



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4,
MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

Christian Rolando López Barrios

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, marzo de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4,
MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CHRISTIAN ROLANDO LÓPEZ BARRIOS
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4,
MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha marzo de 2011.


Christian Rolando López Barrios

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 11 de julio de 2013
Ref.EPS.DOC.715.07.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Christian Rolando López Barrios** con carné No. **200313506**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Luis Graciano Alvarado Veliz
Asesor Supervisor de Prácticas
Carrera de Ingeniería Civil
ASESOR(A)-SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
LGAV/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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



Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil
Guatemala,
11 de septiembre de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Christian Rolando López Barrios, con Carnet No. 200313506, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

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.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 30 de septiembre de 2015
Ref.EPS.D.511.09.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Christian Rolando López Barrios, carné 200313506**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Silvio José Rodríguez Sosa
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Christian Rolando López Barrios, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHUBULES, ALDEA CHUSCAJ Z-4, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2016.

/mrrm.

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



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 122.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA BAJA, ALDEA LAS MANZANAS Y DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO LOS CHULUBES, ALDEA CHUSCAJ Z-4, MUNICIPIO DE CHIANTLA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Christian Rolando López Barrios**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, marzo de 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de que mi meta fuera alcanzada.
Mis padres	Alexis Rolando López Rodríguez y Antonieta Camila Barrios Monzón.
Mis hermanos	Cindy Marianela, Alexis Juan Ramón y Reggina María Camila López Barrios.
Mis amigos	Por compartir conmigo buenos y momentos inolvidables.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme tener a mi familia y ser la luminaria de mi camino.
Mis padres	A quienes nunca existirán palabras para expresar mi infinita gratitud, sin los cuales no hubiese sido posible alcanzar esta meta.
Mis hermanos	Por su apoyo cuando lo he necesitado.
Mis amigos	Quienes siempre me han demostrado su amistad y cariño en todo momento y que de alguna manera, han colaborado para alcanzar esta meta.
Ing. Luís Gregorio Alfaro	Por su colaboración como asesor y supervisor de EPS.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Especialmente a la Facultad de Ingeniería, por haberme formado.
Municipio de Chiantla	A las autoridades de la Municipalidad de Chiantla, municipio de Huehuetenango, por la oportunidad de desarrollar mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Chiantla	1
1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.2. Ubicación geográfica	1
1.1.3. Topografía	2
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Tipo de vivienda	3
1.1.6. Situación demográfica	3
1.1.7. Población actual	4
1.2. Características de infraestructura.....	4
1.2.1. Vías de acceso	4
1.2.2. Servicios públicos.....	5
1.3. Características socioeconómicas	8
1.3.1. Origen de la comunidad	8
1.3.2. Actividad económica	9
1.3.3. Idioma y religión	9

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Hierba Buena Baja, aldea Las Manzanas, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango. ...	11
2.1.1.	Sistema de agua potable	11
2.1.2.	Descripción del proyecto	11
2.1.3.	Localización de la fuente	12
2.1.4.	Calidad del agua	12
	2.1.4.1. Análisis fisicoquímico	13
	2.1.4.2. Análisis bacteriológico.....	13
2.1.5.	Aforos.....	14
2.1.6.	Levantamiento topográfico	15
	2.1.6.1. Planimetría	15
	2.1.6.2. Altimetría	16
2.1.7.	Período de diseño	17
2.1.8.	Cálculo de población	18
2.1.9.	Requerimientos de diseño	19
	2.1.9.1. Caudal de diseño	19
	2.1.9.2. Bases de diseño.....	19
	2.1.9.3. Dotación	19
2.1.10.	El consumo y las variaciones	20
	2.1.10.1. Consumo medio diario	20
	2.1.10.2. Caudal máximo diario	21
	2.1.10.3. Caudal máximo horario	22
	2.1.10.4. Caudal de bombeo	23
2.1.11.	Diseño hidráulico.....	23
	2.1.11.1. Diseño y tipo de tubería	23
	2.1.11.2. Diseño de línea de conducción	25
	2.1.11.3. Tanque de almacenamiento.....	30

	2.1.11.3.1.	Volumen	31
	2.1.11.3.2.	Diseño estructural ..	32
	2.1.11.4.	Línea de distribución	41
	2.1.11.5.	Diseño de la red de distribución	42
	2.1.11.6.	Sistema de desinfección.....	43
	2.1.11.6.1.	Hipoclorador.....	44
2.1.12.		Obras hidráulicas.....	44
	2.1.12.1.	Cajas de captación	44
	2.1.12.2.	Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes	47
	2.1.12.3.	Conexión predial.....	47
	2.1.12.4.	Pasos aéreos.....	47
2.1.13.		Presupuesto	59
	2.1.13.1.	Operación y mantenimiento	61
	2.1.13.2.	Propuesta de tarifa	61
	2.1.13.3.	Evaluación de impacto ambiental.....	62
	2.1.13.4.	Evaluación socioeconómica	62
	2.1.13.5.	Valor presente neto	62
	2.1.13.6.	Tasa interna de retorno	63
2.2.		Sistema de alcantarillado sanitario para Los Chulubes, aldea Chuscaj z-4, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango	64
	2.2.1.	Descripción del proyecto	64
	2.2.2.	Estudios topográficos	64
	2.2.2.1.	Planimetría	65
	2.2.2.2.	Altimetría	65
	2.2.3.	Período de diseño	66
	2.2.4.	Cálculo de población futura	67

2.2.4.1.	Método geométrico	67
2.2.5.	Tipo del sistema	67
2.2.6.	Diseño del sistema	68
2.2.7.	Uso del agua	68
2.2.8.	Cálculo de caudales	69
2.2.8.1.	Caudal domiciliar	69
2.2.8.1.1.	Factor de retorno ...	69
2.2.8.2.	Caudal comercial	70
2.2.8.3.	Caudal de conexiones ilícitas	70
2.2.8.4.	Caudal de infiltración	71
2.2.8.5.	Caudal industrial	72
2.2.9.	Factor de caudal medio	72
2.2.10.	Velocidad de flujo	73
2.2.11.	Tirante	74
2.2.12.	Factor de Harmon	74
2.2.13.	Caudal de diseño	75
2.2.14.	Principio hidráulicos	76
2.2.14.1.	Ecuación de Manning para flujo de canales	76
2.2.14.2.	Ecuación a sección llena	77
2.2.14.3.	Ecuación a sección parcialmente llena	77
2.2.14.4.	Relaciones hidráulicas	78
2.2.15.	Secciones y pendientes	80
2.2.16.	Diámetro de tuberías	80
2.2.17.	Cotas invert	80
2.2.18.	Pozos de visita	82
2.2.18.1.	Caja o candela	84
2.2.18.2.	Tubería secundaria	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de momento losa superior	33
2.	Diagrama de cuerpo libre de las presiones	36
3.	Caja típica de captación, planta	46
4.	Caja típica de captación, perfil	46
5.	Sección parcialmente llena	78
6.	Cotas invert	81
7.	Partes de un pozo	83

TABLAS

I.	Aforo de la fuente de agua	14
II.	Factor máximo diario.....	21
III.	Factor máximo horario	23
IV.	Momentos respecto al punto A.....	38
V.	Presupuesto	60
VI.	Relaciones hidráulicas	79
VII.	Presupuesto alcantarillado sanitario	91

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada cierta distancia
As	Área de acero
As_{máx}	Área de acero máximo
As_{mín}	Área de acero mínimo
At	Área tributaria
b	Base
Bm	Base de muro
Cm	Carga muerta
Pc	Carga puntual
Cu	Carga última
Cv	Carga viga
Q_{dis}	Caudal de diseño
Ra	Coefficiente de Rankine
Ø	Diámetro de acero
DH	Distancia horizontal
Ps	Empuje del suelo
S	Espaciamiento
S_{máx}	Espaciamiento máximo
t	Espesor de losa
e	Excentricidad
kg/m²	Kilogramo sobre metro cuadrado
l/seg	Litros sobre segundo
l/h/día	Litros/habitante/día

Sx	Módulo de sección
Mc	Momento ejercido por una carga puntual
Ms	Momento que causa el suelo
d	Peralte
W_{losa+viga}	Peso de losa y viga
Wtm	Peso total de muro
Pv	Pozo de visita
R	Recubrimiento
f_y	Resistencia del acero
f'_c	Resistencia del concreto
V_{cu}	Resistencia nominal de corte proporcionada por el concreto.
V_s	Valor soporte del suelo
V_{exc}	Volumen de excavación
V_{liq}	Volumen de líquidos
V_{lod}	Volumen de lodos activos

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, coplas, tees, válvulas, entre otras.
Acero de refuerzo	Cantidad de acero requerido para un esfuerzo determinado.
Aforo	Medición de caudal.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Alcantarillado sanitario	Sistema de tubería que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Altimetría	Parte de la topografía con la cual se determinan las alturas de un terreno.
Área tributaria	Superficie que drena hacia un punto determinado.
Carga muerta	Carga permanente en una estructura.
Carga última	Suma de la carga viva y carga muerta, mayoradas por un factor de seguridad.

Carga viva	Carga no permanente aplicada en una estructura.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
Colector	Tubería, generalmente de servicio público, que se encarga de recibir y conducir las aguas indeseables de la población, al lugar de desfogue.
Colector principal	Sucesión de tramos de tubería que recolectan todos los caudales y los dirige hacia el punto de desfogue.
Colector secundario	Es la sucesión de tramos de tubería que contribuyen del caudal al colector principal.
Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua. El material pétreo es muy grueso.
Conducción	Infraestructura utilizada para conducir el agua, desde la fuente. al tanque de distribución.
Conexión domiciliar	Sistema de drenaje intradomiciliar, que conduce las aguas residuales, fuera de la vivienda.
Contaminación	Alteración nociva del estado natural de un medio, como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno al medio.

Cota piezométrica	Altura de presión de agua, que se tiene en un punto dado del sistema.
Cota invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
Densidad de vivienda	Relación que existe entre el número de casas, por unidad de área.
Descarga	Vertido de las aguas provenientes de un colector principal, las que pueden estar crudas o tratadas, en un cuerpo receptor.
Deslizamiento	Fuerza que tiende a deslizar horizontalmente el muro.
Dotación	Estimación de la cantidad promedio de agua, que consume cada habitante por día.
Empuje	Fuerza ejercida por el suelo a la estructura.
Esfuerzo	Fuerza aplicada por unidad de área, que soporta el material.
Especificaciones	Disposiciones especiales o cualquier otro documento, que se emita antes o durante la construcción de un proyecto.

Factor de caudal	Factor de seguridad para las horas pico. 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 sea fabricada.
Fosa séptica	Unidad de tratamiento primario para las aguas residuales; en ella se realiza en un período de tiempo la separación y transformación físico-química de la materia sólida, contenida en las aguas residuales.
Infraestructura	Conjunto de las obras de una construcción.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Losa	Elemento estructural plano que soporta directamente las cargas y las transmite a diferentes apoyos.
Mampostería	Sistema constructivo que se basa en elementos que van unidos entre sí, por medio de una mezcla conocida como mortero: arena, cemento, para soportar cargas que se le apliquen.

Pendiente	La inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas, se desplace libremente, haciendo uso de la fuerza de gravedad.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Planimetría	Parte de la topografía que se emplea para medir superficies planas de terreno.
Pozo de visita	Estructura empleada como medio de inspección y limpieza de las tuberías.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Relaciones hidráulicas	Relación que existe entre los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, los cuales deben cumplir con condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.
Unepar	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue elaborado como una contribución de la Universidad de San Carlos de Guatemala hacia los pobladores del municipio de Chiantla, del departamento de Huehuetenango. Chiantla se encuentra en la parte central de Huehuetenango; en la región noroccidental, a 5 kilómetros de la cabecera. En la investigación realizada por medio de visitas de campo y la Dirección de Planificación Municipal, se determinó la falta de servicios básicos en las comunidades que se encuentran afuera del casco urbano, es uno de los problemas más recurrentes en todo el municipio. Asimismo, se describe el proceso necesario para diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, en el cual se incluye diseño de las líneas de conducción, diseño de tanque y las redes de distribución, utilizando tubería PVC y HG, tomando en cuenta las normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales Unepar, también la elevación socioeconómica y de impacto ambiental de este proyecto, así como la tarifa propuesta para la comunidad.

En la investigación diagnóstica de necesidades de servicios básicos e infraestructura realizada se observó que los pobladores de la colonia Las Flores, en caserío Los Chulubes, Chuscaj zona 4 de Chiantla, viven en condiciones inadecuadas de salubridad, porque las aguas negras son descargadas en terrenos baldíos, pozos ciegos o en algunos, corren sobre las calles, provocando que estas se estanquen, lo cual repercute en problemas sanitarios y de salud.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito, se propone el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, que contribuirá a solucionar el problema que

representa la presencia de aguas negras a flor de tierra, además, los proyectos son factibles a nivel económico, técnico y social.

El sistema de alcantarillado constituido por 1 044,30 m de tubería de PVC, 27 pozos de visita y 18 conexiones domiciliarias actuales y 143 futuras.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo general de las comunidades y proporcionar soluciones técnicas a proyectos de servicios básicos, como el sistema de abastecimiento de agua potable y el diseño del sistema de alcantarillado sanitario y contribuir así, al progreso y desarrollo del municipio.

Específicos

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, del municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango.
2. Elaborar el diseño de la introducción de agua potable para el cantón Hierba Buena Baja, Las Manzanas, del municipio de Chiantla, Huehuetenango.
3. Realizar el diseño del alcantarillado sanitario en Los Chulubes, Chuscaj.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación es el resultado de la labor realizada dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, efectuado en la Municipalidad de La Villa de Chiantla, Huehuetenango, se hizo una investigación integral, es decir se consideraron los aspectos monográficos y el diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la comunidad, de donde se diagnosticaron problemas que, después de una priorización, pasaron a una evaluación en las aldeas que no hubieran tenido ayuda reciente de la Municipalidad.

También se explica el diseño hidráulico, cálculo de la red de distribución así como las obras de arte y los cálculos y presupuestos del diseño de la introducción de agua potable para el cantón Hierba Buena Baja, Las Manzanas.

Además, se consideró y se identificó el problema de la disposición adecuada de las aguas servidas, que es de constante preocupación en la sociedad, por lo cual, se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Flores, caserío Los Chulubes.

Para el desarrollo de ambos diseños se aplicaron las *Especificaciones técnicas y criterios* regulados por el Instituto de Fomento Municipal (Infom) y de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar) también, con el propósito de proponer la mejor solución, no solo técnica sino también económica.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Chiantla

A continuación se detallan datos importantes correspondientes a la monografía del municipio.

1.1.1. Localización y colindancias

Según la división regional de Guatemala, el municipio de Chiantla, se encuentra situado en la parte central del departamento de Huehuetenango, en la región noroccidental.

- Norte: San Juan Ixcoy (Huehuetenango). Nebaj (Quiché).
- Sur: Huehuetenango, (Huehuetenango).
- Este: San Sebastián (Huehuetenango) y Todos Santos Cuchumatán (Huehuetenango).
- Oeste: Nebaj, (Quiché) y Aguacatán (Huehuetenango).

1.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación es localizada en la latitud 15° 21' 15" y en la longitud 91° 27' 28". La distancia de la cabecera municipal, a la cabecera departamental de Huehuetenango es de 5 km. La extensión territorial es de 563 km².

1.1.3. Topografía

Este lugar se encuentra a una altura de 1 989 m sobre el nivel del mar, con una latitud de 15° 21' 15" y longitud: 91° 27' 28", datos proporcionados por el del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh).

1.1.4. Clima

Debido a que se encuentra a una altura de 1 989 m sobre el nivel del mar, el clima es frío, con vientos de 18 km/h máximo, velocidad registrada por la estación meteorológica de Huehuetenango Insivumeh.

- Viento: según los datos de la estación meteorológica de Huehuetenango el promedio anual máximo registrado es el de 1998, fue de 9,6 km/h. y el último dato registrado en el 2008, con una velocidad de 8 km/h promedio anual.

- Temperatura
 - Temperatura media oscila entre 15,4 °C y 21,2 °C
 - Temperatura máxima, media anual es de 25,4 °C
 - Temperatura mínima, media anual es de 9,9 °C
 - Temperatura máxima absoluta es de 34 °C
 - Temperatura mínima absoluta es de 5,5 °C

- Precipitación pluvial: en la región de Chiantla, el Insivumeh no cuenta con una estación pluviométrica, la estación de meteorología en Huehuetenango, indica una precipitación de 974,9 mm/año, una humedad

relativa de 72 % y evaporación de 146,6 mm. Sin embargo, la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de la Facultad de Agronomía, cuenta con una estación la cual proporcionó los siguientes datos: 1 431,2 a 1 594 mm/año.

- Soleamiento: el promedio de exposición solar es de 6,6 horas diarias, el promedio entre los meses de enero a marzo 7,5 horas y en época lluviosa es de 4 horas diarias.

1.1.5. Tipo de vivienda

La mayoría de viviendas de la cabecera del municipio de Chiantla, cuentan con los servicios básicos, siendo estos: agua, teléfono, luz y drenaje.

En el municipio, el 56 % de viviendas son de tipo rancho tradicional, hechas de madera o de mampostería simple de adobe, con techo de paja o teja, con poca o ninguna división interna y el restante 44 %, son de tipo construcción moderna hechas a base de mampostería de ladrillo tayuyo o *block*, con techo de lámina y piso cerámico, además, con las respectivas divisiones internas, también del total de viviendas el 94 % son dueños de la tierra y el restante 6 %, las reciben en usufructo o las alquilan.

1.1.6. Situación demográfica

La mayoría de la población del municipio de Chiantla es indígena, (69 %) y el resto es de raza ladina (31 %), también del total, el 58 % es analfabeta y el restante 42 % es alfabeto, además el 54 %, vive en el área urbana y el 46 % vive en el área rural, juntamente así, el 51 % del total son de sexo masculino y el restante 49 % son de sexo femenino.

1.1.7. Población actual

Según los datos obtenidos en el Instituto Nacional de Estadística (INE), la población de Chiantla es de 149 956 habitantes, contando con 73 798 hombres y 76 158 mujeres.

1.2. Características de infraestructura

En los siguientes subtítulos se dan a conocer las características de infraestructura del municipio.

1.2.1. Vías de acceso

Las vías de acceso al municipio son; por la cabecera departamental y municipios aledaños del departamento de Quiché, las siguientes poblaciones:

- 60 tienen caminos de terracería (41 %)
- 35 cuentan con caminos de tierra complementados con herradura (29 %)
- 7 poseen caminos de asfalto (8 %)
- 30 con caminos de herradura (22 %)

Terminal de buses

La cabecera municipal de Chiantla cuenta con una terminal de buses temporal informal, ubicada a dos cuadras del mercado central; la cual cubre la demanda de buses, que proporcionan los servicios cada quince minutos o cada media hora, todo el día hasta las siete de la noche.

1.2.2. Servicios públicos

- Agua potable

En la actualidad, el servicio de agua potable en la cabecera municipal de Chiantla funciona de la siguiente manera: la captación del líquido es de 0 a 5 kilómetros de distancia de la cabecera municipal, luego de ello, es conducido a un tanque de distribución construido de concreto, la conducción se realiza por medio de tubería galvanizada y PVC de seis pulgadas. Este sistema cuenta con cloración para el consumo humano. El total de población que posee este servicio, a nivel municipio es de 41 %, mientras que el resto, 59 % de la población, se abastece por chorros comunitarios, como fuentes de nacimientos de aguas locales.

- Drenaje sanitario

El drenaje de aguas servidas está construido de tubería de concreto de doce pulgadas, el cual presta el servicio de conducir las aguas negras, hacia un receptor de tratamiento primario (fosa séptica), para la canalización de desechos sólidos.

- Drenaje pluvial

La cabecera municipal de Chiantla no cuenta con drenaje pluvial, estas aguas son conducidas sobre las calles hacia un punto más bajo, las que son absorbidas en parte por el suelo y en parte, son vertidas en el puente corona. Las aguas de lluvia que se acumulan en las casas o en los techos de las mismas, son incorporadas al sistema de drenaje sanitario, generando una

saturación de agua en tuberías, que están destinadas a trabajar a sección media.

- Electricidad

El servicio de energía eléctrica es proporcionado por la Distribuidora de Electricidad de Occidente, (Deocsa). El 23 % del municipio, posee este servicio y el 77 % carece del mismo.

- Comunicación

Los medios de comunicación utilizados comúnmente por la población del municipio de Chiantla, son los siguientes: televisión, teléfono, radio y carreteras de acceso.

- Mercado

Es una construcción nueva de características formales, diseñado para 3 niveles, la estructura es de losa de vigueta y bovedilla con columnas y vigas de concreto reforzado. Este edificio cuenta en el primer nivel con plaza de verduras y locales con ventas de consumo diario, el segundo nivel, con locales comerciales y alrededor del mismo se pueden encontrar varias carnicerías, comedores y abarrotería, estos son locales diseñados, específicamente para el comercio.

- Centro de Salud

Cuenta con un puesto de salud en el casco urbano, el cual brinda consulta médica, medicina y tratamiento de enfermedades comunes a la

población. Este puesto, no maneja suficientes programas de salud, debido al poco personal, insumos y equipo; para cubrir las necesidades de las aldeas, caseríos y comunidades en el área rural tienen 9 puestos de salud, donde se brindan servicios básicos de salud.

- Establecimientos educativos

Los centros educativos que pertenecen a la cabecera municipal de Chiantla, laboran en jornada matutina, siendo estos:

- Escuela oficial
- Escuela de Autogestión Educativa (Pronade)
- Establecimientos privados

- Seguridad

La Policía Nacional Civil es la única institución que resguarda la seguridad de la población, esta se encuentra ubicada dentro del edificio municipal. Además de la PNC, existen grupos de vecinos organizados contra la delincuencia.

- Recreación

En el municipio se encuentran 33 campos de fútbol en igual número de poblaciones (28 %), no existiendo en 99 poblaciones restantes, además, también posee 8 canchas de básquetbol en 6 poblaciones (7 %), no existiendo así en las restantes 126 poblaciones (93 %), además existen 6 balnearios en 4 poblaciones, para cubrir las necesidades del municipio.

- Turismo
 - La parroquia central es un gran atractivo para feligreses y turistas
 - Los regadíos
 - El Mirador Juan Diéguez Olaverri
 - Ruinas de Chiantla Viejo
 - Centros arqueológicos de Rosario, Quisil, Chajté Viejo
 - Figuras de bronce elaboradas en la cabecera

1.3. Características socioeconómicas

Las características socioeconómicas del lugar se describen a continuación

1.3.1. Origen de la comunidad

Chiantla es un pueblo de origen precolombino, que tuvo en un principio el nombre *Talbin* que en mam significa agua que se bebe, fue conquistada por los españoles, luego de la caída de Zaculeu. Se supone que el asentamiento original de este pueblo estuvo ocupado, actualmente por la aldea El pino, donde se encuentran vestigios de una iglesia y otras construcciones, que es conocido como Chiantla Viejo.

La etimología del municipio de Chiantla es:

- Lugar abundante de chan o *chian* (*chian*-semilla y *tla*-abundancia)
- Proviene del náhuatl *chiantlí* que significa “casa o habitación”
- Chiantla proviene de una palabra mexicana que dice “lugar que emana agua”

1.3.2. Actividad económica

El municipio basa su economía en la producción agrícola de maíz, frijol, trigo, habas, legumbres y frutas, así también a la crianza de ganado lanar, vacuno, caballar y porcino, además, en la explotación de plomo, zinc, plata, junto con la elaboración de tejidos de lana y algodón, curtiembres de pieles, artesanías de cobre, cerámica tradicional y de vidrio, así como cerería y construcción de muebles de madera.

1.3.3. Idioma y religión

El idioma que predomina es el español, aunque se practica el mam, como lengua indígena.

- Religión

En el municipio el 78 % pertenece a la religión católica, el 13 % pertenece a la evangélico-cristiana y el restante 9 % se dividen dentro de las demás religiones.

- Fiesta titular

La principal es la de la Virgen de Candelaria, celebrada del 28 de enero al 2 de febrero, siendo el 2 el día principal, también se celebra el día de la Natividad de la Virgen, cuya fecha es del 4 al 9 de septiembre, el 8 es el principal.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Hierba Buena Baja, aldea Las Manzanas, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango

Este diseño servirá para satisfacer las demandas de la comunidad de una forma adecuada y eficaz.

2.1.1. Sistema de agua potable

El proyecto consiste en diseñar un sistema adecuado, que brinde agua apta para el consumo de la población del caserío Hierba Buena Baja.

2.1.2. Descripción del proyecto

El tipo de sistema a diseñar será por gravedad debido a la ubicación de la fuente respecto al caserío, tanto la línea de conducción, como la red de distribución, siendo esta última por ramales abiertos. El sistema brindará agua, apta para el consumo humano y solo necesita un tratamiento de desinfección, como se recomienda en los resultados de los análisis fisicoquímico y el estudio bacteriológico realizados en el Laboratorio Químico del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La línea de conducción, será construida con tubería que conduzca el agua desde la captación, hasta el tanque de almacenamiento, la tubería a

utilizar será de cloruro de polivinilo (PVC) y HG, recurriendo a obras de arte, tales como cajas distribuidoras de caudales y cajas de válvulas de diferentes tipos, según el diseño.

El sistema tendrá un período de diseño de 21 años, beneficiará a 238 personas y tendrá la capacidad de abastecer a 444 habitantes en el futuro.

El sistema será de tipo predial, quiere decir, que cada familia tendrá derecho a un solo grifo en la vivienda. La dotación a la cual tendrán derecho será de 90 lts/hab/día.

2.1.3. Localización de la fuente

El tipo de fuente es un nacimiento de tipo acuífero libre con brote definido en laderas, se encuentra en la E-0. aldea Las Manzanas que colinda con el caserío estudiado. Actualmente, el agua de dicha vertiente, no es utilizada por los habitantes, por lo que se hace necesaria la utilización para evitar el mal manejo o contaminación de este recurso.

2.1.4. Calidad del agua

El agua es analizada con la finalidad de determinar la potabilidad y el grado de pureza que esta posee, para determinar el tratamiento que debe seguir. Los análisis que se le practican al agua son efectuados mediante el examen físico-químico sanitario y el examen bacteriológico, según Norma Coguanor 29001. Las muestras fueron tomadas de la fuente el 4 de octubre de 2011.

2.1.4.1. Análisis fisicoquímico

El propósito del examen físico es el de medir y registrar aquellas propiedades que están relacionadas con los sentidos y es de mucha utilidad e importancia para determinar la potabilidad del agua, debido a que esta además de ser sanitariamente segura, debe ser agradable a los sentidos, por sus características como: olor, color, sabor y temperatura.

El examen químico es el que determina la cantidad de material mineral y orgánico que existe en el agua y que afecta la calidad. El contenido de estos elementos debe quedar bajo los límites máximos aceptables o máximos permisibles para el consumo humano, los cuales, la mayoría, son especificados por normas.

Se determina que el límite máximo aceptable está dentro de lo permitido cuando la concentración de un compuesto o sustancia no implique efectos perjudiciales para la salud: el máximo permisible es que las concentraciones de algún compuesto o sustancia, no debe excederse dentro de los límites, por significar un riesgo para la salud.

2.1.4.2. Análisis bacteriológico

El objetivo principal de este examen es proporcionar toda la información relacionada con la potabilidad, es decir, indicar el grado de contaminación bacteriana y principalmente con material fecal, para la cual, se busca la presencia del grupo coliforme, que comprende los bacilos, escherichia coli y el aerobater aerógenes.

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examinan.

2.1.5. Aforos

Se le denomina caudal de aforo al volumen de agua por unidad de tiempo, que produce la fuente: en este caso, el aforo se obtuvo por el método volumétrico. Se realizaron cinco pruebas, dando un promedio de 1,63 lts/seg como se indica en la tabla de aforo, el que fue realizado el viernes 28 de enero de 2011.

El aforo se realiza de la siguiente manera:

- Recibir el agua en un recipiente de volumen conocido
- Tomar el tiempo (en segundos) que tarde en llenarse el recipiente
- Calcular: $Q = V/t$

Donde: Q es el caudal de la fuente (m^3/s); V, es el volumen conocido del recipiente que se utiliza para el aforo (m^3); t, es el tiempo en segundos (s) que tarda el recipiente en recaudar el volumen determinado:

Tabla I. **Aforo de la fuente de agua**

AFORO	VOLUMEN (lt)	TIEMPO (seg.)	CAUDAL (lt/s)
1	18,9	12,17	1,65
2	18,9	11,83	1,69
3	18,9	12,89	1,55
4	18,9	12,35	1,62
5	18,9	12,38	1,62

Continuación de la tabla I.

Tiempo promedio (s)	12,32
Caudal Promedio (lts/s)	1,63

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de definir el tamaño y tipo del proyecto, los habitantes que van a ser beneficiados, las características del terreno; además de obtener con mayor precisión y rapidez, los niveles o cotas en los vértices de la línea y los principales elementos del sistema, asimismo las obras de infraestructura existentes en la comunidad, para una mejor referencia de la ubicación y localización del proyecto, puede realizarse una nivelación simple, ya que en relación a las tuberías, únicamente son necesarios los datos de inicio y final de un tramo. En este caso se optó por el método de deflexiones, usando un teodolito Sokisha TM20 ES, estadal o estadía, cinta métrica, plomada, nivel, con la colaboración de vecinos y miembros del Comité de Agua Potable. Cabe resaltar la necesidad de realizar una inspección preliminar, para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema. La topografía se puede dividir en dos ramas que son:

2.1.6.1. Planimetría

Tiene por objetivo, determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizando los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema,

por ejemplo: calles, edificaciones, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, entre otros.

Para conocer la distancia horizontal se usa la siguiente ecuación:

$$D.H = [\text{sen}^2(\beta) + 100 * \Delta * H]$$

Donde:

D.H. = distancia horizontal entre dos puntos

ΔH = diferencia en metros de lectura de hilo superior con hilo inferior

β = ángulo vertical

2.1.6.2. Altimetría

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos, situados sobre la superficie terrestre, este concepto es necesario, puesto que la elevación de un punto, solo se puede establecer con relación a otro punto o plano. El método utilizado para este proyecto fue el taquimétrico, obteniendo datos como ángulos cenitales, lectura de hilos y de instrumento en cada estación.

$$\text{Cota } E_1 = \text{Cota } E_0 + A_i + V - L_c$$

$$V = \frac{1}{2}K(L_s - L_i)\text{sen } 2\beta$$

Donde:

E_i = estación siguiente

E_o = estación anterior

A_i = altura de instrumento

L_c = lectura de hilo medio

B = ángulo vertical

K = constante = 100

$$\cos^2\beta(L_s - L_i)K$$

2.1.7. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual, el sistema debe funcionar adecuadamente, para abastecer la demanda o es eficiente en un 100 %.

Este período comprende desde el momento de la construcción e inicio del sistema de abastecimiento, hasta el momento que sobre pase el tiempo de diseño establecido y deja de prestar un buen servicio.

Para determinar el período de diseño, se deben tomar en cuenta algunos factores tales como: la vida útil de los materiales, el crecimiento de la población, los costos y el mantenimiento que se le dará al sistema, entre otros. Tanto el Instituto Nacional de Fomento Municipal (Infom) como la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar), establecen que el período de funcionamiento debe de ser de 20 años, esto no significa que dentro de 20 años, el sistema deje de funcionar, este seguirá funcionando, pero no a un 100 % comenzará a dar problemas de deficiencia, dependiendo del crecimiento poblacional. Este proyecto se diseñó a un tiempo de 21 años a petición de la

comunidad, aduciendo el tiempo en que llevarán a cabo tanto las gestiones como la construcción y aprovechando, que el manantial se presta para proveer del caudal necesario, para cubrir la demanda durante el período que funcionará.

2.1.8. Cálculo de población

El crecimiento de población, está determinado por factores de tipo social y antropológico, esto se debe a factores como: crecimiento poblacional, tasa de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración. El INE, es el encargado de proporcionar datos oficiales de la población, en este caso el censo que se realizó con el equipo de topografía conjuntamente con el comité de Hierba Buena Baja, se pudo constatar que la población es de 238 habitantes y 50 casas, con una densidad de población de 5 habitantes por vivienda.

Los métodos con los que se calcula la población futura son: aritmético, exponencial y geométrico, para este proyecto se usó el de crecimiento geométrico, por ser el que se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo y se aplicó la tasa de crecimiento del 3 % para la zona en estudio.

Cálculo de población:

$$Pf = Po \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño

Por lo que, dentro de 21 años habrá una población de 444 habitantes.

2.1.9. Requerimientos de diseño

Los requerimientos básicos de diseño se definen a continuación.

2.1.9.1. Caudal de diseño

Es el requerido para cumplir con la demanda de consumo de la comunidad y el que se necesita transportar en la tubería. El caudal se divide en dos: uno para la línea de conducción y otro para la o las líneas de distribución.

2.1.9.2. Bases de diseño

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable se requiere de un factor de consumo, el cual se considera factor de seguridad, se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema, en cualquier época del año, bajo cualquier circunstancia que se pueda presentar. Estas no son las mismas, para todas las comunidades, dependen mucho de las costumbres, condiciones del clima y económicas propias de cada región.

Para diseñar el proyecto de introducción de agua potable se tomó en cuenta que el área es rural, con clima frío, debiendo tomar una dotación de 90 a 120 lts/hab-día.

2.1.9.3. Dotación

Es la cantidad de agua que se asigna a una persona, en litros/habitante/día. Para determinar la dotación de esta comunidad se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: el clima, capacidad de la fuente y de la ubicación de la población y las actividades comerciales.

En el caserío Hierba Buena Baja, el clima es frío, la actividad económica es la agricultura y el comercio: el nivel de vida de los habitantes es bajo, la mayoría tiene letrinas de pozos ciegos, luz eléctrica. El manantial provee de un caudal mucho mayor a lo requerido en el diseño, por lo que se adoptó una dotación de 90 litros / habitante /día.

2.1.10. El consumo y las variaciones

A continuación se detallan el consumo y variaciones consideradas.

2.1.10.1. Consumo medio diario

Conocido también como caudal medio diario, es la cantidad de agua, que requiere la población durante un período de 24 horas (1 día), estos datos son obtenidos por promedios de consumo en el período de un año. Para la comunidad de Hierba Buena Baja, no se conocen registros, por lo que se obtendrá del producto de la dotación asignada, que es de 90 litros/habitante/día, por el número de habitantes que se estiman al final del período de diseño.

Consumo medio diario o caudal medio diario:

$$Q_m = \frac{P_f * D_{ot}}{86\ 400} \quad \text{Donde: } Q_m = \text{caudal medio en } \frac{\text{Its}}{\text{seg}}$$

Donde:

P_f = población futura

D_{ot} = dotación en litros/habitante/día

El valor 86 400 representa la cantidad de segundos en un día

2.1.10.2. Caudal máximo diario

También conocido como caudal de conducción, es el mayor consumo que se da en un día del año y se utiliza en el diseño de la línea de conducción del sistema, a falta de registros de consumo en el año de esta comunidad, será el producto de multiplicar el consumo medio diario por el factor máximo diario. Un factor que oscila entre 1,2 y 1,5: 1,2, para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes. El factor máximo diario depende de la población que se esté estudiando, según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar), se pueden seguir los siguientes criterios.

Tabla II. **Factor máximo diario**

ÁREA	FMD
Población < 1000	1,2.-1,5
Población > 1000	2

Fuente: Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales.

Para este proyecto, se utilizó: FMS = 1,5

$$Q \text{ día máx} = f_{dm} * Q_{med}$$

Donde:

F_{dm} = factor de día máximo

Q día max = caudal del día de mayor consumo

Q med = caudal medio

2.1.10.3. Caudal máximo horario

Es el consumo máximo esperado observado en una hora durante un periodo de un año. Este es utilizado para el diseño de la línea de distribución del sistema, cuando no se cuenta con datos del consumo de agua, como en este caso se calcula incrementando el caudal medio por el factor de hora máximo.

$$Q \text{ hora máximo} = f_{hm} * Q_{med}$$

Donde:

F_{hm} = factor de la hora máximo

Q hm = caudal máximo horario

Q med = caudal medio

Este factor depende de la población que se esté usando, pero es condicionado en cada ramal de la red por la cantidad de viviendas o usuarios a servir; para la distribución final se utiliza el caudal de vivienda o el caudal instantáneo, de acuerdo con los requerimientos de diseño.

El FHM está comprendido, en el área rural de 2 a 5, para poblaciones futuras mayores a 1 000 habitantes y 5 para poblaciones menores a 1 000 habitantes. Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes.

Tabla III. **Factor máximo horario**

Área	FHM
Población < 1000	5
Población > 1000	2

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar).

2.1.10.4. Caudal de bombeo

Para este proyecto no fue necesario calcular caudal de bombeo, ya que toda la línea de conducción y distribución están bajo las cotas del nacimiento, por lo que el sistema será por gravedad.

2.1.11. Diseño hidráulico

Las condiciones para la realización del diseño hidráulico son las siguientes:

2.1.11.1. Diseño y tipo de tubería

El diseño hidráulico para el abastecimiento de agua potable está fundamentado en conceptos teóricos de hidráulica y regulado por las normas de Unepar y del Infom.

Los cálculos realizados se limitan al cálculo de pérdidas en las tuberías, accesorios, velocidades del fluido en la tubería y presiones hidrostáticas e hidrodinámicas. Para el cálculo de pérdidas en la tubería se utilizó la fórmula Hazzen & Williams, con una constante de tubería $C = 150$, para tubería de PVC y $C = 100$ para HG.

El objetivo general del sistema es construir una captación en donde se encuentra la fuente, conducir el agua por gravedad hacia el tanque de almacenamiento o distribución ubicado en parte alta, respecto a la comunidad para que al igual que la línea de conducción, pueda abastecerla por gravedad; se propuso realizar la distribución por un ramal principal y dos subramales y finalmente, que cada vivienda tenga la conexión predial.

Tipos de tubería

En los proyectos de acueductos intervienen las tuberías como elementos esenciales del sistema, por ello, la selección de la misma debe hacerse atendiendo a los diversos factores que permitan lograr un mejor diseño. En el presente diseño se usará mayormente el tipo de tubería PVC (cloruro de polivinilo), y en los pasos de zanjón y aéreos será HG (hierro galvanizado).

Tubería PVC

Se fabrica mediante la plastificación de polímeros, siendo el cloruro de polivinilo la materia prima. En la actualidad es el que más se utiliza debido a las siguientes características:

- Económico
- Facilidad de instalación y transporte

- Durable
- Capacidad hidráulica
- Inerte a agentes corrosivos

Una de las desventajas que tiene el PVC es que no puede dejarse expuesto al sol, por otro lado, este material puede ser reciclado, no necesita de mucho mantenimiento y el impacto ambiental es mínimo.

Su coeficiente de rugosidad es de $C = 150$.

Tubería de hierro galvanizado

También llamado acero galvanizado, pues se fabrica mediante el templado del acero, por lo que le permite a la tubería tener una gran resistencia a los impactos y tener una gran ductilidad.

El zinc es utilizado para darle el galvanizado interno y externo para contrarrestar la corrosión y la oxidación. Por las características que posee, esta tubería es recomendable para utilizarla superficialmente.

Su coeficiente de rugosidad es de $C = 100$

2.1.11.2. Diseño de línea de conducción

Se utiliza tubería PVC y HG, está comprendida entre la captación o cajas reunidoras de caudales hacia el tanque de almacenamiento o distribución, en este proyecto comprende entre la E-0 hasta la E-34. En la línea de conducción, se toman en cuenta las siguientes obras: válvulas de limpieza, aire, pasos de zanjón, aéreos con tubería de HG y anclajes para tubería HG.

Este diseño se realizó con tubería de PVC y HG, poniendo atención a que las presiones no sobrepasen los límites establecidos por los fabricantes, en pasos de zanjón y aéreos se utilizará tubería HG.

Toda la línea de conducción funcionará por gravedad. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo que, en la mayoría de los casos, se determinará el diámetro mínimo que satisfaga las condiciones, tanto topográficas como hidráulicas.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura, entre la captación y el tanque de distribución.
- Capacidad para transportar el caudal día máximo.
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar obras necesarias en el proyecto de la línea de conducción.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.
- Para el cálculo se utilizó la fórmula de Hazen & Williams, para conductos circulares a presión cuya fórmula matemática es:

Hazen & Williams

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q_c^{1,85}}{D_1^{4,87} * C^{1,85}} \quad D = \left[\frac{1743,811 * L * Q_c^{1,85}}{C^{1,85} * h} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

V = velocidad de la tubería

L = longitud de la tubería + 5 % por la topografía del terreno

Qc = caudal de día máximo, o caudal de conducción (lts/seg)

Di = diámetro interno de tubería (plg)

h = Diferencia de cotas

Se usará C = 150 para tubería PVC y C = 100 para tubería HG

Diseño conducción

De E-o a E = 23, J = 17, J = 50

Q = 0,695

L = 1049,37

C = 150

Dif H = 29,19

Se despeja el diámetro teórico:

$$D = \left(\frac{1743,811 * 1049,37 * 0,695^{1,85}}{150^{1,85} * 29,19} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,25$$

$$H_f = \frac{1743,811 * 1049,37 * 0,695^{1,85}}{150^{1,85} * 1,532^{4,87}} = 12,12\text{m}$$

Se colocará tubería de 1 ¼" hasta la estación 23

$$V = \frac{1,973525241 * Qc^{0,695}}{1,532^2} = 0,58 \frac{M}{S}$$

A continuación se presenta el diseño de un tramo de la línea de conducción que comprende desde la E-0 hasta la E-23. En el siguiente tramo se utilizó el mismo procedimiento que a continuación se presenta, con la diferencia que se utilizó tubería HG.

La presión estática disponible es la diferencia de cotas entre las dos estaciones, a este resultado se le debe restar una cantidad de metros columna de agua, debido a que este dato que se obtendrá, marcará la presión dinámica con la que llegará el fluido a la estación final del ramal que se está diseñando.

El caudal de diseño para esta línea es el máximo diario, el cual es definido por las normas de Unepar-Infom, como el caudal máximo diario, registrado en un año. Debido a que no se tienen los registros de los caudales diarios que la población consume durante un año, Unepar-Infom proponen multiplicar el caudal medio por un factor que varía dependiendo del tipo de clima y conexión que los beneficiarios tendrán.

- Diámetro de tubería

El diseño hidráulico de la línea de conducción busca determinar el diámetro de la sección de tubería, necesario para conducir el caudal de diseño desde la obra de captación típica, hasta el tanque de distribución a una velocidad adecuada.

Para determinar el diámetro de tubería se hace uso de una expresión derivada de la fórmula de Hazzen & Williams, con una constante C=150 para tubería PVC y 100 para HG.

- Diámetro de tubería:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q_c^{1,85}}{D_1^{4,87} * C^{1,85}} \quad D = \left[\frac{1743,811 * L * Q_c^{1,85}}{C^{1,85} * h} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

V = velocidad de la tubería

L = longitud de la tubería + 5 % por la topografía del terreno

Qc = caudal de día máximo o caudal de conducción (lts/seg)

Di = diámetro interno de tubería (plg)

h = diferencia de altura

Se usará C = 150 para tubería PVC y C = 100 para tubería HG

Inicialmente, a la diferencia de nivel entre la captación típica y el tanque de distribución se le denomina pérdida por fricción, es decir, en un inicio se toma como pérdida por fricción, la pérdida máxima que la línea de conducción puede tener para conducir el agua por gravedad, se evalúa la expresión anterior y se obtiene un diámetro teórico, el cual sirve de referencia para seleccionar un diámetro comercial.

Se debe revisar la pérdida por fricción que existe en la tubería con diámetro comercial, para luego evaluar la velocidad del fluido y la presión dinámica al final de la tubería.

- Presión dinámica

La presión dinámica al final de la línea de conducción es la diferencia entre el nivel de la cota piezométrica y del terreno, esta debe estar comprendida entre 10 y 40 mca según las normas Unepar-Infom.

2.1.11.3. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento o de distribución tiene como fin principal cubrir la demanda en las horas de mayor consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo, proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día y un servicio eficiente.

Para el diseño del tanque de distribución debe considerarse la capacidad que estará en función del caudal y de las variaciones horarias, la ubicación debe ser idónea, de tal forma que el agua pueda llegar a todos los puntos de la red y el tipo de tanque (que puede ser enterrado, semienterrado y elevado), puede construirse de concreto armado, concreto ciclópeo, metal y recientemente puede ser también plástico. Debe diseñarse para conservar la potabilidad del agua, por consiguiente, estar cubierto. El tanque debe impedir la entrada de lluvia, polvo, animales y otros ajenos al sistema de agua.

Este tipo de obra es de suma importancia para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico como para

funcionamiento hidráulico del sistema y del almacenamiento de un servicio eficiente.

El tanque se compone de:

- Entrada de agua, tubo PVC de diámetro nominal 1"
- Caja de válvula
- Hipoclorador
- Llave de compuerta
- Tanque con paredes de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado
- Rebalse
- Acceso
- Ventilación
- Tapadera para ingreso
- Drenaje
- Salida de agua de limpieza (desagüe)

2.1.11.3.1. Volumen

Volumen del tanque: para compensar las horas de mayor demanda, se diseña un tanque de distribución, que según Unepar debe tener un volumen entre el 25 y el 40 % del consumo medio diario.

Para efectos de diseño y, por ser una región poco calurosa, se adoptó un 25 %.

Volumen de tanque:

$$\text{Vol} = \frac{(\text{Q}_{\text{conduccion}} * 86,400)}{1,000} * \text{Fs}$$

Donde:

Vol = volumen del tanque de almacenamiento

Qconducción = caudal de conducción

Fs = factor de seguridad

Se utilizará un tanque de 16 m³

2.1.11.3.2. Diseño estructural

Tanque de distribución

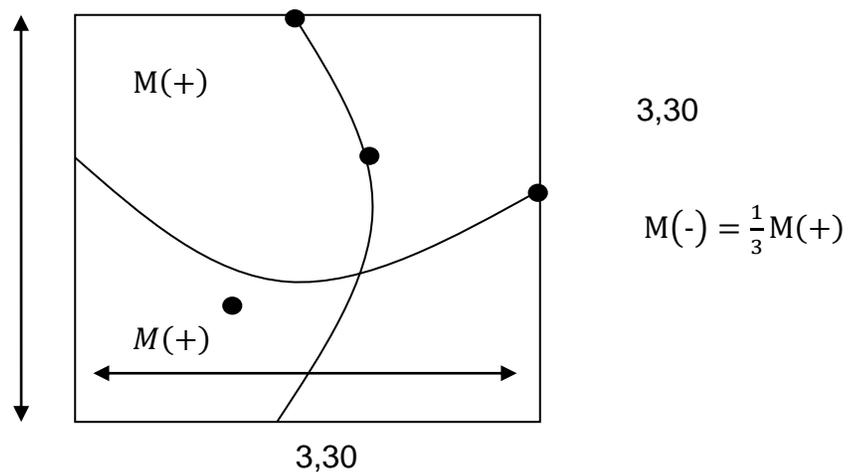
Para la realización cálculo del tanque, se consideró el 25 % del consumo máximo diario

- Losa superior
 - Lado corto 3,30
 - Lado largo 3,30
- Relación $a/b = 3,30 / 3,30 = 1,00 > 0,50$ losa en dos sentidos
- Espesor = $(a+b) / 90 = (3,30 + 3,30) / 90 = 0,73$
t = 0,10 m

- Interacción de cargas

Carga última: $C_u = 1,7 (100) + 1,4 (340) = 646 \text{ Kg / m}^2$

Figura 1. **Diagrama de momento losa superior**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Losa discontinua en los cuatro lados se diseña como losa tipo 1, del Código ASI.

Momentos

$$M_a(+)= M_b(+)= F * L^2 * (C_{mu} + C_{vu})$$

$$M_a(-)= M_b(-)= \frac{M(+)}{3}$$

$$M_a(+)= 0,036 \times 3,30^2 (646) = 253,26 \text{ Kg - m}$$

$$Ma(-) = \frac{253,26}{3} = 84,4 \text{ Kg} - \text{m}$$

- Cálculo de refuerzo

Recubrimiento de 2,5 cm para una franja de 1 m.

$$d = (t - \text{recubrimiento}) = 10 - 2,5 = 7,5 \text{ cm}$$

- Área de acero mínimo

$$As_{\min} = 0,40 \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d$$

b = banda de 100 cm de ancho

d = peralte

$$As_{\min} = 0,40 \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento entre varilla

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 0,10 = 0,30 \text{ mts}$$

Acero requerido de acuerdo con los momentos encontrados

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{F_y}$$

Mu = momento último de diseño Kg-m

$$AsM(+) = \left[100 * 7,5 - \sqrt{(100 * 7,5)^2 - \frac{253,26 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$AsM(+) = 1,35 \text{ cm}^2$$

$$AsM(-) = 0,45 \text{ cm}^2$$

- Momento positivo produce mayor cantidad de acero requerido para contrarrestar dicho momento, pero no sobre pasa la cantidad de acero mínimo necesario.
- El acero por temperatura es mayor al acero mínimo y mayor al acero requerido en el momento positivo y negativo, entonces se utiliza el acero por temperatura.

Acero por temperatura

2 % del ancho de banda por espesor de losa.

$$As = 0,02 * 100 * 10 = 2,00 \text{ cm}^2$$

Varilla de acero de 3/8" a cada 0.30 m en ambos sentidos.

Diseño de muro

Diseño por seguridad: se tomará el tanque lleno

- Análisis por diseño estructural

At = área tributaria de la losa sobre el muro

$$At = \frac{(b * a)}{4} = 2,48 \text{ m}^2$$

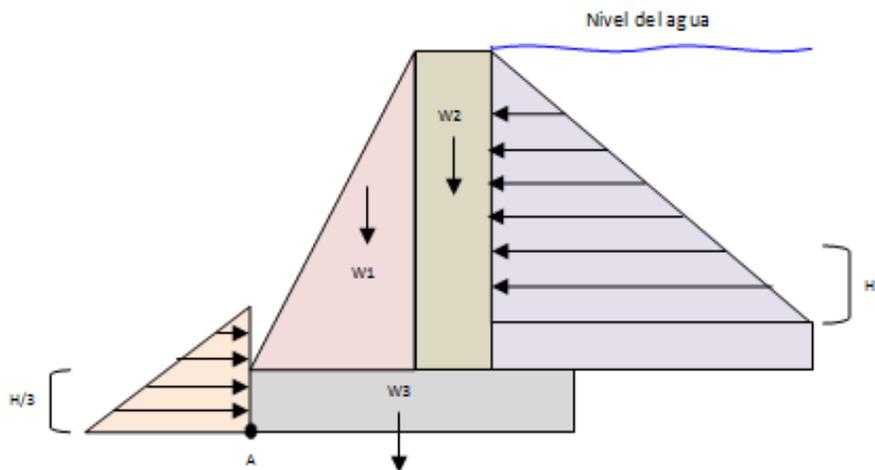
$$At = (3.30 * 3.30) / 4 = 2,48 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso sobre el muro} = \frac{w_s}{m}$$

$$\frac{w_s}{m} = \text{Peso losa} + \text{peso viga}$$

$$\frac{w_s}{m} = \frac{0,646 * 2,72}{3,30} + 1,4 * (2,4 * 0,15 * 0,20) = 0,63 \text{ Tm}$$

Figura 2. Diagrama de cuerpo libre de las presiones



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- Coeficiente de empuje

$$K_p = \frac{1 + \operatorname{sen} \theta}{1 - \operatorname{sen} \theta} = \frac{1 + \operatorname{sen} 30^\circ}{1 - \operatorname{sen} 30^\circ} = 3$$

- Presión horizontal del agua sobre el muro:

$$P_a = \text{densidad del agua} * H$$

$$P_a = 1 * 1,80 = 1,80 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

- Presión horizontal del suelo sobre el muro

$$P_s = \text{peso volumétrico del suelo} * h * K_p$$

$$P_s = \left(1,40 \frac{\text{T}}{\text{m}^3}\right) (0,75) * 3 = 3,15 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Fuerzas totales sobre el muro

- Fuerza total del agua sobre el muro (Fa):

$$F_a = 0,5 * P_a * H$$

$$F_a = 0,5 * 1,8 * 1,8 = 1,62 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

- Fuerza total del suelo sobre el muro

$$F_s = 0,5 * P_s * H$$

$$F_s = 0,5 * 3,15 * 0,75 = 1,18 \frac{T}{m}$$

- Momentos al pie del muro

$$M_{\text{agua}} = F_a * \frac{h}{3} = 1,62 * \frac{1,8}{3} = 0,97 \text{ T - mn}$$

$$M_{\text{suelo}} = F_s * \frac{h}{3} = 1,18 * \frac{0,75}{3} = 0,30 \text{ T - mn}$$

Tabla IV. **Momentos respecto al punto A**

Fi8	$W \left(\frac{T}{m} \right)$	Braso(m)	Momento
W_1	$(0,5 * 0,7 * 2) * 2 = 0,14$	$\frac{2}{3} * 0,70 = 0,47$	0,66
W_2	$(0,30 * 2) * 2 = 1,20$	$(0,15 + 0,70) = 0,85$	1,02
W_3	$(0,25 * 1,50 * 2) = 0,75$	$\left(\frac{1}{2} * 1,50 \right) = 0,75$	0,56
$W_{\frac{s}{3}}$	0,63	0,85	0,54

$$W = 3,98$$

$$M_r = 2,78$$

Fuente: elaboración propia.

- Verificando estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{2,78 + 0,30}{0,97} = 3,17 > 1,50$$

- Verificación estabilidad contra deslizamiento:

$$F_{sd} = \frac{1,18 + 0,9 * \tan 30^0 * 3,98}{1,62} = 2 > 1,50$$

- Verificación de presión máxima bajo el muro:

$$a = \frac{M_r + M_{suelo} - M_{agua}}{W} = \frac{\sum M_{(+)}}{W}$$

$$a = \frac{2,78 + 0,30 - 0,97}{3,98} = 0,53m$$

$$3_a = 3 \times 0,53 = 1,59m > 1,50$$

No existe presión negativa

- Excentricidad

$$e = 1,50/2 - 0,53 = 0,22$$

$$e = \frac{L}{2} - a$$

- Presión en el terreno

$$P = \frac{W}{L * b} \left(1 \pm \frac{6 * e}{L} \right)$$

$$P_{\max} = 4,99 \frac{T}{m^2}$$

$$P_{\min} = 0,32 \frac{T}{m^2}$$

$$P_{\max} = 4,99 < s = 8,00 \frac{T}{m} \quad \text{no excede el valor soporte del suelo}$$

$$P_{\min} = 0,32 \frac{T}{m^2} \quad \text{no existen presiones negativas}$$

- Revisión de corte en el talón

Corte que resiste el concreto

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 50 * 17,3$$
$$V_{cu} = 5,712,32$$

Peso total WT del talón

$$Wt = 2400 * 0,50(0,20 + 0,25) + 1000 * 0,50 * 1,5$$

$$Wt = 1,290 \frac{Kg}{m}$$

Corte actuante

$$V_a = 1,7 * C_{vwt} + 1,4 M_{wt}$$

$$V_a = 1,7(540) + 1,4 (750) = 1,968$$

El VCU es mayor al V_a en el rostro del talón, por lo tanto, el talón resiste el corte sin refuerzo.

2.1.11.4. Línea de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor. La función sanitaria es brindar un servicio durante 24 horas de forma continua, en cantidad suficiente y con calidad aceptable. Se optó por distribuir el sistema en tres redes abiertas, una principal y dos secundarias. El diseño hidráulico de las tres redes es similar.

La red o líneas de distribución están conformadas por todo el sistema de tuberías, que van desde el tanque de almacenamiento o distribución a todas las viviendas. En un sistema se pueden presentar tres tipos de redes de distribución: abiertas, cerradas y combinadas.

En este proyecto se usará el diseño de red abierta, ya que la población se encuentra muy dispersa y las pocas calles que existen no están bien definidas y la topografía del lugar no se presta para el diseño de un sistema de red cerrada ni combinada. Por el contrario, las redes abiertas son tuberías conectadas de tal forma que cada uno de los ramales tiene fin en cada punto donde distribuya agua y es aplicable en donde las viviendas están dispersas como en este caso.

2.1.11.5. Diseño de la red de distribución

Diseño distribución

Hab Act = 113

Viviendas actuales= 22

Datos:

L = 838m

Q = 0,663

h = 83,45

$$Q_{hmax} = 0,663 \frac{lt}{s} \quad \text{y 22 conexiones prediales}$$

$$D = \left(\frac{1743,811 * 838 * 0,663^{1,85}}{150^{1,85} * 83,45} \right)^{4,87} = 0,75$$

$$H_f = \frac{1743,811 * 838 * 0,663^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}} = 27,48$$

$$H_f = \frac{1743,811 * 64,96 * 0,663^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}} = 2,09$$

$$H_f = \frac{1743,811 * 778,29 * 0,663^{1,85}}{150^{1,85} * 0,926^{4,87}} = 86,95$$

Tomando en cuenta que se trabajó con un incremento de 5 % en la longitud y con un diámetro interno real de la tubería.

El diseño se hará utilizando el caudal hora máximo (QMH), con el factor de hora máximo.

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

- El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
- La presión dinámica estará entre 10 y 60 mca excepto en puntos donde exista poco desnivel se puede tener un mínimo de 5 mca.

2.1.11.6. Sistema de desinfección

Es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos como bacterias, virus y amebas presentes en el agua, se debe incorporar un sistema de desinfección, tanto en el área rural como urbana, el cloro, ya sea como gas o como compuestos clorados.

El tratamiento o sistema de desinfección mínimo que se le debe dar al agua para consumo humano es de control sanitario.

Existen métodos que pueden ayudar a la desinfección como la filtración que es un método físico, aunque este no garantiza la calidad del agua, otro método que destruye gérmenes nocivos es el de ebullición, también los rayos ultravioleta pueden ser utilizados para la desinfección, pero tienen un alto costo. Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro; siendo el cloro el más recomendado y utilizado.

2.1.11.6.1. Hipoclorador

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65 %, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en el tanque de distribución.

2.1.12. Obras hidráulicas

Estas se describen en los siguientes párrafos.

2.1.12.1. Cajas de captación

Es una obra de arte del sistema y sirve para recolectar el agua proveniente de fuentes o nacimientos, en este proyecto en especial, el agua se recolectará de un nacimiento tipo acuífero de brote definido. El tanque será de concreto reforzado y deberá protegerse con una cuneta para evitar el ingreso de corrientes pluviales. Para efectuar la obra de captación se deben tener presentes tres aspectos importantes al momento de decidir la ubicación de la misma, esta debe ubicarse, de tal manera, que la corriente no amenace la seguridad de la estructura que impida el acceso de personas y animales, además de ubicarse, para evitar acumulaciones de bancos de arena.

Los componentes del tanque de captación son básicamente los siguientes:

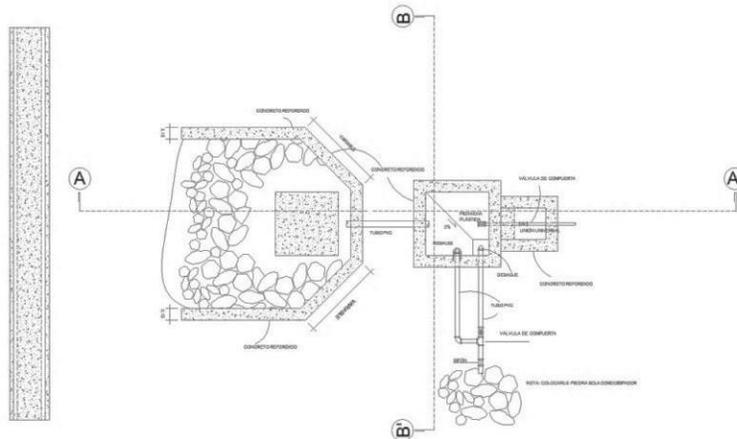
- Cuneta
- Filtro de grava y arena
- Entrada de agua
- Tapadera
- Rebalse

- Válvula
- Tanque de captación
- Caja de válvula
- Llave de compuerta
- Salida de agua, tubo PVC de diámetro 1"

Algunos lineamientos de construcción

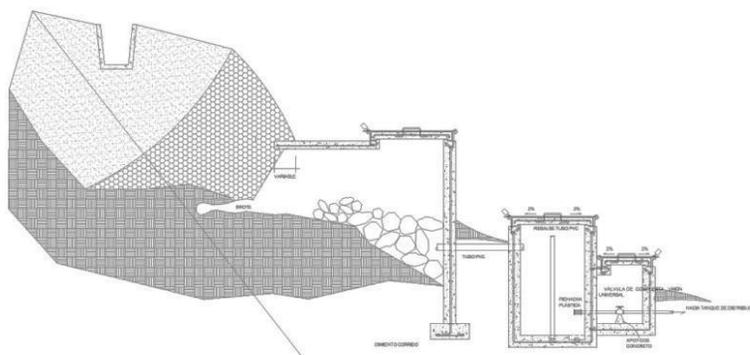
- Los muros serán de concreto reforzado.
- La loza será de concreto reforzado.
- Colocar filtro de piedra bola (piedra superpuesta), sobre el filtro.
- Para el buen funcionamiento, la obra de captación tendrá rebalse y drenaje.
- Ingreso con tapadera en la loza.
- La caja de aforo y de válvulas, tendrán paredes de concreto reforzado.
- Se deberá de mantener las condiciones naturales del lugar de captación y área libre de maleza, desechos y tener cuidado de no deforestar.

Figura 3. **Caja típica de captación, planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 4. **Caja típica de captación, perfil**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.12.2. Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes

Estos permiten conducir el agua y la tubería de un lado a otro manteniendo la horizontalidad y no perder las presiones del fluido, siempre y cuando la depresión no sea muy grande.

2.1.12.3. Conexión predial

Están compuestas por tuberías y accesorios, destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución a la vivienda. En este proyecto, el tipo de distribución es predial, lo que significa que en cada vivienda se instalará un chorro.

La conexión predial o domiciliar está compuesta de:

- Una llave de chorro
- Una llave de paso
- Un niple de 5"
- Un niple de 1"
- 2 adaptadores hembra
- 2 codos H.G. de 90° y diámetro ½"
- Una base de concreto de un metro por 0,20 m

2.1.12.4. Pasos aéreos

Son estructuras utilizadas para superar obstáculos naturales como ríos, quebradas, barrancos, zanjones y pasos de corriente invernol o cualquier otro obstáculo. En este tipo de obra se utilizarán tubería de hierro galvanizado y se colocarán horizontalmente, soportados por cable de acero galvanizado y

suspensión para sostenerlos, evitando así que sufran roturas o fracturas, este a la vez, está sujeto a dos columnas de concreto reforzado, con el respectivo anclaje de concreto ciclópeo (ver planos en apéndice).

Diseño de paso aéreo

Datos:

Diámetro de tubería: 1 ¼ HG

Longitud = 90m

Peso por pie del tubo = 2.6 kg

f'c = resistencia del concreto = 210 kg/cm²

Fy' = esfuerzo de fluencia del acero = 2,810 kg/cm²

Peso específico del concreto = 2.4 ton/m

Peso específico del suelo = 1.6 ton/m³

Peso específico del concreto ciclópeo = 2 ton/m³

Valor soporte del suelo = 15 ton/m²

- Cálculo de carga muerta

$$CM_{\text{agua}} = \frac{\pi}{4} * \left(\frac{1,25}{12}\right)^2 * 62,40 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} = 0,53 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

$$CM = 0,53 + 2,6 = 3,13 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- Carga viva

-

Se considera a 1 persona de 150 lb cada 20 pies.

$$CV = 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- Carga horizontal

Velocidad de viento 70 km/h

Presión de viento 20 lbs/pie²

$$W = 1,25 * \frac{1 \text{ pie}}{12''} * \frac{20 \text{ lb}}{1 \text{ pie}^2} = 2,08 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- Integración de cargas (U) ACI 318-83, cargas de viento

$$U = 0,75 * (1,4 * CM + 1,7 * CV * 1,7 * W)$$

$$U = 0,75 * (1,4 * 3,13 + 1,7 * 7,5 + 1,7 * 2,08) = 15,50 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- Se revisa la carga última

$$U' = (1,4 * 3,13 + 1,7 * 7,5) = 17,13 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Se diseñó con la condición de carga crítica 17.13 lb/pie

- Diseño de cable principal

$$H = \frac{U*s^2}{8*d} \quad \text{tensión horizontal}$$

$$T = H \sqrt{1 + \left(\frac{16 \cdot d^2}{S^2}\right)} \quad \text{tensión máxima}$$

$$V = \sqrt{T^2 - H^2} \quad \text{tensión vertical}$$

$$S = 90 = \text{luz} = 295,28 \text{ pie}$$

$$d = \text{flecha} = \frac{S}{24} = \frac{295,28}{24} = \frac{12,30 \text{ pie}}{3,28} = 3,75 \text{ m}$$

d = flecha

$$H = 15\,178,55 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \quad T = 15\,387,79 \text{ lb} \quad V = 2\,528,95 \text{ lb}$$

V = variación de la flecha

- Se selecciona el cable de 1/2 " de diámetro con alma de acero de 6*9 hilos y peso de 0,43 lb/pie.

Integrando el peso propio del cable a la carga muerta

$$CM = CM + W_{\text{cable}} = 3,13 + 0,43 = 3,56 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- La carga última será

$$U = 1,4(3,56) + 1,7(7,5) = 17,734 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

$$H = \frac{17,734 * 295,28^2}{8 * 12,83} = 15,713,74 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

$$T = 15\,929,60 \text{ lb} \quad V = 2\,613,53 \text{ lb}$$

- Longitud total del cable

$$L = S + \left[\frac{8 * d^2}{3 * s} \right] = 90 + \left[\frac{8 * 3,75^2}{3 * 90} \right] = 90,41 = 90,50 \text{ m}$$

$$S_I = \frac{90}{4} = 22,5 \text{ m} \quad L_I = \sqrt{22,5^2 + 2^2} = 22,58 = 23 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = (90,50 + 2 + 23) * 1,1 = 149,6 \text{ m} = 150 \text{ m}$$

- Péndolas
Carga

$$Y = \frac{Ux(s-x)}{2 * H}$$

$$U = 17,73 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \left(\frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} \right) \left(\frac{1 \text{ pie}}{0,3048} \right) = 26,44 \text{ kg}$$

$$H = 15,713,74 \left(\frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} \right) = 7,142,61 \text{ kg}$$

Torre soporte

$$b = 0,4 \text{ m}$$

$$h = 0,4\text{m}$$

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

Momento de inercia

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,40 * 0,40^3}{12} = 0,0021333\text{m}$$

- Radio de giro

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,0072}{0,40 * 0,40}} = 0,115469\text{m}$$

Lu = longitud libre de columna = 4,10m

Longitud total de columna = 4,10 + 1,20 = 5,30m

Verificación por esbeltez

$$Esb = \frac{K * Lu}{r} = \frac{2 * 4,10}{0,115469} = 71,05 \quad 71,05 \leq 22 = \text{ok}$$

Carga crítica:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EL}{2Lu} = \frac{\pi^2(15100\sqrt{210})\left(\frac{0,40 * 40^3}{12}\right)}{(410 * 2)^2} = 685\,200,00 \text{ ton}$$

$$685\,200 * \frac{\text{ton}}{1\,000} = 685,20 \text{ ton}$$

La columna solo está actuando a compresión bajo una fuerza axial pequeña de $V = 2613,53 \text{ lb} = 1,31 \text{ ton}$.

- Refuerzo de columna:

$$A_s = 0,01 \left(\frac{A_g}{2} \right) = 0,01 \left(\frac{40 * 40}{2} \right) = 8\text{cm} = 4 \text{ no } 4 + 4 \text{ no } 3$$

- Carga axial que soporta la columna:

$$P_u = \phi (f'_c)(A_g - A_s) + A_s(f_y)$$

$$P_u = 0,7 (0,85 * 210 * (40 * 40) + 8,88 * 2810) = 217,386,96 \text{ kg}$$

$$P_u = 239,13 \text{ ton}$$

- Zapata

Peralte mínimo debido a la carga pequeña que soporta la zapata

Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior 15 cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,5 cm

Sumando = $15+7,5 = 22,5 = 30 \text{ cm}$

$$FCU = \frac{U}{CM + CV} = \frac{17,734}{3,13 + 7,5} = 1,67$$

Carga que soporta la zapata

- Componentes verticales de la tensión del cable $v/2 =$

- $1,31/2 = 0,655 \text{ t}$

- Peso propio de la columna

- $\delta_c * A_g * h = 2,4 * 5,3 * 0,4 * 0,4 = 2,04\text{t}$

- Peso propio del suelo

- $\delta_s * des * Area = 1,6 * 1,2 * 0,84 = 1,61\text{t}$

- Peso propio de la zapata

- $\delta_c * b * t^2 = 2,4 * 0,30 * 1^2 = \frac{0,72\text{t}}{5,02\text{t}}$

- $P_z =$ Suma de cargas que actúan bajo la zapata

$$\frac{P_z}{A_z} = \frac{5,02}{1 * 1} = 5,02 \leq 15 \text{ ton ok}$$

- Carga última

$$W_u = P_z * F_{cu} = 5,02 * 1,67 = 8,36 \text{ ton}$$

- Chequeo por corte simple

d = peralte – recubrimiento

$$d = 0,30 - 0,08 = 22\text{cm}$$

$$V_a = W_u * b * c = 8,36 * 1 * 0,08 = 0,67\text{t}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 0,53 * (210)^{\frac{1}{2}} * b * d}{1000}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 22}{1000} = 14,36 \text{ ton}$$

Sí resiste $V_c = 14,36 > V_a = 0,67 \text{ t}$

- Chequeo por corte punzante:

$$V_a = W(\text{área de zapata} - \text{area punzante})$$

$$V_a = 8,37 * [(1 * 1) - (0,40 * 0,22)^2] = 5,15 \text{ ton}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 1,06 * (f'c)^{\frac{1}{2}} * (\text{perímetro punzante}) * d}{1000}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 248 * 22}{1000} = 71,24 \text{ ton}$$

Sí resiste, porque: $V_c = 71,24 > V_a = 5,15 \text{ ton}$

- Chequeo por flexión

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2} = \frac{8,37 * 0,30}{2} = 0,38 \text{ t - m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 22 \text{ cm}$$

$$F_y = 2810$$

$$f'_c = 210$$

$$A_s = \left[bd^2 - \sqrt{\frac{M_u - b}{0,003825 * f_c}} \right] * \frac{0,85 * f_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[100 * 22 - \sqrt{(22 * 100)^2 - \frac{376 * 100}{0,003825 * f_c}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_s = 0,68 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{0,68}{100 * 22} = 3,0909E^{-4} \text{ cm}^2 \quad P_{\min} = 0,4 \left(\frac{14,1}{2810} \right) 100 * 22$$

$$P_{\min} = 4,42$$

$A_s = 4$ no 4 en ambos lados

Anclaje muerto

$$H = 15713,74 \text{ lb} = 7,856 \text{ ton}$$

$$T = 15929,60 \text{ lb} = 796 \text{ ton}$$

$$T_y = 2613,53 \text{ lb} = 1,31 \text{ ton}$$

W = peso del muerto

F = fuerza

E = empuje

$$W = \delta_{cc} * h^3 = 2h^3$$

$$E = \frac{1}{2} * \delta_c * h^3 * k_p$$

$$E = \frac{1}{2} * 1,6 * h^3 * 3 = 2,4 h^3$$

Chequeo por volteo

$$M_w = \frac{1}{2} * h * W = \frac{1}{2} * h * 2h^3 = 1h^4$$

$$M_E = \frac{1}{3} * h * E = \frac{1}{3} * h * 2,4h^3 = 0,80 h^4$$

$$M_y = 1,5 * \left(\frac{1}{2} * h * V\right) = 1,5 * \left(\frac{1}{2} * h * 1,31t\right) = 0,98h$$

$$M_H = 1,5(h * H) = 1,5(h * 7,96) = 11,94h$$

Comparando

$$(h^3 + 0,80 h^4 = 0,98h + 11,94h) = 1,8h^4 = 12,92h$$

$$= \left(\frac{12,92}{1,8} \right)^{\frac{1}{3}} = 1,93\text{m}$$

Chequeo con $h = 2\text{m}$

$$M_W = \frac{1}{2} * 2 * 2(2)^3 = 16 \text{ ton}$$

$$M_E = \frac{1}{2} * 2 * 2,4(2)^3 = 12,8 \text{ ton}$$

$$M_V = \frac{1}{2} * 2 * 1,31 = 1,31 \text{ ton - m}$$

$$M_H = 2 * 7,96 = 15,92 \text{ ton - m}$$

$$\left(\frac{16 + 12,8}{1,31 + 15,92} \right) = 1,67 \quad \text{como } 1,67 > 1,5 \text{ resiste al volteo}$$

Chequeo por deslizamiento

$$F = \mu * W = 0,5 * 16 = 8\text{t}$$

$$E = 19,2 \text{ ton}$$

$$F_{\text{rest}} = \frac{8 + 16}{7,86} = 3,46 \quad \text{como } 3,46 > 1,5 \text{ la estructura no se desliza}$$

Fuerza de viento

F.V = presión de viento * área de contacto

$$F, V = 20 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \left(\frac{1}{2} * 1,25 * 2,96 \text{ pie} \right) = 616,66 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Factor de seguridad = 1,33

$$F, U = 616,66 * 1,33 = 820,16 \text{ lb}$$

Se usará cable de acero galvanizado con alma de acero de 3/8", con esfuerzo de ruptura de 3 600 lb.

2.1.13. Presupuesto

El detalle del presupuesto correspondiente se describe en la tabla V.

Tabla V. Presupuesto

Núm.	Descripción	Cantidad	Unidad	P/U	Precio renglón
1	Trabajos preliminares	5 309	ml	Q 14,49	Q 76 943,34
2	Captación	1	u	Q 59 933,07	Q 59 933,07
3	Línea de conducción	1 675	ml	Q 138,36	Q 231 753,00
4	Tanque de distribución 16m3	1	u	Q 77 964,20	Q 77 964,20
5	Caseta de cloración	1	u	Q 19 512,18	Q 19 512,18
6	Red de distribución	2 547	ml	Q 120,80	Q 307 677,60
7	Caja distribuidora de caudales	1	u	Q 20 933,73	Q 20 933,73
8	Caja + válvula de compuerta	3	u	Q 4 005,07	Q 12 015,21
9	Caja + válvula de limpieza	3	u	Q 4 485,80	Q 13 457,40
10	Caja + válvula de aire	3	u	Q 6 253,45	Q 18 760,35
11	Pazo de zanjón 6 ml	4	u	Q 8 960,35	Q 35 841,40
12	Servicios domiciliarios	50	u	Q 2 376,46	Q 118 823,00
13	Paso aéreo 90 ml	1	u	Q 62 276,64	Q 62 276,64
14	Paso aéreo 36 ml	1	u	Q 25 252,68	Q 25 252,68
15	Paso aéreo 30 ml	1	u	Q 23 676,55	Q 23 676,55
16	Paso aéreo 12 ml	2	u	Q 14 010,00	Q 28 020,00
17	Muerto para tubería HG	35	u	Q 536,93	Q 18 792,55

TOTAL DEL PRESUPUESTO	Q	1 151 632,90
-----------------------	---	--------------

Fuente: elaboración propia.

2.1.13.1. Operación y mantenimiento

La persona encargada del funcionamiento y mantenimiento deberá ser de preferencia un fontanero, que tenga conocimientos en el tema, el cual deberá revisar periódicamente todos los componentes que conforman el sistema para garantizar el adecuado funcionamiento.

El trabajo del fontanero consiste en: detectar fugas y tapones que puedan existir, tanto en la línea de conducción, distribución y conexiones prediales, la reparación de estas, dar el mantenimiento necesario a las obras de arte, las cuales pueden ser: limpieza, reparación y velar por el buen estado de todas las obras que complementan el sistema. De manera especial debe cuidar que el tratamiento con cloro se haga bien.

La supervisión del personal encargado del mantenimiento y operación del sistema es indispensable para el buen funcionamiento, ya que de lo contrario se ira deteriorando poco a poco, hasta llegar al colapso y dejará de funcionar de forma eficiente o en el peor de los casos a la destrucción.

2.1.13.2. Propuesta de tarifa

En algunos casos o proyectos, el sistema debe de contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado, para garantizar el funcionamiento del mismo durante el período de diseño. Por lo tanto, es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle mantenimiento preventivo, correctivo y reparación, lo cual se puede llevar a cabo, asignando una tarifa mensual por conexión, no será en el caso del proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío Hierba Buena Baja, aldea Las Manzanas, ya que la comunidad es de escasos recursos, pero al

menos sería bueno el cobro de un pago significativo, no solo para el sostenimiento del proyecto, sino también para evitar el desperdicio del vital líquido.

2.1.13.3. Evaluación de impacto ambiental

Analiza los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, fauna, flora, suelo, aire, agua, clima, paisaje y la estructura y función del medio ambiente.

2.1.13.4. Evaluación socioeconómica

Es una metodología que indica cómo se ha de evaluar un proyecto de inversión, consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir determinar, el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.13.5. Valor presente neto

Es el valor monetario, que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. El VAN utiliza una tasa de descuento, llamada así, porque descuenta el valor de dinero en el futuro al equivalente en el presente. Esto es aplicable a proyectos que tienen un costo por el servicio, no es el caso de este proyecto.

Es un indicador que mide la recuperación de la inversión de los proyectos con valores actualizados, tanto de ingresos/beneficios como de los costos. La actualización se realiza a una tasa de descuento equivalente al costo de oportunidad del capital. En proyectos de inversión social se acepta una tasa del 12 % anual.

Es entonces, la sumatoria anual de los ingresos actualizados menos la sumatoria anual de los costos actualizados, es decir, el valor presente ingreso/beneficio menos el valor presente costos menos inversión inicial. En este proyecto el servicio será gratuito sin ningún costo, por lo que no se aplicará en el mismo.

2.1.13.6. Tasa interna de retorno

Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. La TIR es la tasa de interés real que genera el proyecto en n períodos. Al igual que el VAN, se realizan estos análisis cuando el servicio es cobrado, no en este caso.

Para la tasa interna de retorno se debe considerar el concepto de esta. La tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los meritos de un proyecto. Dicho número no depende de la tasa de interés que rige el mercado de capitales. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada, excepto de los flujos de caja del proyecto.

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

que el presente proyecto es de carácter social es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva.

2.2. Sistema de alcantarillado sanitario para el Los Chulubes, aldea Chuscaj z-4, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango

Presenta una solución a la problemática de las aguas negras que corren a flor de tierra que por lo tanto provocan contaminación ambiental, problemas de salud y falta de ornato.

2.2.1. Descripción del proyecto

Consiste en el diseño de alcantarillado sanitario para colonia Las Flores, Los Chulubes, aldea Chuscaj, zona 4, municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango. Dicha necesidad fue identificada debido a que es una colonia que fue formada hace poco tiempo y que la problemática que viven los pobladores es a raíz de la falta de este elemental servicio. La red a diseñar presenta una longitud de 1 044,30 metros, se diseñaron 26 pozos de visita, los cuales se construirán de acuerdo a especificaciones, tales como alturas mínimas, cotas invert, entre otros.

La tubería a utilizar será PVC, Norma ASTM D-3034 y tendrá un diámetro de 4" y 6", las pendientes de la tubería se tomarán de acuerdo a las pendientes del terreno, evitando rebasar las velocidades y caudales permisibles.

2.2.2. Estudios topográficos

Los utilizados para este estudio son de altimetría y planimetría.

2.2.2.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y en general todos aquellos puntos de importancia. Para el levantamiento planimétrico se utilizó el método de conservación de azimut. Tiene la ventaja que permite conocer el error de cierre.

Para este levantamiento se utilizó:

- Un teodolito marca Sokisha TM20
- Un estadal o estadia
- Una cinta métrica
- Dos plomadas
- Trompos de madera
- Clavos y pintura

2.2.2.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal, la tercera dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos del terreno. Para ello se miden distancias verticales y horizontales. El levantamiento que se realizó en este caso, fue de primer orden, por tratarse de un proyecto de drenaje en el que la precisión de los datos es muy importante.

El levantamiento debe ser preciso y la nivelación debe ser realizada sobre el eje de las calles. Se toman elevaciones en las siguientes circunstancias.

- En todos los cruces de las calles

- En todos los puntos en donde haya cambio de pendiente del terreno.
- En todos los puntos donde hay cambio de dirección.
- En todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- A distancias no mayores de 20 metros.

2.2.3. Período de diseño

Es el período en el cual el funcionamiento del sistema será eficiente. Los sistemas de alcantarillado según las normas de Instituto del Fomento Municipal (Infom), serán proyectados para cumplir la función durante un periodo de 20 años, para los materiales y accesorios a partir de la fecha de construcción y para la colonia habitada en la totalidad.

Para determinar el período de diseño de una obra de ingeniería, deberán tomarse en cuenta factores como la vida útil de las estructuras, los materiales y el equipo competente, así como las futuras ampliaciones de las obras planificadas y el crecimiento poblacional, tomando en cuenta el posible desarrollo urbanístico, comercial o industrial, durante el periodo determinado.

En este tipo de proyectos es recomendable sumarle 1 o 2 años, adicionales al período de diseño, por las gestiones que conllevan la autorización y el desembolso económico.

2.2.4. Cálculo de población futura

Los métodos que se utilizan, regularmente, para estimar la población a futuro de una comunidad son:

- De incremento aritmético
- De incremento geométrico

2.2.4.1. Método geométrico

El crecimiento que se obtiene con este método se comporta más acorde al crecimiento real de la población, por lo cual es el más utilizado. El comportamiento se muestra gráficamente con una curva, la ventaja de este método es que no necesita muchos datos y, por otro lado, la desventaja es que se puede sobre estimar la población.

Debido a que la comunidad para la cual se diseñará el sistema de alcantarillado, existe un límite de predios se estimó como habitados en la totalidad siempre y cuando tomado el porcentaje de habitantes por casa.

2.2.5. Tipo de sistema

En los alcantarillados existen 3 tipos básicos: para elegir uno de estos sistemas dependerá los estudios que se realicen y las condiciones que se presenten, tanto físicas, funcionales y económicas, siendo esta última la más importante.

- Alcantarillado sanitario: la función es la de recoger las aguas provenientes de los domicilios, provenientes de baños, cocinas, servicios y conexiones

ilícitas; residuales comerciales como restaurantes y garajes; aguas negras producidas por industrias e infiltración. Este proyecto se diseñará tomando en cuenta las necesidades y aspectos socioeconómicos de los beneficiarios, así como las vías de acceso al municipio y la contaminación del ambiente por la mala disposición de aguas negras.

- El alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia o que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: se transportan los dos caudales antes mencionados.

En esta comunidad carecen de cualquier tipo de alcantarillado sanitario, las calles son de terracería, por lo cual se optó por diseñar un sistema de drenaje, en el cual se excluirán las aguas de lluvia, provenientes de las calles y otras superficies.

2.2.6. Diseño del sistema

Se realiza con base en un estudio detallado de la población, para determinar los factores que influyen en el diseño del mismo.

2.2.7. Uso del agua

En este tipo de proyectos sanitarios los desechos líquidos de casas, comercios y fábricas, no contaminantes que son transportados por el colector, son dirigidos a plantas depuradoras para el tratamiento y posterior vertido a un cauce que permita al agua continuar el ciclo hidrológico.

2.2.8. Cálculo de caudales

Es determinar el caudal que puede transportar el drenaje, está determinado por el diámetro, pendiente y velocidad de flujo dentro de la tubería. Por norma, el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión.

Está compuesto por los caudales que se integran al sistema. Siendo los siguientes.

2.2.8.1. Caudal domiciliar

Es la aportación unitaria o especificada de aguas servidas que fueron utilizadas para limpieza, producción de alimentos y aseo personal, las cuales son introducidas a la red de alcantarillado. El agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable, con que se provee a cada domicilio.

2.2.8.1.1. Factor de retorno

Una parte de esta no será llevada al alcantarillado, como la de los jardines y lavado de vehículos, de tal manera que el valor de caudal domiciliar está afectado por un factor que varía entre 70 y 90 %, el cual queda integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{Dot} * \text{núm hab} * F, R}{86,400}$$

Donde:

Dot. = dotación

Núm. hab. = número de habitantes

Qdom = caudal domiciliario

FR = factor de retorno

2.2.8.2. Caudal comercial

Como referencia se le da este nombre a las aguas negras que se calculan con base en el tipo de comercio que las desecha, estos pueden ser; hoteles, restaurantes y cualquier otro que pueda considerarse dentro de estos, se calcula en lts/comercio/día.

$$Q_{\text{con}} = \frac{\text{Núm. com} * \text{Dot}}{86\ 400}$$

Donde:

Qcom = caudal comercial

Dot = dotación (litros/kilómetro/día)

Núm. com. = número de comercios

2.2.8.3. Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por viviendas que colocan las bajadas de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se considera un porcentaje de vivienda que puedan conectar las aguas pluviales al sistema, el cual varía de 0,5 % a 2,5 %.

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{\text{Do, Ilícitas} * \text{núm. hab}}{86\,400}$$

Donde:

Qconexión ilícita = caudal de conexiones ilícitas

Dot. ilícita = dotación propuesta para el lugar en estudio (120/hab/día)

Núm. hab. = número de habitantes a servir

2.2.8.4. Caudal de infiltración

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

Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o en litros diarios por kilómetro de tubería. Se incluye la longitud de tubería de las conexiones domiciliarias, aceptando un valor de 6,00 m por cada casa, la dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 lts/km/día.

$$Q_{\text{Inf}} = \frac{\text{Dot} * (\text{mts, tubo} + \text{núm, casas} * 6 \text{ mts}) * \frac{1}{1\,000}}{86,400}$$

En donde:

Qinf. = caudal de infiltración

Dot. = dotación de infiltración

No. de casas = número de casas

Para este diseño se tomó el caudal de infiltración como cero, ya que se utilizará tubería PVC Junta Rápida Norma 3034.

2.2.8.5. Caudal industrial

Este tipo de caudal es producido por fábricas de alimentos, textiles y cualquier otro tipo de industria. Se calcula por medio de una dotación asignada a cada industria, dependiendo del tipo y tamaño de la industria. (Solo como referencia).

$$Q_{ind} = \frac{\text{Núm, Ind} * \text{Dot}}{86,400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial

Dot = dotación (litros/industria/día)

Núm. ind. = número de industrias

2.2.9. Factor de caudal medio

Es el que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de los caudales que contribuyan y se puedan encontrar dentro del perímetro de diseño del sistema de alcantarillado sanitario, dividiéndolo dentro del tiempo total de un día y se expresa en litros/habitantes/día.

En este diseño solo fue tomado en cuenta el caudal domiciliar y de conexiones ilícitas, ya que no existen comercios ni industrias y se utilizará tubería PVC en totalidad.

$$FQM = \frac{Q_{med}}{86,400}$$

Donde:

Qmed = caudal medio

FQM = factor de caudal medio

Las instituciones que se dedican al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, han creado valores que faciliten la obtención del caudal medio. Este factor debe estar comprendido entre los rangos de 0,002 a 0,005.

El valor a utilizar como factor es de 0,003.

2.2.10. Velocidad de flujo

Las velocidades altas son las causantes de la erosión que se puede presentar en las tuberías, puesto que los materiales abrasivos como la arena, desgastan la parte interior del tubo, cuando son transportadas por encima de los límites de velocidad admisibles del mismo.

La velocidad mínima está condicionada por las materias orgánicas e inorgánicas que se sedimentan, debido al efecto de estancamiento. Si la velocidad no es la suficiente para arrastrarla, se irán acumulando hasta taponar las tuberías.

Las velocidades mínimas y máximas admisibles para tubería de PVC, son de 0,4 m/seg y 4,0 m/s respectivamente.

$$V = \left(\frac{1}{N}\right) 0,03429 \left(D^{\frac{2}{3}}\right) \left(\frac{5}{100}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= velocidad

D = diámetro

S = porcentaje de tubería

2.2.11. Tirante

La altura del tirante de flujo deberá ser mayor de 10 % del diámetro de la tubería y menor de 75 % de la misma. Estos parámetros aseguran el funcionamiento como canal abierto, así como funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

2.2.12. Factor de Harmon

Es el valor estadístico que está en función del número de habitantes localizados en el área de estudio, regula un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico para las horas pico. Se expresa por medio de la fórmula de Harmon, cuyo valor disminuye si la población aumenta y aumenta si la población disminuye:

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

Donde:

F.H. = factor de Harmon

P = población futura acumulada en miles

2.2.13. Caudal de diseño

Es el que se diseña cada tramo del sistema sanitario, de acuerdo a los datos obtenidos o investigados y aplicados en un periodo de diseño.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmon y el número de habitantes a servir. En este caso se compara el diseño para poblaciones actual y futura con las siguientes expresiones y los cálculos respectivos.

$$Q_{dis} = \text{núm. hab} * F, H * FQM$$

$$Q_{dis. actual} = (Fqm)(FH actual)(\text{núm. de habitantes actual})$$

$$Q_{dis. futuro} = (Fqm)(FH futuro)(\text{núm. de habitantes futuro})$$

Donde:

Qdis. = caudal de diseño

No. hab = número de habitantes futuros acumulados

F.H. = factor de Harmon

FQM = factor de caudal medio

2.2.14. Principio hidráulicos

A continuación se detallan los principios hidráulicos utilizados para el diseño.

2.2.14.1. Ecuación de Manning para flujo de canales

La fórmula de Manning es utilizada para el cálculo de los valores de velocidad y caudal que ocurren en un canal, también son involucrados los factores que más afectan al flujo de las aguas dentro del canal.

$$V = \frac{\sqrt{R^2}}{n} + \sqrt{S}$$

Donde:

V = velocidad

R = radio hidráulico

S = pendiente

N= coeficiente de rugosidad, depende del material que se utiliza

Debido a que los diámetros nominales utilizados son dados en pulgadas, la fórmula anterior, ha sido adaptada para poder ser usada de la siguiente forma.

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

Donde:

V = velocidad

2.2.14.2. Ecuación a sección llena

Para calcular la velocidad y caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando se emplea la fórmula siguiente:

$$V = \frac{\sqrt{R^2}}{n} + \sqrt{S}$$

Donde:

V= velocidad

R= radio hidráulico

S = pendiente

n = coeficiente de rugosidad, el cual depende del material que se utiliza

$$Q = AxV$$

Donde

Q = caudal a sección llena

A = área de la tubería

V = velocidad a sección llena

2.2.14.3. Ecuación a sección parcialmente llena

Para calcular las características hidráulicas de la tubería circular a sección parcialmente llena de flujo, se utiliza la siguiente ecuación.

$$\alpha = \left[\frac{\theta^2}{4} \right] * \left\{ \left(\pi * \left(\frac{\theta}{360} \right) \right) \left(\text{sen} \left(\frac{\theta}{2} \right) \right) \right\}$$

$$P = \frac{\pi * \theta^2}{360}$$

$$V = \left(\frac{1}{h}\right) * \left(R^{\frac{2}{3}}\right) * \left(5^{\frac{1}{2}}\right)$$

$$r = \left(\frac{D}{4}\right) * \left\{1 - \left[360 * \left(\frac{\text{sen}\theta}{2\pi\theta}\right)\right]\right\}$$

$$q = a * v$$

$$d = \left(\frac{D}{2}\right) * \left\{1 - \left[\cos\left(\frac{D}{2}\right)\right]\right\}$$

Donde:

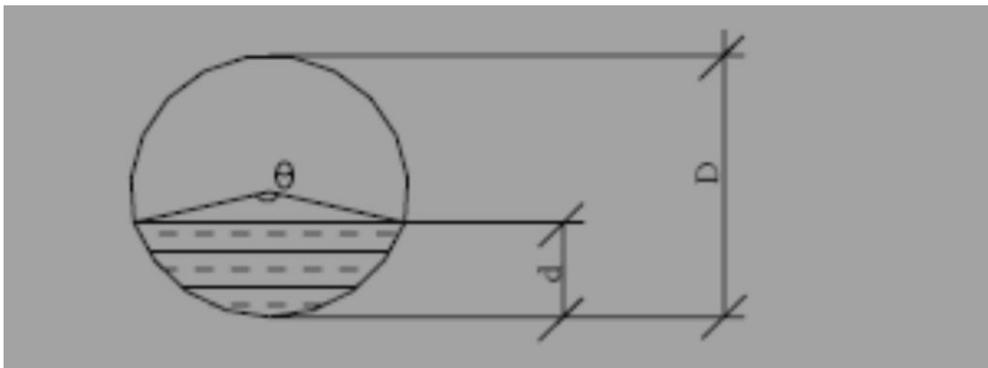
D = diámetro de tubería

d = tirante de la sección

v = velocidad a sección parcial

q = caudal a sección parcial

Figura 5. **Sección parcialmente llena**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.14.4. Relaciones hidráulicas

Estas relaciones se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. Relaciones hidráulicas

Tubería PVC				Tubería PVC			
q/Q	v/V	d/D	a/A	q/Q	v/V	d/D	a/A
0.000151	0.088980	0.010000	0.001693	0.321691	0.890908	0.390000	0.361082
0.000672	0.140803	0.020000	0.004773	0.336988	0.902170	0.400000	0.373530
0.001608	0.183921	0.030000	0.008741	0.352505	0.913154	0.410000	0.386030
0.002980	0.222095	0.040000	0.013417	0.368230	0.923862	0.420000	0.398577
0.004802	0.256893	0.050000	0.018693	0.384151	0.934299	0.430000	0.411165
0.007083	0.289158	0.060000	0.024496	0.400255	0.944467	0.440000	0.423789
0.009829	0.319412	0.070000	0.030772	0.416530	0.954371	0.450000	0.436444
0.012043	0.348007	0.080000	0.037478	0.432962	0.964012	0.460000	0.449125
0.016726	0.375193	0.090000	0.044578	0.449538	0.973393	0.470000	0.461826
0.020878	0.401157	0.100000	0.052044	0.466246	0.982517	0.480000	0.474542
0.025498	0.426042	0.110000	0.059849	0.483071	0.991385	0.490000	0.487268
0.030585	0.449964	0.120000	0.067972	0.500000	1.000000	0.500000	0.500000
0.036135	0.473014	0.130000	0.076393	0.517019	1.008362	0.510000	0.512732
0.042145	0.495268	0.140000	0.085095	0.534114	1.016474	0.520000	0.525458
0.048609	0.516790	0.150000	0.094060	0.551271	1.024336	0.530000	0.538174
0.055524	0.537633	0.160000	0.103275	0.568475	1.031949	0.540000	0.550875
0.062884	0.557845	0.170000	0.112727	0.585711	1.039313	0.550000	0.563556
0.070683	0.577464	0.180000	0.122402	0.602964	1.046430	0.560000	0.576211
0.078914	0.596526	0.190000	0.132290	0.620219	1.053300	0.570000	0.588835
0.087571	0.615060	0.200000	0.142378	0.637461	1.059922	0.580000	0.601423
0.096647	0.633094	0.210000	0.152658	0.654673	1.066296	0.590000	0.613970
0.106134	0.650652	0.220000	0.163119	0.671840	1.072422	0.600000	0.626470
0.116024	0.667755	0.230000	0.173753	0.688945	1.078300	0.610000	0.638918
0.126310	0.684422	0.240000	0.184549	0.705972	1.083927	0.620000	0.651309
0.136982	0.700670	0.250000	0.195501	0.722903	1.089305	0.630000	0.663637
0.148032	0.716516	0.260000	0.206600	0.739721	1.094430	0.640000	0.675896
0.159452	0.731973	0.270000	0.217838	0.756408	1.099301	0.650000	0.688081
0.171231	0.747054	0.280000	0.229208	0.772947	1.103917	0.660000	0.700186
0.183361	0.761771	0.290000	0.240703	0.789319	1.108275	0.670000	0.712205
0.195831	0.776135	0.300000	0.252316	0.805504	1.112372	0.680000	0.724132
0.208633	0.790156	0.310000	0.264040	0.821484	1.116207	0.690000	0.735960
0.221755	0.803842	0.320000	0.275868	0.837238	1.119774	0.700000	0.747684
0.235187	0.817203	0.330000	0.287795	0.852745	1.123072	0.710000	0.759297
0.248919	0.830244	0.340000	0.299814	0.867985	1.126096	0.720000	0.770792
0.262940	0.842975	0.350000	0.311919	0.882936	1.128840	0.730000	0.782162
0.277239	0.855401	0.360000	0.324104	0.897575	1.131301	0.740000	0.793400
0.291805	0.867528	0.370000	0.336363	0.911878	1.133473	0.750000	0.804499
0.306626	0.879362	0.380000	0.348691				

Fuente: Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. p. 38.

2.2.15. Secciones y pendientes

Con los datos del caudal ya conocidos es propuesta la sección a utilizar, revisando que las velocidades cumplan, las pendientes se calculan de acuerdo a las cotas invert; deben seguir, hasta donde sea posible, la inclinación del terreno con el objeto de tener excavaciones mínimas. al igual que las velocidades se revisan para que estén dentro de los rangos permitidos

2.2.16. Diámetro de tuberías

El diámetro mínimo de tubería que se utiliza para el diseño de alcantarillado sanitario es de 8 pulgadas, cuando se trabaja con tubería de concreto; esto se deberá a requerimientos de flujo y limpieza, con lo cual se evitan las obstrucciones en la tubería. En tubería de cloruro de polivinilo (PVC), el diámetro mínimo es de 6 pulgadas; para este proyecto se utilizó este tipo de tubería, sin embargo, en tramos iniciales con muy poco caudal.

2.2.17. Cotas invert

Son las cotas o elevaciones que indican a que profundidad de la superficie, se encuentra la tubería de llegada y la de salida en un pozo. Estas cotas se calculan con base a la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo. Las profundidades mínimas a las que se debe instalar la tubería son: 1,00 metro donde no circule tránsito pesado y 1,20 metros para vías donde es pesado, con esto se evita que la tubería se rompa por el efecto de la carga que se produce sobre la carretera.

La cota invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota invert de entrada. Se calcula de la siguiente manera.

Hmin = altura mínima, que depende del tráfico que circule por las calles

CI = cota invert inicial

CTi = cota de terreno inicial

CTf = cota de terreno final

CIS = cota invert de la tubería de salida

CIE = cota invert de la tubería de entrada

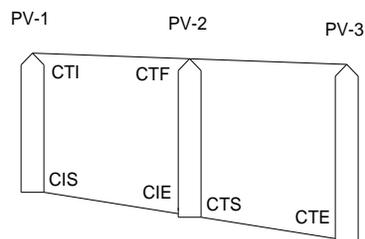
Do = distancia horizontal

S% = pendiente del terreno o tubería

Et = espesor de la tubería

d = diámetro de tubería

Figura 6. **Cotas Invert**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$CTf = CTi - (Do \cdot S\% \text{ terreno})$$

$$S\% = ((CTi - CTf)/Do) \cdot 100 = \%$$

$$Et = (d \cdot 0,30)/100 = m$$

$$CI = CT - (H_{\text{mínima}} + Et + d)$$

$$CI = CTi - H_{\text{pozo}}$$

$$CIE2 = CI - Do \cdot S\% \text{ tubo}$$

$$CIE3 = CSI2 - D1 \cdot S\% \text{ tubo}$$

$$H_{\text{pozo}} = CT - CIS$$

2.2.18. Pozos de visita

Forman parte de las obras accesorias de un sistema de alcantarillado, son estructuras construidas con la finalidad de conectar los distintos ramales de un sistema de alcantarillado; además cumplen una función de acceso para limpieza e inspección en los mismos. La forma en la cual se construyen está establecida por algunas instituciones que tienen a cargo las construcciones de sistemas de alcantarillados.

Son de sección circular, en forma de cilindro, con un diámetro de 1,20 metros, la altura del cilindro dependerá de la profundidad en la que se encuentre la tubería, la parte superior tiene forma de cono truncado con una altura de 1,20 metros y tienen en la parte superior un marco y una tapadera de hierro o de concreto reforzado, que permite el acceso al interior del pozo, descansa sobre un brocal, que también es de concreto reforzado, permite el acceso al interior del pozo, tiene un diámetro entre 0,60 a 0,75 metros. Están contruidos de concreto y mampostería cuando son pequeños o de concreto reforzado, cuando son muy grandes y profundos, las paredes del pozo, están impermeabilizadas por repello y por un cernido liso. El fondo está conformado de concreto, dejándole una pendiente necesaria para que corra el agua.

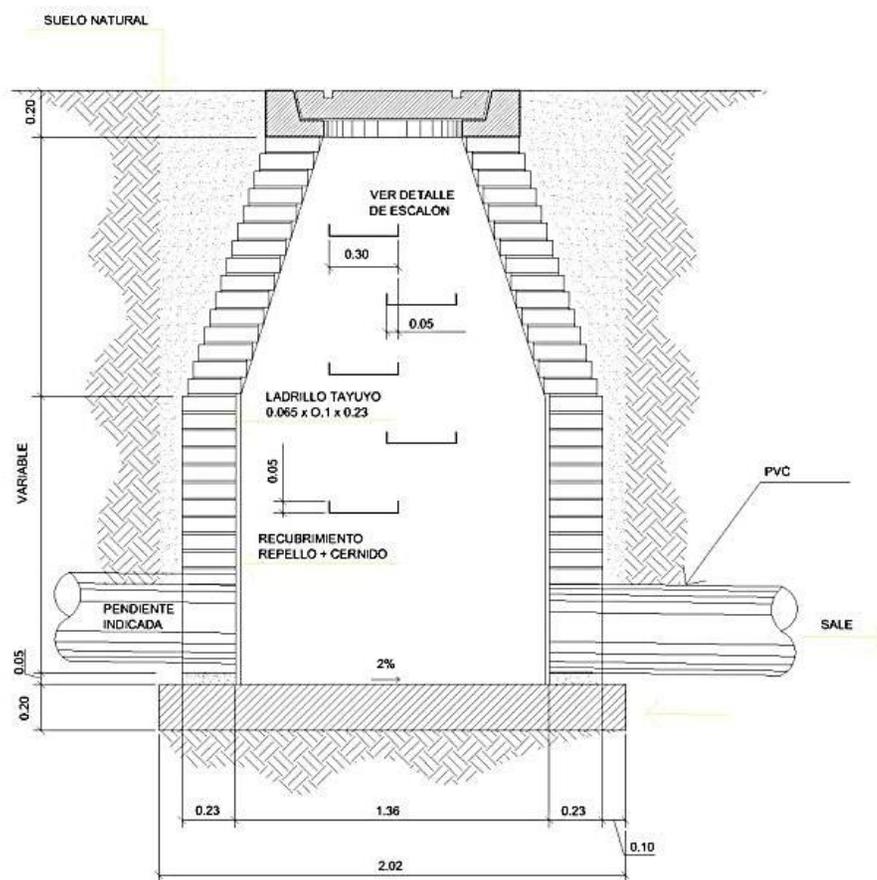
Para el acceso al pozo se deberán dejar escalones, los cuales serán de hierro y estarán empotrados a las paredes.

Según normas para construcción de alcantarillados se recomienda construir pozos de visita en los siguientes casos.

- A comienzo de todo colector
- En el inicio de cualquier ramal

- En todas las intersecciones de colectores
- En cambio de dirección o pendiente
- En todo cambio de sección o diámetro
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 metros para diámetros hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"
- En las curvas de colectores de visita, a no más de 30 metros

Figura 7. Partes de un pozo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.18.1. Caja o candela

Caja de registro (candela domiciliar o acometida domiciliar). La conexión se realiza por medio de una caja de inspección hecha de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente (candela). El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera de concreto o de metal de seguridad para realizar inspecciones.

2.2.18.2. Tubería secundaria

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro de 6" en tubería de concreto y de 4" en tubería de PVC, siendo esta la más utilizada en la actualidad. Debe tener una pendiente mínima del 2 % para facilitar la salida de las aguas servidas. La conexión se debe hacer con un ángulo de 45°, con relación al colector principal y a favor de la corriente.

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

2.2.19. Conexiones domiciliarias

Tiene la finalidad de descargar las aguas servidas, provenientes de las viviendas o edificios al sistema municipal o público de drenaje. Al construir un sistema de alcantarillado se debe tomar en cuenta, que se debe establecer y

dejar previstas conexiones en Y o en T en cada vivienda o lugar donde haya que conectar una conexión domiciliar, sellando o impermeabilizando las entradas, para evitar la entrada de aguas subterráneas, animales y raíces. En colectores pequeños. es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos, que la que se consigue con conexiones en T.

La conexión en T facilita la instalación en condiciones difíciles. Una conexión en T, bien instalada, evita que las aguas negras retornen, por la conexión doméstica cuando el colector esté funcionando a toda la capacidad.

2.2.20. Profundidad de tubería

La profundidad de la tubería variará dependiendo del diseño y de las cotas invert de entrada y de salida, además de tomar en cuenta la topografía del terreno.

2.2.21. Volumen de excavación

La cantidad de material que se removerá para colocar la tubería, está dada a partir de la profundidad de los pozos de visita y del ancho de la zanja.

$$U = \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * t$$

Diseño:

Núm. de lotes = 143

Núm. de habitantes / caso = 6

Longitud de proyecto = 1 044,30

Pf = 858 haf

Dotación = 180 lts/hab/día

Factor de retorno = 0,8

Dotación conexiones Ilícitas = 100 lts/hab/día

Caudal domiciliar

$$Q_{\text{dom}} = \frac{(858) * (180) * (0,8)}{86\ 400} = 1,43 \frac{\text{lts}}{\text{s}}$$

Caudal de conexiones ilícitas

$$Q_{\text{con Ili}} = 100 * \frac{858}{86\ 400} = 0,9931 \text{ lts/s}$$

Caudal de infiltración:

$$Q_{\text{inf}} = \frac{180 * (1\ 044,30 + 143 * 6) \frac{1}{1\ 000}}{86\ 400} = 0,00396$$

Caudal sanitario tubería PVC.

$$Q_s = 0,9931 + 0,00396 + 1,43 = 2,43 \frac{\text{lts}}{\text{seg}}$$

Factor de caudal medio:

$$F_{\text{qm}} 2,4270/858 = (0,003 \text{ lts/hab})/\text{seg}$$

Donde:

V = volumen de excavación

H1 = profundidad del primer pozo

H2 = profundidad del segundo pozo

d = distancia entre pozo

t = ancho de la zanja

2.2.22. Ejemplo de diseño hidráulico en un tramo

A continuación se detalla un ejemplo de diseño hidráulico

De PV-11 a PV- 12 DH(m) 23,10 Núm. de casas

CTI: 121.4 CTF: 115.31 actual: 1 acumulado: 25

Lotes:	Habitantes a servir:	S % tubería:
Local: 2 acumulado: 133	actual: 150 futuro: 798	24,70

- S % terreno

$$\frac{(121,04 - 115.31) * 100}{23,10} = 24,81$$

- Factor de Harmon:

$$\text{Actual: } \frac{18 + \left(\frac{150}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}}{4 + \left(\frac{150}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}} = 4,19$$

$$\text{Futuro: } \frac{18 + \left(\frac{798}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}}{4 + \left(\frac{798}{1000}\right)^{\frac{1}{2}}} = 3,86$$

- Caudal de diseño:

$$Q_{\text{dis. actual}} = 150 * 0,003 * 4,19 = 1,89 \frac{\text{Its}}{\text{seg}}$$

$$Q_{\text{dis. futuro}} = 798 * 0,003 * 3,86 = 9,24$$

- Sección llena:

$$\text{Vel} = \left(\frac{24,70}{100}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{0,03429}{0,01}\right) (6)^{\frac{2}{3}} = 5,63 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q = 5.6271 \left(\left(\frac{6}{2}\right) * 0,0254\right)^2 * 3,1416 * 1000 = 102,65 \frac{\text{Its}}{\text{seg}}$$

- Relación q/Q.

$$\text{Actual} = \frac{1,89}{102,65} = 0,018373 \quad \text{futuro: } \frac{9,24}{102,65} = 0,090050$$

Relaciones

v/V

d/D

Actual = 0,0183 =

0,3810

0,0925

$$\text{Futuro} = 0,0900 = \quad \quad \quad 0,6240 \quad \quad \quad 0,2050$$

- Velocidad:

$$\text{Actual} = 0,3810 * 5,63 = 2,14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Futura} = 0,6240 * 5,63 = 3,51 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Cotas invert:

$$\text{Inicio} = 119,66 - 0,03 = 119,63$$

$$\text{Final} = 119,63 - \left(\frac{24,70}{100} * 23,10 \right) = 113,92$$

- Profundidad de pozo:

$$\text{Inicio} = 121,04 - 119,63 = 1,41 \text{ m}$$

$$\text{Final} = 115,31 - 113,92 = 1,39 \text{ m}$$

2.2.23. Planteamiento de desfogue

Para la descarga se eligió el colector principal del municipio, obteniendo los permisos correspondientes de la municipalidad.

2.2.23.1. Conexión a colector principal del municipio

Para desfogar las aguas recolectadas en los distintos ramales que componen el sistema de drenaje, se utilizará el colector municipal principal. Todos los ramales del sistema se interceptan en uno solo, y por lo tanto facilitará la interconexión de las aguas a uno de los sistemas principales del municipio.

2.2.24. Plan de operación y mantenimiento

Los encargados o responsables de la operación y mantenimiento de las redes de alcantarillado deberán disponer de planos actualizados de las redes, donde se pueda ver la ubicación de las tuberías y pozos de visita, además deberán tener datos relacionados al material, diámetros, clase y cualquier otro detalle del sistema.

Esta información se deberá actualizar cada vez que se realicen trabajos de reparación o se conecten nuevos servicios al sistema.

Las personas encargadas de las tareas de los trabajos de mantenimiento y operación deberán contar con el equipo y herramientas necesarias para el buen desempeño de sus funciones.

2.2.25. Planos

Los planos correspondientes al diseño realizado se adjuntan en los apéndices.

2.2.26. Presupuesto de obra

En la tabla VII se presenta el presupuesto correspondiente al alcantarillado sanitario

Tabla VII. **Presupuesto alcantarillado sanitario**

CHIANTLA HUEHUETENANGO					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Unidad	P.U.	Precio renglón	
Trabajos preliminares	1 044	ml	Q 13,55	Q	14 153,67
Instalación de colector	1 044	ml	Q 468,16	Q	488 761,86
Pozo de visita	27	u	Q 8 413,23	Q	227 157,15
Acometida domiciliar	25	u	Q 4 178,34	Q	104 458,59
TOTAL DEL PRESUPUESTO				Q	834 531,27

Fuente: elaboración propia.

2.2.27. Evaluación de impacto ambiental

Se realizan para identificar los probables aspectos, impactos y efectos ambientales que se generen por la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario, que permita proponer medidas y soluciones que prevengan y minimicen los principales impactos potenciales negativos en las zonas de influencia del proyecto. Para este tipo de proyectos el

(EIA) es calificado como de baja intensidad ambiental, puesto que, de manera general, este tipo de proyectos generan impactos ambientales de moderada a baja magnitud e importancia, de carácter local y cuyos efectos suelen ser reversibles.

Los factores ambientales a ser analizados en el Estudio de Impacto Ambiental están los componentes físicos, biológicos, socioambientales y culturales y se describen las fases de construcción, operación y abandono.

2.2.28. Evaluación socioeconómica

El análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión, es de costo/beneficio.

2.2.28.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión. El valor presente neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las Pymes, Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del valor presente neto. Si es negativo quiere decir que la empresa reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor. No sería el caso de este proyecto, ya que es aplicable en proyectos que tienen un valor por el servicio prestado.

2.2.28.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la inversión inicial. La TIR es la tasa de interés real que genera el proyecto en un periodo n de años.

El proyecto no generará ingresos a la Municipalidad por ser un proyecto de beneficio social, debido a que no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo, por lo cual no hay TIR.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es de mucho beneficio en la formación profesional del futuro ingeniero civil, ya que permite aplicar en campo, la teoría estudiada y desarrollar criterios y experiencia; a través del planteamiento de soluciones viables a los distintos problemas que se puedan presentar en las comunidades de Guatemala.
2. La finalidad de los proyectos es de proporcionar los servicios adecuados a las comunidades, buscando el bienestar público.
3. Los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, fueron diseñados conforme a las normas del Infom-Unepar, a fin de garantizar la dotación de agua sanitariamente segura y el buen funcionamiento del colector principal de drenajes, durante las 24 horas del día.

RECOMENDACIONES

1. Una vez finalizada la construcción de las instalaciones y entrar en funcionamiento los proyectos, darles el mantenimiento adecuado para que no se presente ningún tipo de inconvenientes y garantizar así, la vida útil de los obras.
2. Legalizar por escrito la fuente de agua y los derechos de paso de la tubería, para que no exista ningún problema en el desarrollo de construcción como en el funcionamiento del proyecto.
3. Hacerles conciencia a los pobladores de Hierba Buena Baja, sobre la necesidad del cuidado del recurso hídrico, la protección del medio ambiente, manejo y administración del sistema de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALFARO VÉLIZ, Luís Gregorio. *Planificación y diseño de la red de agua potable para la aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 90 p.
2. CABRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 146 p.
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. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 114 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Manual para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2001. 29 p.
5. Instituto Nacional de Fomento Municipal y Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rural*. Guatemala (Infom-Unepar), 1997. 78 p.

6. RUIZ LÓPEZ, José David. *Diseño de alcantarillado sanitario de la aldea Santo Domingo, aldea Piedra Parada Cristo Rey del municipio de Santa Catarina Pínula, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación, Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 74 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Diseño hidráulico

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GEVEDAD																					
TRAMO	L Tubería	COTA TERRENO	Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	L TOTAL TUBOS	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Q Diseño (fs)	Coef. de Tubería	Rendimiento H ²	NIVEL ESTÁTICO =		NIVEL ESTÁTICO =	NIVEL ESTÁTICO =					
													INICIAL	FINAL			INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E	P.O. (ft)	INICIAL	FINAL								(ft/s)	(ft)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL					
DE INCREMENTO A TAMAÑO DE DISTRIBUCION																					
0	1	13	2440	2438.42	1.580	1.007	13.10	3	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.138	0.55	2440.00	2439.36	0.00	1.44	0.00	1.58
1	2	18	2438.42	2435.92	2.500	1.010	18.17	4	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.191	0.55	2439.86	2439.67	1.44	3.75	1.53	4.08
2	3	20	2435.92	2430.41	5.510	1.037	20.75	4	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.218	0.55	2439.67	2439.45	3.75	9.04	4.08	9.59
3	4	27	2430.41	2415.32	15.090	1.146	30.93	6	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.323	0.55	2439.45	2439.13	9.04	23.61	9.59	24.68
4	5	21	2415.32	2402.98	12.340	1.160	24.36	5	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.296	0.55	2439.13	2438.87	23.61	35.88	24.68	37.02
5	6	53	2402.98	2401.54	1.440	1.000	53.01	14	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.272	0.55	2438.87	2438.00	35.88	36.45	37.02	38.46
6	7	37	2401.54	2401.32	0.220	1.000	37.00	7	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.339	0.55	2438.00	2437.61	36.45	36.29	38.46	38.68
7	8	86	2401.32	2403.74	-2.420	1.000	86.03	15	1.14	1.532	PG	0.665	100	1.913	0.55	2437.61	2435.70	36.29	31.96	38.68	36.26
8	9	18	2403.74	2404.36	-0.620	1.001	18.01	4	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.168	0.55	2435.70	2435.31	31.96	31.15	36.26	35.64
9	10	40	2404.36	2400.88	3.480	1.004	40.15	7	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.422	0.55	2435.31	2433.09	31.15	34.21	35.64	39.12
10	11	42	2400.88	2400.15	0.730	1.000	42.01	8	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.441	0.55	2433.09	2433.65	34.21	34.50	39.12	39.85
11	12	39	2400.15	2402.18	-2.030	1.001	39.05	7	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.410	0.55	2433.65	2434.24	34.50	32.06	39.85	37.82
12	13	44	2402.18	2399.88	2.300	1.001	44.06	8	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.463	0.55	2434.24	2433.77	32.06	33.89	37.82	40.12
13	14	43	2399.88	2402.13	-2.250	1.001	43.06	8	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.452	0.55	2433.77	2433.32	33.89	31.19	40.12	37.87
14	15	11	2402.13	2401.37	0.760	1.002	11.03	2	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.116	0.55	2433.32	2433.21	31.19	31.84	37.87	38.63
15	16	60	2401.37	2406.39	-5.020	1.003	60.20	11	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.653	0.55	2433.21	2432.55	31.84	26.16	38.63	33.61
16	17	50	2406.39	2408.13	-1.740	1.001	50.03	9	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.525	0.55	2432.55	2432.03	26.16	23.90	33.61	31.87
17	18	90	2408.13	2401.85	6.280	1.002	90.22	16	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.847	0.55	2432.03	2431.08	23.90	29.23	31.87	38.15
18	19	30	2401.85	2401.33	0.520	1.000	30.00	6	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.315	0.55	2431.08	2430.77	29.23	28.44	38.15	39.67
19	20	42	2401.33	2401.68	-0.350	1.000	42.00	8	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.441	0.55	2430.77	2430.32	28.44	28.43	39.67	38.11
20	21	72	2401.68	2404.40	-2.720	1.001	72.04	13	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.756	0.55	2430.32	2429.57	28.43	25.17	38.11	35.60
21	22	32	2404.40	2406.63	-2.230	1.002	32.08	6	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	0.337	0.55	2429.57	2429.03	25.17	22.60	35.60	33.37
22	23	120	2406.63	2410.81	-4.180	1.001	120.07	21	1.14	1.532	PVC 160081	0.665	150	1.261	0.55	2429.03	2427.97	22.60	17.16	33.37	29.19
23	24	20	2410.81	2411.15	-0.340	1.000	20.00	4	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	0.704	0.86	2427.97	2427.27	17.16	16.12	29.19	28.88
24	25	35	2411.15	2412.37	-1.220	1.001	35.02	6	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	1.333	0.86	2427.27	2426.03	16.12	13.66	28.88	27.63
25	26	14	2412.37	2409.70	2.670	1.018	14.25	3	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	0.502	0.86	2426.03	2425.53	13.66	15.83	27.63	30.30
26	27	10	2409.70	2409.96	-0.260	1.000	10.00	2	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	0.352	0.86	2425.53	2425.18	15.83	15.22	30.30	30.04
27	28	76	2409.96	2411.28	-1.320	1.000	76.01	13	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	2.075	0.86	2425.18	2422.50	15.22	11.22	30.04	29.72
28	29	65	2411.28	2410.15	1.130	1.000	65.01	11	1	1.195	PVC 160081	0.665	100	4.846	0.86	2422.50	2417.66	11.22	7.51	29.72	29.86
29	30	40	2410.15	2412.84	-2.790	1.002	40.10	7	1	1.195	PVC 160081	0.665	150	1.412	0.86	2417.66	2416.25	7.51	3.31	29.86	27.06
30	31	80	2412.84	2401.34	11.600	1.010	80.84	14	1	1.049	PG	0.665	100	11.365	1.25	2416.25	2404.86	3.31	3.64	27.06	38.66
31	32	38	2401.34	2398.76	2.580	1.053	40.03	7	1	1.049	PG	0.665	100	5.623	1.25	2404.86	2399.25	3.54	10.49	38.66	51.24
32	33	123	2398.76	2342.69	46.070	1.068	131.34	22	1	1.049	PG	0.665	100	16.467	1.25	2399.25	2380.78	10.49	38.09	51.24	97.31
33	34	134	2342.69	2292.50	50.190	1.068	143.09	24	1	1.049	PG	0.665	100	20.119	1.25	2380.78	2360.67	38.09	66.17	97.31	147.50

Continuación del apéndice 1.

DISEÑO HIDRAULICO RED DE DISTRIBUCION POR GRAVEDAD																					
NIVEL ESTÁTICO																					
2292.5 TCRAMAL PRINCIPAL																					
TRAMO	E	P.O.	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Q Diseño (l/s)	Cie. de Tubería	Pérdida Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
				INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
RED DE DST. RAMAL PRINCIPAL VIVIENDA FUTURA=93 Q_{dm}=1,388L/S																					
34	35	147	2292.5	2242.33	50.170	1.057	155.33	26	1	1.195	PVC. 160psi	1.39	150	19.688	1.92	2292.5	2272.81	0	30.48	0	50.17
TRAMO		L	COTA TERRENO	Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Q Diseño (l/s)	Cie. de Tubería	Pérdida Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA	PRESION DINAMICA	PRESION ESTATICA					
E	P.O.	(m)	INICIAL	FINAL		(m)		(pulg.)	(pulg.)		(l/s)		(m)	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL				
35	36	79.34	2242.33	2221.7	20.630	1.033	81.98	14	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	1.09	150	1.976	0.92	2242.33	2240.35	0.00	18.65	0.00	20.53
36	37	24.66	2221.7	2215.32	6.380	1.033	25.47	5	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	2.058	1.51	2240.35	2238.30	18.65	22.98	20.53	26.91
37	38	38	2215.32	2212.01	3.310	1.004	38.14	7	1	1.195	HG T.L.	1.09	100	6.526	1.51	2238.30	2231.77	22.98	19.76	26.91	30.22
38	39	22	2212.01	2211.89	0.120	1.000	22.00	4	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	1.778	1.51	2231.77	2229.99	19.76	18.10	30.22	30.34
39	40	52	2211.89	2211.59	0.300	1.000	52.00	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.202	1.51	2229.99	2225.79	18.10	14.20	30.34	30.64
40	41	46	2211.59	2209.59	2.000	1.001	46.04	8	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	3.721	1.51	2225.79	2222.07	14.20	12.48	30.64	32.64
41	42	50	2209.59	2200.91	8.680	1.015	50.75	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.101	1.51	2222.07	2217.97	12.48	17.06	32.64	41.32
42	43	51	2200.91	2193.46	7.450	1.011	51.54	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.165	1.51	2217.97	2213.80	17.06	20.34	41.32	48.77
RED DE DST. RAMAL PRINCIPAL TRAMO 1 VIVIENDA FUTURA=71 Q_{dm}=1,089 L/S																					
35	36	79.34	2242.33	2221.7	20.630	1.033	81.98	14	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	1.09	150	1.976	0.92	2242.33	2240.35	0.00	18.65	0.00	20.53
36	37	24.66	2221.7	2215.32	6.380	1.033	25.47	5	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	2.058	1.51	2240.35	2238.30	18.65	22.98	20.53	26.91
37	38	38	2215.32	2212.01	3.310	1.004	38.14	7	1	1.195	HG T.L.	1.09	100	6.526	1.51	2238.30	2231.77	22.98	19.76	26.91	30.22
38	39	22	2212.01	2211.89	0.120	1.000	22.00	4	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	1.778	1.51	2231.77	2229.99	19.76	18.10	30.22	30.34
39	40	52	2211.89	2211.59	0.300	1.000	52.00	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.202	1.51	2229.99	2225.79	18.10	14.20	30.34	30.64
40	41	46	2211.59	2209.59	2.000	1.001	46.04	8	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	3.721	1.51	2225.79	2222.07	14.20	12.48	30.64	32.64
41	42	50	2209.59	2200.91	8.680	1.015	50.75	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.101	1.51	2222.07	2217.97	12.48	17.06	32.64	41.32
42	43	51	2200.91	2193.46	7.450	1.011	51.54	9	1	1.195	PVC. 160psi	1.09	150	4.165	1.51	2217.97	2213.80	17.06	20.34	41.32	48.77
RED DE DST. RAMAL 1 VIVIENDAS FUTURAS=17 Q_{dm}=0,231 L/S																					
43	44	66	2193.46	2191.16	2.300	1.001	66.04	12	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	1.049	0.53	2213.80	2212.75	20.34	21.59	0.00	2.30
44	45	33	2191.16	2191.88	-0.720	1.000	33.01	6	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	0.524	0.53	2212.75	2212.23	21.59	20.35	2.30	1.58
45	46	18	2191.88	2191.32	0.560	1.000	18.01	4	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	0.286	0.53	2212.23	2211.94	20.35	20.62	1.58	2.14
46	47	22	2191.32	2188.9	2.420	1.006	22.13	4	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	0.352	0.53	2211.94	2211.59	20.62	22.69	2.14	4.56
47	48	48	2188.9	2176.48	12.420	1.033	49.58	9	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	0.788	0.53	2211.59	2210.80	22.69	34.32	4.56	16.98
48	49	66	2176.48	2169.59	6.890	1.005	66.36	12	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.23	150	1.054	0.53	2210.80	2209.75	34.32	40.16	16.98	23.87
48	50	52	2176.48	2159.55	16.930	1.052	54.89	10	1/2	0.716	PVC. 315psi	0.23	150	3.040	0.89	2210.80	2207.76	34.32	48.21	16.98	33.91

Continuación del apéndice 1.

TRAMO	L Tomada (m)	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	% Incremento	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Q Diseño (l/s)	Coef. de Tubería	Perdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
RED DE DIST. RAMAL PRINCIPAL TRAMO 2 VIVIENDAS FUTURAS-41 Q_{hm}=0.663 L/S																					
43	51	64	2193.46	2182.35	11.110	1.015	64.96	11	1	1.195	PVC. 160psi	0.66	150	2.086	0.92	2213.80	2211.71	20.343	29.357	0.000	11.11
51	52	62	2182.35	2174.80	7.550	1.007	62.46	11	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	6.978	1.53	2211.71	2204.73	29.357	29.929	11.110	18.66
52	53	102	2174.80	2158.85	15.950	1.012	103.24	18	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	11.534	1.53	2204.73	2193.20	29.929	34.345	18.660	34.61
53	54	57	2158.85	2152.90	5.950	1.005	57.31	10	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	6.403	1.53	2193.20	2186.79	34.345	33.892	34.610	40.56
54	55	40	2152.90	2151.51	1.390	1.001	40.02	7	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	4.472	1.53	2186.79	2182.32	33.892	30.810	40.560	41.95
55	56	66	2151.51	2144.62	6.890	1.005	66.36	12	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	7.414	1.53	2182.32	2174.91	30.810	30.286	41.950	48.84
56	57	128	2144.62	2137.18	7.440	1.002	128.22	22	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	14.324	1.53	2174.91	2160.58	30.286	23.402	48.840	56.28
57	58	31	2137.18	2133.94	3.240	1.005	31.17	6	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	3.482	1.53	2160.58	2157.10	23.402	23.160	56.280	59.52
58	59	103	2133.94	2128.55	5.390	1.001	103.14	18	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	11.523	1.53	2157.10	2145.58	23.160	17.027	59.520	64.91
59	60	32	2128.55	2128.63	-0.280	1.000	32.00	6	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	3.575	1.53	2145.58	2142.00	17.027	13.172	64.910	64.63
60	61	111	2128.63	2111.47	17.360	1.012	112.35	19	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	12.552	1.53	2142.00	2129.45	13.172	17.980	64.630	81.99
61	62	42	2111.47	2110.01	1.460	1.001	42.03	8	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.66	150	4.685	1.53	2129.45	2124.76	17.980	14.745	81.990	83.45
SUB RAMAL 2 VIVIENDAS FUTURAS-22 Q_{hm}=0.318 L/S																					
36	1	102	2242.33	2241.43	0.900	1.000	102.00	18	1	1.195	PVC. 160psi	0.318	150	0.845	0.44	2242.33	2241.49	0.000	0.055	0.000	0.800
1	3	30	2241.34	2240.30	1.040	1.001	30.02	6	1	1.195	HG TL	0.318	100	0.527	0.44	2241.49	2240.96	0.145	0.658	0.890	1.930
3	4	42	2240.30	2238.84	1.460	1.001	42.03	8	1	1.195	PVC. 160psi	0.318	150	0.348	0.44	2240.96	2240.61	0.658	1.770	1.930	3.390
4	5	34	2238.84	2238.13	-0.290	1.000	34.00	6	1	1.195	HG TL	0.318	100	0.597	0.44	2240.61	2240.01	1.770	0.883	3.390	3.100
5	6	97	2238.13	2237.44	1.690	1.000	97.01	17	1	1.195	PVC. 160psi	0.318	150	0.804	0.44	2240.01	2239.21	0.883	1.769	3.100	4.790
6	7	44	2237.44	2230.56	6.880	1.012	44.53	8	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.318	150	1.278	0.73	2239.21	2237.93	1.769	7.371	4.790	11.670
7	8	26	2230.56	2226.50	4.060	1.012	26.32	5	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.318	150	0.755	0.73	2237.93	2237.18	7.371	10.676	11.670	15.730
8	9	38	2226.50	2221.22	5.280	1.010	38.37	7	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.318	150	1.101	0.73	2237.18	2236.08	10.676	14.855	15.730	21.010
9	10	50	2221.22	2217.39	3.830	1.003	50.15	9	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.318	150	1.439	0.73	2236.08	2234.64	14.855	17.246	21.010	24.840
10	11	31	2217.39	2213.31	4.080	1.009	31.27	6	3/4	0.926	PVC. 160psi	0.318	150	0.897	0.73	2234.64	2233.74	17.246	20.429	24.840	28.920
1	2	95	2241.34	2223.22	18.120	1.018	96.71	17	1/2	0.715	PVC. 160psi	0.100	150	1.150	0.39	2241.49	2240.34	0.145	17.115	0.890	19.010

Continuación del apéndice 1.

DE	A. COTA DEL TERRENO		D. H. (mtd)	S(%)	No. CASAS			HAB. A SERVIR		F.O.M. (L/g/hab)	F. DE HARMONIO		Q. diseño (lt/s)	DÍA METRO P.V.C. (pulg)	S(%) Tuberos	SECCION LENA				
	P.V.	F.V.			Inicio	Final	Actual	Local	Acum.		Actual	Futuro				Actual	Futuro	Vel(m/s)	Q.(lt/s)	
1	2	166.64	162	50.90	9.13	2	2	4	13	24	0.003	4.4067	4.3895	0.1566	0.3146	6	9.20	3.4342	62.6465	
2	3	162	157.35	28.80	14.06	1	3	3	18	42	0.003	4.3864	4.3494	0.2369	0.5435	6	11.80	4.2061	76.7247	
3	4	157.35	147.03	42.00	23.82	3	6	13	36	90	0.003	4.3415	4.2858	0.4689	1.1491	6	21.80	3.7510	104.9073	
3.5	4	151.66	147.03	42.00	14.29	1	1	4	6	24	0.003	4.4335	4.3895	0.0798	0.3146	6	14.40	4.2665	78.3748	
4	5	147.03	138.24	28.70	30.63	3	10	5	60	144	0.003	4.1967	4.1967	0.7736	1.6130	6	30.50	6.2529	114.0432	
21	20	145.23	141.02	85.00	4.85	1	1	12	6	72	0.003	4.4335	4.2800	0.0798	0.3146	6	5.00	2.5317	46.1829	
20	5	141.02	138.24	27.60	10.00	0	1	2	6	84	0.003	4.4335	4.2835	0.0798	1.0744	6	9.90	3.5825	64.9850	
5	6	138.24	133.34	48.70	30.60	0	11	7	45	66	0.003	4.2888	4.0576	0.6492	3.3131	6	30.50	6.2529	114.0432	
27	6	135.41	133.34	23.30	8.83	1	1	6	6	36	0.003	4.4335	4.3415	0.0798	0.4689	6	9.00	3.3967	61.9608	
6	7	133.34	123.35	33.70	-0.03	1	13	5	56	78	0.003	4.2716	4.0370	0.9995	4.0885	6	0.50	0.8006	14.6043	
7	8	123.35	123.3	47.10	-5.20	2	15	10	66	90	0.003	4.2558	4.0242	1.1491	4.7808	6	0.50	0.8006	14.6043	
15	17	151.66	149.25	79.40	2.78	1	1	13	13	6	0.003	4.4335	4.2716	0.0798	0.3146	6	3.00	1.9611	35.7731	
17	21	149.45	145.23	32.50	12.98	1	2	4	17	12	102	0.003	4.4067	4.2412	0.1566	1.4978	6	11.90	4.0666	74.1807
21	22	145.23	132.6	47.20	26.78	0	2	8	25	12	150	0.003	4.4067	4.1910	0.1566	1.8860	6	28.70	5.8505	106.7214
22	8	132.6	123.3	36.40	25.78	2	4	4	29	24	174	0.003	4.3895	4.1955	0.3146	2.1765	6	25.70	5.7399	104.7038
8	9	123.3	123.21	13.40	4.40	2	21	3	98	126	588	0.003	4.2147	3.9370	1.5932	6.5448	6	3.00	1.9611	35.7731
9	10	123.21	123.44	24.60	0.28	2	23	4	102	138	612	0.003	4.2026	3.9275	1.7399	7.2103	6	0.50	0.8006	14.6043
10	11	123.44	121.04	19.10	21.47	1	24	3	105	144	630	0.003	4.1967	3.9205	1.8130	7.4097	6	7.20	3.0381	55.4194
17	18	148.65	142.3	32.00	19.22	0	0	3	3	0	48	0.003	4.5000	4.3864	0.0000	0.3269	6	19.30	4.9741	90.7343
18	19	143.3	133.8	34.40	27.62	0	0	7	10	0	60	0.003	4.5000	4.2880	0.0000	0.7736	6	27.50	5.9375	108.3084
19	24	133.8	130.49	30.60	10.16	0	0	1	11	0	66	0.003	4.5000	4.2888	0.0000	0.4494	6	10.10	3.5988	65.6382
21	23	145.23	141.5	23.90	15.61	0	0	2	2	0	12	0.003	4.5000	4.4067	0.0000	0.1566	6	18.60	4.4720	81.5751
23	24	141.5	130.49	39.20	27.56	0	0	7	9	0	54	0.003	4.5000	4.3078	0.0000	0.9379	6	27.60	5.9469	106.5052
24	25	130.49	129.47	22.70	5.37	0	0	2	22	0	132	0.003	4.5000	4.2086	0.0000	1.6566	6	5.30	2.6066	47.5482
25	26	129.47	126.89	19.30	14.40	0	0	2	24	0	144	0.003	4.5000	4.1967	0.0000	1.6130	6	14.30	4.2816	78.1023
26	11	126.89	121.04	32.00	17.66	0	0	2	26	0	156	0.003	4.5000	4.1955	0.0000	1.9588	6	17.50	4.7365	86.4001
11	12	121.04	115.31	28.10	24.81	1	23	2	139	150	798	0.003	4.1910	3.8510	1.8860	9.2434	6	24.70	5.6271	102.6485
12	13	115.31	109.33	37.30	15.50	0	25	4	137	150	822	0.003	4.1910	3.8333	1.8860	9.5022	6	15.40	4.4432	81.0506
13	14	109.33	108.41	32.20	19.63	0	25	3	140	150	840	0.003	4.1910	3.8475	1.8860	9.6958	6	18.50	4.9998	91.1038
14	15	103.21	100	26.50	12.21	0	25	3	142	150	858	0.003	4.1910	3.8419	1.8860	9.8890	6	12.20	3.9547	72.1399
					1044.30	25	28	143	143	168	1116									

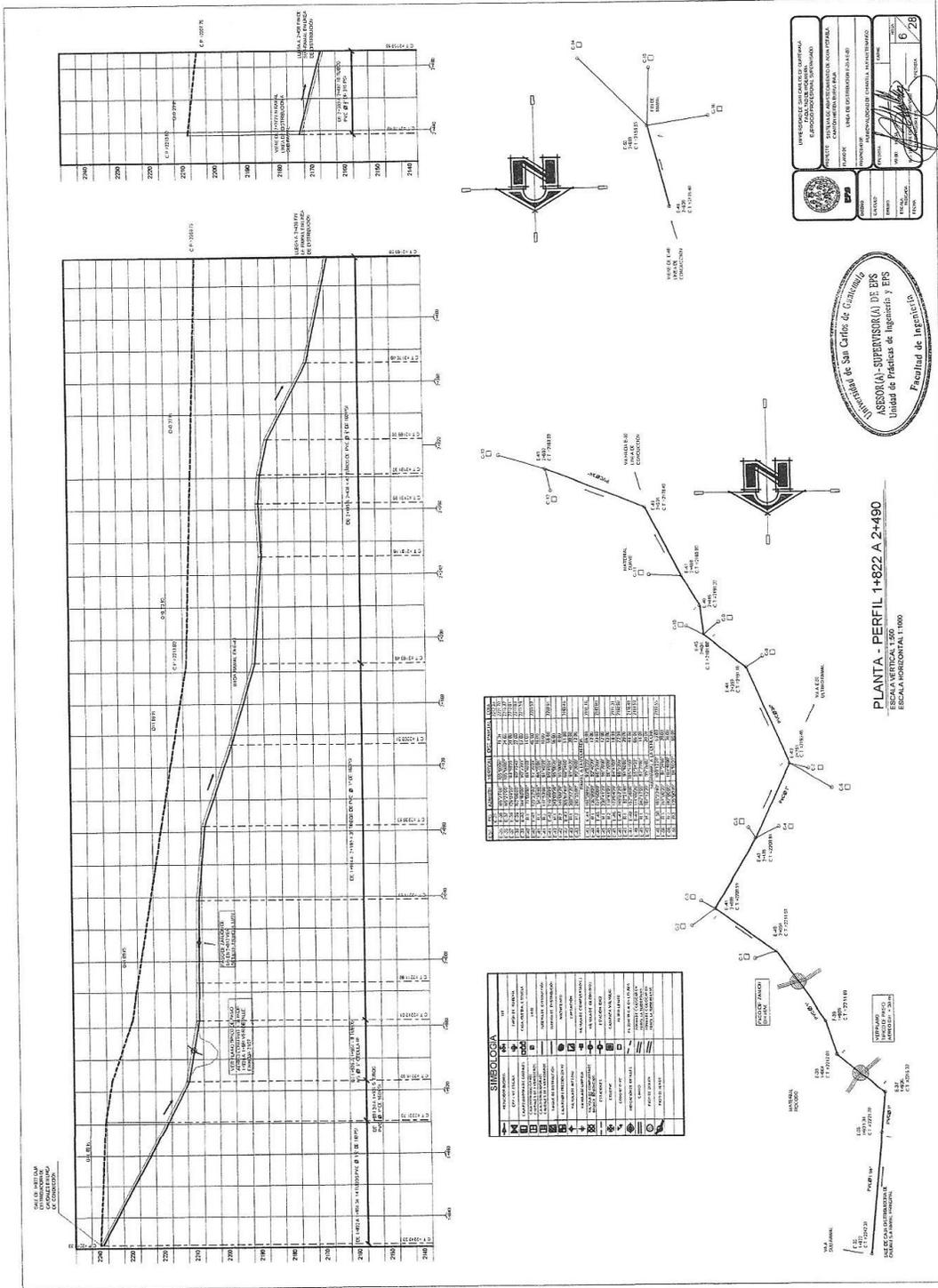
Continuación del apéndice 1.

DE	A	COTA DEL TERREO		D.H.	S(%)	No. CASAS		HAB. A SERVIR		F.O.M.	F. DE HARMONIO		Q. diaño (lit/a)		DIÁMETRO	S(%)	SECCIÓN LLENA		
		P.V.	F.V.			Inicio	Final	Terreno	Actual		Local	Acum.	Actual	Futuro			Actual	Futuro	P.V.C. (pulg)
1	2	166.84	162	50.90	9.12	2	2	4	12	24	0.003	4.2087	4.3895	0.1586	0.3146	6	9.20	3.4342	82.6463
2	3	182	137.95	28.80	14.06	1	3	7	18	42	0.003	4.3864	4.3194	0.2369	0.5435	6	13.80	4.2061	76.7247
3	4	157.95	147.03	42.30	25.82	3	6	15	36	90	0.003	4.3415	4.2358	0.4889	1.1491	6	23.80	5.7130	104.9073
16	4	131.66	147.03	26.40	14.59	1	4	4	6	24	0.003	4.3295	4.3695	0.0798	0.3146	6	14.40	4.1965	78.3749
4	5	147.03	138.24	26.70	30.83	3	10	5	60	144	0.003	4.2860	4.1967	0.7736	1.3130	6	30.50	6.1329	114.0632
21	20	145.23	141.02	56.00	4.95	1	1	12	6	72	0.003	4.2395	4.2800	0.0798	0.2445	6	5.00	2.5317	46.1829
20	5	141.02	138.24	27.80	10.00	0	1	2	6	54	0.003	4.2395	4.2695	0.0798	1.0744	6	9.90	3.5623	64.9950
5	6	138.24	123.34	48.70	30.80	0	11	7	66	270	0.003	4.2388	4.0976	0.8492	3.3191	6	30.50	6.1329	114.0632
27	6	123.41	123.34	29.30	8.88	1	1	6	6	36	0.003	4.2395	4.3415	0.0798	0.4689	6	9.00	3.3987	61.9608
6	7	123.34	123.35	39.70	-0.03	1	13	5	56	78	0.003	4.2716	4.0370	0.9895	0.6995	6	0.50	0.8006	14.6043
7	8	123.35	123.8	47.10	-5.20	2	13	10	66	90	0.003	4.2388	4.0242	1.1491	4.7808	6	0.50	0.8006	14.6043
16	17	131.66	149.45	79.40	2.78	1	1	13	6	78	0.003	4.2395	4.2716	0.0798	0.9995	6	3.00	1.9611	33.7731
17	21	149.45	149.23	33.50	12.98	1	2	4	17	12	0.003	4.2087	4.2412	0.1586	1.2978	6	13.90	4.0566	74.1807
21	22	145.23	132.6	47.20	26.78	0	2	8	25	12	0.003	4.2087	4.1910	0.1586	1.8860	6	26.70	5.8305	106.7214
22	8	132.6	123.8	26.40	25.78	2	4	4	29	24	0.003	4.2695	4.1695	0.2146	2.1765	6	25.70	5.7396	104.7028
8	9	123.6	123.21	13.40	4.40	2	21	3	98	126	0.003	4.2147	3.9370	1.5932	6.9448	6	3.00	1.9611	33.7731
9	10	123.21	123.14	24.80	0.28	2	23	4	102	138	0.003	4.2046	3.9275	1.7999	7.2108	6	0.50	0.8006	14.6043
10	11	123.14	121.04	19.10	21.47	1	24	3	105	144	0.003	4.1967	3.9205	1.8130	7.4097	6	7.20	3.0381	53.4154
17	18	149.45	143.3	30.00	19.22	0	0	3	3	0	0.003	4.3864	4.3864	0.0000	0.2369	6	13.90	4.0566	74.1807
18	19	143.3	133.8	34.40	27.52	0	0	7	10	60	0.003	4.3000	4.2950	0.0000	0.7736	6	27.50	5.9375	108.3054
19	24	133.8	130.69	50.60	10.16	0	0	1	11	66	0.003	4.3000	4.288	0.0000	0.8492	6	10.10	3.5928	65.6321
21	23	145.23	141.5	23.90	15.61	0	0	2	2	12	0.003	4.4067	4.4067	0.0000	0.1586	6	15.60	4.4720	81.5792
23	24	141.5	130.69	39.20	27.58	0	0	7	9	54	0.003	4.3000	4.3078	0.0000	0.6979	6	27.60	5.9428	108.5052
24	25	130.69	129.47	23.70	5.97	0	0	2	22	0	0.003	4.3000	4.2086	0.0000	1.6666	6	5.30	2.6066	47.5462
25	26	129.47	126.69	19.30	14.40	0	0	2	24	0	0.003	4.3000	4.1967	0.0000	1.3130	6	14.30	4.2616	78.1023
26	11	126.69	121.04	30.00	17.66	0	0	2	28	0	0.003	4.1967	4.1967	0.0000	1.9586	6	17.50	4.7365	86.4002
11	12	121.04	115.31	23.10	24.21	1	25	2	133	150	0.003	4.1910	3.8610	1.6660	9.2434	6	24.70	5.6371	102.5645
12	13	115.31	109.53	37.30	15.50	0	25	4	137	150	0.003	4.1910	3.8333	1.6660	9.5022	6	15.40	4.4432	81.0506
13	14	109.53	106.21	32.20	19.63	0	23	3	140	150	0.003	4.1910	3.8475	1.6660	9.6556	6	19.50	4.9956	91.2028
14	15	103.21	100	26.80	12.21	0	25	3	143	150	0.003	4.1910	3.8419	1.6660	9.8390	6	13.20	3.9547	72.1398
					1044.30	25	28	143	143	168	1116								

Continuación del apéndice 1.

RELACION q/Q		RELACION v/V		RELACION d/D		v (m/s)		COTAS INVERT		PROFUNDIDAD DE POZO		ANCHO DE EXCAVACION		RELLENO		RETIRO	
Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	ZANIA	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³
0.002532	0.005032	0.2120	0.2550	0.0375	0.0500	0.73	0.88	155.44	150.76	1.20	1.24	0.60	37.30	36.37	0.93	0.93	0.93
0.003087	0.007110	0.2900	0.3890	0.0435	0.0600	0.97	1.22	140.73	136.75	1.27	1.30	0.60	41.34	40.82	0.93	0.93	0.93
0.004469	0.010932	0.2480	0.3270	0.0475	0.0725	1.43	1.88	156.72	145.81	1.23	1.22	0.60	31.06	30.29	0.77	0.77	0.77
0.001018	0.004014	0.1930	0.2390	0.0290	0.0450	0.70	1.03	150.46	145.79	1.20	1.24	0.60	33.57	33.05	0.93	0.93	0.93
0.006783	0.015895	0.2890	0.3680	0.0600	0.0875	1.81	2.30	145.76	137.01	1.27	1.23	0.60	21.48	20.96	0.93	0.93	0.93
0.001728	0.020018	0.1840	0.4080	0.0300	0.1025	0.47	1.02	144.03	139.76	1.20	1.24	0.60	42.22	40.67	1.33	1.33	1.33
0.001228	0.016938	0.1740	0.3750	0.0275	0.0900	0.62	1.84	139.75	137.00	1.27	1.24	0.60	30.95	30.44	0.93	0.93	0.93
0.007445	0.025058	0.2970	0.4440	0.0635	0.1175	1.86	2.78	136.97	122.11	1.27	1.23	0.60	36.49	35.61	0.89	0.89	0.89
0.001288	0.007587	0.1740	0.2970	0.0275	0.0625	0.59	1.01	124.21	122.11	1.20	1.23	0.60	18.96	18.54	0.93	0.93	0.93
0.068642	0.280017	0.5880	0.8590	0.1750	0.3600	0.45	0.69	122.08	121.91	1.26	1.44	0.90	40.83	40.22	0.91	0.91	0.91
0.076680	0.327354	0.6960	0.8910	0.1900	0.3900	0.56	0.71	121.88	121.65	1.47	4.15	0.60	79.36	78.50	0.88	0.88	0.88
0.002231	0.027941	0.2030	0.4390	0.0350	0.1150	0.40	0.86	150.46	148.08	1.20	1.37	0.60	32.27	31.82	1.45	1.45	1.45
0.002139	0.017495	0.2030	0.3810	0.0350	0.0925	0.83	1.55	148.05	143.86	1.40	1.37	0.60	37.07	36.48	0.99	0.99	0.99
0.001486	0.017672	0.1740	0.3810	0.0275	0.0925	1.02	2.23	143.83	141.22	1.40	1.38	0.60	39.38	38.52	0.88	0.88	0.88
0.003005	0.020787	0.2110	0.4050	0.0400	0.1025	1.27	2.34	131.19	124.41	1.41	1.39	0.60	22.16	21.68	0.93	0.93	0.93
0.044535	0.194135	0.5010	0.7750	0.1435	0.3000	0.98	1.52	121.62	121.22	4.18	3.99	0.60	32.86	32.62	0.94	0.94	0.94
0.119134	0.493746	0.6590	1.0000	0.2250	0.5000	0.53	0.80	121.19	121.06	4.02	4.08	0.60	59.77	59.22	0.43	0.43	0.43
0.032714	0.133702	0.4930	0.6950	0.1250	0.2450	1.41	2.10	121.03	119.66	4.11	1.98	0.60	31.44	31.09	0.93	0.93	0.93
0.000000	0.002611	0.0000	0.2110	0.0000	0.0375	0.00	1.05	148.25	142.07	1.20	1.23	0.60	33.29	32.71	0.93	0.93	0.93
0.000000	0.007143	0.0000	0.2890	0.0000	0.0600	0.00	1.72	142.04	142.58	1.26	1.22	0.60	33.51	34.68	0.83	0.83	0.83
0.000000	0.012937	0.0000	0.3490	0.0000	0.0900	0.00	1.35	132.55	139.46	1.25	1.23	0.60	22.70	22.14	0.93	0.93	0.93
0.000000	0.001945	0.0000	0.1940	0.0000	0.0325	0.00	0.87	144.03	140.30	1.20	1.20	0.60	17.20	16.76	0.44	0.44	0.44
0.000000	0.006452	0.0000	0.2710	0.0000	0.0575	0.00	1.61	140.27	139.45	1.23	1.24	0.60	39.00	38.29	0.72	0.72	0.72
0.000000	0.035051	0.0000	0.4680	0.0000	0.1275	0.00	1.22	129.42	136.22	1.27	1.25	0.60	17.15	16.74	0.91	0.91	0.91
0.000000	0.023213	0.0000	0.4140	0.0000	0.105	0.00	1.77	148.19	143.43	1.28	1.26	0.65	15.94	15.59	0.35	0.35	0.35
0.000000	0.022671	0.0000	0.4140	0.0000	0.1050	0.00	1.96	145.40	143.80	1.29	1.24	0.70	33.55	32.77	0.58	0.58	0.58
0.018373	0.090050	0.3310	0.6240	0.0935	0.2050	2.14	3.31	119.63	119.92	1.41	1.39	0.75	54.24	53.82	0.92	0.92	0.92
0.023269	0.117238	0.4140	0.6690	0.1050	0.2300	1.84	2.97	113.89	109.15	1.42	1.38	0.75	39.14	38.46	0.68	0.68	0.68
0.020679	0.106309	0.4080	0.6510	0.1025	0.2200	2.04	3.25	108.12	101.84	1.41	1.37	0.70	31.34	30.76	0.93	0.93	0.93
0.026143	0.137051	0.4320	0.7020	0.1135	0.2500	1.71	2.78	101.81	98.60	1.40	1.40	0.70	35.28	35.28	0.48	0.48	0.48
													908.15	890.17	19.05	19.05	19.05

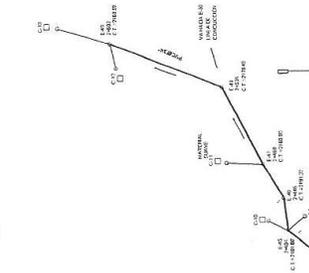
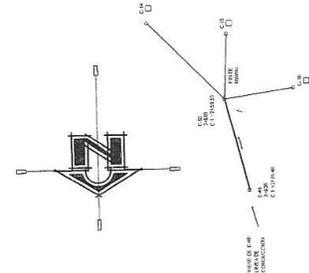
Fuente: elaboración propia.



ESTACION	EL. EXISTENTE	EL. PROPUESTA	ANCHO DE CARRETERA
0+00	2140.00	2140.00	3.00
0+10	2145.00	2145.00	3.00
0+20	2150.00	2150.00	3.00
0+30	2155.00	2155.00	3.00
0+40	2160.00	2160.00	3.00
0+50	2165.00	2165.00	3.00
0+60	2170.00	2170.00	3.00
0+70	2175.00	2175.00	3.00
0+80	2180.00	2180.00	3.00

ESTACION	EL. EXISTENTE	EL. PROPUESTA	ANCHO DE CARRETERA
0+00	2140.00	2140.00	3.00
0+10	2145.00	2145.00	3.00
0+20	2150.00	2150.00	3.00
0+30	2155.00	2155.00	3.00
0+40	2160.00	2160.00	3.00
0+50	2165.00	2165.00	3.00
0+60	2170.00	2170.00	3.00
0+70	2175.00	2175.00	3.00
0+80	2180.00	2180.00	3.00

ESTACION	EL. EXISTENTE	EL. PROPUESTA	ANCHO DE CARRETERA
0+00	2140.00	2140.00	3.00
0+10	2145.00	2145.00	3.00
0+20	2150.00	2150.00	3.00
0+30	2155.00	2155.00	3.00
0+40	2160.00	2160.00	3.00
0+50	2165.00	2165.00	3.00
0+60	2170.00	2170.00	3.00
0+70	2175.00	2175.00	3.00
0+80	2180.00	2180.00	3.00



	EMPRESA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA E. INGENIERIA Y ARQUITECTURA CALLE 100 N. BOGOTÁ, COLOMBIA
NOMBRE:	FECHA:
DISEÑADOR:	ESCALA:
VERIFICADOR:	TÍTULO:
APROBADO:	NÚMERO:
FECHA:	LUGAR:
PROYECTO:	HOJA:
CLIENTE:	TOTAL:



PLANTA - PERFIL 1+822 A 2+480
 ESCALA VERTICAL: 1:500
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1000

SIMBOLOGIA	
	AGUAS
	AGUAS RESIDUALES
	AGUAS PLUVIALES
	AGUAS DE RIEGO
	AGUAS PARA BOMBEOS
	AGUAS INDUSTRIALES
	AGUAS SUBTERRANEAS
	AGUAS DE DRENAJE
	AGUAS DE REFRIGERACION
	AGUAS DE PROCESO
	AGUAS DE CALDERAS
	AGUAS DE CONDENSADO
	AGUAS DE LLUVIA
	AGUAS DE DESNEVAMIENTO
	AGUAS DE LAVADO
	AGUAS PARA BOMBEOS
	AGUAS INDUSTRIALES
	AGUAS SUBTERRANEAS
	AGUAS DE DRENAJE
	AGUAS DE REFRIGERACION
	AGUAS DE PROCESO
	AGUAS DE CALDERAS
	AGUAS DE CONDENSADO
	AGUAS DE LLUVIA
	AGUAS DE DESNEVAMIENTO
	AGUAS DE LAVADO

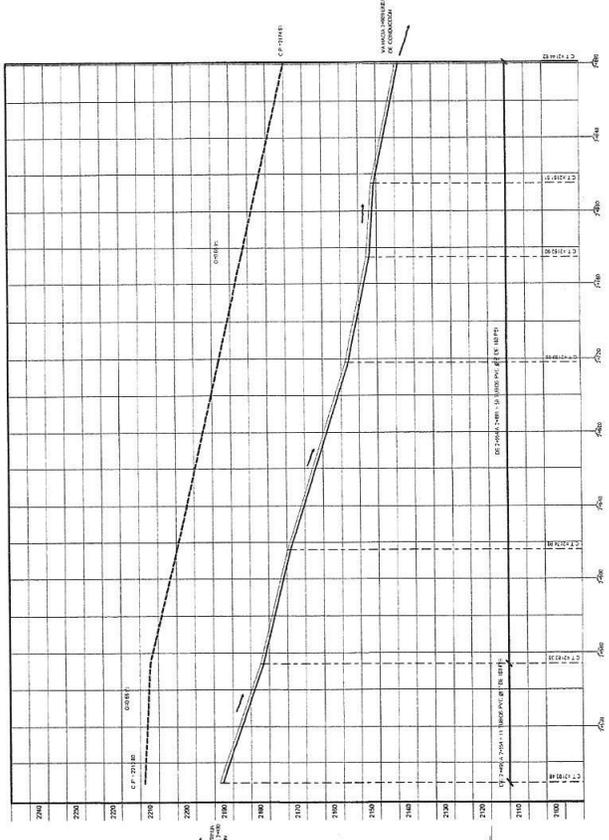
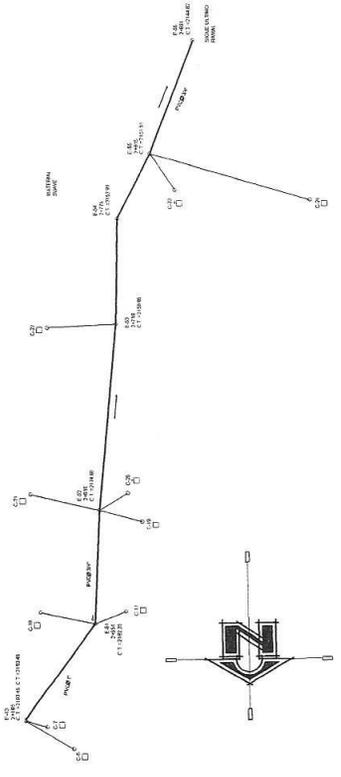
ESTACION	ELEVACION	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO
1+00	100.00	0.00	TIPO 1
1+20	102.00	0.00	TIPO 1
1+40	104.00	0.00	TIPO 1
1+60	106.00	0.00	TIPO 1
1+80	108.00	0.00	TIPO 1
2+00	110.00	0.00	TIPO 1
2+20	112.00	0.00	TIPO 1
2+40	114.00	0.00	TIPO 1
2+60	116.00	0.00	TIPO 1
2+80	118.00	0.00	TIPO 1
3+00	120.00	0.00	TIPO 1
3+20	122.00	0.00	TIPO 1
3+40	124.00	0.00	TIPO 1
3+60	126.00	0.00	TIPO 1
3+80	128.00	0.00	TIPO 1
4+00	130.00	0.00	TIPO 1
4+20	132.00	0.00	TIPO 1
4+40	134.00	0.00	TIPO 1
4+60	136.00	0.00	TIPO 1
4+80	138.00	0.00	TIPO 1
5+00	140.00	0.00	TIPO 1



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ASORIA SUPERVISION (A) DE EPS
Unidad de Facturas de Ingresos y EPS
 Facultad de Ingeniería

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO
 NOMBRE DEL PROYECTO: ...
 UBICACION: ...
 FECHA: ...
 ESCALA: ...
 HOJA: ... DE ...

INFORMACION DEL DISEÑADOR
 NOMBRE: ...
 CARGO: ...
 FIRMA: ...
 FECHA: ...



PLANTA - PERFIL 2+490 A 2+881
 ESCALA VERTICAL 1:500
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000

ESPECIFICACIONES:

EL CONCRETO UTILIZADO DEBERA TENER UNA RESISTENCIA MENOR A 10-210 Kg/cm² SE HARA EN PROPORCION 1:2.3 CEMENTO, ARENA Y PIEDRA.

EL ACERO UTILIZADO DEBERA SER CORRUGADO EN LOS DIAMETROS INDICADOS DE 1/2" A 1 1/4" 10mm GRADO 60 LEGITIMO SE REALIZARA AISLADO TANTO INTERIOR COMO EXTERIOR DE LAS COLUMNAS EN ENTIBES.

EN LAS TAPAS DE DEJABA UN DESNIVEL MINIMO DE 2% PARA DRENAR EL AGUA DE LUBIA.

EL TERRENO BAJO LA LOSA DE FUSO DEBERA SER PERFECTAMENTE COMPACTADO.

LAS VALVALAS UTILIZADAS SERAN TIPO AMERICANAS Y DEBERAN DE LLEVAR SUS RESPECTIVAS UNIONES UNIVERSALES EN AMBOS LADOS CON SUS RESPECTIVOS ADAPTADORES HEMBA.

LA PIEDRA UTILIZADA SERA TIPO BOLA DE 6" Ø.

LA BANDA PERIMETRAL TENDRA LAS MEDIDAS DE 1/2" POR 8m AL REDDOR DE LA CAMA DE CAPTACION, LA MALLA ESTARA ENTIBADA CON UN VALVALA CADA 20 CM.

LAS COLUMNAS TIPO "X" TENDRA LA ALTURA TOTAL DESDE EL CEMENTO HASTA LA PARTE SUPERIOR DE LA MALLA PERIMETRAL, CEMENTO CORRIDO AL NIVEL SUPERIOR DEL MURO.

MATERIALES:	DESCRIPCION	CANT	UN
	CEMENTO GRIS	78	SACO
	ARENA DE RIO	5	M ³
	PIEDRA BOLA	2	M ³
	PIEDRA BOLA	2	M ³
	ACERO CORRUGADO 1/2"	7	VAR
	ACERO CORRUGADO 3/4"	95	VAR
	ALAMBRE DE AMARRE	68	LB
	CLAVOS 3"	29	LB
	VALVALAS TIPO AMERICANAS CON BUSE	2	ROLO
	VALVALA DE CUBIERTA 1 1/2"	1	U
	VALVALA DE CUBIERTA 2"	1	U
	VALVALA DE CUBIERTA 3"	1	U
	ADAPTADOR MACHO 1 1/2"	2	U
	TUBO PVC 3" X 1/2" PES. 2.30"	1	U
	TUBO GALVANIZADO 2"	8	U
	COUDO PVC 2"	3	U
	TIE PVC 2"	1	U
	TEE PVC 2"	2	U
	REGUR	1	U
	PICHONCA PLASTICA	2	U
	PEGAMENTO TANGIT PVC	1	LB GALON
	SEGURO PARA TAPADERA 2"	3	U
	BLOQUE POLIURETANO 16x16x38cm	150	U
	VALVALA DE CUBIERTA 1 1/2"	1	U
	VALVALA DE CUBIERTA 2"	1	U
	VALVALA DE CUBIERTA 3"	1	U
	SOPORTE DE FORMALETA	300	PH
	1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.170.171.172.173.174.175.176.177.178.179.180.181.182.183.184.185.186.187.188.189.190.191.192.193.194.195.196.197.198.199.200.201.202.203.204.205.206.207.208.209.210.211.212.213.214.215.216.217.218.219.220.221.222.223.224.225.226.227.228.229.230.231.232.233.234.235.236.237.238.239.240.241.242.243.244.245.246.247.248.249.250.251.252.253.254.255.256.257.258.259.260.261.262.263.264.265.266.267.268.269.270.271.272.273.274.275.276.277.278.279.280.281.282.283.284.285.286.287.288.289.290.291.292.293.294.295.296.297.298.299.300.301.302.303.304.305.306.307.308.309.310.311.312.313.314.315.316.317.318.319.320.321.322.323.324.325.326.327.328.329.330.331.332.333.334.335.336.337.338.339.340.341.342.343.344.345.346.347.348.349.350.351.352.353.354.355.356.357.358.359.360.361.362.363.364.365.366.367.368.369.370.371.372.373.374.375.376.377.378.379.380.381.382.383.384.385.386.387.388.389.390.391.392.393.394.395.396.397.398.399.400.401.402.403.404.405.406.407.408.409.410.411.412.413.414.415.416.417.418.419.420.421.422.423.424.425.426.427.428.429.430.431.432.433.434.435.436.437.438.439.440.441.442.443.444.445.446.447.448.449.450.451.452.453.454.455.456.457.458.459.460.461.462.463.464.465.466.467.468.469.470.471.472.473.474.475.476.477.478.479.480.481.482.483.484.485.486.487.488.489.490.491.492.493.494.495.496.497.498.499.500.501.502.503.504.505.506.507.508.509.510.511.512.513.514.515.516.517.518.519.520.521.522.523.524.525.526.527.528.529.530.531.532.533.534.535.536.537.538.539.540.541.542.543.544.545.546.547.548.549.550.551.552.553.554.555.556.557.558.559.560.561.562.563.564.565.566.567.568.569.570.571.572.573.574.575.576.577.578.579.580.581.582.583.584.585.586.587.588.589.590.591.592.593.594.595.596.597.598.599.600.601.602.603.604.605.606.607.608.609.610.611.612.613.614.615.616.617.618.619.620.621.622.623.624.625.626.627.628.629.630.631.632.633.634.635.636.637.638.639.640.641.642.643.644.645.646.647.648.649.650.651.652.653.654.655.656.657.658.659.660.661.662.663.664.665.666.667.668.669.670.671.672.673.674.675.676.677.678.679.680.681.682.683.684.685.686.687.688.689.690.691.692.693.694.695.696.697.698.699.700.701.702.703.704.705.706.707.708.709.710.711.712.713.714.715.716.717.718.719.720.721.722.723.724.725.726.727.728.729.730.731.732.733.734.735.736.737.738.739.740.741.742.743.744.745.746.747.748.749.750.751.752.753.754.755.756.757.758.759.760.761.762.763.764.765.766.767.768.769.770.771.772.773.774.775.776.777.778.779.780.781.782.783.784.785.786.787.788.789.790.791.792.793.794.795.796.797.798.799.800.801.802.803.804.805.806.807.808.809.810.811.812.813.814.815.816.817.818.819.820.821.822.823.824.825.826.827.828.829.830.831.832.833.834.835.836.837.838.839.840.841.842.843.844.845.846.847.848.849.850.851.852.853.854.855.856.857.858.859.860.861.862.863.864.865.866.867.868.869.870.871.872.873.874.875.876.877.878.879.880.881.882.883.884.885.886.887.888.889.890.891.892.893.894.895.896.897.898.899.900.901.902.903.904.905.906.907.908.909.910.911.912.913.914.915.916.917.918.919.920.921.922.923.924.925.926.927.928.929.930.931.932.933.934.935.936.937.938.939.940.941.942.943.944.945.946.947.948.949.950.951.952.953.954.955.956.957.958.959.960.961.962.963.964.965.966.967.968.969.970.971.972.973.974.975.976.977.978.979.980.981.982.983.984.985.986.987.988.989.990.991.992.993.994.995.996.997.998.999.1000.		

EPS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIVIL
CATEDRA DE ESTRUCTURAS

PROYECTO: DISEÑO DE UN MURO PERIMETRAL
FECHA: 10/07/2018

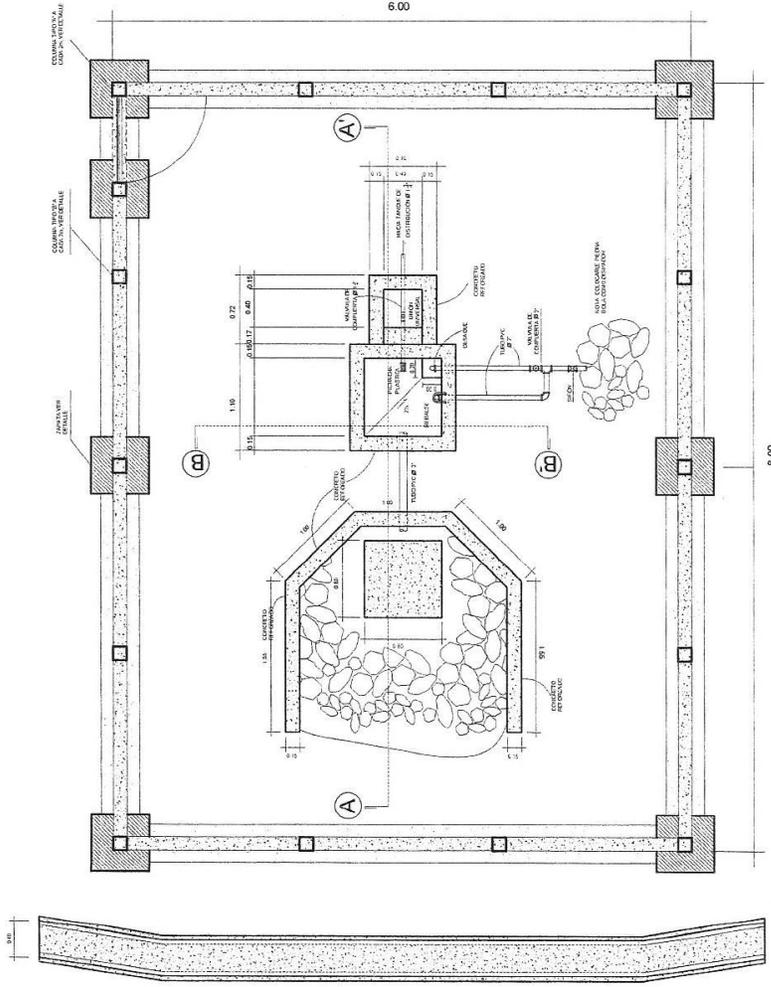
ALUMNO: [Nombre]

PROFESOR: [Nombre]

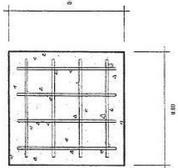
GRUPO: [Nombre]

NOTA: [Nota]

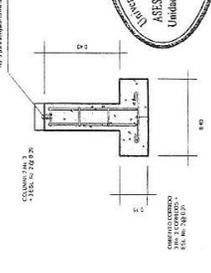
ESCALA: 1/20



PLANTA
CAPTACION TIPO A
ESC. 1/20

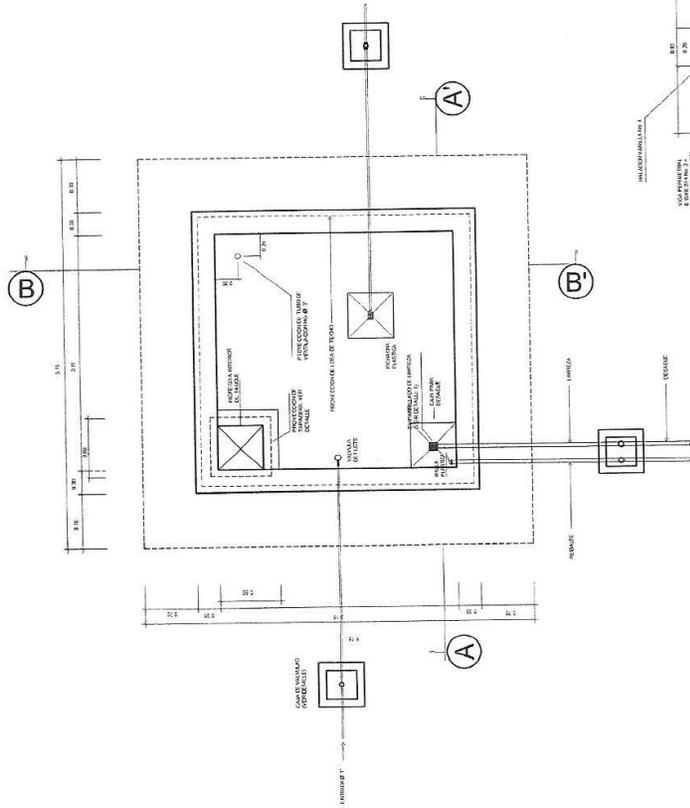


DETALLE DE ZAPATA
ESC. 1/10

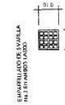


DETALLE DE CIMIENTO + COLUMNA
TIPO "B" EN MURO PERIMETRAL
CAPTACION TIPO B
ESC. 1/10

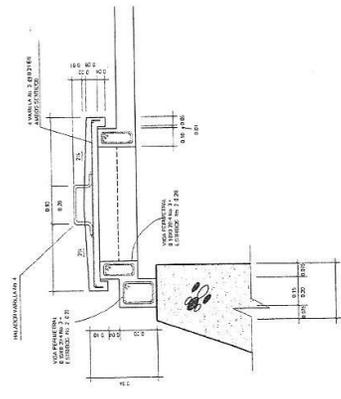
Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



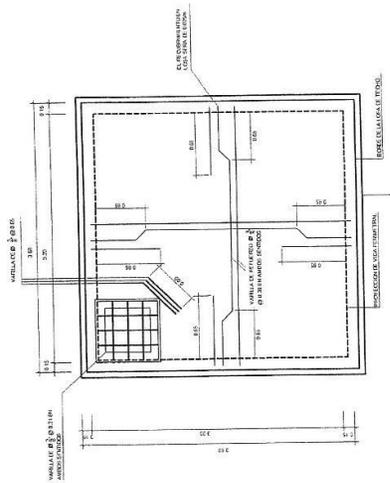
PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO
 ESC: 1:25



DETALLE 1 LIMPIEZA
 ESC: 1:10



DETALLE DE TAPADERA
 ESC: 1:10



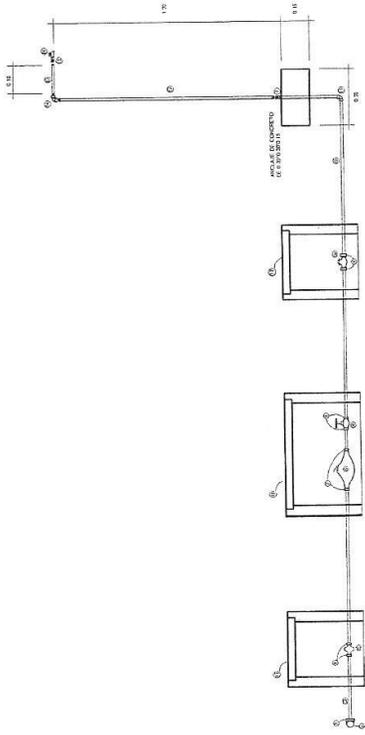
PLANTA DE LOZA DE TECHO
 ESC: 1:10

- NOTAS GENERALES:**
1. CONCRETO DEBERIA TENER UNA RESISTENCIA NO MENOR A 14-20 MPa, SE HARA EN PROPIO ROOM 1:23 CEMENTO AREIA Y PIEDRA.
 2. ACERO DE REFORZO SE USARA ACERO DE REFORZO TIPO A-60 (400) EN LOS CASOS DE ESPECIFICACIONES ASTM A 615.
 3. VARILLOS: LOS VARILLOS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR ANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 5. LOS RECLUTAMIENTOS SERAN INDICADOS EN EL DISEÑO.
 6. EL TERRERCO BAJO LA LOZA DEL TPO DEBERA SER PROPERAMENTE AFIRMSADO.
 7. LA LOZA DEBEN SER HACIA LOS LADOS.
 8. LOS MARGOS DE FERRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN PRODUCTO ESPECIAL DE DERRAMANTE ALIGADO.
 9. LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERVIDAS CON CEMENTO Y PIEDRA.
 10. EL RECLUTAMIENTO DE LA LOZA DEBEN DE SER MANEJADOS.
 11. EL RECLUTAMIENTO EN LA LOZA DEBEN DE SER...



ASORIA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	
EPS UNIVERSIDAD CATOLICA DE GUATEMALA ESCUELA POLITECNICA DE INGENIERIA	NOMBRE: GUZMAN SAN CARLOS G. CARNET: 10329 FECHA: 10/05/2023 LUGAR: GUATEMALA

- NOTAS GENERALES:
1. CONCRETO SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A COMPRESION DE 210 kg/cm² A LOS 28 DIAS.
 2. AGERO DE REPERUJO DE USARAS SEGUN LAS ESPECIFICACIONES ASTM A615.
 3. VARIOS, TODAS LAS VALVULAS SERAN DE TIPO AMERICANS.
 4. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.



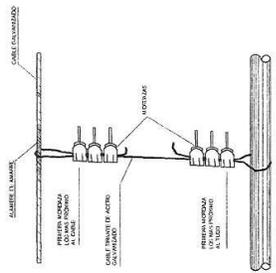
DETALLE CONEXIÓN DOMICILIAR
ESC. 1:10

- 1 TEE REDUCTORA PVC, TUBERIA PRINCIPAL Ø SEGUN TABLA SEGUN DISEÑO
- 2 TUBO PVC (LONGITUD VARIABLE Ø 2")
- 3 TUBO PVC (LONGITUD VARIABLE Ø 2")
- 4 ADAPTADOR MACHO PVC Ø 2"
- 5 ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 2"
- 6 CONTADOR DE BRONCE Ø 2"
- 7 ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 2"
- 8 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 9 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 10 TUBO PVC Ø 2" LONGITUD VARIABLE
- 11 CODO PVC 90° Ø 2"
- 12 CODO PVC 90° Ø 2"
- 13 NIPLE 1/2" x 1/2"
- 14 CODO 1/2" Ø 1/2"
- 15 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 16 CAJA DE PERRITO PROMESA PARA LIMPIAR
- 17 CAJA DE PERRITO PROMESA PARA LIMPIAR
- 18 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 19 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 20 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 21 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 22 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 23 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 24 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"
- 25 LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"

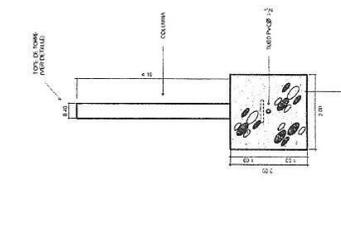
DESCRIPCIÓN	CANT.	UNIDAD
TEE REDUCTORA PVC	1	UNIDAD
TUBO PVC Ø 2"	0.50	METROS
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 2"	0.50	UNIDAD
ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 2"	0.50	UNIDAD
CONTADOR DE BRONCE Ø 2"	1	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
TUBO PVC Ø 2" X 20' DE 315 PSI	12	UNIDAD
CODO PVC Ø 2" X 90'	12	UNIDAD
CODO HG Ø 2" X 90'	90	UNIDAD
COPA HG Ø 2"	300	UNIDAD
ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 2" UN LAJO CON ROSCA Y CUBRE ROSCA	100	UNIDAD
CAJA DE PERRITO PROMESA PARA LIMPIAR Ø 2"	7	UNIDAD
TEE REDUCTORA USA PVC DE Ø 2"	2	UNIDAD
TUBO PVC Ø 2"	2	UNIDAD
CHUZ PVC Ø 2"	3	UNIDAD
REDUCTOR RUSHING LISO PVC DE 1" x 1/2"	4	UNIDAD
NIPLE 1/2" x 1/2"	9	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
CONTADOR DE BRONCE Ø 2"	50	UNIDAD
ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 2"	50	UNIDAD
LLAVE DE PASADERO DE BRONCE Ø 2"	25	UNIDAD



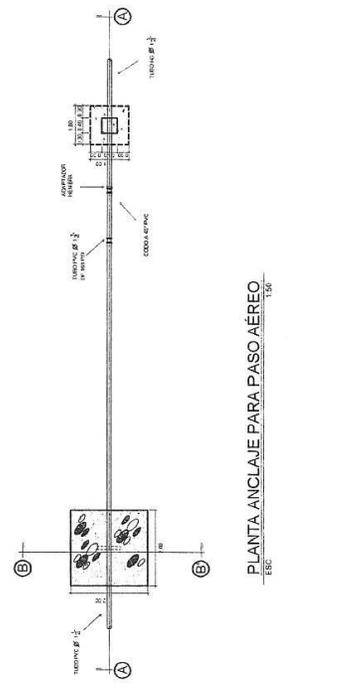
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE INGENIERIA DE PREVISION Y EPS	
PROYECTO	OPERAÇÕES DE RECONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
CLIENTE	GERENCO DE OBRAS
PROYECTANTE	INGENIERO CIVIL GABRIELA ALBERTO
PROYECTADO	INGENIERO CIVIL
REVISADO	INGENIERO CIVIL
APROBADO	INGENIERO CIVIL
FECHA	17/08/2018
HOJA	28



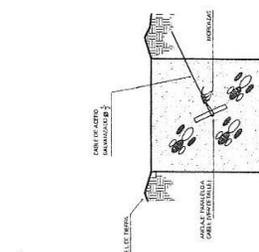
DETALLE DE SUSPENSIÓN
SIN ESCALA



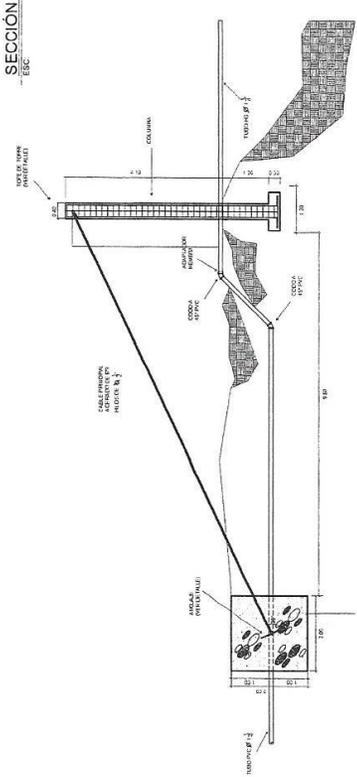
SECCIÓN B-B
SIN ESCALA



PLANTA ANCLAJE PARA PASO AÉREO
SIN ESCALA



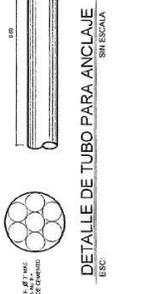
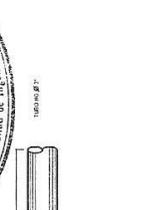
DETALLE DE ANCLAJE
SIN ESCALA



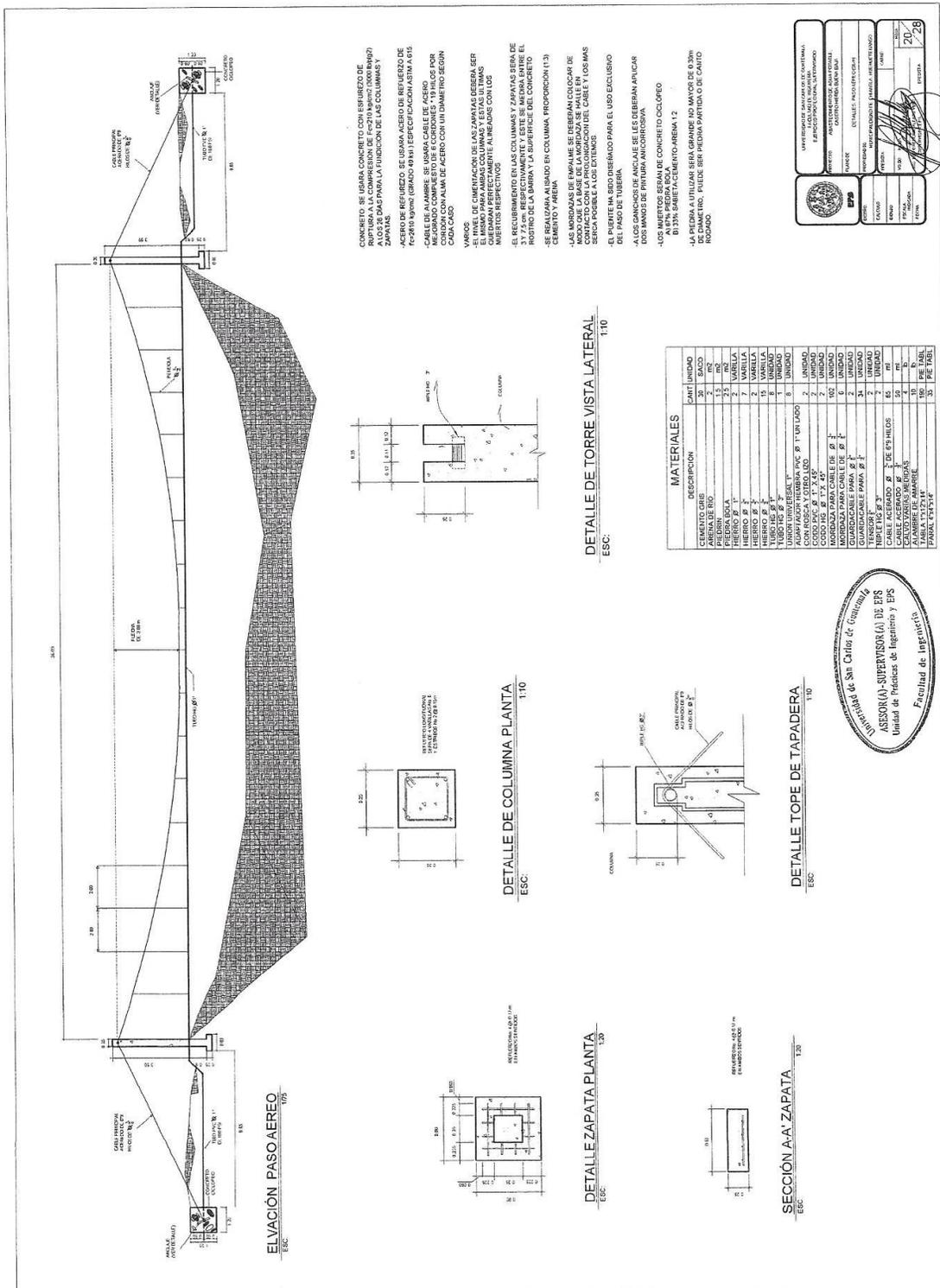
SECCIÓN A-A
SIN ESCALA

- CONCRETO SE USARÁ CONCRETO CON ESPESOR DE RUPURA A LA COMPRESIÓN DE F_{cd} = 20 MPa (2000 kg/cm²) PARA LAS COLUMNAS PARA LA FUNCIÓN DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
- ACERO DE REFUERZO SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE F_{cd} = 419 MPa (42000 kg/cm²) (ESPECIFICACIÓN ASTM A 615).
- CABLE DE ALAMBRE SE USARÁ CABLE DE ACERO MEDIANO COMPUESTO DE 6 CORDONES 19 HILOS POR CADA UNO CON ALAMBRE DE ACERO CON UN DIÁMETRO SEGUN CADA CASO.
- VARIOS.
- EL NIVEL DE CIMENTACIÓN DE LAS ZAPATAS DEBERÁ SER EL MISMO QUE EL NIVEL DE CIMENTACIÓN DE LAS COLUMNAS GUARDANDO LAS DISTANCIAS MÍNIMAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
- EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERÁ DE 3 Y 4 cm, RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRÁ EN EL ACERO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.
- LAS MONDAS DE EMPALME SE DEBERÁN COLOCAR EN CONTACTO CON LA PROLONGACIÓN DEL CABLE Y LOS MARGENES SOBREA LOS EXTREMOS.
- EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PISO DE TUBERÍA.
- A LOS OMBROS DE ANCLAJE SE LES DEBERÁN APLICAR LOS MORTOS DE FRICCIÓN ADECUADOS.
- LOS MUERTOS PARA ANCLAJE SERÁN DE CONCRETO
 - A) 67% PIEDRA REDA
 - B) 33% ARETA-CEMENTO-ARETA 1:2
- LA PIEDRA A UTILIZAR SERÁ GRANDE NO MAYOR DE 0.30m DE LARGO Y 0.15m DE ANCHO. EL ESPESOR DE LA PIEDRA DEBEMOS SER DE 0.10m. DEBE SER DE TIPO CALAMBA DE PREFERENCIA EN SU ESTADO NATURAL, LIMPDA, DURA, SIN AGRIETAS, SIN FRACTURAS, SIN DEFECTOS ESTRUCTURALES.
- COLOCACIÓN DEL CONCRETO CICLOSO, COLOCAR LA PIEDRA DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA, SIN CAUSAR DAÑOS A LA FORMALTA O TUBERÍA. DESPUÉS DE LA COLOCACIÓN DE LA PIEDRA, DEBE SER LAVADA CON AGUA LIMPDA, AL MOMENTO DE LAVAR, LA LAVADA DEBE SER CON UN ESPESOR DE 2.0cm PARA FORMAR UN FILM DE PROTECCIÓN EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO. DESPUÉS DE LAVAR, LA LAVADA DEBE SER CON UN ESPESOR DE 2.0cm PARA FORMAR UN FILM DE PROTECCIÓN EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO. DESPUÉS DE LAVAR, LA LAVADA DEBE SER CON UN ESPESOR DE 2.0cm PARA FORMAR UN FILM DE PROTECCIÓN EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.

UNIVERSIDAD DE CALDAS DE COLOMBIA		UNIVERSIDAD DE CALDAS DE COLOMBIA	
FACULTAD DE INGENIERÍA		FACULTAD DE INGENIERÍA	
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE Puentes		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE Puentes	
CATEDRÁTICO: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN		CATEDRÁTICO: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN	
PROFESOR: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN		PROFESOR: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN	
ESTUDIANTE: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN		ESTUDIANTE: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN	
TÍTULO: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN		TÍTULO: MSc. JUAN PABLO CALDERÓN	
FECHA: 19/07/2018		FECHA: 19/07/2018	
LUGAR: CALDAS		LUGAR: CALDAS	



DETALLE DE TUBO PARA ANCLAJE
SIN ESCALA



CONCRETO DE LIGERA CONCRETO CON REBROZO DE RUPTURAS A LA COMPRESION DE F'c=210 MPa (30000 PSI) Y A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDACION DE LAS COLUMNAS Y VIGAS DE REBROZO SE USARA ACERO DE REFUERZO DE FORTA MPa (GRADO 40) A LA ESPECIFICACION ASTM A 615

-CABLE DE ALAMBRE SE USARA CABLE DE ACERO REBROZADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 3 FILAS SEGUN CADA CORDON

VARIOS:

- EL NIVEL DE SUPERFICIE DE LAS COLUMNAS DEBERAN SER DIBUJADOS PERFECTAMENTE ALINEADOS CON LOS DIBUJOS RESPECTIVOS DE LAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS DEBERAN PERFORARSE CON UNAS Y ZANFAS SEGUN LAS ACORDADAS RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROTURO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO CEMENTO Y HIERBA
- LAS MORDIDAS EN EL ACERO DEBERAN SER EN LOS CASOS DE CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE Y LOS MAS SERA POSIBLE EN LOS ESPACIOS DEBIDAMENTE DISEÑADOS PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PISO DE TUBERIA
- LOS CORDONES DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PRIMA ANTI CORROSION
- LOS MUERTOS SERAN DE CONCRETO OCLOREO EN UN PASE DE CEMENTO ARENA 1:2
- LAS BARRAS UTILIZAS SERAN GRANDE NO MAYOR DE 6.30 IN DE DIAMETRO, PUEDE SER PIEDRA PARTIDA O DE CANTO REDONDO

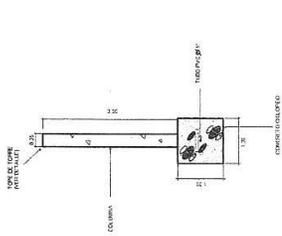
		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CHILE FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ESTRUCTURAS Y MATERIALES
NOMBRE:	DISEÑADOR:	FECHA:
APROBADO:	ESCALA:	HOJA:
TITULO:	PROYECTO:	TOTAL:
AUTORIZADO:	OBSERVACIONES:	20 / 28

DESCRIPCION	CANT	UNIDAD
CEMENTO GRIS	30	SACOS
ARENA DE RIO	7	m ³
PIEDRA LONA	2.5	m ²
HIERRO # 3	7	VARILLA
HIERRO # 4	2	VARILLA
HIERRO # 5	15	VARILLA
TUBOS 100 # 3"	1	UNIDAD
ALUMINUM HEAVY WALL PVC # 1 UN LADO	8	UNIDAD
CON FIBRA Y CUBRILUDO	2	UNIDAD
CORDON # 3 T x 3"	2	UNIDAD
MORDAZA PARA CABLE DE # 3	100	UNIDAD
GUARDACABLE PARA # 3	2	UNIDAD
GUARDACABLE PARA # 4	34	UNIDAD
HIERRO # 3"	2	UNIDAD
CABLE ACERADO # 3 DE 6 P HILOS	65	m
ALAMBRE DE ALAMBRE # 3	4	m
ALAMBRE DE ALAMBRE # 4	2	m
ALAMBRE DE ALAMBRE # 5	100	PRE TABL
PANEL EPS 150	35	PRE TABL

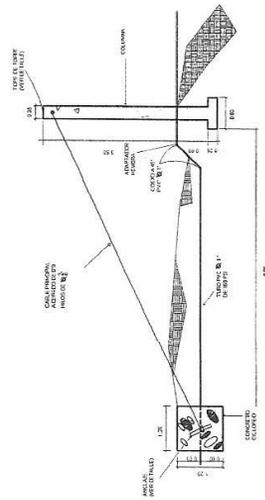
Asesoría-Supervisora) de EPS
 Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS
 Freijol de Ingenieros



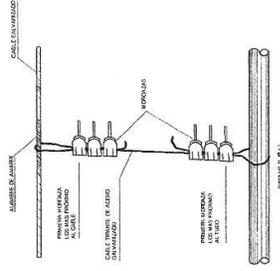
PLANTA ANCLAJE PARA PASO AEREO
ESC. 1:50



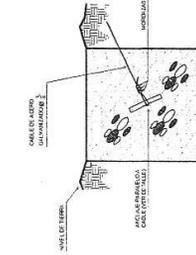
SECCIÓN B-B
ESC.



SECCIÓN A-A
ESC. 1:50



DETALLE DE SUSPENSIÓN
ESC. SIN ESCALA



DETALLE DE ANCLAJE
ESC. SIN ESCALA



DETALLE DE TUBO PARA ANCLAJE
ESC. SIN ESCALA

CONCRETO, SE USARA CONCRETO CON EFECTO DE RUPTURA LA COMPRESION DE FICHO M30 (C800 80kgf/cm²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZANAS.

ACERO DE REFORZO, SE USARA ACERO DE REFORZO DE FICHO 10 (C800 80kgf/cm²) / ESPECIFICACION A 105. PARA LAS ZANAS SE USARA ACERO DE REFORZO DE FICHO 10 (C800 80kgf/cm²) MEDIANTE COMPUSTO DE 4 CORDONES Y 18 MILS POR CORDON CON ALA DE ACERO CON UN DIAMETRO SERA: CADA CORD.

VARIOS: DE OBSERVACION DE LAS ZANAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS MEDIANTE ALMEJAS CON LOS MIENTOS RESPECTIVOS.

EL REFORZAMIENTO DE LAS COLUMNAS Y PARA LAS ZANAS DE 31.75 cm RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.

-LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLA EN EL CENTRO DEL CABLE Y LOS MAS SERCA POSIBLE A LOS EXTREMOS.

-EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DE PASO DE TUBERIA.

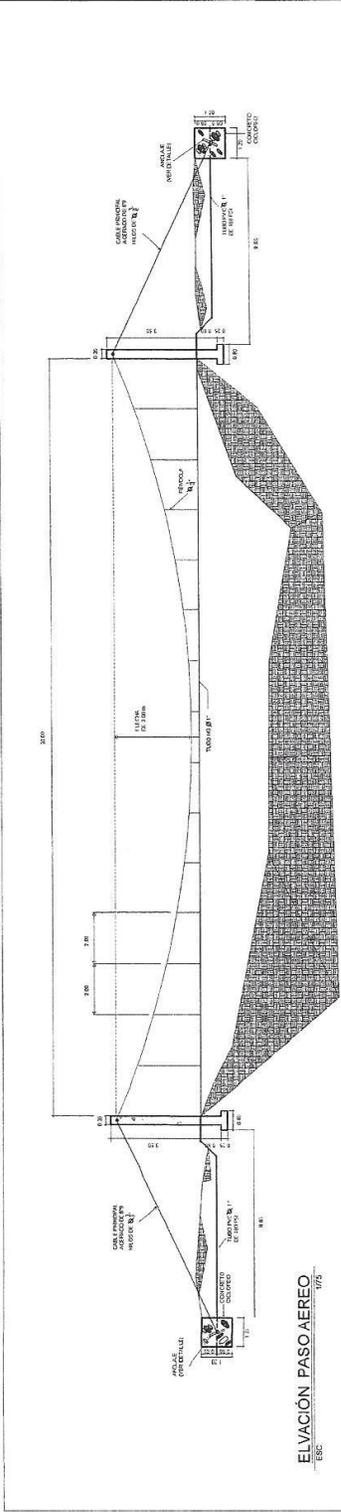
-A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTI CORROSIONA.

-LOS MIENTOS PARA ANCLAJE SERAN DE CONCRETO COLOREADO: A) 33% SARETA-CEMENTO-ARENA 1:2 B) 33% SARETA-CEMENTO-ARENA 1:2

-LA PIEDRA A UTILIZAR SERA GRANDE NO MAYOR DE 0.30m DE DIAMETRO, FUEDE SER PIEDRA PARTIDA O DE CANTO LIBRE DE SEGREGACIONES, FRACTURAS DIRECTAS U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.

-COLACION DEL CONCRETO CUCO CERO, COLOCAR LA TUBERIA SIN CAUSAR DAÑOS A LA FORMALETA O TUBERIA. INTERRUPTOR LA FUNICION DEBE DE BARRER PIEDRA LIBRE ANTES DE CONTINUAR LA FUNICION DEBE LIMPIARSE LA SUPERFICIE Y MOJAR CON AGUA LIMPA.

		EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA DIRECCION GENERAL DE OBRAS DE CONSTRUCCION (DAMA)	
PROYECTO:	RECONSTRUCCION DE LA TUBERIA DE PASO AEREO	FECHA:	21/08/2018
CLIENTE:	EPS	ELABORADO POR:	[Firma]
PROYECTISTA:	EPS	REVISADO POR:	[Firma]
APROBADO POR:	[Firma]	FECHA DE APROBACION:	21/08/2018
PROYECTISTA:	EPS	PROYECTISTA:	[Firma]



CONCRETO SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A LA COMPRESION DE Fc=270 Mpa (3900 Kg/cm²) ZAPATA.

ACERO DE REINFORZO SE USARA ACERO DE REINFORZO DE Fc=270 Mpa (3900 Kg/cm²) ESPECIFICACION ASTM A 615.

CABLE DE ALAMBRE DE USARA CABLE DE ACERO DE 19 ALAMBRES DE 1.75 mm DE DIAMETRO.

SE USARA ALAMBRE DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN CADA CASO.

VARCOS: SE CONSIDERAN EN LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS DEBERAN SER CON UN DIAMETRO DE 100 mm.

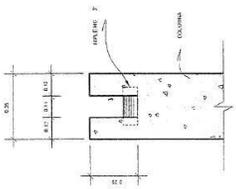
EL REFORZAMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 3.75 cm, RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO CEMENTO / ARENA.

SE REALIZARA ALISADO EN COLUMNA PROPORCION (1:3).

AL MOMENTO DE REALIZAR EL DISEÑO DE LOS ANCLAJES DE CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE Y LOS MAS ANCLAJES EN LOS MUELTOS PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE TUBERIA.

LOS MUELTOS PARA ANCLAJE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO.

LA PIEDRA A UTILIZAR SERA GRANDE NO MAYOR DE 6.300 DE DIAMETRO. PUEDE SER PIEDRA PARTIDA O DE CANTO ROSADO.

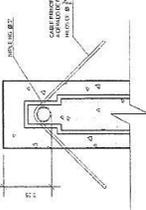


DETALLE DE COLUMNA PLANTA
ESC: 1:10

DETALLE DE TORRE VISTA LATERAL
ESC: 1:10

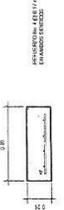
DESCRIPCION	CANT	UNIDAD
CEMENTO GRIS	30	SACO
ARENA DE RIO	1.5	M ³
PIEDRA BELA	1	M ³
VARILLA # 3	7	VARILLA
VARILLA # 4	2	VARILLA
VARILLA # 5	19	UNIDAD
TUBO HS # 3"	1	UNIDAD
ADAPTADOR HUEMBA PVC # 1 UN LADO	1	UNIDAD
CONCRETO Y OTRO LTO.	2	UNIDAD
CODO HS # 1.5 X 45°	2	UNIDAD
MORZONA PARA CABLE DE # 3	84	UNIDAD
MORZONA PARA CABLE DE # 4	2	UNIDAD
GUARDACABLE PARA # 3	28	UNIDAD
GUARDACABLE PARA # 4	2	UNIDAD
VARILLA # 3"	2	UNIDAD
CABLE ACERADO # 1 DE 9 HILOS	50	M
ALAMBRE DE ACERADO # 3	4	M
CABLE VARIACION DE # 3	100	M
ALAMBRE DE ACERADO # 3	100	M
LABA ESTALIL	30	PIE. TAB.

DETALLE ZAPATA PLANTA
ESC: 1:20



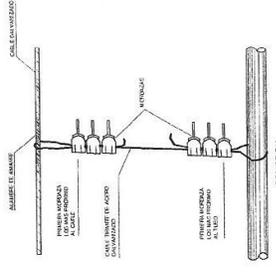
DETALLE TOPE DE TAPADERA
ESC: 1:10

SECCION A-A ZAPATA
ESC: 1:20

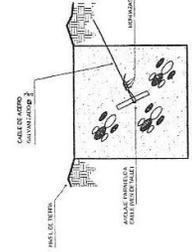


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL TACHIRA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL PASO AEREO DE LA CARRETERA NACIONAL N° 100
FECHA: 15/05/2018
AUTOR: J. GARCIA
DISEÑADOR: J. GARCIA
PROFESOR: J. GARCIA
DIBUJANTE: J. GARCIA
EVALUADOR: J. GARCIA
NOTA: 27/28

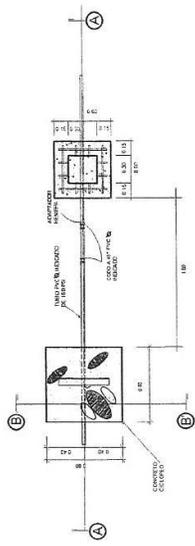




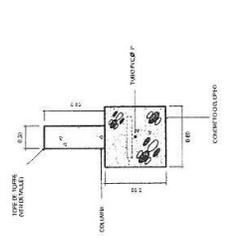
DETALLE DE SUSPENSIÓN
ESC.
SIN ESCALA



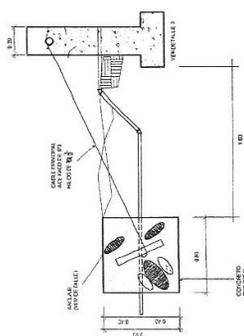
DETALLE DE ANCLAJE
ESC.
SIN ESCALA



PLANTA ANCLAJE PARA PASO AÉREO
ESC.
1:20



SECCIÓN B-B
ESC.
1:20

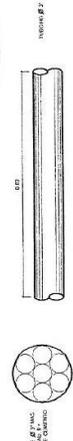


SECCIÓN A-A
ESC.
1:20

- CONCRETO SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPURA A LA COMPRESIÓN DE $F_c = 210 \text{ MPa}$ (2000 kg/cm²) Y UN MÓDULO ELÁSTICO DE $E_c = 25000 \text{ MPa}$ (200000 kg/cm²). ZAPATA.
- ACERO DE REFUERZO SE USARÁ ACERO DE REFUERZO DE $F_y = 270 \text{ MPa}$ (27000 kg) ESPECIFICACIÓN ASTM A 615.
- CABLE DE ALAMBRE SE USARÁ CABLE DE ACERO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES * 19 HILOS POR CORDÓN Y UN ÁMBULO DE ACERO CON UN DIÁMETRO SEGÚN CADA CASO.
- VARIOS.
- EL NIVEL DE ORIENTACIÓN DE LAS ZAPATAS DEBERÁ SER EL MISMO PARA LAS COLUMNAS Y ZAPATAS DE LAS COLUMNAS RESPECTIVAS.
- EL RECURRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERÁ DE 3 Y 7.5 cm, RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRÁ ENTRE EL ACROTO DE LA UBIANA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO DE LAS COLUMNAS RESPECTIVAS.
- LAS MORDAZAS DE EMPALME SE USARÁN EN EL MOMENTO DE CONTACTO CON LA PROLONGACIÓN DEL CABLE Y LOS MÁS SENCILLOS POSIBLES A LOS EXTREMOS.
- EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LIBERÍA.
- A LOS BANCOS DE ANCLAJE SE LES DEBERÁN APLICAR LOS BANCOS DE ENTUBOS INCONGRUOS.
- LOS MUERTOS PARA ANCLAJE SERÁN DE CONCRETO A 13% DE SEMENTAL EN MORTA 1:2.
- LA PIEDRA A UTILIZAR SERÁ GRANDE NO MAYOR DE 0.30m (12") EN SU ESTADO NATURAL, LIMPYA, DURAS Y SIN DEFECTOS ESTRUCTURALES.
- COLOCACIÓN DEL CONCRETO CICLOPICO: COLOCAR LA PIEDRA DE PREFERENCIA A MANO, ENTUBARLA CERO O TRANSGERAR, ANTES DE COLOCAR LA PIEDRA SE DEBE IMPARIRSE Y LAVADA CON AGUA LIMPIA, AL MOMENTO DE SOBRESALENDO NO MENOS DE 6 cm PARA FORMAR UNAVE ARTES CON UN DIÁMETRO DE 6 CM PARA ENTUBAR LA PIEDRA EN SUPERFICIE, TAPARLA CON AGUA LIMPIA.



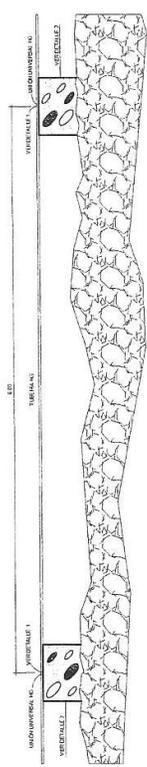
		INSTITUCIÓN EDUCATIVA ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA	
NOMBRE ASISTENTE TECNOLÓGICO		ASISTENTE TECNOLÓGICO	
INSTITUCIÓN ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA		INSTITUCIÓN ESCUELA TÉCNICA DE INGENIERÍA	
FECHA 27/08		FECHA 27/08	
FIRMA 		FIRMA 	



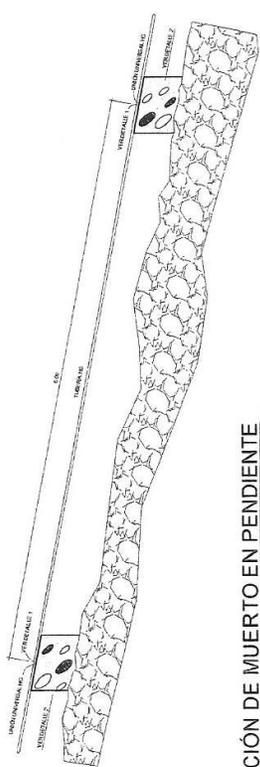
DETALLE DE TUBO PARA ANCLAJE
ESC.
SIN ESCALA

- NOTAS GENERALES**
1. LOS MUERTOS DEBEN SER CONCRETOS, SIN SERO, SIN AGREGAR CEMENTO, NI CEMENTO, NI CEMENTO ARENA EN SU COMPOSICION. LA PROPORCION ES: 1:3:3. SABIETA, CEMENTO ARENA EN PROPORCION 1:2.
 2. EL MUERTO SE DEBERA ADAPTAR AL TERRENO, DEBIENDO SER UN MUERTO CON UN GRADO ESCASO DE INCLINACION, SE DEBERA DE NIVELAR LA MEJOR FORMA POSIBLE.
 3. LA PIEDRA A UTILIZAR SERA GRANDE, NO MAYOR DE 30CM DE DIAMETRO, PUEDE SER PIEDRA LOCAL, PUEDE SER PIEDRA DE OTRAS ZONAS, PERO DEBE SER DE BUENA CALIDAD DE PREFERENCIA DEBUENAS CARACTERISTICAS, SIN TALLA, SIN AGRIETAS, SIN FRACTURAS, SIN TALLA U OTROS DEFECTOS ESTRUCTURALES.
 4. COLOCACION DEL CONCRETO COLOREO: COLOCAR LA PIEDRA DE PREFERENCIA MAYOR EN LA PARTE SUPERIOR DEL MUERTO, Y LAS PIEDRAS MAS PEQUEÑAS EN LA PARTE INFERIOR. ANTES DE COLOCAR LA PIEDRA DEBE DE LIMPIARSE Y LAVARSE CON AGUA LIMPIA.

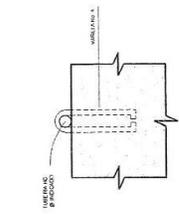
MATERIALES		CANT.	UNIDAD
CEMENTO GRIS	DESCRIPCION	70	SACOS
ARENA DE RIO		3	M ³
PIEDRA LOCAL		7	M ³
VARILLA #2"		7	VARILLA
CLAVO PARA MADERA/VARILLA		10	CLAVO
ALAMBRE DE ANILLO		7	M



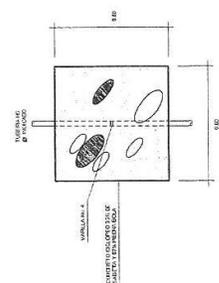
ELEVACION DE MUERTO
ESC: 1:20



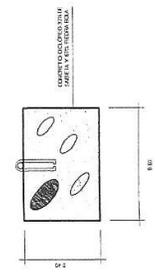
ELEVACION DE MUERTO EN PENDIENTE
ESC: 1:20



DETALLE 1
ESC: SIN ESCALA



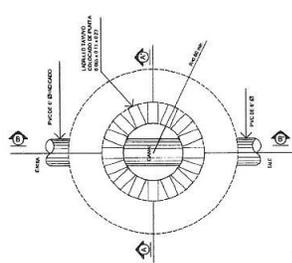
DETALLE 2 SECCION DE MUERTO
ESC: 1:10



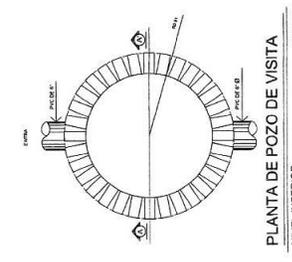
DETALLE 1 + ELEVACION DE MUERTO
ESC: 1:10



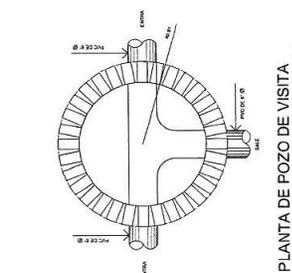
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE INGENIERIA DE INGENIERIA Y EPS	
PROFESOR	ASISTENTE DE INGENIERIA
FECHA	28/07/2018
ALUMNO	
GRUPO	
PROFESOR	
FECHA	
ALUMNO	



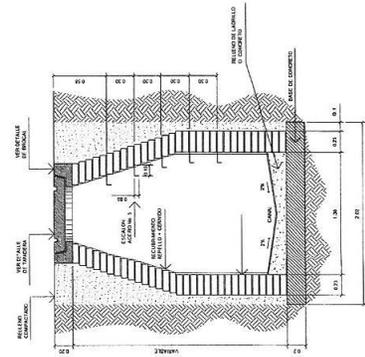
PLANTA DE POZO DE VISITA
NIVEL SUPERIOR
ESCALA 1:20



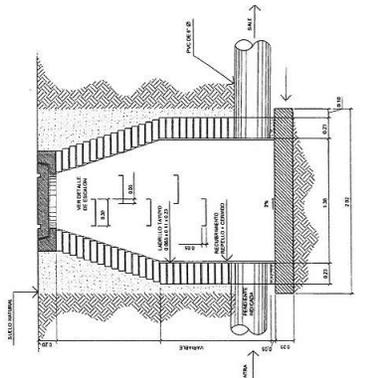
PLANTA DE POZO DE VISITA
NIVEL INFERIOR
ESCALA 1:20



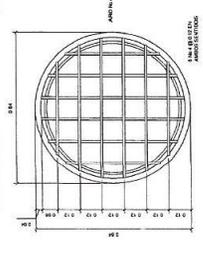
PLANTA DE POZO DE VISITA
NIVEL SUPERIOR
ESCALA 1:20



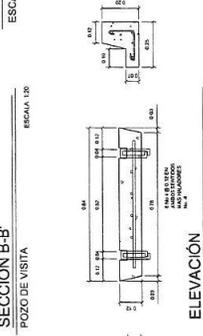
SECCIÓN A-A
POZO DE VISITA
ESCALA 1:20



SECCIÓN B-B
POZO DE VISITA
ESCALA 1:20



PLANTA ARMADO
TAPADERA-POZO DE VISITA
ESCALA 1:10



ELEVACIÓN
BROCAL Y TAPADERA
ESCALA 1:10



DETALLE
ESCALONES
ESCALA 1:10

ACERO
1. EL ACERO DEBERIA TENER UN FY DE 2800 KG/CM2

CONCRETO
1. EL CONCRETO DEBERIA TENER UN FC DE 210 KG/CM2 PARA SOPORTAR VEHICULOS DEL TIPO PESADO (C/)

2. EL RECRIMIENTO MINIMO PARA LA BASE SERIA DE 7.5 CM DE BROCA Y LA TAPADERA SERIA DE 7.5 A 5 CENTIMETROS

CARGAS (RESISTENCIA)
CONCRETO: 2,400 KG/CM2
ACERO: 28,000 KG

MAMPUESTERIA
1. LA TUBERIA SERA DE ACIERO A LA NORMA C22 DE LA ASTM.

2. LA TUBERIA DEBE TENER UN DIAMETRO DE 1.1 X 1.22 M DE DIAMETRO PERFORADO DE IGUAL DIMENSION.

3. EL AREA DE VIGAS EN LAPRILLOS PERFORADOS, NO DEBE SER MENOR A LA RESISTENCIA DE LA MAMPUESTERIA.

4. EL LAPRILLO TENDRA UNA RESISTENCIA DE 14 KG/CM2 MOMENTO DE SU COLOCACION.

MORTERO (SABETE)
1. EL MORTERO DE CEMENTO 3 DE ARENA DE RIO.

2. EL AGUA AJUSTARSE DEBERA SER LIMPA Y SIN DE CONTAMINACIONES.

3. EL CEMENTO USARASE SERA PORTLAND TIPO 1 CONFORME LA NORMA C-142 DE LA ASTM.

TUBERIA DE PVC
1. LA TUBERIA DEBERA SER CONFORME A LA NORMA C-27 DE LA ASTM.

2. LA TUBERIA DEBERA TENER UN DIAMETRO DE 1.1 X 1.22 M DE DIAMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.

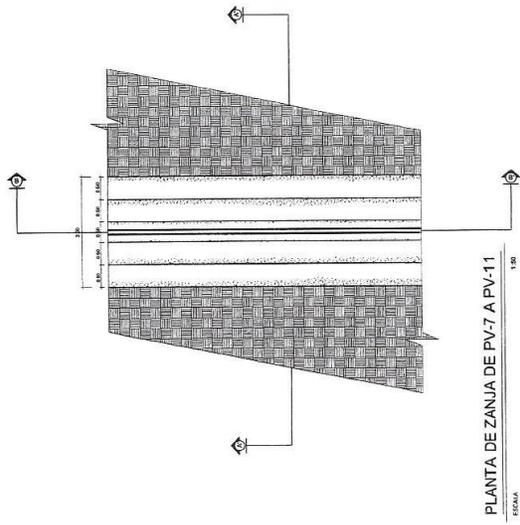
3. LA TUBERIA DEBERA TENER UN DIAMETRO DE 1.1 X 1.22 M DE DIAMETRO MENOR A LA INDICADA EN LOS PLANOS.

NOTA:
LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES ADICIONALES EN SU POSICION, TIENEN QUE SER DE ACEROS INOXIDABLES.

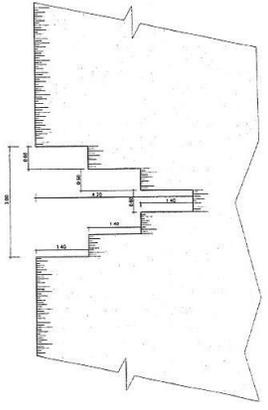
DESCRIPCION	CANT	TAMANO
CEMENTO GRIS	200	SACO
ARENA	30	M3
ARENA DE RIO	30	M3
PIEDRA	71	M3
ACERO	10	KG
PLANTA ARMADO	10	M3
ALAMBRE DE AMARRAR	10	M
PLANTA TAPADERA	70	PZ

DESCRIPCION	CANT	TAMANO
CEMENTO GRIS	200	SACO
ARENA	30	M3
ARENA DE RIO	30	M3
PIEDRA	71	M3
ACERO	10	KG
PLANTA ARMADO	10	M3
ALAMBRE DE AMARRAR	10	M
PLANTA TAPADERA	70	PZ

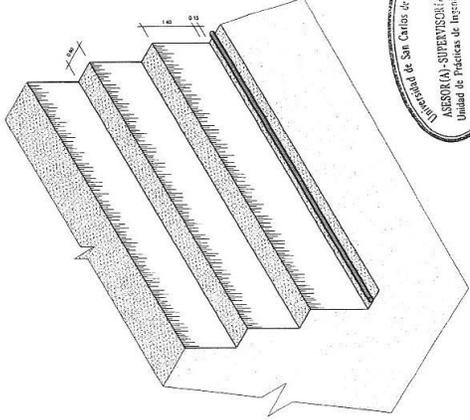
DESCRIPCION	CANT	TAMANO
CEMENTO GRIS	200	SACO
ARENA	30	M3
ARENA DE RIO	30	M3
PIEDRA	71	M3
ACERO	10	KG
PLANTA ARMADO	10	M3
ALAMBRE DE AMARRAR	10	M
PLANTA TAPADERA	70	PZ



PLANTA DE ZANJA DE PV-7 A PV-11
ESCALA 1:50



SECCIÓN A-A' (ZANJA) PV-7 A PV-11
ESCALA 1:50

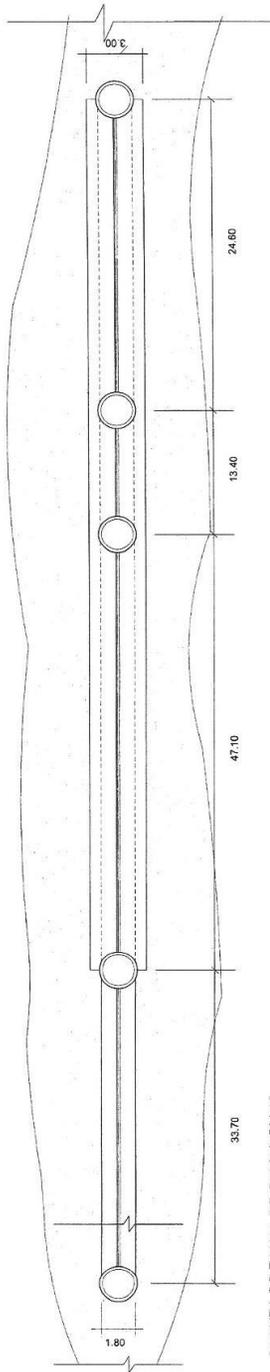


ISOMETRICO DE ZANJA DE PV-7 A PV-11
ESCALA 1:50

- ZANJA:**
- 1 SE RECOMIENDA QUE NO TRANSDERRA MAS DE 500MM ENTRE LA EDIFICACION DE LA ZANJA Y LA COLOCACION DEL MATERIAL.
 - 2 ANTES DE ENTERRAR LA TUBERIA, SE DEBE REALIZAR UNA INSPECCION A UNA INSTANCIA DEL MUNICIPIO DE LA ZANJA NO MENOR QUE LA MITAD DE SU PROFUNDIDAD O A 70% COMO MINIMO.
 - 3 SI EL FONDO DE LA ZANJA NO ES EL ADECUADO PARA LA TUBERIA, SE DEBE REALIZAR UN TRAZO APROPIADO Y RECONSTRUIRLO CON EL MATERIAL APROPIADO.
 - 4 ANTES DE BAJAR LA TUBERIA Y ACCESORIOS PARA SU COLOCACION, CUALQUIER SERIE INSPECCION PARA LA TUBERIA, SE DEBE REALIZAR UNA INSPECCION DE LA TUBERIA PARA VERIFICAR SI EXISTEN DEFECTOS QUE PRESENTE, TALES COMO RAMBURAS, PROTUBERANCIAS Y DEFORMACIONES.
 - 5 SE DEBERA TAPAR EL PASO VERTICAL DONDE SE ENCUENTRE LA TUBERIA PARA EVITAR ACCIDENTES.
- NOTA: ESTE TIPO DE ENCAMACION DE DEBE TOMAR EN CUENTA EN EL TRAZO QUE COMPENSA LA PENDIENTE DE LA TUBERIA, EN LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA, O SEA QUE LA TUBERIA DEBE SER EN SU TRAZO EL MISMO TIPO DE LA TUBERIA DE LA ENCAMACION.

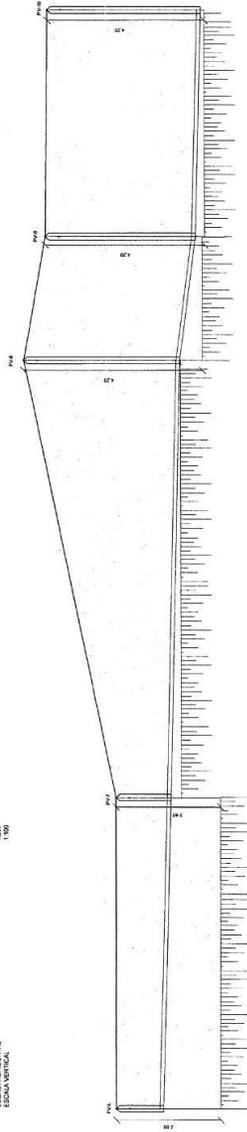
Compañía de San Carlos de Guayaquil
ASOSAN-SUPERVISORA DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO		INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO	
PROYECTO	DETALLE DE ZANJA	FECHA	7/7
CLIENTE	EPS	PROYECTANTE	[Firma]
UBICACION	UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y EPS	REVISOR	[Firma]
ESCALA	1:50	PROFESOR	[Firma]



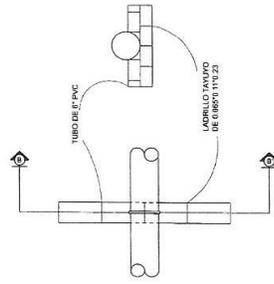
PLANTA DE ZANJA DE PV-6 A PV-10

ESCALA HORIZONTAL: 1:200
ESCALA VERTICAL: 1:100



SECCIÓN (ZANJA) DE PV-6 A PV-10

ESCALA HORIZONTAL: 1:200
ESCALA VERTICAL: 1:100



ZANJA:

- 1 SE RECOMIENDA QUE NO TRANSCURRAN MAS DE OCHO DIAS ENTRE LA EXCAVACION DE LA ZANJA Y LA COLOCACION DE LA TUBERIA.
- 2 RETIRAR EL MATERIAL EXTRANEO A UNA DISTANCIA DE 20 METROS DEL FONDO DE LA ZANJA Y DE SU PROFUNDIDAD A 2m COMO MINIMO.
- 3 SE EL FONDO DE LA ZANJA NO ES EL ADECUADO PARA LA TUBERIA, SE DEBE EXTRAER DE 5 A 15cm DE MATERIAL Y REEMPLAZARLO CON EL MATERIAL ADECUADO.
- 4 ANTES DE BAJAR LA TUBERIA Y ACCESORIOS PARA SU COLOCACION, CADA UNA SERA INSPECCIONADA Y LIMPIADA ELIMINANDO CUALQUIER ELEMENTO QUE PUEDA OBSTRUIR EL PASO DE LA TUBERIA. TAMBIEN SE DEBERAN REALIZAR PROTECCIONES Y/O REFORMACIONES PARA EVITAR ACCIDENTES.
- 5 SE DEBERA TAPAR EL PASO VEHICULAR DONDE SE ESTA INSTALANDO LA TUBERIA PARA EVITAR ACCIDENTES.

NOTA: ESTE TIPO DE EXCAVACION SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA CANTIDAD DE TIERRA QUE SE DEBE QUITAR DESDE EL PV-6 A PV-10. CUAL CUMPLIENDO A LA PROFUNDIDAD DE ZANJA SERA ASPIRADA Y EL MATERIAL QUE SE EXTRAER DE LA TUBERIA A LA EXCAVACION.



INSTITUTO DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL	
EPAE - INSTITUTO DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL	
PROYECTO	INSTITUTO DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL
FECHA	2010/08/08
PROYECTANTE	ING. CARLOS GARCIA
REVISOR	ING. CARLOS GARCIA
APROBADO	ING. CARLOS GARCIA
FECHA	2010/08/08
PROYECTO	ING. CARLOS GARCIA

PLANTA Y SECCIÓN B-B' DE CABEZALES

ESCALA: 1:10