



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL  
CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN,  
CHIQUIMULA**

**Luis Arturo Monroy Hernández**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Guatemala, julio de 2008.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL  
CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN,  
CHIQUIMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**LUIS ARTURO MONROY HERNÁNDEZ**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2008



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas



## **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 AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 28 de febrero de 2008.

Luis Arturo Monroy Hernández



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 8 de julio de 2008  
Ref.EPS.D.363.07.08

Inga. Norma Heana 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 de la Carrera de Ingeniería Civil, **Luis Arturo Monroy Hernández**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“Diseño del sistema de agua potable y letrización para el caserío Pinalito, Aldea Suchiquer, Municipio de Jocotán, Chiquimula”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Jocotán**.

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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor – Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

MAAO/ns





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 08 de julio de 2008  
Ref.EPS.D.363.07.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Boiton Velásquez,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"Diseño del sistema de agua potable y letrinización para el caserío Pinalito, Aldea Suchiquer, Municipio de Jocotán, Chiquimula"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Arturo Monroy Hernández**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**.

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 Heana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ns





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,  
14 de julio de 2008

Ingeniero  
Sydney Alexander Samuels Milson  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Arturo Monroy Hernández, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

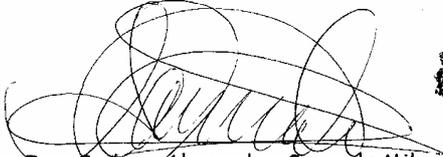


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Luis Arturo Monroy Hernández, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Sydney Alexander Samuél Milson



Guatemala, julio 2008.

/bbdeb.



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

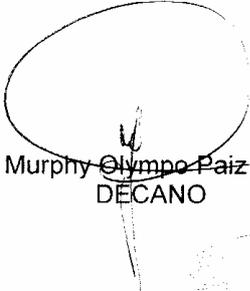


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 237.2008

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LETRINIZACIÓN PARA EL CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Arturo Monroy Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, julio de 2008

/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería

**MIS PADRES**

Por regalarnos a mis hermanos y a mí lo mejor en la vida, amor y educación.

**MIS HERMANOS**

Por estar ahí cuando más los necesitaba, porque me han ayudado en todos los momentos de mi vida.

**INGENIERO MANUEL  
ALFREDO ARRIVILLAGA**

Por la asesoría brindada para la realización del presente trabajo.

**MIS AMIGOS**

Roberto Sandoval, Luis Eduardo Morán, Carlos Pérez, Noé Morales, Rudy Martínez, Juan Pablo Guerra, Paolo Gómez, Renato del Cid, Gustavo Monroy, por compartir conmigo buenos y malos momentos.

**FAMILIA RUIZ SANCÉ**

Por abrirme las puertas de su hogar y apoyarme para que el día de hoy culmine una etapa de mi vida.

A todo aquel que me brindó su confianza y que influyó en mi formación académica.



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- DIOS** Por darme fortaleza, entendimiento y sabiduría para culminar hoy una meta trazada.
- MIS PADRES** Rene Amílcar Monroy y Dora Luz Hernández de Monroy, por apoyarme en todo momento.
- MIS HERMANOS** René Amilcar y Laura Sofía Monroy Hernández, por estar conmigo siempre.
- MARIA GABRIELA  
RUIZ SANCÉ** Me brindaste tu amistad desde el primer momento y me enseñaste que la verdadera fuerza viene del corazón.  
No importa cuan largo sea el camino, lo importante es que ya dimos el primer paso y vamos a caminar juntos.
- MIS PRIMOS** Especialmente a Carol Jazmín Gonzáles, por ser el ángel que llena de alegrías mi vida.
- MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL.**



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XV</b>

### **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

1.1	Monografía del municipio de Jocotán, Chiquimula	.....	1
1.1.1	Ubicación y localización	.....	1
1.1.2	Colindancias	.....	2
1.1.3	Vías de acceso	.....	3
1.1.4	División político – administrativa	.....	3
1.1.5	Servicios públicos existentes	.....	4
1.1.6	Aspectos topográficos	.....	4
1.1.7	Tipología de la vivienda	.....	4
1.1.8	Clima	.....	5
1.1.9	Aspectos de salud	.....	5
1.1.10	Calidad de los suelos	.....	6
1.2	Características de la población	.....	6
1.2.1	Censo poblacional	.....	6
1.2.2	Disponibilidad de mano de obra	.....	7
1.3	Diagnóstico de las necesidades de infraestructura	.....	8

1.3.1	Descripción de las necesidades	8
1.3.2	Priorización de las necesidades	8
<b>2.</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	<b>9</b>
2.1	Descripción del sistema	9
2.2	Fuentes de abastecimiento	10
2.2.1	Aforo	10
2.2.2	Calidad del agua	11
2.3	Cálculos y parámetros de diseño	13
2.3.1	Cálculo de población	13
2.3.1.1	Tasa de crecimiento poblacional	13
2.3.1.2	Población futura	13
2.3.2	Levantamiento topográfico	14
2.3.3	Dotación	15
2.3.4	Período de diseño	16
2.3.5	Consumo de agua potable	17
2.3.5.1	Consumo medio diario	17
2.3.5.2	Consumo máximo diario	17
2.3.5.3	Consumo máximo horario	18
2.4	Diseño hidráulico del sistema	19
2.4.1	Captación	19
2.4.2	Línea de conducción	20
2.4.3	Tanque de almacenamiento	25
2.4.4	Línea de distribución	27
2.4.5	Red de distribución	27
2.4.6	Desinfección	31
2.4.7	Obras de arte	33
2.4.7.1	Caja Rompe presión	33
2.4.7.2	Conexiones prediales	33

2.4.8	Válvulas .....	34
2.5	Especificaciones técnicas .....	34
2.6	Programa de operación y mantenimiento .....	35
2.7	Cálculo de tarifa .....	36
2.8	Presupuesto .....	40
2.9	Cronograma de ejecución .....	49
2.10	Evaluación de impacto ambiental .....	49
2.11	Evaluación socio – económica .....	50
2.11.1	Valor presente neto .....	50
2.11.2	Tasa interna de retorno .....	52
<b>3.</b>	<b>DISEÑO DE LETRINIZACIÓN</b> .....	<b>55</b>
3.1	Consideraciones generales .....	55
3.2	Ubicación .....	56
3.3	Materiales .....	56
3.4	Procedimientos de construcción .....	56
3.4.1	Hoyo o cámara .....	56
3.4.2	Brocal .....	58
3.4.3	Caseta .....	59
3.5	Especificaciones técnicas .....	59
3.6	Tanque séptico .....	59
3.7	Procedimientos de construcción .....	60
3.8	Presupuesto .....	61
3.9	Cronograma de ejecución .....	62
3.10	Evaluación de impacto ambiental .....	62
3.11	Evaluación socio – económica .....	63
3.11.1	Valor presente neto .....	63
3.11.2	Tasa interna de retorno .....	64

**PLANOS DE LOS PROYECTOS ..... 67**  
**CONCLUSIONES ..... 85**  
**RECOMENDACIONES ..... 87**  
**BIBLIOGRAFÍA ..... 89**  
**ANEXOS ..... 91**

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización del municipio de Jocotán .....	1
2.	Mapa Topográfico del municipio de Jocotán .....	2
3.	Diagrama de flujo de efectivo agua potable .....	51
4.	Diagrama de flujo para tasa interna de retorno agua .....	52
5.	Resumen diagrama de flujo proyecto de agua .....	52
6.	Diagrama de flujo de efectivo letrización .....	64
7.	Diagrama de flujo para tasa interna de retorno letrinas.....	65
8.	Resumen diagrama de flujo de letrinas .....	65
9.	Resultado examen físico – químico de agua .....	95
10.	Resultado examen bacteriológico de agua .....	96

### TABLAS

I	Tipología de la vivienda .....	5
II	Características generales de la población. Censo 2002 .....	6
III	Población absoluta distribuida por edades. Censo 2007 .....	7
IV	Aforo fuente El Cafetal .....	11
V	Orden topográfico según instrumentos de medición .....	15
VI	Dotaciones rurales .....	16
VII	Periodos de diseño .....	16
VII	Factores máximos diarios .....	18

IX	Factores máximos horarios .....	19
X	Resumen cálculos diseño hidráulico del sistema .....	30
XI	Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 10% .....	32
XII	Resumen de costos sistema de agua potable .....	40
XIII	Desglose precios unitarios sistema de agua potable .....	41
XIV	Cronograma de ejecución para el sistema de agua potable .....	49
XV	Costos de la red de distribución de agua potable .....	51
XVI	Presupuesto letrinas caserío Pinalito .....	61
XVII	Cronograma de ejecución proyecto de letrinización .....	62
XVIII	Costos de letrinización .....	63
XIX	Libreta topográfica línea de conducción del sistema de agua potable .....	92
XX	Libreta topográfica línea de distribución del sistema De agua potable .....	94

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>C</b>	Coeficiente de fricción, coeficiente de la capacidad hidráulica de la tubería
<b>CMD</b>	Consumo máximo diario
<b>CMH</b>	Consumo máximo horario
<b>CT</b>	Cota del terreno
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>E-</b>	Indica estación en aspectos topográficos
<b>f'c</b>	Resistencia del concreto a los 28 días
<b>FDM</b>	Factor de día máximo (adimensional)
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo (adimensional)
<b>Fs</b>	Factor de seguridad
<b>Hf</b>	Pérdida de carga expresada en metros
<b>i</b>	tasa de interés anual

<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>Lts/hab/día</b>	Litros por habitante por día (dotación)
<b>Lts/seg</b>	Litros por segundo
<b>m.c.a</b>	metros columna de agua
<b>m<sup>3</sup></b>	metro cúbico
<b>ml</b>	metro lineal
<b>Ø</b>	Indica diámetro comercial de tubería
<b>P.S.I</b>	Libras por pulgada cuadrada (Lb/plg <sup>2</sup> )
<b>Pa</b>	Población actual (habitantes)
<b>PU.</b>	Precio unitario (en Quetzales)
<b>Qs</b>	Caudal simultaneo
<b>Qu</b>	Caudal unitario
<b>r</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>t</b>	Tiempo
<b>Vol</b>	Volumen

## GLOSARIO

Aforo	Medición del volumen de agua que circula en una sección o corriente por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Azimut	Ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente, este es medido en el sentido de las agujas del reloj.
Brocal	Anillo de protección del hoyo de la letrina, se ubica en la parte superior de este y sirve para estabilizar la boca del hoyo e impedir el ingreso de insectos.
Caseta	Estructura que sirve para dar privacidad al usuario de la letrina al utilizarla.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua expresado generalmente en litros sobre una unidad de tiempo (segundo).
<b>Cloración</b>	Desinfección de aguas por medio de cloro.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua en litros asignada a un usuario y/o habitante durante un día.

<b>Fuente</b>	Lugar donde se realiza la toma del agua para un acueducto, esta puede ser superficial o un nacimiento.
<b>Hipoclorador</b>	Instrumento que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades de hipoclorito de calcio en la entrada de un tanque de distribución de agua potable.
<b>Hoyo</b>	Cavidad que se hace en la tierra a una profundidad definida que servirá para depositar heces humanas.
<b>Presión dinámica</b>	Es la altura que alcanzaría en agua un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión, también llamada carga dinámica o hidráulica.
<b>Presión estática</b>	Es la distancia vertical que existen entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o al tanque de distribución, también llamada carga estática. Se mide en metros columna de agua.
<b>Tanque de captación</b>	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.

## **RESUMEN**

El presente informe final del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), comprende los aspectos más importantes considerados durante el desarrollo de dos proyectos de infraestructura para el municipio de Jocotán, específicamente para el caserío Pinalito de la aldea Suchiquer. Uno de los proyectos es el del diseño de un sistema de agua potable y el otro es un sistema de letrización para brindar agua y saneamiento a este caserío.

En el primer capítulo de este informe, se desarrolla la fase de investigación del ejercicio, describiéndose la monografía del lugar, sus aspectos más relevantes físicos, sus vías de acceso, su división político administrativa, su ubicación, su geografía, clima, tipo de suelo, las características de la población y un diagnóstico de las necesidades de infraestructura del lugar.

El capítulo dos, describe como se realizó el estudio para un sistema de agua potable por gravedad, que comprende desde la obra de captación hasta la distribución, para abastecer en su totalidad a los habitantes del caserío.

En el capítulo tres, se realiza el diseño para la introducción de letrinas al caserío, haciendo una descripción de los materiales y la ubicación de estas, así como también diferentes consideraciones a tomar en cuenta.

También se incluyen la elaboración del presupuesto de cada uno de los proyectos, un cronograma de ejecución y su respectiva evaluación ambiental, tanto en construcción como en operación.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Diseñar el sistema de agua potable y letrización para el caserío Pinalito de la aldea Suchiquer del municipio de Jocotán, Chiquimula, cuyos servicios beneficiaran al total de la población que habita en el caserío mencionado.

### **ESPECÍFICOS**

1. Recavar información del tipo monográfica del municipio de Jocotán para realizar un diagnóstico de las prioridades de servicio básico y de infraestructura que se necesiten en la aldea y en el caserío.
2. Mejorar la salud de los pobladores del caserío y garantizar un mejor desarrollo social por medio de la introducción de infraestructura.
3. Elaborar la serie de cálculos necesarios para el diseño del sistema de agua potable, así como los cálculos para la construcción de letrinas.
4. Realizar el levantamiento topográfico de primer orden para el diseño del sistema de agua potable.
5. Elaborar el cálculo hidráulico para el diseño del sistema de agua potable.

6. Elaboración de planos y especificaciones técnicas para cada uno de los proyectos, así como también su presupuesto y cronograma.
7. Elaborar un análisis de impacto ambiental, tanto para el sistema de agua potable como para el diseño de letrinas.
8. Elaborar una evaluación socio económica de los proyectos para determinar la viabilidad del desarrollo de los proyectos.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo de graduación es un resumen del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de Jocotán, Chiquimula, donde se ha trabajado como medio para ejecutar diversos proyectos de beneficio para la población del municipio, poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera y de esta manera aplicándolos para la solución de problemas reales.

Las diferentes comunidades que componen el municipio han solicitado diversos proyectos, de los cuales se ha evaluado la solicitud del caserío Pinalito, que comprenden la introducción de agua potable, debido a que actualmente no cuentan con dicho servicio, así como también un sistema de letrización que les brinde saneamiento, debido a que no cuentan con ningún tipo de infraestructura para la eliminación de los desechos humanos.

Los diseños que a continuación se desarrollan, serán de gran ayuda para el caserío Pinalito, del municipio de Jocotán, Chiquimula, ya que beneficiaran al total de los habitantes que en este habitan, fortaleciendo su desarrollo y mejorando la calidad de vida de las personas que allí habitan.



# 1. FASE DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 Monografía del municipio de Jocotán, Chiquimula

### 1.1.1 Ubicación y localización

El municipio de Jocotán se encuentra ubicado al nororiente de la república de Guatemala, en la parte norte del departamento de Chiquimula; a una distancia de 195 kilómetros de la ciudad de Guatemala. Las coordenadas geográficas lo sitúan en una latitud de 18 grados, 49 minutos y 18 segundos y una longitud de 89 grados, 23 minutos y 30 segundos.

La cabecera municipal se encuentra ubicada a una altura de 457 msnm y cuenta con una extensión territorial de 148 kilómetros cuadrados.

**Figura1. Localización del municipio de Jocotán**



Fuente: Luis Arturo Monroy.

La aldea Suchiquer se encuentra ubicada al oeste de la cabecera municipal; cuenta con una extensión de 2.7 kilómetros cuadrados, limita al norte, con las aldeas de Guareruche y Pelillo Negro, al sur con la aldea Amatillo, al este con la aldea Oquén y al Oeste con la aldea La Mina, todas del municipio de Jocotán.

**Figura 2. Mapa topográfico del municipio de Jocotán**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) **Hoja Cartográfica municipio de Jocotán**, escala 1:50,000.

### 1.1.2 Colindancias

El municipio de Jocotán, limita, al Norte con los municipios de La Unión y Zacapa, del departamento de Zacapa; al Sur con el municipio de San Juan Ermita y Olopa, ambos del departamento de Chiquimula; al Este con los

municipios de Camotán y Esquipulas; del departamento de Chiquimula y al Oeste con el municipio de Chiquimula.

### **1.1.3 Vías de acceso**

A la cabecera municipal Villa de Santiago Jocotán, se puede acceder por la carretera asfaltada internacional de primer orden, por medio de la carretera CA-11.

A la aldea Suchiquer, únicamente se puede acceder por un camino de terracería que es transitable durante todo el año, al cual se accede desde la cabecera municipal, la cual se encuentra adoquinada.

### **1.1.4 División político - administrativa**

La jurisdicción municipal de Jocotán está constituida por la cabecera municipal, denominada Villa de Santiago de Jocotán siendo la única región urbana; 8 regiones rurales, comprendidas por 33 aldeas y 43 caseríos, siendo estas:

**Aldeas:** Agua Blanca, Amatillo, Canapará, Colmenas, Conacaste, Encuentro de Guaraquiche, Guareruche, Guayabillas, Ingenio Guaraquiche, La Arada, La Mina, Las Flores, Los Vados, Matasano, Naranjo, Ocumblá, Oquén, Orégano, Pacrén, Pelillo Negro, Piedra Parada, Potrero, Rodelito, Suchiquer, Talquetzal, Tañas, Tatutú, Tesoro, Tesoro Arriba, Tierra Blanca, Tontoles, Tunucó y Tunucó Abajo.

**Caseríos:** El Tablón, Canapará Arriba, Irayol, Mesitas, El Morrito, Potrerito, Candeleró, Quebrada Seca, Tipache, Tular, Guior, Copancito, Plan del Guapinol, Zarzamora, Cruz de Charmá, Pericón, La Puente, El Pajalito, Tierra

Blanca, Morral, Limar, El Chucte, Despoblado, Escobillal, La Quebrada, Chisjá, Los Cardona, Cerrón, Agua Zarca, Pinalito, Cumbre de Talquezal, La Palmilla, La Ceiba, Agua Fría Barbaso, Mal Paso, Mojón, El Zapote, Las Cruces, Ojo de Agua Escondido, Pinalito, Trapichito, Limar.

### **1.1.5 Servicios públicos existentes**

La aldea Suchiquer, cuenta con los servicios públicos de:

- ✓ Servicio de agua potable
- ✓ Energía eléctrica
- ✓ Escuelas de nivel pre-primario y nivel primario
- ✓ Centro de usos múltiples
- ✓ Cancha de fútbol
- ✓ Pila y baño comunal

### **1.1.6 Aspectos topográficos**

La aldea Suchiquer, cuenta con una topografía influenciada por las montañas que la conforman, donde se observa que las pendientes en los taludes o laderas varían de moderadas a fuertes, de 15% a 60% con patrones de drenaje superficial del orden radial.

### **1.1.7 Tipología de la vivienda**

El tipo de viviendas existentes en la aldea son muy sencillas, predominando las viviendas construidas con materiales propios del lugar, con paredes de adobe y techo de palma y lámina. Existen además algunas viviendas construidas de block, concreto y lámina. El número de viviendas

existentes en el caserío es de 46 unidades y las características de las viviendas y materiales utilizados se presentan en la siguiente tabla en porcentajes.

**Tabla I. Tipología de la vivienda**

Tipo de vivienda	Material	Porcentaje (%)
Unifamiliar	Block, concreto y lámina	24
Unifamiliar	Adobe, lámina y palma	76
	TOTAL	100

Fuente: Luis Arturo Monroy.

Como se puede observar en los datos presentados anteriormente, el porcentaje de viviendas construidas con block, concreto y lámina es menor que las edificadas con materiales propios de la Aldea, y son viviendas de reciente construcción. Todas las viviendas poseen acceso al servicio eléctrico.

### **1.1.8 Clima**

Datos obtenidos por la estación meteorológica ubicada en el municipio de Camotán por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), registran una temperatura máxima promedio de 33°C y una mínima de 21°C, registrándose además una precipitación media anual de 1,156 mm, distribuída en 124 días de lluvia anual con una velocidad promedio del viento de 4.22 km/h, en dirección al Este.

### **1.1.9 Aspectos de salud**

Entre las principales enfermedades que afectan la aldea de Suchiquer se tienen: diarreas, dengue, resfriado común o catarro, amebiasis e infecciones cutáneas. En la aldea de Suchiquer, se cuenta con un salón de convergencia, a donde acuden autoridades de salud a realizar consultas

periódicas, pero resulta de mayor conveniencia para los habitantes de la aldea el acudir al centro asistencial de salud ubicado en la cabecera municipal.

### **1.1.10 Calidad de los suelos**

Según la clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, estos son de textura franco arenosa y franco arcillosa en su mayoría con buen drenaje interno y relieve ondulado.

## **1.2 Características de la población**

### **1.2.1 Censo poblacional**

La población en su mayoría está constituida por raza mestiza o ladina, y según datos obtenidos por el IX censo poblacional y VI censo habitacional, efectuado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), alcanzaba un total de 40,903 habitantes, de los cuales 21,679 son mujeres y 19,224 son hombres.

**Tabla II. Características generales de la población. Censo 2002**

Municipio	Población Total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)			
		Fem.	Mas	0 a 4	5 a 19	20 a 49	50 o más
Jocotán	40,903	21,679	19,224	6,385	15,528	18,728	262

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

Actualmente, se cuenta con un censo poblacional elaborado por la Dirección general del sistema integral de atención en salud (SIAS), de donde se ha resumido la siguiente información:

**Tabla III. Población Absoluta distribuida por edades. Censo 2007.**

Aldea	Población Total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)			
		Fem.	Mas	0 a 4	5 a 19	20 a 49	50 o más
Suchiquer	885	437	448	158	358	281	88

Caserío	Población Total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)			
		Fem.	Mas	0 a 4	5 a 19	20 a 49	50 o más
Pinalito	363	177	186	69	146	121	27

Fuente: SIAS, Jocotán, Chiquimula.

### **1.2.2 Disponibilidad de mano de obra**

La principal actividad económica que realizan los pobladores de la aldea, es eminentemente agrícola, por lo tanto no se cuenta con mano de obra calificada para realizar diferentes actividades o trabajos como: albañilería, carpintería, plomería, mecánica, herrería.

Debido a las presentes circunstancias, el apoyo que la comunidad puede aportar en la ejecución del proyecto de agua potable y la construcción de la letrización, básicamente se limita a trabajos de mano de obra no calificada, como lo es la excavación y relleno, tanto de pozos como de zanjas para la colocación de tubería, lo cual es un aporte significativo en la ejecución de los mismos

### **1.3 Diagnóstico de las necesidades de infraestructura**

#### **1.3.1 Descripción de las necesidades**

El municipio de Jocotán, requieren que le sean satisfechas necesidades de diversa índole, principalmente en el área rural. Para este caso en particular, se mencionarán las necesidades de infraestructura y servicios básicos.

Se requiere la introducción de un servicio adecuado de agua potable que le proporcione agua adecuada para consumo diario, además de ser distribuida en cantidades adecuadas para dar cobertura a los habitantes beneficiados con el proyecto.

La demanda de un sistema adecuado de saneamiento básico que les permita disponer de excretas de una manera adecuada en la Aldea y les permita prevenir enfermedades derivadas de la mala disposición de las mismas, se ha convertido en una necesidad de la población.

#### **1.3.2 Priorización de las necesidades**

Tomando en cuenta que el brindar infraestructura que pueda proporcionar agua adecuada para el consumo humano, así como también obras que brinden saneamiento son de principal importancia para el desarrollo de las comunidades, se hace fácil detectar la prioridad que tiene el diseño de la red de distribución de agua potable, así como un diseño adecuado de letrinas para brindar agua y saneamiento adecuados.

## **2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

El sistema de agua potable existente en el caserío posee diversas deficiencias, tales como líneas de distribución completamente dañadas y deterioradas, además de ser de tamaño insuficiente, presentar taponamientos derivados de lodos y otros materiales; servicio interrumpido, líneas incompletas y baja presión de agua. Debido a la antigüedad que posee el sistema, se considera como mejor opción el realizar un nuevo diseño para la red de distribución de agua potable.

Con la realización de este proyecto se incrementará la capacidad de distribución y almacenamiento en el sistema de agua, con lo que se podrá contar con mejores condiciones de brindar servicio ininterrumpido de agua durante las 24 horas del día, además de contar con la capacidad suficiente de cumplir en las horas con la mayor demanda de empleo. La construcción de una nueva red de distribución contribuye a una mayor eficiencia en el uso de este recurso natural.

### **2.1 Descripción del sistema**

El proyecto consiste en diseñar un sistema adecuado, que brinde agua a la población del caserío Pinalito. Se ha adoptado por un sistema por gravedad debido a la ubicación de la fuente respecto del caserío.

La línea de conducción consiste en tuberías que conducen el agua desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, utilizándose tubería de polivinilo

(PVC), y recurriendo a obras tales como cajas rompe presión donde sean necesarias.

La red de distribución se diseñará a base de circuitos abiertos, debido a la dispersión de las viviendas, así como la topografía del lugar, esta red consiste en tuberías que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias, usándose para esto tuberías de cloruro de polivinilo (PVC), además de una serie de accesorios y válvulas.

## **2.2 Fuentes de abastecimiento**

La aldea Suchiquer no cuenta con fuentes adecuadas para abastecer con suficiente agua a los habitantes del caserío Pinalito, por lo que los integrantes del comité de agua del caserío, han obtenido la autorización de utilizar una fuente, denominada El Cafetal, ubicada en la aldea el Amatillo, que es colindante con el caserío estudiado. Actualmente, el agua de dicha vertiente no es utilizada por los habitantes, por lo que se hace necesaria su utilización para evitar el mal manejo o contaminación de este recurso.

### **2.2.1 Aforo**

Se le denomina aforo a la determinación del caudal de una fuente. Por la economía y facilidad para efectuar el aforo en la fuente, debido que el procedimiento se puede utilizar en corrientes pequeñas y manantiales, se utilizó el método volumétrico, el cual consiste en:

- a) Recibir el agua en un recipiente de volumen conocido.
- b) Tomar el tiempo (en segundos) que tarda en llenarse el recipiente.

c) Calcular: 
$$Q = \frac{V}{t}$$

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

El aforo de la fuente el Cafetal, se realizó con un envase de 18.9 litros, el día 24 de enero del 2008, obteniendo los siguientes tiempos:

**Tabla IV. Aforo fuente El Cafetal.**

<b>AFORO</b>	<b>VOLUMEN (lt)</b>	<b>TIEMPO (seg.)</b>	<b>CAUDAL (lt/seg.)</b>
1	18.9	9	2.10
2	18.9	9	2.10
3	18.9	9	2.10
4	18.9	10	1.89
5	18.9	9	2.10
6	18.9	10	1.89

<b>CAUDAL PROMEDIO (lt/seg.)</b>	<b>2.03</b>
<b>CAUDAL PROMEDIO (GPM)</b>	<b>41.05</b>

Fuente: Luis Arturo Monroy

Los resultados obtenidos dan un porcentaje de confiabilidad, debido a la época en la que fue realizada.

### **2.2.2 Calidad del agua**

El estudio de la calidad del agua, se hace con la finalidad de determinar la potabilidad y el grado de pureza que esta posee, para poder determinar el tratamiento que se debe seguir. Para lograr determinar la calidad del agua, se realizaron análisis físico químico sanitario y examen bacteriológico, para ambos

exámenes se tomaron muestras de la vertiente, teniendo las siguientes observaciones:

#### Análisis físico químico sanitario:

El examen físico está relacionado con los sentidos y es de mucha utilidad e importancia para determinar la potabilidad del agua, debido que ésta además de ser sanitariamente segura, deberá ser agradable a los sentidos. El examen químico es el que determina la cantidad de materia mineral y orgánica que existe en el agua y que afecta su calidad.

Fuente: El Cafetal

Según el análisis físico químico realizado, la muestra tomada cumple con la norma Coguanor NGO 29 001:99, observándose únicamente un alto grado de dureza en la muestra, esto se genera por la concentración total de iones de calcio y magnesio, expresados en carbonatos de calcio. La presencia de este ion en el agua no afecta la calidad sanitaria de la misma.

#### Examen bacteriológico:

El examen bacteriológico tiene como principal propósito indicar el nivel de contaminación bacteriana y principalmente con materia fecal, que presenta la fuente de agua.

Fuente: El Cafetal

Según el análisis bacteriológico realizado, la muestra posee incontable colonias de bacterias coliformes fecales, por lo que el agua administrada no

será apta para el consumo humano, sin antes proceder a un sencillo tratamiento de desinfección (cloración).

## **2.3 Cálculos y parámetros de diseño**

### **2.3.1 Cálculo de población**

Existen diversos métodos para calcular el crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico por considerarse el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones de países en vías de desarrollo.

#### **2.3.1.1 Tasa de crecimiento poblacional**

Para estimar la tasa de crecimiento, se han tomado como base los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), correspondiente a los años 1994 y 2002. La tasa de crecimiento poblacional que se tiene registrada es del 2.5% para área rural. La población actual realizada en la investigación de campo corresponde a 363 habitantes, que coincide con la información obtenida en la Dirección general del sistema de atención en salud (SIAS).

#### **2.3.1.2 Población futura**

El cálculo de la población futura para el diseño de la red de agua potable, con el correspondiente período de diseño, se realizó utilizando el método geométrico, debido a que es el modelo matemático más apegado al cálculo de población futura para áreas rurales y para países en vía de desarrollo, cuya fórmula es:

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

Donde:

Pf = Población futura

Po= Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

Po= 363 habitantes

r = 2.52%

n = 21 años

Entonces:  $Pf = 363 \times \left(1 + \frac{2.52}{100}\right)^{21}$

Pf= 613 habitantes.

Siendo 613 habitantes el dato que se utilizará para la población de diseño.

### 2.3.2 Levantamiento topográfico

La topografía tiene como objetivo el medir extensiones de tierra, tomando datos recolectados en el campo para luego poder representarlos sobre un plano, y definir su escala, su forma y accidentes del terreno.

La topografía se puede dividir en dos ramas, que son:

1. La altimetría
2. La planimetría.

Existen además tres formas de realizar la altimetría y la planimetría, las cuales dependen del tipo de instrumentos que se utilicen para ello.

**Tabla V. Orden topográfico según instrumentos de medición**

No. ORDEN	PLANIMETRÍA	ALTIMETRÍA
1er Orden	Teodolito	Nivel de precisión
2do Orden	Teodolito	Taquímetro
3er Orden	Brújula o cinta	Nivel de mano

Fuente: Luis Arturo Monroy.

El levantamiento planimétrico se realizó utilizando el método de conservación de azimut, para ello se efectuó el trazo de una poligonal abierta. Dentro de lo que es la red de distribución se hizo necesario radiar las viviendas para conocer la ubicación exacta, así como la elevación de estas.

Para el desarrollo de la altimetría se necesitó el mismo equipo que para la planimetría, realizándose la misma por medio de nivelación taquimétrica. Con los datos del levantamiento altimétrico se calculan las distancias y las cotas del terreno.

### **2.3.3 Dotación**

Se denomina dotación a la cantidad de agua que se le asigna a una persona para su consumo diario y que esta necesita para satisfacer sus necesidades. Los factores que se deben tomar en cuenta y que hay que considerar son el clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) ha establecido parámetros para abastecimiento de agua, de donde se tiene:

**Tabla VI. Dotaciones rurales.**

<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO</b>	<b>DOTACIÓN (Lt/hab./día)</b>
Llena cántaros	30 - 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 - 90
Conexiones prediales	60 - 120
Conexión intradomociliar	90 - 170
Pozo excavado	15 mínimo

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

Para este proyecto, se ha tomado 120 Lt/hab./día, debido que se trata de un proyecto de introducción de agua potable con conexiones prediales en el área rural.

#### **2.3.4 Período de diseño**

Se entiende por período de diseño al tiempo durante el cual el proyecto deberá funcionar en óptimas condiciones. Los períodos de diseño para diferentes sistemas de agua potable son:

**Tabla VII. Períodos de diseño.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>AÑOS</b>
Fuentes de Abastecimiento	20
Líneas de conducción	20
Tanque de almacenamiento	20 mínimo
Líneas y redes de distribución	20 mínimo
Estaciones de bombeo	5
Plantas purificadoras	20 mínimo

Fuente: Luis Arturo Monroy.

Para este proyecto se tomará un período de 20 años de servicio y 1 año de gestión, por lo que el período de diseño será de 21 años.

### 2.3.5 Consumo de agua potable

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, deben tomarse en cuenta diferentes requerimientos de agua potable que tenga la población, para satisfacer las demandas del consumo que se tenga.

#### 2.3.5.1 Consumo medio diario

Es la cantidad de agua que requiere la población durante un período de 24 horas (1 día), la cual se obtiene como el promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se calcula por la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{P_f * Dotación}{86,400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario

$P_f$  = Población futura

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

Para este proyecto se tiene:  $Q_m = \frac{613hab * (120Lt / hab. / día)}{86,400} = 0.86 \text{ Lt/s}$

#### 2.3.5.2 Consumo máximo diario (CMD)

Es el consumo máximo que se espera durante un período de 24 horas, sin tener en cuenta los gastos originados por incendio. Este caudal se utiliza para diseñar la línea de conducción.

Se determina por medio de la ecuación:

$$CMD = FMD * Q_m$$

Donde:

FMD= Factor máximo diario

El factor máximo diario depende de la población que se esté estudiando. Según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), se pueden seguir los siguientes criterios:

**Tabla VIII. Factores máximos diario**

ÁREA	FMD
Población < 1000	1.2 - 1.5
Población > 1000	2

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)

Para este proyecto, se utilizará el FMD= 1.2

$$CMD = 1.2 * 0.86 \quad \text{Entonces:} \quad CMD = 1.04 \text{ Lt / s}$$

### **2.3.5.3 Consumo máximo horario (CMH)**

Es el consumo máximo esperado en una hora, observado durante un período de un año. Este es utilizado para el diseño de la línea de distribución. Se determina por medio de la ecuación:

$$CMH = FMH * Q_m$$

Donde:

FMH= Factor máximo horario

El factor máximo horario depende de la población que se esté estudiando. Según datos de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, los valores del factor máximo horario son:

**Tabla IX. Factores máximos horarios**

ÁREA	FMH
Población < 1000	2.0 - 3.0
Población > 1000	2

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)

Para este proyecto se utilizará un FMH= 2.2

$$CMH = 2.2 * 0.86 \text{ Entonces: } CMH = 1.90 \text{ Lt / s}$$

## **2.4 Diseño hidráulico del sistema**

### **2.4.1 Captación**

Para efectuar la obra de captación, se deben tener presentes tres aspectos importantes al momento de decidir la ubicación de la misma, esta debe ubicarse de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura, que impida en acceso de personas y animales, además de ubicarse de tal manera que se eviten acumulaciones de bancos de arena.

Existen básicamente dos formas de captar el agua, una es de forma superficial (ríos) y la otra es en manantiales (nacimientos). Para este proyecto en particular la forma de captación es de forma superficial, debido a que se

realiza sobre un afluente denominado El Cafetal, que desemboca hacia el río Grande o Jocotán.

### 2.4.2 Línea de conducción

La línea de conducción en un proyecto de agua potable para un sistema por gravedad, esta comprendido desde la fuente de captación hasta un tanque de distribución. Para este proyecto en el caserío Pinalito, aldea Suchiquer, la conducción comprende desde la estación E-1 hasta la estación E-48, donde se ubicará un tanque de distribución de 30 metros cúbicos.

Sabiendo que las tuberías de PVC resisten una presión de 112 mca. y que es recomendable para el diseño no sobrepasar presiones de 90 mca. como medida de seguridad para el proyecto, lo que no se cumple si conducimos el agua por tubería desde la fuente que tiene una elevación de 1,000 metros hasta el tanque de distribución, que tiene una altura de 838.81 metros, por lo que se hace necesario colocar dos cajas rompe presión de un metro cúbico para solventar dicho problema. Una para asegurar que la presión se mantenga en el cambio de pendiente pronunciado existente desde la estación E-1 hasta la E-25, y la otra caja rompe presión en la estación E-33 para solventar el problema de la sobre presión existente en la tubería debido a la presión estática generada por el cambio de pendiente de 153.58 existente desde la estación E-25 hasta E-48.

Para el cálculo se utilizó la fórmula de Hazen – Williams, para conductos circulares a presión, cuya fórmula matemática es:

$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

La longitud de diseño de toda la tubería horizontal se incrementó en un 5% considerándolo como un factor de seguridad que comprende las uniones de tubería, las pendientes existentes del terreno y condiciones de accesibilidad que puedan surgir al ejecutar el proyecto. Se utilizó tubería PVC de 160 PSI para este diseño.

A continuación se presenta el diseño del primer tramo de la línea de conducción, que comprende desde la captación hasta la caja rompe presión 1, que comprende de la estación E-1 hasta la E-25. Para los tramos 2 y 3 se utilizó el mismo procedimiento que a continuación se presenta.

Cota del terreno estación 1: 1000.00 metros.

Cota del terreno estación 25: 992.39 metros.

La presión estática disponible, es la diferencia de cotas entre las dos estaciones, de este modo  $1000.00 - 992.39$ , cuyo resultado es 7.61 mca. A este dato se le debe restar una cantidad de metros columna de agua, debido a que este dato que se obtendrá nos marcará la presión dinámica con la que llegará el fluido a la estación final del tramo que se está diseñando. Recomendaciones nos determinan que dicha presión debe mantenerse entre 10 y 40 metros columna de agua, pero debido a la poca diferencia que se determina en la presión estática, se tomaran 5 mca. para asegurar la llegada del fluido a este punto, con lo que se tiene  $h_f$  disponible de  $7.61 - 5.00 = 2.61$  mca. y una longitud total del tramo de 1,204.52.

De la ecuación de Hazen – Williams, se despeja para encontrar el diámetro (D):

$$D = \left( \frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * H_f} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Con los datos obtenidos anteriormente, sustituir en la ecuación:

L= 1,204.52 m, Q= 1.04 L/s, H<sub>f</sub>= 2.61 m, C= 150 (para tubería PVC)

$$D = \left( \frac{1743.811 * (1204.52 * 1.05) * 1.04^{1.85}}{150^{1.85} * 2.61} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad D = 2.50''$$

El valor del diámetro obtenido es un valor teórico, por lo que se procede a tomar dos valores de diámetros comerciales, uno superior y el otro inferior al valor teórico obtenido. Se utilizará diámetro de Ø 2 ½" y de Ø 2" con lo que se tienen los diámetros internos:

Diámetro interno 1 (Ø 2 ½") = 2.655" (diámetro mayor)

Diámetro interno 2 (Ø 2") = 2.193" (diámetro menor)

Con estos valores, se procede a calcular las pérdidas con cada uno de estos diámetros

$$H_{f1} = \frac{1743.811 * (1204.52 * 1.05) * 1.04^{1.85}}{150^{1.85} * 2.655^{4.87}} \quad H_{f1} = 1.92 \text{ m}$$

$$H_{f2} = \frac{1743.811 * (1204.52 * 1.05) * 1.04^{1.85}}{150^{1.85} * 2.193^{4.87}} \quad H_{f2} = 4.88 \text{ m}$$

Es importante observar que el valor de h<sub>f1</sub> debe ser menor que la carga disponible, y el valor de h<sub>f2</sub> debe ser mayor que la carga disponible, cuyo valor es de 2.61 mca. con lo que se denota que esto se cumple.

Se procede al cálculo de la longitud 2, cuyo valor es de 2". Conociendo las pérdidas, se parte de la ecuación:

$$Longitud\ 2 = \frac{Longitud\ del\ tramo * (Carga\ Disponible\ del\ tramo(h_f) - h_{f1})}{h_{f2} - h_{f1}}$$

$$Longitud\ 2 = \frac{(1204.52 * 1.05) * (2.61 - 1.92)}{4.88 - 1.92} = 294.82\ metros$$

y luego la longitud 1 de la ecuación:

$$Longitud\ 1 = Longitud\ del\ tramo - Longitud\ 2$$

$$Longitud\ 1 = (1204.52 * 1.05) - 294.82 = 969.93\ metros.$$

Conociendo estas longitudes que son las longitudes para cada tubería, procedemos a calcular el número de tubos de cada uno de los diámetros utilizados, dicho procedimiento lo realizamos dividiendo cada longitud encontrada dentro de 6, que es la longitud en metros de un tubo PVC.

$$\# Tubos\ \varnothing\ 2\ \frac{1}{2}" = \frac{Longitud\ 1}{6\ m} = \frac{969.93}{6\ m} = 161.66\ aproximado = 162\ tubos$$

$$\# Tubos\ \varnothing\ 2" = \frac{Longitud\ 2}{6\ m} = \frac{294.82}{6\ m} = 49.13\ aproximado = 50\ tubos$$

Conociendo las longitudes reales de cada una de las tuberías, procedemos a calcular las pérdidas reales de cada una de ellas. Partiendo siempre de la ecuación de Hazen – Williams, obtenemos:

$$H_{f1} = \frac{1743.811 * 969.93 * 1.04^{1.85}}{150^{1.85} * 2.655^{4.87}} = 1.47 \text{ metros}$$

$$H_{f2} = \frac{1743.811 * 294.82 * 1.04^{1.85}}{150^{1.85} * 2.193^{4.87}} = 1.14 \text{ metros}$$

Se debe de observar que la sumatoria de las pérdidas debe ser igual a la carga disponible total del tramo, el cual es 2.61 mca. al sumar  $H_{f1}$  y  $H_{f2}$  obtenemos 2.61 mca. lo cual nos indica que el cálculo ha sido correctamente realizado.

Al haber concluido el anterior procedimiento adecuadamente, procedemos al cálculo de las cotas piezométricas, las cuales se calculan con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cota piezométrica 1} = \text{Cota inicial del terreno} - H_{f1}$$

$$\text{Cota piezométrica 2} = \text{Cota inicial del terreno} - (H_{f1} + H_{f2})$$

Obtenemos:

$$\text{Cota piezométrica 1} = 1000.00 - 1.47 = 998.53 \text{ m}$$

$$\text{Cota piezométrica 2} = 1000.00 - (1.47 + 1.14) = 997.39 \text{ m}$$

Como último, procedemos a chequear las velocidades de diseño, las cuales según parámetros recomendados se deben mantener entre 0.30 m/s y 3.00 m/s aunque en casos donde la topografía no lo permita podrán tomarse valores de hasta 4.00 m/s.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula:

$$Velocidad(V) = \frac{1.974 * (Caudal\ de\ distribución\ o\ Consumo\ máximo\ diario(CMD))}{Diámetro\ interno^2}$$

$$Velocidad\ 1 = \frac{1.974 * (1.04)}{2.655^2} = 0.30\ m/s$$

$$Velocidad\ 2 = \frac{1.974 * (1.04)}{2.193^2} = 0.43\ m/s$$

Con esto concluye el cálculo del primer tramo de la línea de conducción, el tramo restante que va desde la estación E-25 donde se ha colocado una caja rompe presión hasta el tanque de distribución se diseñó de la misma manera como se realizó el cálculo anterior.

### 2.4.3 Tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de almacenamiento o tanque de distribución es necesario conocer algunos parámetros o criterios establecidos, tanto por las funciones a desempeñan del tanque como por su posición respecto de la red de distribución, además de por exigencias sanitarias. Cumple con tres propósitos fundamentales:

- ✓ Compensar variaciones horarias que se producen durante el día.
- ✓ Tener almacenamiento para casos de emergencia.
- ✓ Garantizar presiones de servicio adecuadas.

Se calcula su volumen a partir de la siguiente ecuación:

$$Vol = \frac{(Q\ conducción * 86400)}{1000} * Fs$$

Donde:

Vol = volumen del tanque de almacenamiento

Qconducción = Caudal de conducción

Fs = Factor de seguridad

El Fs ayuda a determinar el volumen total del tanque, el cual varía según lo siguiente:

- ✓ Poblaciones menores de 1,000 habitantes entre 25% a 35%.
- ✓ Poblaciones entre 1,000 y 5,000 habitantes un 35% más 10% para eventualidades.
- ✓ Poblaciones mayores de 5,000 habitantes, un 40% más un 10% para eventualidades.
- ✓ En sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la de un día de consumo.

Para este sistema se ha adoptado un factor del 30%, ya que la población es menor a 1,000 habitantes, por lo que el cálculo del volumen del tanque es:

$$Vol = \frac{(1.04 * 86400)}{1000} * 0.30 = 26.96 \text{ m}^3 \text{ aproximando } 30 \text{ m}^3$$

Se utilizará un tanque con capacidad de almacenamiento de 30 metros cúbicos.

#### **2.4.4 Línea de distribución**

La línea o red de distribución comprende un sistema de tuberías utilizado para hacer llegar el agua proveniente del tanque de distribución al consumidor. Se distinguen dos tipos de redes de distribución:

- ✓ Red abierta
- ✓ Red cerrada

La red abierta es la que se diseña en forma de árbol. Se recomienda su utilización en aquellos casos en que la población es muy dispersa.

En la red cerrada, las tuberías forman circuitos y están intercomunicadas. Desde el punto de vista técnico funciona mejor que la anterior, ya que esta elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. Este sistema utiliza un método elaborado por Hardy – Cross, el cual se basa en aproximaciones sucesivas por el cuál se aplican sistemáticas correcciones a los flujos originales asumidos hasta que la red esté balanceada.

#### **2.4.5 Red de distribución**

Para este sistema en particular, se optó por el diseño de una red abierta, debido a la dispersión de las viviendas en el área rural, el diseño se efectuó de la siguiente manera:

Cota de terreno en E-48 (tanque de distribución) = 838.81 m

Cota de terreno en E-64 = 786.96 m

La carga disponible ( $H_f$ ) es: Cota inicial (E-48) – Cota final (E-64)

$H_f = 838.81 - 786.96 = 51.85$  mca.

Como se puede observar, la carga disponible es menor a la presión recomendada en tubería PVC (90 mca.) por lo que no es necesario colocar ninguna caja rompe presión en el tramo.

La diferencia fundamental que existe entre el diseño de la línea de conducción con la distribución, es el caudal de diseño, debido a que se hace necesario el cálculo y la comparación de caudales unitarios con caudales simultáneos.

$$\text{Caudal unitario } (Q_u) = \frac{CMH}{N}$$

Donde:

CMH = consumo máximo horario o caudal de distribución

N = número total de viviendas para el proyecto

Teniendo los datos: CMH = 1.90 L/s y N = 46 sustituyendo:

$$\text{Caudal unitario } (Q_u) = \frac{1.90}{46} = 0.05 \text{ Lt/s/viv}$$

Conociendo el valor del caudal unitario, es necesario encontrar el caudal de diseño, que esta dado por el producto del caudal unitario por el número de viviendas existentes en el tramo que se diseña, es decir:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_u * \# \text{ viviendas del tramo} = (0.05) * (39) = 1.95 \text{ Lt/s}$$

Ahora procedemos a conocer el caudal simultáneo y luego comparamos para determinar cuál será nuestro caudal con el que diseñaremos el tramo, de la siguiente manera:

$$\text{Caudal simultáneo } (Q_s) = K\sqrt{n-1}$$

Donde:

$Q_s$  = caudal simultáneo

$K$  = constante en función de cantidad de viviendas

$n$  = número de viviendas en el tramo a diseñar

El valor de la constante en función de la cantidad de viviendas ( $K$ ) se determina como:

$K = 0.15$  si el número de viviendas es menor que 100

$K = 0.25$  si el número de viviendas es mayor o igual que 100

Se utilizará el factor de 0.15, entonces:

$$Q_s = 0.15\sqrt{39-1} = 0.92 \text{ Lt/s}$$

Conociendo el valor del caudal simultáneo que es de 0.92 Lt/s y el valor del caudal unitario que es de 1.95 Lt/s, optamos por elegir el mayor de los dos, para este caso se diseñará este tramo con el caudal simultáneo.

El cálculo de los diámetros de tuberías con sus respectivas longitudes y por consiguiente el número de tubos, así como el cálculo de pérdidas, chequeo de presión dinámica y de velocidades se realiza de la misma manera que como se diseñó anteriormente la línea de conducción. Con el anterior cálculo se ha cubierto lo que diferencia de cómo se diseña la conducción de la línea de distribución.

De lo anterior, se resume una tabla de los cálculos realizados durante el diseño:

**Tabla X. Resumen cálculos diseño hidráulico del sistema.**

LINEA DE CONDUCCIÓN																	
TRAMO DE EST	A	EST	COTA		Carga Dinámica	Carga Disponible	Caudal Q	LONGITUD		Coef C	Diámetro Teórico	Diámetro Comercial	Diámetro Interno	LONGITUD L	NUMERO DE TUBOS	COTA PIEZOMÉTRICA	VELOCIDAD V
			INICIAL	FINAL				Horizontal	Diseño								
1	25	1000	992.39	5	2.61	1.04	1204.52	1264.746	150	2.5	2 1/2"	2.655	969.93	162	998.53	0.30	
25	33	992.39	929.10	40	23.29	1.04	707.53	742.91	150	1.43	1 1/4"	1.532	611.38	102	978.86	0.88	
33	48	929.10	838.81	40	50.29	1.04	732.62	769.25	150	1.23	1 1/4"	1.532	130.58	22	926.21	0.88	
											1"	1.195	638.67	107	878.81	1.44	

RED DE DISTRIBUCIÓN																	
TRAMO DE EST	A	EST	COTA		Carga Dinámica	Carga Disponible	Caudal Q	LONGITUD		Coef C	Diámetro Teórico	Diámetro Comercial	Diámetro Interno	LONGITUD L	NUMERO DE TUBOS	COTA PIEZOMÉTRICA	VELOCIDAD V
			INICIAL	FINAL				Horizontal	Diseño								
48	64	838.81	786.96	30	21.85	1.90	489.86	514.35	150	1.71	1 1/2"	1.754	394.90	66	825.02	1.22	
56	58	838.81	798.62	30	10.19	1.90	43.67	45.85	150	0.94	1	1.532	119.45	20	816.96	1.60	
											3/4	0.926	44.95	8	824.05	2.79	
													0.90	1	824.00	4.37	

Fuente: Luis Arturo Monroy.

#### **2.4.6 Desinfección**

La desinfección del agua significa la eliminación de las bacterias patógenas y la inactivación de los virus patógenos. Se ha comprobado que en la práctica el método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías es la cloración.

Para efectuar una adecuada limpieza en los tanques, primero se debe conocer el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará según el grado de desinfección que se requiera, para una desinfección al 5% deberá agregarse 50 gr. de cloro por cada litro de agua y cuando sea al 10% deberán administrarse 100 gr. de cloro por cada litro. Además de seguirse el siguiente procedimiento:

- ✓ Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- ✓ Inmediatamente después, llenar el depósito completamente de agua.
- ✓ Abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada.
- ✓ Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- ✓ Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un sabor desagradable a cloro.

La jefatura de salud de Chiquimula recomienda se desinfecte con una concentración del 10%, esto debido que el resultado del examen bacteriológico dio como resultado que el agua contenía numerosas colonias de bacterias, por lo que el agua no es segura para consumo humano hasta que se proceda a este tipo de tratamiento.

**Tabla XI. Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 10%.**

<b>VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 10% QUE DEBE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/lit</b>		
<b>CAUDAL DEL SISTE</b>	<b>CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCIÓN</b>	
<b>litro/segundo</b>	<b>litro/hora</b>	<b>litro/día</b>
0.50	1.80	43.20
0.60	2.16	51.84
0.70	2.52	60.48
0.80	2.88	69.12
0.90	3.24	77.76
1.00	3.60	86.40
1.10	3.96	95.04
1.20	4.32	103.68
1.30	4.68	112.32
1.40	5.04	120.96
1.50	5.40	129.60
1.60	5.70	138.24
1.70	6.12	146.88
1.80	6.48	155.52
1.90	6.84	164.16
2.00	7.20	172.80
2.10	7.56	181.44
2.20	7.92	190.08
2.30	8.28	198.72
2.40	8.64	207.36
2.50	9.00	216.00
2.60	9.36	224.64
2.70	9.72	233.28
2.80	10.08	241.92
2.90	10.44	250.56
3.00	10.80	259.20
3.30	11.88	285.12
3.50	12.60	302.40
3.80	13.68	328.32
4.00	14.40	345.60
4.50	16.20	388.80
5.00	18.00	432.00
5.50	19.80	475.20
6.00	21.60	518.40

Fuente: Ministerio de Salud, Jefatura Chiquimula.

## **2.4.7 Obras de arte**

Para dicho proyecto se utilizarán las siguientes obras de arte:

### **2.4.7.1 Caja rompe presión:**

Estas se deben de colocar en los puntos de la conducción cuya presión estática iguale la presión máxima de trabajo de la tubería. Deben estar provistas de sus respectivas válvulas tanto en la entrada como en la salida.

Se han requerido de dos cajas rompe presiones para el presente proyecto, las cuales se han previsto serán de un metro cúbico, de mampostería de piedra pegada con sabieta (ver detalle en planos).

### **2.4.7.2 Conexiones prediales**

Estas se componen de la tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo del usuario, que une la tubería de servicio de la red de distribución con el inmueble. Para el presente proyecto se deben realizar las conexiones con tubería PVC de ½”.

La conexión domiciliar que se tiene prevista está compuesta por los siguientes elementos:

- ✓ Conexión a la tubería con diámetro de ½”
- ✓ Válvula de paso
- ✓ Contador
- ✓ Llave de compuerta
- ✓ Válvula de cheque

El servicio comprende de un solo chorro por predio o inmueble. La ubicación de este chorro debe de ser visible y accesible para sus usuarios, se recomienda para comunidades rurales semidispersas con nivel socioeconómico regular.

#### **2.4.8 Válvulas**

Las válvulas que se utilizarán para este proyecto serán:

- ✓ **Válvulas de compuerta:** funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido o de bronce, estas se instalan a la entrada y salida del tanque de distribución. Además sirven para seccionar tramos de tubería.
  
- ✓ **Válvulas de globo:** este tipo de válvulas es aconsejable emplearlas en las conexiones domiciliarias, tanto para suspender temporalmente el servicio como para regular el caudal.

#### **2.5 Especificaciones técnicas**

Para el diseño de la red de agua potable se tomó como base las especificaciones técnicas que establece la Dirección General de Obras Públicas. Así como también se utilizaron planos de obras típicas para acueductos desarrollados por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR)

## **2.6 Programa de operación y mantenimiento**

Para la operación de la red de agua potable deberá limpiarse y desinfectarse la tubería instalada previo iniciar su funcionamiento, haciendo correr agua hasta llenar la tubería, utilizando una concentración de 1mg/litro de cloro (ver Tabla XI). Se deberá efectuar una prueba de presión en la tubería instalada, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas del tramo correspondiente, como mínimo deberá elevarse la presión igual a un 50% más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la fabricación de la tubería, indicada en la misma para comprobar su comportamiento previo a cerrar la zanja de su instalación.

Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo a probar, un equipo de bomba manual para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5% de la inicial.

Es recomendable además colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja, se procederá a comprobar que se coloquen capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma, posteriormente a esta fase sí se deberá compactar en debida forma las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

Un correcto mantenimiento de la red, implica una adecuada reducción de las fugas en la misma, su detención rápida y eficaz, su correcta reparación e incluso su prevención. Esto se logra teniendo materiales disponibles que sean de calidad para que cuando sean requeridos por el fontanero de la comunidad este pueda disponer de ellos para realizar las reparaciones y así mantener el sistema en condiciones óptimas.

## 2.7 Cálculo de tarifa

Un sistema de agua potable debe contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado para garantizar su sostenibilidad, por lo que se hace necesario contar con un recurso financiero para poder brindar un mantenimiento preventivo además de uno correctivo cuando se amerite. Estos recursos se obtienen a través del pago de una tarifa mensual realizada por los beneficiarios del proyecto. Se calculará la tarifa a partir de los siguientes costos:

- ✓ **Costo de operación (Co):** este contempla el pago mensual a fontaneros para efectuar revisiones constantes en el sistema. Este calculo se realiza considerando que un fontanero revisa 20 conexiones prediales y 3 kilómetros de línea al día, de la siguiente manera:

$$Co = \left( \frac{L}{3} + \frac{Nc}{20} \right) * Pj * Fp$$

Donde:

L = longitud de línea central de tubería = 3.178 Km.

Nc = número de conexiones = 46

Pj = Pago diario a jornalero = Q 50.00

Fp = Factor de prestaciones, según la legislación laboral = 1.77

$$C_o = \left( \frac{3.178}{3} + \frac{46}{20} \right) * 50.00 * 1.77 = Q 297.30 /mes$$

- ✓ **Costo de mantenimiento (Cm):** para determinar este costo, se estima el tres por millar de los costos de materiales no locales presupuestados para el período de diseño que servirá básicamente para la compra de materiales cuando haya necesidad de cambiar los existentes.

$$C_m = \left( \frac{3}{1000} \right) * \frac{Mnl}{n}$$

Mnl= costos de los materiales no locales = Q 138,056.80

n = período de diseño = 21 años

$$C_m = \left( \frac{3}{1000} \right) * \frac{Q138,056.80}{21} = Q 19.72$$

- ✓ **Costo de tratamiento (Ct):** esta destinado para la compra de hipoclorito de calcio y se determina por la siguiente ecuación:

$$C_t = \left( \frac{\text{Dias en un mes} * Ch * CMH * Rac * \text{No.de segundos en un dia}}{\text{No.de gramos de hipoclorito} * Cc} \right)$$

Ch= costo de hipoclorito de calcio (100 libras)= Q 2,175.00

CMH= consumo máximo horario o caudal de distribución

Rac= relación de agua cloro en una parte por millar = 1.0 (lt/s)= 0.001

Cc= concentración de cloro al 65% = 0.65

En una solución al 10% y con una cantidad de hipoclorito al 65% (recomendada por la jefatura de salud de Chiquimula), se necesitan 61538.40 gramos.

$$C_t = \left( \frac{30 * 2,175.00 * 1.90 * 0.001 * 86,400}{61,538.40 * 0.65} \right) = Q 267.80$$

- ✓ **Gastos administrativos (Ga):** sirven para mantener un fondo para gastos que puedan surgir en viáticos, papelería, sellos entre otros. Se realiza estimando un porcentaje sobre la suma de los gastos de operación, mantenimiento y tratamiento, para este proyecto se consideró un porcentaje igual al 5%

$$Ga = 0.05 (Co + Cm + Ct)$$

$$Ga = 0.05 (Q297.30 + Q19.72 + Q267.80) = Q29.25$$

- ✓ **Costo de reserva (Cr):** sirve para cubrir eventualidades que puedan surgir, como daños por desastres naturales o sabotajes. Se calcula de igual manera que el gasto administrativo, considerando un porcentaje de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento. Se ha adoptado el mismo valor utilizado en los gastos administrativos (5%).

$$Cr = 0.05 (Co + Cm + Ct)$$

$$Cr = 0.05 (Q297.30 + Q19.72 + Q267.80) = Q29.25$$

Con dichos datos, se procede a obtener la tarifa propuesta, la cual se obtiene de la suma de los gastos anteriores y dividiendo en el número de conexiones totales para el proyecto:

Costo de operación	= Q 297.30
Costo de mantenimiento	= Q 19.72
Costo de tratamiento	= Q 267.80
Gastos administrativos	= Q 29.25
Costos de reserva	= <u>Q 29.25</u>
	<b>Q 643.32 /mes</b>

Del valor obtenido, realizamos la división del total de viviendas y este es el valor para cubrir los gastos mensuales requeridos para el proyecto.

$$T_p = \frac{Q643.32}{46} = Q13.98/\text{viviendas}$$

La tarifa adoptada será de Q 14.00 por usuario del servicio de agua potable.

## 2.8 Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto se realizó una cuantificación de cantidad de materiales necesarios, así como también del precio, de donde se elaboraron los siguientes renglones de trabajo, así como un resumen de costos directos:

**Tabla XII. Resumen de costos sistema de agua potable**

<b>RESUMEN DE COSTOS</b>				
<b>Captación</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Captación fuente "El Cafetal"	1	UNIDAD	Q 14,568.57	Q 14,568.57
<b>Total de captación</b>				<b>Q 14,568.57</b>
<b>Línea de conducción (2726.00 metros)</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 2 1/2"	972	ML	Q 87.82	Q 85,356.45
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 2"	300	ML	Q 81.75	Q 24,525.00
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 1 1/4"	744	ML	Q 72.08	Q 53,631.00
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 1"	774	ML	Q 68.63	Q 53,118.45
<b>Total de línea de conducción</b>				<b>Q 216,630.90</b>
<b>Tanque de distribución de 30 m³ de mampostería con hipoclorador</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Tanque de distribución de 30 m³	1	UNIDAD	Q 65,684.35	Q 65,684.35
<b>Total de tanque de distribución</b>				<b>Q 65,684.35</b>
<b>Caja rompe presión de 1 m³ de mampostería sin válvula de flote</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Caja rompe presión de 1 m³	2	UNIDAD	Q 4,254.17	Q 8,508.35
<b>Total de caja rompe presión de 1 m³</b>				<b>Q 8,508.35</b>
<b>Línea de distribución (537.00 metros)</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 1 1/2"	396	ML	Q 125.35	Q 49,637.18
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 1 1/4"	120	ML	Q 122.45	Q 14,694.32
Tubería PVC 160 psi norma ASTM D-2241 Ø 1"	48	ML	Q 120.96	Q 5,806.01
<b>Total de línea de distribución</b>				<b>Q 70,137.51</b>
<b>Conexiones prediales</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	TOTAL
Conexión predial	46	UNIDAD	Q 633.00	Q 29,117.83
<b>Total conexiones prediales</b>				<b>Q 29,117.83</b>
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 404,647.55</b>
<b>EN LETRAS:</b> Cuatrocientos cuatro mil seiscientos cuarenta y siete quetzales con cincuenta y cinco ctvs				

Fuente: Luis Arturo Monroy

**Tabla XIII. Desglose precios unitarios sistema de agua potable**

<b>PRECIO UNITARIO DE CAPTACIÓN</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: OBRA DE CAPTACIÓN				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
CEMENTO	44	SACOS	Q 54.00	Q 2,376.00
ARENA	5	M³	Q 120.00	Q 600.00
PIEDRÍN 3/4"	3	M³	Q 200.00	Q 600.00
PIEDRA BOLA	10	M³	Q 112.50	Q 1,125.00
HIERRO No. 4	2	VARILLA	Q 61.00	Q 122.00
HIERRO No. 3	14	VARILLA	Q 34.50	Q 483.00
HIERRO No. 2	4	VARILLA	Q 17.00	Q 68.00
VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" DE Br.	1	UNIDAD	Q 182.00	Q 182.00
ADAPTADOR MACHO PVC DE Ø 1 1/4"	2	UNIDAD	Q 3.50	Q 7.00
PICHACHA PLÁSTICA DE Ø 3"	1	UNIDAD	Q 280.00	Q 280.00
VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 3" DE Br.	1	UNIDAD	Q 674.15	Q 674.15
ADAPTADOR MACHO PVC DE Ø 3"	2	UNIDAD	Q 24.50	Q 49.00
TUBO PVC Ø 3" 100 PSI	1	UNIDAD	Q 164.60	Q 164.60
CODO PVC Ø 3" A 90°	2	UNIDAD	Q 49.50	Q 99.00
CODO PVC Ø 3" A 45°	2	UNIDAD	Q 48.70	Q 97.40
ALAMBRE DE AMARRE	5	LIBRA	Q 7.50	Q 37.50
MADERA DE PINO DE 1"x12"x10' (20 TABLAS)	200	PIE TABLA	Q 6.50	Q 1,300.00
PARAL DE 3"x3"x10' (8 PARALES)	60	PIE TABLA	Q 6.50	Q 390.00
CLAVO DE 3"	16	LIBRA	Q 7.00	Q 112.00
TEE PVC DE 3" PARA DRENAJE	1	UNIDAD	Q 18.00	Q 18.00
TUBO HG.. LIVIANO DE Ø 3"	1	UNIDAD	Q 95.50	Q 95.50
ALAMBRE ESPIGADO AG 400 Vrs.	1	ROLLO	Q 303.00	Q 303.00
GRAPA PARA ALAMBRE ESPIGADO	5	LIBRA	Q 7.65	Q 38.25
CANDADO	1	UNIDAD	Q 82.00	Q 82.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 9,303.40</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
FUNDICIÓN MURO DE MAMPOSTERÍA	18	M³	Q 225.00	Q 4,050.00
CAJA DE CAPTACIÓN	1	UNIDAD	Q 625.00	Q 625.00
INSTALACIÓN ACCESORIOS PARA CAJA	1	GLOBAL	Q 125.00	Q 125.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 4,800.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 465.17	Q 465.17
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 465.17</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 9,303.40
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,800.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 465.17
COSTOS DIRECTOS				Q 14,568.57
CANTIDAD DE TRABAJO				1
<b>PRECIO UNITARIO DE CAPTACIÓN</b>				<b>Q 14,568.57</b>

Continuación

<b>PRECIO UNITARIO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 2 1/2"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	COSTO TOTAL
PVC 160 PSI Ø 2 1/2"	162	TUBO	Q 136.70	Q 22,145.40
REDUCIDOR PVC 2 1/2" A 2"	1	UNIDAD	Q 20.65	Q 20.65
PEGAMENTO PARA PVC	0.25	GALÓN	Q 600.00	Q 150.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 22,316.05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
EXCAVACIÓN	972.00	ML	Q 19.50	Q 18,954.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	972.00	ML	Q 15.00	Q 14,580.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA 2 1/2"	972.00	ML	Q 29.95	Q 29,111.40
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 62,645.40</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 395.00	Q 395.00
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 395.00</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 22,316.05
TOTAL MANO DE OBRA				Q 62,645.40
TOTAL TRANSPORTE				Q 395.00
COSTOS DIRECTOS				Q 85,356.45
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				972
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 87.82</b>

<b>PRECIO UNITARIO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 2 "				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	COSTO TOTAL
PVC 160 PSI Ø 2 "	50	TUBO	Q 94.00	Q 4,700.00
PEGAMENTO PARA PVC	0.5	GALÓN	Q 600.00	Q 300.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 5,000.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
EXCAVACIÓN	300.00	ML	Q 19.50	Q 5,850.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	300.00	ML	Q 15.00	Q 4,500.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA 2"	300.00	ML	Q 29.75	Q 8,925.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 19,275.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 250.00	Q 250.00
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 250.00</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 5,000.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 19,275.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 250.00
COSTOS DIRECTOS				Q 24,525.00
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				300
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 81.75</b>

Continuación

<b>PRECIO UNITARIO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1 1/4"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	COSTO TOTAL
PVC 160 PSI Ø 1 1/4"	124	TUBO	Q 46.00	Q 5,704.00
REDUCIDOR PVC 1 1/4" A 1"	2	UNIDAD	Q 4.00	Q 8.00
PEGAMENTO PARA PVC	0.5	GALÓN	Q 600.00	Q 300.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 6,012.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
EXCAVACIÓN	744	ML	Q 19.50	Q 14,508.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	744	ML	Q 15.00	Q 11,160.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA 1 1/4"	744	ML	Q 29.10	Q 21,650.40
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 47,318.40</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 300.60	Q 300.60
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 300.60</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 6,012.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 47,318.40
TOTAL TRANSPORTE				Q 300.60
COSTOS DIRECTOS				Q 53,631.00
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				744
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 72.08</b>

<b>PRECIO UNITARIO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU.	COSTO TOTAL
PVC 160 PSI Ø 1"	129	TUBO	Q 31.00	Q 3,999.00
PEGAMENTO PARA PVC	0.25	GALÓN	Q 600.00	Q 150.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 4,149.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
EXCAVACIÓN	774	ML	Q 19.50	Q 15,093.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	774	ML	Q 15.00	Q 11,610.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA 1"	774	ML	Q 28.50	Q 22,059.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 48,762.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 207.45	Q 207.45
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 207.45</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 4,149.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 48,762.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 207.45
COSTOS DIRECTOS				Q 53,118.45
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				774
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 68.63</b>

Continuación

PRECIO UNITARIO TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 30 m³				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
REGLÓN: TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 30 METROS CÚBICOS				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU..	COSTO TOTAL
CEMENTO	138	SACO	Q 54.00	Q 7,452.00
ARENA	15	M³	Q 120.00	Q 1,800.00
PIEDRIN	4.5	M³	Q 200.00	Q 900.00
PIEDRA BOLA	45	M³	Q 112.50	Q 5,062.50
TABLA 1"x12"x10'	1085	PIE TABLA	Q 6.50	Q 7,052.50
PARAL 3"x3"x10'	270	PIE TABLA	Q 6.50	Q 1,755.00
PARAL 3"x3"x8'	441	PIE TABLA	Q 6.50	Q 2,866.50
PARAL 3"x2"x8'	36	PIE TABLA	Q 6.50	Q 234.00
CLAVO DE 3"	73	LIBRA	Q 6.90	Q 503.70
HIERRO No. 3	99	VARILLA	Q 34.50	Q 3,415.50
ALAMBRE DE AMARRE	60	LIBRA	Q 7.50	Q 450.00
HIERRO No. 5	3	VARILLA	Q 95.00	Q 285.00
HIERRO No. 4	6	VARILLA	Q 61.00	Q 366.00
TABLA DE 1"x18"x10'	45	PIE TABLA	Q 6.50	Q 292.50
HIERRO No.2	12	VARILLA	Q 17.00	Q 204.00
TUBO HG DE 3/4" (ESCALERA INT)	1	TUBO	Q 181.00	Q 181.00
HIERRO No.5 (ESCALERA EXT)	1	VARILLA	Q 95.00	Q 95.00
CANDADO	1	UNIDAD	Q 82.00	Q 82.00
VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1"	1	UNIDAD	Q 82.00	Q 82.00
ADAPTADOR MACHO DE 1"	2	UNIDAD	Q 3.20	Q 6.40
CODO HG 90° DE 1"	1	UNIDAD	Q 6.50	Q 6.50
NIPLE HG DE 1"	1	TUBO	Q 45.30	Q 45.30
CODO PVC 90° DE 4"	1	UNIDAD	Q 96.00	Q 96.00
TEE PVC DE 4"	1	UNIDAD	Q 115.00	Q 115.00
VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 4" Br.	1	UNIDAD	Q 1,348.30	Q 1,348.30
ADAPTADOR MACHO PVC DE 4"	1	UNIDAD	Q 34.50	Q 34.50
TUBERIA PVC DE 4"	1	TUBO	Q 336.35	Q 336.35
VÁLVULA DE COMPUERTA DE 1/4"	1	UNIDAD	Q 182.00	Q 182.00
ADAPTADOR MACHO PVC DE 1 1/4"	1	UNIDAD	Q 3.28	Q 3.28
PICHACHA DE BRONCE DE 1 1/4"	1	UNIDAD	Q 44.50	Q 44.50
HIPOCLORADOR	1	UNIDAD	Q 8,750.00	Q 8,750.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 44,047.33</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
LIMPIEZA	52	M²	Q 9.00	Q 468.00
TRAZO Y ESTAQUEADO	28	ML	Q 12.50	Q 350.00
EXCAVACIÓN DE LOSA INFERIOR	20	M³	Q 41.25	Q 825.00
FUNDICIÓN DE LOSA INFERIOR	7.5	M³	Q 137.50	Q 1,031.25
FORMALETA DE MURO	68	ML	Q 29.00	Q 1,972.00
FUNDICIÓN DE MURO	32	M³	Q 225.00	Q 7,200.00
DESENCOFRADO DE MURO	51	ML	Q 15.00	Q 765.00
ENTARIMADO PARA LOSA SUPERIOR	20	M²	Q 30.00	Q 600.00
ARMADO HIERRO No.3 PARA LOSA	20	M²	Q 22.50	Q 450.00
FUNDICIÓN	20	M²	Q 31.00	Q 620.00
DESENTARIMADO	20	M²	Q 16.25	Q 325.00
ARMADO HIERRO No.5 PARA VIGA V1	9	ML	Q 3.50	Q 31.50
ARMADO HIERRO No.4 PARA VIGA V1	9	UNIDAD	Q 5.50	Q 49.50
ARMADO HIERRO No.3 (ESTRIBO)	60	UNIDAD	Q 5.50	Q 330.00
FORMALETEADO DE VIGA 1	14	ML	Q 25.00	Q 350.00
FUNDICIÓN DE VIGA 1	2.5	M³	Q 150.00	Q 375.00
DESENCOFRADO DE VIGA 1	14	ML	Q 15.00	Q 210.00
ARMADO DE HIERRO No.3 VIGA PERIMETRAL	80	ML	Q 5.50	Q 440.00
ARMADO No.2 (ESTRIBO) DE VIGA PERIMETRAL	100	UNIDAD	Q 1.80	Q 180.00
FORMALETEADO DE VIGA PERIMETRAL	1.8	M²	Q 28.00	Q 50.40
FUNDICIÓN DE VIGA PERIMETRAL	0.9	M²	Q 150.00	Q 135.00
DESENCOFRADO	1.8	M²	Q 15.00	Q 27.00
ARMADO ESCALERAS Y HECHURA TAPADERA	1	UNIDAD	Q 400.00	Q 400.00
LEVANTADO DE CAJA PARA VALV E INSTAL	1	UNIDAD	Q 500.00	Q 500.00
LEVANTADO DE CAJA PARA REBALSE E INSTAL	1	UNIDAD	Q 600.00	Q 600.00
LEVANTADO DE CAJA PARA SALIDA E INSTAL	1	UNIDAD	Q 600.00	Q 600.00
HECHURA DE HIPOCLORADOR	1	UNIDAD	Q 550.00	Q 550.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 19,434.65</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 2,202.37	Q 2,202.37
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 2,202.37</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 44,047.33
TOTAL MANO DE OBRA				Q 19,434.65
TOTAL TRANSPORTE				Q 2,202.37
COSTOS DIRECTOS				Q 65,684.35
CANTIDAD DE TRABAJO				1
<b>PRECIO UNITARIO TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>Q 65,684.35</b>

Continuación

PRECIO UNITARIO DE CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1 m <sup>3</sup>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENLÓN: CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1 METRO CÚBICO				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PU..	COSTO TOTAL
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1"	2	UNIDAD	Q 3.25	Q 6.50
ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1"	1	UNIDAD	Q 2.65	Q 2.65
VÁLVULA DE COMPUERTA Ø 1"	1	UNIDAD	Q 105.50	Q 105.50
CODO PVC Ø 1"	2	UNIDAD	Q 9.40	Q 18.80
VÁLVULA DE FLOTE (BRONCE) Ø 1"	1	UNIDAD	Q 606.50	Q 606.50
PICHACHA Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 70.60	Q 70.60
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 4.35	Q 4.35
TEE PVC Ø 2"	1	UNIDAD	Q 10.65	Q 10.65
VÁLVULA DE PILA (BRONCE Ø 2")	1	UNIDAD	Q 18.75	Q 18.75
PVC Ø 2"	1	TUBO	Q 93.25	Q 93.25
CODO PVC Ø 2"	3	UNIDAD	Q 9.35	Q 28.05
ABRAZADERA PARA TUBO PVC	1	UNIDAD	Q 6.25	Q 6.25
CEMENTO GRIS	12	SACO	Q 54.00	Q 648.00
ARENA DE RÍO	0.65	M <sup>3</sup>	Q 120.00	Q 78.00
PIEDRA BOLA 2" - 4"	2.31	M <sup>3</sup>	Q 112.50	Q 259.88
ARENA	0.18	M <sup>3</sup>	Q 120.00	Q 21.60
PIEDRIN	0.18	M <sup>3</sup>	Q 200.00	Q 36.00
HIERRO No. 3	7	VARILLA	Q 34.25	Q 239.75
HIERRO No. 4	1	VARILLA	Q 60.85	Q 60.85
ALAMBRE DE AMARRE	5	LIBRA	Q 7.35	Q 36.75
CANDADO	1	UNIDAD	Q 82.00	Q 82.00
TABLA DE PINO RUSTICA DE 1"x12"x10'	70	PIE TABLA	Q 6.50	Q 455.00
PARALES DE 3"x3"x10'	45	PIE TABLA	Q 6.50	Q 292.50
CLAVO DE 2"	6	LIBRA	Q 6.80	Q 40.80
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 3,222.98</b>
MANO DE OBRA				
EXCAVACIÓN	2.85	M <sup>3</sup>	Q 43.00	Q 122.55
CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1 m <sup>3</sup>	1	UNIDAD	Q 685.00	Q 685.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	1	GLOBAL	Q 62.50	Q 62.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 870.05</b>
TRANSPORTE				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 161.15	Q 161.15
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 161.15</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 3,222.98
TOTAL MANO DE OBRA				Q 870.05
TOTAL TRANSPORTE				Q 161.15
COSTOS DIRECTOS				Q 4,254.17
CANTIDAD DE TRABAJO				1
<b>PRECIO UNITARIO CAJA ROMPE PRESIÓN</b>				<b>Q 4,254.17</b>

Continuación

PRECIO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1 1/2"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	COSTO TOTAL
TUBO PVC Ø 1 1/2" 160 PSI	66	TUBO	Q 59.85	Q 3,950.10
TEE CON ROSCA PVC Ø 1 1/2"	1	UNIDAD	Q 39.50	Q 39.50
REDUCIDOR DE 1 1/2" A 1 1/4"	1	UNIDAD	Q 5.00	Q 5.00
REDUCIDOR DE 1 1/2" A 1"	1	UNIDAD	Q 4.10	Q 4.10
CODO PVC 45° Ø 1 1/2" LISO	8	UNIDAD	Q 8.60	Q 68.80
CODO PVC 90° Ø 1 1/2" LISO	1	UNIDAD	Q 6.00	Q 6.00
PEGAMENTO PARA PVC	0.5	GALÓN	Q 600.00	Q 300.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 4,373.50</b>
MANO DE OBRA				
TRAZO	396	ML	Q 5.00	Q 1,980.00
EXCAVACIÓN	396	ML	Q 43.75	Q 17,325.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	396	ML	Q 30.00	Q 11,880.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1"	396	ML	Q 35.00	Q 13,860.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 45,045.00</b>
TRANSPORTE				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 218.68	Q 218.68
<b>TOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>Q 218.68</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 4,373.50
TOTAL MANO DE OBRA				Q 45,045.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 218.68
COSTOS DIRECTOS				Q 49,637.18
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				396
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 125.35</b>

PRECIO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1 1/4"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	COSTO TOTAL
TUBO PVC Ø 1 1/4" 160 PSI	20	TUBO	Q 45.81	Q 916.20
REDUCIDOR DE 1 1/4" A 1"	1	UNIDAD	Q 4.00	Q 4.00
CODO PVC 45° Ø 1 1/4" LISO	1	UNIDAD	Q 6.65	Q 6.65
TAPON PVC HEMBRA DE 1 1/4"	1	UNIDAD	Q 3.45	Q 3.45
PEGAMENTO PARA PVC	0.25	GALÓN	Q 600.00	Q 150.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 1,080.30</b>
MANO DE OBRA				
TRAZO	120	ML	Q 5.00	Q 600.00
EXCAVACIÓN	120	ML	Q 43.75	Q 5,250.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	120	ML	Q 30.00	Q 3,600.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1"	120	ML	Q 34.25	Q 4,110.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 13,560.00</b>
TRANSPORTE				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 54.02	Q 54.02
<b>TOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>Q 54.02</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 1,080.30
TOTAL MANO DE OBRA				Q 13,560.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 54.02
COSTOS DIRECTOS				Q 14,694.32
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				120
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 122.45</b>

Continuación

PRECIO UNITARIO LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENGLÓN: TUBERÍA PVC 160 PSI NORMA ASTM D-2241 DIÁMETRO 1"				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
TUBO PVC Ø 1" 160 PSI	8	TUBO	Q 30.70	Q 245.60
TAPÓN PVC HEMBRA DE 1"	1	UNIDAD	Q 2.50	Q 2.50
PEGAMENTO PARA PVC	0.25	GALÓN	Q 600.00	Q 150.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 398.10</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
TRAZO	48	ML	Q 5.00	Q 240.00
EXCAVACIÓN	48	ML	Q 43.75	Q 2,100.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	48	ML	Q 30.00	Q 1,440.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA PVC 1"	48	ML	Q 33.50	Q 1,608.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 5,388.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 19.91	Q 19.91
<b>TOTAL DE TRANSPORTE</b>				<b>Q 19.91</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 398.10
TOTAL MANO DE OBRA				Q 5,388.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 19.91
COSTOS DIRECTOS				Q 5,806.01
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				48
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 120.96</b>

Continuación

<b>PRECIO UNITARIO DE CONEXIÓN PREDIAL</b>				
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERÍO PINALITO				
RENLÓN: CONEXIÓN PREDIAL				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PU..</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
CEMENTO	24	SACO	Q 54.00	Q 1,296.00
ARENA	2.35	M³	Q 120.00	Q 282.00
PIEDRIN	2.35	M³	Q 200.00	Q 470.00
TEE REDUCTORA Ø 1 1/2" A 1/2"	30	UNIDAD	Q 42.75	Q 1,282.50
TEE REDUCTORA Ø 1 1/4" A 1/2"	9	UNIDAD	Q 28.25	Q 254.25
TEE REDUCTORA Ø 1" A 1/2"	7	UNIDAD	Q 15.65	Q 109.55
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"	92	UNIDAD	Q 2.00	Q 184.00
CODO 90° PVC Ø 1/2" CON ROSCA	46	UNIDAD	Q 8.25	Q 379.50
NIPLE HG Ø 1/2" (2.5 METROS)	46	UNIDAD	Q 95.05	Q 4,372.30
CODO 90° HG Ø 1/2"	46	UNIDAD	Q 22.50	Q 1,035.00
NIPLE HG Ø 1/2" (0.25 METROS)	46	UNIDAD	Q 15.00	Q 690.00
COPLA HG Ø 1/2"	46	UNIDAD	Q 7.50	Q 345.00
LLAVE DE CHORRO DE BRONCE	46	UNIDAD	Q 24.85	Q 1,143.10
LLAVE DE PASO DE Ø 1/2"	46	UNIDAD	Q 57.85	Q 2,661.10
SELLADOR PARA HG	15	POMO	Q 49.25	Q 738.75
PEGAMENTO PVC	0.5	GALÓN	Q 600.00	Q 300.00
PVC Ø 1/2" 315 PSI	138	TUBO	Q 31.80	Q 4,388.40
CODO PVC 90° Ø 1/2" LISO	46	UNIDAD	Q 2.75	Q 126.50
CODO PVC 45° Ø 1/2" LISO	1	UNIDAD	Q 6.65	Q 6.65
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 20,064.60</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
INSTALACIÓN DE CONEXIÓN PREDIAL	46	GLOBAL	Q 175.00	Q 8,050.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 8,050.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 1,003.23	Q 1,003.23
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 1,003.23</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 20,064.60
TOTAL MANO DE OBRA				Q 8,050.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 1,003.23
COSTOS DIRECTOS				Q 29,117.83
CANTIDAD CONEXIONES PEDIALES				46
<b>PRECIO UNITARIO CONEXIÓN PREDIAL</b>				<b>Q 633.00</b>

Fuente: Luis Arturo Monroy.

## 2.9 Cronograma de ejecución

**Tabla XIV. Cronograma de ejecución para el sistema de agua potable.**

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE																
UBICACIÓN: CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUIMULA																
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																
Tiempo de ejecución	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Actividad																
Construcción caja de captación																
Colocación línea de conducción																
Construcción caja rompe presión																
Construcción tanque de distribución																
Colocación red de distribución																
Conexión predial																

Fuente: Luis Arturo Monroy.

## 2.10 Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la flora y fauna, el suelo, el aire, el agua, clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsible afectados.

- ✓ **Impacto ambiental en construcción:** durante el proceso de construcción de agua potable para el caserío Pinalito, uno de los aspectos que se deben de tomar en cuenta en el impacto ambiental que este pueda tener es la remoción de vegetación, esto debido a la denominada apertura de brecha, que se realiza para colocar la tubería de manera enterrada, tanto para la línea de conducción como para la distribución. Para dicha tarea, se tuvo el cuidado de colocar la tubería donde existiera derecho de paso, y por terrenos que se utilizan para agricultura, con lo que se conserva la vegetación de los bosques intacta.

Al finalizar la tarea de colocación de la tubería, se deberá compactar para resguardar la tubería y poder continuar con el cultivo en los terrenos.

- ✓ **Impacto ambiental en operación:** para este proceso del proyecto, se debe de vigilar el caudal del afluente denominado El Cafetal. Es importante mencionar que la captación se diseñó de tal manera que capte el agua necesaria para la población en el período de diseño establecido, y ubicación de la misma será la menos perjudicial, permitiendo que el agua que no es captada siga su curso normal, además de no perjudicar el líquido al no ser utilizado ningún tipo de químico que pueda afectar la población y comunidades aguas abajo.

## **2.11 Evaluación socio – económica**

### **2.11.1 Valor presente neto**

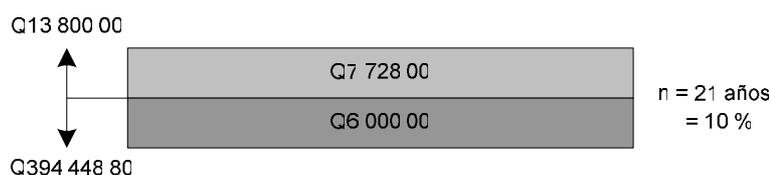
La municipalidad de Jocotán, pretende invertir el costo total del proyecto, el cual asciende a un monto de Q394,448.80 para la ejecución del sistema de agua potable para el caserío Pinalito de la aldea Suchiquer. Se tiene previsto el pago de un fontanero, cuyo salario será de Q6,000.00 anual para brindarle mantenimiento al sistema. Se estima tener ingresos de la conexión de acometida, Q300.00 por vivienda, además de realizar un cobro mensual de Q14.00 por vivienda. Suponiendo una tasa del 10% al final de los 21 años de vida útil, se procederá a determinar la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

**Tabla XV. Costos de la red de distribución de agua potable**

	Operación	Resultado
Costo inicial		Q 394,448.80
Ingreso inicial	(Q300.00/viv)*(46 viv)	Q 13,800.00
Costos anuales	(Q500.00/mes)*(12 meses)	Q 6,000.00
Ingresos anuales	(Q14.00/viv)*(46 viv)*(12 meses)	Q 7,728.00
Vida útil		21 años

Trasladando estos datos, situándolos en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 10%.

**Figura 3. Diagrama de flujo de efectivo agua potable**



Utilizando signo negativo para los egresos y positivo para los ingresos, se tiene:

$$VPN = -394,448.80 + 13,800.00 - 6,000(1 + 0.10)^{21} + 7,728.00(1 + 0.10)^{21}$$

$$VPN = -367,861.62$$

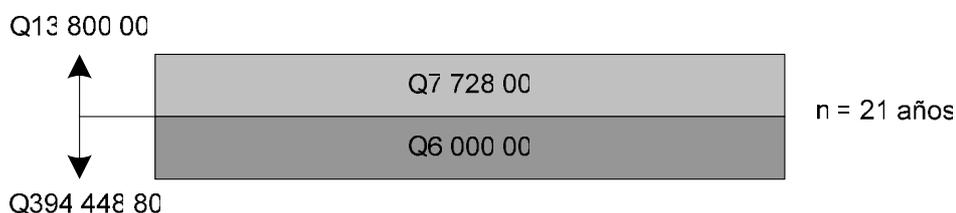
Debido que el valor presente neto calculado es menor que cero, lo más recomendable es no aceptar el proyecto debido que existe mayor pérdida que ganancia. Pero se debe tener en cuenta que esto es solo el entorno matemático y que se deben tener en cuenta otros factores que influyen en la toma de decisiones, tales como el factor social, político o la naturaleza por la que se generó el proyecto. Es por ello que se debe tomar una decisión apropiada.

### 2.11.2 Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de agua potable para el caserío Pinalito, con un costo inicial aproximado de Q394,448.80. Además, la alcaldía necesita de Q6,000.00 cada año como costo de mantenimiento, además de Q7,728.00 de cuota de amortización, también se tendrá un ingreso un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, que será de Q13,800.00 de un total de 46 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 21 años, el cual es la vida útil del sistema.

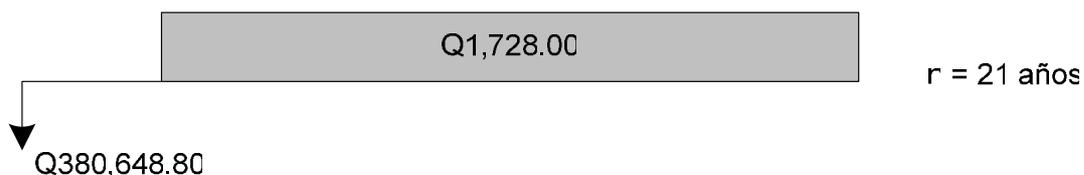
1. Se realiza la gráfica del problema:

**Figura 4. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno agua**



2. Puesto que los gastos de Q7,728.00 y Q6000.00 se encuentran en el mismo período de tiempo, como también Q13,800.00 y Q394,448.80, por lo que se puede simplificar la gráfica:

**Figura 5. Resumen diagrama de flujo proyecto de agua**



3. Teniendo en claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a) Se utilizará una tasa de interés  $i = 10\%$

$$VPN = -380,648.80 + 1,728.00(1+0.10)^{21} = -367,861.17$$

b) Si se utiliza una tasa de interés  $i = 30\%$

$$VPN = -380,648.80 + 1,728.00(1+0.30)^{21} = 46,278.71$$

4. Se utiliza una interpolación matemática para encontrar la tasa de interés que se busca.

10%	→	-367,861.17
$i$	→	0
30%	→	46,278.71

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que corresponda, y se encuentra el valor de  $i$  de la siguiente manera:

$$\frac{10 - i}{10 - 30} = \frac{-367,861.17}{-367,861.17 - (46,278.71)} \quad i = 27.765068 \%$$

Se tiene entonces, que la tasa efectiva mensual de retorno es el valor de  $i=27.765068\%$ .



### **3. DISEÑO DE LETRINIZACIÓN**

La letrina de cierre hidráulico consiste en un asiento de construcción especial de porcelana, que la hace cómoda, así también posee la facilidad de ser lavable, posee un cierre hidráulico que no permite la fuga de gases y con ello malos olores, ni permite el acceso de moscas.

Para la selección de la letrina que mejor se adapte al medio, se han tenido presentes los principales criterios del diseño, que son: permeabilidad del suelo, ausencia de roca dura y la napa freática o manto freático.

#### **3.1 Consideraciones generales**

Se deben establecer las condiciones más importantes para ubicar adecuadamente una letrina, sin perjudicar a la población y el medio ambiente. Para ello se hace necesario tener presente:

- ✓ Se deben construir los pozos de las letrinas donde no existan sistemas de extracción de agua para consumo humano (pozos), en un radio de 20 metros alrededor de ellas, y en todo caso deberá ubicarse aguas abajo de cualquier pozo o manantial que abastezca de agua para consumo humano.
- ✓ Estas sólo podrán ser construidas en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos.

### **3.2 Ubicación**

Para evitar cualquier tipo de contaminación se debe tener cuidado de cumplir con las siguientes distancias mínimas:

Letrina – pozo excavado: 20 metros.

Letrina – vivienda: 5 metros.

Letrina – linderos de propiedad: 5 metros.

Letrina – tubo de agua potable: 3 metros.

### **3.3 Materiales**

Para la construcción de letrinas, se deben emplear en la medida de lo posible materiales locales para permitir al propietario poder construirla, aunque para este proyecto se utilizará por la facilidad de encontrar los materiales en la comunidad los que se describen en el plano correspondiente.

### **3.4 Procedimientos de construcción**

Para la construcción de cada componente de la letrina, se deben considerar lo siguiente:

#### **3.4.1 Hoyo o cámara**

Para que la letrina cumpla con su función para la cantidad de años que se ha establecido, se ha calculado el volumen que deberá poseer el pozo de la siguiente manera:

$$Vol = P * S * N$$

Donde:

P =	Número de usuario de letrina por vivienda	P=	7 hab/vivienda
S=	Tasa acumulada de sólidos	S=	0.02 m <sup>3</sup> /hab/año
N=	Vida útil proyectada del pozo	N=	10 años

Entonces:

$$Vol = (7hab / viv) * (0.02) * (10) = 1.4m^3$$

Se procede entonces a calcular la profundidad estimada del pozo:

$$Vol = \left( \pi * \left( \frac{d}{2} \right)^2 \right) * H$$

Donde:

Vol=	Volumen total del pozo	Vol=	1.4m <sup>3</sup>
d=	Diámetro propuesto del pozo	d=	1 m
H=	Profundidad del pozo		

$$1.4 = \left( \pi * \left( \frac{1}{2} \right)^2 \right) * H \quad \text{despejando H tenemos } H = 1.8 \text{ mts.}$$

Además se debe considerar como mínimo las siguientes especificaciones:

- ✓ La excavación se debe hacer de forma manual, con ayuda únicamente de herramientas básicas, como por ejemplo pico y pala.
- ✓ Se debe realizar la excavación de manera circular con un diámetro no menor de 0.80 metros, se recomienda sea de un metro para este diseño,

así como una profundidad que puede variar entre 1.80 metros y 3 metros.

- ✓ En el caso de terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, las paredes verticales del hoyo deberán ser recubiertas y el espacio entre el muro de recubrimiento y el terreno natural debe ser por lo menos de 0.15 metros y rellena con arena gruesa y fina. El fondo del hoyo debe tener una capa de material filtrante de no menos de 0.25 metros de espesor.
- ✓ Los 0.30 metros superiores deben cementarse con mampostería para formar una base firme para la cubierta del pozo y de esta manera evitar que el agua de lluvia entre al mismo.
- ✓ Si se encuentra presencia de aguas subterráneas, es recomendable que la base del hoyo se encuentre separada por lo menos 1.50 metros.
- ✓ Cuando el terreno tenga poca resistencia, se tendrá que revestir el hoyo con materiales durables como bloques, madera o malla con cemento para prevenir derrumbes.

### **3.4.2 Brocal**

Para la construcción del brocal, se necesitará de tres hileras de block que servirán de apoyo a la losa de la tapadera del pozo e impedirán el ingreso de aguas superficiales y de lluvia. El brocal debe sobresalir del nivel del terreno como mínimo 0.10 metros, y es recomendable utilizar un mortero con una proporción de 1:3.

### **3.4.3 Caseta**

Para la construcción de la caseta se utilizará lámina legítima de 6 pies de alto, con suficiente ventilación en la parte baja y alta para que circule aire en el interior de esta y de esta manera evitar concentración de malos olores. Su construcción es para un período de vida de 5 a 10 años.

### **3.5 Especificaciones técnicas**

La tubería que conecta la tasa lavable con el pozo u hoyo, debe ser de 3 pulgadas de diámetro y debe estar liso en su interior para permitir el deslizamiento de los sólidos.

La superficie del piso debe inclinarse suavemente para facilitar su limpieza y para evitar que el agua de lluvia quede estancada formando charcos.

La letrina puede construirse como unidad libre dentro del terreno de la vivienda o se puede unir a esta.

El techo de la letrina debe sobresalir como mínimo 0.20 metros del perímetro de la caseta, para resguardarla de lluvia y sol y prevenir su deterioro.

### **3.6 Tanque séptico**

El tanque séptico se utiliza para letrinas de pozo anegado, para la construcción de estas se necesita de la asistencia de una persona con experiencia en la construcción de los mismos.

Estos se construyen por lo general de concreto sin refuerzo y las paredes son generalmente de ladrillo o bloques de concreto y deben recubrirse de concreto para impermeabilizarlas.

### **3.7 Procedimientos de construcción**

Se debe tener cuidado de iniciar con la excavación del hoyo o cámara, teniendo especial cuidado de controlar si existen aguas subterráneas, debido a que estas deben estar separadas 1.50 metros entre sí para evitar contaminación. Luego se procede a construir el brocal, siguiendo las especificaciones dadas anteriormente, para luego construir la losa, debiendo considerar que en el centro de ella debe existir un orificio de aproximadamente 0.25 metros para la bajada de los sólidos.

Se debe colocar adecuadamente el aparato sanitario y construir la caseta de tal manera que el largo y ancho de esta sean construidas sobre la base y en el extremo de la plancha.

### 3.8 Presupuesto

**Tabla XVI. Presupuesto letrinas caserío Pinalito.**

<b>PRECIO UNITARIO DE LETRINA</b>				
PROYECTO: LETRINIZACIÓN CASERÍO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER				
RENGLÓN: LETRINAS DE TASA LAVABLE				
FECHA: 29 / ABRIL / 2008				
<b>MATERIALES</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PU.</b>	<b>TOTAL</b>
CEMENTO	184	SACOS	Q 54.00	Q 9,936.00
ARENA DE RÍO	32.2	M³	Q 120.00	Q 3,864.00
PIEDRÍN	23	M³	Q 200.00	Q 4,600.00
HIERRO No.3	184	VARILLA	Q 34.27	Q 6,305.68
ALAMBRE DE AMARRE	46	LIBRA	Q 7.33	Q 337.18
BLOCK PÓMEZ 0.15x0.20x0.40	1656	UNIDAD	Q 4.53	Q 7,501.68
LETRINA TAZA LAVABLE	46	UNIDAD	Q 593.75	Q 27,312.50
TUBO PVC 3"	46	UNIDAD	Q 164.60	Q 7,571.60
CODO PVC 3"	46	UNIDAD	Q 49.12	Q 2,259.52
PEGAMENTO PARA PVC	11.5	UNIDAD	Q 600.00	Q 6,900.00
ANGULARES 1"x1/8"	138	UNIDAD	Q 243.75	Q 33,637.50
HEMBRA 1"x1/8"	230	UNIDAD	Q 68.75	Q 15,812.50
LAMINA LEGITIMA 6'	92	UNIDAD	Q 75.01	Q 6,900.92
TORNILLOS	3220	UNIDAD	Q 0.25	Q 805.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q 133,744.08</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
EXCAVACIÓN	435	M³	Q 43.00	Q 18,705.00
LEVANTAMIENTO DE LETRINA	46	GLOBAL	Q 350.00	Q 16,100.00
SOLDADURA	46	GLOBAL	Q 250.00	Q 11,500.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q 46,305.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>				
TRANSPORTE DE MATERIALES	1	GLOBAL	Q 6,687.20	Q 6,687.20
<b>TOTAL TRANSPORTE</b>				<b>Q 6,687.20</b>
TOTAL DE MATERIALES				Q 133,744.08
TOTAL MANO DE OBRA				Q 46,305.00
TOTAL TRANSPORTE				Q 6,687.20
COSTOS DIRECTOS				Q 186,736.28
CANTIDAD METROS LINEALES DE TRABAJO				46
<b>PRECIO UNITARIO (Q/ml)</b>				<b>Q 4,059.48</b>

Fuente: Luis Arturo Monroy.

### 3.9 Cronograma de ejecución

**Tabla XVII. Cronograma de ejecución proyecto de letrización.**

PROYECTO: LETRIZACIÓN																	
UBICACIÓN: CASERIO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER, MUNICIPIO DE JOCOTAN, CHIQUIMULA																	
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN																	
Actividad	Tiempo de ejecución	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Excavación pozos		■	■	■	■												
Armado brocal				■	■	■	■										
Fundición de plancha base						■	■	■	■								
Armado de estructura										■	■	■	■				
Colocación de letrinas														■	■	■	

Fuente: Luis Arturo Monroy.

### 3.10 Evaluación de impacto ambiental

- ✓ **Impacto ambiental en construcción:** durante el proceso de construcción de letrinas sanitarias, el movimiento de vegetación es mínimo, por lo que la vegetación no será afectada, además de construirse en terrenos habitacionales donde no se afecta la fauna existente del lugar. Para la construcción de la caseta, así como del pozo se debe destinar un espacio libre, que no perjudique ni a los habitantes del terreno, así como tampoco a los vecinos de las viviendas siguiendo los parámetros de ubicación establecidos.

El suelo extraído del hoyo, debe ser colocado en un lugar seguro para eliminar el riesgo de accidentes al momento de la construcción.

- ✓ **Impacto ambiental en operación:** durante el tiempo en el que se encuentre en operación, se debe estudiar el comportamiento del medio ambiente, y registrar la disminución de focos de contaminación en el

suelo que actualmente existen debido a la falta de un área destinada exclusivamente a la disposición de sólidos en el caserío.

Es necesario describir que las letrinas han sido diseñadas para el uso de los habitantes del lugar, con materiales de bajo costo para que esté al alcance de los habitantes.

### 3.11 Evaluación socio – económica

#### 3.11.1 Valor presente neto

Este se determina como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos descontados a la tasa de descuento convenida. Una inversión es rentable cuando el valor actualizado del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos.

Para el proyecto de letrización del caserío Pinalito, aldea Suchiquer del municipio de Jocotán, Chiquimula, se asume una tasa de interés del 10% debido a que este proyecto es de carácter social, la tasa debe ser lo mas baja posible. Se deberá realizar un cobro de Q100.00 a las viviendas que serán beneficiadas, en este caso el total de viviendas del caserío que son 46. Además de cobrar una cuota mensual de Q10.00 por vivienda para controlar el estado del proyecto, del cual se pretende gastar Q400.00.

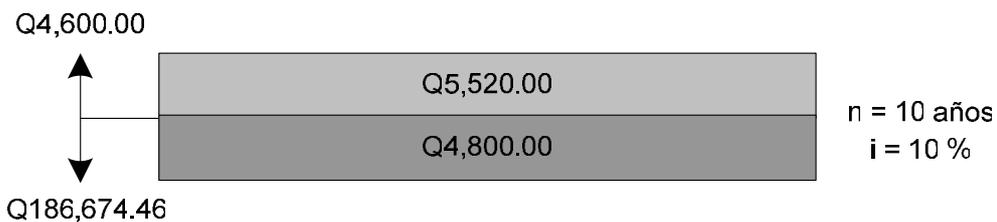
**Tabla XVIII. Costos de letrización**

	<b>Operación</b>	<b>Resultado</b>
Costo inicial		Q 186,674.46
Ingreso inicial	(Q100.00/viv)*(46 viv)	Q 4,600.00
Costos anuales	(Q400.00/mes)(12 meses)	Q 4,800.00
Ingresos anuales	(Q10.00/viv)*(46 viv)*(12 meses)	Q 5,520.00
Vida útil		10 años

Fuente: Luis Arturo Monroy

Trasladando estos datos, a un grafico, situando en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 10%.

**Figura 6. Diagrama de flujo de efectivo letrización**



Utilizando signo negativo para los egresos y positivo para los ingresos, se tiene:

$$VPN = -186,674.46 + 4,600.00 - 4,800(1 + 0.10)^{10} + 5,520.00(1 + 0.10)^{10}$$

$$VPN = -180,206.97$$

Debido que el valor presente neto calculado es negativo, se puede decir que no produce ninguna utilidad, cumpliendo entonces su objetivo de carácter social, promoviendo el desarrollo del caserío beneficiado con el proyecto.

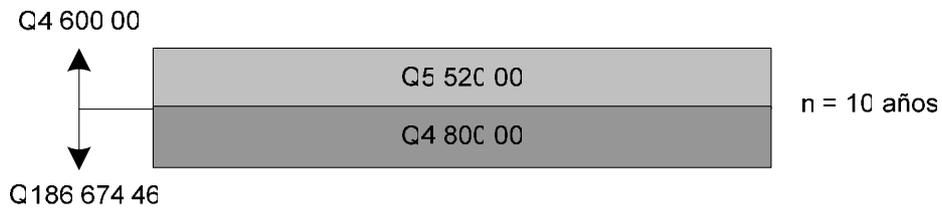
### 3.11.2 Tasa interna de retorno

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, entendiéndose estos como la diferencia entre los beneficios brutos, menos los costos brutos actualizados.

El cálculo de la tasa interna de retorno se puede realizar proponiendo dos tasas de utilidad diferentes, con las cuales se calculan las respectivas cantidades que representen el valor presente neto.

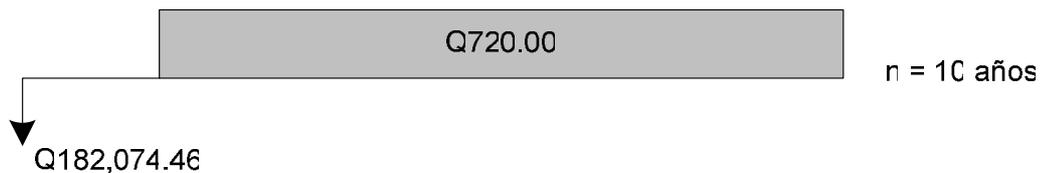
Realizando la gráfica del problema:

**Figura 7. Diagrama de flujo para tasa interna de retorno letrinas**



Debido que los gastos de  $Q5,520$  y  $Q4,800.00$  se encuentran distribuidos en el mismo período de tiempo, así como también  $Q186,674.46$  y  $Q4,600.00$ , se puede simplificar de la siguiente manera:

**Figura 8. Resumen diagrama de flujo de letrinas**



Teniendo lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

- a) Se utiliza una tasa de interés  $i = 10\%$

$$VPN = -182,074.46 + 720(1+0.10)^{10} = -180,206.97$$

- b) Si se utiliza una tasa de interés  $i = 75\%$

$$VPN = -182,074.46 + 720(1+0.75)^{10} = 11,885.90$$

Entonces se procede a realizar una interpolación matemática para encontrar la tasa de interés que se busca.

10%	→	-180,206.97
i	→	0
75%	→	11,885.90

Entonces se utiliza la proporción entre diferencias que corresponda y se encuentra el valor de  $i$  de la siguiente manera:

$$\frac{10 - i}{10 - 75} = \frac{-180,206.97}{-180,206.97 - (11,885.90)} \quad i = 70.978073\%$$

Se obtiene entonces el valor de la tasa efectiva mensual de retorno, cuyo valor de  $i=70.978073\%$

## **PLANOS DE LOS PROYECTOS**





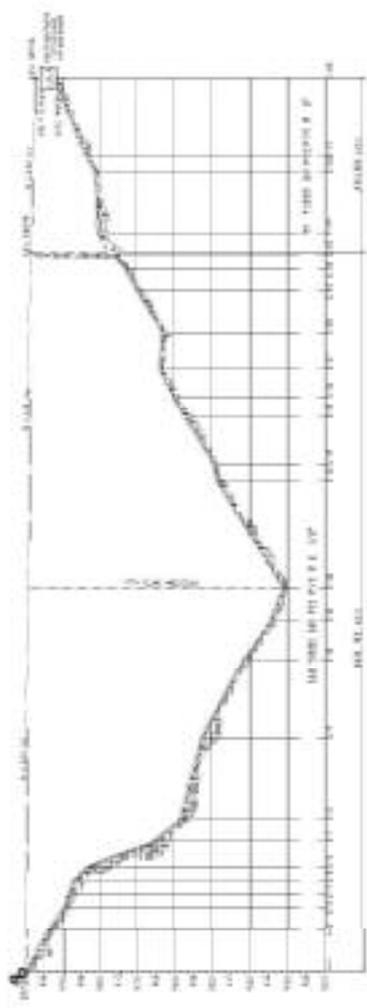




Planta Línea de Conducción

CARACTERÍSTICAS	
1.1	Para el tipo de línea
1.2	Para el tipo de terreno
1.3	Para el tipo de clima
1.4	Para el tipo de vegetación
1.5	Para el tipo de suelo
1.6	Para el tipo de viento
1.7	Para el tipo de temperatura
1.8	Para el tipo de humedad
1.9	Para el tipo de contaminación
1.10	Para el tipo de ruido
1.11	Para el tipo de vibración
1.12	Para el tipo de interferencia
1.13	Para el tipo de seguridad
1.14	Para el tipo de mantenimiento
1.15	Para el tipo de costo
1.16	Para el tipo de vida útil
1.17	Para el tipo de eficiencia
1.18	Para el tipo de confiabilidad
1.19	Para el tipo de flexibilidad
1.20	Para el tipo de adaptabilidad

LISTA COORDINADA LÍNEA DE CONDUCCIÓN		Kilómetros	
ORDEN	COORDENADA	ORDEN	COORDENADA
1	1000	1	1000
2	1000	2	1000
3	1000	3	1000
4	1000	4	1000
5	1000	5	1000
6	1000	6	1000
7	1000	7	1000
8	1000	8	1000
9	1000	9	1000
10	1000	10	1000
11	1000	11	1000
12	1000	12	1000
13	1000	13	1000
14	1000	14	1000
15	1000	15	1000
16	1000	16	1000
17	1000	17	1000
18	1000	18	1000
19	1000	19	1000
20	1000	20	1000
21	1000	21	1000
22	1000	22	1000
23	1000	23	1000
24	1000	24	1000
25	1000	25	1000
26	1000	26	1000
27	1000	27	1000
28	1000	28	1000
29	1000	29	1000
30	1000	30	1000
31	1000	31	1000
32	1000	32	1000
33	1000	33	1000
34	1000	34	1000
35	1000	35	1000
36	1000	36	1000
37	1000	37	1000
38	1000	38	1000
39	1000	39	1000
40	1000	40	1000
41	1000	41	1000
42	1000	42	1000
43	1000	43	1000
44	1000	44	1000
45	1000	45	1000
46	1000	46	1000
47	1000	47	1000
48	1000	48	1000
49	1000	49	1000
50	1000	50	1000



Perfil Línea de Conducción

**FACULTAD DE INGENIERIA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS DE GUAYAMA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

PROFESOR: DR. ROBERTO GONZALEZ

ALUMNO: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

TÍTULO: [Título]

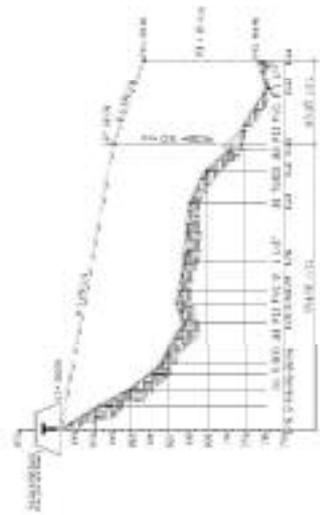








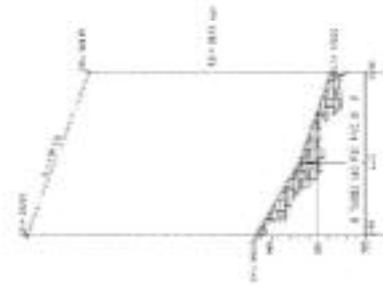
Planta de Distribución Caserio Pinatillo



Perfil Caserio Pinatillo



Planta Ramal 1



Perfil Ramal 1 Caserio Pinatillo

LEGENDA	
1	Reservorio
2	Red de distribución
3	Valvula
4	Edificio
5	Calle
6	Red de abastecimiento
7	Red de distribución
8	Red de abastecimiento
9	Red de distribución
10	Red de abastecimiento
11	Red de distribución
12	Red de abastecimiento
13	Red de distribución
14	Red de abastecimiento
15	Red de distribución
16	Red de abastecimiento
17	Red de distribución
18	Red de abastecimiento
19	Red de distribución
20	Red de abastecimiento
21	Red de distribución
22	Red de abastecimiento
23	Red de distribución
24	Red de abastecimiento
25	Red de distribución
26	Red de abastecimiento
27	Red de distribución
28	Red de abastecimiento
29	Red de distribución
30	Red de abastecimiento
31	Red de distribución
32	Red de abastecimiento
33	Red de distribución
34	Red de abastecimiento
35	Red de distribución
36	Red de abastecimiento
37	Red de distribución
38	Red de abastecimiento
39	Red de distribución
40	Red de abastecimiento
41	Red de distribución
42	Red de abastecimiento
43	Red de distribución
44	Red de abastecimiento
45	Red de distribución
46	Red de abastecimiento
47	Red de distribución
48	Red de abastecimiento
49	Red de distribución
50	Red de abastecimiento

LISTA DE VALORES	
1	0.01
2	0.02
3	0.03
4	0.04
5	0.05
6	0.06
7	0.07
8	0.08
9	0.09
10	0.10
11	0.11
12	0.12
13	0.13
14	0.14
15	0.15
16	0.16
17	0.17
18	0.18
19	0.19
20	0.20
21	0.21
22	0.22
23	0.23
24	0.24
25	0.25
26	0.26
27	0.27
28	0.28
29	0.29
30	0.30
31	0.31
32	0.32
33	0.33
34	0.34
35	0.35
36	0.36
37	0.37
38	0.38
39	0.39
40	0.40
41	0.41
42	0.42
43	0.43
44	0.44
45	0.45
46	0.46
47	0.47
48	0.48
49	0.49
50	0.50

FACULTAD DE INGENIERIA

PROFESOR: CARLOS VARGAS / ESTUDIANTE: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

TITULO: [Titulo]

PLANTA: [Planta]

PROFESOR: [Nombre]

ESTUDIANTE: [Nombre]

FECHA: [Fecha]

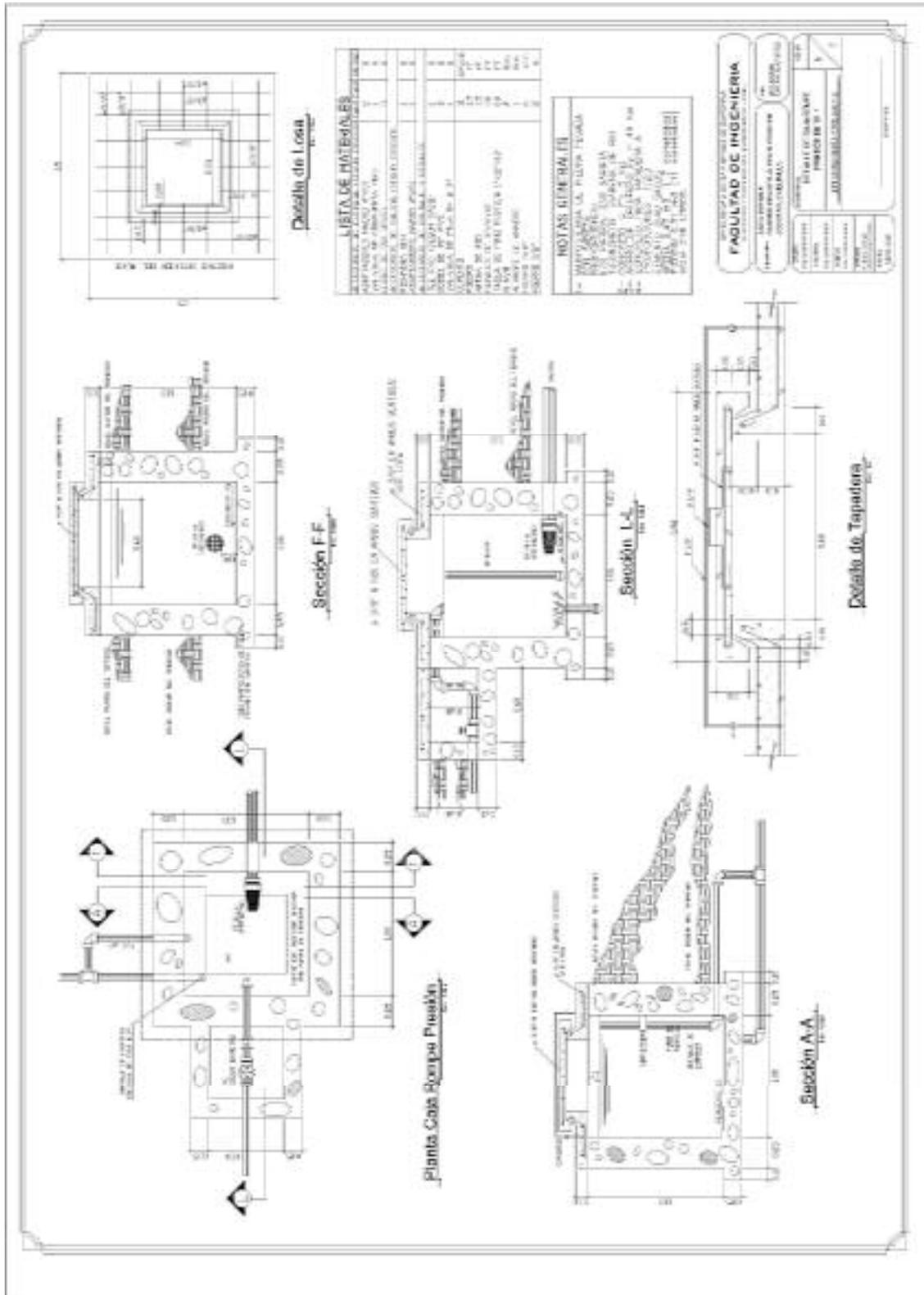
TITULO: [Titulo]

PLANTA: [Planta]

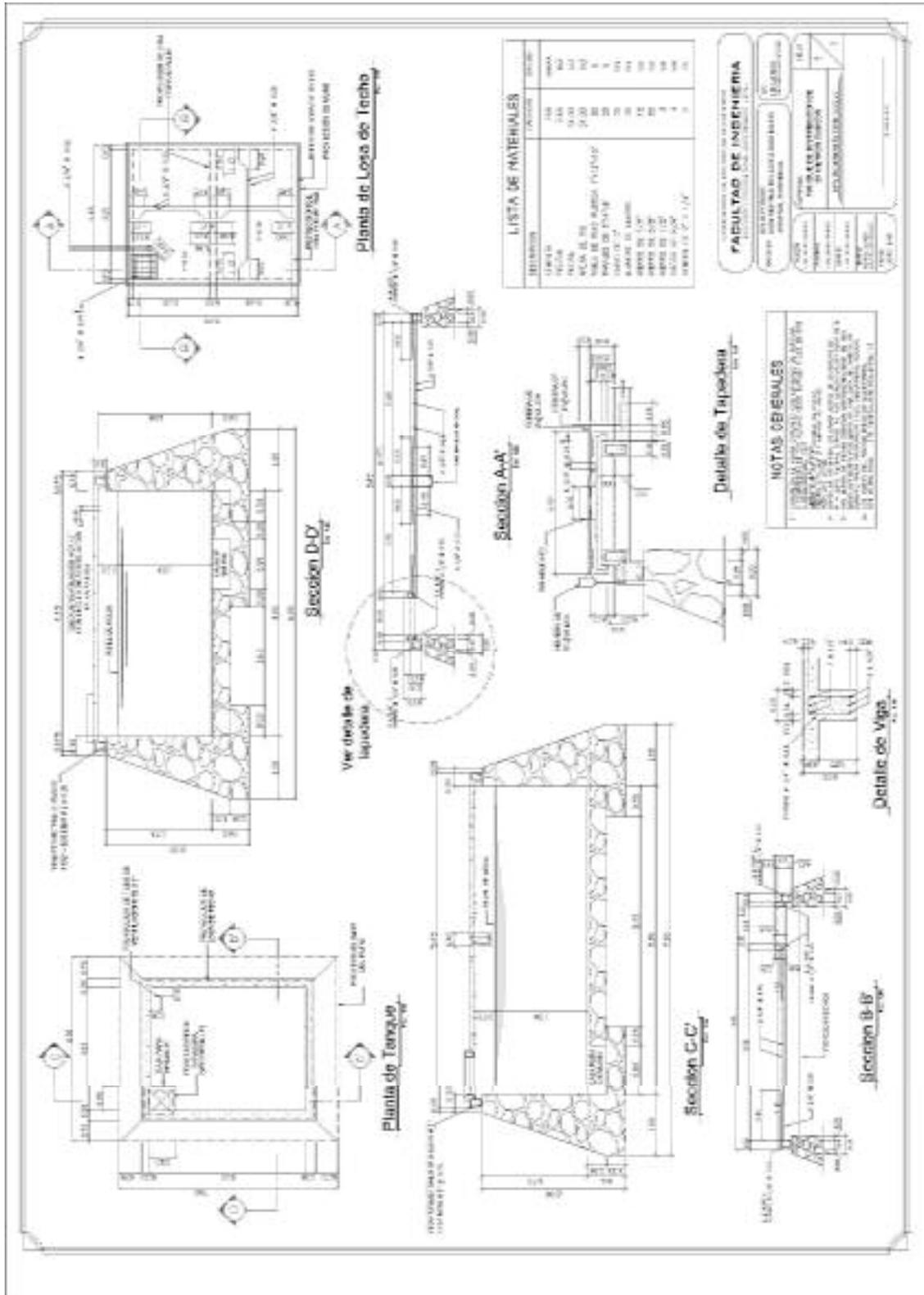


















## CONCLUSIONES

1. La fuente de agua propuesta para el proyecto es de tipo superficial y cuenta con la capacidad de abastecer a los habitantes del caserío Pinalito durante el período de diseño del mismo, el cual es de 20 años.
2. El agua con el que cuenta la fuente propuesta para este proyecto presenta contaminación, según se determinó en los resultados del examen bacteriológico efectuado en la jefatura de salud de Chiquimula, por lo que se hace necesaria la implementación de un hipoclorador en el tanque de distribución como sistema de tratamiento.
3. El tipo de conexión utilizada en acueductos para áreas rurales mas recomendada es la del tipo predial, la cual consiste en colocar un grifo en un lugar visible dentro del predio del beneficiado, esto es recomendable por ser práctico, económico. Este ayuda a realizar supervisiones por parte del personal del Ministerio de Salud.
4. La tarifa calculada para este proyecto dio como resultado que cada vivienda debe cancelar la cantidad de Q 14.00 mensuales. Esta tarifa esta comprendida dentro del rango que la dirección integral de comunidades rurales (DICOR) recomienda para el área rural del municipio de Chiquimula, la cual puede estar dentro del rango de Q10.00 y Q20.00.

5. El costo total del sistema de agua potable para el caserío Pinalito, de la aldea Suchiquer, es de Q409,591.10, con una longitud total de 3,179 metros lineales, lo que representa un costo de Q128.88 por metro lineal, este valor comparado con los registros del sistema nacional de inversión pública (SNIP) en todo el país, dentro del cual se registra un valor mínimo de Q111.45 y un máximo de Q138.19, se observa que el valor de este proyecto se encuentra dentro de este rango.
6. El proyecto para abastecer de agua potable al caserío Pinalito, es de carácter social, por lo que su finalidad es la de proporcionar un servicio adecuado a sus habitantes, buscando el bienestar público y no obtener ganancias.
7. Estudios han demostrado que la letrina con cierre hidráulico es bastante eficiente, da mejores resultados en suelos con mayor índice de permeabilidad, sirviendo estos como filtros que acumulan los sólidos e infiltran los líquidos, además de eliminar los malos olores y las moscas debido al sello de agua que poseen.
8. El terreno donde se proyecte construir una letrina, debe de estar agua abajo de cualquier sistema de extracción de agua, y a un radio mínimo de 30 metros alrededor de ellos para evitar brotes infecciosos.
9. Las mezclas de concreto que se utilicen en la construcción de los proyectos, deberán cumplir con los requisitos descritos en este trabajo y en las especificaciones descritas en los planos para no causar riesgos o hasta pérdidas en la ejecución de estos.

## RECOMENDACIONES

1. Los proyectos deben ser construidos siguiendo las especificaciones técnicas descritas en el presente trabajo, así como cumplir con los detalles constructivos y memorias de cálculo presentados, además de capacitar a los miembros de la comunidad que se involucren en el mismo.
2. Realizar mediante acciones legales y por escrito la legalización tanto de la fuente como del derecho de paso de la tubería para que no exista ningún problema, tanto en la ejecución como en la operación del proyecto.
3. Utilizar para el tratamiento del agua dentro del hipoclorador una solución al 10%, la cual consiste en utilizar una cantidad de hipoclorito al 65%, equivalente a 1,538 gramos de hipoclorito por cada 1000 litros de agua, según recomendaciones de la jefatura de salud de Chiquimula.
4. Durante la época de invierno, visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes, para eliminar vegetación y cualquier obstrucción que pueda surgir por animales muertos para prevenir desperfectos.
5. Se deben seguir las especificaciones indicadas en los planos para ubicar adecuadamente las letrinas, para evitar de esta manera contaminación en el suelo, aire y aguas.

6. Se debe tener cuidado que el brocal sobresalga como mínimo 0.10 metros del nivel del terreno para evitar que aguas de lluvia aneguen el pozo donde se depositan los sólidos.
7. Se debe prever una abertura en los muros de por lo menos 0.15 metros cuadrados que permita tener ventilación en el interior de la caseta de la letrina.
8. Al finalizar la construcción de los proyectos se deberá de implementar un plan de mantenimiento constante, para evitar daños mayores y de esta manera aumentar la vida útil de la infraestructura.
9. A la municipalidad de Jocotán, implementar a través de la Oficina Municipal de Planificación un programa para la mitigación de desastres en los puntos donde se encuentren amenazas de riesgo, para esto se puede tener asesoría o solicitar el apoyo respectivo a CONRED, debido que dicha institución esta dispuesta a trabajar conjuntamente con la municipalidad de Jocotán.

## BIBLIOGRAFÍA

1. INFOM-UNEPAR. Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala 1997.
2. Gómez Sagastume, Freddy Paolo. Diseño del sistema de agua potable para la aldea la Catocha y caserío el Poshte y diseño de muro de contención para la Escuela Oficial Rural Mixta caserío el Poshte, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2006.
3. Vásquez, Alan Paúl. Diseño de la red de alcantarillado sanitario aldea Las Ovejas y diseño de la red de distribución de agua potable en la aldea Las Anonas. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2006.
4. Bolaños Escobar, Rafael Ángel. Consideraciones generales sobre el diseño y la ejecución de sistemas de abastecimiento de agua potable. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1970.
5. Araneda Castillo, José Gilberto. Normas tentativas para la construcción de obras de introducción de agua potable. Tesis de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1968.

6. Morales Villeda, Noé de Jesús. Diseño de red de alcantarillado sanitario e introducción de agua potable a la colonia “La unión” y diseño de pavimento rígido de la avenida “La Pedrera” del municipio de la Democracia, Departamento de Escuintla. Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2007.
7. Organización Panamericana de la Salud. Especificaciones técnicas para la construcción de letrinas con arrastre hidráulico y letrinas de pozo anegado. Lima Perú, 2005.
8. Organización Panamericana de la Salud. Especificaciones técnicas para la construcción de letrinas de procesos secos. Lima Perú, 2005.
9. Gómez García, Jorge Gabriel. Desarrollo del proyecto de letrización, para la aldea El Barranquillo, Sanarate, departamento de El Progreso. Tesis de ingeniería civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1985.
10. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Charles S. Simmons, José Tarano, José Pinto. Editorial José de Pineda Ibarra, 1959.

## **ANEXOS**

**Tabla XIX. Libreta topográfica línea de conducción del sistema de agua potable.**

LIBRETA TOPOGRÁFICA					
LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
EST	P.O	AZIMUT			D.H
		°	'	"	
1	E-2	73	32	6	55.73
2	E-3	79	57	12	31.34
3	E-4	57	30	36	18.27
4	E-5	13	51	54	14.85
5	E-6	4	31	48	21.32
6	E-7	54	52	12	32.64
7	E-8	10	35	0	30.61
8	E-9	11	56	42	109.67
9	E-10	78	47	42	102.87
10	E-11	76	0	48	55.06
11	E-12	50	14	42	44.65
12	E-13	65	30	48	141.87
13	E-14	97	11	42	24.72
14	E-15	70	57	42	62.23
15	E-16	88	14	54	29.06
16	E-17	127	50	36	37.91
17	E-18	134	4	36	47.98
18	E-19	43	8	12	57.85
19	E-20	79	56	42	28.78
20	E-21	44	36	30	17.58
21	E-22	29	35	30	28.71
22	E-23	56	21	24	83.00
23	E-24	51	46	0	20.64
24	E-25	11	1	48	107.18
25	E-26	356	56	30	92.37
26	E-27	10	16	54	63.60
27	E-28	49	42	6	51.43
28	E-29	5	13	6	81.00
29	E-30	33	16	54	148.52
30	E-31	45	53	0	125.74

Continuación.

31	E-32	55	18	48	116.50
32	E-33	40	53	36	28.37
33	E-34	3	6	0	55.74
34	E-35	55	1	0	53.69
35	E-36	48	7	24	71.89
36	E-37	39	44	18	81.29
37	E-38	43	33	12	60.28
38	E-39	37	6	54	63.91
39	E-40	27	48	18	57.04
40	E-41	24	45	24	34.08
41	E-42	16	24	6	26.33
42	E-43	21	48	54	40.98
43	E-44	28	42	18	31.80
44	E-45	339	0	24	27.96
45	E-46	341	32	54	37.77
46	E-47	24	7	18	69.55
47	E-48	46	36	6	20.31

**Tabla XX. Libreta topográfica línea de distribución del sistema de agua potable**

LIBRETA TOPOGRÁFICA					
LINEA DE DISTRIBUCIÓN CASERIO PINALITO					
EST.	P.O	AZIMUT			D.H
		°	'	"	
48	E-49	31	16	6	30.56
49	E-50	25	6	36	22.60
50	E-51	47	30	42	20.25
51	E-52	37	28	12	13.05
52	E-53	57	7	48	53.83
53	E-54	14	49	18	26.57
54	E-55	24	18	18	16.99
55	E-56	51	16	42	39.96
56	E-57	73	12	30	17.65
56	E-60	33	51	42	17.00
57	E-58	74	33	33	19.60
60	E-61	22	8	54	43.66
61	E-62	65	5	24	28.34
62	E-63	156	39	18	80.26
63	E-64	177	48	0	38.99

Figura 9. Resultado examen físico – químico de agua.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES  
DELEGACIÓN CHIQUIMULA

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA

Fecha de análisis: 15 de Febrero de 2008  
 Muestra: Nacimiento El Cafetal  
 Localización: Aldea Suchiquer, Jocotan, Chiquimula  
 Condiciones de Transporte: Bolsa Plástica Estéril  
 Tipo de Análisis: Agua de Nacimiento  
 Coordenadas UTM: x. 619520  
 y. 1638917

Parámetros	Coguanor NGO 29 001 :99 LMA	Coguanor NGO 29 001 :99 LMP	Datos obtenidos
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	100 mg/L	500 mg/L	2010.05 mg/L
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) mg/l	----	10.0 mg/l	1.7 mg/l
Cloruro	100 mg/L	250 mg/L	40 mg/l
Nitrilo (NO <sub>2</sub> ) mg/l	----	0.010 mg/l	0.069 mg/l
Olor	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Aluminio	0.050 mg/ L	0.100 mg/L	0.00 mg/Lts
Zinc	3.00 mg/L	70 mg/L	0.093 mg/l
Cobre	0.05 mg/L	1.5 mg/L	0.08 mg/tt
Cromo	----	0.050 mg/L	0.04 mg/l
Hierro (Fe)	0.1 mg/L	1.0 mg/L	0.000 mg/Lt

Clave:  
 LMA = Límite Máximo Aceptable  
 LMP = Límite Máximo Permisible  
 ---- = No se tienen límites

Analizado por Pedro Tobar  
 Unidad de Recursos Hídricos  
 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales  
 Delegación de Chiquimula



Figura 10. Resultado examen bacteriológico de agua.

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL**  
**DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD DE CHIQUIMULA**  
**LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL**  
8<sup>a</sup>. Av. 1-66 Zona 1, Chiquimula  
Teléfix: 7942-0813, 7942-2507, 7942-4702 y 703

**RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML DE AGUA.**

REGISTRO :	5193	No. DE MUESTRA: 01-2008.
COMUNIDAD :	CASERIO PINALITO, ALDEA SUCHIQUER	
MUNICIPIO :	JOCOTÁN	
TIPO DE ACUEDUCTO :	POR GRAVEDAD (PROYECTO)	
TIPO DE SERVICIO :	DOMICILIAR	
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE :	VERTIENTE EL CAFETAL	
UBICACIÓN DE LA FUENTE :	EN ALDEA SUCHIQUER	
SITIO DE CAPTACIÓN :	EN LA FUENTE	
LECTURA GPS :	X= 619,520 Y = 1,638,917 ALTURA = 736 msnm	
FECHA DE CAPTACIÓN :	15-02-2008	HORA DE CAPTACIÓN: 7:21
CENTRO DE SALUD :	DIRECCIÓN ÁREA DE SALUD	
FECHA DE SOLICITUD :	15-02-2008	
RESPONSABLE :	LUIS ARTURO MONROY H.	
CARGO :	EPS INGENIERIA CIVIL USAC	
FECHA ANÁLISIS :	16-02-2008	
METODOLOGÍA :	MEMBRANAS FILTRANTES	
RESULTADOS :	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES	
COMENTARIOS :	AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN COGUANOR (COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS) Y EL MSPAS.	

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA