



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

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**

**Karla Eugenia Quiñónez Arias**

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, abril de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KARLA EUGENIA QUIÑÓNEZ ARIAS**

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA CIVIL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
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 DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 21 de marzo de 2014.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Karla Eugenia Quiñónez Arias', enclosed within a large, hand-drawn oval shape.

**Karla Eugenia Quiñónez Arias**



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 27 de enero de 2015

Ref.EPS.DOC.43.01.15

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Karla Eugenia Quiñónez Arias** con carné No. **200714997**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra  
Asesora-Supervisora de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Área de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería



c.c. Archivo  
MRGS/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,  
11 de febrero de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ, desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Karla Eugenia Quiñónez Arias, con Carnet No. 200714997, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 17 de febrero de 2015  
Ref.EPS.DOC.89.02.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Karla Eugenia Quiñónez Arias, carné 200714997**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación de la estudiante Karla Eugenia Quiñónez Arias, titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua







El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHURUNEL CENTRAL Y EL MIRADOR, SOLOLÁ, SOLOLÁ**, presentado por la estudiante universitaria: **Karla Eugenia Quiñónez Arias**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García  
Decano

Guatemala, 20 de abril de 2015

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser mi guía espiritual y darme la sabiduría necesaria para lograr tan anhelada meta.
- Mis padres** Rolando Quiñónez y Blanca Arias de Quiñónez, porque siempre con amor y dedicación me brindaron su apoyo y consejos en este largo camino. Sin ustedes no sería la persona que soy ahora, los quiero mucho.
- Mis hermanos** José y Eugenia Quiñónez, por ser parte esencial de mi vida.
- Mi tía** María del Carmen Arias, por brindarme apoyo incondicional a lo largo de mi vida y tenderme la mano cuando más lo he necesitado.
- Mi novio** Luis Alberto Amezcuita Vargas, por apoyarme en la etapa más importante de mi carrera universitaria, por sus consejos y por formar parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi Alma Máter que permitió realizar mis metas y conocer a personas extraordinarias.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Porque en sus aulas pude adquirir el conocimiento necesario, el cual me permite ser una profesional competente y con valores éticos.
<b>Municipalidad de Sololá</b>	Por abrir sus puertas y brindarme su apoyo para la realización de este trabajo. En especial a Julio Roberto Ajcalón y Miguel Meletz, por sus consejos y enseñanza durante los 6 meses de EPS.
<b>Mi asesora</b>	Ingeniera Mayra Rebeca García Soria, por su dedicación y colaboración para la realización de este informe.
<b>Mis amigos</b>	Porque juntos hemos compartido los mejores momentos y siempre han estado conmigo cuando los he necesitado.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografías de los caseríos Churunel Central Pujujil III y El Mirador Pujujil II.....	1
1.1.1. Características físicas.....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Colindancias .....	3
1.1.1.3. Topografía .....	3
1.1.1.4. Clima .....	3
1.1.1.5. Tipo de vivienda.....	4
1.1.1.6. Población actual .....	5
1.1.2. Características socioeconómicas .....	6
1.1.2.1. Origen de la comunidad.....	7
1.1.2.2. Actividad económica.....	9
1.1.2.3. Idioma y religión.....	9
1.1.3. Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos .....	9
1.1.3.1. Descripción de las necesidades .....	9

1.1.3.2.	Evaluación y priorización de las necesidades .....	11
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	13
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua al caserío Churunel Central cantón Pujujil III .....	13
2.1.1.	Descripción general del proyecto .....	13
2.1.2.	Aforo, dotación y tipo de servicio.....	13
2.1.3.	Tasa de crecimiento poblacional .....	15
2.1.4.	Período de diseño .....	15
2.1.4.1.	Población futura .....	15
2.1.5.	Factores de consumo y caudales.....	16
2.1.5.1.	Factor de día máximo.....	16
2.1.5.2.	Factor de hora máximo .....	16
2.1.5.3.	Caudal medio diario .....	17
2.1.5.4.	Caudal máximo diario.....	17
2.1.5.5.	Caudal máximo horario .....	18
2.1.6.	Calidad del agua y sus normas .....	19
2.1.6.1.	Análisis bacteriológico.....	19
2.1.6.2.	Análisis fisicoquímico .....	20
2.1.7.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tuberías...21	
2.1.8.	Presiones y velocidades.....	23
2.1.9.	Levantamiento topográfico .....	23
2.1.9.1.	Planimetría .....	24
2.1.9.2.	Altimetría .....	24
2.1.10.	Diseño hidráulico del sistema.....	24
2.1.10.1.	Captación .....	24
2.1.10.2.	Línea de conducción .....	25
2.1.10.3.	Tanque de distribución .....	27

	2.1.10.4.	Volumen de almacenamiento .....	27
	2.1.10.5.	Diseño estructural.....	28
	2.1.10.6.	Línea de distribución.....	46
	2.1.10.7.	Sistema de desinfección.....	50
	2.1.10.8.	Conexiones domiciliarias.....	51
	2.1.10.9.	Obras de arte.....	51
	2.1.10.10.	Válvulas .....	52
	2.1.11.	Elaboración de planos .....	54
	2.1.12.	Presupuesto.....	54
	2.1.13.	Evaluación socioeconómica.....	57
	2.1.13.1.	Valor presente neto (VPN).....	57
	2.1.13.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	58
	2.1.14.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA) .....	60
2.2.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable al caserío El Mirador cantón Pujujil II .....	62
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	62
	2.2.2.	Fuentes de agua .....	63
	2.2.2.1.	Aforo de la fuente .....	63
	2.2.3.	Agua potable.....	64
	2.2.3.1.	Calidad del agua.....	64
	2.2.3.1.1.	Análisis bacteriológico ..	65
	2.2.3.1.2.	Análisis fisicoquímico ...	65
	2.2.4.	Levantamiento topográfico .....	66
	2.2.4.1.	Planimetría.....	67
	2.2.4.2.	Altimetría.....	67
	2.2.5.	Base para diseño hidráulico.....	68
	2.2.5.1.	Crecimiento poblacional .....	68
	2.2.5.2.	Período de diseño.....	68
	2.2.5.2.1.	Población futura.....	69

	2.2.5.3.	Dotación .....	70
2.2.6.		Factores de consumo .....	70
	2.2.6.1.	Factor de día máximo.....	71
	2.2.6.2.	Factor de hora máximo .....	71
2.2.7.		Caudales de diseño.....	71
	2.2.7.1.	Caudal medio diario .....	72
	2.2.7.2.	Caudal máximo diario.....	73
	2.2.7.3.	Caudal máximo horario .....	73
	2.2.7.4.	Caudal de bombeo .....	74
2.2.8.		Diseño hidráulico de los componentes .....	75
	2.2.8.1.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería .....	75
	2.2.8.2.	Clases y trabajo de tubería.....	76
	2.2.8.3.	Velocidades y presiones.....	76
	2.2.8.4.	Captación .....	77
	2.2.8.5.	Diseño de la línea de conducción.....	78
	2.2.8.5.1.	Determinación del diámetro económico.....	79
	2.2.8.5.2.	Tipos de tubería .....	84
	2.2.8.5.3.	Diseño del equipo de bombeo .....	85
	2.2.8.5.4.	Carga dinámica total (CDT) .....	86
	2.2.8.5.5.	Verificación del golpe de ariete .....	88
	2.2.8.5.6.	Potencia de la bomba ...	90
	2.2.8.5.7.	Equipo de bombeo .....	91
	2.2.8.6.	Tanque de almacenamiento .....	92
	2.2.8.7.	Red de distribución.....	109

2.2.8.8.	Sistema de desinfección.....	114
2.2.8.9.	Conexiones domiciliarias.....	116
2.2.8.10.	Obras de arte.....	117
2.2.8.11.	Válvulas.....	118
2.2.9.	Programa de operación y mantenimiento.....	119
2.2.10.	Propuesta de tarifa.....	120
2.2.11.	Elaboración de planos.....	121
2.2.12.	Presupuesto.....	122
2.2.13.	Evaluación socioeconómica.....	125
2.2.13.1.	Valor presente neto (VPN).....	125
2.2.13.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	127
2.2.14.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	129
CONCLUSIONES.....		131
RECOMENDACIONES.....		133
BIBLIOGRAFÍA.....		135
ANEXOS.....		137





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización del caserío Churunel Central .....	2
2.	Localización del caserío El Mirador.....	2
3.	Diagrama de momentos .....	33
4.	Sección de muro .....	38
5.	Áreas tributarias .....	41
6.	Levantamiento topográfico método de radiación.....	67
7.	Diagrama de momentos actuantes.....	97
8.	Dimensiones del muro.....	102
9.	Diagrama de áreas tributarias .....	105
10.	Conexión domiciliar .....	117

### TABLAS

I.	Datos de la población caserío Churunel Central.....	5
II.	Datos de la población caserío El Mirador .....	6
III.	Aforo .....	14
IV.	Valores comunes de C.....	22
V.	Resumen .....	32
VI.	Datos del muro .....	40
VII.	Resumen del presupuesto del sistema de agua potable Churunel Central .....	56
VIII.	Resultado del aforo.....	64
IX.	Costo mensual.....	82

X.	Costo por bombeo .....	83
XI.	Diámetro económico.....	83
XII.	Resumen de cálculos de momentos.....	97
XIII.	Resumen de datos .....	104
XIV.	Días no trabajados .....	123
XV.	Resumen del presupuesto de El Mirador .....	124

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Hs</b>	Altura de succión
<b>Asv</b>	Área de acero de varilla
<b>Asmin</b>	Área de acero mínimo
<b>n</b>	Años de diseño
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza
<b>CDT</b>	Carga dinámica total
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CMU</b>	Carga muerta última
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CVU</b>	Carga viva última
<b>Qb</b>	Caudal de bombeo
<b>Qmaxd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmaxh</b>	Caudal máximo horario
<b>Qmd</b>	Caudal medio diario
<b>Ga</b>	Celeridad
<b>Cm</b>	Centímetros
<b>C</b>	Coefficiente de fricción
<b>Vmáx</b>	Corte máximo
<b>Vresmáx</b>	Corte máximo resistente
<b>Co</b>	Cota inicial
<b>Cf</b>	Cota final
<b>D</b>	Diámetro

<b>Dot</b>	Dotación
<b>F'c</b>	Esfuerzo máximo de compresión
<b>Smáx</b>	Espaciamiento máximo
<b>Smin</b>	Espaciamiento mínimo
<b>Fhmáx</b>	Factor de día máximo
<b>Fdmáx</b>	Factor de hora máximo
<b>Fy</b>	Fluencia del acero
<b>Fa</b>	Fuerza activa
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>km</b>	Kilómetro
<b>l</b>	Litros
<b>L</b>	Longitud de tubería
<b>m</b>	Metros
<b>m.c.a.</b>	Metros columna de agua
<b>mm</b>	Milímetros
<b>K</b>	Módulo de elasticidad volumétrico del agua
<b>E</b>	Módulo de elasticidad volumétrico del material de la tubería
<b>Mc</b>	Momento de carga
<b>MV</b>	Momento de volteo
<b>MA</b>	Momento en A
<b>MB</b>	Momento en B
<b>Mr</b>	Momento estabilizante del muro
<b>MU</b>	Momento último
<b>Hf</b>	Pérdida de carga
<b>Hv</b>	Pérdida de carga por velocidad
<b>Hfm</b>	Pérdidas menores
<b>Wp</b>	Peso propio
<b>Pf</b>	Población futura

<b>Po</b>	Población inicial
<b>Pot</b>	Potencia
<b>r</b>	Tasa de interés
<b>S</b>	Segundo
<b>Ws</b>	Sobrecarga
<b>Vol</b>	Volumen



## GLOSARIO

<b>ACI</b>	American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto).
<b>Acueducto</b>	Es el conjunto de conductos en los cuales se transporta el agua hacia una comunidad.
<b>Aforo</b>	Medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
<b>Agua potable</b>	Esta debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte esencial de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Bombeo</b>	Transportar un fluido de un lugar bajo a otro con una elevación considerable, por medio de una bomba.
<b>Captación</b>	Estructura que permite recoger y entubar las aguas de la fuente abastecedora.
<b>Carga dinámica</b>	Es la presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto, es decir suma de las cargas de velocidad y presión.



<b>Caudal</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Es una combinación de concreto estructural y de piedra grande de tamaño no mayor de 300 milímetros.
<b>Cota de terreno</b>	En un plano topográfico es el número que indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar o sobre otro plano de referencia.
<b>Demanda</b>	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua asignada por habitante, por día para satisfacer sus necesidades, afectado por factores como el clima, tipo de abastecimiento, condiciones socioeconómicas, otros.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Nacimiento</b>	Lugar donde se produce un brote de agua a la superficie.

<b>Pendiente</b>	Inclinación de una línea respecto a la horizontal.
<b>Período de diseño</b>	Es el tiempo en el cual será diseñada una obra y prestará un servicio a la comunidad.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto.
<b>Piezométrica</b>	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.



## RESUMEN

Según las necesidades de las comunidades del municipio de Sololá se priorizaron las de mayor atención, en este caso fueron los caseríos Churunel Central y El Mirador.

Los proyectos son dos sistemas de abastecimiento de agua potable, uno de ellos se realizó por gravedad y bombeo y el otro por gravedad, dadas las condiciones topográficas de cada comunidad. Al iniciar con dicho estudio se hicieron visitas de campo para poder tener una idea general de donde se conduciría el agua. Se realizaron los levantamientos topográficos correspondientes, también se tomaron muestras de agua para saber que método de desinfección se utilizaría.

Para El Mirador el agua será conducida hacia el tanque de distribución por medio de una bomba de 10 caballos de fuerza, con capacidad de elevar el agua 150 metros.

En el caserío Churunel Central el agua será conducida por gravedad hacia un tanque de distribución, ubicado a 131 metros de distancia de la caja reunidora de caudales.

Por la manera en la que se encuentran ubicadas las viviendas los dos proyectos tendrán una red de distribución de ramales abiertos, cada uno tomando en cuenta sus conexiones prediales.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar los sistemas de abastecimiento de agua potable para los caseríos Churunel Central y El Mirador, Sololá, Sololá.

### **Específicos**

1. Elaborar un diagnóstico con base en las necesidades de las comunidades.
2. Determinar las características del agua a través de pruebas de laboratorio.
3. Capacitar a la población para que haga buen uso al agua potable.



## INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala en convenio con las municipalidades de todo el país realiza una proyección social con estudiantes de EPS, con el fin de proporcionar a las comunidades más necesitadas proyectos que les ayude a mejorar su calidad de vida.

El departamento de Sololá está ubicado a 140 kilómetros de la ciudad capital, a 3 537 metros sobre el nivel del mar. Está dividido en municipios, que a su vez se subdividen en barrios, aldeas y caseríos.

Actualmente los pobladores de los caseríos Churunel Central cantón Pujujil III y El Mirador cantón Pujujil II, ambos ubicados en el municipio y departamento de Sololá, no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua para satisfacer sus necesidades. Se abastecen mediante el acarreo desde fuentes naturales o recolección de agua de lluvia.

Para solucionar este problema, se plantea como opción el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, con el cual obtendrán beneficios directos sus habitantes, mejorando las condiciones de vida y salud ya que habrá una disminución de enfermedades gastrointestinales y costos de atención médico-hospitalarios, así como ahorro de tiempo.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografías de los caseríos Churunel Central Pujujil III y El Mirador Pujujil II**

En la elaboración de este proyecto se realizó un estudio detallado sobre la historia, ubicación, formación, agricultura y otros. Esta investigación corresponde a los caseríos Churunel Central y El Mirador para conocer en qué condiciones se encuentran los pobladores, y sus necesidades.

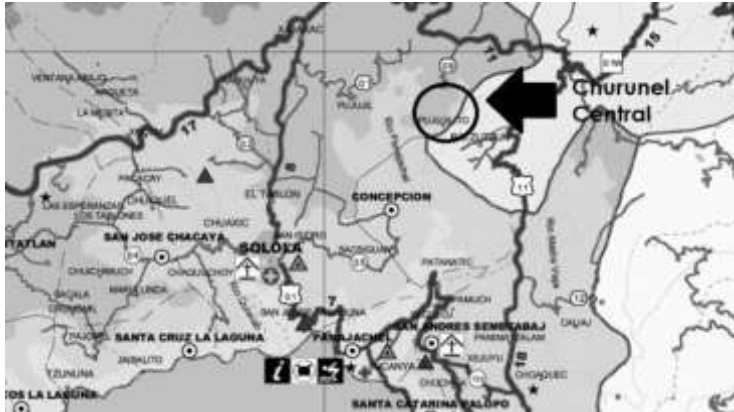
### **1.1.1. Características físicas**

Son las cualidades que poseen dichos caseríos, esto sirve para poder diferenciarlos de los demás, con respecto al aspecto externo que presenta cada comunidad. Estas también pueden compartir intereses en común.

#### **1.1.1.1. Ubicación y localización**

El caserío Churunel Central, cantón Pujujil III se encuentra en el área noreste del municipio de Sololá a una distancia de 25,5 kilómetros de la cabecera municipal y 118,5 kilómetros de la ciudad capital. Situada a 2 640 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitudinales 14° 49'00" norte y longitudinales 91° 06'15" oeste.

Figura 1. **Localización del caserío Churunel Central**



Fuente: <http://www.zonu.com/fullsize1/2011-11-23-15001/Mapa-de-Solola.html>. Consulta: 12 de febrero de 2015.

El caserío El Mirador, cantón Pujujil II se encuentra en el área noreste del municipio de Sololá a una distancia de 18 kilómetros de la cabecera municipal. Situada a 2 734 metros sobre el nivel del mar en las coordenadas latitudinales 15° 49'55" norte y longitudinales 91° 07'40" oeste.

Figura 2. **Localización del caserío El Mirador**



Fuente: <http://www.zonu.com/fullsize1/2011-11-23-15001/Mapa-de-Solola.html>. Consulta 12 de febrero de 2015.

### **1.1.1.2. Colindancias**

El caserío Churunel Central Pujujil III, colinda al norte con Las Trampas, al oeste con Churunel I, al sur con Panimaché Chichicastenago y al este con Panimaché V. Y el caserío El Mirador, cantón Pujujil II colinda al norte con el caserío La Fe, al oeste con el caserío El Triunfo, al sur con el caserío El Adelanto y al este con el caserío Los Churuneles II, todas ellas pertenecientes al municipio y departamento de Sololá.

### **1.1.1.3. Topografía**

Sololá se caracteriza por poseer una topografía con montañas, colinas y conos, los cuales hacen que el tipo de suelo de la zona tenga una pendiente de 8 a 16 por ciento para la parte baja y la parte alta, su pendiente es mucho más inclinada puede alcanzar un 32 por ciento o sobrepasar dicho porcentaje.

### **1.1.1.4. Clima**

Este varía según la región, en el área del altiplano y central su clima es eminentemente frío y la parte baja (orillas del lago) es templado. Se manifiestan dos estaciones claramente definidas, invierno y verano.

Las condiciones climatológicas más importantes de la zona según la estación del tablón del INSIVUMEH son:

- Temperatura mínima promedio 8,8 °C
- Temperatura media promedio 15 °C
- Temperatura máxima promedio 20,8 °C
- Precipitación media anual 1 668,8 mm

- Humedad 77 %
- Nubosidad 4 octas
- Velocidad viento 5,9 km/hora

La época lluviosa da inicio en mayo y finaliza en noviembre. La mayor intensidad de lluvia es en septiembre, cuando se alcanzan precipitaciones promedio de 330,2 milímetros de lluvia al mes, y la época seca comprende desde diciembre hasta abril, la cual es de poca precipitación.

#### **1.1.1.5. Tipo de vivienda**

La mayor parte de la población que conforma los caseríos no posee una vivienda adecuada, tal es el caso de Churunel Central y El Mirador.

La estructura de vivienda rural presenta métodos de diseños sistemáticos y de formas invariables. La mayoría de las construcciones están hechas de adobe, este es fabricado en el lugar con tierra adecuada. Los pobladores prefieren el talpetate, ya que contiene un buen grado de arcilla y esto hace que sea de buena calidad.

Las mismas poseen dos paredes divisorias en su mayor dimensión. Todas las paredes de las viviendas sirven de apoyo a las tijeras o medias tijeras que forman el techo, estos utilizan lámina de zinc.

El piso de tierra es muy común en el área rural aunque algunas veces se combina con torta de cemento para los dormitorios.

### 1.1.1.6. Población actual

Según los resultados de los últimos censos poblacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el caserío Churunel Central cuenta con una población de 538 habitantes, la cual se distribuye según edades y sexo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. Datos de la población caserío Churunel Central

Rango de edad	Mujeres	Hombre	Total	Porcentaje %
De 0 < 29 días	3	3	6	1,12
De 29 días<1 año	12	16	28	5,20
De 1 < 9 años	71	68	139	25,84
De 9 < 20 años	60	65	125	23,23
De 20 < 49 años	80	99	179	33,27
49 o más	36	25	61	11,34
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>276</b>	<b>538</b>	<b>100</b>

Fuente: centro de Salud, 2012.

“Del total de habitantes del caserío Churunel Central, cantón Pujujil III, la población predominante es de origen maya kaqchikel correspondiéndole 95 por ciento, mientras el 5 por ciento es de ascendencia Quiché.”<sup>1</sup>

En el caserío El Mirador la población actual es de 420 habitantes y se distribuye de la siguiente manera:

---

<sup>1</sup> *Municipalidad de Sololá. Plan Comunitario de Desarrollo 2011-2018*

Tabla II. **Datos de la población caserío El Mirador**

<b>Rango de edad</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombre</b>	<b>Total</b>	<b>Porcentaje %</b>
De 0 < 29 días	0	0	0	0
De 29 días < 1 año	1	7	8	1,90
De 1 < 9 años	55	58	113	26,90
De 9 < 20 años	75	50	125	29,76
De 20 < 49 años	72	57	129	30,71
49 o más	25	20	45	10,71
<b>Total</b>	<b>228</b>	<b>192</b>	<b>420</b>	<b>100</b>

Fuente: centro de Salud, 2012.

“Las mujeres representan el 53,63 por ciento y los hombres el 46,37 por ciento. La población es mayoritariamente joven con edad menor a 20 años distribuidos de la siguiente forma: 2,23 por ciento de niños y niñas menores de 1 año, 25,98 por ciento de 1 a 9 años, y 28,77 por ciento de 9 a 20 años. La población del caserío El Mirador, cantón Pujujil II es femenina y joven.”<sup>2</sup>

### **1.1.2. Características socioeconómicas**

Son las que se encargan del estudio de la población en general, como su dinámica y distribución espacial. Esto quiere decir que detalla la composición de la población por origen, sexo, edad. También la distribución de los pobladores según su volumen y densidad de asentamientos.

Se interesa en las tendencias que se presentan en el comportamiento de la comunidad y es posible evaluar la mayor alternativa de desarrollo territorial.

<sup>2</sup> *Municipalidad de Sololá. Plan Comunitario de Desarrollo 2011-2018*

### 1.1.2.1. Origen de la comunidad

“El caserío Churunel Central antiguamente se llamaba cantón Pujujil III, debido al surgimiento de delincuencia, en 1991 se decidió cambiarle de nombre. Durante el mismo año los líderes de la comunidad realizando gestiones y consultas al Dr. Guillermo Fuentes, alcalde municipal de Sololá, quien determinó dividir la comunidad.

Aprovechando tal circunstancia, los comités decidieron nombrarla Santa María, nombre que por situaciones desconocidas la gobernación departamental de Sololá no aceptó por lo que fue necesario elegir otro, denominándole Sector I, que tampoco fue aceptado.

Los líderes visitaron la Municipalidad, explicaron lo sucedido al alcalde, quien al poco tiempo visitó a la comunidad, e indicó que el caserío se ubicaba en el centro entre Las Trampas y Churunel I.”<sup>3</sup> Por tal razón surge el nombre de la comunidad tomando también el apellido de los fundadores. Por lo que finalmente se le llamó caserío Churunel Central.

Las primeras personas que llegaron a la comunidad fueron sus fundadores: Francisco Churunel y Bartolo Churunel, quienes vivieron aproximadamente 70 años. El 17 de diciembre del 2002 fue integrada el órgano de coordinación COCODE. Asimismo, en el 2005 se integró la Comisión de la Mujer.

El día de los santos y los difuntos las familias hacen coronas se encaminan al cementerio a recordar a sus seres queridos. En navidad y año

---

<sup>3</sup> *Municipalidad de Sololá. Plan Comunitario de Desarrollo 2011-2018*



nuevo se recuerda el nacimiento de Jesús, como tradición se tiene la quema de cohetillos, y se consumen manzanas, uvas, peras y tamales.

En el caserío El Mirador (1948), año en que se construyó la carretera Interamericana, quedó un lugar como parqueo, que años después extranjeros nacionales e internacionales visitaban con frecuencia para observar el lago de Atitlán. La población fue creciendo, con el paso del tiempo le denominaron al lugar como El Mirador.

La comunidad era una sola, integrada por varios sectores, pero a razón del crecimiento poblacional y la necesidad de los servicios básicos indispensables decidieron dividirse en 6 caseríos, siendo ellos El Progreso, El Triunfo, El Adelanto, La Fe, El Encanto y La Esperanza.

Las primeras familias asentadas en el lugar fueron: Sebastián Sotoy y Lucía Samínez, Nicolás Sotoy y Matea Cuc, Mariano Samínez y Marta Morales. El idioma que se habla en la comunidad es el maya kaqchikel, aunque se domina el castellano. El traje típico de sus habitantes es el traje del pueblo kaqchikel de Sololá.

Desde su formación pertenece al cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá., fue reconocida en 1997 gracias a las gestiones del Comité Promejoramiento integrado por los señores: Julián Sotoy, Jesús Cuc Julajuj, Mateo Sotoy Yaxón, Camilo Tzorin Ibaté, Santiago Yaxon y Nazario Sotoy Ajcalon.

### **1.1.2.2. Actividad económica**

La actividad económica en todo el departamento de Sololá es la agricultura y sus principales cultivos son: maíz, frijol, trigo y hortalizas. Otras actividades importantes son las artesanías, especialmente los telares domiciliarios y los talleres de carpintería.

### **1.1.2.3. Idioma y religión**

El idioma materno en Churunel Central y en El Mirador es el maya kaqchikel, el cual se utiliza de forma ordinaria, siendo parte de la identidad cultural de dichos lugares, también dominan el castellano. En lo que respecta a la religión, la mayoría de personas asisten a la iglesia católica, también cuentan con la iglesia evangélica y la realización de ceremonias mayas con motivo de agradecimiento por la vida y por la siembra de los cultivos. Estas últimas ceremonias se realizan de manera individual y grupal.

## **1.1.3. Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos**

Este diagnóstico se realizó con ayuda de la Municipalidad de Sololá y con la colaboración de los COCODE de cada caserío. La investigación fue por medio de visitas de campo a los caseríos Churunel Central y El Mirador, con el fin de priorizar las necesidades básicas de mayor urgencia.

### **1.1.3.1. Descripción de las necesidades**

En el caserío Churunel Central es necesario el diseño de un sistema de agua potable, para adquirir este recurso las personas utilizan el método de acarreo y en épocas de verano el agua en algunos sectores es muy escasa.

Ampliación del edificio escolar: solo se cuenta con el primer nivel y no hay suficientes aulas para que los alumnos puedan asistir a clases, por esta razón algunos jóvenes y niños son privados de educación.

Mejoramiento de viviendas: las casas son de adobe y techo de teja, las cuales se encuentran demasiado deterioradas por el paso del tiempo por lo que se convierten en poco adecuadas para habitarlas.

Instalación de alcantarillado: la comunidad no cuentan con un sistema de recolección de aguas pluviales. Sololá es un departamento donde el invierno acecha con mayor fuerza por su topografía, por esta razón las precipitaciones son muy fuertes y causan inundaciones, hundimientos de los adoquines, derrumbes, otros.

En lo que respecta al caserío El Mirador se tienen como necesidades la ampliación y mejoramiento de camino principal, desde la entrada hasta el cementerio. Cuando los automóviles transitan por dicho tramo producen demasiado polvo en época de verano y en invierno se genera lodo a consecuencia de la lluvia.

Construcción de muro de contención: la comunidad cuenta con un centro de acopio, pero debido a las condiciones del terreno donde se encuentra ubicado y los cambios climáticos que afectan a la región, los cimientos de dicho edificio están siendo afectados ya que se observa una erosión que es provocada por las lluvias, con lo cual corre el riesgo de desplomarse.

Sistema de agua potable: esta es una necesidad básica, y los pobladores para conseguir agua deben transportarse hasta la ubicación de los nacimientos,

los cuales se encuentran adentro de las montañas y es un recorrido muy peligroso.

Edificio de escuela secundaria: solo se cuenta con un edificio en el cual se imparten los grados de preprimaria y primaria en jornada matutina y es prestado a estudiantes de secundaria en jornada vespertina.

### **1.1.3.2. Evaluación y priorización de las necesidades**

La Municipalidad de Sololá, después de estudiar detenidamente cada una de las necesidades de los caseríos Churunel Central y El Mirador, llegó a la conclusión de priorizar la realización de la planificación de los sistemas de abastecimiento de agua para las comunidades.

A través del mejoramiento del sistema y ampliación del servicio de agua potable se garantiza la calidad de abastecimiento del agua a todas las familias de la comunidad, para que mejoren sus condiciones de saneamiento básico, el cual permite disminuir los problemas de salud.



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

### **2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua al caserío Churunel Central cantón Pujujil III**

Para que esta planificación se llevará a cabo, fue necesario realizar visitas de campo para conocer el terreno y se realizaron croquis en borrador para el paso de la línea de conducción y luego la de distribución. Después se realiza la limpieza y chapeo del lugar donde pasaran las líneas, así como también el levantamiento topográfico.

#### **2.1.1. Descripción general del proyecto**

Este proyecto consiste en diseñar un sistema de agua potable para el caserío Churunel Central Pujujil III, por el método de gravedad. La demanda que se cubrirá actualmente es de 538 habitantes. Por la ubicación de sus viviendas se diseñará con ramales abiertos para la línea de distribución, la tubería a utilizar en su mayoría es de PVC.

Churunel Central cuenta con 7 nacimientos de agua, de los cuales solo están activos 4. Se realizaron los respectivos aforos y el total es de 0,89 litros por segundos.

#### **2.1.2. Aforo, dotación y tipo de servicio**

El aforo es la cantidad de agua que produce la fuente de donde se pretende extraer el líquido, se representa en volumen\ tiempo. Para el cálculo de

dicho aforo se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en realizar la toma en época de estiaje, esto con el fin de poder conocer el caudal mínimo que es capaz de producir el nacimiento.

La dotación es la porción de agua asignada a una persona en un día, se representa con litros/habitante/día. Es un parámetro que puede variar según el clima, nivel de vida de los pobladores, así como las actividades productivas y por el tipo de abastecimiento.

En el proyecto se hizo el aforo a cada nacimiento de agua del cual se sacó un promedio de cada uno, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III. **Aforo**

<b>CALCULO DE AFORO</b>				
<b>Nac.</b>	<b>tiempo aforo (seg)</b>	<b>volumen (litros)</b>	<b>caudal (l/s)</b>	<b>Caudal (GPM)</b>
1	22,16			
2	21,21			
3	20,17			
4	21,83			
	<b>21,3425</b>	<b>18,925</b>	<b>0,89</b>	<b>14,11</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3. Tasa de crecimiento poblacional**

Es la estimación calculada por el INE entre los dos últimos censos realizados en la población, con el fin de conocer el crecimiento porcentual-anual de una comunidad. Para este proyecto se tiene una tasa de 3,17 por ciento.

### **2.1.4. Período de diseño**

Es el tiempo para el cual se diseña un sistema, es decir es la vida útil que tendrá el diseño de abastecimiento de agua potable. En el siguiente proyecto se tomó un tiempo de diseño de 20 años, más 2 de planificación.

#### **2.1.4.1. Población futura**

Para poder calcular la población futura de la comunidad se utilizó el método geométrico, ya que presenta datos más cerca de la realidad según los expertos en estadística.

Este método consiste en calcular la cantidad de población basándose en la tasa crecimiento poblacional y con la siguiente expresión:

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de interés

n = número de años de diseño



Sustituyendo:

$$P_f = 538 * (1 + 0,0317)^{22} = 1\ 068,9 \text{ habitantes}$$

$$P_f = 1070 \text{ habitantes (redondeamos la cantidad)}$$

### **2.1.5. Factores de consumo y caudales**

Toda el agua consumida varía continuamente en función del tiempo, las condiciones climáticas, costumbres de la población, economía, otros. Esto hace que el objetivo principal de un sistema de abastecimiento de agua sea satisfacer la demanda actual y futura de una comunidad, teniendo en cuenta algunos factores para su diseño.

#### **2.1.5.1. Factor de día máximo**

Este es un factor de seguridad, el cual se toma en cuenta el tamaño de la población y según la capacidad que tenga la fuente que va a abastecer a la comunidad, y con base en UNEPAR se debe usar en un intervalo de  $1,5 > 1\ 000$  (población futura) ó  $1,2 < 1\ 000$  (población futura).

Para este proyecto se usará el factor de 1,2 según el dato de la población futura.

#### **2.1.5.2. Factor de hora máximo**

Este también es un factor de seguridad, con lo cual no se corre el riesgo de hacer un mal diseño con base al caudal que puede proporcionarnos el nacimiento. Al igual que el anterior, también se rige con un intervalo impuesto

por la UNEPAR, si la población futura es > 1 000 se usa el valor de 2, si la población fuese de < 1 000 se usará 3.

### **2.1.5.3. Caudal medio diario**

Es el promedio de los consumos diarios que se registran durante un año, es decir, es el que se calcula para la población proyectada teniendo en cuenta la dotación bruta asignada, la manera de calcularlo es la siguiente:

$$Q_{md} = \frac{Dot * Pf}{86\ 400\ s}$$

Donde:

Qmd = caudal medio diario

Pf = población futura

Dot = dotación en litros/habitante/día

Sustituyendo:

$$Q_{md} = \frac{100\ l/hab/ día * 1070\ hab}{86\ 400\ s} = 1,24\ l/s$$

### **2.1.5.4. Caudal máximo diario**

Es el caudal que se encarga de la conducción. Este es el máximo caudal que se puede generar en 1 día durante el período de observación de un año, se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{maxd} = f_{dmax} * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{maxd}$  = caudal máximo diario

$F_{dmax}$  = factor de día máximo

$Q_{md}$  = caudal medio diario

Sustituyendo:

$$Q_{maxd} = (1,2 * 1,24) = 1,48 \text{ l/s}$$

#### **2.1.5.5. Caudal máximo horario**

Este se le conoce también como caudal de distribución y al igual que el caudal máximo diario, se genera de la observación de 1 día durante el período de un año.

Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{maxh} = F_{hmax} * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{maxh}$  = caudal máximo horario

$F_{hmax}$  = factor de hora máxima

$Q_{md}$  = caudal medio diario

Sustituyendo:

$$Q_{maxh} = 2 * 1,24 = 2,48 \text{ l/s}$$

### **2.1.6. Calidad del agua y sus normas**

El agua de consumo humano es sanitariamente segura y debe ser agradable para los sentidos. Existen factores los cuales producen algún tipo de variación en las fuentes de abastecimiento, las más comunes son la absorción de sustancias en solución y las condiciones climatológicas, según la geografía de cada región.

La calidad del agua está regida por el accionar del sector de salud pública y por la Norma COGUANOR NGO 29001 y dentro de esta se encuentran las siguientes normas: COGUANOR NGO 4010, COGUANOR NGO 29 018 h 21, ISO 5667 del 1 al 19, ISO 9695 (beta total) e ISO 9696 (alfa total).

Condiciones de calidad:

- El agua debe ser inodora, incolora y fresca
- Aireada, quiere decir sin sustancias tóxicas y sin materia orgánica
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades

Cuando se hace un sistema de abastecimiento de agua potable el encargado del proyecto debe realizar un análisis fisicoquímico y bacteriológico, para conocer que método se debe usar para la desinfección.

#### **2.1.6.1. Análisis bacteriológico**

El principal objetivo de este análisis es el de indicar qué tanta contaminación se encuentra en la fuente que será la encargada de abastecer la comunidad, ya que el agua puede contener diferentes tipos de bacterias, virus, hongos, otros. Este examen se basa en determinar la cantidad de bacterias

presentes o de aguas negras, estas contienen la *Escherichia coli* y el *aerobacteraerógenes*.

Para realizar la toma de agua se hace lo siguiente:

- Abrir el frasco esterilizado.
- Llenar y sumergir el frasco a una profundidad de 20 centímetros aproximadamente, la boca del frasco debe ir orientada hacia la corriente.
- Tapar el recipiente.
- Llevarlo al laboratorio en una hielera.

#### **2.1.6.2. Análisis fisicoquímico**

El análisis químico se encarga de evidenciar las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua, y si afectan su calidad como la dureza, alcalinidad, valor de pH. El análisis físico mide las propiedades del agua, las cuales se pueden percibir por medio de los sentidos entre estas se pueden mencionar:

- Turbidez: es causado por la dispersión de los rayos luminosos que pasan a través del agua que tienen pequeñas partículas en suspensión.
- Olor: es provocado por pequeñas concentraciones de compuestos volátiles presentes en el agua.
- Color: el agua presenta un color diferente al que debería de tener, presenta materia en suspensión.

### 2.1.7. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tuberías

Para realizar cálculos hidráulicos existen diferentes ecuaciones como la de Darcy y la de Manning, pero para este proyecto la que se utilizó es la de Hazen y Williams. Esta fórmula es de análisis estadístico, es aplicada satisfactoriamente para cualquier material entre 0,05 metros y 3,50 metros de diámetro y es válida únicamente para agua.

Se representa de la siguiente manera:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

Q = caudal de diseño

l = longitud de la tubería en metros

C = coeficiente de fricción según el material

D = diámetro de la tubería en pulgadas

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

A toda tubería se le asigna un diámetro nominal, que es el mismo diámetro interno del conducto. La clase de tubería se refiere a la norma que se usa para su fabricación, lo cual va relacionada con la presión de trabajo y claro está al material con el cual está fabricada la tubería. Los materiales más utilizados son el de PVC que el de cloruro polivinilo y el HG que es el acero galvanizado.

La tubería de acero galvanizado cumple su función cuando se encuentre sobre la superficie del terreno, ya que si esta se entierra deja de ser útil y se empieza a corroer.

La tubería de PVC es el material que más se usa en la actualidad, ya que es económico, liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe. A pesar que posee desventajas como, frágil y no se puede dejar a la intemperie ya que por el clima se vuelve quebradizo.

Los materiales tienen diferentes coeficientes de fricción:

Tabla IV. **Valores comunes de C**

<b>Material</b>	<b>Coefficiente de fricción (C)</b>
Acero o hierro galvanizado	100
Hierro fundido	100
Asbesto o cemento	100
Plástico	150

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo del diámetro solo se despeja la D de la ecuación de la pérdida de carga y se obtiene la siguiente expresión:

$$D = \left( \frac{1\,743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{4,87}$$

Con esta ecuación se inicia el diseño de la red de abastecimiento utilizando los diámetros comerciales.

### **2.1.8. Presiones y velocidades**

La presión hidrostática máxima en las líneas de conducción y de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería, siempre tomando en cuenta la calidad de los accesorios y de las válvulas que se van a usar, esto para evitar fugas. Las presiones en las redes de distribución dependerán de las diferentes alturas que tenga el terreno y deben de oscilar entre 10 y 40 metros.

Con respecto a las velocidades según las normas UNEPAR para líneas de conducción estas deberán ser de 0,40 metros por segundo y de 3 metros por segundo, pero para evitar el golpe de ariete se usara un intervalo de 0,60 metros por segundo y 2 metros por segundo. Para las líneas de distribución la velocidad máxima es de 2 metros por segundo.

### **2.1.9. Levantamiento topográfico**

Es el trabajo que se realiza para determinar la posición horizontal y vertical de puntos, los cuales sirven de base para poder trazar el perfil y la planta del terreno donde se llevará a cabo el sistema de abastecimiento de agua.

El levantamiento topográfico que se realizó fue con un teodolito, estadal, brújula y cinta métrica, utilizando el método de altimétrico para conocer las alturas y poder conocer las pendientes. Se llevó estacas en las cuales se dejó señalizado el lugar por donde va a pasar la línea de conducción.



### **2.1.9.1. Planimetría**

Es el conjunto de métodos y procedimientos con los cuales se puede representar a escala un terreno determinado sobre una superficie plana. El método que se utilizó fue el taquimétrico con un teodolito, se tomó la medida de los diferentes hilos y se anotaron los ángulos, la distancia se midió en algunos puntos pero la mayoría fue calculada por el método trigonométrico.

### **2.1.9.2. Altimetría**

Es el método que se encarga de medir las diferencias de nivel o la elevación entre varios puntos del terreno, y estas nos sirven para representar distancias verticales, medidas a partir de un plano horizontal. Las elevaciones se calcularon por trigonometría.

## **2.1.10. Diseño hidráulico del sistema**

Son los criterios y parámetros que se usan para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable. Está compuesto por determinar el diámetro de la tubería, planos, presupuesto y el aspecto más importante es el óptimo funcionamiento del mismo.

### **2.1.10.1. Captación**

Las captaciones son las encargadas de recolectar el agua proveniente de uno o varios manantiales. Para este proyecto se cuentan con 4 nacimientos de agua potable los cuales son brotes en ladera, todas las cajas de captación estarán conformadas por un filtro de piedra bola y grava con una capacidad de

1 metro cúbico. Este tendrá una tubería que la conectará con la caja reunidora de caudales.

Captaciones de brote definido son las compuestas por muros de mampostería y sello sanitario de concreto con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie.

### 2.1.10.2. Línea de conducción

Es la encargada de transportar el agua hacia el tanque de distribución, por medio de las tuberías de PVC o HG (en algunos casos). Para este proyecto la línea de conducción se realizará por el método de gravedad, y por la ubicación de los nacimientos se colocaron cajas reunidora de caudales.

Para calcular la línea de conducción se debe hacer lo siguiente (E-0 a tanque):

Datos:

Longitud = 125,63 m

Caudal de día máximo = 1,48 l/s

Tubería PVC = 150 coeficiente de fricción

Cota1 = 1 000

Cota2 = 986,82

- Determinar diámetros:

$$D_i = \left( \frac{1\,743,811 * 125,63 * 1,05 * 1,48^{1,85}}{150^{1,85} * (1\,000 - 986,82)} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Di= 1,28 pulgadas (se toma el diámetro comercial más próximo)

- Calcular la pérdida de carga para este tramo:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 125,63 * 1,05 * 1,48^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 44,77 \text{ m}$$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 125,63 * 1,05 * 1,48^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 6,22 \text{ m}$$

- Calcular longitudes:

$$L_2 = \frac{125,63 * 1,05 * (13 - 44,77)}{6,22 - 44,77} = 108,72 \text{ m (para el diámetro menor)}$$

$$L_1 = (125,63 * 1,05) - 108,72 = 23,20 \text{ m (para el diámetro mayor)}$$

- Calcular las pérdidas reales:

$$H_{f1} = \frac{1\,743,811 * 23,20 * 1,48^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,7}} = 7,87 \text{ m}$$

$$H_{f1} = \frac{1\,743,811 * 108,72 * 1,48^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 5,12 \text{ m}$$

Se realizó la sumatoria de las pérdidas reales y da un total de 13 metros esto quiere decir que los diámetros que se utilizarán en el recorrido son de 1 y 1 ½ pulgada.

### **2.1.10.3. Tanque de distribución**

El objetivo de los tanques de distribución es el de almacenar el agua durante las horas de bajo consumo, proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día. Todos los tanques de almacenamiento, ya sea de concreto o de mampostería, deberán cubrirse con losa de concreto reforzada y con tapa sanitaria. Por razones económicas se recomienda que los tanques se encuentren ubicados cerca de la población.

El volumen de los tanques se calcula de acuerdo a la demanda de las comunidades, para el proyecto se tomó en cuenta el consumo medio diario, bajo los criterios de UNEPAR.

### **2.1.10.4. Volumen de almacenamiento**

Para este proyecto se diseñó un tanque con muros perimetrales de concreto ciclópeo y una losa de concreto reforzado. La capacidad del tanque está en función de varios factores que se deben tomar en cuenta, estos son:

- Almacenar y distribuir el agua
- Compensar las variaciones de consumo diario
- Almacenar agua en horas de poco consumo
- Almacenar agua para no interrumpir el mantenimiento en las líneas de conducción.

Cálculo del volumen:

$$\text{Vol} = \frac{\% * Q_{md} * 86\ 400}{1\ 000}$$

Donde:

Vol = volumen

% = porcentaje de 40 % a 60 % del caudal medio diario

Qmd = caudal medio diario

Sustituyendo:

$$\text{Vol} = \frac{0,40 * 1,238 * 86\,400}{1\,000} = 42,78 \text{ m}^3 \text{ (se aprox. a } 45 \text{ m}^3\text{)}$$

El tanque tendrá un volumen de 45 metros cúbicos con dimensiones totales de 5 metros de ancho por 3 metros de largo y 3 metros de alto.

#### **2.1.10.5. Diseño estructural**

El diseño estructural del tanque de almacenamiento se realizó siguiendo los criterios del ACI 318. Esta estructura contiene el volumen de agua para poder satisfacer la demanda para las horas de mayor consumo, a la entrada del tanque de distribución se debe instalar un clorador.

- Calcular como trabaja la losa:

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a = es el lado menor

b = es el lado mayor

Si la relación es menor que 0,5 se diseñara en un sentido pero si fuera mayor a 0,5 debe diseñarse en dos sentidos.

Sustituyendo:

$$m = \frac{3}{5} = 0,6$$

$m = 0,6 > 0,5$  (trabaja en dos sentidos)

- Calcular el espesor de la losa:

$$t = \frac{p}{180}$$

Donde:

t = espesor de la losa

p = perímetro

Sustituyendo:

$$t = \frac{2(3+5)}{180} = 0,088 \text{ m}$$

$$t = 8,8 \text{ cm}$$

El espesor que se utilizará será de 10 centímetros.

- Integración de cargas:
  - Carga muerta

$$CM = wp + ws$$

Donde:

CM = carga muerta

Wp = peso propio

Ws = sobrecarga

Sustituyendo:

$$CM = \left( 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 \text{ m} \right) + 50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 290 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta última

$$CMU = 1,4 (CM)$$

Donde:

CMU = carga muerta última

CM = carga muerta

Sustituyendo:

$$CMU = 1,4 \left( 290 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 406 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última:

Se le asumirá una carga viva de 100 kilogramos por metro cuadrado.

$$CVU = 1,7 (CV)$$

Donde:

CVU = carga viva última

CV = carga viva

Sustituyendo:

$$CVU = 1,7 \left( 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 170 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última:

$$CU = 1.4 (CM) + 1.7 (CV)$$

Donde:

CU = carga última

CM = carga muerta

CV = carga viva

Sustituyendo:

$$CU = 406 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 576 \text{ kg/m}^2$$

- Determinar momentos:

Según el ACI se deben utilizar las siguientes expresiones:

- Momentos negativos:

$$MA(-) = CA_n * CU * A^2$$

$$MB(-) = CB_n * CU * B^2$$



- Momentos positivos:

$$MA(+)=CA_{cm} * C_{mu} * A^2 + CA_{cv} * CV_u * A^2$$

$$MB(+)=CB_{cm} * C_{mu} * B^2 + CB_{cv} * CV_u * B^2$$

Donde:

MA, MB = momento actuante (negativa, positiva en ambas longitudes)

CA<sub>n</sub>, CB<sub>n</sub> = coeficiente (-), según relación a/b y empotramiento

CA<sub>cm</sub>, CB<sub>cm</sub> = coeficiente de carga muerta (+), según relación a/b y empotramiento

CA<sub>cv</sub>, CB<sub>cv</sub> = coeficiente de carga viva (+), según relación a/b y empotramiento

Sustituyendo:

$$MA(+)=0,081 * \left(406 \frac{kg}{m^2}\right) * 3^2 + 0,081 * \left(170 \frac{kg}{m^2}\right) * 3^2 = 419,90 \text{ kg-m}$$

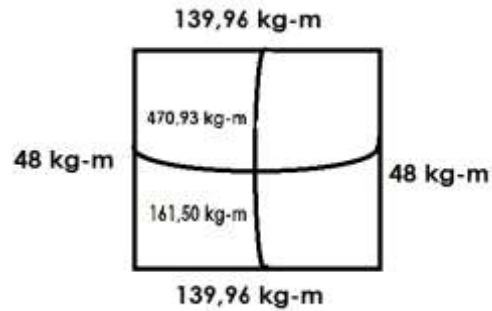
$$MB(+)=0,010 * 406 \frac{kg}{m^2} * 5^2 + 0,010 * 170 \frac{kg}{m^2} * 5^2 = 144 \text{ kg-m}$$

Tabla V. **Resumen**

<b>Descripción</b>	<b>Losa</b>
Relación m= a/b	0,60
Caso empotramiento	Caso 1
MA(-)	139,96 kg-m
MB(-)	48 kg-m
MA(+)	470,93 kg-m
MB(+)	161,50 kg-m

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Diagrama de momentos



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

- Diseño del acero de refuerzo:

Calcular el peralte efectivo de la losa

Supongamos que las varillas son Núm. 3 con  $\Theta = 3/8$  pulgadas

- Calcular el peralte:

$$d = t - R - \phi/2$$

Donde:

d = peralte efectivo

t = espesor

R= recubrimiento

Sustituyendo:

$$d = 10\text{cm} - 2,5\text{ cm} - \frac{0,9525}{2} = 7,02\text{ cm}$$

$$d = 7\text{ cm de peralte}$$

- Calcular acero mínimo:

$$AS_{min} = \frac{0,4 * 14,1 * b * d}{F_y}$$

Donde:

AS<sub>min</sub>= acero mínimo de refuerzo

F<sub>y</sub>= esfuerzo de fluencia para el acero

Sustituyendo:

$$AS_{min} = \frac{0,4 * 14,1 * 100 * 7}{2810} = 1,405 \text{ cm}^2$$

- Calcular el espaciamiento mínimo para AS<sub>min</sub>:

$$S_{min} = \frac{A_{sv} * 100}{A_{smin}}$$

Donde:

A<sub>Sv</sub>= área de acero de la varilla

S<sub>min</sub>= espaciamiento mínimo

Sustituyendo:

$$S_{min} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100}{1,405 \text{ cm}^2} = 50,53 \text{ cm}$$

Según el capítulo 13 del ACI; el espaciamiento máximo de la armadura no debe exceder de dos veces el espesor de la losa.

$$S_{max} = 2 * t$$

Donde:

S<sub>max</sub>= espaciamiento máximo

t = espesor de la losa

Sustituyendo:

$$S_{max} = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

Como el espaciamiento calculado sobre pasa lo máximo se debe usar este espaciamiento y calcular de nuevo el área de acero mínimo.

$$20 \text{ cm} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100}{A_{smin}}$$

Despejando:

$$A_{smin} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100}{20 \text{ cm}} = 3,55 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varilla Núm. 3 @ 20 cm

- Calcular el momento resistente de A<sub>Smin</sub>

$$M_u = \theta * \left[ A_{smin} * F_y * \left( d - \frac{A_{smin} * F_y}{1,7 * F'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

M<sub>u</sub> = momento último resistente

A<sub>smin</sub> = área de acero mínimo

F<sub>y</sub> = esfuerzo de fluencia para el acero

d = peralte efectivo

θ = 0,90 flexión

Sustituyendo:

$$Mu = 0,90 * \left[ 3,55\text{cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left( 7\text{cm} - \frac{3,55\text{cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100} \right) \right]$$

$$Mu = 60\,336,97 \text{ kg-m}$$

$$Mu = 603,37 \text{ kg-m}$$

Para todos los momentos que resisten el Mu se usa Asmin con un espaciamiento de 20 centímetros.

- Calcular el chequeo por corte:
  - Corte máximo actuante:

$$V_{\max} = \frac{CU * l}{2}$$

Donde:

V<sub>max</sub>= corte máximo

L= lado largo

CU = carga última

Sustituyendo:

$$V_{\max} = \frac{576 * 5}{2} = 1440 \text{ kg}$$

- Cálculo corte máximo resistente:

$$V_{resmax} = \phi * \sqrt{F'c} * t$$

Donde:

$V_{resmax}$  = corte máximo resistente

$F'c$  = esfuerzo máximo de compresión del concreto

$t$  = espesor de la losa

$\phi = 45$

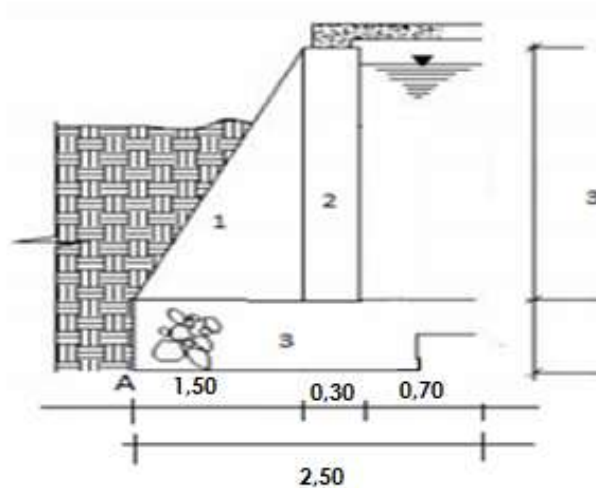
Sustituyendo:

$$V_{resmax} = 45 * \sqrt{210} * 10 = 6\,521,119 \text{ kg}$$

$V_{max} < V_{resmax}$  esto quiere decir que el espesor es el adecuado y que la losa resiste los esfuerzos de corte.

- Diseño del muro:

Figura 4. Sección de muro



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

Datos:

Altura (h) = 3 m

Base (B) = 2,50 m

Peso específico del suelo ( $\delta_s$ ) = 1 500 kg/m<sup>2</sup>

Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{cc}$ ) = 2500 kg/m<sup>2</sup>

Ángulo de fricción ( $\theta$ ) = 40° (asumido)

Coefficiente de fricción ( $\mu$ ) = 0,8

Valor soporte del suelo ( $v_s$ ) = 15 000 kg/m<sup>3</sup> (asumido)

- Calcular la fuerza activa:

$$F_a = \gamma_{agua} * \frac{1}{2} * b * h$$

Donde:

Fa= fuerza activa

$\gamma$ agua = peso específico del agua

h = altura

Sustituyendo:

$$Fa = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{1}{2} * 2,50 * 2 = 2\,500 \text{ kg/m}$$

- Calcular el momento de volteo:

$$Mv = Fa * h/3$$

Donde:

Mv= momento de volteo

Fa=fuerza activa

h = altura

Sustituyendo:

$$Mv = 2\,500 * \left(\frac{3}{3} + 0,6\right) = 4\,000 \text{ kg-m}$$



- Momento que produce el peso propio del muro (Mr):

Tabla VI. **Datos del muro**

<b>Fig.</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>δ(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>W (kg/m)</b>	<b>Brazo (m)</b>	<b>Mr (kg-m)</b>
1	2,25	2 500	5 625	1	5 625
2	0,90	2 500	2 250	1,65	3 712,5
3	1,50	2 500	3 750	1,25	4 687,5
<b>Total</b>			<b>11 625</b>		<b>14 025</b>

Fuente: elaboración propia.

- Calcular la carga del muro (Wmuro):

$$W_{\text{muro}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{concentrada}}$$

$$W_{\text{viga}} = \delta c * h * b$$

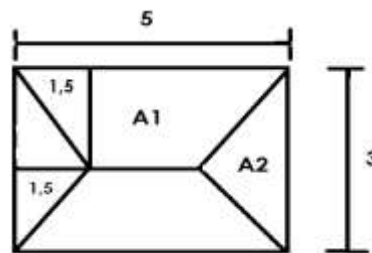
Sustituyendo:

$$W_{\text{viga}} = \left( 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,25\text{m} * 0,20\text{m} \right) * 1,4 = 168 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 168 \text{ kg/m}$$

- Calcular el área tributaria:

Figura 5. **Áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

- Área de un trapecio:

$$A1 = \frac{1}{2}(b + B) * h$$

Donde:

B= base mayor

b = base menor

h = altura

Sustituyendo:

$$A1 = \frac{1}{2}(2 + 5) * 1,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

- Área del triángulo:

$$A2 = \frac{1}{2}(b * h)$$

Donde:

b = base

h = altura

Sustituyendo:

$$A2 = \frac{1}{2} (3 * 1,5) = 2,25 \text{ m}^2$$

- Calcular el peso de la losa:

$$W_{\text{losa}} = \frac{CU * A1}{L1}$$

Donde:

CU = carga última

A1 = área de trapecio

L1 = longitud larga

Sustituyendo:

$$W_{\text{losa}} = \frac{576 * 5,25}{5} = 604,8 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{concentrada}} = 604,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 168 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 772,8 \text{ kg/m}$$

El peso del muro entonces queda de la siguiente manera:

$$W_{\text{muro}} = 772,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 604,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 168 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1\ 545,6 \text{ kg/m}$$

$$Mc = w * \text{brazo}$$

Donde:

Mc = momento de carga

w = peso del muro

Sustituyendo:

$$Mc = 1\,545,6 * (1,50 + 0,15)$$

$$Mc = 2\,550,24 \text{ kg-m}$$

Verificación de estabilidad contra el volteo ( $F_s > 1,50$ )

$$F_s = \frac{M_r + M_c}{M_v}$$

Donde:

Mr = momento estabilizante del muro

Mc = momento de carga

Mv = momento de volteo

Sustituyendo:

$$F_s = \frac{14\,025 + 2\,550,24 \text{ kg}}{4\,000} = 4,14 > 1,50$$

Verificación de estabilidad contra el deslizamiento ( $F_\delta > 1,5$ )

$$F_\delta = \frac{W_t * \text{Coeficiente de fricción}}{F_a}$$

Donde:

Wt= peso total

Sustituyendo:

$$F\delta = \frac{(11\,625 + 1\,545,6) * 0,8 * \tan 40^\circ}{2\,500} = 3,54 > 1,5$$

Verificar la presión máxima bajo la base del muro, donde la excentricidad es de:

$$ex = \frac{b}{2} - a$$

Donde:

ex= excentricidad

b =base menor

a = presión en el punto

$$a = \frac{Mr + Mc - Mv}{Wt}$$

Sustituyendo:

$$a = \frac{(14\,025 + 2\,550,24) - 4\,000}{13\,170,6} = 0,95 \text{ m}$$

$$ex = \frac{2,50}{2} - 0,95 = 0,3 \text{ m}$$

- Módulo de sección unitario (Sx):

$$S_x = \frac{1}{6} * b^2 * l$$

Donde:

Sx= sección unitario

b = base menor

l = longitud

Sustituyendo:

$$S_x = \frac{1}{6} * 2,50^2 * 1 = 1,04 \text{ m}^3$$

- Presión (p):

$$p = \frac{W_t}{A} \pm \frac{W_t * e_x}{S_x}$$

Donde:

p = presión

Wt= peso total

ex= excentricidad

A= área de trapecio

Sustituyendo:

$$p = \frac{13\ 170,6}{2,5*1} \pm \frac{13\ 170,6*0,3}{1,04} = 5\ 268, 24 \pm 3\ 799, 21$$

$$P_{\max} = 5\,268,24 \text{ kg/m}^2 < 15\,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\min} = 3\,799,21 \text{ kgm/m}^2 > 0$$

Con estos datos se llegó a la conclusión que las dimensiones con las que se trabajará el muro son las adecuadas para resistir las cargas de trabajo.

#### **2.1.10.6. Línea de distribución**

La línea de distribución de agua potable debe ofrecer un suministro seguro y en una cantidad suficiente, siempre cumpliendo las presiones adecuadas para uso doméstico. Los sistemas de distribución suelen ser en forma de red, con conexiones transversales a diferentes intervalos, está compuesto por tuberías, las cuales forman redes de distribución y este consiste en: conducciones primarias, siendo estas arterias principales de la red, se sitúan de manera que sean capaces de transportar grandes cantidades de agua desde el tanque de almacenamiento a las diferentes zonas de consumo.

- Cálculo de la red de distribución

Se inicia con el diseño del tanque de distribución hasta la cota E-41, el caudal de salida será el de máximo horario ( $Q_{h\max}$ ) tiene un valor de 2,48 litros por segundos.

Datos:

$$Q_{h\max} = 2,48 \text{ l/s}$$

$$C_o = 986,82 \text{ m}$$

$$C_f = 983,92 \text{ m}$$

$$C = 150 \text{ para PVC}$$

$$L = 289,25 \text{ m}$$

Dif de cotas

$$\text{Dif} = C_o - C_f$$

$$\text{Dif} = 986,82 - 983,92 = 2,90 \text{ m}$$

- Calcular el diámetro:

$$D_i = \left( \frac{1\,743,811 * 289,25 * 1,05 * 2,48^{1,85}}{150^{1,85} * (2,90)} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D_i = 2,5''$$

Se diseñará con el diámetro comercial de  $2\frac{1}{2}$  pulgadas

- Calcular la pérdida:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 289,25 * 1,05 * 2,48^{1,85}}{150^{1,85} * 2,655^{4,87}} = 2,189 \text{ m}$$

- Chequeando la velocidad:

$$V = \frac{1,974 * Q_{\max h}}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 2,48}{2,655^2} = 0,69 \text{ m/s (si cumple)}$$



Calcular las cotas piezométrica, presión dinámica y la presión estática de ese tramo.

Datos:

Cota inicial = 986,82 m

Cota final = 983,92 m

Cota piezométrica inicial = 986,82 m

Cota piezométrica final = cota piezométrica inicial- hf

Cota piezométrica final = (986,82-2,189) m= 984,63 m

Presión dinámica final= cota piezométrica final- cota de terreno final

Presión dinámica final = (984,63-983,92) m = 0,711 m

Presión estática final= cota inicial de terreno- cota piezométrica final

Presión estática final= (986,82-984,63) m = 2,189 m

Calcular el ramal 2 E-47 a E-52

Se calculan los caudales instantáneo y de vivienda para conocer el mayor y ese será el caudal con el que se va a diseñar.

- Caudal unitario:

$$Q_u = \frac{Q_{\max h}}{\text{No de viviendas}}$$

Donde:

$Q_u$  = caudal unitario

$Q_{maxh}$  = caudal máximo horario

$N^\circ$  = número de viviendas

Sustituyendo:

$$Q_u = \frac{2,48}{185} = 0,0134 \text{ l/s}$$

- Caudal instantáneo:

$$Q_{inst} = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

$Q_{inst}$  = caudal instantáneo

$k = 0,15 < 1\ 000$  población,  $0,25 > 1\ 000$  población

$n$  = número de viviendas

Sustituyendo:

$$Q_{inst} = 0,2\sqrt{14 - 1} = 0,90 \text{ l/s}$$

- Caudal de vivienda:

$$Q_{vi} = Q_u * \text{Núm. viviendas}$$

Sustituyendo:

$$Q_{vi} = 0,0134 * 14 = 0,19 \text{ l/s}$$

El caudal con el que se debe diseñar es el  $Q_{inst} = 0,90$  litros por segundo, el procedimiento es el mismo como para calcular el ramal principal. Para tener más detalle de los cálculos por ramales verificar la tabla de datos en los anexos.

#### **2.1.10.7. Sistema de desinfección**

Se utilizará equipo adecuado para desinfectar el agua con pastillas de hipoclorito de calcio. Su finalidad es la de proporcionar una solución de cloro al tanque de distribución del sistema para mantener la potabilidad del caudal.

Deberá tener las siguientes características:

- Alimentación de cloro

Se hará con tabletas de hipoclorito de calcio  $[Ca(OCl)]$  con no menos del 65 por ciento de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3 1/8 pulgadas, alto 1 ¼ pulgadas, peso 300 gramos.

- Funcionamiento

Deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica para su funcionamiento. Debe permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución.

- Dimensiones

Deberá ser pequeño, con dimensiones aproximadas a 0,30 metros de diámetro y 0,90 metros de alto.

- Rango de flujo

El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

- Ubicación del clorador

El ejecutor deberá instalar el clorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución esté entre 0,7 y 1,5 partes por millón.

#### **2.1.10.8. Conexiones domiciliarias**

El objetivo del sistema de abastecimiento de agua potable es el de abastecer a los usuarios con el vital líquido, de una manera sanitariamente segura y que este sea accesible para la población, esto se logra por medio de las conexiones domiciliarias, no es más que instalar tubería desde el tanque de almacenamiento hasta la comunidad y distribuirlo por ramales hacia cada una de las viviendas.

#### **2.1.10.9. Obras de arte**

Son utilizadas cuando en una parte del tramo de tubería se tienen características desfavorables en el diseño de la red de agua potable, como atravesar un río o si la presión con la cual se conduce el agua es demasiado fuerte y puede ocasionar daños en la tubería.

Entre las obras de arte se puede mencionar las siguientes:

- Caja rompe presión
- Cajas para válvulas

Para este proyecto no se usarán cajas rompe presión ya que las pendientes no lo requieren.

#### **2.1.10.10. Válvulas**

Se define como un aparato con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de los líquidos mediante una pieza movable que abre, cierra y obstruye parcialmente uno o varios conductos. Las válvulas son unas de las piezas más utilizadas en la industria y debido a su diseño se pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos.

Las más comunes en los sistemas de agua potable son:

- Válvula de compuerta

Estas sirven para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema. No se puede utilizar para regular el flujo. El cierre y la apertura se realizan mediante un disco, el cual es accionado por un vástago, este puede subir al abrir la válvula de compuerta o permanecer en la misma posición y solamente elevar el disco.

Estas pueden ser de hierro fundido, de bronce o de plástico. Las primeras se deben usar en diámetros de 6 pulgadas en adelante y las de bronce son más económicas. Las de plástico se usan en los equipos dosificadores de solución de hipoclorito de calcio.

- Válvula de aire

Según la cantidad de aire que se puede acumular puede causar una reducción de la tubería y la capacidad de conducción. Esta cantidad de aire puede ser tan alta que es capaz de interrumpir el transcurrir del agua libremente.

Estas válvulas permiten el ingreso como la salida del mismo, el acceso de aire se da cuando se inicia bruscamente la salida del agua, como cuando hay ruptura, esto puede provocar presiones negativas si no se tiene una válvula de aire.

- Válvula de limpieza

En un sistema de conducción de agua se incluye una válvula que permita la descarga de sedimentos acumulados en la tubería, esta debe ir colocada en las partes más bajas de la red. La válvula debe ser de bronce y adaptada para la tubería y accesorios de PVC, se debe proteger en una caja de mampostería de piedra, con losa y tapadera de concreto reforzado.

- Válvula de globo

Esta válvula se emplea en las conexiones domiciliarias y sirve para regular el caudal, el recorrido del agua produce una considerable pérdida de carga, aún con una válvula completamente abierta.

### **2.1.11. Elaboración de planos**

Estos constituyen el resultado final del diseño, a través de ellos se puede plasmar en papel todos los detalles que integran el proyecto. Los planos que se elaboraron se presentan en la última sección de este informe y estos son:

- Planta general del proyecto
- Planta y perfil de la línea de conducción
- Planta y perfil de la línea de distribución
- Planta y perfil de los ramales de distribución
- Detalles generales de obras necesarias

Todos los planos se realizaron en un formato A1, pero para poder incorporarlos en este informe fue necesaria su reducción a un formato A3.

### **2.1.12. Presupuesto**

El presupuesto de un proyecto es una valoración sobre lo que podría costar la construcción de la obra.

Este se realizó con base en los precios unitarios de la región, siempre tomando en cuenta la mano de obra calificada y la mano de obra no calificada, prestaciones y costos directos e indirectos.

- Costo directo: son las atribuciones directas a la ejecución del proyecto y se definen en la mano de obra calificada y no calificada, materiales locales, costo de herramienta y transporte.

- Costo indirecto: son los que no pueden cargarse directamente a la ejecución del proyecto y son ocasionados por el funcionamiento de la empresa ejecutora.
- La mano de obra no calificada será aportada por los habitantes de la comunidad.
- Los rendimientos de mano de obra, de acuerdo con la experiencia en proyectos de agua potable ejecutados por la institución.



Tabla VII. **Resumen del presupuesto del sistema de agua potable Churunel Central**

<b>Núm.</b>	<b>Reglón</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U.</b>	<b>Costo total</b>
1	Preliminares				
1,1	Bodega y guardianía	U	1,00	Q11 288,19	Q11 288,19
1,3	Replanteo topográfico	m	2555,14	Q5,22	Q13 341,16
1,4	Captación	U	4,00	Q14 074,82	Q56 299,26
	<b>TOTAL</b>				<b>Q80 928,61</b>
2	Linea de conducción				
2,1	Conducción	m	131,29	Q335,92	Q44 102,83
2,2	Válvula de limpieza	U	1,00	Q1 168,11	Q1 168,11
2,3	Caja reunidora de caudales	U	2,00	Q6 555,88	Q13 111,76
2,4	<b>TOTAL</b>				<b>Q58 382,70</b>
3	Linea de distribución				
3,1	Tanque de distribución	U	1,00	Q49 696,58	Q49 696,58
3,2	Red de distribución	m	2423,85	Q117,31	Q284 337,73
3,3	Caja para valvulas	U	12,00	Q1 886,53	Q22 638,32
3,4	Hipoclorador	U	1,00	Q5 108,28	Q5 108,28
3,5	<b>TOTAL</b>				<b>Q361 780,91</b>
4	Conexiones prediales				
4,1	Conexiones	U	93,00	Q681,37	Q63 367,82
	<b>TOTAL</b>				<b>Q63 367,82</b>
	<b>Costo total del proyecto</b>				<b>Q564 460,05</b>
	<b>Costo total en US\$</b> <b>1US\$= 7.81222</b>				<b>\$72 253,48</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.13. Evaluación socioeconómica**

Esta evaluación socioeconómica es con el fin de evaluar un proyecto de inversión, consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

Para esto se utilizan los métodos de valor presente neto y la tasa interna de retorno.

#### **2.1.13.1. Valor presente neto (VPN)**

Este es una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos. Permite calcular el valor presente de todos los flujos netos de caja esperados del proyecto.

La ecuación a utilizar para el cálculo del valor presente neto, estimando anualidades, es:

$$p = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

Donde:

P = valor presente neto

A = valor de pago constante, renta de ingreso

i = tasa de interés de cobro por la operación

n = período que dura la operación

Este proyecto es de inversión social, entonces la Municipalidad deberá cubrir el 50 por ciento de su costo total y la comunidad el otro 50 por ciento, en un período de 10 años.

Para este proyecto la inversión inicial será del monto total del proyecto Q 452 460,45 teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente:

$$185 \text{ viviendas} * Q 22,00 * 12 \text{ meses} = Q 48 840,00$$

Con un valor de rescate nulo, y con tasa de interés anual de 5 por ciento para 20 años.

$$VPN = -Q 452460,45 + Q 48 840 * \left( \frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,05)^{20}} \right)$$

$$VPN = -Q 452460,45 + 304327,18$$

$$VPN = -Q 148133,27$$

El valor presente neto de este proyecto es negativo, esto quiere decir que no produce utilidad alguna. Por ser de carácter social su objetivo principal es promover el desarrollo de la comunidad y que tenga un saneamiento adecuado y así poder reducir las enfermedades gastrointestinales.

### **2.1.13.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

Es la tasa interna de rentabilidad de una inversión está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto es igual a cero.

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

Para encontrar el valor de tasa interna de retorno (TIR) se calculan dos valores: uno positivo y uno negativo, para luego poder interpolar entre estos y así encontrar la tasa de interés para la cual el VPN será cero.

La fórmula es la siguiente:

$$I = (VP - VR) * Crf + (VR * i) + DE$$

Donde:

I= ingresos

VP= valor presente

VR= valor de rescate

Crf= factor de recuperación de capital

i = tasa de interés

DE= desembolsos

TIR= tasa interna de retorno

El cálculo del TIR es una prueba de ensayo y error, se inicia con una tasa tentativa de actualización y con el mismo se trata de calcular un valor actual neto, se procede hasta que sufra un cambio de signo (VP).

Después se continúa a través de la siguiente expresión:

$$i = \left( \frac{\text{Resultado de la 1ra prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$i = \left( \frac{\text{última tasa}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{Resultado de la última prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$\text{TIR} = \left( \frac{\text{tasa anterior}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{resultado tasa anterior}}{\text{tasa anterior} - \text{última tasa}} \right) + \left( \frac{\text{diferencia}}{\text{tasa trabajadas}} \right)$$

Para este proyecto se debe hacer una inversión de Q452 460,45 y se espera un beneficio anual de Q48840 con una vida útil de 20 años.

$$\text{VPN3 \%} = -Q 452 460,45 + Q 48 840 * \left( \frac{(1 + 0,03)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,03)^{20}} \right)$$

$$\text{VPN3\%} = -Q 234 475,68$$

$$\text{VPN1 \%} = -Q 452 460,45 + Q 48 840 * \left( \frac{(1 + 0,01)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,01)^{20}} \right)$$

$$\text{VPN1 \%} = -Q 364 325,96$$

Por los datos que se obtuvieron se concluye que si hay pérdidas en la ejecución del proyecto de agua potable para Churunel Central, porque con ninguna tasa de interés se puede tener ganancias, pero esto es justificable ya que es un proyecto con beneficio para la sociedad.

#### **2.1.14. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Impacto ambiental: es cualquier alteración a las condiciones ambientales, adversas o benéficas, pueden ser provocadas por la acción humana o las fuerzas naturales.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones, formado así por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar que se efectuó un examen sistemático de los estudios ambientales de un proyecto, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a desarrollar.

El procedimiento que debe cumplir la evaluación de impacto ambiental es:

Según la base legal para realizar los EIA, devienen de la ordenanza contenida en el artículo 8 de la ley de protección y mejoramiento del medio ambiente y este a su vez indica que:

Para todo proyecto, obra industrial o cualquier actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, al ambiente o que introduzca modificaciones nocivas al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente una evaluación de impacto ambiental por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente.

Entre los aspectos que pueden ser afectados se tienen el suelo, aguas, aire, ruido, contaminación térmica, olores molestos, radiaciones, productos químicos tóxicos, protección de la naturaleza en áreas protegidas, incendios forestales, y otros aspectos de la conservación de la fauna y flora.

Para este proyecto durante el proceso de construcción uno de los aspectos a tomar en cuenta es la remoción de la vegetación esto debido a la denominada apertura de brecha la cual sirve para colocar la tubería de manera enterrada.

Con esto se pretende colocar la tubería donde existiera derecho de paso, y por terrenos que se usan para la agricultura, así se estaría conservando la vegetación de los bosques.

Para el proceso en etapa de operación se tiene previsto vigilar el caudal del afluente y velar que la ubicación de la fuente sea la menos perjudicial y que esté libre de algún tipo de contaminación.

## **2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable al caserío El Mirador cantón Pujujil II**

A través del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se garantiza mejorar la calidad del agua que será llevada por medio de tuberías a todas las familias de la comunidad, con el fin de mejorar sus condiciones de saneamiento básico y así disminuir los problemas de salud.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

Consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable de gravedad y bombeo, se tiene un tanque de captación en el cual el líquido baja por gravedad hacia el tanque de bombeo. Luego este es el encargado de conducir el agua a través de una línea de impulsión con dirección al tanque de distribución, como su nombre lo indica distribuirá el agua a la comunidad mediante la gravedad y se utilizarán los ramales abiertos debido a la ubicación de las viviendas.

## **2.2.2. Fuentes de agua**

Hay una sola fuente de agua que sería la encargada de satisfacer la demanda. Es un brote definido en ladera. Este se encuentra a 1,80 kilómetros del tanque de distribución.

### **2.2.2.1. Aforo de la fuente**

Es el volumen de agua en cierta cantidad de tiempo (caudal). Es muy importante realizar un aforo ya que ayuda a conocer la disponibilidad del agua, y si será capaz cubrir la demanda de la comunidad. El método que se utilizó para conocer el caudal fue el de volumétrico. Este consiste en medir el agua en un recipiente de volumen conocido, primero se captó el agua desde el nacimiento y se iba tomando el tiempo con un cronómetro, se paraba el mismo cuando el recipiente estaba totalmente lleno. Esta repetición se hizo cuatro veces.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Donde

Q= caudal (l/s)

Vol= volumen del recipiente (l)

T= tiempo (s)

El aforo se realizó el 14 de enero de 2014, el volumen que se utilizó fue de 5 galones y el tiempo se tomó con un cronómetro.



Tabla VIII. **Resultado del aforo**

<b>CÁLCULO DE AFORO</b>				
<b>Núm.</b>	<b>tiempo aforo (seg)</b>	<b>volumen (litros)</b>	<b>caudal (l/s)</b>	<b>Caudal (GPM)</b>
1	0,5	18,925		
1	0,5	18,925		
1	0,5	18,925		
1	0,5	18,925		
<b>4</b>	<b>15,45</b>	<b>18,925</b>	<b>37,85</b>	<b>599,94</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.3. Agua potable**

El agua es el líquido vital para el ser humano y se puede obtener de fuentes superficiales o subterráneas. Debe ser sanitariamente segura, lo cual quiere decir que debe ser incapaz de transmitir enfermedades y tiene que estar libre de sustancias tóxicas, minerales y orgánicas.

#### **2.2.3.1. Calidad del agua**

Son las condiciones en que se encuentra el agua respecto a sus características fisicoquímicas y bacteriológicas las cuales deben cumplir parámetros que permitan ser de consumo humano.

Por esta razón se debe cumplir con los estándares de calidad, las cuales se determinan bajo la Norma COGUANOR NGO 29001.

### **2.2.3.1.1. Análisis bacteriológico**

Es el que proporciona toda la información relacionada con la potabilidad del agua para indicar el nivel de contaminación bacteriana. Una de las principales causas de contaminación es que se encuentren residuos de heces fecales en las fuentes de agua con las cuales se abastecen a las comunidades en el área rural.

La manera en que se realizó la toma de muestras para el examen bacteriológico es la siguiente:

- Abrir el frasco esterilizado
- Llenar y sumergir el frasco a una profundidad de 20 centímetros aproximadamente, la boca del frasco debe ir orientada hacia la corriente
- Tapar el recipiente
- Llevarlo al laboratorio en una hielera

### **2.2.3.1.2. Análisis fisicoquímico**

El principal objetivo de este examen físico es registrar las propiedades que pueden ser captadas por los sentidos, entre ellas el olor, color, sabor, turbiedad, temperatura del agua. El análisis químico es el que mide el nivel de alcalinidad en el agua, dureza, nitritos, presencia de cloruros, pH, el contenido de hierro y manganeso. También puede mostrar variaciones ocasionadas por el tratamiento, los cuales pueden afectar la tubería y la calidad del agua.

Toma de muestras para el examen fisicoquímico:

- Se debe destapar el recipiente de plástico, el cual tiene que estar totalmente limpio.
- La capacidad que se utilizó es de 4 litros.
- Se sumerge el recipiente en contra de la corriente y se llena.
- Se tapa y se revuelve, luego se devuelve el contenido a la fuente, (esto se repite 4 veces).
- En la última se guarda el agua y se lleva al laboratorio.

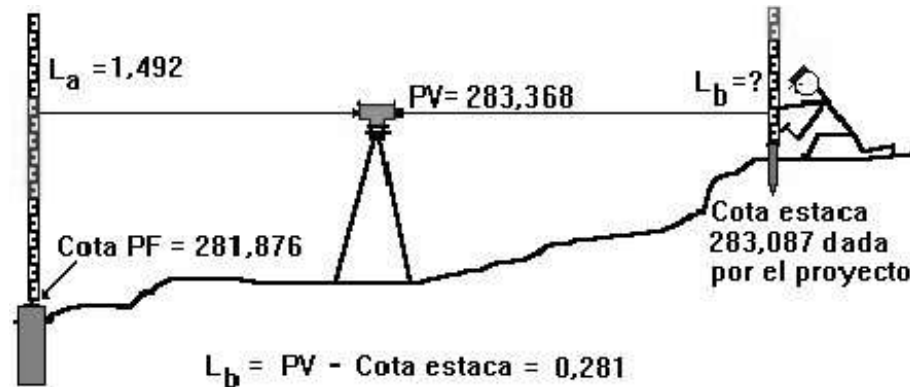
#### **2.2.4. Levantamiento topográfico**

Es la representación gráfica de un terreno en la cual se determina la posición horizontal y vertical de la superficie terrestre.

Esto sirve para ubicar la fuente de captación como el punto inicial del proyecto, así como el trazo de las líneas de conducción que va desde el nacimiento hacia el tanque de distribución y la red que se encargará de repartir el agua en la comunidad.

Para este proyecto se contó con personal de la comunidad los cuales llevaban estacas y pintura roja para dejar identificada la estación y el recorrido de las líneas de conducción y distribución. Los instrumentos que se utilizaron fueron prestados por la Municipalidad de Sololá estos son: teodolito, trípode, estadal y cinta métrica.

Figura 6. Levantamiento topográfico método de radiación



Fuente: [http://es.enc.tfode.com/Nivel\\_topogr%C3%A1fico](http://es.enc.tfode.com/Nivel_topogr%C3%A1fico). Consulta: 20 de marzo de 2014.

#### 2.2.4.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que representa dibujos a escala en un plano horizontal. Esto sirve para localizar en planta las líneas de conducción y de distribución, el método topográfico que se utilizó fue el de conservación de azimut, primero se nivela el teodolito y se busca en la mira el estadal para poder localizar el hilo superior y el hilo inferior, y así anotar los datos necesarios en la libreta topográfica.

#### 2.2.4.2. Altimetría

Parte de la topografía que se encarga de representar la altura o cota de cada punto respecto de un plano de referencia. Por medio de este método se puede realizar perfiles y observar la altura que tienen al nivel del suelo. Es decir muestra el relieve de un plano horizontal.

### **2.2.5. Base para diseño hidráulico**

Para obtener un buen funcionamiento del diseño de abastecimiento de agua potable se necesitan conocer varios factores, los cuales afectarán en determinado momento el sistema por esta razón se investiga la tasa de crecimiento poblacional, para estimar la cantidad de personas que serán beneficiadas en la actualidad y a futuro, y si la fuente será capaz de satisfacer la demanda. También se toma en cuenta el período de diseño, la calidad del agua, tipo de caudal, entre otros.

#### **2.2.5.1. Crecimiento poblacional**

Se refiere al aumento que se da en un grupo de personas en un tiempo determinado representado en porcentaje, es el reflejo de cuantos nacimientos y muertes se han dado en la comunidad también muestra la cantidad de inmigrantes y emigrantes.

Es muy importante conocer este dato ya que es de mucha utilidad al momento de realizar los cálculos, ya que se puede saber de cuanto es la demanda actual y de cuánto será en el futuro.

#### **2.2.5.2. Período de diseño**

Es el número de años para el cual se diseña un proyecto, en este caso es un sistema de abastecimiento de agua potable y se debe tomar en cuenta la vida útil de los materiales, la población de diseño, la tasa de interés, el costo y el funcionamiento de la obra en los primeros años.

Esto depende de la durabilidad de los materiales y de la calidad con que se trabaje. Según las normas UNEPAR el período de diseño es de 20 años para obras civiles.

#### **2.2.5.2.1. Población futura**

El cálculo de la población futura se toma a partir de los datos proporcionados por el INE, es la institución encargada de recolectar las estadísticas de los últimos censos realizados en el país. En Guatemala se utiliza el método geométrico porque es el que más se asemeja a las poblaciones que se encuentran en vías de desarrollo.

Las fórmulas que se utilizan en dichos cálculos son:

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

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño (años)

Sustituyendo valores para este proyecto se tiene lo siguiente:

$$r = 2,36 \%$$

$$Po = 420$$

$$n = 22 \text{ años}$$

$$Pf = 420 * (1+0,0236)^{22}$$

$$Pf = 702 \text{ habitantes}$$

### **2.2.5.3. Dotación**

“Es la cantidad de agua asignada a un habitante de una población, es decir que es lo necesario que gastaría una persona en sus actividades diarias. La manera de representar esta medida es litros por habitante por día (litro/habitante/día).”<sup>4</sup>

Para fijar la dotación se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Nivel de vida de la población
- Clima
- Cantidad y calidad del agua
- Presiones
- Servicios públicos y comunales
- Actividades productivas
- Facilidad del drenaje

Para este proyecto se usará una dotación de 90 litro por habitante por día, según los servicios con los que cuenta la población.

### **2.2.6. Factores de consumo**

Para determinar el tipo de factores de consumo se debe relacionar con variables que afectan al ser humano y el ambiente donde se desenvuelve. Los factores que intervienen directamente en el consumo humano de agua potable son: temperatura, características socioeconómicas, presión en la red de

---

<sup>4</sup> *INFOM. Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Guatemala, 2011. pág. 26*

distribución de agua potable, clasificación del consumo de agua, medidores y tarifas, consumo futuro y caudal de diseño.

#### **2.2.6.1. Factor de día máximo**

Es el coeficiente que funciona como un factor de seguridad y va de acuerdo al número de habitantes de la población futura, el intervalo es de 1,2 a 1,5 y por medio de este se conoce el caudal de día máximo. Para este proyecto se utilizó un factor de 1,5 porque la población futura es  $< 1\ 000$  según UNEPAR.

#### **2.2.6.2. Factor de hora máximo**

Al igual que el factor de día máximo este también sirve como un factor de seguridad al momento de realizar el cálculo del caudal de hora máximo.

Según UNEPAR el intervalo a usar es de 2 a 3 según el número de habitantes de la población futura. Para este proyecto se utiliza el número  $2 < 1\ 000$ .

#### **2.2.7. Caudales de diseño**

Para poder determinar los caudales de diseño, se deben realizar aforos o bien si la comunidad cuenta con series históricas de las fuentes, lo importante es recabar datos y luego realizar el análisis respectivo de los distintos caudales que ha presentado el nacimiento, así como la fecha en la que fueron realizados para obtener un estimado si la fuente va en aumento o en disminución



En la mayoría de casos, muchos profesionales no cuentan con la información completa por este motivo se realiza el diseño con base en normas nacionales e internacionales.

### **2.2.7.1. Caudal medio diario**

Este caudal es el que usa a diario la población y se puede cuantificar en el período de un año. Para este proyecto no se tiene ningún registro de consumo, por esta razón se utiliza la dotación para su cálculo.

Se obtiene de la multiplicación de la dotación por la población futura dividido el total de segundos que tiene un día.

$$Q_{md} = \frac{Dot * Pf}{86\ 400\ s}$$

Donde:

$Q_{md}$  = caudal medio diario

dot = litros por habitantes por días

Pf = población futura

Factor = 86400 segundos en un día

Sustituyendo:

$$Q_{md} = \frac{90\ l/hab/\ dia * 702\ hab}{86\ 400\ s}$$

$$Q_{md} = 0,73\ l/s$$

### **2.2.7.2. Caudal máximo diario**

Es el caudal que sirve para el diseño de las líneas de conducción, para su cálculo se utiliza el factor de día máximo, este se obtiene de la multiplicación del caudal medio diario por el factor de día máximo.

$$Q_{\max d} = f_{\max} * Q_{\text{md}}$$

Donde:

$Q_{\max d}$  = caudal máximo diario

$f_{\max}$  = factor de día máximo

$Q_{\text{md}}$  = caudal medio diario

Sustituyendo:

$$Q_{\max d} = 1,5 * 0,73 \text{ l/s}$$

$$Q_{\max d} = 1,095 \text{ l/s}$$

### **2.2.7.3. Caudal máximo horario**

Se utiliza para el diseño de la línea de distribución, por medio de este se puede conocer la hora de mayor consumo en la población y debe satisfacer la demanda. Se obtiene a través de la multiplicación del caudal medio diario utilizando los factores de seguridad basados en la cantidad de personas que habitan la comunidad.

$$Q_{\max h} = F_{\max} * Q_{\text{md}}$$

Donde:

$Q_{hmax}$  = caudal de hora máximo

$Q_{md}$  = caudal medio diario

$F_{hm}$  = factor de hora máxima

Sustituyendo:

$$Q_{maxh} = 0,73 \text{ l/s} * 3$$

$$Q_{maxh} = 2,19 \text{ l/s}$$

#### **2.2.7.4. Caudal de bombeo**

Se utiliza para conducir el agua desde el tanque de succión hasta la distribución, la bomba estará funcionando un total de 8 horas diarias, para un buen funcionamiento del sistema, y esto influye al momento de realizar cálculos para conocer el diámetro de la tubería que se va a utilizar.

Para calcular el caudal de bombeo se usa la siguiente expresión:

$$Q_b = Q_{maxd} * \frac{24}{N}$$

Donde:

$Q_b$  = caudal de bombeo

$Q_{maxd}$  = caudal máximo diario

$N$  = número de horas de bombeo

Sustituyendo:

$$Q_b = 1,095 \text{ l/s} * \frac{24}{8}$$

$$Q_b = 3,29 \text{ l/s}$$

## 2.2.8. Diseño hidráulico de los componentes

Este sirve para conocer la presión del agua y el tipo de tubería que se debe utilizar al momento de diseñar una red de agua potable, ya que los componentes del sistema tienen como principal objetivo el buen desarrollo del mismo siendo este un proceso unificado integral.

### 2.2.8.1. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

Los diámetros a utilizar en el proyecto varían en el diseño por diferentes factores, pero están comprendidos entre  $\frac{3}{4}$  a 3 pulgadas, la red está compuesta por ramales abiertos, la tubería que conforma dicho sistema es la de PVC, usando un coeficiente de rugosidad de 150.

Para realizar el cálculo de las pérdidas que se tienen en la tubería se utilizó la fórmula de Hazen & Williams:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * l * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Esta también sirve para conocer el diámetro de la tubería que se usará desde la captación hacia el tanque de distribución, este pequeño recorrido es por medio de la gravedad.

Al despejar la  $d$ , queda la siguiente expresión:

$$D_i = \left( \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

L= longitud horizontal de la tubería la cual tiene un incremento de 5%

Q= caudal de diseño

C= coeficiente de fricción para el material de la tubería

Hf= es la pérdida que se da en la tubería, es decir es la diferencia de cotas entre la altura que se tiene en el punto más alto con el punto más bajo del tramo que se está diseñando

Di= diámetro de la tubería

### **2.2.8.2. Clases y trabajo de tubería**

En ese proyecto se usará una tubería de PVC (cloruro de polivinilo) la cual sirve para conducir fluidos. Se utilizará una presión mínima de trabajo la cual depende del diámetro de:

- Tubo de 0,5 = 160 psi
- Tubo de 1 pulgada = 160 psi
- Tubo de 1 ½ = 250 psi
- Tubo de 1 ¼ = 250 psi

### **2.2.8.3. Velocidades y presiones**

La presión estática de un fluido es la que soporta la tubería cuando éste se encuentra en reposo, mientras que la presión dinámica es la que se produce cuando hay un movimiento del agua, con esto la estática modifica su valor y gasta energía mediante se de un desplazamiento. De acuerdo a la norma UNEPAR, para líneas de distribución se debe tener en consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Mínima 10 metros
- Máxima 40 metros

La presión estática máxima que pueden soportar las tuberías de 160 libras fuerza por pulgada cuadrada es de 112 metros columna de agua, y la tubería de 250 libras fuerza por pulgada cuadrada es de 175 metros columna de agua.

La velocidad en las líneas de bombeo según la norma UNEPAR para área rural debe estar entre 0,40 metros por segundo y 3 metros por segundo, pero en este proyecto para evitar el golpe de ariete se utilizarán velocidades comprendidas entre 0,60 metros por segundo y 2 metros por segundo para línea de conducción y distribución.

#### **2.2.8.4. Captación**

Son obras que sirven para recolectar el agua proveniente de uno o varios manantiales de brotes definidos o difusos. Al momento de elegir la fuente que será la encargada de abastecer a la comunidad, es importante tomar en cuenta la ubicación para que no afecte con el acceso de personas y animales y así evitar la formación de bancos de arena.

En este caso la captación es un brote definido en ladera el cual debe de transportar el agua hacia el tanque de succión para que este desplace el líquido al tanque de almacenamiento y se pueda abastecer a la comunidad.

### 2.2.8.5. Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción para este proyecto será una parte por gravedad solo para que el agua sea conducida al tanque de succión y la mayoría del tramo será por medio de bombeo.

Se calculó el primer tramo por el método de gravedad (E-0 a E4):

Datos:

Longitud del tramo= 54 (sin incremento)

Caudal día máximo = 1,09 l/s

Tubería PVC = 150 coeficiente de fricción

Cota1 = 1 000 m

Cota2 = 995 m

- Determinar diámetros:

$$D_i = \left( \frac{1\,743,811 * 54 \text{ m} * 1,05 * 1,09 \text{ l/s}^{1,85}}{150^{1,85} * (1\,000 - 995)} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$D_i = 1,17$  pulgadas (se toman los diámetros comerciales más próximos)

- Calcular la pérdida de carga:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 54 * 1,05 * 1,09^{1,85}}{150^{1,85} * 1,4,87} = 10,9283 \text{ m}$$

$$H_{f2} = \frac{1\,743,811 * 54 * 1,05 * 1,09^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5,4,87} = 1,5170 \text{ m}$$

- Calcular longitudes:

$$L2 = \frac{54 * 1,05 * (5 - 10,9283)}{1,5170 - 10,9283} = 36 \text{ m (Para el diámetro menor)}$$

$$L1 = (54 * 1,05) - 36 = 21 \text{ m (Para el diámetro mayor)}$$

- Calcular las pérdidas reales:

$$HF1 = \frac{1\,743,811 * 21 * 1,09^{1,85}}{(150^{1,85}) * (1^{4,87})} = 4,0475 \text{ m}$$

$$HF2 = \frac{1\,743,811 * 36 * 1,09^{1,85}}{(150^{1,85}) * (1,5^{4,87})} = 0,9631 \text{ m}$$

Según la sumatoria de pérdidas reales es de 5 metros y los diámetros a utilizar en los 2 tramos desde la captación hacia el tanque de succión es de 1 y de 1 ½ pulgada.

#### **2.2.8.5.1. Determinación del diámetro económico**

Para poder determinar el diámetro de la tubería a utilizar, depende mucho de la potencia de la bomba, ya que si se adopta un diámetro demasiado grande, provocará pérdidas de carga pequeñas y en consecuencia la potencia del sistema de bombeo será reducida, las bombas serán de menor costo, pero el costo de tubería de descarga será muy elevado y si el diámetro es pequeño, la tubería será de menor costo pero la bomba tendrá un monto más elevado y consumirá más energía.



Por esta razón existe un diámetro conveniente para el cual el costo total de las instalaciones es mínimo, su operación se le conoce como diámetro económico y permite conducir el caudal requerido a un costo mínimo entre tubería y bombeo.

Cálculo del tramo (E-4 a E-51) por el método de bombeo:

Datos:

$Q_b = 3,27$  l/s

Longitud del tramo = 1769 m

Cota del tanque de distribución = 1102 m

Cota de succión = 995 m

Velocidad 0,6 m/s a 2 m/s

Horas de bombeo 8 por economía

- Calcular el diámetro económico:

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

Donde:

$D_i$ = diámetro

$V$ = velocidad

$Q_b$ = caudal de bombeo

Sustituyendo:

$$D_{i1} = \frac{\sqrt{1,974 * 3,27}}{0,6} = 3,27 \text{ pulgadas}$$

$$Di2 = \frac{\sqrt{1,974*3,27}}{2} = 1,7 \text{ pulgadas}$$

Se colocan en intervalo los diámetros comerciales más próximos en este caso son de 2, 3 y 4 pulgadas.

- Calcular la amortización:

R = 15 % anual

R = 0,15/12 = 0,0125

Núm. de años 10\*12 = 120 meses

$$A = \frac{0,0125*(0,0125+1)^{120}}{(0,0125+1)^{120} - 1} = 0,0161$$

- Núm. de tubos a utilizar:

$$N = \frac{1769*1,05}{6} = 310 \text{ tubos}$$

- Costo mensual de amortización

Tabla IX. Costo mensual

Diámetro pulg.	Núm. de tub	Amortización	P. U.(250 psi)	Costo tub
2	310	0,016	Q210	Q1 050,29
3	310	0,016	Q456	Q2 280,63
4	310	0,016	Q755	Q3 776,04

Fuente: elaboración propia.

- Calcular las pérdidas:

$$Hf_4 = \frac{1\,743,811 * 1\,769 * 1,05 * (3,27)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (4)^{4,87}} = 3,1954$$

$$Hf_3 = \frac{1\,743,811 * 1\,769 * 1,05 * (3,27)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (3)^{4,87}} = 12,9712$$

$$Hf_2 = \frac{1\,743,811 * 1\,769 * 1,05 * (3,27)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (2)^{4,87}} = 93,4426$$

- Calcular la potencia de la bomba:

$$Pot_4 = \frac{3,1954 * 3,27 * 0,746}{76 * 0,6} = 0,17 \text{ kw}$$

$$\text{Pot3} = \frac{12,9712 * 3,27 * 0,746}{76 * 0,6} = 0,69 \text{ kw}$$

$$\text{Pot2} = \frac{93,4426 * 3,27 * 0,746}{76 * 0,6} = 5 \text{ kw}$$

- Costo mensual:

Tabla X. **Costo por bombeo**

<b>Diámetro</b>	<b>Potencia</b>	<b>horas de bombeo</b>	<b>P.U.</b>	<b>Costo tub</b>
2	5,09	240	1,8	Q 2 199,25
3	0,707	240	1,8	Q 305,29
4	0,174	240	1,8	Q 75,21

Fuente: elaboración propia.

- Calcular el diámetro:

Tabla XI. **Diámetro económico**

<b>Diámetro</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo por bombeo</b>	<b>costo total</b>
2	Q1 050,29	Q 2 199,25	Q 3 249,54
3	Q2 280,63	Q 305,29	Q 2 585,92
4	Q3 776,04	Q 75,21	Q 3 851,25

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos el diámetro económico es el de 3 pulgadas por lo que se trabajara con el mismo para el diseño de la línea de conducción.

Para verificar si dicho diámetro cumple con lo establecido por la norma según la velocidad se realiza lo siguiente:

$$V = \frac{1,974 * Q_b}{(D_i \text{ económico})^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 3,27}{(3,088)^2} = 0,68 \text{ m/s}$$

V = 0,68 metros por segundos, si cumple.

#### **2.2.8.5.2. Tipos de tubería**

Todo tipo de tubería tiene tres características importantes: diámetro, clase y tipo, respecto al diámetro nominal, el cual difiere del diámetro interno siendo este último el que se usa para el diseño hidráulico. La clase se refiere a la norma de fabricación y está relacionada con la presión de trabajo, a la razón del diámetro externo y del espesor de la pared del tubo. Por último se tiene el tipo de tubería y se refiere al material del cual está hecho el conducto.

La línea de impulsión está compuesta por la tubería de succión y la de descarga.

Tubería de succión: es la que va conectada directamente a la entrada de la bomba y une a la misma con el volumen de agua a elevarse.

Para que la resistencia sea mínima en la tubería y evitar las entradas de aire por la misma, se recomienda lo siguiente:

- La tubería deber ser corta y tan directa como sea posible.
- Su diámetro debe ser igual o mayor al diámetro de la tubería de descarga. Si se trabajara con una longitud larga el diámetro debe aumentarse para reducir la resistencia al paso del agua.
- Los codos deben ser de radios largos ya que ofrecen menos fricción y proporcionan una distribución más uniforme del fluido que con el uso de los codos normales.
- Los reductores deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba esto con el fin de evitar la formación de burbujas de aire.
- Se recomienda colocar una coladera con válvula de pie en la entrada de la tubería ya que evita que entre material indeseable al tubo de succión.

Tubería de descarga: es la que se coloca después de la bomba, esta llega hasta el tanque de distribución, la velocidad máxima es de 2 metros por segundos, si en caso fuese mayor provocaría una erosión en la tubería. Para el diseño de esta línea de conducción se usara una tubería de PVC de 250 libras fuerza por pulgada cuadrada.

#### **2.2.8.5.3. Diseño del equipo de bombeo**

Para diseñar el equipo de bombeo que se utilizara en el proyecto se debe de tomar en cuenta el caudal de bombeo, la eficiencia de la bomba y la carga dinámica total que va a generar la tubería de diámetro de 3 pulgadas.

La bomba debe ser capaz de conducir el agua hacia el tanque de almacenamiento, en este caso la eficiencia de la bomba será de 60 por ciento, y se trabajara solo 8 horas diarias para economizar el costo de luz eléctrica.

#### **2.2.8.5.4. Carga dinámica total (CDT)**

La carga dinámica total, es la presión real expresada en metros columna de agua contra la cual debe operar una bomba para así poder elevar el caudal de agua hasta el nivel requerido utilizando una bomba de eje horizontal.

Se debe usar la siguiente expresión:

$$CDT = H_s + H_{succ} + H + H_f + H_v + H_{fM}$$

Donde:

$H_s$  = altura de succión

$H_{succ}$  = pérdida de carga en la succión

$H$  = altura del eje de la bomba a la descarga

$H_f$  = pérdida de carga en la línea de impulsión

$H_v$  = pérdida de carga por velocidad

$H_{fM}$  = pérdidas menores (válvulas y accesorios) será como el 10% de las pérdidas por fricción

- Altura de succión:

Para este proyecto se tomaran 4 metros como máximo.

- Pérdida de carga en la succión:

$$H_{succ} = \frac{1\,743,811 * L * Q_b^{1,85}}{C^{1,85} * (D_i^{4,87})}$$

Donde:

L = longitud de la tubería en metros

C = coeficiente de fricción

Di = diámetro en pulgadas

Qb = caudal de bombeo

$$H_{succ} = \frac{1\,743,811 * 4 * 3,27^{1,85}}{150^{1,85} * (3^{4,87})} = 0,0279 \text{ m}$$

- Altura del eje de la bomba a la descarga:

Cota del tanque de almacenamiento = 1 102 m

Cota de la bomba = 995m

$$H = 1\,102 - 995 = 107 \text{ metros}$$

- Pérdida de carga en la línea de impulsión

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,769 * 3,27^{1,85}}{150^{1,85} * (3^{4,87})} = 12,35 \text{ m}$$

- Pérdidas por velocidad:

$$H = \frac{V^2}{2 * g}$$



Donde:

V= velocidad

g= gravedad

$$H = \frac{(0,68)^2}{2 * 9,81} = 0,02356 \text{ m}$$

- Pérdidas menores:

$$H_{fm} = 0.10 * H$$

Donde:

H= pérdidas por velocidad

$$H_{fm} = 0,10 * 0,02356 = 0,002356 \text{ metros}$$

Sustituyendo datos en la ecuación:

$$CDT = H_s + H_{succ} + H + H_f + H_v + H_{fM}$$

$$CDT = 4 + 0,0279 + 107 + 12,35 + 0,02356 + 0,002356$$

$$CDT = 123,40 \text{ m,c,a,}$$

#### **2.2.8.5.5. Verificación del golpe de ariete**

El golpe de ariete es el que se experimenta a lo largo del tramo de bombeo, depende del módulo de elasticidad de los materiales que se están

utilizando. Se le conoce como un choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado esto es ocasionado cuando el movimiento del agua es alterado de una manera brusca.

Para determinar la sobre presión que produce el golpe de ariete se hace de la siguiente manera:

- Calcular la celeridad:

$$Ga = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} * (Di/e)}}$$

Donde:

Ga= celeridad

K= módulo de elasticidad volumétrico del agua

E= módulo de elasticidad volumétrico del material de la tubería

Di= diámetro interno de la tubería

e= espesor de la pared de la tubería

Sustituyendo:

$$Ga = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^4}{3 * 10^4} * (3,088 / 0,206)}} = 421,62 \text{ m/s}$$

- Calcular la velocidad:

$$v = \frac{1,974 * Qb}{d^2}$$

Donde:

V = velocidad

D = diámetro económico

Qb = caudal de diseño

$$v = \frac{1,974 \cdot 3,27}{3,088^2} = 0,68 \text{ m/s}$$

- Calcular la sobrepresión:

$$AH = \frac{Ga * v}{g}$$

Donde:

g = gravedad

V= velocidad

Ga= celeridad

Sustituyendo:

$$AH = \frac{421,62 \cdot 0,68}{9,81} = 29,22 \text{ m}$$

- Verificar el golpe de ariete:

$H+AH = 107+29,22= 136,22 < 175 \text{ m,c,a}$ , (si cumple) la tubería resiste el golpe de ariete.

#### **2.2.8.5.6. Potencia de la bomba**

Es la fuerza con la cual el fluido es impulsado hacia un punto determinado, por toda la tubería. Para el cálculo de la potencia se debe tener la sumatoria de todas las pérdidas de energía o la carga dinámica total.

Se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{pot} = \frac{\text{CDT} * \text{Qb}}{76 * e}$$

Donde:

CDT= carga dinámica total

Qb= caudal de bombeo

e= eficiencia de la bomba (60 %)

Sustituyendo:

$$\text{pot} = \frac{123,41 * 3,27}{76 * 0,60} = 9 \text{ HP}$$

#### **2.2.8.5.7. Equipo de bombeo**

Para este proyecto se utilizará una bomba sumergible de 10 caballos de fuerza, la cual funcionara con energía eléctrica, y el tiempo de bombeo es de 8 horas con una eficiencia de 60 por ciento. El propósito de cualquier bomba es de transformar la energía mecánica en energía cinética y a su vez la transforma en energía de presión.

La bomba produce un salto brusco en el gradiente hidráulico, el cual es llamado como carga dinámica total, esta es siempre mayor que la carga total de elevación, contra la cual trabaja la bomba para poder vencer todas las pérdidas de energía en la tubería.

### 2.2.8.6. Tanque de almacenamiento

Estos tienen como principal objetivo cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando una cierta cantidad de agua durante las horas de bajo consumo y así proporcionar los gastos requeridos en un día.

El tanque de almacenamiento proporciona agua durante algunas horas en caso que se presente una emergencia, como una tubería dañada o que la bomba se encuentre en mantenimiento.

La capacidad de cada tanque es de acuerdo con la demanda real que se tiene de las comunidades, todo bajo los criterios de UNEPAR, se establece que un sistema por bombeo deberá ser de 40 a 60 por ciento del caudal medio diario, esto en función del clima.

Para el diseño del tanque se realizó lo siguiente:

- Calcular el volumen:

$$\text{vol} = \frac{\% * Q_{md} * 86\ 400}{1000}$$

Donde:

Vol = volumen

% = porcentaje de 40% a 60%

Q<sub>md</sub> = caudal medio diario

Sustituyendo:

$$\text{vol} = \frac{0,40 * 0,73 * 86\ 400}{1\ 000} = 30\ \text{m}^3$$

Las dimensiones del tanque serán de 5 metros de largo, 3 metros de ancho y 2 metros de alto con una capacidad de 30 metros cúbicos.

- Diseño de la losa

Se diseñará una losa, según el método 3 del American Concrete Institute ACI 318. En base a la geometría de la losa y de los apoyos estos desarrollan esfuerzos y deformaciones en una sola dirección, y establece que esta trabaja en un sentido pero si lo hace en ambas direcciones ortogonales se denomina una losa en dos sentidos.

Para saber cómo trabaja esta losa se calcula con la relación entre sus longitudes.

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a = es el lado menor

b = es el lado mayor

Si la relación es menor que 0,5 se diseñará en un sentido pero si fuera mayor a 0,5 debe hacerse en dos sentidos.

Sustituyendo:

$$m = \frac{3}{5} = 0,6$$

$m = 0,6 > 0,5$  (trabaja en dos sentidos)

- Calcular el espesor de la losa:

$$t = \frac{p}{180}$$

Donde:

t = espesor de la losa

p = perímetro

Sustituyendo:

$$t = \frac{2(3+5)}{180} = 0,088 \text{ m}$$

$$t = 8,8 \text{ cm}$$

El espesor que se utilizará será de 10 centímetros.

- Integración de cargas:
  - Carga muerta:

$$CM = wp + ws$$

Donde:

CM= carga muerta

Wp= peso propio

Ws= sobrecarga

Sustituyendo:

$$CM = \left( 2 \ 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 \text{ m} \right) + 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 340 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta última:

$$CMU = 1,4(CM)$$

Donde:

CMU = carga muerta última

CM = carga muerta

Sustituyendo:

$$CMU = 1,4 \left( 340 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 476 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última:

Se le asumirá una carga viva de 100 kilogramo por metro cuadrado.

$$CVU = 1,7 (CV)$$

Donde:

CVU= carga viva última

CV= carga viva

Sustituyendo:

$$CVU = 1,7 \left( 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) = 170 \text{ kg/m}^2$$

- Carga última

$$CU = 1,4 (CM) + 1,7 (CV)$$



Donde:

CU= carga última

CM= carga muerta

CV= carga viva

Sustituyendo:

$$CU = 476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 646 \text{ kg/m}^2$$

- Determinar momentos:

Para calcular los momentos positivos y negativos según el ACI se deben utilizar las siguientes expresiones:

- Momentos negativos

$$MA(-) = CA_n * CU * A^2$$

$$MB(-) = CB_n * CU * B^2$$

- Momentos positivos

$$MA(+) = CA_{cm} * C_{mu} * A^2 + CA_{cv} * CV_u * A^2$$

$$MB(+) = CB_{cm} * C_{mu} * B^2 + CB_{cv} * CV_u * B^2$$

Donde:

MA, MB= momento actuante (negativa, positiva en ambas longitudes).

CA<sub>n</sub>, CB<sub>n</sub>= coeficiente (-), según relación a/b y empotramiento.

CA<sub>cm</sub>, CB<sub>cm</sub>= coeficiente de carga muerta (+), según relación a/b y empotramiento.

CA<sub>cv</sub>, CB<sub>cv</sub>= coeficiente de carga viva (+), según relación a/b y empotramiento.

Sustituyendo:

$$MA(+) = 0,081 * \left(476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 3^2 + 0,081 * \left(170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) * 3^2 = 470,9 \text{ kg-m}$$

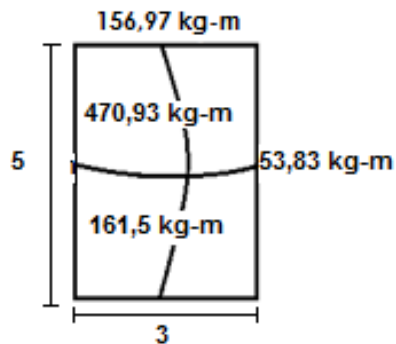
$$MB(+) = 0,010 * 476 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 5^2 + 0,010 * 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 5^2 = 161,5 \text{ kg-m}$$

Tabla XII. **Resumen de cálculos de momentos**

Descripción	Losa
Relación m= a/b	0,60
Caso empotramiento	Caso 1
MA(-)	156,97 kg-m
MB(-)	53,83 kg-m
MA(+)	470,93 kg-m
MB(+)	161,50 kg-m

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Diagrama de momentos actuantes**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

- Diseño del acero de refuerzo:

Primero se debe calcular el peralte efectivo de la losa.

Se supone que las varillas son Núm. 3 con  $\Theta = 3/8$  pulgadas y en centímetros es de 0,95.

- Calcular el peralte:

$$d = t - R - \phi/2$$

Donde:

d = peralte efectivo

t = espesor

R= recubrimiento

Sustituyendo:

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - \frac{0,9525}{2} = 7,02$$

$$D = 7 \text{ cm de peralte}$$

- Calcular acero mínimo:

$$AS_{\min} = \frac{0,4 * 14,1 * b * d}{F_y}$$

Donde:

AS<sub>min</sub>= acero mínimo de refuerzo

F<sub>y</sub>= esfuerzo de fluencia para el acero

Sustituyendo:

$$AS_{\min} = \frac{0,4 * 14,1 * 100 * 7}{2810} = 1,405 \text{ cm}^2$$

- Calcular el espaciamiento mínimo para  $A_{Smin}$ :

$$S_{min} = \frac{A_{sv} * 100}{A_{smin}}$$

Donde:

$A_{Sv}$ = área de acero de la varilla

$S_{min}$ = espaciamiento mínimo

Sustituyendo:

$$S_{min} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100}{1,405 \text{ cm}^2} = 50,53 \text{ cm}$$

Según el capítulo 13 del ACI; el espaciamiento máximo de la armadura no debe exceder de dos veces el espesor de la losa.

$$S_{max} = 2 * t$$

Donde:

$S_{max}$ = espaciamiento máximo

t = espesor de la losa

Sustituyendo:

$$S_{max} = 2 * 10 = 20 \text{ cm}$$

Como el espaciamiento calculado sobre pasa lo máximo se debe usar este espaciamiento y calcular de nuevo el área de acero mínimo.

$$20 \text{ cm} = \frac{0,71 \text{ cm}^2 * 100}{A_{smin}}$$

Despejando:

$$A_{smin} = \frac{0,71\text{cm}^2 * 100}{20\text{cm}} = 3,55 \text{ cm}^2$$

Se utilizará varilla Núm. 3 @ 20 cm

- Calcular el momento resistente de  $A_{smin}$ :

$$M_u = \theta * \left[ A_{smin} * F_y * \left( d - \frac{A_{smin} * F_y}{1,7 * F'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

$M_u$  = momento último resistente

$A_{smin}$  = área de acero mínimo

$F_y$  = esfuerzo de fluencia para el acero

$d$  = peralte efectivo

$\theta$  = 0,90 flexión

Sustituyendo:

$$M_u = 0,90 * \left[ 3,55\text{cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * \left( 7\text{cm} - \frac{3,55\text{cm}^2 * 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,7 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100} \right) \right]$$

$$M_u = 60\,336,97 \text{ kg-m}$$

$$M_u = 603,37 \text{ kg-m}$$

Para todos los momentos que resisten el  $M_u$  se usa  $A_{smin}$  con un espaciamiento de 20 centímetros.

- Calcular el chequeo por corte:
  - Corte máximo actuante:

$$V_{\max} = \frac{CU * l}{2}$$

Donde:

$V_{\max}$  = corte máximo

$l$  = lado largo

$CU$  = carga última

Sustituyendo:

$$V_{\max} = \frac{646 * 5}{2} = 1\ 615\ \text{kg}$$

- Cálculo corte máximo resistente:

$$V_{\text{resmax}} = \emptyset * \sqrt{F'c} * t$$

Donde:

$V_{\text{resmax}}$  = corte máximo resistente

$F'c$  = esfuerzo máximo de compresión del concreto

$t$  = espesor de la losa

$\emptyset$  = 45

Sustituyendo:

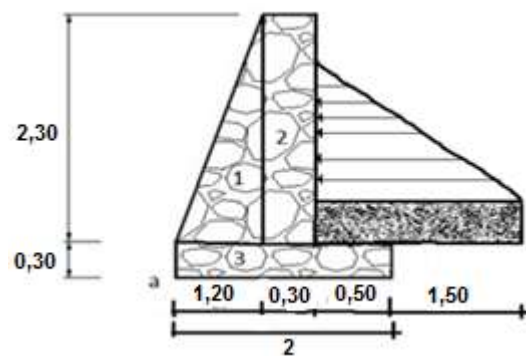
$$V_{\text{resmax}} = 45 * \sqrt{210} * 10 = 6521,119\ \text{kg}$$

$V_{\max} < V_{\text{resmax}}$  esto quiere decir que el espesor es el adecuado y que la losa resiste los esfuerzos de corte. El armado y los detalles se pueden observar

en la hoja de detalles del tanque de distribución en el conjunto de planos en los anexos.

- Diseño del muro:

Figura 8. Dimensiones del muro



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

Datos:

Altura (h) = 2 m

Base (B) = 2 m

Peso específico del suelo ( $\delta_s$ ) = 1 600 kg/m<sup>2</sup>

Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{cc}$ ) = 2 500 kg/m<sup>2</sup>

Ángulo de fricción ( $\theta$ ) = 30° (asumido)

Coefficiente de fricción ( $\mu$ ) = 0,9

Valor soporte del suelo ( $v_s$ ) = 18 000 kg/m<sup>3</sup> (asumido)

- Calcular la fuerza activa:

$$F_a = \gamma_{agua} * \frac{1}{2} * b * h$$

Donde:

Fa = fuerza activa

$\gamma_{\text{agua}}$  = peso específico del agua

h = altura

Sustituyendo:

$$F_a = 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{1}{2} * 2,80 * 2 = 2\,800 \text{ kg/m}$$

- Calcular el momento de volteo:

$$M_v = F_a * h/3$$

Donde:

Mv= momento de volteo

Fa=fuerza activa

h = altura

Sustituyendo:

$$M_v = 2\,800 * \left(\frac{2}{3} + 0,6\right) = 3\,546,6 \text{ kg-m}$$

Se procede a calcular el momento estabilizante sobre el muro del tanque de distribución. Se divide de manera geométrica la sección transversal del muro, después se procede a calcular el peso por unidad lineal y el momento producido en a.



Tabla XIII. Resumen de datos

Fig.	Área (m <sup>2</sup> )	δ(kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m)	Brazo (m)	Mr (kg-m)
1	1,38	2 500	3 450	0,80	2 760
2	0,690	2 500	1 725	1,35	2 328,75
3	0,6	2 500	1 500	1	1 500
<b>Total</b>			<b>8 925</b>		<b>8 182,5</b>

Fuente: elaboración propia.

- Calcular la carga del muro (Wmuro):

$$W_{\text{muro}} = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}} + W_{\text{concentrada}}$$

$$W_{\text{viga}} = \delta_c * h * b$$

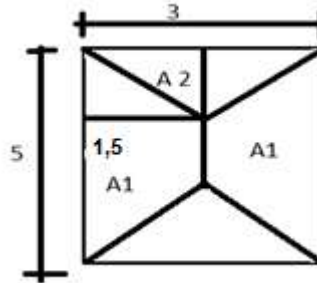
Sustituyendo:

$$W_{\text{viga}} = \left( 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,45\text{m} * 0,30\text{m} \right) * 1,4 = 453,6 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = 453,6 \text{ kg/m}$$

- Calcular el área tributaria:

Figura 9. **Diagrama de áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

- Área de un trapecio:

$$A1 = \frac{1}{2}(b + B) * h$$

Donde:

B= base mayor

b = base menor

h= altura

Sustituyendo:

$$A1 = \frac{1}{2}(2 + 5) * 1,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

- Área del triángulo:

$$A2 = \frac{1}{2}(b * h)$$

Donde:

b = base

h = altura

Sustituyendo:

$$A2 = \frac{1}{2}(3 * 1,5) = 2,25 \text{ m}^2$$

- Calcular el peso de la losa:

$$W_{\text{losa}} = \frac{CU * A1}{L1}$$

Donde:

CU = carga última

A1= área de trapecio

L1 = longitud larga

Sustituyendo:

$$W_{\text{losa}} = \frac{646 * 5,25}{5} = 678,3 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{concentrada}} = 678,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + \frac{453,6 \text{kg}}{\text{m}} = 1131,9 \text{ kg/m}$$

El peso del muro entonces queda de la siguiente manera:

$$W_{\text{muro}} = 1131,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 678,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + \frac{453,6 \text{kg}}{\text{m}} = 2263,8 \text{ kg/m}$$

$$M_c = w * \text{brazo}$$

Donde:

Mc= momento de carga

w =peso del muro

Sustituyendo:

$$Mc = 2\,263,8 \cdot (1,20 + 0,15)$$

$$Mc = 3\,056,13 \text{ kg-m}$$

Verificación de estabilidad contra el volteo ( $F_s > 1,50$ )

$$F_s = \frac{M_r + M_c}{M_v}$$

Donde:

Mr= momento estabilizante del muro

Mc= momento de carga

Mv= momento de volteo

Sustituyendo:

$$F_s = \frac{8\,182,5 + 3\,056,13}{3\,546,6} = 3,16 > 1,50$$

Verificación de estabilidad contra el deslizamiento ( $F_\delta > 1,5$ )

$$F_\delta = \frac{W_t \cdot \text{Coeficiente de fricción}}{F_a}$$

Donde:

Wt= peso total

Sustituyendo:

$$F\delta = \frac{(8\,925 + 2\,263,8) * 0,9 * \tan 30^\circ}{2\,800} = 2,07 > 1,5$$

Verificar la presión máxima bajo la base del muro, donde la excentricidad es de:

$$ex = \frac{b}{2} - a$$

Donde:

ex= excentricidad

b =base menor

a = presión en el punto

$$a = \frac{Mr + Mc - Mv}{Wt}$$

Sustituyendo:

$$a = \frac{(8\,182,5 + 3\,056,13) - 3\,546,6}{11\,188,8} = 0,7 \text{ m}$$

$$ex = \frac{2}{2} - 0,7 = 0,3 \text{ m}$$

Módulo de sección unitario (Sx):

$$Sx = \frac{1}{6} * b^2 * L$$

Donde:

Sx = sección unitario

b = base menor

L = longitud

Sustituyendo:

$$S_x = \frac{1}{6} * 2^2 * 1 = 0,66 \text{ m}^3$$

Presión (p):

$$p = \frac{W_t}{A} \pm \frac{W_t * e_x}{S_x}$$

Donde:

P= presión

Wt= peso total

ex= excentricidad

A= área del trapecio

Sx= sección unitario

Sustituyendo:

$$p = \frac{11\ 188,8}{2*1} \pm \frac{11\ 188,8*0,3}{0,66} = 10680,21 \pm 508,58$$

$$P_{\max} = 10\ 680,21 \text{ kg/m}^2 < 18\ 000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\min} = 508,58 \text{ kgm/m}^2 > 0$$

Según los resultados obtenidos, las dimensiones adoptadas para el muro son aptas para resistir las cargas de trabajo.

### **2.2.8.7. Red de distribución**

Una red de distribución está formada por una línea de tuberías y accesorios los cuales son los encargados de conducir el agua desde el tanque

de almacenamiento hasta la población, su principal función es brindar un buen servicio a quien lo necesita y que sea capaz de cubrir la demanda con una calidad aceptable.

Existen 3 tipos de redes de distribución estas son:

Red abierta: es la que se utiliza para poblaciones dispersas, sin calles definidas y con topografía quebrada. La forma usual de esta red es la de árbol la cual presenta un ramal principal y este a su vez se va dividiendo en subramales donde se conduce el agua.

Red cerrada: son conductos ramificados que conforman circuitos, y se alimentan desde uno o varios suministros y conducen el agua entre ellos. Esta red es la más eficiente ya que mantiene las presiones. Esta es muy usada en comunidades que tienen definidos calles y cuando la población está colocada de una manera no tan dispersa.

Red combinada: es la unión de la red abierta con la cerrada. Es utilizada cuando cierta cantidad de pobladores se encuentran en puntos dispersos de una población que se encuentra bien definida en un lugar determinado.

Para este proyecto se realizó una red abierta ya que la ubicación de las casas es dispersa, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, para el diseño así como también las normas UNEPAR.

Cálculo de la red de distribución:

Se diseñará el ramal principal desde el TD hasta E-64. El caudal a utilizar en este tramo es el máximo horario ( $Q_{hmax}$ ), con un valor de 2,19 litros sobre segundos. Con este caudal se sale desde el tanque de distribución.

Para el diseño de cada uno de los ramales, se utilizará el caudal que sea mayor entre el caudal de vivienda ( $Q_{vi}$ ) y el caudal instantáneo ( $Q_i$ ).

Datos:

$$Q_{hmax} = 2,19 \text{ l/s}$$

$$H_o = 1102 \text{ m}$$

$$H_f = 1051 \text{ m}$$

$$C = 150 \text{ para PVC}$$

$$L = 233 \text{ m}$$

Dif de cotas:

$$Dif = H_o - H_f$$

$$Dif = 1102 - 1051 = 51 \text{ m}$$

Calcular el diámetro:

$$D_i = \left( \frac{1743,811 * 233 * 1,05 * 2,19^{1,85}}{150^{1,85} * (51)} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D_i = 1,28''$$

Se diseñará con el diámetro inmediato mayor que sea comercial en este caso es de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas.



- Calcular la pérdida:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 233 * 1,05 * (2,19)^{1,85}}{(150)^{1,85} * (1,754)^{4,87}} = 10,6 \text{ m}$$

- Chequeando la velocidad:

$$V = \frac{1,974 * Q_{maxh}}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 2,19}{1,754^2} = 1,40 \text{ m/s (si cumple).}$$

Después de verificar la velocidad se pasa a calcular las cotas piezométrica, presión dinámica y la presión estática de ese tramo.

Datos:

Cota inicial = 1 102

Cota final = 1 051

Cota piezométrica inicial = 1 102

Cota piezométrica final = cota piezométrica inicial- hf

Cota piezométrica final = (1 102-10,6) m = 1091,4 m

Presión dinámica final = cota piezométrica final- cota de terreno final

Presión dinámica final = (1 091,4-1 051) m = 40,4 m

Presión estática final= cota inicial de terreno- cota piezométrica final

Presión estática final= (1 102-1091,4) m = 10,61 m

Calcular el ramal 1 E-64 a E-72

Se calculan los caudales instantáneo y de vivienda para conocer el mayor y ese será el caudal con el que se va a diseñar.

- Caudal unitario:

$$Q_u = \frac{Q_{\max h}}{\text{No de viviendas}}$$

Donde:

$Q_u$  = caudal unitario

$Q_{\max h}$  = caudal máximo horario

Núm. de viviendas = cantidad

Sustituyendo:

$$Q_u = \frac{2,19}{100} = 0,022 \text{ l/s}$$

- Caudal instantáneo:

$$Q_{\text{inst}} = k\sqrt{n-1}$$

Donde:

$Q_{\text{inst}}$  = caudal instantáneo

$k = 0,15 < 100$  población,  $0,2 > 100$  población

$n$  = número de viviendas

Sustituyendo:

$$Q_{\text{inst}} = 0,2\sqrt{35-1} = 1,17 \text{ l/s}$$

- Caudal de vivienda:

$$Q_{vi} = Q_u * \text{Núm. vi}$$

Sustituyendo:

$$Q_{vi} = 0,022 * 35 = 0,77 \text{ l/s}$$

El caudal con el que se debe diseñar es el  $Q_{inst} = 1,17$  litros por segundo, el procedimiento es el mismo como para calcular el ramal principal. Para tener más detalle de los cálculos por ramales verificar la tabla de datos en los anexos.

#### **2.2.8.8. Sistema de desinfección**

Es muy probable que el agua que se va a utilizar para abastecer a una comunidad esté contaminada, por esta razón es de vital importancia desinfectarla. Ya que se puede prevenir enfermedades gastrointestinales las cuales son muy comunes en el área rural, por falta de higiene en alimentos y cuando se va al sanitario.

La desinfección se puede obtener mediante desinfectantes químicos y físicos, estos agentes también extraen contaminantes orgánicos del agua los cuales son nutrientes para los microorganismos.

La función de un desinfectante es de desaparecer los microorganismos y brindar un efecto residual, lo que significa que se mantienen como agentes activos en el agua después de la desinfección.

El sistema de desinfección propuesto para este proyecto es la aplicación de derivados de cloro, ya que es muy efectivo, de uso generalizado y económico.

Según las Normas COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 partes por millón, es decir 2 gramos por metro cúbico de agua.

Cálculo del flujo de cloro (FC), en grm./h:

$$F_c = Q_e * D_c * 0,06$$

Donde:

$Q_e$  = caudal del agua en la entrada del tanque en l/min. (es el caudal de bombeo)

$D_c$  = demanda de cloro 2 mg/l

0,06 = valor que sale de dividir 60 min. dentro de 1 000 litros

$C_t$  = cantidad de tabletas

Sustituyendo:

$$F_c = \left( 3,29 \frac{l}{s} * 60 \frac{s}{\text{minutos}} \right) * 2 \frac{g}{m^3} * \frac{m^3}{1000l} * 60 \frac{\text{minutos}}{h}$$

$$F_c = 23,68 \text{ g/h}$$

El flujo de cloro de hipoclorito es de 23,68 galones por hora, esto quiere decir que la cantidad de tabletas que se consumirán en 1 mes es de:

$$C_t = 23,68 * \frac{24h}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}}$$

$$C_t = 17\,049,6 \frac{g}{\text{mes}} * 1 \frac{\text{tableta}}{300g}$$

$$C_t = 57 \text{ tabletas/mes}$$

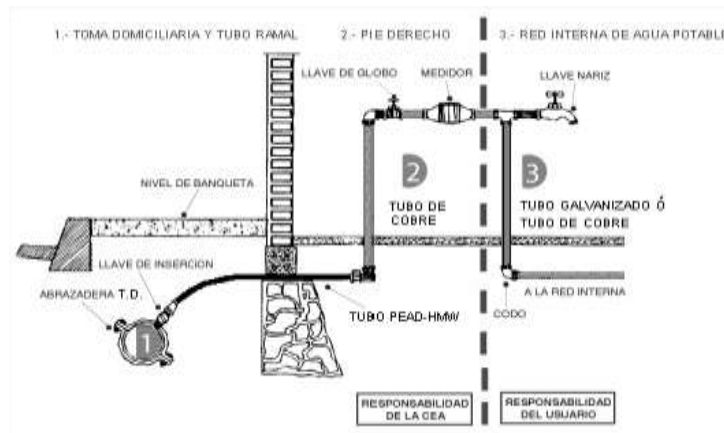
### **2.2.8.9. Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias son todas las tuberías y accesorios que forman la línea de distribución conectadas desde el tanque de almacenamiento, y conducen el agua hasta el interior de una vivienda.

Algunos accesorios que llevan las conexiones domiciliarias son:

- Válvula de chorro
- Reducidor de campana HG
- Tee reductora PVC
- Adaptador macho y hembra de PVC
- Codo 90° PVC con rosca
- Tubería PVC  $\Theta$  2" o 3"

Figura 10. **Conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia, con AutoCAD 2013.

### 2.2.8.10. **Obras de arte**

Son indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable. En las líneas de distribución se podrán utilizar según la topografía del terreno, son las mismas que se colocan en la línea de conducción con la diferencia que si es necesario se deben de colocar cajas rompepresión.

Entre las obras de arte se pueden mencionar:

- Caja reunidora de caudales
- Caja rompe presiones
- Válvulas de limpieza
- Válvulas de aire, otros.

### 2.2.8.11. Válvulas

Es un aparato mecánico que tiene la capacidad de iniciar y detener la circulación de líquidos a través de la tubería. Estos accesorios se utilizan en las redes de distribución y las más comunes son las de compuerta y sirven para aislar segmentos de la misma.

- Tipos de válvulas
  - Válvula de compuerta

Estas funcionan mediante el descenso de una compuerta que regula el paso del agua y con esto evita el golpe de ariete, son las más usadas en todo el sistema de abastecimiento, ya que son de bajo costo y tienen buena disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas. Según las especificaciones esta debe ser de bronce, y que cumpla con las ASTM.

- Válvula de aire

Su principal función es de expulsar el contenido de aire de la tubería, el cual se deposita en las partes altas de la línea de conducción, esto provoca una reducción de la sección de la tubería, ya que se forman burbujas y estas bloquean el libre paso del agua. Dicha válvula debe ser de bronce, adaptada a una tubería de PVC y debe estar protegida por una caja de mampostería de piedra bola.

- Válvula de limpieza

Estas son las que se utilizan para extraer los sedimentos que se acumulan en los puntos más bajos de la tubería, este tipo de válvulas se coloca solo en la línea de conducción.

### **2.2.9. Programa de operación y mantenimiento**

Como todo sistema de abastecimiento de agua potable este debe funcionar de manera adecuada, por esta razón se contempla un programa de operación y mantenimiento, tanto para la infraestructura como para el equipo de bombeo.

Si en dado caso no se tomara en cuenta, se corre el riesgo que se de un mal funcionamiento y el sistema colapse dejando a los usuarios sin el vital líquido.

- Operación y mantenimiento en la captación

Se debe limpiar el área adyacente a la captación, esto con el fin de evitar las fuentes contaminantes. Verificar que las válvulas funcionan correctamente, y revisar las tuberías para evitar fugas, se deben pintar con pintura corrosiva a lo menos 1 vez por año.

- Operación y mantenimiento en la línea de conducción

Se debe realizar una inspección una vez al año para poder detectar posibles fugas, deslizamientos, hundimientos ya que estos pueden poner en riesgo el sistema de agua potable.



Si en dado caso alguna tubería de la línea de conducción sufriera de un colapso inmediatamente se debe de cerrar la llave de compuerta ubicada en la salida de la captación y la llave del tanque de almacenamiento.

- Operación y mantenimiento del tanque de distribución

Al tanque de almacenamiento se le debe hacer una limpieza cada cierto tiempo, esto es para evitar que se formen ligas en las paredes o moho y evitar enfermedades gastrointestinales. Se debe cerrar la entrada de agua y vaciar el tanque, la limpieza deber hacerse con cepillos metálicos.

- Operación y mantenimiento de la red de distribución

Para verificar que la red está funcionando adecuadamente se debe observar si el agua que llega a las viviendas es de manera constante y si es suficiente para cubrir la demanda establecida. Si se observara algo irregular en el servicio lo mejor es hacer una inspección de la red de distribución para poder detectar alguna fuga, y así corregirla lo más pronto posible.

#### **2.2.10. Propuesta de tarifa**

Para que el funcionamiento del sistema de agua potable sea el mejor se debe de establecer una cuota mensual, para que todos los pobladores puedan gozar de tener agua sin acarreo en sus hogares.

- Tipos de sistemas de tarifa
  - Sistema uniforme: este sistema es cuando el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la

población, ya que no se instalaran medidores del consumo y el cobro mensual se calcula dividiendo el gasto entre el total de servicios.

- Sistema unitario: el agua se cobra con una tarifa uniforme y el cobro mensual es la multiplicación de tal unidad por el volumen de agua consumida.
- Sistema diferencial: son 2 conceptos, el primero es que la tarifa disminuya conforme el consumo de agua aumenta y aumente la tarifa cuando el consumo de agua disminuya. El segundo concepto es que las tarifas aumenten según aumenta el consumo, el cual predomina en casi todos los países.

En el siguiente proyecto se estableció con las personas de la comunidad que deben de pagar una cuota mensual de Q 25,00 lo cual es económico y está en sus posibilidades.

### **2.2.11. Elaboración de planos**

Por medio de estos se puede plasmar en papel el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, y se obtiene una idea de cómo se va a colocar la tubería y se realizan los cálculos necesarios para lograr hacer llegar el agua desde un nacimiento hasta la comunidad necesitada.

Para este proyecto se tienen los planos de:

- Planta general del proyecto
- Planta y perfil de la línea de conducción

- Planta y perfil de la línea de distribución
- Planta y perfil de los diferentes ramales de distribución
- Detalle de captación

### 2.2.12. Presupuesto

Para realizar un presupuesto se debe tener en cuenta los costos indirectos son todos los gastos de tipo general no incluyen en el costo directo, pero que intervienen para que el trabajo sea ejecutado de manera adecuada y que sea distribuido proporcionalmente en el precio unitario.

Los costos indirectos en la mano de obra se obtienen a través del cálculo de un factor ayudante y las prestaciones de los trabajadores.

- Factor ayudante: para calcularlo, se debe hacer una relación total del pago diario de albañiles y el total del pago diario de ayudantes. En este caso se utilizarán 2 albañiles y 1 ayudante.

Datos:

1 albañil gana al día Q 100

1 ayudante gana Q 60 al día

$$\text{Factor ayudante} = \frac{Q_{60,00}}{Q_{100*2}} = 0,3$$

- Prestaciones: son los servicios que un empleador les otorga a sus trabajadores en adición al salario estipulado.
- Para calcular el porcentaje de prestaciones anuales se hace lo siguiente:

Tabla XIV. **Días no trabajados**

Asuetos	Días
1 de enero	1
Semana santa	2.5
1 de mayo día del trabajo	1
30 de junio día del ejercito	1
15 de septiembre independencia	1
20 de octubre día de la revolución	1
1 de noviembre día de los santos	1
24 de diciembre noche buena	0.5
25 de diciembre navidad	1
31 de diciembre fin de año	0.5
Feriado local	1
Domingos	52
Sábados	26
Vacaciones	15
<b>TOTAL</b>	<b>105 días</b>

Fuente: elaboración propia.

Indemnización=  $30/365 = 8,22 \%$

Aguinaldo= $30/365 = 8,22 \%$

Bono 14= $30/365 = 8,22 \%$

Sumatoria total =  $105/365+8,22+8,22+8,22$

Sumatoria total = 53,66

IGSS = 10,67

IRTRA = 1

INTECAP = 1

Total de prestaciones = 53,66+10,67+1+1

Total de prestaciones = 67 %

Tabla XV. Resumen del presupuesto de El Mirador

Núm.	Reglón	Unidad	Cantidad	P.U.	Costo total
1	Preliminares				
1,1	Bodega y guardiania	U	1	Q11 288,19	Q11 288,19
1,3	Replanteo topográfico	m	4859,07	Q5,30	Q25 755,52
1,4	Captación	U	1	Q22 332,70	Q22 332,70
	<b>TOTAL</b>				<b>Q59 376,40</b>
2	Sistema de bombeo				
2,1	Depósito de succión	U	1	Q17 724,62	Q17 724,62
2,2	Equipo de bombeo	U	1	Q86 581,91	Q86 581,91
	<b>TOTAL</b>				<b>Q104 306,52</b>
3	Linea de conducción				
3,1	Conducción	m	1823	Q124,41	Q226 793,17
3,2	Válvula de aire	U	2	Q1 138,09	Q2 276,18
3,3	Válvula de limpieza	U	2	Q875,59	Q1 751,18
3,4	<b>TOTAL</b>				<b>Q230 820,52</b>
4	Linea de distribución				
4,1	Tanque de distribución	U	1	Q62 734,33	Q62 734,33
4,2	Red de distribución	m	3036,07	Q116,13	Q352 570,98
4,3	Caja para valvulas	U	15	Q1 644,11	Q24 661,67
4,4	Hipoclorador	U	1	Q4 528,68	Q4 528,68
4,5	<b>TOTAL</b>				<b>Q444 495,66</b>
5	Conexiones prediales				
5,1	Conexiones	U	60	Q649,29	Q38 957,24
	<b>TOTAL</b>				<b>Q38 957,24</b>
	<b>Costo total del proyecto</b>				<b>Q877 956,34</b>
	<b>COSTO TOTAL EN US\$</b> 1US\$= 7.81222				<b>\$112 382,44</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.13. Evaluación socioeconómica**

El propósito de hacer una evaluación socioeconómica es para conocer que tan beneficioso resulta ser un proyecto y que sea justificable con el dinero que se va a invertir.

Los proyectos de abastecimiento de agua potable son necesarios para la vida, ya que por medio de ellos se puede abastecer a comunidades completas y les proporciona un mejor saneamiento básico. Es por eso que se debe tener en cuenta un costo-beneficio, ya que es un trabajo muy completo con instalación y manejo de equipo.

Para conocer si este proyecto es rentable tanto para la comunidad como para las autoridades se procede a calcular el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno (TIR).

#### **2.2.13.1. Valor presente neto (VPN)**

Este permite la toma de decisiones de una inversión, es decir por medio de este se conoce de antemano si vale o no la pena realizarse, con el fin de evitar pérdidas futuras.

El VPN depende de las siguientes variables:

- Inversión inicial

Es el desembolso que la empresa hará al momento de contraer la inversión.

- Inversiones durante la operación

Son las inversiones en reemplazo de los activos, las nuevas inversiones por incrementos en el capital.

- Flujos netos de efectivo

Es la diferencia de los ingresos netos y desembolsos netos, los cuales son descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión.

- Tasa de descuento

Es la diferencia expresada en porcentaje, entre el precio que se paga por un título y su valor nominal. El último es superior al primero y está sujeto a ser rescatado de una fecha determinada.

- Tiempo que durará la vida útil del proyecto.

Para calcular el VPN se utiliza la siguiente fórmula:

$$p = A \left[ \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n} \right]$$

Donde:

P = valor presente neto

A = valor de pago constante, renta de ingreso

i = tasa de interés de cobro por la operación

n = período que dura la operación

Este proyecto es de inversión social, entonces la Municipalidad deberá cubrir el 50 por ciento de su costo total y la comunidad el otro 50 por ciento, en un período de 10 años.

Para este proyecto la inversión inicial será del monto total del proyecto Q 632 760,72 teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente:

$$100 \text{ viviendas} * Q 20,00 * 12 \text{ meses} = Q 24 000,00$$

Con un valor de rescate nulo y con tasa de interés anual de 5 por ciento para 20 años.

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -Q 632 760,72 + Q 24 000 * \left( \frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,05)^{20}} \right) \\ \text{VPN} &= -Q 632 760,72 + 149 546,52 \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = -Q 483 214,20$$

El valor presente neto de este proyecto es negativo, esto quiere decir que no produce utilidad alguna, puesto que es de carácter social y su objetivo principal es promover el desarrollo de la comunidad.

### **2.2.13.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

Es la tasa interna de rentabilidad de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto es igual a cero.

Para encontrar el valor de TIR, se calculan dos valores: uno positivo y uno negativo, para luego poder interpolar entre estos y así encontrar la tasa de interés para la cual el VPN será cero.



La fórmula es la siguiente:

$$I = (VP - VR) * Crf + (VR * i) + DE$$

Donde:

I = ingresos

VP = valor presente

VR = valor de rescate

Crf = factor de recuperación de capital

TIR = tasa interna de retorno

i = tasa de interés

DE = desembolsos

El cálculo del TIR es una prueba de ensayo y error; se inicia con una tasa tentativa de actualización y con el mismo se trata de calcular un valor actual neto, se procede hasta que sufra un cambio de signo (VP).

Después se continúa a través de la siguiente expresión:

$$i = \left( \frac{\text{Resultado de la 1ra prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$i = \left( \frac{\text{última tasa}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{Resultado de la última prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$\text{TIR} = \left( \frac{\text{tasa anterior}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{resultado tasa anterior}}{\text{tasa anterior} - \text{última tasa}} \right) + \left( \frac{\text{diferencia}}{\text{tasa trabajadas}} \right)$$

Para este proyecto se debe hacer una inversión de Q 632 760,72 y se espera un beneficio anual de Q 24 000 con una vida útil de 20 años.

$$\text{VPN2 \%} = -Q 632 760,72 + Q 24 000 * \left( \frac{(1 + 0,02)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,02)^{20}} \right)$$

$$\text{VPN2 \%} = -Q 392 760,72$$

$$\text{VPN1 \%} = -Q 632 760,72 + Q 24 000 * \left( \frac{(1 + 0,01)^{20} - 1}{0,1(1 + 0,01)^{20}} \right)$$

$$\text{VPN1 \%} = -Q 392 760,2$$

Por los datos que se obtuvieron se concluye que hay pérdidas en la ejecución del proyecto de agua potable para El Mirador, porque con ninguna tasa de interés se puede tener ganancias, pero esto es justificable ya que es un proyecto con beneficio para la sociedad.

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

Esta evaluación se considera como un conjunto de estudios y de sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un proyecto causa sobre el medio ambiente.

Se tiene por objetivo valorar los efectos directos e indirectos de cada propuesta sobre la población humana, flora, fauna, suelo, aire, agua, clima, ecosistemas que puedan ser afectados. También debe estimar los efectos sobre los bienes materiales, como el patrimonio cultural, las relaciones sociales los ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas o de cualquier incidencia ambiental que sea relevante para el desarrollo de la actuación.

Las medidas que se ponen en práctica tienen como fin evitar o al menos disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno donde se llevará a cabo. Para este proyecto se tiene un nivel bajo de impacto ya que se instalara la tubería en derecho de paso y en terrenos de siembra.

## CONCLUSIONES

1. Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para abastecer de agua en cantidad suficiente a la población.
2. La implementación de los sistemas de abastecimiento de agua potable para los caseríos Churunel Central y El Mirador contribuirá a satisfacer las necesidades de crecimiento y de salubridad de los habitantes.
3. A través de un adecuado mantenimiento de los proyectos se garantiza el servicio y así evitar que los usuarios interrumpan sus actividades diarias.
4. Para el cálculo de la tarifa de servicio y de la factibilidad económica se debe realizar un estudio socioeconómico detallado. Es mejor si lo realiza un profesional en economía para poder establecer el valor de la tasa de interés de retorno del capital aportado para la ejecución del proyecto.
5. Los sistemas de abastecimiento de agua potable están diseñados exclusivamente para uso domiciliario y no para uso con fines agrícolas.



## RECOMENDACIONES

1. Se debe de capacitar a los comités y a los usuarios de cada comunidad sobre la manera adecuada para darle mantenimiento a los sistemas de abastecimiento.
2. Velar porque los equipos y las instalaciones del sistema de agua funcionen correctamente y estar pendientes de la calidad del servicio que se presta, dosificando correctamente el hipoclorito de calcio para evitar algún tipo de intoxicación.
3. Prevenir o reparar daños a los equipos e instalaciones del sistema, ya que las reparaciones en el equipo de bombeo son muy elevadas y esto ocasionaría un aumento en la tarifa.
4. Garantizar la supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos a través de un profesional de la ingeniería civil, para que se cumpla con todas las especificaciones técnicas.
5. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, debido a que los materiales están sujetos a cambios por las variaciones que se dan en el mercado.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGÜERO PITTMAN, Roger. *Agua potable para poblaciones rurales*. Perú, Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales, 1997. 165 p.
2. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 107 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala, junio de 1997. Diario Oficial de Centro América, Tipografía Nacional. 70p.
4. \_\_\_\_\_. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala, noviembre de 2011. Diario Oficial de Centro América, Tipografía Nacional. 63p.
5. MONROY GONZÁLEZ, Juan José. *Diseño de sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Matías y sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, aldea El Cerrón, municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 121 p.





## **ANEXOS**



Caserío Churunel Central

**DISEÑO AGUA POTABLE POR GRAVEDAD CHURUNEL CENTRAL**

**DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL Y SERVICIOS EXISTENTES**

AÑO ACTUAL: 2014  
 INSTITUCION: Municipalidad de Sololá  
 NUMERO DE HABITANTES ACTUALES: 538  
 NUMERO DE VIVIENDAS ACTUALES: 93  
 DENSIDAD DE POBLACIÓN: 6 Hab / vivienda

**SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES**

ESCUELA: 1  
 IGLESIA: 1  
 CEMENTERIO: 1

**CALCULO DE POBLACION FUTURA**

PERIODO DE DISEÑO: 22 Años  
 TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO: 3.17 %  
 POBLACION FUTURA: 1070.00 Habitantes  
 VIVIENDAS FUTURAS: 185.00  
 AÑO DE PERIODO DE DISEÑO: 2036

**CALCULO DE CAUDALES**

Dotacion adoptada para Poblacion: 60 L/Hab-Dia  
 Dotacion adoptada para Escuela: 20 L/alumno/dia  
 Dotacion adoptada para Iglesia: 5 L/Hab-Dia  
 Dotacion adoptada para Cementerio: 5 L/dia  
 Aforo en litros/ segundo: **0.90 lts/seg**  
 Caudal que produce la fuente: 77,760.00 L/dia  
 Caudal medio de Poblacion: 64,200.00 L/dia  
 Caudal medio de Escuela: 4,280.00 L/dia  
 Caudal medio de Iglesia: 5,350.00 L/dia  
 Caudal medio de Cementerio: 5,350.00 L/dia

**SUMA DE CAUDAL MEDIO: (Qm)** 107,000.00 L/dia  
**1.238 L/S**

FACTOR DIA MAXIMO 1.2

**CAUDAL DE DIA MAXIMO: (Qc)** 1.486 L/S

FACTOR HORA MAXIMA 2

CÁLCULO DE AFORO				
No.	tiempo aforo (seg)	volumen (litros)	caudal (l/s)	Caudal (GPM)
1	22.16	18.925		
1	21.21	18.925		
1	20.17	18.925		
1	21.83	18.925		
<b>4</b>	<b>21.3425</b>	<b>18.925</b>	<b>0.90</b>	<b>14.27</b>

Diseño desde la captación hasta el tanque de almacenamiento por gravedad Churumel Central

NE 1000

TRAMO	L Tomada		COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
	P.O	(m)	INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
0	E-8	108	1000	988.57	11.43	108.05	19	1.486	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	2.394	0.95	1000.00	997.61	0.00	9.04	0.00	2.39
E-8	tanque	23.2	988.57	986.82	1.75	23.24	5	1.486	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.515	0.95	997.61	997.09	9.04	10.27	2.39	2.91

# Línea de Distribución Churumel Central

NE 986.82

QU=QV= 0.0134

## Ramal Principal

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-12	289.25	185	986.82	975.58	11.24	289.47	51	2.476	2.476	2	2.193	PVC. 160psi	150	5.558	1.02	986.82	981.26	0	5.682	0	5.558
E-41	35.28	177	975.58	974.58	1.00	35.29	7	2.37	3.32	2	2.193	PVC. 160psi	150	1.164	1.36	981.26	980.1	5.682	5.518	5.558	6.722
E-47	41.26	159	974.58	959.08	15.50	44.08	8	2.13	3.14	2	2.193	PVC. 160psi	150	1.315	1.29	980.1	978.78	5.518	19.703	6.722	8.037
E-54	38.04	135	959.08	947.88	11.20	39.65	7	1.81	2.89	2	2.193	PVC. 160psi	150	1.016	1.19	978.78	977.77	19.7	29.887	8.037	9.053
E-59	35.00	133	947.88	942.15	5.73	35.47	7	1.78	2.87	2	2.193	PVC. 160psi	150	0.896	1.18	977.77	976.87	29.89	34.721	9.053	9.949
E-62	95.00	107	942.15	924.47	17.68	96.63	17	1.43	2.57	2	2.193	PVC. 160psi	150	1.993	1.06	976.87	974.88	34.72	50.408	9.949	11.94
E-86	150.00	75	924.47	914.26	10.21	150.35	27	1.00	2.15	2	2.193	PVC. 160psi	150	2.224	0.88	974.88	972.65	50.41	58.394	11.94	14.17
E-113	25.00	63	914.26	910.95	3.31	25.22	5	0.84	1.97	2	2.193	PVC. 160psi	150	0.317	0.81	972.65	972.34	58.39	61.387	14.17	14.48
E-119	827.00	47	910.95	905.50	5.45	827.02	145	0.63	1.70	2	2.193	PVC. 160psi	150	7.882	0.70	972.34	964.46	61.39	58.955	14.48	22.37

## Ramal 1

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-41	31.85	2	975.58	972.3	3.28	32.02	6	0.03	0.25	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.589	0.6	981.26	980.67	5.68	8.373	5.558	6.147
E-42	21.21	2	972.3	970	2.3	21.33	4	0.00	0.25	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.392	0.6	980.67	980.28	8.373	10.281	6.147	6.539

## Ramal 2

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-47	77.20	10	974.58	965.2	9.38	77.77	14	0.13	4.24	2	2.193	PVC. 160psi	150	4.047	1.74	980.1	976.05	5.518	10.851	6.722	10.77

## Ramal 3

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-54	74.00	14	959.08	947.3	11.78	74.93	14	0.19	0.90	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.659	0.6	978.78	978.12	19.7	30.824	8.037	8.696

## Ramal 4

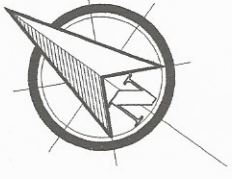
TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-59	18.00	2	947.88	950	2.12	18.12	4	0.03	0.25	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	0.333	0.6	977.77	977.43	29.89	27.434	9.053	9.386

## Ramal 5

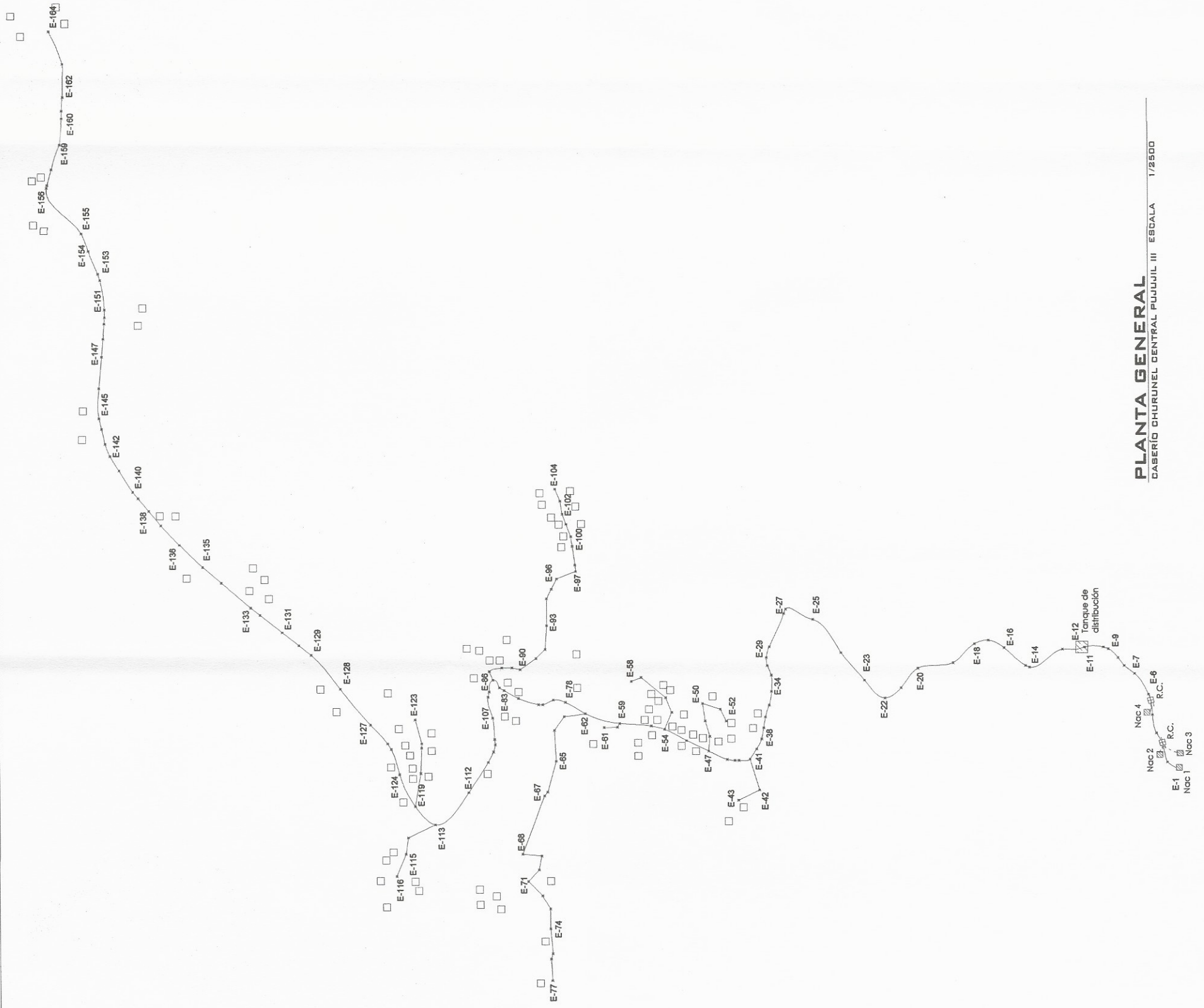
TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tubería	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E-62	335.00	14	942.15	927	15.15	335.34	59	0.19	0.90	3	3.23	PVC. 160psi	150	0.151	0.17	976.87	976.72	34.72	49.72	9.949	10.1







NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



**PLANTA GENERAL**  
 DABERIO CHURUNEL CENTRAL PUJULIL III ESCALA 1/2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCOLA, SOCOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUNEL CENTRAL, ALDEA PUJULIL III, SOCOLA, SOCOLA.

CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

CALCULO: KARLA MARCELA GARCIA SORIANO

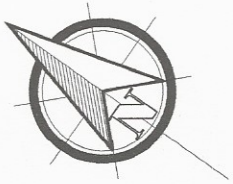
DIBUJO: KARLA MARCELA GARCIA SORIANO

ASESOR: ING. MIGUEL RIVERA GARCIA SORIANO

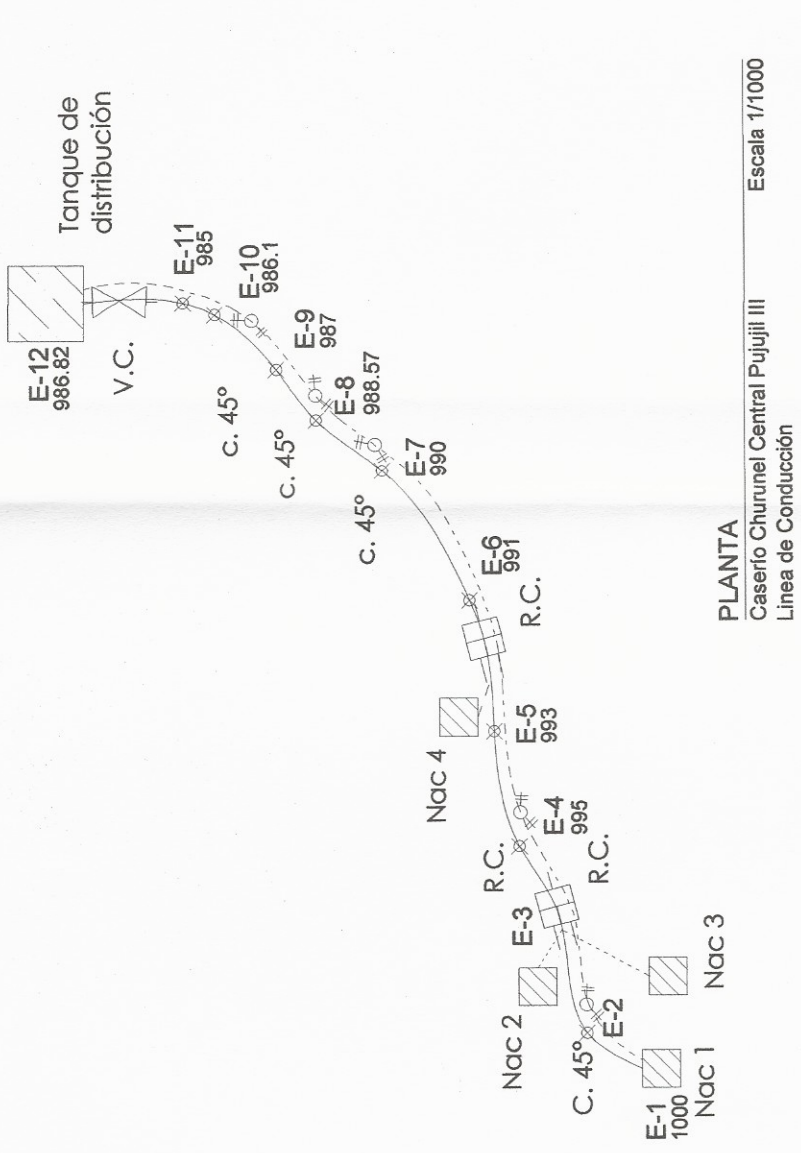
ING. MARCELA GARCIA SORIANO

Escuela de Ingeniería Civil y Arquitectura  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**ASESORA - SUPERVISORA DE EPS**  
**Unidad de Práctica Profesional de Ingeniería y EPS**  
**Facultad de Ingeniería**

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: ENERO 2015

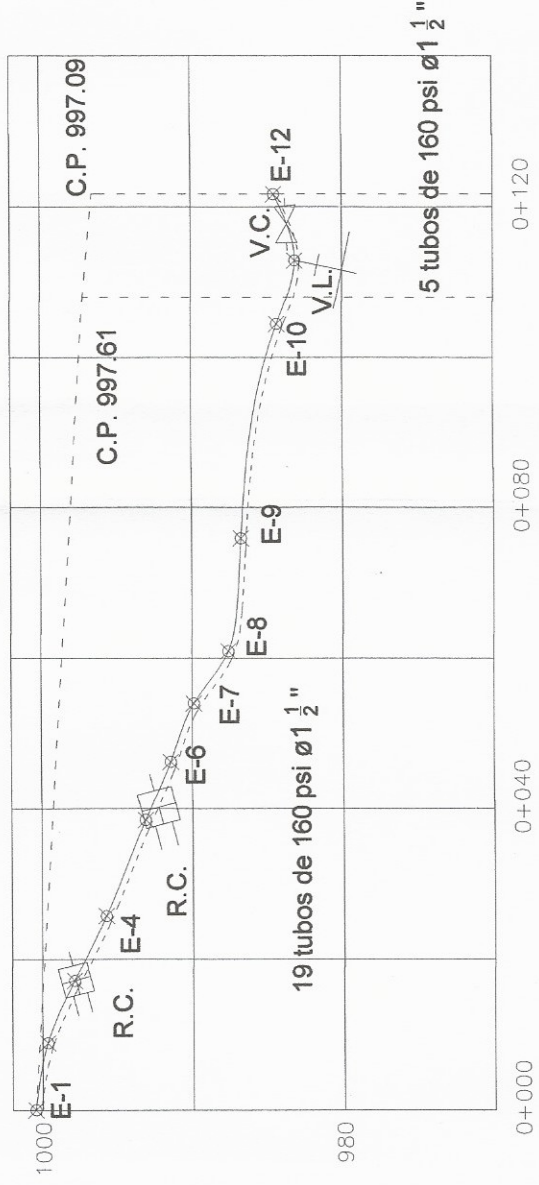


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



**PLANTA**  
Caserio Churumel Central Pujujil III  
Línea de Conducción  
Escala 1/1000

$Q = 1.48L/s$



**PERFIL**  
Caserio Churumel Central Pujujil III  
Línea de Conducción  
Escala 1/1000



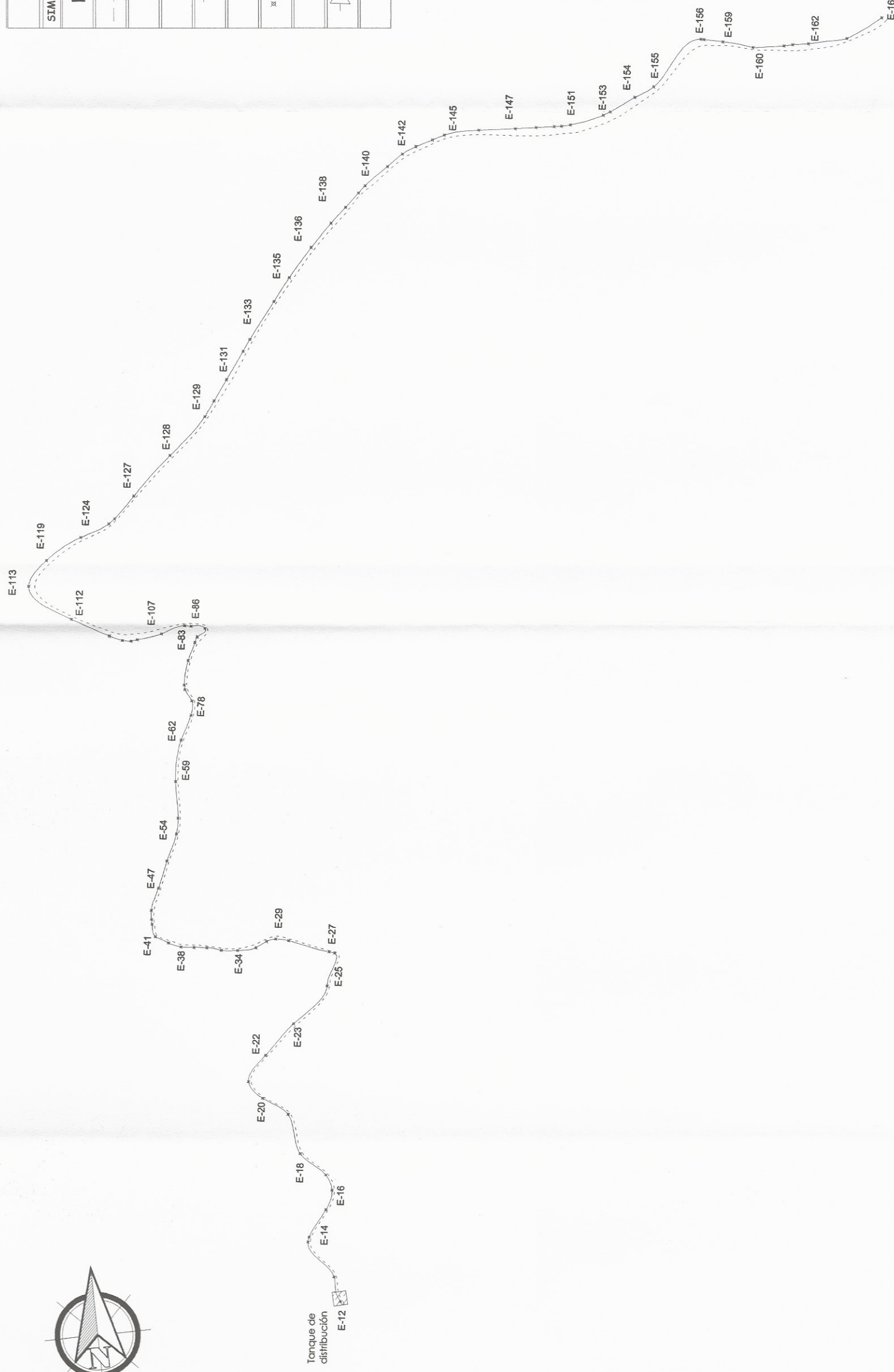
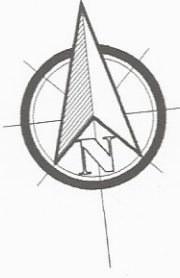
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO UPS  
MUNICIPALIDAD DE SOJOLA, SOJOLA



CONTENIDO: LINEA DE CONDUCCION  
CALCULO: KARLA ELIAS  
DISEÑO: KARLA ELIAS  
DIBUJO: KARLA ELIAS  
ASESOR: INGA MAYRA REYES GARCIA SORIA DE SIENEGRA INGENIERIA Y EPS

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015

Facultad de Ingeniería



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reumidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica

**PLANTA**  
 CASERIO CHURUNEL CENTRAL PUJUJIL III  
 LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/3100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISANDO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCOLÁ, SOCOLÁ
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUNEL CENTRAL, ALDEA PUJUIL III, SOCOLÁ, SOCOLÁ.
	CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
	CALCULO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	DISEÑO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	ASESOR: INGA MAYRA REBECA GARCIA SORJA DE SIERRA
	ESCALA: INDICADA
	FECHA: ENERO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISANDO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCOLÁ, SOCOLÁ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUNEL CENTRAL, ALDEA PUJUIL III, SOCOLÁ, SOCOLÁ.

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

CALCULO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS

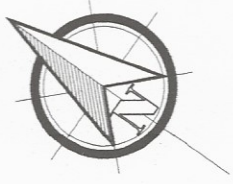
DISEÑO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS

DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS

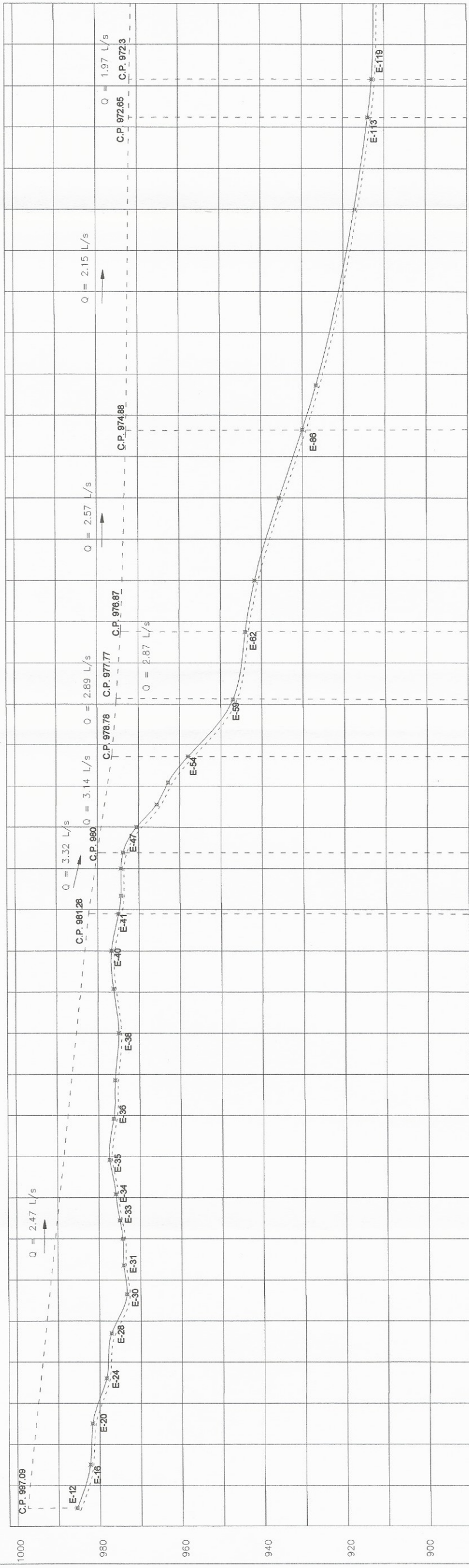
ASESOR: INGA MAYRA REBECA GARCIA SORJA DE SIERRA

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2015



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captración
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



1000  
980  
960  
940  
920  
900

0+040 0+080 0+120 0+160 0+200 0+240 0+280 0+320 0+360 0+400 0+440 0+480 0+520 0+560 0+600 0+640 0+680 0+720

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIEROS EN EPS  
MUNICIPIO DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO  
CHURUNEL CENTRAL, ALDA PUVUJIL III, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA EUGENIA QUIRÓS  
DISEÑO: KARLA EUGENIA QUIRÓS  
DIBUJO: KARLA EUGENIA QUIRÓS

ASESOR:  
ING. MAYRA REYES  
GARCÍA BONA DE SANTIAGO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

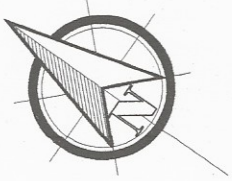
ING. MAYRA REYES  
ASESORA  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

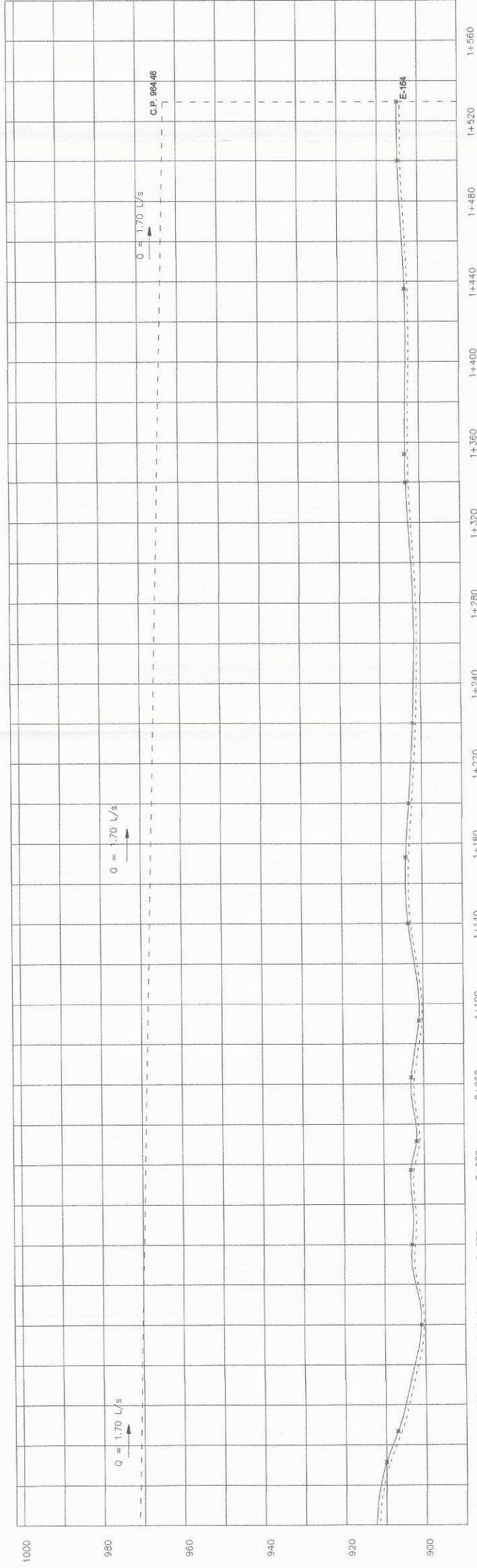
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
OCTUBRE 2014

ESCALA 1/3100

**PERFIL E-12 A E-119**  
CASERIO CHURUNEL CENTRAL PUVUJIL III  
LINEA DE DISTRIBUCIÓN



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



**PERFIL E-119 A E-164** ESCALA 1/4000  
 CASERIO DHURUNEL CENTRAL PUJUIL III  
 LINEA DE DISTRIBUCIÓN



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCUA, SOCUA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUNEL CENTRAL, ALDEA PUJUIL III, SOCUA, SOCUA.

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GONZÁLEZ ARIAS  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZÁLEZ ARIAS

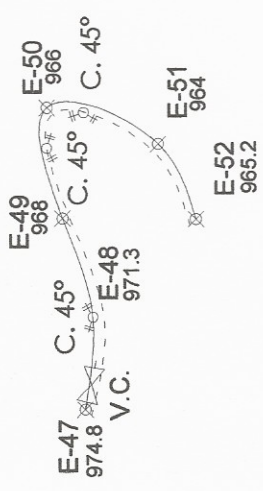
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 16  
 Ingeniero Roberto García Sierra  
 ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Supervisión de Ingeniería y EPS

ASESOR:  
 INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

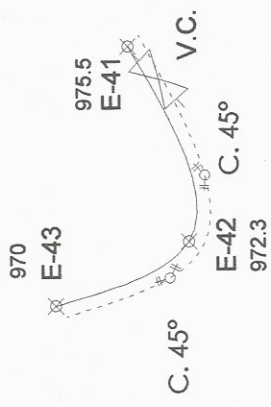
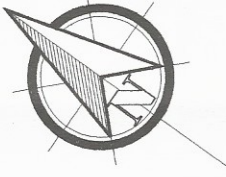
ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 OCTUBRE 2014

Facultad de Ingeniería

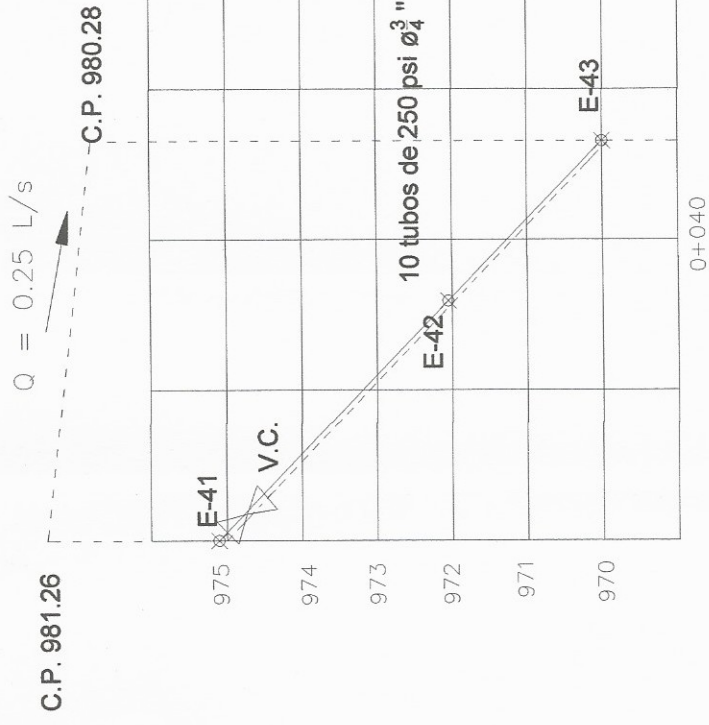
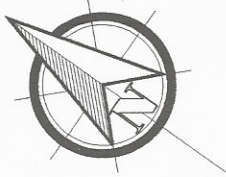
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



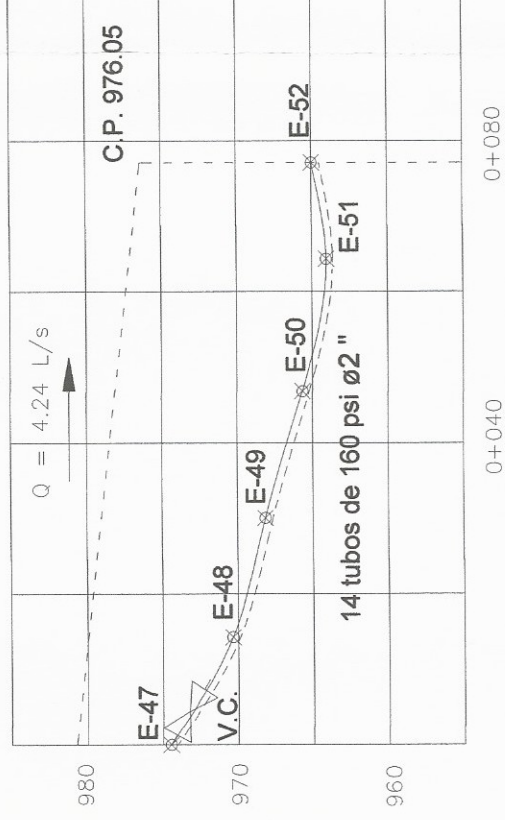
**PLANTA RAMAL 2**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución  
 Escala 1/1000



**PLANTA RAMAL 1**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución  
 Escala 1/1000



**PERFIL RAMAL 1**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución  
 Escala 1/1000



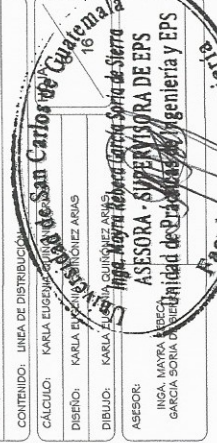
**PERFIL RAMAL 2**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución  
 Escala 1/1000



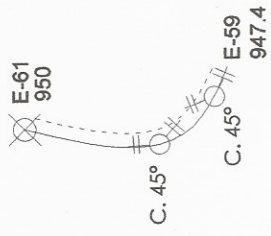
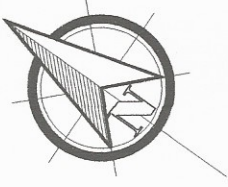
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO  
 CHURUMEL CENTRAL, ALDRA PUJUIJIL III, SOCLÁ, SOCLÁ

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION  
 CÁLCULO: KARLA EUGENIA GUINER ARNEZ  
 DISEÑO: KARLA EUGENIA GUINER ARNEZ  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GUINER ARNEZ  
 ASESOR:  
 INGA MAYRA BECERRA  
 GARCIA SORIA DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
 Ingeniería y EPS

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2015



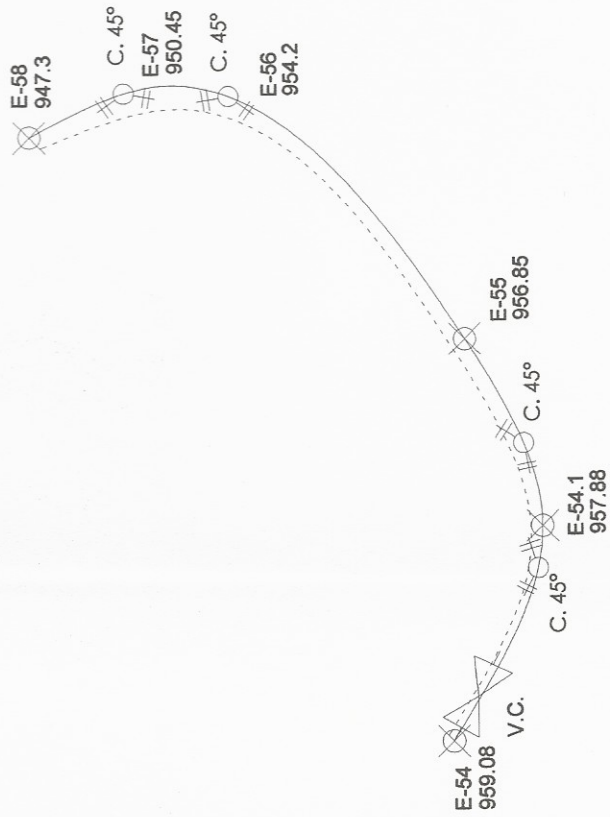
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reuidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



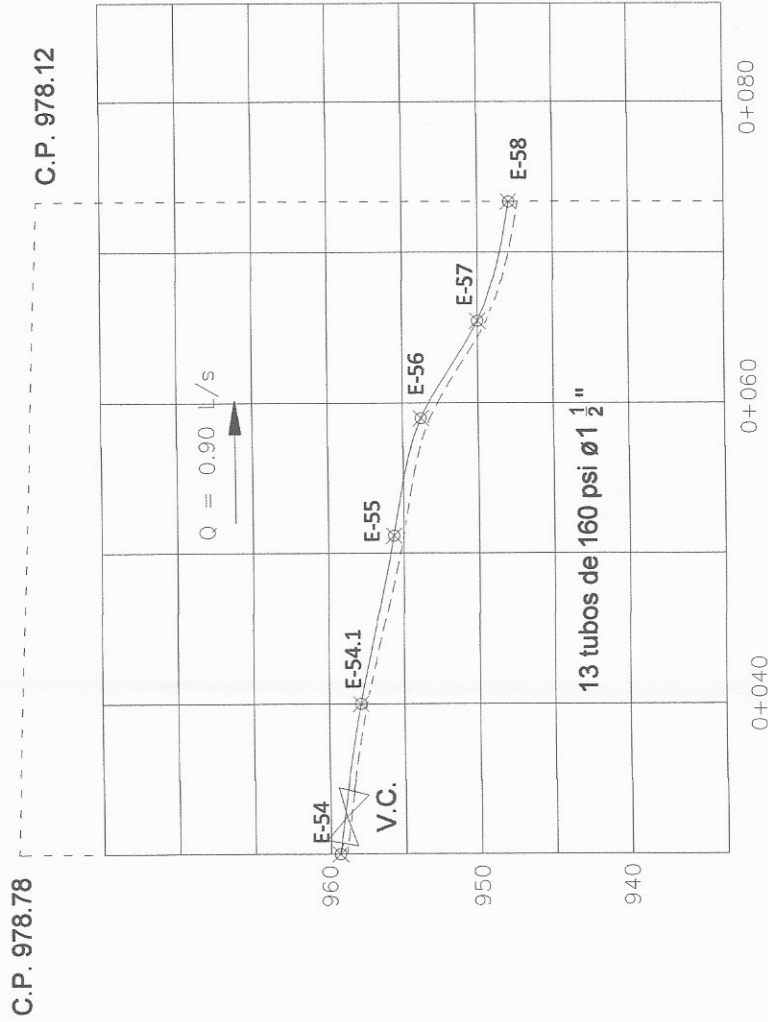
**PLANTA RAMAL 4**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



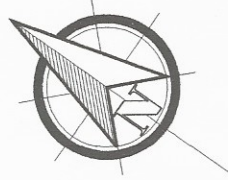
**PERFIL RAMAL 4**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



**PLANTA RAMAL 3**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



**PERFIL RAMAL 3**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO  
 CHURUMEL CENTRAL ALDEA PUJUIJIL III, SOCLÁ, SOCLÁ

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION

CALCULO: KARLA ESTHER SUAREZ ARBAS

DISEÑO: KARLA ESTHER SUAREZ ARBAS

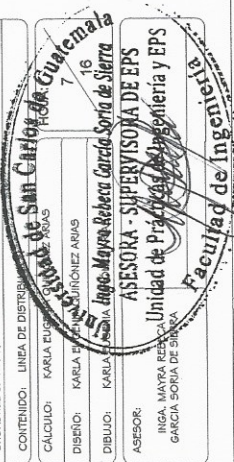
DIBUJO: KARLA ESTHER SUAREZ ARBAS

ASESOR: KARLA ESTHER SUAREZ ARBAS

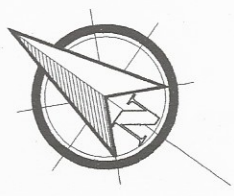
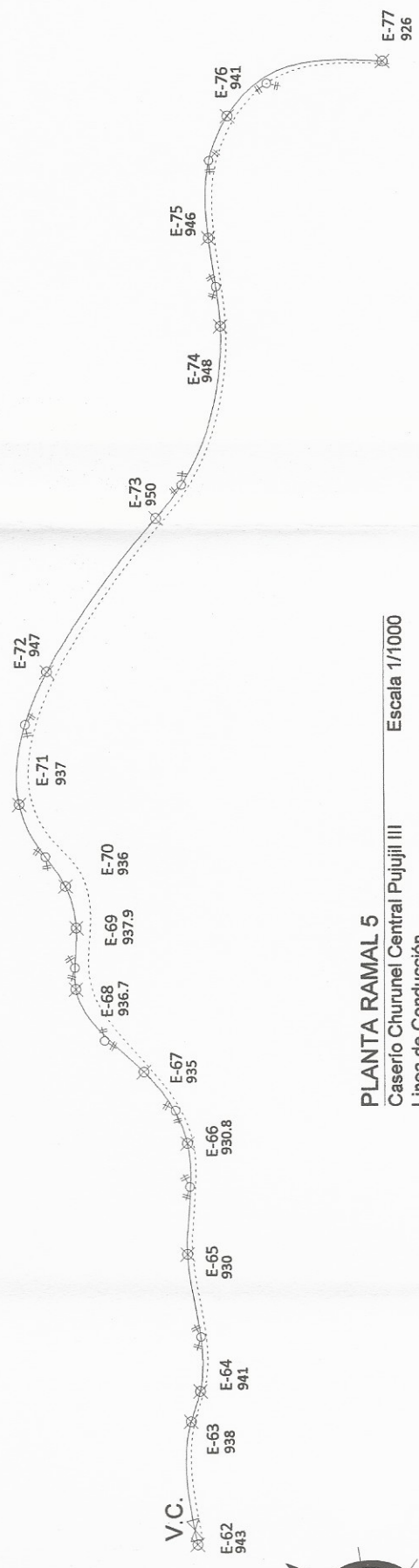
ING. MAYRA REYES GARCIA SORJA DE SIERRA

UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2015

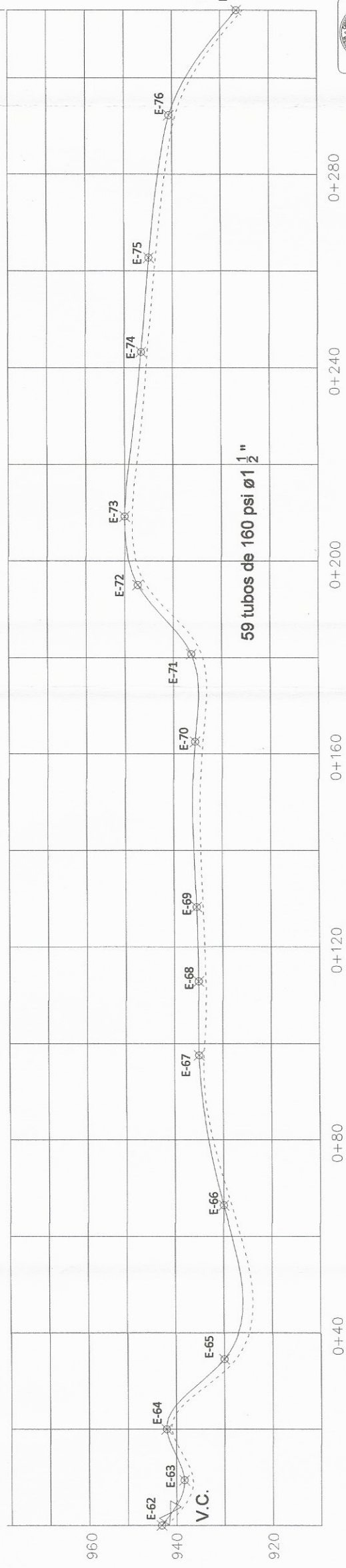


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



C.P. 976.87 C.P. 973.92

Q = 0.90L/s



**PERFIL RAMAL 5**  
 Caserio Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución  
 Escala 1/1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 OFICINA PROFESIONAL SUPERVISOR EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLDA, SOLDA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUMEL CENTRAL, ALDEA PUJUIJIL III, SOLDA

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION

CALCULO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

DISEÑO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

DIBUJO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

ASESOR: **Ingeniero Mayra Barbara García Sorja de Sierra**  
**ASESORA - SUPERVISORA DE EPS**  
 INGA MAYRA BARBARA GARCIA SORJA DE SIERRA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 OFICINA PROFESIONAL SUPERVISOR EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLDA, SOLDA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUMEL CENTRAL, ALDEA PUJUIJIL III, SOLDA

CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION

CALCULO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

DISEÑO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

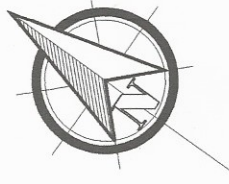
DIBUJO: KARLA MARCELA GONZALEZ ARIAS

ASESOR: **Ingeniero Mayra Barbara García Sorja de Sierra**  
**ASESORA - SUPERVISORA DE EPS**  
 INGA MAYRA BARBARA GARCIA SORJA DE SIERRA

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
CP	Cota Piezométrica

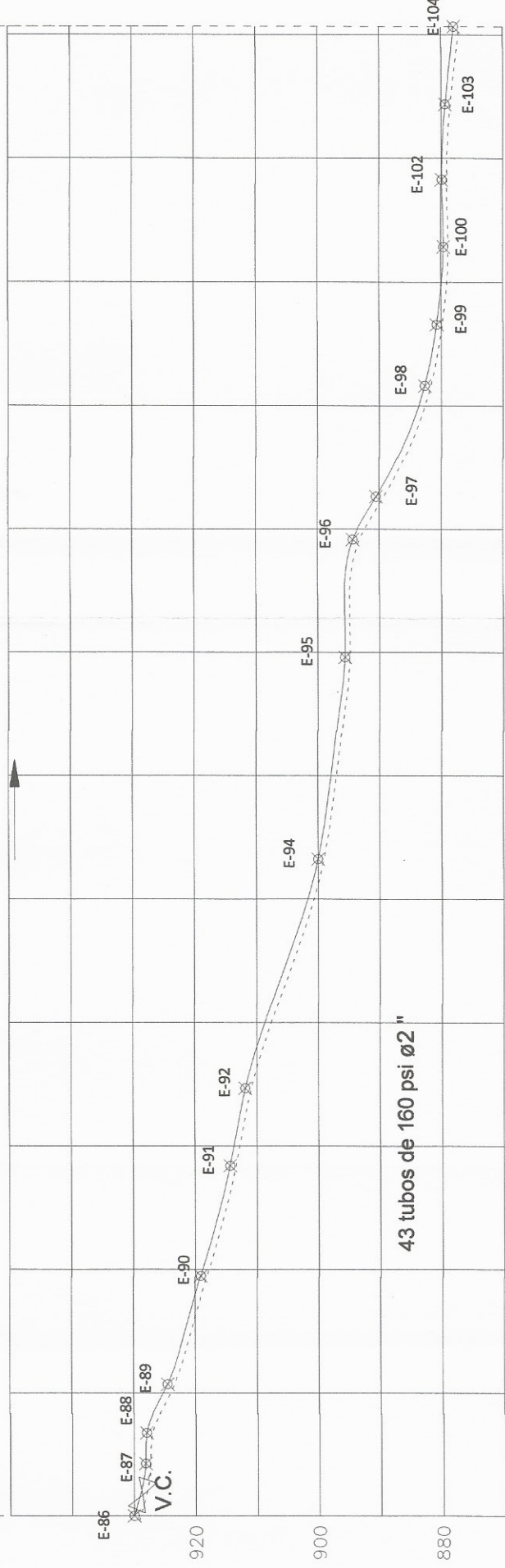


**PLANTA RAMAL 6**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Conducción Escala 1/1000

C.P. 974.88

Q = 1.30L/s

C.P. 966.75



0+240

0+200

0+160

0+120

0+80

0+40

**PERFIL RAMAL 6**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 CHURUMEL CENTRAL, ALDEA PUJUIJIL III, SOLOLA, SOLOLA

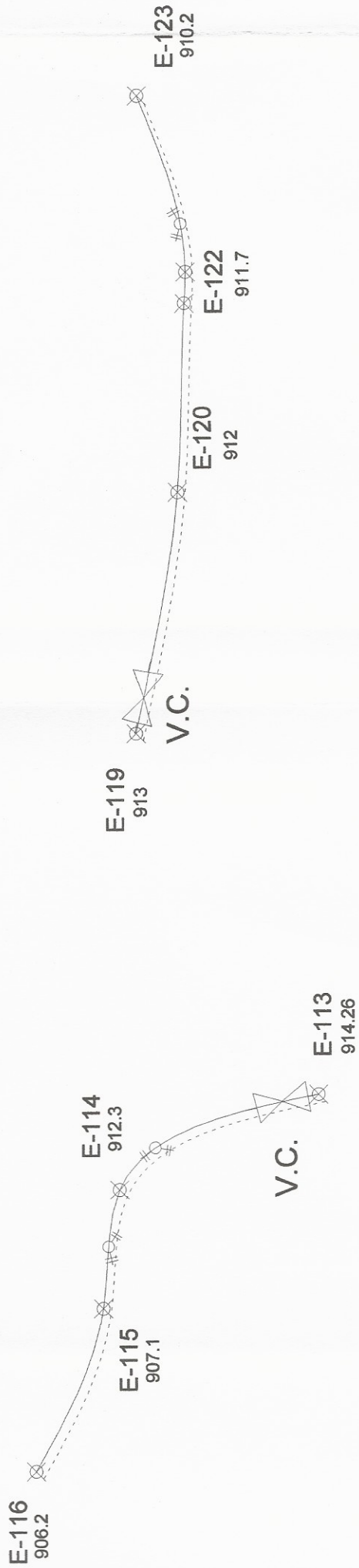
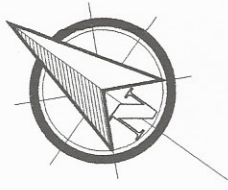
CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION  
 CÁLCULO: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA  
 DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA

ASESORA: **Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra**  
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS  
 INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA  
 Unidad de Supervisión de Ingeniería y EPS

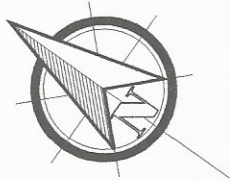
ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2016

Facultad de Ingeniería

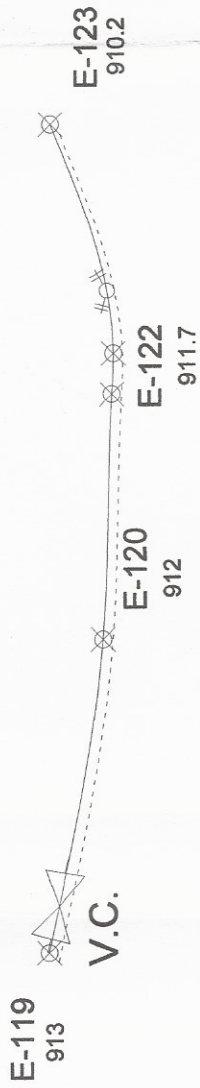
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Caja Reunidora de Caudales
	Válvula de compuerta
	Cota Piezométrica



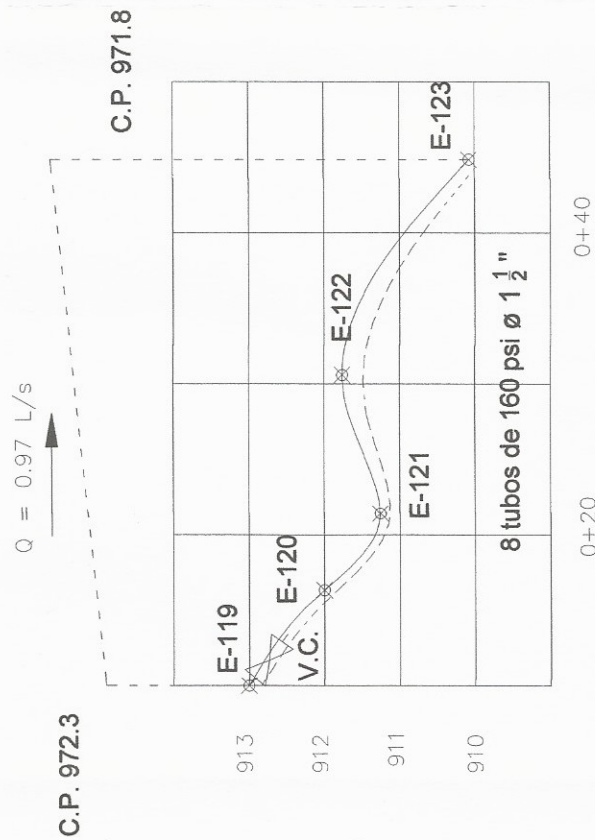
**PLANTA RAMAL 7**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Conducción Escala 1/1000



**PERFIL RAMAL 7**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



**PLANTA RAMAL 8**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Conducción Escala 1/1000



**PERFIL RAMAL 8**  
 Caserío Churumel Central Pujujil III  
 Línea de Distribución Escala 1/1000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISANDO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOÁ, SOLOÁ



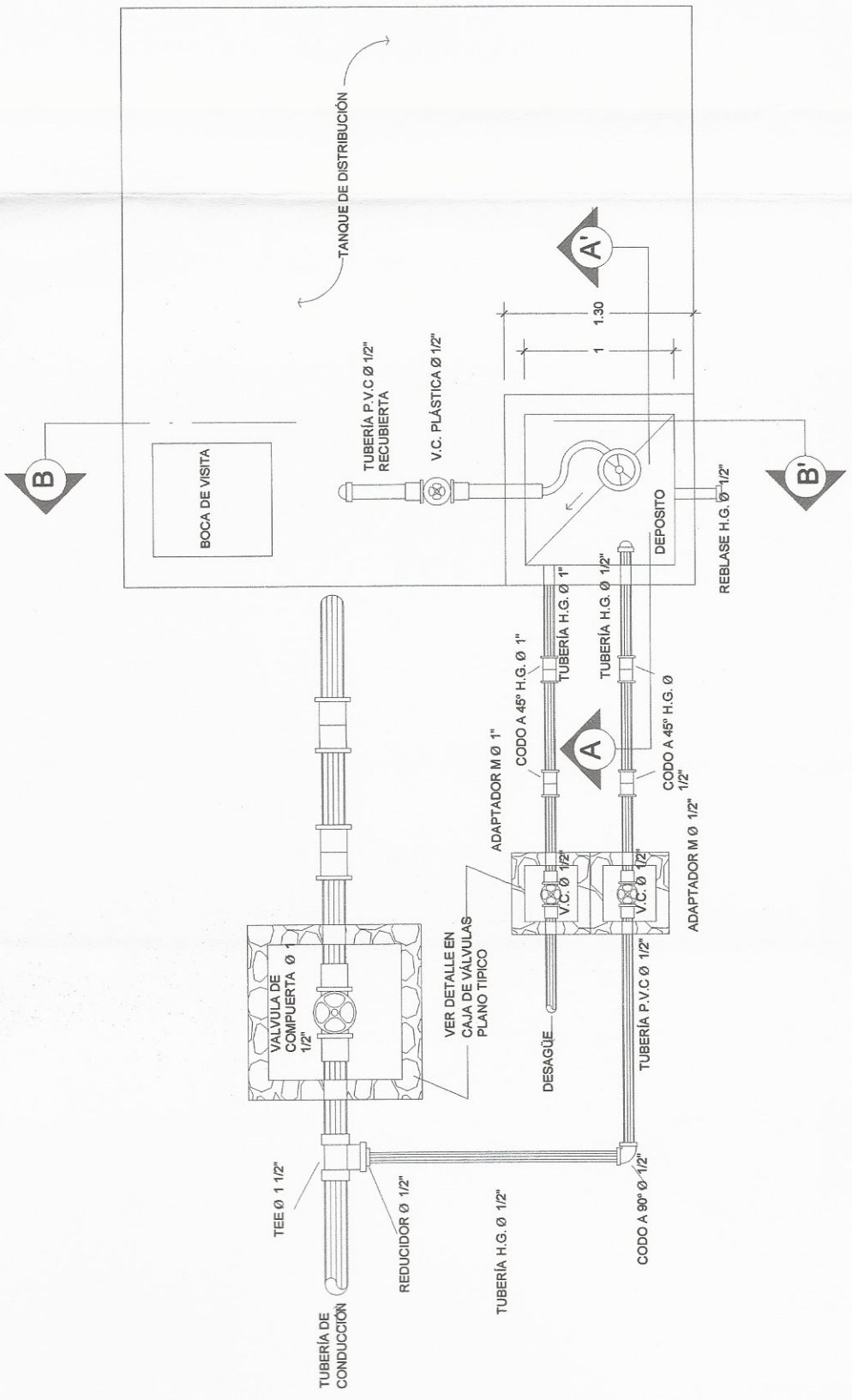
CONTENIDO: LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 CÁLCULO: EUGENIA QUIRÓNEZ ARIAS  
 DISEÑO: EUGENIA QUIRÓNEZ ARIAS  
 DIBUJO: EUGENIA QUIRÓNEZ ARIAS  
 HOJA: 10/16  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISANDO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOÁ, SOLOÁ

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2015

ASESORIA SUPERVISORA DE EPS  
 INGENIEROS CIVILES EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
 GARCÍA, SORBA DE SILEA

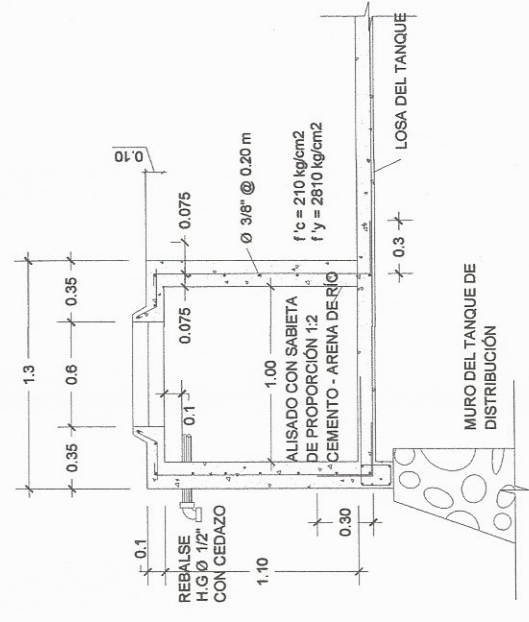
Facultad de Ingeniería





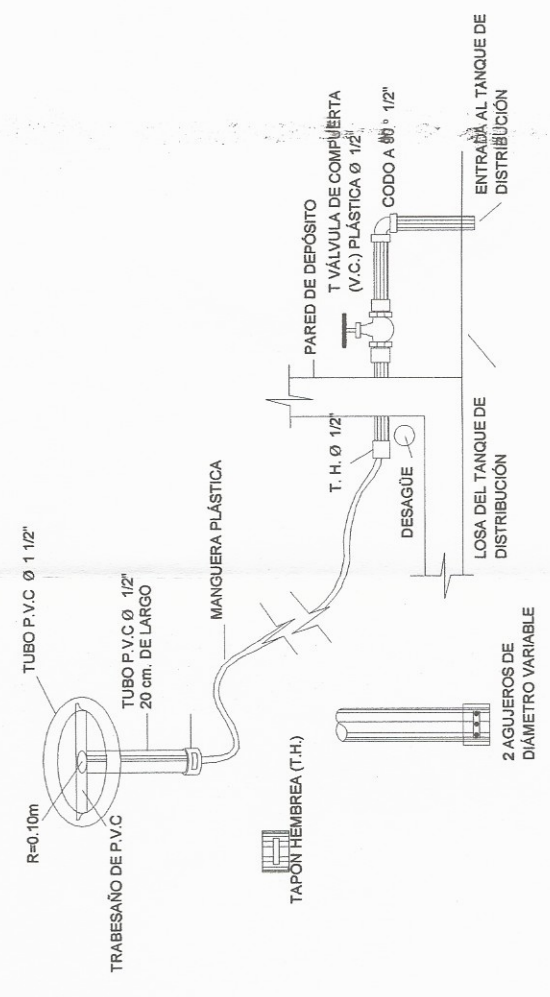
PLANTA DE HIPOCLORADOR

SIN ESCALA



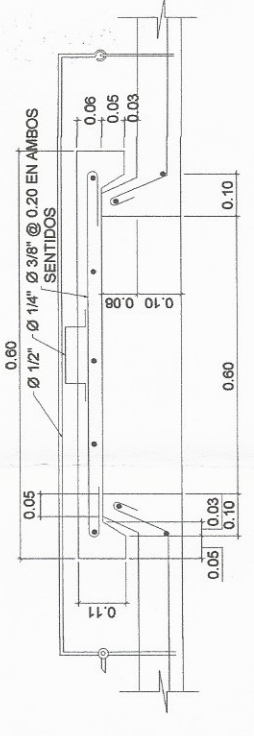
ARMADO DE MUROS

SIN ESCALA



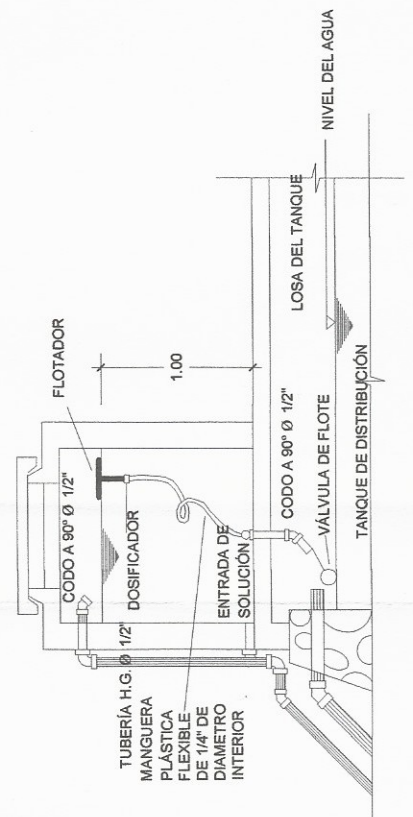
SECCIÓN B-B'

SIN ESCALA



DETALLE TAPADERA

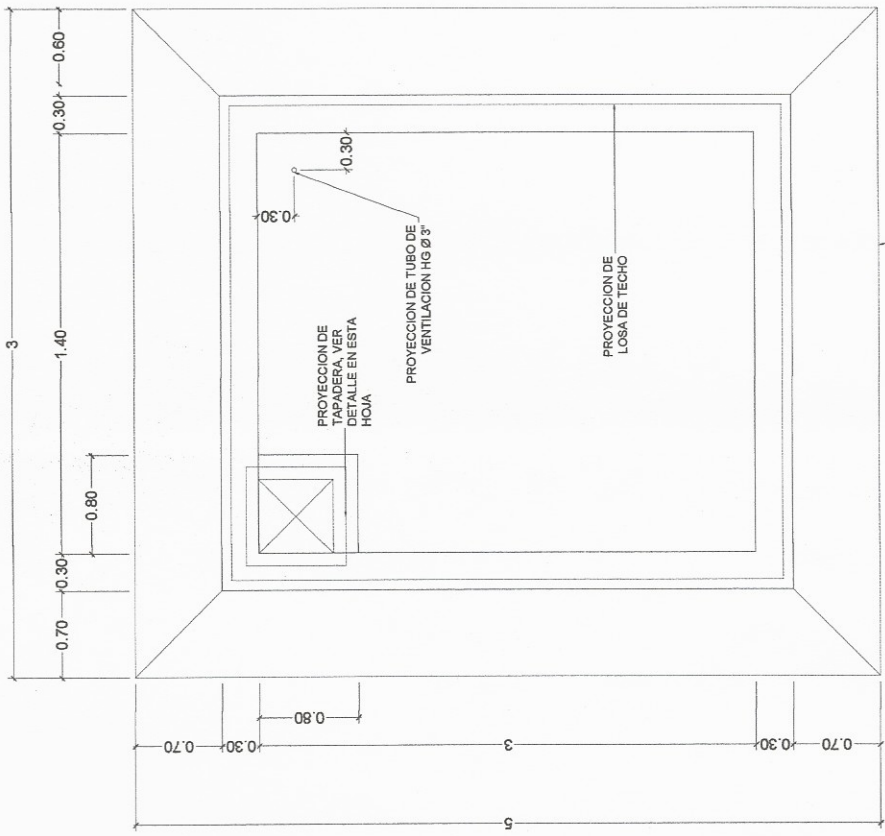
SIN ESCALA



SECCIÓN A-A'

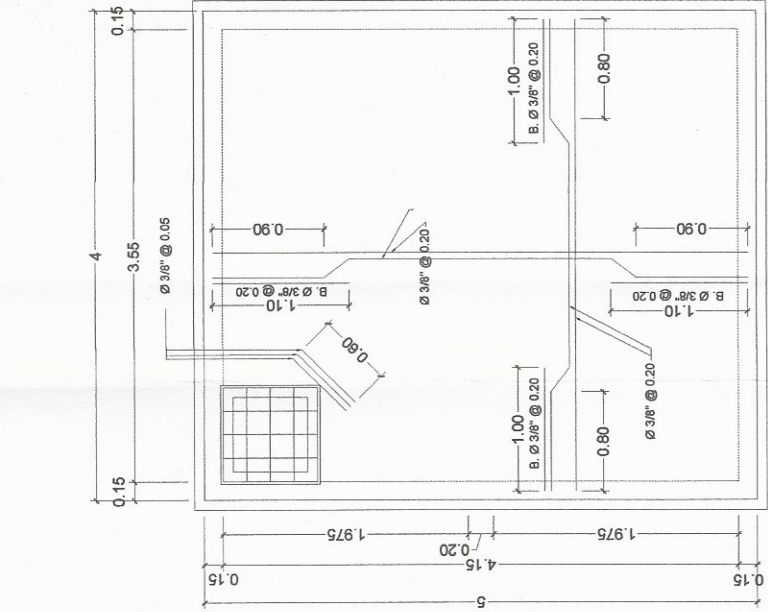
SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EP MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURINEL CENTRAL, ALDA PULUJIL II, SOCLÁ, SOCLÁ
CONTENIDO: HIPOCLORADOR	CÁLCULO: KARLA PATRICIA GUINÓNEZ ARIAS DISEÑO: KARLA PATRICIA GUINÓNEZ ARIAS DIBUJO: KARLA PATRICIA GUINÓNEZ ARIAS
ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2015	Universidad de San Carlos de Guatemala Ing. Mayra Rebeca Coronado Sierra ASISORA - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería



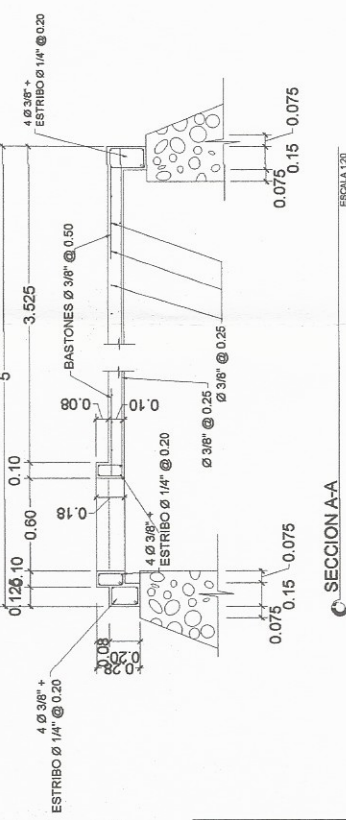
PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:25



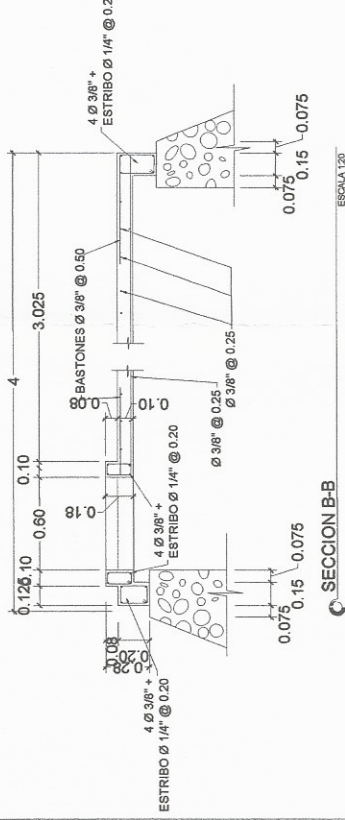
PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA 1:25



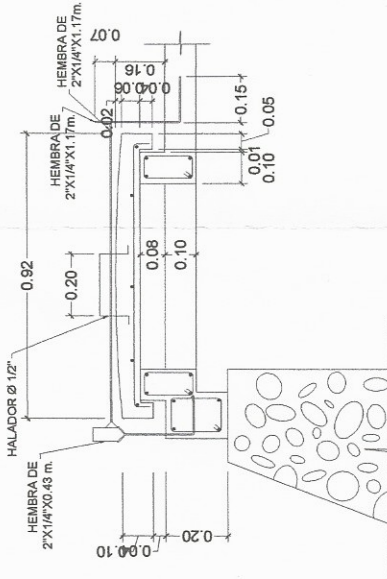
SECCION A-A

ESCALA 1:25



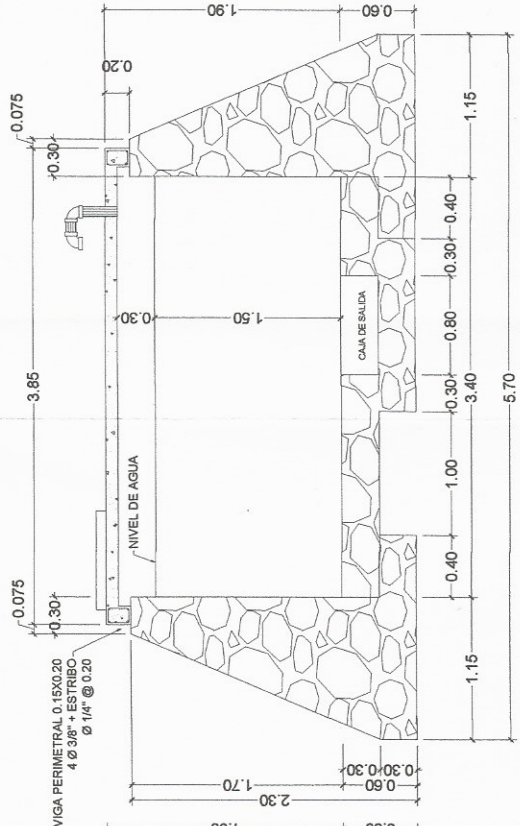
SECCION B-B

ESCALA 1:25



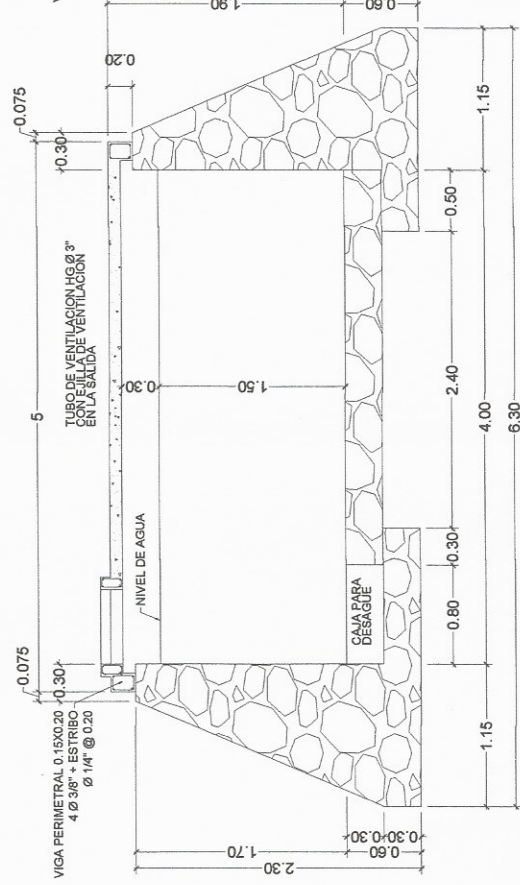
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:5



SECCION C-C

ESCALA 1:25



SECCION E-E

ESCALA 1:25

NOTAS GENERALES:

- MATERIALES:
- 1\* CONCRETO, SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/p<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS
  - 2\* ACERO DE REFUERZO, SE USARA ACERO DE REFUERZO DE 1/4" y 3/8" (GRANCO 407.63) ESPECIFICACION ASTM A615
  - 3\* VARICOS, LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA
  - 4\* TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
  - 5\* LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 20 CM EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRO RECURRIMIENTO EN EL DISEÑO
  - 6\* EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
  - 7\* HACIA LOS DRENAJES DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% PARA QUE EL AGUA DEBERA INPERMEABILIZARSE EN SUS CANALES Y DEBERA SER POR MEDIO DE UN GRACA DE 1/2" DE CEMENTO CON CEMENTO ARENA
  - 8\* LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN INPERMEABILIZARSE EN SUS CANALES Y DEBERA SER POR MEDIO DE UN GRACA DE 1/2" DE CEMENTO CON CEMENTO ARENA
  - 9\* LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE COCNETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA
  - 10\* LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA: 87% PIEDRA BOLA 13% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
  - 11\* EL RECURRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CENTRO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURUHEL CENTRAL, ALDA PUJULIL, IL. SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA DE ROSA

DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA DE ROSA

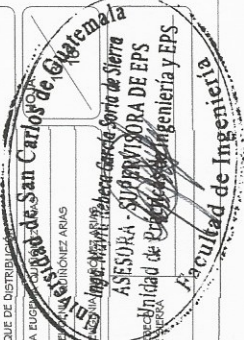
ASesor: KARLA EUGENIA GARCIA SORIA DE ROSA

ING. MAYRA ALEXANDRA GARCIA SORIA DE ROSA

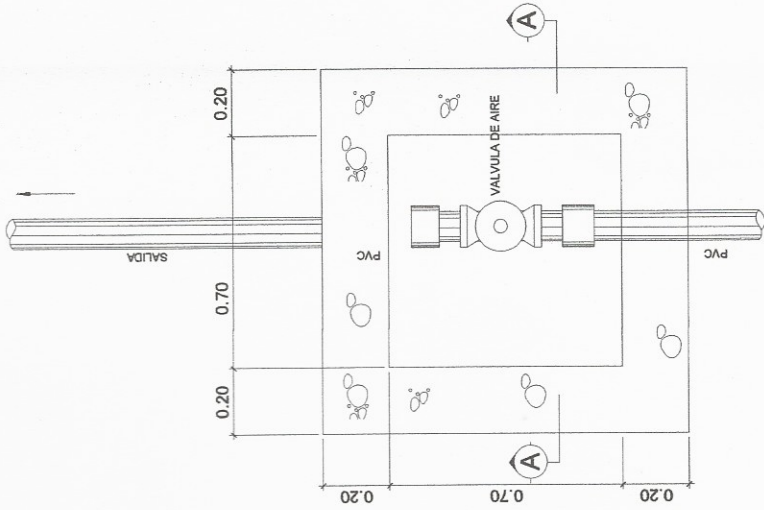
ASesor: MAYRA ALEXANDRA GARCIA SORIA DE ROSA

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2015

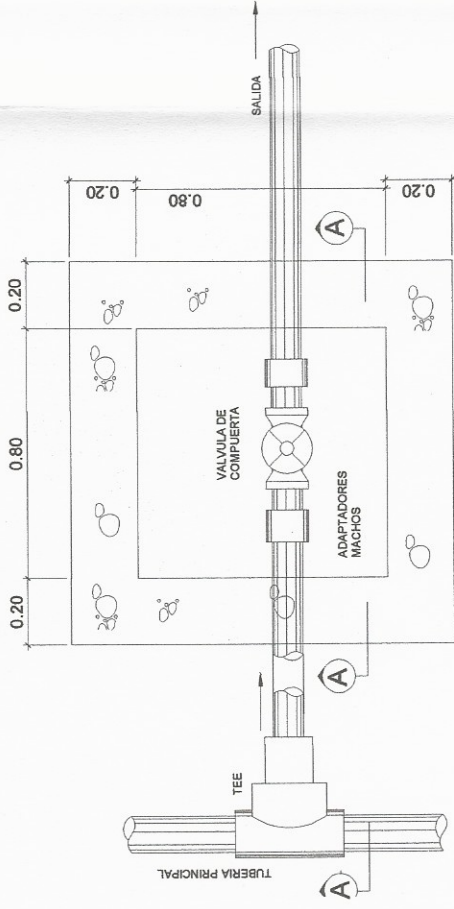






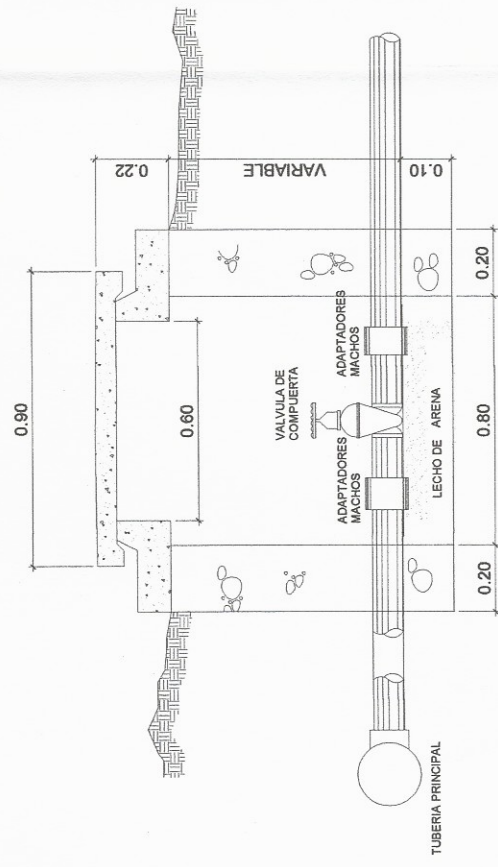
VÁLVULA DE AIRE

SIN ESCALA.



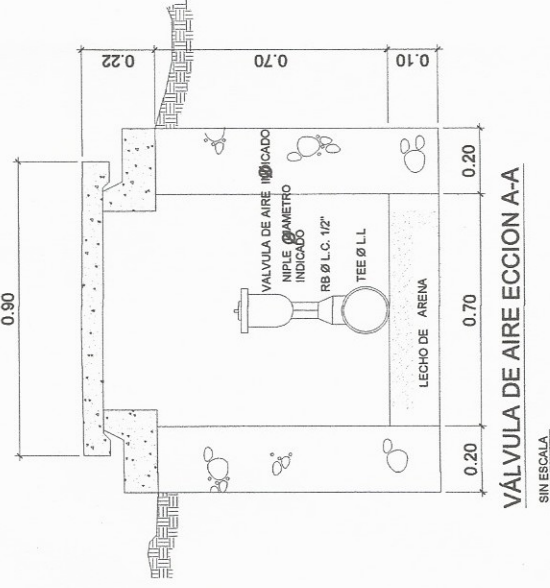
VÁLVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA.



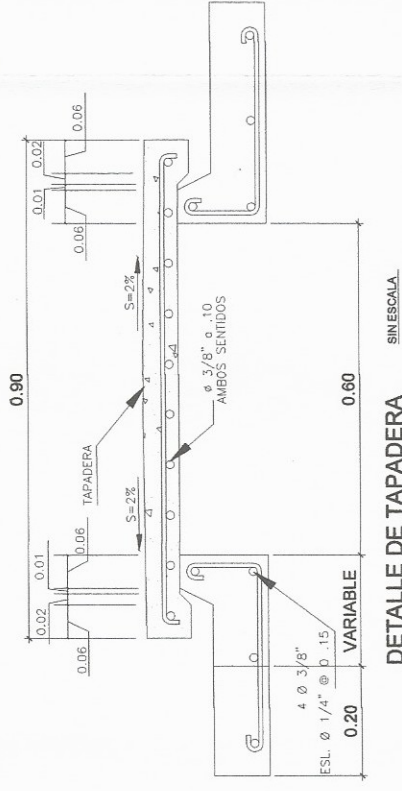
VÁLVULA DE LIMPIEZA SECCION A-A

SIN ESCALA.



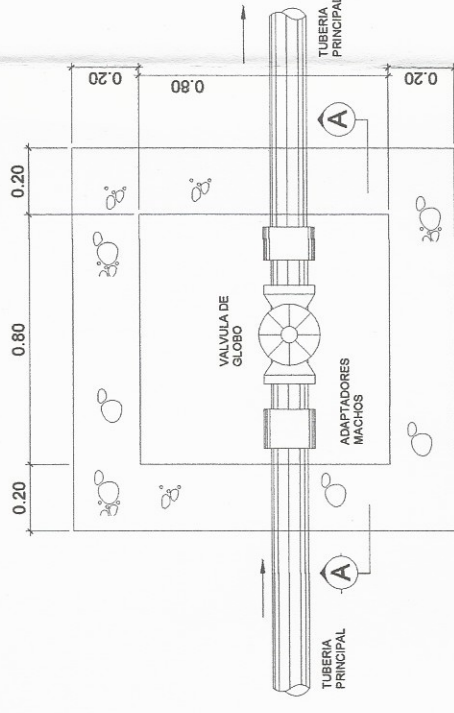
VÁLVULA DE AIRE ECCION A-A

SIN ESCALA.

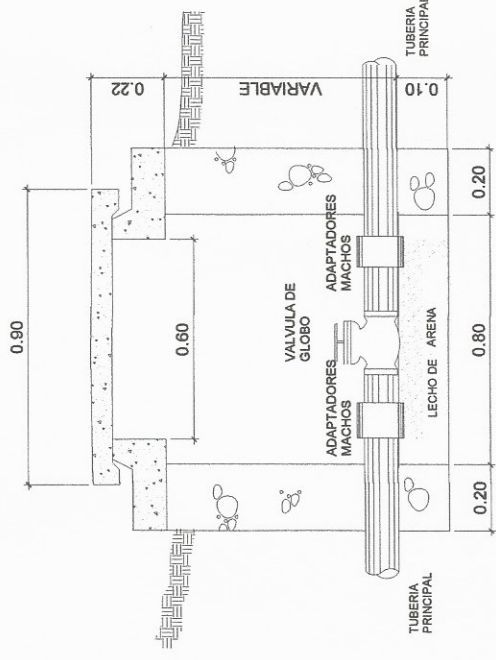


DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA.



VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA



VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA SECCION A-A

SIN ESCALA.

- NOTA: TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN EL INFORME DE LA COMUNIDAD
- EL NIPLE Y LA VALVULA DE AIRE SERÁN DE 1/2 SI L.C. ES DE Ø3/4" ØØ3" SI NO 3/4"
  - LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
    - 33 % DE MORTERO
    - 67 % DE PIEDRA BOLA
  - EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO
  - EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
  - SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
  - EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENO EL AGUA DE LLUVIA.
  - EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
  - SE REALIZARA UN ALZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EP  
MUNICIPALIDAD DE SOCOMA, SOCOMA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO CHURIMEL CENTRAL, ALDIA FULUL, III. SOCOMA, SOCOMA.

CONTENIDO: VÁLVULAS

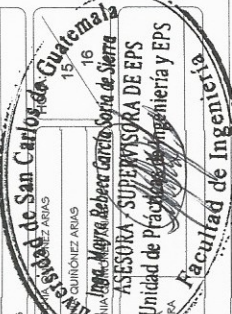
CALCULO: KARLA ELIZABETH ARIAS

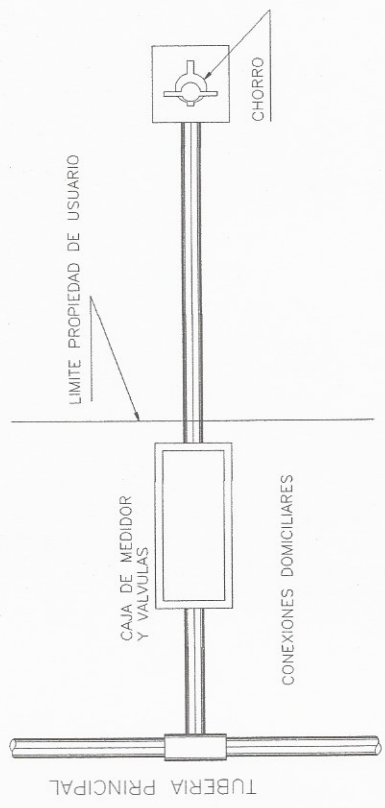
DISEÑO: KARLA ELIZABETH ARIAS

ASISOR: KARLA ELIZABETH ARIAS

ING. MAYRA REYES GARCIA SORIA DE SIERRA

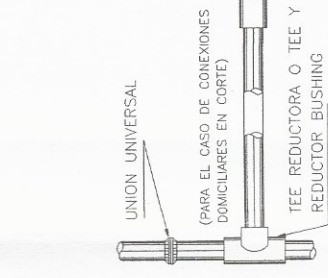
FECHA: ENERO 2015





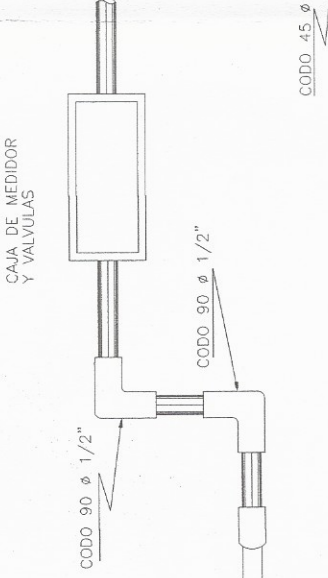
LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



PLANTA

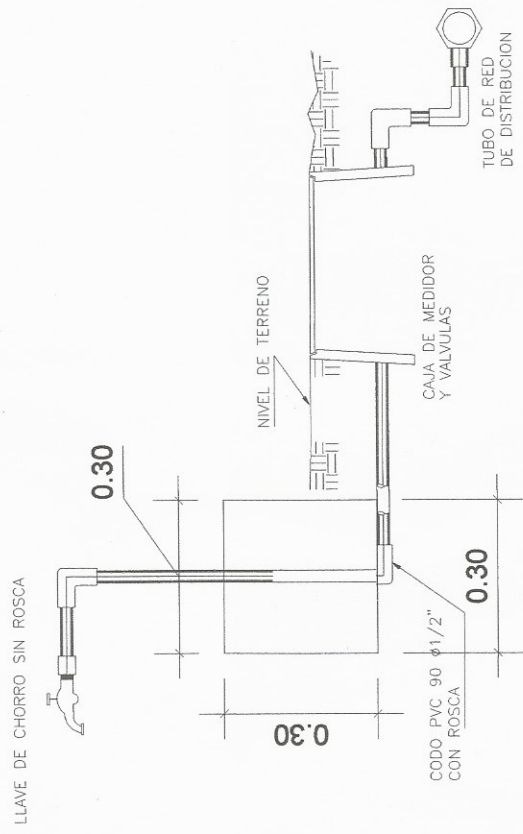
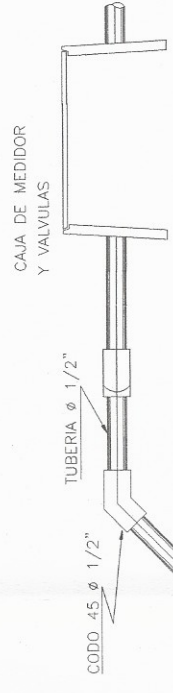
SIN ESCALA



TUBERIA PRINCIPAL  
RED DE DISTRIBUCION

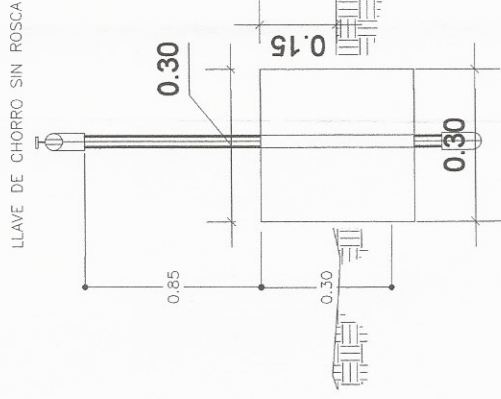
ELEVACION

SIN ESCALA



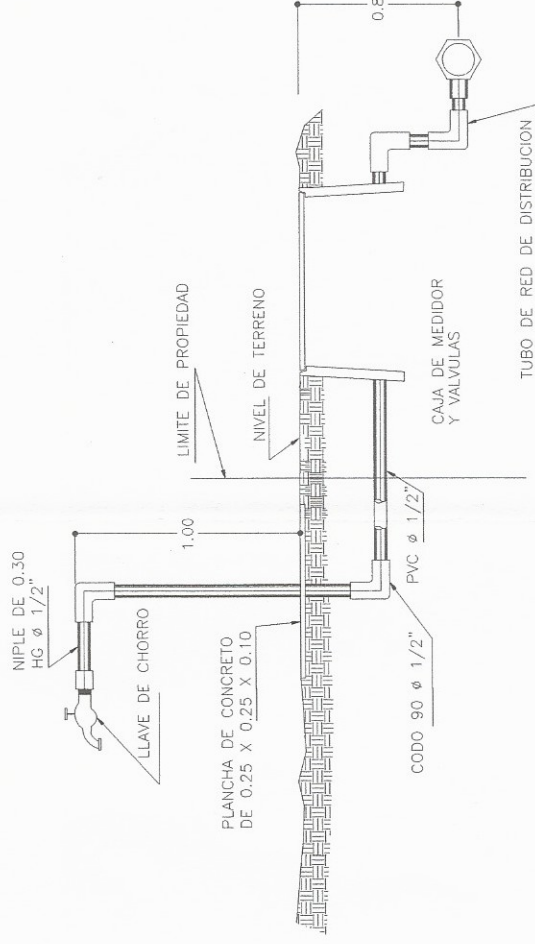
ELEVACION CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



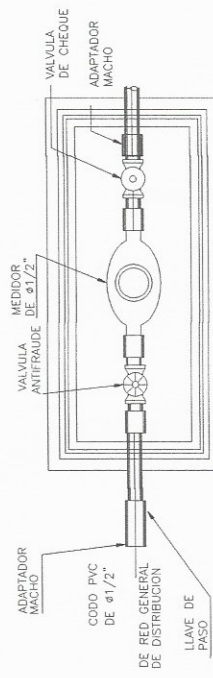
ELEVACION FRONTAL

SIN ESCALA



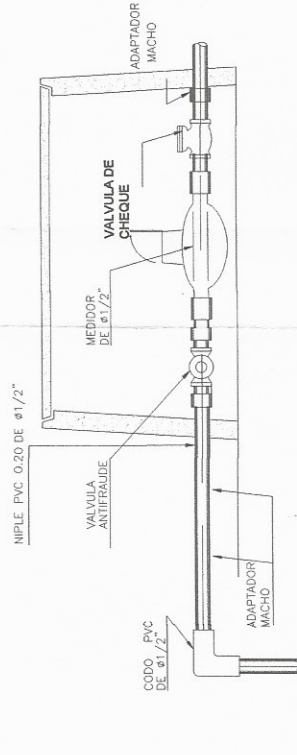
CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

SIN ESCALA



PLANTA

SIN ESCALA



SECCION LONGITUDINAL DE VALVULAS

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

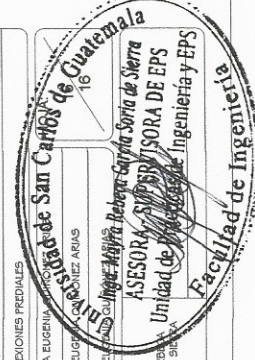
CONTENIDO: CONEXIONES PREDIALES

CALCULO: KARLA ELIZABETH SUAREZ ARIAS

DISEÑO: KARLA ELIZABETH SUAREZ ARIAS

ASESOR: INGA. MAYRA REBOLLO GARCIA SORIA DE SIERRA

FECHA: ENERO 2018





Caserío El Mirador

**DISEÑO AGUA POTABLE POR GRAVEDAD Y BOMBEO EI MIRADOR**

**DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL Y SERVICIOS EXISTENTES**

**AÑO ACTUAL** 2014  
**INSTITUCION :** Municipalidad de Sololá  
**NUMERO DE HABITANTES ACTUALES:** 420  
**NUMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:** 60  
**DENSIDAD DE POBLACIÓN:** 7 Hab / vivienda

**SERVICIOS PUBLICOS EXISTENTES**

**ESCUELA:** 1  
**IGLESIA:** 1  
**CEMENTERIO:** 1

**CALCULO DE POBLACION FUTURA**

**PERIODO DE DISEÑO:** 22 Años  
**TASA DE CRECIMIENTO GEOMETRICO:** 2.36 %  
**POBLACION FUTURA:** 702.00 Habitantes  
**VIVIENDAS FUTURAS:** 100.00  
**AÑO DE PERIODO DE DISEÑO:** 2036

**CALCULO DE CAUDALES**

**Dotacion adoptada para Poblacion:** 60 L/Hab-Dia  
**Dotacion adoptada para Escuela:** 20 L/alumno/dia  
**Dotacion adoptada para Iglesia:** 5 L/Hab-Dia  
**Dotacion adoptada para Cementerio:** 5 L/dia

**Aforo en litros/ segundo** 37.85 lts/seg  
**Caudal que produce la fuente:** 3,270,240.00 L/dia  
**Caudal medio de Poblacion:** 42,120.00 L/dia  
**Caudal medio de Escuela:** 2,808.00 L/dia  
**Caudal medio de Iglesia:** 3,510.00 L/dia  
**Caudal medio de Cementerio:** 3,510.00 L/dia

**SUMA DE CAUDAL MEDIO: (Qm)** 63,180.00 L/dia  
**0.731 L/S**  
**FACTOR DIA MAXIMO** 1.5

**CAUDAL DE DIA MAXIMO: (Qc)** 1.097 L/S

**FACTOR HORA MAXIMA** 3

**CAUDAL DE HORA MAXIMO: (Qdiseno)** 2.193 L/S

**CAUDAL DE BOMBEO (Qbombeo):** 3.291 L/S

**HORAS DE BOMBEO** 8.00 Horas

CÁLCULO DE AFORO				
No.	tiempo aforo (seg)	volumen (litros)	caudal (l/s)	Caudal (GPM)
1	0.5	18.925		
1	0.5	18.925		
1	0.5	18.925		
1	0.5	18.925		
4	0.5	18.925	37.85	599.94

Diseño desde la Captación al tanque de Succión

nv estatico

1000

TRAMO	L Tomada		COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diametro Nominal (pulg.)	Diametro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
	(m)	(m)	INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E																				
0	3	21	1000	997	3	21.071	4	1.097	1	1.195	PVC. 160psi	150	1.726	1.52	1000.00	998.27	0.00	1.27	0.00	1.73
3	4	36	997	995	2	36.028	7	1.097	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.455	0.70	998.27	997.82	1.27	2.82	1.73	2.18

# Linea de Distribución

QU= QV= 0.02193

NE 1102

Ramal principal

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E	51	64	233	100	51	233.11	41	2.193	2.193	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	10.612	1.41	1102.00	1091.39	0.00	40.39	0.00	10.61
	64	109	161	65	23	161.07	29	1.425	2	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	6.183	1.28	1091.39	1085.21	40.39	57.20	10.61	16.80
	109	138	144.00	45	15	144.05	26	0.987	1.65	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	3.874	1.06	1085.21	1081.33	57.20	68.33	16.80	20.67
	138	160	27.00	32	1	27.02	5	0.702	1.39	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.529	0.89	1081.33	1080.80	68.33	68.80	20.67	21.20
	160	171	232.00	20	10	232.02	41	0.439	1.08	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	2.849	0.69	1080.80	1077.95	68.80	75.95	21.20	24.05
	171	189	82.00	17	8	81.95	15	0.373	1	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.873	0.64	1077.95	1077.08	75.95	67.08	24.05	24.92
	189	201	51.68	9	2	51.66	10	0.197	0.707	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	0.29	0.45	1077.08	1076.79	67.08	64.79	24.92	25.21
	201	210	55.00	4	4	54.96	10	0.088	0.43	1	1.195	PVC. 160psi	150	0.796	0.59	1076.79	1075.99	64.79	59.99	25.21	26.01

Ramal 1

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E	64	72	160	35	14	160.04	29	0.77	1.17	1 1/2	1.754	PVC. 160psi	150	2.265	0.75	1091.39	1089.12	40.39	52.12	10.61	12.88
	72	91	240	18	16	240.03	43	0.39	0.82	1	1.195	PVC. 160psi	150	11.596	1.14	1089.12	1077.53	52.12	56.53	12.88	24.47

Ramal 2

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E	72	102	238	17	37	238.08	42	0.37	0.80	1	1.195	PVC. 160psi	150	10.874	1.11	1089.12	1078.25	52.12	78.25	12.88	23.75

Ramal 3

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
E	109	123	482	20	49	482.05	85	0.44	0.87	1 1/4	1.532	PVC. 160psi	150	7.698	0.73	1085.21	1077.51	69.20	110.51	16.80	24.49

Ramal 4

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
138	159	10	1013	982	31	250.06	44	0.22	0.60	1	1.195	PVC. 160psi	150	6.708	0.83	1081.33	1074.62	68.33	92.62	20.67	27.38	

Ramal 5

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
160	165	5	1012	1004	8	118.03	21	0.11	0.40	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	5.178	0.92	1080.80	1075.62	68.80	71.62	21.20	26.38	

Ramal 6

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
171	186	3	1002	984	18	93.10	17	0.07	0.3	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	2.151	0.65	1077.95	1075.80	75.95	91.80	24.05	26.20	

Ramal 7

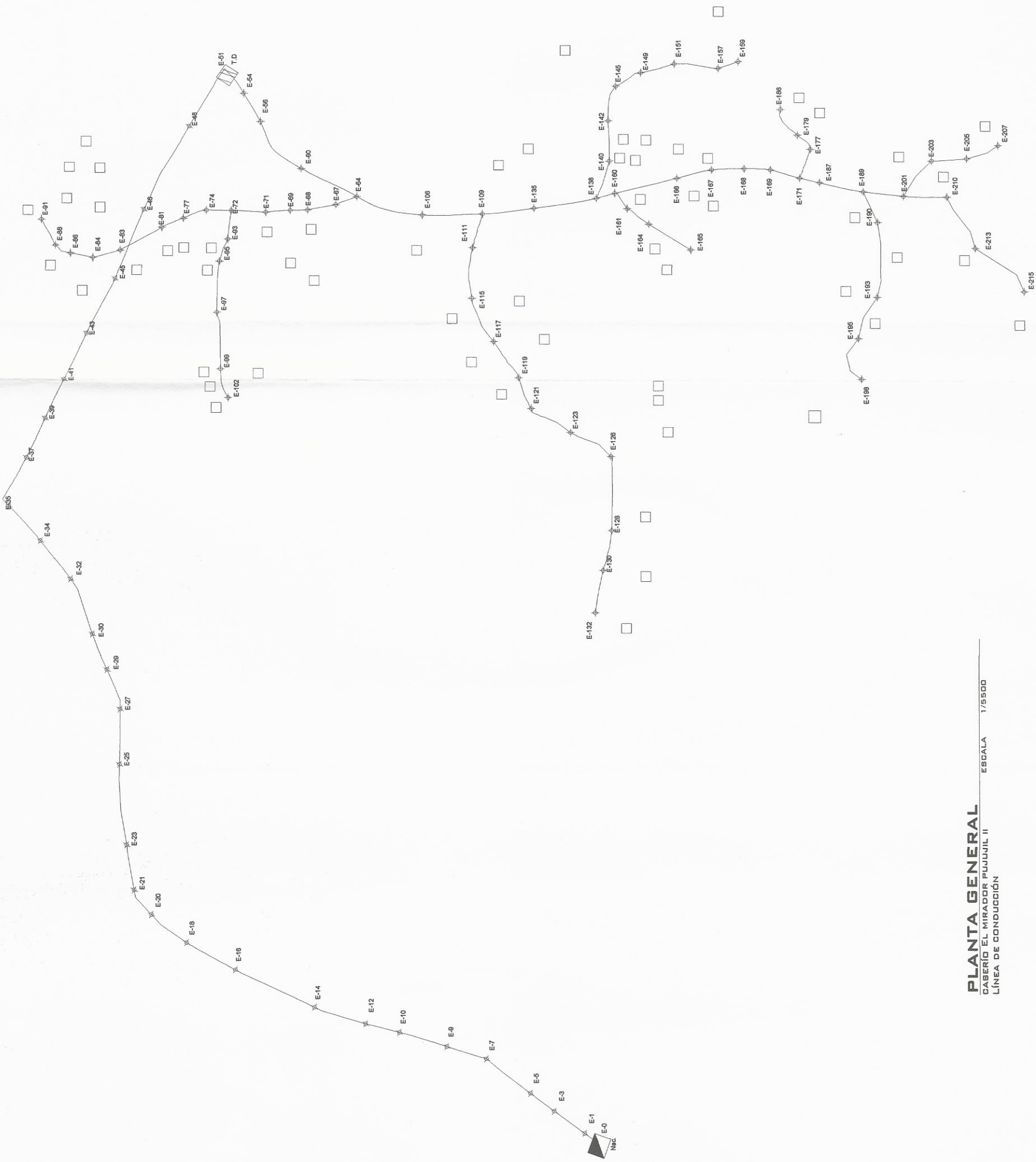
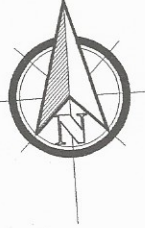
TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
189	198	8	1010	1000	10	214.02	38	0.18	0.53	1	1.195	PVC. 160psi	150	4.55	0.73	1077.08	1072.53	67.08	72.53	24.92	29.47	

Ramal 8

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
201	207	5	1012	1006	6	125.02	22	0.11	0.40	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	5.485	0.92	1076.79	1071.31	64.79	65.31	25.21	30.69	

Ramal 9

TRAMO	L tomada en metros	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)		TOTAL TUBOS	Qv Diseño (l/s)	Qi Diseño (l/s)	Diametro Nominal 1 (pulg.)	Diametro Interno 1 (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Perdida Hf (m)	V 1 (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
			INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
210	215	3	1016	1005	11	128.04	23	0.07	0.28	3/4	0.926	PVC. 250psi	150	2.958	0.65	1075.99	1073.04	59.99	68.04	26.01	28.96	



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO  
 DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO

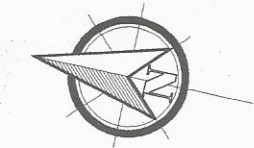
ING. MAYRA REBECCA GARCÍA SORIANO  
 ASESORA Y SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Asesoría de Ingeniería y EPS

HOJA 1

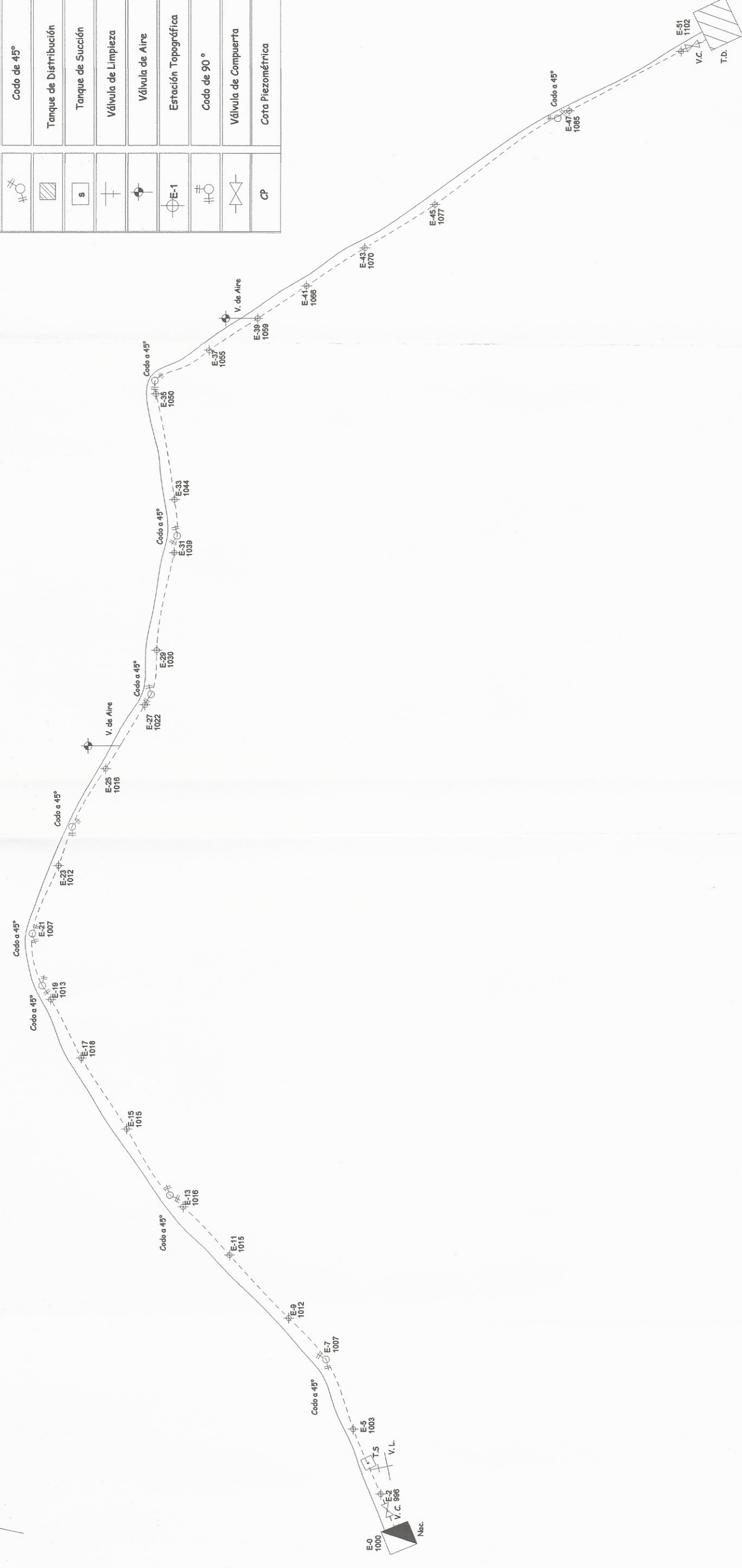
**PLANTA GENERAL**  
 CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1/5500

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2015



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica

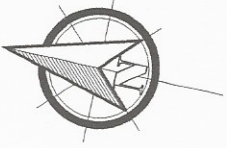


**PLANTA CONDUCCIÓN**  
 CASBERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

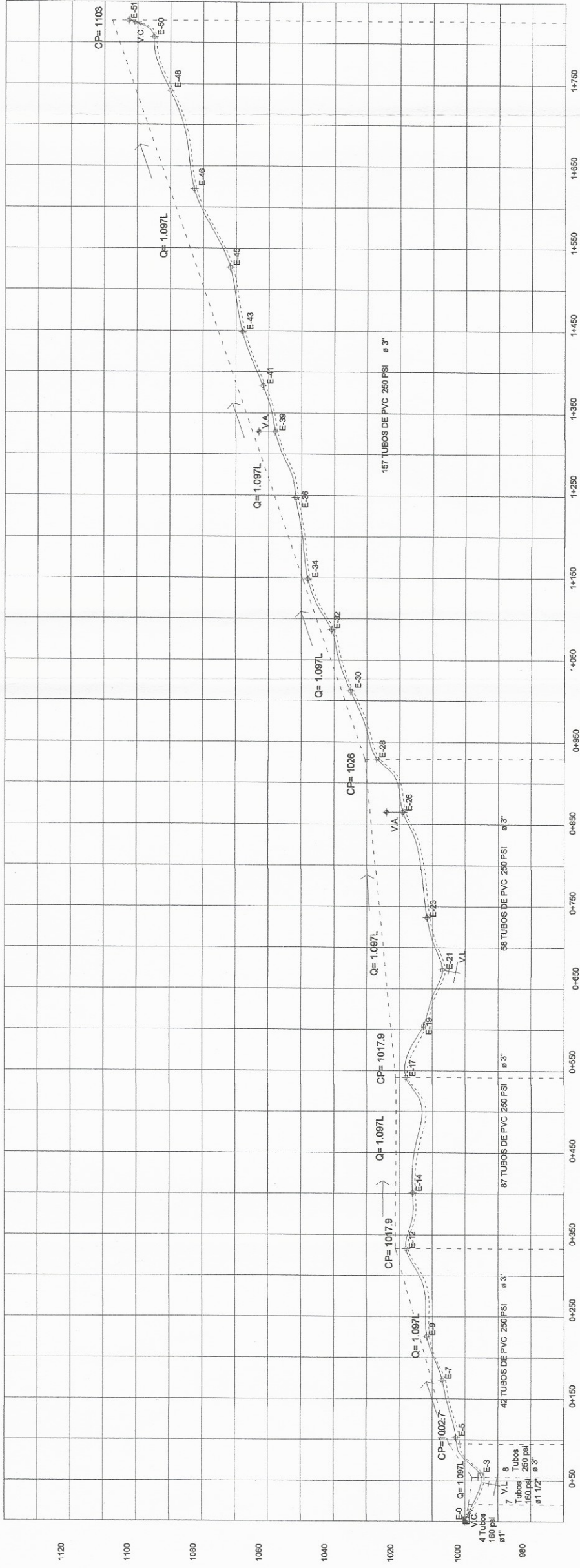
ESCALA 1/4000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA
	San Carlos de Guatemala HOJA: 2
	ASESORA - SUPERVISORA DE EPS INGA. MAYRA REDONDA GARCÍA SORIANO DE SIERRA
	Facultad de Ingeniería

CONTENIDO: PLANTA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO DE SIERRA  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO DE SIERRA  
 ASesor: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO DE SIERRA  
 INGA. MAYRA REDONDA GARCÍA SORIANO DE SIERRA  
 ENERO 2015



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica



**PERFIL CONDUCCIÓN**  
 CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1/6000

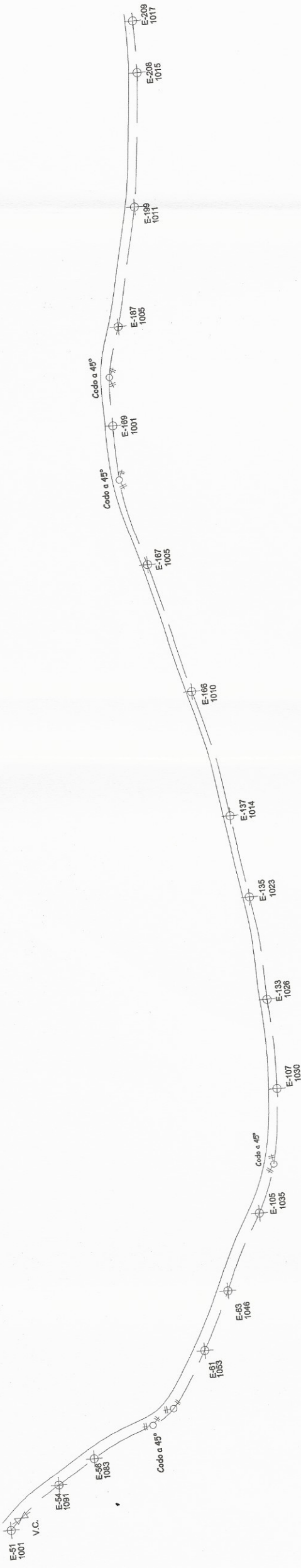


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

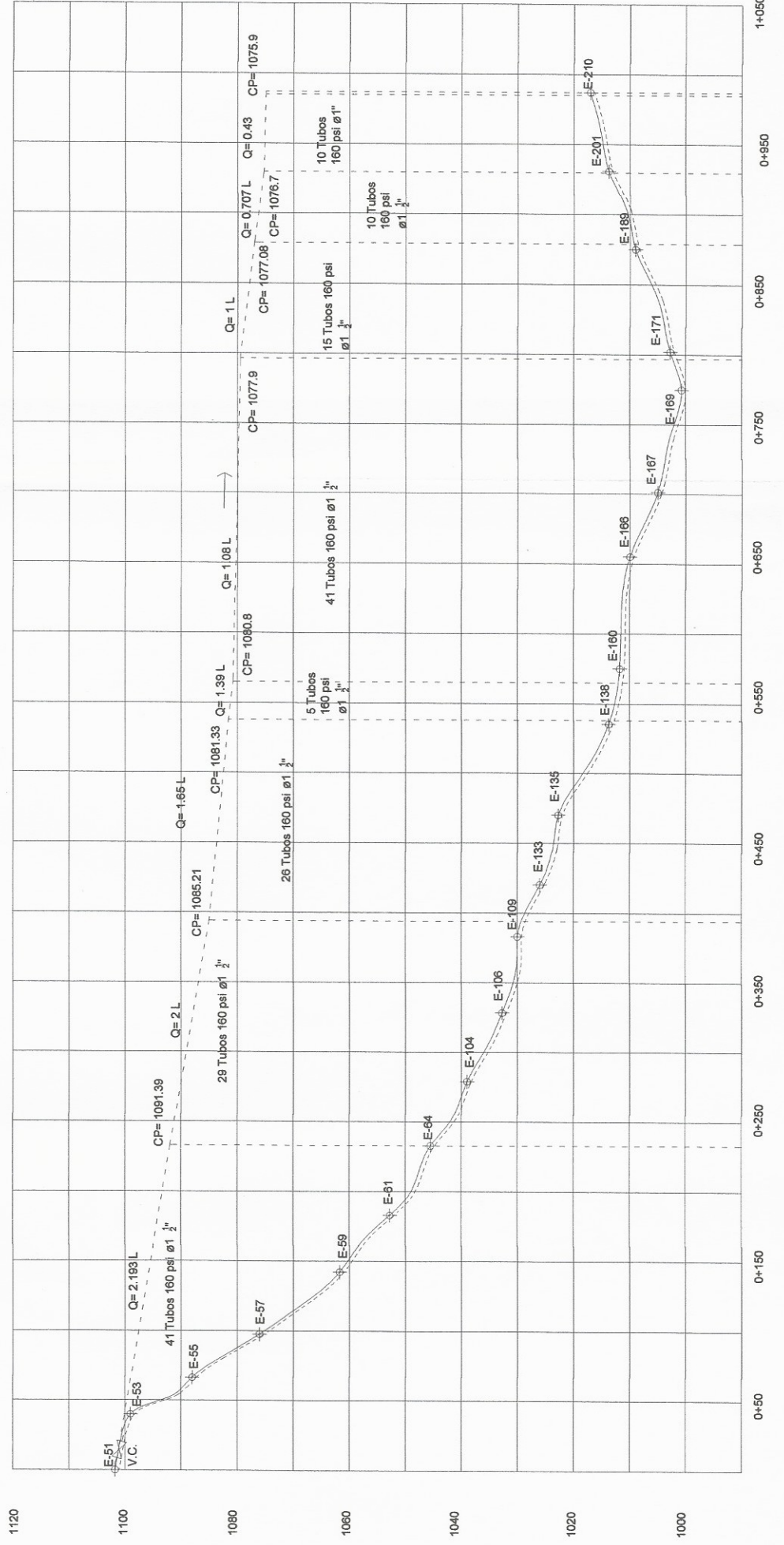
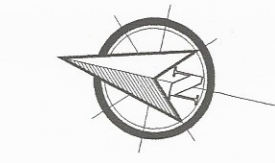
CONTENIDO: PERFIL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 (HOJA: 3)  
 DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIE DE SIERRA  
 DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIE DE SIERRA  
 ASesor: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIE DE SIERRA  
 INGA. MAYRA REBECCA GARCÍA SORIE DE SIERRA  
 ASSESORA Y SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2015





**PLANTA RAMAL PRINCIPAL**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUJUL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
 ESCALA 1/3500



**PERFIL RAMAL PRINCIPAL**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUJUL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
 ESCALA 1/5000

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CABERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUJUL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GARCÍA ARZÚ

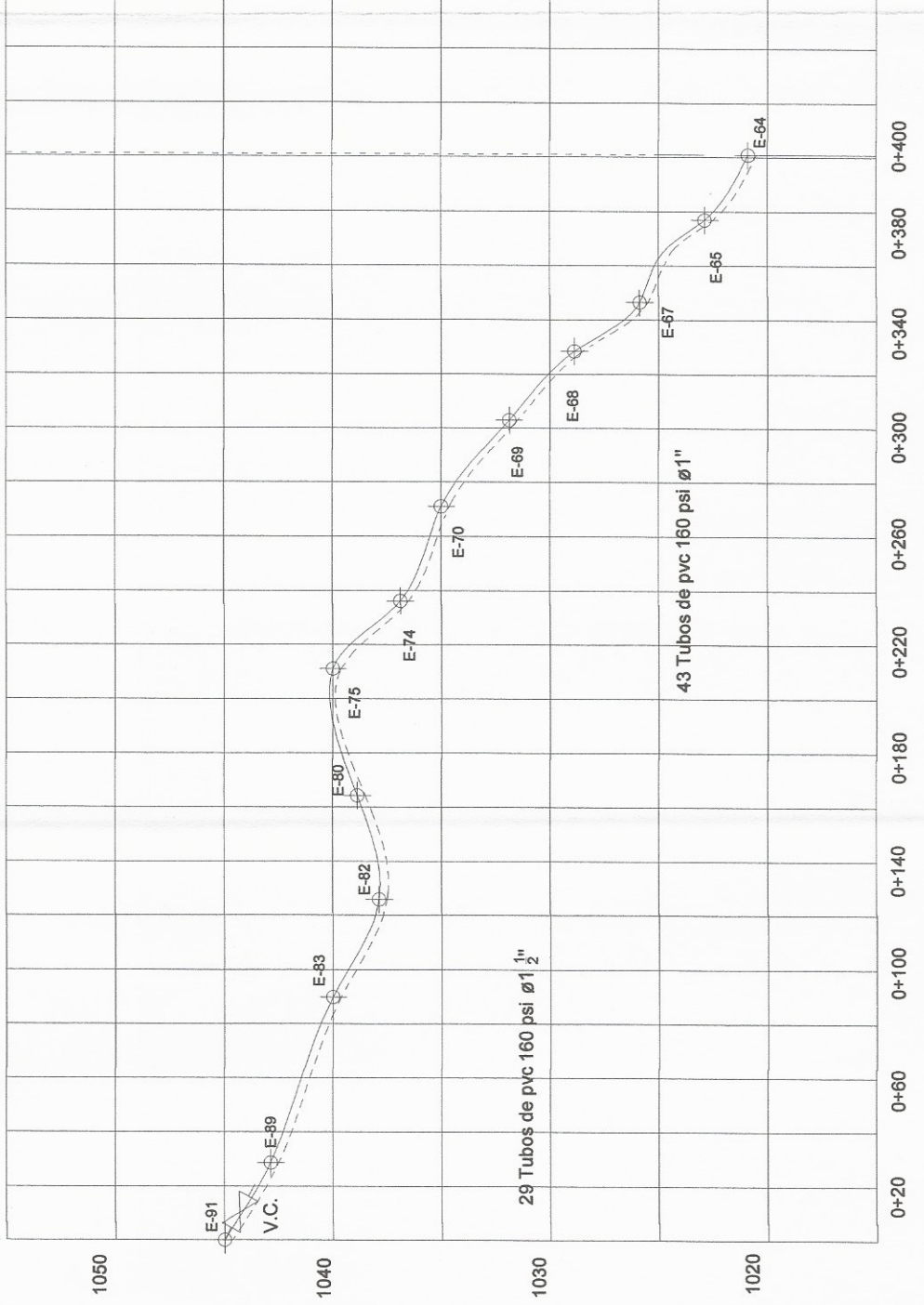
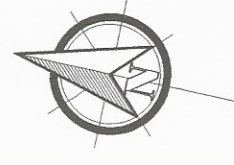
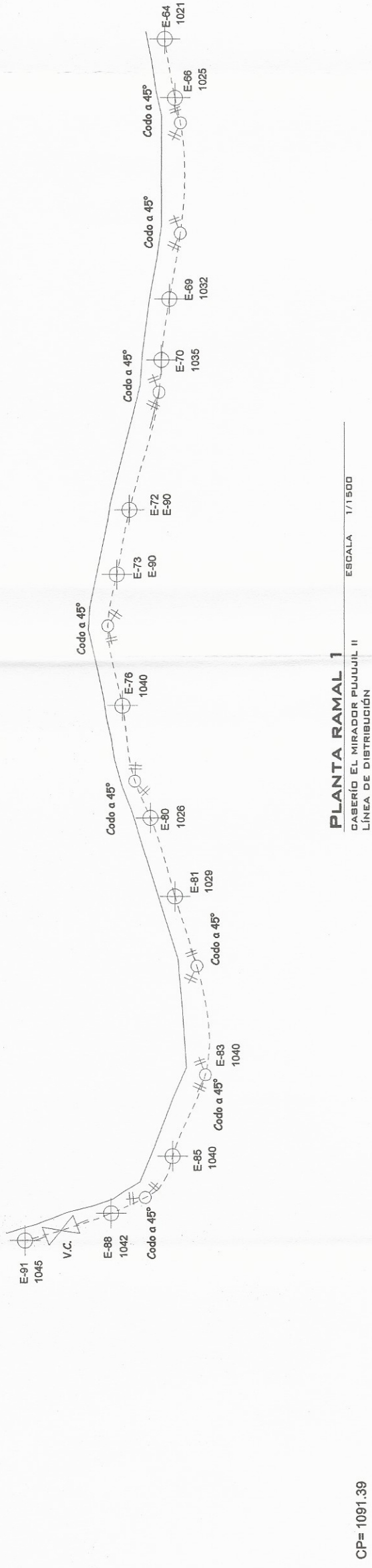
DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCÍA ARZÚ

DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCÍA ARZÚ

ASESOR: INGA MAYRA REBECA GARCÍA SORIO DE SIERRA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Facultad de Ingeniería y EPS  
 HORA: 4

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: ENERO 2015



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA ELIZABETH SUJÓN ARIAS

DISEÑO: KARLA ELIZABETH SUJÓN ARIAS

DIBUJO: KARLA ELIZABETH SUJÓN ARIAS

ASESOR: KARLA ELIZABETH SUJÓN ARIAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ASESORA: **Inge. Mayra Rebeca García Soría de Sierra**

INGENIERA SUPERVISORA DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

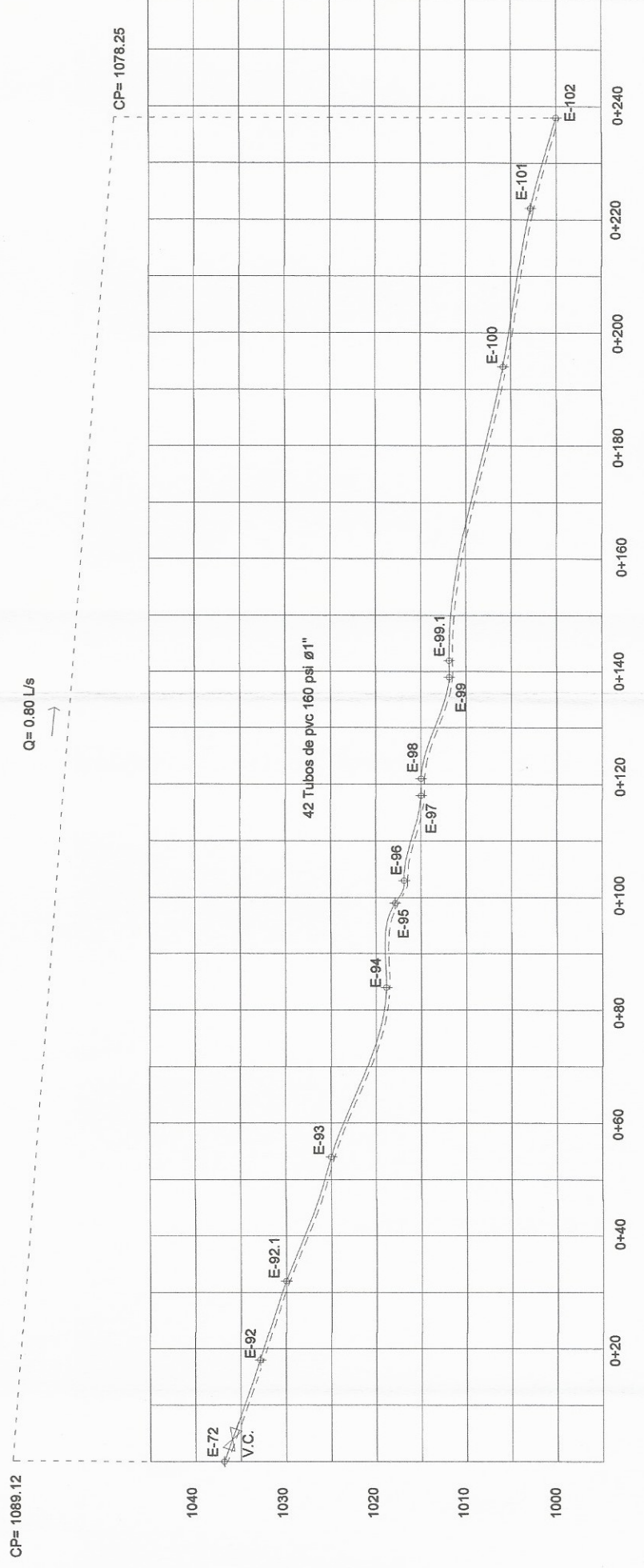
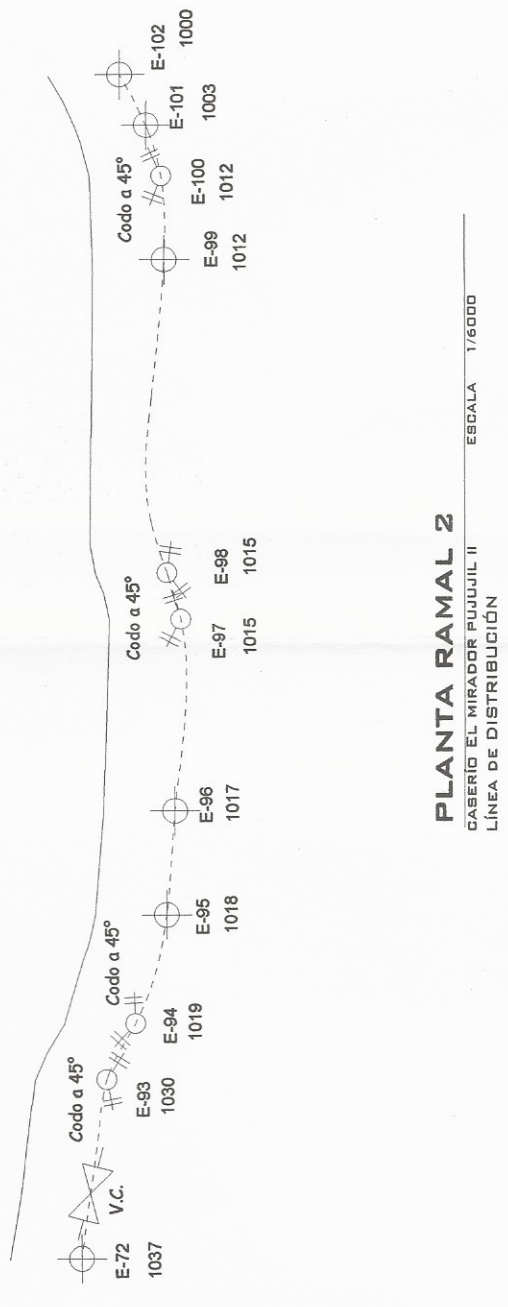
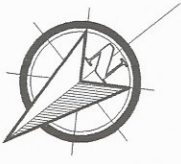
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA DE SIERRA

FECHA: ENERO 2015

**PERFIL RAMAL I**  
CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/2500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLULO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

DISEÑO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

DIBUJO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

ASESOR:  
INGA. MAYRA REBECCA GARCÍA SORIANO DE SIERRA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLULO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

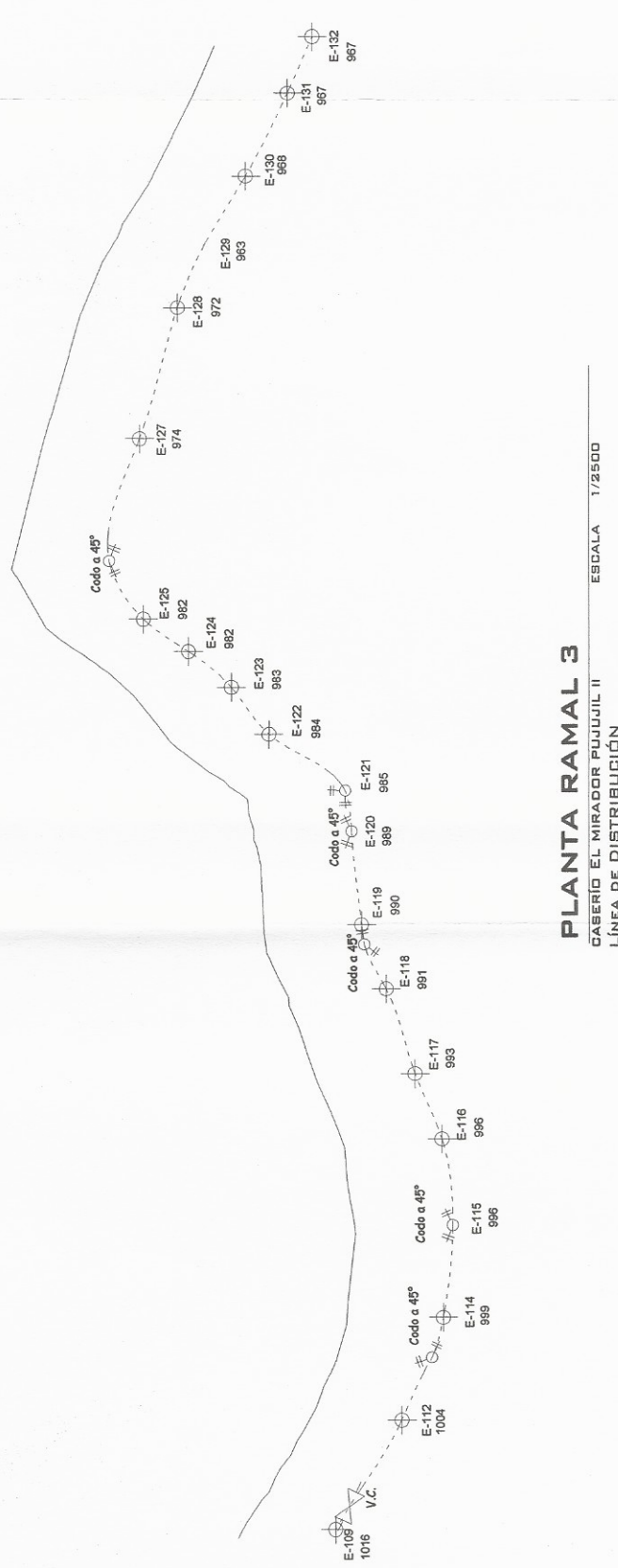
DISEÑO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

DIBUJO: KARLA ELIZABETH QUIRÓZ ARIAS

ASESOR:  
INGA. MAYRA REBECCA GARCÍA SORIANO DE SIERRA

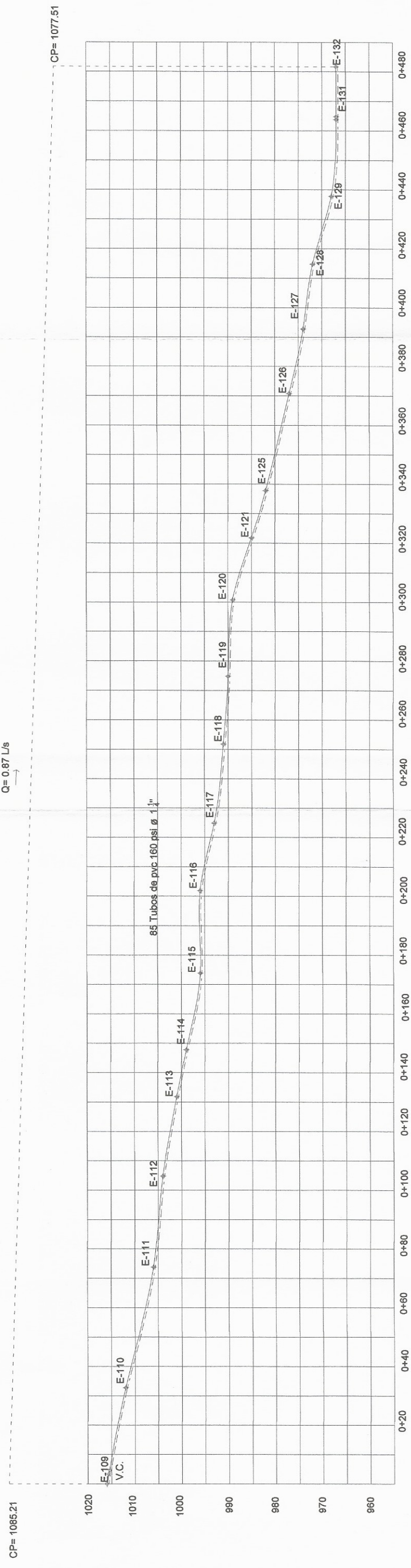
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2015

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica



**PLANTA RAMAL 3**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
 ESCALA 1/2500

Q= 0.87 L/s



**PERFIL RAMAL 3**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
 ESCALA 1/6500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GUZMÁN ARÍAS

DISEÑO: KARLA EUGENIA GUZMÁN ARÍAS

DIBUJO: KARLA EUGENIA GUZMÁN ARÍAS

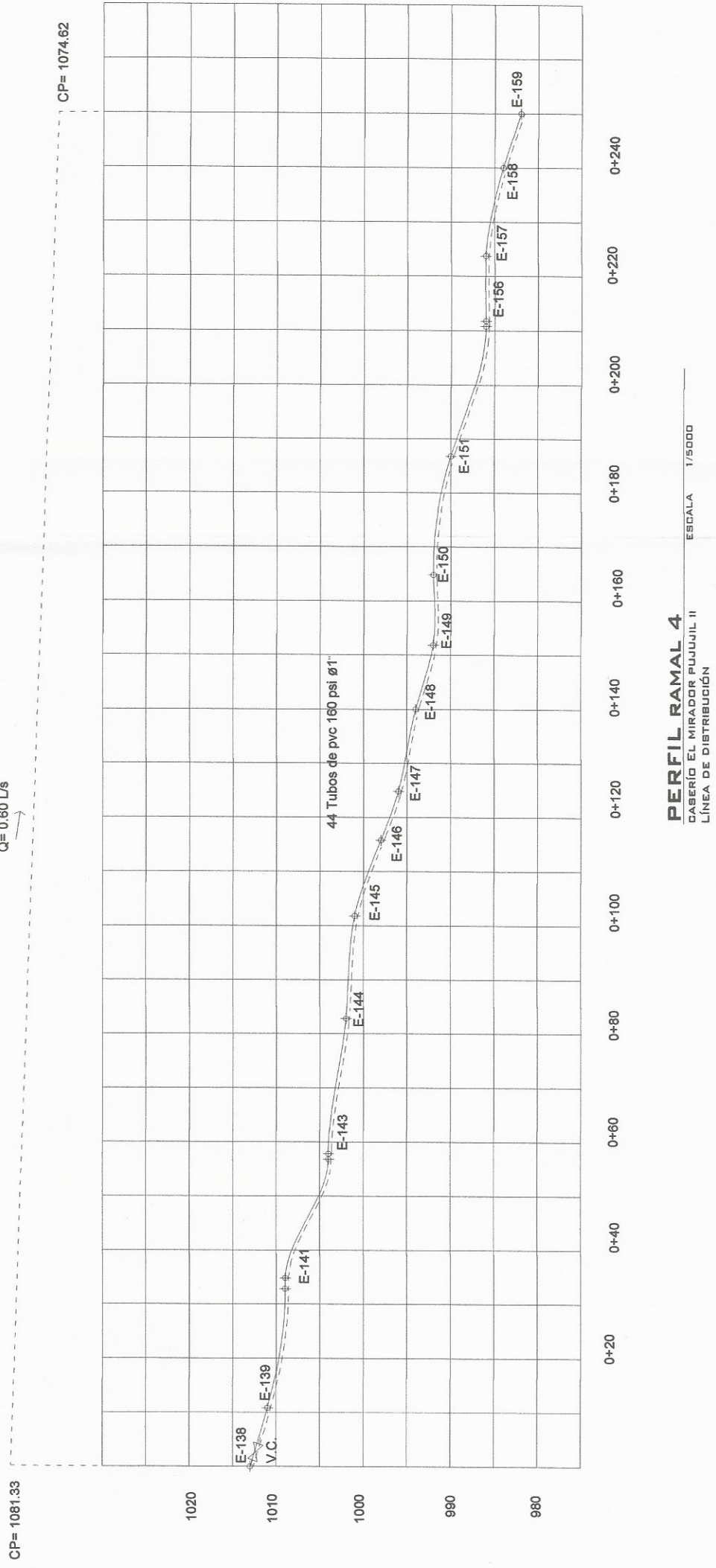
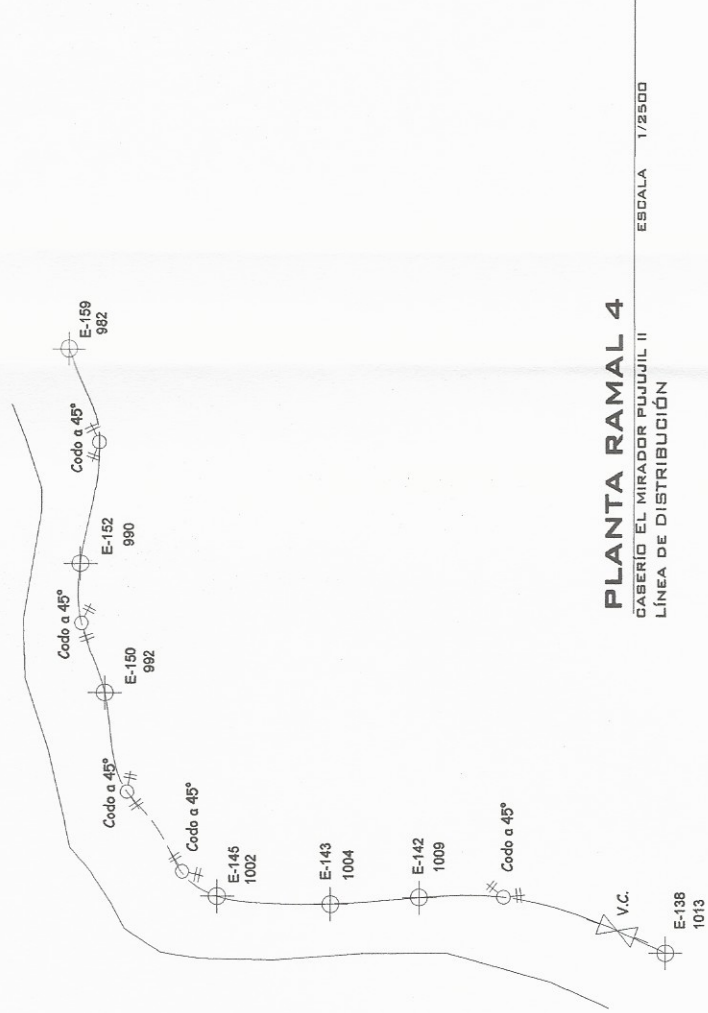
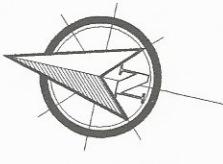
ASESOR: KARLA EUGENIA GUZMÁN ARÍAS

ING. MAYRA REBECA GARCÍA SORJA DE SIERRA

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2015

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUJIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO

DISEÑO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO

DIBUJO: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO

ASESOR: KARLA EUGENIA GARCÍA SORIANO

ING. MAYRA REBECA GARCÍA SORIANO DE SIERRA

ASSESSORA - SUPERVISORA DE EPS

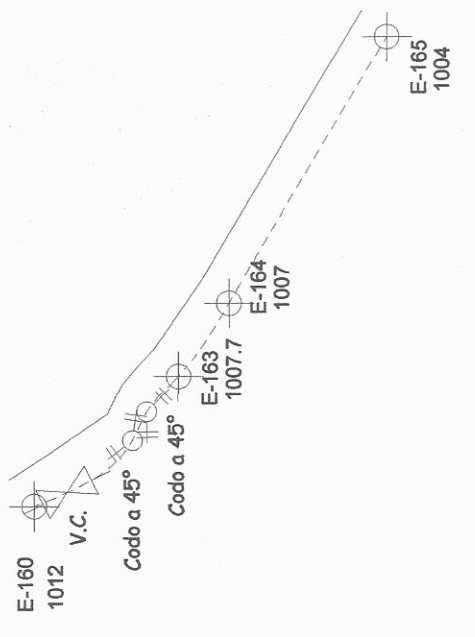
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2015

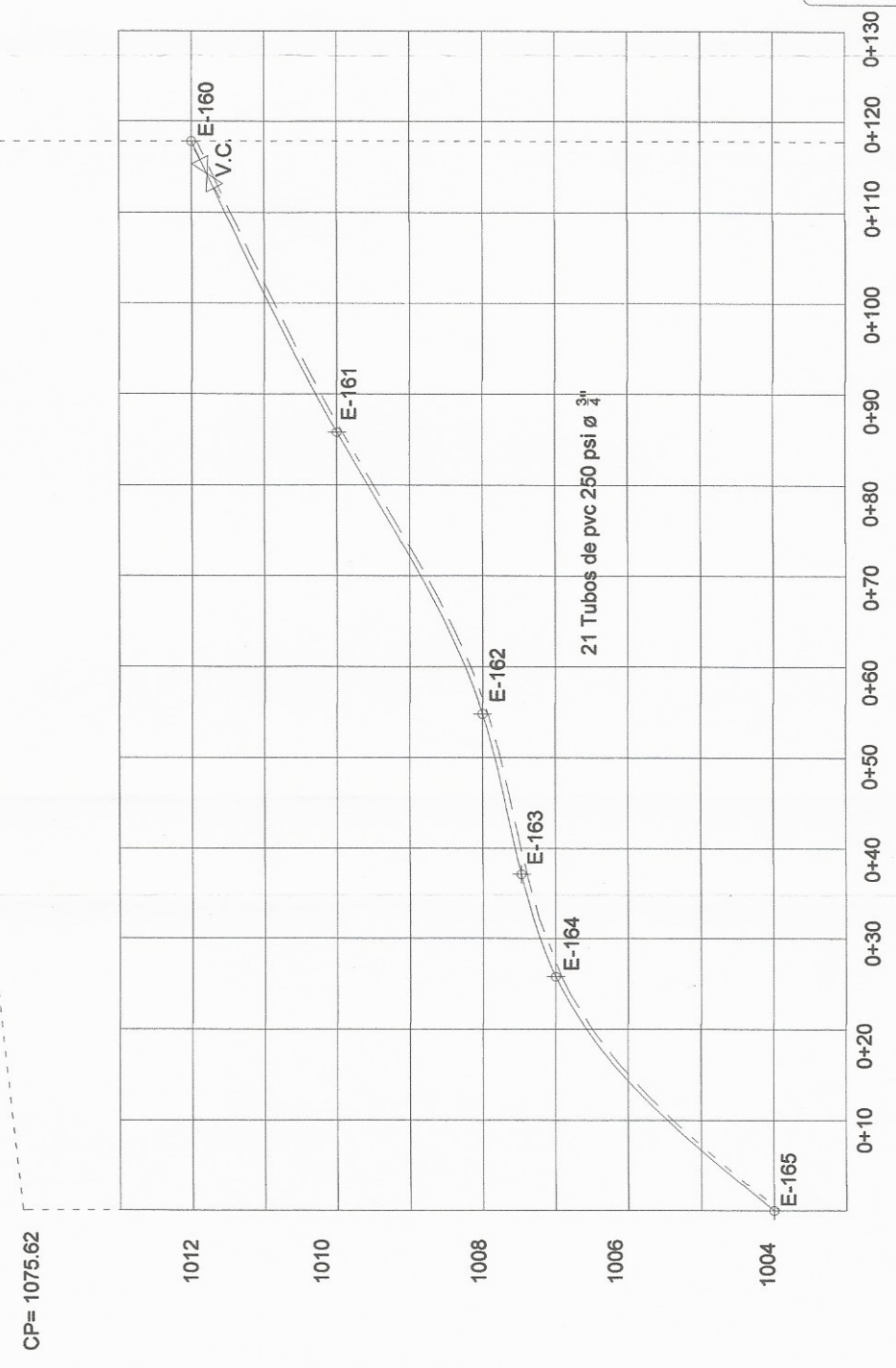
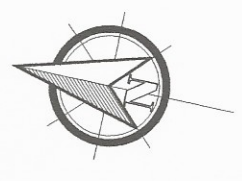
SIMBOLO	NOMENCLATURA
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica



**PLANTA RAMAL 5**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/1500

Q = 0.40 L/s



**PERFIL RAMAL 5**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/4000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

CALCULO: KARLA EUGENIA GONZÁLEZ ARIAS

DISEÑO: KARLA EUGENIA GONZÁLEZ ARIAS

DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZÁLEZ ARIAS

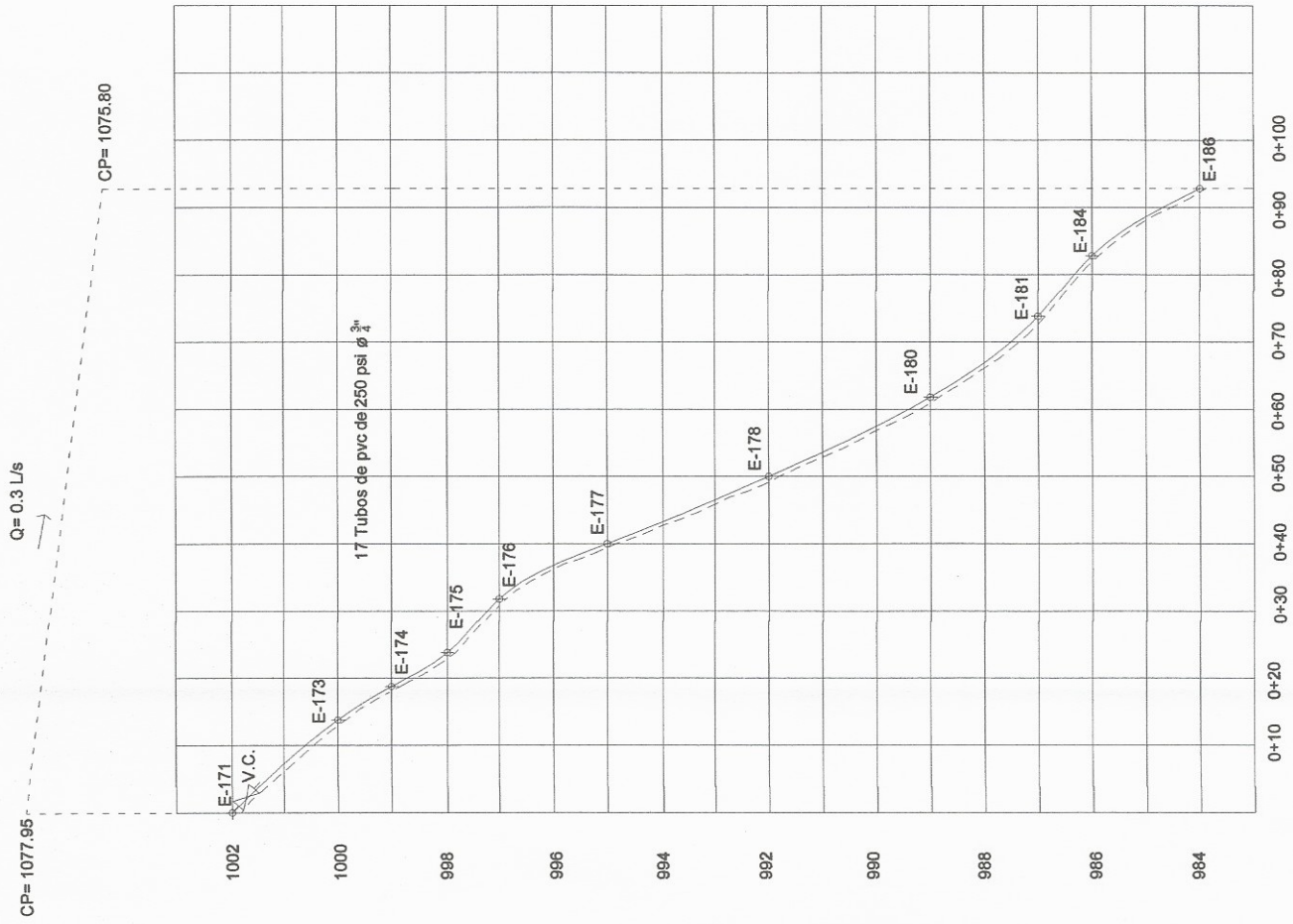
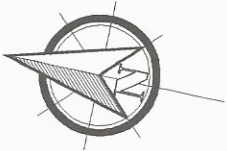
ASESOR: Inga. Mayra Rebeca García Soría de Sierra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 HOJA 9 DE 9

ASESORÍA SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Supervisión Ingeniería y EPS

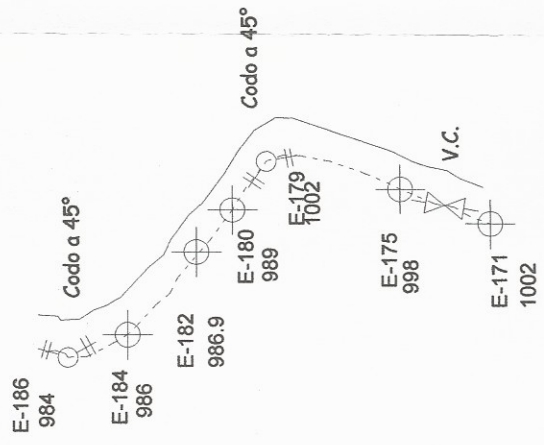
INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORÍA DE SIERRA  
 GARCÍA SORÍA DE SIERRA

ESCALA: INDICADA  
 FECHA: ENERO 2015



**PERFIL RAMAL 6**  
CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/6500



**PLANTA RAMAL 6**

CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/1500

SIMBOLO	NOMENCLATURA	SIGNIFICADO
	Captración	Captración
	Tubería de PVC	Tubería de PVC
	Codo de 45°	Codo de 45°
	Tanque de Distribución	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire	Válvula de Aire
	Estación Topográfica	Estación Topográfica
	Codo de 90°	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta	Válvula de Compuerta
	Cota Piezométrica	Cota Piezométrica



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL  
MIRADOR, ALDIA PUJUIL II, SOLOLA

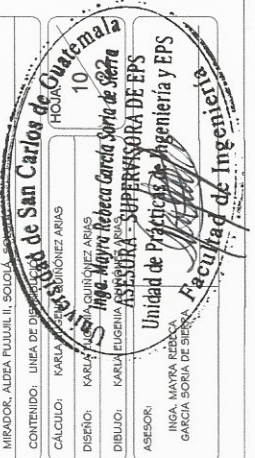
CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCIÓN

CÁLCULO: KARLA GUINONIZ ARBAS

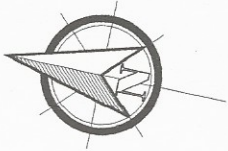
DISEÑO: KARLA GUINONIZ ARBAS

DIBUJO: KARLA GUINONIZ ARBAS

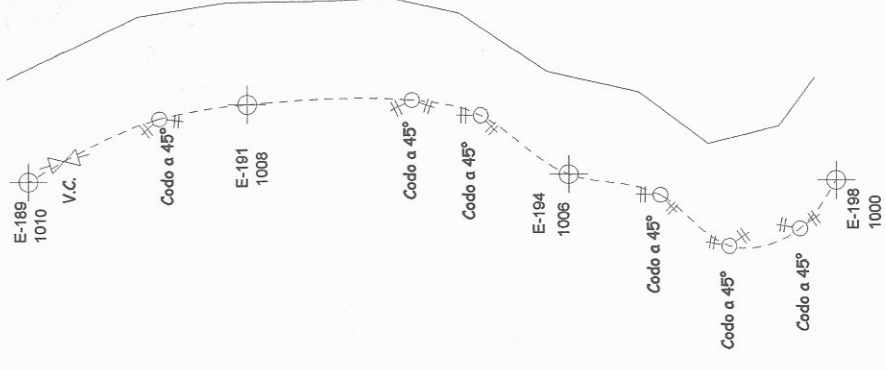
ASESOR: ING. MAYRA REBACA GARCIA SORIA DE SIEN



ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015

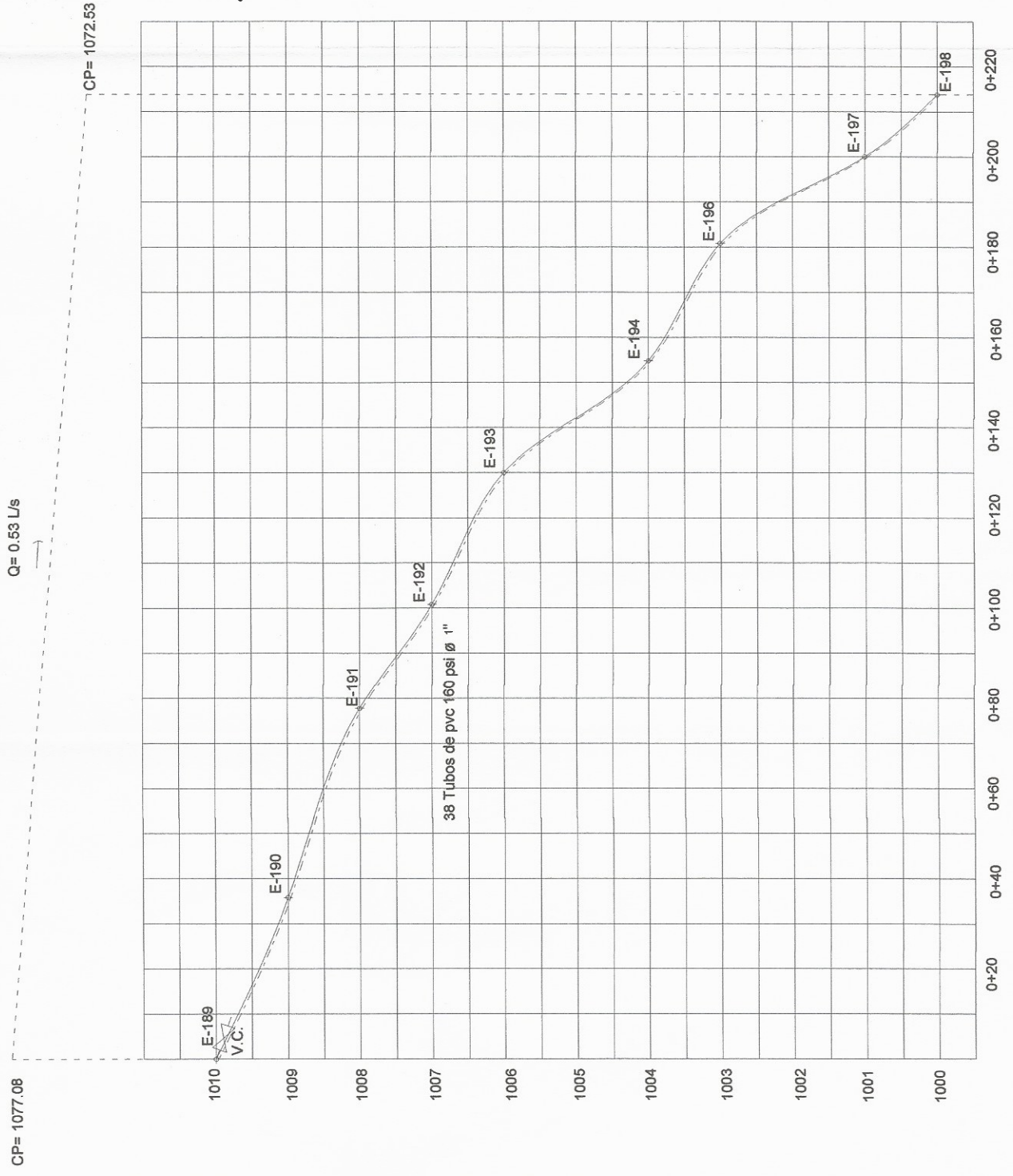


NOMENCLATURA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
CP	Cota Piezométrica



**PLANTA RAMAL 7**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/5500



**PERFIL RAMAL 7**  
 CABERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/6500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

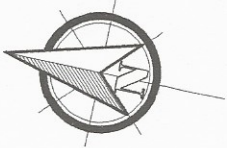
CALCULO: KARLA ROSARIO GONZALEZ ARBAS  
 DISEÑO: KARLA ROSARIO GONZALEZ ARBAS  
 DIBUJO: KARLA ROSARIO GONZALEZ ARBAS

ASESOR:  
 ING. MAYRA RIVERA  
 GARCIA SORIA DE

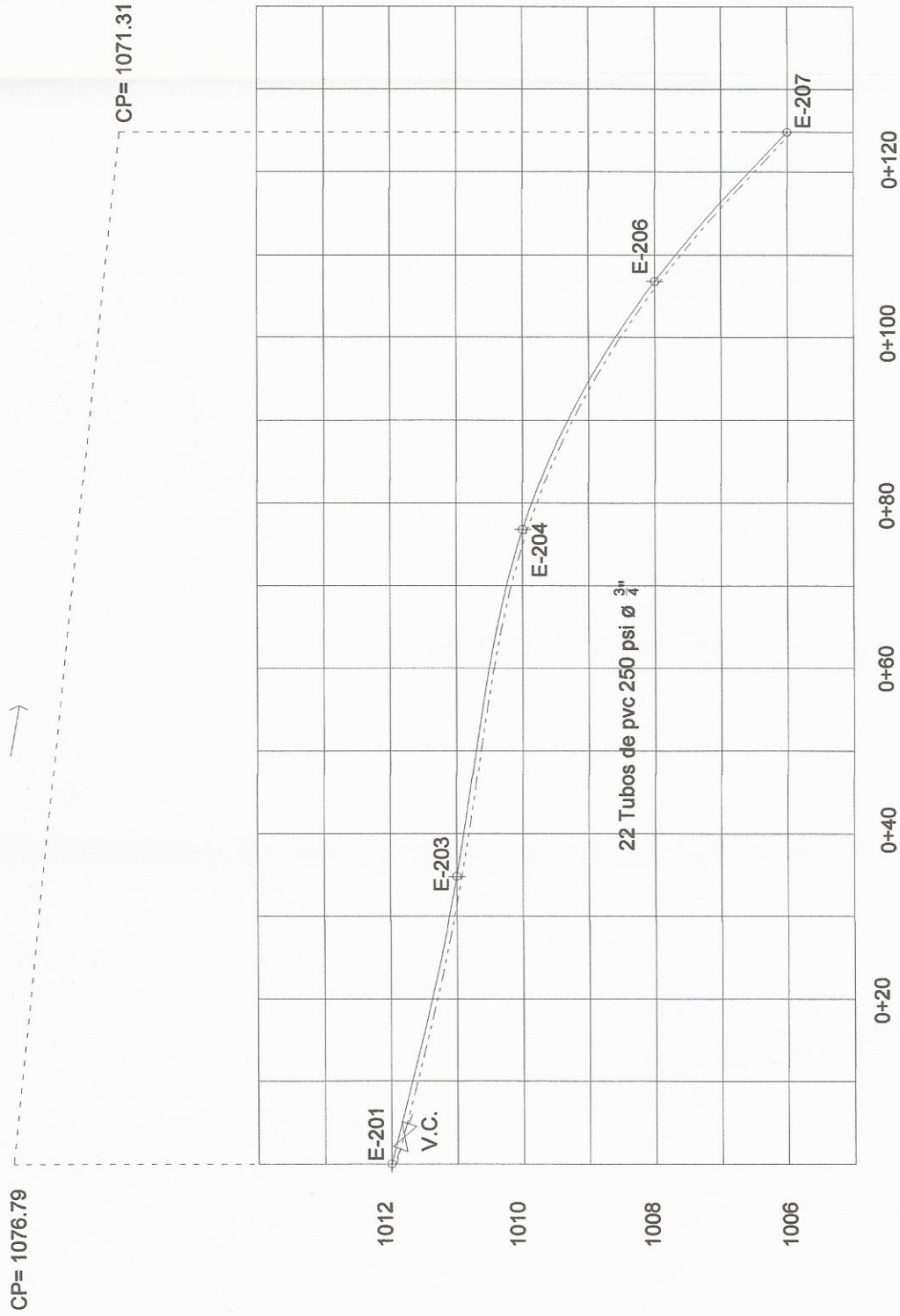
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ASISTENTE SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2016





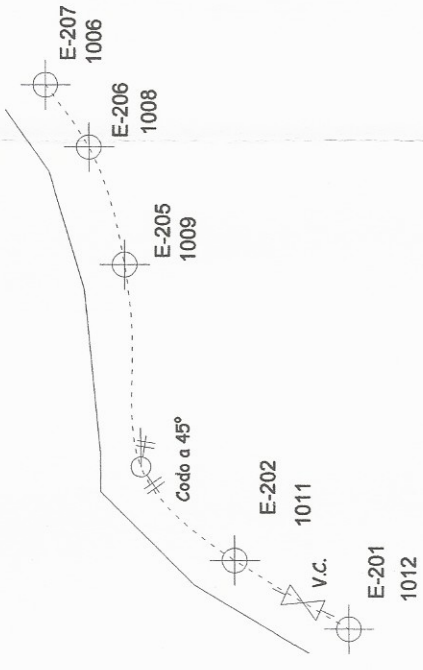
Q= 0.40 L/s



**PERFIL RAMAL B**  
 CABERÍO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/4000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Captación
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
CP	Cota Piezométrica



**PLANTA RAMAL B**  
 CABERÍO EL MIRADOR PUJUIL II  
 LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/1500

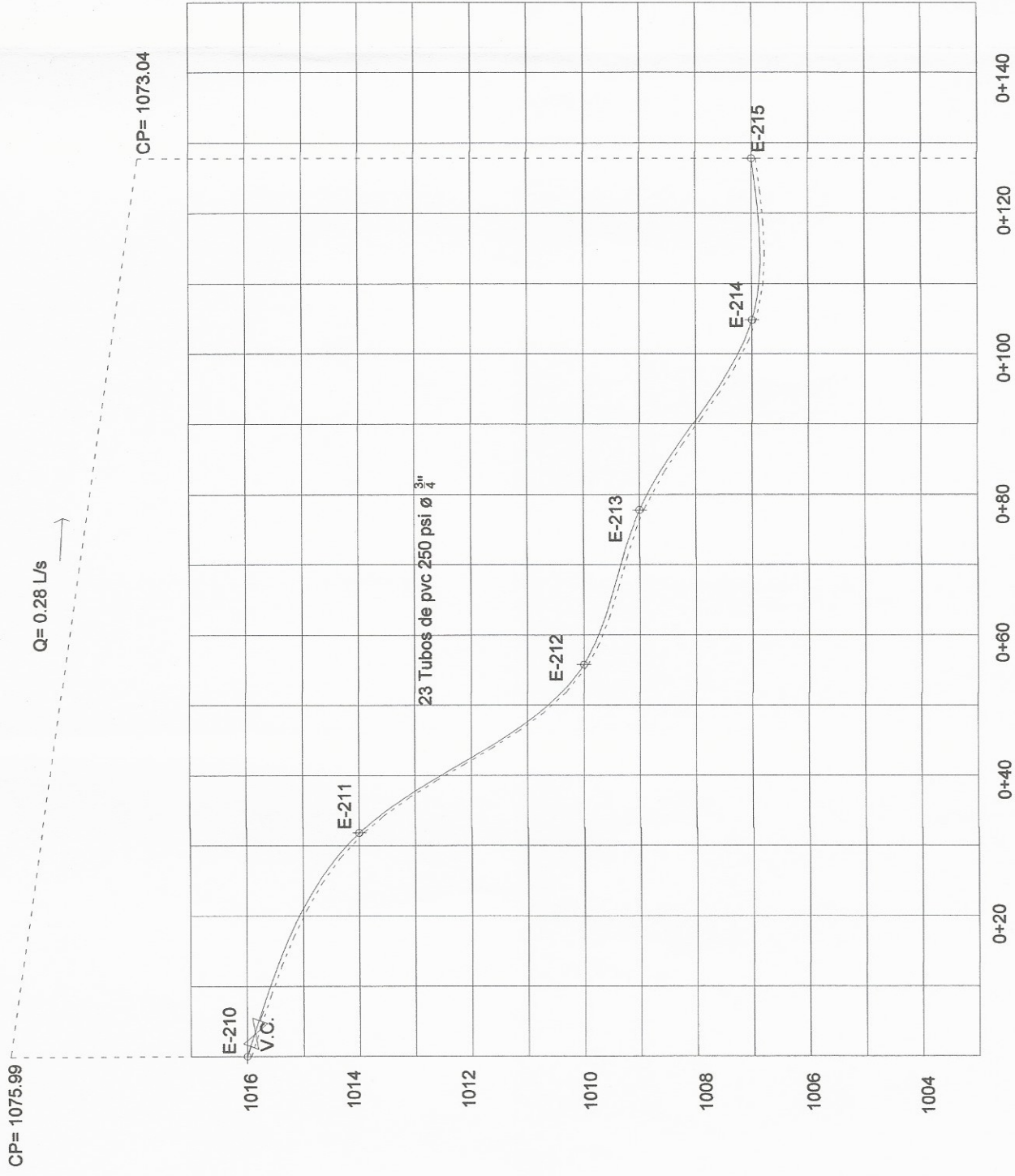
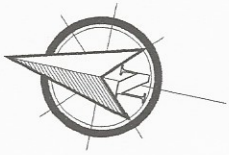


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO EL  
 MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
 CÁLCULO: KAROLINA GUTIÉRREZ ARIAS  
 DISEÑO: KAROLINA GUTIÉRREZ ARIAS  
 DIBUJO: KAROLINA GUTIÉRREZ ARIAS  
 ASESOR: ING. MAYRA ROSALES GARCÍA  
 GARCÍA ROSALES SERRA

ESCALA:  
 INDICADA  
 FECHA:  
 ENERO 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ASESORA SUPERVISORA DE EPS  
 Unidad de Prácticas Profesional y EPS  
 Ing. Mayra Rosales García  
 Facultad de Ingeniería



**PLANTA RAMAL 9**  
CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/1500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Captración
	Tubería de PVC
	Codo de 45°
	Tanque de Distribución
	Tanque de Succión
	Válvula de Limpieza
	Válvula de Aire
	Estación Topográfica
	Codo de 90°
	Válvula de Compuerta
CP	Cota Piezométrica



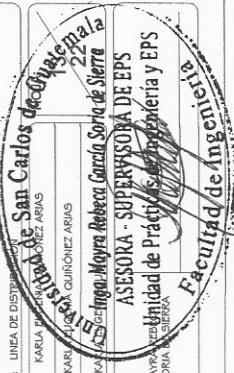
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL  
MIRADOR, ALDEA PUJUIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN  
CALCULO: KARLA MARÍA GARCÍA SORIANO  
DISEÑO: KARLA MARÍA GARCÍA SORIANO  
DIBUJO: KARLA MARÍA GARCÍA SORIANO  
ASESOR: ING. MARYSOL GUZMÁN  
GARCÍA SORIANO

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2016

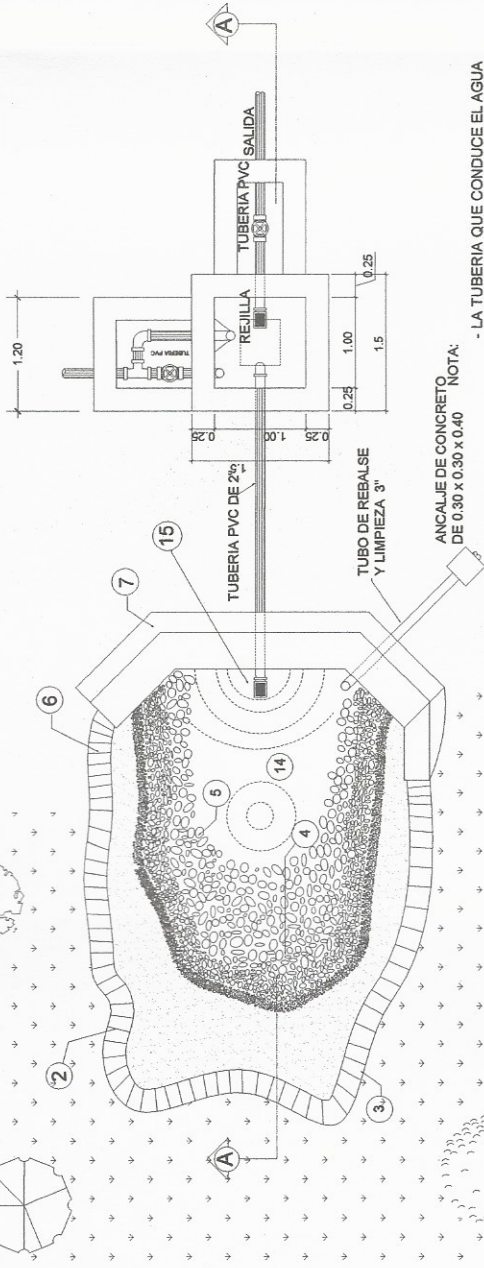
**PERFIL RAMAL 9**  
CASERIO EL MIRADOR PUJUIL II  
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1/5000



NOTA 1:  
EL DESFOQUE DEL REBALSE DEBE ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA DE AGUJEROS  $\phi = 1/4"$

NOTA 2:  
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.



ANCALDE DE CONCRETO DE 0.30 X 0.30 X 0.40

NOTA:  
- LA TUBERIA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA GALERIA A LA CAJA DE CAPTACION DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MAXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.

- EL REBALSE DE  $\phi 2'$  DEBE SER INSTALADO A UN MINIMO DE 5 cm. ABAJO DE LA COTA MAS BAJA DEL BROTE DEL MANANTIAL PARA EVITAR RECARGAS EN EL MISMO.

- LA CONSTRUCCION DE LA VIGA VER CORTE A-A QUEDARA A CRITERIO DEL CONSTRUCTOR CUANDO SE CONSIDERE NECESARIO.

PLANTA DE CAPTACION DE UN BROTE DEFINIDO

SIN ESCALA

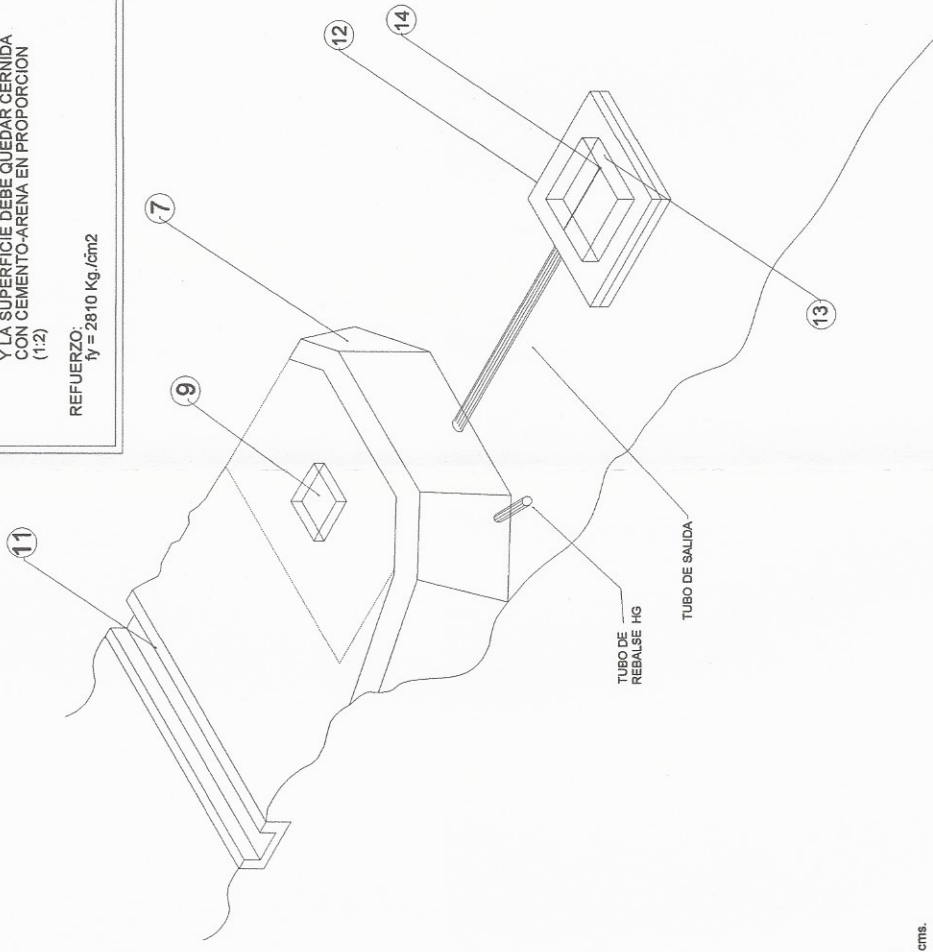
NOTAS GENERALES

1. EN ESTE PLANO UNICAMENTE SE INDICAN LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES QUEDA A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION PARA CADA CASO EN PARTICULAR.
2. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE
3. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE PARA PROTEGER Y EVITAR INELTRACIONES DE LA GUA SUPERFICIAL, ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7m. DE LA CAPTACION.

ESPECIFICACIONES

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
MORTERO 3:1  
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA(1:2)
- CONCRETO:  
F'c=210 Kg./cm<sup>2</sup> 3000 Lbs./psi<sup>2</sup>  
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- MUROS:  
LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA
- LOSAS:  
LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION (1:2)

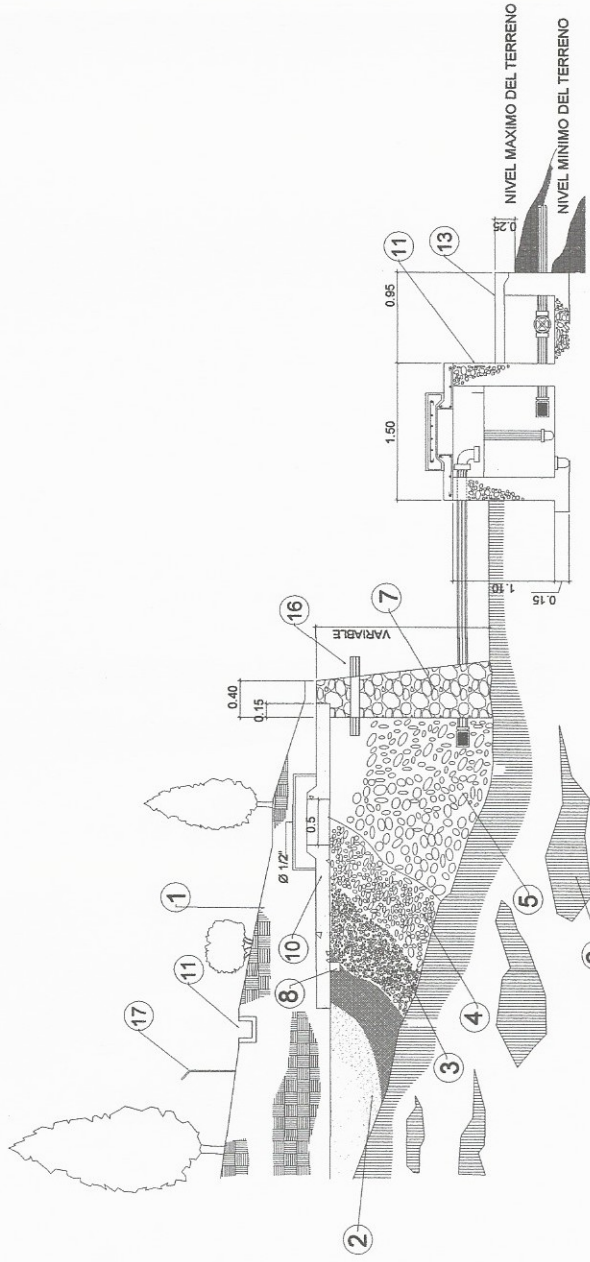
REFUERZO:  
fy = 2810 Kg./cm<sup>2</sup>



PERSPECTIVA DE CAPTACION

SIN ESCALA

1. TERRENO NATURAL
2. ACUIFERO
3. GRAVA 1/2"
4. GRAVA 3"
5. PIEDRA BOLA DE 6"-10"
6. MANTO DE ROCA
7. MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERIA
8. VIGA 0.20 X 0.20 4  $\phi$  3/8" + EST.  $\phi$  1/4" @ 0.20
9. TAPADERA PARA INSPECCION CON CANDADO
10. SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
11. CONTRACUNETA REVESTIDA
12. CAJA REUNIDORA
13. CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
14. CANDADO PARA INTERPERIE
15. DEPOSITO DE AGUA
16. REBALSE  $\phi 2'$
17. CERCO



NOTA:  
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS CAJAS DE VALVULAS VER PLANO TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE SALIDA

CORTE A-A

SIN ESCALA

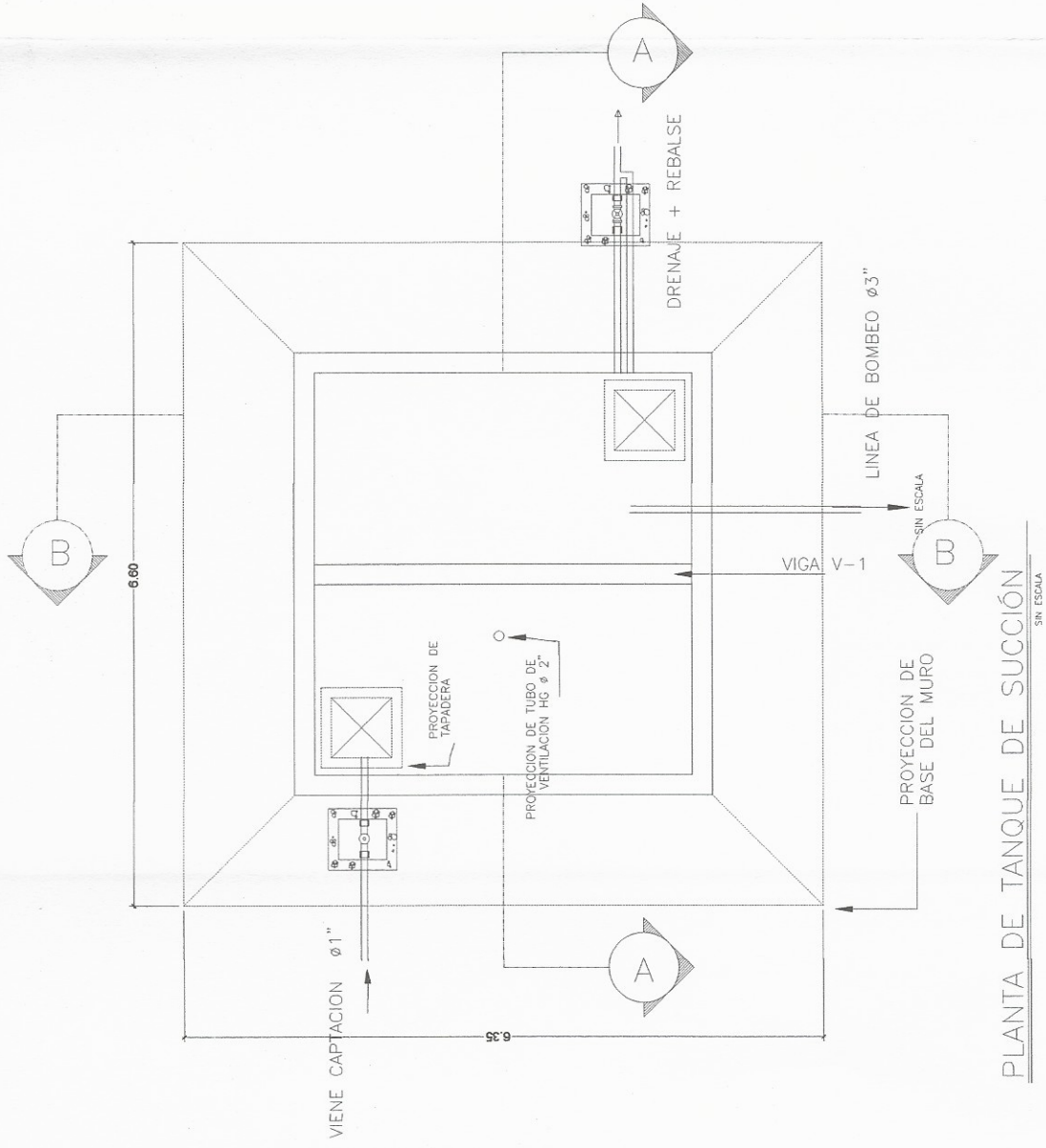


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA

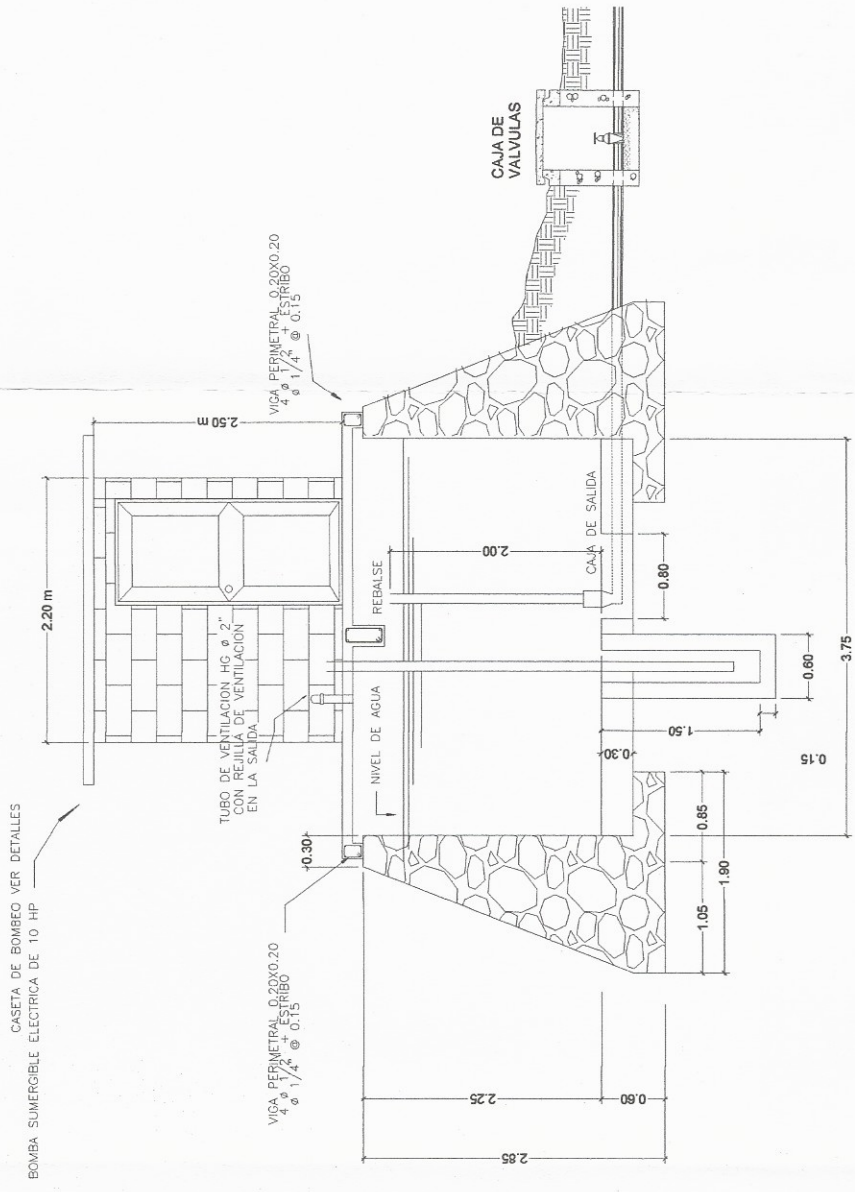
CONTENIDO: CAPTACION  
CALCULO: KARLA GUZMAN  
DISEÑO: KARLA GUZMAN GUZMAN  
DIBUJO: KARLA GUZMAN GUZMAN  
ASESOR: ING. MAYRA GARCIA SORIANO  
ING. MAYRA GARCIA SORIANO  
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
Universidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2016

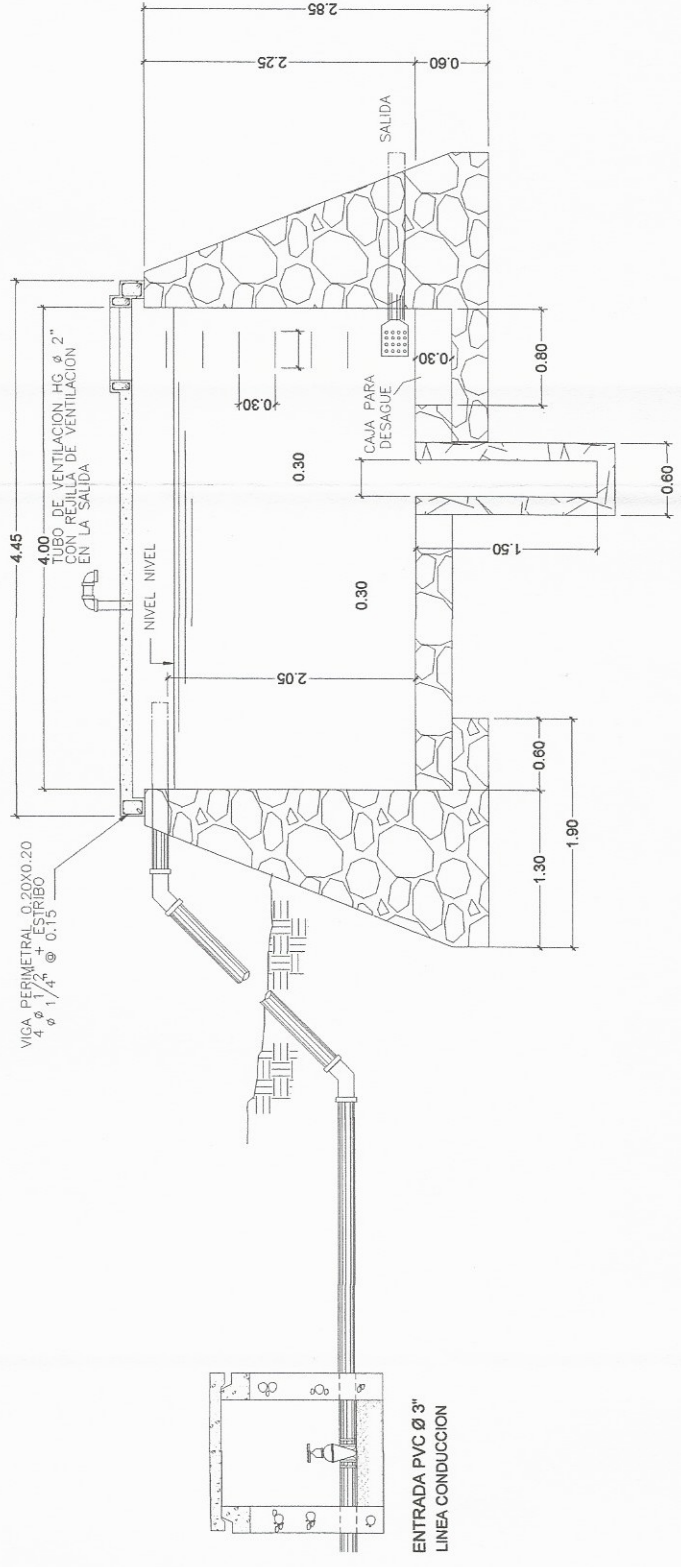
San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



PLANTA DE TANQUE DE SUCCIÓN  
SIN ESCALA



SECCION A-A  
SIN ESCALA



SECCION B-B  
SIN ESCALA



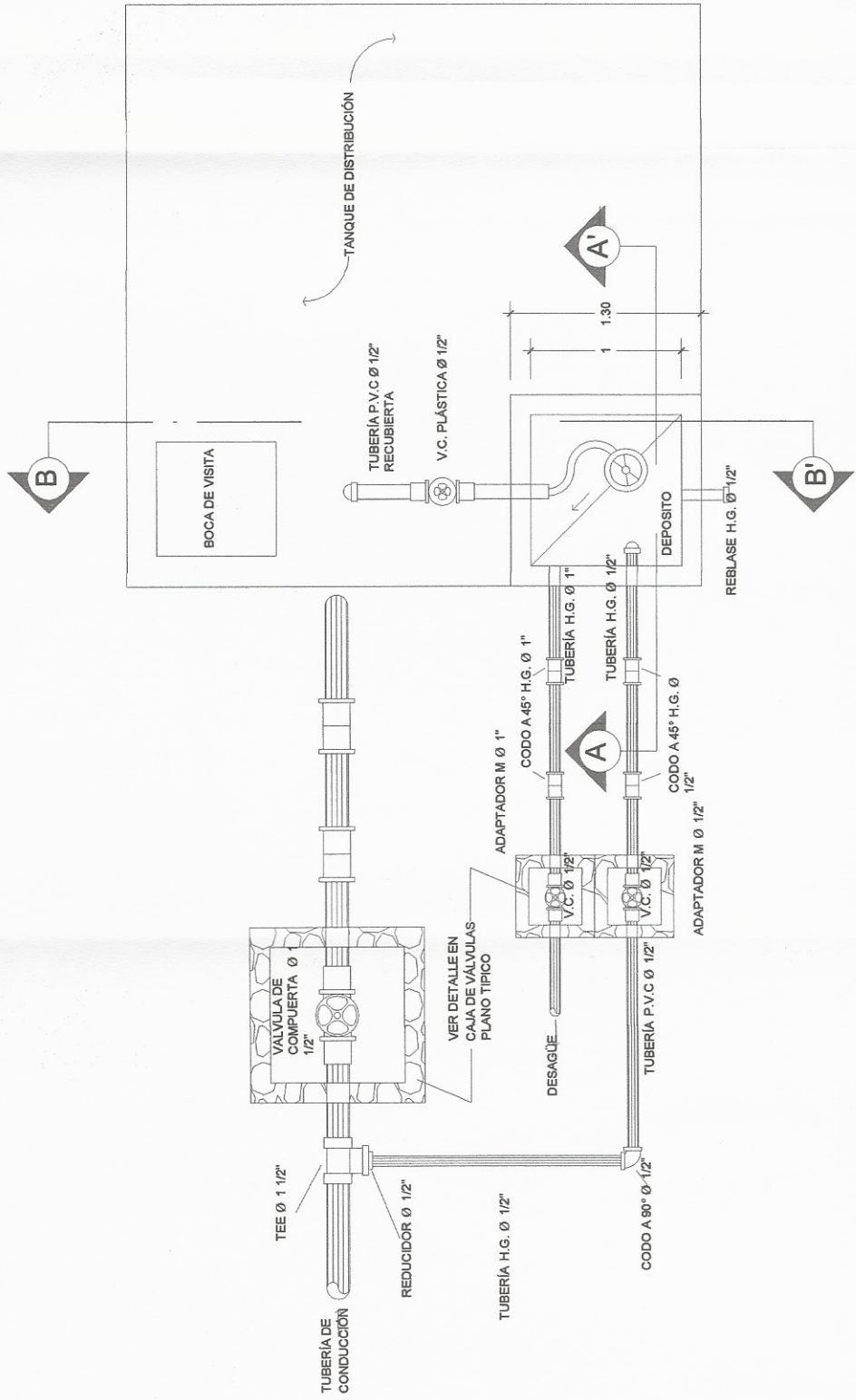
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL  
MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA



CONTENIDO: TANQUE DE SUCCIÓN  
CÁLCULO: KARLA ELMAS GUERRA  
DISEÑO: KARLA ELMAS GUERRA ARIAS  
DIBUJO: KARLA ELMAS GUERRA ARIAS  
ASESOR:  
ING. MAYRA ESCOBAR  
GARCIA SORIA DE SIERRA

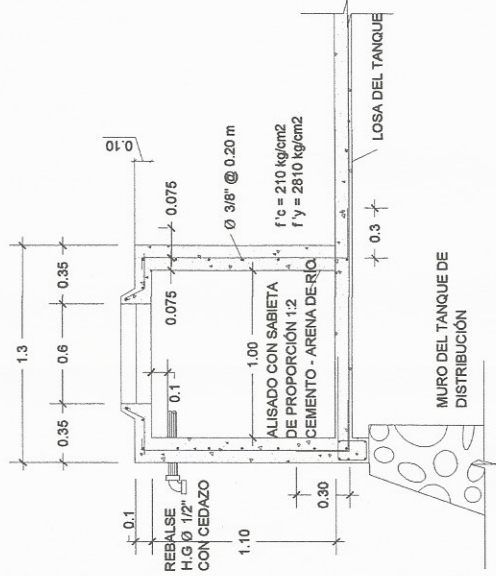
ASESORIA: SUPERVISORA DE EPS  
INGENIERIA DE PLUMBERIA Y EPS  
Facultad de Ingeniería  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015



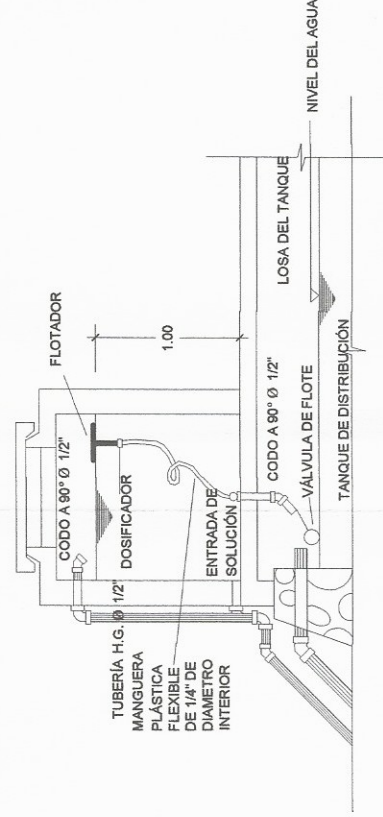
**PLANTA DE HIPOCLORADOR**

SIN ESCALA



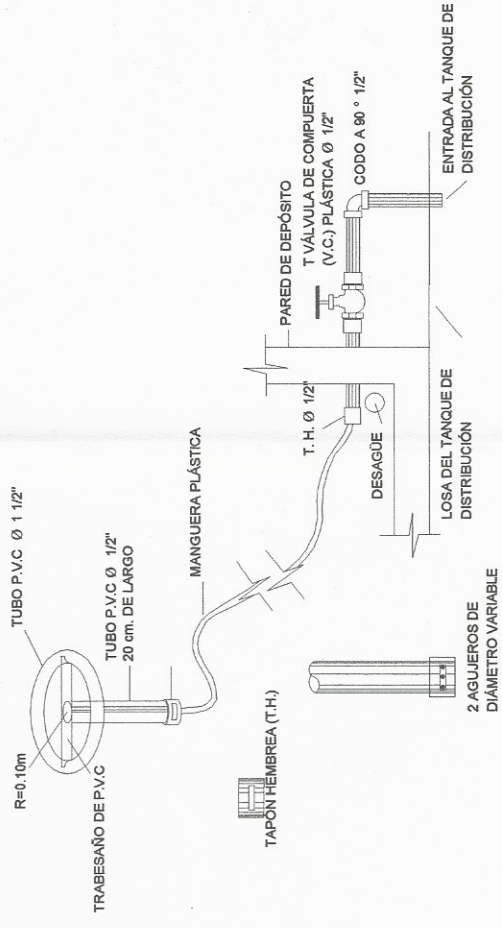
**ARMADO DE MUROS**

SIN ESCALA



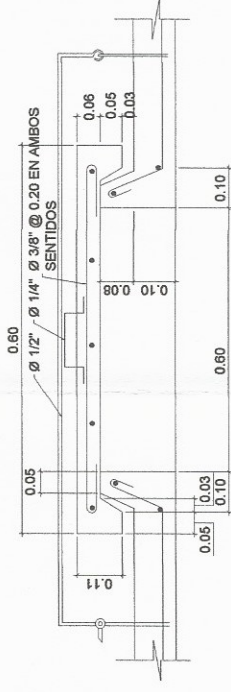
**SECCIÓN A-A'**

SIN ESCALA



**SECCIÓN B-B'**

SIN ESCALA



**DETALLE TAPADERA**

SIN ESCALA

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA
	CONTENIDO: HIPOCLORADOR
	CALCULO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	DISEÑO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS
	ASESOR: INGA. MAYRA RIVERA GARCIA SORIA DE SIERRA
	ESCALA: INDICADA
	FECHA: ENERO 2015

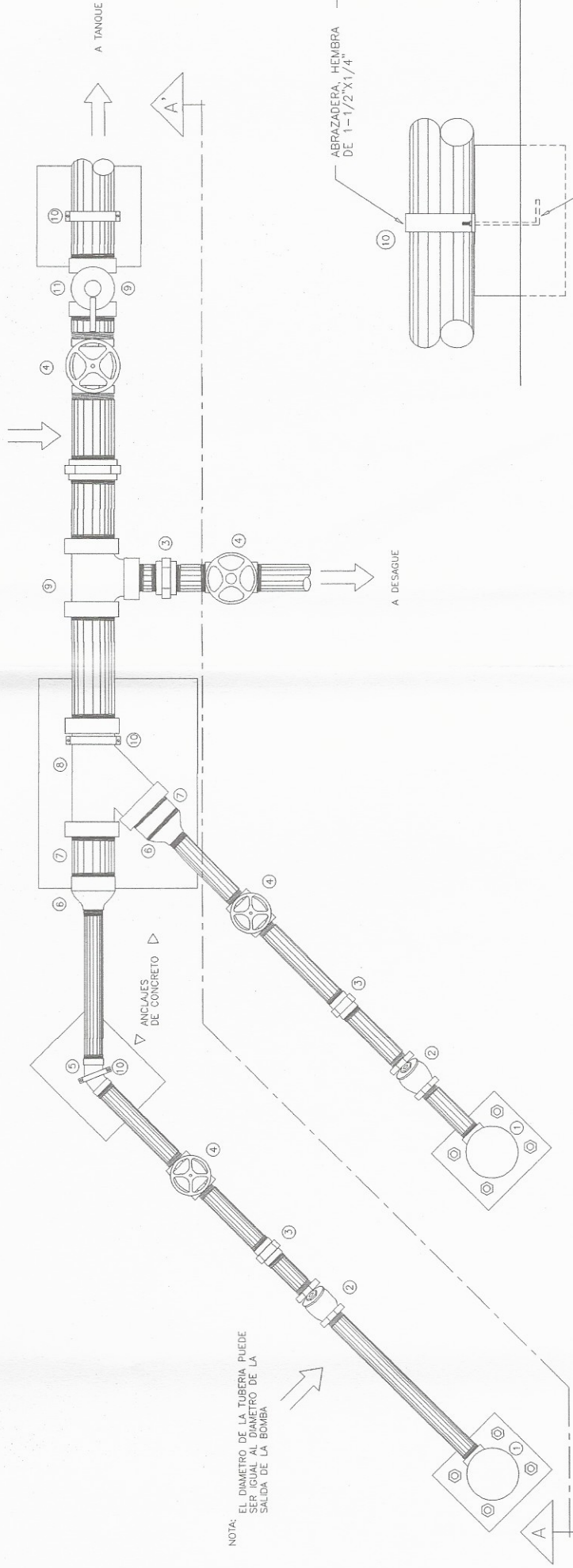
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

16

**ASESORA SUPERVISORA DE EPS**  
Inga. Mayra Rivera García Soria de Sierra  
Unidad de Profesionalización en Ingeniería y EPS

**Facultad de Ingeniería**

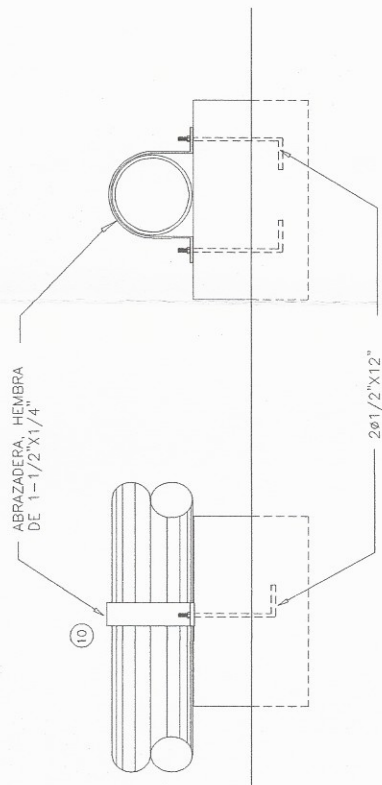
NOTA: EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DEBE SER IGUAL A LA TUBERIA DE LA CONDUCCION.



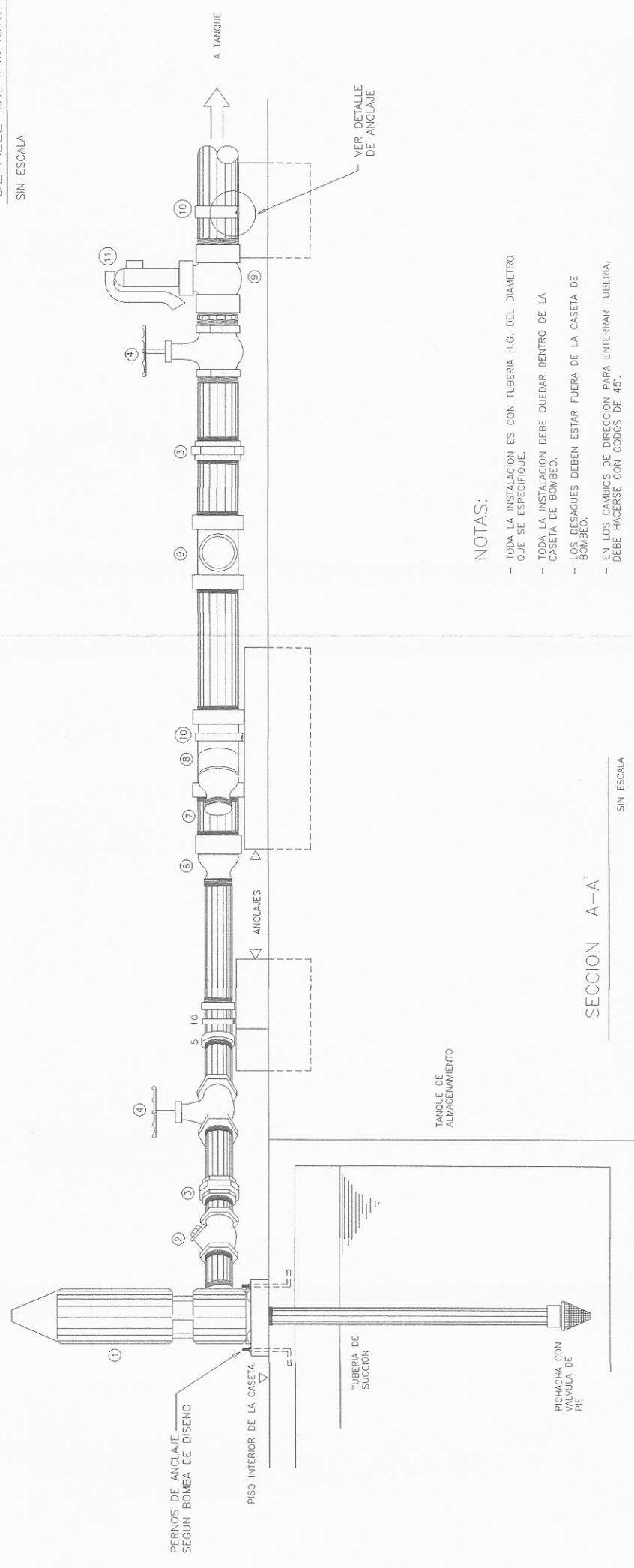
NOTA: EL DIAMETRO DE LA TUBERIA PUEDE SER IGUAL AL DIAMETRO DE LA SALIDA DE LA BOMBA

PLANTA  
SIN ESCALA

DETALLE DE FIJACION  
SIN ESCALA



DETALLE DE FIJACION  
SIN ESCALA



SECCION A-A  
SIN ESCALA

LISTADO DE ACCESORIOS	
1-	MOTOR Y BOMBA
2-	VALVULA DE RETENCION (CHECK) HORIZONTAL
3-	UNION UNIVERSAL
4-	VALVULA DE COMPUERTA
5-	CODO A 45°
6-	REDUCIDOR CAMPANA
7-	NIPLE
8-	YEE CORRIENTE
9-	TEE CORRIENTE
10-	ABRAZADERA
11-	VALVULA DE ALIVIO

- NOTAS:
- TODA LA INSTALACION ES CON TUBERIA H.G. DEL DIAMETRO QUE SE ESPECIFIQUE.
  - TODA LA INSTALACION DEBE QUEDAR DENTRO DE LA CASETA DE BOMBEO.
  - LOS DESAGUES DEBEN ESTAR FUERA DE LA CASETA DE BOMBEO.
  - EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION PARA ENTERRAR TUBERIA, DEBE HACERSE CON CODOS DE 45°.
  - LA TUBERIA QUE ATRAVEZA PAREDES DE LA CASETA DEBE HACERLO CON UNA HOLGURA MINIMA A 5mm.
  - EN LA TUBERIA DE SALIDA DEBE DE COLOCARSE UNA VALVULA DE ALIVIO, PARA PROTEGER EL SISTEMA CONTRA EL GOLPE DE ARIETE.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: SISTEMA DE BOMBEO

CALCULO: KARLA EUGENIA GUINÓNEZ ARIAS

DISEÑO: KARLA EUGENIA GUINÓNEZ ARIAS

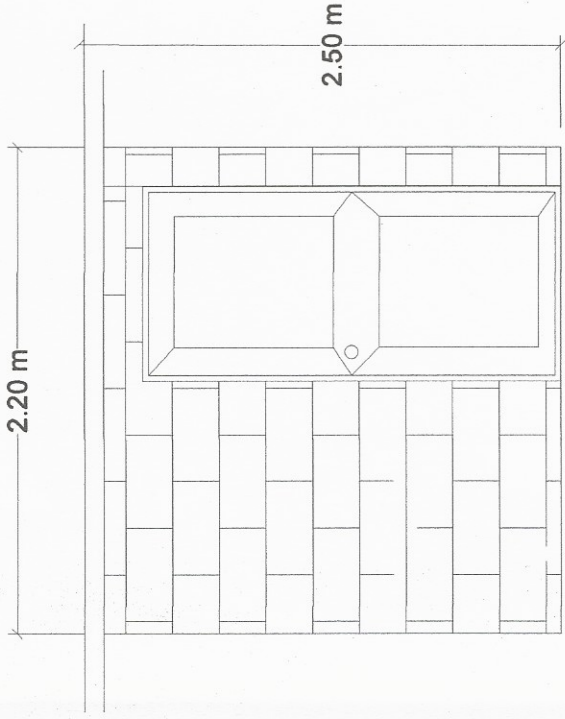
DIBUJO: KARLA EUGENIA GUINÓNEZ ARIAS

ASESOR: INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA

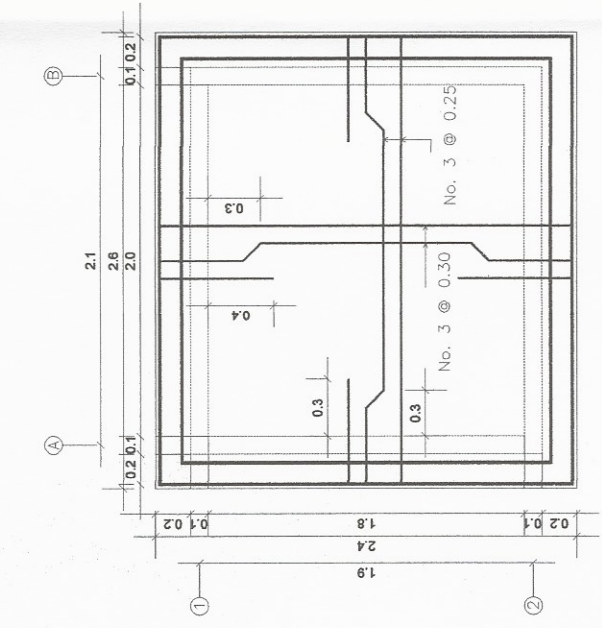
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería  
17

INGA. MAYRA REBECA GARCIA SORIA DE SIERRA  
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

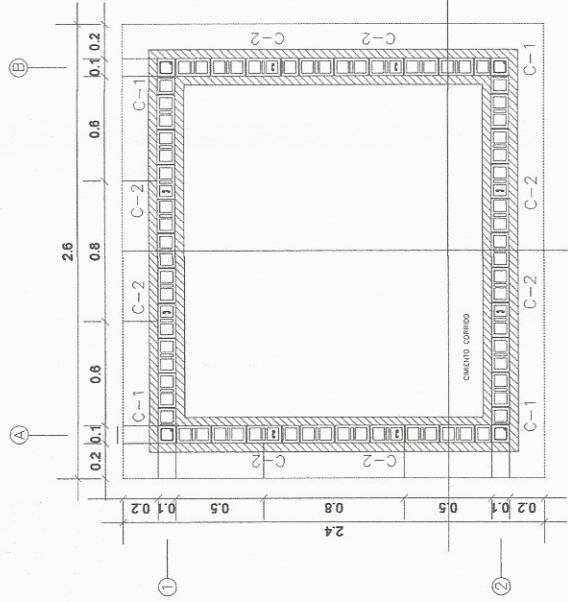
FECHA: ENERO 2015



FACHADA FRONTAL  
ESCALA : 1:25



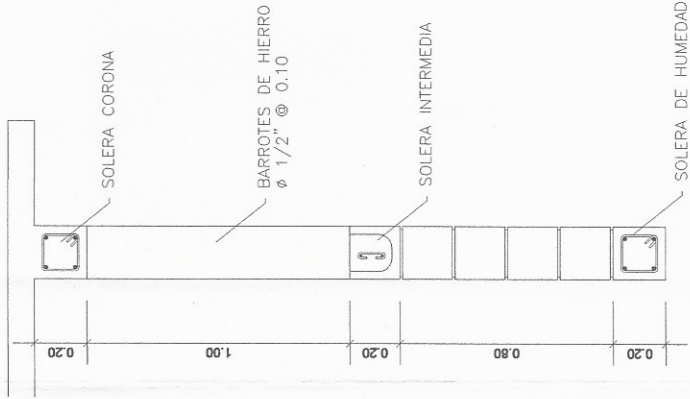
PLANTA DE LOSA  
ESCALA : 1:50



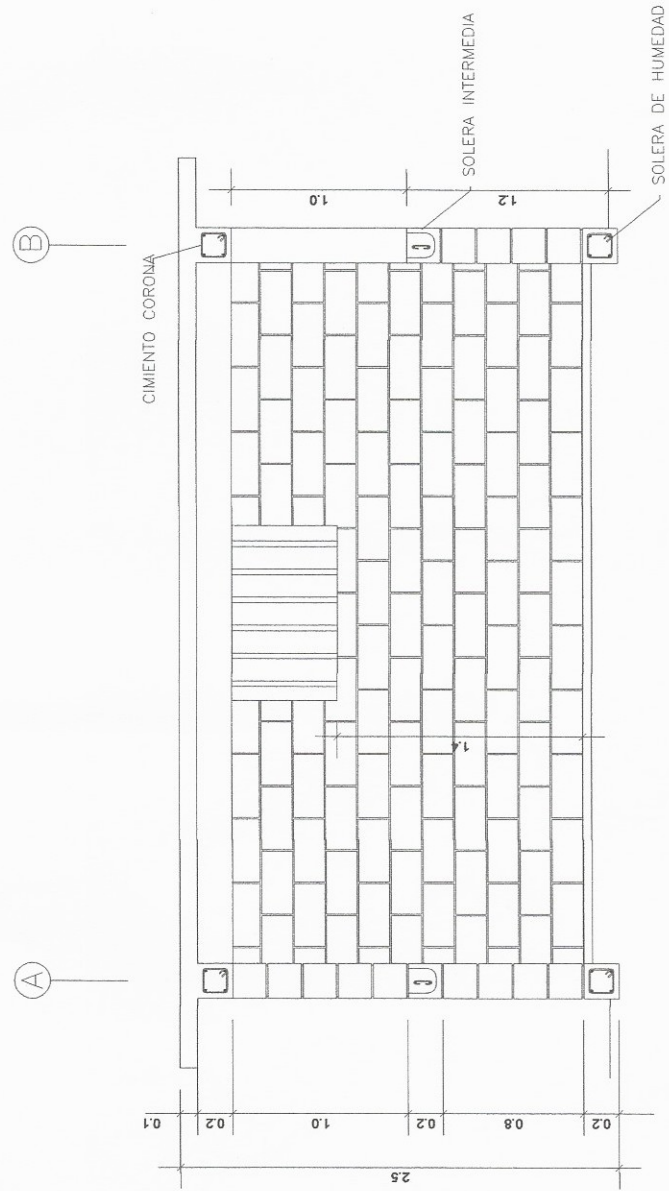
PLANTA DE CIMENTACION  
ESCALA : 1:50

RESUMEN DE MATERIALES		
1	BLOCK 0.20 x 0.20 x 0.40	365 U
2	BLOCK TIPO "U" 0.20 x 0.20 x 0.40	40 U
3	CONCRETO CLASE "A" (ESTRUCTURA)	5 M <sup>3</sup>
4	CONCRETO CLASE "B" (LOSA, PISO)	4 M <sup>3</sup>
5	CONCRETO CLASE "C" (RELLENO, BLOCK Y CIMENTO)	13 M <sup>3</sup>
6	HIERRO PARA REFUERZO No.3	550 Lbs.
7	HIERRO PARA REFUERZO No.2	100 Lbs.
8	ALAMBRE DE AMARRE	25 Lbs.
9	SABETA PARA LEVANTADO	0.5 Lbs.
10	BARROTES DE HIERRO $\phi$ 1/2" x 1.20	20 U
11	BARROTES DE HIERRO $\phi$ 1/2" x 0.60	18 U
12	PUERTA DE HIERRO CON BARROTES	1 U
13	MADERA PARA FORMALETA	356 P.T.
14	CLAVO	35 Lbs.
15	PINTURA ANTICORROSIVA	0.5 Gls.

COLUMNAS	
C-1	0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20
C-2	0.20 x 0.20, 2 No.3, ESL. No.2 @ 0.20
SOLERAS	
CORONA	0.20 x 0.20, 4 No.3, EST. No.2 @ 0.20
INTERMEDIA	0.20 x 0.20, 2 No.3, ESL. No.2 @ 0.20
HUMEDAD	0.20 x 0.20, 4 No.5, EST. No.2 @ 0.20
CIMENTO	
	CIMENTO CORRIDO 0.40 x 0.20, 3 No., ESL No.2 @ 0.15



DETALLE DE MURO  
ESCALA : 1:25



SECCION A  
ESCALA : 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: CUBIERTA DE DISEÑO  
CÁLCULO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO  
DISEÑO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO  
DIBUJO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO

ASESOR:  
ING. MAYRA REYES  
ING. GARCÍA SORIANO DE  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015

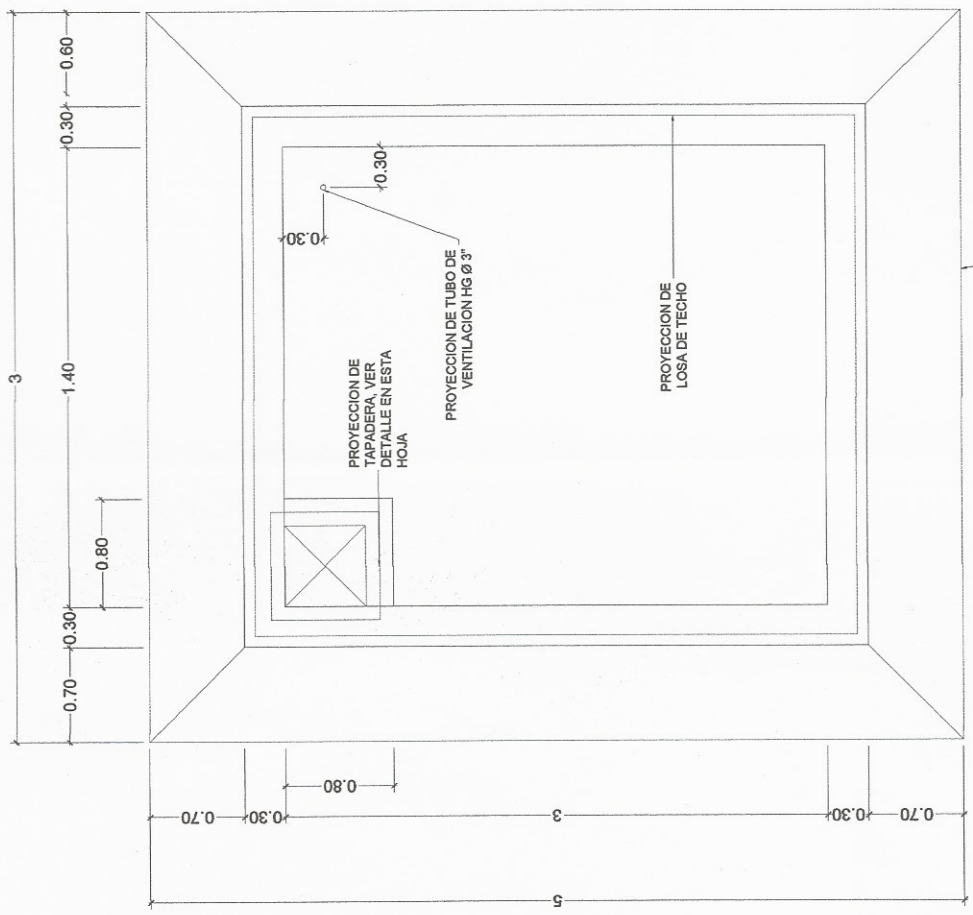
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA

CONTENIDO: CUBIERTA DE DISEÑO  
CÁLCULO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO  
DISEÑO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO  
DIBUJO: KARLA FLORENA GARCÍA SORIANO

ASESOR:  
ING. MAYRA REYES  
ING. GARCÍA SORIANO DE  
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA Y EPS

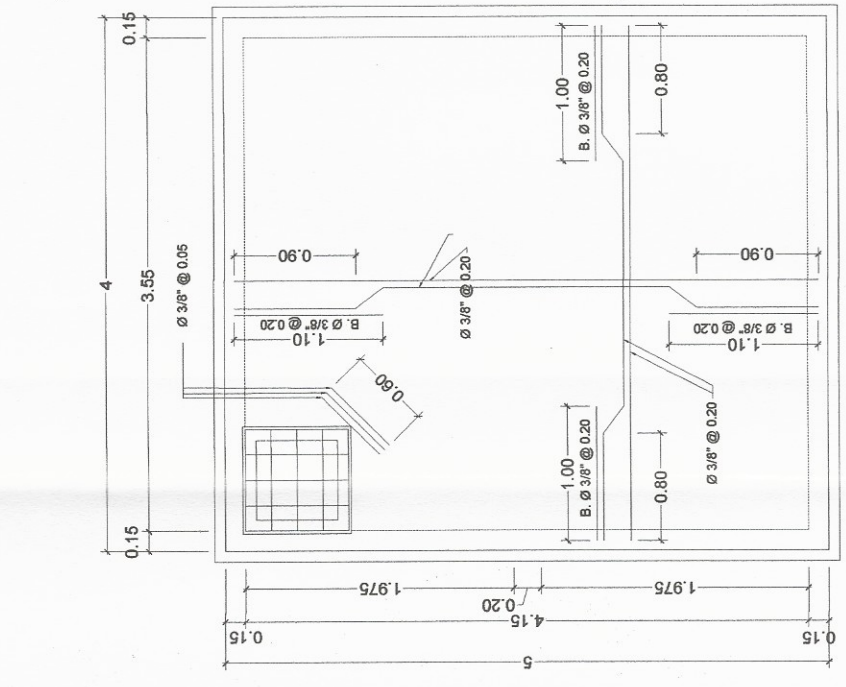
ESCALA:  
INDICADA  
FECHA:  
ENERO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA



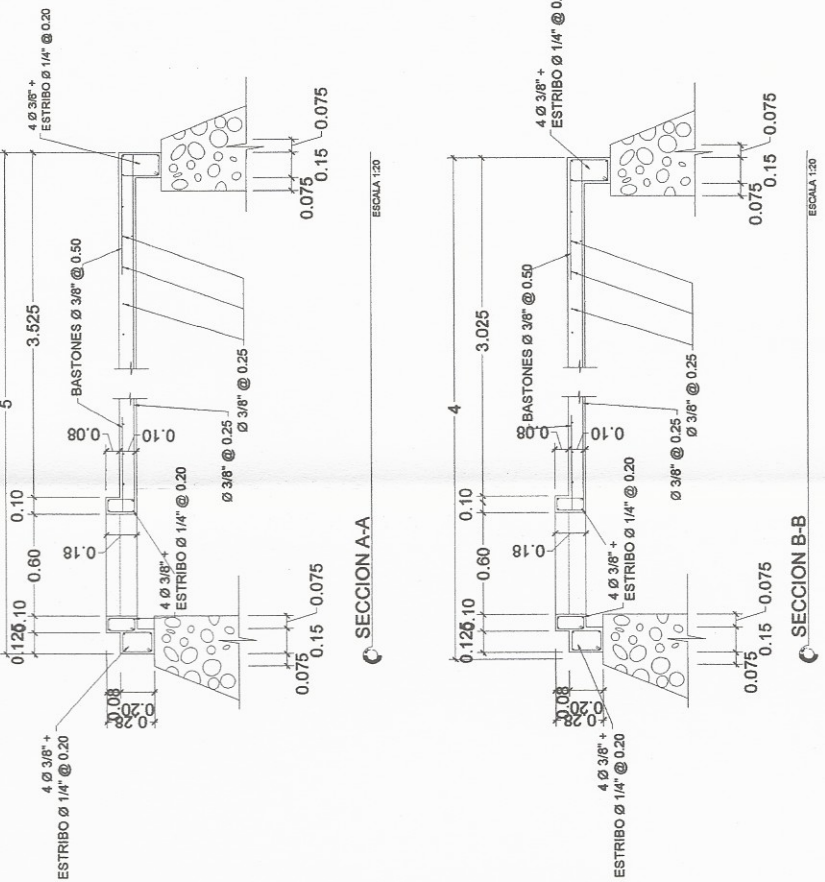
PLANTA DE TANQUE

ESCALA 1:25



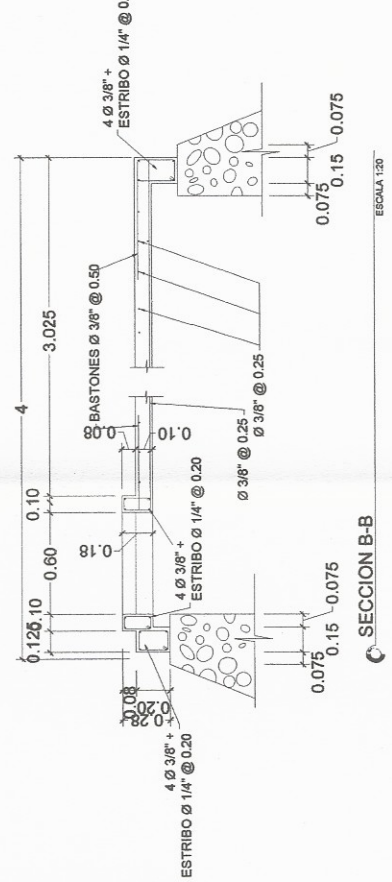
PLANTA DE LOSA DE TECHO

ESCALA 1:25



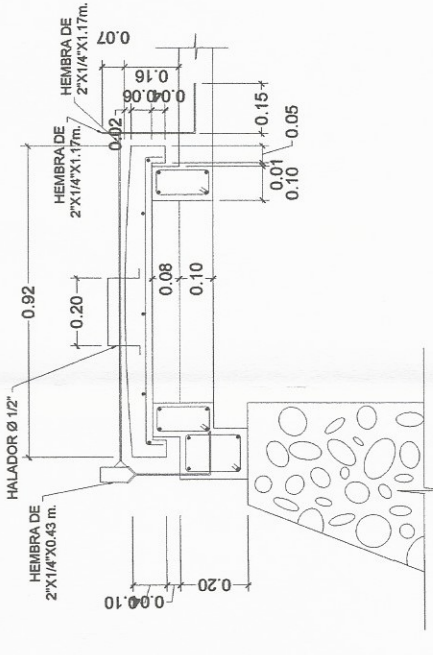
SECCION A-A

ESCALA 1:25



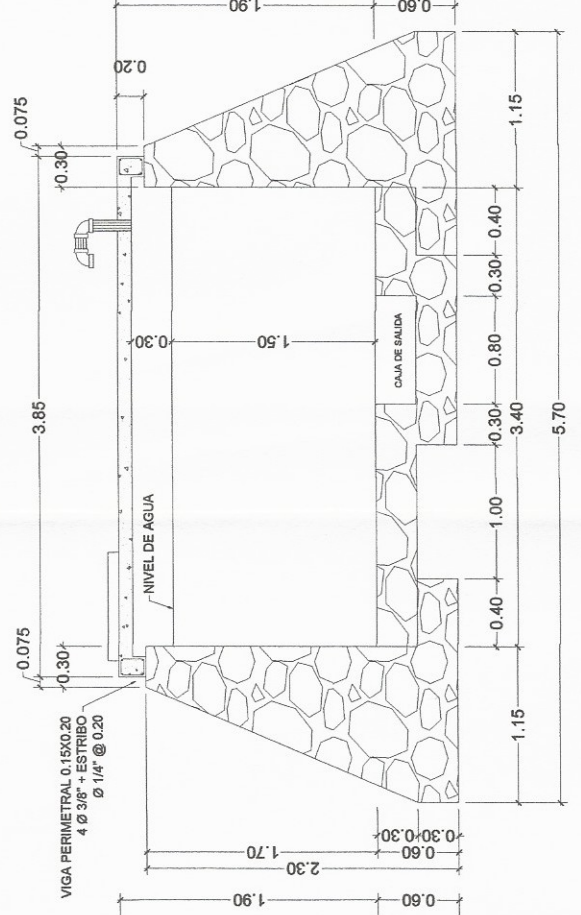
SECCION B-B

ESCALA 1:25



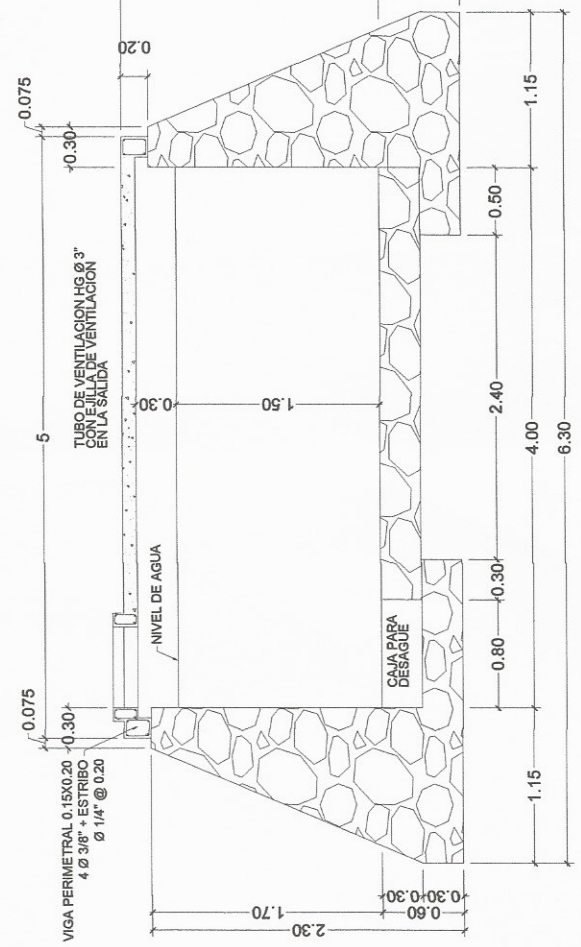
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10



SECCION C-C

ESCALA 1:25



SECCION E-E

ESCALA 1:25

NOTAS GENERALES:

- 1\* CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm<sup>2</sup> (3000 lb/pulg<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS
- 2\* ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE 1/4" - 2510 kg/cm<sup>2</sup> (GRADO 40 16SI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3\* BASTONES ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
- 4\* TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 5\* LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 5cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 6\* EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERPENDICULAR A LA LOSA DEL PISO DEL TANQUE.
- 7\* LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
- 8\* LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE GABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA, GENIADA CON CEMENTO ARENA.
- 9\* LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR GENIADAS CON CEMENTO ARENA.
- 10\* LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MANPOSTERA.
- 11\* EL RECURRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.05m.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS	
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA	
CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	
CALCULO:	KARLA RODRIGUEZ ARIAS
DISEÑO:	KARLA RODRIGUEZ ARIAS
DIBUJO:	KARLA RODRIGUEZ ARIAS
ASESOR:	ING. MAYRA ALEXANDRA GARCIA SORIA DE SERRA

Escuela de Ingeniería de San Carlos de Guatemala

Ing. Mayra Alexandra García Soria de Serra

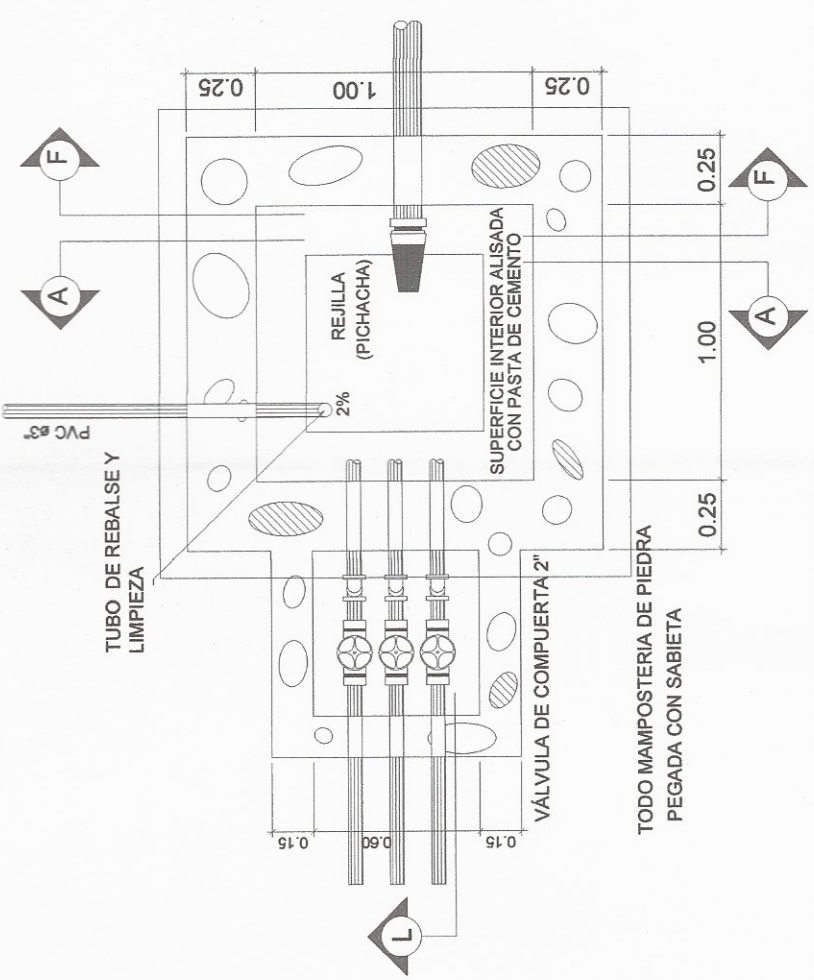
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

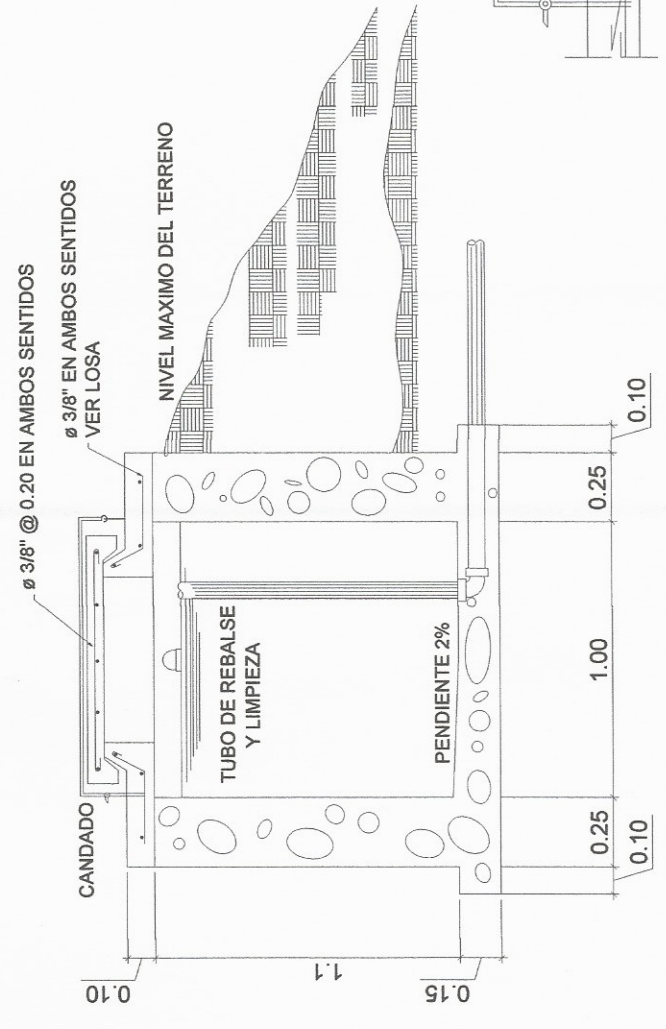
Facultad de Ingeniería

ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2015

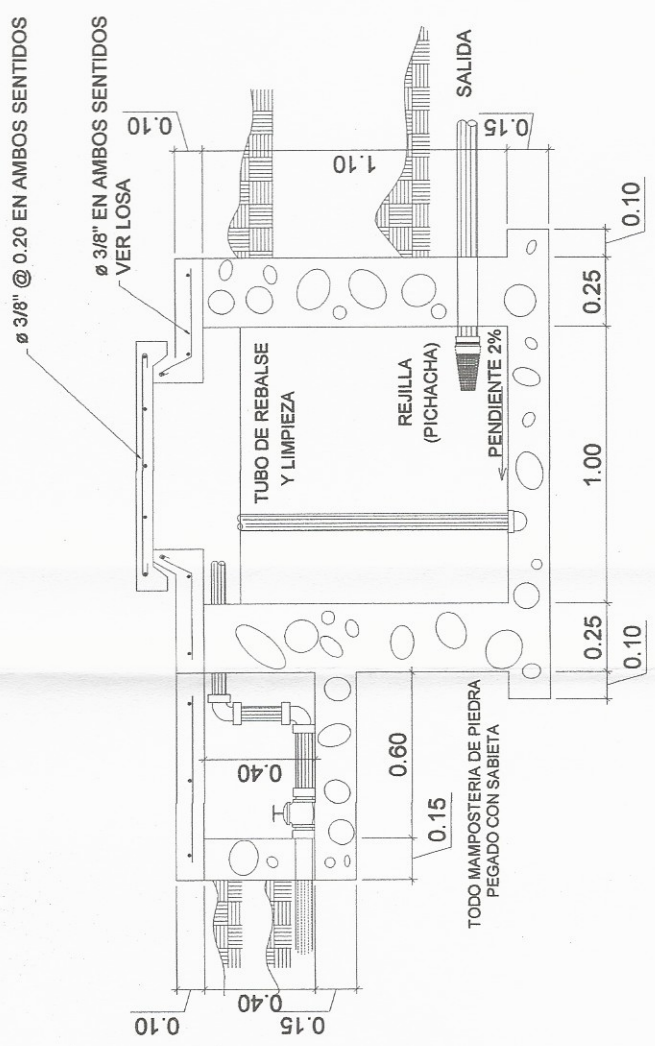




CAJA REUNIDORA DE CAUDAL ESCALA 1:12.5



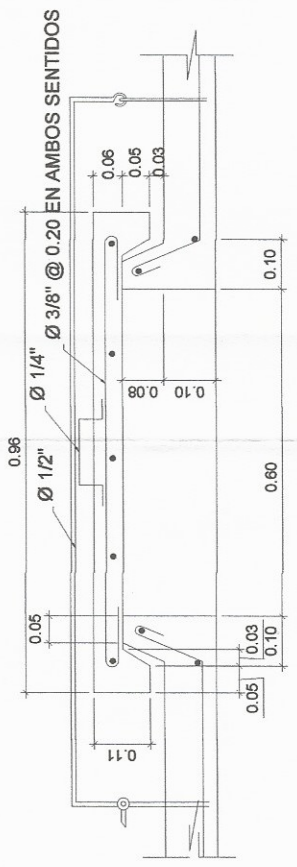
SECCION A-A ESCALA 1:12.5



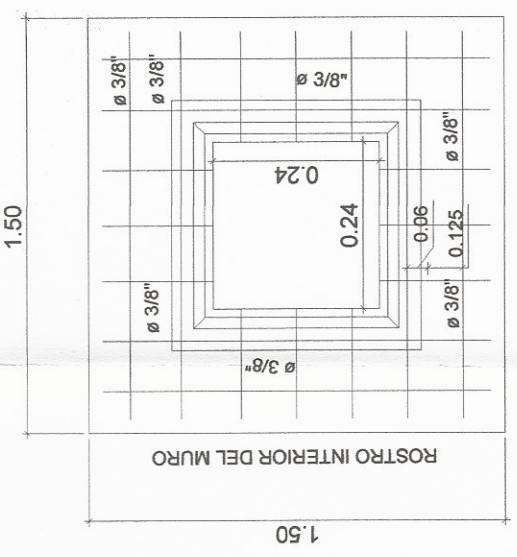
SECCION L-L ESCALA 1:12.5

NOTAS:

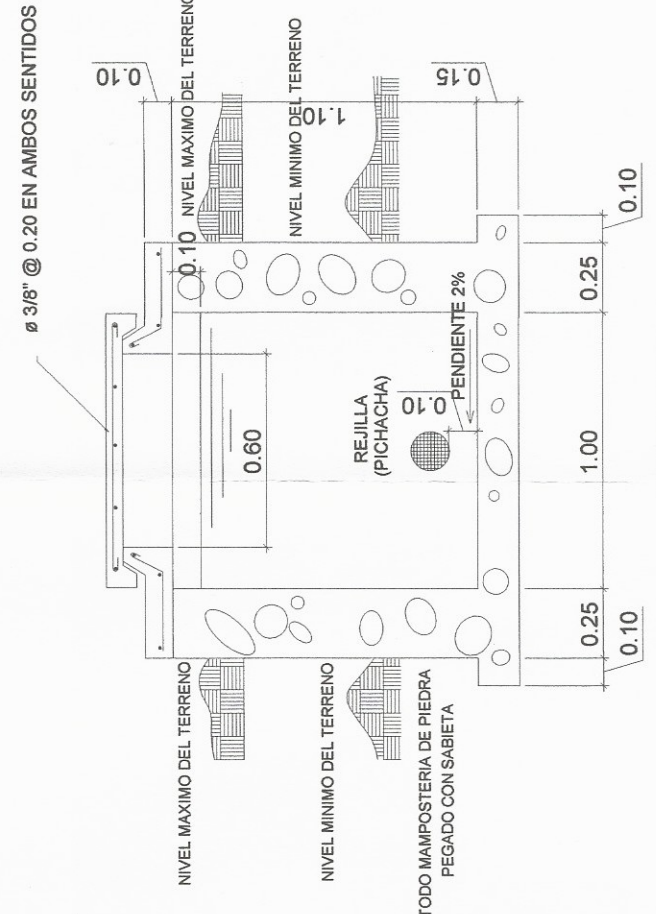
1. LA MAMPOSTERÍA SERÁ 67% PIEDRA Y 33% SABIETA CON RELACIÓN 1: CONCRETO, 2: ARENA DE RÍO, CONCRETO f'c = 3000 PSI
2. ACERO DE REFUERZO GRADO 40, f'y = 40,000 PSI
3. EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE REBALSE SERÁ MAYOR QUE EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE ENTRADA Y EL MÍNIMO SERÁ 2"
- 4.



DETALLE DE TAPADERA SIN ESCALA

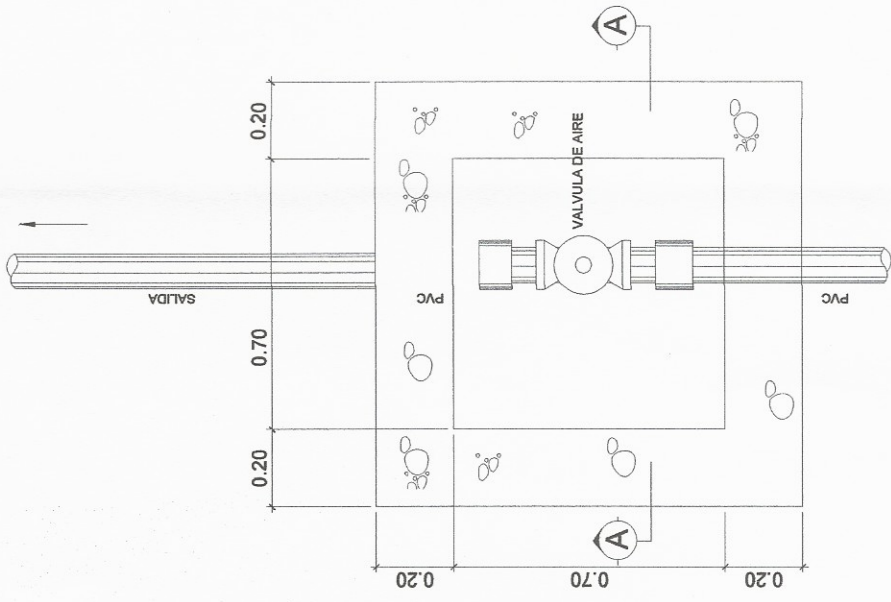


DETALLE DE LOSA ESCALA 1:12.5



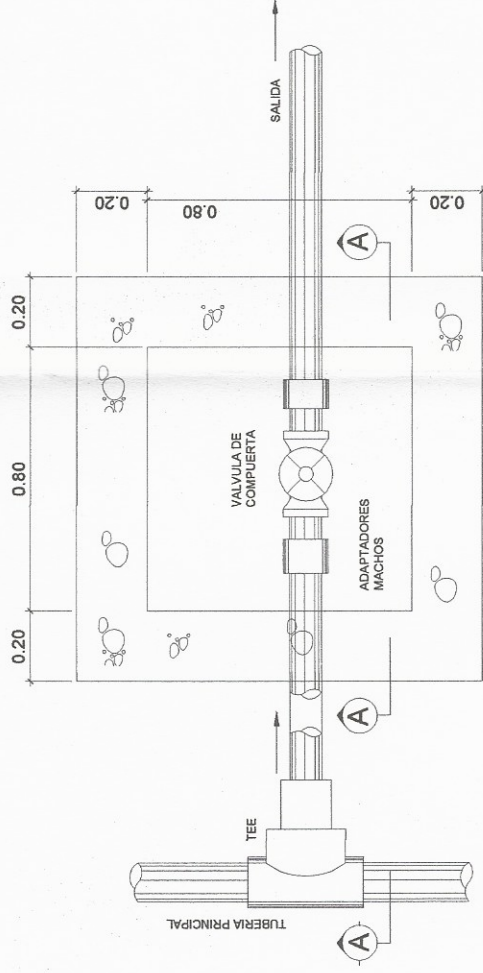
SECCION F-F ESCALA 1:12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS MUNICIPALIDAD DE SOCLÁ, SOCLÁ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO EL MIRADOR, ALDEA PUJUL II, SOCLÁ, SOCLÁ	
CONTENIDO: REUNIDORA DE CAUDAL	
CÁLULO:	FABIAN GUERRÓN ARBAS
DISEÑO:	KARLA ROSA
DIBUJO:	KARLA ROSA
ASESOR:	ING. MAYRA ABRIL GARCÍA SORIANO DE EPS UNIDAD de Prácticas de Ingeniería y EPS
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	ENERO 2015



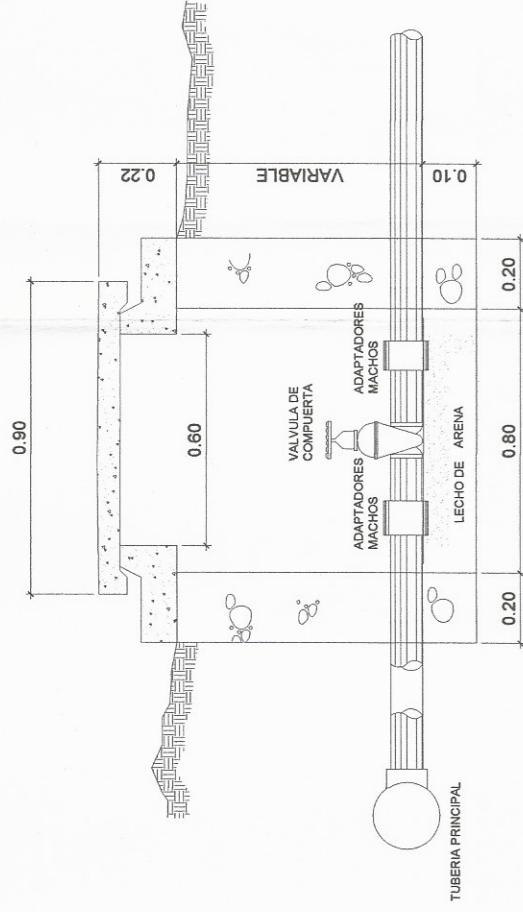
VÁLVULA DE AIRE

SIN ESCALA



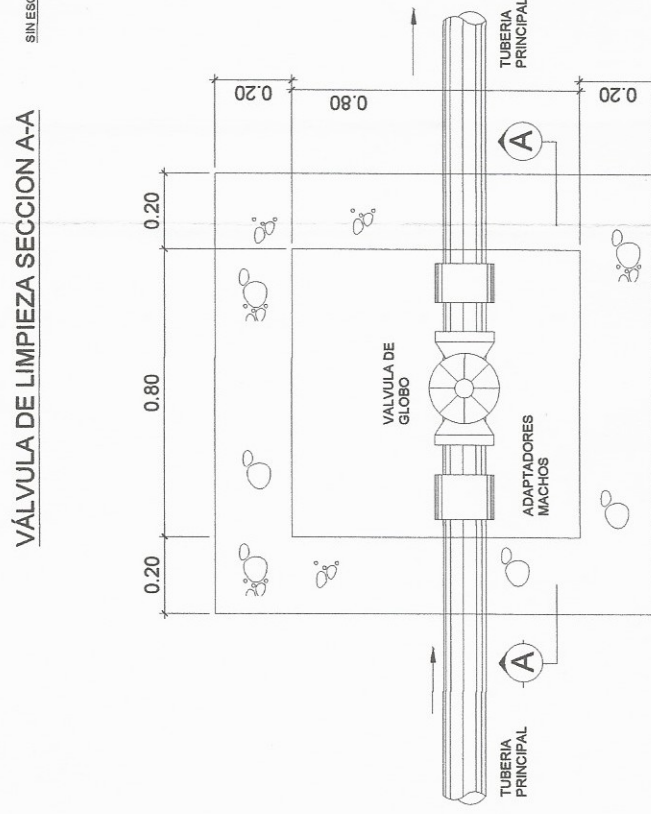
VÁLVULA DE LIMPIEZA

SIN ESCALA



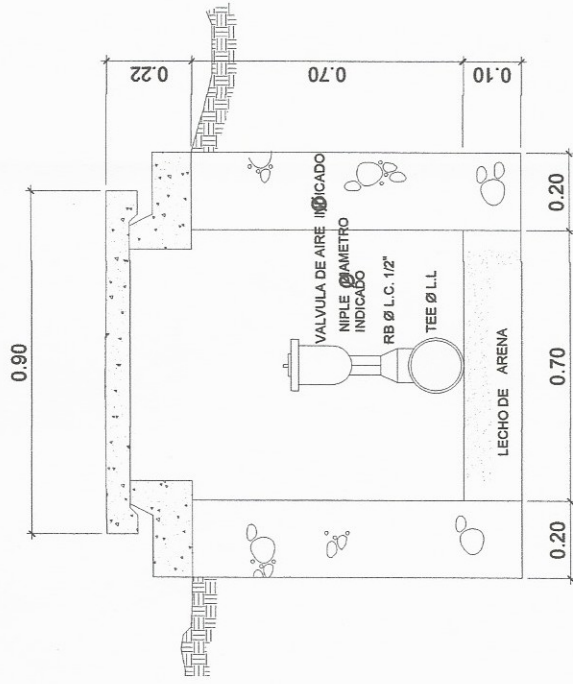
VÁLVULA DE LIMPIEZA SECCION A-A

SIN ESCALA



VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA

SIN ESCALA



VÁLVULA DE AIRE ECCION A-A

NOTA:  
TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN EL INFORME DE LA COMUNIDAD

- EL NIPLE Y LA VALVULA DE AIRE SERÁN DE 1/2 SI L.C. ES DE Ø3/4" a Ø3" SI NO 3/4"  
- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33 % DE MORTERO  
67 % DE PIEDRA BOLA

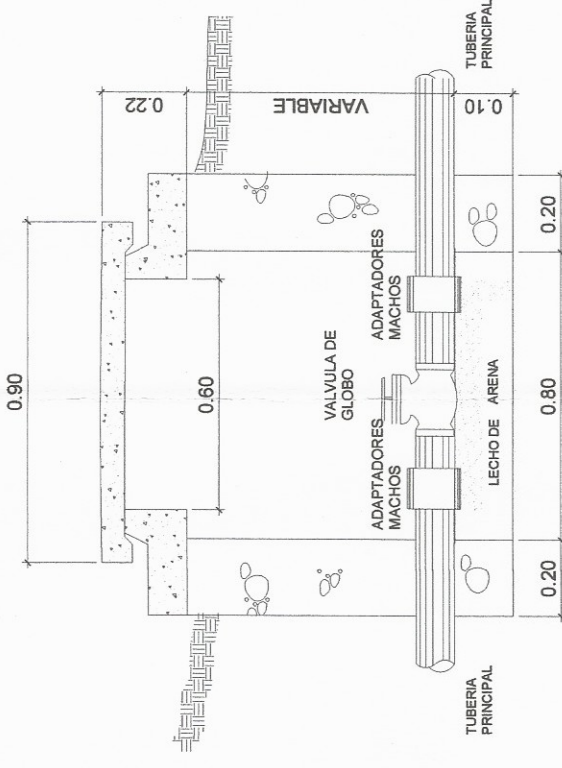
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO

- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION , EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE

- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION VOLUMEN 1:2 . CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.

- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.

- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.



VÁLVULA DE ENTRADA O SALIDA SECCION A-A

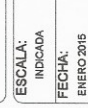
SIN ESCALA



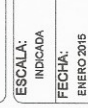
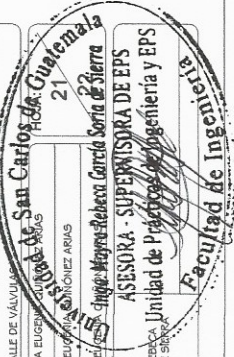
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

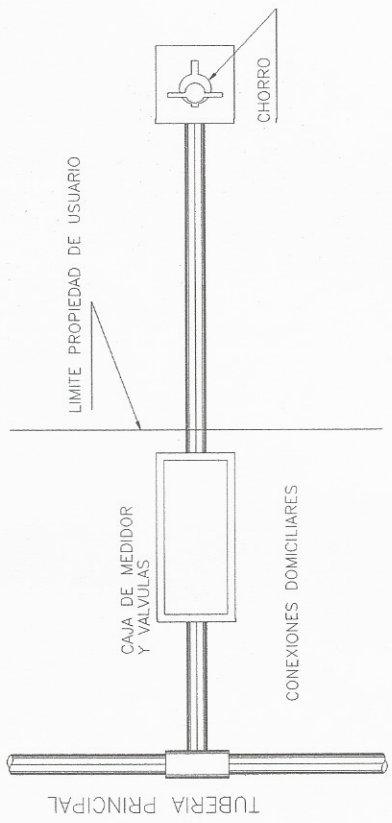


PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA  
CONTENIDO: DETALLE DE VALVULA DE LIMPIEZA  
CÁLCULO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS  
DISEÑO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS  
DIBUJO: KARLA EUGENIA GONZALEZ ARIAS



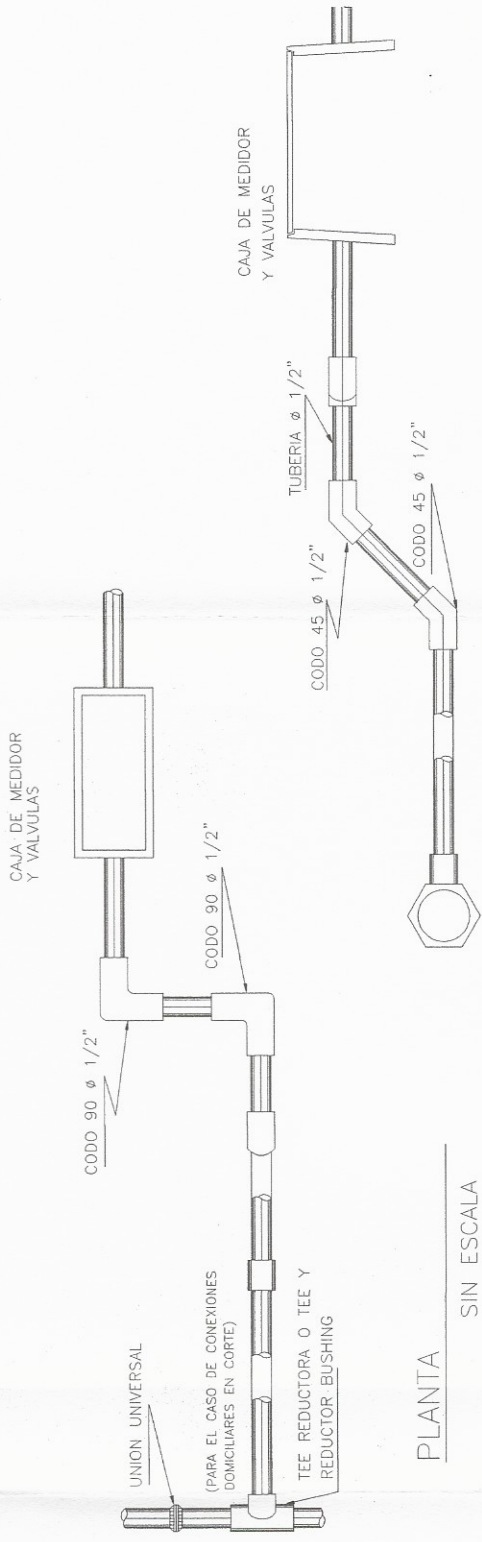
ASESOR: INGA, MAYRA REYES GARCIA SORIA DE SIERRA  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: ENERO 2015





LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



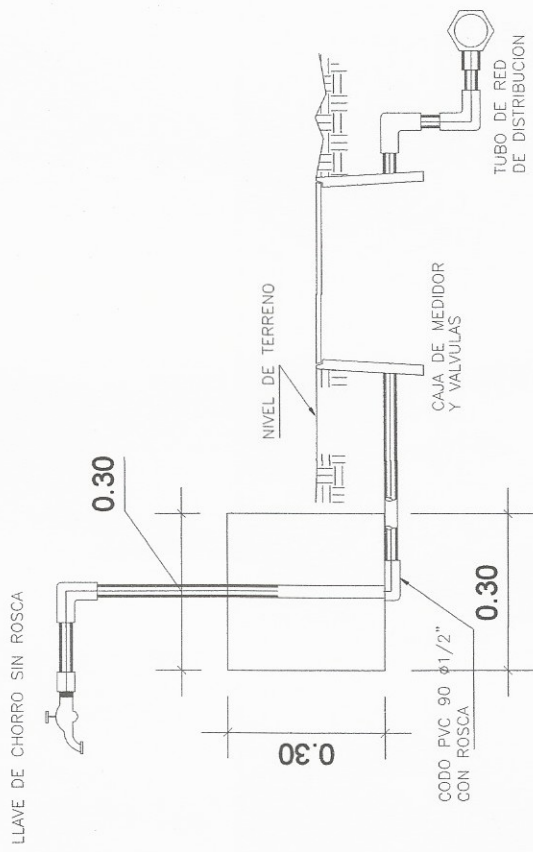
PLANTA

SIN ESCALA

ELEVACION

SIN ESCALA

TUBERIA PRINCIPAL  
RED DE DISTRIBUCION

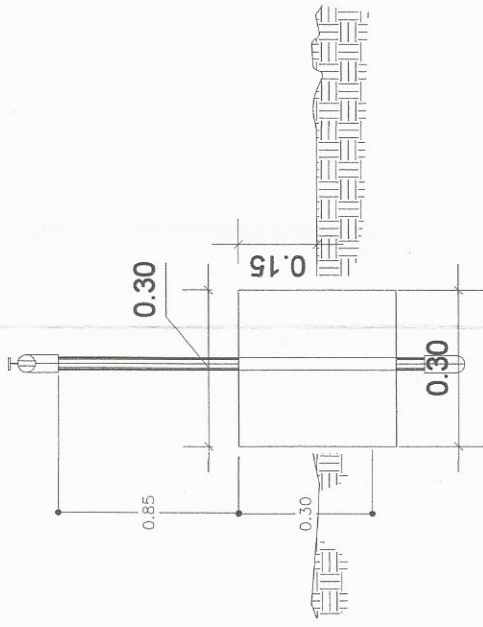


ELEVACION CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA

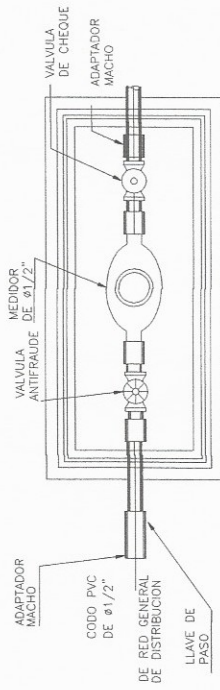
ELEVACION FRONTAL

SIN ESCALA



CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

SIN ESCALA



PLANTA

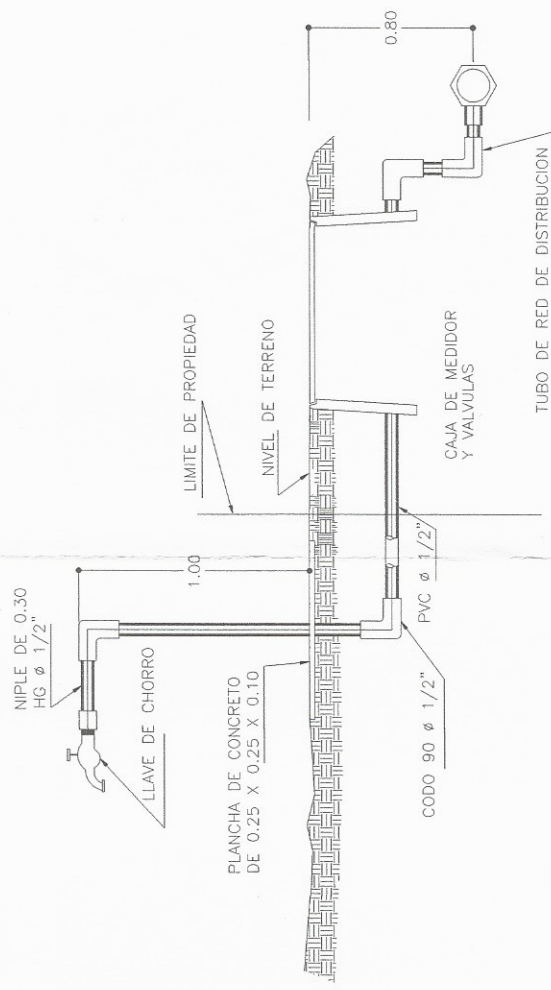
SIN ESCALA

SECCION LONGITUDINAL DE VALVULAS

SIN ESCALA

CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR

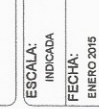
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA



CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARES  
CALCULO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DISEÑO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DIBUJO: KARLA EUGENIA QUIROGA



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA  
ASESOR: INGA. MAYRA REBECCA GARCIA SORIA DE SIERRA  
FECHA: ENERO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA  
CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARES  
CALCULO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DISEÑO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DIBUJO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
ASESOR: INGA. MAYRA REBECCA GARCIA SORIA DE SIERRA  
FECHA: ENERO 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA  
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO EL MIRADOR, ALDEA PUJULIL II, SOLOLA, SOLOLA  
CONTENIDO: CONEXIONES DOMICILIARES  
CALCULO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DISEÑO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
DIBUJO: KARLA EUGENIA QUIROGA  
ASESOR: INGA. MAYRA REBECCA GARCIA SORIA DE SIERRA  
FECHA: ENERO 2015