



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN  
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

**EDYN IVÁN ARDEANO BOROR**

Asesorado por Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, febrero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN  
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**EDYN IVÁN ARDEANO BOROR**

ASESORADO POR: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2011

## UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Águilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN  
SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**

Tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de abril de 2010.



Edyn Iván Ardeano Boror



Guatemala 10 de noviembre de 2010.  
Ref.EPS.DOC.1127.11.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Edyn Iván Ardeano Boror** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9713378**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Oscar Arrieta Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
OAH/ra





Guatemala, 10 de noviembre de 2010.

Ref.EPS.D.833.11.10

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

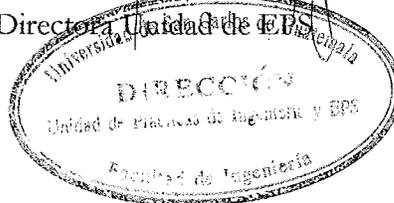
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Edyn Iván Ardeano Boror**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

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



NISZ/ra



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



Guatemala,  
12 de noviembre de 2010

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Edyn Iván Ardeano Boror, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández

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 ENSEÑAR A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

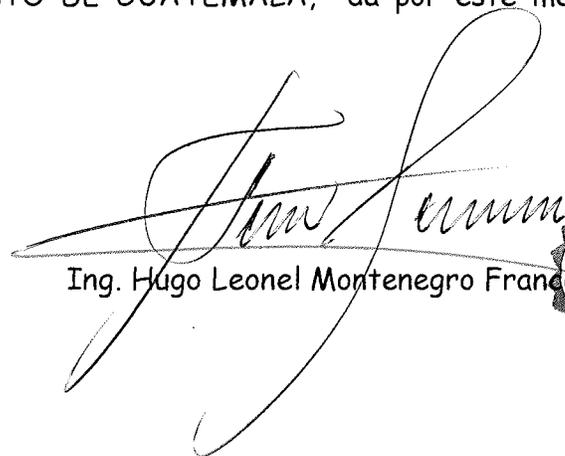
/bbdeb.



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



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Edyn Iván Ardeano Boror, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



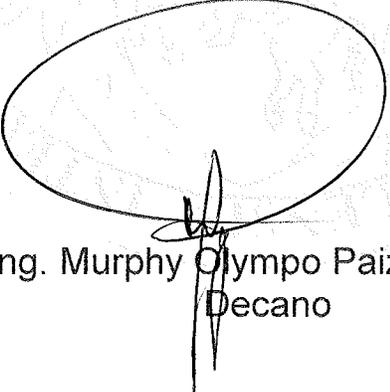
Guatemala, febrero de 2011

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Edyn Iván Ardeano Boror**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, febrero de 2011

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Dios, Jesucristo y Espíritu Santo  
Por ser fuente de vida, amor, sabiduría y haberme permitido este logro académico.

### **Mis padres**

Pedro Nicolás Ardeano Barrios (Q.E.P.D.)  
Martha Julia Boror  
Por su interminable amor, esfuerzo, ayuda y ejemplo de triunfadores en esta vida.

### **Mi hermana y mis hermanos**

Marta Maribel  
Byron Estuardo  
Melvin David  
Por siempre estar a mi lado.

### **Mi sobrina**

María Lucia  
Quien fue una luz para seguir adelante.

### **Mis familiares y amigos**

Que Dios los bendiga hoy y siempre.

## **AGRADECIMIENTO A:**

<b>Dios</b>	Ser supremo y todo poderoso que me dio la vida, salud y bendiciones, para logros como mi carrera profesional.
<b>Mi madre</b>	Por su infinito amor y sacrificio, para brindarme siempre lo mejor.
<b>Mis hermanos</b>	Por su amor y apoyo en los momentos que hemos compartido.
<b>Ing. Oscar Argueta</b>	Por su asesoría desinteresada a este trabajo de graduación.
<b>Mis amigos</b>	Por su valiosa contribución en el desarrollo del presente trabajo.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios.

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

## 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1	Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala	1
1.1.1	Antecedentes históricos	1
1.1.2	Ubicación y localización	1
1.1.3	Extensión territorial	3
1.1.4	Clima	3
1.1.5	Población	4
1.1.6	Hidrografía	4
1.1.7	Orografía	4
1.1.8	Aspectos de infraestructura	5
	1.1.8.1 Vías de acceso	5
	1.1.8.2 Tipología de las viviendas	5
	1.1.8.3 Servicios públicos	6
1.2	Aspectos socioeconómicos	6
1.2.1	Agrícola	6

1.2.2	Pecuaría	6
1.2.3	Forestal	6
1.2.4	Agroindustria	7
	1.2.4.1 Tapicería	7
	1.2.4.2 Tejidos	7
	1.2.4.3 Artesanías	7
1.2.5	Lugares de atracción turística	8
1.2.6	Etnia, religión y costumbres	8
1.2.7	Alfabetismo	8
1.2.8	Organización comunitaria	9
1.3	Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura	9

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

<b>2.1</b>	<b>Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz</b>	<b>11</b>
2.1.1	Condiciones actuales	11
2.1.2	Descripción del proyecto	12
2.1.3	Fuentes de agua	12
	2.1.3.1 Aforo de las fuentes de agua	12
2.1.4	Calidad del agua	13
	2.1.4.1 Examen bacteriológico	14
	2.1.4.2 Análisis físico-químico	14
2.1.5	Levantamiento topográfico	15
	2.1.5.1 Planimetría	16
	2.1.5.2 Altimetría	16
2.1.6	Población actual y tasa de crecimiento	17
2.1.7	Período de diseño	17
2.1.8	Población futura	18

2.1.9	Criterios de diseño	19
2.1.10	Dotación de agua	19
2.1.11	Factores de consumo	20
2.1.11.1	Factor día máximo	20
2.1.11.2	Factor hora máximo	21
2.1.12	Caudales de diseño	21
2.1.12.1	Caudal medio diario	22
2.1.12.2	Caudal máximo diario	23
2.1.12.3	Caudal máximo horario	23
2.1.12.4	Caudal de bombeo	24
2.1.12.5	Caudal de vivienda	24
2.1.12.6	Caudal de consumo por ramal	25
2.1.12.7	Caudal instantáneo	25
2.1.13	Bases del diseño hidráulico	26
2.1.14	Diseño hidráulico	27
2.1.14.1	Generalidades básicas	28
2.1.14.2	Presiones y velocidades	28
2.1.14.3	Tipos de tubería	29
2.1.15	Componentes del sistema	30
2.1.15.1	Captación	31
2.1.15.2	Línea de conducción	31
2.1.15.3	Bombeo	32
2.1.15.4	Línea de impulsión	32
2.1.15.4.1	Potencia de la bomba	34
2.1.15.5	Red de distribución	37
2.1.15.6	Tanque de distribución	37
2.1.15.6.1	Diseño estructural del tanque de distribución	39
2.1.15.6.2	Diseño de losa superior	39

2.1.15.6.3	Diseño de viga principal	46
2.1.15.6.4	Diseño de muro	53
2.1.15.7	Diseño de la red de distribución del sistema	58
2.1.15.7.1	Conexiones domiciliarias	63
2.1.15.7.2	Obras hidráulicas	63
2.1.16	Sistema de desinfección	64
2.1.17	Presupuesto del sistema agua potable	67
2.1.18	Operación y mantenimiento	71
2.1.19	Propuesta de tarifa por consumo	75

### **3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

3.1	Definición y evaluación de impacto ambiental	77
3.2	Leyes para la aplicación de la evaluación de impacto ambiental	78
3.3	Descripción y procedimiento que debe cumplir la evaluación de Impacto ambiental	79
3.4	Evaluación de impacto ambiental del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala	82
3.5	Amenazas naturales y efectos en el sistema de agua potable	86

**CONCLUSIONES** **87**

**RECOMENDACIONES** **89**

**BIBLIOGRAFÍA** **91**

**ANEXO** **93**

**APÉNDICE 1** **99**

Memoria de cálculos 101

**APÉNDICE 2** **121**

Planos constructivos del sistema de abastecimiento de agua potable 123

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Mapas de localización del municipio	2
2	Mapa de ubicación de la aldea	3
3	Dimensiones de la losa superior del tanque de distribución	40
4	Diagrama de momentos de losa típica	43
5	Diagrama de refuerzo de losa típica	46
6	Diagrama de momentos de la viga principal	48
7	Diagrama de corte de la viga principal	51
8	Detalle del refuerzo de la viga principal	52
9	Diagrama de presiones actuantes sobre el muro	54
10	Detalle de refuerzo del muro	57

### TABLAS

I	Aforo en el nacimiento El Tapanal	13
II	Bases del diseño hidráulico	26
III	Componentes del sistema hidráulico	30
IV	Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable	68
V	Cronograma de ejecución del sistema de agua potable	70
VI	Resultados de examen bacteriológico	95
VII	Resultados de análisis físico-químico	97
VIII	Libreta topográfica	101
IX	Cálculo hidráulico	113



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\approx$	Aproximadamente igual a
@	a cada
$\gamma_{\text{agua}}$	Peso específico del agua
$\gamma_c$	Peso específico del concreto
$\emptyset$	Diámetro
A	Área
As	Área de acero
As <sub>máx</sub>	Área de acero máxima
As <sub>min</sub>	Área de acero mínima
As <sub>t</sub>	Área de acero por temperatura
b	Base
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
d	Peralte
Dc	Demanda de cloro
E	Estación
Fa	Fuerza activa
FC	Flujo de cloro
f' <sub>c</sub>	Resistencia del concreto a compresión
f <sub>y</sub>	Resistencia del acero a tensión
Hf	Pérdida de carga

<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>HP</b>	Caballos de fuerza
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramo por metro cuadrado
<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>L</b>	Longitud en vigas
<b>l</b>	Litros
<b>L/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>l/seg</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	metros
<b>M</b>	Momento
<b>M-</b>	Momento negativo
<b>M+</b>	Momento positivo
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>m.c.a.</b>	Metros columna de agua
<b>n</b>	Período de diseño
<b>P</b>	Presión
<b>Pa</b>	Población actual
<b>Pf</b>	Población futura
<b>P.P.M.</b>	partes por millón
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>Pulg</b>	Pulgada
<b>P.U.</b>	Precio unitario
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qb</b>	Caudal de bombeo
<b>Qc</b>	Caudal de conducción
<b>Qd</b>	Caudal de distribución
<b>Qi</b>	Caudal instantáneo

<b>Qv</b>	Caudal de vivienda
<b>Qr</b>	Caudal por ramal
<b>r</b>	Tasa de crecimiento de la población
<b>R</b>	Radiación
<b>S</b>	Separación
<b>Sen <math>\phi</math></b>	Seno del ángulo
<b>t</b>	Espesor de un elemento
<b>ton</b>	Tonelada métrica
<b>U</b>	Unidad
<b>v</b>	Velocidad
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo
<b>W</b>	Carga uniformemente distribuida
<b>%</b>	Por ciento
<b>“</b>	Pulgadas



## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, nipples, llaves, tees, coplas, etc.
<b>Acero de refuerzo</b>	Cantidad de acero requerido para un esfuerzo determinado.
<b>ACI</b>	<i>American Concrete Institute</i> (Instituto Americano del Concreto).
<b>Acueducto</b>	Conducto artificial para transportar agua, que tiene por objeto abastecer a una población.
<b>Aforo</b>	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente, por unidad de tiempo.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos, ni elementos tóxicos) y que es agradable a los sentidos (inodora, incolora e insabora).
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud vertical del terreno y que indica la diferencia de altitud entre el punto en que se está situado y un punto de referencia.

<b>Ambiente o medio ambiente</b>	El sistema de elementos bio-tópicos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural, y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.
<b>Análisis Físico-Químico</b>	Conjunto de técnicas y procedimientos de laboratorio mediante los cuales se determinan los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
<b>Azimut</b>	Es el ángulo formado en la dirección horizontal, medido a partir del norte (real, magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Bacteria</b>	Microorganismo unicelular procarionte, cuyas diversas especies causan las fermentaciones, enfermedades o putrefacción en los seres vivos o en la materia orgánica.
<b>Carga muerta</b>	Carga que permanece constante a través del tiempo.
<b>Carga última</b>	Es la suma de carga viva más la carga muerta afectadas por factores de seguridad.
<b>Carga viva</b>	Carga no permanente en la estructura.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que fluye por unidad de tiempo.

<b>Concreto reforzado</b>	Mezcla proporcional de cemento, arena de río, piedrín y agua combinada con varillas de hierro corrugado.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Hormigón a cuya masa, una vez vertida en los encofrados, se han incorporado grandes piedras o bloques.
<b>Consumo</b>	Volumen de agua que es utilizado por la unidad consumidora que está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y que hace que varíe de una población a otra.
<b>Contaminación</b>	Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales del agua por agentes químicos o físicos.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota piezométrica</b>	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
<b>Demanda</b>	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
<b>Desinfectar</b>	Quitar al agua la infección o la propiedad de causarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.

<b>Domiciliar</b>	Es el sistema de abastecimiento de agua, en el cual cada vivienda cuenta con su respectivo vástago para su propio abastecimiento.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, por ejemplo l/hab/día, l/industria/día, etc.
<b>Golpe de ariete</b>	Ondas de presión generadas en la tubería de impulsión por un cambio de velocidad en el líquido en movimiento.
<b>Impacto ambiental</b>	Cualquier alteración significativa, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocada por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>Mampostería</b>	Obra hecha con elementos de construcción formados por bloques de piedra, ladrillo, block, etc., unidos con mortero.
<b>Manantial</b>	También llamado nacimiento, es la formación superficial en la que sin intervención del hombre, brota agua subterránea de las rocas, suelo o ladera, siendo restringida el área de brote.

<b>Medidas de Mitigación</b>	Conjunto de acciones y obras a implementarse para reducir, atenuar o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la disminución de la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes.
<b>Momento</b>	Magnitud resultante del producto del valor de una fuerza por su distancia a un punto de referencia.
<b>Morbilidad</b>	Proporción de personas que se enferman en un determinado lugar y tiempo.
<b>Mortero</b>	Es la combinación de una aglomerante: cemento y/o cal, y un agregado inerte: arena de río u otra, amasado con cierta cantidad de agua. El mortero es el agente de unión que integra una pared de mampostería.
<b>Patógeno</b>	Que contamina y genera enfermedades.
<b>Pérdida de carga</b>	Disminución de presión dinámica debido a la fricción entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
<b>Polución</b>	Contaminación intensa y perjudicial del aire, agua, etc., con sustancias extrañas, producida por los residuos de procesos industriales o biológicos.

<b>Presión</b>	Fuerza que actúa sobre una superficie o área.
<b>Prevención</b>	Conjunto de medidas y acciones de preparación para disminuir el impacto de las amenazas sobre la población, los bienes, sistemas, servicios y el medio ambiente.
<b>Sedimento</b>	Materia que deja de estar suspensa en el agua, depositándose en el fondo del recipiente que lo contiene, debido a la gravedad.
<b>Topografía</b>	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

## RESUMEN

De acuerdo con la investigación diagnóstica realizada sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura, de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, se estableció que la priorización está orientada al área de agua y saneamiento. Por lo que este trabajo de graduación tiene por objetivo principal, presentar una solución tanto técnica como económica a esta problemática.

En primer lugar se investigó la monografía del municipio y de la aldea. En segundo lugar, se presenta todo lo concerniente para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable: conceptos básicos de topografía, dotación, período de diseño, caudales, captación, golpe de ariete entre otros, así mismo, parámetros y normas del ACI, INFOM-UNEPAR, OMS, COGUANOR y ASTM, métodos, criterios y las bases para el diseño.

Luego se realizó el diseño propiamente dicho del sistema (bombeo-gravedad) de abastecimiento de agua potable y que, debido a la cantidad de habitantes y la topografía del lugar fue necesario utilizar: dos fuentes, dos conducciones por bombeo (una existente llamada El Tapanal) con longitud de 904.49 m. y dos redes de distribución por ramales abiertos, ambos por gravedad, con una longitud de 11,637.54 m., dos tanques de distribución (uno existente, El Tapanal) de 160 m<sup>3</sup>, y sus respectivas obras hidráulicas.

Por último se encuentra la desinfección, operación, mantenimiento del sistema y la propuesta de tarifa por consumo.



## OBJETIVOS

### **General:**

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

### **Específicos:**

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez.
2. Determinar las bases para una administración, operación y mantenimiento de los proyectos, buscando que estos permanezcan siempre en condiciones adecuadas para brindar un buen servicio.



## INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la problemática general es diversa y compleja, caracterizada por la desproporcionada distribución de recursos y servicios públicos por parte de las instituciones gubernamentales, en donde las áreas más afectadas son las rurales, se puede constatar la carencia de servicios básicos, especialmente en agua y saneamiento. La aldea Comunidad de Ruiz, no es la excepción siendo evidente la escasez del vital líquido y donde se abastece es deficiente en cuanto a su calidad y cantidad en los 11 sectores que la conforman.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable está orientado a proponer soluciones factibles, no sólo desde el punto de vista técnico sino económico y social. Para el efecto, el presente trabajo contiene en el primer capítulo la investigación de tipo de monográfica, aspectos históricos y socioeconómicos del municipio, así como, el diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura y la determinación de las prioridades de las mismas, específicamente de la aldea.

En el segundo, se desarrolla el tema concerniente al diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, el cual lo constituye la línea de conducción (bombeo), la red de distribución (gravedad), tanque de distribución y obras de arte. Así también se detalla la parte medular del diseño que son los cálculos hidráulicos, estructurales, aplicación de normas (ACI, INFOM-UNEPAR, COGUANOR entre otras) y el presupuesto de todo el proyecto. En el tercer capítulo se presenta la evaluación de impacto ambiental. Luego, se incluyen las conclusiones y recomendaciones.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala**

### **1.1.1 Antecedentes históricos**

Etimológicamente el nombre del municipio se define de la siguiente manera: San Juan, en honor al patrono: San Juan Bautista y Sacatepéquez: se deriva de dos voces Cakchiqueles, Sacat= Hierba y Tepet= Cerro, = a Cerro de Hierba. Su origen es pre-colonial. Fue conquistado por los españoles en 1,525, al mando de Antonio de Salazar, cuya corte estableció en tierra de Yampuc; fue uno de los pueblos más importantes que formaron el reino Cakchiquel.

### **1.1.2 Ubicación y localización**

El municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala, colinda con los siguientes municipios: al norte con el municipio de Granados, Baja Verapaz; al este con el municipio de San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez del departamento de Guatemala; al sur con el municipio de San Pedro Sacatepéquez; al oeste con el municipio de San Martín Jilotepeque. La cabecera municipal se encuentra a una altura de 1,845 msnm.

Las coordenadas geodésicas de la aldea Comunidad de Ruiz son: Latitud 14° 44 ' 42" norte y longitud 90° 38 ' 12" oeste.

Figura 1. Mapa de localización del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala



Fuente: Oficina de Planificación Municipal de San Juan Sacatepéquez (OMP).

Figura 2. Mapa de ubicación de la aldea Comunidad de Ruiz



Fuente: Oficina Municipal de Planificación de San Juan Sacatepéquez (OMP).

### 1.1.3 Extensión territorial

Posee una extensión territorial de 242 kilómetros cuadrados.

### 1.1.4 Clima

El clima es variado; la meseta central se conserva templada, en lugares altos es frío y la parte baja cálida.

### **1.1.5 Población**

El Instituto Nacional de Estadística ha proyectado que el municipio de San Juan Sacatepéquez posee una población 180,000 habitantes, en su mayoría indígena y un número considerable mestiza.

### **1.1.6 Hidrografía**

Posee varios ríos de importancia, siendo estos: el río San Juan, el Manzanillo, Jocoteco, y Jordán, que recorren alrededor de la cabecera municipal, y el Paxotyá, que es uno de los principales. Existen otros ríos, que no dejan de ser importantes, pues proveen de agua para riegos a las regiones pobladas cercanas, y son los siguientes: Boca Toma, Cenizo, Cotzibal, Cuxuyá, El Potosí, El Zapote, Río Grande o Motagua, Guapinol, Ixacac, Ixcopín, Jesús, La Ciénega, la Chume, Paraxaj, Patajzalaj, Pixcayá, Rajoní, Raxtunyá, Realmá, Rayalguit, Ruyalaj, Sactzí, Sajcavilla, San Miguel, San Pedro, Santiago, Seco, Severino, Simujuí, Tapahuá, Tapanal, Veracruz y Zapote.

También tiene los siguientes riachuelos y son: Agua Zarca, Los Sineyes, Mixcal, Nahuarón, Noxpil, Pachuj, Patanil, Patzanes y Ruyalguen.

### **1.1.7 Orografía**

La topografía de este municipio es irregular, bastante montañosa y quebrada, presenta pocas planicies, tiene muchas pendientes y hondonadas, cubiertas de verde y exuberante vegetación. Tiene regiones fértiles que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrancos arenosos y hasta barrocos.

## **1.1.8 Aspectos de infraestructura**

Son las vías de acceso, tipología de las viviendas y servicios públicos.

### **1.1.8.1 Vías de acceso**

Las carreteras de comunicación más comunes en nuestro medio y a la vez muy importantes, son la carretera RN-5, la cual es la principal y conduce de la capital de Guatemala hacia la cabecera municipal; su distancia es de 31 kilómetros, es asfaltada y de doble vía; existen otras vías de acceso como es la carretera asfaltada hacia Ciudad Quetzal por donde se llega a San Raymundo y luego al municipio de San Juan, es de resaltar que este es el recorrido más largo. Además está el acceso siempre por la carretera hacia Ciudad Quetzal pero se pasa por las aldeas de Lo de Mejía y Sajcavilla, cuenta con un tramo de terracería.

La aldea Comunidad de Ruiz se encuentra ubicada aproximadamente a 4 kilómetros del casco urbano siempre por la carretera RN-5 con dirección al municipio de San Raymundo.

### **1.1.8.2 Tipología de las viviendas**

La mayoría de las casas está construida con mampostería de mixto block, cubiertas de lámina galvanizada, con piso de cemento, hay también con paredes de madera y piso de tierra pero en porcentaje menor.

### **1.1.8.3 Servicios públicos**

La comunidad tiene los siguientes servicios: escuela primaria, centro de salud privado, iglesia católica y evangélica.

## **1.2 Aspectos socioeconómicos**

### **1.2.1 Agrícola**

San Juan es un municipio donde la producción agrícola absorbe el mayor porcentaje de la población. También es de mencionarse que los suelos del municipio se prestan para desarrollar tal actividad. Entre los principales cultivos se pueden mencionar: maíz, frijol, legumbres, café, tomate y frutas.

### **1.2.2 Pecuaria**

Respecto de la producción de ganado, puede afirmarse que es muy poca, pues parte de los habitantes, específicamente las mujeres e infantes se dedican a la producción de gallinas, patos y aves de corral, la cual se ha desarrollado con énfasis en el consumo familiar; algunos pobladores en los últimos años se han organizado y capacitado para la venta local y otras aldeas.

### **1.2.3 Forestal**

Esta actividad, por las condiciones que presenta el municipio en cuanto la existencia de árboles del tipo coníferas y cercanía a la ciudad capital, se ha desarrollado la extracción del pino para la industria de la construcción y mueblería, es por ello que el paisaje del municipio con el transcurrir de los años se ha visto afectado.

#### **1.2.4 Agroindustria**

A San Juan Sacatepéquez se le denomina “La Tierra de las Flores” por su alta producción de flores las cuales son vendidas en la cabecera municipal, la ciudad capital, el interior de la República, Centro América y también en Estados Unidos y Europa.

##### **1.2.4.1 Tapicería**

Es otra de las actividades en que se distingue el pueblo. Se producen muebles de finos acabados de sala, comedor y cocina, vendidos en el municipio, la ciudad capital, el interior de la República, y también ya tienen mercado en Centro América, Estados Unidos y Sur América.

##### **1.2.4.2 Tejidos**

Los tejidos son elaborados en su mayoría por la mujer adulta, son hechos en casa y por lo general se distribuyen en el mismo pueblo. Existen varios telares de estilo antiguo y telares pequeños manuales, los que utilizan en su mayoría las mujeres para elaborar las telas de sus trajes típicos, como güipiles, fajas, tapados, cargadores, gorros de niños y otros.

##### **1.2.4.3 Artesanías**

Esta actividad es desarrollada en mayor cantidad en el área rural, en la cual se dedican los pobladores a la producción de: productos de caña de castilla (canastos, persianas), productos de barro cocido (comales, accesorios para la cocina) y la pirotecnia.

### **1.2.5 Lugares de atracción turística**

Por ser un pueblo de belleza natural, cuenta con algunos lugares de atracción turística, entre los cuales se pueden mencionar: Villa Lourdes, La Concepción, Centro recreativo y balneario Vista Bella, el Bucarito, El Pilar, la Viña, Ocaña, La Laguneta de San Miguel, río Grande o Motagua y otros. También se puede mencionar a la cabecera municipal en su feria titular, por la solemnidad de sus procesiones religiosas, actividades socio-culturales y por la típica y vistosa indumentaria de sus mujeres, hombres y niños, conservándose como autóctono.

### **1.2.6 Etnia, religión y costumbres**

La población es predominantemente indígena, con número considerable mestiza; el idioma es el cakchiquel y castellano. Profesan la religión católica o evangélica y se practican costumbres como: la cofradía, matrimonios (pedidas) entre otras.

### **1.2.7 Alfabetismo**

La comunidad cuenta con la infraestructura para educación en el sector 9: Preprimaria bilingüe (castellano y cakchiquel); en primaria está la Escuela Oficial Regional Comunidad de Ruiz (matutina) que cuenta con aproximadamente 550 alumnos, hay educación básica que la proporciona el Instituto Nacional de Educación básico Comunidad de Ruiz (vespertina), la población es de 450 alumnos. No cuentan con educación de diversificado, esta población y el complemento de la población primaria y básicos de la comunidad realiza sus estudios en la cabecera municipal por la cercanía a la misma.

### **1.2.8 Organización comunitaria**

La organización comunitaria está formada por miembros del Concejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) y la Cooperativa del servicio de agua potable existente.

### **1.3 Diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura**

De acuerdo con la investigación realizada y las encuestas efectuadas por la municipalidad, la priorización de las necesidades de la comunidad son:

#### **Servicio de agua potable**

En términos generales, puede decirse que población de la cabecera municipal de San Juan Sacatepéquez tiene acceso al agua potable conectada directamente a la vivienda. Pero la cobertura del servicio a nivel rural es baja; el servicio tiene dificultad en cuanto a la calidad y cantidad; en otros lugares no existe dicho servicio, teniendo que hacer uso de fuentes inapropiadas, la aldea Comunidad de Ruiz no es la excepción.

El déficit resultante tiene repercusiones en la salud y las condiciones de saneamiento ambiental que rodean a las comunidades, afectando principalmente a la población infantil con enfermedades parasitarias que son la principal causa de mortalidad.

## **Servicio de alcantarillado sanitario**

Actualmente la aldea Comunidad de Ruiz tiene una disposición inadecuada de las aguas servidas lo que ocasiona muchos problemas, principalmente porque estas aguas son dispuestas hacia las calles o a los terrenos alrededor de las viviendas, creando focos de contaminación y una apariencia desagradable en la aldea.

Respecto de otras necesidades, los representantes de la comunidad mantienen un dialogo con representantes municipales, organismos del Estado y organizaciones no gubernamentales, con el fin de encontrarles una solución.

## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz**

#### **2.1.1 Condiciones actuales**

Actualmente en la aldea Comunidad de Ruiz, operan dos sistemas de abastecimiento de agua. El primero (manantial) no abastece a toda la población, el segundo complementa al anterior y pertenece a una aldea aledaña llamada Loma Alta, pero el agua de este no puede ser ingerida. Por otra parte el problema se agudiza debido al crecimiento poblacional (proyección de 10,578 habitantes) en la aldea, ya que esta se encuentra situada aproximadamente a 4 kilómetros de la cabecera municipal, provocando la realización de ampliaciones en el sistema sin ninguna base técnica. Por todo lo anterior, el sistema de abastecimiento es obsoleto, por lo que la población recibe un servicio de agua irregular.

Siendo esta situación de alto riesgo para la salud de los habitantes ya que provoca enfermedades gastrointestinales de alto impacto, principalmente en los niños, quienes sufren en la mayoría de los casos la falta de este vital líquido.

## **2.1.2 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo y gravedad a la aldea Comunidad de Ruiz; beneficiando aproximadamente a 639 familias, actualmente.

El sistema propuesto está constituido por 904.49 ml. de conducción (bombeo), 11,637.54 ml red de distribución (gravedad), 3 cajas + válvulas de limpieza, 2 cajas rompe presión, 9 cajas + válvulas de control, 1 tanque de distribución de concreto reforzado (150 m<sup>3</sup>.) y conexiones de tipo predial

## **2.1.3 Fuentes de agua**

Por la magnitud del sistema es necesario tener por lo menos 2 fuentes: uno es el nacimiento de tipo acuífero libre con brote definido en ladera llamado El Tapanal, y la otra, es el pozo mecánico localizado en el sector 5 de la aldea.

### **2.1.3.1 Aforo de las fuentes de agua**

El método comúnmente utilizado para realizar este tipo de aforo es el volumétrico; por lo que en el aforo se utilizó un recipiente plástico de 58 litros de capacidad. La fecha de realización fue el 24 de septiembre del año 2,009, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla I. Aforo en el nacimiento El Tapanal**

<b>No. de aforo</b>	<b>Volumen en litros</b>	<b>Tiempo en segundos</b>
1	57.90	5.15
2	57.90	5.35
3	58	5.52
4	58	5.48
5	57.85	4.89

Con los volúmenes y tiempos promedio, se determinó el caudal de la fuente El Tapanal: 10.98 l/seg.

#### **2.1.4 Calidad del agua**

Es de suma importancia conocer las características del agua que se estará aprovechando para hacer el abastecimiento de este preciado líquido a una comunidad.

En Guatemala la norma de calidad de agua usada actualmente para análisis es la NORMA COGUANOR NGO 4010 y 29001, en la cual se contemplan con detalle los análisis que deben realizarse al agua para que califique como agua potable. En esta norma se especifica que el análisis que debe realizarse al agua para que sea potable, es el físico químico sanitario y un examen bacteriológico.

La fecha de toma de la muestra fue el 28 de enero de 2,010

#### **2.1.4.1 Examen bacteriológico**

El agua debe de estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario que son los que pueden transmitir enfermedades. El examen bacteriológico se realiza con el fin de detectar la presencia de gérmenes coliformes en el agua, ya que son sumamente dañinos para el ser humano.

Las muestras de agua presentada de la fuente El Tapanal que abastece el área de la aldea Comunidad de Ruiz, según los resultados de la tabla IV, indican que: “Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I; la Calidad bacteriológica no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua”

#### **2.1.4.2 Análisis físico-químico**

Con el análisis físico se determinan las características del agua que puedan ser percibidas por los sentidos, causando la aceptación o rechazo por parte del consumidor. Entre las principales características del agua a estudiar están el color, sabor, olor, potencial de Hidrógeno (PH) y temperatura, el cual es un parámetro que expresa la intensidad de las condiciones acidas o alcalinas de una solución; otro parámetro es la turbiedad, que se aplica cuando las aguas contienen materia en suspensión.

El análisis químico determina las cantidades de minerales y materia orgánica existente en el agua, que afectan la calidad. Es importante que estas concentraciones permanezcan dentro de los límites establecidos por las normas, para que no tengan efectos perjudiciales en la salud y sea agradable a los sentidos.

El resultado obtenido es el siguiente:

“Desde el punto de vista de la calidad física y química, el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua”

### **2.1.5 Levantamiento topográfico**

Es aquel, en el cual no se toma en cuenta la curvatura terrestre. En todo diseño de un acueducto es necesario previamente realizar un levantamiento topográfico, el cual será útil para la obtención de los planos topográficos y así obtener la localización tanto en planta, como elevación, de los puntos seleccionados en el terreno donde deberá ubicarse la línea de conducción, la red de distribución, tanque de distribución y en general, todos aquellos elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable.

El equipo utilizado fue el siguiente:

1 Teodolito marca WILD T1

1 Estadal de 4 m

1 Cinta métrica 50m

2 Plomadas 16onz.

1 Libreta topográfica

Estacas, clavos, martillo y pintura.

La topografía, según el uso a que se destine, se puede dividir en dos grandes grupos: los levantamientos planimétricos y los altimétricos.

### 2.1.5.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico es el que sirve para localizar en planta la línea de conducción, la red de distribución, las casas, así como la localización de detalles importantes. Para realizar este levantamiento se pueden utilizar varios métodos, tales como: conservación de azimut, deflexiones, etc. El más utilizado es el método de conservación de azimut que puede ser con una poligonal cerrada o abierta, la poligonal cerrada ofrece la ventaja de garantizar un buen levantamiento, ya que permite conocer el error de cierre, pero no siempre puede ser aplicado.

Se utilizó el método de conservación de azimut, haciendo radiaciones para localizar estructuras de importancia o el ancho de las calles.

### 2.1.5.2 Altimetría

El levantamiento altimétrico es el que sirve para obtener la representación vertical del terreno, proporcionando la altura de cada punto que se nivela referidos todos a un mismo nivel, el nivel de referencia es siempre un plano horizontal. Generalmente se les denomina trabajos de nivelación; existen varias formas diferentes de efectuar una nivelación, como nivelación simple, compuesta, taquimétrica, etc.

Se utilizó el método taquimétrico. Las diferencias de nivel, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$C_{po} = C_{EA} + HI - HM + 1/2K * \Delta H * \text{seno}(2 * \beta)$$

Donde:

$C_{po}$  = cota del punto observado

$C_{EA}$  = cota de la estación anterior

$HI$ = altura del instrumento

$HM$ = lectura del hilo medio

$\Delta H$ = diferencia de hilos (superior-inferior)

$\beta$ = ángulo vertical

**Esta información se presenta en la libreta topográfica en el apéndice 1, tabla VIII.**

### **2.1.6 Población actual y tasa de crecimiento**

La población actual que se beneficiará con el proyecto de abastecimiento de agua potable a la aldea Comunidad de Ruiz es de aproximadamente 3,834 habitantes (639 familias). Los datos de población que reporta el Instituto Nacional de Estadística (INE) respecto de la tasa de crecimiento del municipio es variable, para esta aldea se utilizará la tasa de crecimiento de 3.4%, valor recomendado por la Oficina Municipal de Planificación.

### **2.1.7 Período de diseño**

Se denomina así, al período durante el cual, un proyecto funcionará eficientemente, para poder atender la demanda. Para fijarlo se toma en cuenta:

La vida útil de los materiales

Crecimiento de la población

Comportamiento de la obra en sus primeros años

Posibilidad de ampliación del acueducto

Capacidad de la fuente

Normas de diseño de las instituciones

El período de diseño que recomiendan instituciones como la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) es de 20 años; esto no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, este seguirá funcionando pero empezarán a darse problemas de deficiencia, dependiendo de la tendencia de crecimiento de la población, del cuidado y mantenimiento que se le proporcione.

También se debe tomar en cuenta el tiempo que se lleva en realizar el diseño, gestión y ejecución de la obra por lo que se le agrega un año más, obteniendo 21 años para el período de diseño.

### **2.1.8 Población futura**

En el cálculo de la población futura se utilizó el método más recomendado que es el de incremento geométrico, en él se obtiene una proyección, que se aproxima al crecimiento real de la población, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a(1 + r)^n$$

Donde:

$p_f$ = población futura

$r$ = tasa de crecimiento de la población

$P_a$ = población actual

$n$ = período de diseño

De conformidad con los datos anteriores utilizando el método geométrico, se obtienen los siguientes resultados:

$$P_f = 1,644(1 + 0.034)^{21}$$

Donde:

$P_f = 3,318$  habitantes  $r = 3.40$

$P_a = 1,644$  habitantes  $n = 21$

Por lo que en 21 años en el área 2, habrá una población aproximada de 3,318 habitantes.

### **2.1.9 Criterios de diseño**

En el presente proyecto se aplicaron normas y criterios de: American Concrete Institute, Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios (ACI) 318-2002; Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales (INFOM-UNEPAR) 1,997 y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) Normas COGUANOR aplicables al proyecto y Normas ASTM que puedan aplicarse a materiales.

### **2.1.10 Dotación de agua**

Es la cantidad de agua asignada a una persona en un día para que supla sus necesidades básicas. Se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día).

Para asignar la dotación se deben considerar los siguientes factores:

- Clima
- Capacidad de la fuente
- Condiciones económicas de la población
- Nivel de vida y características de la población
- Tipo de sistema de abastecimiento de agua
- Factibilidad de disposición adecuada de aguas servidas
- Alfabetismo

Para fijar la dotación se consideran los estudios de la demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiese. A falta de estos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 40-60 L/hab/día.

Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60-90 L/hab/día.

Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera del domicilio: 60-120 L/hab/día.

En esta aldea, el clima es templado, la capacidad de las fuentes es limitada en relación con la magnitud de la población. Por tal razón se determinó la siguiente dotación:

Dotación = 100 L/hab/día

### **2.1.11 Factores de consumo**

Son factores que indican la variación en el consumo del agua de la población en relación con el día y hora máximos, también se puede decir que son valores que determinan un grado de seguridad y qué tan conservador se quiere ser con el cálculo del sistema.

#### **2.1.11.1 Factor día máximo**

El factor de día máximo (FDM) indica la variación del consumo diario con respecto del consumo medio diario; este factor según la UNEPAR está entre:

1.2 a 1.5 para una población < 1,000 habitantes, y

1.2 para una población > 1,000 habitantes.

El factor usado en este proyecto es de 1.2

### **2.1.11.2 Factor hora máximo**

El factor de hora máximo (FHM) indica la variación del consumo horario respecto del consumo medio diario, este factor según la UNEPAR está entre:

2 a 3 para una población < 1,000 habitantes, y

2 para una población > 1,000 habitantes.

El factor usado en este proyecto es de 2

### **2.1.12 Caudales de diseño**

En general la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua en calidad y cantidad, de tal manera que implica conocer las variaciones en los consumos de agua que ocurrirán para diferentes momentos durante el período de diseño previsto.

Las variaciones de consumo están relacionadas con los cambios estacionales, mensuales, diarios y horarios.

Estas variaciones pueden expresarse en función del caudal medio ( $Q_m$ ) ya que es bien sabido que en época de lluvia las comunidades demandan menores cantidades de agua que en época de verano, asimismo durante una semana cualquiera se observa que en forma cíclica ocurren días de máximo consumo. Más aún si se toma un día cualquiera, también resulta que los consumos presentan variaciones hora a hora, mostrándose horas de máximos y mínimos consumos.

Por lo anterior se pueden considerar los siguientes caudales:

- Caudal medio diario ( $Q_m$ )
- Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ )
- Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )
- Caudal de bombeo ( $Q_b$ )
- Caudal de vivienda ( $Q_v$ )
- Caudal de consumo por ramal ( $Q_r$ )
- Caudal instantáneo ( $Q_i$ )

### 2.1.12.1 Caudal medio diario

Es el promedio de los consumos medios diarios registrados durante el período de un año. Este puede obtenerse mediante un dato estadístico. De no ser así, entonces es necesario utilizar la expresión de caudal medio diario ( $Q_m$ ) como el producto de la dotación por la población futura, dividido entre el número de segundos que tiene un día. En este caso su dimensional es litros por segundo.

$$Q_m = \frac{(\text{Dotacion})(\text{Población futura})}{86,400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

Sustituyendo valores se tiene:

$$Q_m = \frac{(100 \text{ l/hab/día})(3318 \text{ hab})}{86,400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}} = 3.84 \text{ l/seg}$$

### 2.1.12.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción. Es el día de máximo consumo durante el registro de un año. Para las comunidades donde no se tienen datos de registro, el consumo máximo diario se obtiene incrementando del 20 al 50% el caudal medio diario. A este porcentaje de incremento, se le denomina Factor de Día Máximo (FDM), según inciso 2.11.1.1.

El FDM adoptado es de 1.2.

El caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ) se calcula mediante la fórmula:

$$Q_{md} = (Q_m)(FDM)$$

$$Q_{md} = (3.84 \text{ l/seg})(1.2) = 4.61 \text{ l/seg}$$

### 2.1.12.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o consumo máximo horario es conocido también como caudal de distribución, ya que es el que se utiliza para diseñar la red de distribución. Es la hora de máximo consumo, del día de máximo consumo, durante el registro de un año. Para las comunidades donde no se tienen datos de registro, el consumo máximo horario se obtiene incrementando del 200 al 250% el caudal medio diario. A este porcentaje de incremento, se le denomina Factor de Hora Máximo (FHM), según inciso 2.11.1.2.

El FHM adoptado es de 2.

El caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ) se calcula mediante la fórmula:

$$Q_{mh} = (Q_m)(FHM)$$

$$Q_{mh} = (3.84 \text{ l/seg})(2) = 7.68 \text{ l/seg}$$

#### 2.1.12.4 Caudal de bombeo

El caudal de bombeo es la cantidad de agua que debe conducirse desde el tanque de alimentación hasta el de distribución y depende de la cantidad de horas al día, que se conectará la bomba, esta oscila entre 8 a 18 horas al día dependiendo si el motor es diesel o eléctrico.

El caudal de bombeo se determina con la fórmula:

$$Q_b = Q_{md} \left( \frac{24}{T} \right)$$

Donde  $T$  = período de bombeo (horas)

La estimación o período de bombeo, debe realizarse tomando en consideración la capacidad de producción del pozo, es decir el caudal que puede ser explotado.

Para el diseño de la línea de conducción (impulsión) se tienen los siguientes datos:

$$T = 12 \text{ horas}$$

$$Q_{md} = 4.61 \text{ l/seg (área 2)}$$

$$Q_b = 4.61 \text{ l/seg} \left( \frac{24}{12} \right) = 9.22 \text{ l/seg}$$

#### 2.1.12.5 Caudal de vivienda

El caudal por vivienda ( $Q_v$ ) está dado por el caudal máximo horario entre el número de viviendas; se calcula así:

$$Q_v = \frac{Q_{mh}}{\text{No. viviendas}}$$

$$Q_v = \frac{7.68 \text{ l/seg}}{274 \text{ viviendas}} = 0.028 \text{ l/seg}$$

### 2.1.12.6 Caudal de consumo por ramal

El caudal de consumo por ramal ( $Q_r$ ) es el caudal de vivienda por el número de viviendas a servir y se determina así:

$$Q_r = Q_v(\text{No. viviendas})$$

### 2.1.12.7 Caudal instantáneo

El caudal instantáneo ( $Q_i$ ) es conocido también como caudal de uso simultáneo ya que es aquel que en determinado momento los usuarios hacen uso del servicio en forma simultánea. Se recomienda que en el diseño hidráulico de las tuberías de distribución se realice tomando en cuenta criterios de este caudal versus el caudal medio horario ( $Q_{mh}$ ), seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. Para el efecto se utiliza la expresión siguiente:

$$Q_i = k\sqrt{n-1}$$

Donde:

$Q_i$  = Caudal instantáneo, no menor de 0.20 l/seg

$k = 0.15$  para predial                       $k = 0.25$  para llenacántaros

$n$  = Número de conexiones o llenacántaros

En este caso se calculará para toda la red del área 2 que cuenta con 274 conexiones:

$$Q_i = 0.15\sqrt{274-1} = 2.48 \text{ l/seg}$$

### 2.1.13 Bases del diseño hidráulico del sistema de agua potable

A continuación se presenta el resumen de las bases de diseño hidráulico:

Tabla II. Bases del diseño hidráulico

<b>DATOS GENERALES</b>	
ALDEA	COMUNIDAD DE RUIZ
MUNICIPIO	SAN JUAN SACATEPÉQUEZ
DEPARTAMENTO	GUATEMALA
PROYECTO	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
FUENTES	1. MANANTIAL EL TAPANAL (10.98 L/s)
	2. POZO MECÁNICO (9.39 L/s)
SISTEMA	BOMBEO-GRAVEDAD
SERVICIO	PREDIAL
No. DE CONEXIONES TOTAL	639
POBLACIÓN ACTUAL TOTAL	3,834 HABITANTES
TASA DE CRECIMIENTO	3.40%
PERIODO DE DISEÑO	21 AÑOS
POBLACIÓN DE DISEÑO TOTAL	7,738 HABITANTES
DOTACIÓN	100/L/H/D
F.D.M.	1.2
F.H.M.	2
<b>LA RED DE DISTRIBUCIÓN ESTÁ DISEÑADA EN 2 ÁREAS</b>	
<b>DATOS COMPLEMENTARIOS</b>	
<b>ÁREA 1</b>	
No. DE CONEXIONES	365
POBLACIÓN ACTUAL	2,190 HABITANTES
CAUDAL MEDIO	5.12 L/S
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	6.14 L/S
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	10.24 L/S
<b>ÁREA 2</b>	
No. DE CONEXIONES	274
POBLACIÓN ACTUAL	1,644 HABITANTES
CAUDAL MEDIO	3.84 L/S
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	4.61 L/S
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	7.68 L/S

### 2.1.14 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico se divide en dos partes fundamentales: línea de conducción y red de distribución. Dependiendo de las condiciones en cada lugar (topográficas, ubicación de viviendas) y la parte que se esté diseñando del sistema, se puede utilizar la fórmula de Hazen & Williams en conducción y distribución (circuitos abiertos) y el método de Hardy- Cross en distribución (circuitos cerrados).

En este diseño se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, la cual se describe a continuación:

$$Hf = \frac{1743.81141 \times L \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$

Donde:

$Hf$  = pérdida de carga (m)

$L$  = longitud de tubería (m)

$Q$  = caudal (l/seg)

$C$  = rugosidad en la tubería (PVC=150)

$D$  = diámetro de tubería (pulg)

Despejando la incógnita “D” de la fórmula de Hazen-Williams; se obtiene el diámetro de la tubería a utilizar:

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 \times L \times Q^{1.85}}{Hf \times C^{1.85}}}$$

**Verificación de velocidad:** la velocidad que el fluido alcance, es importante para determinar que en la tubería no se forme sedimentación y no existan desgastes, la expresión es la siguiente:

$$V = 1.974 \frac{Q}{D^2}$$

Donde:

$V$  = velocidad (m/seg)       $Q$  = caudal (l/seg)       $D$  = diámetro de tubería (pulg)

#### **2.1.14.1 Generalidades básicas**

La solución propuesta consiste en la utilización de dos fuentes descritas en el punto 2.1.3 y 2.1.13. El agua de cada fuente será conducida por bombeo hacia su respectivo tanque de distribución, de donde se repartirá por ramales abiertos y conexiones prediales.

#### **2.1.14.2 Presiones y velocidades**

De conformidad con normas de la UNEPAR, las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías.

En la red de distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (m.c.a.) y la presión hidrostática máxima será de 80 m.c.a.

Las velocidades de diseño serán las siguientes:

Para conducciones: mínima = 0.60 m/seg y la máxima = 3.0 m/seg.

Para distribución : mínima = 0.60 m/seg y la máxima = 2.0 m/seg.

### **2.1.14.3 Tipos de tubería**

En los proyectos de acueductos intervienen las tuberías como elementos esenciales del sistema, por ello la selección de la misma debe hacerse atendiendo a los diversos factores que permitan lograr un mejor diseño, entre los factores están:

Caudal a conducir

Las condiciones en las que estará la tubería

Las presiones a las que estará sometida la misma.

En el presente proyecto se usará mayormente el tipo de tubería PVC (cloruro de polivinilo) con capacidad de 160 PSI hasta 315 PSI; la tubería HG (hierro galvanizado) se utilizará en la succión (pozo mecánico) y en lugares en que la misma no puede enterrarse adecuadamente (suelo rocoso).

#### **Tubería de PVC**

La tubería de PVC (Cloruro de Polivinilo) se fabrica mediante la plastificación de polímeros, siendo el cloruro de polivinilo la materia prima. Es el que más se emplea en la actualidad debido a sus características:

Económico

Facilidad de instalación y transporte

Inerte a agentes corrosivos

Capacidad hidráulica

Durable

El PVC no debe dejarse expuesto, y el hecho de que no requiera ser pintado y que pueda reciclarse, implica un costo bajo de mantenimiento y un menor impacto ambiental.

Su coeficiente de rugosidad (  $C$  ) es de = 150

## Tubería de hierro galvanizado

Al hierro galvanizado (H.G.) algunos le llaman acero galvanizado, pues su fabricación se hace por medio del templado del acero, sistema que permite obtener una tubería de gran resistencia a los impactos y de gran ductilidad.

Mediante el proceso de galvanizado se le da un recubrimiento de zinc interior y exteriormente para darle protección contra la corrosión. En relación con sus características, esta tubería es recomendable instalarla superficialmente, ya que presenta una resistencia a los impactos mucho mayor que cualquier otra; pero no resulta conveniente su instalación enterrada en zanja, debido a la acción agresiva de los suelos ácidos.

Su coeficiente de rugosidad ( C ) es de = 100

### 2.1.15 Componentes del sistema

A continuación se presentan los componentes del sistema hidráulico:

Tabla III. Componentes del sistema hidráulico

CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN
		<b>CONDUCCIÓN (BOMBEO)</b>
904.49	METRO LINEAL	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
1	UNIDAD	CAJA + VÁLVULA DE LIMPIEZA
		<b>DISTRIBUCIÓN (GRAVEDAD)</b>
11637.54	METRO LINEAL	RED DE DISTRIBUCIÓN
2	UNIDAD	CAJAS ROMPE PRESION + V.F.
2	UNIDAD	CAJA + VÁLVULA DE LIMPIEZA
9	UNIDAD	CAJAS + VÁLVULA DE CONTROL
639	UNIDAD	CONEXIONES DOMICILIARES
1	UNIDAD	TANQUE DISTRIBUCIÓN 150 M3.(CONCRETO REFORZADO )

### **2.1.15.1 Captación**

Esta obra se construye con fines de recolectar el agua de la fuente o nacimiento. La estructura se compone de un filtro que se construye de piedra bola, grava y arena de río, un rebalse que mantendrá la presión atmosférica, un desagüe para limpieza, una pichacha en la salida de la tubería para la conducción y una tapadera con sello sanitario para la inspección.

La caja se construye con mampostería de piedra bola y deberá protegerse con una cuneta para evitar el ingreso de corrientes pluviales, finalmente con un cerco perimetral, para evitar el ingreso de personas y animales.

Los componentes de la captación son básicamente:

1. Cuneta
2. Filtro de grava y arena
3. Entrada de agua
4. Tapadera
5. Rebalse
6. Válvula de pila
7. Caja de captación
8. Caja de válvula
9. Llave de compuerta
10. Salida de agua, tubo PVC de  $\varnothing = 1 \frac{1}{2}$ "

### **2.1.15.2 Línea de conducción**

Es el conjunto de tuberías que se instala desde la captación al tanque de distribución y está diseñada para trabajar bajo presión. Las conducciones pueden ser por gravedad o bombeo, dependiendo la ubicación de las fuentes.

En este caso, el sistema de abastecimiento de agua potable comprende de dos conducciones, ambas por bombeo:

1. Conducción El Tapanal (existente)
2. Conducción sector 5

### **2.1.15.3 Bombeo**

La bomba de impulsión de agua está instalada en el tanque de alimentación si se refiere a la fuente El Tapanal, donde se conducirá al tanque de distribución del mismo nombre y dentro del pozo mecánico en la fuente del sector 5, donde se conducirá al tanque de distribución ubicado en el sector 3.

Es importante mencionar que en la línea de conducción, específicamente, para el cálculo de la potencia de la bomba, se tomó la población futura hasta 5 años ya que el período de vida útil del motor y la bomba, es de 5 años; para el diseño del diámetro de tubería se podrá observar que se utilizó el período de diseño de 21 años.

### **2.1.15.4 Línea de impulsión**

#### **R-72.2 a R-26.5**

R-72.2, cota 826.07 m.

R-26.5, cota 905.99 m.

Longitud de diseño = 904.49 m.

Caudal ( $Q_b$ ) = 5.40 l/seg

Diferencia de nivel = 79.92 m.

Datos del pozo:

Producción = 9.39 l/seg

Nivel estático = 99.08m.

Nivel dinámico = 216.16m.

Ubicación de bomba = 234.45m.

### **Diámetro económico:**

$$D_{imp} = 1.8675\sqrt{Qb}$$

Para  $Qb = 5.40$  l/seg (población futura hasta 5 años)

$$D_{imp} = 1.8675\sqrt{5.4} = 4.34 \text{ pulg.}$$

Para  $Qb = 9.22$  l/seg (población futura 21 años)

$$D_{imp} = 1.8675\sqrt{9.22} = 5.67 \text{ pulg.}$$

Se verifican los diámetros comerciales inferior y superior, y la velocidad:

$$V = \frac{1.974Qb}{D^2} = \frac{1.974(5.40)}{4.154^2} = 0.62 \text{ m/seg}$$

$$V = \frac{1.974(9.22)}{4.152^2} = 1.05 \text{ m/seg}$$

Para la conducción, de flujo en la tubería se recomienda que la velocidad esté dentro del rango 0.60m/seg-3m/seg.

Se usará tubería de PVC  $\emptyset$ comercial= 4pulg. ( $\emptyset$ interior= 4.152pulg), ya que como se puede observar con ambos caudales, la velocidad del flujo cumple.

### **Carga dinámica total**

Es la suma de todas las pérdidas que afectan la impulsión del agua al tanque de distribución. Se encuentra por medio de:

$$CDT = hf + hs + hi + hv + hm$$

Donde:

$CDT$  = Carga Dinámica Total

$hf$  = Pérdida debida a la fricción

$hs$  = Pérdida de succión

$h_i$  = Pérdida de impulsión

$$h_v = \text{Pérdida por velocidad} = \frac{v^2}{2g}$$

$$h_m = \text{Pérdidas menores} = k \frac{v^2}{2g}; \text{ donde } k = 8.2$$

Los cálculos son :

$$h_f = h_{f_{\text{succión}}} + h_{f_{\text{impulsión}}}$$

$$h_{f_{\text{succión}}} = \frac{1743.81141 \times 234.45 \times 5.40^{1.85}}{4.026^{4.87} \times 100^{1.85}} = 1.91 \text{ m}$$

$$h_{f_{\text{impulsión}}} = \frac{1743.81141 \times 904.49 \times 5.40^{1.85}}{4.154^{4.87} \times 150^{1.85}} = 3.27 \text{ m}$$

$$h_f = 1.91 + 3.27 = 5.18 \text{ m}$$

$$h_s = 213.42 \text{ m}$$

$$h_i = 79.92 \text{ m}$$

$$h_v = \frac{0.62^2}{2 \times 9.81} = 0.02 \text{ m}$$

$$h_m = 8.2 \frac{0.62^2}{2 \times 9.81} = 0.16 \text{ m}$$

$$\mathbf{CDT} = 5.18 + 213.42 + 79.92 + 0.02 + 0.16 = 298.70 \text{ m}$$

#### 2.1.15.4.1 Potencia de la bomba

Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la fórmula:

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

Donde:

e = eficiencia de la bomba ( 0.60 )

$$Pot = \frac{298.70 * 5.4}{76 * 0.60} = 35.37 \text{ HP, potencia de bomba a utilizar} = 40 \text{ HP}$$

## Golpe de ariete

El golpe de ariete es un término que se utiliza para describir el choque producido por una súbita disminución en la velocidad del fluido. En una tubería, al cerrar una válvula, es el tiempo que tarda la onda de presión en viajar aguas arriba hasta la salida de la tubería y volver aguas abajo hasta la válvula.

Al cerrar la admisión de agua con una válvula se origina el golpe de ariete positivo y cuando se abre la admisión de agua se crea el golpe de ariete negativo.

El golpe de ariete o sobrepresión expresada en metros columna de agua (mca) se determina con la siguiente fórmula:

$$G.A. = \frac{145V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Et * e}}}$$

Donde:

$G.A.$  = Golpe de ariete o sobre presión (mca)

$V$  = Velocidad del agua en la tubería (m/seg)

$Ea$  = Módulo de elasticidad del agua = 20670 kg/cm<sup>2</sup>

$Et$  = Módulo de elasticidad de la tubería PVC = 28100 kg/cm<sup>2</sup>

$D$  = Diámetro interno de la tubería (cm)

$e$  = Espesor de la tubería PVC (cm)

Los cálculos son:

$$G.A. = \frac{145(0.62)}{\sqrt{1 + \frac{20670 * 10.08}{28100 * 0.63}}} = 25.84 \text{ m}$$

### **Caso crítico**

La presión total de la tubería a la salida del pozo se determina como sigue:

$$\text{Presión total} = h_i + h_{f_{\text{impulsión}}} + h_v + h_m + G.A.$$

$$\text{Presión total} = 79.92 + 3.27 + 0.02 + 0.16 + 25.84 = 109.21 \text{ m} \approx 160 \text{ PSI}$$

**Clase de tubería.** De acuerdo con el resultado anterior se debe instalar tubería con las siguientes características:

#### **R-72.2 a R-70.2**

Tubería PVC Ø 4 pulg ; 250 PSI

A partir de la boca del pozo hasta donde se indique, debe llevar esta clase de tubería, ya que se producirá una sobrepresión, la cual aumentará más, si se incrementa la potencia de la bomba.

#### **R-70.2 – R-26.5**

Tubería PVC Ø 4 pulg ; 160 PSI

### **Selección del tipo de la bomba**

Para los pozos profundos, se recomienda utilizar bomba centrífuga de tipo sumergible, aunque esto puede estar limitado por el diámetro de la camisa del pozo; cuando este es pequeño y no se pueda instalar el motor sumergible, se deberá colocar una bomba centrífuga con motor externo.

Se instalará una bomba sumergible eléctrica de acero inoxidable con capacidad para bombear hasta 984 pies = 300m de altura y producir 6 l/seg.

Las partes de la bomba sumergible se detallan a continuación:

1. Cabezal de descarga
2. Accesorios para enganche
3. Válvula de retención

4. Sujetador de rodamiento
5. Difusores
6. Impulsores
7. Carcasa de la bomba
8. Rejilla de succión
9. Bomba sumergible
10. Motor sumergible

#### **2.1.15.5 Red de distribución**

Se define como todos los elementos (tubos, accesorios, obras de arte y conexiones domiciliarias), que trabajando en conjunto como un solo sistema tendrán como objetivo abastecer de agua potable a cada vivienda.

La red de distribución se compone de:

- Tanque de distribución
- Tubería
- Accesorios
- Obras de arte

En este proyecto se contará con dos redes de distribución.

#### **2.1.15.6 Tanque de distribución**

El tanque de distribución tiene como objeto principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo, y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día. Además proporciona agua durante un período de tiempo cuando se suspende la conducción, debido a mantenimiento del sistema de bombeo o por correcciones en la tubería.

Los tanques de almacenamiento o distribución para proyectos de agua potable, generalmente se construyen con mampostería reforzada, concreto reforzado, concreto ciclópeo y acero (predomina en tanques elevados). Debido a los requerimientos de presión en la red de distribución, se proyectan tanques semienterrados, superficiales y elevados.

Los componentes del tanque son básicamente:

1. Entrada de agua, tubo PVC Ø 4 pulg
2. Caja de válvula
3. Clorador
4. Llave de compuerta
5. Tanque de concreto reforzado
6. Rebalse
7. Acceso
8. Ventilación
9. Salida de agua del rebalse
10. Salida de agua de limpieza

En este proyecto se cuenta con dos tanques ubicados estratégicamente ya que se recomienda que éstos se localicen lo más cerca posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía de la población y el mantenimiento de las presiones adecuadas.

**Volumen del tanque.** El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas la UNEPAR recomienda adoptar lo siguiente:

SISTEMA POR GRAVEDAD = 25% a 40% del consumo medio diario.

SISTEMA POR BOMBEO = 40% a 65% del consumo medio diario.

Para esta red de distribución se adoptará el 40% del consumo medio diario para el volumen del tanque y se calcula de la forma siguiente:

$$Vol = \frac{40\% * Qm * 86,400seg}{1000}$$

Donde:  $Vol = m^3/día$

$$Vol = \frac{0.40 * 3.84 * 86,400}{1000} = 132.71 m^3/día$$

Por lo que se diseñará un tanque semienterrado de concreto reforzado con volumen de  $160 m^3$ , tomando en cuenta una separación del nivel del agua y el techo del tanque para una adecuada ventilación. Las dimensiones serán las siguientes:

Ancho = 6.20 m

Largo = 9.20 m

Altura = 2.80 m

#### **2.1.15.6.1 Diseño estructural del tanque de distribución**

El tanque se construirá de concreto reforzado, ya que se tiene la restricción de área para la construcción del mismo, con ello se contribuye a optimizar el área para las diferentes instalaciones que se necesiten.

#### **2.1.15.6.2 Diseño de losa superior**

La estructura de cubierta se diseñará como una losa plana, las dimensiones de la losa serán 2.15 m. x 6.20 m.

## 1. Determinación del sentido de trabajo de la losa

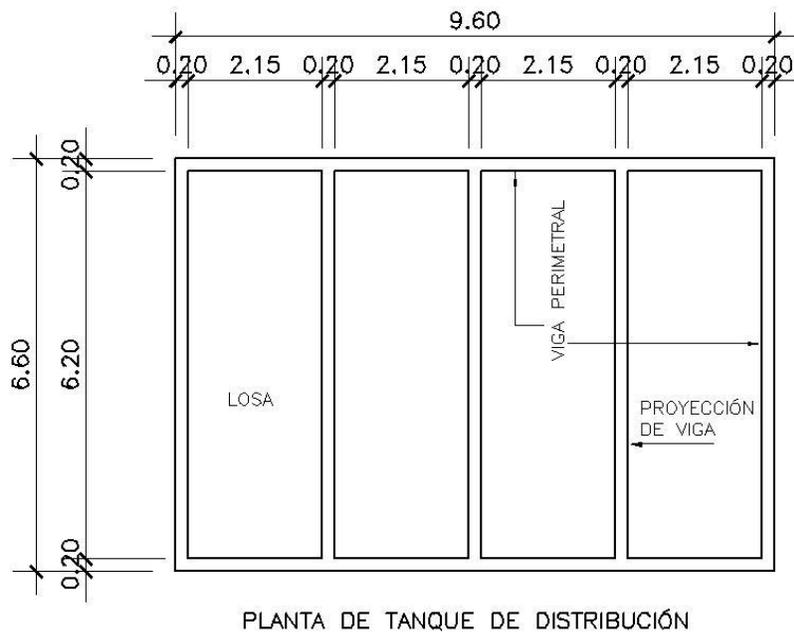
El cálculo del sentido en que trabaja la losa ( $m$ ) se determina por la relación entre lado menor y el lado mayor:

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

Sí  $m \leq 0.5$  ; trabaja en un sentido.      Sí  $m > 0.5$  ; trabaja en dos sentidos

$m = \frac{2.15}{6.20} = 0.35 < 0.5$ ; entonces la losa se diseñará en un sentido

Figura 3. Dimensiones de la losa superior del tanque de distribución



## 2. Espesor de losa

El espesor (  $t$  ) mínimo recomendado por ACI es 9 cm y el espesor máximo será de 15 cm para un diseño de losa plana de lo contrario se diseñará como una losa nervurada; se puede calcular de la siguiente forma:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{2(6.2)+2(2.15)}{180} = 0.093 \text{ m}$$

En este caso debido a que la losa trabaja en un sentido, puede chequearse además con la siguiente expresión:

$$t = \frac{l}{24}$$

Donde:  $l$  = lado corto

$$t = \frac{2.15}{24} = 0.09 \text{ m}$$

Por lo tanto en este caso se toma un espesor de 10 centímetros.

## 3. Integración de cargas

**Carga muerta ( CM )** : es el peso propio de la losa

$$CM = W_{\text{losa}} + \text{Sobrecarga}$$

$$W_{\text{losa}} = \gamma_c * t = (2400 \frac{kg}{m^2})(0.10 \text{ m}) = 240 \frac{kg}{m^2}$$

$$\text{Sobrecarga} = 60 \frac{kg}{m^2}$$

$$CM = 240 + 60 = 300 \frac{kg}{m^2}$$

**Carga viva ( CV ) :** son las cargas eventuales que podría tener la losa

$$CV = 100 \frac{kg}{m^2}$$

**Cargas últimas (  $W_u$  ):** es la suma de la carga muerta y viva, afectadas por factores de seguridad. El factor para la carga muerta es un 40% más y para la carga viva 70%.

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV$$

$$W_u = 1.4(300) + 1.7(100) = 590 \frac{kg}{m^2}$$

**Cálculo de momentos de diseño:** para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa se emplearán los coeficientes de momento del Código ACI (cuando las losas no excedan los 3m).

$$\text{Apoyo exterior e interior: } -M = \frac{1}{12} W_u l^2$$

$$\text{Centro de la luz: } +M = \frac{1}{14} W_u l^2$$

Donde:  $W_u$  = carga última;  $l$  = lado corto

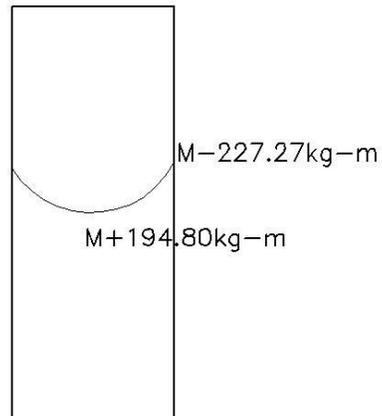
$$-M = \frac{1}{12}(590)(2.15)^2 = 227.27 \text{ kg} - m$$

$$+M = \frac{1}{14}(590)(2.15)^2 = 194.80 \text{ kg} - m$$

De acuerdo con los resultados anteriores, no es necesario un balanceo de momentos, en este caso se tomará el mayor para el diseño de la losa:

$$M = 227.27 \text{ kg} - m$$

**Figura 4. Diagrama de momentos de losa típica**



#### **4. Cálculo de acero de refuerzo**

Se deberá chequear los límites del área de acero según el Código ACI de la manera siguiente:

##### **Peralte efectivo de losa ( d ):**

$$d = t - r - \emptyset/2$$

Donde:  $r$  = recubrimiento;

$\emptyset$  = diámetro de varilla

$$d = 10 - 2.5 = 7.5 \text{ cm}$$

##### **Acero mínimo ( $A_{s_{min}}$ ) :**

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{14.1}{f_y} \right) bd$$

Donde:

$$f_y = \text{módulo de fluencia del acero} = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$b$  = banda de 1m = 100 cm de ancho

$d$  = peralte de la losa = 7.5 cm

Para las losas se utilizará:  $A_{s_{min}} = 0.40 \left( \frac{14.1}{f_y} \right) bd$

$$A_{s_{min}} = 0.40 \left( \frac{14.1}{2810} \right) (100)(7.5) = 1.51 \text{ cm}^2$$

**Acero por temperatura (  $A_{s_t}$  ) :**

$$A_{s_t} = 0.40 \left( \frac{14.1}{f_y} \right) bt$$

$$A_{s_t} = 0.40 \left( \frac{14.1}{2810} \right) (100)(10) = 2.01 \text{ cm}^2$$

**Acero requerido (  $A_s$  ) :**

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u b}{0.003825 f'_c}} \right] \frac{0.85 f'_c}{f_y}$$

Donde:

$$M_u = kg - m$$

$$A_s = \text{cm}^2$$

$$bd = \text{cm}$$

$$f'_c, f_y = \frac{kg}{\text{m}^2}$$

$$A_s = \left[ (100)7.5 - \sqrt{(100 * 7.5)^2 - \frac{227.27 * 100}{0.003825 * 210}} \right] \frac{0.85 * 210}{2810} = 1.21 \text{ cm}^2$$

**Acero máximo (  $A_{s_{max}}$  ) :**

$$A_{s_{max}} = 0.50 \left[ \frac{0.85 f'_c \beta}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090} \right] bd$$

Donde:

$$\beta = 0.85 ; \text{ si } f'_c \leq 280 \frac{kg}{\text{cm}^2} \text{ (depende de la resistencia del concreto)}$$

$$A_{s_{max}} = 0.50 \left[ \frac{0.85 * 210 * 0.85}{2810} * \frac{6090}{2810 + 6090} \right] 100 * 7.5 = 13.86 \text{ cm}^2$$

Chequeando los límites del área de acero:

$$A_{s_{min}} \leq A_s < A_{s_{max}}$$

$$1.51 \text{ cm}^2 \leq 1.21 \text{ cm}^2 < 13.86 \text{ cm}^2$$

### **Espaciamiento ( S ):**

Se propone usar refuerzo Ø3/8" (0.71 cm<sup>2</sup>) y  $A_{s_{min}}$

$$1.51 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = (0.71)(100) / 1.51 = 47.02 \text{ cm}$$

Chequear con el  $S_{max} = 3t$

$$S_{max} = 3 (10) = 30 \text{ cm}$$

En este caso puede utilizarse el espaciamento de 30 cm, pero se usará el de 25 cm.

Espaciamento por temperatura:

Se propone usar refuerzo Ø3/8" (0.71 cm<sup>2</sup>) y  $A_{s_t}$

$$2.01 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = (0.71)(100) / 2.01 = 35.32 \text{ cm}$$

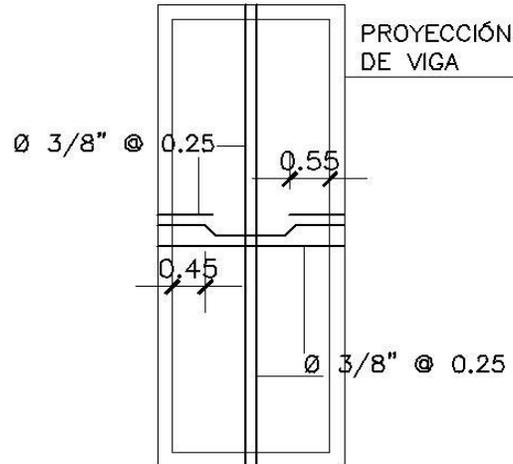
Como 35.32 > 30, puede utilizarse el criterio anterior: 25 cm

El refuerzo consistirá en colocar:

Sentido corto Ø3/8" @ 0.25 m.

Sentido largo acero por temperatura Ø3/8" @ 0.25 m.

Figura 5. Diagrama de refuerzo de losa típica



### 2.1.15.6.3 Diseño de viga principal

#### 1. Dimensionamiento de viga

Para llegar a dimensionar vigas, se lleva a cabo por medio de un pre-diseño en el cual estas dimensiones están sujetas a modificaciones según el tipo y magnitud de las cargas, métodos de diseño y la resistencia de los materiales. En este caso se usarán dos expresiones que calculan la altura (  $h$  ) de la viga, dependiendo de la luz que cubre, con un ancho (  $b$  ) aproximadamente igual a la mitad de la altura.

$$h = \frac{l}{18.5} \text{ (según ACI)}$$

$$h = l * 0.08$$

$$b = \frac{1}{2}h$$

Donde:

$l$  = luz libre de viga

$h$  = altura de viga

$b$  = ancho o base de viga

$$h = 6.20/18.5 = 0.34 \text{ m}$$

$$h = 6.20 * 0.08 = 0.50 \text{ m}$$

En este caso el promedio de los resultados anteriores es:

$$(0.34 + 0.50) / 2 = 0.42 \text{ m}$$

Entonces se usará:  $h = 0.40$

$$b = \frac{1}{2}(0.40) = 0.20\text{m}$$

## 2. Integración de cargas

Con la información de la integración de cargas de la losa y los resultados anteriores, se completará la siguiente expresión:

$$W_u = 1.7(W_{CV}) + 1.4(W_{CM} + P_p)$$

Donde:

$W_u$  = Carga última

$$W_{CV} = \frac{CV * A}{l} = \frac{100 * 13.33}{6.20} = 215 \text{ kg/m}$$

$$W_{CM} = \frac{CM * A}{l} = \frac{300 * 13.33}{6.20} = 645 \text{ kg/m}$$

$$P_p = bh\gamma_c = 0.20 * 0.40 * 2400 = 192 \text{ kg/m}$$

$$W_u = 1.7(215) + 1.4(645 + 192) = 1,537.30 \text{ kg/m}$$

**Cálculo de momentos de diseño:** para la determinación de los momentos positivos y negativos de la viga, se emplearán los coeficientes de momento del Código ACI.

$$\text{Apoyo exterior: } -M = \frac{1}{24} W_u l^2$$

$$\text{Centro de la luz: } +M = \frac{1}{14} W_u l^2$$

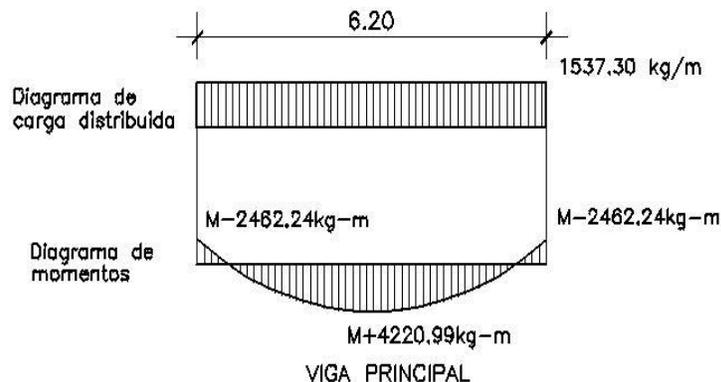
$$-M = \frac{1}{24} 1,537.30(6.20)^2 = 2,462.24 \text{ kg} - m$$

$$+M = \frac{1}{14} 1,537.30(6.20)^2 = 4,220.99 \text{ kg} - m$$

Para el diseño de acero de refuerzo de la cama superior de la viga debe tomarse el resultado del momento negativo y para la cama inferior, el resultado del momento positivo. En este caso se tomará el momento crítico para el diseño de acero de refuerzo para las dos camas de la viga:

$$M = 4,220.99 \text{ kg} - m$$

**Figura 6. Diagrama de momentos de la viga principal**



### 3. Diseño de refuerzo por flexión (longitudinal)

Datos que se utilizan para el cálculo de la viga:

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 4,220.99 \text{ kg} - \text{m}$$

$$d = h - r - \emptyset/2 = 40 - 3 = 37 \text{ cm}$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[ 20(37) - \sqrt{(20 * 37)^2 - \frac{4,220.99(20)}{0.003825(210)}} \right] \frac{0.85(210)}{2810} = 4.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \left( \frac{14.1}{2810} \right) 20 * 37 = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.50 \left[ \frac{0.85(210)0.85}{2810} * \frac{6090}{2810+6090} \right] 20(37) = 13.67 \text{ cm}^2$$

Chequeando los límites de área de acero:

$$A_{s_{min}} \leq A_s < A_{s_{max}}$$

$$3.71 \text{ cm}^2 \leq 4.75 \text{ cm}^2 < 13.67 \text{ cm}^2$$

Debe usarse el  $A_s = 4.75 \text{ cm}^2$

El área de acero de refuerzo corrido debe cumplir con los siguientes requisitos:

$$\text{CAMA SUPERIOR ( -M ) } \left\{ \begin{array}{l} A_{s_{min}} \\ 2 \text{ varillas} \\ 33\% A_s \text{ momento (-)} \end{array} \right.$$

$$\text{CAMA INFERIOR ( +M ) } \left\{ \begin{array}{l} A_{s_{min}} \\ 2 \text{ varillas} \\ 50\% A_s \text{ momento (-)} \\ 50\% A_s \text{ momento (+)} \end{array} \right.$$

De lo anterior se calcula:

CAMA SUPERIOR

$$A_{s_{\min}} = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$33\% A_s \text{ momento (-)} = 1.57 \text{ cm}^2$$

CAMA INFERIOR

$$A_{s_{\min}} = 3.71 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_s \text{ momento (-)} = 2.38 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_s \text{ momento (+)} = 2.38 \text{ cm}^2$$

El  $\emptyset$  propuesto es de 5/8" (1.98 cm<sup>2</sup>) y el armado será el siguiente según los resultados anteriores:

CAMA SUPERIOR = 2  $\emptyset$ 5/8" corridos + 1 bastón  $\emptyset$ 5/8"

CAMA INFERIOR = 2  $\emptyset$ 5/8" corridos + 1 riel  $\emptyset$ 5/8"

#### 4. Diseño de refuerzo por corte (transversal)

Calcular el corte actuante ( $V_a$ ):

$$V_a = \frac{(W_u * l)}{2}$$

Donde:

$W_u$  = carga última

$l$  = luz libre de viga

$$V_a = \frac{(1537.30 * 6.20)}{2} = 4,765.63 \text{ kg}$$

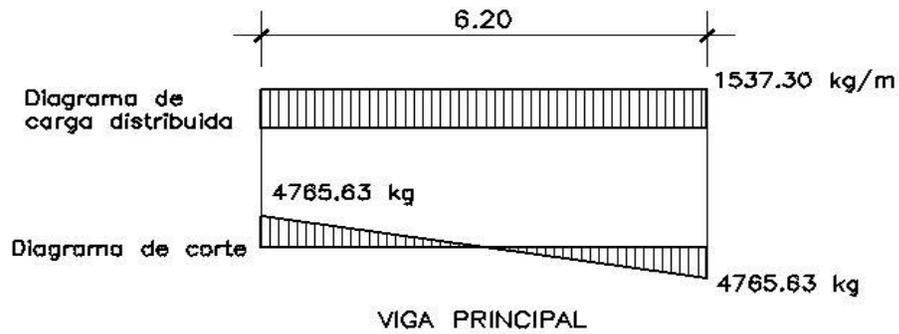
Calcular el corte que resiste el concreto ( $V_c$ ):

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b d$$

Donde:  $\phi = 0.85$

$$V_c = (0.85) 0.53 \sqrt{210} (20) (37) = 4,830.99 \text{ kg}$$

Figura 7. Diagrama de corte de la viga principal



Dependiendo del valor de corte en la viga, así será el espaciamiento (  $S$  ) de estribos.

Sí:

$$V_c \geq V_a ; \quad S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$V_c \leq V_a ; \quad S = \frac{2A_v f_y d}{V_s}$$

Donde:

$A_v$  = área de la varilla

$V_s$  = corte que falta por resistir;  $V_s = V_a - V_c$

Como  $V_c > V_a = 4,830.99 kg > 4,765.63 kg$

Entonces puede colocarse el refuerzo (estribos) con el espaciamiento máximo (  $S_{max}$  ); además se chequeará con la fórmula general:

$$S_{max} = 37/2 = 18.5 \text{ cm}$$

Se propone  $\varnothing 1/4"$  ( 0.32 cm<sup>2</sup>) y  $V_s = V_a$

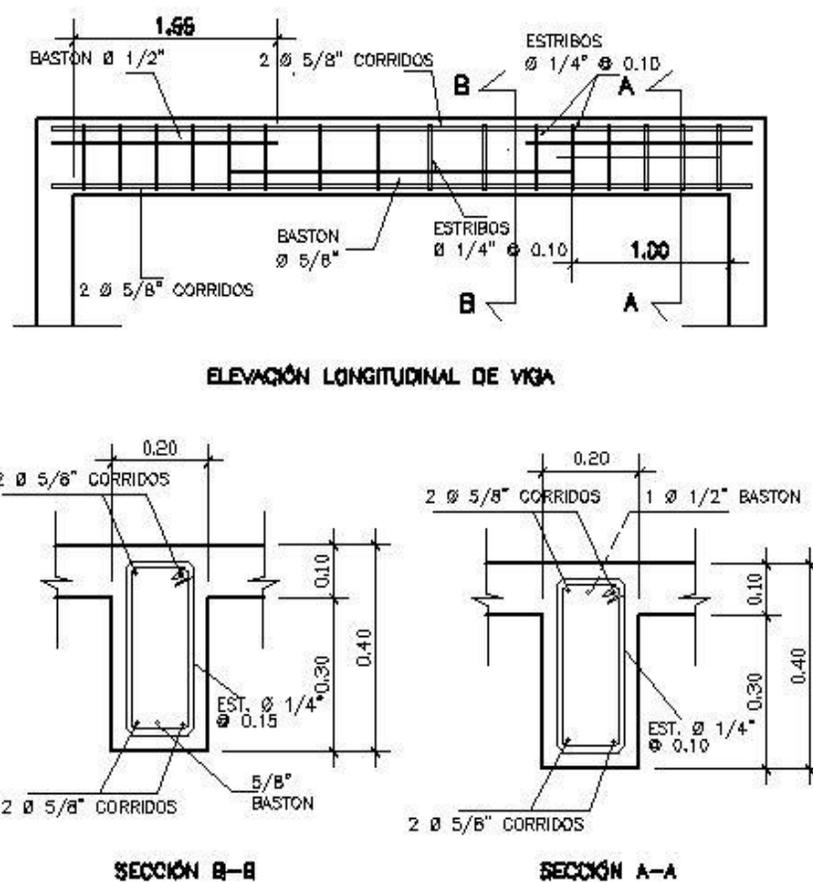
$$S = \frac{2(0.32)(2810)(37)}{4,830.99} = 13.77\text{cm}$$

El espaciamiento de estribos de acuerdo con el resultado anterior será el siguiente:

EXTREMOS (  $l/4$  ) =  $\varnothing 1/4"$  @ 0.10 m

PARTE CENTRAL =  $\varnothing 1/4"$  @ 0.15 m

Figura 8. Detalle del refuerzo de la viga principal



#### 2.1.15.6.4 Diseño de muro

Datos que se utilizan en los cálculos del muro:

Altura del nivel de agua = 2.50 m

Altura del muro de tanque = 2.80 m

Espesor de muro = 0.20 m

$\gamma_a$  = Peso específico del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>

$\gamma_c$  = Peso específico del concreto = 2400 kg/m<sup>3</sup>

$V_s$  = Valor soporte del suelo = 15000 kg/m<sup>2</sup>

$f'_c$  = Resistencia última del concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup>

$f_y$  = Módulo de fluencia del acero = 2810 kg/cm<sup>2</sup>

##### 1. Presión sobre el fondo

$$P = 1.4(P \text{ losa de techo} + P \text{ muros} + P \text{ losa de fondo} + P \text{ agua}) / A$$

Donde:

P = peso propio de la estructura

A = área de contacto de la estructura con el suelo

1.4= factor de seguridad

P losa de techo = (2.15\*6.20\*0.10\*4)+

$$(0.40*0.20*31.60)+(0.40*0.20*18.6) = 9.35 \text{ m}^3(2.40 \text{ ton/m}^3) = 22.44 \text{ ton}$$

$$P \text{ muros} = 0.20*2.80*31.60 = 17.70 \text{ m}^3(2.40 \text{ ton/m}^3) = 42.47 \text{ ton}$$

$$P \text{ losa de fondo} = 0.20*6.50*9.20 = 12.35 \text{ m}^3(2.40 \text{ ton/m}^3) = 29.64 \text{ ton}$$

$$P \text{ agua} = 2.50*6.20*9.20 = 142.60 \text{ m}^3(1 \text{ ton/m}^3) = 42.60 \text{ ton}$$

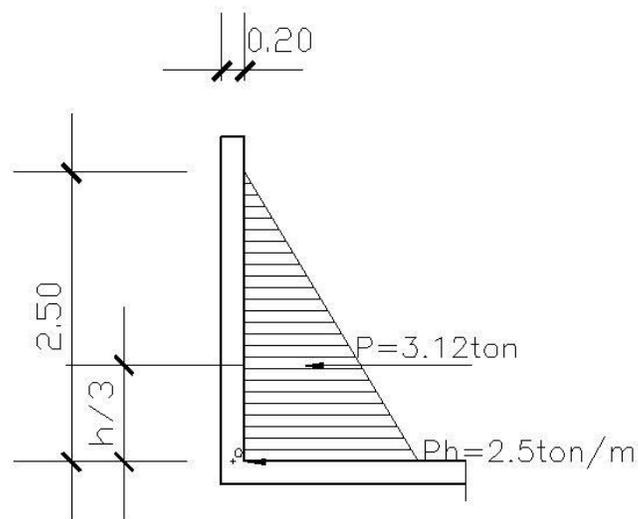
$$P = 1.4(22.44 + 42.47 + 29.64 + 142.60)/(6.60*9.60) = 5.24 \text{ ton/m}^2$$

$$P = 5.24 \text{ ton/m}^2 < 15 \text{ ton/m}^2 \quad \text{OK}$$

Como la presión en el fondo es menor que el valor soporte del suelo, se continúa con el análisis; en caso contrario se deberá aumentar el área de contacto de la estructura con el suelo.

## 2. Presiones en el muro

Figura 9. Diagrama de presiones actuantes sobre el muro



Cálculo de presiones horizontales a una profundidad h desde la superficie, utilizando un ancho unitario (1m) del muro:

$$P_h = b\gamma_a h$$

$$P_{2.50} = 1\text{m}(1\text{ ton/m}^3)(2.50\text{m}) = 2.50\text{ ton/m}$$

Cálculo de las cargas totales del diagrama de presión, se calcula como el área del diagrama de presión actuante en su centroide:

$$P = \frac{1}{2}P_h h$$

$$P = \frac{1}{2}(2.50\text{ ton/m})(2.50\text{m}) = 3.12\text{ ton}$$

### 3. Chequeo por corte

Corte actuante ( $V_a$ ) :

$$V_a = 1.7(P)$$

$$V_a = 1.7 (3.12 \text{ ton}) = 5.30 \text{ ton}$$

Corte que resiste el concreto ( $V_c$ ) :

$$V_c = (0.85)0.53\sqrt{210}(100)(12) = 8.16 \text{ ton}$$

$V_c > V_a = 8.16 \text{ ton} > 5.30 \text{ ton}$  ; Sí resiste el corte actuante

### 4. Cálculo del momento de diseño al pie del muro

$$M_u = 1.7\left(\frac{1}{3}hP\right)$$

$$M_u = 1.7 \left(\frac{1}{3}(2.50\text{m})3.12\text{ton}\right) = 4.42\text{ton} - \text{m}$$

### 5. Diseño de refuerzo

$$A_s = \left[ 100(12) - \sqrt{(100 * 12)^2 - \frac{4420 * 100}{0.003825(210)}} \right] \frac{0.85(210)}{2810} = 15.48 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.1}{2810}\right)(100)(12) = 6.02 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{max}} = 0.50 \left[ \frac{0.85(210)0.85}{2810} * \frac{6090}{2810 + 6090} \right] (100)(12) = 22.17 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_t} = 0.40 \left(\frac{14.1}{2810}\right)(100)(20) = 4.01 \text{ cm}^2$$

Chequeando los límites de área de acero:

$$A_{s_{min}} \leq A_s < A_{s_{max}}$$

$$6.02 \text{ cm}^2 \leq 15.48 \text{ cm}^2 < 22.17 \text{ cm}^2$$

Para refuerzo por flexión se debe usar:  $A_s = 15.48 \text{ cm}^2$  y se propone  $\emptyset 1/2''$  ( $1.27 \text{ cm}^2$ ).

Espaciamiento:

$$15.48 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = (1.27)(100)/16.30 = 8.20 \text{ cm}$$

Para refuerzo por temperatura, se tomará la siguiente separación:

$$4.01 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = (1.27)(100)/4.01 = 31.67 \text{ cm}$$

Con lo anterior se cubrió el refuerzo ( $A_s$ ) necesario para el momento máximo, a continuación se hará el mismo procedimiento de cálculo, para una profundidad ( $h$ ) = 1.60 m.

$$P_{1.60} = 1(1)(1.60) = 1.60 \text{ ton/m}$$

$$P = \frac{1}{2}(1.60)(1.60) = 1.28 \text{ ton}$$

$$M_u = 1.7 \left( \frac{1}{3}(1.6)1.28 \right) = 1.16 \text{ ton} - \text{m}$$

Para área de acero por flexión se utilizará el momento anterior, el resultado es el siguiente:  $A_s = 3.92 \text{ cm}^2$

Chequeando los límites de área de acero:

$$6.02 \text{ cm}^2 \leq 3.92 \text{ cm}^2 < 22.17 \text{ cm}^2$$

Debe usarse:  $A_{s_{min}} = 6.02 \text{ cm}^2$  y se propone  $\emptyset 1/2''$  ( $1.27 \text{ cm}^2$ )

$$6.02 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$1.27 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = (1.27)(100)/6.02 = 21.10 \text{ cm}$$

Según los resultados anteriores el armado de refuerzo será el siguiente:

A partir del piso del tanque hasta 0.90 m de altura

VERTICAL =  $\emptyset 1/2'' @ 0.075 \text{ m}$

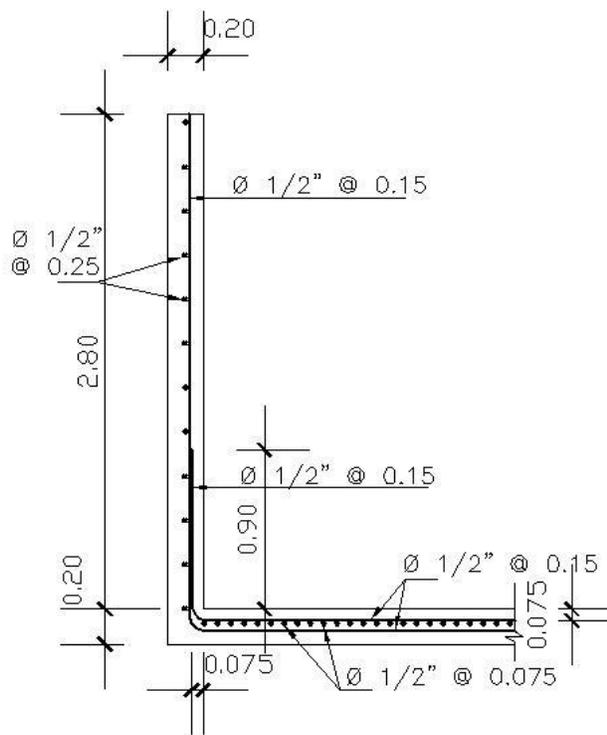
HORIZONTAL =  $\emptyset 1/2'' @ 0.25 \text{ m}$

A partir de 0.90 m del piso del tanque hasta 2.80 m

VERTICAL =  $\emptyset 1/2'' @ 0.15 \text{ m}$

HORIZONTAL =  $\emptyset 1/2'' @ 0.25 \text{ m}$

Figura 10. Detalle de refuerzo del muro



### **2.1.15.7 Diseño de la red de distribución del sistema**

Son las líneas o ramales que comienzan desde el tanque de distribución hasta los usuarios. Para el proyecto en estudio se adoptó el tipo de red por ramales abiertos, debido a las condiciones del lugar (topográficas, viviendas dispersas) y utilizando para su cálculo la fórmula de Hazen-Williams descrita en el inciso 2.1.14.

Los criterios básicos serán los siguientes:

El sistema que se utilizó en el proyecto es del tipo predial (un chorro por vivienda)

El diseño se hace con el caudal máximo horario ( $Q_{mh} = 7.68$  l/seg)

El caudal de distribución será variable ya que dependerá del número de viviendas que se encuentren en cada ramal, por lo cual se utilizará el caudal por vivienda ( $Q_v$ ) ó el caudal instantáneo ( $Q_i$ ) según sea el caso.

En cada nudo, el caudal de entrada es igual al caudal de salida (análisis por continuidad).

Las presiones dinámicas estarán entre 10 y 60 m.c.a. excepto donde se indique lo contrario.

Las velocidades en la red deben estar entre 0.60 y 2.0 m/seg.

En este proyecto se opta por la creación de dos redes de distribución, debido a la cantidad de habitantes en la aldea y por la ubicación de las fuentes; esto último origina la ubicación estratégica de los tanques de distribución.

## Diseño de la red de distribución del área 2

### TRAMO DE R-26.4 A R-28.6

Es importante mencionar que en este tramo no hay viviendas, pero luego se encuentra toda la red de distribución por lo cual debe analizarse tomando en cuenta todas las viviendas.

Según los cálculos anteriores se tiene lo siguiente:

274 conexiones domiciliarias

$$Q_{mh} = Q_r = 7.68 \text{ l/seg}$$

$$Q_v = 0.028 \text{ l/seg}$$

$$Q_i = 2.48 \text{ l/seg}$$

El caudal de diseño para la tubería será el caudal de consumo por ramal ( $Q_r$ ) ya que este es mayor que el caudal instantáneo ( $Q_i$ )

Coeficiente de Hazen-Williams para PVC ( $C$ ) = 150

La pérdida de carga ( $H_f$ ) máxima con la que se dispone en cada tramo, es la diferencia de cotas del terreno según topografía = ( $CT_i - CT_f$ ); en este caso es la siguiente:

$$H_f = 905.79 - 890.70 = 15.09 \text{ m (se toma siempre como positiva)}$$

Ahora se calculará la longitud de diseño ( $L_d$ ) en cada tramo, es prácticamente la hipotenusa (forma real del caminamiento); esta se forma con la diferencia de las cotas de terreno y la distancia horizontal según topografía =

$\sqrt{(CT_i - CT_f)^2 + (DH)^2}$ ; en este caso es la siguiente:

$$L_d = \sqrt{(905.79 - 890.70)^2 + (191.99)^2} = 192.58 \text{ m}$$

Ahora utilizando la ecuación de Hazen–Williams se determinará los diámetros teóricos (menor y mayor) y la pérdida de carga real:

$$D_{menor} = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 \times 192.58 \times 7.68^{1.85}}{15.09 \times 150^{1.85}}} = 2.52 \text{ pulg}$$

El cálculo del siguiente diámetro tiene que ver con la pérdida de carga que se necesita; en este caso se utilizará  $H_f = 1.00 \text{ m}$

$$D_{1.00} = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 \times 192.58 \times 7.68^{1.85}}{1.00 \times 150^{1.85}}} = 4.41 \text{ pulg}$$

Con los diámetros anteriores se selecciona el diámetro comercial y se calcula su respectiva pérdida. Más adelante se verificará la velocidad con éste diámetro comercial; si no cumple, debe proponerse otro.

Se propone tubería  $\phi_{comercial} = 4 \text{ pulg}$  ( $\phi_{interior} = 4.154 \text{ pulg}$ )

Cálculo de la pérdida real:

$$H_f = \frac{1743.81141 \times 192.58 \times 7.68^{1.85}}{4.154^{4.87} \times 150^{1.85}} = 1.34 \text{ m}$$

Verificación de velocidad:

$$V = 1.974 \frac{7.68}{(4.154)^2} = 0.88 \text{ m/seg}$$

$V_{min} \leq V \leq V_{max}$  ;  $0.60 \leq 0.88 \leq 2.00$ , sí cumple; entonces continúa

Determinación de cota piezométrica final (CPf) = CPi – Hf

$$CPf = 905.97 - 1.34 = 904.63 \text{ m}$$

Determinación de presión dinámica final (PDf) = CPf - CTf

$$PDf = 904.63 - 890.70 = 13.93 \text{ m.c.a.}$$

Determinación de presión estática final (PEf) = CTi - CTf

$$PEf = 905.99 - 890.70 = 15.29 \text{ m.c.a.}$$

Es importante mencionar que la presión está referenciada desde el inicio de la red de distribución; también puede ser referenciada desde la última caja rompedor.

### TRAMO DE R-39.6 A E-40

Datos básicos para el diseño

46 conexiones domiciliarias

$$Q_r = 1.29 \text{ l/seg}$$

$$Q_v = 0.028 \text{ l/seg}$$

$$Q_i = 1.01 \text{ l/seg}$$

El caudal de diseño para la tubería será el caudal por ramal ( $Q_r$ ) ya que este es mayor que el caudal instantáneo ( $Q_i$ )

La pérdida de carga ( $H_f$ ) máxima disponible en el tramo es la siguiente:

$$H_f = 864.11 - 867.18 = 3.07 \text{ m}$$

La longitud de diseño ( $L_d$ ) con los datos de topografía es la siguiente:

$$L_d = \sqrt{(864.11 - 867.18)^2 + (60.93)^2} = 61.01 \text{ m}$$

Ahora se determinará el diámetro teórico (menor), este se encuentra con la máxima pérdida en el tramo:

$$D_{menor} = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 \times 61.01 \times 1.29^{1.85}}{3.07 \times 150^{1.85}}} = 1.40 \text{ pulg}$$

Ahora se procede a calcular el diámetro teórico (mayor), este se encuentra con una pérdida razonable en el tramo; entonces se propone una  $H_f = 0.50$  m

$$D_{0.50} = \sqrt[4.87]{\frac{1743.81141 \times 61.01 \times 1.29^{1.85}}{0.50 \times 150^{1.85}}} = 2.04 \text{ pulg}$$

Se propone tubería  $\phi_{comercial} = 1\frac{1}{2} \text{ pulg}$  ( $\phi_{interior} = 1.754 \text{ pulg}$ )

Cálculo de la pérdida con el diámetro propuesto:

$$H_f = \frac{1743.81141 \times 61.01 \times 1.29^{1.85}}{1.754^{4.87} \times 150^{1.85}} = 1.04 \text{ m}$$

Verificación de velocidad:

$$V = 1.974 \frac{1.29}{1.754^2} = 0.83 \text{ m/seg}$$

$0.60 \leq 0.83 \geq 2$  ; sí cumple entonces continuamos

Determinación de cota piezométrica final:

$$CP_f = 899.24 - 1.04 = 898.20 \text{ m}$$

Determinación de presión dinámica final:

$$PD_f = 898.20 - 867.18 = 31.02 \text{ m.c.a.}$$

Determinación de presión estática final:

$$PE_f = 905.99 - 867.18 = 38.81 \text{ m.c.a.}$$

La presión está referenciada desde el inicio de la red de distribución.

**El resumen final del cálculo hidráulico de las 2 redes de distribución de la aldea Comunidad de Ruiz se encuentra en el apéndice 1, tabla IX.**

### 2.1.15.7.1 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias son las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. En éste proyecto básicamente sus elementos son: una llave de chorro lisa de bronce, una llave de paso, un niple de 5', un niple de 1', 2 adaptadores hembra, 2 codos de 90° todo de PVC de Ø 1/2" y una base de concreto de 1 metro por 0.20 m.

### 2.1.15.7.2 Obras hidráulicas

**Caja rompe presión.** Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo la presión en la línea de conducción o línea de distribución; evitando así la falla de la tubería y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos. Cuenta en la entrada con una caja a base de concreto reforzado, válvula de compuerta, tubería de desague y rebalse, y una pichacha en la tubería de salida.

**Válvula de limpieza.** Son aquellas que se ubican en las partes bajas en la línea de conducción o línea de distribución, con el propósito de extraer sedimentos que se pudieran depositar en estos puntos; para su instalación se requiere agregar una te a la red y de allí se conecta un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de concreto reforzado.

**Válvula de aire.** Estas válvulas tienen la función de permitir que se expulse automáticamente el aire acumulado en la tubería en sus puntos altos, para evitar así la formación de cámaras de aire comprimido, que bloquean el libre paso del agua. Estas válvulas irán colocadas en la línea de conducción por gravedad y protegidas por una caja de concreto reforzado.

**Válvula de control.** Su función principal es aislar en un determinado momento una sección de tubería, permitiendo de esta manera verificar la tubería ya sea por un problema o mantenimiento, es una válvula de compuerta que se instala directamente en las líneas principales de la red de distribución y otros puntos estratégicos en el sistema.

### **2.1.16 Sistema de desinfección**

Desinfección: es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

La filtración es un método físico, aunque por sí sólo no garantiza la calidad de agua. Por ebullición es otro método que destruye gérmenes nocivos que suelen encontrarse en el agua; los rayos ultra violeta es otro método pero tienen muy alto costo.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo éste último el más recomendado.

**Cloración.** Es el proceso que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipoclorito de calcio o tabletas de tricloro). Este método es el de más fácil aplicación y el más económico.

**Dosificación de tricloro.** Según la norma Coganor 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir 2mg/lit.

**Tabletas de tricloro.** Es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90% y un 10% de estabilizador, el peso de la tableta es de 300 gr y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

**Alimentador automático de tricloro.** Es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, lo que depende caudal requerido para el proyecto.

Entre los derivados del cloro se eligieron las tabletas a través del alimentador automático, dado que este método es mucho más económico en cuanto a su costo y operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas cloro que es otra opción en el mercado. Para determinar la cantidad de tabletas para colorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es la siguiente:

$$G = \frac{D * M * D}{\%Cl}$$

Donde

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = Qm\*86400seg

D = número de días que durará el tricloro

%Cl = concentración de cloro

Para este proyecto se determina la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un periodo de 15 días.

M= 3.84 l/seg\*(86,400seg)= 331,776 l/día

$$G = \frac{0.002 * 331,776 \text{ l/día} * 15\text{días}}{0.90} = 11,059.20 \text{ gr.}$$

Para calcular la cantidad de tabletas se procede así:

$11,059.20\text{gr}/300\text{gr}=36.86$ , aproximadamente 37 tabletas cada 15 días, para lo cual se utilizará un alimentador automático modelo 50 GPD.

**Instalación del alimentador automático de tricloro.** La instalación de este tipo de sistema de cloración debe hacerse en función del diámetro de la tubería de impulsión, en este caso es de 4" y el alimentador se coloca en paralelo con la línea de impulsión.

### 2.1.17 Presupuesto del sistema de agua potable

El presupuesto se integró de la siguiente manera:

- 1. Planilla de materiales, herramienta y equipo:** en este listado se integraron las unidades o diferentes renglones proyectados, con los materiales de construcción, tubería accesorios y materiales de ferretería respectivos. Además, se realizó un cálculo global de la herramienta y equipo considerado, tomando como referencia los precios de la región.
- 2. Resumen de presupuesto por renglones:** en este se consignó la mano de obra calificada, mano de obra no calificada con relación al salario el lugar, total de materiales, transporte de los mismos y la suma de estos renglones para cada una de las unidades proyectadas, más el total de herramientas y equipo, para obtener el total de costos directos. Después, se establecieron los costos indirectos que comprenden: gastos administrativos, legales, imprevisto, supervisión técnica y utilidad, equivalentes al 35%.
- 3. Cronograma de ejecución:** este cronograma constituye una distribución de tiempos para realizar cada una de las diferentes unidades de trabajo que integran el proyecto que incluyen, tanto los tiempos de construcción de las diferentes obras, como los tiempos de traslado y transporte de materiales y los tiempos atribuidos a limpieza, excavación y relleno. También están contempladas, las unidades de personal necesarias para la realización de cada una de las obras.

**Tabla IV. Presupuesto del sistema de agua potable**

<b>PRESUPUESTO</b>				
LINEA IMPULSIÓN + LINEA DE DISTRIBUCIÓN + TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE				
DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ,				
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	COSTO
Excavación para asentar línea de impulsión (Ancho 0.40m. Profundidad 0.80 m)	904.49	ml.	Q 10.25	Q 9,271.02
Relleno (Debidamente compactado con material selecto)	904.49	ml.	Q 35.50	Q 32,109.40
Tubería PVC 4" 250 PSI	78.37	ml.	Q 81.50	Q 6,387.16
Tubería PVC 4" 160 PSI	826.12	ml.	Q 56.70	Q 46,841.00
Caja + válvula de limpieza	1	u.	Q 2,510.00	Q 2,510.00
Excavación para asentar línea de distribución (Ancho 0.40 m, Profundidad 0.80m)	11078.52	ml.	Q 10.25	Q 113,554.83
Excavación para asentar línea de distribución (suelo con piedra aislada).	559.02	ml.	Q 30.75	Q 17,189.87
Relleno (Debidamente compactado con material selecto)	11637.54	ml.	Q 35.50	Q 413,132.67
Tubería PVC 4" 160 PSI	2418.08	ml.	Q 73.15	Q 176,882.55
Tubería PVC 3" 160 PSI	512.64	ml.	Q 49.70	Q 25,478.21
Tubería PVC 2 1/2" 160 PSI	225.14	ml.	Q 36.45	Q 8,206.35
Tubería PVC 2 " 160 PSI	469.53	ml.	Q 25.05	Q 11,761.73
Tubería PVC 1 1/2" 160 PSI	1869.34	ml.	Q 20.15	Q 37,667.20
Tubería PVC 1 1/4" 160 PSI	339.64	ml.	Q 18.40	Q 6,249.38
Tubería PVC 1 " 160 PSI	3682.06	ml.	Q 16.55	Q 60,938.09
Tubería PVC 3/4 " 250 PSI	1364.29	ml.	Q 13.55	Q 18,486.13
Tubería PVC 1/2" 315 PSI	756.82	ml.	Q 11.85	Q 8,968.32
Caja rompe presión 1 m3.	2	u.	Q 6,264.00	Q 12,528.00
Caja + válvula de limpieza	2	u.	Q 2,510.00	Q 5,020.00

**Continuación tabla IV**

Caja y válvula de control 4" + válvula de flote.	2	u.	Q 2,535.00	Q 5,070.00
Caja y válvula de control 3" + válvula de flote.	1	u.	Q 2,340.00	Q 2,340.00
Caja y válvula de control 2" + válvula de flote.	2	u.	Q 2,145.00	Q 4,290.00
Caja y válvula de control 1 1/2" + válvula de flote.	4	u.	Q 1,950.00	Q 7,800.00
Demoler tanque existente de concreto ciclópeo (40m3.) + limpieza	1	global	Q 18,500.00	Q 18,500.00
Tanque de distribución concreto reforzado, cajas e instalaciones (150 m3.)	1	u.	Q 219,550.00	Q 219,550.00
Acometida viviendas (Solo incluye tubería 1/2" hasta 6m.)	639	u.	Q 435.00	Q 277,965.00
Reparación pasos transversales de tubería en carretera (concreto asfáltico).	39.5	ml.	Q 128.50	Q 5,075.75
Alimentador automático de tricloro	2	u.	Q 6,550.00	Q 13,100.00
Equipo de bombeo sumergible de 40 HP	1	global	Q 203,284.47	Q 203,284.47
<b>Costo material y mano de obra calificada</b>				<b>Q 1,770,157.12</b>
Herramientas	1	global	Q 6,000.00	Q 6,000.00
Transporte	1	viajes	Q 80,000.00	Q 80,000.00
<b>Costo directo</b>				<b>Q 1,856,157.12</b>
Supervisión	1	global	Q 92,807.86	Q 92,807.86
Administración (impuestos, viáticos, etc.)	1	global	Q 185,615.71	Q 185,615.71
Utilidades	1	global	Q 278,423.57	Q 278,423.57
Imprevistos	1	global	Q 88,507.86	Q 88,507.86
<b>Costo indirecto</b>				<b>Q 645,354.99</b>
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>Q 2,501,512.11</b>

El proyecto asciende a la cantidad de:

**DOS MILLONES QUINIENTOS UN MIL QUINIENTOS DOCE CON 11/100**

**Tabla V. Cronograma de ejecución del sistema de agua potable**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																								
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ,																								
MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA																								
ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Instalación de equipo de bombeo sumergible	■																							
Excavación para asentar línea de impulsión	■	■																						
Relleno (Debidamente compactado con material selecto)		■	■	■																				
Tubería PVC 4" 250 PSI		■																						
Tubería PVC 4" 160 PSI		■	■																					
Caja + Válvula de limpieza			■																					
Excavación para asentar línea de distribución		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Excavación para asentar línea de distribución (suelo piedra aislada)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Relleno (Debidamente compactado con material selecto)			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 4" 160 PSI			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 3" 160 PSI				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 2 1/2" 160 PSI					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 2" 160 PSI						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 1 1/2" 160 PSI							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 1 1/4" 160 PSI								■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 1" 160 PSI									■	■	■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 3/4" 160 PSI											■	■	■	■	■	■								
Tubería PVC 1/2" 160 PSI													■	■	■	■								
Cajas y válvulas de control (diferentes diámetros)											■	■	■	■	■	■								
Demolición tanque existente de concreto ciclópeo (40m3.) + limpieza									■	■	■	■	■	■	■	■								
Tanque de distribución concreto reforzado + instalaciones (150m3.)											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Acometida viviendas (incluye llave chorro, paso y PVC 1/2" hasta 6 m.)											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Reparación pasos transversales de tubería en carretera de asfalto																			■	■				
Alimentador automático de tricloro																						■	■	■

### **2.1.18 Operación y mantenimiento**

Para poder sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable, es necesario contar, básicamente, con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado, como es un comité del agua electo democráticamente e integrado por personas que gocen de la credibilidad y confianza de los habitantes de la comunidad.

El comité debe estar legalizado y cumplir con el reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, establecido en el Acuerdo Gubernativo No. 293-82, de fecha 30 de septiembre de 1982.

En comunidades rurales como la aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez, Guatemala, la población es de escasos recursos y la tarifa que pueden pagar no es suficiente para amortizar la inversión para la construcción, que implica un proyecto de agua potable como el presente; por eso el comité del agua deberá gestionar ayuda ante instituciones gubernamentales y/o no gubernamentales, para la realización del mismo, así como utilizar los recursos recaudados a través de la tarifa, para sufragar los gastos de operación y mantenimiento del sistema.

El mantenimiento de un sistema de agua potable comprende una serie de acciones que se realizan con el objeto de prever daños o perjuicios en la red, obras hidráulicas o equipos; o para reparar los mismos cuando estos ya se han averiado. Esto es con la intención de garantizar un buen servicio y el funcionamiento del sistema.

El mantenimiento preventivo consiste en una serie de acciones planificadas que se realizan periódicamente para prevenir daños en el sistema; mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de cualquier avería ocasionada en la red, obras hidráulicas o equipos; dicho mantenimiento no puede programarse y, para poder hacerlo eficiente es necesario contar y disponer en cualquier momento del equipo y materiales en bodega del personal especializado y del transporte de los mismos.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable, es necesario contar con uno o dos fontaneros dedicados a estas labores y que deberán ser pagados con los fondos obtenidos de la tarifa mensual, las cuales servirán también para costear los gastos de herramienta y materiales necesarios y su transporte.

La propuesta es la siguiente:

1. Los fontaneros son los encargados del funcionamiento de la bomba sumergible, abrir y cerrar válvulas de control, llenado de tanques de distribución, empezando a las 5:00 a.m. y finalizando a las 5:00 p.m.
2. Vigilancia en la captación, pozo mecánico, tanques de almacenamiento, distribución y tubería principal del sistema por contaminación o daños al mismo.
3. Los aditivos y aceites que utiliza el generador serán cambiados siguiendo la recomendación del fabricante o en su defecto cada 3 meses, dependiendo del uso.

4. Según la casa distribuidora de la bomba de agua sumergible, debido a su alta eficiencia y mayor duración del equipo, recomienda la revisión una vez al año, y la utilización del manual que viene con el equipo para diagnosticar una posible falla.
5. Cuando el equipo requiera de una reparación mayor, debe ser realizada por personal técnico capacitado en equipos sumergibles, para así garantizar de nuevo su funcionamiento.
6. La cloración se efectuará al inicio y mitad de cada mes, alimentando el clorador con 37 tabletas de tricloro.
7. Mantenimiento (limpieza) del hipoclorador.
8. La captación, válvulas de limpieza, válvulas de control y caja rompedora deberán revisarse cada 4 meses y limpiarse si se encontrara con sedimentos o materia orgánica a su alrededor.
9. La limpieza del tanque de almacenamiento y distribución deberá efectuarse cada 6 meses.

### 2.1.19 Propuesta de tarifa por consumo

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento. Para esto se determinó una tarifa que cada una de las viviendas como usuarios debe cancelar, en función de los costos de combustible diesel, de operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva.

Esta tarifa será mensual y estará sujeta a los cambios de precios, de los insumos utilizados. Los precios utilizados corresponden al mes de mayo de 2010.

**Costo de combustible (C).** Este costo representa el gasto de combustible diesel para el funcionamiento de la bomba sumergible. El cálculo es el siguiente:

$$C = HP * 0.035 * H * Di * D$$

Donde:

HP = potencia del motor

H = número de horas diarias de funcionamiento del motor

Di = costo en quetzales por galón de diesel

D = número de días de funcionamiento

$$C = 40 \times 0.035 \times 6 \times 25 \times 30 = Q 6,300/\text{mensual}$$

En este proyecto se tiene además el costo de bombeo (40 HP) de la fuente El Tapanal, este funciona por medio de energía eléctrica y el costo promedio es de Q 7,000 /mensual.

$$C = 6,300 + 7,000 = Q 13,300 /\text{mensual}$$

**Costo de operación (O).** Este costo representa los pagos a los fontaneros (2), se supone el jornal a un precio de Q 50.00, a esto se le suma el 40% más del salario normal por prestaciones laborales (aguinaldo, bono 14, indemnización).

$$O = 2 * 50 * 1.40 * 30 \text{ (días)} = Q 4,200.00/\text{mensual}$$

**Costo de mantenimiento (M).** Este costo servirá para la compra de materiales del proyecto, en caso de que sea necesario, cambiar los ya instalados o para la ampliación de los mismos . Se estima como el 4 por millar del costo total aproximado de materiales del proyecto dividido el número de años del periodo de diseño.

$$M = \frac{0.004 * \text{costoproyecto}}{20}$$

$$M = \frac{0.004 * 2,501,512.11}{20} = Q500/\text{mes}$$

**Costo de tratamiento (T).** Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de tricloro, que es el método seleccionado para la desinfección del agua, el cual se hará mensualmente.

$$T = \frac{2G}{300} * Ct$$

Donde:

G= gramos de tricloro

Ct= Costo tableta

$$T = \frac{2 * 11,059.20}{300} * 10 = Q740/\text{mes}$$

En este proyecto se instalará 1 alimentador de tricloro en cada tanque de distribución, por lo que el resultado anterior se multiplicará por 2 ya que el gasto es similar:

$$T = 740 * 2 = Q 1480/\text{mes}$$

**Costo de administración (A).** El costo de administración representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos viáticos, etc. Se estima que es el 15% de la suma de los tres anteriores.

$$A = 15\%(O + M + T)$$

$$A = 15\%(4,200+500+1,480)= Q 927 /mensual$$

**Costo de reserva (R).** Se le denomina así a una reserva de dinero para cualquier imprevisto que afecte el proyecto de agua, el cual será de un 5% de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 5\%(O + M + T)$$

$$R = 5\%(4,200+500+1,480)= Q 309 /mensual$$

**Tarifa por usuario (U).** La tarifa por usuario es la suma de los costos anteriores, dividido entre el número de viviendas a servir.

$$U = \frac{C + O + M + T + A + R}{No. conexiones}$$

$$U = (13,300+4,200+500+1480+927+309)/639 = Q 32.42 /mensual$$

La tarifa propuesta como mínima debe ser de Q 35 /mensual.

### 3. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 3.1 Definición de impacto ambiental y evaluación de impacto ambiental

**Impacto ambiental:** es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocado por la acción humana o fuerzas naturales.

**Evaluación de impacto ambiental (EIA):** instrumento de política, gestión ambiental y toma de decisiones formado por un conjunto de procedimientos capaces de garantizar, desde el inicio de la planificación, que se efectúe un examen sistemático de los impactos ambientales de un proyecto o actividad y sus opciones, así como las medidas de mitigación o protección ambiental que sean necesarias para la opción a ser desarrollada. Los resultados deberán ser presentados a los tomadores de decisión para su consideración.

### **3.2 Leyes para la aplicación de la evaluación de impacto ambiental**

El marco jurídico que norma, asesora, coordina y aplica todo lo concerniente al tema de mejoramiento del medio ambiente, vigente al mes de mayo de 2010, son las leyes y reglamentos siguientes:

#### **LEY DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE**

Decreto No. 66-86 y sus reformas: Decretos No. 75-91, 1-93 y 90-2000 del Congreso de la República de Guatemala.

#### **LEY DE CREACIÓN DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

Decreto No. 90-2000 y sus reformas: Decreto No. 91-2000 del Congreso de la República de Guatemala.

#### **REGLAMENTO ORGÁNICO INTERNO DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

Acuerdo Gubernativo No. 186-2001.

#### **REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

Acuerdo Gubernativo No. 023-2003

Guatemala, 27 de enero de 2003.

### **3.3 Descripción y procedimiento que debe cumplir la evaluación de Impacto ambiental**

La base legal para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), devienen de la ordenanza contenida en el Artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, el que a la letra indica:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente. El funcionario que omitiere exigir el estudio de evaluación de impacto ambiental, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental, será sancionado con una multa de Q. 5,000.00 (US \$1,000.00) a 100,000.00 (US \$20,000.00). En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla”.

En el medio ambiente natural se incluyen los siguientes aspectos:

Suelo (erosión, deposición, sedimentación, contaminación por residuos, alteración de la cubierta vegetal, empobrecimiento del suelo, áreas de inundación y otros aspectos puntuales a considerar).

Agua: superficiales y subterráneas.

Aire: contaminación, efectos de la contaminación sobre la vegetación, el patrimonio histórico y artístico y los diferentes materiales; alteración del microclima.

Contaminación térmica

Ruido

Olores molestos o pestilencias

Radiaciones ionizantes

Productos químicos tóxicos

Protección de la naturaleza: áreas protegidas (parques, reservas, áreas de interés especial, otras); fauna y flora especies en peligro de extinción o escasas; incendios forestales; repoblaciones forestales, otros aspectos de la conservación de la naturaleza.

## **REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL**

**Artículo 14.** Evaluación Ambiental Inicial. Para efectos de poder determinar si un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, por sus características, puede producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional y, por lo tanto, requiere de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental u otro instrumento de evaluación ambiental, se llevará a cabo la Evaluación Ambiental Inicial. La Evaluación Ambiental Inicial considerará la significancia del impacto ambiental, su localización con respecto de Áreas Ambientalmente Frágiles y Áreas con Planificación Territorial, con el objeto de determinar, como resultado del análisis realizado, el tipo y características del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental u otro instrumento de evaluación ambiental que corresponderá al proyecto, obra, industria o actividad relacionada.

Las áreas de localización de los proyectos, obras, industrias o actividades, se agruparán en tres categorías básicas:

- a) Áreas ambientalmente frágiles
- b) Áreas con planificación territorial, es decir, aquellos espacios geográficos, comúnmente urbanos, para los cuales el Estado ha elaborado planes de desarrollo, en función de criterios de planificación territorial (planes maestros, reguladores, etc.).
- c) Áreas sin Planificación Territorial por parte del Estado.

De la Evaluación Ambiental Inicial surgirá la recomendación relativa al tipo de Evaluación Ambiental que deberá realizar el proponente o, en su caso, determinar que este resulta innecesario. El formato e instrucciones para consignar la información, serán determinados por la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales en un manual específico que será aprobado mediante Acuerdo Ministerial.

La información básica necesaria para que la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales pueda revisar y analizar cada caso, deberá ser recabada y proporcionada por el proponente.

**Artículo 15.** Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental. Es el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o cualquier actividad determinada y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos. Es un proceso de toma de decisiones y constituye el instrumento de planificación que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un proceso cuya obertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Evalúa los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área de influencia e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos.

### **3.4 Evaluación de impacto ambiental del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala**

**Nombre del proyecto:** Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Comunidad de Ruiz, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

**Ubicación:** la aldea Comunidad de Ruiz se encuentra ubicada aproximadamente a 35 kilómetros de la capital de Guatemala por la carretera asfaltada RN-5.

**Descripción del proyecto:** consiste en la construcción de una línea de conducción por bombeo y dos redes de distribución por gravedad. La línea de conducción inicia en el sector 5 (R-72.2) donde se instalará una bomba sumergible de 40 HP que irá acoplada a un motor sumergible accionado por energía eléctrica. El agua será impulsada hasta el tanque de distribución ubicado en el sector 3 (R-26.5), y finalmente distribuida por gravedad en ramales abiertos. Se utilizará tubería PVC prácticamente en todo el sistema, excepto en la succión en el pozo que será de HG.

### **Evaluación**

**Vida útil del proyecto:** la tubería PVC y HG tiene una vida útil muy grande, sin embargo; el proyecto fue diseñado para un período de 21 años.

**Área y situación legal donde se ubicará el proyecto:** el proyecto está ubicado en el área de la aldea, cuyos pobladores son propietarios de los terrenos en los que habitan.

**Vías de acceso:** el acceso a la aldea es por la carretera asfaltada RN-5 a 4 kilómetros de cabecera municipal; además está el acceso por la carretera asfaltada hacia Ciudad Quetzal por donde se llega a San Raymundo y luego a la aldea.

**Longitud estimada del proyecto:** la longitud total del sistema (línea de conducción y red de distribución) es de 12,542.03 ml.

**Suelo:** los trabajos de preparación del terreno son: limpiar, chapear y zanजार para la colocación de la tubería PVC.

**Recursos naturales:** los recursos naturales utilizados son el agua y el mismo suelo proveniente de las excavaciones que se realicen el lugar.

**Sustancias o materiales a ser utilizados:** Las sustancias que se utilizarán son el diesel y aceites lubricantes; si se utilizara este equipo y no el de energía eléctrica. Se utilizará además la tubería PVC, HG y la bomba sumergible.

**Residuos líquidos que serán generados:** leve, los residuos provendrán del uso del aceite lubricante del generador.

**Desechos sólidos:** no serán generados

**Contaminación térmica:** ninguna

**Olores molestos o pestilencias:** ninguno

**Radiaciones ionizantes:** ninguna

**Productos químicos tóxicos:** no serán generados

**Emisiones a la atmósfera:** leves; en cantidad mínima se emitirán el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e hidrocarburos.

**Ruidos:** leve, originado por la combustión del generador diesel.

**Contaminación visual:** no habrá

**Medidas de mitigación.** Es el conjunto de medidas destinadas a prevenir, reducir, minimizar, corregir o restaurar, la magnitud de los impactos negativos al ambiente.

Para evitar un impacto negativo del ambiente, al ejecutar el proyecto de abastecimiento de agua potable a la aldea Comunidad de Ruiz, se sugiere lo siguiente:

1. Previo a realizar excavaciones se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocar la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual.
2. Inmediatamente después de rellenada la zanja, se debe retirar del área de trabajo el material sobrante del proyecto ejecutado.
3. Tener un buen control y manipulación del combustible diesel y aditivos.
4. Monitorear el buen funcionamiento del equipo.
5. No deforestar.

### **3.5 Amenazas naturales y efectos en el sistema de agua potable**

Las amenazas naturales son de tipo geológico o de tipo meteorológico.

En Guatemala las principales amenazas de tipo geológico son los sismos, las erupciones volcánicas y los deslizamientos, y las de tipo climático son las inundaciones y las sequías. Las amenazas pueden estar interrelacionadas y sus efectos magnificados. Por ejemplo, los sismos provocan deslizamientos, los cuales a su vez ocasionan represas en ríos e inundaciones progresivas aguas arriba, y la rotura de los embalses de ríos e inundaciones turbulentas y crecidas aguas abajo.

El impacto de las amenazas naturales sobre los sistemas rurales de agua potable y sus componentes puede ser muy variado y depende fundamentalmente de la magnitud y localización del fenómeno natural y de la vulnerabilidad del sistema y sus componentes, tanto en el aspecto físico como en el operativo, administrativo y organizativo. El impacto de las amenazas es directo en los componentes físicos del sistema e indirecto en los aspectos organizativos, administrativos y en la capacidad de operación.

## CONCLUSIONES

- 1 El costo total del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable es de Q. 2,501,512.11 y se beneficiará inicialmente a 639 familias de la aldea Comunidad de Ruiz, en cuanto a salud y calidad de vida.
- 2 En la línea de conducción (impulsión) se producirá una sobrepresión (golpe de ariete), por lo que la tubería tiene las siguientes características: PVC Ø4 pulg; 250 PSI a partir de (boca del pozo) R-72.2 a R-70 y PVC Ø4 pulg; 160 PSI de R-70-2 a R-26-5 (ubicación del tanque de distribución).
- 3 Se detalló la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, con el fin de garantizar el buen funcionamiento del sistema, para que de esa manera cumpla con su vida útil.
- 4 La evaluación de impacto ambiental del proyecto, se considera que no afectará de manera significativa al ecosistema, ya que sólo sucederá durante el proceso de construcción, debido principalmente al movimiento de tierras y transporte de los materiales.
- 5 El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) enriquece la formación del estudiante de la Facultad de Ingeniería, ya que permite el planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas reales que padecen las comunidades, además de contribuir con su desarrollo.



## RECOMENDACIONES

- 1 Realizar una supervisión profesional a lo largo de todo el proceso constructivo del proyecto de abastecimiento de agua potable, con el fin de verificar que se cumpla con las especificaciones técnicas, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- 2 Monitorear el estado de las obras por parte del comité formado, y velar por el uso racional del agua contratando los servicios de dos fontaneros, para la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento.
- 3 Al Departamento de Aguas de la Municipalidad de la aldea Comunidad de Ruiz, crear un banco de datos, en el que se tenga información sobre todos los elementos que intervienen en el abastecimiento de agua potable, tales como: las fuentes, perforación de pozos, rendimientos, niveles, etc., de las diferentes aldeas y caseríos del municipio.
- 4 Debe preservarse la ecología en la zona donde se encuentra el manantial: reforestar, velar por la permeabilidad del suelo y evitar la polución.
- 5 A la Escuela de Ingeniería Civil fomentar el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), ya que es de beneficio al estudiante en cuanto a su formación teórica-práctica, para el desarrollo del futuro profesional.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 *American Concrete Institute (ACI). Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios (ACI 318-2002).*
- 2 Instituto de Fomento Municipal (INFOM-UNEPAR). *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales.* Segunda revisión. Guatemala 1997.
- 3 Morales Solís, Mario Nephtalì. *Introducción de agua potable a los caseríos El Incienso, El Palmar y La Quesera; de la aldea Las Peñas, municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula.* Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Ingeniería, 2004. 89 pp.
- 4 Orellana Urrutia, Carlos. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea Miramundo y diseño de puente peatonal colgante para el caserío El Sitio, departamento de Jalapa.* Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.
- 5 Quevedo Monterroso, Emilio Alberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Llano de la puerta, San Pedro, departamento de Jalapa.* Trabajo de graduación de Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 47 pp.
- 6 Santisteban Quiroz, Luis Eduardo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón comunal de la comunidad San Rafael Cacaotal, municipio de Guanagazapa, Escuintla.* Trabajo de graduación Ingeniero Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005.



## **ANEXO**



**Tabla VI. Resultados de examen bacteriológico**



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004365

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 26 572		INF. No.A-307 264	
INTERESADO	EDYN IVAN ARDEANO BOROR (Carné No.9713378)	PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea comunidad de Ruíz, Municipio de San Juan Sacatepéquez Departamento de Guatemala."
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Comunidad de Ruíz	FECHA DE RECOLECCIÓN:	2010-01-28; 11 h00 min.
FUENTE:	Caja de captación	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2010-01-28; 14 h 00 Min
MUNICIPIO:	San Juan Sacatepequez	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala	SABOR:	-----
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	PECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++--	+++--	+----
01,00 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		8	2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 <sup>TM</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.			
Guatemala, 2010 -02-15			
Vo.Bo.	 Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CI/USAC	 Zenaida Lucero Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cil.usac.edu.gt>



Tabla VII. Resultados de análisis físico-químico



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 004364

O.T. No. 26 572				ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 23 946			
INTERESADO: <u>EDYN IVAN ARDEANO BOROR (carné No. 9713378)</u>				PROYECTO: <u>EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea comunidad de Ruiz, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Depto. De Guatemala"</u>							
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>				DEPENDENCIA: <u>USAC-FACULTAD DE INGENIERÍA</u>							
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea Comunidad de Ruiz</u>				FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2010-01-28; 11 h 00 min.</u>							
FUENTE: <u>Caja de captación</u>				FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2010-01-28; 14 h 00 min.</u>							
MUNICIPIO: <u>San Juan Sacatepéquez</u>				CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>							
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>											
RESULTADOS											
1. ASPECTO: <u>Claro</u>			4. OLOR: <u>Inodora</u>			7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>- ° C</u>					
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>			5. SABOR: <u>-----</u>			8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>515,00 µmhos/cm</u>					
3. TURBIEDAD: <u>00,48 UNT</u>			6.potencial de Hidrógeno ( pH ): <u>07,10 unidades</u>								
SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L			
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )		00,26	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )		10,00	11. SOLIDOS TOTALES		290,00			
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )		00,00	7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )		00,16	12. SOLIDOS VOLÁTILES		09,00			
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )		00,88	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		02,00	13. SOLIDOS FIJOS		281,00			
4. CLORO RESIDUAL		--	9. HIERRO TOTAL (Fe)		00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN		02,00			
5. MANGANESO (Mn)		00,090	10. DUREZA TOTAL		266,00	15. SOLIDOS DISUELTOS		273,00			
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)											
HIDROXIDOS mg/L			CARBONATOS mg/L			BICARBONATOS mg/L			ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00			00,00			314,00			314,00		

OTRAS DETERMINACIONES

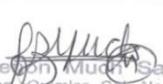
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según Normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMA COGUANOR 2004-018 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2010-02-15

Vo.Bo.   
Inga Teima Maricela Cano Morales  
DIRECtora-CE/USAC



  
Zepherino Muñoz Santos  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cil.usac.edu.gt>



## **APÉNDICE 1**

- **MEMORIA DE CÁLCULOS**



Tabla VIII. Libreta topográfica

Proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable  
 Ubicación: Aldea Comunidad de Ruiz, San Juan Sacatepéquez  
 Fecha: Septiembre de 2009  
 Levantamiento topográfico: Iván Ardeano  
 Cálculo topográfico: Iván Ardeano  
 Reviso: Ing. Oscar Argueta

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA	
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y		
E-0	E-0	1.510														
			164	34	30	1.100	1.000	0.900	271	37	50	19.98	0.000	0.000	1000.000	
			169	35	57	1.190	1.000	0.810	273	24	6	37.87	5.315	-19.264	1001.079	
													6.836	-37.244	1002.765	
E-1	E-1	1.520											6.836	-37.244	1002.765	
			213	10	43	0.700	0.600	0.500	274	26	18	19.88	-4.043	-53.883	1005.232	
			225	8	46	1.710	1.500	1.290	277	53	30	41.21	-22.377	-66.308	1008.551	
													-22.377	-66.308	1008.551	
E-2	E-2	1.520											-41.503	-72.030	1009.920	
			253	20	43	1.100	1.000	0.900	272	25	56	19.96	-41.503	-72.030	1009.920	
			254	54	17	1.200	1.000	0.800	272	5	35	39.95	-60.945	-76.711	1010.532	
			255	48	7	2.000	1.700	1.400	271	36	20	59.95	-80.498	-81.013	1010.052	
			255	44	12	3.100	2.700	2.300	271	23	22	79.95	-99.865	-86.007	1009.311	
E-3	E-3	1.550											-99.865	-86.007	1009.311	
			243	53	20	1.100	1.000	0.900	265	35	14	19.88	-117.718	-94.757	1008.322	
			242	44	17	0.900	0.700	0.500	266	39	23	39.86	-135.301	-104.267	1007.828	
E-4	E-4	1.500											-135.301	-104.267	1007.828	
			233	10	8	1.160	1.000	0.840	268	53	1	31.99	-160.904	-123.442	1007.705	
													-160.904	-123.442	1007.705	
E-5	E-5	1.430											-159.945	-95.561	1009.527	
			1	58	13	1.440	1.300	1.160	273	27	56	27.90	-159.945	-95.561	1009.527	
			311	7	38	1.670	1.400	1.130	273	58	16	53.74	-200.426	-60.214	1013.307	
E-A	E-A	1.440											-200.426	-60.214	1013.307	
			341	31	24	1.300	1.000	0.700	273	36	1	59.76	-219.366	-3.531	1017.565	
E-B	E-B	1.490											-219.366	-3.531	1017.565	
			352	49	46	2.170	2.000	1.830	275	53	37	33.64	-223.565	29.847	1020.446	
E-C	E-C	1.390											-223.565	29.847	1020.446	
			334	35	24	1.150	1.000	0.850	270	50	7	29.99	-236.435	56.939	1021.333	
E-D	E-D	1.450											-250.644	83.388	1020.171	
			333	10	18	1.800	1.500	1.200	269	47	6	60.00	-250.644	83.388	1020.171	
													-250.644	83.388	1020.171	
E-E	E-E	1.440											-231.516	99.405	1020.750	
			50	3	28	2.125	2.000	1.875	272	36	40	24.95	-231.516	99.405	1020.750	
E-E1	E-E1	1.510											-222.072	114.022	1022.257	
			43	0	18	1.710	1.500	1.290	272	55	45	41.89	-222.072	114.022	1022.257	
E-5	E-5	1.510											-160.904	-123.442	1007.705	
			186	1	4	1.100	1.000	0.900	268	47	8	19.99	-160.904	-123.442	1007.705	
			181	7	12	1.800	1.600	1.400	272	14	32	39.94	-161.685	-163.374	1009.180	
			179	29	37	1.200	0.900	0.600	273	20	42	59.80	-160.376	-183.236	1011.816	

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-6	E-6	1.510													
	6.1		162	47	28	1.100	1.000	0.900	271	51	57	19.98	-160.376	-183.236	1011.816
	6.2		159	25	18	1.20	1.00	0.800	270	39	28	39.99	-154.465	-202.320	1012.977
	6.3		158	18	23	1.30	1.00	0.700	270	3	37	60.00	-146.318	-220.679	1012.785
	6.4		158	16	18	2.20	1.80	1.400	270	5	58	80.00	-138.197	-238.986	1012.389
	E-7		157	54	13	3.80	3.30	2.800	270	5	37	100.00	-130.759	-257.552	1011.665
	E-7	1.54											-122.759	-275.891	1010.189
E-7	7.1		153	50	36	0.81	0.60	0.390	267	37	38	41.93	-104.276	-313.525	1010.189
	E-8		158	40	49	1.97	1.50	1.030	269	32	42	93.99	-88.586	-363.452	1009.390
	E-8	1.56											-88.586	-363.452	1009.483
E-8	8.1		160	25	54	1.10	1.00	0.900	272	12	28	19.97	-81.897	-382.269	1010.813
	8.2		159	36	40	1.20	1.00	0.800	271	57	8	39.95	-74.666	-400.903	1011.405
	E-9		161	18	56	2.62	2.23	1.840	272	0	28	77.90	-63.629	-437.251	1011.545
	E-9	1.56											-63.629	-437.251	1011.545
E-9	9.1		38	36	39	2.275	2.25	2.225	268	27	35	5.00	-60.511	-433.347	1010.721
	9.2		115	36	57	2.60	2.50	2.400	264	26	5	19.81	-45.764	-445.816	1008.666
	9.3		114	45	10	1.90	1.70	1.500	264	26	0	39.62	-27.645	-453.842	1007.525
	9.4		113	1	35	2.40	2.10	1.800	264	11	55	59.39	-8.973	-460.480	1004.940
	9.5		111	45	38	1	0.6	0.200	264	11	55	79.18	9.912	-466.606	1004.419
	E-10		111	37	10	1.1	0.6	0.100	264	39	48	99.13	28.532	-473.776	1003.205
	E-10	1.47											28.532	-473.776	1003.205
E-10	E-11		133	41	54	2.05	1.9	1.750	267	38	23	29.95	50.185	-494.467	1001.539
	E-11	1.64											50.185	-494.467	1001.539
E-11	11.1		64	36	10	1.42	1.3	1.180	263	46	14	23.72	71.611	-484.295	999.275
	11.2		67	15	25	1.03	0.8	0.570	263	48	46	45.47	92.116	-476.890	997.421
	11.3		68	4	49	0.92	0.6	0.280	264	15	46	63.36	108.965	-470.814	996.181
	11.4		68	43	55	1.37	0.9	0.430	265	0	58	93.29	137.122	-460.628	994.113
	E-12		73	25	23	1.48	0.9	0.320	265	0	7	115.12	160.520	-461.623	992.173
	E-12	1.53											160.520	-461.623	992.173
E-12	E-12.4		127	38	50	2.185	2.1	2.015	266	6	29	16.92	173.918	-471.959	990.449
	E-12.4	1.56											173.918	-471.959	990.449
E-12.4	12.5		83	39	13	1.21	1.1	0.990	255	3	7	20.54	194.329	-469.689	985.234
	E-12.6		84	15	24	3.46	3.2	2.940	256	52	55	49.32	222.992	-467.023	977.007
	E-12.6	1.56											222.992	-467.023	977.007
E-12.6	E-12.7		77	37	51	2.27	2.2	2.130	253	33	2	12.88	235.571	-464.265	972.403
	E-12.7	1.56											235.571	-464.265	972.403
E-12.7	E-12.8		42	0	32	2.4	2.3	2.200	247	59	46	17.19	247.077	-451.490	964.169
	E-12.8	1.58											247.077	-451.490	964.169

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-12.8	E-12.9		55	12	27	1.85	1.8	1.750	246	10	30	8.37	253.949	-446.715	959.910
	E-12.9	1.3											253.949	-446.715	959.910
E-12.9	E-12.10		352	52	27	0.76	0.6	0.440	267	52	33	31.96	249.985	-415.006	959.424
	E-12.10	1.55											249.985	-415.006	959.424
E-12.10	E-12.11		3	11	5	3.95	3.6	3.250	272	57	14	69.81	253.864	-345.299	960.981
	E-12.11	1.46											253.864	-345.299	960.981
E-12.11	E-12.12		349	29	9	2.88	2.8	2.720	276	58	20	15.76	250.987	-329.800	961.583
	E-12.12	1.5											250.987	-329.800	961.583
E-12.12	E-12.13		96	23	54	1.36	1.1	0.840	252	5	0	47.08	297.772	-335.046	945.986
	E-12.13	1.53											297.772	-335.046	945.986
E-12.13	E-12.14		19	11	28	1.5	1.49	1.480	280	5	0	1.94	298.410	-333.215	946.377
	E-12	1.53											160.520	-461.623	992.173
E-12	12.1		135	28	50	0.7	0.6	0.500	262	5	35	19.62	174.278	-475.613	990.352
	12.2		145	39	52	0.75	0.6	0.450	263	22	35	29.60	177.216	-486.066	989.643
	12.3		154	19	52	1.36	1	0.640	264	47	49	71.41	191.452	-525.984	986.174
	E-13		152	51	53	1.18	0.7	0.220	264	46	47	95.21	203.943	-546.349	984.268
	E-13	1.66											203.943	-546.349	984.268
E-13	13.1		144	24	49	1.685	1.3	0.915	265	46	3	76.58	248.507	-608.628	978.945
	E-13.2		148	41	8	1.53	1	0.470	266	1	29	105.49	258.770	-636.473	977.580
	E-13.2	1.61											258.770	-636.473	977.580
E-13.2	E-14		185	40	50	1.385	1.2	1.015	265	6	30	36.73	255.134	-673.023	974.835
	E-14	1.6											255.134	-673.023	974.835
E-14	14.1		76	39	42	0.96	0.7	0.440	262	38	41	51.15	304.902	-661.224	969.078
	14.2		76	3	45	1.11	0.6	0.090	264	38	31	101.11	353.268	-648.670	966.310
	E-15		187	46	25	1.44	1.3	1.160	265	19	42	27.81	251.372	-700.582	972.854
	E-15	1.62											251.372	-700.582	972.854
E-15	15.1		7	47	50	0.89	0.8	0.710	270	17	31	18.00	253.814	-682.749	973.766
	15.2		53	26	53	1.88	1.8	1.720	263	37	36	15.80	264.067	-691.171	970.898
	15.3		77	11	10	1.19	0.9	0.610	261	58	39	56.87	306.826	-687.969	965.480
	E-16		77	47	7	1.53	0.8	0.070	262	39	40	143.62	391.738	-670.196	955.025
	E-16	1.565											391.738	-670.196	955.025
E-16	16.1		268	40	33	0.975	0.9	0.825	272	12	16	14.98	376.764	-670.542	956.267
	16.2		323	10	21	2.135	2.1	2.065	271	19	33	7.00	387.545	-664.596	954.651
	16.3		10	32	3	1.9	1.8	1.700	263	23	7	19.73	395.346	-650.794	952.486
	E-17		24	49	15	1.75	1.6	1.450	264	47	29	29.75	404.228	-643.192	952.266
	E-17	1.67											404.228	-643.192	952.266
E-17	17.1		262	6	4	1.64	1.6	1.560	266	12	9	7.96	396.339	-644.286	951.806
	17.2		326	28	28	1.14	0.9	0.660	262	57	9	47.28	378.116	-603.779	947.147

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
	17.3		324	45	39	1.34	0.9	0.460	263	36	48	86.91	354.081	-572.207	943.247
	17.4		325	11	15	1.24	0.7	0.160	263	41	53	106.70	343.314	-555.589	941.381
	E-18		328	24	18	1.56	0.9	0.240	263	58	12	130.54	335.835	-531.998	939.170
	E-18	1.67											335.835	-531.998	939.170
E-18	18.1		0	44	18	0.95	0.6	0.250	263	38	0	69.14	336.726	-462.865	932.477
	18.2		5	10	50	1.55	1.1	0.650	264	12	41	89.08	343.879	-443.278	930.662
	E-19		7	11	3	1.09	0.6	0.110	263	58	43	96.92	347.956	-435.838	929.959
	E-19	1.675											347.956	-435.838	929.959
E-19	19.1		51	41	19	1.42	1.3	1.180	264	21	53	23.77	366.606	-421.103	927.978
	E-20		66	26	5	0.97	0.7	0.430	264	24	25	53.49	396.982	-414.454	925.671
	E-20	1.65											396.982	-414.454	925.671
E-20	E-20.1		311	9	56	0.415	0.3	0.185	275	28	33	22.79	379.825	-399.452	929.216
	E-20.1	1.51											379.825	-399.452	929.216
E-20.1	E-20.2		285	22	42	0.585	0.4	0.215	277	24	10	36.39	344.742	-389.803	935.093
	E-20.2	1.57											344.742	-389.803	935.093
E-20.2	20.2.1		274	55	26	0.89	0.5	0.110	282	40	54	74.24	270.775	-383.431	953.287
	E-20.3		355	32	40	0.62	0.4	0.180	274	52	6	43.68	341.349	-346.252	939.998
	E-20.3	1.565											341.349	-346.252	939.998
E-20.3	20.3.1		287	30	18	0.735	0.5	0.265	278	2	50	46.08	297.404	-332.392	947.642
	20.3.2		344	19	53	0.835	0.8	0.765	271	9	36	7.00	339.459	-339.515	940.904
	20.3.3		341	3	24	0.73	0.6	0.470	267	0	36	25.93	332.931	-321.727	939.606
	E-20.4		340	17	24	2	1.7	1.400	267	0	7	59.84	321.168	-289.922	936.724
	E-20.4	1.57											321.168	-289.922	936.724
E-20.4	20.4.1		265	55	54	0.41	0.3	0.190	283	50	7	20.74	300.479	-291.393	943.255
	20.4.2		265	53	29	1.58	1.3	1.020	287	1	19	51.20	270.099	-293.590	953.388
	E-20.5		104	2	59	1.74	1.7	1.660	266	44	57	7.97	328.904	-291.858	936.141
	E-20.5	1.57											328.904	-291.858	936.141
E-20.5	E-20.6		4	43	35	1.905	1.8	1.695	262	38	23	20.66	330.606	-271.273	933.221
	E-20.6	1.56											330.606	-271.273	933.221
E-20.6	20.6.1		306	22	27	0.64	0.6	0.560	264	7	0	7.92	324.233	-266.578	933.360
	20.6.2		110	26	19	0.53	0.4	0.270	262	30	34	25.56	354.555	-280.198	930.991
	20.6.3		210	4	10	0.81	0.6	0.390	262	31	50	41.29	309.918	-307.006	928.721
	E-20	1.65											396.982	-414.454	925.671
E-20	E-21		109	26	13	0.98	0.7	0.420	262	44	7	55.10	448.946	-432.791	919.540
	E-21	1.51											448.946	-432.791	919.540
E-21	21.1		6	28	22	1.14	1.1	1.060	266	41	19	7.97	449.845	-424.869	919.488
	21.2		89	1	6	0.64	0.5	0.360	262	10	23	27.48	476.423	-432.320	916.737
	E-22		93	23	16	1.185	0.9	0.615	264	28	48	56.47	505.320	-436.128	914.667

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-22	E-22	1.55											505.320	-436.128	914.667
	22.1		351	6	37	1.49	1.3	1.110	262	9	41	37.29	499.557	-399.283	909.734
	22.2		351	38	33	0.9	0.6	0.300	263	5	37	59.13	496.725	-377.624	908.402
	E-23		94	23	52	1.23	0.9	0.570	266	55	12	65.81	570.936	-441.174	911.771
	E-23	1.655											570.936	-441.174	911.771
	23.1		355	5	1	1.11	1	0.890	266	18	45	21.91	569.058	-419.346	911.011
	E-23.2		355	42	41	2.17	1.9	1.630	264	25	45	53.49	566.936	-387.833	906.284
	E-23.2	1.6											566.936	-387.833	906.284
	E-23.2		18	30	8	0.92	0.7	0.480	259	29	20	42.54	580.434	-347.496	899.157
	E-23.3		18	49	16	0.84	0.5	0.160	263	45	40	67.20	588.614	-324.229	899.994
	E-23.3	1.575											588.614	-324.229	899.994
	E-23.3		84	7	52	0.475	0.3	0.125	272	14	16	34.95	623.378	-320.656	902.635
	E-23	1.655											570.936	-441.174	911.771
	E-23		100	2	6	0.78	0.5	0.220	266	20	25	55.77	626.854	-450.893	909.351
	E-24	1.57											626.854	-450.893	909.351
	E-24		357	15	24	1.135	1.1	1.065	264	47	16	6.94	625.522	-443.958	909.185
	24.1		72	36	15	0.475	0.3	0.125	264	45	23	34.71	658.975	-440.516	907.423
	24.2		74	20	52	0.87	0.6	0.330	266	0	46	53.74	677.601	-436.394	906.566
	24.3		74	17	12	1.4	0.75	0.100	267	37	5	129.78	750.780	-415.746	904.768
	24.4		76	41	21	1.75	1	0.250	268	11	40	149.85	771.680	-416.392	905.195
	E-25	1.62											771.680	-416.392	905.195
	E-25		113	3	52	1.03	0.9	0.770	268	23	12	25.98	795.583	-426.570	905.183
	25.1		121	55	40	0.75	0.5	0.250	268	55	57	49.98	814.101	-442.825	905.384
	25.2		127	15	44	1.52	1	0.480	270	21	34	104.00	854.447	-479.358	906.468
	25.3		126	58	23	2.35	1.7	1.050	270	20	34	130.00	875.535	-494.576	905.893
	E-26	1.58											875.535	-494.576	905.893
	E-26		5	24	5	0.44	0.4	0.360	266	54	19	7.98	876.286	-486.635	906.641
	26.1		75	0	22	1.59	1.4	1.210	266	51	1	37.89	912.131	-484.775	903.985
	26.2		79	0	13	1.855	1.5	1.145	266	48	52	70.78	945.017	-481.075	902.027
	E-27	1.57											945.017	-481.075	902.027
	E-27		351	1	47	0.6	0.4	0.200	271	36	5	39.97	938.785	-441.595	904.315
	27.1		350	48	23	1.08	0.7	0.320	272	40	38	75.83	932.901	-406.215	906.447
	27.2		350	25	40	1.46	0.9	0.340	274	18	45	111.37	926.497	-371.259	911.119
	27.3		83	25	48	2.62	2.5	2.380	266	57	26	23.93	968.792	-478.337	899.823
	E-28	1.54											968.792	-478.337	899.823
	E-28		351	15	27	0.775	0.6	0.425	270	20	29	35.00	963.472	-443.745	900.972
	28.1		350	54	20	0.89	0.5	0.110	272	19	6	77.87	956.483	-401.443	904.019
	28.2		351	3	48	2.67	2.1	1.530	275	25	7	112.98	951.241	-366.725	910.029
	28.3														

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
	28.4		83	10	16	0.91	0.6	0.290	264	16	3	61.38	1029.738	-471.038	894.571
	28.5		82	58	7	1.45	0.9	0.350	264	54	22	109.13	1077.104	-464.977	890.697
	E-29		86	36	1	1.72	1	0.280	264	43	20	142.78	1111.322	-469.870	887.118
	E-29	1.62											1111.322	-469.870	887.118
E-29	29.1		115	23	50	1.5	1.4	1.300	263	28	32	19.74	1129.156	-478.337	885.065
	29.2		122	55	48	0.83	0.6	0.370	263	25	10	45.40	1149.425	-494.547	882.866
	E-30		127	25	15	1.16	0.8	0.440	265	8	4	71.48	1168.093	-513.307	881.831
	E-30	1.52											1168.093	-513.307	881.831
E-30	30.1		110	6	16	0.95	0.8	0.650	268	35	43	29.98	1196.248	-523.612	881.815
	30.2		184	20	4	0.96	0.9	0.840	269	32	27	12.00	1167.186	-525.272	882.355
	E-30.3		186	6	8	0.485	0.3	0.115	275	6	24	36.71	1164.191	-549.806	886.344
	E-30.3	1.63											1164.191	-549.806	886.344
E-30.3	E-30.4		171	51	57	0.615	0.4	0.185	272	22	57	42.93	1170.264	-592.299	889.362
	E-30.4	1.63											1170.264	-592.299	889.362
E-30.4	30.4.1		191	54	0	1.21	1	0.790	271	58	29	41.95	1161.614	-633.348	891.439
	E-30.5		190	30	4	0.915	0.5	0.085	272	3	33	82.89	1155.157	-673.804	893.474
	E-30.5	1.59											1155.157	-673.804	893.474
E-30.5	E-30.6		123	48	54	0.71	0.5	0.290	266	38	29	41.86	1189.932	-697.097	892.103
	E-30.6	1.59											1189.932	-697.097	892.103
E-30.6	30.6.1		143	39	29	2.06	1.9	1.740	263	29	7	31.59	1208.651	-722.541	888.163
	E-30.7		143	33	3	1.24	0.9	0.560	266	2	40	67.68	1230.139	-751.535	888.103
	E-30.7	1.63											1230.139	-751.535	888.103
E-30.7	E-30.8		157	28	36	0.96	0.7	0.440	271	19	34	51.97	1250.048	-799.543	890.236
	E-30.8	1.645											1250.048	-799.543	890.236
E-30.8	30.8.1		132	28	50	1.155	1	0.845	267	0	14	30.92	1272.848	-820.421	889.261
	30.8.2		132	30	51	1.41	1.1	0.790	267	2	5	61.83	1295.626	-841.329	887.574
	E-30.9		132	1	33	1.66	1.2	0.740	267	45	26	91.86	1318.285	-861.039	887.081
	E-30.9	1.6											1318.285	-861.039	887.081
E-30.9	30.9.1		111	50	22	0.635	0.5	0.365	267	33	58	26.95	1343.302	-871.066	887.034
	30.9.2		113	35	27	1.34	1	0.660	270	10	44	68.00	1380.601	-888.253	887.893
	E-30.10		114	6	56	1.365	0.9	0.435	270	12	2	93.00	1403.167	-899.037	888.106
	E-30.10	1.59											1403.167	-899.037	888.106
E-30.10	E-30.11		121	40	9	0.925	0.6	0.275	268	42	43	64.97	1458.460	-933.145	887.635
	E-30.11	1.58											1458.460	-933.145	887.635
E-30.11	30.11.1		30	45	20	1.28	1	0.720	265	24	33	55.64	1486.914	-885.330	883.733
	E-30.12		31	18	49	1.5	0.9	0.300	265	38	5	119.30	1520.465	-831.219	879.181
	E-30.12	1.51											1520.465	-831.219	879.181
E-30.12	E-30.13		119	15	56	1	0.8	0.600	269	26	5	40.00	1555.357	-850.772	879.497

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-30.13	30.13.1	1.6	193	50	23	0.3	0.2	0.100	272	30	44	1555.357	-850.772	879.497	
	E-30.14		88	31	41	0.64	0.4	0.160	268	40	27	1603.315	-849.539	879.586	
	E-30.14	1.61										1603.315	-849.539	879.586	
E-30.14	30.14.1		10	10	32	3.61	3.5	3.390	268	3	14	1607.197	-827.910	876.949	
	E-30.15		90	4	30	0.71	0.6	0.490	267	8	35	1625.260	-849.568	879.500	
	E-30.15	1.575										1625.260	-849.568	879.500	
E-30.15	30.15.1		189	39	4	1.4	1.2	1.000	270	29	7	1618.555	-888.999	880.213	
	30.15.2		77	34	32	0.67	0.5	0.330	267	9	26	1658.382	-842.271	878.888	
	E-30.16		75	37	59	0.68	0.4	0.120	268	0	27	1679.443	-835.689	878.728	
	E-30.16	1.59										1679.443	-835.689	878.728	
E-30.16	30.16.1		13	38	55	1.13	0.9	0.670	267	53	31	1690.283	-791.049	877.725	
	E-30.17		67	42	6	1.82	1.6	1.380	269	30	39	1720.150	-818.996	878.342	
	E-30.17	1.55										1720.150	-818.996	878.342	
E-30.17	30.17.1		17	17	45	1.165	1	0.835	266	24	32	1729.923	-787.611	876.825	
	30.17.2		17	7	22	2.23	2	1.770	265	51	53	1733.623	-775.263	874.575	
	E-30	1.52										1168.093	-513.307	881.831	
E-30	E-31		97	24	4	0.7	0.4	0.100	269	35	22	1227.590	-521.035	882.521	
	E-31	1.61										1227.590	-521.035	882.521	
E-31	31.1		162	31	20	1.34	1.3	1.260	270	7	48	1229.993	-528.666	882.849	
	31.2		165	48	14	0.69	0.5	0.310	272	24	54	1236.892	-557.809	885.232	
	E-31.3		344	59	52	1.71	1.5	1.290	261	38	4	1216.948	-481.325	876.520	
	E-31.3	1.5										1216.948	-481.325	876.520	
E-31.3	E-31.4		350	12	2	1.4	1.1	0.800	262	59	8	1206.888	-423.083	869.593	
	E-31.4	1.62										1206.888	-423.083	869.593	
E-31.4	31.4.1		350	56	57	0.73	0.6	0.470	253	32	5	1203.127	-399.469	863.244	
	31.4.2		350	4	34	1.43	1.2	0.970	254	48	2	1199.506	-380.885	857.953	
	E-31.5		349	31	39	0.8	0.5	0.200	256	34	0	1196.571	-367.266	856.774	
	E-31.5	1.4										1196.571	-367.266	856.774	
E-31.5	E-31.6		351	22	36	1.52	1.3	1.080	271	32	55	1189.979	-323.795	858.063	
	E-31.6	1.39										1189.979	-323.795	858.063	
E-31.6	31.6.1		359	3	16	1.15	1	0.850	283	10	11	1189.509	-295.357	865.289	
	E-31.7		358	36	17	2.49	2.2	1.910	281	58	2	1188.627	-268.306	869.280	
	E-31.7	1.53										1188.627	-268.306	869.280	
E-31.7	31.7.1		344	54	55	3.23	3	2.770	272	45	23	1176.683	-223.993	870.022	
	31.7.2		345	18	41	3.16	2.7	2.240	270	3	8	1165.299	-179.312	868.194	
	31.7.3		72	11	28	2.03	1.6	1.170	268	55	7	1270.477	-242.012	867.587	
	E-31.8		70	39	32	1.15	0.6	0.050	289	2	11	1292.390	-231.885	868.360	

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-31.8		1.45													
E-31.8	31.8.1		59	23	22	1.44	1.3	1.160	269	31	30	28.00	1292.390	-231.885	868.360
E-31.9			58	26	54	3.47	3.2	2.930	269	31	44	54.00	1316.486	-217.628	868.278
E-31.9	31.9.1	1.49											1338.404	-203.630	866.166
E-31.9	E-70		69	23	25	3.1	3	2.900	255	23	25	18.73	1338.404	-203.630	866.166
E-70	E-70	1.48											1355.933	-197.038	859.611
E-70	70.1		279	46	18	1.75	1.7	1.650	287	23	38	9.11	1355.933	-197.038	859.611
E-70	70.2		35	3	38	2.26	2.2	2.140	247	39	12	10.27	1346.958	-195.493	862.381
E-71	E-71		57	17	26	2.51	2.4	2.290	241	39	1	17.04	1361.829	-188.636	854.329
E-71	E-71	1.41											1370.270	-187.830	848.245
E-71	E-72		58	43	53	1.22	1	0.780	242	14	32	34.46	1370.270	-187.830	848.245
E-72	E-72	1.48											1399.721	-169.946	828.162
E-72	72.1		256	41	56	1.25	1.2	1.150	281	7	9	9.63	1399.721	-169.946	828.162
E-72	72.2		9	54	4	1.14	1	0.860	264	43	14	27.76	1390.351	-172.161	830.371
E-70	31.9.1		167	26	29	1.06	0.9	0.740	267	29	0	31.94	1404.495	-142.597	826.066
E-31.10			168	13	3	2.35	2	1.650	267	28	18	69.86	1362.877	-228.212	857.306
E-31.7.2		1.44											1370.199	-265.430	854.523
E-31.7.2	31.7.2.1		347	45	15	0.97	0.7	0.430	265	36	25	53.68	1153.912	-126.851	864.797
E-31	E-32		76	51	31	1.4	1	0.600	269	33	47	80.00	1305.490	-502.848	882.521
E-32	E-32	1.53											1305.490	-502.848	882.521
E-32	32.1		343	13	49	1.74	1.7	1.660	274	31	5	7.96	1303.196	-495.236	882.981
E-33	E-33		66	14	0	0.89	0.6	0.310	261	21	17	56.69	1357.372	-480.001	874.732
E-33	E-33	1.47											1357.372	-480.001	874.732
E-33	33.1		340	40	53	2.11	2	1.890	272	5	26	21.97	1350.104	-459.268	875.005
E-33	33.2		340	19	42	3.71	3.5	3.290	269	14	32	41.99	1343.236	-440.459	872.147
E-33	33.3		75	17	34	2.83	2.6	2.370	269	14	36	45.99	1401.857	-468.325	872.995
E-34	E-34		85	39	54	1.23	1	0.770	261	5	2	44.90	1402.139	-476.608	868.073
E-34	E-34	1.53											1402.139	-476.608	868.073
E-34	34.1		166	17	53	0.61	0.4	0.190	266	31	32	41.85	1412.051	-517.263	866.658
E-35	E-35		59	36	9	1.24	1.1	0.960	266	31	8	27.90	1426.201	-462.492	866.803
E-35	E-35	1.51											1426.201	-462.492	866.803
E-35	35.1		168	49	49	1.01	0.9	0.790	269	31	8	22.00	1430.462	-484.074	867.228
E-36	E-36		77	15	39	1.11	1	0.890	269	27	10	22.00	1447.657	-457.641	867.103
E-36	E-36	1.55											1447.657	-457.641	867.103
E-36	36.1		341	32	18	1.795	1.5	1.205	261	41	38	57.77	1429.364	-402.846	858.629
E-36	36.2		166	30	14	0.845	0.8	0.755	265	6	26	8.93	1449.742	-466.329	867.085
E-36	36.3		77	15	0	1.01	0.8	0.590	264	25	52	41.60	1488.236	-448.459	863.777
E-36	36.4		77	13	0	2.66	2.3	1.940	266	47	29	71.77	1517.653	-441.760	862.323

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
	E-37		77	7	29	1.64	1.2	0.760	267	29	57	87.83	1533.281	-438.070	863.613
	E-37	1.62											1533.281	-438.070	863.613
E-37	37.1		328	31	57	0.645	0.6	0.555	267	51	9	8.99	1528.590	-430.404	864.296
	E-38		51	8	51	1.32	1.3	1.280	267	10	20	3.99	1536.389	-435.566	863.736
	E-38	1.61											1536.389	-435.566	863.736
E-38	38.1		322	56	40	1.645	1.6	1.555	267	12	58	8.98	1530.978	-428.401	863.308
	38.2		154	5	19	1.69	1.4	1.110	273	19	20	57.81	1561.649	-487.560	867.307
	38.3		25	11	6	1.835	1.7	1.565	267	25	10	26.95	1547.855	-411.183	862.430
	38.4		25	33	17	0.58	0.4	0.220	268	0	6	35.96	1551.899	-403.128	863.690
	E-39		41	28	26	1.5	1.3	1.100	270	14	53	40.00	1562.879	-405.597	864.219
	E-39	1.55											1562.879	-405.597	864.219
E-39	39.1		158	27	43	1.9	1.5	1.100	272	15	44	79.88	1592.203	-479.895	867.427
	39.2		2	11	21	0.98	0.9	0.820	267	39	51	15.97	1563.490	-389.635	864.217
	39.3		347	20	59	0.74	0.5	0.260	268	12	6	47.95	1552.378	-358.808	863.762
	39.4		345	27	23	1.71	1	0.290	269	47	58	142.00	1527.221	-268.148	864.272
	39.5		318	47	12	1.38	1.3	1.220	267	51	52	15.98	1552.352	-393.577	863.873
	E-40		38	8	47	2.07	1.7	1.330	272	24	37	73.87	1608.506	-347.503	867.181
	E-40	1.61											1608.506	-347.503	867.181
E-40	E-40A		40	12	53	1.21	1.1	0.990	266	32	40	21.92	1622.659	-330.765	866.365
	E-40A	1.66											1622.659	-330.765	866.365
E-40A	E-50		41	46	33	1.24	1	0.760	266	22	24	47.81	1654.510	-295.111	863.989
	E-50	1.57											1654.510	-295.111	863.989
E-50	E-51		54	59	38	1.08	0.8	0.520	267	3	55	55.85	1700.259	-263.070	861.891
	E-51	1.5											1700.259	-263.070	861.891
E-51	E-51.1		161	55	19	0.95	0.7	0.450	270	3	30	50.00	1715.774	-310.602	862.742
	E-51.1	1.525											1715.774	-310.602	862.742
E-51.1	51.2		238	19	39	1	0.8	0.600	270	31	26	40.00	1681.734	-331.603	863.833
	E-51.3		161	46	0	0.73	0.5	0.270	268	44	23	45.98	1730.160	-354.271	862.756
	E-51.3	1.555						0.000					1730.160	-354.271	862.756
E-51.3	51.4		239	7	41	0.5	0.3	0.100	269	39	35	40.00	1695.829	-374.795	863.773
	E-51	1.59											1700.259	-263.070	861.891
E-51	51.5		347	56	14	1.735	1.7	1.665	270	19	59	7.00	1698.796	-296.225	861.822
	E-52		61	59	35	1.56	1.4	1.240	266	1	40	31.85	1728.375	-248.116	859.865
	E-52	1.615											1728.375	-248.116	859.865
E-52	52.1		62	9	53	1.89	1.7	1.510	266	51	37	37.89	1761.878	-230.426	857.698
	52.2		163	25	42	0.805	0.6	0.395	270	17	43	41.00	1740.069	-287.412	861.091
	52.3		163	46	48	1.64	1.2	0.760	270	16	58	88.00	1752.956	-332.611	860.714
	E-53		62	12	24	1.48	1	0.520	266	57	13	95.73	1813.061	-203.479	855.378



Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA Z	
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y		
E-60	E-60	1.54														
	60.1		264	55	54	0.95	0.8	0.650	272	6	38	29.96	2235.002	-60.749	840.983	
	60.5		155	50	29	1.51	1.5	1.490	268	46	37	2.00	2205.160	-63.395	842.828	
	E-61		43	19	36	2.8	2.75	2.700	270	26	27	10.00	2235.820	-62.573	840.980	
	E-61	1.62											2241.863	-53.474	841.619	
	61.1		161	46	25	1.44	1.4	1.360	267	53	28	7.99	2241.863	-53.474	841.619	
	61.2		342	11	11	0.55	0.4	0.250	267	58	17	29.96	2244.362	-61.063	841.545	
	61.3		341	23	22	1.93	1.6	1.270	267	9	55	65.84	2232.697	-24.949	841.777	
	60.1	1.59											2220.862	8.921	838.375	
60.1	E-60.2		260	15	5	1.27	1	0.730	271	46	38	53.95	2205.160	-63.395	842.828	
	E-60.2	1.6											2151.991	-72.530	845.092	
E-60.2	60.3		341	1	45	0.92	0.7	0.480	271	23	21	43.97	2137.696	-30.944	847.059	
	60.4		340	52	47	2.79	2.4	2.010	271	1	4	77.98	2126.450	1.144	845.678	
E-39	E-41		345	23	30	2.4	1.4	0.400	270	8	34	200.00	1512.438	-212.063	864.867	
	E-41	1.58											1512.438	-212.063	864.867	
E-41	41.1		119	52	32	1.245	1.2	1.155	266	28	15	8.97	1520.212	-216.529	864.693	
	41.2		40	48	6	0.97	0.9	0.830	266	24	7	13.94	1521.550	-201.507	864.669	
	E-42		6	33	26	0.59	0.5	0.410	266	7	18	17.92	1514.484	-194.263	864.730	
	E-42	1.55											1514.484	-194.263	864.730	
E-42	42.1		309	57	24	1.83	1.8	1.770	264	0	6	5.93	1509.935	-190.452	863.853	
	42.2		322	59	5	1.01	0.6	0.190	258	52	30	78.95	1466.955	-131.226	849.858	
	42.3		321	8	44	2.75	2	1.250	262	56	15	147.73	1421.805	-79.217	845.837	
	42.4		320	2	34	2.97	2	1.030	264	6	32	191.96	1391.207	-47.124	844.368	
	42.5		44	19	33	1.82	1.6	1.380	269	23	35	44.00	1545.225	-162.790	864.214	
	42.6		43	37	29	2.16	1.7	1.240	269	23	56	91.99	1577.951	-127.674	863.614	
	E-43		40	58	12	2.4	1.7	1.000	269	21	15	139.98	1606.265	-88.569	863.002	
	E-43	1.6											1606.265	-88.569	863.002	
E-43	43.1		30	17	5	1.62	1.3	0.980	269	59	28	64.00	1638.540	-33.303	863.292	
	43.3		34	55	6	1.18	1	0.820	269	5	24	35.99	1626.867	-59.057	863.030	
	43.4		63	33	58	0.86	0.6	0.340	272	1	15	51.94	1652.771	-65.449	865.835	
	E-44		23	24	50	1.68	1	0.320	270	16	21	136.00	1660.306	36.230	864.248	
	E-44	1.61											1660.306	36.230	864.248	
E-44	44.1		14	56	47	1.25	1	0.750	269	58	51	50.00	1673.202	84.538	864.842	
	44.2		16	37	59	1.4	1	0.600	270	16	54	80.00	1683.205	112.881	865.252	
	44.3		12	55	30	1.25	0.7	0.150	270	20	53	110.00	1684.910	143.439	865.827	
E-43	E-45		66	50	55	3.18	2.7	2.220	272	1	31	95.88	1694.424	-50.872	865.294	
	E-45	1.56											1694.424	-50.872	865.294	
E-45	E-46		74	26	22	1.25	0.8	0.350	268	6	40	89.90	1781.031	-26.756	863.088	

Continuación

EST.	P.O.	Hi.	AZIMUT			HILOS			ANG. VERTICAL			DIST. HOR.	COORDENADAS		COTA
			G	M	S	SUP	MED	INF	G	M	S		X	Y	
E-46	E-46	1.63											1781.031	-26.756	863.088
E-47	E-47	1.58	86	21	10	1.09	1	0.910	265	31	15	17.89	1798.885	-25.618	862.312
E-48	E-48		81	33	55	0.85	0.5	0.150	265	0	7	69.47	1798.885	-25.618	862.312
E-46A	E-46A	1.48	165	55	59	0.54	0.4	0.260	272	53	8	27.93	1867.602	-15.428	857.294
E-46A	E-46A												1613.053	-115.660	865.611
E-47A	E-47A	1.47	63	44	21	1.04	0.9	0.760	269	16	41	28.00	1638.160	-103.274	865.838
E-47A	E-47A		162	30	31	0.43	0.3	0.170	269	25	32	26.00	1620.867	-140.456	866.531
E-47A	E-47A												1620.867	-140.456	866.531
E-48A	E-48A	1.53	63	7	54	1.55	1.4	1.250	269	18	26	30.00	1631.454	-175.904	866.882
E-48A	E-48A												1647.625	-126.899	866.238
E-48A	E-48A		62	9	20	0.84	0.7	0.560	267	14	10	27.93	1647.625	-126.899	866.238
E-49A	E-49A	1.55	165	5	14	1.025	0.9	0.775	266	59	4	24.93	1672.325	-113.852	865.718
E-49A	E-49A												1654.041	-150.991	865.553
E-49A	E-49A		59	25	25	0.34	0.2	0.060	266	40	48	27.91	1654.041	-150.991	865.553
E-49A	E-49A												1678.066	-136.796	865.281

Tabla IX. Cálculo hidráulico

**DISEÑO HIDRÁULICO (ÁREA 1)**

**PROYECTO:** ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE      **MUNICIPIO:** SAN JUAN SACATEPÉQUEZ      **CÁLCULO:** IVÁN ARDEANO  
**LUGAR:** ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ      **DEPARTAMENTO:** GUATEMALA      **DISEÑO:** IVÁN ARDEANO  
**FECHA:** ENERO/2010      **REVISÓ:** ING. OSCAR ARGUETA

No. de conexiones 365  
 Taza de crecimiento 0.034  
 Población actual 2190 habitantes  
 Población futura 4420 habitantes  
 Dotación 100 L/habitante  
 Factor de día máximo (FDM) 1.2  
 Factor de hora máximo (FHM) 2  
 Caudal medio diario (Qm) 5.12 l/seg  
 Caudal máximo diario (Qmd) 6.14 l/seg  
 Caudal máximo Horario (Qmh) 10.24 l/seg

Caudal por vivienda (Qv) 0.028 l/seg

TRAMO	E	P.O	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERÍA	Cte. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
					INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
<b>Sector 1</b>																					
E-1E			24.95	0	1020.75	1020.17	5	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.295	1.171	1020.75	1020.46	0.00	0.29	0.00	0.58	
E-2E			30.01	0	1020.17	1019.63	6	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.355	1.171	1020.46	1020.11	0.29	0.48	0.58	1.12	
E-3D			29.99	0	1019.63	1019.25	5	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.355	1.171	1020.11	1019.75	0.48	0.50	1.12	1.50	
E-4D			33.79	0	1019.25	1017.56	6	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.400	1.171	1019.75	1019.35	0.50	1.79	1.50	3.19	
E-5C			59.68	0	1017.56	1013.31	10	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.708	1.171	1019.35	1018.64	1.79	5.33	3.19	7.44	
E-6B			53.8	0	1013.31	1009.53	9	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.638	1.171	1018.64	1018.00	5.33	8.47	7.44	11.22	
E-7			27.91	0	1009.53	1007.70	5	10.240	4	4.154	160 PVC	150	0.331	1.171	1018.00	1017.67	8.47	9.97	11.22	13.05	
E-5			31.99	0	1007.70	1007.83	6	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.238	0.415	1017.67	1017.44	9.97	9.60	13.05	12.92	
E-4			39.86	0	1007.83	1009.31	7	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.297	0.415	1017.44	1017.14	9.60	7.83	12.92	11.44	
E-3			79.95	0	1009.31	1008.55	14	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.595	0.415	1017.14	1016.54	7.83	7.99	11.44	12.20	
E-2			42.03	0	1008.55	1002.76	8	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.316	0.415	1016.54	1016.23	7.99	13.47	12.20	17.99	
E-1			37.87	5	1002.76	1000.00	7	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.283	0.415	1016.23	1015.94	13.47	15.94	17.99	20.75	
E-5			59.8	0	1007.70	1011.82	10	10.100	4	4.154	160 PVC	150	0.691	1.155	1017.67	1016.98	9.97	5.16	13.05	8.93	
E-6			100	0	1011.82	1010.19	17	10.100	4	4.154	160 PVC	150	1.153	1.155	1016.98	1015.83	5.16	5.84	8.93	10.56	
E-7			93.99	0	1010.19	1009.48	16	10.100	4	4.154	160 PVC	150	1.084	1.155	1015.83	1014.75	5.64	5.26	10.56	11.27	

Continuación

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diáme- tro (pulg.)	Diáme- tro (pulg.)	Tubo	Cie . de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E-8	E-9	77.9	0	1009.48	1011.54	13	10.100	4	4.154	160 PVC	150	0.898	1.155	1014.75	1013.85	5.26	2.31	11.27	9.21
E-9	E-10	99.13	0	1011.54	1003.20	17	10.100	4	4.154	160 PVC	150	1.147	1.155	1013.85	1012.70	2.31	9.50	9.21	17.55
E-10	E-11	29.95	0	1003.20	1001.54	5	10.100	4	4.154	160 PVC	150	0.346	1.155	1012.70	1012.35	9.50	10.81	17.55	19.21
E-11	E-12	116.71	11	1001.54	992.17	20	10.100	4	4.154	160 PVC	150	1.350	1.155	1012.35	1011.00	10.81	18.83	19.21	28.58
E-12	E-13	96.75	23	992.17	984.27	17	9.792	4	4.154	160 PVC	150	1.057	1.120	1011.00	1009.95	18.83	25.68	28.58	36.48
E-13	E-14	142.99	19	984.27	974.84	24	9.148	4	4.154	160 PVC	150	1.376	1.047	1009.95	1008.57	25.68	33.73	36.48	45.91
E-14	E-15	101.11	15	974.84	966.31	17	8.196	4	4.154	160 PVC	150	2.396	0.774	1008.57	1006.18	33.73	39.87	45.91	54.44
E-15	R-15.3	56.15	0	973.77	965.48	10	8.196	4	4.154	160 PVC	150	0.077	0.938	1008.49	973.33	33.73	34.72	45.91	46.98
R-15.3	R-16.1	72.08	0	965.48	956.27	13	8.196	4	4.154	160 PVC	150	0.445	0.938	973.33	972.76	7.85	16.49	8.29	17.50
R-16.1	R-17.1	34.74	0	956.27	951.81	6	8.196	4	4.154	160 PVC	150	0.599	0.938	972.76	972.49	16.49	20.68	17.50	21.96
R-17.1	E-18	128.65	0	951.81	939.17	22	8.196	4	4.154	160 PVC	150	1.013	0.938	972.49	971.47	20.68	32.30	21.96	34.60
E-18	E-19	98.47	6	939.17	929.96	17	8.196	4	4.154	160 PVC	150	0.775	0.938	971.47	970.70	32.30	40.74	34.60	43.81
E-19	E-20	54.87	13	929.96	925.67	10	8.028	4	4.154	160 PVC	150	0.415	0.918	970.70	970.28	40.74	44.61	43.81	48.10
sector 11																			
E-20	E-20.1	22.79	3	925.67	929.22	4	1.120	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.303	0.719	970.28	969.98	44.61	40.76	48.10	44.55
E-20.1	E-20.2	36.39	4	929.22	935.09	7	1.036	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.419	0.665	969.98	969.56	40.76	34.47	44.55	38.68
E-20.2	E-20.2.1	74.24	4	935.09	953.29	13	0.260	3/4	0.926	160 PVC	150	1.511	0.599	969.56	968.05	34.47	14.76	38.68	20.48
E-20.2	E-20.3	43.68	6	935.09	940.00	8	0.812	1 1/4	1.532	160 PVC	150	0.616	0.683	969.56	968.95	34.47	28.95	38.68	33.77
E-20.3	R-20.3.1	46.08	5	940.00	947.64	8	0.300	3/4	0.926	250 PVC	150	1.203	0.691	968.95	967.74	28.95	20.10	33.77	26.13
E-20.3	E-20.4	59.84	4	940.00	936.72	10	0.504	1	1.195	160 PVC	150	1.164	0.697	968.95	967.78	28.95	31.06	33.77	37.05
E-20.4	E-20.4.2	51.2	5	936.72	953.39	9	0.300	1	1.195	250 PVC	150	0.401	0.415	967.78	968.33	28.95	29.42	33.77	20.38
E-20.3	E-20.5	7.97	4	940.00	939.41	2	0.424	1	1.195	250 PVC	150	0.113	0.586	968.95	968.83	28.95	19.42	33.77	34.36
E-20.5	E-20.6	20.66	1	939.41	936.49	4	0.312	1	1.195	250 PVC	150	0.167	0.431	968.83	968.67	29.42	32.18	34.36	37.28
E-20.6	E-20.6.1	7.92	2	936.49	936.63	2	0.200	1/2	0.716	250 PVC	150	0.337	0.770	968.67	968.33	32.18	31.70	37.28	37.14
E-20.6	E-20.6.2	25.56	2	936.49	934.26	5	0.200	1/2	0.716	250 PVC	150	1.093	0.770	968.67	967.57	32.18	33.31	37.28	39.51
sector 2																			
E-20	E-20.7	25	4	925.67	922.80	5	6.552	4	4.154	160 PVC	150	0.130	0.750	970.28	970.15	44.61	47.35	48.10	50.97
E-20.7	E-21.1	28.88	0	922.80	919.49	5	6.440	4	4.154	160 PVC	150	0.146	0.737	922.80	922.65	0.00	3.16	0.00	3.31
E-21.1	E-22	56.75	0	919.49	914.67	10	5.208	4	4.154	160 PVC	150	0.193	0.596	922.65	922.46	3.16	7.79	3.31	8.13
E-22	E-22.2	59.13	5	914.67	908.40	10	0.300	1	1.195	250 PVC	150	0.442	0.415	922.46	922.02	7.79	13.62	8.13	14.40
E-22	E-23	65.81	2	914.67	911.77	11	5.068	4	4.154	160 PVC	150	0.212	0.580	922.46	922.25	7.79	10.48	8.13	11.03
E-23	E-23.2	53.49	4	911.77	906.28	9	0.450	1	1.195	160 PVC	150	0.847	0.622	922.25	921.40	10.48	15.12	11.03	16.52
E-23.2	E-23.3	67.2	3	906.28	899.99	12	0.335	1	1.195	160 PVC	150	0.616	0.463	921.40	920.79	15.12	20.80	16.52	22.81
E-23.3	E-23.3.1	34.95	3	899.99	902.64	6	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	0.467	0.483	920.79	920.32	20.80	17.68	22.81	20.16
E-23	E-24.1	54.66	6	911.77	909.35	10	4.732	4	4.154	160 PVC	150	0.155	0.541	922.25	922.09	10.48	12.74	11.03	13.45
E-24.1	E-25	149.66	5	909.35	905.20	25	4.564	4	4.154	160 PVC	150	0.397	0.522	922.09	921.70	12.74	16.50	13.45	17.60
E-25	E-26.1	128.07	0	905.20	906.64	22	4.424	4	4.154	160 PVC	150	0.321	0.506	921.70	921.38	16.50	14.74	17.60	16.16
E-26.1	E-27	68.98	2	906.64	902.03	12	4.424	4	4.154	160 PVC	150	0.173	0.506	921.38	921.20	14.74	19.17	16.16	20.77
E-27	E-27.2	75.83	14	902.03	906.45	13	0.670	1	1.195	160 PVC	150	2.499	0.926	921.20	918.70	19.17	12.25	20.77	16.35
E-27.2	E-27.3	35.54	7	906.45	911.12	6	0.370	1	1.195	160 PVC	150	0.393	0.512	918.70	918.31	12.25	7.19	16.35	11.68
E-27	E-28	23.98	0	902.03	899.82	5	3.780	3	3.23	160 PVC	150	0.153	0.715	921.20	921.05	19.17	21.23	20.77	22.98

Continuación

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diáme- tro (pulg.)	Diáme- tro (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cle . de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E-28	E-28.2	77.87	6	899.82	904.02	13	0.424	1	1.195	160 PVC	150	1.100	0.586	921.05	919.95	21.23	15.93	22.98	18.78
E-28.2	E-28.3	35.11	3	904.02	910.03	6	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	0.474	0.483	919.95	919.48	15.93	9.45	18.78	12.77
E-28	E-28.4	61.38	10	899.82	894.57	11	3.528	3	3.23	160 PVC	150	0.345	0.668	921.05	920.71	21.23	26.13	22.98	28.23
E-28.4	E-28.4.1	70.25	4	894.57	901.85	12	0.340	1	1.195	160 PVC	150	0.662	0.470	920.71	920.04	26.13	18.19	28.23	20.95
E-28.4.1	E-28.4.2	30.15	2	901.85	908.66	6	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	0.412	0.483	920.04	919.63	18.19	10.97	20.95	14.14
E-28.4	E-29	82.32	3	894.57	887.12	14	3.080	2 1/2	2.655	160 PVC	150	0.937	0.863	920.71	919.77	26.13	32.65	28.23	35.68
E-29	E-30	71.48	0	887.12	881.83	12	2.996	2 1/2	2.655	160 PVC	150	0.772	0.839	919.77	919.00	32.65	37.17	20.95	40.97
E-30	E-31	61.42	0	881.83	882.52	11	2.996	2 1/2	2.655	160 PVC	150	0.661	0.839	919.00	918.34	37.17	35.81	40.97	40.28
			83	sector 5															
E-31	E-31.3	41.11	0	882.52	876.52	7	1.428	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.855	0.916	918.34	917.48	35.81	40.96	40.28	46.28
E-31.3	E-31.4	59.11	8	876.52	869.59	10	1.428	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.225	0.916	917.48	916.26	40.96	46.66	46.28	53.21
E-31.4	E-31.5	56.76	4	869.59	856.77	10	1.204	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.874	0.773	916.26	915.38	46.66	58.61	53.21	66.03
E-31.5	E-31.7	99.48	3	856.77	869.28	17	1.092	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.256	0.701	915.38	914.13	58.61	44.84	66.03	53.52
E-31.7	E-31.7.2	92	12	869.28	868.19	16	0.654	1	1.195	160 PVC	150	2.895	0.904	914.13	911.23	44.84	43.04	53.52	54.61
E-31.7.2	E-31.7.2.1	53.68	8	868.19	864.80	9	0.397	1	1.195	160 PVC	150	0.672	0.549	911.23	910.56	43.04	45.76	54.61	58.00
E-31.7.2.1	E-31.8	109.97	7	868.19	868.36	19	0.520	1	1.195	160 PVC	150	2.264	0.719	914.13	911.86	44.84	43.50	53.52	54.44
E-31.8	E-31.9	54	3	868.36	866.17	10	0.335	1	1.195	160 PVC	150	0.493	0.463	911.86	911.37	43.50	45.20	54.44	56.63
E-31.9	E-31.10	69.86	3	866.17	862.58	12	0.210	3/4	0.926	160 PVC	150	0.932	0.483	911.37	910.44	45.20	47.86	56.63	60.22
				sector 6															
E-31	E-32.1	79.89	3	882.52	882.98	14	1.568	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.955	1.006	918.34	916.38	35.81	33.40	40.28	39.82
E-32.1	E-33	56.28	5	882.98	874.73	10	1.484	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.257	0.952	916.38	915.12	33.40	40.39	39.82	48.07
E-33	E-33.2	41.99	8	874.73	872.15	8	0.397	1	1.195	250 PVC	150	0.526	0.549	915.12	914.60	40.39	42.45	48.07	50.65
E-33.2	E-33.3	45.99	14	874.73	873.00	8	1.120	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.604	0.719	915.12	914.52	40.39	41.52	48.07	49.80
E-33.3	E-36	47.03	17	873.00	867.10	8	0.728	1 1/4	1.532	160 PVC	150	0.542	0.612	914.52	913.98	41.52	46.88	49.80	55.70
E-36	E-36.1	57.77	3	867.10	858.63	10	0.212	3/4	0.926	250 PVC	150	0.791	0.488	913.98	913.19	46.88	54.56	55.70	64.17
E-36.1	E-36.4	71.77	6	867.10	862.32	12	0.335	1	1.195	250 PVC	150	0.656	0.463	913.98	913.32	46.88	51.00	55.70	60.48
				sector 3															
E-20.7	E-21.1	28.88	0	922.80	919.49	5	1.232	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.455	0.791	922.80	922.35	0.00	2.85	0.00	3.31
E-21.1	E-21	7.97	0	919.49	919.54	2	1.232	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.125	0.791	922.35	922.22	2.85	2.68	3.31	3.26
E-21	E-22.3	58.85	0	919.54	914.67	10	1.232	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.925	0.791	922.22	921.30	2.68	6.63	3.26	8.13
E-22.3	E-23.4	65.81	2	914.67	911.77	11	1.232	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.032	0.791	921.30	920.26	6.63	8.49	8.13	11.03
E-23.4	E-24.5	54.35	5	911.77	909.35	10	1.176	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.782	0.755	920.26	919.48	8.49	10.13	11.03	13.45
E-24	E-24.5	54.13	2	909.35	906.57	10	1.036	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.616	0.665	919.48	918.87	10.13	12.29	13.45	16.23
E-24.5	E-25.4	93.22	5	906.57	905.20	16	0.980	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.958	0.629	918.87	917.91	12.29	12.71	16.23	17.60
E-25.4	E-26	129.03	13	905.20	906.64	22	0.840	1 1/4	1.532	160 PVC	150	1.924	0.707	917.91	915.99	12.71	9.34	17.60	16.16
E-26	E-28.6	202.73	0	906.64	890.70	34	0.600	1	1.195	160 PVC	150	5.455	0.829	915.99	910.53	9.34	19.83	16.16	32.10
E-28.6	E-29.2	104.36	17	890.70	881.83	18	0.600	1	1.195	160 PVC	150	2.810	0.829	910.53	907.72	19.83	25.89	32.10	40.97



Continuación

DISEÑO HIDRÁULICO (ÁREA 2)

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE MUNICIPIO: SAN JUAN SACATEPÉQUEZ CÁLCULO: IVÁN ARDEANO  
 LUGAR: ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ DEPARTAMENTO: GUATEMALA DISEÑO: IVÁN ARDEANO  
 FECHA: ENERO/ 2010 REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA

No. de conexiones 274  
 Taza de crecimiento 0.034  
 Población actual 1644 habitantes  
 Población futura 3318 habitantes  
 Dotación 100 L/hab/día  
 Factor de día máximo (FDM) 1.2  
 Factor de hora máximo (FHM) 2  
 Caudal medio diario (Qm) 3.84 l/seg  
 Caudal máximo diario (Qmd) 4.61 l/seg  
 Caudal máximo Horario (Qmh) 7.68 l/seg  
 Caudal por vivienda (Qv) 0.028 l/seg

Línea de impulsión: 12 horas  
 Tiempo de bombeo 9.22 l/seg  
 Caudal de bombeo (Qb) 1.0547 m/seg  
 Velocidad

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERÍA	Cte. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
Sector 4																			
E-25.4	E-26.4	3.5	0	905.99	905.79	1	7.680	4	4.154	160 PVC	150	0.024	0.879	905.99	905.97	0.00	0.18	0.00	0.20
E-26.4	E-28.6	191.99	0	905.79	890.70	33	7.680	4	4.154	160 PVC	150	1.338	0.879	905.97	904.63	0.18	13.93	0.20	15.29
E-28.6	E-29.3	106.05	0	890.70	881.83	18	7.680	4	4.154	160 PVC	150	0.739	0.879	904.63	903.89	13.93	22.06	15.29	24.16
E-29.3	R-30.2	3.93	0	881.83	882.36	1	2.128	2	2.193	160 PVC	150	0.058	0.874	903.89	903.84	22.06	21.48	24.16	23.63
R-30.2	E-30.3	24.72	3	882.36	886.34	5	2.128	2	2.193	160 PVC	150	0.363	0.874	903.84	903.47	21.48	17.13	23.63	19.65
E-30.3	E-30.4	42.93	4	886.34	889.36	8	2.044	2	2.193	160 PVC	150	0.580	0.839	903.47	902.89	17.13	13.53	19.65	16.63
E-30.4	R-30.4.1	41.95	4	889.36	891.44	7	1.932	2	2.193	160 PVC	150	0.510	0.793	902.89	902.38	13.53	10.94	16.63	14.55
R-30.4.1	E-30.5	40.97	5	891.44	893.47	7	1.820	2	2.193	160 PVC	150	0.446	0.747	902.38	901.94	10.94	8.47	14.55	12.52
E-30.5	E-30.6	41.86	2	893.47	892.10	7	1.680	2	2.193	160 PVC	150	0.392	0.69	901.94	901.54	8.47	9.44	12.52	13.89
E-30.6	E-30.8	119.65	1	892.10	890.24	20	1.624	2	2.193	160 PVC	150	1.053	0.667	901.54	900.49	9.44	10.25	13.89	15.75
E-30.8	E-30.9	91.86	11	890.24	887.08	16	1.596	2	2.193	160 PVC	150	0.783	0.655	900.49	899.71	10.25	12.63	15.75	18.91
E-30.9	E-30.10	93	13	887.08	888.11	16	1.288	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.582	0.826	899.71	898.13	12.63	10.02	18.91	17.88

Continuación

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cte. de Tuberia	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E-30.10	E-30.11	64.97	10	888.11	887.64	11	0.924	1 1/4	1.532	160 PVC	150	1.155	0.777	898.13	896.97	10.02	9.33	17.88	18.35
E-30.11	E-30.12	119.3	1	887.64	879.18	20	0.644	1	1.195	160 PVC	150	3.657	0.89	896.97	893.31	10.94	14.13	18.35	26.81
E-30.12	E-30.13	40	0	879.18	879.50	7	0.616	1	1.195	160 PVC	150	1.127	0.852	893.31	892.19	14.13	12.69	26.81	26.49
E-30.13	E-30.13.1	19.96	2	879.50	881.77	4	0.210	1/2	0.718	315 PVC	150	0.936	0.809	891.25	890.32	12.69	8.54	26.49	24.22
E-30.13	E-30.14	47.97	3	879.50	879.59	8	0.560	1	1.195	160 PVC	150	1.133	0.774	892.19	891.05	12.69	11.46	26.49	26.40
E-30.14	E-30.14.1	21.95	1	879.59	876.95	4	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	0.942	0.77	891.05	890.11	11.46	13.16	26.40	29.04
E-30.14	E-30.15	21.95	2	876.95	879.50	4	0.581	1	1.195	160 PVC	150	0.559	0.803	891.05	890.50	11.46	10.99	29.04	26.49
E-30.15	E-30.15.1	40	2	879.50	880.21	7	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	1.704	0.77	890.50	888.79	10.99	8.58	26.49	25.78
E-30.15	E-30.16	55.93	3	879.50	878.73	10	0.500	1	1.195	160 PVC	150	1.071	0.691	890.50	889.42	10.99	10.69	26.49	27.26
E-30.16	E-30.16.1	45.94	4	878.73	877.73	8	0.260	3/4	0.926	315 PVC	150	0.908	0.599	889.42	888.52	10.69	10.79	27.26	28.26
E-30.16	E-30.17	44	4	877.73	878.34	8	0.420	3/4	0.926	250 PVC	150	2.113	0.967	889.42	887.31	10.69	8.97	27.26	27.65
E-30.17	E-30.17.2	45.76	1	878.34	874.58	8	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	1.955	0.77	887.31	885.36	8.97	10.78	27.65	31.41
E-29.3	E-31.1	61.43	5	881.83	882.85	11	5.552	3	3.23	160 PVC	150	0.797	1.051	903.89	903.10	22.06	20.25	24.16	23.14
E-31.1	E-31.2	29.98	3	882.85	885.23	6	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	0.400	0.483	903.10	902.70	20.25	17.47	23.14	20.76
E-31.1	E-32	79.79	6	882.85	882.52	14	5.328	3	3.23	160 PVC	150	0.959	1.008	903.10	902.14	20.25	19.62	23.14	23.47
E-32	E-34	100.18	7	882.52	868.07	17	5.160	3	3.23	160 PVC	150	1.147	0.976	900.99	900.99	19.62	32.92	23.47	37.92
E-34	E-34.1	41.85	3	868.07	866.66	7	0.210	3/4	0.926	315 PVC	150	0.558	0.483	900.99	900.44	32.92	33.78	13.76	39.33
E-34	E-36.2	48.6	4	868.07	867.08	9	4.880	3	3.23	160 PVC	150	0.497	0.923	900.99	900.50	32.92	33.42	13.76	38.91
E-36.2	E-38	82.9	8	867.08	863.74	14	4.768	3	3.23	160 PVC	150	0.812	0.902	900.50	899.69	33.42	35.95	14.75	42.25
E-38	E-38.2	57.81	3	863.74	867.31	10	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	0.771	0.483	899.69	898.91	35.95	31.60	18.09	38.68
E-38	E-39	40	1	863.74	864.22	7	4.460	3	3.23	160 PVC	150	0.346	0.844	899.69	899.34	35.95	35.12	18.09	41.77
E-39	E-39.1	79.88	6	864.22	867.43	14	0.340	1	1.195	160 PVC	150	0.750	0.47	899.34	898.59	35.12	31.16	17.61	38.56
E-39	E-39.6	12.93	0	864.22	sector 8	3	4.264	3	3.23	160 PVC	150	0.103	0.807	899.34	899.24	35.12	35.13	17.61	41.88
E-39.6	E-39.2	9.38	0	864.11	864.21	2	2.976	2 1/2	2.655	160 PVC	150	0.100	0.833	899.24	899.14	35.13	34.93	17.72	41.78
E-39.2	E-39.3	32.77	2	864.21	863.76	6	1.408	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.657	0.903	899.14	898.48	34.93	34.72	17.62	42.23
E-39.3	E-39.4	94.08	5	863.76	864.27	16	1.352	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.750	0.868	898.48	896.73	34.72	32.46	42.23	41.72
E-39.4	E-41.2	67.17	5	864.27	864.67	12	1.212	1 1/2	1.754	250 PVC	150	1.021	0.778	896.73	895.71	32.46	31.04	41.72	41.32
E-41.2	E-42.2	89.06	2	864.67	849.86	16	0.210	3/4	0.926	250 PVC	150	1.202	0.483	895.71	894.51	31.04	44.65	41.72	56.13
E-42.2	E-42.4	113.19	1	849.86	844.37	19	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	4.825	0.77	894.51	889.68	44.65	45.31	31.97	61.62
E-41.2	E-43	141.46	7	864.67	863.00	24	0.988	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.473	0.634	895.71	894.24	31.04	31.24	41.32	42.99
E-43	E-44	138	2	863.00	864.25	23	0.260	3/4	0.926	250 PVC	150	2.689	0.599	894.24	891.55	31.24	41.32	42.99	41.74
E-44	E-44.5	11.81	0	864.25	864.10	2	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	0.503	0.77	891.55	891.04	41.32	42.99	41.74	41.89
E-44.5	E-44.4	109.99	2	864.10	865.83	19	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	4.684	0.77	891.04	886.36	42.99	41.74	41.74	40.16
E-43	E-45	96.07	2	863.00	865.29	17	0.370	1	1.195	160 PVC	150	1.054	0.512	894.24	893.18	31.24	27.89	42.99	40.70
E-45	E-46	89.9	3	865.29	863.09	15	0.300	3/4	0.926	250 PVC	150	2.317	0.691	893.18	890.86	27.89	27.77	40.70	42.90
E-46	E-48	87.36	3	863.09	857.29	15	0.210	1/2	0.716	315 PVC	150	4.080	0.809	890.86	886.78	27.77	29.49	42.90	48.70
E-43	E-46A	27.93	0	863.00	865.61	5	0.620	1	1.195	160 PVC	150	0.799	0.857	894.24	893.44	31.24	27.83	42.99	40.38
E-46A	E-46.A.1	28	8	865.61	865.84	5	0.397	1	1.195	160 PVC	150	0.350	0.549	893.44	893.09	27.83	27.25	40.38	40.15
E-46A	E-47.A	26	0	865.61	866.53	5	0.396	1	1.195	160 PVC	150	0.324	0.547	893.44	893.11	27.83	26.58	40.38	39.46

Continuación

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diáme- tro Nominal (pulg.)	Diáme- tro Interno (pulg.)	TIPO TUBERÍA	Cte. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E-47.A	E-48A	30	1	866.53	866.24	5	0.340	3/4	0.926	250 PVC	150	0.974	0.783	893.11	892.14	26.58	25.90	39.46	39.75
E-48A	E-48A.1	27.93	2	866.24	865.72	5	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	1.189	0.77	892.14	890.95	25.90	25.90	39.75	40.27
E-48A	E-49A	24.93	1	866.24	865.55	5	0.260	3/4	0.926	250 PVC	150	0.493	0.599	892.14	891.65	25.90	26.10	39.75	40.44
E-49A	E-49.A.1	27.91	2	865.55	865.28	5	0.210	1/2	0.716	315 PVC	150	1.301	0.809	891.65	890.34	26.10	25.06	40.44	40.71
E-47.A	E-47.A.1	37	4	866.53	866.38	7	0.260	3/4	0.926	315 PVC	150	0.732	0.599	893.11	892.38	26.58	25.50	39.46	39.11
E-39.2	E-40.1	60.94	4	864.21	867.18	11	1.568	2	2.193	250 PVC	150	0.503	0.644	899.14	898.63	34.93	31.45	41.78	38.81
E-40.1	E-50.1	69.73	3	867.18	863.99	12	1.456	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.489	0.934	898.63	897.14	31.45	33.15	38.81	42.00
E-50.1	E-51.5	55.85	2	863.99	861.82	10	1.372	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.068	0.88	897.14	896.08	33.15	34.26	42.00	44.17
E-51.5	E-53	127.57	4	861.82	855.38	22	1.316	1 1/2	1.754	160 PVC	150	2.261	0.844	896.08	893.82	34.26	38.44	44.17	50.61
E-53	E-54	31.89	1	855.38	847.95	6	1.204	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.492	0.773	893.82	893.32	38.44	45.37	50.61	58.04
E-54	E-54.1	59.18	0	847.95	855.18	10	0.210	3/4	0.926	160 PVC	150	0.794	0.483	893.32	892.53	45.37	37.35	58.04	50.81
E-54.1	E-54.2	25.96	0	855.18	854.70	5	0.210	1/2	0.716	315 PVC	150	1.446	0.809	892.53	891.32	37.35	36.62	50.81	51.29
E-54.2	E-54.3	31	2	854.70	855.86	6	0.210	1/2	0.716	315 PVC	150	1.339	0.719	893.32	891.98	36.62	34.01	51.29	50.13
E-54	E-55	101.94	3	847.95	845.78	17	1.120	1 1/2	1.754	160 PVC	150	2.375	0.77	891.98	889.61	46.20	38.21	60.21	54.59
E-55	E-55.1	55.5	3	845.78	851.40	10	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	1.020	0.801	891.98	890.96	46.20	39.57	54.59	54.60
E-56	E-56.1	49.86	2	845.78	854.36	9	0.800	1	1.195	160 PVC	150	1.340	0.829	890.96	889.62	39.57	35.26	54.60	51.63
E-56.1	E-56.2	35.99	5	854.36	855.02	6	0.544	1	1.195	160 PVC	150	0.806	0.752	889.62	888.82	35.26	33.80	51.63	50.97
E-56.2	E-56.3	36.45	5	855.02	852.51	7	0.450	1	1.195	160 PVC	150	0.576	0.622	888.82	888.24	33.80	35.73	50.97	53.48
E-56.3	E-56.4	73.3	4	852.51	847.87	13	0.260	3/4	0.926	250 PVC	150	1.462	0.599	888.24	886.79	35.73	38.92	53.48	58.12
E-56.4	E-56.6	69.67	1	855.02	851.08	12	0.200	1/2	0.716	315 PVC	150	2.971	0.77	888.82	885.85	33.80	34.77	50.97	54.91
E-56	E-57	25.9	0	851.39	849.94	5	0.560	1	1.195	160 PVC	150	0.612	0.774	890.96	890.35	39.57	40.41	51.29	56.05
E-57	E-57.2	77.89	1	849.94	846.02	13	0.560	1	1.195	160 PVC	150	1.841	0.774	890.35	888.51	40.41	42.49	56.05	59.97
E-57.2	E-58	47.66	2	846.02	845.29	8	0.532	1	1.195	160 PVC	150	1.024	0.735	888.51	887.49	42.49	42.20	59.97	60.70
E-58	E-59	127.75	0	845.29	840.32	22	0.497	1	1.195	250 PVC	150	2.421	0.687	887.49	885.07	42.20	44.75	60.70	65.67
E-59	E-59.3	43.9	0	840.32	838.68	8	0.497	1	1.195	160 PVC	150	0.832	0.687	885.07	884.23	44.75	45.55	60.70	67.31
E-59.3	E-60.5	54.1	0	838.68	840.98	10	0.497	1	1.195	160 PVC	150	1.025	0.687	884.23	883.21	45.55	42.23	67.31	65.01
E-60.5	E-60	2	0	840.98	840.98	1	0.335	1	1.195	160 PVC	150	0.018	0.463	883.21	883.19	42.23	42.21	65.01	65.01
E-60	E-60.1	21.96	1	840.98	842.83	4	0.335	1	1.195	250 PVC	150	0.201	0.463	883.19	882.99	42.21	40.16	65.01	63.16
E-60.1	E-60.2	53.95	2	842.83	845.09	9	0.300	1	1.195	160 PVC	150	0.402	0.415	882.99	882.59	40.16	37.50	63.16	60.90
E-60.2	E-60.3	43.97	1	845.09	847.06	8	0.210	3/4	0.926	160 PVC	150	0.586	0.483	882.59	880.42	37.50	34.94	60.90	58.93
E-60.3	E-60.4	34.01	2	847.06	845.68	6	0.210	1/2	0.716	160 PVC	150	1.586	0.809	882.00	880.42	34.94	34.74	58.93	60.31
E-60.4	E-61.1	8.63	0	840.98	841.54	2	0.340	1	1.195	160 PVC	150	0.081	0.47	883.21	883.13	42.23	41.59	60.31	64.45
E-61.1	E-61.2	37.85	3	841.54	841.78	7	0.340	1	1.195	160 PVC	150	0.355	0.47	883.13	882.77	41.59	40.99	64.45	64.21
E-61.2	E-61.3	35.86	3	841.78	838.38	7	0.210	3/4	0.926	160 PVC	150	0.480	0.483	882.77	882.29	40.99	43.91	64.21	67.61
E-39.6	E-40	60.93	1	864.11	867.18	11	1.288	1 1/2	1.754	160 PVC	150	1.038	0.826	899.24	898.20	35.13	31.02	17.72	38.81
E-40	E-40A	21.92	2	867.18	866.36	4	1.260	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.368	0.809	898.20	897.84	31.02	31.48	38.81	39.63
E-40A	E-50	47.81	3	866.36	863.99	8	1.204	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.719	0.773	897.84	897.12	31.48	33.13	39.63	42.00
E-50	E-51	55.85	3	863.99	861.89	10	1.120	1 1/2	1.754	160 PVC	150	0.734	0.719	897.12	896.39	33.13	34.50	42.00	44.10

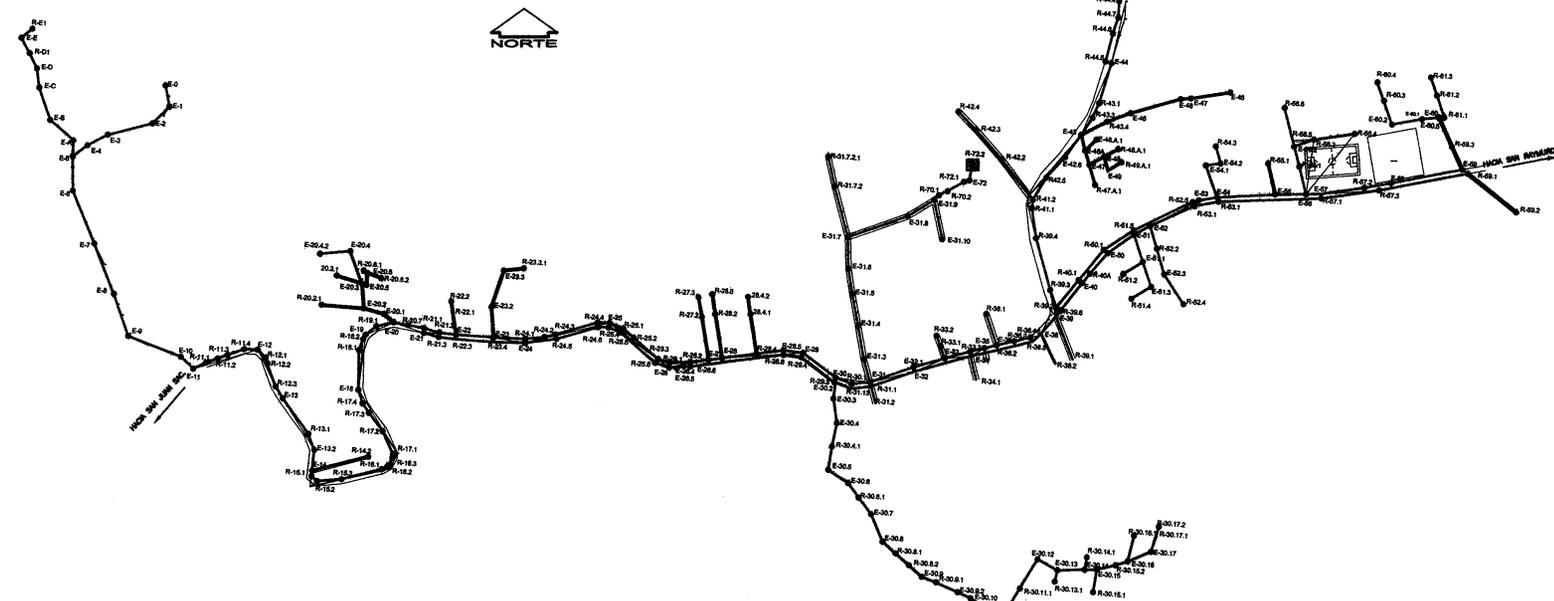
Continuación

TRAMO	L Tomada (m)	Viviendas Actuales	COTA TERRENO		TOTAL Tubos	Q Diseño (l/s)	Diáme- tro Nominal (pulg.)	Diáme- tro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cie. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN DINÁMICA		PRESIÓN ESTÁTICA		
			INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
E-51	50	0	861.89	862.74	9	0.580	1	1.193	160 PVC	150	1.270	0.804	896.39	895.12	34.50	32.38	44.10	43.25	
E-51.1	40	8	862.74	863.83	7	0.580	1	1.193	160 PVC	150	1.016	0.804	895.12	894.10	32.38	30.27	43.25	42.16	
E-51.2	45.98	0	862.74	862.76	8	0.400	1	1.193	160 PVC	150	0.587	0.555	895.12	894.53	32.38	31.77	43.25	43.23	
E-51.3	40	8	862.76	863.77	7	0.400	1	1.193	160 PVC	150	0.511	0.555	894.53	894.02	31.77	30.25	43.23	42.22	
E-51	31.85	3	861.89	862.74	6	0.588	1	1.193	160 PVC	150	0.830	0.816	896.39	895.56	34.50	32.82	44.10	43.25	
E-52.3	88	3	862.74	860.71	15	0.335	1	1.193	160 PVC	150	0.810	0.465	895.56	894.75	32.82	34.04	43.25	45.28	
E-52.4	61.92	3	860.71	858.59	11	0.210	3/4	0.926	160 PVC	150	0.825	0.483	894.75	893.92	34.04	35.33	45.28	47.40	
E-52.3	84.05	2	862.74	855.75	15	0.520	1	1.193	160 PVC	150	1.750	0.721	895.56	893.81	32.82	38.06	43.25	50.24	
E-52	222.18	2	855.75	849.74	38	0.474	1	1.193	160 PVC	150	3.886	0.657	893.81	889.92	38.06	40.18	50.24	56.25	
E-53.1	103.4	3	849.74	844.92	18	0.424	1	1.193	160 PVC	150	1.473	0.588	889.92	888.45	40.18	43.53	56.25	61.07	
E-57.1	158.31	3	844.92	839.77	27	0.335	1	1.193	160 PVC	150	1.457	0.465	888.45	886.99	43.53	47.22	61.07	66.22	
E-57.3	108.12	3	839.77	843.01	19	0.200	3/4	0.926	160 PVC	150	1.316	0.46	886.99	885.68	47.22	42.67	66.22	62.98	
LÍNEA DE IMPULSION																			
R-70.2	79.56		826.07	854.33	14	9.22	4	3.97	250 PVC	150		1.05							
R-70.2	824.93		854.33	905.99	143	9.22	4	4.154	160 PVC	150		1.05							

## **APÉNDICE 2**

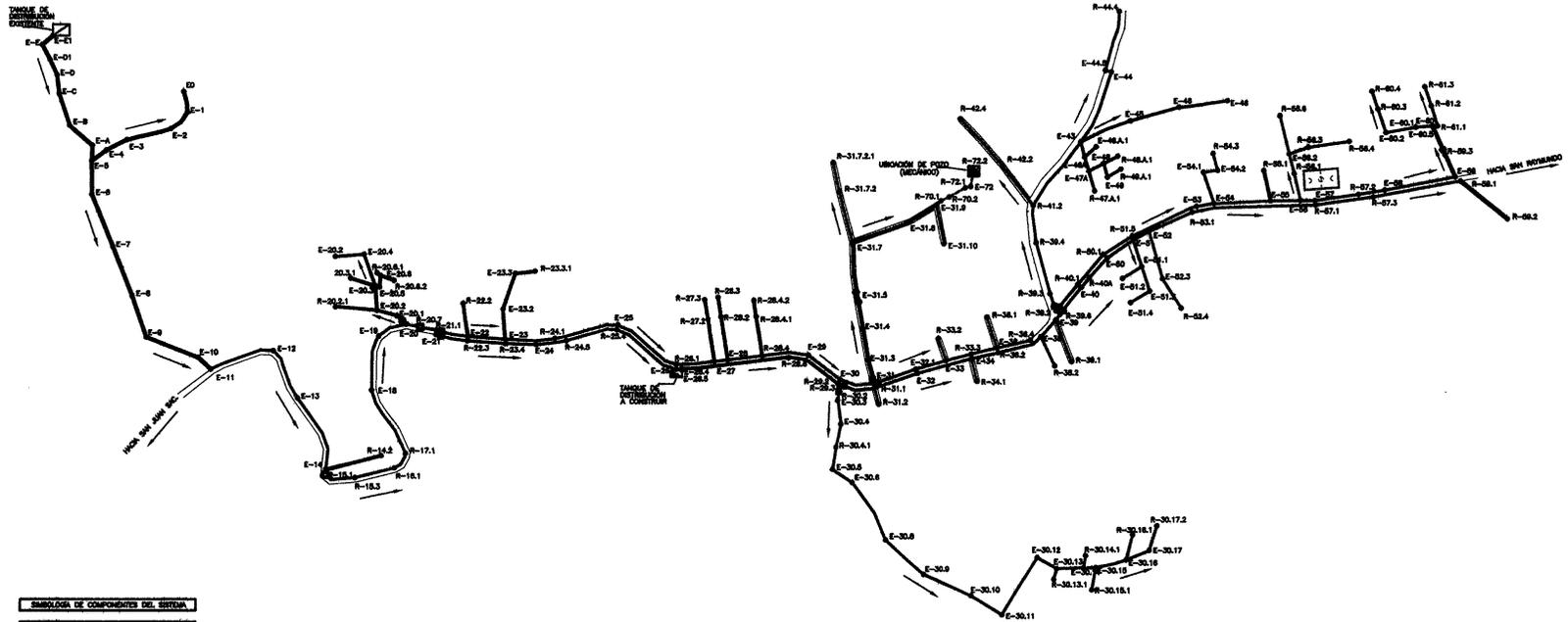
- **PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**





PLANTA GENERAL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO  
ESCALA 1:4000

EST	PO	AZMUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZMUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZMUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZMUT	DISTANCIA	COTA	EST	PO	AZMUT	DISTANCIA	COTA
E-0	E-0			1050.70	R-01	R-01	29280°	15.85	883.49	R-01	R-01	29280°	15.85	883.49	R-01	R-01	29280°	15.85	883.49	R-01	R-01	29280°	15.85	883.49
E-0	E-1	232738°	24.08	1028.17	R-01	R-02	94°14'	8.89	891.81	R-01	R-02	94°14'	8.89	891.81	R-01	R-02	94°14'	8.89	891.81	R-01	R-02	94°14'	8.89	891.81
E-0	E-01	181487°	30.02	1018.63	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15
E-0	E-01	184234°	28.88	1018.28	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15
E-0	E-0	172444°	33.84	1017.28	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15	R-01	R-03	323°44'	44.42	947.15
E-0	E-0	181234°	38.78	1013.31	R-01	R-04	242°34'	24.78	838.17	R-01	R-04	242°34'	24.78	838.17	R-01	R-04	242°34'	24.78	838.17	R-01	R-04	242°34'	24.78	838.17
E-0	E-0	181734°	53.74	1006.33	R-01	R-05	194°18'	86.14	832.48	R-01	R-05	194°18'	86.14	832.48	R-01	R-05	194°18'	86.14	832.48	R-01	R-05	194°18'	86.14	832.48
E-0	E-0	181834°	27.80	1007.70	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88
E-0	E-0	181934°	31.88	1007.63	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88	R-01	R-05	202°14'	30.88	830.88
E-0	E-0	182034°	38.88	1005.31	R-01	R-06	81°18'	23.77	827.88	R-01	R-06	81°18'	23.77	827.88	R-01	R-06	81°18'	23.77	827.88	R-01	R-06	81°18'	23.77	827.88
E-0	E-0	182134°	78.88	1000.58	R-01	R-07	77°34'	31.10	828.87	R-01	R-07	77°34'	31.10	828.87	R-01	R-07	77°34'	31.10	828.87	R-01	R-07	77°34'	31.10	828.87
E-0	E-0	182234°	41.81	1108.78	R-01	R-08	202°14'	22.88	832.82	R-01	R-08	202°14'	22.88	832.82	R-01	R-08	202°14'	22.88	832.82	R-01	R-08	202°14'	22.88	832.82
E-0	E-0	182334°	37.87	1000.00	R-01	R-09	282°18'	28.34	840.00	R-01	R-09	282°18'	28.34	840.00	R-01	R-09	282°18'	28.34	840.00	R-01	R-09	282°18'	28.34	840.00
E-0	E-0	172334°	28.88	1011.82	R-01	R-10	274°18'	74.31	855.88	R-01	R-10	274°18'	74.31	855.88	R-01	R-10	274°18'	74.31	855.88	R-01	R-10	274°18'	74.31	855.88
E-0	E-0	182434°	100.00	1010.18	R-01	R-11	83°18'	43.70	840.00	R-01	R-11	83°18'	43.70	840.00	R-01	R-11	83°18'	43.70	840.00	R-01	R-11	83°18'	43.70	840.00
E-0	E-0	182534°	93.88	1006.48	R-01	R-12	282°18'	48.13	847.84	R-01	R-12	282°18'	48.13	847.84	R-01	R-12	282°18'	48.13	847.84	R-01	R-12	282°18'	48.13	847.84
E-0	E-0	181734°	77.80	1011.54	R-01	R-13	104°18'	7.97	838.41	R-01	R-13	104°18'	7.97	838.41	R-01	R-13	104°18'	7.97	838.41	R-01	R-13	104°18'	7.97	838.41
E-0	E-0	1112°34'	68.13	1003.30	R-01	R-14	94°18'	30.88	838.48	R-01	R-14	94°18'	30.88	838.48	R-01	R-14	94°18'	30.88	838.48	R-01	R-14	94°18'	30.88	838.48
E-0	E-0	182634°	28.88	1001.54	R-01	R-15	282°18'	7.92	838.83	R-01	R-15	282°18'	7.92	838.83	R-01	R-15	282°18'	7.92	838.83	R-01	R-15	282°18'	7.92	838.83
E-0	E-0	182734°	33.72	898.28	R-01	R-16	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-16	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-16	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-16	110°18'	28.40	834.38
E-0	E-0	182834°	21.80	897.48	R-01	R-17	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-17	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-17	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-17	110°18'	28.40	834.38
E-0	E-0	182934°	17.91	898.18	R-01	R-18	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-18	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-18	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-18	110°18'	28.40	834.38
E-0	E-0	183034°	20.94	894.11	R-01	R-19	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-19	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-19	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-19	110°18'	28.40	834.38
E-0	E-0	183134°	23.42	892.17	R-01	R-20	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-20	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-20	110°18'	28.40	834.38	R-01	R-20	110°18'	28.40	834.38
E-0	E-0	183234°	18.82	890.30	R-01	R-21	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-21	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-21	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-21	102°18'	27.80	814.74
E-0	E-0	183334°	18.88	888.84	R-01	R-22	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-22	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-22	102°18'	27.80	814.74	R-01	R-22	102°18'	27.80	814.74
E-0	E-0	183434°	42.38	898.17	R-01	R-23	282°18'	38.13	862.87	R-01	R-23	282°18'	38.13	862.87	R-01	R-23	282°18'	38.13	862.87	R-01	R-23	282°18'	38.13	862.87
E-0	E-0	183534°	23.88	894.87	R-01	R-24	102°18'	28.81	811.77	R-01	R-24	102°18'	28.81	811.77	R-01	R-24	102°18'	28.81	811.77	R-01	R-24	102°18'	28.81	811.77
E-0	E-0	183634°	78.28	878.84	R-01	R-25	102°18'	33.48	808.38	R-01	R-25	102°18'	33.48	808.38	R-01	R-25	102°18'	33.48	808.38	R-01	R-25	102°18'	33.48	808.38
E-0	E-0	183734°	28.88	877.38	R-01	R-26	102°18'	27.23	808.88	R-01	R-26	102°18'	27.23	808.88	R-01	R-26	102°18'	27.23	808.88	R-01	R-26	102°18'	27.23	808.88
E-0	E-0	183834°	38.78	874.84	R-01	R-27	102°18'	34.88	802.84	R-01	R-27	102°18'	34.88	802.84	R-01	R-27	102°18'	34.88	802.84	R-01	R-27	102°18'	34.88	802.84
E-0	E-0	183934°	101.11	868.33	R-01	R-28	102°18'	48.88	808.38	R-01	R-28	102°18'	48.88	808.38	R-01	R-28	102°18'	48.88	808.38	R-01	R-28	102°18'	48.88	808.38
E-0	E-0	184034°	8.81	873.77	R-01	R-29	102°18'	18.88	807.42	R-01	R-29	102°18'	18.88	807.42	R-01	R-29	102°18'	18.88	807.42	R-01	R-29	102°18'	18.88	807.42
E-0	E-0	184134°	13.27	870.80	R-01	R-30	102°18'	22.23	808.87	R-01	R-30	102°18'	22.23	808.87	R-01	R-30	102°18'	22.23	808.87	R-01	R-30	102°18'	22.23	808.87
E-0	E-0	184234°	42.88	865.48	R-01	R-31	102°18'	78.04	804.77	R-01	R-31	102°18'	78.04	804.77	R-01	R-31	102°18'	78.04	804.77	R-01	R-31	102°18'	78.04	804.77
E-0	E-0	184334°	72.08	858.87	R-01	R-32	102°18'	28.91	800.30	R-01	R-32	102°18'	28.91	800.30	R-01	R-32	102°18'	28.91	800.30	R-01	R-32	102°18'	28.91	800.30
E-0	E-0	184434°	13.27	870.80	R-01	R-33	112°18'	20.88	805.18	R-01	R-33	112°18'	20.88	805.18	R-01	R-33	112°18'	20.88	805.18	R-01	R-33	112°18'	20.88	805.18
E-0	E-0	184534°	18.88	863.48	R-01	R-34	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-34	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-34	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-34	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	184634°	18.88	863.48	R-01	R-35	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-35	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-35	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-35	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	184734°	18.88	863.48	R-01	R-36	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-36	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-36	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-36	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	184834°	18.88	863.48	R-01	R-37	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-37	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-37	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-37	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	184934°	18.88	863.48	R-01	R-38	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-38	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-38	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-38	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185034°	18.88	863.48	R-01	R-39	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-39	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-39	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-39	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185134°	18.88	863.48	R-01	R-40	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-40	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-40	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-40	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185234°	18.88	863.48	R-01	R-41	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-41	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-41	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-41	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185334°	18.88	863.48	R-01	R-42	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-42	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-42	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-42	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185434°	18.88	863.48	R-01	R-43	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-43	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-43	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-43	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185534°	18.88	863.48	R-01	R-44	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-44	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-44	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-44	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185634°	18.88	863.48	R-01	R-45	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-45	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-45	112°18'	22.88	805.18	R-01	R-45	112°18'	22.88	805.18
E-0	E-0	185734°	18.88</																					



SIMBOLOGIA DE COMPONENTES DEL SISTEMA	
	VALVULA DE COMPUESTA
	VALVULA DE LIMPIEZA
	TANQUE DISTRIBUCION EXISTENTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION A CONSTRUIR (150 m <sup>3</sup> concreto reforzado)
	ESTACION BOMBAPRESION CON VALVULA DE FLUJO
	UBICACION DE POZO (MEDIANCO)
	TUBERIA DE RED DE DISTRIBUCION
	TUBERIA DE LINEA DE IMPULSION
	DIRECCION DE FLUJO
	COTA GEOMETRICA

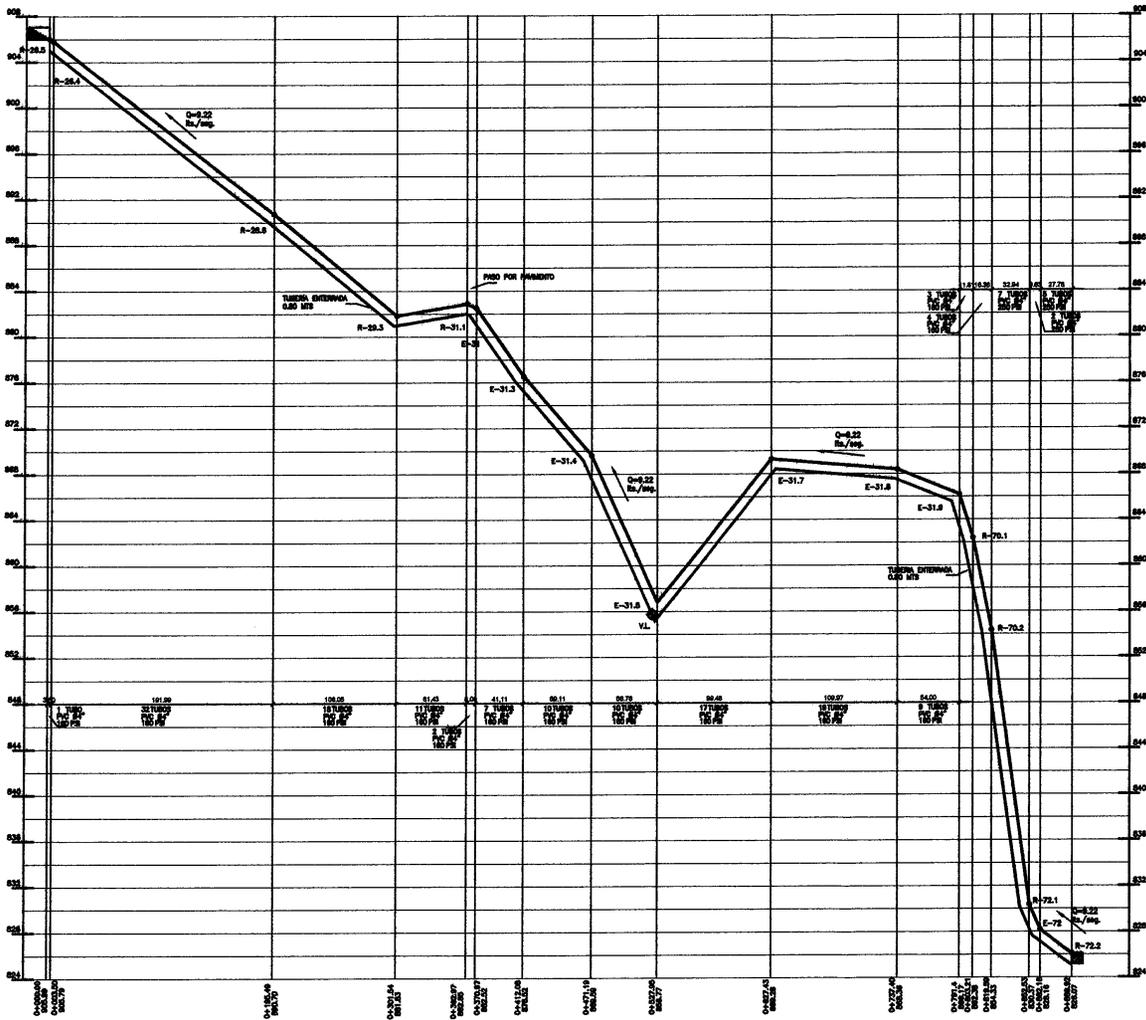
PLANTA CONJUNTO RED GENERAL DISTRIBUCION Y LINEA DE CONDUCCION  
ESCALA 1:4000



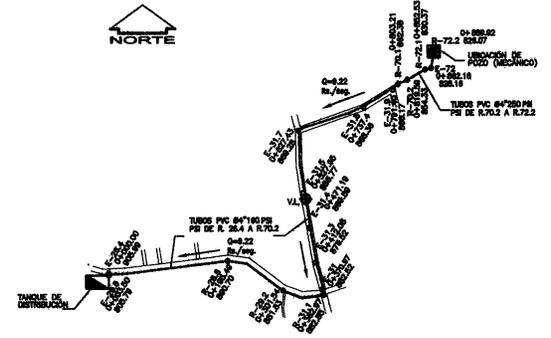
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ASOCIACION PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2010

Proyecto:  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
Lugar:  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO	PLANO	FECHA	ESTADO
PLANTA CONJUNTO	CONDUCCION PARA SEC. 4,7,8,9,10		
DISTRIBUCION	DISTRIBUCION SECTORES 1,2,5,6,8,11/4,7,8,9,10		
ELABORADO	EDWIN IVAN ARDABANO BORBOR	FECHADO	EDWIN IVAN ARDABANO BORBOR
REVISADO	EDWIN IVAN ARDABANO BORBOR	INDICADA	DR. OSCAR ARGENTA HERNANDEZ
N.º. 001.00.00.0000		2	



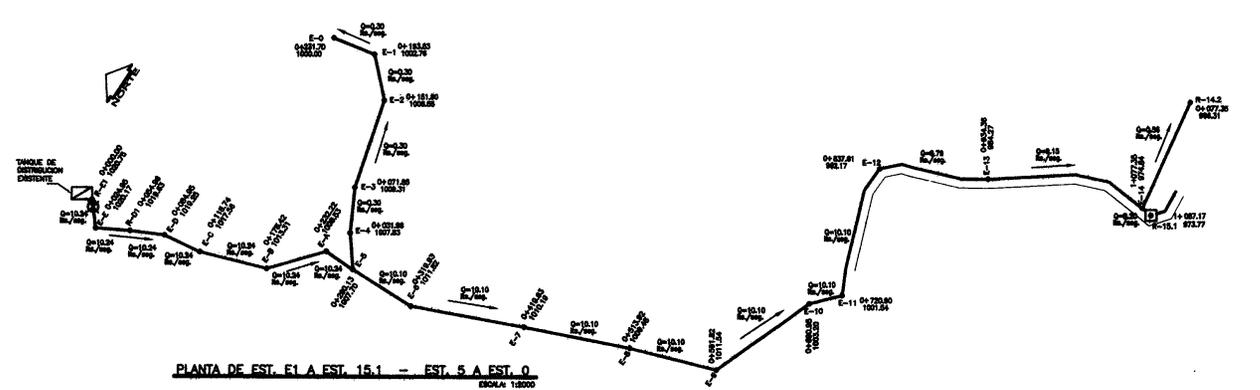
PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION DE R.25.4 A R.72.2  
 ESCALA VERTICAL 1:500  
 HORIZONTAL 1:5000



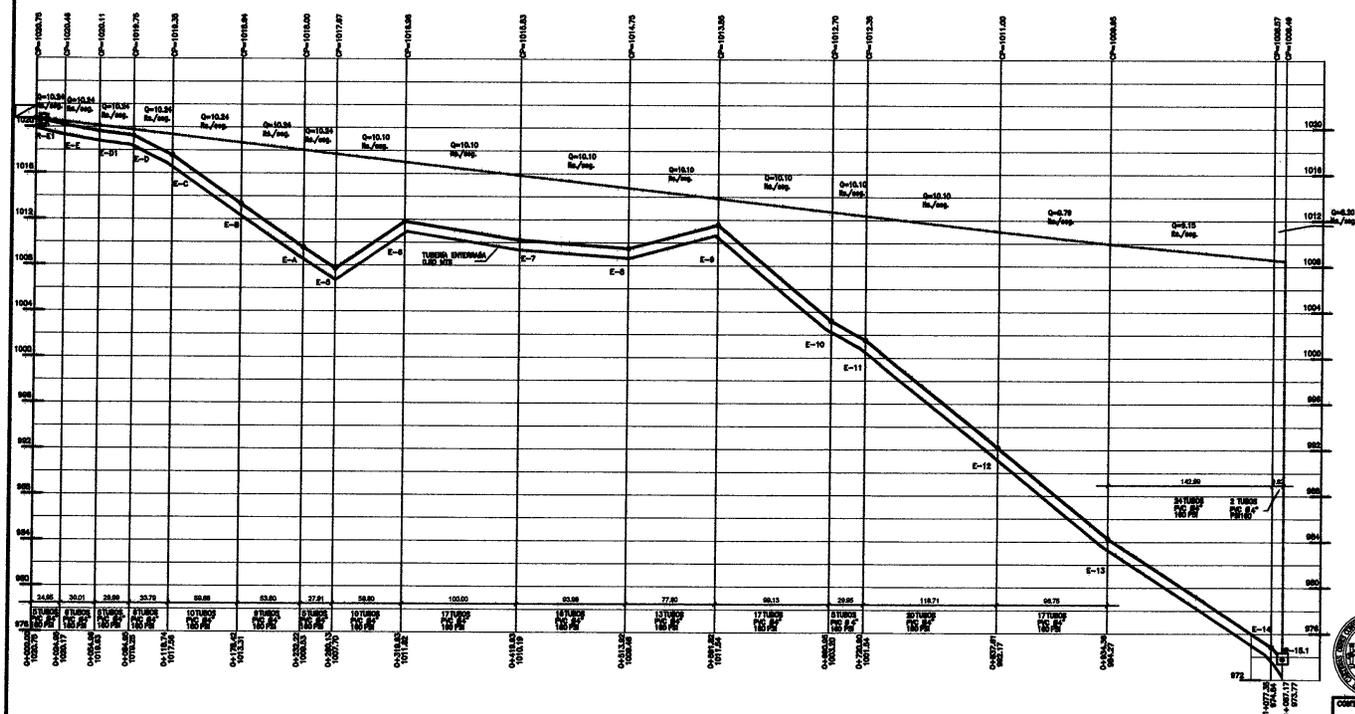
PLANTA DE LINEA DE CONDUCCION DE R.25.4 A R.72.2  
 ESCALA 1:5000



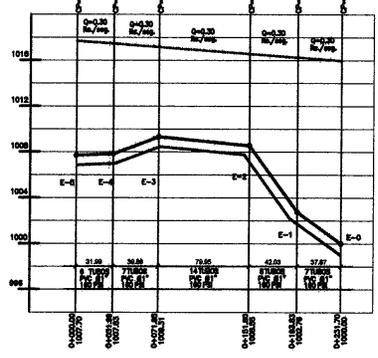
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA INSTITUTO PROFESIONAL DE INGENIERIA		PROYECTO: <b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b> UBICACION: <b>ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA</b>	
E.P.S. INGENIERIA CIVIL 8010		E.P.S. INGENIERIA CIVIL 8010	
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL	PLANO:	CONDUCCION PARA SECTORES 4,7,8,9,10
ELABORADO:	SUYH IVÁN ANDRÉS BORG	REVISADO:	FREDERICO SÁO
ELABORADO:	SUYH IVÁN ANDRÉS BORG	REVISADO:	ING. OSCAR ANTONIA HERNÁNDEZ
N.º DE HOJA DE INGENIERIA			3 / 17



PLANTA DE EST. E1 A EST. 15.1 - EST. 5 A EST. 0  
ESCALA 1:2000



PERFIL DE EST. E1 A EST. 15.1  
ESCALA VERTICAL 1:500  
HORIZONTAL 1:2000



PERFIL DE EST. 5 A EST. 0  
ESCALA VERTICAL 1:500  
HORIZONTAL 1:2000

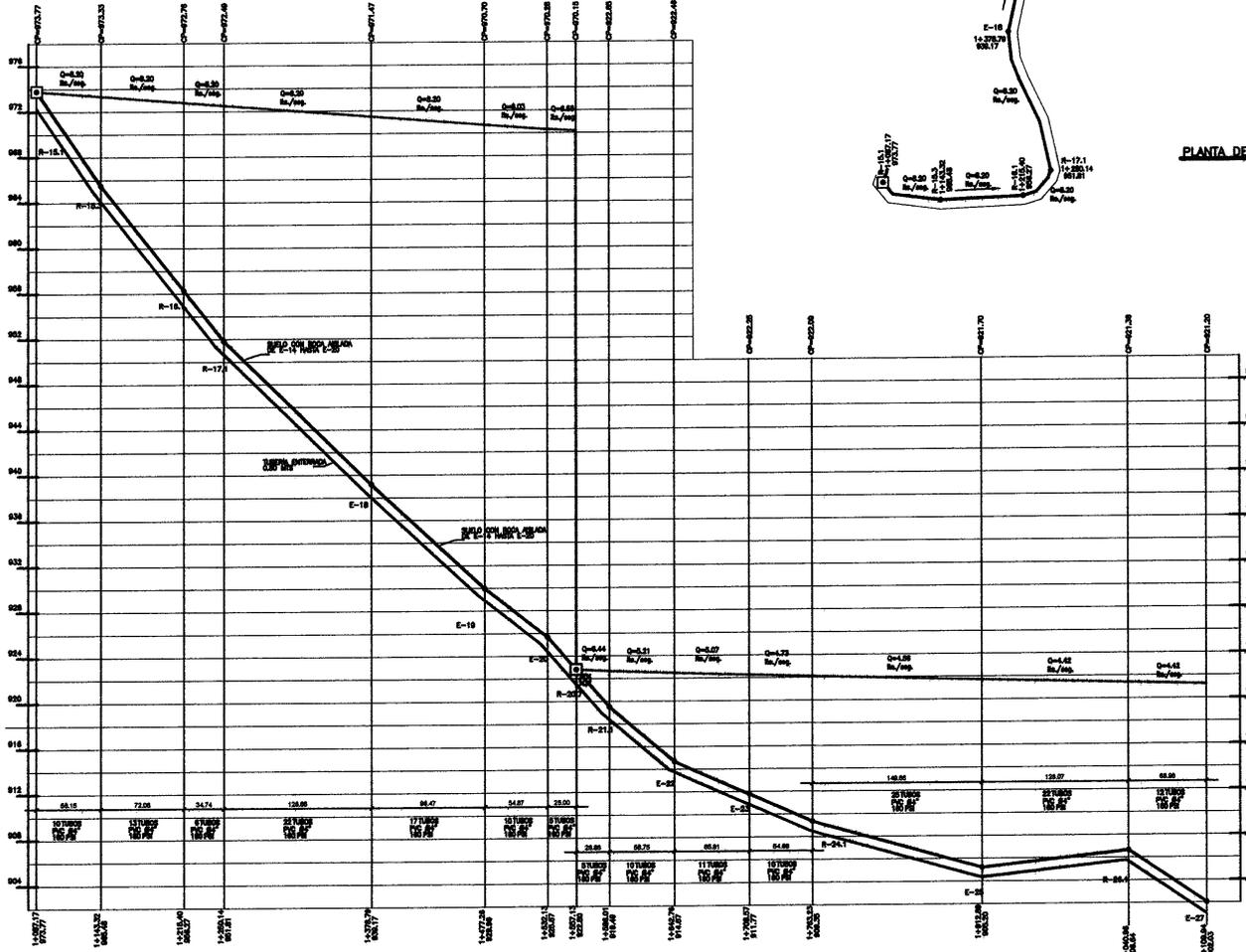
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS de Guatemala  
**ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



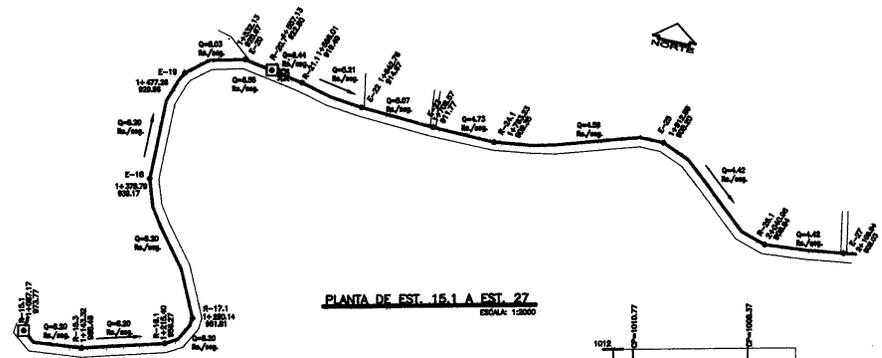
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 INGENIERO PROFESIONAL REGISTRADO  
**E. P. S. INGENIERIA CIVIL, SOLO**

PROYECTO:  
**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 LOCAL:  
**ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA**

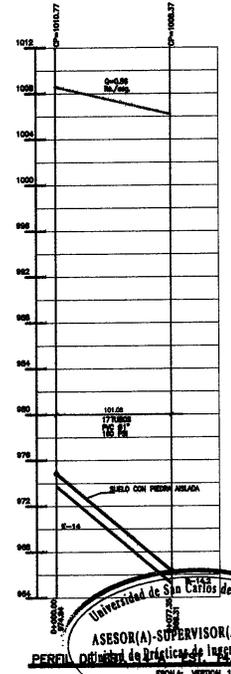
CONTENIDO:		PLANTAS:	
PLANTA PERFIL	PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,5,6,11	PLANO	PLANO
ELABORADO: EDYD IVÁN ARRIAGA BORG	ELABORADO: EDYD IVÁN ARRIAGA BORG	REVISADO: FERRERO RÍO	REVISADO: EDYD IVÁN ARRIAGA BORG
APROBADO: EDYD IVÁN ARRIAGA BORG	APROBADO: EDYD IVÁN ARRIAGA BORG	REVISADO: INDICADA	REVISADO: INDICADA
FECHA: 14/07/17		FECHA: 14/07/17	
PÁGINA: 4		PÁGINA: 17	



**PERFIL DE EST. 15.1 A EST. 27**  
 ESCALA: VERTICAL 1:500  
 HORIZONTAL 1:5000



**PLANTA DE EST. 15.1 A EST. 27**  
 ESCALA: 1:2000



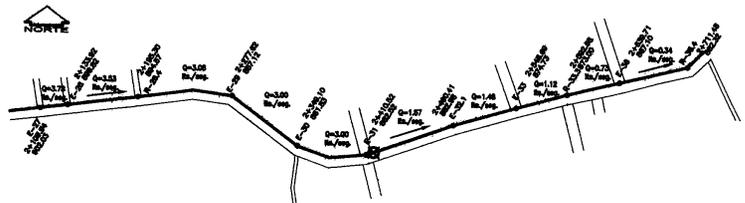
Universidad de San Carlos de Guatemala  
**ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 PERIL Ordinal de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



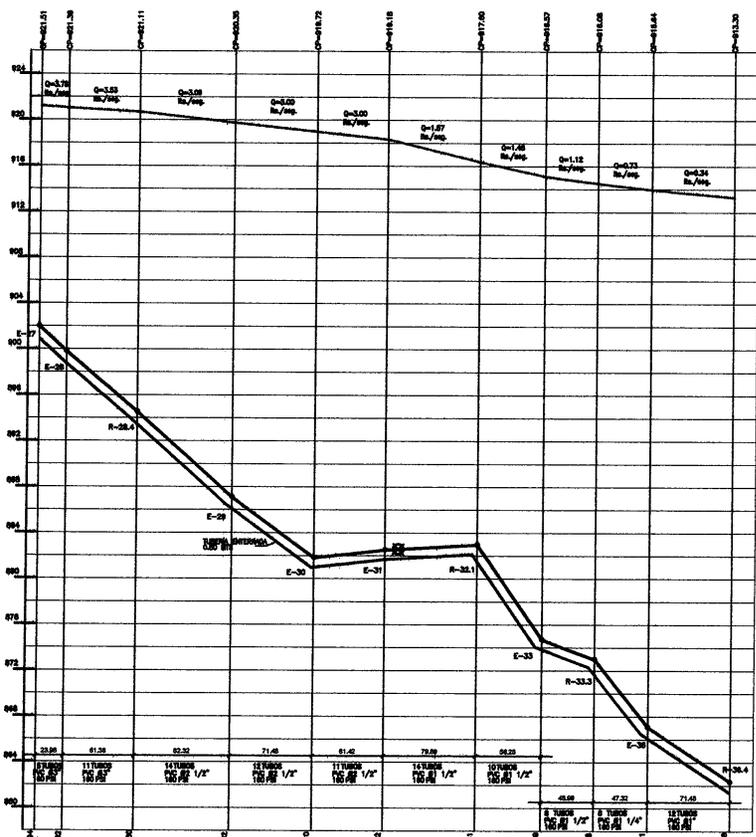
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 INSTITUTO PROFESIONAL SUPERIOR  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL, S.O.D.

PROYECTO:  
 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 LINEA:  
 ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

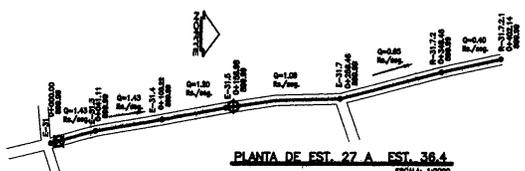
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		PLANOS: PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,5,8,11	
DISEÑO: ETHE IVAN ANDRÉS BORG	PROYECTO: FRESERRO S/O	DISEÑO: ETHE IVAN ANDRÉS BORG	
CALEFICACIÓN: ETHE IVAN ANDRÉS BORG	ESCALA: INDICADA	REVISIÓN: [Signature]	
FECHA: [Signature]		PÁGINA: 5 DE 17	



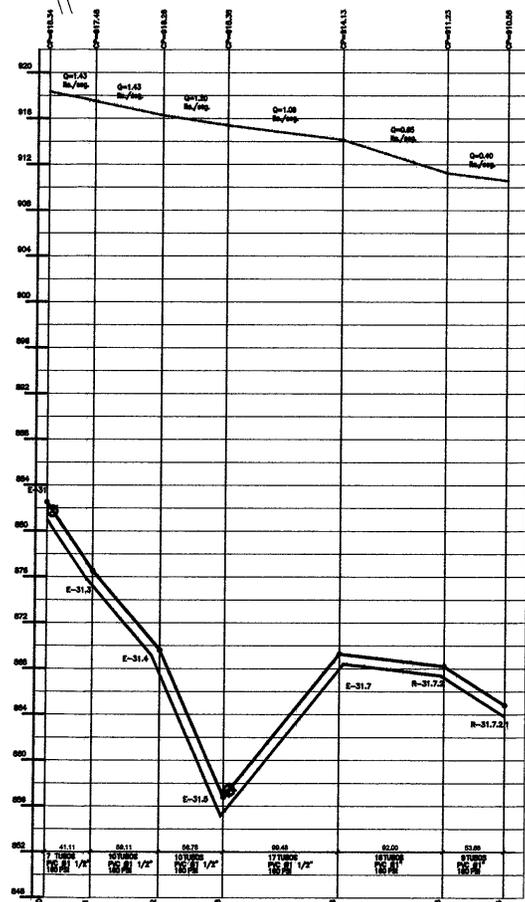
PLANTA DE EST. 27 A EST. 36.4  
ESCALA: 1:5000



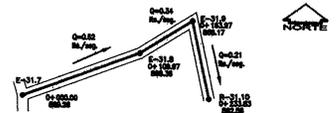
PERFIL DE EST. 27 A EST. 36.4  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:5000



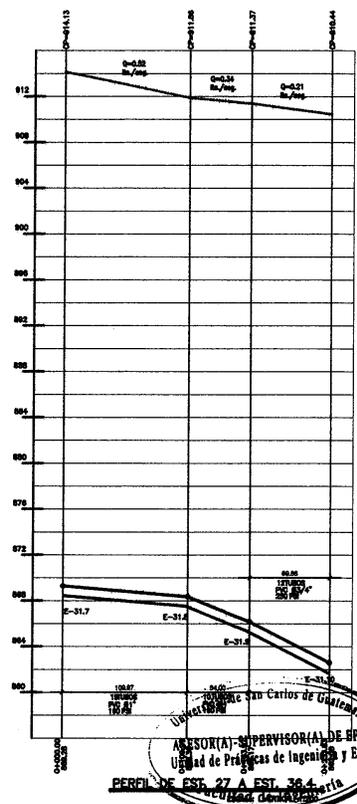
PLANTA DE EST. 27 A EST. 36.4  
ESCALA: 1:2000



PERFIL DE EST. 27 A EST. 36.4  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

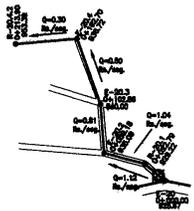


PLANTA DE EST. 31.7 A R. 31.10  
ESCALA: 1:2000



PERFIL DE EST. 27 A EST. 36.4  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERO PROFESIONAL REGISTRADO		PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		PLANO: PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,6,6,11	
DISEÑO: ROY IVAN ARMANDO BORG	FECHA: FEBRERO 2010	REVISOR: ROY IVAN ARMANDO BORG	
CALIFICADO: ROY IVAN ARMANDO BORG	UBICACION: INDICADA	DISEÑADO: ING. OSCAR ANDREA HERNANDEZ	
N. N. 002, DE 2009			17



PLANTA DE EST. 20 A R. 20.4.2  
ESCALA: 1:2000



PLANTA DE EST. 20.2 A R. 20.2.1  
ESCALA: 1:2000



PLANTA DE EST. 20.3 A R. 20.3.1  
ESCALA: 1:2000



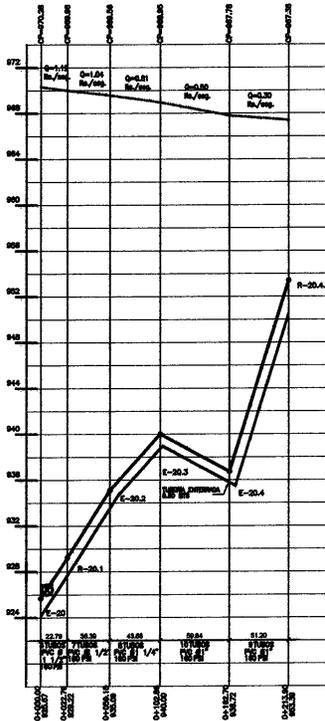
PLANTA DE EST. 20.6 A R. 20.6.1  
ESCALA: 1:2000



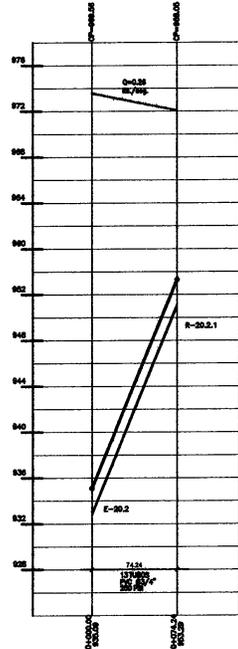
PLANTA DE EST. 20.6 A R. 20.6.2  
ESCALA: 1:2000



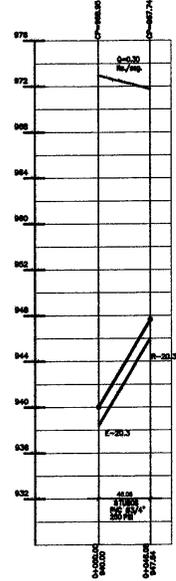
PLANTA DE EST. 22 A R. 22.2  
ESCALA: 1:2000



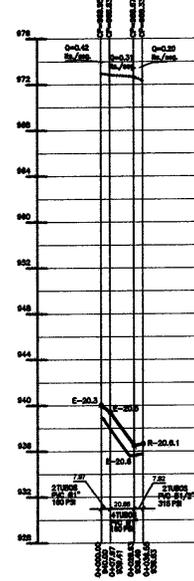
PERFIL DE EST. E1 A R. 20.4.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



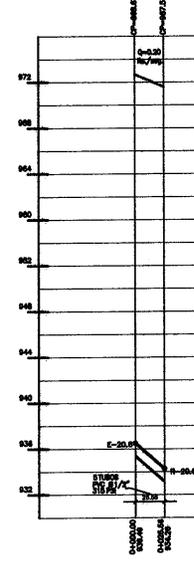
PERFIL DE EST. 20.2 A R. 22.2.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



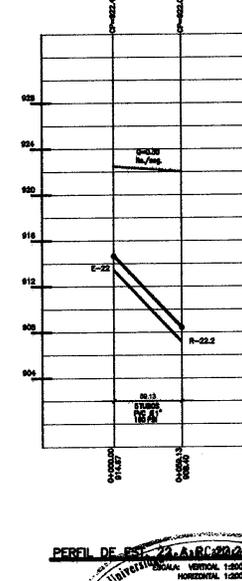
PERFIL DE EST. 20.3 A R. 20.3.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



PERFIL DE EST. 20.3 A R. 20.6.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



PERFIL DE EST. 20.6 A R. 20.6.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



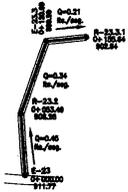
PERFIL DE EST. 22 A R. 22.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
 E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2010

PROYECTO:  
 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 LUGAR:  
 ALDEA COMUNIDAD DE RUE, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA PERFIL	PLANTAS: PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,5,6,11
FECHA: DIEZ IVÁN ANDRÉS BORDO	FECHA: FEBRERO 2010
ELABORADO: DIEZ IVÁN ANDRÉS BORDO	REVISADO: DIEZ IVÁN ANDRÉS BORDO
APROBADO: INDICADA	APROBADO: DIEZ IVÁN ANDRÉS BORDO
7 / 17	



**PLANTA DE EST. 23 A R. 23.3.1**  
ESCALA: 1:2000



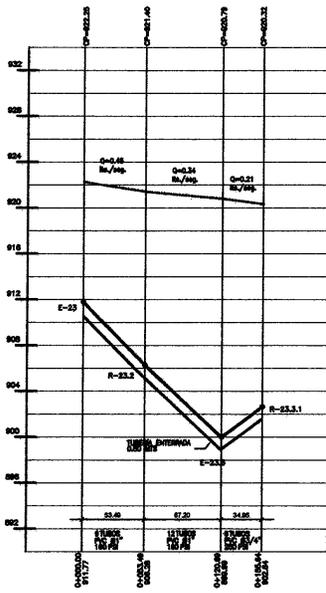
**PLANTA DE EST. 27 A R. 27.3**  
ESCALA: 1:2000



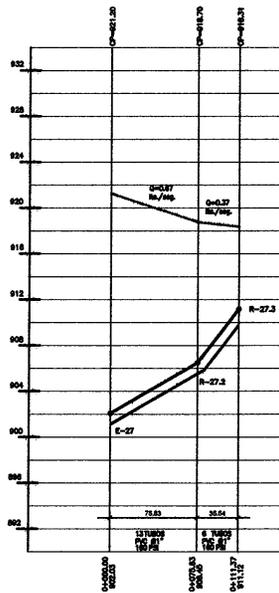
**PLANTA DE EST. 28 A R. 28.3**  
ESCALA: 1:2000



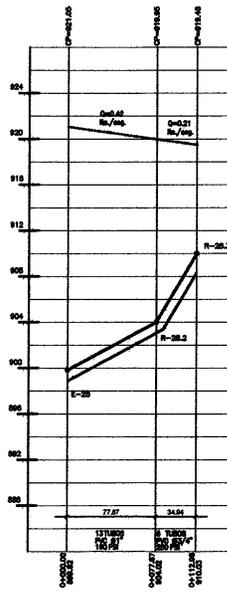
**PLANTA DE R. 28.4 A R. 28.4.2**  
ESCALA: 1:2000



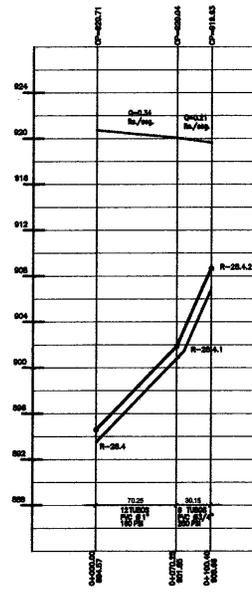
**PERFIL DE EST. 23 A R. 23.3.1**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



**PERFIL DE EST. 27 A R. 27.3**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



**PERFIL DE EST. 28 A R. 28.3**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



**PERFIL DE R. 28.4 A R. 28.4.2**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



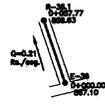
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERO PROFESIONAL INSCRITO  
E.P.S. INGENIERÍA CIVIL, 2010

PROYECTO:  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
Lugar: ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

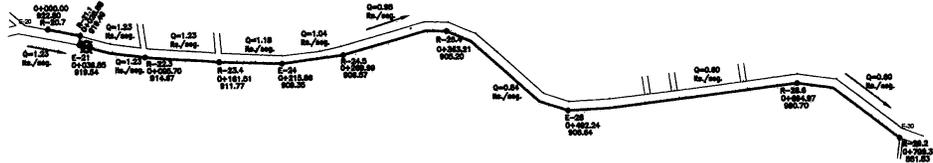
CONTENER: PLANTA PERFIL		PLANO: PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,5,6,11	
ELABORADO: EDYR IVÁN ANDRÉS BORG	FECHA: FEBRERO 2014	REVISADO: EDYR IVÁN ANDRÉS BORG	
CORREGIDO: EDYR IVÁN ANDRÉS BORG	ESCALA: INDICADA	OTRO: DR. OSCAR ANDRÉS HERNÁNDEZ	
N.º DE HOJA DE DISEÑO			8
N.º DE HOJA DE TÍTULO			17



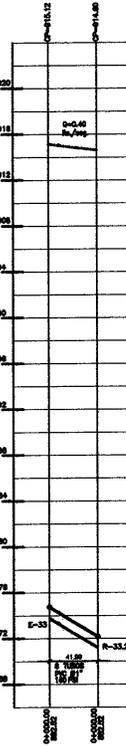
PLANTA DE EST. 33 A R. 33.2  
ESCALA: 1:2000



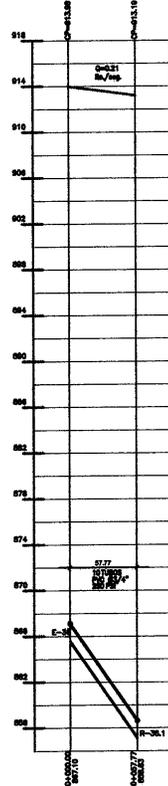
PLANTA DE EST. 36 A R. 36.1  
ESCALA: 1:2000



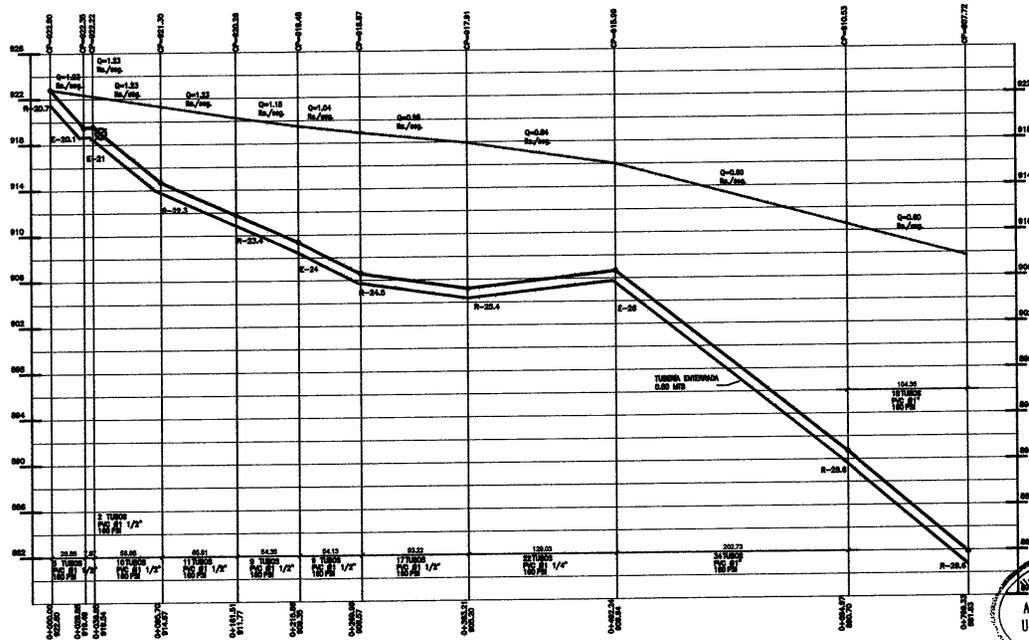
PLANTA DE R.20.7 A R. 29.2  
ESCALA: 1:2000



PERFIL DE EST. 33 A R. 33.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



PERFIL DE EST. 36 A R. 36.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



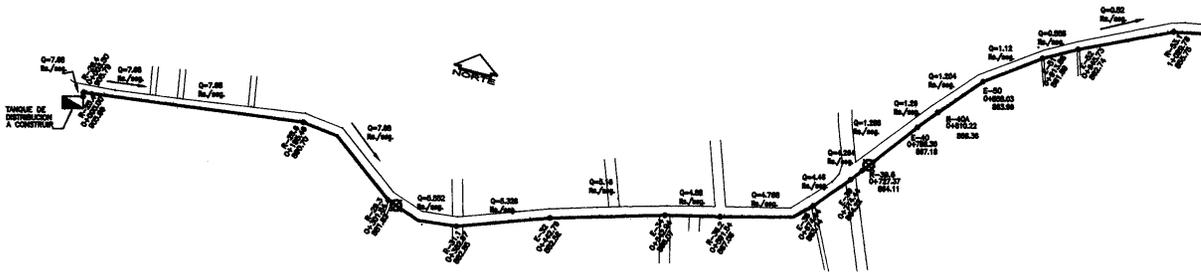
PERFIL DE R. 20.7 A R. 29.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



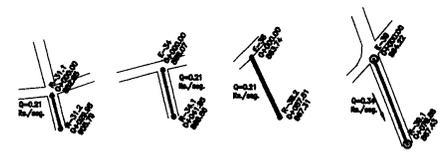
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CENTRO FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
LUGAR:  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN  
JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

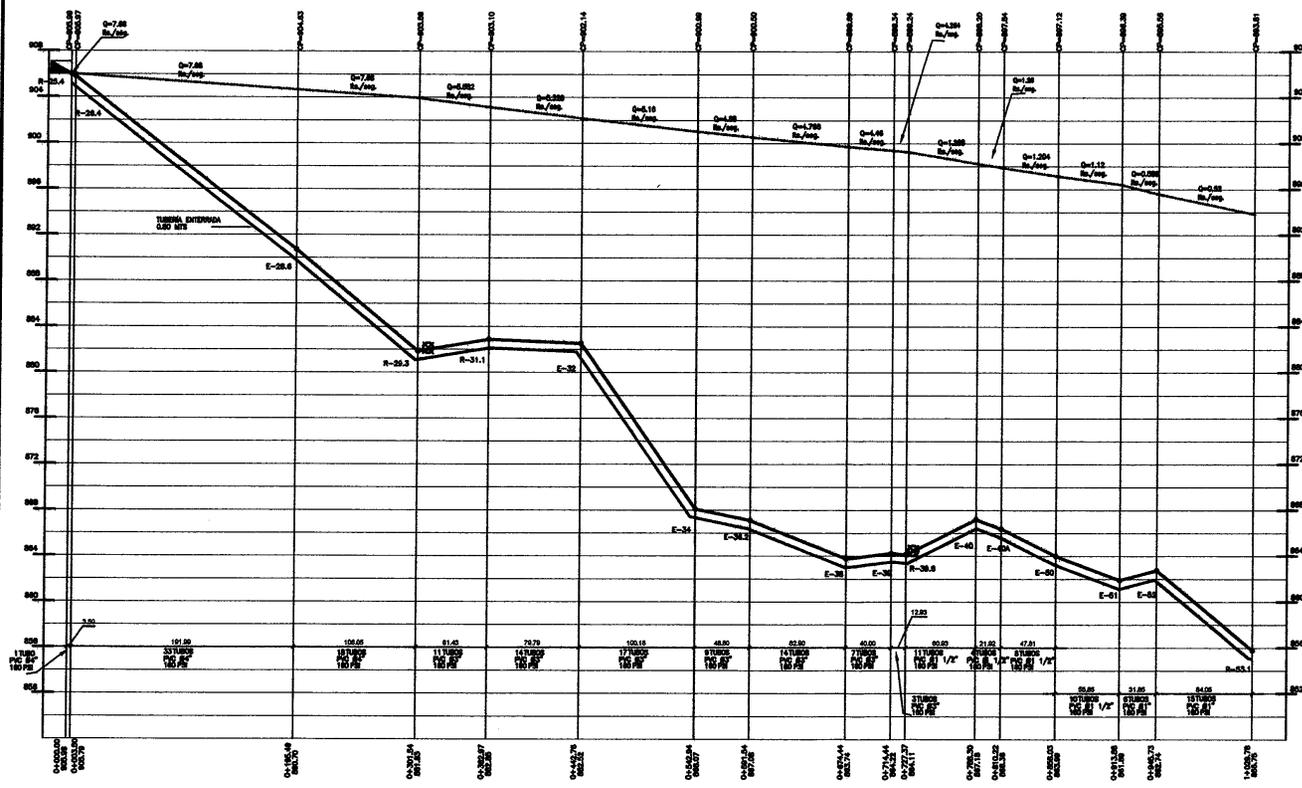
CONTENIDO: PLANTA PERFIL		FOLIOS: PLANTA PERFIL SECTORES 1,2,3,5,6,11	
ELABORADO: EYER IVAN ARSAMANO BODOR	FECHA: FEBRERO 2010	REVISADO: EYER IVAN ARSAMANO BODOR	FECHA: FEBRERO 2010
ELABORADO: EYER IVAN ARSAMANO BODOR	ESCALA: DIBUCADA	REVISADO: EYER IVAN ARSAMANO BODOR	FECHA: FEBRERO 2010
AUTOR: EYER IVAN ARSAMANO BODOR		FECHA: FEBRERO 2010	



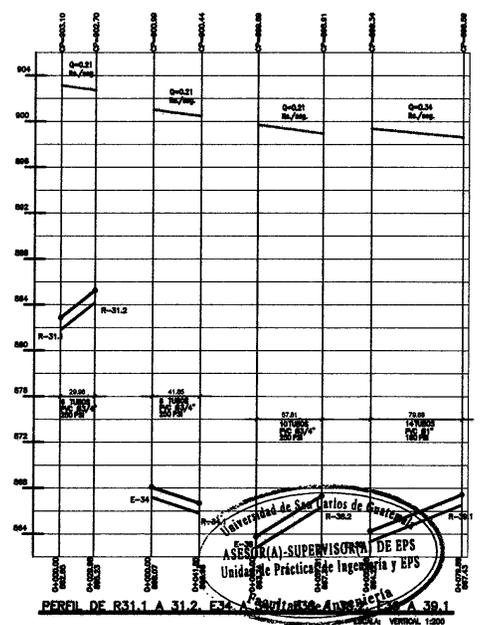
PIANTA DE R. 25.4 A R. 53.1  
ESCALA 1:2000



PIANTA DE R-31.1 A 31.2, E-34 A 34.1, E-38 A 39.2, E-39 A 39.1  
ESCALA 1:5000

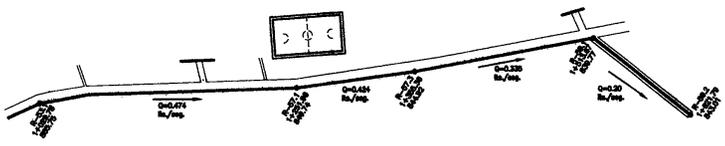


PERFIL DE R. 25.4 A R. 53.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

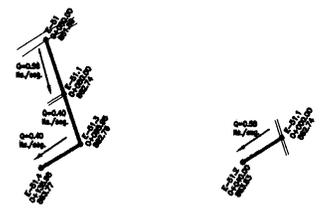


PERFIL DE R-31.1 A 31.2, E-34 A 34.1, E-38 A 39.2, E-39 A 39.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

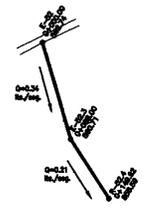
		PROVINCIA: <b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA INSTITUTO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2010		LUGAR: <b>ALDEA COMUNIDAD DE RUEZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA</b>	
CONTENIDO: <b>PLANTA PERFIL</b>	PLANOS: <b>PLANTA PERFIL SECTORES 4,7,8,9,10</b>	DISEÑO: <b>IVAN ARMANDO BORBOR</b>	REVISOR: <b>IVAN ARMANDO BORBOR</b>
CALCULO: <b>IVAN ARMANDO BORBOR</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>	FECHA: <b>2010</b>	HOJA: <b>10</b>



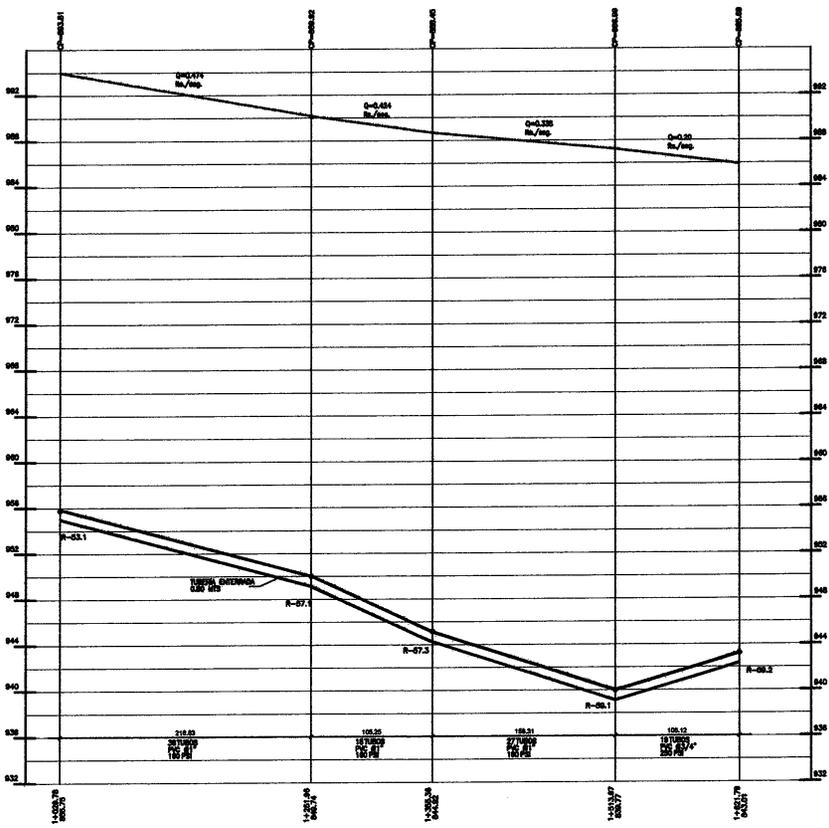
**PLANTA DE R. 53.1 A R. 59.2**  
ESCALA: 1:2000



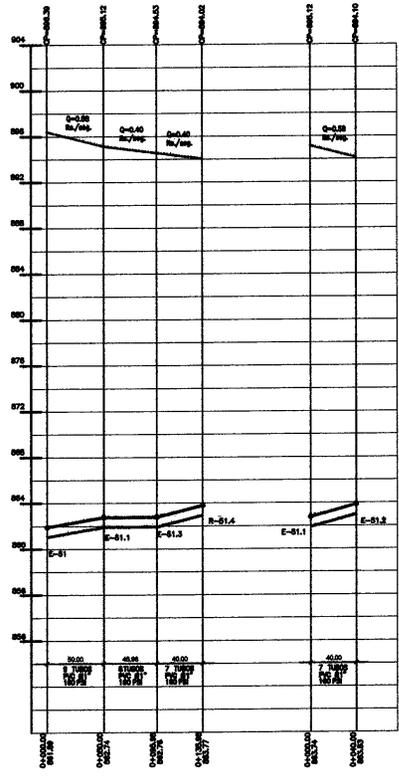
**PLANTA DE EST. 51 A R. 51.4**  
ESCALA: 1:2000



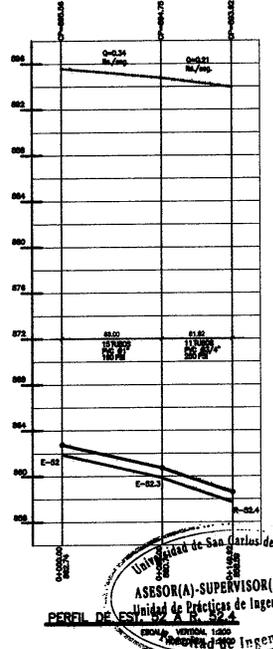
**PLANTA DE EST. 52 A R. 52.4**  
ESCALA: 1:2000



**PERFIL DE R. 53.1 A R. 59.2**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

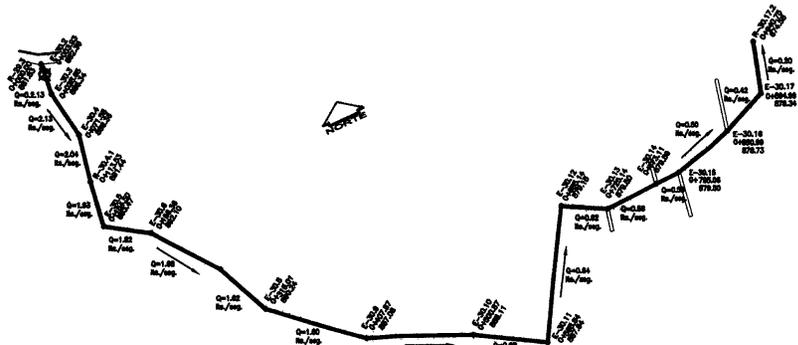


**PERFIL DE EST. 51 A R. 51.4**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



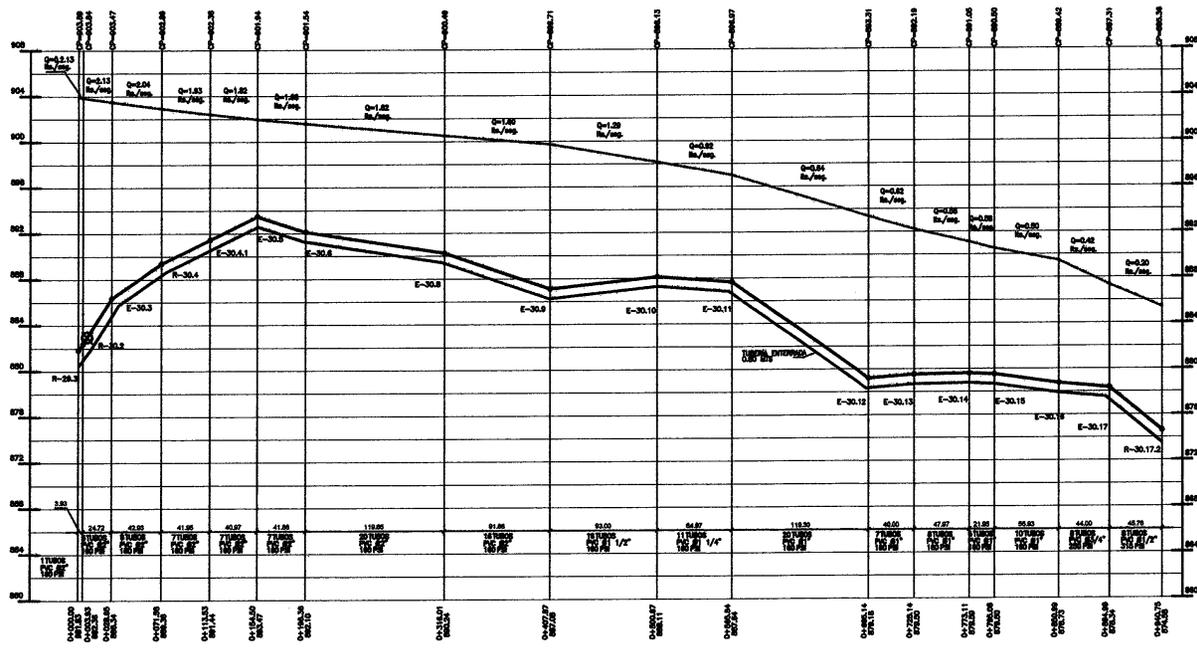
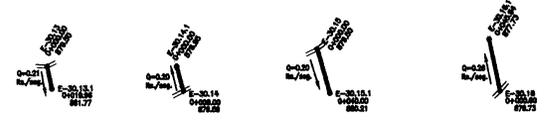
Universidad de San Carlos de Guatemala  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
**PERFIL DE EST. 52 A R. 52.4**  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO <b>R.P.S. INGENIERIA CIVIL 2010</b>		PROYECTO: <b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b> LOCALIDAD: <b>ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA</b>	
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL	PLANO:	PLANTA PERFIL SECTORES 4,7,8,9,10		
DISEÑO:	IVÁN ANDRÉS DOBOS	FECHA:	FEBRERO 2010	DISEÑO:	IVÁN ANDRÉS DOBOS
CALCULO:	IVÁN ANDRÉS DOBOS	REVISADO:	INDICADA	DISEÑO:	IVÁN ANDRÉS DOBOS
N. N. 427.36 M. DE ALTURA					11 / 17

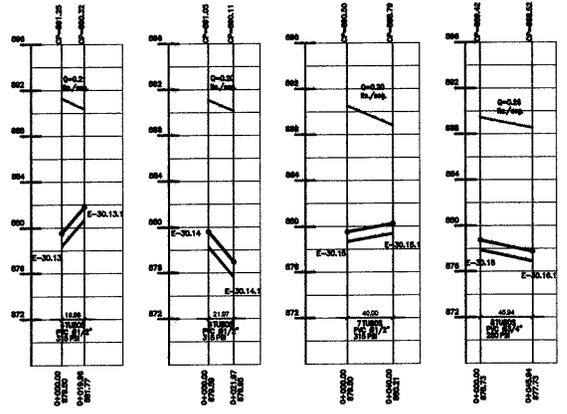


PLANTA DE R. 29.3 A R. 30.17.2  
ESCALA: 1:2000

PLANTA DE E30.13 A R. 30.13.1, E30.14 A R30.14.1, E30.15 A R30.15.1, E30.16 A R30.16.1  
ESCALA: 1:2000



PERFIL DE R. 29.3 A R. 30.17.2  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

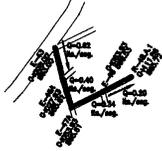


PERFIL DE E30.13 A R30.13.1, E30.14 A R30.14.1, E30.15 A R30.15.1, E30.16 A R30.16.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000

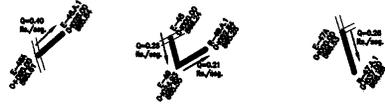
Universidad de San Carlos  
**ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Facultad de Ingeniería

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S. INGENIERIA CIVIL 5010	PROFESOR(A): <b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	
	LUGAR: <b>ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA</b>	
CONTENIDO: <b>PLANTA PERFIL</b>	PLAZA: <b>PLANTA PERFIL SECTORES 4,7,8,9,10</b>	
FECHA: <b>FEBRERO 2010</b>	DISEÑO: <b>EDYTH IVAN ARRIANO BOROR</b>	REVISOR: <b>EDYTH IVAN ARRIANO BOROR</b>
CALIFICACION: <b>EDYTH IVAN ARRIANO BOROR</b>	METODO: <b>INDICADA</b>	OBSERVACIONES: <b>DEL OCORRER ANDREA HERNANDEZ</b>
N.º DE SEÑAL DE IDENTIFICACION: <b>12</b>		FECHA: <b>17</b>

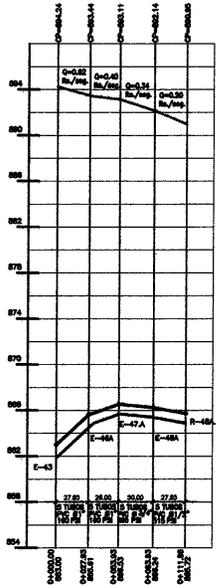




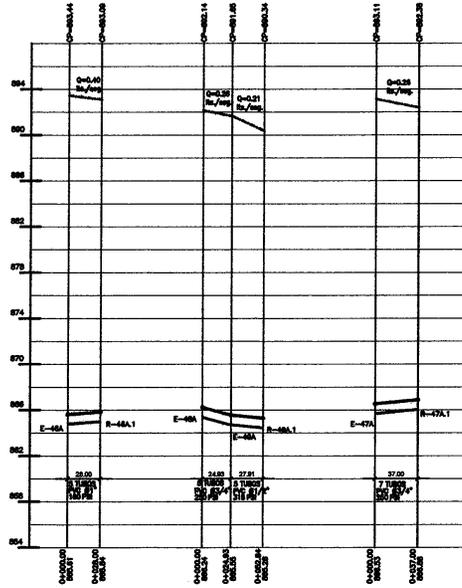
PLANTA DE EST. 43 A R. 48A.1  
ESCALA: 1:2000



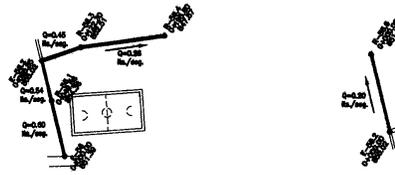
PLANTA DE E. 48A A R. 48A.1, E. 48A A R. 49A.1, E. 47A A R. 47A.1  
ESCALA: 1:2000



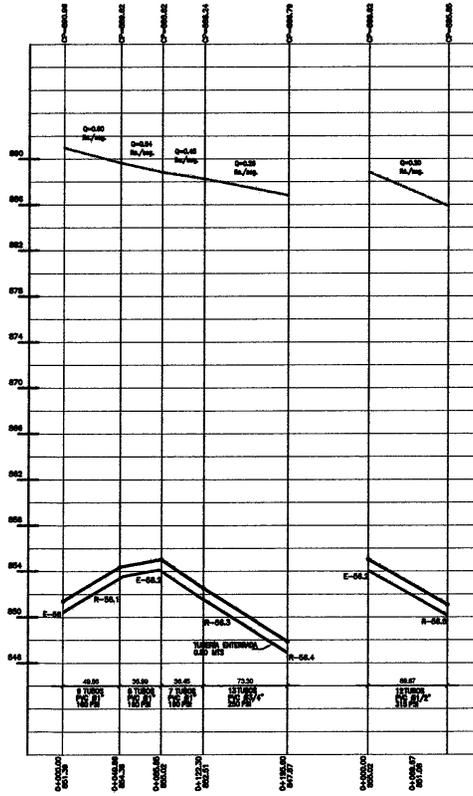
PERFIL DE EST. 43 A R. 48A.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



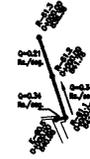
PERFIL DE E. 48A A R. 48A.1, E. 48A A R. 49A.1, E. 47A A R. 47A.1  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



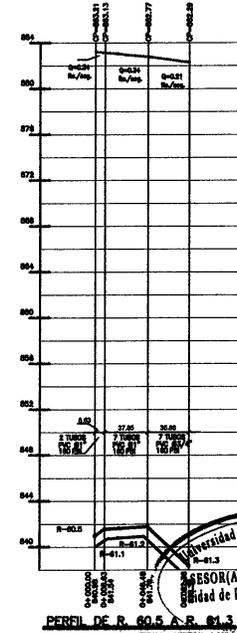
PLANTA DE EST. 56 A R. 56.4  
ESCALA: 1:2000



PERFIL DE EST. 56 A R. 56.4  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



PLANTA DE R. 60.5 A R. 61.3  
ESCALA: 1:2000



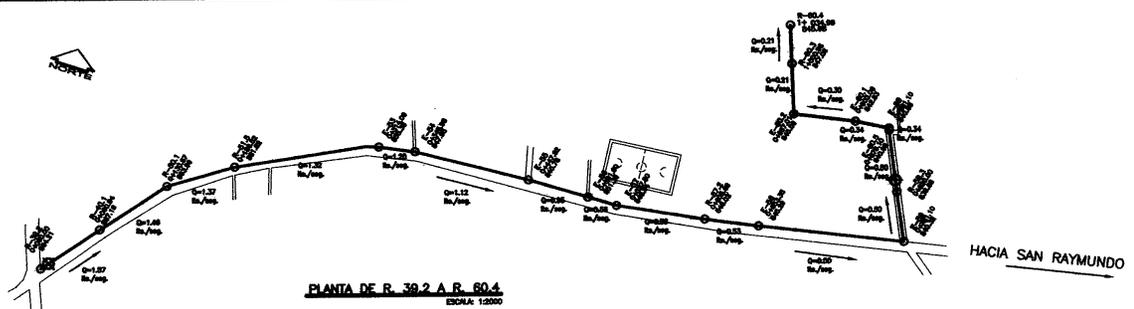
PERFIL DE R. 60.5 A R. 61.3  
ESCALA: VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROFESORADO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E. P. S. INGENIERIA CIVIL, 2010

PROVINCIA:  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
LUGAR:  
ALDEA COMUNIDAD DE RUZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

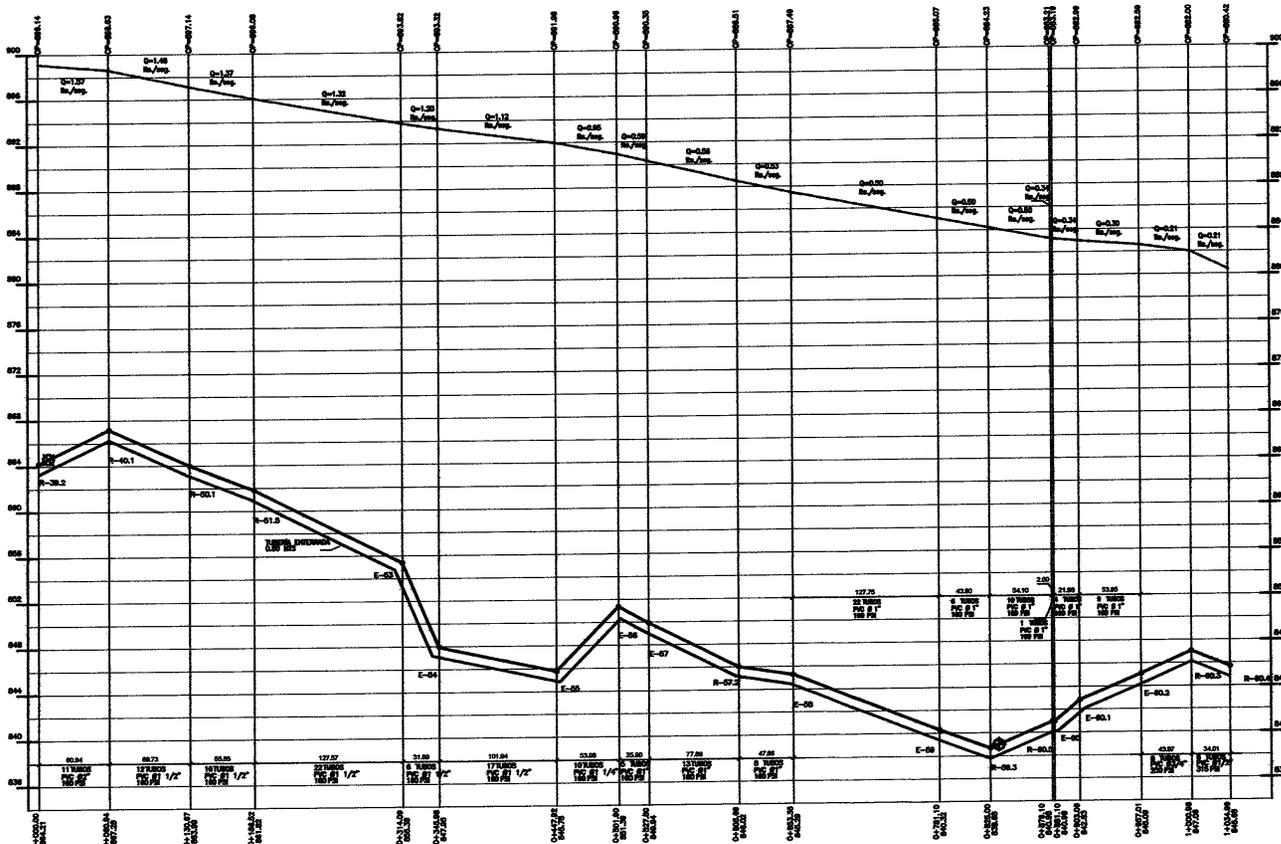
PLANTA PERFIL		PLANTA PERFIL SECTORES 4,7,8,9,10	
PROYECTO:	EDIF. IVAN ARRIAS BORRERO	FECHA:	FEBRERO 2010
DISEÑADO:	EDIF. IVAN ARRIAS BORRERO	ESCALA:	INDICADA
REVISADO:	EDIF. IVAN ARRIAS BORRERO	HOJA:	14



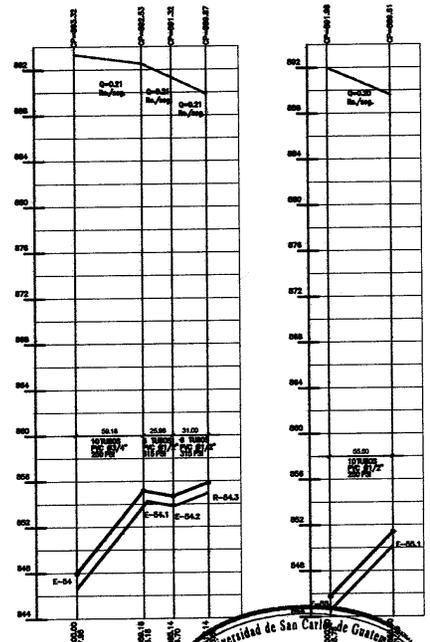
**PLANTA DE R. 39.2 A R. 60.4**  
ESCALA 1:2000

**PLANTA DE EST. 54 A R. 54.3**  
ESCALA 1:2000

**PLANTA DE EST. 55 A R. 55.1**  
ESCALA 1:2000



**PERFIL DE R. 39.2 A R. 60.4**  
ESCALA VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000



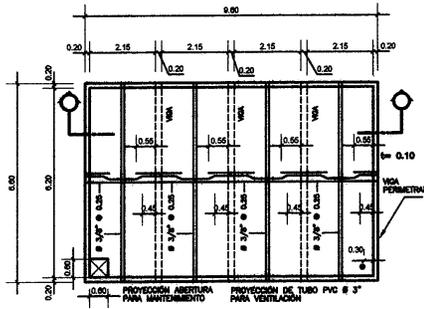
**PERFIL DE EST. 54 A R. 54.3**  
ESCALA VERTICAL 1:200  
HORIZONTAL 1:2000


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
 INGENIERO PROFESIONAL SUPLENENTE  
**E.P.S. INGENIERIA CIVIL 2010**

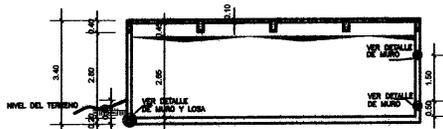
**ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS**  
 Unidad de Proyectos de Ingeniería y EPS  
**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**  
 ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA

CONFERIDO:	PLANTA PERFIL	PLAZO:	PLANTA PERFIL SECTORES 4,7,8,9,10
FECHA:	11 FEBRERO 2010	FECHA:	FEBRERO 2010
ELABORADO:	IVAN ANDRADO BORG	ELABORADO:	IVAN ANDRADO BORG
REVISADO:	IVAN ANDRADO BORG	REVISADO:	IVAN ANDRADO BORG
APROBADO:	IVAN ANDRADO BORG	APROBADO:	IVAN ANDRADO BORG
FECHA:	11 FEBRERO 2010	FECHA:	11 FEBRERO 2010
ESCALA:	1:2000	ESCALA:	1:2000
PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ALDEA:	ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ	ALDEA:	ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ
MUNICIPIO:	MUNICIPIO DE SACATEPEQUEZ	MUNICIPIO:	MUNICIPIO DE SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
FECHA:	11 FEBRERO 2010	FECHA:	11 FEBRERO 2010
ESCALA:	1:2000	ESCALA:	1:2000
PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
ALDEA:	ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ	ALDEA:	ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ
MUNICIPIO:	MUNICIPIO DE SACATEPEQUEZ	MUNICIPIO:	MUNICIPIO DE SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	DEPARTAMENTO:	DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

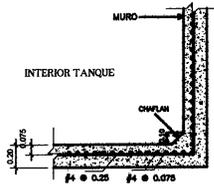




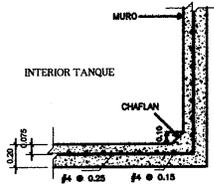
PLANTA DE ARMADO DE LOSA  
ESCALA: 1:75



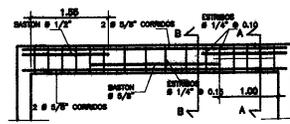
SECCIÓN LONGITUDINAL  
ESCALA: 1:75



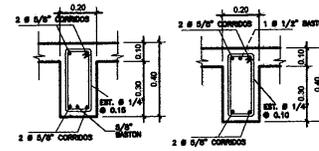
DETALLE DE ARMADO DE MUROS (PLANTA)  
A 0.50 MTS. DEL NIVEL DE PISO  
ESCALA 1:20



DETALLE DE ARMADO DE MUROS (PLANTA)  
A 2.00 MTS. DEL NIVEL DE PISO  
ESCALA 1:20



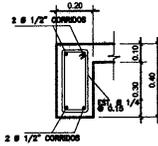
ELEVACIÓN LONGITUDINAL DE VIGA  
ESCALA: 1:25



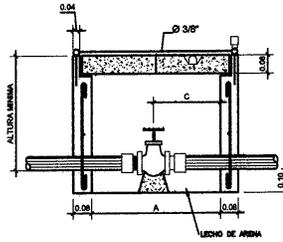
SECCIÓN B-B  
ESCALA: 1:10

SECCIÓN A-A  
ESCALA: 1:10

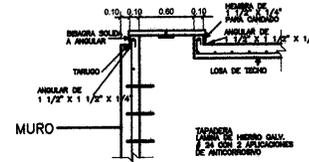
DETALLE DE VIGA  
ESCALA: 1:10



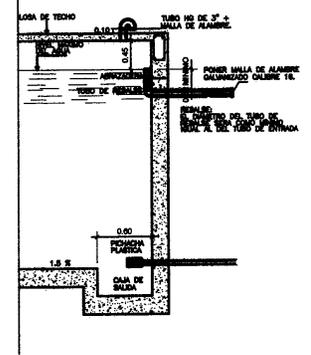
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL  
ESCALA: 1:10



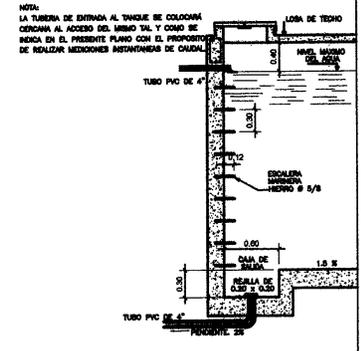
DET. DE CAJA DE VÁLVULA DE ENTRADA Y SALIDA  
CAJA DE VALVULAS  
ESCALA 1:20



DETALLE DE TAPADERA  
ESCALA: 1:25



DETALLE DE DISTRIBUCIÓN Y REBALSE  
ESCALA: 1:25



DET. DE ESCALONES DE ENTRADA Y DESAGUE.  
ESCALA: 1:25

ESPECIFICACIONES  
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

- CONCRETO:  $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  3000  $\text{Lbs./in}^2$   
PROPORCIÓN DE MEZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRA (1:2:3)
- REFUERZO:  $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$
- MUROS: LOS MUROS DEBEN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE BANDEJA DE PROPORCIÓN CEMENTO-ARENA (1:1) SOBREMANENTE ALBADA Y EN LA PARTE EXTERIOR DEBEN QUEDAR CONSOLIDADOS CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN (1:2).
- LOSAS: LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DRENAL DE 15' Hacia LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CONSOLIDADA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN (1:2).



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO  
E.P.S. INGENIERÍA CIVIL 2010

PROFESOR:  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
LUGAR:  
ALDEA COMUNIDAD DE RUIZ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

TANQUE DISTRIBUCIÓN		DETALLES DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	
ELABORADO:	EDYTH IVÁN ANDRÉS BORDO	PROYECTADO:	FREDERICO BORDO
REVISADO:	EDYTH IVÁN ANDRÉS BORDO	REVISADO:	EDYTH IVÁN ANDRÉS BORDO
APROBADO:	EDYTH IVÁN ANDRÉS BORDO	APROBADO:	EDYTH IVÁN ANDRÉS BORDO
FECHA: 17		FECHA: 17	