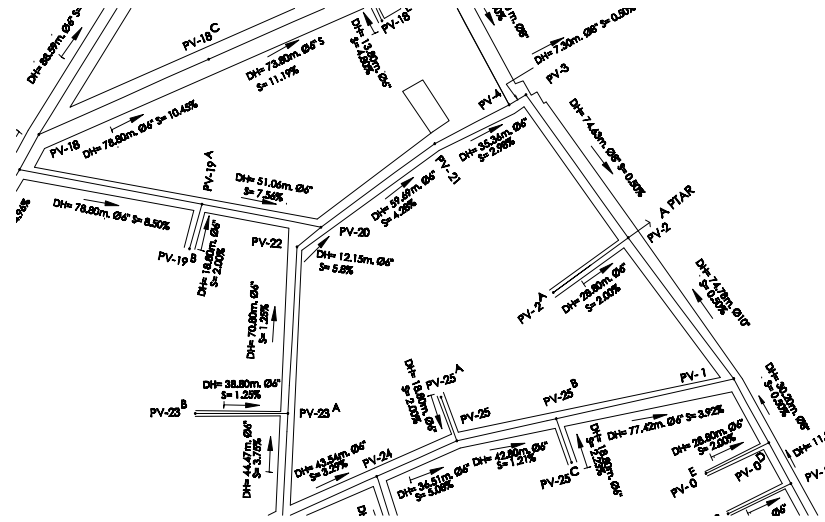
PERFIL

ESCALA 1:1000
V=1:500

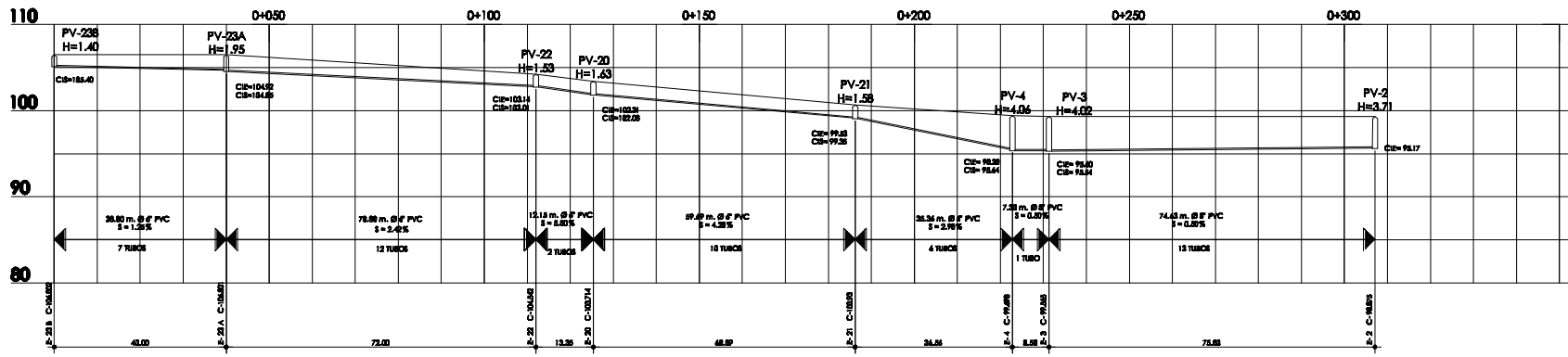
PERFIL

ESCALA 1:1000
V=1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	CARRICO PROFESIONAL SUPERVISADO 479- CAGUO VILA, SACATEQUEZ	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMIEMO		
UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO VILA, DEPARTAMENTO SACATEQUEZ		
DESIGNADO: ING. CARLOS GONZALEZ	CONTENIDO: PLANTA 1999 INCU No. 77 1/2	HOJA: 9
FECHA: AGOSTO, 2011	ESCALA: SICOMAS	22

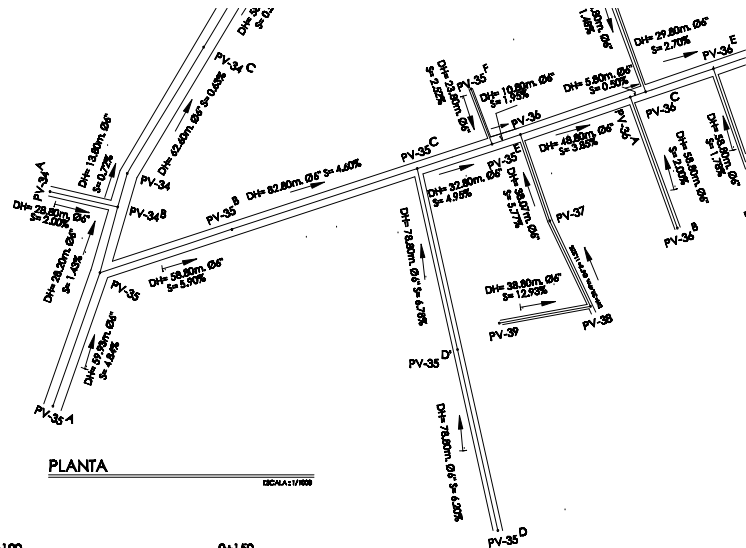


PLANTA
ESCALA 1:1000

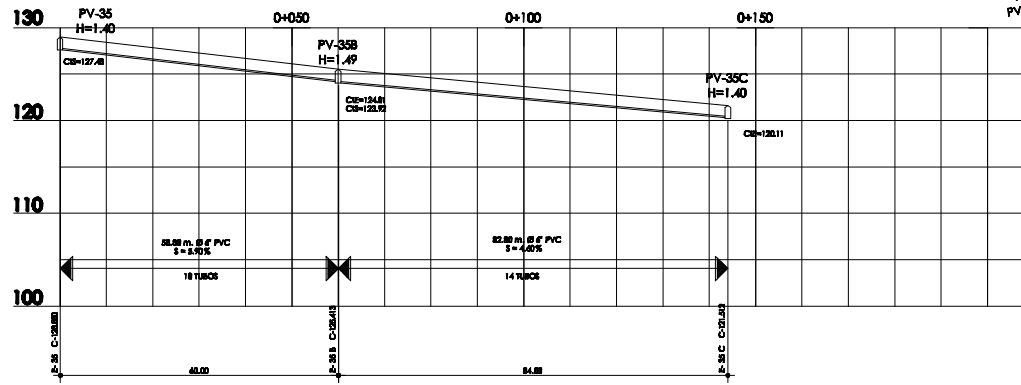


PERFIL
ESCALA: H=1:200 V=1:200

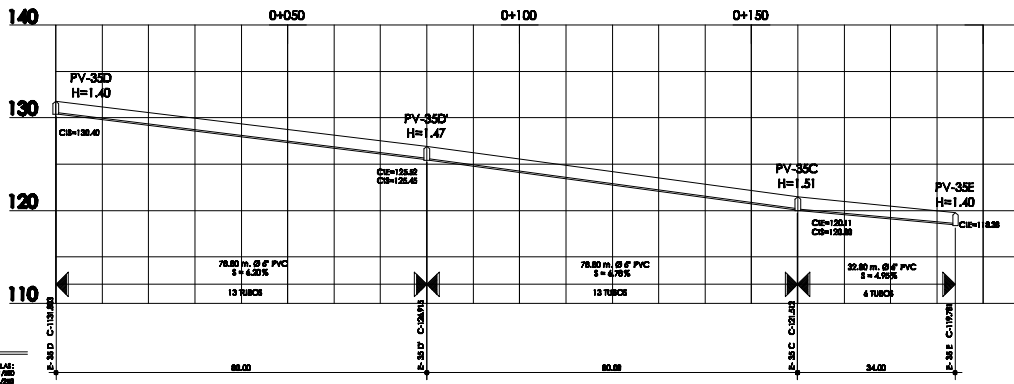
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
DISEÑO, CALCULO Y DIBUJO INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS NOMBRE: JUAN CARLOS RAMIREZ GONZALEZ	CONTENIDO PLANTA, PERFIL (FOLIO No. 01/10)	HOJA 10
FECHA: ABRIL 2011	ESCALA: SIGUIENTE	NOMBRE: SIGUIENTE




PLANTA
ESCALA: 1/2000

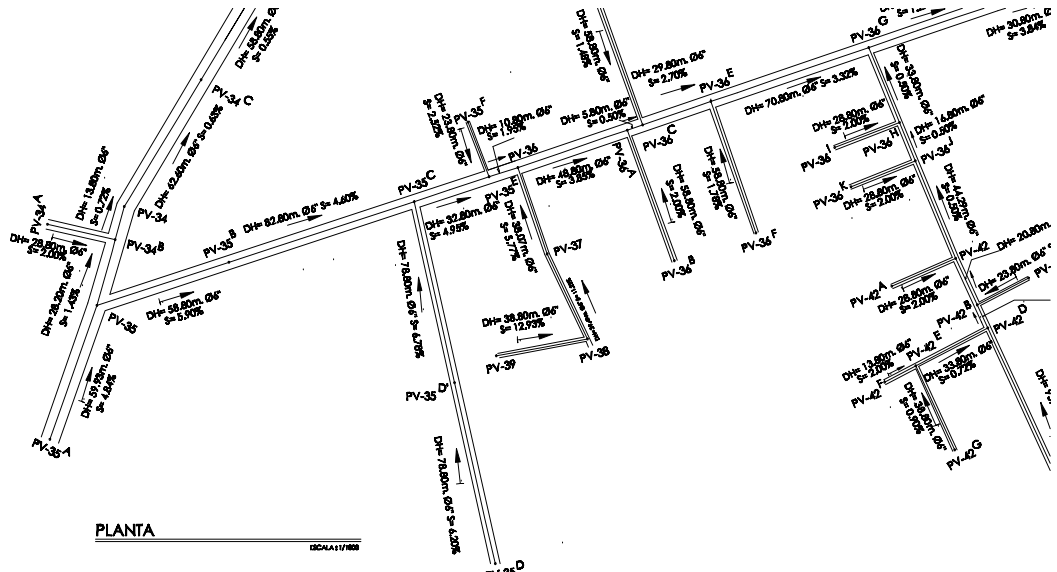


PERFIL
ESCALA: 1/1000
V=1/200

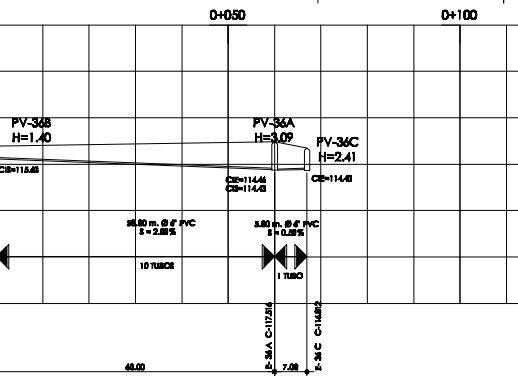
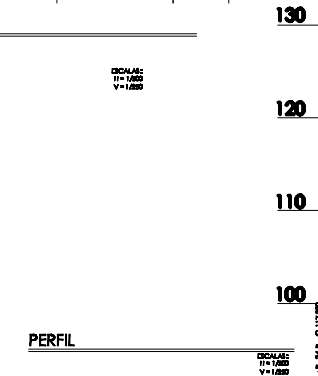
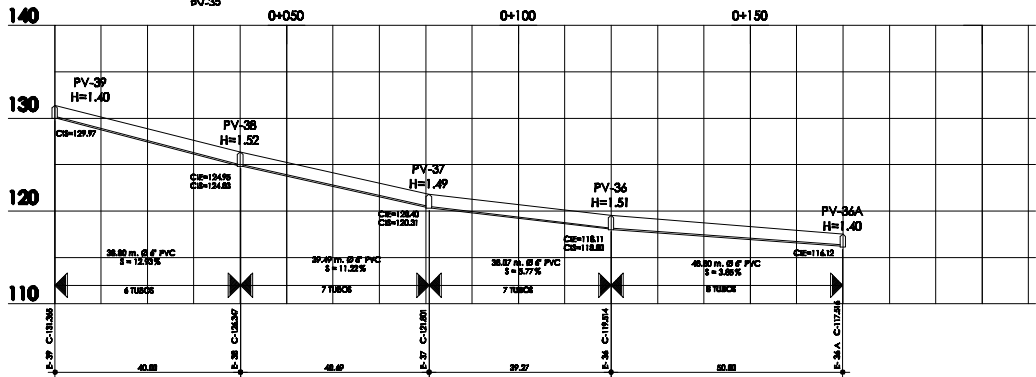
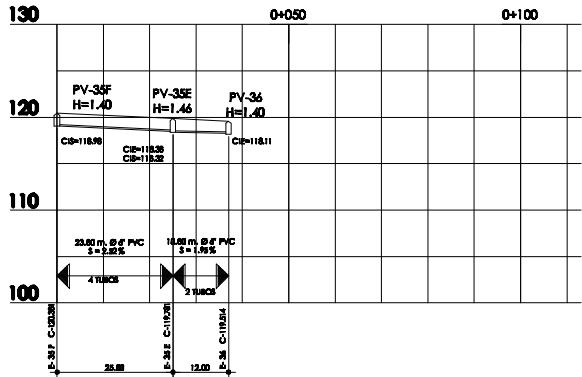


PERFIL
ESCALA: 1/1000
V=1/200

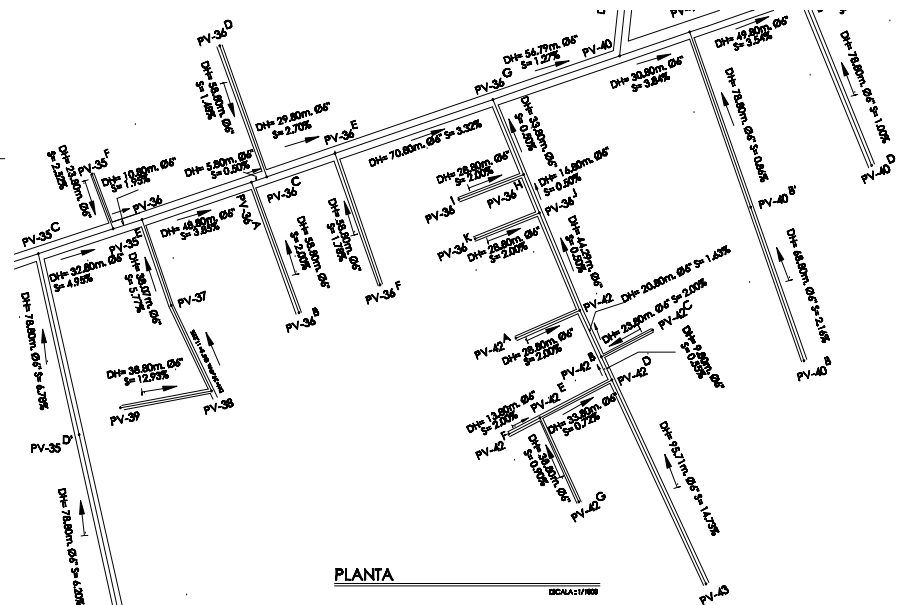
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO MEJA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
INGENIERO: GABRIEL MELIA <small>INGENIERO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL</small> <small>INSTRUMENTADO EN GUATEMALA</small>	CONTENIDO: PLANTA PERFILES <small>(FOLIO No. 21/12)</small>
FECHA: ABRIL 2011	ESCALA: 1/2000
HOJA: 11	22



PLANTA

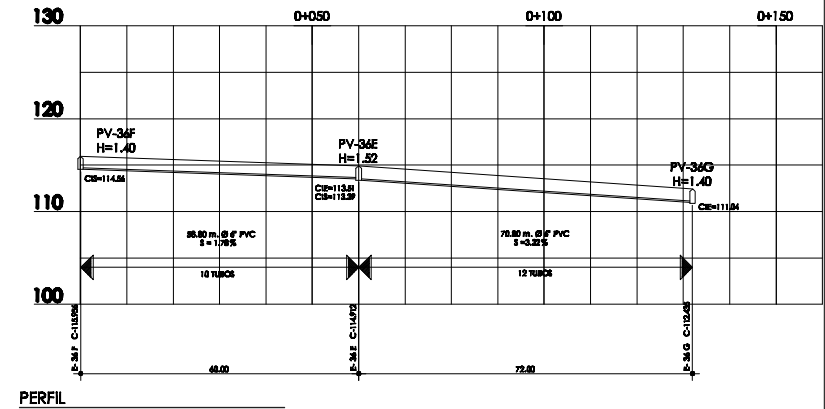


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CIRCULO PROFESIONAL SUPERVISADO 479- OJANO VELA, SANTIAGO	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMIENGO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMBO, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: CHOLUY Y COLA REVISOR:	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL, (FOJA No. 10/118)
FECHA: ABRIL 2011	ESCALA: SIGUIENTE
HOJA: 12 22	



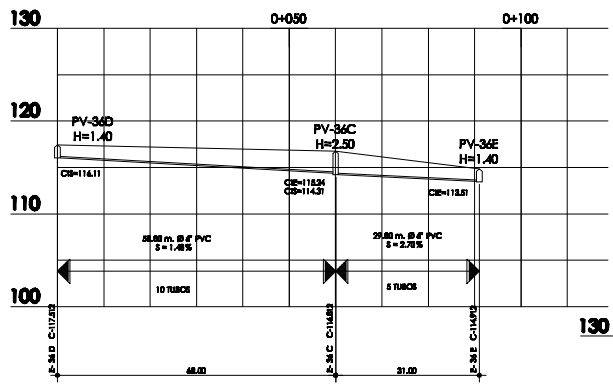
PLANTA

ESCALA: 1/1000



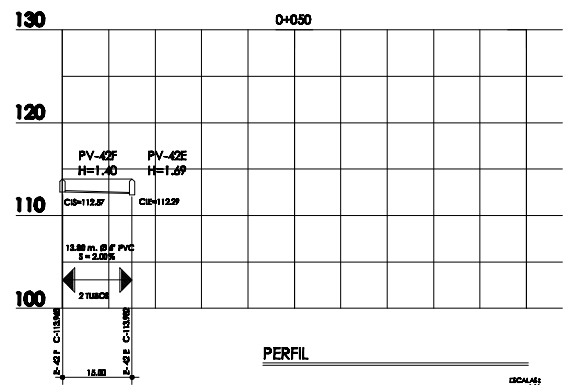
PERFIL

ESCALA: 1/1000
V=1/200



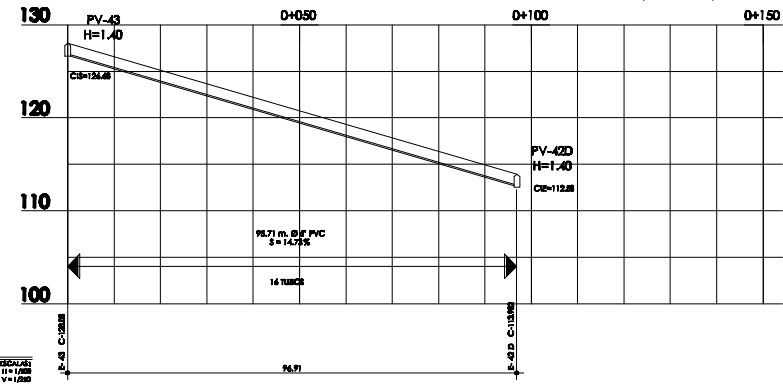
PERFIL

ESCALA: 1/1000
V=1/200



PERFIL

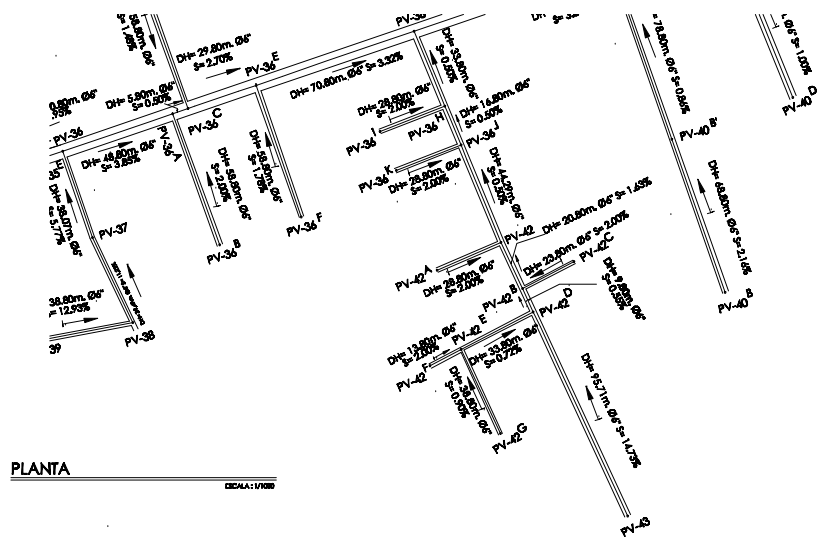
ESCALA: 1/1000
V=1/200



PERFIL

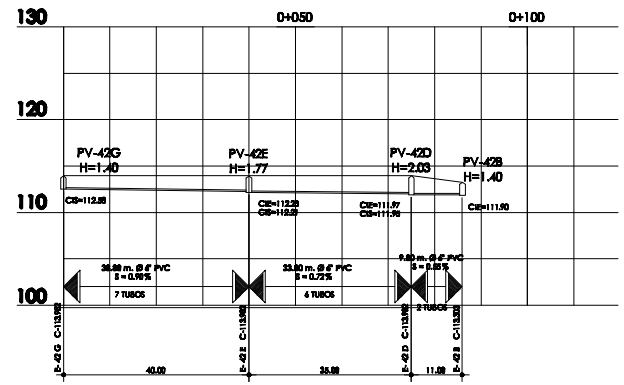
ESCALA: 1/1000
V=1/200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA OBRAS Y SERVICIOS URBANOS		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMBIEN UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
DISEÑO: CRISTÓBAL GONZÁLEZ REVISIÓN:	CONTENIDO: PLANTA, PERFILES (HOJA No. 11/118)	HOJA: 13
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: SIGUIENTE	22

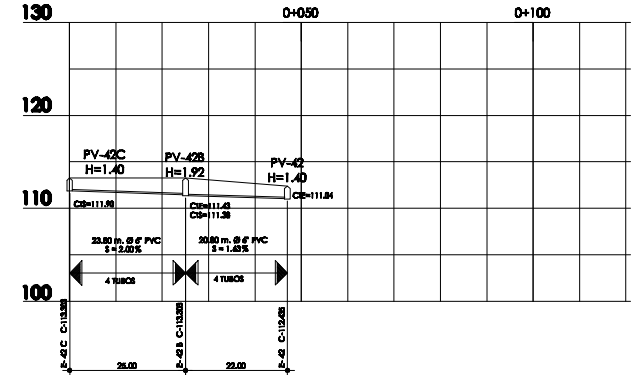


PLANTA
ESCALA: 1/1000

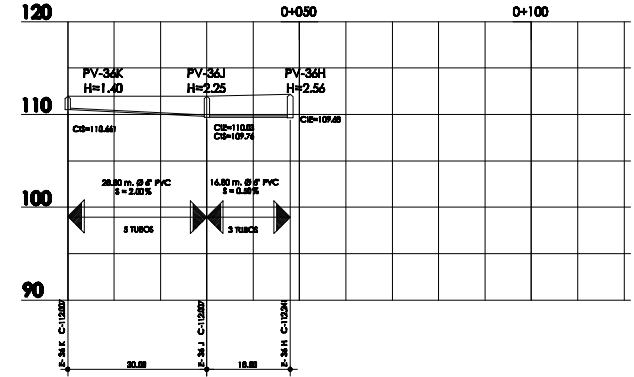
0+150



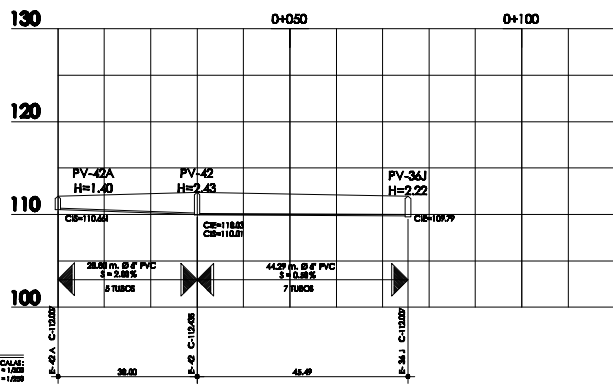
PERFIL
ESCALA: 1/1000
H=1.000
V=1.000



PERFIL RAMAL
ESCALA: 1/1000
H=1.000
V=1.000

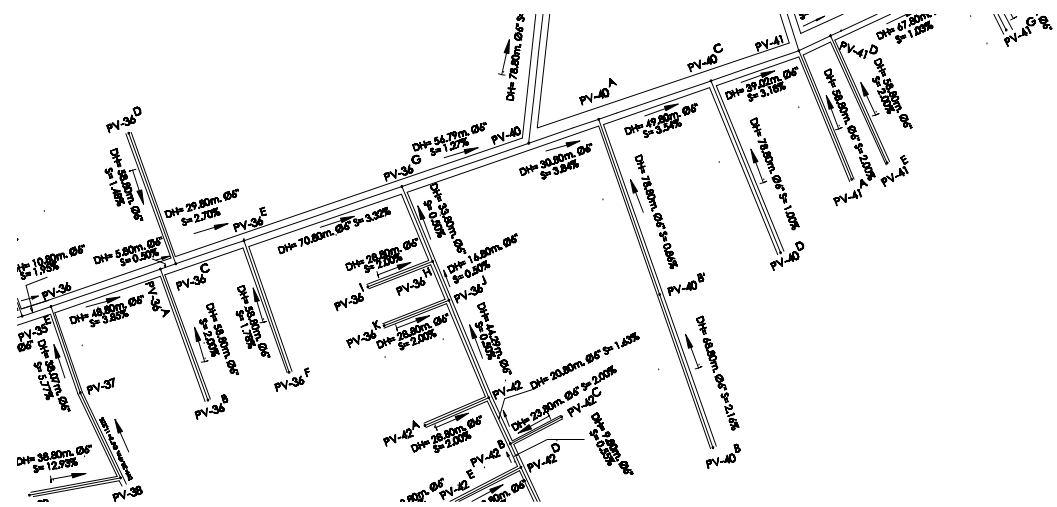


PERFIL
ESCALA: 1/1000
H=1.000
V=1.000

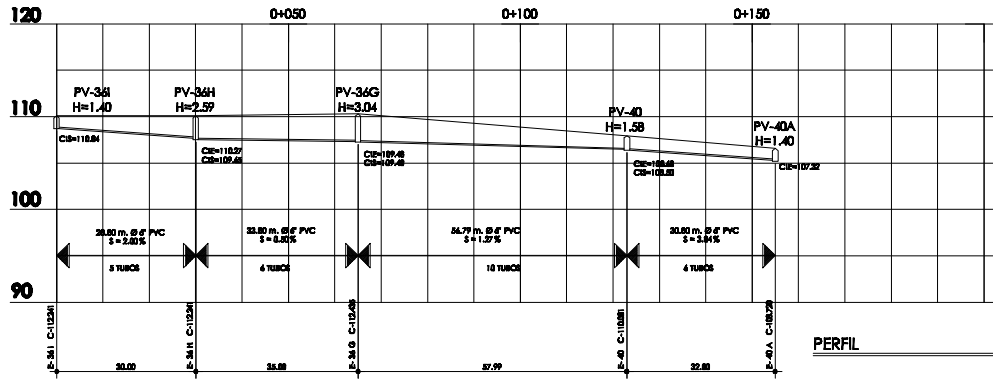


PERFIL
ESCALA: 1/1000
H=1.000
V=1.000

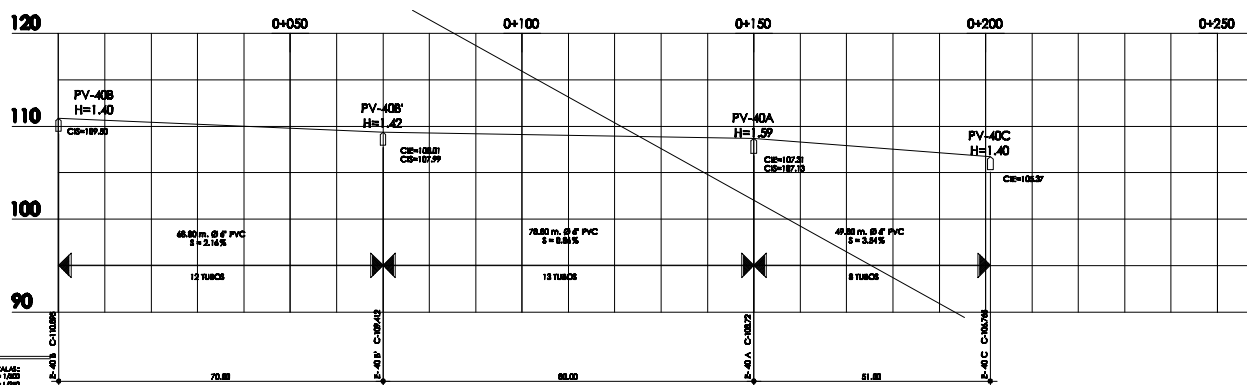
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMBIEN UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
INGENIERO: CARLOS ESCOBAR NOMBRE: CARLOS ESCOBAR C.C.P.: 10000000000000000000	CONTENIDO: PLANTA PERIF. (FOJA No. 12/13)
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: SIGUIENTE
FOJA: 14	
22	



PLANTA
DCA4117006

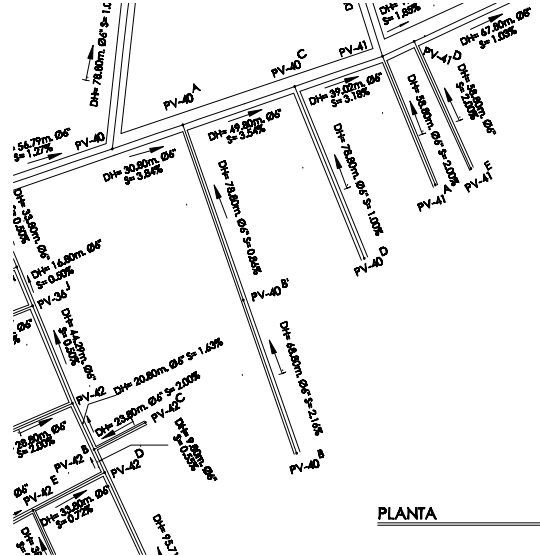


PERFIL
DCA4117006
1:100
V=1/200

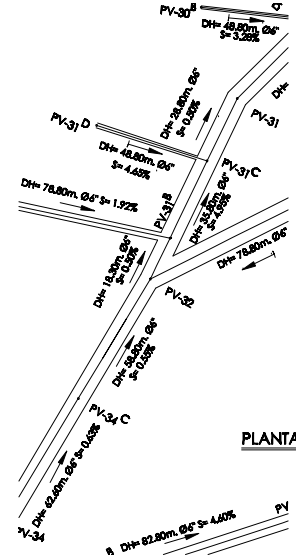


PERFIL
DCA4117006
1:100
V=1/200

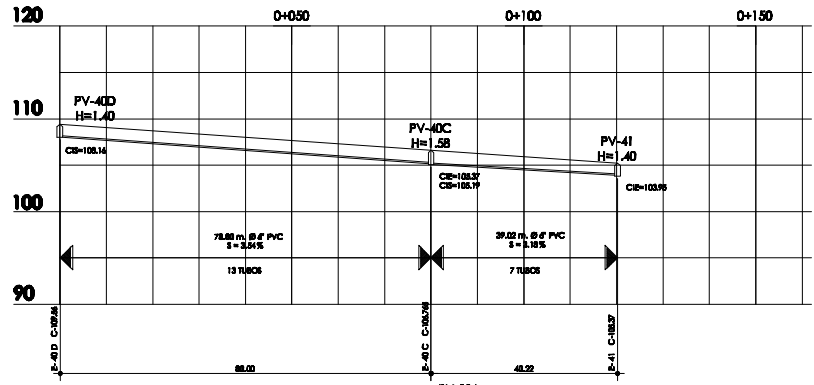
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
INGENIERO CIVIL Y OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL NOMBRE: JUAN CARLOS PEREZ PEREZ CARRERA: INGENIERIA EN OBRAS DE CONSTRUCCION CIVIL	CONTENIDO PLANTA-PISTA (FOLIO No. 15/18)	HOJA 15
FECHA: AGOSTO, 2011	ESCALA: SIN ESCALA	22



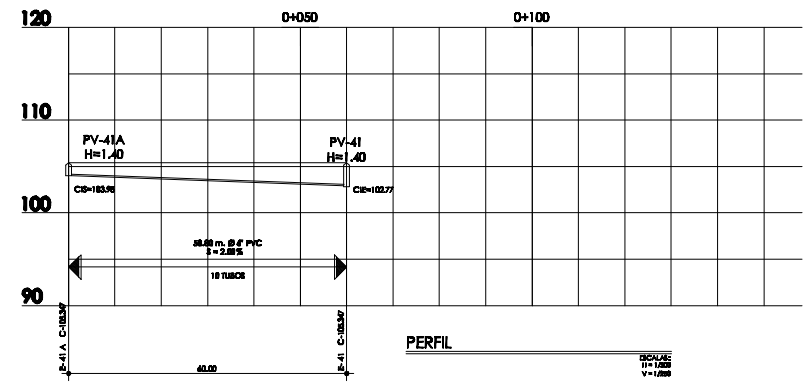
PLANTA
ESCALA: 1/1000



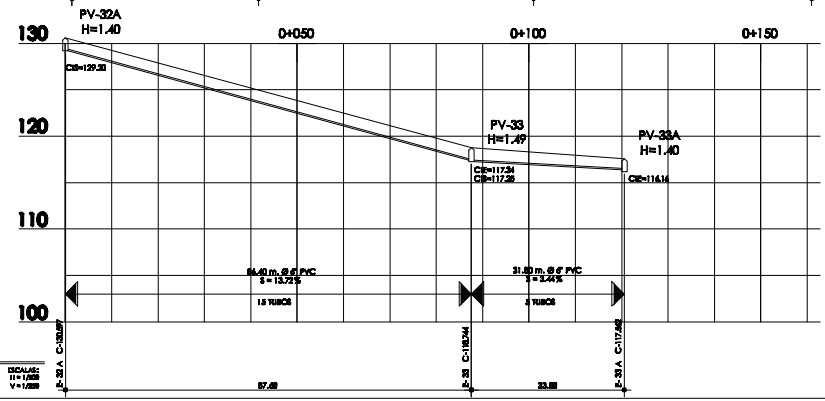
PLANTA
ESCALA: 1/1000



PERFIL
ESCALA: 1/1000
V=1:200



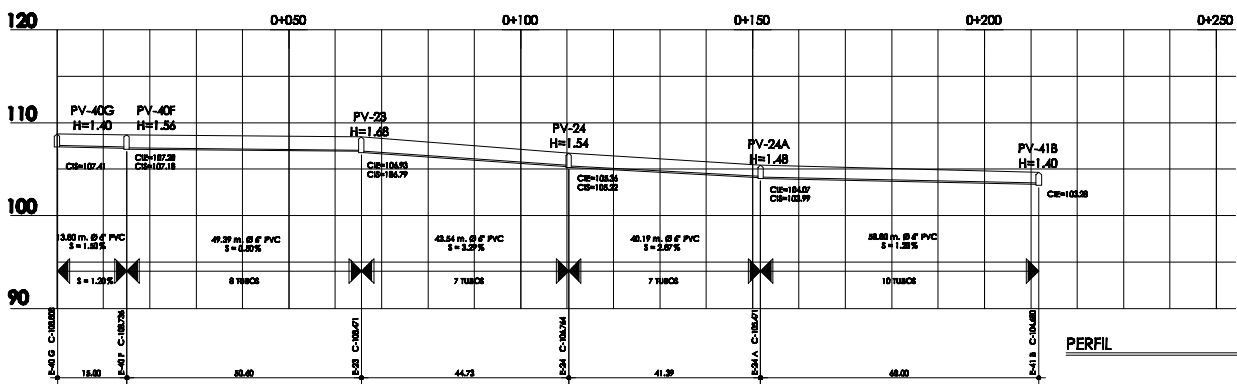
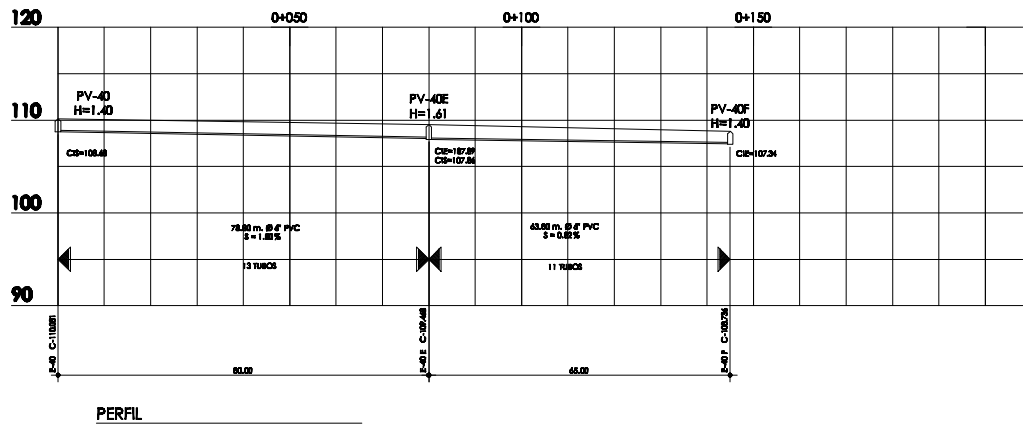
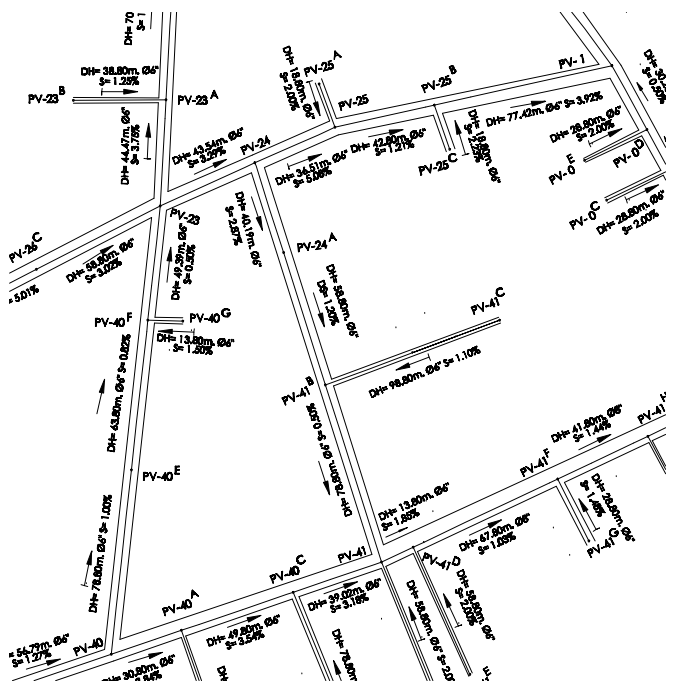
PERFIL
ESCALA: 1/1000
V=1:200



PERFIL
ESCALA: 1/1000
V=1:200

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CARRERA VIAL	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMBIOSO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: CARLOS Y ORLANDO DISEÑADOR ORLANDO REVISOR: CARLOS	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL, COTA No. 147118
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: BOCANAS
HOJA: 16 22	

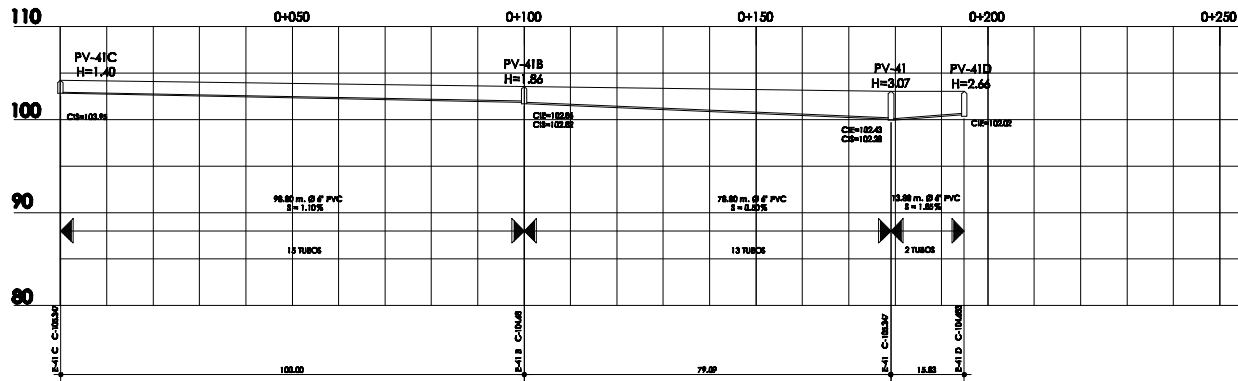
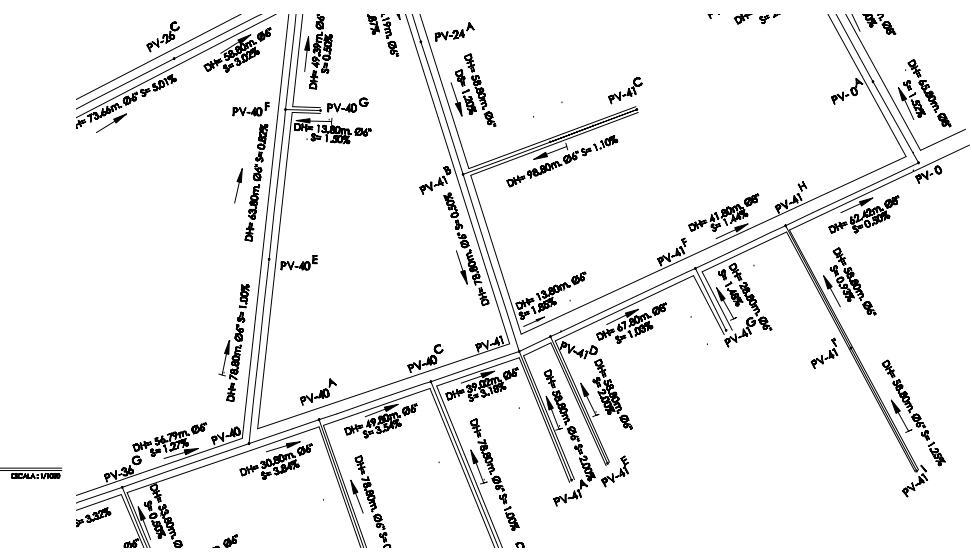
0+150



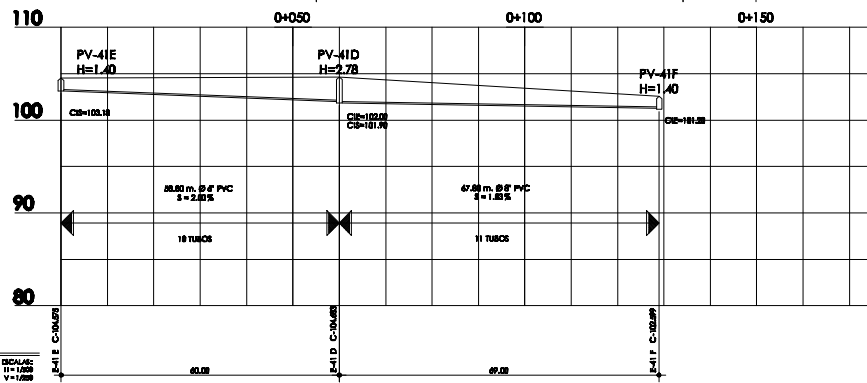
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CARRERA VIAL, SANEAMIENTO Y OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANEAMIENTO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: CARLOS Y ENRIQUE SUPERVISADO: OSCAR ENRIQUE REVISADO: JUAN CARLOS	CONTENIDO: PLANTA, PERFIL, (FOLIO No. 16/18)
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: SIGUIENTE
HOJA: 16	22



PLANTA

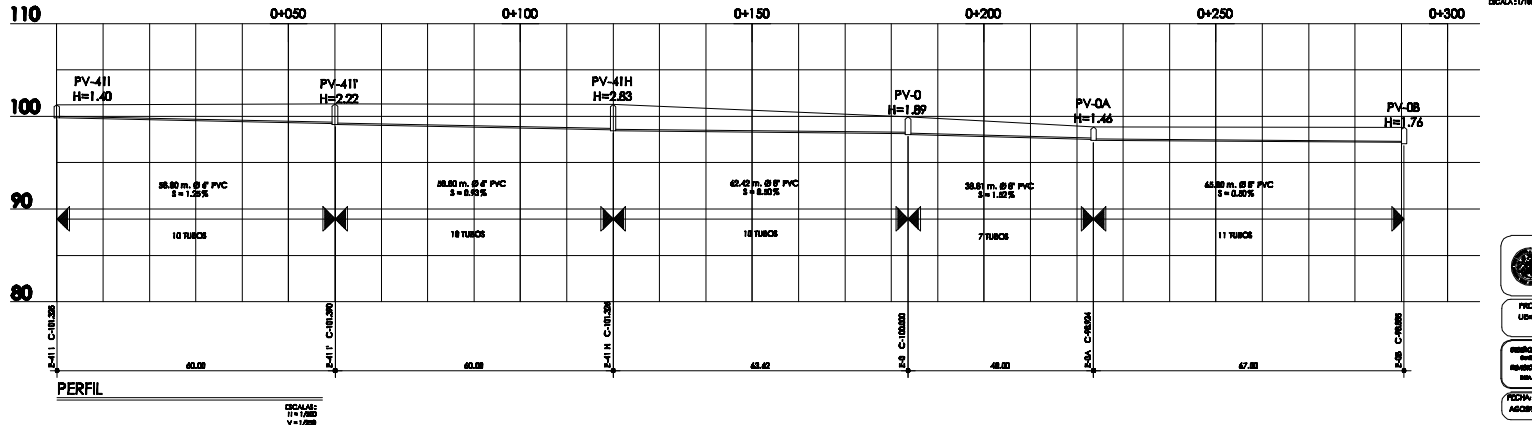
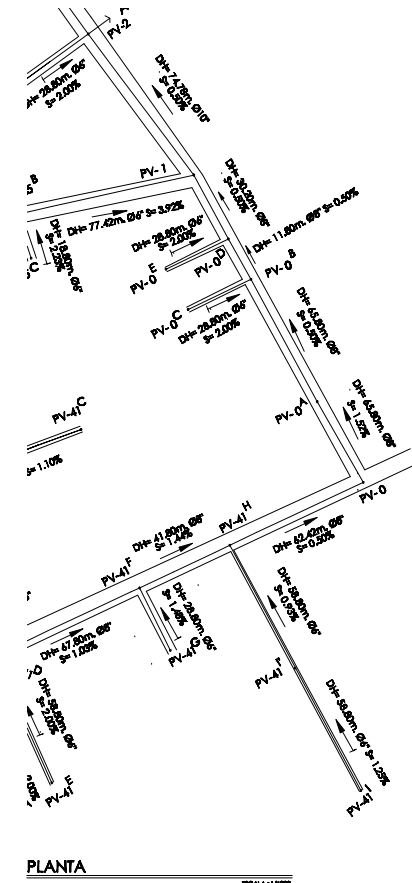
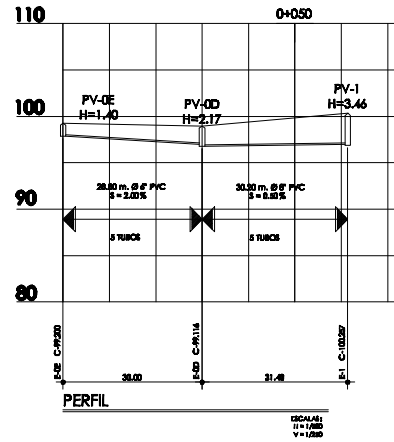
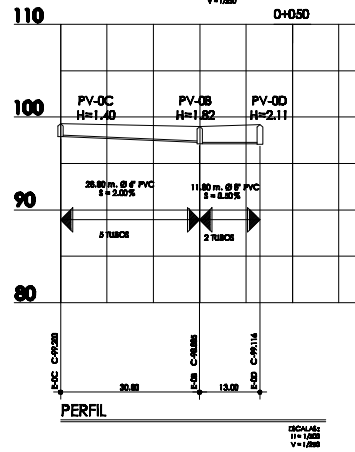
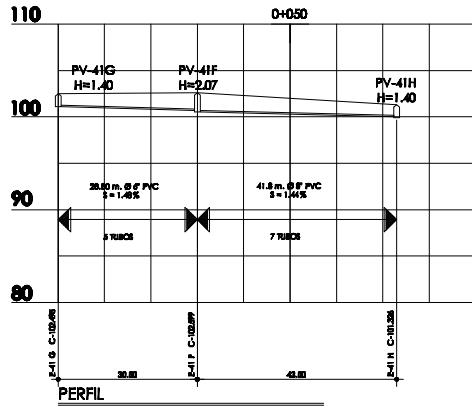


PERFIL

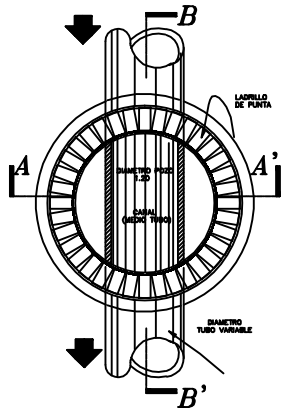


PERFIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA PROFESIONAL SUPERIOR DE INGENIERIA CARRERA VIAL, SAN CARLOS DE GUATEMALA	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SMIEMO UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CUBO, MUNICIPIO CUMMA MECA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ	
DISEÑO: CHOLY Y OSMAR REVISOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ	CONTENIDO: PLANTA-PSR (HOJA No. 17714)
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: SIGUIENTE
HOJA: 19 22	



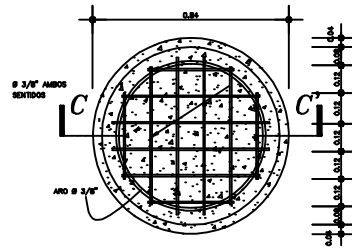
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		
CIRCO PROFESIONAL SUPERVISADO 475- CALLE LA SANTIAGUEZA		
PROYECTO: ALCANTARILLADO SMIEMMO		
UBICACION: ALDEA SAN LORRENDO EL CUBO, MUNICIPIO CUJUBA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
INGENIERO: CARLOS VILLALBA	CONTENIDO: PLANTA PERFILES	HOJA: 20
FECHA: ABRIL 2011	ESCALA: 1:500	22



POZO DE VISITA TÍPICO

PLANTA

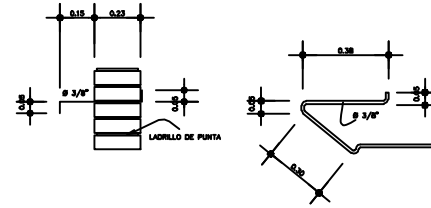
ESCALA: 1:20



TAPADERA DE POZO

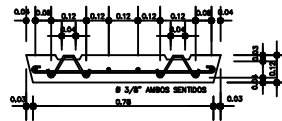
PLANTA

ESCALA: 1:20



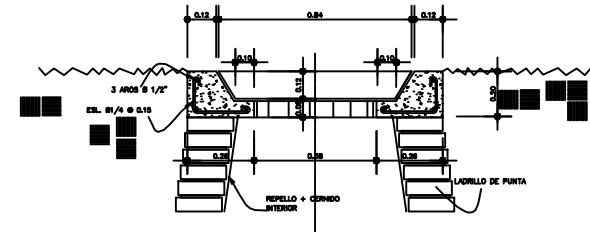
DETALLE DE ESCALON

ESCALA: 1:10



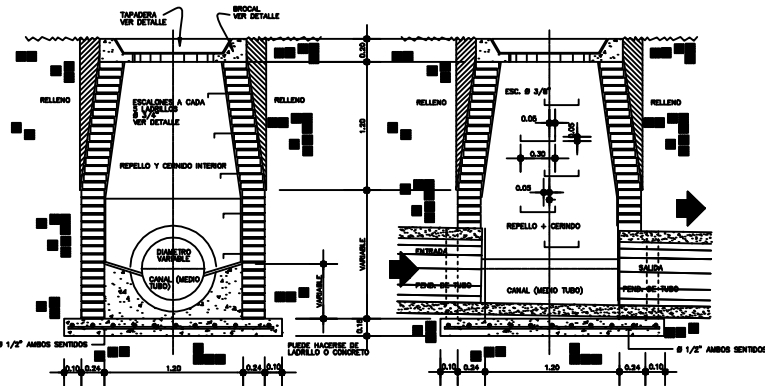
SECCION C-C'

ESCALA: 1:10



DETALLE DE BROCAL

ESCALA: 1:10



SECCION A-A'

ESCALA: 1:20

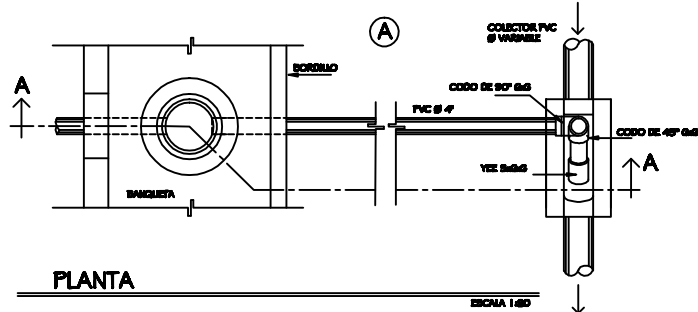
SECCION B-B'

ESCALA: 1:20

ESPECIFICACIONES

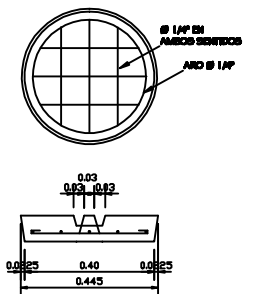
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN $F_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCION 1:2:3:5.
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12".

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SIMBIENIO		
UBICACION: ALDEA SAN LORENZO EL CILBO, MUNICIPIO CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
INGENIERO, BERNARDINO GONZALEZ INGENIERO AUXILIAR, CARLOS RAMIREZ REVISOR DISEÑADOR, ROBERTO GONZALEZ	CONTENIDO: PLANO TÍPICO POZOS DE VISITA	FOJA: 21
FECHA: ABRIL, 2011	ESCALA: INDICADOS	22



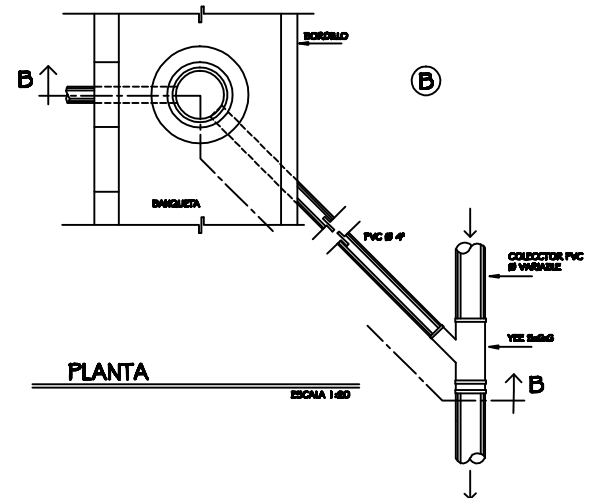
PLANTA

ESCALA 1:40



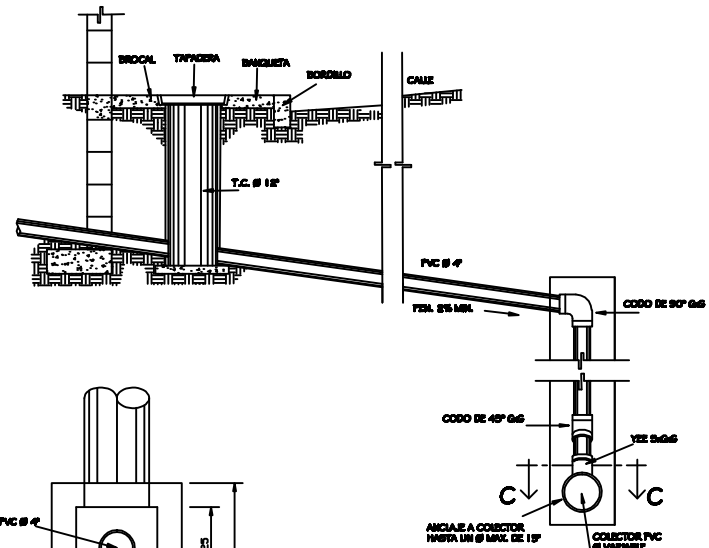
Detalle de Tapadera

ESCALA 1:10



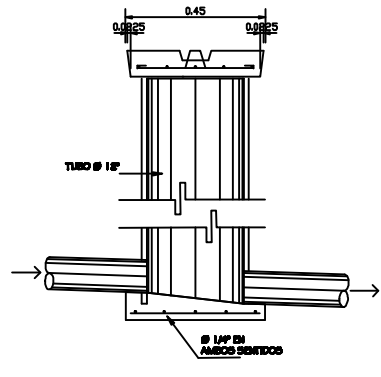
PLANTA

ESCALA 1:40



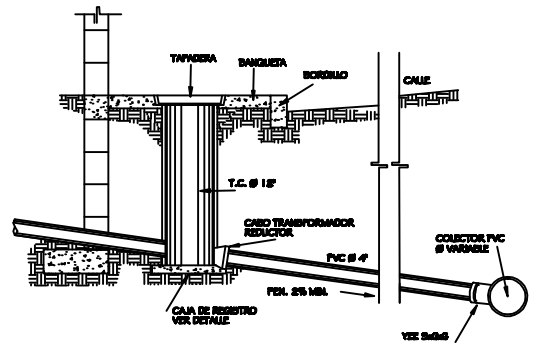
SECCION A-A

ESCALA 1:40



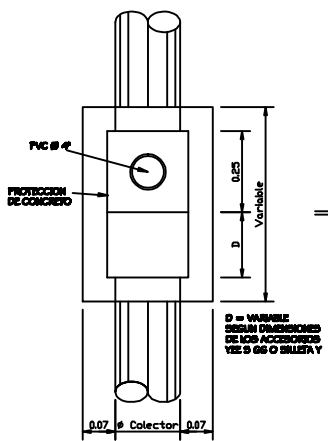
Detalle de Caja de Registro

ESCALA 1:10



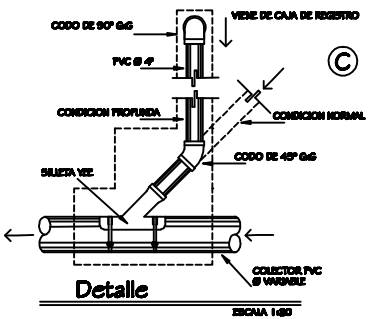
SECCION B-B

ESCALA 1:40



Sección C-C

ESCALA 1:10



Detalle

ESCALA 1:40

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO -EPS- CIUDAD VIEJA, SACATEPEQUEZ	
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO UBICACION: ALDEA SAN LORRENZO EL CUBO, MUNICIPIO CIUDAD VIEJA, DEPARTAMENTO SACATEPEQUEZ		
DISEÑO, DIBUJO Y CALCULO: INGENIERO ANTONIO OSCAR BARRERO REVISION: INGA MAYRA REBECA GARCIA SOTO DE BARRERO	CONTENIDO: PLANO TIPOICO CONDONDOMINIO	HOJA: 22
FECHA: AGOSTO, 2011	ESCALA: INDICADAS	22