



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA  
ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR  
CANÍZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

**Marco Polo Tzorín Pérez**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA  
ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR  
CANÍZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARCO POLO TZORÍN PÉREZ**  
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANÍZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha enero de 2012.

  
**Marco Polo Tzozín Pérez**



Guatemala, 27 de noviembre de 2013  
Ref.EPS.DOC.1557.11.12

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Marco Polo Tzorín Pérez** con carné No. **9622475**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ”**.

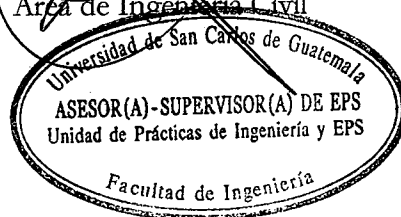
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
SJRS/ra



Guatemala, 22 de julio de 2013  
Ref.EPS.D.417.05.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

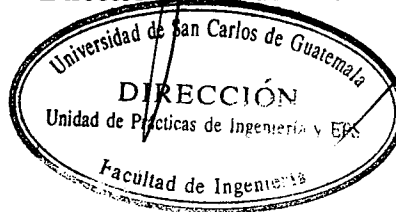
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Marco Polo Tzorín Pérez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS



JMC/ra



Guatemala,  
27 de mayo de 2013

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

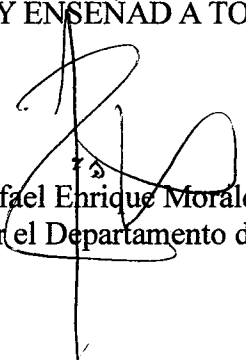
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN, Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Marco Polo Tzorín Pérez, con Carnet No. 9622475, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

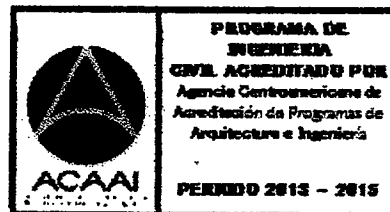
  
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





**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. Silvio José Rodríguez Serrano y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Marco Polo Tzorín Pérez, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN, Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Universidad de San Carlos  
de Guatemala

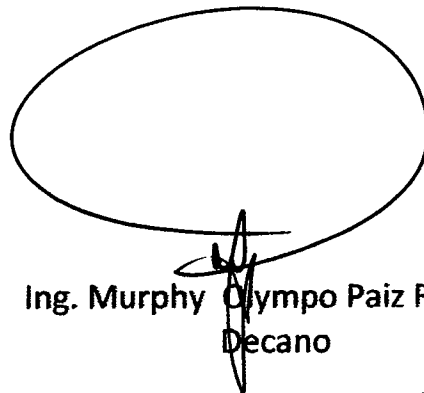


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 707.2013

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 AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CHUMANZANA DE LA ALDEA EL TABLÓN Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANÍZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, presentado por el estudiante universitario **Marco Polo Tzorín Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 11 de octubre de 2013



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mis padres**

Agustín Tzorín Castro  
Pantaleona Pérez Pérez

**Mis hermanos**

Pedro Geovanni Tzorín Pérez, Celeste María,  
Dalila Betzabé, Heidy Mariella Tzorín Pérez.

**Mis sobrinos**

Kevin Cornejo, Sara Cornejo, Ángel Cornejo,  
Daniel Tzorín, Carlos Cuméz, Pedro Tzorín,  
Angela Barreno, Jesús Barreno.

**Mis amigos y compañeros**

Luis Eduardo Portillo España, César Castro  
Andrea Daniela Coronel, Ruth Cañas, Evelin  
Ximena Aguilar.

**La Facultad de Ingeniería**

**La Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por su protección y especial cuidado que me ha dado para realizar las metas que Él tenía establecido desde un principio.
<b>Mis padres</b>	Por apoyarme incondicionalmente en todo momento, brindarme cariño y comprensión en todas las etapas de mi vida.
<b>Mi hermano</b>	Por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de toda su vida.
<b>Mis hermanas</b>	Por la comprensión brindada.
<b>Mi familia en general</b>	Por ser una parte muy importante de mi vida.
<b>Esteban Pérez Pérez</b>	Por su amistad, aprecio y apoyo a lo largo de todos estos años.
<b>Familia Castro Pú</b>	Por su amistad incondicional y el apoyo brindado durante la carrera .

**Amilcar García**

Por su amistad incondicional y el apoyo  
Que me brindó en la realización de mi  
trabajo de graduación.

**Mis amigos**

Que sin hacer mención, saben de mi  
gratitud, amistad, aprecio y admiración.

**Universidad de San Carlos  
de Guatemala**

En especial a la Facultad de Ingeniería.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR .....	1
1.1. Características físicas .....	1
1.1.1. Localización y colindancias .....	1
1.1.2. Ubicación geográfica .....	1
1.1.3. Topografía.....	2
1.1.4. Clima .....	3
1.1.5. Hidrografía .....	3
1.1.5.1. Cuencas .....	3
1.1.5.2. Red hidrográfica .....	4
1.1.6. Situación demográfica .....	5
1.2. Características de infraestructura .....	6
1.2.1. Vías de acceso .....	6
1.2.1.1. División político administrativa .....	6
1.2.2. Servicios públicos .....	7
1.2.2.1. Agua potable .....	8
1.2.2.2. Alcantarillado pluvial.....	8
1.2.2.3. Disposición final de las aguas residuales .....	9

1.2.2.4.	Colector antiguo ubicado en el centro de la ciudad .....	9
1.2.2.5.	Desfogues directos a ríos.....	10
1.2.2.6.	Calles y avenidas .....	10
1.2.2.7.	Energía eléctrica .....	10
1.2.2.8.	Cementerio .....	11
1.2.2.9.	Mercado.....	11
1.2.2.10.	Desechos sólidos .....	11
1.3.	Características socioeconómicas .....	11
1.3.1.	Actividad económica.....	12
1.3.2.	Idioma y religión.....	12
1.3.3.	Organización de la comunidad.....	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	13
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para el caserío Chumanzana del municipio de Sololá, Sololá.....	13
2.1.1.	Definición y conceptos.....	13
2.1.2.	Agua potable.....	13
2.1.3.	Sistema de agua potable .....	14
2.1.4.	Descripción del proyecto .....	14
2.1.5.	Determinación de la calidad del agua .....	15
2.1.5.1.	Análisis físico químico .....	16
2.1.5.2.	Análisis bacteriológico.....	16
2.1.6.	Aforo .....	17
2.1.7.	Levantamiento topográfico. ....	17
2.1.7.1.	Planimetría .....	18
2.1.7.2.	Altimetría. ....	19
2.1.8.	Período de diseño.....	19
2.1.9.	Cálculo de población. ....	20

2.1.10.	Requerimientos de diseño .....	21
2.1.10.1.	Bases de diseño .....	21
2.1.10.2.	Caudal de diseño.....	22
2.1.10.3.	Dotación .....	22
2.1.11.	El consumo y sus variaciones. ....	22
2.1.11.1.	Caudal medio diario (Qm) .....	23
2.1.11.2.	Caudal máximo diario (Qmd) .....	24
2.1.11.3.	Caudal máximo horario (Qmh) .....	25
2.1.11.4.	Caudal de bombeo (Qb).....	26
	2.1.11.4.1. Determinación de las horas de bombeo .....	26
	2.1.11.4.2. Determinación de caudal de bombeo .....	27
2.1.12.	Diseño hidráulico .....	28
2.1.12.1.	Diseño y tipo de tubería .....	28
2.1.12.2.	Diseño de línea de conducción .....	29
	2.1.12.2.1. Tubería de descarga.....	31
2.1.12.3.	Diseño de la red de distribución .....	44
2.1.12.4.	Sistema de desinfección. ....	48
2.1.12.5.	Volumen tanque de succión .....	50
2.1.12.6.	Diseño de la losa del tanque .....	54
2.1.12.7.	Diseño del tanque elevado.....	58
2.1.13.	Obras hidráulicas .....	98
2.1.13.1.	Captación de brote definido .....	98
2.1.13.2.	Válvulas de limpieza.....	99
2.1.13.3.	Válvulas de aire .....	99
2.1.13.4.	Caja rompe presión .....	100
2.1.13.5.	Pazos de zanjón, recubrimientos y anclajes.....	100

	2.1.13.6.	Conexión predial .....	100
	2.1.13.7.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) .....	101
2.2.		Presupuesto.....	101
2.3.		Operación y mantenimiento:.....	102
2.4.		Evaluación socioeconómica .....	103
2.5.		Valor Presente Neto .....	103
2.6.		Tasa Interna de Retorno (TIR).....	105
3.		DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. ....	107
3.1.		Descripción del proyecto .....	107
	3.1.1.	Descripción del sistema a utilizar .....	107
3.2.		Topografía.....	108
	3.2.1.	Levantamiento topográfico .....	108
	3.2.2.	Altimetría y planimetría.....	108
	3.2.3.	Período de diseño.....	109
	3.2.4.	Cálculo de población futura .....	109
3.3.		Determinación de caudales .....	110
	3.3.1.	Dotación.....	110
	3.3.2.	Factor de retorno .....	111
	3.3.3.	Caudal sanitario.....	111
	3.3.3.1.	Caudal domiciliar.....	112
	3.3.3.2.	Caudal de conexiones ilícitas.....	112
	3.3.3.3.	Caudal de infiltración.....	114
	3.3.3.4.	Caudal comercial.....	114
	3.3.3.5.	Caudal industrial.....	114
	3.3.3.6.	Caudal medio .....	115



3.3.3.7.	Factor de caudal medio.....	115
3.3.3.8.	Factor de Harmond.....	116
3.3.4.	Caudal de diseño.....	117
3.3.5.	Fundamentos hidráulicos.....	118
3.3.6.	Ecuación de Manning para flujo de canales.....	118
3.3.7.	Relaciones de diámetro y caudales.....	119
3.3.8.	Relaciones hidráulicas.....	120
3.3.9.	Parámetros de diseño.....	120
3.3.9.1.	Coeficiente de rugosidad.....	120
3.3.9.2.	Sección llena y parcialmente llena.....	121
3.3.10.	Velocidades máximas y mínimas.....	122
3.3.11.	Diámetro del colector.....	122
3.3.12.	Profundidad del colector.....	123
3.3.13.	Profundidad mínima del colector.....	123
3.3.14.	Ancho de la zanja.....	124
3.3.15.	Volumen de excavación.....	124
3.3.15.1.	Cotas Invert.....	125
3.3.16.	Ubicación de los pozos de visita.....	126
3.3.16.1.	Profundidad de los pozos de visita.....	127
3.3.17.	Características de las conexiones domiciliarias.....	127
3.4.	Diseño hidráulico.....	127
3.4.1.	Desfogue.....	128
3.4.2.	Ejemplo de diseño de un tramo.....	128
3.5.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	132
CONCLUSIONES.....		135
RECOMENDACIONES.....		137
BIBLIOGRAFÍA.....		139
APÉNDICES.....		141



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del departamento de Sololá.....	2
2.	Cuencas existentes en el departamento de Sololá.....	4
3.	Red hidrográfica en el departamento de Sololá.....	5
4.	Diseño estructural del muro.....	51
5.	Separación entre pedestales.....	64
6.	Detalle de arriostres .....	65
7.	Partes del tanque y sus dimensiones.....	66
8.	Carga ejercida sobre pared de tanque.....	67
9.	Fuerza de sismo .....	73
10.	Carga de sismo.....	74
11.	Carga final .....	75

### TABLAS

I.	Parámetros de línea de bombeo.....	33
II.	Valores del agua en función de la temperatura.....	41
III.	Tabla I. Parámetros de línea de bombeo.....	53
IV.	Factores de capacidad para cimentaciones .....	87
V.	Cargas de diseño.....	94
VI.	Presupuesto general.....	102
VII.	Rugosidad de tubería.....	121
VIII.	Profundidades.....	124
IX.	Datos de diseño .....	128

X. Presupuesto general..... 133

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>As</b>	Área de acero
<b>Astemp</b>	Área de acero por temperatura
<b>AsV</b>	Área de acero vertical
<b>b</b>	Base de elemento
<b>Psop</b>	Capacidad soporte del suelo
<b>CM</b>	Carga Muerta
<b>PT</b>	Carga total
<b>Pt</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga Viva
<b>q</b>	Caudal de diseño
<b>cm</b>	Centímetro
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>As</b>	H área de acero horizontal
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>m</b>	Metros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>M</b>	Momento
<b>Mact</b>	Momento actuante
<b>d</b>	Peralte efectivo
<b>fy</b>	Resistencia máxima del acero
<b>f'c</b>	Resistencia máxima del concreto



## GLOSARIO

<b>Aguas negras</b>	Son aguas de desechos provenientes de usos domésticos e industriales.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Carga muerta</b>	Carga permanente en una estructura.
<b>Carga última</b>	Suma de carga viva y carga muerta, amplificadas ambas por un factor de seguridad.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por una unidad de tiempo.
<b>Colector</b>	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población al lugar de descarga.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.

<b>Impacto ambiental</b>	Conjunto de posibles efectos negativos sobre el medio ambiente debido a una modificación del entorno natural, como consecuencia de la ejecución.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro, unión de tuberías, para iniciar un tramo de drenaje y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.
<b>Topografía</b>	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.



## RESUMEN

Uno de los propósitos fundamentales del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), desarrollado por estudiantes de ingeniería civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es brindar la oportunidad de aplicar en el campo los conocimientos teóricos adquiridos durante la formación académica, como también contribuir con el diseño de diversos proyectos de infraestructura, según la prioridad que estos tengan dentro del municipio donde se lleve a cabo dicha práctica, llevando a cabo un diagnóstico con base a aspectos sociales, económicos, técnicos y culturales.

Las necesidades prioritarias que se detectaron en el municipio de Sololá, departamento de Sololá, están orientadas hacia áreas de servicios básicos. En el caserío de Chumanzana, se estableció que la necesidad primordial es el diseño de un sistema de agua potable, por bombeo, el agua se captará de una fuente que llegará a un tanque de succión y esta por medio de una bomba de agua de 5 caballos de fuerza lo impulsará a un tanque elevado, lo cual seguidamente por medio de gravedad distribuirá a la población. El lugar donde se colocará el tanque elevado es un área perteneciente a la comunidad. En el sector Caníz, del casco urbano del municipio de Sololá, el diseño de sistema de alcantarillado.

Los estudios necesarios para realizar la planificación de ambos proyectos incluyen los juegos de planos y los presupuestos respectivos, con el propósito de que dichos proyectos se puedan ejecutar a corto o mediano plazo y suplan las necesidades de la población.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un sistema de agua potable y un sistema de alcantarillado , para satisfacer así las necesidades diagnosticadas en el caserío Chumanzana y el sector Caníz del municipio de Sololá, departamento de Sololá.

### **Específicos**

1. Proveer a la Municipalidad de Sololá la planificación de los proyectos que se desarrollarán, en los cuales se incluye un diagnóstico de las necesidades prioritarias de infraestructura.
2. Elaborar los presupuestos del diseño de abastecimiento de agua para el caserío Chumanzana y el sistema de alcantarillado sanitario del sector Caníz, para que sean ejecutados en el menor tiempo posible, en beneficio de la comunidad.
3. Proponer a la Municipalidad aspectos relevantes sobre operación y mantenimiento de obras de infraestructura, para optimizar su eficiencia.



## INTRODUCCIÓN

Una vez hecho el diagnóstico de las necesidades básicas del municipio y departamento de Sololá, se determinó de vital importancia el estudio de un sistema de agua potable por bombeo en el caserío Chumanzana de la aldea El Tablón y como segundo proyecto el estudio del diseño de la red de alcantarillado para el sector Caniz, que forma parte del casco urbano del municipio de Sololá

El caserío Chumanzana no cuenta con el vital líquido, para el consumo deben de ir a una fuente de agua, donde el riesgo a contraer enfermedades se encuentra latente. El proyecto de Introducción de agua potable traerá salud y desarrollo al caserío, ofreciendo así a sus pobladores una mejor calidad de vida.

El sector Caníz que forma parte del casco urbano no posee una red de alcantarillado, las aguas residuales son depositadas en las calles. Para sus necesidades biológicas hacen uso de letrinas. El proyecto de alcantarillado vendría a beneficiar al desarrollo del sector Caníz, brindando mejores condiciones sanitarias y contribuyendo a la limpieza del lago de Atitlán.



# **1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR**

## **1.1. Características físicas**

Las características físicas de una región, describen la localización, colindancias, ubicación geográfica, topografía, clima, hidrografía, la red hidrográfica y la situación demográfica.

### **1.1.1. Localización y colindancias**

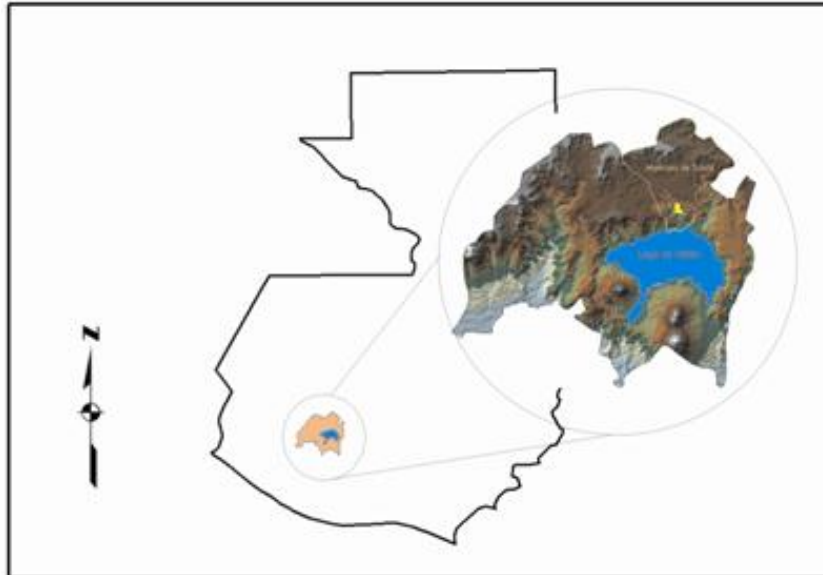
El departamento de Sololá se localiza en la región Sur Occidental, su cabecera departamental es Sololá, está a 2 113,50 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 140 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de 1 061 kilómetros cuadrados.

Colinda al norte con Totonicapán y Quiché, al sur con Suchitepéquez, al este con Chimaltenango; y al oeste Suchitepéquez y Quetzaltenango.

### **1.1.2. Ubicación geográfica**

El departamento de Sololá, está ubicado en las cercanías de la cordillera central, ramal de la sierra madre y su relieve es muy accidentado. Se ubica en la latitud 14°46'26" y longitud 91°11'15".

Figura 1. **Ubicación del departamento de Sololá**



Fuente: Diccionario geográfico de Guatemala, IGN 2001.

### 1.1.3. **Topografía**

Se caracteriza por pendientes escarpadas y pedregosas y algunas laderas relativamente suaves. La altiplanicie central consiste de una llanura ondulada originada principalmente por ceniza volcánica pomácea. Está completamente seccionada y se caracteriza por sus barrancos escarpados. El depósito de ceniza volcánica tiene más de 100 metros de espesor sobre gran parte del área.

En muchos lugares el material es lava lodosa o lahar, pero en la mayor parte del área el material es ceniza volcánica. La inclinación de esta planicie varía desde el 22 por ciento en la base de los conos volcánicos hasta cerca del 10 por ciento en la parte sur de Sololá.



#### **1.1.4. Clima**

El área urbana de Sololá pertenece a las tierras altas del altiplano central, cuya temperatura media anual oscila entre 14 a 19 grados centígrados, según los datos que se obtienen de las dos estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Sismología , Vulcanología, Meteorología e Hidrología que se encuentra en la región. Estas son: la estación ubicada en Santa María, El tablón y la estación ubicada en Santiago Atitlán.

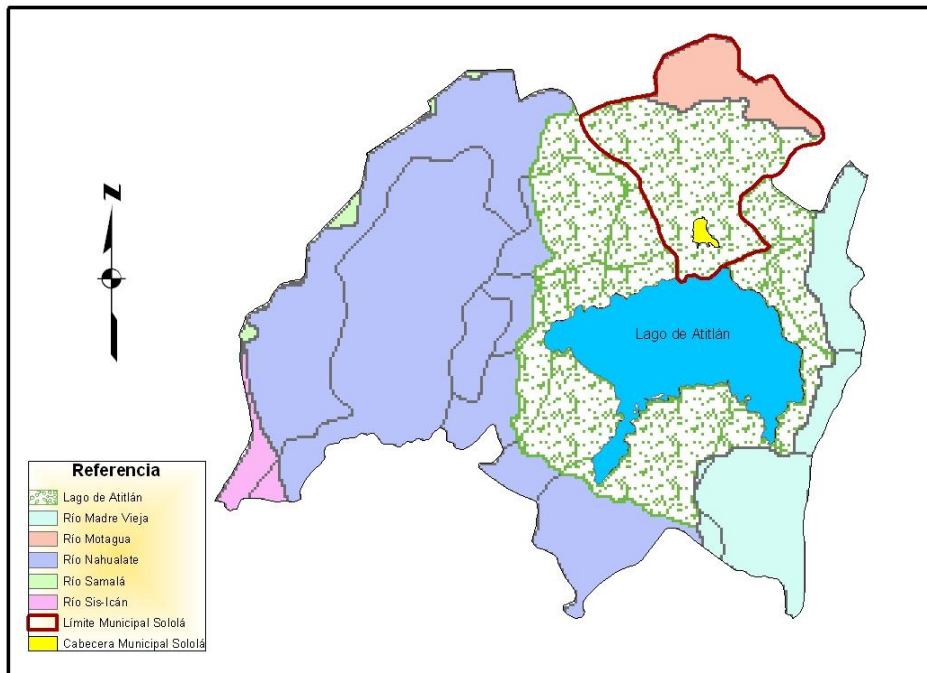
#### **1.1.5. Hidrografía**

El municipio cuenta con una amplia red hidrográfica, cuyo principal foco de nacimiento es la cumbre María Tecún, el punto más alto del municipio, que está ubicado en la aldea Pixabaj, en el extremo norte del mismo y de la cuenca del lago de Atitlán.

##### **1.1.5.1. Cuencas**

La cuenca del lago de Atitlán es la más importante de la región, dentro de dicha cuenca existen pequeñas sub cuencas como la del río Panajachel y la del río Kisk'ab', precisamente el casco urbano y cabecera del departamento se encuentra dentro de dicha subcuenca.

Figura 2. **Cuencas existentes en el departamento de Sololá**

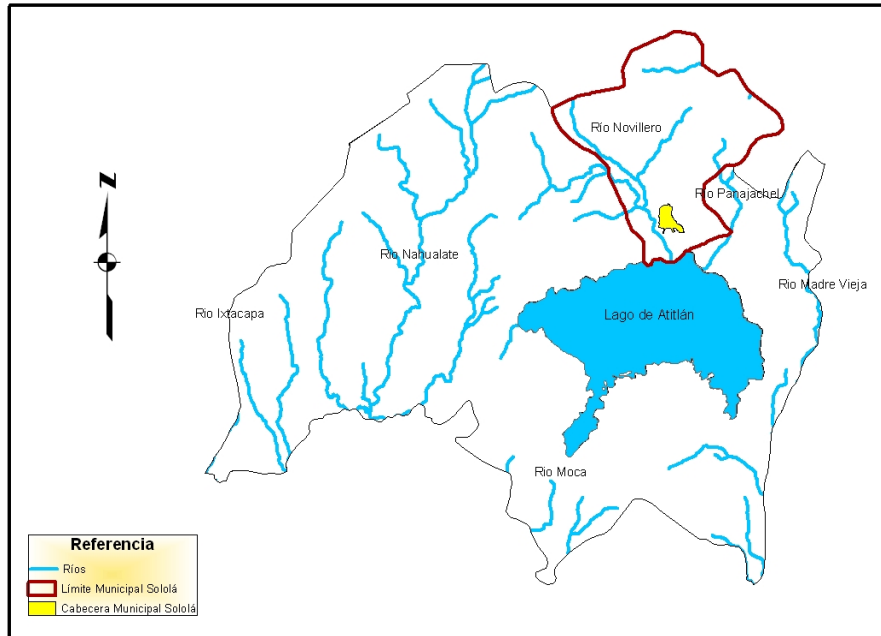


Fuente: Diccionario geográfico de Guatemala, IGN 2001.

### 1.1.5.2. Red hidrográfica

En la periferia oriental del casco urbano hace su recorrido el río Kisk'ab' que se origina de varias quebradas y riachuelos cuyo caudal desemboca al lago de Atitlán; teniendo en cuenta que en su recorrido muchos factores intervienen en su contaminación una de las principales es el basurero municipal como principal foco de contaminación no solo del río sino donde desemboca.

Figura 3. **Red hidrográfica en el departamento de Sololá**



Fuente: Diccionario geográfico de Guatemala, IGN 2001.

### 1.1.6. **Situación demográfica**

Sololá es uno de los departamentos del país con más proporción de población indígena; un 94 por ciento del total de habitantes, perteneciente a los grupos cakchikel, quiché y tzutuj'íl. La población rural representa el 66 por ciento del total, por lo que la población de los dos caseríos es eminentemente indígena.

## **1.2. Características de infraestructura**

Entre la infraestructura con la que cuenta el municipio de Sololá, se encuentran la red vial de 400 kilómetros de longitud equivalente al 2,9 por ciento del total nacional, los cuales comunican a los municipios con la cabecera departamental y con la carretera Interamericana 1 (CA-01), mientras que el acceso a los caseríos cuentan con terracerías. Las calles y avenidas del municipio se encuentran adoquinadas.

### **1.2.1. Vías de acceso**

Para tener acceso al casco urbano de Sololá, la población utiliza la red de caminos que existen en el municipio, tiene aproximadamente 131 kilómetros, de los cuales 51 corresponden a carreteras asfaltadas y 84 a carreteras de terracería.

La principal vía de comunicación tanto para el área urbana como para el resto del municipio, es el desvío de la carretera interamericana hacia Sololá, el cual comunica con las comunidades de: cantón Xajaxac, cantón Chaquijyá, aldea San Juan Argueta, aldea los Encuentros Pujujil II, Pujujil III y San Jorge la laguna. La longitud de la misma es aproximadamente 20 kilómetros.

#### **1.2.1.1. División político administrativa**

El casco urbano de Sololá, que a su vez es la cabecera departamental, su territorio está dividido en cuatro barrios con sus respectivas colonias y dos zonas, delimitándose de la siguiente manera:

- Barrio El Calvario: se localiza al nor-occidente de la ciudad, parte de la 10 a la 1 calle y 6 a 10 avenidas de la zona 2. Comprende también la colonia Vista Hermosa.
- Barrió San Antonio: se ubica al nor-oriente de la ciudad, se delimita entre la 6 y 1 avenidas y 10 a 1 calles de la zona 1.
- Barrio El Carmen: se localiza al sur oriente de la ciudad, se delimita entre la 1 y 6 avenidas y 12 a 15 calles, de la zona 1, comprende también la colonia Miralinda Norte.
- Barrio San Bartolo: ubicado en el sur occidente de la ciudad, delimita entre la 6 y 9 avenida y 10 y 16 calle, calzada Venancio Barrios de la zona 2, comprende también las colonias Minerva, San Francisco y Patricio Green.
- Zona 1: comprende la 1 a la 16 calle y 1 A 10 avenidas y la calzada Venancio Barrios.
- Zona 2: comprende la 1 a la 12 calle y 1 a la 6 avenida.

### **1.2.2. Servicios públicos**

El municipio de Sololá cuenta con los servicios públicos básicos como agua potable, alcantarillado sanitario y 2 sistemas de plantas de tratamiento, calles y avenidas adoquinadas, un cementerio general, un mercado municipal y un recolector de basura, sin embargo no cuenta con alcantarillado pluvial.

### **1.2.2.1. Agua potable**

El sistema de agua entubada tiene una cobertura de 3 445 servicios domiciliarios, lo que representa el 56 por ciento de la población del casco urbano que cuenta con el servicio municipal de agua, así también es necesario mencionar que el resto de la población se beneficia mediante sistemas de agua independientes que tienen bajo su propia administración, operación y mantenimiento.

El casco urbano se abastece del servicio de agua mediante más de tres sistemas de agua pero únicamente dos están a cargo de la municipalidad, ambos sistemas son mixtos, por gravedad y bombeo. Las fuentes de abastecimiento son dos nacimientos y dos pozos mecánicos. La red se encuentra dividida en tres sectores: alto, medio y bajo. La red baja fue rehabilitada en 1999. Dentro de la red existen dos sistemas construidos por vecinos, cuya administración la realizan por medio de comités de vecinos y cuyas viviendas también cuentan con el servicio de agua de la red municipal.

### **1.2.2.2. Alcantarillado pluvial**

En el casco urbano del municipio de Sololá no se cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial, deficiencia que se ha mitigado con la implementación de tragantes y conexiones pluviales al sistema de alcantarillado sanitario el cual no ha sido diseñado para dicho fin; la cantidad de precipitación de que cuenta la región en época de invierno así como las conexiones pluviales domiciliarias han creado una serie de problemas a dicho alcantarillado que han sido evidentes y motivo de molestia por parte de los habitantes del casco urbano.

Dicha situación también causa perjuicio a los sistemas de tratamiento del casco urbano, debido a que para mantener un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales es óptimo contar con sistemas separativos de agua pluvial y residual.

### **1.2.2.3. Disposición final de las aguas residuales**

La disposición final de las aguas residuales que se generan en el casco urbano del municipio de Sololá se realiza mediante los siguientes componentes:

- Planta de tratamiento San Bartolo
- Planta de tratamiento San Antonio
- Colector antiguo ubicado en el centro de la ciudad
- Varios desfogues directos a cuerpos de agua

### **1.2.2.4. Colector antiguo ubicado en el centro de la ciudad**

Parte de las aguas residuales que se generan en el casco urbano de Sololá son conducidas por un colector antiguo de gran tamaño que desfoga en un cuerpo de agua que desemboca en los cauces que alimentan el lago de Atitlán, en dicho desfogue debido a la negligencia de algunos pobladores se puede observar todo tipo de desechos como: basura, restos de animales, vísceras y producto del destace de animales de corral, que representa una gran contaminación para el lago así como un foco de contaminación a las poblaciones y cultivos aledaños.

En la década de 1970 gracias a la intervención de diversas entidades y colaboración de la misma población, fue construido el sistema de alcantarillado

municipal, mediante cajas de visita y tuberías de concreto de pequeño diámetro, lamentablemente incluso al contar con este servicio la población adyacente al colector antiguo siguió utilizándolo para desechar las aguas residuales que en la actualidad desfogan directamente a un zanjón y contaminan gravemente el ambiente.

#### **1.2.2.5. Desfogues directos a ríos**

Asimismo, además de lo anterior existen en el casco urbano varios sectores de viviendas que no cuentan con adecuado sistema de alcantarillado, disposición y tratamiento de aguas residuales, debido a varios aspectos tal y como la topografía del casco urbano y sus pendientes pronunciadas los cuales no permiten que ciertos sectores se puedan conectar fácilmente al sistema de alcantarillado sanitario municipal.

#### **1.2.2.6. Calles y avenidas**

Las vías que comunican a los barrios y zonas del casco urbano en un 55 por ciento están adoquinadas o empedradas, y un significativo 45 por ciento son de terracería, vías que no son accesibles en época de invierno y dañinas a la salud en época de verano por el polvo que producen.

#### **1.2.2.7. Energía eléctrica**

Este servicio es brindado por la Distribuidora de Electricidad de Occidente “DEOCSA” con oficinas en el área urbana. En su totalidad las viviendas del caso urbano cuenta con este servicio. Las vías principales del casco urbano cuentan con el servicio de alumbrado público, situación contraria en las áreas aledañas de las zonas y barrios.



#### **1.2.2.8. Cementerio**

El cementerio municipal se encuentra ubicado dentro del perímetro urbano localizado en el barrio San Bartolo. La municipalidad presta el servicio de alquiler de nichos.

#### **1.2.2.9. Mercado**

Se cuenta con un mercado localizado en el centro del casco urbano, los días de plaza más importantes son martes y viernes, sin embargo los días restantes se realizan actividades comerciales pero en menor escala. Se pueden encontrar negocios tales como: tiendas, comedores, carnicerías, zapaterías, venta de ropa típica, verduras, frutas, legumbres, regalos y juguetes.

#### **1.2.2.10. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos que se producen de las viviendas, hospitales, comercios e instituciones, son recolectados por el servicio de camión recolector de basura, que la municipalidad presta a la población. No se cuenta con infraestructura adecuada para la disposición final y tratamiento de estos desechos.

### **1.3. Características socioeconómicas**

Entre las características socioeconómicas, se cuentan las actividades que realizan los pobladores del municipio, siendo estas a la agricultura y a las instituciones gubernamentales y no gubernamentales, la religión muestra el sincretismo a la cual la población indígena está orientada.

### **1.3.1. Actividad económica**

Por ser parte de la cabecera municipal de Sololá, las familias tienen mayores oportunidades y acceso a empleos en diferentes comercios, instituciones gubernamentales y no gubernamentales, el cual les beneficia económicamente. La cercanía y acceso al mercado municipal, en donde se tiene oportunidad para desarrollar actividades comerciales.

### **1.3.2. Idioma y religión**

Aproximadamente el 64 por ciento de la población del área urbana es indígena kakchiquel, quienes practican su lengua materna maya kakchiquel, y un 36 por ciento lo constituye el grupo ladino hablante del idioma castellano. La unión de dos o más culturas de origen diferente dio origen al sincretismo.

### **1.3.3. Organización de la comunidad**

La forma de participación y organización es diversa y dinámica, la cual ha sabido adaptarse a las formas que la actualidad requiere, constituyendo instancias con base a la dinámica social y la legislación imperante, tales como cooperativas, asociaciones, comités, el COCODE y otras. Pero también ha mantenido expresiones que son propias como el caso de los consejos de ancianos y ancianas, agrupación de principales, guías espirituales, comadronas y de la Autoridad Indígena, representada por el alcalde comunitario; a nivel local y por la Municipalidad Indígena, a nivel municipal y quienes en conjunto constituyen un referente de gobierno indígena con identidad, autonomía y libre ejercicio del derecho indígena y del sistema jurídico maya.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de agua potable para el caserío Chumanzana del municipio de Sololá, Sololá**

El sistema de agua potable en el caserío Chumanzana, según el diseño, está en función de un tanque elevado que contará con una línea de conducción y una línea de distribución. Previamente se determina la calidad del agua por medio del análisis fisicoquímico y bacteriológico.

#### **2.1.1. Definición y conceptos**

Para el consumo humano existen dos tipos de fuentes de agua: las fuentes superficiales, tales como los lagos, ríos, agua de lluvia, otro tipo de fuente y las subterráneas entre las cuales se pueden mencionar los pozos, manantiales de brotes definidos y laderas concentradas.

Esta región cuenta con dos fuentes de manantiales de brotes definidos, ubicado a 500 metros del tanque elevado, con esfuerzo la comunidad, adquirió 29 metros cuadrados donde se encuentran ubicados los dos nacimientos, y un área de terreno para el tanque elevado de 625 metros cuadrados.

#### **2.1.2. Agua potable**

Se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico, no deberá tener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico e

inorgánico, que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, limpia y transparente.

### **2.1.3. Sistema de agua potable**

El sistema de agua potable que se diseñará, debe ser un sistema que brinde un servicio continuo y sostenible para toda la población del caserío Chumanzana, el cual constará de elementos básicos a partir de la fuente de captación hacia un tanque de succión y por medio de la línea de conducción hacia un tanque de distribución y finalmente una línea de distribución por gravedad, además de componentes complementarios que el mismo requiera.

### **2.1.4. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en la construcción de dos captaciones de donde el agua por medio de gravedad llegará a una caja reunidora de caudales y llevada luego al tanque de almacenamiento, desde donde se extraerá el agua por medio de una bomba sumergible y un equipo de bombeo de 5 caballos de fuerza, accionado por un generador de energía eléctrica.

La fuente que suministrará el caudal necesario para abastecer a la población, es un nacimiento que se encuentra ubicado dentro del caserío Chumanzana y le pertenece a todos los habitantes del mismo, debido a que dieron un aporte económico para poder comprar el terreno donde se encuentra ubicado.

Sobre el tanque de almacenamiento se construirá una caseta de bombeo para la protección de todo el equipo y con las dimensiones necesarias para el mantenimiento preventivo del mismo y desde donde se impulsará el agua por

medio de una tubería de PVC de 2 ½ pulgadas hasta el tanque de distribución compuesto por una torre metálica de doce metros de altura, y un depósito de lámina metálica con una capacidad de 25 metros cúbicos el cual abastecerá a todo el sistema por medio de una tubería de salida de PVC de 2 ½ pulgadas de diámetro distribuyendo a los dos ramales principales y estos se derivan en varios ramales con tuberías de 2 ½ pulgadas, 2 pulgadas, 1½ pulgadas, y 1 pulgada. El lugar donde se construirá, la torre fue donada por la municipalidad de Sololá

Finalmente se instalará la acometida domiciliar con una tubería de PVC de ½ pulgada y la instalación predial que consta de un vástago de tubo de hierro galvanizado de ½ pulgada un niple horizontal de 25 centímetros. Y un grifo de bronce.

#### **2.1.5. Determinación de la calidad del agua**

Gracias a la colaboración del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería CII, se consideran que dichos manantiales son adecuados para el consumo humano donde el agua es de sabor y apariencia agradable de composición química tal que pueda ser captada, transportada y distribuida sin presentar problemas de corrosividad o incrustaciones del sistema; y, debe garantizarse que la calidad química y microbiológica no ponga en peligro la salud de sus consumidores, pero deberá dársele el tratamiento mínimo de cloración.

Para garantizar que el agua puede ser tomada por una población es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecido por la Norma COGUANOR NGO 29-001.

### **2.1.5.1. Análisis físico químico**

El análisis físico determina el aspecto, olor, el color, el sabor, pH, turbidez, y dureza, mediante este análisis se logró determinar la presencia de las sustancias químicas siguientes; amoníaco, nitratos, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierros, y sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión y sólidos disuelto.

El resultado de laboratorio indica que desde el punto de vista físico-químico, el agua de los nacimientos para el sistema es blanda, porque el resultado de dureza total se encuentra más alto en 68 miligramos por litro. Las demás especificaciones indicadas se encuentran entre los límites máximos aceptables de normalidad según las Normas COGUANOR NGO 29001.

### **2.1.5.2. Análisis bacteriológico**

A la vez en el laboratorio se practicó el examen bacteriológico para determinar la probabilidad de contaminación de organismos patógenos que podrían causar enfermedades gastrointestinales.

Este ensayo es el más importante en sistemas de agua potable, ya que brinda información para determinar el tipo de tratamiento que se le dará al agua para que sea potable y apta para el consumo humano. De acuerdo con el examen realizado, se concluye que bacteriológicamente el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

### **2.1.6. Aforo**

Se cuenta con un aforo realizado el 4 de enero de 2011 a cargo de la Oficina Municipal de Agua de la municipalidad de Solóla, 3 meses más tarde se hace un segundo aforo por parte de la mancomunidad Tzolojya, tomando como resultado el dato menor que resultó de los dos aforos. Cuenta con fácil acceso por caminos internos de la comunidad que conducen a las áreas de trabajo.

### **2.1.7. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico es la descripción y delineación detallada de la superficie de un terreno de la línea preliminar seleccionada, siguiendo las señales indicadas en el reconocimiento; el levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida del terreno

Para el levantamiento, se calcularon en el campo, los siguientes aspectos: nivel, pendiente, posición y distancia de la línea preliminar del terreno, como también la ubicación de las viviendas y el número de habitantes por vivienda.

El levantamiento topográfico cumple con todos los requerimientos que necesita un constructor para ubicar un proyecto y materializar una obra en el terreno, ya que éste da una representación completa tanto del terreno en su relieve, como en las obras existentes. De esta manera, el constructor tiene en

sus manos una importante herramienta que le será útil para buscar la forma más funcional y económica de ubicar el proyecto.

El levantamiento topográfico se realiza previo a un estudio de proyecto de una infraestructura básica, el cual conlleva dos actividades: el trazo planimétrico y el trazo altimétrico.

### **2.1.7.1. Planimetría**

La planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales. La ubicación de éstos sobre la superficie de la tierra, se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal.

El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina poligonal base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. La poligonal base puede ser abierta o cerrada según los requerimientos del levantamiento topográfico. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

Para realizar el levantamiento planimétrico, se utilizó el teodolito, la cinta métrica, estadal, machete y clavos. El método utilizado fue mediante la poligonal abierta que es aquella que parte de un punto de coordenadas (X,Y), y de azimut conocido, el cual recorre el objeto del levantamiento, hasta terminaren un punto final de coordenadas (X,Y).



Las distancias horizontales de las alineaciones (con la cinta métrica), y los ángulos fueron medidos directamente.

#### **2.1.7.2. Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado, se obtiene el esquema vertical.

Los resultados de los trabajos de altimetría y planimetría, se encuentran representados en los planos planta-perfil, adjuntos en el presente trabajo.

#### **2.1.8. Período de diseño**

Para un sistema de abastecimiento de agua o sus componentes, el período de diseño es el tiempo durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población que la utiliza.

Para determinar el período de diseño se debe de tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos de los mismos, costo de mantenimiento, la población de diseño. Las normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), recomiendan los siguientes períodos de diseño.

- Para obra civil se toma un período de 20 años.
- Para equipo mecánico se toma un período de 5 a 10 años.

El período de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años que es el más recomendable para acueductos rurales, se tomó en cuenta tiempo de 1 año para trámites o gestiones administrativas.

### **2.1.9. Cálculo de población**

Por medio del levantamiento topográfico se tomó el censo poblacional y la cantidad de viviendas confirmadas que existen 55 viviendas beneficiadas del proyecto y un promedio de 7 habitantes por vivienda teniendo así un total de 1426 habitantes en el caserío, la tasa de crecimiento poblacional proporcionada por la municipalidad y puesto de salud del caserío Chumanzana es de 3,26 por ciento.

Para calcular el crecimiento de una población y estimarla con cierto grado de exactitud se utilizará el método geométrico por ser el que se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo, y es calculado según la siguiente ecuación:

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

Donde:

Pf = población futura (habitantes)

Pa = población actual (habitantes)

r = tasa de crecimiento poblacional (por ciento)

n = período de diseño (años)

Sustituyendo datos en la fórmula se tiene:

$$Pf = 385 (1 + 0,0326)^{21}$$

Pf= 756 habitantes

### **2.1.10. Requerimientos de diseño**

El diseño de sistemas de acueductos rurales involucra el diseño funcional y el diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de aquellos que así lo requieran.

#### **2.1.10.1. Bases de diseño**

La finalidad de las bases del diseño, es tener el conocimiento de todas las variables que puedan afectar en el diseño del proyecto, tomando en cuenta a todas aquellas que beneficien el desarrollo del mismo.

Los datos que intervienen son: censo poblacional y habitacional, tasa de crecimiento, población municipal, según el Instituto Nacional de Estadística (INE) el ministerio de salud y asistencia social, el clima, la cultura y el nivel económico.

El diseñador tiene que poner en práctica todos sus conocimientos de hidráulica, para resolver con eficiencia los inconvenientes que presenta cualquier planificación de un sistema hidráulico.

Los criterios aplicados por el diseñador son tan diversos que pueden variar en resultados para un mismo proyecto, si se toman diferentes factores que afectan el comportamiento de los materiales como los criterios de consumo.

### **2.1.10.2. Caudal de diseño**

Los diferentes componentes que integran un sistema de agua potable como lo son la línea de conducción y la red de distribución trabajan a diferentes caudales.

Estos caudales están determinados por los factores que son la producción del nacimiento y por el consumo de demanda máxima instantánea.

### **2.1.10.3. Dotación**

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día).

Se consideran los factores: clima nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

La dotación adoptada para el caserío Chumanzana es de 75 litros por habitante por día, tomando en cuenta las condiciones climatológicas, actividades productivas, nivel de vida y costumbres.

### **2.1.11. El consumo y sus variaciones**

Los caudales son los consumos de agua requeridos por la población que se va abastecer de un sistema de agua potable. Los caudales que se utilizan son los siguientes:

- Caudal medio diario

- Caudal máximo diario
- Caudal máximo horario

#### **2.1.11.1. Caudal medio diario (Qm)**

Se refiere a la cantidad de agua que requiere una población durante un día, la cual se obtiene como el promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se conocen registros, el caudal medio diario se logra del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes:

Es la estimación del consumo de agua en un día para que una persona cubra sus necesidades personales, se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para poder establecer una dotación se deben de tomar en cuenta factores como: clima, tipo de abastecimiento y actividad productiva. De acuerdo con especificaciones de la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR), y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), establece que los servicios de conexiones domiciliar con opción a varias unidades o grifos por vivienda, se les calcule la dotación dentro de un parámetro de 90 a 170 litros por habitante por día.

Para el presente proyecto en estudio y tomando todos estos factores, parámetros y siendo el clima templado con un caudal por bombeo alto se asume una dotación de 70 litros por habitante por día.

$$Q_m = \frac{Dot \times Pf}{86\ 400}$$

Donde:

Qm = caudal medio diario

Dot = dotación

Pf = población futura

$$Qm = \frac{75 \text{ litros/hab/día} * 756 \text{ hab}}{86\,400 \text{ s}}$$

$$Qm = 0,656 \text{ litros/segundo}$$

#### **2.1.11.2. Caudal máximo diario (Qmd)**

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Es el máximo consumo de agua durante las 24 horas observado en el período de un año. Para compensar la variación de consumo existe un porcentaje de incremento, se le denomina Factor de Día Máximo, y su valor está en función del tamaño de la población, clima y sus costumbres.

QDM = caudal día máximo

Qm = caudal medio

FDM = factor día máximo

El Factor de Día Máximo, se considera no como un factor de seguridad, sino que está dado en función de la demanda de agua que será necesario para el diseño.

Rural	1,6 - 2
Urbana	2 - 3

$$Q_{md} = FDM * Q_m$$

En este caso, para el diseño, se utilizó 1,21 por ser una población menor a 1 000 habitantes y por ser área rural.

Donde:

$Q_{md}$  = caudal máximo diario o caudal de conducción

FDM = factor de día máximo

$Q_m$  = caudal medio diario

$Q_{md}$  = 1,21 \* 0,656 litros por segundo

$Q_{md}$  = 0,79 litros por segundo

El caudal de aforo 0,88 litros por segundo, es mayor que el caudal de día máximo 0,79 litros por segundo, esto indica que es suficiente para la demanda proyectada a 20 años con una dotación de 75 litros por habitante por día.

### **2.1.11.3. Caudal máximo horario (Qmh)**

El caudal máximo horario se utiliza para el diseño hidráulico en la red de distribución del proyecto. Es el máximo consumo observado durante una hora del día en el período de un año. Para compensar la variación de consumo existe un porcentaje de incremento, se le denomina Factor de hora máximo, el caudal máximo horario se determina multiplicando el consumo medio diario por el coeficiente 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, tomando como referencia las normas de UNEPAR-INFOM. En este proyecto se utilizó 2,5.

$$Q_{mh} = FHM * Q_m$$

Donde:

$Q_{mh}$  = caudal máximo horario o caudal de distribución

FHM = factor de hora máximo

$Q_m$  = caudal medio diario

$Q_{mh} = 2,5 * 0,656 \text{ l/s}$

$Q_{mh} = 1,64 \text{ l/s}$

#### **2.1.11.4. Caudal de bombeo ( $Q_b$ )**

Los sistemas de agua potable que requieren ser diseñados por bombeo, deben considerar un caudal de bombeo que sea suficiente para poder abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

Debido a las condiciones topográficas del lugar, la conducción del agua será por bombeo, obteniéndose por medio de captación de nacimientos.

##### **2.1.11.4.1. Determinación de las horas de bombeo**

Se recomienda para motores diesel que las horas de bombeo estén un período de 8 a 12 horas, y de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos.

Las horas de bombeo están en función de las poblaciones actuales y futuras, por razones económicas en el siguiente proyecto se utilizarán 8 horas.



#### 2.1.11.4.2. Determinación de caudal de bombeo

Este caudal se determina definiendo las horas de bombeo al día, en función del caudal que proporciona la fuente; por lo que para este proyecto se determina en base al caudal que se necesita para abastecer a todas las viviendas contempladas.

La ecuación para calcular el caudal de bombeo es:

$$Q_b = \frac{Q_{md} \times 24 \text{ horas}}{t_b}$$

Donde:

$Q_b$  = caudal de Bombeo

$Q_{md}$  = caudal máximo diario

$t_b$  = período de bombeo (en horas)

Para el proyecto en estudio, el caudal de bombeo comprende sólo una parte de la conducción, desde el tanque de succión hasta el tanque de distribución, y es el siguiente:

$$Q_b = \frac{0,79 \text{ l} \times 24 \text{ horas}}{12 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 1,59 \text{ l/s}$$

### **2.1.12. Diseño hidráulico**

Dentro del diseño hidráulico se encuentran los parámetros y criterios utilizados para la realización del proyecto, los cuales consisten en determinación de diámetros de tuberías, planos de construcción, presupuesto, diseño de obras complementarias, estudio ambiental y los aspectos más importantes que se necesitan para el buen funcionamiento del mismo.

#### **2.1.12.1. Diseño y tipo de tubería**

Toda tubería tiene tres características: diámetro clase y tipo. Respecto del diámetro, se debe mencionar que, comercialmente, las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno del conducto. La clase se refiere a la norma de su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo y a la razón entre diámetro externo y espesor de la pared de la tubería.

El tipo de tubería se refiere al material de que está hecha; se puede indicar que los materiales que se emplean actualmente son el hierro fundido, el acero, el acero galvanizado y el cloruro de polivinilo.

El hierro fundido se emplea en la actualidad únicamente para grandes diámetros (12 pulgadas o mayores), ya que para diámetros menores su costo es más elevado que el de otros materiales.

La tubería de (PVC) es el material que se emplea actualmente. Es más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar en la intemperie. La tubería de PVC se fabrica bajo la Norma ASTM D – 1785, bajo la clasificación de cédulas 40 80 y 102, la que se emplea para sistemas rurales de abastecimiento de agua es la cédula 40.

El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrado se corroe; generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado.

Se debe indicar que también existe el hierro galvanizado, pero se destina a otros usos, la tubería se fabrica bajo las denominaciones cédula 30, 40 y 80.

En el sistema de abastecimiento de agua potable se utilizó la tubería PVC de diámetros 1 pulgada y 1 ¼ pulgadas.

#### **2.1.12.2. Diseño de línea de conducción**

El diseño de la línea de conducción comprende la conducción del agua desde el nacimiento hacia el tanque de succión por gravedad, y la conducción del tanque de succión hacia el tanque de distribución, la cual será por bombeo.

Antes de iniciar con el diseño, se debe conocer algunas ecuaciones, las cuales se verán a continuación.

La fórmula de Hazen Williams permite encontrar las pérdidas en las tuberías, la ecuación es la siguiente:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L_{\text{dist}} \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = pérdida de carga por fricción en metros

L = longitud del tramo en metros

Q = caudal conducido en litros / segundo

C = coeficiente de fricción interna, que depende de la rugosidad del material

Ø = diámetro de la tubería

Despejando Ø de la ecuación anterior se obtiene:

$$\varnothing = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811 * Q^{1,852} * L}{C^{1,852} * H_f}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros

L = longitud del tramo en metros

Q = caudal conducido en litros por segundo

C = coeficiente de fricción interna, que depende de la rugosidad del material

Ø = diámetro de la tubería

Primero se procede a calcular el diámetro de la línea de conducción por gravedad, que comprende desde la caja unificadora de caudales hasta el tanque de succión.

Donde:

Cota de terreno de caja unificadora de caudales: 989,87

Cota del terreno tanque de succión: 984

Hf = 989,87 - 984 = 5,87 m

Ld = 14,2

Q = 0,728 l/s

C = 150 para PVC

$$\phi = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times 0,728^{1,852} \times 14,2}{150^{1,852} \times 5,87}} = 0,66''$$

Dado que el número más próximo a la tubería comercial de PVC es  $\frac{3}{4}$  de pulgada y atendiendo a razones hidráulicas, se utilizará en toda la línea de conducción tubería de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

#### 2.1.12.2.1. Tubería de descarga

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba, generalmente hasta el abastecimiento de agua potable en el área rural. Esta descarga el líquido a un tanque de distribución.

La velocidad del caudal requerido en la tubería de descarga, debe conducirse con una velocidad máxima de 0,4 metros por segundo y en caso extremo la velocidad máxima será de 3 metros por segundo, ya que si la velocidad sobrepasa a ésta puede ocasionar erosión en la tubería.

- Diseño equipo de bombeo a utilizar

Para calcular el diámetro de la tubería a usar, en la conducción por bombeo, se procede a calcular los diámetros que estén dentro del rango de las velocidades permitidas con la siguiente ecuación:

$$\phi = \sqrt{\frac{1,974 * Q_b}{v}}$$

Donde:

$\phi$  = diámetro de la tubería

v = velocidad del fluido

$Q_b$  = caudal de bombeo

$$\phi = \sqrt{\frac{1,974 * 1,59}{0,4}} = 2,8$$

$$\phi = \sqrt{\frac{1,974 * 1,59}{3,0}} = 1,02$$

Por lo que se evaluarán los diámetros que se encuentran entre 1 1/4 pulgadas y 3 pulgadas; siendo los diámetros de 1 1/4 pulgadas y 3 pulgadas los que se analizarán a continuación.

Se procederá a calcular la velocidad, con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{1,974 * Q_b}{\phi_i^2}$$

Donde:

$\phi_i$  = diámetro interior de la tubería

v = velocidad del fluido

$Q_b$  = caudal de bombeo

$$v_{3''} = \frac{(1,974 * 1,59)}{3,230^2} = 0,30$$

$$v_{1 1/4''} = \frac{(1,974 * 1,59)}{1,532^2} = 1,33$$

Se observa que el diámetro de 1 ¼ pulgadas cumple con el rango de la velocidad requerida.

Para la línea de impulsión se hará a través de tubería PVC de 250 libras sobre pulgada cuadrada, la cual parte del tanque de succión hacia el tanque de distribución.

Se debe tener muy en cuenta el tipo de bomba a utilizar en el proyecto, si está funcionando con energía eléctrica o por medio de algún combustible ya sea gasolina o diesel, también se debe conocer el tiempo que la bomba estará operando, así como también la eficiencia de la misma, todas estas características se irán conociendo posteriormente.

Para la línea de impulsión se hará a través de tubería PVC de 250 libras sobre pulgada cuadrada, la cual parte del tanque de succión hacia el tanque de distribución.

**Tabla I. Parámetros de línea de bombeo**

Tiempo de bombeo	12	Horas
Caudal dímáximo	0,79376	Litros
Caudal de bombeo	1,59	Litros por segundo
Diámetro economic	1,53	Pulgadas
Cotatanque de distribución	1070	Metros
Cotatanque de acenamiento	984	Metros
Diferencia de niveles	86	Metros
Longitudtomada	503	Metros
Tipo de tubería	250 PSI	PVC
Volúmen de tanque de distribución	25	m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Carga dinámica total

La carga dinámica total, es la presión real expresada en metros columna de agua, contra la cual la bomba tiene que elevar el caudal hasta el nivel requerido.

$$CDT = H_f + H_i + H_v + H_m$$

$H_f$  = pérdida de carga por fricción en la tubería de impulsión

$H_i$  = diferencia de altura entre tanque de succión y tanque de distribución

$H_v$  = pérdida de velocidad en tubería

$H_m$  = pérdidas menores en accesorios

Se procederá a calcular la pérdida de carga por medio de la ecuación de Hazen y Williams.

Datos:

Cota del tanque de succión = 984,32 m

Cota del tanque de distribución = 1 070,55 m

$H_i = 1\ 070,55 - 984,32 = 86,23$  m

$L_d = 478 * 1,05 = 502$  m

$Q = 1,59$  l/s

$C = 150$  para PVC

$$H_f = \frac{1743,811 \times 502 \times 1,59^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,53^{4,87}} = 24,43 \text{ m}$$



Calculando  $H_i$ :

$$H_i = 1\,070,55 - 984,32 = 86,23 \text{ m}$$

Calculando  $H_v$

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$v$  = velocidad del fluido

$g$  = aceleración gravitacional

$$H_v = \frac{1,33^2}{2 \cdot 9,8} = 0,090 \text{ m}$$

Calculado  $H_m$

$$H_m = 0,10 \cdot (H_f + H_v) = 0,10 \cdot (24,43 + 0,090) = 2,45 \text{ m}$$

Por lo que se tiene:

$$CDT = 24,43 + 86,23 + 2,45 + 0,090 = 113,202$$

$$CDT = 113,202 \text{ m}$$

- Selección de bomba

La potencia para hacer trabajar una bomba efectivamente, depende del caudal de bombeo, la carga dinámica total y de la eficiencia de la bomba por usar, para conocer el valor de la potencia se utiliza la siguiente ecuación:

$$POT = \frac{Q_b * CDT}{76 * e}$$

POT = potencia de la bomba

Q<sub>b</sub> = caudal de bombeo

CDT = carga dinámica total

E = eficiencia de la bomba; 60 por ciento

$$POT = \frac{1,59 * 113,202}{76 * 0,60} = 3,94 \text{ HP}$$

Se le agrega un 25 por ciento a la capacidad de la bomba para compensar el desgaste normal del equipo:

$$POT = 3,94 * 1,25 = 5 \text{ HP}$$

Se utilizará una bomba con una potencia de 5 HP.

- Determinación de golpe de ariete

El golpe de ariete es la variación de presión a la que es sometida la tubería, la cual se debe al cambio brusco del movimiento del agua.

En un sistema por bombeo esto ocurre en la tubería de descarga, cuando la bomba es detenida por falta de energía eléctrica o cualquier otro factor.

Al desactivar la bomba, el caudal de impulsión comienza a detenerse hasta tener una velocidad cero, cuando la tubería experimenta una descompresión, a partir de ese momento el movimiento del agua es en sentido contrario (regresa a la bomba), provoca la inversión del movimiento del impulsor de la bomba.

La sobrepresión del golpe de ariete, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

e = espesor de la pared de la tubería en centímetros

$$GA = \frac{145 \cdot 1,33}{\sqrt{1 + \frac{2,0700}{3,0000} + \frac{55,70}{2,31}}} = 40,44 \text{ m}$$

Se debe verificar si la tubería resiste la sobrepresión generada por el golpe de ariete

$$P_{\text{máx}} = 113,202 + 40,44 = 153,64 \text{ mca}$$

$P_{\text{máx}} = 153,64$  metros columna de agua la cual es mayor de 112,11 metros columna de agua ó 160 libras por pulgada cuadrada, de manera que la tubería PVC clase 250, resiste dicha presión.

- Verificación de cavitación

Cuando la presión de succión en la entrada de la bomba es demasiado baja, se forman burbujas en el fluido, como si hirviera. Si se coloca una cacerola con agua en una estufa, para observar su comportamiento conforme la temperatura se eleva, se puede ver que en cierto punto, en el fondo de la cacerola se formarán unas cuantas burbujas pequeñas de vapor de agua.

Al aumentar el calentamiento se forman más burbujas, éstas se elevan hasta llegar a la superficie del líquido y se difunden en el aire circundante. Por último, el agua hierve con una vaporización rápida y continua. Si se está a altitud baja, el agua en la cacerola abierta está a presión atmosférica, aproximadamente a 101 kilo pascales o 14,7 libras por pulgada cuadrada y la temperatura del agua es de cerca de 100 grados Celsius o 212 grados Fahrenheit.

Sin embargo, a altitudes mayores la presión atmosférica es más baja y en consecuencia la temperatura de ebullición también lo es.

Al relacionar este simple experimento, con las condiciones en la entrada de una bomba, si ésta debe tomar fluido desde abajo o si hay pérdidas de energía excesivas en la línea de succión, la presión de la bomba sería suficientemente baja, como hacer que se formaran burbujas de vapor en el fluido.

Ahora hay que considerar lo que pasa al fluido cuando inicia su camino a través de la bomba. El fluido entra a la bomba por el puerto de succión en el ojo central del impulsor. La rotación de éste acelera el líquido hacia fuera, a lo largo de las aspas en dirección de la carcasa, en lo que se llama una voluta.

La presión del fluido continúa su elevación a través de este proceso. Si se hubieran formado burbujas de vapor en el puerto de succión debido a una presión baja en exceso, colapsarían cuando llegarán a las zonas de presión más alta. El colapso de las burbujas liberaría cantidades grandes de energía, lo que afectaría las aspas del impulsor y ocasionaría la erosión de su superficie.

Cuando hay cavitación, el rendimiento de la bomba se degrada con severidad conforme el flujo volumétrico desciende. La bomba se hace ruidosa y genera un sonido fuerte e intermitente. Si se permitiera que esto continuara, la bomba se destruiría. Debe apagarse rápido e identificar la causa de la cavitación para corregirla antes de reiniciar la operación.

Los fabricantes de bombas prueban cada diseño para determinar el nivel de la presión de succión que se requiere, con el fin de evitar la cavitación, y reportan los resultados como la carga de succión neta requerida ( $NPSH_R$ ). Es responsabilidad del diseñador del sistema de bombeo, garantizar que la carga de succión neta disponible ( $NPSH_D$ ) esté muy por arriba de la  $NPSH_R$ .

Se requiere un margen mínimo de 10 por ciento, es decir:

$$NPSH_D > 1,10 NPSH_R$$

El valor de la  $NPSH_D$  depende de la presión del vapor del fluido que se bombea, las pérdidas de energía en el tubo de succión, la ubicación del almacenamiento de fluido y la presión que se aplica a éste. Este se expresa como:

$$NPSH_D = h_{SP} \pm h_S - h_f - h_{vp}$$

Donde:

$h_{sp}$  = carga de presión estática sobre el fluido en el almacenamiento (m)

$h_s$  = diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba

$h_f$  = pérdida de carga en la tubería de succión debido a la fricción y pérdidas menores (m)

$h_{vp}$  = carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo

Ahora se determinará la  $NPSH_D$  para el sistema, el nivel del agua en el tanque es de 3,20 metros bajo la entrada de la bomba, la altura sobre el nivel del mar es de 2 380 metros, la bomba succiona agua a una temperatura de 50 grados Celsius, el caudal que impulsará la bomba es de 1,590 litros por segundo.

Para calcular la carga de presión estática (absoluta), sobre el fluido en almacenamiento, se debe hacer la siguiente relación:

$$h_{SP} = \frac{P_{abs}}{\gamma}$$

Donde:

$h_{sp}$  = carga de presión estática (absoluta)

$P_{abs}$  = presión estática (absoluta) sobre el fluido en el depósito

$\gamma$  = peso específico del fluido

Presión absoluta = presión atmosférica + presión manométrica en el tanque.

Como el tanque no mantiene ninguna presión, puesto que no está sellado, por lo que el caudal está libre a la atmósfera, entonces la presión a tomar en este caso será la presión atmosférica a 2 380 metros sobre el nivel del mar.

Tabla II. **Valores del agua en función de la temperatura**

<b>Temperatura °C</b>	<b>Presión de vapor kPa (abs)</b>	<b>Peso específico (kN/m³)</b>	<b>Carga de presión de vapor (m)</b>
0	0,6105	9,806	0,06226
5	0,8722	9,807	0,08894
10	1,228	9,804	0,1253
20	2,338	9,789	0,2388
30	4,243	9,765	0,4345
40	7,376	9,731	0,7580
50	12,33	9,690	1,272
60	19,92	9,642	2,066
70	31,16	9,589	3,250
80	47,34	9,530	4,967
90	70,10	9,467	7,405
100	101,3	9,399	10,78

Fuente: elaboración propia.

De la tabla II, se obtiene que el peso específico del agua a 50 grados Celsius es de 9,69 kilo Newton por metro cúbico.

$$h_{sp} = \frac{76\,000 \text{ N/m}^2}{9\,690 \text{ N/m}^3} = 7,84 \text{ m}$$

Para determinar la diferencia de elevación, desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la bomba de succión, se debe saber que:

- Si la bomba está abajo del depósito,  $h_s$  es positiva
- Si la bomba está arriba del depósito,  $h_s$  es negativa

En este caso, la bomba se encuentra arriba del depósito, por lo cual la altura es negativa.

$$h_s = - 3,20 \text{ m}$$

Para determinar las pérdidas por fricción, se utilizará la ecuación de Hazzen-Williams.

$$h_{sp} = \frac{1\,743,811 \cdot 320 \cdot 3,518^{1,85}}{150^{1,85} \cdot 4,154^{4,87}} = 0,005 \text{ m}$$

Por último de la tabla se obtiene:

$$H_{vp} = 1,272 \text{ m a } 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

Al combinar estos términos queda:

$$NPSH_D = 7,84 \text{ m} - 3,40 \text{ m} - 0,005 \text{ m} - 1,272 \text{ m} = 3,163 \text{ m}$$

Debido a que la carga de succión neta requerida, debe ser un 10 por ciento mayor que la carga de succión neta disponible, se obtiene que:

$$NPSH_D > 1,10 NPSH_R$$



Al reordenar se obtiene:

$$NPSH_R = \frac{NPSH_D}{1,10}$$

Entonces:

$$NPSH_R < \frac{3,163}{1,10} = 2,875\text{m}$$

Al momento de seleccionar la bomba se debe tener en cuenta que la carga de succión neta requerida, debe ser menor que 2,875 metros.

- Especificaciones del equipo de bombeo

Se utilizará una bomba centrífuga de eje horizontal, con una potencia de 5 caballos de fuerza, que funcionará con energía eléctrica, el período de bombeo será de 12 horas, la eficiencia de la bomba en ningún momento será menor del 65 por ciento, deberá trabajar en etapas múltiples y al momento de seleccionar la bomba, se debe tener en cuenta el  $NPSH_R$  de la bomba debe ser menor que 2,875 metros para evitar que ocurra el fenómeno de la cavitación.

A la salida del equipo de bombeo deberá proveerse como mínimo de los siguientes dispositivos:

- Válvula de alivio de la presión o control de pulsos
- Válvula de verificación o retención
- Válvula de apagado o estrangulamiento
- Válvula de instrumentación
- Grifo de muestreo

- Tubería de limpieza
- Junta flexible en la línea de descarga
- Protección contra golpe de ariete si fuera necesario

Una válvula de verificación impide que el flujo regrese a la bomba cuando no esté en funcionamiento. Debe colocarse una válvula de verificación entre la válvula de apagado y la bomba. Un grifo de muestreo permitirá extraer una cantidad pequeña de fluido para realizar pruebas sin interrumpir la operación.

### **2.1.12.3. Diseño de la red de distribución**

Para el diseño de la red de distribución se debe tomar en cuenta la densidad de vivienda, sectorización, ubicación del tanque de distribución y la topografía de la población.

La velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2,00 metros por segundo. En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 40 metros (presión de servicio)

Existen dos tipos de distribución, red de distribución abierta y red de distribución cerrada.

En la red de distribución abierta, una línea principal es colocada en las calles de mayor importancia, que a su vez alimenta otras secundarias, de manera que sirvan a otras calles adyacentes.

La red de distribución cerrada, vista desde el punto teórico, es mejor que la anterior. Este método elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Si ocurre un fuerte gasto de agua en algún tramo del circuito, se establece siempre un equilibrio, que provoca flujo de agua del resto de los tramos que lo conectan.

De la estación 12 a la E-6.11 hay 40 viviendas, el caudal que circula será de 1,44 litros por segundo. Tomando una densidad de 6 personas por vivienda y un factor de hora máxima de 2,5 tenemos:

$$Q_{\text{hora máximo}} = \frac{\text{No.de casas futura} \cdot \text{densidad de personas} \cdot \text{dotación} \cdot \text{FHM} \cdot \text{fdm}}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_{\text{ramal 1}}$  = Caudal por ramal

No. de casas = Número de casas

Densidad de personas = Número de personas por vivienda (7)

Dotación = 85l/hab/día

Factor de hora máxima = 2,5

Factor de Día Máximo = 1,21

$$Q_{\text{hora máximo}} = \frac{78 \cdot 7 \cdot 75 \cdot 1,21 \cdot 2,5}{86\ 400}$$

$$Q_{\text{hora máximo}} = 1,44 \text{ l/s}$$

Calcular la diferencia de cotas en el tramo 1 del ramal 1

Hf disponible = cota terreno inicial – Cota terreno final

Hf disponible = 1 055,55 – 1052,081

Hf disponible = 3,47

Calcular el diámetro teórico:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L_{\text{dist}} \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Donde:

$\phi$  = diámetro interior del tubo

Hf disponible = pérdida de cargas en metros

L = longitud de tubo (55m)

Q = caudal (1,44l/s)

C = coeficiente de rugosidad (150)

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$\phi = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,81114 \times L \times Q^{1,85}}{h \times C^{1,85}}}$$

$$\phi = \sqrt[4,87]{\frac{1\,743,811 \times 55 \times 1,44^{1,85}}{150^{1,85} \times 3,00}}$$

$\phi = 1,44$  pulgadas

El diámetro comercial y próximo a usar es de 1 ½ pulgada

Calculando las pérdidas reales:

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería se utiliza la ecuación de Hazen Williams, la cual viene dada por:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L_{\text{dist}} \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \varnothing^{4,87}}$$

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times 55 \times 1,44^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,754^{4,87}}$$

$$H_f = 1,15 \text{ m}$$

Se calcula la cota piezométrica, la cual se obtiene de restar la piezométrica menos la pérdida ya calculada.

$$C_{pf} = (C.Ti.) - (H_{real})$$

C<sub>pf</sub> = Cota piezométrica final

C.ti = Cota piezométrica inicial

H<sub>real</sub> = pérdida real

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

$$C_{.pf} = 1\,067,05 - 1,15 = 1\,065,9$$

Se calcula la presión dinámica, la cual se obtiene de restar la cota piezométrica del tramo menos la cota del terreno final, así:

$$PD = CPf - CT$$

Donde

P.D. = presión dinámica

C.Pf = cota piezométrica final

C.T. = cota de terreno

De acuerdo a lo anterior se tiene:

$$PD = 1\ 065,9 - 1\ 052,81$$

$$PD = 13\ m$$

Con este resultado todos los datos se encuentran dentro del rango establecido por UNEPAR.

El diámetro equivalente, es el diámetro interior de la tubería, y es el que se utiliza para los cálculos de la pérdida por tubería.

#### **2.1.12.4. Sistema de desinfección**

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar en un sistema de desinfección. En nuestro medio se aplica el cloro tanto en el área rural como en el área urbana, ya sea como gas o como compuesto.

Para la desinfección de bacterias, se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65 por ciento, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en el tanque de succión.

Tomando en cuenta el caudal de entrada al tanque, para el desarrollo de ésta clase de proyectos se recomienda un hipoclorador, usado para tratar el agua en pequeñas comunidades, entre 50 y 520 familias, con sistemas por gravedad o bombeo. El hipoclorador requiere de un mantenimiento simple y puede hacerlo el operador del sistema o fontanero.

- Dosificación para la demanda de cloro

De acuerdo con los resultados de laboratorio el agua es potable, por lo cual es necesario inyectar una demanda de 0,2 miligramos por litro de cloro como medida de prevención.

El flujo de cloro ( $f_c$ ) en gramos/hora se calcula con la siguiente ecuación:

$$FC=Q*D_c*0,06$$

Donde:

$Q$  = caudal de agua conducida en litro/minuto

$D_c$  = demanda de cloro mg/litro o PPM

Con los datos anteriores se obtiene el flujo de solución de cloro ( $Sc$ ) regularmente, este flujo es muy pequeño y debe contenerse mediante la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del clorinador; por lo tanto se debe calcular el tiempo, en segundos que se necesita para llenar un recipiente de un litro.

$$t = \frac{60}{S_c}$$

Donde:

T = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos

S = flujo de solución de cloro en litros/minuto

### 2.1.12.5. Volumen tanque de succión

El tanque de succión es donde se almacena momentáneamente el agua que proviene del nacimiento para luego ser dirigida por bombeo al tanque de distribución. Para calcular el volumen que tendrá el tanque de succión se debe conocer ciertos factores como: el caudal de la fuente, el caudal de bombeo y el volumen del tanque de distribución.

Datos:

Caudal de la fuente ( $Q_f$ ) : 0,88 l/s

Caudal de bombeo ( $Q_b$ ): 1,59 l/s

Volumen tanque distribución ( $V_{TD}$ ): 25 m<sup>3</sup>

Como primer paso se debe calcular el tiempo de llenado del tanque de distribución de la siguiente manera:

Tiempo de llenado:

$$\frac{V_{TD} * 1\ 000}{Q_B * 3\ 600} = \frac{25 * 1\ 000}{1,59 * 3\ 600} = 4,36 \text{ horas}$$

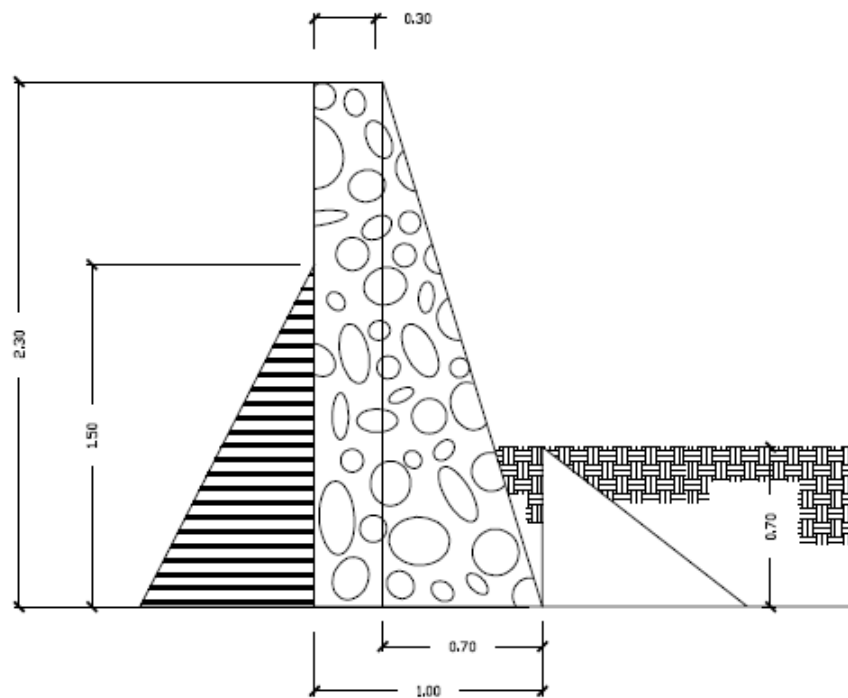


Ahora se calcula el volumen que debe tener el tanque de succión:

$$V_{TS} = (Q_b - Q_f) * (\text{tiempo de llenado}) * 3\ 600$$
$$V_{TS} = (1,59 - 0,88) * (4,01) * 3\ 600 = 11\ 144,87 \text{ litros}$$

Por lo cual se determina que el volumen para el tanque de succión será de 12 metros cúbicos.

Figura 4. **Diseño estructural del muro**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$\gamma \text{ Agua} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ Suelo} = 1\,300 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ Concreto Ciclópeo} = 1\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Valor soporte del suelo} = V_s = 12\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\emptyset = 30^\circ$$

Coefficientes de empuje de Ranking

$$K_a = 1$$

$$K_p = 3$$

Cálculo de los empujes activo y pasivo según la teoría de Ranking:

$$P_a = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot k_a}{2} = \frac{1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot (1,50\text{m})^2 \cdot 1}{2} = 1\,125 \text{ kg/m}$$

$$P_p = \frac{\gamma \cdot h^2 \cdot k_p}{2} = \frac{1300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \cdot (0,70\text{m})^2 \cdot 3}{2} = 955 \text{ kg/m}$$

Cálculo de los momentos de presión que actúan al pie del muro.

$$M_a = P_a \cdot \frac{h}{3} = \left(1\,125 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \cdot \frac{1,50}{3} = 562,5 \text{ Kg-m}$$

$$M_p = P_p \cdot \frac{h}{3} = \left(955,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \cdot \frac{0,70}{3} = 222,95 \text{ Kg-m}$$

Cálculo del peso muro, componiendo la forma geométrica real:

Tabla III. **Parámetros de línea de bombeo**

<b>Figura</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>γ concreto ciclópeo Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>W(Kg/m)</b>	<b>Brazo(m )</b>	<b>Momento(Kg- m)</b>
Rectángulo	0,69	1500	1035,00	0,85	879,75
Triángulo	0,805	1500	1207,50	0,47	563.5

Fuente: elaboración propia.

Sumatoria de momentos:

$$Mr=Mp+Mw=222,95 \text{ Kg-m}+1443,25\text{Kg-m}=1 \text{ 666,20 Kg-m}$$

$$Mact=Ma=562,5 \text{ Kg-m}$$

Verificación contra volteo:

$$F.S.=\frac{Mr}{Mact}>1,5; \frac{1 \text{ 666,20 Kg-m}}{562,5 \text{ Kg-m}}=2,96>1,5 \quad \text{Sí Chequea}$$

Verificación contra deslizamiento:

$$Ff=Pp*\text{tg}\theta=2 \text{ 242,50 Kg} * 0,6*\text{tg}(30^0)=776,86 \text{ Kg}$$

$$F.S.=\frac{Ff+Pp}{Pa}>1,5$$

$$\frac{776,86+2 \text{ 242,50}}{1 \text{ 125}}=1,54 \quad \text{Sí chequea}$$

Verificación de la capacidad soporte del suelo:

$$X = \frac{Mr - Mact}{W} = \frac{1\,666,20 - 562,5}{2\,242,50} = 0,49$$

$$e = \frac{B}{2} - X = \frac{1,00}{2} - 0,49 = 0,01$$

$$q = \frac{W}{B} \pm \frac{W \cdot e}{\frac{1}{6} \cdot b^2} = \frac{2\,242,50}{1,00} \pm \frac{2\,242,50 \cdot 0,01}{\frac{1}{6} \cdot (1,00)^2}$$

$$q = 2\,242,50 \pm 105,3$$

$$q_{\text{máx}} = 2\,242,50 + 105,3 = 2\,347,80 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} < V_s = 12\,000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \text{ si cumple.}$$

$$q_{\text{mín}} = 2\,242,50 - 105,3 = 2\,137,20 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} > 0 \text{ No hay presiones negativas}$$

### 2.1.12.6. Diseño de la losa del tanque

Para el diseño de la losa del tanque el cálculo del sentido en que trabaja la losa se determina por la relación entre el lado menor y el lado mayor, Relación  $a/b = m$ ; para realizar el diseño.

$$m = \frac{a}{b} = \frac{3,15}{3,85} = 0,81 > 0,5$$

La losa trabaja en dos sentidos por lo que se procede al diseño

Espesor de la losa:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{2*(2,70)+2*(2,70)}{180} = 0,06 = 10 \text{ cm}$$

Según el código ACI 318 05, el espesor mínimo para losas de concreto que trabajan en dos sentidos es de 10 centímetros. Por lo que se comprueba que 20 centímetros está bien.

Integración de cargas:

Carga Muerta (CM) = peso propio de losa + sobrecarga

$C_m = W \text{ (losa)} + \text{sobrecarga}$

$$W = \lambda_c * l = 2\,400 * 0,10 = 240 \text{ kg/m}^2$$

Sobrecarga =  $100 \text{ kg/m}^2$

$$C_m = 240 + 100$$

$$C_m = 340 \text{ kg/m}^2$$

Carga Viva (CV) = Cargas eventuales que podría tener la losa

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (Cu): es la suma de las cargas muerta y viva afectadas por factores de seguridad. El factor para la carga muerta es un 40 por ciento más, y para la carga viva 70 por ciento.

$$C_u = 1,4C_m + 1,7C_v$$

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

Cálculo de momentos positivos y negativos: para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa, se empleará el método 3 del ACI.

$$M_{(-)A} = 0,071 * \frac{646,0 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (2,70 \text{ m})^2 = 136,83 \text{ kg-m}$$

$$M_{(-)B} = 0,000 * \frac{646,0 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (2,70 \text{ m})^2 = 0 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)A} = 0,033 * \frac{302,40 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (2,70 \text{ m})^2 = 136,83 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)A} = 0,035 * \frac{302,40 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (2,70 \text{ m})^2 = 107,10 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)A} = 0,027 * \frac{302,40 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (4,45 \text{ m})^2 = 161,68 \text{ kg-m}$$

$$M_{(+)A} = 0,032 * \frac{340,00 \text{ kg}}{\text{m}^2} * (4,45 \text{ m})^2 = 215,45 \text{ kg-m}$$

Cálculo del refuerzo requerido:

$$F_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_y = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$b = 100 \text{ cm} = 10 \text{ cm} - 2,54 \text{ cm} - (0,95/2) \text{ cm} = 7,00 \text{ cm}$$

$$A_{S_{\min}} = 0,002 * b * d = 0,002 * 100 \text{ cm} * 7,00 \text{ cm} = 1,40 \text{ cm}^2$$

$$S_{\max} = 3 * t = 3(0,10) = 0,30 \text{ m}$$

Cálculo del espaciamiento:

$$1,40 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 100\text{cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ _____ } S$$

$$S = \frac{0,71 \cdot 100}{1,40} = 50,71 \text{ cm}$$

Este espaciamiento es mucho mayor que el espaciamiento máximo, por lo que se tomará el espaciamiento máximo para el armado. Al cambiar el espaciamiento, se debe obtener una nueva área de acero para este espaciamiento:

$$A_s \text{ _____ } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 30 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0,71}{30} * 100 = 2,37 \text{ cm}^2$$

Ahora se debe chequear si el área de acero soporta los momentos calculados.

$$M = \frac{0,9 \left[ A_s * f_y \left( d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]}{100}$$

$$M = \frac{0,9 \left[ 2,37 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ Kg/cm}^2 \left( 7 \text{ cm} - \frac{2,37 \text{ cm}^2 * 2810 \text{ Kg/cm}^2}{1,7 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right]}{100}$$

$$M = 408,38 \text{ kg-m}$$

Al comparar el momento que es capaz de resistir un área de acero igual a 2,37 centímetros cuadrados con los momentos calculados con el método 3 del ACI se puede observar que este acero será capaz de resistir todos los momentos calculados.

#### **2.1.12.7. Diseño del tanque elevado**

Los tanques elevados son elementos estructurales que son utilizados para dar funcionamiento a una red de abastecimiento de agua potable, y tienen la función principal de asegurar en la red la presión adecuada.

El tanque elevado de distribución tiene 3 funciones principales que son:

- Cubrir la demanda de agua en horas de mayor consumo.
- Regular las presiones en la red de distribución, evitando el bombeo directo de la misma.
- Atender emergencias.

Dentro del presente estudio la altura del tanque será de 12 metros, dentro de esto se tiene previsto cubrir las normas de presiones mínimas de 10 metros columnas de agua, para el caso más desfavorable dentro del sistema, y de 40 metros columna de agua, para el caso que se tenga la presión máxima.

Los tanques elevados son por lo general de forma cilíndrica, apoyándose al terreno por medio de una torre, la cual descansa a su vez en su cimentación, el cuerpo del tanque está conformado por cubierta, paredes y fondo del tanque.



Generalmente se construye con lámina Norma A-36 además que cuente con las características siguientes:

- Fácil acceso para inspección, hermético.
- Entrada de tubería sobre el nivel máximo de almacenamiento, para evitar que la entrada en un momento dado esté sumergido.
- Accesorios de ventilación con su respectiva protección contra entrada de insectos.
- El tanque debe contar con:
  - Agujero de inspección
  - Coplas para entrada y salida de agua
  - Escalera exterior con guarda de seguridad
  - Escalera interior tipo marino
  - Respiradero
  - Rebalse
  - Pintura anticorrosiva en exteriores
  - Pintura especial en el interior para guardar la potabilidad
  - Volumen de almacenamiento

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25 a 40 por ciento del consumo medio diario estimado, y en sistemas por bombeo de 40 a 65 por ciento entre tanque de succión y distribución, según datos tomados de UNEPAR.

Para el proyecto del caserío Chumanzana se utilizará un 44 por ciento.

Fórmula general:

$$\text{vol} = \frac{(\% \times Q_m \times 86\,400)}{1\,000}$$
$$\text{vol} = \frac{(0,44 \times 0,656 \times 86\,400)}{1\,000}$$

Volumen tanque = 24,93 metros cúbicos

Volumen tanque aproximado = 25 metros cúbicos

Partes de un tanque elevado.

Los tanques elevados son por lo regular de forma cilíndrica, por trabajar de mejor forma, apoyándose del terreno por medio de una torre de soporte de una altura previamente establecida, la cual descansará a la vez en sus cimientos.

El acero en lámina para depósitos a presión se rige para las especificaciones de la ASTM A20, que proporciona la calidad del depósito a presión.

- Cubierta del tanque

Puede diseñarse plana o de forma cónica, su función es cubrir el tanque de la intemperie, en esta se encuentra el acceso al interior del tanque y tiene además un área de ventilación.

En este caso se usará el techo de forma cónica, las pendientes del mismo pueden ser desde 1/6 hasta 3/8, donde se relaciona la altura del cono del techo sobre la base  $h_o/r$ .

$$\frac{h_o}{r} = \frac{3}{8} h_o = 1,6 * \frac{3}{8} h_o = 0,6 \text{ m}$$

Donde:

$h_o$  = altura de cono

$r$  = radio de la base

Para este caso se diseñará una cubierta cónica la cual tendrá una altura de 0,60 metros de alto.

- Cuerpo del tanque

Las paredes del cilindro y el fondo soportarán la presión ejercida por el agua y se construirá utilizando lámina negra Norma A-36. Para este caso se tomó como base un diámetro de 3,20 metros, determinando la altura del cilindro de la siguiente forma:

Diámetro = 3,20 m

Radio = 1,60 m

$$h = \frac{\text{volumen de cilindro}}{\pi r^2} \quad h = \frac{24}{\pi r^2} \quad h = \frac{24}{\pi * 1,6^2} \quad h = 3,00 \text{ m}$$

Altura cuerpo de tanque = 3,00 metros

- Fondo del tanque

El fondo tendrá forma de cono invertido para soportar mayores presiones. La altura del cono será la mitad del diámetro del tanque, pudiendo variar este valor.

$$\text{volumen cono inferior} = \pi * r^2 * \frac{h}{3}$$

$$\text{Volumen de cono inferior} = 3,141516 * 1,60^2 * 1/3 = 1,34 \text{ mts}^3$$

Volumen del cono 1,34 metros cúbicos.

Para determinar el volumen de los componentes donde se depositará el agua del tanque elevado; se utilizará la siguiente ecuación:

Volumen de tanque = volumen del cilindro + volumen de cono inferior

$$\text{Volumen de tanque} = \pi * r^2 * h + \pi * r^2 * h/3$$

- Volumen total

Sumando el volumen del cilindro y el fondo cónico se obtiene el volumen total de almacenamiento del tanque.

$$\text{Volumen Total} = 24,5 + 1,34 = 25,84 \text{ metros cúbicos.}$$

Por lo tanto el dimensionamiento del tanque sí cumple con la demanda exigida por el volumen necesario del tanque de distribución, la cual es de 25 metros cúbicos.

- Torre de soporte

Los tanques elevados se apoyan sobre el terreno por medio de una torre, la cual está constituida generalmente por 4 columnas con una ligera inclinación y una serie de elementos diseñados a compresión y tensión (breysas).

Las columnas tendrán una inclinación sobre el eje vertical del 25 por ciento de la altura del tanque, como se indica a continuación:

$$L = H * 25 \%$$

Donde:

L = distancia de inclinación con respecto al eje horizontal

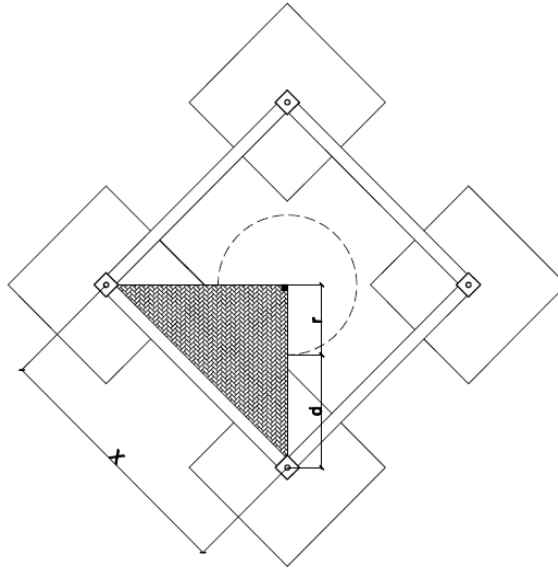
H = altura del tanque en metros

% = porcentaje de inclinación de las columnas de la torre

$$L = 12 * 25\% = 3,00 \text{ metros}$$

Entonces, se tiene que la separación entre pedestales se calcula con una relación de triángulos como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Separación entre pedestales



Fuente: elaboración propia.

$$x = \sqrt{(r+d)^2 + (r+d)^2}$$

$$x = (r+d) * \sqrt{2}$$

Donde:

x = distancia entre pedestales

r = radio del cuerpo del tanque

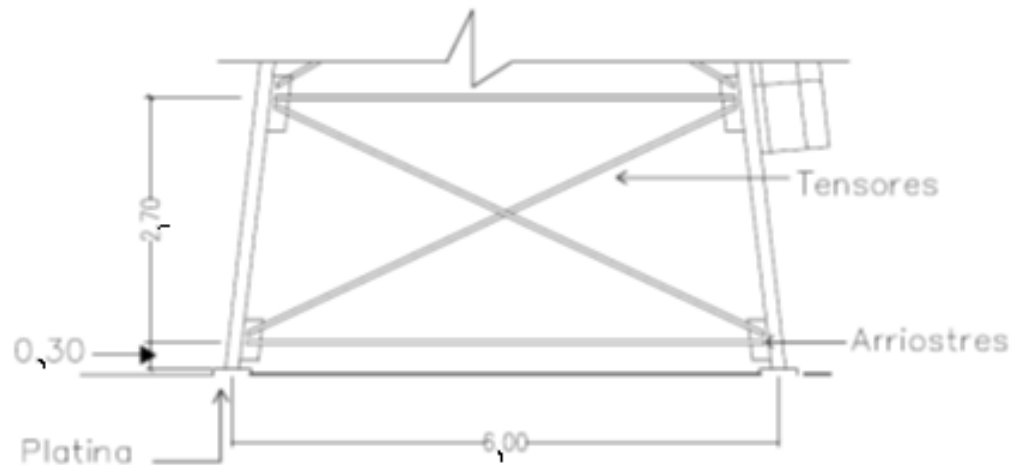
d = distancia de inclinación

$$x = (1,6+3) * \sqrt{2} = 6,5\text{m}$$

Para la separación entre arriostres debe considerarse que el primero debe encontrarse a una altura sobre el nivel del suelo de 0,3 a 1,00 metros la cual no deberá sobre pasar 4,50 metros. Para el presente diseño se tomará la primera

ubicación del arriostre es a 0,30 metros y luego se colocarán a 2,70 metros cada arriostre. (Ver figura 6).

Figura 6. **Detalle de arriostres**

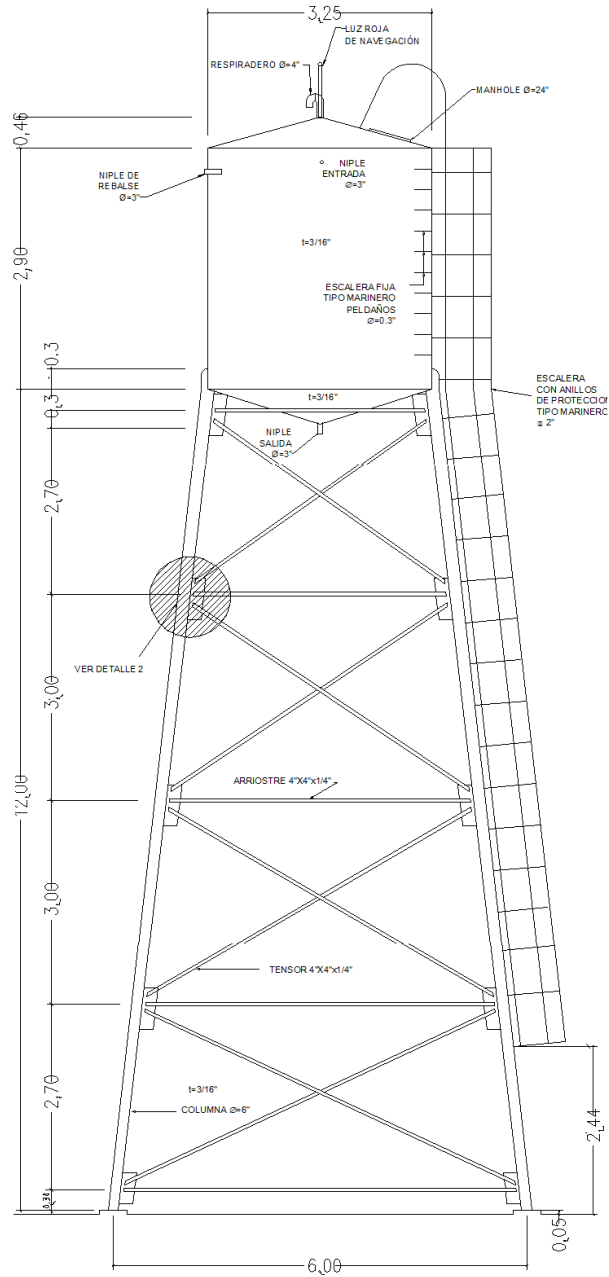


Fuente: elaboración propia.

- **Cimentación del tanque**

Está constituida por zapatas aisladas cuadradas y reforzadas en ambos sentidos y un cimiento corrido. La columna metálica se colocará sobre un pedestal de concreto, el cual será apoyado a su vez sobre la zapata aislada.

Figura 7. Partes del tanque y sus dimensiones



Fuente: elaboración propia.



La construcción de la cimentación se hallará sometida a la acción de las siguientes fuerzas:

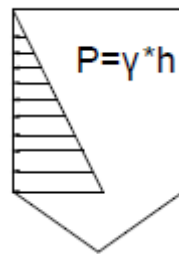
- Peso propio de la estructura
- Peso del agua
- Fuerza de viento o de sismo

Para tener una idea más clara del sistema ver plano de dimensiones del tanque.

- Diseño de las paredes del tanque.

La carga ejercida sobre las paredes del tanque se puede definir por la fórmula que se describe a continuación:

Figura 8. **Carga ejercida sobre pared de tanque**



Fuente: elaboración propia.

$$T = (P * r) \quad T = \gamma * h * r$$

T = carga ejercida sobre la pared

P = carga ejercida por el agua en kg/m

r = radio del tanque en metros

h = altura del tanque en metros

$\gamma$  = peso específico del agua 1 000 kg/m<sup>3</sup>

Entonces de esta ecuación se obtiene la carga ejercida en el cono inferior y el primer anillo que es donde actúa la mayor presión, la cual es igual a:

$$P = \gamma * h * r$$

$$P = 1\,000 \text{ kg/m}^3 * 3,00 \text{ m} * 1,60 \text{ m} = 4\,800 \text{ kg/m}$$

Tomando una franja unitaria de 1 metro en el perímetro del tanque:

$$P = 4\,800 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 4\,800 \text{ kg}$$

Para el cálculo del espesor de la lámina a utilizar, se toma una resistencia de acero Fy:

$$F_y = 36\,000 \text{ lb/pulg}^2 = 2\,536,37 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando el esfuerzo de trabajo de tensión (Fs):

$$F_s = 0,45 F_y = 0,45 * 2\,536,37 = 1\,141,37 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando el área de acero (As):

$$A_s = \frac{P}{F_s} = \frac{4800}{1\,141,37} = 4,20 \text{ cm}^2$$

Se tomará una franja unitaria de 1 metro de altura, se obtiene el espesor (t) del tanque:

$$\text{Area} = 1 \text{ metro} * t$$

$$t = \frac{4,20}{100} = 0,042 \text{ cm}$$

Incluyendo en los espesores 1/8 de pulgada por corrosión, entonces tenemos:

$$t = 0,37 \text{ cm}$$

Analizando: 0,37 centímetros < 0,635 centímetros, para lámina ¼ de pulgada.

Para analizar los siguientes anillos y la cubierta se hace el mismo análisis solo que a un tercio de la altura del cuerpo del tanque, como sigue:

$$P = \gamma * h * r$$

$$P = 1\,000 \text{ kg/m}^3 * 3,00/3 \text{ m} * 1,6 \text{ m} = 1\,600,00 \text{ kg/m}$$

Tomando una franja unitaria de 1 metro en el perímetro del tanque:

$$P = 1\,600,00 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 1\,600,00 \text{ kg}$$

Para el cálculo del espesor de la lámina a utilizar, se toma una resistencia de acero  $F_y$  de:  $F_y = 36\,000 \text{ lb/pulg}^2 = 2\,536,37 \text{ kg/cm}^2$

Calculando el esfuerzo de trabajo de tensión ( $F_s$ ):

$$F_s = 0,45 F_y = 0,45 * 2\,536,37 = 1\,141,37 \text{ kg/cm}^2$$

Calculando el área de acero ( $A_s$ ):

$$A_s = \frac{P}{F_s} = \frac{1\,600,00}{1\,141,37} = 1,40 \text{ cm}^2$$

Se tomará una franja unitaria de 1 metro de altura, se obtiene el espesor (t) del tanque:

Área = 1 metro \* t

$$t = \frac{1,40}{100} = 0,0140 \text{ cm}$$

Incluyendo en los espesores 1/8 de pulgada por corrosión, entonces se tiene:

Analizando 0,33 centímetro < 0,476 centímetro para lámina de 3/16 de pulgada

Según AWWA, el espesor mínimo para elementos que no se encuentran en contacto con agua ( $t_{min}$ ), será de 3/16 de pulgada, mientras que el espesor mínimo para elementos que se encuentran en contacto con agua; será de ¼ de pulgada.

Por análisis se toman los espesores mínimos de lámina negra Norma A-36 de 3/16 de pulgada en el cono superior y ¼ de pulgada en el cuerpo y el cono inferior.

Diseño de la torre de soporte.

Las cargas ejercidas sobre las torres de soporte serán las siguientes:

$$P_w = [(\pi * r^2 * h) * \gamma] + \left[ \left( \pi * r^2 * \frac{H}{3} \right) * \gamma \right]$$

Donde:

$P_w$  = carga ejercida por el agua a todo el tanque

$\pi$  = constante para el cálculo del área de un círculo

$r$  = radio del tanque en metros

h = altura del tanque en metros

H = altura del cono en metros

$\gamma$  = peso específico del agua

De esta fórmula se obtiene la carga ejercida:

$$P_w = [(3,1415 * 1,625^2 * 3,0) * 1000] + \left[ \left( 3,1415 * 1,625^2 * \frac{0,5}{3} \right) * 1000 \right]$$

$$P_w = [25\ 658,20] + [1\ 382,00]$$

$$P_w = 27,04 \text{ toneladas}$$

La carga para soldadura (f) se encuentra en función del peso total del agua dividido entre el perímetro del cilindro dando un valor de :

$$f = \frac{P_w}{2 * \pi * r}$$

$$f = \frac{27.04}{2 * \pi * 1.625}$$

$$f = 2\ 648,33 \text{ Kg/m}$$

$$f = 148,02 \text{ Lb/pulg}$$

Según la *American Institute of Steel Construction* (AISC) este valor comparado con la resistencia aproximada que resiste la soldadura es de 2 000 libras por pulgada cuadrada encontrándose dentro de los límites aceptables del diseño de soldaduras.

Donde:

Peso específico del acero P. E. = 490 lb / pie<sup>3</sup> = 7 800 kg / m<sup>3</sup>

t = espesor lámina de acero = 0,00476 metros (3/16 pulg)

$\pi$  = constante para el cálculo del área de un círculo

d = diámetro del cilindro en metros

h = altura del cilindro en metros

Ac = área del cilindro en metros cuadrados

As = área del cono superior en metros cuadrados

hs = altura del cono superior en metros

hi = altura del cono inferior en metros

r = radio del cilindro y de los conos en metros

$$Ac = \pi * \varnothing * h = 3,141592 * 3,25 * 3,00 = 30,62 \text{ m}^2$$

$$As = \pi * r * (r^2 + hs^2)^{1/2} = 3,141592 * 1,625 * (1,625^2 + 0,5^2)^{1/2} = 8,68 \text{ m}^2$$

$$Ai = \pi * r * (r^2 + hi^2)^{1/2} = 3,141592 * 1,60 * (1,60^2 + 0,5^2)^{1/2} = 8,68 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso Acero} = (Ac + As + Ai) * t * PE$$

$$\text{Peso del acero} = (30,62 + 8,68 + 8,68) * 0,00476 * 7\ 800 = 1\ 782 \text{ kg.}$$

Peso Total = peso del agua + peso del acero

$$\text{Peso total} = 27\ 040 + 1\ 782 = 28\ 772 \text{ kg}$$

Carga exacta para cada columna: por aproximación 28 772 kg.

Carga por columna = 7 193 kg ó 7,19 toneladas

Por estar las columnas inclinadas, estarán en función de una carga resultante la cual se calcula encontrando el ángulo de inclinación de las columnas de la torre:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{3,00}{12,00} = 14,04^\circ$$

La carga resultante:

$$CR = \frac{T}{\cos \alpha} = \frac{7,19}{\cos(14.04)} = 7,42 \text{ toneladas}$$

CR = 7,42 toneladas

- Fuerza de sismo

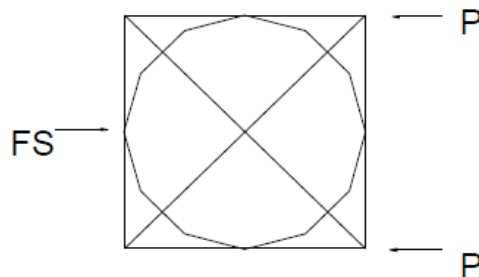
Es aconsejable para el cálculo de la fuerza de sismo tomar un valor del 20 por ciento de la carga total, aplicable sobre el tanque.

$$F_s = 0,20 * 28,77 \text{ ton} = 5,75 \text{ ton.}$$

Las fuerzas de sismo actuarán en dos sentidos.

Suma de fuerzas en sentido horizontal.

Figura 9. **Fuerza de sismo**



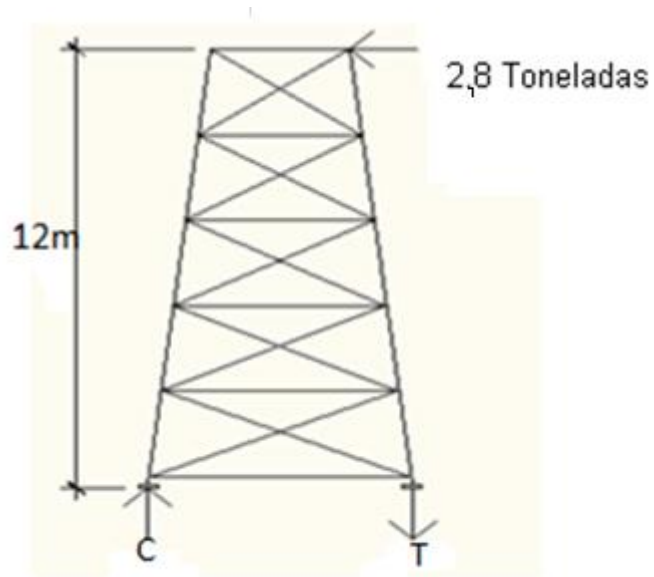
Fuente: elaboración propia.

$$F_s = 2P$$

Despejando: P

$$P = F_s/2 = 5,75/2 = 2,87 \text{ ton}$$

Figura 10. Carga de sismo



Fuente: elaboración propia.

Momento de sismo (MS)

Sumatoria de momentos en el punto C será igual a cero y positivos en el sentido de las agujas del reloj.

$$MS = \text{Carga } P * \text{Altura del tanque}$$

$$MS = 2,87\text{ton} * 12\text{m} = 34,52 \text{ ton} - \text{m}$$

$$\Sigma MC = 0 + \uparrow$$

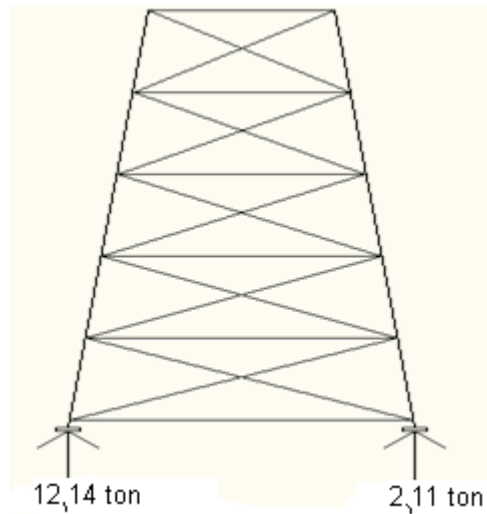
$$F_s * H - T * L$$

$$2,87\text{ton} * (12,00 \text{ m}) - T * (6,50\text{m}) = 0$$

$$T = 5,30 \text{ ton}$$



Figura 11. **Carga final**



Fuente: elaboración propia.

Sumatoria de fuerzas:

$$\Sigma M_{FyC} = 0 + \uparrow$$

$$C_r + T = F_{yC}$$

$$7,04\text{ton} + 5,30\text{ton} = 12,14\text{ ton}$$

$$\Sigma M_{FyT} = 0 + \uparrow$$

$$C_r - T = F_{yT}$$

$$7,42\text{ton} - 5,10\text{ ton} = 2,11\text{ ton}$$

- Diseño de columnas

Entre las ventajas más importantes de las columnas de tubo redondo se pueden mencionar: la excelente resistencia a la torsión, misma rigidez en todas direcciones y costo; por lo que hace a la sección la más usada en este tipo de estructuras.

El manual de AISC contiene las dimensiones de estas secciones y las clasifica en estándar, extra fuerte y doble extra fuerte.

Definida la carga de diseño y la longitud, se diseña la columna según el siguiente orden:

Paso n<sub>o</sub>. 1. Suponer una sección tentativa, anotar los datos de su área y su radio de giro mínimo consultando las tablas del Manual AISC.

Paso n<sub>o</sub>. 2. Calcular la relación de esbeltez  $KL/r$ ; siendo L la longitud de la columna. Para el valor de K se supone un valor igual a uno.

Paso n<sub>o</sub>. 3. Calcular  $F_a$ , para el esfuerzo unitario permisible, mediante las tablas del manual AISC.

Paso n<sub>o</sub>.4. Multiplicar la  $F_a$  encontrado en el paso No. 3 por el área de la sección transversal; este producto dará las cargas permisibles sobre la sección de la columna.

Paso n<sub>o</sub>. 5. Comparar la carga permisible encontrada en el paso No. 4 con la carga de diseño; si la carga permisible en la sección propuesta es menor que la de diseño, probar una sección mayor y seguir el mismo procedimiento.

Datos:

Tubo redondo de 6plg. Cédula 40

Carga de diseño= 12,04 toneladas

Área = 5,58 plg<sup>2</sup>

Radio de giro = 2,25 plg

Longitud = 2,87 mts = 118,11 plg

Solución:

Calculando relación de esbeltez  $Kl. / r$ , donde  $K= 1$

$$\text{Esbeltez} = \frac{1 \cdot 118,11}{2,25} = \frac{118,11}{2,25} = 52,48 \text{ tonelada}$$

Según el manual de AISC cuando se tiene una relación de esbeltez igual a la encontrada anteriormente se obtiene un valor de:

$$F_a = 18\,080,00 \text{ Lb/plg}^2$$

Calculando la carga permisible  $P$ , se obtiene:

$$P = F_a \cdot \text{área}$$

$$P = 18,08 \text{ Kips / plg}^2 \cdot 5,58 \text{ plg}^2 = 100,89 \text{ kips}$$

Comparación de cargas:

$$100,89 \text{ kips} > 26,51 \text{ kips Si chequea}$$

Entonces se usarán columnas de sección circular de 6 pulgadas, cédula 40.

- Diseño de tensores

La sección de la pieza que se va a utilizar a tensión, es un problema sencillo del diseño, como no existe peligro de pandeo, los cálculos se reducen a la simple división de la carga entre el esfuerzo de trabajo a tensión del acero, lo que da el área neta necesaria de la sección transversal, de aquí la selección de la sección que tenga dicha área.

El tipo de pieza a usar puede depender más del tipo de su conexión en el extremo que de cualquier otro factor, pudiéndose utilizar cualquier tipo de perfil.

Para el diseño de los tensores se seleccionó un perfil L extrayendo las siguientes propiedades de diseño del manual AISC:

Datos:

Carga de diseño 2,87 toneladas

Dimensiones = 4 \* 4 pulgadas

Espesor = 1/4 de pulgada

Área = 1,94 pulgadas cuadradas = 12,52 centímetros cuadrados

Solución

$$T = \frac{P}{\cos 30} = \frac{2,87}{\cos 30} = 3,31 \text{ ton}$$

$$\text{Area} = \frac{T}{F_s} = \frac{3,31}{5,50} = 0,60 \text{ cm}^2$$

Comparación de áreas:

$$12,52 \text{ cm}^2 > 0,58 \text{ cm}^2 \text{ Si chequea}$$

Entonces se puede utilizar tensores de perfil L de 4x 4 pulgadas y 1/4 de pulgada de espesor, para todas las piezas inclinadas, ya que se calculó con la carga más crítica, para obtener un promedio.

- Diseño de pieza horizontal

La función de este elemento al igual que los tensores es contrarrestar la acción de la fuerza sísmica. Se seleccionará una pieza la cual será analizada por esfuerzos a compresión y flexión.

Utilizando la desigualdad de combinación de esfuerzos:

$$-\frac{\frac{Ps}{A}}{Fa} \pm \frac{\frac{MC}{I}}{Fb} \leq 1$$

$$-\frac{\frac{2,87}{1,94}}{3,73} \pm \frac{\frac{24,93*1.6}{182,2}}{21} \leq 1$$

$$-0,38 \pm 0,01 \leq 1$$

$$-0,39 \leq -0,37 \leq 1$$

-0,37 ≤ 1 Chequea

-0,39 ≤ 1 Chequea

Donde:

Datos Generales para el diseño, para perfil tipo L

Carga de diseño 2,87 toneladas

Dimensiones = 4 \* 4 plg

Espesor = 1/4 de pulgada

Área = 1,94 pulgadas cuadradas

Carga puntual (peso aproximado de una persona) = 200 libras

Peso por pie lineal = 6,6 libras

Radio de giro = 1,25 pulgadas

Fibra externa = 1,09 pulgadas

Longitud de 1 arriostre = 5,75 m = 226,37 pulgadas

Momento de inercia = 3,04 pulgadas a la cuarta potencia

Calculando relación de esbeltez:

$Kl / r$ , donde  $K= 1$

$$\text{Esbeltez} = \frac{1 \cdot 226,377}{1,25} = \frac{226,377}{1,25} = 181,10$$

Según el manual AISC para una relación de esbeltez de 181,10 se tiene un:

$$F_a = 3,73 \text{ kips} = 3\,730 \text{ lbs/plg}^2$$

Calculando la carga permisible P, se obtiene:

$$P = F_a \cdot \text{área} = 3,73 \text{ kips/plg}^2 \cdot 1,94 \text{ plg}^2 = 7,23 \text{ kips}$$

Comparación de cargas:

$$7,23 \text{ kips} > 6,6 \text{ kips} \text{ chequean por compresión}$$

Momento Actuante= Aplicando la ecuación de combinación de esfuerzos:

Momento actuante = M carga puntual + M carga distribuida

$$M = \frac{PL}{4} + \frac{WL^2}{8} = 48,5 \text{Kips-plg}$$

$$M = \frac{200 \cdot 20,5}{4} + \frac{20 \cdot 20,5^2}{8} = 2\,075,6255 \text{ Lbs-pie}$$

$$M_a = 2,08 \text{ kips-pie}$$

$$M_a = 24,93 \text{ kips - plg}$$

- Fórmula de esfuerzos combinados

Utilizando la desigualdad de combinación de esfuerzos:

$$-\frac{P_s}{F_a} \pm \frac{MC}{F_b} \leq 1$$

$$-\frac{2,87}{3,73} \pm \frac{24,93 \cdot 1,6}{21} \leq 1$$

$$-0,38 \pm 0,01 \leq 1$$

$$-0,39 \leq -0,37 \leq 1$$

-0,37 ≤ 1 Chequea

-0,39 ≤ 1 Chequea

Donde:

P = carga de diseño o de sismo

A = área de la sección

Fa = esfuerzo unitario permisible

M = momento actuante

C = distancia del centroide a la fibra más extrema o radio externo

I = momento de inercia

Fb = esfuerzo de trabajo en flexión

Entonces se puede utilizar perfil tipo L de 4 pulgadas x 4 pulgadas x 1/4 de pulgada para todas las piezas horizontales, ya que se calculó con la carga más crítica, para obtener un promedio.

- Soldadura

La soldadura resiste aproximadamente 2 000 libras por pulgada; para calcular la longitud de soldadura de un miembro, se debe relacionar esta resistencia con la carga actuante en el miembro y la longitud total del mismo disponible para soldadura.

Ejemplo: soldadura para sujeción del tanque

$$f = \frac{W_{agua}}{\text{Perímetro}}$$

Donde f = carga para soldadura

$$f = \frac{W_{agua}}{\text{Perímetro}}$$

$$f = \frac{25\,900}{20,11} = 1\,288 \frac{\text{kg}}{\text{ml}} = 71,52 \text{ lb/pulgada}$$



$$\frac{2\,000\text{lb}}{\text{plg}} > 71,52\text{lb} \quad \text{chequea}$$

- Pernos

La resistencia del acero en corte es aproximadamente 10 000 libras por pulgada cuadrada, para calcular la resistencia de los pernos de un diámetro determinado, los cálculos se reducen a la división de la carga actuante en el miembro y la resistencia máxima del acero en corte.

Pernos para tensores:

$$A_{req} = \frac{T}{FC}$$

Donde:

$A_{req}$  = área neta necesaria

$F_c$  = esfuerzo permisible de corte 10 000 lb/plg<sup>2</sup>

$T$  = carga actuante

$$A_{req} = \frac{3,31\text{ton} * 2\,204}{10} = 0,70$$

Según el manual del AISC, un perno de ½ pulgada tienen un área de 0,54 pulgadas cuadradas, por lo tanto:

$$\text{No.de tornillos} = A_{req}/A_{\text{tornillo}} = 0,7/0,54 = 1 \text{ tornillo de } 1/2 \text{ m pulgada}$$

- Placa base para las columnas

El área de la placa base resulta de la división de la carga en la columna entre el esfuerzo unitario de compresión permisible del concreto.

$$A_{req} = \frac{P_t}{F_p}$$

Donde:

$A_{req}$  = área de la placa

$P_t$  = carga total de la columna

$F_p$  = esfuerzo permisible de compresión en el pedestal de concreto (lbs/plg<sup>2</sup>)

La carga que cada columna ejerce sobre la placa se calcula sumando la carga total del tanque en cada columna, este último se calcula multiplicando el peso por pie lineal de acero por la longitud del elemento.

Carga total del tanque en la columna = 28 772 lb

Peso total de columnas=3 272 lb

Peso total de arriostre=10 806 lb

Peso total de tensores=2 702 lb

Peso total de la torre de soporte=16 780 lb

Carga total sobre una placa base=27 984 lb + (16 780/4) lb=32 179

$A_{requerida}$ =32 179

$$A_{requerida} = \frac{32\,179 \text{ lb}}{750 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}} = 42,90 \text{ plg}^2$$

750 lb/plg<sup>2</sup> = Esfuerzo permisible del concreto

Lado de la placa =  $\sqrt{\text{Área requerida}} = \sqrt{42,90} = 6,8$  plg

En este caso la columna es de 6 pulgadas se propone el doble del diámetro del tubo por ser comercial y la adecuada colocación de los pernos.

Para determinar el espesor de la placa se utilizará la siguiente ecuación:

$$t = \sqrt{\frac{3pm^2}{F_b}}$$

Donde:

t = espesor de la placa

p = presión real sobre pedestal

m = proyección de placa por fuera de la columna (plg)

F<sub>b</sub> = esfuerzo permisible en la fibra extrema de la placa (0,75 F<sub>y</sub>) = 27000  
lb/plg<sup>2</sup>

$$p = \frac{P}{B \cdot C} = \frac{32\,179}{12 \cdot 12} = 223,46 \text{ plg}^2$$

$$m = \frac{C - \emptyset}{2} = \frac{12 - 6}{2} = 3 \text{ plg}$$

$$t = \sqrt{\frac{3 \cdot 223 \cdot 3^2}{27\,000}} = 0,47 \text{ plg} = 1/2" \text{ comercial}$$

Se utilizará una placa de espesor de ½ de pulgada de espesor.

- Diseño de la cimentación del tanque

Valor soporte del suelo:

Para encontrar el valor soporte del suelo se deben de tomar muestras en el lugar donde se va a colocar el tanque elevado para luego evaluarlas en el laboratorio. La evaluación entregada por el laboratorio se encuentra en el apéndice de este trabajo.

Del análisis de laboratorio se obtuvo:

Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 25,02°

Cohesión (c): 0,11 T/m<sup>2</sup>

Por la ecuación de Terzaghi se obtiene el valor soporte del suelo:

$$q_{max} = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{\gamma \cdot B \cdot N_\gamma}{2}$$

Donde:

C = cohesión del suelo

q = presión de sobrecarga a nivel de base del cimiento

$\gamma$  = peso unitario del suelo

B = anchura supuesta del cimiento

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad soporte

En la tabla IV, se muestran los factores de capacidad soporte para los tipos más comunes de cimentaciones.

Tabla IV. **Factores de capacidad para cimentaciones**

Forma de Cimentación	Factor de corrección		
	Nc	Nq	N <sub>γ</sub>
Corrido	1	1	1
Rectangular	$1+(B/L)(Nq/Nc)$	$1+(B/L)\tan\phi$	$1-0,4(B/L)$
Circular y cuadrado	$1+(Nq/Nc)$	$1+\tan\phi$	0,6

Fuente: Jadenon Cabrera. Guía teórica y práctica de cimentaciones.

De la tabla anterior se obtiene:

$$Nq=1+\tan\phi=1+\tan(25,02)=1,467$$

$$N_{\gamma}=0,6$$

$$N_{\gamma}=1+\frac{Nq}{N_{\gamma}}=1+\frac{1,467}{0,6}=3,44$$

Por la ecuación de Terzaghi se obtiene el valor soporte del suelo (q<sub>máx</sub>)

$$q_{\text{máx}}=1,467*3,44+1,017*1,467+\frac{1,13*3,5*0,6}{2}$$

$$q_{\text{máx}}=\text{Valor soporte de suelo}=7,72 \text{ ton /m}^2$$

- Diseño del pedestal

Con frecuencia se utilizan los pedestales como elementos de transición entre las columnas metálicas y las zapatas.

Se justifica el uso de pedestales, principalmente por:

- Distribuir la carga en la parte superior de la zapata; esto puede aliviar la intensidad de la presión de apoyo directa en la zapata, o simplemente puede permitir una zapata más delgada con menos refuerzo.
- Permitir que la columna termine en una elevación más alta y no permitir el contacto de esta con el suelo y evitar la corrosión, además en casos donde se tienen que colocar zapatas a profundidades considerables.

Considerando las dimensiones de la placa, se dará un ancho de 0,4 metros y una altura de  $3 \cdot a$ , donde  $a$  es el ancho, entonces  $h = 1,20$  (altura del pedestal).

Se debe determinar si la columna (pedestal) es corta, intermedia o larga, mediante la relación de esbeltez. El manual ACI señala los siguientes parámetros:

Si $E < 21$	columna corta
$21 < E < 100$	columna Intermedia
$E > 100$	columna larga

La relación de esbeltez resulta del cálculo mediante la ecuación:

$$E = \frac{K \cdot Lu}{r}$$

Donde:

$K$  = factor de pandeo

$Lu$  = longitud libre entre apoyos (m)

R = radio de giro de la sección (m)

En el manual ACI se especifica  $r = 0,3$  x base para columnas cuadradas o rectangulares y  $r = 0,25$  x diámetro para columnas circulares

$$E = \frac{1 \cdot 1,20}{0,3 \cdot 0,4} = 10 \text{ por lo tanto es columna corta}$$

- Armado del pedestal

El diseño del pedestal se obtiene mediante la ecuación del ACI para el cálculo de la resistencia última a compresión pura en la columna que es:

$$P_u = \phi [0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_s) + (F_y \cdot A_s)]$$

Donde:

$P_u$  = resistencia última de la columna

$\phi$  = factor de compresión

$A_g$  = área de la sección de la columna en  $\text{cm}^2$

$A_s$  = área de acero en  $\text{cm}^2$

$f'_c$  = resistencia nominal del concreto en  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$f_y$  = resistencia a fluencia del acero

Se tomará un  $f'_c$  de 210 kilogramos por centímetro cuadrado y se usarán varillas de acero grado 40.

- Calculando la resistencia última

Se probara con el As mínimo para el cual el manual ACI especifica el 1 por ciento del área de la sección.

$$P_u = 0,70(0,85 \cdot 210(1\ 600 - 16) + 2\ 800 \cdot 16) = 250\ 550 \text{ kg} = 552\ 212 \text{ lb}$$

$P_u > P_t$  (sobre la placa base)

552 kips > 32,17 kips.

Para el refuerzo por corte, el manual ACI señala un espaciamiento mínimo igual o menor a la mitad de diámetro efectivo, con un recubrimiento mínimo de 5 centímetros.

$$s > d/2$$

$$s > \frac{40 - 2,5 \cdot 2}{2} = 17,5$$

Se propone un espaciamiento igual o menor a 15 centímetros.

Entonces el armado propuesto para cada pedestal es:

8 No. 5 + estribos No. 3 @ 0,15

- Diseño de la zapata

Se calcula el peso total de la estructura:

$P_T = \text{peso del cuerpo del tanque} + \text{Peso de la torre} + \text{Peso de pedestal}$



El peso del pedestal es el volumen del pedestal por el peso específico del concreto (2 400 kilogramos por metro cubico) y es: 483,27 kilogramos = 0,48 toneladas.

$$PT=13,27 \text{ Ton}+7,62 \text{ Ton}+0,48 \text{ Ton}=21,4 \text{ toneladas}$$

Estabilidad de la zapata:

La estabilidad del conjunto está asegurada cuando se cumplen las siguientes condiciones:

$$\frac{L}{6} > X_u$$

$$CE = \frac{Me}{Mv} > 1,5$$

Donde:

$X_u$  = distancia de desplazamiento del peso de la estructura del eje de soporte

$L$  = diámetro a centro de columnas (m)

$CE$  = coeficiente de estabilidad

$MV$  = momento de volteo (ton-m)

$Me$  = momento estabilizante (ton-m)

$$X_u = \frac{MV}{PT}$$

$$MV = FS * H$$

$$M_e = PT * I$$

Donde:

FS = fuerza de sismo

H = altura desde la base del pedestal hasta la mitad del depósito (m)

PT = peso total de la estructura (ton)

I = mitad entre la separación de dos columnas consecutivas (m)

$$FS = 10\% * PT = 0,10 * 21,4 = 2,14 \text{ toneladas}$$

$$H = 1,2 + 12 + \frac{3}{2} = 14,7$$

$$MV = 2,14 * 14,7 = 29,9 \text{ ton-m}$$

$$M_e = 21,04 * \frac{6,5}{2} = 69,93 \text{ ton-m}$$

$$X_u = \frac{29,9}{21,4} = 1,527 \text{ m}$$

$$L * \frac{1}{6} = \frac{\sqrt{6,5^2 + 6,5^2}}{6} = 1,532 \text{ m}$$

$$1,532 > 1,527 \quad \text{Chequea}$$

$$CE = \frac{69,9}{29,9} = 2,3$$

$$2,3 > 1,5 \quad \text{Chequea}$$

- Dimensionamiento de la zapata

Para dimensionar la zapata, área y espesor, se debe chequear la presión sobre el suelo, el corte simple, el corte punzonante y el esfuerzo a flexión.

El área de la zapata se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Az = \frac{F_{if} P'}{V_s}$$

Donde:

Az = área de la zapata (m<sup>2</sup>)

F<sub>if</sub> = factor de incremento por flexión = 1,5

P = carga de trabajo (ton) PT/4

V<sub>s</sub> = valor soporte del suelo

Por seguridad se consideró un valor soporte menor al obtenido en el estudio de suelos, el valor soporte para el diseño de la zapata es 15 toneladas por metro cuadrado.

$$Az = \frac{1,5 * 4,81}{1,5} = 0,48$$

Calculando el lado de la zapata:

$$\sqrt{0,48} = 0,7\text{m}$$

Se utilizará una zapata de 3 metros x 3 metros.

Para determinar las cargas que actúan sobre la zapata se utilizará los siguientes cálculos:

Tabla V. **Cargas de diseño**

Tipo de cargas	Cargas en toneladas	Factor	Factorxcarga
Carga Viva	6.5	1.7	11.05
Carga Muerta	8.5	1.4	11.94

Fuente: elaboración propia.

En donde la carga de diseño en cada zapata es CU/Area de zapata

$$Pd = \frac{22,99}{9} = 2,55 \text{ Ton /m}^2$$

$$2,55 \text{ ton/m}^2 < 7,72/\text{m}^2 \text{ chequea}$$

La zapata debe resistir al corte simple y el corte de punzonamiento, lo cual está determinado por su espesor:

El corte simple o flexionante se chequea de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{1000}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - \phi \text{ varilla} / 2$$

$$V_{act} = Pd \cdot \text{Área}$$

$$V_c > V_{act}.$$

Donde:

$V_c$  = resistencia última del concreto a corte (ton)

$V_{act}$  = esfuerzo de corte actuante (ton)

$d$  = peralte efectivo (cm)

$b$  = base o lado de la zapata (cm)

$$d = 40 - 7,5 - \frac{1,98}{2} = 31,51 \text{ cm}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 198 * 300}{1000} = 61,7 \text{ ton}$$

$$V_{act} = 2,55 * 3 * \left[ \frac{3 - 0,4}{2} - 0,31 \right] = 7,55 \text{ toneladas}$$

61,7 > 7,55 Chequea

El corte por punzonamiento se chequea de la siguiente manera:

$$V_c = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{f_c} * b_o * d}{1000}$$

$$V_{act} = (A_z - A_p) * P_d$$

$$A_p = \left[ \frac{l_c}{100} + \frac{d}{100} \right]^2$$

$$b_o = 4 * (l_c + d)$$

$$V_c > V_{act}$$

Donde:

Az = área de la zapata (m<sup>2</sup>)

Ap = área punzonante (m<sup>2</sup>)

b<sub>o</sub> = perímetro punzonante (cm)

lc = lado de la columna (cm)

d = peralte efectivo (cm)

$$A_p = \left[ \frac{40}{100} + \frac{31}{100} \right]^2 = 0,51 \text{ m}^2$$

$$b_o = 4 * (40 + 31,51) = 286,04 \text{ cm}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 286,04 * 31,51}{1\ 000} = 117,68 \text{ toneladas}$$

$$V_{act} = (9 - 0,51) * 2,55 = 29,98 \text{ toneladas}$$

V<sub>c</sub> > V<sub>act</sub> Chequea

Refuerzo:

Se calculará el refuerzo en ambos sentidos igual:

$$M_u = \frac{W * l^2}{2}$$

$$W = P_d * 1 \text{ metro}$$

$$l = \frac{l_z - l_c}{2} = \frac{3 - 0,4}{2} = 1,3$$

$$A_s = \frac{M_u}{(0,85f_c(d-t))}$$

$$A_s = \frac{2,55 \cdot 1,3^2}{(0,85 \cdot 210 \cdot (31-7,5))} = 50,35 \text{ cm}^2$$

Donde:

Mu = Momento último

W = Carga última de diseño en un metro lineal

l = longitud del momento (m)

As = Área de acero

También se chequea el acero mínimo por la Norma ACI

$$A_{s\text{mínima}} = 0,002 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s\text{mínima}} = 0,002 \cdot 300 \cdot 31,5 = 18,906 \text{ cm}^2$$

El área de acero requerido será el mayor de los cálculos elaborados, siendo en este caso 50,35 centímetros cuadrados.

Entonces el armado final para cada una de las 4 zapatas de cimentación para el tanque elevado será:

20 varillas # 5 a cada 15 centímetros en ambos sentidos.

### **2.1.13. Obras hidráulicas**

Las obras hidráulicas son los accesorios, tipos de captaciones y obras complementarias que sean necesarias para una red de distribución de agua potable.

#### **2.1.13.1. Captación de brote definido**

Son captaciones realizadas de muros de mampostería y sello sanitario de concreto, con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie. Los componentes son los siguientes:

- Muro de captación: el muro hace las funciones de presa para retener el agua y canalizarla hacia la caja de captación.
- Base de roca: se coloca piedra bola mayor a 2 pulgadas, en la base de la captación la cual servirá de filtro.
- Sello sanitario de la captación: impide la contaminación del nacimiento, ya que está formada por una capa de concreto.
- Tapadera de inspección: permite una inspección visual del interior de la captación, así como la limpieza de la misma.
- Caja para válvula de salida: esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de la captación, se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0,15 centímetros. Y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería con accesorios de PVC.



- El cerco: que impide que animales y personas ajenas entren al lugar y puedan contaminar el agua.
- La cuneta: es la obra que se colocará alrededor del brote de la captación, el cual será un canal que interceptará el agua de lluvia proveniente de las laderas aledañas, con el fin de evitar la contaminación.

### **2.1.13.2. Válvulas de limpieza**

En una línea de conducción, siempre se consideran dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados y éstos consisten en una derivación de la tubería provista de llave de compuerta. Éstas deben ser colocadas en los puntos más bajos del sistema, para poder extraer cualquier arena o sedimento acumulado en la tubería.

### **2.1.13.3. Válvulas de aire**

Es necesario eliminar de la tubería, el aire que queda atrapado dentro de ella, éste tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería, La cantidad de aire acumulado puede reducir la sección de la tubería y por lo mismo su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. Las válvulas de aire permiten, tanto la entrada como la salida del aire, el acceso del aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua. El diámetro a utilizar en una válvula de aire es normalmente de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. La eliminación del aire se obtiene con el empleo de una válvula de aire.

#### **2.1.13.4. Caja rompe presión**

En tramos donde se tiene un gran desnivel, puede ser necesario seccionarlo con la finalidad de que cada sección trabaje con una carga conforme la presión del trabajo, de la tubería empleada. La caja rompe-presión es utilizada para colocar la presión de trabajo, de la tubería empleada. La caja rompe presión es utilizada para colocar la presión a nivel de la presión atmosférica. En este proyecto fue necesario colocar una en la red de distribución en la estación 6,5.

#### **2.1.13.5. Pazos de zanjón, recubrimientos y anclajes**

Los pasos de zanjón se utilizan cuando la topografía del lugar requiera este tipo de obra, esto es cuando exista un hundimiento del terreno que no sea muy grande, en donde debe utilizarse tubería HG.

#### **2.1.13.6. Conexión predial**

Ésta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o bien un servicio tipo comunitario.

Para este sistema se adoptó un servicio tipo predial que comprende de un solo chorro por terreno o inmueble. La ubicación de este chorro debe de ser visible y accesible para sus usuarios. Se recomienda para sus comunidades rurales semi-dispersas con nivel socioeconómico regular.

### **2.1.13.7. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Para el proceso de construcción del sistema de agua potable para el caserío Chumanzana, debe tomarse en cuenta la remoción de la vegetación en la galería de filtración actual, para evitar cualquier remoción innecesaria, se ubicó la tubería donde existe un derecho de paso autorizado, manteniendo así la flora del área intacta. Al finalizar la colocación de la tubería y continuar con el cultivo de los terrenos.

Para las obras de arte, será indispensable el retiro de todos los sobrantes de material, así como la limpieza de toda el área de trabajo para evitar cualquier tipo de contaminación.

Debe cuidarse el caudal del afluente, para ello al momento de sembrar árboles de ninguna manera se permitirá palos de eucalipto; pues muestran un porcentaje alto de absorción, en lo posible el pino que tiene un menor porcentaje de absorción pero que puede influir en el caudal del afluente, recomendable alrededor sembrar palos de chichicaste o llano.

El agua captada no utilizará ningún tipo de químico para así no afectar la población y comunidades aguas abajo.

## **2.2. Presupuesto**

Para realizar el presupuesto de un proyecto, se deben conocer los costos indirectos. Los costos indirectos es todo aquel gasto de tipo general no incluido en el costo directo, pero que interviene para que el trabajo sea ejecutado de manera correcta y que se debe distribuir en proporción, en el precio unitario. Este tipo de costo se encuentra tanto en campo como en oficina central.

Tabla VI. Presupuesto general

<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO</b>				
SISTEMA DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO				
SECTOR LA CUMBRE, CASERIO CHUIMANZANA, ALDEA EL TABLON, SOLOLA, SOLOLA				
<b>COSTES DIRECTOS</b>				
<b>COMPONENTE</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	<b>MONO CALIFICADA</b>	<b>COSTO</b>
CAPTACION	Q23,754.00	Q500.00	Q480.00	Q24,734.00
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	Q4,594.21	Q350.00	Q240.00	Q5,184.21
VALVULAS DE COMPUERTA	Q6,609.30	Q1,750.00	Q700.00	Q9,059.30
1 DOSIFICADOR DE CLORO	Q8,643.50	Q200.00	Q60.00	Q8,903.50
LINEA DE CONDUCCION	Q2,194.00	Q1,056.00	Q960.00	Q4,210.00
LINEA DE BOMBEO	Q42,935.00	Q10,560.00	Q9,600.00	Q63,095.00
LINEA DE DISTRIBUCION (480ML)	Q44,963.68	Q42,240.00	Q38,400.00	Q125,603.68
CASETA DE BOMBEO	Q9,448.40	Q850.00	Q1,800.00	Q12,098.40
EQUIPO DE BOMBEO	Q35,539.00			Q35,539.00
ACOMETIDA ELECTRICA	Q119,650.00			Q119,650.00
TANQUE SUCCION	Q30,241.56	Q1,800.00	Q3,000.00	Q35,041.56
55 CONEXIONES	Q55,518.33	Q3,000.00	Q750.00	Q59,268.33
CAJA ROMPE PRESION 1M3	Q3,281.81	Q400.00	Q360.00	Q4,041.81
TANQUE ELEVADO	Q266,017.00			Q266,017.00
<b>TOTAL DIRECTOS</b>	<b>Q653,389.79</b>	<b>Q62,706.00</b>	<b>Q56,350.00</b>	<b>Q772,445.79</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
ADMINISTRACION	8.00%			Q61,795.66
SUPERVISION	9.00%			Q69,520.12
UTILIDAD	11.00%			Q84,969.04
FIANZAS	5.00%			Q38,622.29
<b>TOTAL INDIRECTOS</b>	<b>33.00%</b>			<b>Q254,907.11</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q1,027,352.91</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Operación y mantenimiento

Consiste en desarrollar todas las actividades que implican hacer eficiente el sistema de abastecimiento de agua potable. Dentro de las actividades de programación, operación y mantenimiento, pueden mencionarse; cobros a los usuarios del sistema, instalación, limpieza, cambio y/o reparación de tuberías y artefactos hidráulicos, limpieza de obras de arte, cloración , pagos al personal, etc.

En este proyecto es conveniente que el comité de agua potable de el caserío Chumanzana, sea el encargado de administrar correctamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, conforme lo establecido en el manual de operación y mantenimiento para proyectos de agua potable de la Municipalidad de Sololá, para poder así disminuir los costos de las actividades anteriormente mencionadas.

#### **2.4. Evaluación socioeconómica**

En su mayoría, este tipo de proyectos son un tanto costosos, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer factible el proyecto con subsidies, transferencias impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

#### **2.5. Valor Presente Neto (VPN)**

Valor Presente Neto (VPN), son términos que proceden de la expresión inglesa *Net presentvalue*. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

La obtención del VPN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto (VPN) puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

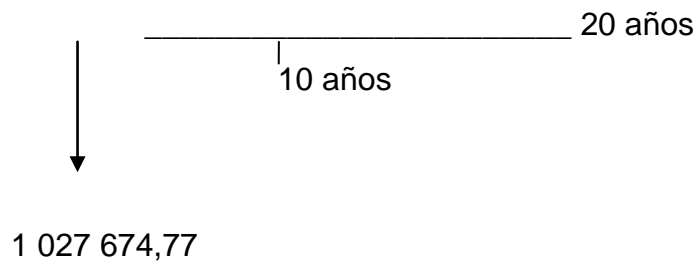
$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

Cuando  $\text{VPN} < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está advirtiéndole que el proyecto no es rentable.

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



$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - 1\,027\,674,77$$

$$\text{VPN} = -1\,027\,674,77$$

Como el  $\text{VPN}$  es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos ni rentabilidad.

## 2.6. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión, debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) efectiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera.

Costo = inversión inicial – VPN

Donde el costo de inversión inicial se determina a Q 450,00 por habitante

Costo = Q 1 027 674,77 – Q 24 750 = Q 1 002 924,77 .

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\frac{\text{costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{1\ 002\ 924,77}{755\ \text{habitantes}} = \text{Q } 1\ 328,37/\text{habitante}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.





### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL SECTOR CANIZ DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consistirá en el diseño de sistema de alcantarillado sanitario para una población de 672 habitantes actualmente y 1 145 habitantes a futuro. Este drenaje sanitario, será un complemento al drenaje actual existente. Se construirá de PVC de 6 pulgadas de diámetro con una longitud de 2 814 metros lineales, ubicándose al final de dicho drenaje, un entronque, que luego conduce los desechos a una planta de tratamiento ubicada en el barrio San Bartolo. En toda la longitud del drenaje se realizarán 75 pozos de visita de ladrillo tayuyo, con una altura promedio aproximada de 2,5 metros de altura.

##### **3.1.1. Descripción del sistema a utilizar**

De acuerdo con su finalidad, existen tres tipos de alcantarillado, la selección o adopción de cada uno, dependerá de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizá el más importante es el económico, dado el lugar donde se quiere construir. Estos sistemas son:

- Sistema sanitario
- Sistema separativo
- Sistema combinado

Se utilizará en el caso del sector Caniz un sistema sanitario, ya que por razones económicas, generalmente se proyecta uno de este tipo.

Consiste en una tubería para recolección y conducción de las aguas negras, quedando de esta forma excluida los caudales de aguas de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies.

### **3.2. Topografía**

Por medio de la topografía se puede obtener la descripción del lugar donde se va a diseñar, estudiar el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

#### **3.2.1. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

#### **3.2.2. Altimetría y planimetría**

La planimetría es el conjunto de trabajos efectuados en el campo, para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte magnético para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

### **3.2.3. Período de diseño**

El período de diseño de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable. Pudiendo proyectarlo para realizar su función en un período de 20 a 40 años, a partir de la fecha que se realice el diseño y tomando en cuenta las limitaciones económicas y la vida útil de los materiales. Lo cual se puede determinar en base a las Normas del INFOM.

Aunque generalmente el período de diseño es un criterio que se adopta, según sea la conveniencia del proyecto, se da margen de un año adicional por motivo de gestión, para obtener el financiamiento e iniciar la construcción del mismo.

Por lo tanto, el período de diseño que se adoptó para este proyecto es de 35 años.

### **3.2.4. Cálculo de población futura**

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, durante un período de diseño, realizando una proyección de la población futura que determina el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Es por ello que se utilizó el método geométrico, para cálculo de población futura, se aplica la siguiente ecuación:

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

Donde:

Pf = población futura (habitantes)

Pa= población actual (habitantes)

r= tasa de crecimiento poblacional (%)

n= período de diseño (años)

Sustituyendo datos en la fórmula se tiene:

$$Pf = 672 * (1 + 0,03)^{35}$$

$$Pf = 1\ 145 \text{ habitantes}$$

### **3.3. Determinación de caudales**

Para determinar el caudal de aguas negras del colector principal se realizan diferentes cálculos de caudales, aplicando diferentes factores, como dotación, estimación de conexiones ilícitas, caudal domiciliar, caudal de infiltración, caudal comercial y principalmente las condiciones socioeconómicas de los pobladores del lugar, para determinar el factor de retorno del sistema.

#### **3.3.1. Dotación**

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas.

Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en Litros/habitante/día.

Para el diseño de este proyecto, se tomó una dotación de 140 litros por habitante por día que es lo que tiene el sector Caníz asignado para su consumo, por la municipalidad.

### **3.3.2. Factor de retorno**

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitarios y Ambientales y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Gracias a esto, se ha podido estimar que, del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70-90 por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar. En el presente proyecto se utilizará un valor de 0,75.

### **3.3.3. Caudal sanitario**

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

### 3.3.3.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas, por consumo interno, hacia el colector principal, esta relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

El caudal domiciliar está afectado por el factor de retorno de 0,75 para el presente proyecto, el caudal total se integra de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot \times F.R. \times hab}{86\ 400}$$

Donde:

- Qdom = caudal domiciliar
- Hab = número de habitantes futuras del tramo
- Dot = dotación (l/hab/día)
- F.R. = factor de retorno
- 86400 = constante

Sustituyendo valores:

$$Q_{dom} = \frac{140 \times 0,75 \times 1\ 452}{86\ 400} = 1,765 \text{ l/s}$$

### 3.3.3.2. Caudal de conexiones ilícitas

Es conectado por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios y de su permeabilidad, así como la intensidad de lluvia.

$$Q_{\text{ilícitas}} = \frac{CIA}{360} = C_i \times \left( \frac{A \times \%}{360} \right)$$

Donde:

$Q_{\text{ilícitas}}$  = caudal por conexiones ilícitas (m<sup>3</sup>/s)

$C$  = coeficiente de escorrentía

$I$  = intensidad de lluvia (mm/hora)

$A$  = área que es factible conectar ilícitamente (hectárea)

Claro está que para un área con un diferente factor de escorrentía, habrá un diferente caudal, el caudal de conexiones ilícitas puede ser calculado de otras formas, tales como estimando un porcentaje del caudal doméstico, como un porcentaje de la precipitación, etc.

En este caso se tomó como base el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 por ciento, como mínimo, del caudal domiciliar, el valor utilizado para el diseño fue de 20 por ciento, quedando el caudal por conexiones ilícitas total integrada de la siguiente manera:

$$Q_{\text{ilícitas}} = 20\% \times Q_{\text{Dom}} = 0,20 \times 1,765 = 0,353 \text{ l/s}$$

$Q_{\text{ilícitas}}$  = caudal de conexiones ilícitas

$Q_{\text{Dom}}$  = caudal domiciliar

### **3.3.3.3. Caudal de infiltración**

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

Para este estudio no se tomará en cuenta, ya que el diseño se utilizará tubería de PVC, y este material no permite infiltración de agua.

### **3.3.3.4. Caudal comercial**

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

$$Q_{com} = \frac{\text{Dotación} \times n_o \text{ comercios}}{86\ 400}$$

Donde:

Qcom = caudal comercial

Dotación = en l/comercio/día

No. comercios = número de comercios

En el sector no existe por el momento algún comercio, por lo tanto no se tomará en cuenta para el diseño.

### **3.3.3.5. Caudal industrial**

Es el agua proveniente del interior de todas las industrias existentes en el lugar, como procesadoras de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, etc. Si no



se cuenta con el dato de la dotación del agua suministrada, se puede computar dependiendo del tipo de industria entre 1 000 y 18 000 litros por industria por día. Dado que el sector carece de ellos, no se contempla caudal industrial alguno.

### **3.3.3.6. Caudal medio**

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas e infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema, se obtiene su valor de la siguiente ecuación:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{cilicitas} + Q_{infiltración}$$

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{cilicitas}$$

$$Q_{med} = 1\,765 + 0,353$$

$$Q_{med} = 2,118 \text{ litros por segundo}$$

### **3.3.3.7. Factor de caudal medio**

Una vez que se calcula el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor de caudal medio, el cual varía entre 0,002 y 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{medio}}{\text{No.habitantes}}$$

Donde:

$$Q_{medio} = \text{caudal medio}$$

$$\text{No. hab} = \text{número de habitantes}$$

El valor del factor de caudal medio es aceptable obtenerlo de las siguientes formas:

- Según Dirección General de Obras Públicas (DGOB)

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No.habitantes}}$$

$$0,002 \leq f_{qm} \leq 0,005$$

- Según Municipalidad de Guatemala

$$f_{qm} = 0,003$$

- Según Instituto de Fomento Municipal, (INFOM)

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No.habitantes}}$$

### **3.3.3.8. Factor de Harmond**

Conocido también como factor de flujo instantáneo, este factor es el que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio, o de la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas, se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte y su cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond.

$$FH = \left[ \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \right]$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra dentro del rango de valores de 1,5 a 4,5.

### 3.3.4. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer que cantidad de caudal puede transportar el sistema, en cualquier punto de la red, siendo este el que establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño de alcantarillado.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculando con la ecuación:

$$Q_{\text{diseño}} = f_{qm} \times FH \times \text{No. habitantes}$$

Donde:

$Q_{\text{diseño}}$  = caudal de diseño (l/s)

$f_{qm}$  = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

No. habitantes = número de habitantes contribuyentes a la tubería

### **3.3.5. Fundamentos hidráulicos**

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, es transportar las aguas negras por la tubería como si fuese un canal abierto, funcionando por gravedad, cuyo flujo esta determinado por la rugosidad del material y por la pendiente del canal.

Particularmente para sistemas de alcantarillado sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, estando la superficie del agua afectada solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición. Que dichos caudales transportan.

### **3.3.6. Ecuación de Manning para flujo de canales**

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, desde hace años se han propuesto ecuaciones experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron ecuaciones según las cuales existía un coeficiente  $C$ , el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radiomedio hidráulico y por lo tanto no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos.

Por consiguiente se buscaron diferentes formas para calcular la velocidad en el conducto, donde se reduzcan las variaciones del coeficiente  $C$ , que dependa directamente de la rugosidad del material de transporte, y sea independiente del radio hidráulico y la pendiente.

Como una ecuación ideal de conseguir tales condiciones, fue presentada al Instituto de Ingenieros Civiles de Irlanda, en 1 890, un procedimiento llamado ecuación de Manning, cuyo uso es bastante extenso para llenar condiciones factibles de trabajo en el cálculo de velocidades para flujo en canales.

$$V = \frac{R^{2/3} \times \sqrt{S}}{n}$$

Y para conductos circulares:

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

Donde:

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico en metros

S = pendiente del canal

n = coeficiente de rugosidad, propiedad del canal

D = diámetro en pulgadas

### 3.3.7. Relaciones de diámetro y caudales

Las relaciones de diámetros y caudales que se deben tomar en cuenta en el diseño de la red de alcantarillado sanitario son: la relación d/D debe ser igual o mayor a 0,10 y menor o igual a 0,75, el caudal de diseño tiene que ser menor al caudal a sección llena en el colector, tomando en cuenta que estas relaciones se aplicarán solo para sistemas de alcantarillado sanitario. Esto es:

Relación de diámetro:  $0,1 \leq \frac{d}{D} \leq 0,75$

Relación de Caudal:  $q_{dis} < Q_{secllena}$

### **3.3.8. Relaciones hidráulicas**

Dado a la necesidad de realizar el cálculo de la tubería que trabajan la sección parcialmente llena y poder agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena, con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron las tablas utilizando para eso la ecuación de Manning.

La utilización de las tablas se realiza determinando primero la relación ( $q/Q$ ), dicho valor se busca en las tablas: si no se encuentra el valor exacto, se aproxima al valor más próximo. En la columna de la izquierda se ubica la relación ( $v/V$ ), con este valor se multiplica por el obtenido por la velocidad a sección llena y se logra saber así la velocidad a sección parcial. Sucesivamente se obtiene los demás valores.

### **3.3.9. Parámetros de diseño**

Dentro de los parámetros de diseño a tomar en cuenta, se encuentra el coeficiente de rugosidad, la sección llena y parcialmente llena, las velocidades máximas y mínimas, el diámetro del colector, profundidad del colector, ancho de zanja, las cotas invert y las profundidades de pozos de visita.

#### **3.3.9.1. Coeficiente de rugosidad**

La fabricación de tuberías para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, cada vez es realizada por más y más empresas

teniendo que realizar pruebas actualmente que determinen un factor para establecer cuan lisa o rugosa es la superficie interna de la tubería. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios y entre ellos se pueden mencionar:

Tabla VII. **Rugosidad de tubería**

<b>MATERIALES</b>	<b>FACTOR DE RUGOSIDAD</b>
Superficie de mortero de cemento	0,011- 0,013
Mampostería	0,017- 0,030
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011- 0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013- 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009- 0,011
Tubería de PVC	0,013- 0,011
Tubería de hierro galvanizado	0,013- 0,015

Fuente: elaboración propia.

### **3.3.9.2. Sección llena y parcialmente llena**

El principio fundamental de un sistema de alcantarillado sanitario como se ha mencionado con anterioridad, es que funcionan como canales abiertos (sección parcial) y nunca funcionan a sección llena. En consecuencia el caudal de diseño jamás será mayor que el caudal a sección llena.

El caudal que transportará el tubo a sección llena se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A \times V \qquad Q = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde:

Q = caudal a sección llena

A = área de la tubería

V = velocidad a sección llena (m/s)

$\pi$  = constante Pi

D = diámetro de tubos en metros

### **3.3.10. Velocidades máximas y mínimas**

Las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal y según las normas ASTM 3034, establecen el rango de velocidades permisibles siguientes, para diseño de drenaje sanitario

- Tubería de concreto
  - Velocidad máxima con el caudal de diseño, 3,00 metros por segundo
  - Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,6 metros por segundo
- Tubería de PVC
  - Velocidad máxima con el caudal de diseño, 4,00 metros por segundo
  - Velocidad mínima con el caudal de diseño, 0,4 metros por segundo

### **3.3.11. Diámetro del colector**

El diámetro de la tubería es una de las partes a calcular, se deben seguir ciertas normas para evitar que la tubería se obstruya. Las Normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM), indican que el diámetro mínimo a



colocar para sistemas sanitarios será de 8 pulgadas en el caso de la tubería de concreto y de 6 pulgadas para tuberías de PVC.

Para conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

### **3.3.12. Profundidad del colector**

La profundidad de la línea principal o colector se dará en función de la pendiente del terreno, la velocidad del flujo, el caudal transportado y el tirante hidráulico. De igual forma se debe considerar una altura mínima que permita proteger el sistema de las cargas de tránsito, de las inclemencias del tiempo, de accidentes fortuitos.

### **3.3.13. Profundidad mínima del colector**

Como se vio anteriormente, la profundidad mínima de los colectores dependen de los aspectos ya mencionados, además se debe de considerar el tipo de tránsito, ya sea liviano o pesado, al cual se podría someter dicho colector. A continuación algunas profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería en cualquier punto de su extensión.

- Tubería de concreto
  - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1,00 metros
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 metros

- Tubería de PVC
  - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 metros
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 metros

### 3.3.14. Ancho de la zanja

Para alcanzar la profundidad donde se encuentra el colector, se deben hacer excavaciones, en la dirección que se determinó en la topografía de la red general; la profundidad de estas zanjas está condicionada por el diámetro y profundidad requerida por la tubería que se va a usar. Se presenta a continuación una tabla que muestra ancho de zanjas aconsejables, en función del diámetro y de las alturas a excavar.

Tabla VIII. **Profundidades**

<b>Diámetro en pulgadas</b>	<b>Para profundidades hasta 2,00 m</b>	<b>Para profundidades de 2,00m a 4,00m</b>	<b>Para profundidades de 4,00 a 6,00m</b>
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,80
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.15. Volumen de excavación

La cantidad de tierra que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de

zanja, que depende del diámetro de la tubería que se va a instalar y la longitud entre pozos, siendo sus dimensiones en metro cúbico.

$$V = \left[ \frac{(H1+H2)}{2} \right] \times d \times Z$$

Donde:

V = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1 = profundidad del primer pozo (m)

H2 = profundidad del segundo pozo (m)

Z = ancho de zanja (m)

### 3.3.15.1. Cotas Invert

Es la cota del nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$CTf = CTi - (D.H \times \text{Sterreno}\%)$$

$$\text{Sterreno}\% = \frac{CTi - CTf}{DH} \times 100$$

$$CII = CTi - (H_{\text{trafic}} + E_{\text{tubo}} + \emptyset)$$

$$CII = CIF - 0,03 \text{ cm}$$

$$CIF = CII - (D.H \times \text{Sterreno}\%)$$

$$\text{Hpozo} = \text{CTi} - \text{CH} + 0,15$$

$$\text{Hpozo} = \text{CTf} - \text{CIF} + 0,15$$

Donde:

CTf = cota del terreno final

CTi = cota del terreno inicial

DH = distancia horizontal

S% = pendiente

CII = cota invert de inicio

CIF = cota invert de final

Htrafi = profundidad mínima, de acuerdo al tráfico del sector

Etubo = espesor de la tubería

Ø = diámetro interior de la tubería

Hpozo = altura del pozo

### **3.3.16. Ubicación de los pozos de visita**

Ya que se tiene delimitado y determinado donde se ubicará el alcantarillado, se tomará en cuenta colocar pozos de visita en los siguientes casos o combinación de ellos:

- Donde exista cambio de diámetro
- En intersecciones de dos o más tuberías
- En cambio de pendiente
- En el inicio de cualquier ramal
- En distancia no mayores de 100 metros
- En curvas no más de 30 metros

### **3.3.16.1. Profundidad de los pozos de visita**

Al inicio de cada ramal o colector, se colocará una caja de visita, esta tendrá una profundidad de 0,90 metros. Posteriormente a ésta se colocarán pozos de visita, para conocer la profundidad de los pozos de visita, se debe utilizar la siguiente ecuación:

$H_{PV} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{cota invert de salida del tramo} - 0,15 \text{ de base}$

### **3.3.17. Características de las conexiones domiciliarias**

La tubería para estas conexiones es de 4 pulgadas si es PVC, o de 6 pulgadas si es de concreto, con una pendiente que varía del 2 por ciento al 6 por ciento, que saldrán de la candela domiciliar hacia la línea principal, uniéndose a esta en un ángulo de 45 grados a favor de la corriente del caudal interno del colector, es decir con las características que ya se han planteado anteriormente. Las cajas domiciliarias generalmente se construyen con tubería de concreto de diámetro mínimo de 12 pulgadas, o de mampostería de lado menor de 45 centímetros, ambos a una altura mínima de 1 metro del nivel del suelo.

## **3.4. Diseño hidráulico**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario se elabora de acuerdo a las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM). En este proyecto se beneficiará al 100 por ciento de las viviendas actuales del sector Caniz, dada a las razones expuestas con anterioridad y con el objetivo de hacer

más fácil el cálculo, se utilizó un programa realizado en una hoja electrónica, las bases generales de diseño son:

### 3.4.1. Desfogue

Los sistemas de alcantarillado sanitario deben tener el método de desfogue hacia un medio hídrico, luego de ser tratado lo que proviene del colector, respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para lograr mitigar daños a la naturaleza. Para el siguiente proyecto se utilizará la planta de tratamiento, ubicada en el barrio San Bartolo de la cabecera del municipio de Sololá como medio receptor para el tratamiento de las aguas residuales.

### 3.4.2. Ejemplo de diseño de un tramo

Se procederá a diseñar el tramo PV-4 a PV-5, para realizar el diseño, previamente se deben conocer las bases generales de diseño, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla IX. Datos de diseño

DATOS DE DISEÑO	
DATOS GENERALES	
Tipo de Sistema	Alcantarillado Sanitario
Período de Diseño	35 años
Viviendas Actuales	112
Densidad de Habitantes	6 hab/vivienda
Población Actual	672
Tasa de crecimiento	0.03
Población futura	1452
Dotación	140 l/hab
Factor de Retorno	75%
Forma de Evacuación	Por gravedad
<b>COLECTOR PRINCIPAL</b>	
Tipo y Diámetro de Tubería	6 pulgadas PVC
Pendiente	Según diseño

Continuación de la tabla IX.

<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>	
Tipo y Diámetro de Tubería	4 Pulgadas PVC
Pendiente mínima	2%
<b>POZOS DE VISITA</b>	
Altura Promedio	2.5 metros
Material	Ladrillo tayuyo

Fuente: elaboración propia.

Algunas características que se deben conocer del tramo a diseñar.

Tramo	PV-2 a PV-3
Distancia	36,90
Número de casa en tramo	1
Número de casas acumuladas	14
Densidad de vivienda	6 habitantes/vivienda
Total habitantes a servir	
	Actual: 84
	Futuro: 236
Cotas del terreno	PV-2 991,90
	PV-3 991,31

- Cálculo del caudal medio

$$Q_m = Q_{dom} + Q_{CI}$$

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{140 \text{ l} \frac{\text{hab}}{\text{día}} * 236 \text{ hab} * 0,75}{86\,400 \text{ s/día}} = 0,2868$$

- Caudal por conexiones Ilícitas

$$Q_{CI}=0,2868 \text{ l/s} \cdot 0,2=0,05736 \text{ l/s}$$

- Caudal medio

$$Q_m=0,2868+0,05736=0,3447 \text{ l/s}$$

- Cálculo del factor de caudal medio FQM

$$FQM = \frac{0,3447 \text{ l/s}}{236}$$

- Cálculo del factor de Harmond FH

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{103}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{103}{1000}}} = 4,49$$

- Cálculo del caudal de diseño

$$Q_{dis} = 236 \text{ hab} \cdot 0,002 \cdot 4,49 = 2,1235$$

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S_{terreno} = \frac{991,31 - 991,90}{36,90} \cdot 100 = -1,60\%$$

- Pendiente de la tubería = 0,016%



- Cálculo de velocidad a sección llena

$$V_{\text{sección llena}} = \frac{0,057}{0,016} * 6^{2/3} * \sqrt{0,009} = 1,432 \text{ m/s}$$

- Cálculo de caudal a sección llena

$$Q_{\text{sección llena}} = \frac{\pi}{4} * \left( 6 * 0,0254 \frac{\text{pulg}}{\text{m}} \right)^2 * 1,432 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1000 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} = 26,12 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales

$$q_{\text{dis}} / Q_{\text{sección llena}} = 0,0813$$

De la tabla de relaciones hidráulicas

- Relación de velocidad  $v/V = 0,600$
- Relación de tirante  $d/D = 0,192$

Velocidad a sección parcial

$$v = 1,432 \text{ m/s} * 0,600 = 0,86 \text{ m/s}$$

$$0,40 \leq 0,58 \leq 4,00 \text{ m/s} \quad \text{OK}$$

Cálculo de cotas Invert

$$\text{CIE} = 991,34 - 0,59 = 990,75$$

$$\text{CIE} = 991,37 - 0,03 = 991,34$$

Cálculo de profundidad de la zanja en el pozo 2

$$H_{\text{pozo}}=991,90-991,34+0,15=0,71$$

Cálculo de profundidad de la zanja en el pozo 3

$$H_{\text{pozo}}=991,31-990,75+0,15=0,71$$

Cálculo del volumen de excavación

$$V=\frac{0,71+0,71}{2}*27,37*0,550=8,38 \text{ m}^3$$

### **3.5. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar desde el inicio de la planificación, que se efectuó un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto de actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción que va a ser desarrollada.

La ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en su artículo 8 establece que para todo producto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias del paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de EIA, realizado por

técnicos en la materia y aprobado por el Ministerio de Ambiente y de Recursos Naturales.

Tabla X. presupuesto general

<b>CUADRO RESUMEN</b>			
<b>Sistema de Alcantarillado sanitario Sector Caniz</b>			
<b>Sector Caniz, Barrio el Calvario, municipio de Sololá</b>			
<b>COSTOS DIRECTOS</b>			
MATERIALES	Q	549,122.19	
MANO DE OBRA CALIFICADA		263,095.66	
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q	148,350.00	
<b>TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>960,567.85</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			
GASTOS ADMINISTRATIVOS		0.1 %	Q 96,056.79
UTILIDAD		0.1 %	Q 96,056.79
FIANZAS		0.04 %	Q 38,422.71
SUPERVISION		0.09 %	Q 86,451.11
<b>TOTAL</b>			<b>Q 316,987.39</b>
		<b>1.33</b>	
<b>TOTAL DE LA OBRA</b>			<b>Q 1,277,555.24</b>
<b>CONSTRUCCIÓN EN ML:</b>			<b>Q 2,814.00</b>
		<b>TOTAL x ML</b>	<b>Q 454.00</b>



Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Para la fase de diseño de ambos proyectos, se desarrolló una investigación diagnóstica, en la que se reunió información de las necesidades, tanto del caserío de Chumanzana como el sector Caníz, determinando así la creación de un proyecto de infraestructura que satisface a la población elevando su calidad de vida.
2. En el diseño del abastecimiento de agua potable, se diseñó con base a la normas para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del INFOM.
3. Para el sector Caníz se tomaron en cuenta las normas del INFOM para alcantarillado sanitario.
4. Al realizar el estudio socioeconómico de los proyectos se obtiene un Valor Presente Neto Negativo, esto es indicativo de que no es factible la realización de los mismos, pero como son obras sociales, no debe considerarse como proyectos sin utilidades.
5. El costo total del sistema de agua potable del caserío Chumanzana asciende a la cantidad de un millón veintisiete mil trescientos cincuenta y dos con noventa y un centavos. El costo por metro lineal es de quinientos diez con treinta y seis centavos (Q 510,36).

6. El costo total del sistema de alcantarillado del sector Caníz asciende a la cantidad de un millón doscientos setenta y siete mil quinientos cincuenta y cinco con veinticuatro centavos (Q 1 277 555,24). El costo por metro lineal es de cuatrocientos cincuenta y cuatro quetzales exactos (Q 454,00)
7. La población del caserío Chumanzana se beneficiará con la construcción del proyecto que proveerá el líquido vital a cada una de las viviendas, sin riesgo de infecciones, elevando así su calidad de vida.
8. La población del sector Caníz se beneficiará con la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, contribuyendo así con el ambiente, y evitando la contaminación del lago de Atitlán.
9. Durante la construcción de ambos proyectos pueden existir diversos factores que pueden causar impacto ambiental, por generación de polvo debido al movimiento de tierra.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Sololá:

1. Utilizar mano de obra local para la ejecución del proyecto, ya que esto crea fuentes de trabajo en el caserío, así como también la compra de materiales de construcción a los distribuidores locales, beneficiando así a los sectores del mismo. Es mucho más económico para el proyecto reclutar mano de obra calificada y la compra de materiales del área ya que no se necesitan fletes que a distancias de gran magnitud, crean gastos indirectos demasiados altos.
2. En la ejecución de ambos proyectos, garantizar una supervisión técnica por personal profesional y con experiencia, y respetar las dimensiones y recomendaciones técnicas en planos.
3. Velar por que se realice el mantenimiento continuo al sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Tomar en cuenta que si la construcción no es a corto plazo, se deberán actualizar los precios de los materiales, por la fluctuación de precios que se da en el mercado; esto para estimar correctamente los fondos necesarios para la ejecución de los proyectos.





## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007, 170 p.
2. CALLES SOTO, Derick Raúl. *Diseño y planificación de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea el remate y ampliación del sistema de alcantarillado de la aldea de Santa Elena, Flores Petén*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 103 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2009, 22 p.
4. *Manual técnico para tubosistemas de alcantarillado*. Guatemala: NOVAFORT Y NOVALOC: 2009. 44 p.
5. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR, 1997. 90 p.

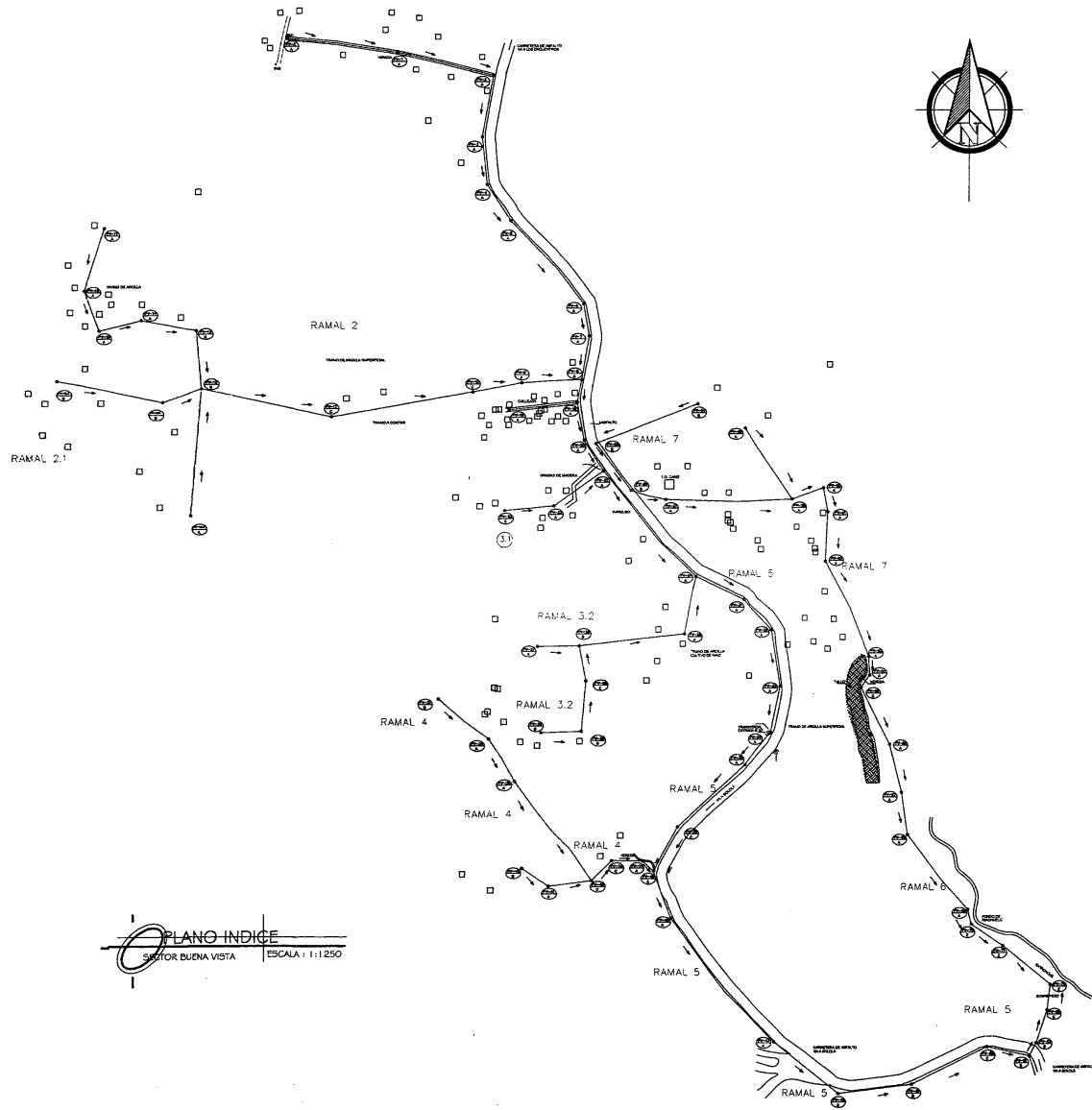


## APÉNDICES





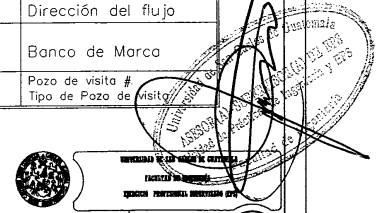




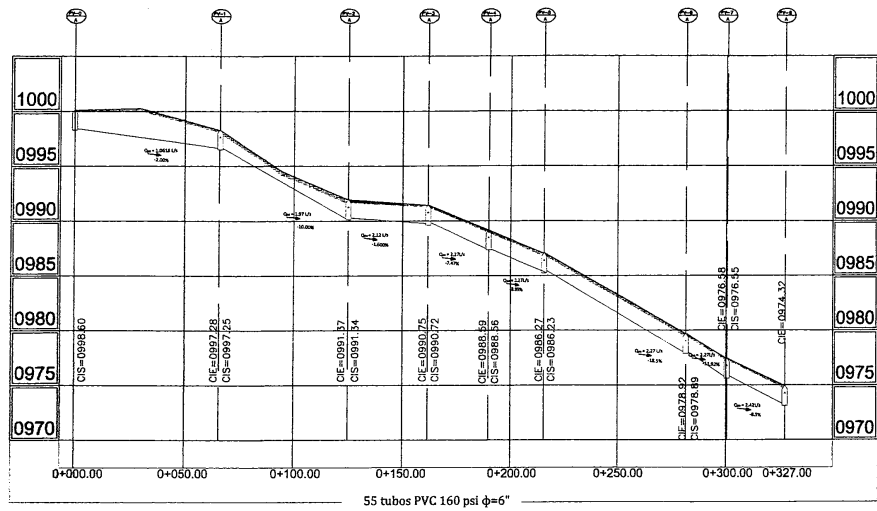
INDICE DE RAMALES		
RAMALES	CASAS	HOJA
Ramal 1	15	03
Ramal 2	14	04 Y 06
Ramal 3	29	04 Y 05
Ramal 4	10	07
Ramal 5	01	08
Ramal 6	00	09
Ramal 7	26	09
Subramales 2.1 y 3.2	17	05 Y 06
Total	112	

SIMBOLOGIA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
□	Vivienda
○	Pozo de visita
→	Dirección del flujo
BM	Banco de Marca
○ A	Pozo de visita # Tipo de Pozo de visita

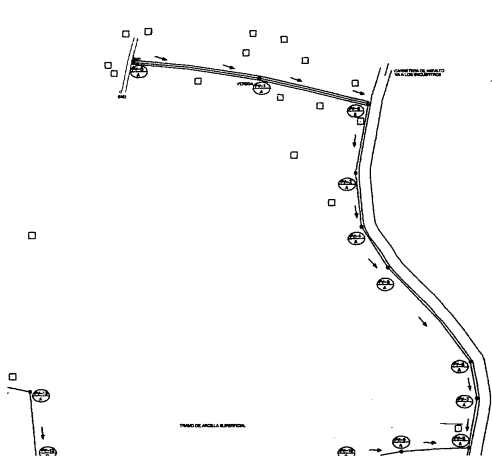
PLANO INDICE  
SECTOR BUENA VISTA    ESCALA: 1:1250





UNIVERSIDAD DE CUENCA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL	
INTEGRACION DE OBRAS	
TITULO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR BUENA VISTA	FECHA: 2011
ELABORADO POR: [Nombre]	REVISADO POR: [Nombre]
APROBADO POR: [Nombre]	FECHA: 2011



PERFIL PVS-0 A PVS-8  
 SECTOR BUENA VISTA ESCALA HORIZONTAL : 1:1000  
 ESCALA VERTICAL : 1:200



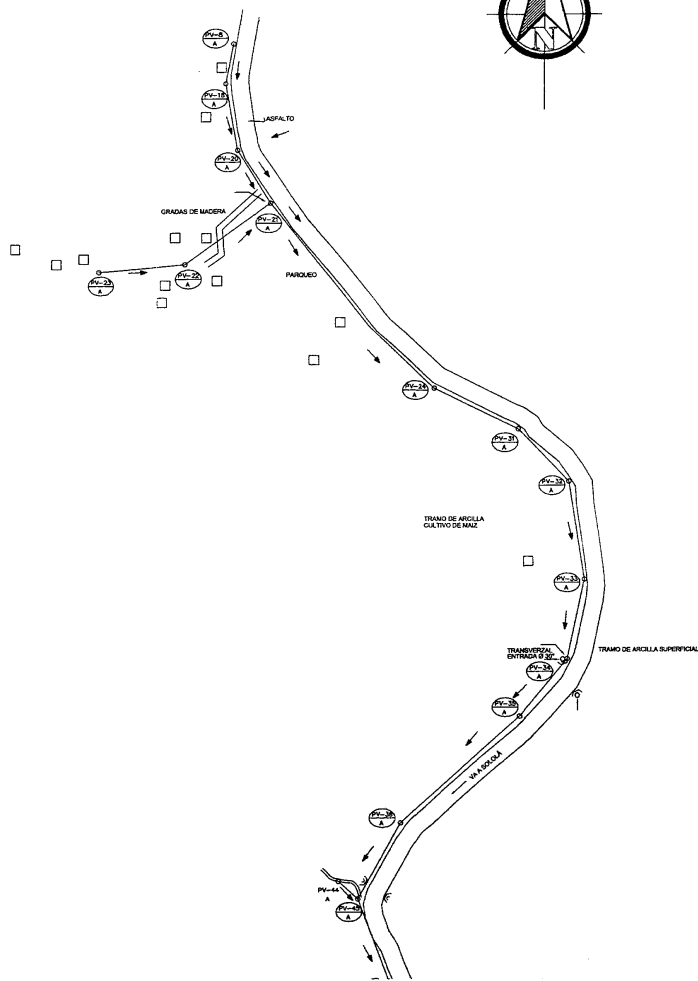
PLANTA RAMAL I PVS-0 A PVS-8  
 SECTOR BUENA VISTA ESCALA : 1:700

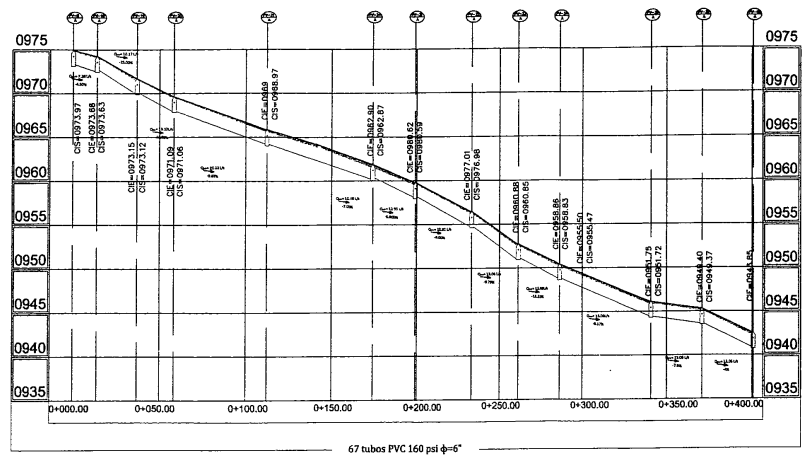
**REPUBLICA DE GUATEMALA**  
**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA**  
**SECRETARÍA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**REGISTRO PROFESIONAL INGENIEROS (RPI)**

<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS RECON PARA TUNEL PÉREZ RECON PARA TUNEL PÉREZ	<b>PROYECTISTA:</b> INGENIERO INGENIERO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA INGENIERO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA INGENIERO DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA
<b>FECHA:</b> 2014	<b>HOJA:</b> 3 / 12

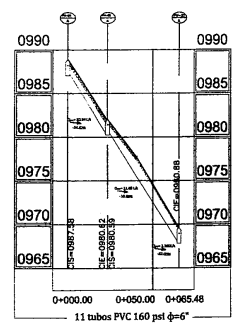




**PLANTA RAMAL 3 Y 5 PVS-8 A PVS-45**  
 SECTOR BUENA VISTA  
 ESCALA : 1:750

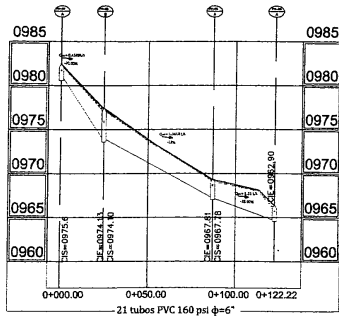


**PERFIL PVS-8 A PVS-45**  
 SECTOR BUENA VISTA  
 ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
 ESCALA VERTICAL : 1:250

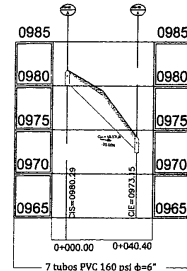


**PERFIL PVS-23 A 21 PVS-45**  
 SECTOR BUENA VISTA  
 ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
 ESCALA VERTICAL : 1:250

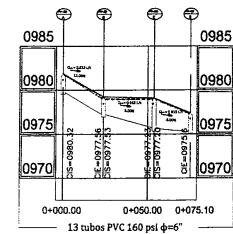
<b>INSTITUTO GUATEMALTECO DE INGENIEROS Y EPS</b> INSTITUTO GUATEMALTECO DE INGENIEROS Y EPS COMITÉ DE INGENIERÍA	
<b>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS</b> (SECTOR BUENA VISTA) TRAMO DE RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS	
<b>RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS</b> (SECTOR BUENA VISTA) TRAMO DE RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS	
<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS <b>DISEÑO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS	<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS <b>DISEÑO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS
<b>CLIENTE:</b> SECTOR BUENA VISTA <b>DISEÑO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS <b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS	<b>PROYECTO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS <b>DISEÑO:</b> RECONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE SANEAMIENTO Y AGUAS
<b>ESCALA:</b> HORIZONTAL <b>FECHA:</b> 2011	<b>NO. DE OBRAS:</b> 12 <b>FECHA:</b> 2011



PERFIL PVS 27 A 24  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250

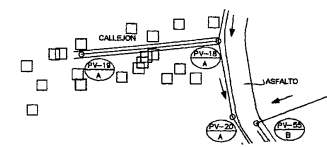


PERFIL PVS 19 A 18  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250

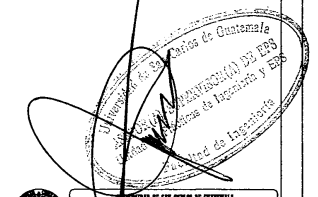
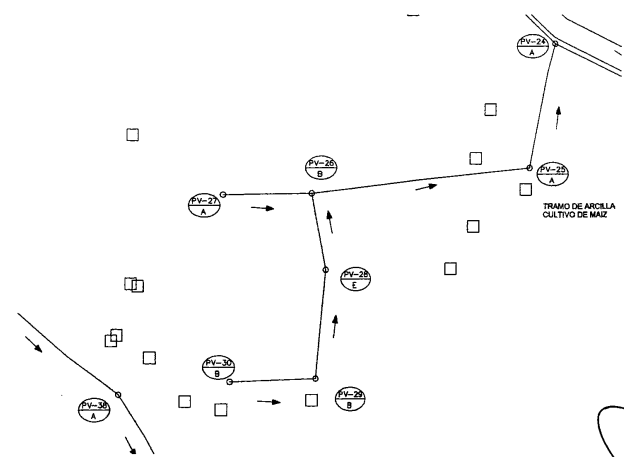


PERFIL PVS 30 A 26  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250

PLANTA RAMAL 3. I PVS-24 A PVS-30  
SECTOR CANIZ  
ESCALA : 1:1650  
FASE 2



PLANTA RAMAL 3 PVS-19 A PVS-18  
SECTOR CANIZ  
ESCALA : 1:700  
FASE 1



INSTITUTO DE LAS CIUDADES DE GUATEMALA  
INSTITUTO DE INGENIERIA  
DIRECCION DE PROYECTOS URBANOS (DPU)

REGISTRO DE INGENIERIA

PROYECTO: REACCION PARA TUBOS PERFORADOS

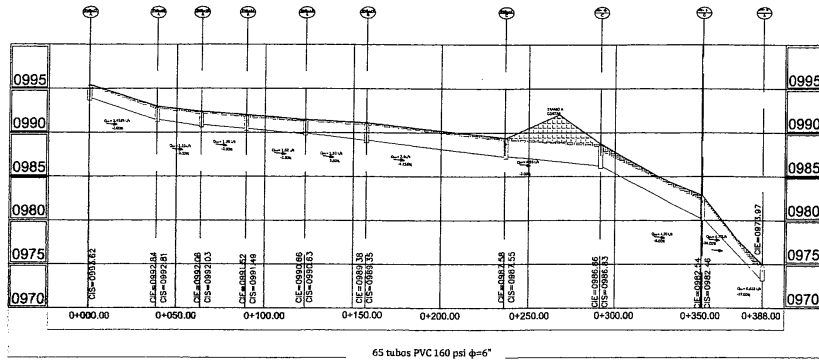
CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN MARCOS

UBICACION: SECTOR CANIZ

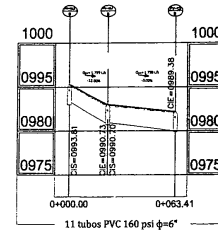
ESCALA: 1:700

FECHA: 15 DE SEPTIEMBRE DE 2011

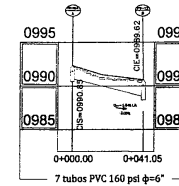
NO. 5/12



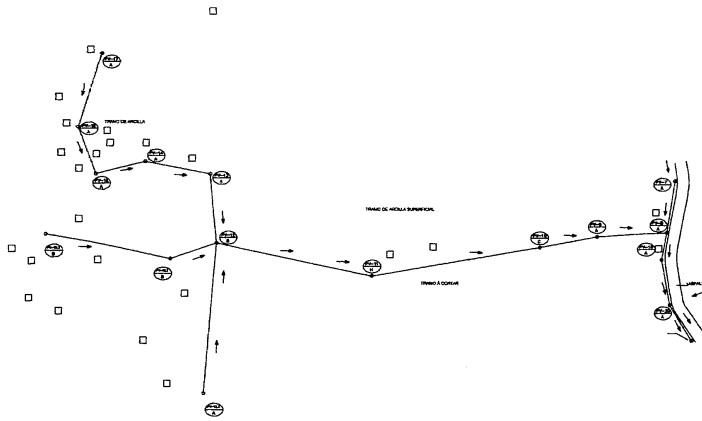
PERFIL PVS-17 A PVS-8  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250




PERFIL PVS-12.2 A PVS-12  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250



PERFIL PVS-12.3 A PVS-12  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250



PLANTA RAMAL 2 PVS-17 A PVS-8  
SECTOR CANIZ  
ESCALA : 1:700

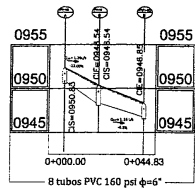

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

IDENTIFICACION DE OBRAS  
 NOMBRE: RAMAL PARA TAMBOR PÉREZ  
 OBJETO: RAMAL PARA TAMBOR PÉREZ

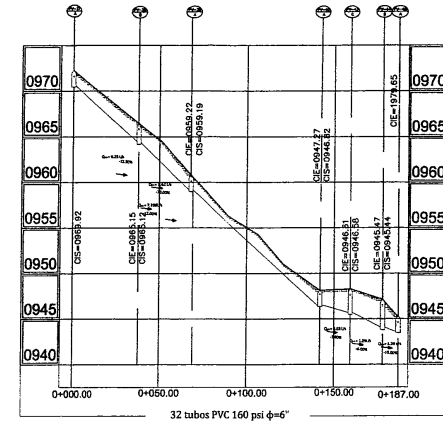
OFICINA: SECTOR CANIZ  
 DISEÑO: INGENIERO CIVIL  
 PROYECTO: PROYECTO DE SISTEMA DE DISTRIBUCION SANEAMIENTO, SECTOR CANIZ  
 UBICACION: PASEO 1 Y PASEO DE RAMAL 2

ESCALA: ARQUITECTONICA  
 FECHA: 20/12/2011  
 DEL INSTITUTO DE OBRAS PUBLICAS  
 NOMBRE:

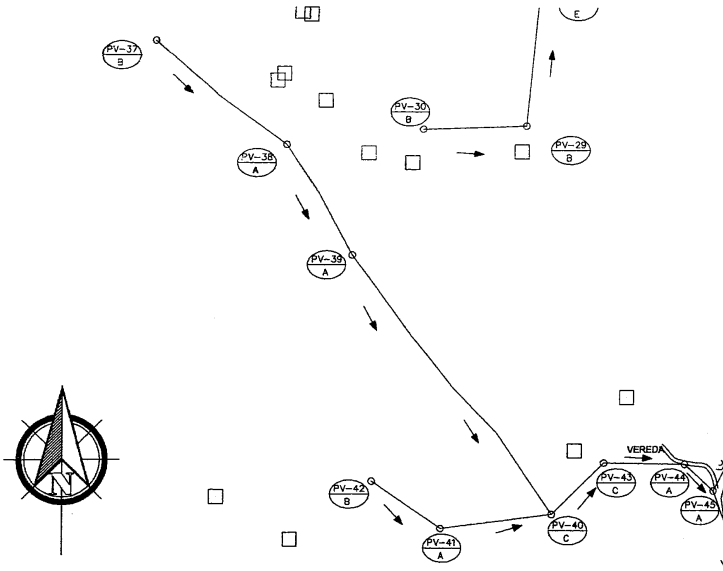
No. 6/12



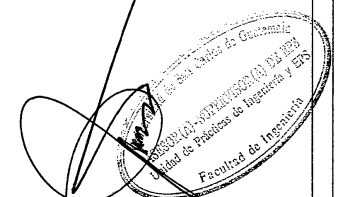
**PERFIL PVS-42 A PVS-40**  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250



**PERFIL PVS-37 A PVS-45**  
SECTOR CANIZ  
ESCALA HORIZONTAL : 1:1250  
ESCALA VERTICAL : 1:250



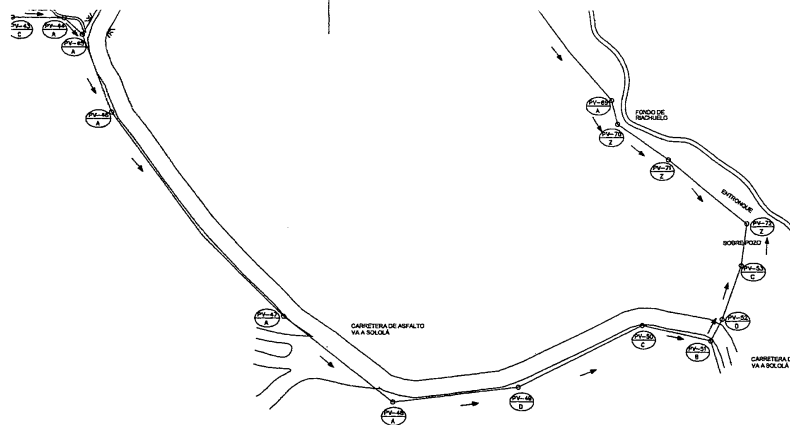
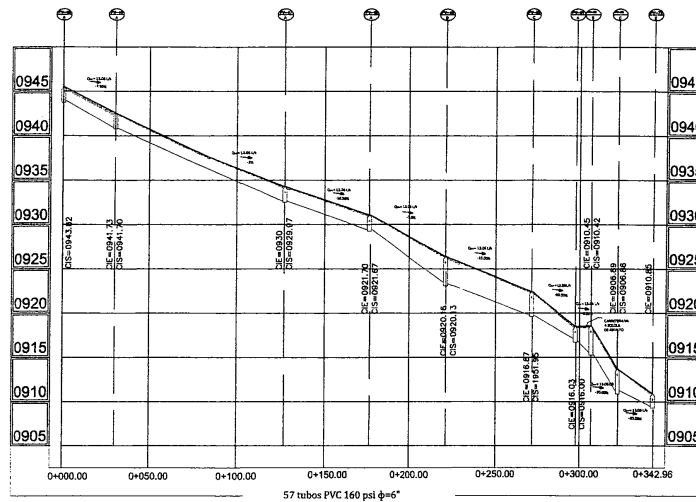
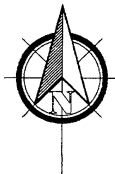
**PLANTA RAMAL 4 PVS-37 A PVS-45**  
SECTOR CANIZ  
ESCALA : 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESPECIALIDAD PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL	
INGENIERIA DE SANEAMIENTO	
USUARIO: SEÑOR PABLO YANIBO PÉREZ	PROYECTO: DISEÑO DE OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTOR CANIZ
USUARIO: SEÑOR PABLO YANIBO PÉREZ	OBJETO: PLANTA Y PERFILES DE RAMAL 4
FECHA: 08/08/2018	FECHA DE ENTREGA: 08/08/2018
FECHA DE ENTREGA: 08/08/2018	FECHA DE ENTREGA: 08/08/2018

1 / 12

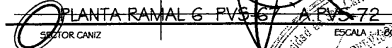
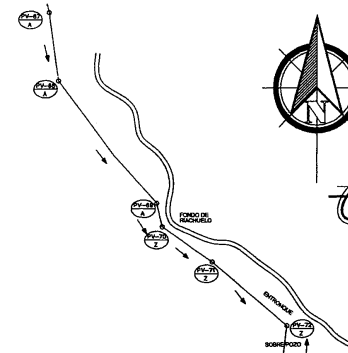
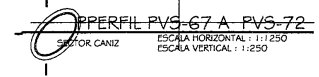
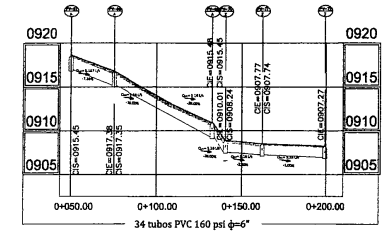
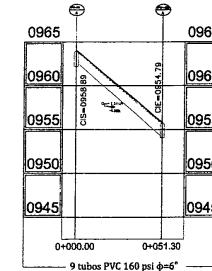
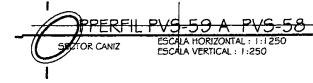
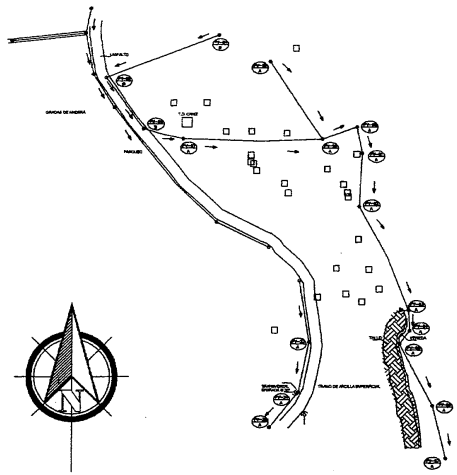
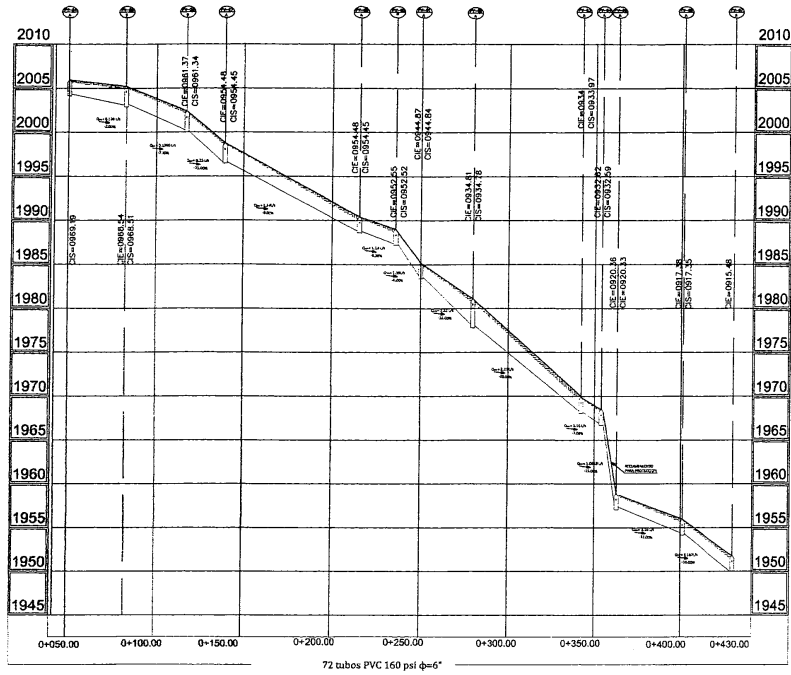
**PERFIL PVS-54 A PVS-83**  
 SECTOR CANIZ  
 ESCALA HORIZONTAL : 1 : 250  
 ESCALA VERTICAL : 1 : 250





**PLANTA RAMAL 5 PVS-45 A PVS-72**  
 SECTOR CANIZ  
 ESCALA : 1:500

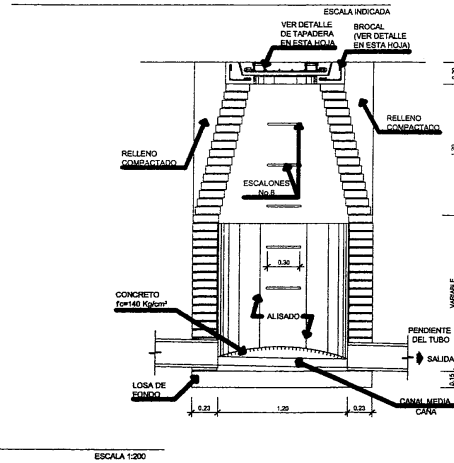
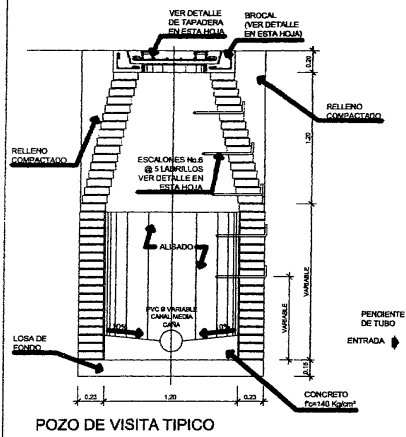
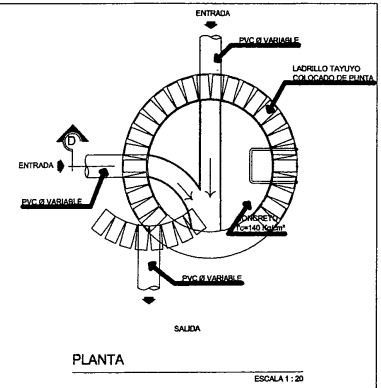
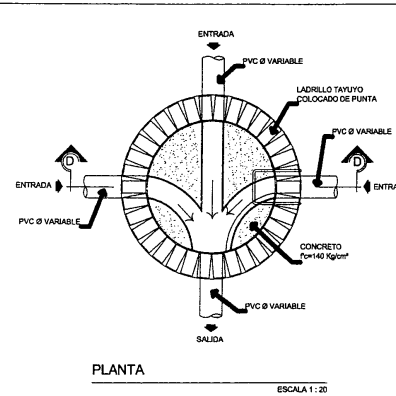
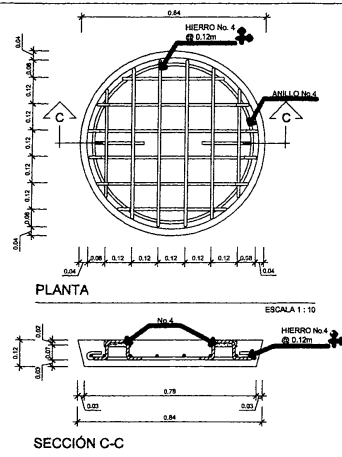
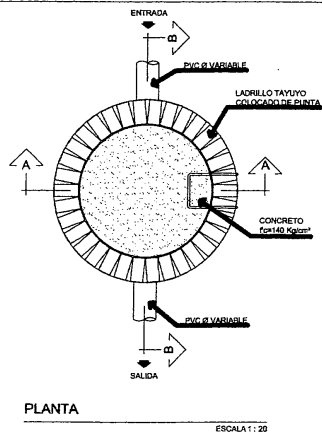


MUNICIPALIDAD DE LAS CARMAS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
NOMBRE: [Blank] MATERIA: [Blank] GRUPO: [Blank]	UNIVERSIDAD DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
NOMBRE: [Blank] GRUPO: [Blank]	NOMBRE DE CENTRO DE ACREDITACION: [Blank] NOMBRE Y PUESTO: [Blank]
FECHA: [Blank] FECHA DE ENTREGA: [Blank]	FECHA DE CALIFICACION: [Blank] FECHA DE CALIFICACION: [Blank]



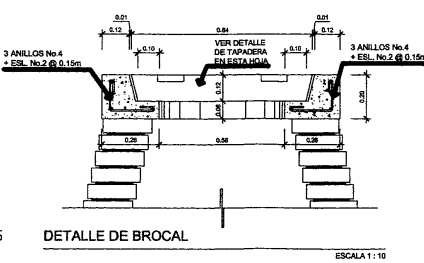
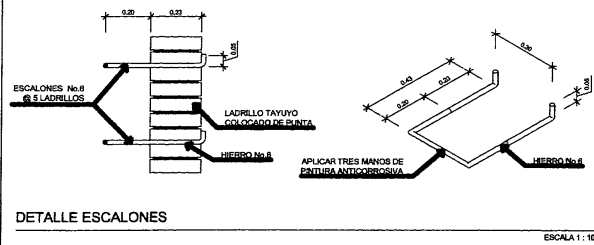
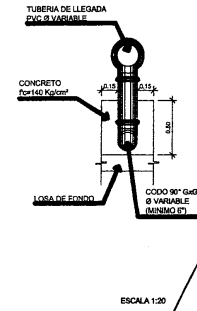

**MINISTERIO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES**  
 DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES  
 DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES  
 PROYECTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES  
 ESPECIALIDAD: PROYECTOS DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y TRANSPORTES

<b>REVISIÓN DE DISEÑO</b> DISEÑO: [ ] REVISIÓN: [ ]		
<b>REVISIÓN DE CÁLCULO</b> CÁLCULO: [ ] REVISIÓN: [ ]		
<b>REVISIÓN DE PLANOS</b> PLANOS: [ ] REVISIÓN: [ ]		No. 9/12
<b>REVISIÓN DE OBRAS</b> OBRAS: [ ] REVISIÓN: [ ]		



### ESPECIFICACIONES:

- 1.- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL, EN BAJO RELIEVE A 0.01 m DE PROFUNDIDAD.
- 2.- For 140 Kg/cm² SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRO VALOR.
- 3.- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO SERÁ PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO).
- 4.- Fy=2810 Kg/cm².
- 5.- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRÁ CON ALISADO CON ESPESOR DE 0.01 m HASTA UNA ALTURA DE 0.30 m SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERÍA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA.
- 6.- PROPORCIÓN DE ALISADO 1:2 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RIO).



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

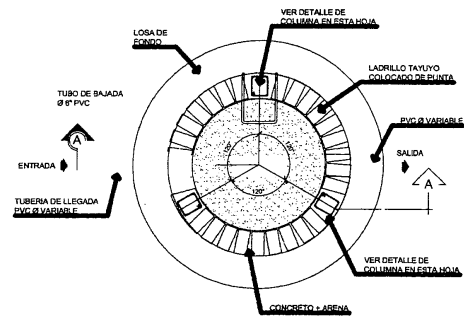
MANIPULADO DE BOLA

DISEÑO: MARCO POLO TOZORA PEREZ  
DIBUJO: MARCO POLO TOZORA PEREZ

TEMPO: RECTOR JUAN BARRIO EL CAJAVIRO, SOLAJA SOLAJA  
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA  
CONTIENE: DETALLES DE POZOS DE VISITA

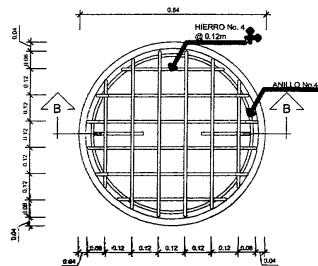
BROCAL: INDICADA  
FECHA: SEPTIEMBRE 2011

FIG. 10/12



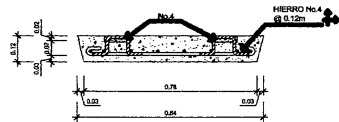
PLANTA

ESCALA 1:20



PLANTA

ESCALA 1:10

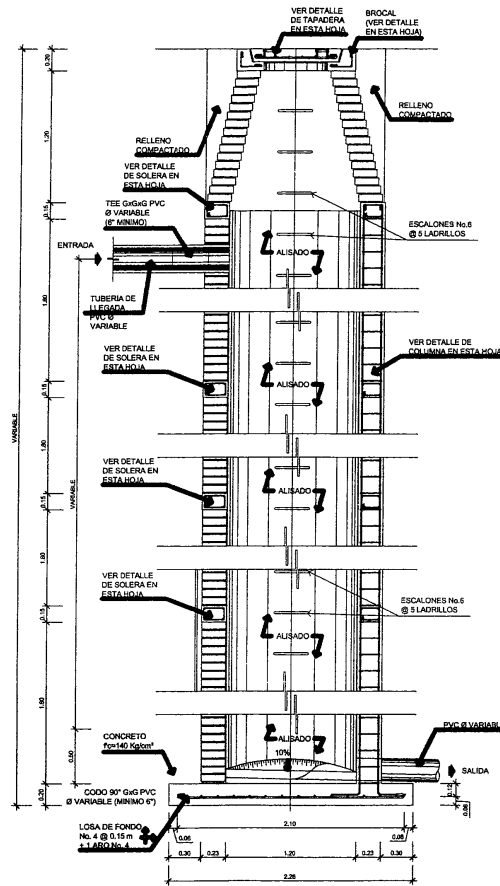


SECCIÓN B - B

ESCALA 1:10

DETALLE TAPADERA DE POZO

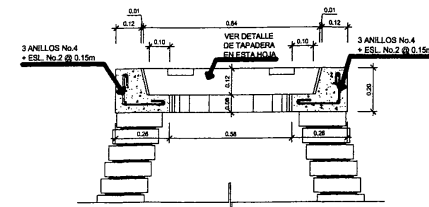
ESCALA INDICADA



ESCALA 1:20

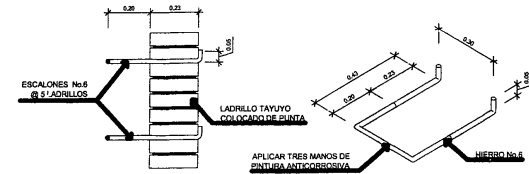
**ESPECIFICACIONES:**

- 1.- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL, EN BAJO RELIEVE A 1cm DE PROFUNDIDAD.
- 2.- f=210 Kg/cm², SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRO VALOR.
- 3.- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DEL LADRILLO SERÁ PROPORCIÓN 1:3 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RÍO).
- 4.- Fy=2810 Kg/cm².
- 5.- EL INTERIOR DE LOS POZOS IRÁ CON ALISADO (ESPOSOR DE 1 cm.) HASTA UNA ALTURA DE 0.30 m. SOBRE LA GOTA DE CORONA DE LA TUBERÍA DE ENTRADA DE MAYOR ALTURA.
- 6.- PROPORCIÓN DE ALISADO 1:2 (CEMENTO GRIS, ARENA DE RÍO).



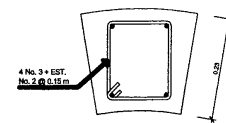
DETALLE DE BROCAL

ESCALA 1:10



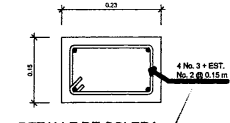
DETALLE ESCALONES

ESCALA 1:10



DETALLE DE COLUMNA (REFUERZO LONGITUDINAL)

ESCALA INDICADA



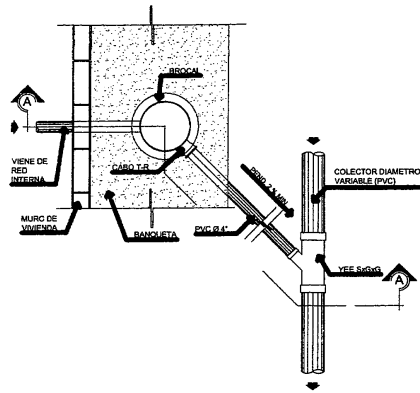
DETALLE DE SOLERA (REFUERZO TRANSVERSAL)

ESCALA INDICADA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	
MUNICIPALIDAD DE SOLLA	
DISEÑO: MARCO POLO TORRES PEREZ	DELEGADO: MARCO POLO TORRES PEREZ
OPERA: ESTERIO GARCIA	PROYECTO: CENTRO DE SERTIMA DE ACANTALLADO
BARRO EL CALVARIO, SOLLA, SOLLA	SANTO ANTONIO, SECTOR CANE
ESCALA: INDICADA	CONTIENE: DETALLES DE POZOS DE VISITA
FECHA: SEPTIEMBRE 2011	NOVA 1/12





PLANTA

ESCALA 1:20

REFERENCIAS

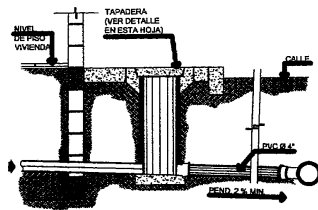
TIPO "A"  
CONDICIONES NORMALES  
(ACCESORIOS PARA ALCANTARILLADO SANITARIO)

- A. CABO TRANSFORMADOR / REDUCTOR 4" x 3"
- B. TUBERIA PVC Ø 4"
- C. VEE S/600 (Ø 3" COLECTOR 147)

NOTA:  
▶ INDICA DIRECCION DE FLUJO

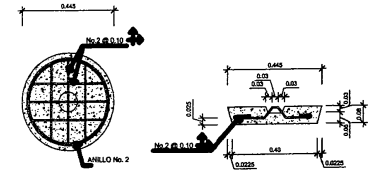
ESPECIFICACIONES

F<sub>0</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
F<sub>y</sub> = 58 10 Kg/cm<sup>2</sup>  
T.C. = TUBO DE CONCRETO



SECCIÓN A - A

ESCALA 1:20

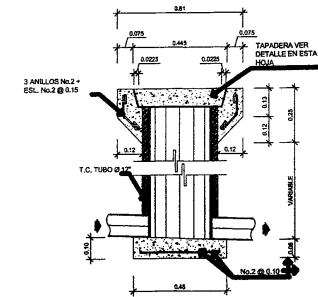


PLANTA

ESCALA 1:10

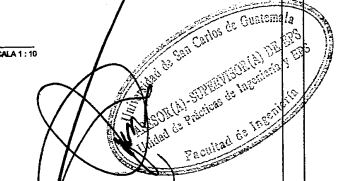
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA INDICADA



DETALLE CAJA DE REGISTRO

ESCALA 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	
MEMORIA DE SOLA	
DISEÑO: MARCO POLO TOBIAS PEREZ	REVISOR: MARCO POLO TOBIAS PEREZ
LUGAR: BUENOS AIRES	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, SECTOR ONE
CLIENTE: MUNICIPIO DE BUENOS AIRES	CONTIENE: DETALLES DE POZO DE VISITA
ESCALA: INDICADA	FECHA: 12/12
PROY: 01/2018	REVISOR: 01/2018

ESPECIFICACIONES TECNICAS

**Limpia, Chapeo y Desmonte:**

- La línea para instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros; 0.60 m a cada lado del eje de instalación de la tubería.
- El Supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
- Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser convenientemente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas o inderogado.

**Zanjas:**

- Las tuberías se empalmarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señala el supervisor o las bases especiales.
- Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto:
  - En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 m.
  - En caminos de tránsito pesado, 1.00 m.
  - Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.80 m.

**Instalación de tubería de PVC:**

- Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copia, si no es posible, debe afilarse o fijarse la punta del tubo.
- Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco deberá desecharse.
- Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.
- El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacer rápidamente ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento a las dos piezas.

**Relleno de Zanjas:**

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

**Válvulas de compuerta:**

- Salvo indicación otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 250 libras/pulg.<sup>2</sup>, excepto que se indique otra presión en los planos.

**Hipoclorador**

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

**Tanque Elevado**

El material que se ajuste a las siguientes normas, podrá ser usado bajo estas especificaciones:

- > Acero estructural con límite de fluencia de 28.5Kg/mm<sup>2</sup> y con un espesor máximo de 12.7mm. ASTM A529.
- > Tubos de acero, con o sin costura, negros y galvanizados, por inmersión en caliente, ASTM A53.
- > Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en frío, con o sin costura, de sección circular o de otras formas, ASTM A500.
- > Acero estructural, ASTM A36
- > Lámina de acero de baja aleación y alta resistencia, laminada en caliente y laminada en frío, resistente a la corrosión, ASTM A668.
- > Lámina de acero al carbono laminado en caliente, para uso estructural, ASTM A570

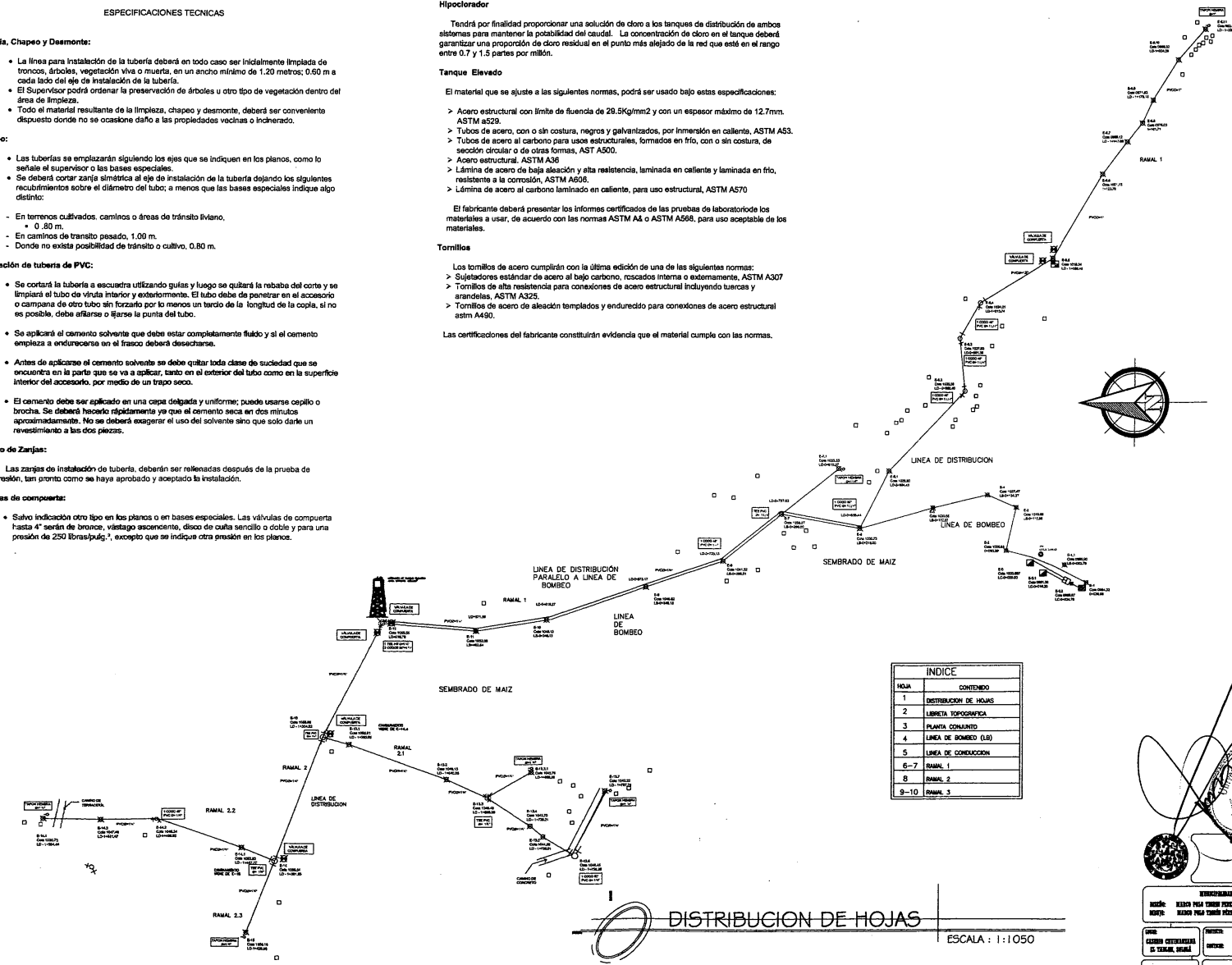
El fabricante deberá presentar los informes certificados de las pruebas de laboratorio de los materiales a usar, de acuerdo con las normas ASTM A4 o ASTM A568, para uso aceptable de los materiales.

**Tornillos**


Los tornillos de acero cumplirán con la última edición de una de las siguientes normas:

- > Sujetadores estándar de acero al bajo carbono, roscados interior o exteriormente, ASTM A307
- > Tornillos de alta resistencia para conexiones de acero estructural incluyendo tuercas y arandelas, ASTM A325.
- > Tornillos de acero de aleación templados y endurecidos para conexiones de acero estructural ASTM A490.

Las certificaciones del fabricante constituirán evidencia que el material cumple con las normas.



INDICE	
Hoja	Contenido
1	DISTRIBUCION DE HOJAS
2	LIBRETA TOPOGRAFICA
3	PLANTA CONJUNTO
4	LINEA DE BOMBEO (LB)
5	LINEA DE CONDUCCION
6-7	RAMAL 1
8	RAMAL 2
9-10	RAMAL 3


  
**ASESORIA GEOTECNICA DE ERS**  
 Unidad de Proyectos de Ingeniería y ERS  
 Recauda de Ingresos

---

**REPUBLICA DE GUATEMALA**  
 MINISTERIO DE ENERGIA  
 DIRECCION GENERAL DE INGENIERIA Y ERS

---

**PROYECTO DE INGENIERIA**  
 DISTRIBUCION DE HOJAS  
 HOJA: **1**  
 TITULO: **SEBRADO PARA TUBOS PVC**

---

AREA: **SEBRADO DE MAIZ**  
 UBICACION: **MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 METRO: **DISTRIBUCION DE HOJAS**

---

FECHA: **2014**  
 HOJA: **1** DE **1**  
 FECHA DE IMPRESION: **2014**

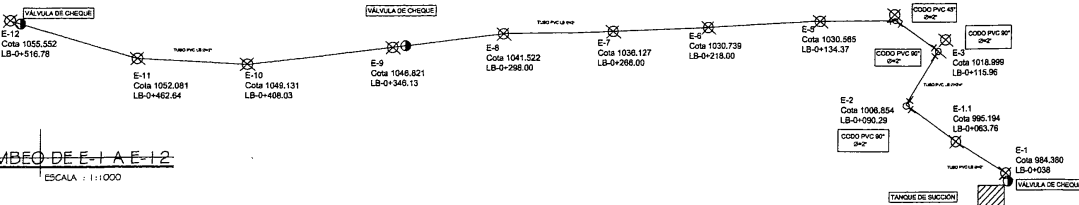
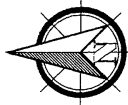
# LIBRETA TOPOGRAFICA

ESCALA: 1:1050

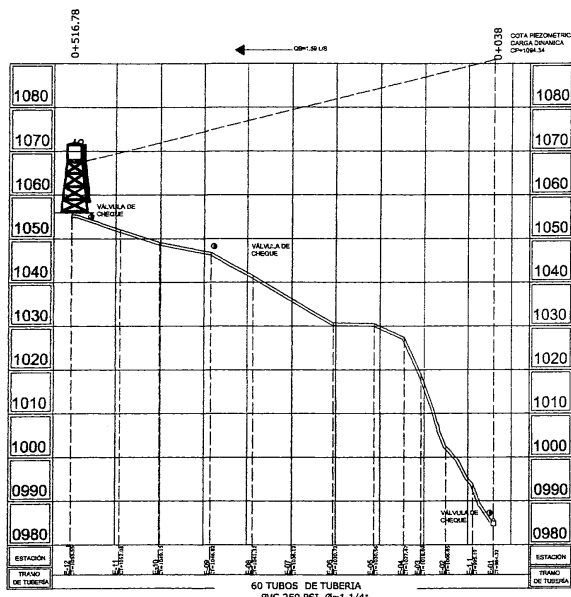
LINEA DE BOMBEO			ANILLO HORIZONTAL			ANILLO VERTICAL		
EST	PO	AL. P.M.	IN	O	N	S	O	N
E01	P01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
E02	P02	1.005	1.010	1.015	1.020	1.025	1.030	1.035
E03	P03	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070
E04	P04	1.015	1.030	1.045	1.060	1.075	1.090	1.105
E05	P05	1.020	1.040	1.060	1.080	1.100	1.120	1.140
E06	P06	1.025	1.050	1.075	1.105	1.135	1.165	1.195
E07	P07	1.030	1.060	1.090	1.125	1.160	1.195	1.230
E08	P08	1.035	1.070	1.105	1.145	1.185	1.225	1.265
E09	P09	1.040	1.080	1.120	1.165	1.210	1.250	1.290
E10	P10	1.045	1.090	1.135	1.185	1.235	1.275	1.315
E11	P11	1.050	1.100	1.145	1.195	1.245	1.285	1.325
E12	P12	1.055	1.110	1.155	1.210	1.255	1.295	1.335
E13	P13	1.060	1.120	1.165	1.220	1.260	1.300	1.340
E14	P14	1.065	1.130	1.175	1.230	1.265	1.305	1.345
E15	P15	1.070	1.140	1.185	1.240	1.270	1.310	1.350
E16	P16	1.075	1.150	1.195	1.250	1.275	1.315	1.355
E17	P17	1.080	1.160	1.205	1.260	1.280	1.320	1.360
E18	P18	1.085	1.170	1.215	1.270	1.285	1.325	1.365
E19	P19	1.090	1.180	1.225	1.280	1.290	1.330	1.370
E20	P20	1.095	1.190	1.235	1.290	1.295	1.335	1.375
E21	P21	1.100	1.200	1.245	1.300	1.300	1.340	1.380
E22	P22	1.105	1.210	1.255	1.310	1.305	1.345	1.385
E23	P23	1.110	1.220	1.265	1.320	1.310	1.350	1.390
E24	P24	1.115	1.230	1.275	1.330	1.315	1.355	1.395
E25	P25	1.120	1.240	1.285	1.340	1.320	1.360	1.400
E26	P26	1.125	1.250	1.295	1.350	1.325	1.365	1.405
E27	P27	1.130	1.260	1.305	1.360	1.330	1.370	1.410
E28	P28	1.135	1.270	1.315	1.370	1.335	1.375	1.415
E29	P29	1.140	1.280	1.325	1.380	1.340	1.380	1.420
E30	P30	1.145	1.290	1.335	1.390	1.345	1.385	1.425
E31	P31	1.150	1.300	1.345	1.400	1.350	1.390	1.430
E32	P32	1.155	1.310	1.355	1.410	1.355	1.395	1.435
E33	P33	1.160	1.320	1.365	1.420	1.360	1.400	1.440
E34	P34	1.165	1.330	1.375	1.430	1.365	1.405	1.445
E35	P35	1.170	1.340	1.385	1.440	1.370	1.410	1.450
E36	P36	1.175	1.350	1.395	1.450	1.375	1.415	1.455
E37	P37	1.180	1.360	1.405	1.460	1.380	1.420	1.460
E38	P38	1.185	1.370	1.415	1.470	1.385	1.425	1.465
E39	P39	1.190	1.380	1.425	1.480	1.390	1.430	1.470
E40	P40	1.195	1.390	1.435	1.490	1.395	1.435	1.475
E41	P41	1.200	1.400	1.445	1.500	1.400	1.440	1.480
E42	P42	1.205	1.410	1.455	1.510	1.405	1.445	1.485
E43	P43	1.210	1.420	1.465	1.520	1.410	1.450	1.490
E44	P44	1.215	1.430	1.475	1.530	1.415	1.455	1.495
E45	P45	1.220	1.440	1.485	1.540	1.420	1.460	1.500
E46	P46	1.225	1.450	1.495	1.550	1.425	1.465	1.505
E47	P47	1.230	1.460	1.505	1.560	1.430	1.470	1.510
E48	P48	1.235	1.470	1.515	1.570	1.435	1.475	1.515
E49	P49	1.240	1.480	1.525	1.580	1.440	1.480	1.520
E50	P50	1.245	1.490	1.535	1.590	1.445	1.485	1.525
E51	P51	1.250	1.500	1.545	1.600	1.450	1.490	1.530
E52	P52	1.255	1.510	1.555	1.610	1.455	1.495	1.535
E53	P53	1.260	1.520	1.565	1.620	1.460	1.500	1.540
E54	P54	1.265	1.530	1.575	1.630	1.465	1.505	1.545
E55	P55	1.270	1.540	1.585	1.640	1.470	1.510	1.550
E56	P56	1.275	1.550	1.595	1.650	1.475	1.515	1.555
E57	P57	1.280	1.560	1.605	1.660	1.480	1.520	1.560
E58	P58	1.285	1.570	1.615	1.670	1.485	1.525	1.565
E59	P59	1.290	1.580	1.625	1.680	1.490	1.530	1.570
E60	P60	1.295	1.590	1.635	1.690	1.495	1.535	1.575
E61	P61	1.300	1.600	1.645	1.700	1.500	1.540	1.580
E62	P62	1.305	1.610	1.655	1.710	1.505	1.545	1.585
E63	P63	1.310	1.620	1.665	1.720	1.510	1.550	1.590
E64	P64	1.315	1.630	1.675	1.730	1.515	1.555	1.595
E65	P65	1.320	1.640	1.685	1.740	1.520	1.560	1.600
E66	P66	1.325	1.650	1.695	1.750	1.525	1.565	1.605
E67	P67	1.330	1.660	1.705	1.760	1.530	1.570	1.610
E68	P68	1.335	1.670	1.715	1.770	1.535	1.575	1.615
E69	P69	1.340	1.680	1.725	1.780	1.540	1.580	1.620
E70	P70	1.345	1.690	1.735	1.790	1.545	1.585	1.625
E71	P71	1.350	1.700	1.745	1.800	1.550	1.590	1.630
E72	P72	1.355	1.710	1.755	1.810	1.555	1.595	1.635
E73	P73	1.360	1.720	1.765	1.820	1.560	1.600	1.640
E74	P74	1.365	1.730	1.775	1.830	1.565	1.605	1.645
E75	P75	1.370	1.740	1.785	1.840	1.570	1.610	1.650
E76	P76	1.375	1.750	1.795	1.850	1.575	1.615	1.655
E77	P77	1.380	1.760	1.805	1.860	1.580	1.620	1.660
E78	P78	1.385	1.770	1.815	1.870	1.585	1.625	1.665
E79	P79	1.390	1.780	1.825	1.880	1.590	1.630	1.670
E80	P80	1.395	1.790	1.835	1.890	1.595	1.635	1.675
E81	P81	1.400	1.800	1.845	1.900	1.600	1.640	1.680
E82	P82	1.405	1.810	1.855	1.910	1.605	1.645	1.685
E83	P83	1.410	1.820	1.865	1.920	1.610	1.650	1.690
E84	P84	1.415	1.830	1.875	1.930	1.615	1.655	1.695
E85	P85	1.420	1.840	1.885	1.940	1.620	1.660	1.700
E86	P86	1.425	1.850	1.895	1.950	1.625	1.665	1.705
E87	P87	1.430	1.860	1.905	1.960	1.630	1.670	1.710
E88	P88	1.435	1.870	1.915	1.970	1.635	1.675	1.715
E89	P89	1.440	1.880	1.925	1.980	1.640	1.680	1.720
E90	P90	1.445	1.890	1.935	1.990	1.645	1.685	1.725
E91	P91	1.450	1.900	1.945	2.000	1.650	1.690	1.730
E92	P92	1.455	1.910	1.955	2.010	1.655	1.695	1.735
E93	P93	1.460	1.920	1.965	2.020	1.660	1.700	1.740
E94	P94	1.465	1.930	1.975	2.030	1.665	1.705	1.745
E95	P95	1.470	1.940	1.985	2.040	1.670	1.710	1.750
E96	P96	1.475	1.950	1.995	2.050	1.675	1.715	1.755
E97	P97	1.480	1.960	2.005	2.060	1.680	1.720	1.760
E98	P98	1.485	1.970	2.015	2.070	1.685	1.725	1.765
E99	P99	1.490	1.980	2.025	2.080	1.690	1.730	1.770
E100	P100	1.495	1.990	2.035	2.090	1.695	1.735	1.775

LINEA DE BOMBEO			ANILLO HORIZONTAL			ANILLO VERTICAL		
EST	PO	AL. P.M.	IN	O	N	S	O	N
E01	P01	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
E02	P02	1.005	1.010	1.015	1.020	1.025	1.030	1.035
E03	P03	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070
E04	P04	1.015	1.030	1.045	1.060	1.075	1.090	1.105
E05	P05	1.020	1.040	1.060	1.080	1.100	1.120	1.140
E06	P06	1.025	1.050	1.075	1.105	1.135	1.165	1.195
E07	P07	1.030	1.060	1.090	1.125	1.160	1.195	1.230
E08	P08	1.035	1.070	1.105	1.145	1.185	1.225	1.265
E09	P09	1.040	1.080	1.120	1.165	1.210	1.250	1.290
E10	P10	1.045	1.090	1.135	1.185	1.235	1.275	1.315
E11	P11	1.050	1.100	1.145	1.195	1.245	1.285	1.325
E12	P12	1.055	1.110	1.155	1.210	1.255	1.295	1.335
E13	P13	1.060	1.120	1.165	1.220	1.260	1.300	1.340
E14	P14	1.065	1.130	1.175	1.230	1.265	1.305	1.345
E15	P15	1.070	1.140	1.185	1.240	1.270	1.310	1.350
E16	P16	1.075	1.150	1.195	1.250	1.275	1.315	1.355
E17	P17	1.080	1.160	1.205	1.260	1.280	1.320	1.360
E18	P18	1.085	1.170	1.215	1.270	1.285	1.325	1.365
E19	P19	1.090	1.180	1.225	1.280	1.290	1.330	1.370
E20	P20	1.095	1.190	1.235	1.290	1.295	1.335	1.375
E21	P21	1.100	1.200	1.245	1.300	1.300	1.340	1.380
E22	P22	1.105	1.210	1.255	1.310	1.305	1.345	1.385
E23	P23	1.110	1.220	1.265	1.320	1.310	1.350	1.390
E24	P24	1.115	1.230	1.275	1.330	1.315	1.355	1.395
E25	P25	1.120	1.240	1.285	1.340	1.320	1.360	1.400
E26	P26	1.125	1.250	1.295	1.350	1.325	1.365	1.405
E27	P27	1.130	1.260	1.305	1.360	1.330	1.370	1.410
E28	P28	1.135	1.270	1.315	1.370	1.335	1.375	1.415
E29	P29	1.140	1.280	1.325	1.380	1.340	1.380	1.420
E30	P30	1.145	1.290	1.335	1.390	1.345	1.385	1.425
E31	P31	1.150	1.300	1.345	1.400	1.350	1.390	1.430
E32	P32	1.155	1.310	1.355	1.410	1.355	1.395	1.435
E33	P33	1.160	1.320	1.365	1.420	1.360	1.400	1.440
E34	P34	1.165	1.330	1.375	1.430	1.365	1.405	1.445
E35	P35	1.170	1.340	1.385	1.440			

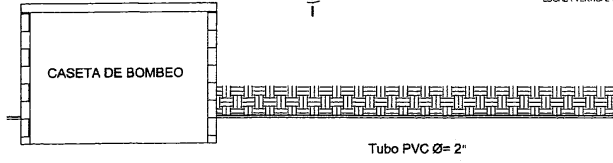




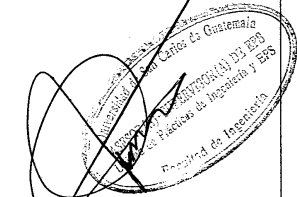
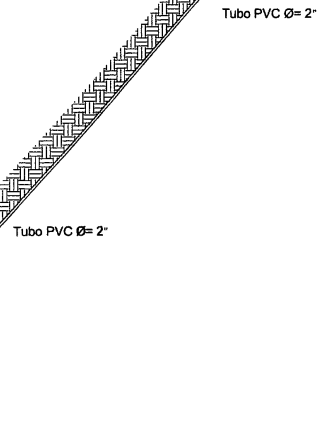
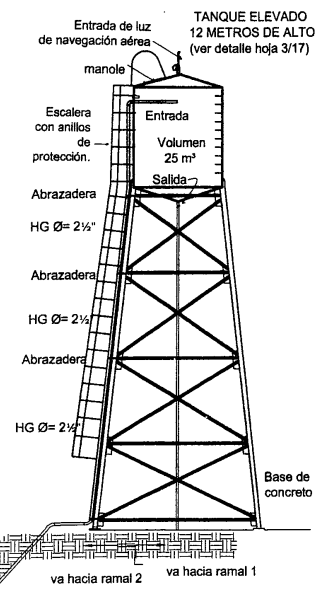
PLANTA LINEA DE BOMBEO DE E-1 A E-12  
SECTOR LA CUMBRE, CHUMIMANZANA ESCALA : 1:1000



PERFIL LINEA DE BOMBEO DE E-1 A E-12  
SECTOR LA CUMBRE, CHUMIMANZANA ESCALA HORIZONTAL : 1:2500  
ESCALA VERTICAL : 1:250



SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACION
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERIA (LD, LC)
	COTA PIEZOMETRICA
	LINEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESION
	TANQUE DE SUCCION
	CAPTACION
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAJA REDUIDORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	DIRECCION DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPON HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO



INFORMACION DE LOS DATOS DE PROYECTO

ENCARGO DE PROYECTO: TECNICO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

INFORMACION DE OBRAS

USO: BARRIO PARA TURISMO PESQUERO  
OBJETO: BARRIO PARA TURISMO PESQUERO

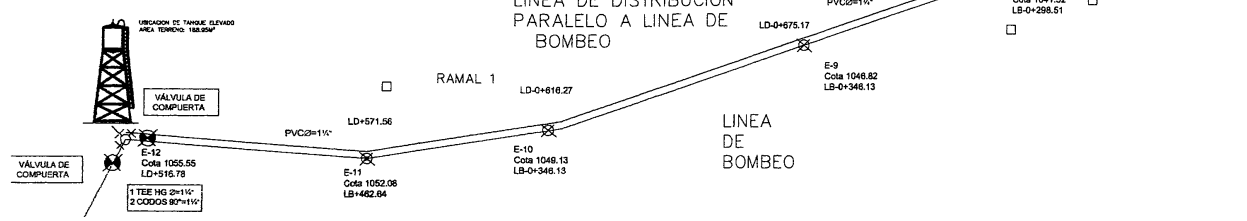
UBICACION: CANTON PASTAZA  
MUNICIPIO: MUNICIPIO DE PASTAZA

FECHA: 2018  
FECHA DE ACTUALIZACION: 2018

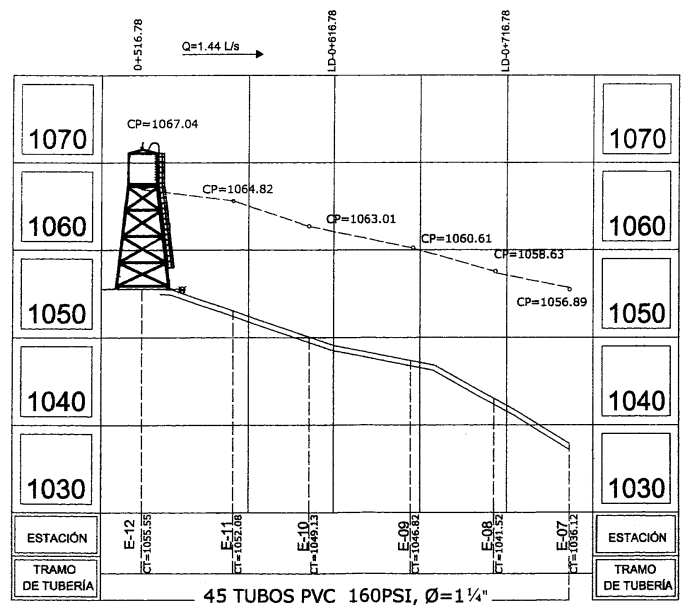
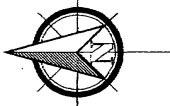
4/17



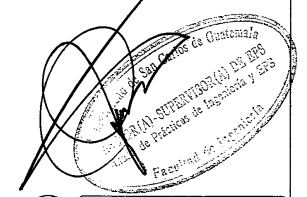
PLANTA RAMAL I E-12 A E-7  
ESCALA: 1:500  
PAGE 1



SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACION
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERIA (LD, LC)
	COTA PIEZOMETRICA
	LINEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESION
	TANQUE DE SUCCION
	CAPTACION
	LD LINEA DE DISTRIBUCION
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	DIRECCION DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	CODO A 45° Y 90°
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO



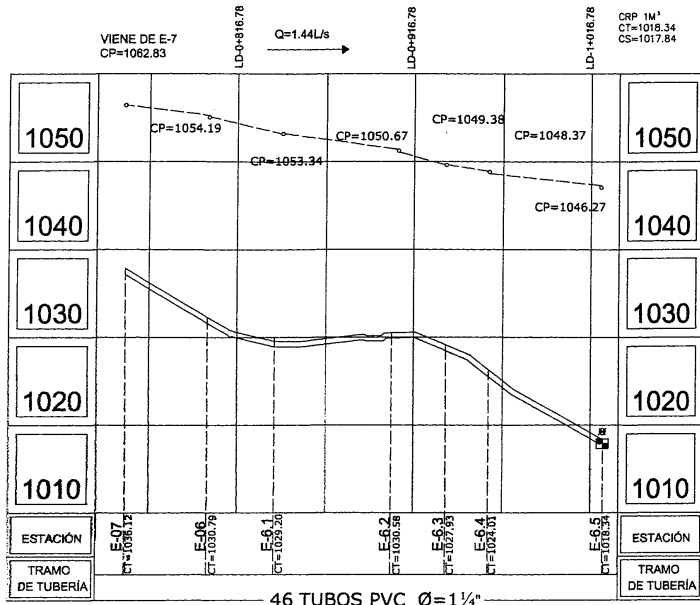
PERFIL RAMAL I E-12 A E-7  
LINEA DE DISTRIBUCION  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1250  
ESCALA VERTICAL: 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
CARRERA PROFESIONAL INGENIERIA (EP)

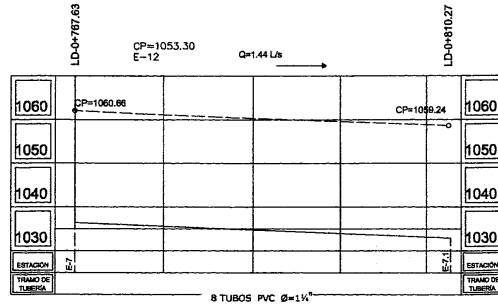
IDENTIFICACION DE OBRAS  
NOMBRE: RAMAL PARA TANKER PÉREZ  
PROYECTO: RAMAL PARA TANKER PÉREZ

FECHA: 06/17

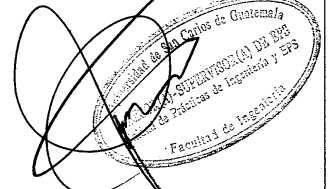
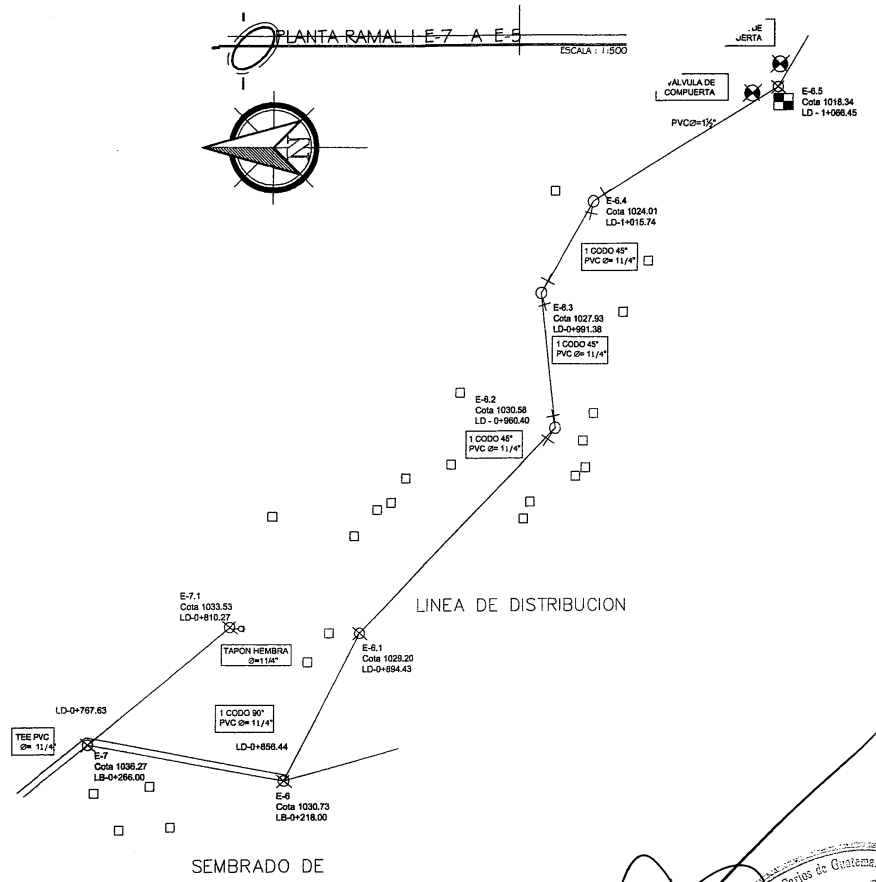


PERFIL RAMAL I, E-7 A E-6.5  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1250  
ESCALA VERTICAL: 1:250

SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACIÓN
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERÍA (LD, LD)
	COTA PIEZOMETRICA
	LÍNEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESIÓN
	TANQUE DE SUCCIÓN
	CAPTACIÓN
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
	CAJA REQUINORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	DIRECCIÓN DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	CODO A 45° Y 90°
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO



PERFIL RAMAL I, E-7 A E-7.1  
ESCALA HORIZONTAL: 1:1250  
ESCALA VERTICAL: 1:250



INFORMACIÓN DE LOS DATOS DE CONSULTA

ESTUDIO DE PROYECTO: [ ]

PROYECTO: [ ]

FECHA: [ ]

HOJA: [ ]

DE DISEÑO: [ ]

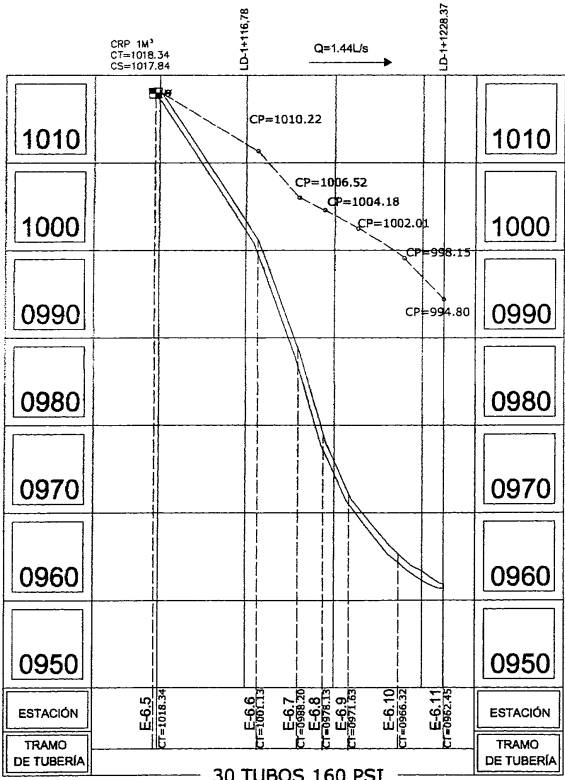
DE VERIFICACIÓN: [ ]

DE APROBACIÓN: [ ]

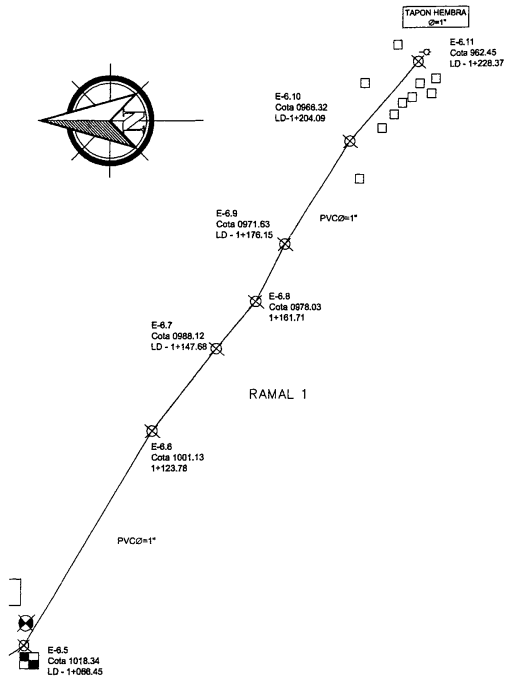
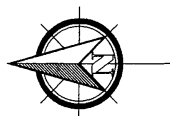
7/17



PERFIL RAMAL 2 E-G.5 A E-G.11  
 ESCALA HORIZONTAL: 1:1250  
 ESCALA VERTICAL: 1:500

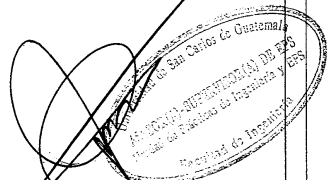


30 TUBOS 160 PSI  
 PVC Ø=1"

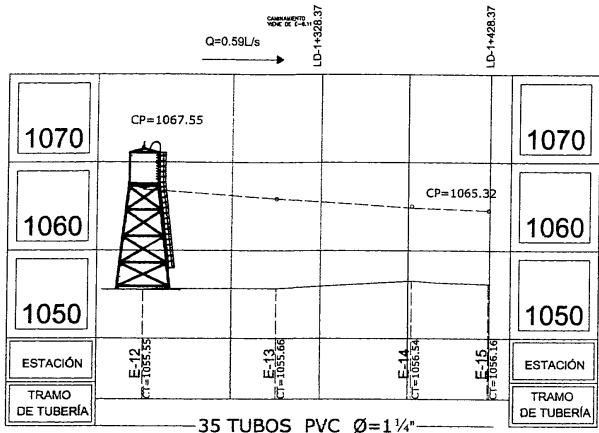


PLANTA RAMAL 2 E-G.5 A E-G.11  
 ESCALA: 1:500

SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACION
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERIA (LD, LC)
	COTA PIEZOMETRICA
	LINEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESION
	TANQUE DE SUCCION
	CAPTACION
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VALVULA DE COMPUERTA
	DIRECCION DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	CODO A 45° Y 90°
	TEE
	TAPON HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VALVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO

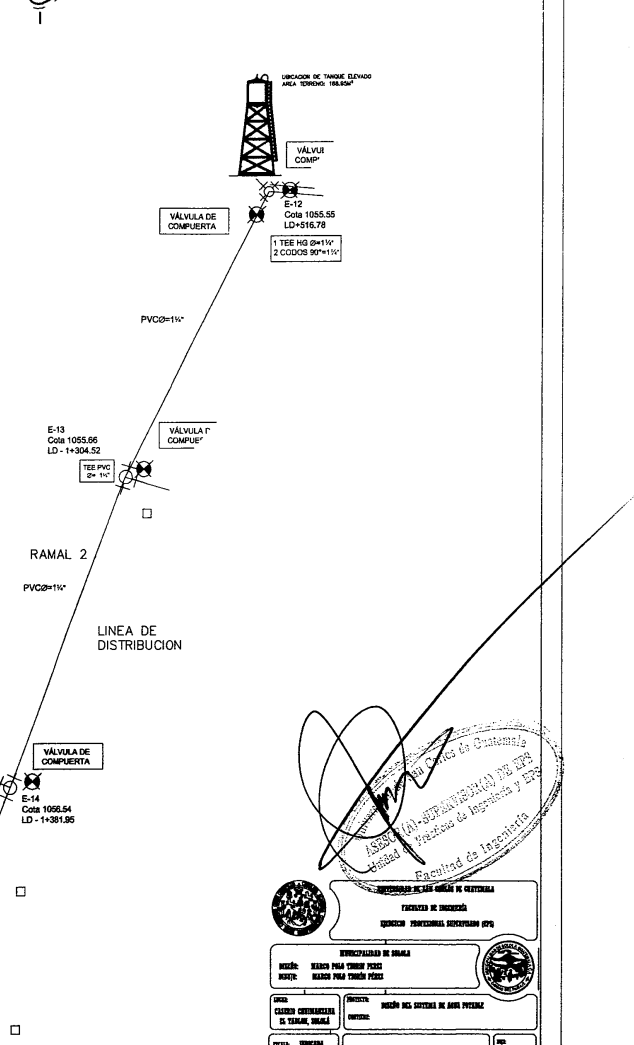


INSTITUCION DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA INGENIERIA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE	
INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE NOMBRE: <b>ALVARO PARRA TORRES</b> CATEGORIA: <b>ALVARO PARRA TORRES</b>	
AREA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> CARRERA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> ESCUELA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> FECHA: <b>8/17</b>	AREA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> CARRERA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> ESCUELA: <b>INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b> FECHA: <b>8/17</b>

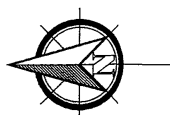
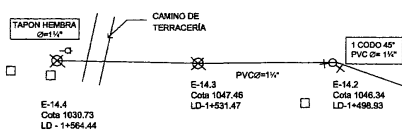
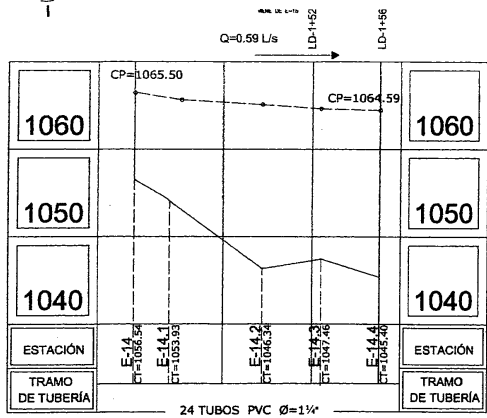


SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACIÓN
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERÍA (LD, LC)
	COTA PIEZOMÉTRICA
	LÍNEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESIÓN
	TANQUE DE SUCCIÓN
	CAPTACIÓN
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	DIRECCIÓN DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	CODO A 45° Y 90°
	TEE
	TAPON HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO

PLANTA RAMAL 2 E-12 A E-15 ESCALA: 1:500



PERFIL RAMAL 3 E-12 A E-15 ESCALA HORIZONTAL: 1:1250 ESCALA VERTICAL: 1:250



PERFIL RAMAL 3.2 E-14 A E-14.4 ESCALA HORIZONTAL: 1:1250 ESCALA VERTICAL: 1:250

Asociación Profesional de Ingenieros y Arquitectos de la Facultad de Ingeniería

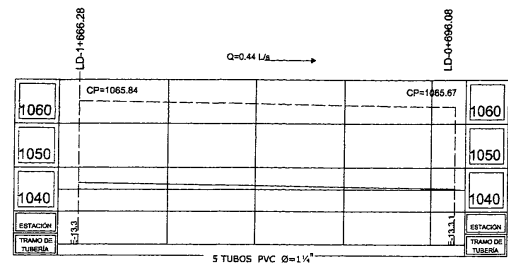
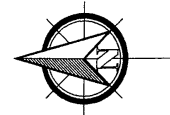
INSTITUCIÓN DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

REPUBLICANISMO DE OBRAS

PROYECTO: REPARO PARA TORNAY PISCO

PROYECTO: REPARO PARA TORNAY PISCO

FECHA: 9/17

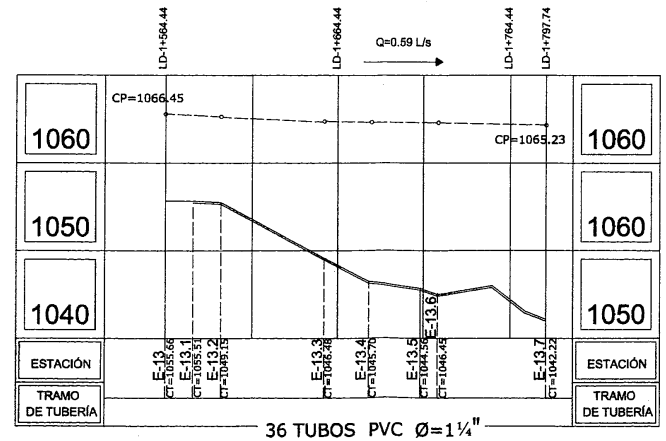
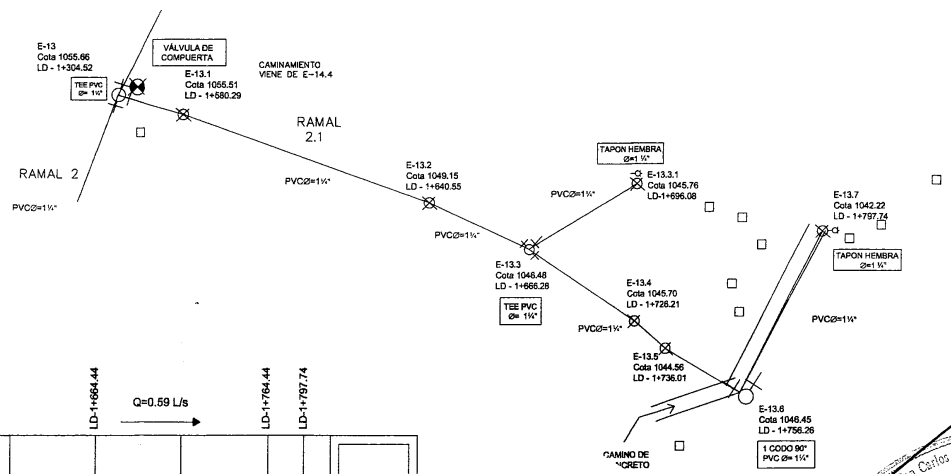


PLANTA RAMAL 3.1 E-13.3 A E-13.7  
ESCALA: 1:500

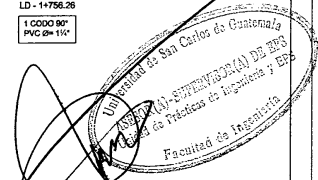
PERFIL RAMAL 3.1, E-13.3 A E-3.3.1  
ESCALA HORIZONTAL: 1:250  
ESCALA VERTICAL: 1:050

SEMBRADO DE MAIZ

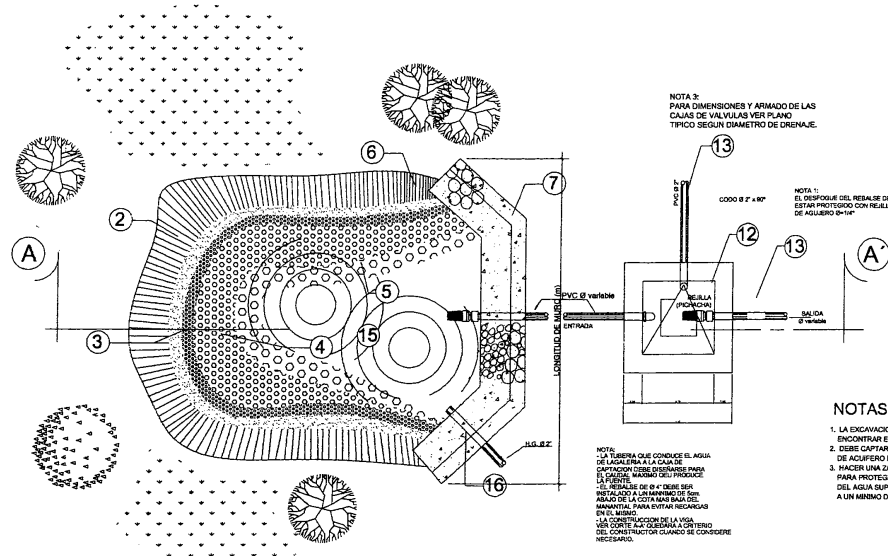
SIMBOLOGIA	
	INDICA ESTACION
	VIVIENDA, ESCUELA
	TUBERIA (LD, LC)
	COTA PIEZOMETRICA
	LINEA DE BOMBEO (LB)
	CAJA ROMPE-PRESION
	TANQUE DE SUCCION
	CAPTACION
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
	INDICA PARA VER DETALLE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	DIRECCION DEL FLUIDO
	REDUCIDOR
	CODO A 45° Y 90°
	TEE
	TAPON HEMBRA
	TANQUE ELEVADO
	VÁLVULA DE CHEQUE
	CASETA DE BOMBEO



PERFIL RAMAL 3.1, E-13.3 A E-13.7  
ESCALA HORIZONTAL: 1:250  
ESCALA VERTICAL: 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE TUBERIAS (PT)	
REVISADO POR: [Signature]	
DISEÑO: [Signature]	
FECHA: [Date]	PROYECTO: [Project Name]
ESCALA: [Scale]	FECHA DE ENTREGA: [Date]
FECHA DE REVISIÓN: [Date]	FECHA DE IMPRESIÓN: [Date]
10/17	



**ESPECIFICACIONES**

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA: PIEDRA BOLA 67% MORTERO 33% EL MORTERO UTILIZAR SABIETA PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA (1:2)
- CONCRETO: F<sub>ck</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup> 3000 Lbs/ft<sup>2</sup> PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PEDRIN (1:2:3)
- MUROS: LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBERA IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) SOBREDAMENTE ALIZADA.
- LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBERA DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERRADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2).
- REFUERZO: f<sub>y</sub> = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>

- 1 TERRENO NATURAL
- 2 ACUFERO
- 3 GRAVA DE 4"
- 4 GRAVA DE 4"
- 5 PIEDRA BOLA DE 4"-10"
- 6 MANTO DE ROCAS
- 7 MURO DE CAPTACION DE MAMPOSTERIA
- 8 VIGA DE 0.25" x 0.25" x 4 @ 36" - EST. @ 14 @ 0.20
- 9 TAPADERA PARA INSPECCION
- 10 SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 10 cm.
- 11 CONTRACUNETA REVISTIDA
- 12 CAJA DE REVISION
- 13 CAJA DE COMPUERTA
- 14 CANADADO PARA INTERFERIR
- 15 DEPOSITO DE AGUA
- 16 REBALSE @ 4" MKK

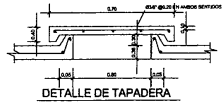
**NOTAS GENERALES**

1. LA EXCAVACION DEBERA HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
2. DEBERA CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DE ACUFERO DEJANDO PREVITO REBALSE.
3. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL. ESTA ZANJA ESTARA A UN MANTO DE 7cm. DE LA CAPTACION.

NOTA: LA BARRERA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA ZANJA A LA CASA DE CAPTACION DEBE CONSERVARSE PARA EL MEJOR MAQUINADO DEL PRODUCTO. EL REBALLE DE 4" DEBERA SER REBALLEZA A UN MANTO DE SOBRESALTO DE LA COTA MAS BAJA DEL MANTAL PARA EVITAR RECORRER EN EL MANTO. LA UN. DEBEN USAR CORTE ALA QUEBRADA Y CRITERIO DEL CONSTRUCTOR CUANDO SE CONSIDERE NECESARIO.

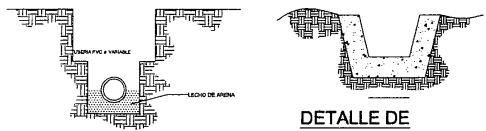
NOTA 3: PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS Cajas DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.

NOTA 1: EL REBALLE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUERO 2"x4"

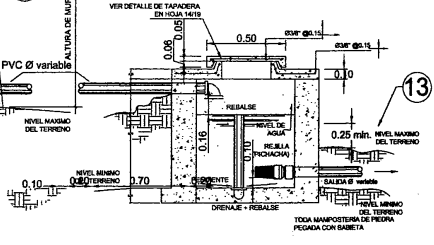
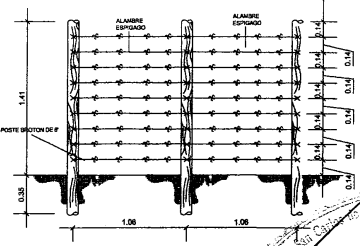
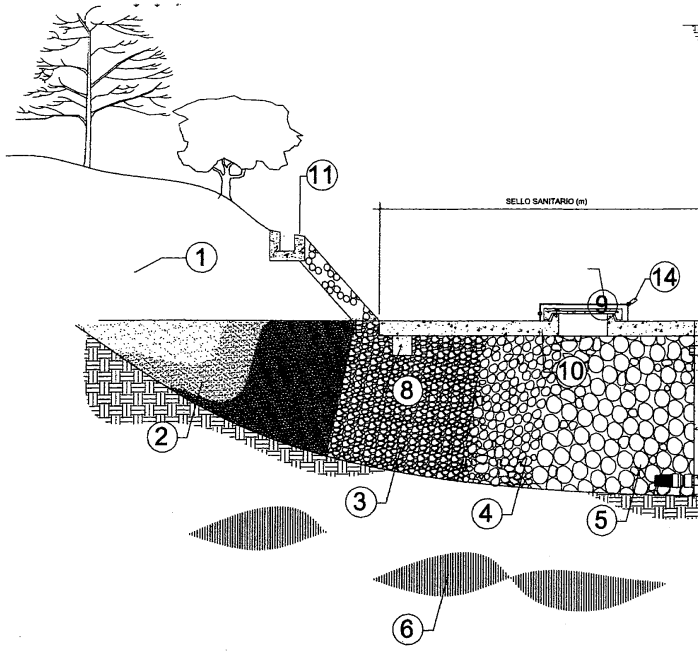


**ESPECIFICACIONES**  
 LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBERA HACERSE DE LA SIGUIENTE MANERA:  
 UNA DE MORTERO  
 DOS DE PIEDRA BOLA  
 EL MORTERO DEBE SER DE PROPORCION 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO Y CONCRETO  
 F<sub>ck</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup> 3000 Lbs/ft<sup>2</sup>  
 IMPERMEABILIZACION CON SABIETA (MANTO DE 10")  
 CANTONERAS DE LA CASA DE CAPTACION Y CAJA DE REVISION DEBE SER DE CALIDAD BUENA. DEBE AN. CADA IMPERMEABILIZANTE POR UN LADO DE LA CASA DE 1.50 M. CADA UNO CON PROTECCION (REJILLA) EN LA PARTE INTERIOR Y ALICATA EXTERIOR Y A UNOS 20 CM. DE LA PARED DE LA CASA DE 1.50 M. CADA UNO CON PROTECCION (REJILLA) EN LA PARTE EXTERIOR Y ALICATA INTERIOR.  
 HACIA LOS LADOS Y HACIENDO LAS SUPERFICIES CERRADAS CON PROPORCION 1:2 CEMENTO Y ARENA. REESTRUCTURACION DE LOSAS A UTILIZAR DEBE SER DE GRADO M<sup>2</sup> Y DISEÑADA POR UN INGENIERO DE DISEÑO M<sup>2</sup> 1811.  
 EL TORNADO DEBE SER A LA COTA DEL PISO DEBERA SER PROTECTAMENTE. IMPROBADA DADO LAS VARIAS SITUACIONES.

**DETALLE DE CUNETTA**



**DETALLE DE ZANJA**

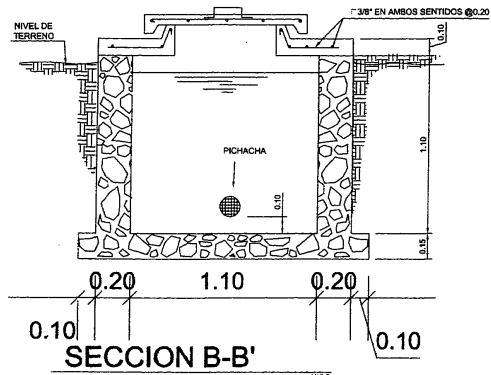


**ESTUDIO DE LAS Cajas DE CAPTACION**  
**PROYECTO DE DISEÑO**  
 (CUBIERTA PERIMETRAL SECURITARIA 07)

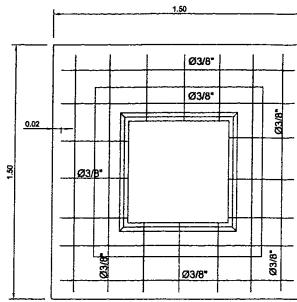
REVISADO POR: [Signature]  
 DISEÑADO POR: [Signature]

PROYECTO:	PROYECTO DE DISEÑO DE LAS Cajas DE CAPTACION
CLIENTE:	COMITE DE DESARROLLO RURAL
FECHA:	AGOSTO 2010
ESCALA:	1:10
FECHA DE EJECUCION:	

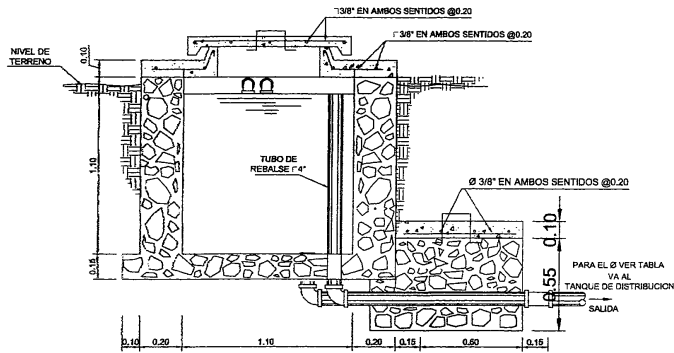
NO. 1117



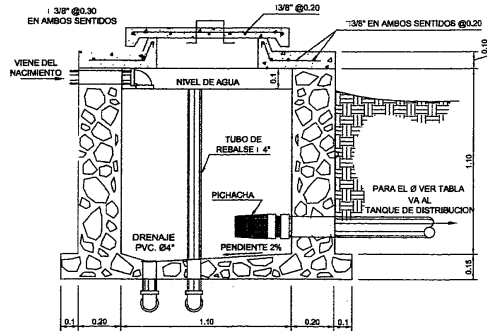
SECCION B-B'



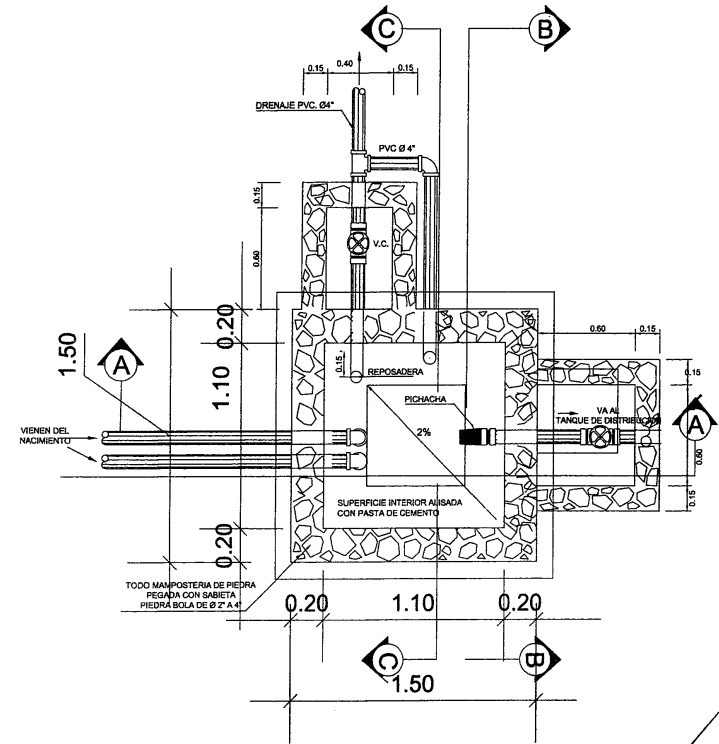
DETALLE DE LOSA



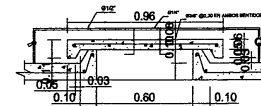
SECCION C-C'



SECCION A-A'



PLANTA

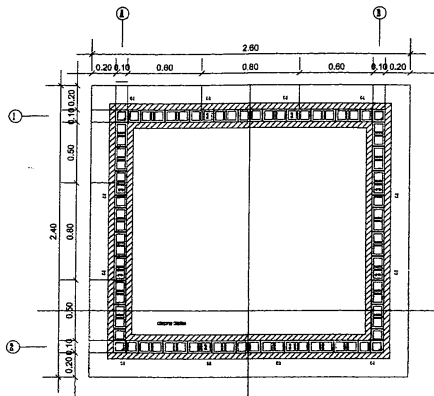


DETALLE DE TAPADERA

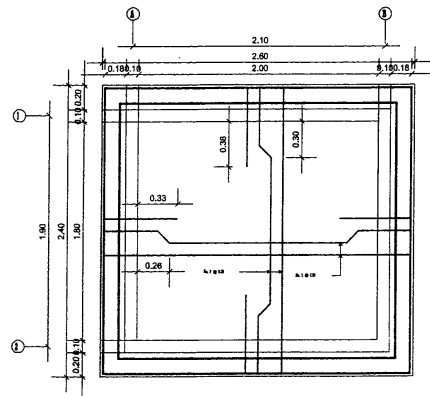
REFERENCIAS  
 EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE  
 SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA  
 DE ENTRADA Y EL MINIMO SERA 2"  
 $F_c=3 \text{ Ksi}$   
 $F_y=40 \text{ Ksi}$



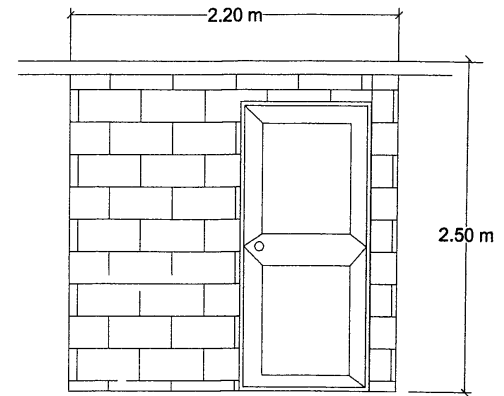
INSTITUCION DE LOS CERRAJES DE GUATEMALA INGENIERO EN MECANICA ESPECIALIDAD: ESPECIALIDAD EN MECANICA	
ESPECIALIDAD DE OBRAS TIPO: OBRAS PARA TAMBOR PUEBLO REPO: OBRAS PARA TAMBOR PUEBLO	
DISEÑO: CARLOS CONTRERAS DE TORRES, INGENIERO	DISTRIBUCION: INGENIERO EN SAN CARLOS DE GUATEMALA
FECHA: 08/08/2011	HOJA: 12/17



PLANTA DE CIMENTACION

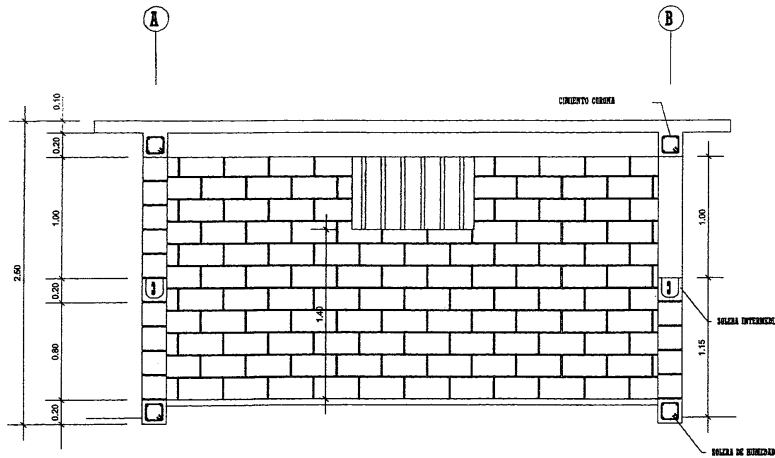


PLANTA DE LOSA



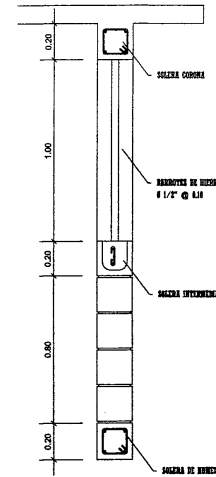
FACHADA FRONTAL

ESCALA : 1:25



SECCION A

ESCALA : 1:25



DETALLE DE MURO

ESCALA : 1:25

**COLONIAS**  
 SI UNO DE LOS DATOS NO SE  
 CONSIDERA, SE DEBE MARCAR  
 CON UN CERO (0) EN SU  
 LUGAR.  
**SOLERAS**  
 SI UNO DE LOS DATOS NO SE  
 CONSIDERA, SE DEBE MARCAR  
 CON UN CERO (0) EN SU  
 LUGAR.  
**CENTENARIOS**  
 SI UNO DE LOS DATOS NO SE  
 CONSIDERA, SE DEBE MARCAR  
 CON UN CERO (0) EN SU  
 LUGAR.



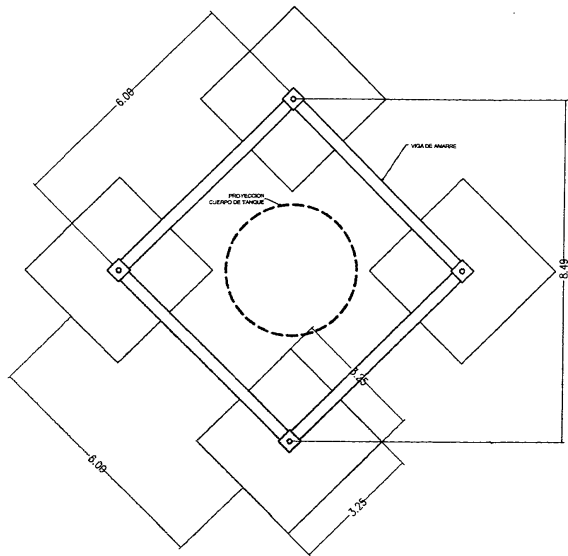
UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN  
 INGENIERIA CIVIL

IDENTIFICACION DE OBRAS  
 NOMBRE: MURO PARA TUBOS PERFORADOS  
 TIPO: MURO PARA TUBOS PERFORADOS

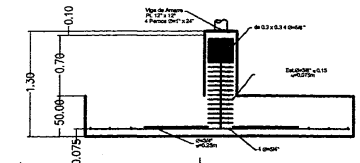
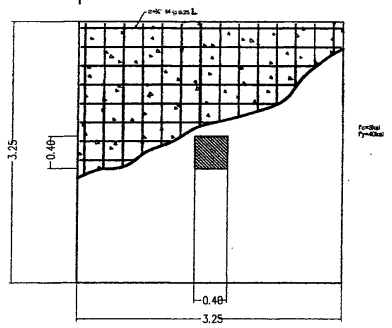
UBICACION: MUNICIPIO DEL CAYALAN DE ASES PUEBLO  
 CANTON: CANTON DE HOCONCHO

FECHA: MARZO 2014

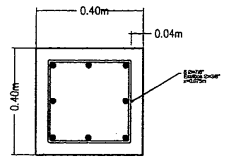
FECHA DE ENTREGA DEL DISEÑO: 13/17



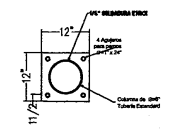
Detalle de Cimientos Individuales  
ESCALA: 1:25



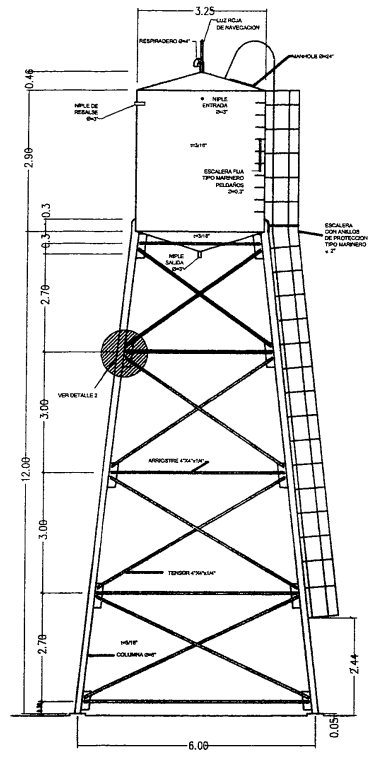
Detalle de Zapata  
ESCALA: 1:25



Detalle de Pedestalos  
ESCALA: 1:25

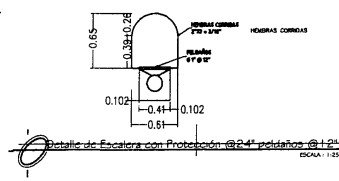


Detalle de Plata de Apoyo  
ESCALA: 1:25

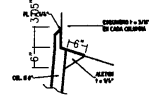


Detalle de Zepata  
ESCALA: 1:25

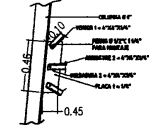
Detalle de Manole  
ESCALA: 1:25



Detalle de Escalera con Protección @P4 pediatras @1:25  
ESCALA: 1:25



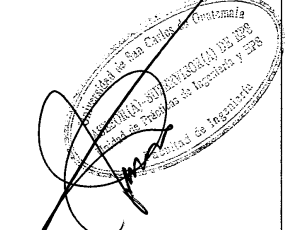
Detalle de Junta con Banda  
ESCALA: 1:25



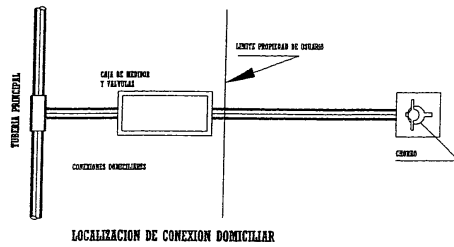
Detalle 2  
ESCALA: 1:25



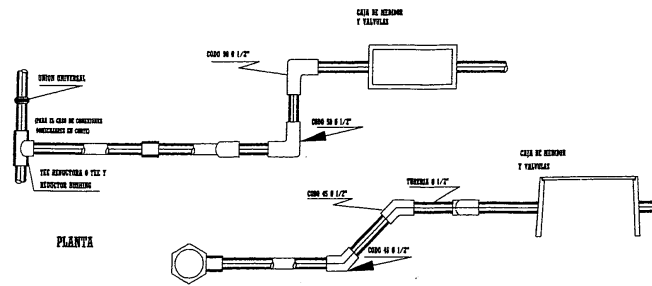
Detalle de Anclajes  
ESCALA: 1:25



INSTITUCIÓN DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIEROS CIVILES		
IDENTIFICACIÓN DE OBRAS PROYECTO: MURDO PARA TENER PESCA UBICACIÓN: MURDO PARA TENER PESCA		
DISEÑO: GUSTAVO CORTÉS ELABORADO: ELABORADO	FECHA: 2017 ESCALA: 1:25	NÚMERO DE OBRAS: 14/17



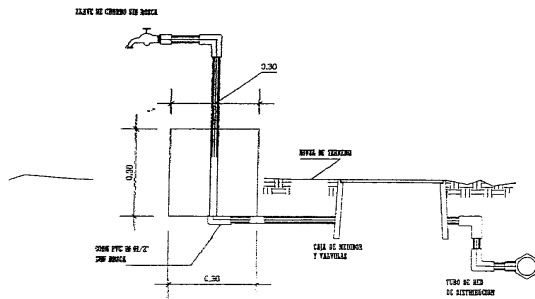
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR



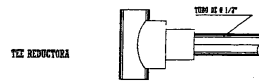
PLANTA

TUBERIA PRINCIPAL SER DE DISTRIBUCION

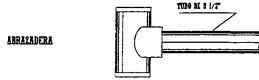
ELEVACION



ELEVACION LATERAL  
CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

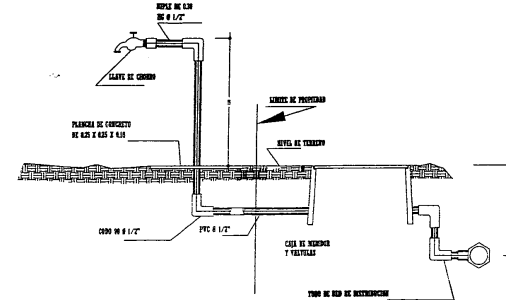


TEE REDUCTORA

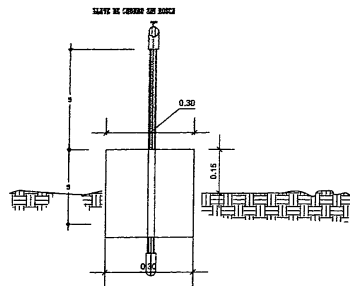


ARRANCADORA

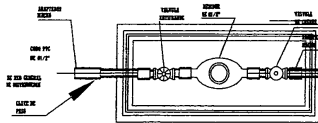
ALTERNATIVA DE LA TOMA DOMICILIARIA



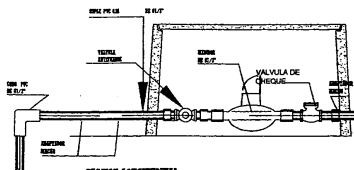
CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR  
PARA INSTALACION DE PILA



ELEVACION FRONTAL



PLANTA



SECCION LONGITUDINAL

CAJA DE MEDIDOR Y VALVULAS DE CONTROL

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 INSTITUTO VECESIANO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO VECESIANO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

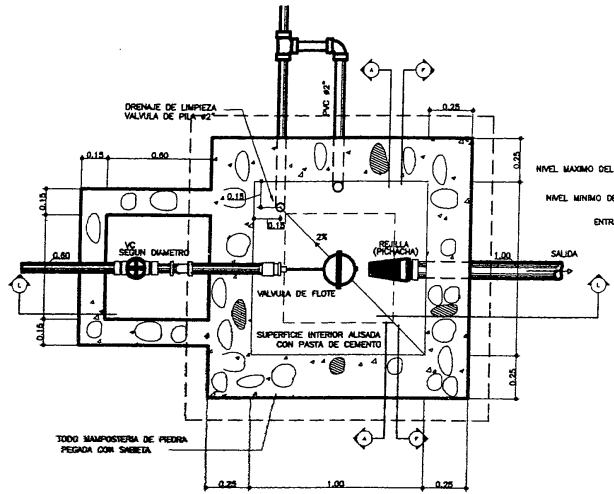
RECONOCIMIENTO DE OBRAS

PROYECTO: SERVIDOR PARA TUBERIA SERVIDOR  
 PLAN: SERVIDOR PARA TUBERIA SERVIDOR

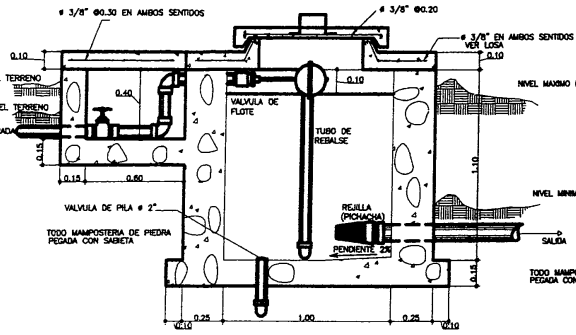
FECHA: 15/17



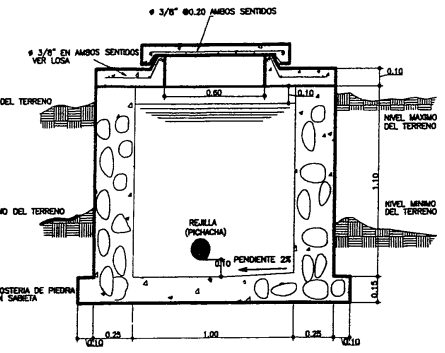




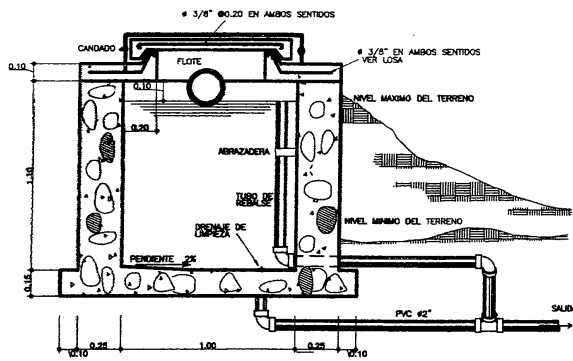
PLANTA  
ESCALA 1:12.5



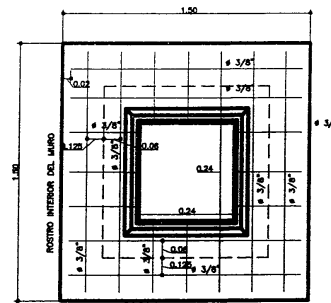
SECCION L-L  
ESCALA 1:12.5



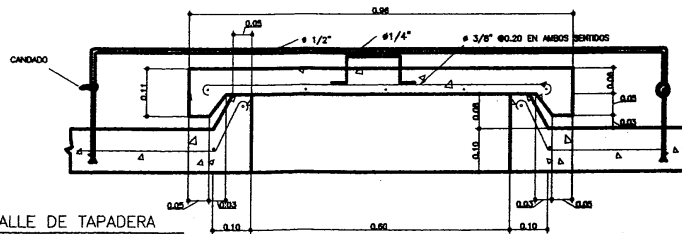
SECCION F-F  
ESCALA 1:12.5



SECCION A-A  
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE LOSA  
ESCALA 1:12.5



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA 1:5

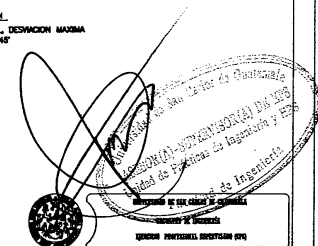
NOTAS :

MAFPOSTERIA: 47 % PIEDRA  
33 % SABETA 1: CEMENTO  
2: ARENA DE RIO  
CONCRETO = Fc 3 Km  
ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Km

ESPECIFICACIONES PARA VALVULAS  
DE FLOTE

MATERIALES  
CUERPO Y MUELLO: BRONCE  
SELLO: CAUCHO  
PELOTA: COBRE  
PRESION DE TRABAJO  
100 lbs/pulg.2 EN ROSCAS

INSTALACION  
HORIZONTAL, DESVIACION MAXIMA  
PERMITIDA 45°



DIRECCION GENERAL DE AGUAS	
TIPO: BANCOS PARA TUBOS ENCO	PROYECTO: DISEÑO DE DETALLE DE BANCOS PERFORADOS
TIPO: BANCOS PARA TUBOS ENCO	CLIENTE: CAJA MUNICIPAL DE AGUAS
FECHA: 08/05/2011	NO. 17717