



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

DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERIO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

José Antonio Letona Flores

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, agosto de 2007



Guatemala, 14 de mayo de 2007
Ref. EPS.G. 295.05.07

Ing. Angel Roberto Sic Garcia
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Sic Garcia,

Por este medio atentamente le informo que como Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de los estudiantes universitarios de la Carrera de Ingeniería Civil, **JOSÉ ANTONIO LETONA FLORES**, procedi a revisar el informe final de la práctica de EPS, cuyo título es **"DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERÍO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**.

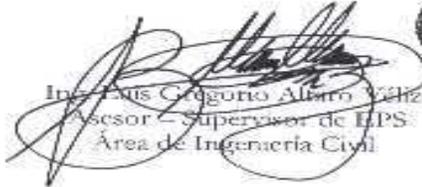
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Sololá**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Doy Enseñada a Todos"


Ing. Luis Gregorio Alberto Veliz
Asesor - Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



LGAV/jm



Guatemala, 4 de julio de 2007
Ref. EPS. C. 295.07.07

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

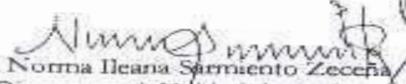
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez:

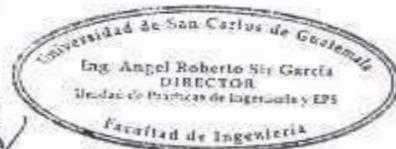
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERÍO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JOSÉ ANTONIO LETONA FLORES**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme:

Atentamente,
"Sé y Enseñad a Otros"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
Directora, a.i. Unidad de EPS



NISZ/jm



Guatemala,
18 de julio de 2007

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERÍO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Antonio Letona Flores, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Vétiz.

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,

HD Y ENSEÑAD A TODOS



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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERÍA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante José Antonio Letona Flores, titulado DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERÍO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amilcar Boifon Velásquez



Guatemala, julio 2007.

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



DISEÑO DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERIO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JOSÉ ANTONIO LETONA FLORES

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Ing. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR:	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR:	Ing. Angel Roberto Sic García
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne 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 DE: INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD EN EL CASERÍO ORATORIO, ALDEA CHUAXIC, SOLOLÁ. CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS EN CAMINOS Y PUENTES CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de enero de 2007.

José Antonio Letona Flores

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS: Por darme la vida, por iluminarme y guiarme en todo momento.

MIS PADRES: Valerio Letona Ralón y Waldina Lizzeth Flores Ramírez, gracias por confiar en mí, por el apoyo incondicional hasta este momento.

MIS HERMANOS: Juan Francisco, Luis Pedro y Karen, por la solidaridad y apoyo que siempre me han demostrado en los momentos difíciles, también por sus sabios consejos en los momentos que más lo necesité.

MIS AMIGOS: Pablo Montes, Israel Peinado, Kenny Paz, Genaro Umul, Ignacio Minguillón, Ximena Asturias, por su amistad y generosidad al compartir sus conocimientos y consejos durante la carrera y después de ella.

MI NOVIA: Evelyn Herrera, por reavivar la ilusión de finalizar este trabajo.

LA MUNICIPALIDAD DE SOLOLÁ: por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado, enfocado en el diseño de proyectos de desarrollo para las comunidades de este municipio.

LA INSTITUCIÓN LAGUN ARTEAN: por la oportunidad de poner en práctica los conocimientos obtenidos y apoyar a las comunidades del departamento de Sololá ejecutando proyectos de desarrollo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1 ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento de la situación	1
1.2. Solución	1
1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica	1
1.4. Climatología	4
1.5. Historia	5
1.6. Población	5
1.7. Actividad productiva	7
1.8. Servicios públicos	8
1.8.1 Educación	8
1.8.2 Comunicación	9
1.8.3 Salud.....	10
1.8.4 Agua potable.....	11
1.8.5 Saneamiento.....	12
1.8.6 Energía eléctrica.....	12
1.8.7 Uso del suelo	12

2	PARÁMETRO DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	13
2.1.	Estudio de población.....	13
2.1.1	Población actual	13
2.1.2	Población futura.....	13
2.1.3	Método de estudio de población.....	14
2.2.	Factores de diseño	14
2.2.1	Período de diseño.....	14
2.2.2	Población de diseño	14
2.2.3	Caudal de aforo	15
2.2.4	Dotación para el sistema	15
2.2.5	Criterios y normas de calidad del agua	16
2.2.6	Análisis del agua.....	16
2.3.	Levantamiento topográfico.....	17
2.3.1	Planimetría.....	18
2.3.2	Altimetría.....	19
2.3.3	Zonas de levantamiento	20
2.3.3.1	Zonas de captación	20
2.3.3.2	Zonas de conducción	21
2.3.3.3	Zonas de distribución	21
2.3.3.4	Amojonamiento	22
2.4.	Especificaciones técnicas.....	23
3	BASES DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD.....	45
3.1	Diseño del sistema.....	45
3.1.1.	Demanda de agua	45
3.1.2.	Consumo medio diario.....	45
3.1.3.	Consumo máximo diario	46
3.1.4.	Consumo máximo horario.....	46

3.2	Captación.....	47
3.2.1.	Aforos de fuentes de agua.....	47
3.2.2.	Tipo de captación	48
3.3	Cálculo hidráulico.....	48
3.3.1.	Línea de conducción.....	48
3.3.2.	Presión estática	50
3.3.3.	Presión dinámica	50
3.3.4.	Bases de diseño	51
3.3.5.	Línea de distribución.....	53
3.3.6.	Volumen del tanque de almacenamiento	54
3.3.7.	Diseño del tanque de distribución.....	55
3.3.8.	Diseño de vertederos de caja distribuidora de caudales.....	60
3.3.9.	Desinfección	63
3.4	Programa de operación y mantenimiento	64
3.5	Propuesta de tarifa.....	80
3.5.1.	Tipo de tarifa	80
3.5.1.1	Sistema uniforme	80
3.5.1.2	Sistema unitario.....	81
3.5.1.3	Sistema diferencial	81
3.5.2.	Gastos de administración	81
3.5.3.	Gastos de operación.....	82
3.5.4.	Gastos por mantenimiento.....	82
3.5.5.	Gastos de tratamiento	83
3.5.6.	Inflación	84
3.5.7.	Tarifa propuesta.....	85
3.5.8.	Tarifa de una nueva conexión domiciliaria	86
3.5.9.	Reinstalación de servicio	86
3.6	Presupuesto del proyecto	86
3.6.1.	Presupuesto.....	86

3.6.2.	Control de costos.....	87
3.6.3.	Elaboración de un presupuesto e integración de costos.....	87
3.6.4.	Cronograma de ejecución inversión	102
3.7	Evaluación socio-económica	102
3.7.1	Valor presente neto.....	103
3.7.2	Tasa interna de retorno.....	104
3.8	Evaluación de impacto ambiental	107
3.8.1	Impactos ambientales	107
3.8.2	Plan de mitigación	108
4	CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ.....	109
4.1.	Antecedentes	109
4.2.	Justificación	110
4.3.	Metodología utilizada para los levantamientos de daños en campo .	111
4.4.	Elaboración de informes individuales	113
4.5.	Cuadros de resumen	114
	CONCLUSIONES	117
	RECOMENDACIONES.....	119
	BIBLIOGRAFÍAS	121
	APÉNDICE 1: LIBRETA TOPOGRÁFICA	123
	APÉNDICE 2: LISTADO DE BENEFICIARIOS.....	135
	APÉNDICE 3: DISEÑO HIDRÁULICO	141
	APÉNDICE 4: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO	147
	APÉNDICE 5: PLANOS.....	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Localización del departamento de Sololá	2
2	Departamento de Sololá	2
3	Fotografía aérea del caserío Oratorio	3
4	Climas del departamento de Sololá	4
5	Pirámide poblacional caserío	6
6	Vías de acceso al departamento de Sololá	10
7	Detalle de losa	55
8	Dimensiones del muro	56
9	Cronograma de ejecución inversión	102

TABLAS

I	Distribución de la población por edad y sexo del caserío Oratorio, Chuaxic año 2006	6
II	Cultivos identificados en el caserío Oratorio	7
III	Parámetros para levantamiento topográfico	21
IV	Aforo realizado en la fuente Chojulum Chech	47
V	Tarifa actual propuesta	85
VI	Ajuste de tarifa	85
VII	Presupuesto de sistema de agua potable Oratorio	87
VIII	Análisis económico – social	105
IX	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno	105
X	Medidas de mitigación	108

XI	Cuadro de resumen de cuantificación de daños en caminos y puentes por tipo de infraestructura y comunidad.	114
XII	Libreta topográfica de línea de conducción	123
XIII	Libreta topográfica de línea de red de distribución	128
XIV	Lista de beneficiarios del sistema de agua potable	135
XV	Memoria de cálculo de línea de conducción	141
XVI	Memoria de cálculo de red de distribución	145

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
PVC.	Cloruro de polivinilo
P.S.I.	Libras por pulgada cuadra
Qm.	Caudal medio
Q_{MD}	Caudal máximo diario
Q_{MH}	Caudal máximo horario
D.H.	Distancia horizontal
P_n	Población futura en un tiempo (t_n)
i	Tasa de crecimiento en la población
L/s	Litros por segundo
H_f	Pérdidas por fricción en la tubería
H_s	Pérdidas menores en la tubería
C	Coefficiente de fricción
Q	Caudal en litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
V²/2g	Carga de velocidad, en metros
L/Hab./día	Litros por habitante al día
HG	Hierro galvanizado
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural

ASTM	American Standard for Testing of Materials.
CS	California Standard.
NSF	National Sanitation Foundation.
ASPT	American Standard for Piping Test.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
COMUDE	Consejo Municipal de Desarrollo.
CONRED	Comisión Nacional para la Reducción de Desastres

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
Agua potable	Agua que es sanitariamente segura, que debe ser además, inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Amenaza natural	Fenómenos naturales, como sismos, huracanes, inundaciones, deslizamientos y sequías, que pueden transformarse en desastres y afectar los sistemas de vida y las estructuras físicas y sociales.
Bases de diseño	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
Consumo	Cantidad de agua real que utiliza una persona, es igual a la dotación.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.

Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
Letrina	Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina.
Medidas de mitigación	Serie de medidas, que una vez identificadas las amenazas y los posibles daños en el sistema, se utilizan para moderar y preparar la respuesta frente a la emergencia.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Riesgo	Proximidad de un daño; mantiene una relación con la amenaza y la vulnerabilidad.
Vulnerabilidad	La susceptibilidad de que un elemento o conjunto de elementos sea dañado o afectado por la ocurrencia de un desastre.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación, se desarrolla el diseño del sistema de introducción de Agua Potable por gravedad del caserío El Oratorio, Sololá, Sololá, y se describen los daños causados por la tormenta Stan en caminos y puentes del municipio de Sololá, departamento de Sololá. Esta formado por cuatro capítulos El mismo consta de cuatro capítulos distribuidos de la siguiente manera:

En el capítulo uno se presenta una breve monografía del municipio de Sololá conjuntamente con la comunidad a servir, debido a que el conocimiento sobre los aspectos socio-culturales y económicos de los beneficiarios, son fundamentales para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se especifican los aspectos técnicos que intervienen en el diseño de un sistema por gravedad.

En el capítulo tres se describe el diseño del sistema de agua potable, desde la línea de conducción, tanque de distribución, hasta de la caja distribuidora de caudales, por último, se incluye, el presupuesto respectivo.

En el capítulo cuatro se analizan los criterios utilizados para el trabajo realizado, durante la emergencia causada por la tormenta Stan, en el municipio de Sololá.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Proponer soluciones técnicas para mejorar el impacto de los proyectos de desarrollos rural, para resolver los problemas de acceso y servicio de agua potable y contribuir con la asesoría apropiada en el levantamiento de daños ocasionados por la tormenta Stan, en el municipio de Sololá.

- **ESPECÍFICOS**

1. Realizar el diseño del sistema de agua potable en el caserío Oratorio, cantón Chuaxic, municipio de Sololá, departamento de Sololá, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
2. Realizar el levantamiento de daños provocados por la tormenta Stan en caminos y puentes de 57 comunidades del área rural del municipio de Sololá, logrando con esto corroborar los datos proporcionados por las COCODES de las comunidades y así priorizar las posteriores intervenciones de reconstrucción de infraestructura vial dentro del municipio.

INTRODUCCIÓN

Con la cooperación de la Oficina Municipal de Planificación se determinaron las necesidades primordiales del municipio de Sololá, Sololá, estableciéndose que las prioridades son: como prioridad el diseño del sistema de introducción de agua potable en el caserío Oratorio, Cantón Chuaxic, Sololá., pues el sistema actual, funciona desde 1974, habiendo sobrepasado ya, con el período de diseño estimado en 20 años.

La construcción de estos proyectos servirá para mejorar el nivel y calidad de vida de la población de los sectores beneficiados, logrando con ello un desarrollo económico y social del municipio de Sololá.

En la primera parte de este trabajo de graduación se presenta la monografía del caserío Oratorio; en la segunda parte, se describe la fase de servicio técnico profesional, la cual se realizó con base en las necesidades prioritarias del municipio. Esta fase de servicio técnico cuenta con el diseño, planos y presupuesto del proyecto.

Por último, se incluye un resumen del consolidado de los informes individuales del levantamiento de daños en caminos y puentes provocados por la tormenta Stan, en el año 2005, en 57 comunidades del municipio de Sololá; el cual sirvió a SEGEPLAN para elaborar parte del informe del plan de reconstrucción del departamento de Sololá.

1 ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento de la situación

La comunidad cuenta con un servicio de distribución de agua entubada desde hace 22 años; este sistema de distribución que abastecía a la a toda la comunidad debido; al crecimiento de la población y por la distancia de ubicación de algunas viviendas de la comunidad la distribución de agua entubada se escaseo poco a poco hasta ser nula y en otras, el agua disminuye su caudal escasea en las horas de máxima demanda.

1.2. Solución

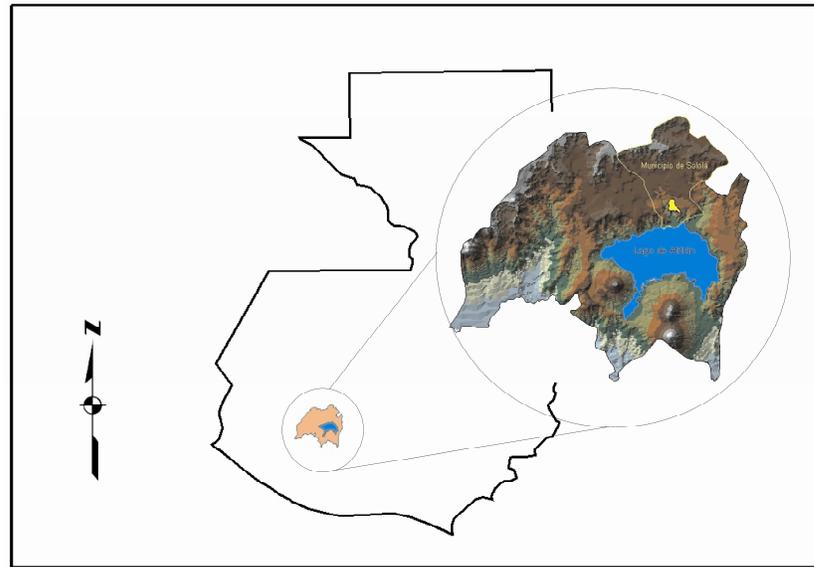
La comunidad cuenta con un nacimiento de galería de infiltración que produce 7.12 l/s, el cual está conectado al sistema actual; pero al tanque únicamente llega un caudal de 2.2 l/s, debido a que se ha rebasado ya el periodo de diseño del sistema; por lo cual se propone hacer un estudio de diseño y factibilidad final de un sistema de conducción y distribución de agua potable por gravedad, utilizando la fuente actual pero llevando un caudal de 4.26 l/s.

1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica

El Caserío Oratorio, se sitúa al este de la ciudad de Sololá, a una altura aproximada de 2400 metros sobre el nivel del mar, según datos del Diagnóstico del Municipio de Sololá elaborado por FUNDECE. Dista de Sololá 10 kilómetros y 150 kilómetros de la ciudad capital.

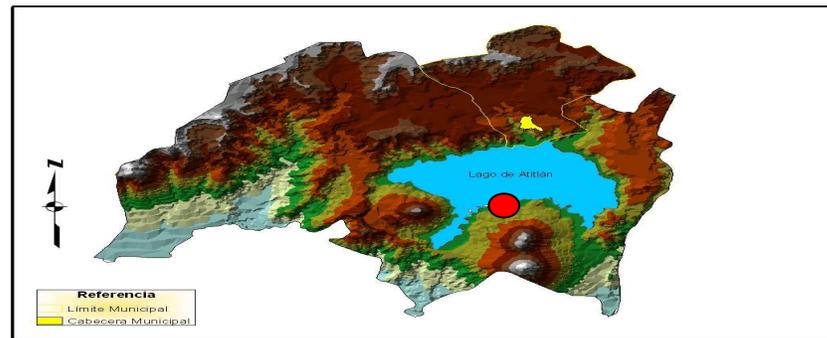
Administrativamente el caserío el Oratorio, pertenece al Cantón Chuaxic, municipio y departamento de Sololá.

Figura 1. Localización del departamento de Sololá



Departamento de Sololá

Figura 2. Localización del caserío Oratorio



Municipio de Sololá

El Oratorio

Fuente Base de datos ArcGis del MAGA

Figura 2. Fotografía aérea del caserío Oratorio

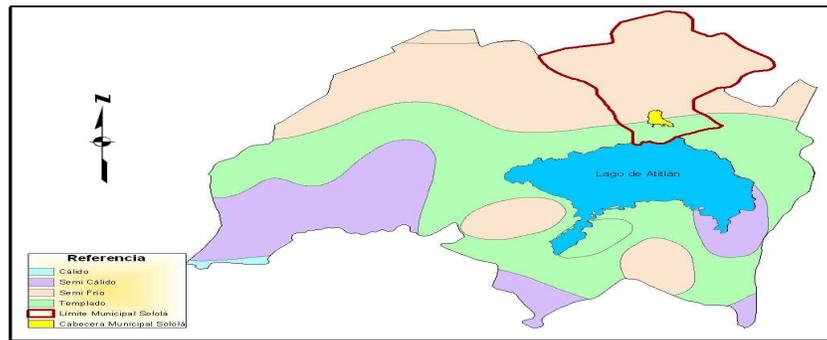


1.4. Climatología

El municipio de Sololá se encuentra a una altura de 2350 metros sobre el nivel del mar, el clima generalmente es frío; las condiciones climatológicas más importantes de la zona son:

- Temperatura mínima promedio 9° C
- Temperatura media promedio 18° C
- Temperatura máxima promedio 22° C
- Precipitación media anual 1012 mm.
- Humedad 75%
- Nubosidad 6 Octas.
- Velocidad viento 4.7 K/hora
- Tensión de vapor 10.10 mm/Hg
- Temperatura punto de rocío 10.9° C

Figura 3. Climas del departamento de Sololá



Fuente: Base de datos ArcGis del MAGA

1.5. Historia

Según versión de vecinos del caserío El Oratorio, la comunidad fue fundada en 1967, en cuyo sitio se encontraba una iglesia denominada ORATORIO; de allí se origina su nombre.

Anteriormente, Chuiquel y Chuaxic constituían una sola comunidad, con un mismo Alcalde Auxiliar que regía; sin embargo, con el correr del tiempo la población aumentó, la escuela quedaba lejos y se tornó difícil para los niños trasladarse a ella, principalmente en época de invierno, hace 35 años aproximadamente.

El señor Victor Meletz Ibaté, maestro de educación primaria, optó por alquilar una casa particular donde impartió clases; como carecían de mobiliario, entonces se utilizaron para ellos piedras, como pupitres, sin embargo fue motivo de mucha crítica, hasta que se retiró de la comunidad. Posteriormente, los líderes consiguieron apoyo y construyeron un aula de madera que actualmente es utilizada para cocina.

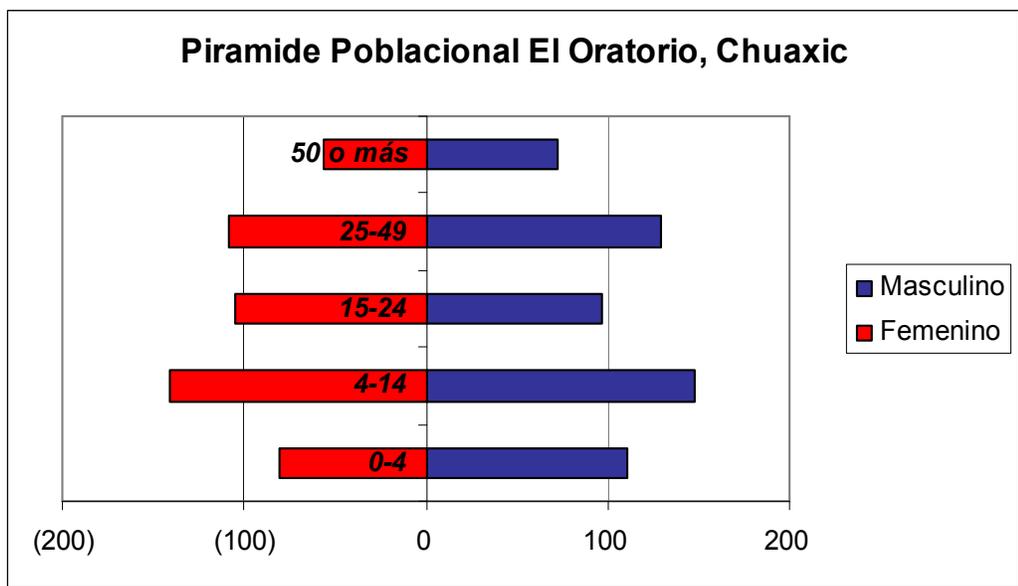
1.6. Población

La población del caserío Oratorio es, en su mayoría, de ascendencia maya-kaqchiquel y de acuerdo con el listado proporcionado por el COCODE, está integrada de la manera siguiente:

Tabla I. Distribución de la población por edad y sexo del caserío Oratorio, Chuaxic año 2006

Edad	Masculino	Femenino	Total
0-4	110	81	191
4-14	147	141	288
15-24	97	105	203
25-49	130	109	238
50 o más	73	57	130
Total	557	493	1050

Figura 4. Pirámide poblacional caserío Oratorio, Chuaxic año 2006



1.7. Actividad productiva

- Cultivos

Con base en la información recabada de la comunidad, cada familia posee un área promedio de 2 a 4 cuerdas de terreno con una medida de 32 x 32 varas (1024 varas cuadrados). Debido a la poca extensión de terreno con que cada familia cuenta, algunas personas han optado por alquilar terreno para la siembra del maíz; normalmente el área que alquilan es de 1 a 2 cuerdas.

Los cultivos más sobresalientes de la comunidad son los siguientes: maíz, frijol, papa, cebolla y zanahoria. Estos productos solamente se cosechan una vez al año aprovechando la época lluviosa, porque se carece de un sistema de riego.

Todos los cultivos son de tipo tradicional y no existe innovación en la producción.

Con base en los datos proporcionados por la comunidad, se presenta el siguiente cuadro sobre los cultivos identificados.

Tabla II. Cultivos identificados en el caserío Oratorio

Cultivo	Área aproximada por familia	Rendimiento por cuerda.	Costo de producción por cuerda. quetzales	Época de siembra	Época de cosecha	Número de cosecha
Maíz	2 cuerda	4 qq.	Q. 320.00	Marzo-abril	Nov.	1
Frijol	½ cuerda	3@.	Q. 250.00	Marzo-abril	Oct.	1
Papa	1 cuerda	15 qq.	Q. 1,000.00	Abril	Agosto	1
Zanahoria	1 cuerda	42,000 U	Q. 3,000.00	Abril	Agosto	1
Cebolla	1 cuerda	45,000 U.	Q. 1,200.00	Sep-oct.	Marzo	1

- Artesanías

La actividad artesanal que más se practica en la comunidad, es la confección de prendas típicas para la vestimenta tanto del hombre como de la mujer, generalmente se produce para toda la familia. Solamente el 12 % de las familias se dedica a tiempo completo a las actividades artesanales, principalmente en la elaboración de jaspeados, bordados, güipiles y mostacillas. Dichos productos son para venderlos en la misma comunidad, en otras comunidades o bien en la ciudad de Sololá.

- Obtención de ingresos familiares:

Tradicionalmente es el hombre el responsable de conseguir los ingresos económicos para la familia. Sin embargo la mujer aporta pequeños ingresos para la economía familiar.

Los ingresos familiares que se obtienen mensualmente oscilan entre Q. 550.00 a Q. 750.00 los que traducidos a un año ascienden a Q. 6,600.00 a Q. 9,000.00 respectivamente. Quienes trabajan fuera de la comunidad obtienen ingresos un poco más altos que los anteriores. En forma general los pobladores tienen aproximadamente un ingreso mensual de Q. 1,000.00 por todas las actividades que realizan.

1.8. Servicios públicos

1.8.1 Educación

El edificio escolar dispone de 5 aulas y un local para la dirección, una cocina y letrinas, todo construido con paredes de block, techo de lámina duralita y piso de torta de cemento.

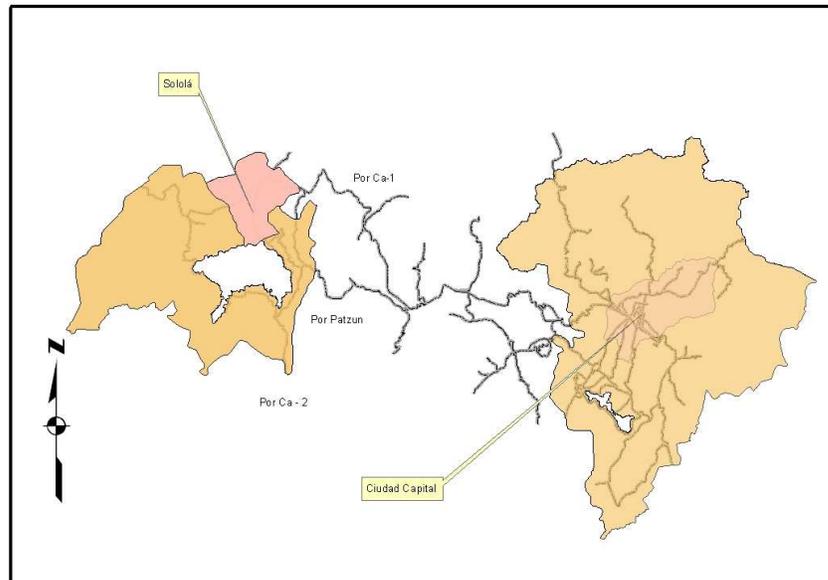
Respecto al mobiliario, se cuenta con pupitres, pizarrones, sillas y mesas. Además, los niños poseen cuadernos, lapiceros, mapas, libros y útiles escolares.

La escuela del caserío El Oratorio, cuenta con un total de cinco maestros, cuatro de ellos atienden los grados de primero a sexto primaria y un maestro atiende el nivel parvulario. El total de alumnos es de 132, entre hombres y mujeres; solamente en un grado se imparte la educación de manera bilingüe, en todos los demás grados, en idioma castellano.

1.8.2 Comunicación

El ingreso al caserío El Oratorio se hace por medio de la carretera Interamericana CA1, en el km. 135; se recorren aproximadamente 5 kilómetros hacia la cabecera municipal de Sololá y después se recorre aproximadamente 4.5 kilómetros por la carretera hacia el Municipio de San José Chacayá, en donde el caserío El Oratorio es la comunidad que se encuentra al sur; 500 metros antes de la cabecera municipal de San José Chacayá.

Figura 5. Vías de acceso al departamento de Sololá



Principales Vías de Acceso

1.8.3 Salud

En las personas adultas comúnmente se manifiestan las siguientes enfermedades: calentura, tos ferina, reumatismo, dolor de cuerpo, calambres, y dolor de estomago. En tanto que los niños se enferman de tos ferina, calentura, diarrea, pulmonía, y de sarampión.

Los adultos fallecen a causa del reumatismo, en otros casos por vejez o por accidente. En el caso de los niños fallecen por enfermedades como el sarampión y/o enfermedades infectocontagiosas.

En el Caserío Oratorio, existen 2 promotores de salud, 1 comadrona, 1 curandero y 1 guía espiritual maya. Estas personas se encargan de la salud de

los comunitarios y los habitantes acuden a ellos cuando se enferman, para buscar orientación y curación.

El Sistema Integrado de Asistencia en Salud SIAS, programa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ha instalado un centro de convergencia en el Caserío Oratorio, Cantón Chuaxic, que vela por la salud de sus habitantes. Dicho centro provee a la comunidad de medicamentos químicos a precios cómodos y esporádicamente contribuye a la campaña de vacunación. Además, mensualmente se tiene la visita de un médico ambulatorio para atender las consultas de la gente. Los servicios que presta el centro de convergencia son aceptables para la población.

No existe puesto ni centro de salud en la comunidad y en los casos en que se requiere de sus servicios, se acude al centro de salud de la ciudad de Sololá, que está a diez kilómetros de la comunidad; en otros casos se dirigen al Hospital Nacional de Sololá; afirman que el servicio no es satisfactorio, debido a que el personal no habla el kaqchikel para un buen entendimiento.

1.8.4 Agua potable

En la comunidad existen 185 familias; de las cuales el 95 % cuenta con agua entubada predial pero con un servicio de más de 22 años, lo cual hace que en las horas de máximo consumo, el servicio y la continuidad sean deficientes. El 5% de las familias de pozos artesanos que no han querido formar parte del proyecto o se trata de familias recién llegadas a la comunidad que aún no han comprado el derecho de conexión al sistema.

1.8.5 Saneamiento

Referente al sistema de disposición de excretas, se constató que el 85 % de familias poseen letrinas de tipo tradicional, es decir pozo ciego con plancha y taza de cemento. El 15 % de la población evacua sus necesidades fisiológicas al aire libre entre los cultivos o en los barrancos.

La mayoría de las familias no cuentan con sistema de drenaje, debido a ello, las aguas servidas, producto del lavado de ropa y de otros enseres del hogar, corren a flor de tierra y son dirigidas hacia los barrancos.

1.8.6 Energía eléctrica

La comunidad no cuenta con alumbrado público, y se estima que el 100% de las viviendas cuentan con energía eléctrica; siendo el proveedor la empresa Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A. (DEOCSA).

1.8.7 Uso del suelo

Comúnmente la comunidad de Chuiquel Central I utiliza el suelo para actividades agrícolas como el cultivo del maíz, el frijol, hortalizas y árboles frutales. Las viviendas ocupan una buena parte del suelo así como los animales domésticos. La otra parte es terreno montañoso con escasa vegetación así como hondonadas, pendientes y barrancos.

2 PARÁMETRO DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

La única fuente que abastece actualmente a la comunidad, es un nacimiento con una capacidad de 6.33 l/s (aforo en época de estiaje). Esta fuente cubre la demanda actual y futura a 29 años, pero el diseño del sistema actual solo permite llevar al tanque de distribución 2.86 l/s, caudal que es insuficiente para la demanda de la población actual del caserío Oratorio.

2.1. Estudio de población

2.1.1 Población actual

La población total de la comunidad es de aproximadamente 1110 habitantes distribuidos en 185 familias; para la realización de este proyecto se tomaron en cuenta todas las viviendas construidas y algunas que actualmente se encuentran en construcción.

2.1.2 Población futura

El consumo de agua está ligado a la dotación y a la población de diseño; para este proyecto se tomó un periodo de diseño de 21 años. La tasa de crecimiento es de 3.5% anual, obtenida en el centro de salud del municipio de Sololá.

2.1.3 Método de estudio de población

El método a aplicar para calcular la población futura es el geométrico.

$$P_{fn} = P_o (1 + r)^n$$

Donde:

P_{fn} = Población futura para “n” años

P_o = Población actual

r = Tasa de crecimiento

n = Número de años transcurridos

$$P_{f_{21}} = 1110(1 + 0.035)^{21}$$

$$P_{f_{21}} = 2286 \text{ habitantes}$$

2.2. Factores de diseño

Las bases de diseño de un proyecto, dependerán de factores como: nivel de vida, clima, actividad productiva, patrones de consumo de la población y aspectos socioeconómicos; para este estudio se tomo un factor de día máximo FDM= 1.2 y un factor de hora máxima de FHM = 2.

2.2.1 Período de diseño

Para este proyecto se tomó un período de diseño de 21 años.

2.2.2 Población de diseño

La población de diseño se obtuvo del período de diseño, el cual es de 21 años. Por lo tanto será la que se calculó para la población futura por medio del método geométrico y en este caso es de 2286 habitantes.

2.2.3 Caudal de aforo

El aforo en los nacimientos de agua se realizó en el mes de abril del año 2006, la época más seca del año. Para el efecto se utilizó un recipiente de 5 galones y se tomó el tiempo en que la fuente llenó el recipiente; este procedimiento se realizó 5 veces para sacar un promedio de tiempo, con lo que se obtuvo un aforo de 6.33 litros por segundo, para la fuente que abastece a la comunidad actualmente.

2.2.4 Dotación para el sistema

Es necesario, para determinar la dotación en litros/habitante/día, tomar en cuenta algunos parámetros que satisfacen las necesidades de los usuarios. Según los criterios de la Unidad Ejecutora de Proyectos para Acueductos Rurales (UNEPAR) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se tiene:

- a. Clima
- b. Capacidad de fuente
- c. Condiciones socioeconómicas de la población
- d. Nivel de vida y características de la población
- e. Tipo de sistema de abastecimiento del agua
- f. Costos de servicio de agua al usuario
- g. Grupo étnico
- h. Alfabetismo
- i. Recursos hidrológicos

Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido que aumentan en menor grado; siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes del agua son:

- a. Aseo personal
- b. Lavado de sanitarios
- c. Lavado de ropa
- d. Limpieza de la casa
- e. Bebida para animales

De acuerdo con las especificaciones de UNEPAR, la dotación para climas fríos en conexiones domiciliarias debe estar entre 90 a 120 lts/hab/día.. Se determinó que el diseño tendrá una dotación de 120 lts/hab/día, considerando que la fuente propuesta posee la capacidad para producir el caudal requerido y previendo que las conexiones actuales dejen de ser prediales y pasen a ser conexiones domiciliarias.

2.2.5 Criterios y normas de calidad del agua

Se determinó que el agua de las fuentes a captar será sanitariamente segura, ya que no presentan un alto grado de contaminación, por lo que solo se consultó al área de saneamiento del centro de salud del municipio, para verificar si la fuente es adecuada para su uso.

2.2.6 Análisis del agua

A la fuente se le realizó el análisis físico, químico y bacteriológico en el Laboratorio de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria ERIS; en éste se determinó que el agua cumple con las normas guatemaltecas COGUANOR para fuentes de agua y que sólo es necesario un tratamiento simple de desinfección. Para poder utilizar el agua de nacimiento. Ver apéndice 5.

2.3. Levantamiento topográfico

Estos levantamiento son parte de la llamada topografía plana, que es aquella que para realizar trabajos de campo, desprecia la curvatura de la tierra o sea que la considera plana. Es decir, que los levantamientos topográficos son aplicados en áreas relativamente reducidas y su objetivo principal consiste en representar las características del terreno en un plano o en un mapa.

Con la ayuda y la colaboración de trabajadores de la municipalidad y una cuadrilla de topografía, se realizó el levantamiento topográfico del caserío El Oratorio y la línea de conducción, utilizando el equipo y método apropiados según el caso.

Con los datos tomados sobre el terreno, y aplicando procedimientos matemáticos, se calcula con distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, según lo requerido en el método.

El levantamiento topográfico para todo el proyecto se hizo por poligonales abiertas. Para ello se utilizaron los siguientes procedimientos: medición de distancias horizontales: con estadía; ángulos y direcciones: por conservación de azimut con el método de orientación de 180 grados o vuelta de campana; nivelación compuesta: el terreno es demasiado quebrado. Para el diseño del proyecto se efectuó el levantamiento planimétrico y el levantamiento altimétrico. Ver libreta topográfica apéndice 1.

2.3.1 Planimetría

El levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut. El terreno que se trabajó era de tipo montañoso.

Para determinar la distancia horizontal entre dos puntos se aplicó la siguiente fórmula:

$$D.H. = 100 \Delta h \text{ COS}^2 \alpha$$

De donde:

D.H. = distancia horizontal, en metros, entre dos puntos.

α = ángulo vertical.

Δh = diferencia, en metros, de lectura de hilo superior con el hilo inferior.

Ejemplo de cálculo de planimetría:

$$D.H.(E-1 \text{ a } E-2) = 100 \times (1.79 - 1.63) \times \text{Cos}^2(91.73^\circ) = 15.99 \text{ m}$$

$$D.H. (E-2 \text{ a } E-3) = 100 \times (1.39 - 1.00) \times \text{Cos}^2(94.59^\circ) = 39.25 \text{ m}$$

...Se utilizó una hoja electrónica para calcular estos valores.

En el apéndice 1 se muestra la información y los cálculos obtenidos del levantamiento topográfico.

Se utilizó el siguiente equipo:

- ❖ Un teodolito SOKKIA
- ❖ Una cinta métrica de 100 metros
- ❖ Dos plomadas de 1 libra
- ❖ Una estadia

- ❖ Dos libras de clavo de 4"
- ❖ Un octavo de galón de pintura roja
- ❖ Estacas de madera

2.3.2 Altimetría

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno o construcción. Para conocer estas diferencias de nivel, hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente. A estas operaciones se les denomina nivelación. El método que se utilizó fue el taquimétrico.

La taquimetría es una técnica topográfica que se emplea para determinar rápidamente la distancia, dirección y diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación de instrumento. El método taquimétrico que más se utiliza es el de estadía

Para determinar la diferencia de nivel entre dos puntos se utilizará la siguiente fórmula:

$$D.N. = 100 \Delta h \left(\frac{1}{2} \text{SEN } 2\beta \right)$$

Donde:

D.N. = diferencia de nivel entre dos puntos

Δh = diferencia, en metros, de lectura de hilo superior con el hilo inferior

β = ángulo vertical

Se utilizó el siguiente equipo:

- ❖ Un teodolito SOKKIA
- ❖ Una cinta métrica de 100 metros
- ❖ Dos plomadas de 1 libra
- ❖ Una estadía
- ❖ Estacas de madera
- ❖ Un octavo de galón de pintura roja
- ❖ Dos libras de clavo de 4"

Ejemplo de cálculo de altimetría:

$$D.H.(E-1 \text{ a } E-2) = 100 \times (1.79 - 1.63) \times (\frac{1}{2} \text{ Sen}(2 \times 91.73^\circ)) = -0.48 \text{ m}$$

$$D.H. (E-2 \text{ a } E-3) = 100 \times (1.39 - 1.00) \times (\frac{1}{2} \text{ Sen}(2 \times 94.59^\circ)) = -3.16 \text{ m}$$

...Se utilizó una hoja electrónica para calcular de estos valores.

Un plano topográfico está conformado por las dos partes anteriores, que determinan la posición y elevación de cada punto, y muestran puntos de interés en el diseño a realizar.

2.3.3 Zonas de levantamiento

2.3.3.1 Zonas de captación

Se hará el levantamiento topográfico lo más amplio y detallado posible, de acuerdo con las condiciones del terreno y el tipo de obra obteniendo secciones transversales donde se localicen el o los brotes. Cuando se trate de una corriente de agua, se levantarán secciones en una longitud mínima de 20 m más un espaciamiento máximo de 20 m transversales, aguas arriba y aguas

abajo del sitio seleccionado. En corrientes se determinarán los niveles de escorrentía máxima y mínima. Igual especificación se tendrá en cuenta, al utilizar lagos o lagunas. Es recomendable sacar cuadrícula a cada 5 metros.

2.3.3.2 Zonas de conducción

Previamente a iniciar el levantamiento de las líneas de conducción deberá hacerse un recorrido desde las fuentes hasta las comunidades, para hacer una selección preliminar de la localización de las líneas de conducción.

El levantamiento topográfico de estas líneas deberá registrar los obstáculos más importantes y los que pudieran provocar algún problema en el diseño y construcción; para tales efectos, deberá observarse la siguiente norma: cuando las distancias sean uniformes, sin accidentes intermedios como zanjones o montículos, las distancias entre puntos de nivelación dependerán de la pendiente longitudinal y se tomarán los siguientes parámetros.

Tabla III. Parámetros para levantamiento topográfico

Pendiente longitudinal Línea de conducción	Distancia horizontal mínima entre puntos de nivelación
Menor de 5%	20.0 metros
Entre 5 y 20%	10.0 metros
Mayor de 20%	5.0 metros

2.3.3.3 Zonas de distribución

En los levantamientos topográficos del núcleo de la población así como de la zona de desarrollo futuro, se localizarán y nivelarán todas las calles y caminos

indicando el tipo y estado de la rasante. Se localizarán las edificaciones por radiaciones. Se señalarán los edificios públicos, escuelas, industrias, puestos de salud, parques, campos de deporte, cursos de agua, puentes y todas aquellas estructuras naturales o artificiales que guardan relación con el proyecto de la red o influyan en su diseño. Se recorrerá la nivelación de los accidentes topográficos de importancia y se tomará la cota de los cruces de las calles, viviendas, escuelas e iglesias ligando estas nivelaciones a la general, cuando el nivel de servicio lo requiera.

La zona de distribución deberá levantarse por medio de poligonales cerradas, cuando sea posible; o abiertas, en las cuales otros ejes de levantamiento deberán enlazarse a la poligonal principal. El detalle de estos trabajos será consecuente con el orden del levantamiento topográfico.

2.3.3.4 Amojonamiento

Para los levantamientos de primer y segundo orden, en las líneas de conducción y en la zona de distribución y de desarrollo futuro, se dejarán mojones de concreto debidamente referenciados en número tal, que permitan su replanteo y que sean visibles de 2 en 2.

Los mojones deberán tener una dimensión mínima de 20 cm. y una profundidad mínima de 30 cm, un tamaño adecuado para registrar la siguiente información:

- Número de estación
- Caminamiento y fecha

2.4. Especificaciones técnicas

Respecto a los proyectos

Los proyectos de agua por gravedad son sistemas que se han implementado en la mayoría de comunidades rurales de Guatemala.

Las obras que se proponen para ser implementadas en los diseños (planos) y en la construcción, son las frecuentemente utilizadas en estos sistemas. Éstas se mencionan dentro de este documento, para el uso del proyecto.

Las obras que se describen y especifican en este documento están acordes con las normas de diseño y especificaciones de construcción, que el Ministerio de Salud Pública, el Instituto de Fomento Municipal y otras Instituciones que realizan proyectos de agua, han aceptado.

REGLONES DE TRABAJO A CONSIDERAR.

I LÍNEA DE CAPTACIÓN: tubería que en su mayoría es de PVC, sale de la fuente hacia el tanque de distribución, en esta se consideran las siguientes obras:

- 1. Caja de Válvula de Limpieza:** estructura que se colocará en las partes con grandes depresiones o donde el suelo hidráulico lo indique y servirá para la protección de la válvula de limpieza. Se hará de mampostería de piedra sus muros deben tener un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de

PVC. y servirá para eliminar los sedimentos que contenga la línea de conducción.

2. **Caja de Válvula de Aire:** estructura que se colocará en la línea de conducción después de una depresión y en la parte más alta o donde el diseño hidráulico lo indique y servirá para la protección de la válvula de aire tipo ventosa. Ésta se hará de mampostería de piedra los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC. y servirá para eliminar el aire que pueda acumular la línea de conducción.
3. **Instalación de Tubería** (esta información se ampliará en la sección de instalación de tubería): éstas en su mayoría, serán de PVC y estarán a una profundidad de 0.90 m, a menos que en las bases especiales se diga lo contrario y con excavación de zanjas de 0.4 m de ancho; después de probada la tubería se tendrá que rellenar la zanja con el material extraído. En casos de suelos duros se harán de hasta 0.6 m y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. Para casos donde el PVC no soporte altas presiones, se utilizará HG o donde el diseño hidráulico lo indique.
4. **Pasos de Zanjón:** son estructuras con pequeñas columnas de concreto reforzado que se instalan en pequeñas depresiones o en pasos de ríos donde se coloque tubería HG; en algunos casos éstos se pueden realizar para tuberías PVC con vigas de mampostería de piedra que atraviesan las depresiones o pasos de río, con el fin de soportar cualquier impacto dinámico que se les ocasione.
5. **Anclajes de Tubería:** son obras de mampostería de piedra, que se colocan para sujetar la tubería de conducción en pendientes pronunciadas, curvas

con ángulos cerrados y en descargas de los desagües. Las dimensiones serán de base de 0.30 x 0.30 y un alto de 0.80 m.

II TANQUE DE DISTRIBUCIÓN: depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, siendo su volumen igual al 40% del caudal medio diario, y se compone de las siguientes obras:

1. **Depósito Principal:** esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. El tanque elevado se construirá según especificaciones del Fondo de Inversión Social.
2. **Caja de Válvula de Entrada:** esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se hará de mampostería de piedra; los muros deben ser de un espesor de 0.15 m, la losa y tapadera, de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
3. **Caja de Válvula de Salida:** esta estructura servirá para la protección de la válvula de control del caudal de salida del depósito principal. Se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15, y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.
4. A la entrada del tanque de distribución se deberá instalar un clorador. Vea las especificaciones para clorador en el punto VIII CLORADOR.

III CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES: se emplea para dividir determinado caudal en 2, 3 o 4 partes, en la proporción que el número de casas de cada ramal que sale de la caja lo requieran.

La división de caudales se obtiene generalmente mediante vertederos rectangulares, los cuales es preferible hacerlos con una plancha de acero sujeta a la caja mediante pernos, sobre todo si existe una gran desproporción entre los diferentes caudales.

La caja de distribuidora de caudales se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15, y la losa y tapadera de concreto reforzado. Todas las válvulas de compuerta y de flote serán de bronce, adaptadas para tubería y accesorios de PVC.

IV RED DE DISTRIBUCIÓN: son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos de toma que pueden ser llena cántaros, conexiones domiciliarias, o conexiones prediales según se especifique en cada proyecto. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos. Éstos, para su ejecución, se componen de:

1. **Instalación de Tubería** (información ampliada en la sección de instalación de tuberías): éstas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 0.8m, o la que se indique en las bases especiales y con excavación de zanjas de 0.4 m de ancho para la instalación; después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros se harán hasta de 0.6 m y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra.

2. **Cajas de Válvulas de compuerta:** ésta estructura servirá para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal. Se hará de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15 m y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará, siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

V DESINFECCIÓN

Se utilizará equipo adecuado para desinfectar el agua, con pastillas de hipoclorito de calcio, como se especifica más adelante.

VI DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Éste comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

Trabajo Incluido:

1. Generalidades
2. Limpia, chapeo y desmonte.
3. Zanjeo
4. Soportes para tuberías
5. Anclaje de tuberías
6. Instalación de tubería de PVC
7. Instalación de tubería de HG
8. Prueba de tuberías
9. Relleno de zanjas
10. Lavado y desinfección interior de la tubería
11. Materiales

Generalidades:

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanjeo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos y descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

1. Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es completa responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.
2. Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
3. Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.
4. Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.
5. Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
6. Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes de electricidad, será reparado a la

brevidad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello compensación adicional.

7. Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.

Limpia, chapeo y desmonte:

1. La línea para instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1.20 metros; 0.60 m a cada lado del eje de instalación de la tubería.
2. El Supervisor podrá ordenar la preservación de árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.
3. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas o incinerado.

Zanjeo:

1. Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor o las bases especiales.
2. Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería, dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto:

- En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano,
0.80 m.

- En caminos de tránsito pesado, 1.00 m.

- Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.80 m.

3. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformarla el fondo de la zanja.
4. En los suelos con poca estabilidad, se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes. Se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia, por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.
5. En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse ésta hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.
6. Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios, porque pueden causar asentamientos

desiguales o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros o más si lo indica el supervisor, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.

7. El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.
8. Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.
9. El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales, deberá ser de 0.40 metros, más el diámetro exterior de la tubería.

Soportes para tubería:

1. Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, deberá hacerse sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección.
2. El espaciamiento de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soporte, el

contratista deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos por cada tubo y distribuidos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el supervisor.

Anclajes de tubería:

1. En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño tal, que absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes serán de mampostería o de concreto y deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorio en el punto de inflexión.

2. Se podrá omitir tales anclajes, siempre que no se indique lo contrario en los planos o descripción, en los siguientes casos:
 - a) Tubería con uniones de tipo, capaz de absorber la tensión cuando esté enterrada a las profundidades normales de instalación.

 - b) En tubería con uniones que no absorban tensión cuando estén enterradas a profundidades normales y cuando el accesorio con que se logre la inflexión de un esfuerzo unitario de 1 Kg/cm^2 o menor sobre el terreno, calculado por la fuerza de empuje resultante de la presión interna y la proyección del área del accesorio en la dirección del empuje. Se exceptúan los casos en que el empuje sea hacia arriba, dentro de los 45° con la vertical, en que siempre deberá hacerse el anclaje.

3. Todas las tuberías colocadas a una pendiente de 30% o mayor, deberán ser ancladas por medio de soportes que aseguren cada cuarto tubo, en

los casos de tubería con uniones que no absorban tensión, y cada 50 metros en los casos de tubería con uniones de tipo que absorban tensión. estos anclajes deberán ser capaces de absorber el empuje producido por el peso de la tubería entre anclajes, sus accesorios y el agua que contiene, en la dirección del eje de la tubería, a la inclinación en que se instale.

4. Se podrán omitir tales anclajes en los casos de tuberías enterradas a profundidades normales, cuando el empuje producido en la dirección del tubo por el peso de la tubería, sus accesorios y el agua que contiene sea menor que la fricción del tubo contra la tierra, calculada a 1900 Kg/m^2 de área exterior del tubo. En los casos que el empuje sea mayor que la fricción, los anclajes deberán ser diseñados solo para absorber la diferencia.

Instalación de tubería de PVC:

1. Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible, debe afilarse o lijarse la punta del tubo.
2. Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el mismo empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.
3. Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

4. El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento seca en dos minutos, aproximadamente. No se usará mucho solvente sino que solo el necesario para darle un revestimiento a las dos piezas.
5. Para el ensamble se deberá hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
6. La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado, al trabajarla, que los operarios no se paren en ella.
7. La tubería se colocará zig-zagueándola en la zanja y se cubrirá dejando expuestas las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.
8. Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

Instalación de tubería de hierro galvanizado:

1. Los cortes de la tubería se harán con cortador de disco para lograrlos perfectamente a escuadra.
2. Las roscas se harán con tarraja para que sea cónica. Si se usan niples prefabricados, éstos deberán tener rosca cónica. Las tarrajas deberán

tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin desportillamientos.

3. Si por el manipuleo las roscas de fábrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular, se deberán cortar y rehacerlas de nuevo.
4. Al hacer las uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de cinco hilos de la rosca y no dejar más de tres hilos expuestos. Se pintará con anticorrosivo a base de Cromato de Zinc, el tramo de la rosca que quede fuera del accesorio; si se usa PERMATEX o su equivalente, se colocará en la rosca macho.
5. La tubería y las uniones entre tubo y accesorio deberán ser en línea recta. Los accesorios torcidos serán sustituidos.
6. Se colocarán uniones universales junto a todas las válvulas, tees, cruces o puntos donde sea necesario para permitir separar la tubería por ramales. En tramos largos se colocará una unión por lo menos cada 100 metros.

Prueba de tuberías:

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y estanquedad, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que las se necesita un soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 psi o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20 %) según la que sea mayor y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

Relleno de zanjas:

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

El relleno se hará de la siguiente manera:

Abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 7 centímetros perfectamente compactados, hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 centímetros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 centímetros. El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel de relleno total, se hará en capas no mayores de 30 centímetros y el material podrá contener piedras hasta de 20 centímetros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario. En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será

necesario hacer la compactación desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno.

En cualquier caso, todo el material de zanjeo sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.

En los casos de terrenos con 20 % o más de inclinación, en el eje de instalación se deberá construir muros de retención del relleno, transversales al eje de la tubería y de ancho tal, que queden firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja. Tales muros de retención podrán ser contruidos de mampostería o concreto ciclópeo de tamaño y diseño aprobado por el supervisor. El espaciamiento de los muros de retención no será mayor de 30 metros.

Igualmente en todos los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada a sobre el terreno, deberá construirse un muro de retención del relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería.

Lavado y desinfección interior de la tubería:

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.

Primero se procederá al lavado, para lo cual se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.

Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos/litro de cloro, la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.

Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

Materiales:

A. Tubería y Accesorios de PVC:

1. La tubería de PVC (cloruro de polivinilo) será rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-67 y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínima de: 315 P.S.I., para tubo de 1/2", 250 P.S.I. para tubo de 3/4"; luego, para tubo de diámetro igual o mayor de 1" la presión que se indique en las bases especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.
2. Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras/pulg², para tubos de diámetro mayor a 1", y 315 libras/pulg² para diámetros menores.

3. La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.
4. El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería.
5. Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.
6. Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de manera que no reciban directamente los rayos del sol.
7. Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

B. Tubería y accesorios de hierro galvanizado:

1. La tubería de acero galvanizado deberá ser sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente tipo mediano, para 900 libras/pulg.² de presión de trabajo, salvo que en los planos se indique una presión mayor. Deberá ser del tipo Standard Americana, y cumplir con las normas ASTM-A57T, acoplados mediante manguito y rosca y traer sus respectivos protectores. Las roscas se ajustarán a las normas ASPT.
2. Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 libras/pulg², con refuerzo plano y roscas según normas ASPT. Deben satisfacer la Especificación Federal WW-P521 Tipo II.

3. En todas las uniones roscadas se usará PERMATEX # 2, mínimo o su equivalente.

C. Válvulas de compuerta:

Salvo indicación de otro tipo en los planos o en bases especiales, las válvulas de compuerta de hasta 4" serán de bronce, con vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble, para una presión de 250 libras/pulg.², excepto que se indique otra presión en los planos.

Las válvulas de compuerta para tubería mayor de 4" serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce. Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas, aseguradas con pernos o con los extremos roscados.

D. Válvulas automáticas de aire:

Las válvulas automáticas de aire serán de bronce o de hierro fundido que permitan admisión y expulsión de aire según el caso. Se deben unir con una rosca hembra, que cumpla con la norma ASPT.

E. Materiales de albañilería y refuerzo:

Las siguientes especificaciones se aplicarán los materiales de este tipo que se usen en la obra:

1. Concreto ciclópeo: material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y pedrín, en una proporción volumétrica 1:2:3.

2. Concreto: material compuesto de cemento, arena y pedrín en una proporción volumétrica de 1:2:2 o con una proporción que garantice una resistencia $f'c$ igual a 210 kilogramos/ centímetro cuadrado (3,000 psi).
3. Mampostería de piedra: material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será de sabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.
4. Alisado: material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción de 2:1.
5. Repello: material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción de 1:2 de cemento y arena de río cernida.
6. Refuerzo: el refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en los planos y con una resistencia no menor a 2100 kilogramos / centímetro cuadrado (30,000 psi) a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.
7. Seguridad: en todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de hierro de 1/2" de tal forma que puedan cerrarse con candado.

HIPOCLORADOR

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Deberá tener las siguientes características:

1. Alimentación de cloro.

Se hará con tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ con no menos del 65% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro 3 1/8", alto 1 1/4", peso 300 gramos.

2. Funcionamiento.

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

3. Dimensiones.

Deberá ser pequeño, con dimensiones aproximadas a 0.30 m. de diámetro y 0.90 m. de alto.

4. Rango de flujo.

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

5. Ubicación del clorador.

El ejecutor deberá instalar el clorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

6. Plano de instalación y manual de operación y mantenimiento.

El ejecutor deberá entregar al director de control y seguimiento, antes de la recepción de la obra, dos copias del plano de instalación y dos del manual de operación del sistema de cloración, debidamente identificadas con el nombre del proyecto, datos del autor del manual y lugar a donde se harán las consultas relacionadas con el uso del equipo.

Si el proyecto incluye más de un clorador, el manual deberá contener un esquema general del sistema de abastecimiento de agua con la localización e identificación de cada clorador y las instrucciones para graduación de flujo, frecuencia de recargado de tabletas para cada clorador instalado y además, deberá incluir cualquier otra instrucción que se considere necesaria para el funcionamiento del sistema.

7. Caja para Hipoclorador.

Tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales, incluyendo a su vez una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tómnese como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

3 BASES DE DISEÑO PARA SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

3.1 Diseño del sistema

3.1.1. Demanda de agua

La dotación asignada para cada habitante es de 120 l/hab/día, más un caudal asignado a la escuela (50 l/alumno/día), y un caudal asignado a las iglesias de (100 l/habitante/día); por lo cual para el año 2027 la población requiere 304,320 litros por día (ver Apéndice 3), y se espera que la fuente produzca 546,912 litros por día; por lo cual se garantiza a la población que tengan agua para este periodo de diseño.

3.1.2. Consumo medio diario

El caudal medio se obtiene del producto del caudal requerido para los habitantes futuros de diseño, entre el total de segundos que hay en un día.

$$Q_{\text{med}} = (Q_{\text{requerido}} / \text{día}) / 86400$$

Donde:

Qmed. = Caudal medio

Dot. = Dotación

Pf = Población futura

$$Q_{\text{med}} = (304,320 \text{ l/día}) / (60 \text{ segundos} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ horas})$$

$$Q_{\text{med}} = 3.52 \text{ l/día}$$

3.1.3. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario es el caudal que se transportará en la línea de conducción, el cual corresponde al mayor consumo que se da en un día del año. Este consumo será el producto del consumo medio diario por un factor que oscila entre 1.2 y 1.5, 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes; se adoptó para el proyecto, un factor de 1.2.

$$Q_c = FDM \times Q_{med.}$$

Donde:

Q_c = Consumo máximo diario o caudal de conducción.

FDM = Factor de día máximo

Q_{med} = Caudal medio

$$Q_{Dmax} = 1.2 \times 3.52$$

$$Q_{Dmax} = 4.23 \text{ l/s}$$

Hay que verificar que el caudal de conducción sea menor o igual al caudal que proporciona la fuente; para este caso no hay problema.

3.1.4. Consumo máximo horario

El caudal horario máximo se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día, en el período de un año.

Según las normas generalmente aceptadas, el factor de hora máxima en el área rural es de 1.8 - 2. Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentará variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. Este factor se originó de un

diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora). El factor de horas máximas a utilizarse en este diseño es de 2.

$$Q_{mh} = \text{Factor de hora máxima (FHM)} * Q_m.$$

$$Q_{mh} = 2 * 3.52$$

$$Q_{mh} = 7.04 \text{ l/s}$$

El caudal horario máximo es el caudal de distribución y puede ser mayor que el aforo.

3.2 Captación

3.2.1. Aforos de fuentes de agua

Para aforar corrientes pequeñas y manantiales, el método más usual es el volumétrico y puede realizarse de la siguiente forma:

- Captar todo el caudal disponible mediante una obra provisoria.
- Colocar un recipiente de volumen conocido en un lugar apropiado.
- Tomar el tiempo que tarda en llenarse el recipiente.
- Calcular el caudal de la siguiente forma:

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

Donde:

V = volumen del recipiente (litros)

T = tiempo que tarda en llenarse (segundos)

Q = caudal de la fuente (litros/segundos)

El aforo en la fuente de agua llamada “Chojulum Chech”, se realizó con fecha 7 de abril de 2006, el cual es el caudal producido por la fuente en época de estiaje.

A continuación se muestran los resultados de los aforos:

Tabla IV. Aforo realizado en la fuente Chojulum Chech

NACIMIENTO		
No.	tiempo de llenado	volumen de recipiente
1	3.29 segundos	18.925 litros
2	2.74 segundos	18.925 litros
3	3.13 segundos	18.925 litros
4	2.94 segundos	18.925 litros
5	2.84 segundos	18.925 litros
Promedio	2.99 segundos	18.925 litros

Utilizando la ecuación de caudal:

$$Q = 18.925 \text{ L} / 2.99 \text{ seg} = 6.33 \text{ L/s}$$

3.2.2. Tipo de captación

La fuente a captar es del tipo superficial de brote difuso; por lo tanto la obra de infraestructura adecuada a construir es una captación de galería de infiltración.

3.3 Cálculo hidráulico

3.3.1. Línea de conducción

Es la tubería destinada al transporte del agua que sale de la fuente captada hacia el tanque de distribución. Ésta en su mayoría será de policloruro de vinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad de $C = 140$, presiones menores de 90 metros columna agua (mca) y velocidades dentro del rango de 0.40 a 3 metros/segundo; dejándolo en la zanja a 0.80 metros de profundidad y 0.40 metros de ancho.

Para el diseño de la línea de conducción se va a considerar que todo el proyecto funcionará con sistema por gravedad; para este caso, debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, conducirá el diámetro económico que satisfaga las razones técnicas que permitan soportar presiones menores que, no dañen el material de conducción que se esté utilizando.

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

- a. Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- b. Capacidad para transportar el caudal día máximo (Q_{dm}).
- c. Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- d. La inclusión de algunas obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción.
- e. La consideración diámetros económicos para la economía del proyecto.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q_c^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

H_f = Pérdida de carga (m)

L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía del terreno (m)

Q_c = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (L/s)

- D = Diámetro interno de tubería (pl.)
- C = Calidad de la tubería. Para PVC se usará C = 140 y para HG se usará C = 100

3.3.2. Presión estática

Se produce cuando todo el líquido existente en la tubería se encuentra en reposo. En la línea de distribución, la máxima presión estática no debe ser mayor de 60 metros de columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de gritería y válvulas. La presión estática es igual al peso específico del agua, es decir, el peso del agua multiplicado por la altura ($P = \rho \cdot H$).

3.3.3. Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua. La presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. La menor presión dinámica en las casas debe estar comprendida entre 4 y 15 metros de columna de agua, y la máxima presión dinámica es de 40 metros por columna de agua.

3.3.4. Bases de diseño

Tipo de sistema	=	gravedad.
Tipo de distribución	=	domiciliar.
Período de diseño	=	21 años.
Dotación	=	120 L/hab/día.
Población actual	=	1110 habitantes.
Población futura	=	2286 habitantes.
Número de viviendas actuales	=	185 viviendas.
Número de viviendas futuras	=	381 viviendas.
Consumo medio diario	=	3.52 L/s.
Consumo máximo diario	=	4.22 L/s.
Consumo máximo horario	=	7.04 L/s.
Factor día máximo	=	1.2
Factor hora máximo	=	2
PVC	=	1120 ASTM D 2241 SDR 26 (160 psi)
HG	=	ANSI/ASTM A 120-79 Cédula 40
Concreto	=	3000 psi.
Piedra	=	Piedra partida o de canto rodado no menor a 300 mm
Agregado fino	=	De acuerdo a AASHTO M 6, Clase B
Agregado grueso	=	De acuerdo a AASHTO M 80 y ASTM C 33

❖ Diámetro, tipo y clase de tubería

Toda tubería tiene tres características principales, que son: diámetro, clase y tipo.

Respecto al diámetro, comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno de conducto. La clase se refiere a la norma de fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo. El tipo de tubería se refiere al material del que está hecha; los materiales que se emplean actualmente son el hierro fundido, el acero, el acero galvanizado y el cloruro de polivinilo.

- A. Tubería de PVC. El cloruro de polivinilo (PVC), se fabrica según la norma ASTM D-1785 y es el material que más se emplea actualmente. Es más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar a la intemperie. Para sistemas rurales de abastecimiento de agua se utiliza la cédula 40.

- B. Tubería de acero galvanizado. El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrado se corroe. Generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado. La tubería se fabrica con las denominaciones cédula 30, 40 y 80 y debe cumplir con la norma ANSI/ASTM A 120-79; para sistemas rurales de agua se utiliza la cédula 40, también conocida como “tubería estándar”.

❖ **Profundidad de zanja para la colocación de tubería**

La zanja deberá ser lo suficientemente amplia para permitir un acomodo correcto de la tubería. En las especificaciones técnicas para la construcción de acueductos rurales, UNEPAR establece que las zanjas deberán tener como mínimo un ancho de 0.40 metros, y la profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo). Si los terrenos se dedican a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros.

3.3.5. Línea de distribución

La red de distribución comprende tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias.

La red de distribución cuenta con una red principal; según el diseño, tendrá diámetros de 4 a 1 pulgada.

El caudal de vivienda nos sirve para diseñar una red de distribución. Se determina por medio del caudal máximo horario dividido entre el número total de viviendas de una población.

Caudal instantáneo (Qi). El caudal se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la ecuación:

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

n = Número de viviendas

k = 0.15 (0 - 55 viviendas)

k = 0.20 (>55 viviendas)

$Q_v = Q_{mh}$ (caudal de distribución)/total de viviendas

3.3.6. Volumen del tanque de almacenamiento

Dimensiones del tanque: para el cálculo del volumen del tanque de distribución se emplea la siguiente fórmula:

$$V \text{ tanque} = \frac{Pf * \text{Dotación} * FDM * FV}{1,000} \quad (M^3)$$

Donde:

V tanque = Volumen del tanque (M³)

Pf = Población futura

FDM = Factor día máximo

FV = Factor de volumen del tanque

$$V \text{ tanque} = \frac{2286 * 120 * 1.20 * 40\%}{1,000} \quad (M^3)$$

$$V \text{ tanque} = 128 \quad (M^3)$$

Se tomará en volumen de:

$$V \text{ tanque} = 130 \quad (M^3)$$

Las dimensiones del nuevo tanque serán de:

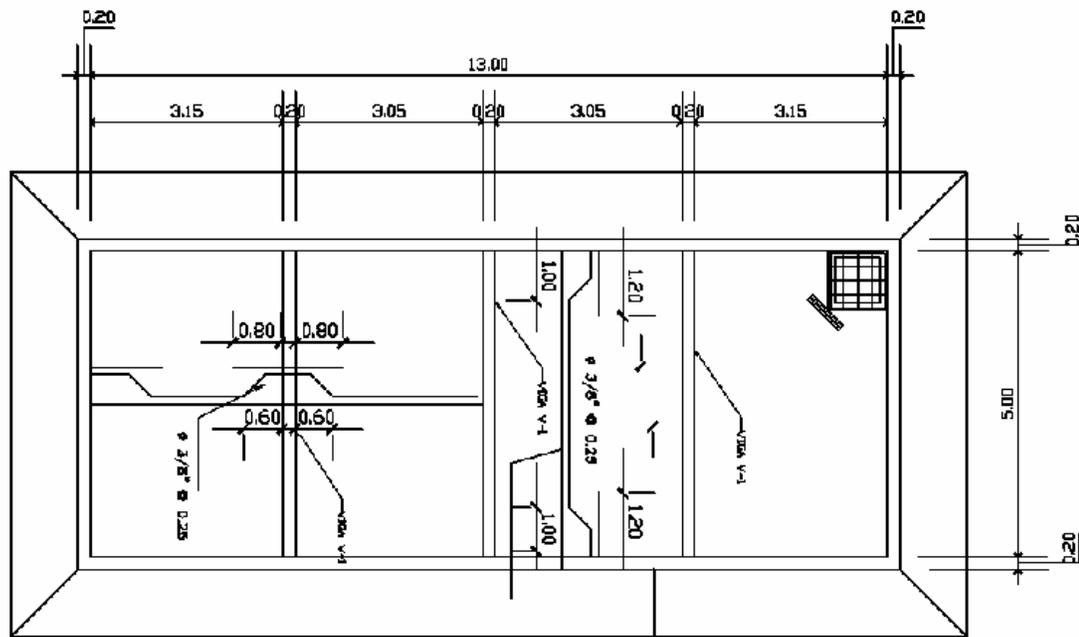
Altura = 2.00 (metros)

Ancho = 5.00 (metros)

Largo = 13.00 (metros)

3.3.7. Diseño del tanque de distribución

Figura 6. Detalle de losa



Diseño de losa de techo

Losa = 0.10 mts de espesor

Área = 3.15 mts * 5.00 mts

Carga muerta

Losa = $0.10 \cdot 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$

Sobrecarga = 200 kg/m^2

C.M. = 240 kg/m^2

Por sus dimensiones, área tributaria y por su sobre carga, únicamente se reforzará por temperatura:

A_{s_t} = Acero por temperatura

$$F_y = 2810$$

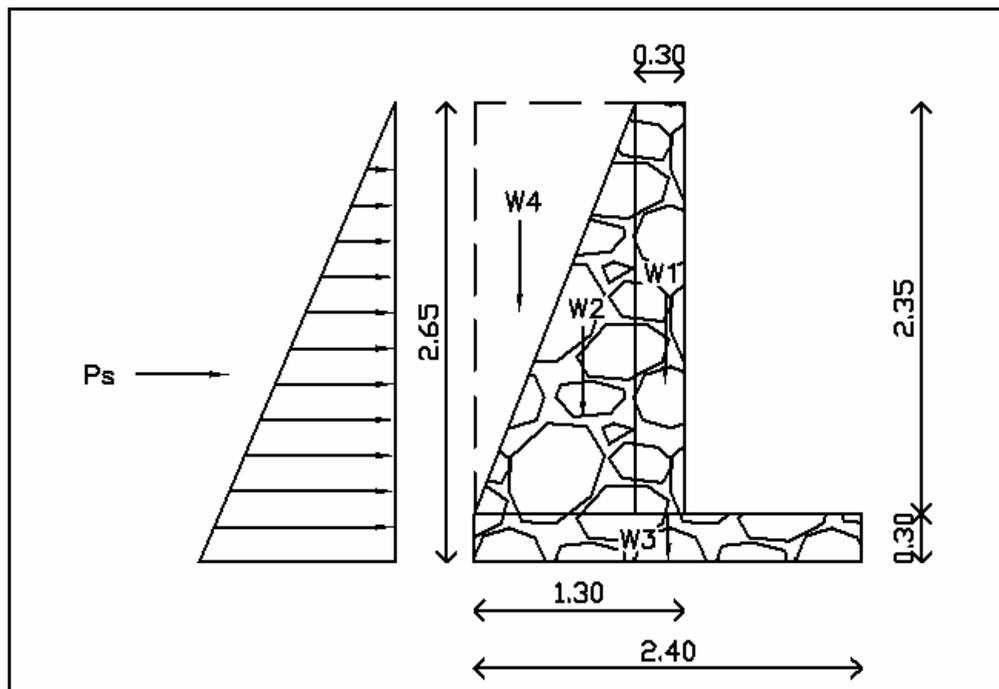
$$A_{s_t} = 0.40 * 14.1 / f_y * b * t = 0.40 * 14.1 / 2810 * 100 * 10 = 2.007 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento} = 2.007 : 100 :: 0.53 \quad X = 26.407 \text{ cm ref a } 0.25 \text{ mts.}$$

Diseño de los muros del tanque

En el muro del tanque se presentan 2 casos, aquí se analizará el caso crítico: "El tanque se encuentra vacío con empuje del suelo".

Figura 7. Dimensiones del muro



Coefficientes de la teoría de Rankine.

Coefficiente del empuje activo del suelo K_a

$$K_a = (1 - \text{seno } 30^\circ) / (1 + \text{seno } 30^\circ) = 0.33333$$

Coeficiente del empuje pasivo del suelo K_p

$$K_p = 1/K_a = 3.00$$

Empuje del suelo

$$P_s = s \cdot H_m^2 / 2 \cdot K_a = 1.6 \cdot 2.00^2 / 2 \cdot 0.33 = 2.62 \text{ ton}$$

En donde:

S = peso específico del suelo

H_m = altura del muro que se encuentra enterrado

Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

Momento de empuje del suelo (M_s) respecto del punto "A":

$$M_s = P_s \cdot H/3 = 1.39656 \cdot (2.3/3) = 2.75 \text{ Ton-M.}$$

M_s = Momento de empuje del suelo

P_s = Presión de empuje del suelo

H = altura del muro sobre el suelo

Carga de la losa + vigas sobre el muro

Carga muerta

$$\text{Peso propio de losa} = 2400 \cdot 0.10 = 240 \text{ Kg./ m}^2$$

$$\text{Peso de acabados} = \underline{90 \text{ Kg./ m}^2}$$

$$CM = 330 \text{ Kg./m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 300 \text{ Kg./m}^2$$

Carga última

$$(CU) = 1.4 CM + 1.7 CV = 1126 \text{ Kg./ m}^2$$

donde:

CU = Carga última

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

Peso sobre el muro = Peso del área tributaria de la losa + peso propio de la viga

$$\begin{aligned} W &= (\text{losa} + \text{viga}) \\ &= (1/2 * 2.4 * 3.70 * 1.85 * 2) + (2.4 * 0.40 * 0.20 * 3.7) \\ &= 597.33 \text{ Kg./m} = 0.597 \text{ Ton./m.} \end{aligned}$$

Peso total del muro = W_t .

W_r = Peso resultante de las figuras

W_c = Peso de losa + viga valor crítico adoptado

$W_t = W_r + W_c$

Momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

$$M_c = 0.597 * (0.15 + 0.60) = 0.4478 \text{ Ton.-mt}$$

Revisiones

Estabilidad contra volteo (F_{sv})

$$\begin{aligned} F_{sv} &= (M_r + M_c) / M_s \\ 4.46 &> 1.5 \text{ Ok.} \end{aligned}$$

F_{sv} = estabilidad contra volteo

M_r = Momento resistente al volteo que ejerce el muro por peso propio.

M_c = Momento que ejerce la carga concentrada del punto "a".

M_s = Momento que ejerce el suelo.

Esto demuestra que dicha estructura resiste claramente el volteo.

Estabilidad contra deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = (\mu * Wt) / Ps$$

$$= 11.070$$

$$11.070 > 1.5 \text{ Ok.}$$

donde:

Wt = Peso total del muro

Ps = Empuje del suelo

Presión en la base del suelo

La distancia "a" a partir del punto donde actúan las cargas verticales es

$$a = Me / W = (Mr + Mc - Ms) / Wt$$

$$a = 0.765 \text{ mts.}$$

donde:

Mr = momento resultante

Me = momento que ejerce la carga concentrada respecto del punto "a"

Ms = momento del empuje del suelo respecto del punto : "a"

Longitud en la base del muro "A" donde actúa la presión positiva (+)

$$A = 3 * a > B$$

$$= 3 * 0.765 > 1.6$$

$$2.295 > 1.6 \text{ Ok}$$

Como la distancia total de la presión positiva "A" es mayor que la base del muro, entonces, debajo del muro no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad

$$e_x = Bm / 2 - a ,$$

$$= 0.10$$

b. Módulo de sección por metro lineal (S_x).

$$\begin{aligned} S_x &= 1/6 Bm^2 * L \\ &= 1/6 * 1.6^2 * 1 \\ &= 0.426 \text{ metros cúbicos.} \end{aligned}$$

c. Presión máxima

$$\begin{aligned} q \text{ máxima} &= Wt / (Bm * L) \pm (Wt * e_x) / S_x \\ q \text{ máximo} &= 7.20 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{Sí: } V_s = 15 \text{ Ton/m}^2$$

$$7.20 < 15 \text{ Ton./m}^2 \text{ Ok.}$$

Como q máximo es menor que la capacidad del soporte del suelo = V_s , entonces, se considera como aceptable dicha propuesta.

$$q \text{ mínimo} = 2.75 > 0$$

3.3.8. Diseño de vertederos de caja distribuidora de caudales

A pesar de que los vertederos triangulares tienen su propia aplicación para caudales pequeños, los rectangulares tienen la ventaja de que, para una misma carga, los caudales son proporcionales a la longitud.

Para este vertedero se utilizará la fórmula de flujo crítico:

(Ecuación 1)

Donde:

Q_c = Caudal crítico

A_c = Área crítica

B = Base del vertedero

$$A_c * V_c = Q_c \quad (\text{Ecuación 2})$$

Sustituyendo el caudal crítico (Q_c) de la ecuación 2 en la ecuación 1

$$\frac{(A_c V_c)^2}{g} = \frac{A_c^3}{B} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Aplicando la igualdad de la velocidad crítica la ecuación 3:

$$V_c = \sqrt{\frac{A_c * g}{B}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Sabiendo que el área crítica está determinada por la ecuación:

$$A_c = B * y_c \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

y_c = es el tirante crítico

Sustituyendo el área crítica A_c en en la ecuación 4 por $B * y_c$ y aplicando la velocidad crítica en función del tirante crítico (y_c) queda de la siguiente manera:

$$(\text{Ecuación 6})$$

Para el diseño del vertedero, en el caso de cajas distribuidoras, se tiene los siguientes datos:

Q = el caudal del ramal definido por el número de viviendas futuras en m³/s
 yc = el tirante crítico definido por el diseñador en m (para este caso 0.03 m)
 g = la gravedad en m/s

Por último, igualando en función de B la ecuación 3 y aplicando la ecuación 6 para sustituir la velocidad crítica se llega a la siguiente ecuación:

$$B = \frac{Qc}{yc^{3/2}g^{1/2}} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Diseño de vertedero para ramal principal

Datos:

Q = 0.01452 m³/s (14.52 l/s)

yc = 0.03 m

g = 9.8 m/s

$$B = \frac{0.01452}{0.03^{3/2} * 9.8^{1/2}} \approx 0.89m$$

Diseño de vertedero para ramal 2

Datos:

Q = 0.00397 m³/s (3.97 l/s)

yc = 0.03 m

g = 9.8 m/s

$$B = \frac{0.00397}{0.03^{3/2} * 9.8^{1/2}} \approx 0.24m$$

Diseño de vertedero para ramal 3

Datos:

Q = 0.00256 m³/s (2.56 l/s)

yc = 0.03 m

g = 9.8 m/s

3.3.9. Desinfección

Tendrá por finalidad proporcionar una solución de cloro a los tanques de distribución de ambos sistemas para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual en el punto más alejado de la red que esté en el rango entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Deberá tener las siguientes características:

Alimentación de cloro: se hará con tabletas de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ al 90% de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta:

Diámetro: 3 1/8", altura: 1 1/4", masa: 300 gramos.

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

Ubicación del hipoclorador: el ejecutor deberá instalar el hipoclorador en una caja instalada a la entrada del tanque de distribución y deberá graduar el flujo para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

Caja para hipoclorador: tiene como finalidad proteger al clorador. En lo posible deberá construirse con materiales locales, y tener una tapadera de registro con pasador y candado. Como referencia tórnense como dimensiones interiores 1.00 x 1.00 metros en planta por 1.00 metros de altura.

3.4 Programa de operación y mantenimiento

1) Organización para la administración del sistema de agua potable y saneamiento básico

Formación del comité y sus responsabilidades:

Para formar un comité, se debe cumplir con el “reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas rurales de agua potable” establecido en el acuerdo gubernativo 293-82.

Las responsabilidades del comité de agua son las siguientes:

- Administrar el sistema de agua potable
- Mantener en funcionamiento el sistema
- Recaudar y manejar fondos

Un comité de agua potable, está formado por cinco o más miembros:

- Presidente: dirige las acciones del comité.
- Secretario: levanta acta actas, responde la correspondencia y lleva el control de jornales.
- Tesorero: cobra a los usuarios la tarifa establecida, extiende recibos, paga por trabajos y lleva el control de ingresos y gastos en el libro de caja.
- Vocales: sustituyen temporalmente a los miembros del comité cuando están ausentes y ayudan en todas las actividades.

Antes de la construcción de un acueducto, el comité debe obtener todos los documentos legales que sean necesarios:

- Escritura de fuente
- Derechos de paso de tubería
- Escritura del predio para el tanque.
- Otros que pidan las instituciones financieras.

Durante la construcción del acueducto el comité organiza a la comunidad para que participe en:

- Los trabajos de construcción, aportando la mano de obra no calificada
- Acarreo de materiales y en cualquier otro trabajo que sea necesario.

Después de la construcción el comité debe:

- Mantener el buen funcionamiento del sistema.
- Administrar el dinero recaudado del pago de la tarifa mensual.
- Vigilar el buen uso del agua.
- Realizar nuevas conexiones.
- Control los ingresos y egresos.

El comité debe reunirse por lo menos una vez al mes para discutir problemas y soluciones, serán responsabilidades de los diferentes miembros del comité.

- Formar de grupos de trabajo.
- Controlar los jornales.
- Solicitar el aporte de materiales locales.
- Controlar la bodega de materiales.

Debe también hacerse reuniones de información con comunidad, procurando la asistencia de todos los vecinos.

De todo lo tratado en la “Reunión del comité” y en las reuniones de asamblea general, el secretario debe tener constancia de un libro de actas.

El comité debe llevar control del número de jornales que cada vecino haya realizado durante la ejecución del proyecto y de los materiales que entran y salen de la bodega.

Una de las principales tareas del tesorero, es cobrar la cuota mensual por servicio de agua potable, extendiendo un recibo legal.

El tesorero, además, debe llevar el control general de las cuotas que se llaman INGRESOS y el control de todos los gastos que se hagan para la administración, operación y mantenimiento del acueducto, algunos de estos gastos son:

- ❖ Pago del fontanero.
- ❖ Compras de cemento o tubería para reparaciones.
- ❖ Pasajes o viáticos cuando se deba ir a la Municipalidad o a las instituciones relacionadas con el financiamiento de agua y saneamiento.

El control de gastos deberá llevarse en un libro de caja.

Trimestralmente se rendirán cuentas a la gobernación departamental, para lo cual se debe llevar los documentos: recibos y facturas debidamente legalizadas y el libro de caja.

El comité deberá abrir una cuenta bancaria para guardar el dinero recaudado del pago de tarifas y la cuenta deberá estar su nombre y con dos firmas para poder hacer retiros bancarios. Por lo regular estas firmas pueden ser las del presidente y tesorero.

2) Operación del sistema de agua potable y saneamiento básico

El sistema de agua potable, tiene las siguientes partes:

1. Captación de brote definido
2. Tanque de distribución
3. Sistema de desinfección
4. Línea de distribución
5. Conexiones domiciliarias

Captación de brote difuso:

Son captaciones realizadas de muros de mampostería y sello sanitario de concreto con el fin de aislar el nacimiento de la intemperie. Están integradas por un sello sanitario y una caja de reunión, con su respectivo rebalse y drenaje. El sello sanitario está formado por piedra bola de 4 a 6 pulgadas de diámetro.

Tanque de distribución:

El tanque de distribución sirve para almacenar y distribuir el agua a una comunidad, su tamaño varía según el número de habitantes, cuenta con las siguientes características:

- ❖ Caja de válvula de entrada
- ❖ Tubería de entrada
- ❖ Tapadera, entrada al tanque
- ❖ Drenaje
- ❖ Ventilación

- ❖ Rebalse
- ❖ Pichacha y tubería de salida
- ❖ Caja de válvula de salida
- ❖ Cerco perimetral

Sistema de desinfección:

Los cuidados que se deben tener al manejar cloro son los siguientes:

- El cloro es una sustancia tóxica y por lo tanto presenta un riesgo potencial para la salud si éste no se usa en forma adecuada.
- El cloro es un agente irritante del sistema respiratorio detectado en concentraciones de 3 a 5 mg/litro.
- En altas concentraciones el cloro gas irrita los ojos, las membranas mucosas y la piel, provocando vómitos, picazón, tos y salivación copiosa.
- En casos extremos puede llegar a dificultar la respiración y causar la muerte.
- Cuando un ambiente está saturado de cloro se detecta por su olor penetrante y su apariencia de color amarillo verdoso y en este caso se deben tomar medidas de seguridad. Pueden localizarse las fugas de cloro manteniendo un frasco de amoníaco cerca de ellas, ya que su reacción produce un humo blanco.
- Por lo anterior se debe garantizar que la caseta tenga buena ventilación.
- Los envases con cloro deben almacenarse en lugares secos y frescos para evitar riesgos de explosión y alejados de materiales volátiles para evitar incendios.
- Los compuestos clorados en presencia de humedad son corrosivos de igual manera que las soluciones cloradas, por lo que deben almacenarse en depósitos plásticos o de vidrio.

Programa de seguridad del fontanero:

Es importante mantener un programa permanente de capacitación al operador del sistema para mantener un alto nivel de capacidad, estos programas deben considerar los siguientes campos:

- Acciones en caso de accidentes, por la aplicación del cloro:
 - Uso de extinguidores, cerrado rápido de llaves y ubicación adecuada de envases de cloro
 - Uso de máscaras protectoras
 - Uso de botas y guantes de hule
 - Mantenimiento de un sistema de ventilación permanente.

Línea de distribución:

La línea que está colocada entre el tanque de distribución y una comunidad, se llama línea de distribución; sirve para conducir el agua a presión desde el tanque, hasta cada una de las viviendas. En esta red se colocan válvulas de compuerta en cada ramal las cuales sirven para aislar y realizar conexiones futuras o reparaciones en dicho tramo.

Conexión domiciliar:

Es la instalación que se coloca dentro del predio de cada casa, para que cada familia pueda abastecerse del agua.

Una conexión domiciliar consta de las siguientes partes:

1. Tee reductora por ½"
2. Tubería PVC de ½"

3. Llave de paso de 1/2" de bronce
4. Contador o medidor de chorro múltiple de 1/2" bronce
5. Válvula de compuerta de 1/2" de bronce
6. Llave de cheque o de retención de 1/2" de bronce
7. Mortero, tubo PVC de 2" y tapadera
8. Tubería H.G. de 3/4"
9. Vástago, (niple HG de 1.50m por 3/4")
10. Macizo par soporte del vástago
11. Llave de chorro lisa de 1/2"

La tee reductora es de PVC y reduce el diámetro de la línea principal, al diámetro de la conexión domiciliar 1/2".

La llave de paso, es un accesorio de bronce, que permite regular o cerrar el paso del agua, se coloca cortando la tubería PVC de 1/2" y usando dos adaptadores hembra PVC de 1/2".

El mortero es una protección para la llave de paso, se construye con un pedazo de tubo de PVC de 2" y una tapadera de concreto.

El vástago consta de:

1. Tubería de HG 3/4"
2. Llave de chorro lisa, 1/2"
3. Reductor bushing de 3/4" x 1/2".
4. Nicle de HG de 3/4"
5. Codo HG de 90° x 3/4 de pulgada

Para eliminar los criaderos de zancudos y mosquitos, debe evitarse que el agua sobrante de los chorros y pilas, corra sobre la tierra. Esto se logra

canalizando adecuadamente las aguas grises o aguas servidas hacia pozos o zanjas de absorción de profundidad variable, dependiendo de la capacidad de infiltración del suelo.

3) Mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico

Mantenimiento preventivo:

Es la acción de protección de las partes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- Evitar daños
- Disminuir los efectos dañinos
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable

Mantenimiento correctivo:

Es la acción de reparación de daños de las partes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por:

Accidentes naturales. (Crecidas de ríos, derrumbes, etc.)

Deterioro. (Mal uso)

Desgaste, (daño de accesorios)

Mantenimiento del área de la captación:

Dos veces por mes:

- Inspeccionar alrededor de la captación para:
 - Verificar si hay fuentes de contaminación. (aguas negras, animales, basuras, desperdicios)

- Observar si hay deforestación (tala de árboles, incendios).

Cada mes:

- Limpiar el área de plantas y piedras.

Cada tres meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo, de ser necesario.

Lecho filtrante:

Dos veces por mes:

Revisar la capa del sello, para verificar si no hay taponamiento.

Verificar si hay raíces de árboles y éstas no se han introducido al sello sanitario.

Muro y caja de reunión:

Cada seis meses:

- Revisar las estructuras, para verificar si hay filtraciones, grietas, roturas.
- Observar si hay derrumbes sobre sellos, muros o cajas.
- Reparar las partes dañadas.
- Retirar derrumbes.
- Drenar el agua estancada.

Durante el invierno cada mes, se debe:

- Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe.
- Limpiar el sello sanitario y contracuneta (piedras, arena, hojas)
- Limpiar y lavar caja de captación.
- Verificar funcionamiento de la tubería de desagüe de la caja de captación.

Mantenimiento de válvulas:

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos o accesorios que forman parte del acueducto.

1) Válvulas de compuerta

Cada tres meses:

- Revisar si hay roturas fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

2) Válvula de paso:

Esta válvula queda regulada al dejarse el sistema de operación. No debe operarse, a no ser que sea necesario una nueva regulación del caudal domiciliar o que se proceda a cerrar o cortar un servicio domiciliar.

Para regular o cerrar la válvula de paso:

- Se quita la tapadera del mortero.
- Se introduce la llave en el mortero.
- Se hace girar la llave lentamente.
- Se verifica el aumento o disminución del caudal en la válvula de chorro.
- Graduado el caudal o cerrado el flujo, se coloca nuevamente la tapadera.

3) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, porque ellos significan un desperdicio de agua.

Para reparar una válvula de chorro:

1. Cerrar el flujo con llave de paso.
2. Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
3. Revisar el empaque al final del vástago.
4. Si está gastado o roto, proceder a cambiarlo quitando el tornillo que lo sujeta.
5. Instalar nuevo empaque.
6. Colocar y ajustar la corona con el vástago.
7. Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

Cajas de válvulas:

Cada tres meses:

1. Revisar las paredes de la caja, tapaderas, aldabones para candados, las roturas y si hay agua empozada.
2. Reparar las roturas y los aldabones.
3. Limpiar los candados con gas y engrasarlos.
4. Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

Contador o medidor de caudales:

1. Realizar lecturas mensuras.
2. Verificar si opera adecuadamente.
3. Verificar si no hay sufrido manipulación por parte de vecinos.

Tanque de distribución:

Cada tres meses:

- Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó anteriormente.
 - Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:
 - Cerrar la válvula de hipoclorador.
 - Abrir válvula del by-pass.
 - Cerrar válvula de entrada.
 - Abrir válvula de desagüe.
 - Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
 - Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
 - Abrir válvula de entrada.

- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula de hipoclorador.
- Abrir válvula de salida.

Mantenimiento de la línea de distribución:

Cada mes:

Revisar recorriendo completamente las líneas, para:

Verificar la limpieza del caminamiento.

Verificar si hay roturas y fugas.

Verificar el estado de:

- Pasos de zanjón.
- Puentes colgantes.
- Anclajes y recubrimientos.

Verificar la correcta operación de:

- Cajas rompe-presión.
- Válvulas de limpieza.
- Válvulas de aire.

Proceder a:

- Chapear y limpiar las líneas.
- Reparar roturas y fugas.
- Reparar posibles daños en pasos, puentes, anclajes y recubrimiento.
- Aplicar medidas correctivas en donde sea necesario.

Reparación de daños en tuberías de hierro galvanizado

La reparación de daños en tuberías de hierro galvanizado, requiere contar con herramientas, materiales y accesorios especiales.

Los materiales y accesorios para reparar tuberías de hierro galvanizado HG son los siguientes:

- Niple HG
- Copla
- Minio
- Unión universal.

Para la reparación se procede así:

1. Cortar la tubería dañada, un pedazo de cuarenta centímetros
2. Preparar un nuevo niple de treinta y cinco centímetros.
3. Hacer rosca en los dos extremos.
4. Colocar copla en la tubería original.
5. Colocar niple en la copla instalada.
6. Colocar unión universal en los extremos del niple y en el tubo original
7. Ajustar y cerrar la línea con la corona de la unión universal.

Reparación de daños en tubería PVC :

Para reparar daños en tubos PVC, se necesita lo siguiente:

1. Sierra
2. Niple PVC
3. Brocha.
4. Solvente o pegamento.

Se procede así:

- Desenterrar el tubo uno o dos metros a ambos lados de la fuga.
- Cortar un pedazo de treinta centímetros.

Preparar la manga:

1. Cortar un niple de unos treinta y ocho centímetros
2. Preparar fuego.
3. Calentar cada extremo del niple sobre el calor del carbón (no en llama).
4. Cuando el tubo se encuentre blando, meterlo en el extremo de otro tubo para hacerle campana.
5. Hacer lo mismo con el otro extremo.

Empalme de tubería:

1. Habiendo preparado el niple con la campanas, se procede así:
2. Eliminar rebabas de los cortes.
3. Limpiar los extremos con un trapo.
4. Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería.
5. Aplicar solvente dentro de la campana.
6. Mantener la presión y dejar secar.

Mantenimiento del hipoclorador:

Cada día:

Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.

Verificar que no existan fugas

Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

1. Preparar la dosificación correspondiente.
2. Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
3. Enterrar el residuo resultante de la preparación de desechos.
4. Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.30 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación. Si el sistema de cloración se realiza por medio de pastillas, verificar la concentración del cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.30 miligramos por litro en el punto mas lejano de la red de distribución.

4) Equipo de mantenimiento

- 1) Pala
- 2) Piocha
- 3) Azadón
- 4) Cubeta
- 5) Cuchara de albañil
- 6) Martillo
- 7) Tenaza
- 8) Rastrillo metálico

Plomería:

- 1) Sierra.
- 2) Llaves stilson o de tubo. (No. 18 a No. 36 según diámetro de tubería HG del sistema)
- 3) Alicates
- 4) Destornilladores.
- 5) Lima.
- 6) Cepillo de raíz o plástico.
- 7) Prensa.
- 8) Tarraja (según diámetros de tubería HG del sistema)
- 9) Manguera plástica para regar agua en la arena
- 10) Kit de comparímetro de cloro libre residual.

3.5 Propuesta de tarifa

En el funcionamiento óptimo del sistema de agua potable se debe de establecer una cuota mensual por el servicio.

3.5.1. Tipo de tarifa

Básicamente, existe tres tipos de sistema de tarifas de agua, denominados: sistema uniforme, sistema unitario y sistema diferencial.

3.5.1.1 Sistema uniforme

En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen de consumo, y el cobro mensual se calcula dividiendo el total de gasto entre el total de servicios.

3.5.1.2 Sistema unitario

En el sistema unitario, toda el agua se cobra a una tarifa uniforme y el cobro mensual se calcula multiplicando tal unidad por el número de metros cúbicos de agua consumida.

3.5.1.3 Sistema diferencial

Prevalecen dos conceptos con relación a las tarifas diferenciales de agua.: el primero consiste en que la tarifa disminuya conforme el consumo de agua aumenta, sistema inverso. El segundo concepto consiste en que las tarifas aumenten conforme aumenta el consumo, sistema directo; el cual predomina en casi todos los países latinoamericanos. Se propone utilizar este sistema de tarifa.

3.5.2. Gastos de administración

Esta función dependerá del comité oficial local, cuyos integrantes serán los responsables de brindar una adecuada y eficiente operación y mantenimiento del sistema.

Debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina. Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona que tenga que realizar trámites relacionados con el sistema.

El comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina y

gastos de visitas a las oficinas de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un gasto adicional del 5% de lo recaudado mensual lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 15\% * \text{Total recaudado por la tarifa}$$

$$Qa = \text{Gastos por administración}$$

3.5.3. Gastos de operación

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él, quien brinde una adecuada operación al sistema; se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 80.00 por día contratado por servicio personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q 4,160.00 y el salario mensual es de 346.67.

3.5.4. Gastos por mantenimiento

Para los gastos por mantenimiento se debe considerar el mantenimiento preventivo, ya que esto servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas, evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se le realiza por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible; es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema.

El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema.

Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema, ya que se ha estimado que mensualmente se requerirá un 0.75% del total del proyecto.

$$Qm.m = (0.0075 * C.T.P.)/12$$

Qm.m = Gasto por mantenimiento mensual

C.T.P. = Costo total del proyecto

3.5.5. Gastos de tratamiento

Consiste en el tratamiento que se le da al agua en la entrada del tanque de distribución, para que ésta sea potable al consumo humano.

Para los sistemas de agua potable se utiliza hipoclorito de calcio, la concentración de éste depende del grado de contaminación del agua, por lo que el gasto estará en relación directa con el gasto de este químico. Este tratamiento es aplicable a los diferentes tipos de sistemas. Ésta actividad la realiza un fontanero, quien es el que le brinda servicio a todo el sistema, por lo que está incluido en los gastos de operación y mantenimiento.

El tratamiento está en función del valor actual del hipoclorito de calcio, del caudal de éste y del que entra al tanque.

Cálculo del costo del hipoclorito de calcio:

$$QTm = (\text{Caudal} * 86400 \text{ seg/día}) * (30 \text{ días}) * (\text{peso del hipoclorito}) * \\ (\text{Costo de un gramo de hipoclorito en polvo})$$

$$QTm = (Qdm * 86.4 * 30 * 0.022 * Ch) / PC$$

QTm = Tratamiento mensual
Qdm = Caudal de día máximo
Ch = Costo de hipoclorito por gramo
PC = Porcentaje de concentración (0.10%)

3.5.6. Inflación

La inflación está determinada por el aumento de los precios de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. La inflación ha fluctuado un 10%; esto irá variando con el tiempo y como se analiza actualmente, se ha observado un alza desmedida de los precios por lo que se puede considerar la aplicación de un porcentaje del costo total de proyecto.

La inflación influye directamente en el cobro de la tarifa porque se debe dar una operación y mantenimiento al sistema y esto ocasiona la compra de materiales y el pago de mano de obra.

El Comité de Agua deberá considerar cómo deberá absorber un alza fuera de los parámetros establecidos anteriormente. La reserva servirá para sufragar los gastos de inflación hasta que el comité actualice la tarifa nuevamente.

El cálculo de inflación se determina de la siguiente manera:

$Q_r = \% \text{ inflación} * \text{total de ingresos percibidos por el cobro de tarifa.}$

$Q_r = \text{Es el costo de reserva para inflación.}$

3.5.7. Tarifa propuesta

En el cálculo de la tarifa se suman los gastos ocasionados en el sistema, y se divide por el número de conexiones domiciliarias.

Tabla V. Tarifa actual propuesta

Gastos de administración	Q 188.79
Gastos de operación	Q 346.67
Gastos por mantenimiento	Q 731.00
Gastos de tratamiento	Q 47.65
Inflación	Q 133.31
Total	Q1,447.42

No. De conexiones	185
Total / No. De conexiones	Q 7.82
Tarifa mínima	Q 8.00

Se establece que la tarifa mensual por concepto de consumo de agua hasta 22,000 litros debe ser de ocho 00/100 quetzales (Q8.00) y un quetzal más por cada mil litros consumidos en exceso.

Tabla VI. Ajuste de tarifa

AJUSTE DE TARIFA	
A 5 Años	Q10
A 10 Años	Q15
A 15 Años	Q22
A 20 Años	Q33

3.5.8. Tarifa de una nueva conexión domiciliaria

Una nueva conexión al sistema de agua, producirá gastos de instalación en pagos de:

- a. Fontanero
- b. Administración

La cuota por una nueva instalación será de mil quetzales (Q 1,000.00) que será recaudada por el Comité de Agua; con la salvedad de que el nuevo beneficiario del sistema desarrollará los trabajos previos a la conexión en: excavación y compra de materiales desde la línea de tubería más cercana a su casa y automáticamente efectuará el pago mensual de la tarifa establecida.

3.5.9. Reinstalación de servicio

Los beneficiarios del servicio del sistema de agua potable que no efectúen sus pagos mensuales de la tarifa durante 6 meses se les cortará el servicio; con previo aviso verbal y escrito antes del corte. Al momento de la reinstalación del servicio se pagará una cuota de trescientos quetzales (Q 300.00) por concepto de corte e instalación, más los meses no pagados.

3.6 Presupuesto del proyecto

3.6.1. Presupuesto

La integración de los costos de ejecución del proyecto se realizó de acuerdo con los criterios comunes de estimación de los mismos.

3.6.2. Control de costos

Para llevar un adecuado control de los costos de cada uno de los elementos del sistema de agua, se revisó si los precios unitarios se encontraban dentro de los límites permitidos en los costos promedios de construcción de SEGEPLAN (2006).

3.6.3. Elaboración de un presupuesto e integración de costos

Se elaboró un presupuesto con los precios unitarios, un cuadro de resumen de las actividades del proyecto, con su cantidad y su unidad, determinando el costo total de cada renglón de trabajo.

Tabla VII. Presupuesto de sistema de agua potable Oratorio

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO				
COMPONENTE	MATERIALES PRESUPUESTADO	M.O. CALIFICADA	M.O. NO CALIFICADA	COSTO TOTAL
PRELIMINARES	Q0.00	Q17,172.00	Q3,000.00	Q20,172.00
CAPTACIÓN	Q13,454.75	Q2,700.00	Q2,400.00	Q18,554.75
CAJA REUNIDORA	Q3,132.81	Q1,350.00	Q1,200.00	Q5,682.81
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Q163,503.73	Q4,590.00	Q10,200.00	Q178,293.73
VÁLVULA DE AIRE	Q12,443.24	Q3,510.00	Q2,400.00	Q18,353.24
VÁLVULA DE LIMPIEZA	Q8,448.45	Q2,700.00	Q2,400.00	Q13,548.45
PASO DE ZANJÓN TIPO A	Q33,921.26	Q12,420.00	Q16,560.00	Q62,901.26
PASO DE ZANJÓN TIPO B	Q2,431.74	Q2,160.00	Q1,440.00	Q6,031.74
CAJA ROMPEPRESIÓN	Q2,687.81	Q1,140.00	Q1,800.00	Q5,627.81
HIPOCLORADOR	Q3,362.43	Q1,620.00	Q1,440.00	Q6,422.43
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 130 m ³	Q116,472.88	Q35,100.00	Q46,800.00	Q198,372.88
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES	Q10,143.12	Q2,280.00	Q2,400.00	Q14,823.12
CAJA ROMPEPRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE	Q17,260.01	Q6,750.00	Q6,000.00	Q30,010.01
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Q109,390.49	Q12,976.20	Q17,301.60	Q139,668.29
VÁLVULA DE COMPUERTA	Q1,838.06	Q675.00	Q600.00	Q3,113.06
CONEXIONES DOMICILIARES	Q187,496.43	Q5,640.00	Q560.00	Q193,696.43
COSTES DIRECTOS	Q685,987.21	Q95,611.20	Q113,501.60	Q895,100.01
ADMINISTRACIÓN				Q89,510.00
UTILIDAD				Q89,510.00
SUPERVISIÓN				Q44,755.00
IMPREVISTOS				Q44,755.00
TOTAL EJECUCIÓN				Q1,163,630.01
CAPACITACIÓN EN ADMINISTRACIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y EDUCACIÓN SANITARIA				Q6,000.00
GRAN TOTAL EN QUETZALES				Q1,169,630.01
GRAN TOTAL EN DÓLARES AMERICANOS		(Q 7.73 = 1.00 \$)		\$151,310.48

Continúa...

LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3400 METROS + RED DE DISTRIBUCIÓN 6140				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
REPLANTAMIENTO TOPOGRÁFICO				
Planimetría	ml	9540	Q0.90	Q8,586.00
Altimetría	ml	9540	Q0.90	Q8,586.00
Subtotal				Q17,172.00
MANO DE OBRA				
No Calificada.	Jornal	50	Q60.00	Q3,000.00
Subtotal				Q3,000.00
TOTAL				Q20,172.00

CAPTACIÓN BROTE DIFUSO (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 4" PVC 160 PSI	Unidad	2.00	Q463.28	Q926.56
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1.00	Q128.44	Q128.44
Adaptador hembra 3"	Unidad	1.00	Q47.85	Q47.85
Adaptador macho 3"	Unidad	1.00	Q37.11	Q37.11
Pichacha 3"	Unidad	1.00	Q46.36	Q46.36
Válvula de compuerta 3" Br	Unidad	1.00	Q479.79	Q479.79
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1.00	Q17.20	Q17.20
Subtotal				Q756.75
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	2.00	Q4.50	Q9.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	4.00	Q125.00	Q500.00
Cemento gris	Saco	60.00	Q45.00	Q2,700.00
Clavo de 3"	Lb.	6.00	Q4.50	Q27.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	6.00	Q30.00	Q180.00
Alambre espigado.	Rollo	2.00	Q185.00	Q370.00
Grapa.	Libra	2.00	Q6.00	Q12.00
Poste brotón	Unidad	40.00	Q22.00	Q880.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	120.00	Q4.50	Q540.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	27.00	Q190.00	Q5,130.00
Piedrín	m3	2.00	Q200.00	Q400.00
Tabla de pino rústica 1**12**10'	Pt.	300.00	Q4.50	Q1,350.00
Arena de río	m3	4.00	Q150.00	Q600.00
Subtotal				Q12,698.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	20.00	Q135.00	Q2,700.00
No Calificada	Jornal	40.00	Q60.00	Q2,400.00
Subtotal				Q5,100.00
TOTAL				Q18,554.75

Continúa...

CAJA REUNIDORA 1 M3 (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Adaptador hembra 3"	Unidad	1.00	Q47.85	Q47.85
Adaptador macho 3"	Unidad	1.00	Q37.11	Q37.11
Pichacha 3"	Unidad	1.00	Q46.36	Q46.36
Válvula de compuerta 3" Br	Unidad	1.00	Q479.79	Q479.79
Codo 3" 90 PVC	Unidad	1.00	Q17.20	Q17.20
Subtotal				Q628.31
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Alambre de amarre cal 16.	Libra	2.00	Q4.50	Q9.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	3.00	Q125.00	Q375.00
Cemento gris	saco	10.00	Q45.00	Q450.00
Clavo de 3"	Libra	2.00	Q4.50	Q9.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	10.00	Q30.00	Q300.00
Alambre espigado.	Rollo	1.00	Q185.00	Q185.00
Grapa.	Libra	9.00	Q6.00	Q54.00
Poste brotón	Unidad	15.00	Q22.00	Q330.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt	25.00	Q4.50	Q112.50
Piedra bola de 6" - 10"	m3	1.50	Q170.00	Q255.00
Piedrín	m3	0.50	Q190.00	Q95.00
Tabla de pino rústica 1"*12"*10'	Pt	40.00	Q4.50	Q180.00
Arena de río	m3	1.00	Q150.00	Q150.00
Subtotal				Q2,504.50
MANO DE OBRA				
Calificada	jornal	10.00	Q135.00	Q1,350.00
No Calificada	jornal	20.00	Q60.00	Q1,200.00
Subtotal				Q2,550.00
TOTAL				Q5,682.81

Continúa...

LÍNEA DE CONDUCCIÓN 3400 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 2 1/2" PVC PSI	Unidad	254	Q188.24	Q47,812.96
Tubo de 3" PVC 160 PSI	Unidad	243	Q281.13	Q68,314.59
Tubo de 4" PVC PSI	Unidad	90	Q463.00	Q41,670.00
Reductor bushing 3" a 2 1/2" PVC	Unidad	1	Q50.24	Q50.24
Reductor bushing 4" a 3" PVC	Unidad	1	Q79.94	Q79.94
Subtotal				Q157,927.73
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	27.2	Q125.00	Q3,400.00
Thiner	Galón	27.2	Q35.00	Q952.00
Wipe	Libra	30.6	Q40.00	Q1,224.00
Subtotal				Q5,576.00
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	34	Q135.00	Q4,590.00
No Calificada.	Jornal	170	Q60.00	Q10,200.00
Subtotal				Q14,790.00
TOTAL				Q178,293.73

Continúa...

VÁLVULA DE AIRE (13)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Adaptador hembra de 1/2"	Unidad	6.00	Q2.40	Q14.40
Adaptador hembra de 3/4"	Unidad	7.00	Q3.11	Q21.77
Niple HG 1/2" x 0.15 m	Unidad	6.00	Q13.00	Q78.00
Niple HG 3/4" x 0.15 m	Unidad	7.00	Q19.00	Q133.00
Tee 3" PVC	Unidad	6.00	Q82.68	Q496.08
Tee 2 1/2" PVC	Unidad	7.00	Q64.98	Q454.86
Reducidor bushing 3" a 2" PVC	Unidad	6.00	Q50.24	Q301.44
Reducidor bushing 2" a 1/2" PVC	Unidad	6.00	Q10.63	Q63.78
Reducidor bushing 2" a 1/2" PVC	Unidad	7.00	Q10.63	Q74.41
Válvula de Aire de 1/2" Br.	Unidad	6.00	Q250.00	Q1,500.00
Válvula de Aire de 3/4" Br.	Unidad	7.00	Q310.00	Q2,170.00
Subtotal				5,307.74
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	6.50	Q4.50	Q29.25
Arena de río	m3	3.25	Q150.00	Q487.50
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	13.00	Q125.00	Q1,625.00
Cemento gris	Saco	26.00	Q45.00	Q1,170.00
Clavo de 3"	Lb.	6.50	Q4.50	Q29.25
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	26.00	Q30.00	Q780.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	195.00	Q4.50	Q877.50
Piedrín	m3	1.30	Q190.00	Q247.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	260.00	Q4.50	Q1,170.00
Subtotal				6,415.50
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	26.00	Q135.00	Q3,510.00
No Calificada	Jornal	52.00	Q60.00	Q3,120.00
Subtotal				6,630.00
TOTAL				18,353.24

Continúa...

VÁLVULA DE LIMPIEZA (10)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Adaptador macho de 2"	Unidad	10.00	Q9.84	Q98.40
Tee 3" PVC	Unidad	5.00	Q82.68	Q413.40
Tee 2 1/2" PVC	Unidad	5.00	Q64.98	Q324.90
Tubo 2" PVC PSI	Unidad	5.00	Q128.44	Q642.20
Reductor bushing 3" a 2" PVC	Unidad	5.00	Q50.24	Q251.20
Reductor bushing 2 1/2" a 2" PVC	Unidad	5.00	Q31.87	Q159.35
Válvula de compuerta de 2" Br	Unidad	10.00	Q274.90	Q2,749.00
Subtotal				Q4,638.45
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	5.00	Q4.50	Q22.50
Arena de río	m3	2.50	Q150.00	Q375.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Cemento gris	Saco	20.00	Q45.00	Q900.00
Clavo de 3"	Lb.	5.00	Q4.50	Q22.50
Hierro corrugado de 3/8" grado 40	Varilla	20.00	Q30.00	Q600.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt.	150.00	Q4.50	Q675.00
Piedrín	m3	1.00	Q190.00	Q190.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	200.00	Q4.50	Q900.00
Subtotal				Q3,810.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	20.00	Q135.00	Q2,700.00
No Calificada	Jornal	40.00	Q60.00	Q2,400.00
Subtotal				Q5,100.00
TOTAL				Q13,548.45

Continúa...

CAJA ROMPEPRESIÓN				1
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	1.00	Q137.00	Q137.00
Adaptador hembra 3"	Unidad	1.00	Q47.85	Q47.85
Adaptador macho 3"	Unidad	1.00	Q37.11	Q37.11
Pichacha 3"	Unidad	1.00	Q84.55	Q84.55
Válvula de compuerta 3" Br	Unidad	1.00	Q455.10	Q455.10
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1.00	Q17.20	Q17.20
Subtotal				Q778.81
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Cemento gris	Saco	14.00	Q50.00	Q700.00
Arena de río	m3	0.99	Q200.00	Q198.00
Piedrín	0	0.15	Q200.00	Q30.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	2.00	Q200.00	Q400.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	4.00	Q36.00	Q144.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.00	Q6.00	Q6.00
Parales de madera de 3" *3" 8'	UNIDAD	4.00	Q30.00	Q120.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	6.00	Q30.00	Q180.00
Clavo de 3"	Lb.	1.20	Q5.00	Q6.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q1,909.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	6.00	Q190.00	Q1,140.00
No Calificada	Jornal	30.00	Q60.00	Q1,800.00
Subtotal				Q2,940.00
TOTAL				Q5,627.81

Continúa...

PASO DE ZANJÓN TIPO A (22)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 3" PVC 160 PSI	Unidad	46	Q281.13	Q12,931.98
Codo de 3" * 45 PVC 160 PSI	Unidad	46	Q75.68	Q3,481.28
Subtotal				Q16,413.26
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	161	Q45.00	Q7,245.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	11.5	Q4.50	Q51.75
Clavo de 3"	Lb.	11.5	Q4.50	Q51.75
Arena de río	m3	9.2	Q150.00	Q1,380.00
Cemento solvente 1/4 de galón	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Piedra bola de 2" - 4"	m3	18.4	Q190.00	Q3,496.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	805	Q4.50	Q3,622.50
Parales de madreá 3" *3" *10'	Pt.	345	Q4.50	Q1,552.50
Subtotal				Q15,972.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	92	Q135.00	Q12,420.00
No Calificada	Jornal	276	Q60.00	Q16,560.00
Subtotal				Q30,516.00
TOTAL				Q62,901.26

PASO DE ZANJÓN TIPO B (2)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 3" HG T.L.	Unidad	2	Q605.74	Q1,211.48
Codo de 3" * 45 HG	Unidad	2	Q175.56	Q351.12
Cable de 1/2"	ml	2	Q36.00	Q72.00
Subtotal				Q1,634.60
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN				
Cemento gris	Saco	2	Q45.00	Q90.00
Arena de río	m3	0.11	Q150.00	Q16.50
Piedrín	m3	0.09	Q190.00	Q17.10
Piedra bola de 6" - 10"	m3	0.05	Q170.00	Q8.50
hierro Ø 3/8"	varilla	2	Q36.00	Q72.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	0.62	Q6.00	Q3.72
Clavo de 3"	Lb.	1	Q5.00	Q5.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	pt	10	Q4.50	Q45.00
Parales de madreá 3" *3" *10'	pt	7.5	Q4.50	Q33.75
Permatex Pomo 170 gr	Unidad	2.00	Q38.00	Q76.00
Subtotal				Q367.57
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	16	Q135.00	Q2,160.00
No Calificada	Jornal	24	Q60.00	Q1,440.00
Sub Total				Q1,536.00
TOTAL				Q3,538.17

Continúa...

HIPOCLORADOR (1)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 1/2" PVC 315 PSI	Unidad	1	Q29.82	Q29.82
Tee de 1/2" PVC	Unidad	1	Q2.50	Q2.50
Tee de 2 1/2" PVC	Unidad	1	Q64.98	Q64.98
Reductor bushing de 2 1/2 a 1/2" PVC	Unidad	1	Q10.63	Q10.63
Codo de 1/2" * 45 PVC	Unidad	1	Q6.50	Q6.50
Codo 1/2"*90 PVC	Unidad	2	Q2.50	Q5.00
Flotador PVC	Unidad	1	Q13.00	Q13.00
Manguera plástica de 5/16"	Unidad	1	Q7.00	Q7.00
Tapón hembra de 1/2" PVC	Unidad	1	Q4.00	Q4.00
Válvula de compuerta de 1/2" Br	Unidad	1	Q32.00	Q32.00
Válvula de compuerta 1/2" plástica	Unidad	1	Q17.00	Q17.00
Válvula de flote de 1/2"	Unidad	1	Q190.00	Q190.00
Subtotal				Q382.43
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	13	Q45.00	Q585.00
Clavo de 3"	Lb.	5	Q4.50	Q22.50
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	5	Q4.50	Q22.50
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	18	Q30.00	Q540.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	2	Q125.00	Q250.00
Arena de río	m3	1	Q150.00	Q150.00
Parales de madera 3" *3" *10'	Unidad	100	Q4.50	Q450.00
Piedrín	m3	1.5	Q190.00	Q285.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	150	Q4.50	Q675.00
Subtotal				Q2,980.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	12	Q135.00	Q1,620.00
No Calificada	Jornal	24	Q60.00	Q1,440.00
Subtotal				Q3,060.00
TOTAL				Q6,422.43

Continúa...

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 130 m³ CON VÁLVULAS DE COMPUERTA				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.	(Q)
)	
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 4" PVC de 160 PSI (drenaje-rebalse)	Unidad	1	Q463.28	Q463.28
Adaptador macho de 2 1/2"	Unidad	2	Q26.02	Q52.04
Adaptador macho 4"	Unidad	2	Q52.76	Q105.52
Codo de 4" * 90° PVC	Unidad	4	Q88.93	Q355.72
Codo de 2"* 90° PVC	Unidad	1	Q14.37	Q14.37
Tee 4" PVC	Unidad	1	Q137.64	Q137.64
Válvula de compuerta de 4" Br	Unidad	1	Q1,122.71	Q1,122.71
Válvula de compuerta de 2 1/2" Br	Unidad	1	Q455.10	Q455.10
Tubo HG 3/4" tipo liviano (escalera interior)	Unidad	1	Q130.00	Q130.00
Subtotal				Q2,836.38
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	910	Q45.00	Q40,950.00
Clavo de 3"	Lb.	195	Q4.50	Q877.50
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	50	Q4.50	Q225.00
Hierro de 1/4" liso Grado 40	Varilla	26	Q15.00	Q390.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	65.2	Q30.00	Q1,956.00
Hierro corrugado de 1/2" Grado 40	Varilla	38	Q49.00	Q1,862.00
Hierro corrugado de 5/8" Grado 40	Varilla	12	Q60.00	Q720.00
Grapa	Lb.	39	Q6.00	Q234.00
Alambre espigado	Rollo	2	Q185.00	Q370.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	5	Q125.00	Q625.00
Cedazo para respiradero	Yd.	1	Q17.00	Q17.00
Poste brotón	Unidad	60	Q22.00	Q1,320.00
Arena de río	m3	91	Q150.00	Q13,650.00
Piedrín	m3	6.5	Q190.00	Q1,235.00
Piedra bola de 2" - 4"	m3	169	Q170.00	Q28,730.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt.	2600	Q4.50	Q11,700.00
Parales de 3" *3"* 10'	Pt.	1950	Q4.50	Q8,775.00
Subtotal				Q113,636.50
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	260	Q135.00	Q35,100.00
No Calificada	Jornal	780	Q60.00	Q46,800.00
Subtotal				Q81,900.00
TOTAL				Q198,372.88

Continúa...

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES DE 3 VERTEDEROS				3
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (Q.)	TOTAL (Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo 2" PVC	Unidad	3.00	Q82.96	Q248.88
Adaptador hembra 4"	Unidad	6.00	Q51.86	Q311.16
Adaptador macho 4"	Unidad	6.00	Q52.76	Q316.56
Adaptador hembra 2"	Unidad	6.00	Q9.04	Q54.24
Adaptador macho 2"	Unidad	6.00	Q9.84	Q59.04
Adaptador hembra 1 1/2"	Unidad	3.00	Q6.58	Q19.74
Adaptador macho 1 1/2"	Unidad	3.00	Q6.70	Q20.10
Pichacha 4"	Unidad	3.00	Q48.40	Q145.20
Pichacha 2"	Unidad	3.00	Q21.20	Q63.60
Pichacha 1 1/2"	Unidad	3.00	Q15.23	Q45.69
Válvula de compuerta 4" Br	Unidad	6.00	Q1,122.71	Q6,736.26
Válvula de compuerta 2" Br	Unidad	6.00	Q274.90	Q1,649.40
Válvula de compuerta 1 1/2" Br	Unidad	3.00	Q159.46	Q478.38
Codo 2" 90 PVC	Unidad	3.00	Q14.37	Q43.11
Subtotal				Q10,191.36
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	97.00	Q50.00	Q4,850.00
Arena de río	m3	6.74	Q200.00	Q1,348.00
Piedrín	0	2.23	Q200.00	Q446.00
Piedra bola de 6" - 10"	m3	9.00	Q200.00	Q1,800.00
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	4.00	Q36.00	Q144.00
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	1.00	Q6.00	Q6.00
Parales de madera de 3" *3" * 8'	UNIDAD	23.00	Q30.00	Q690.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	UNIDAD	32.00	Q30.00	Q960.00
Clavo de 3"	Lb.	6.40	Q5.00	Q32.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	1.00	Q125.00	Q125.00
Subtotal				Q10,401.00
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	12.00	Q190.00	Q2,280.00
No Calificada	Jornal	40.00	Q60.00	Q2,400.00
Subtotal				Q4,680.00
TOTAL				Q25,272.36

Continúa...

CAJA ROMPEPRESIÓN CON VÁLVULA DE FLOTE (5)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 2" pvc 160 PSI (drenaje)	Unidad	3	Q137.00	Q411.00
Adaptador macho de 4"	Unidad	2	Q52.76	Q105.52
Válvula de compuerta 4" Br	Unidad	1	Q1,122.71	Q1,122.71
Codo 4"*90° pvc	Unidad	2	Q88.93	Q177.86
Tapón hembra 4" PVC	Unidad	1	Q46.36	Q46.36
Adaptador macho de 4"	Unidad	1	Q52.76	Q52.76
Adaptador macho de 2 1/2"	Unidad	3	Q25.95	Q77.85
Válvula de compuerta 2 1/2" Br	Unidad	2	Q455.10	Q910.20
Codo 2 1/2"*90° pvc	Unidad	4	Q70.05	Q280.20
Tapón hembra 1 1/2" PVC	Unidad	1	Q6.31	Q6.31
Adaptador macho de 1 1/2"	Unidad	3	Q6.70	Q20.10
Válvula de compuerta 1 1/2" Br	Unidad	1	Q202.00	Q202.00
Codo 1 1/2"*90° pvc	Unidad	2	Q9.26	Q18.52
Tapón hembra 2" PVC	Unidad	1	Q7.33	Q7.33
Adaptador macho de 2"	Unidad	1	Q9.84	Q9.84
Adaptador macho de 1"	Unidad	2	Q4.94	Q9.88
Válvula de compuerta 1" Br	Unidad	1	Q107.00	Q107.00
Codo 1"*90° pvc	Unidad	2	Q6.54	Q13.08
Tapón hembra 1" PVC	Unidad	1	Q3.71	Q3.71
Adaptador macho de 1"	Unidad	1	Q1.28	Q1.28
Codo 2"*90° pvc (drenaje)	Unidad	3	Q6.60	Q19.80
Adaptador hembra de 1/2"	Unidad	3	Q2.40	Q7.20
Válvula de Flote de 4" Br	Unidad	1	Q564.00	Q564.00
Válvula de Flote de 2 1/2" Br	Unidad	2	Q384.00	Q768.00
Válvula de Flote de 1 1/2" Br	Unidad	1	Q254.00	Q254.00
Válvula de Flote de 1" Br	Unidad	1	Q59.00	Q59.00
Subtotal				Q5,255.51
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento gris	Saco	39.00	Q45.00	Q1,755.00
Clavo de 3"	Lb.	9.00	Q4.50	Q40.50
Alambre de amarre cal 16.	Lb.	9.00	Q4.50	Q40.50
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40	Varilla	30.00	Q30.00	Q900.00
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	9.00	Q125.00	Q1,125.00
Alambre espigado	Rollo	3.00	Q185.00	Q555.00
Grapa	Lb.	6.00	Q6.00	Q36.00
Arena de río	m3	3.00	Q150.00	Q450.00
Piedrín	m3	1.50	Q190.00	Q285.00
Piedra bola de 2" - 4"	m3	4.50	Q170.00	Q765.00
Tabla de pino rústica1"*12"*10'	Pt.	120.00	Q4.50	Q540.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt	75.00	Q4.50	Q337.50
Poste brotón	Unidad	15.00	Q22.00	Q330.00
Subtotal				Q7,159.50
MANO DE OBRA				
Calificada	Jornal	30.00	Q135.00	Q4,050.00
No Calificada	Jornal	60.00	Q60.00	Q3,600.00
Subtotal				Q7,650.00
TOTAL				Q20,065.01

Continúa...

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6408 METROS				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 3/4" PVC 250 PSI	Unidad	242	Q37.85	Q9,159.70
Tubo de 1" PVC 160 PSI	Unidad	232	Q46.51	Q10,790.32
Tubo de 1 1/2" PVC 160 PSI	Unidad	171	Q82.43	Q14,095.53
Tubo de 2" PVC 160PSI	Unidad	175	Q128.44	Q22,477.00
Tubo de 3" PVC 160 PSI	Unidad	69	Q281.13	Q19,397.97
Tubo de 4" PVC 160 PSI	Unidad	53	Q463.28	Q24,553.84
Codo de 3/4" * 45 PVC	Unidad	3	Q6.16	Q18.48
Codo de 3/4" * 90 PVC	Unidad	2	Q2.82	Q5.64
Codo de 1" * 45 PVC	Unidad	15	Q7.90	Q118.50
Codo de 1" * 90 PVC	Unidad	17	Q6.54	Q111.18
Codo de 1 1/2" * 45 PVC	Unidad	8	Q13.21	Q105.68
Codo de 1 1/2" * 90 PVC	Unidad	3	Q19.71	Q59.13
Codo de 2" * 45 PVC	Unidad	6	Q16.75	Q100.50
Codo de 2" * 90 PVC	Unidad	2	Q14.37	Q28.74
Codo de 2 1/2" * 45 PVC	Unidad	9	Q67.11	Q603.99
Codo de 2 1/2" * 90 PVC	Unidad	5	Q70.05	Q350.25
Codo de 3" * 45 PVC	Unidad	12	Q75.04	Q900.48
Codo de 3" * 90 PVC	Unidad	2	Q75.68	Q151.36
Reductor bushing 1" a 1/2" PVC	Unidad	3	Q3.65	Q10.95
Reductor bushing 1" a 3/4" PVC	Unidad	8	Q3.65	Q29.20
Reductor bushing 1 1/2" a 1" PVC	Unidad	7	Q6.31	Q44.17
Reductor bushing 2" a 1" PVC	Unidad	7	Q10.63	Q74.41
Reductor bushing 2 1/2" a 2" PVC	Unidad	8	Q31.87	Q254.96
Reductor bushing 2" a 1 1/2" PVC	Unidad	14	Q10.63	Q148.82
Reductor bushing 3" a 2 1/2" PVC	Unidad	8	Q50.24	Q401.92
Reductor bushing 4" a 3" PVC	Unidad	6	Q79.94	Q479.64
Tapón hembra 3/4" PVC	Unidad	8	2.23	Q17.84
Tapón hembra 1" PVC	Unidad	4	3.71	Q14.84
Tapón hembra 1 1/4" PVC	Unidad	3	5.28	Q15.84
Tapón hembra 1 1/2" PVC	Unidad	0	6.31	Q0.00
Tapón hembra 2" PVC	Unidad	5	7.33	Q36.65
Tee 1" PVC	Unidad	2	Q6.31	Q12.62
Tee 1 1/2" PVC	Unidad	3	Q12.18	Q36.54
Tee 2" PVC	Unidad	1	Q16.37	Q16.37
Tee 3" PVC	Unidad	1	Q82.68	Q82.68
Tee 4" PVC	Unidad	3	Q137.64	Q412.92
Cruz 4" PVC	Unidad	1	Q348.36	Q348.36
Cruz 1 1/2" PVC	Unidad	1	Q46.63	Q46.63
Subtotal				Q105,513.65
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	19.224	Q125.00	Q2,403.00
Thiner	Galón	12.816	Q35.00	Q448.56
Wipe	Libra	25.632	Q40.00	Q1,025.28
Subtotal				Q3,876.84
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	96.12	Q135.00	Q12,976.20
No Calificada.	Jornal	288.36	Q60.00	Q17,301.60
Subtotal				Q30,277.80
TOTAL				Q139,668.29

Continúa...

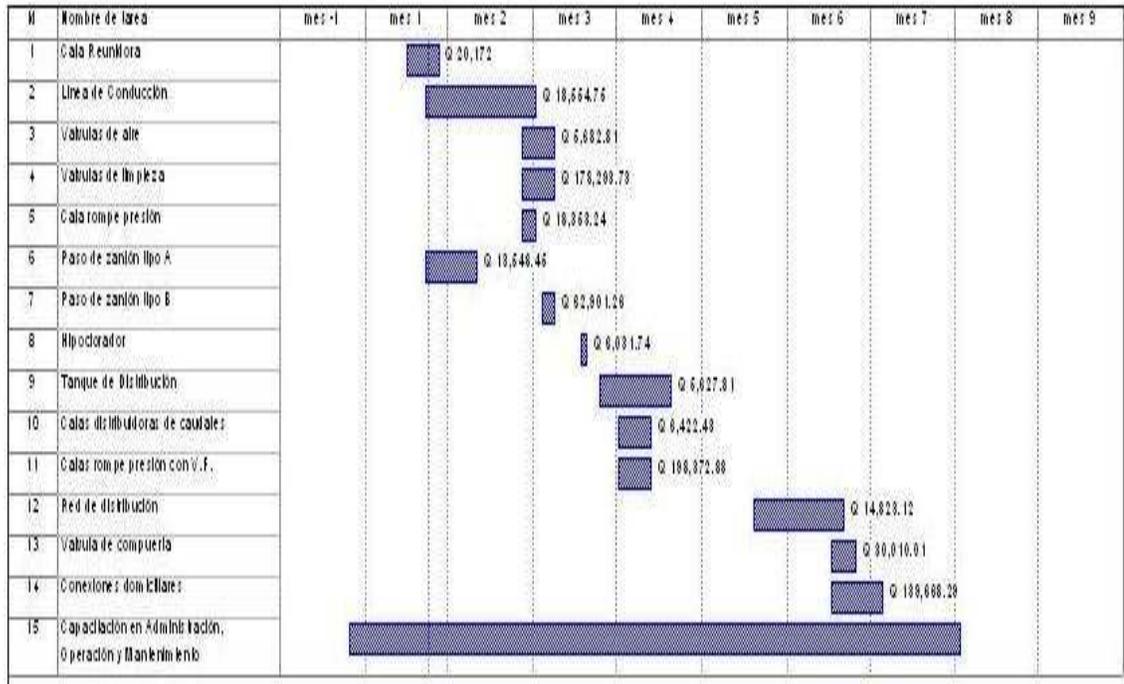
CONEXIONES DOMICILIARES (185)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tubo de 1/2" PVC	Unidad	555.00	Q29.82	Q16,550.10
Tee de 4" PVC	Unidad	6.00	Q137.64	Q825.84
Tee de 3" PVC	Unidad	10.00	Q82.68	Q826.80
Tee de 2 1/2" PVC	Unidad	14.00	Q64.98	Q909.72
Tee de 2 "PVC	Unidad	36.00	Q16.37	Q589.32
Tee de 1 1/2" PVC	Unidad	30.00	Q12.18	Q365.40
Tee de 1" PVC	Unidad	89.00	Q6.31	Q561.59
Reducidor bushing 4" a 2" PVC	Unidad	6.00	Q79.94	Q479.64
Reducidor bushing 3" a 2" PVC	Unidad	10.00	Q50.24	Q502.40
Reducidor bushing 2" a 1/2" PVC	Unidad	52.00	Q10.63	Q552.76
Reducidor bushing 2 1/2" a 1 1/2" PVC	Unidad	14.00	Q10.63	Q148.82
Reducidor bushing 1 1/2" a 1/2" PVC	Unidad	44.00	Q6.31	Q277.64
Reducidor bushing 1" a 1/2" PVC	Unidad	89.00	Q3.65	Q324.85
Llave de paso de 1/2" Br	Unidad	185.00	Q45.17	Q8,356.45
Adaptador macho de 1/2" PVC	Unidad	740.00	Q1.28	Q947.20
Válvula de compuerta de 1/2" Br.	Unidad	185.00	Q63.17	Q11,686.45
Válvula de cheque	Unidad	185.00	Q33.15	Q6,132.75
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	370.00	Q2.40	Q888.00
Medidor domiciliar	Unidad	185.00	Q265.00	Q49,025.00
Subtotal				Q99,950.73
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Caja para válvula compuerta y medidor de 50*20*30 cm	Unidad	185.00	Q183.91	Q34,023.35
Caja para válvula de paso	Unidad	185.00	Q183.91	Q34,023.35
Candado para intemperie de 60 mm	Unidad	185.00	Q100.00	Q18,500.00
Cemento Solvente 1/4 de galón	Unidad	3.70	Q125.00	Q462.50
Thiner	Galón	7.40	Q35.00	Q259.00
Wipe	Libra	23.13	Q12.00	Q277.50
Subtotal				Q87,545.70
MANO DE OBRA				
Calificada.	Jornal	47.00	Q120.00	Q5,640.00
No Calificada.	Jornal	16.00	Q35.00	560.00
Subtotal				Q6,200.00
TOTAL				Q193,696.43

Continúa...

VÁLVULA DE COMPUERTA (5)				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
			UNITARIO (Q.)	(Q)
TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Adaptador macho de 1" PVC.	Unidad	4	Q4.94	Q19.76
Adaptador macho de 2" PVC	Unidad	2	Q9.84	Q19.68
Adaptador macho de 2 1/2" PVC	Unidad	2	Q25.95	Q51.90
Válvula de compuerta de 4" Br	Unidad	2	Q37.11	Q74.22
Subtotal				Q165.56
MATERIALES DE CONSTRUCCION				
Alambre de amarre cal 16.	Libra	5.00	Q4.50	Q22.50
Cemento gris.	Saco	5.00	Q45.00	Q225.00
Clavo de 3".	Libra	5.00	Q4.50	Q22.50
Hierro corrugado de 3/8" Grado 40.	Varilla	15.00	Q30.00	Q450.00
Candado para intemperie de 60 mm.	Unidad	5.00	Q125.00	Q625.00
Arena de río.	m3	0.50	Q150.00	Q75.00
Parales de madera de 3" *3"* 10'	Pt	15.00	Q4.50	Q67.50
Piedrín	m3	0.50	Q190.00	Q95.00
Tabla de pino rústica 1" *12" *10'	Pt	20.00	Q4.50	Q90.00
Subtotal				Q1,672.50
MANO DE OBRA				
Calificada.	jornal	5	Q135.00	Q675.00
No Calificada.	jornal	10	Q60.00	Q600.00
Subtotal				Q1,275.00
TOTAL				Q3,113.06

3.6.4. Cronograma de ejecución inversión

Figura 9. Cronograma de ejecución inversión



3.7 Evaluación socio-económica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o “productos del proyecto” se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales

deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, éstos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

3.7.1 Valor Presente Neto

Para determinar el valor presente neto se seguirán los siguientes pasos:

- Determinación de los costos económicos (inversión) del proyecto y los costos de mantenimiento anual, durante el periodo de diseño determinado.
- Valorización de los beneficios esperados por el usuario
- Traslado a valor presente de los costos y beneficios, con una tasa social de descuento del 12%. Para el caso de los beneficios se debe de tomar en cuenta que éstos inician con una cantidad fija y van en aumento progresivamente con la población, mediante la siguiente ecuación:

$$Vp = \frac{\text{Valor.futuro}}{(1+r)^n}$$

Donde:

Vp = Valor presente

r = tasa de descuento

n = años

- Obtención del valor presente neto, restando los costos actualizados de los beneficios actualizados.

El valor presente neto, para ser aceptable, debe ser *positivo*

3.7.2 Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno es aquella para la cual los costos y los beneficios son iguales y se determina con la siguiente ecuación:

$$Tir = (IP+) \pm \frac{(VAN+)}{(VAN+) + (VAN-)}$$

La tasa interna de retorno, para ser aceptable, debe ser mayor a la tasa de descuento (12%)

A continuación se muestra el cálculo del valor presente neto y la tasa interna de retorno:

Tabla VIII. Análisis económico – social

ANÁLISIS ECONÓMICO - SOCIAL		
Familias beneficiarias		185
Costo de Operación y Mantenimiento		
Costo del proyecto		Q1,169,630.01
Tarifa mensual		Q19.00
Tarifa anual		Q228.00
Beneficios Económicos		
Ingresos por trabajador al mes	Q910.00	
Ingresos por trabajador por hora	Q3.79	
Beneficios Directos	horas	beneficio anual
<i>Disponer de más tiempo</i>		
Ahorro de tiempo en almacenaje	0.5	Q682.50
Ahorro de tiempo en potabilizar (hervir o clorar)	0.5	Q682.50
<i>Sub-total beneficios directos por familia beneficiada</i>		
<i>Beneficios Indirectos</i>		
Plusvalía Terreno (5%)		Q750.00
Ahorro en gastos, médicos y medicinas		Q192.00
Ahorro en el trabajo al no enfermarse (4 veces al año)		Q121.33
<i>Sub-total beneficios indirectos por familia beneficiada</i>		
<i>TOTAL BENEFICIOS POR FAMILIA BENEFICIADA</i>		
		Q1,063.33
<i>Total de beneficios anuales</i>		Q196,716.67

Tabla IX. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

Años	Costo Económico	Mantenimiento	VP Mantenimiento	Beneficios	VP Beneficios	VAN(+)	VAN(-)
0	- Q1,169,630.01					11.00%	12.70%
1		Q42,180.00	-Q37,660.71	Q196,716.67	Q175,639.88	Q177,222.22	Q174,548.95
2		Q42,180.00	-Q33,625.64	Q196,716.67	Q156,821.32	Q159,659.66	Q154,879.28
3		Q42,180.00	-Q30,022.89	Q196,716.67	Q140,019.04	Q143,837.53	Q137,426.16
4		Q42,180.00	-Q26,806.15	Q196,716.67	Q125,017.00	Q129,583.36	Q121,939.80
5		Q42,180.00	-Q23,934.06	Q196,716.67	Q111,622.32	Q116,741.77	Q108,198.58
6		Q42,180.00	-Q21,369.70	Q196,716.67	Q99,662.79	Q105,172.76	Q96,005.84
7		Q42,180.00	-Q19,080.09	Q196,716.67	Q88,984.63	Q94,750.24	Q85,187.08
8		Q42,180.00	-Q17,035.79	Q196,716.67	Q79,450.56	Q85,360.57	Q75,587.47
9		Q42,180.00	-Q15,210.53	Q196,716.67	Q70,938.00	Q76,901.42	Q67,069.63
10		Q42,180.00	-Q13,580.83	Q196,716.67	Q63,337.50	Q69,280.56	Q59,511.65
11		Q42,180.00	-Q12,125.74	Q196,716.67	Q56,551.34	Q62,414.92	Q52,805.37
12		Q42,180.00	-Q10,826.56	Q196,716.67	Q50,492.27	Q56,229.65	Q46,854.81
13		Q42,180.00	-Q9,666.57	Q196,716.67	Q45,082.38	Q50,657.35	Q41,574.81
14		Q42,180.00	-Q8,630.86	Q196,716.67	Q40,252.13	Q45,637.25	Q36,889.80
15		Q42,180.00	-Q7,706.13	Q196,716.67	Q35,939.40	Q41,114.64	Q32,732.74
16		Q42,180.00	-Q6,880.47	Q196,716.67	Q32,088.75	Q37,040.21	Q29,044.14
17		Q42,180.00	-Q6,143.28	Q196,716.67	Q28,650.67	Q33,369.56	Q25,771.20
18		Q42,180.00	-Q5,485.07	Q196,716.67	Q25,580.95	Q30,062.67	Q22,867.08
19		Q42,180.00	-Q4,897.38	Q196,716.67	Q22,840.14	Q27,083.49	Q20,290.22
20		Q42,180.00	-Q4,372.66	Q196,716.67	Q20,392.98	Q24,399.54	Q18,003.74
21		Q42,180.00	-Q3,904.16	Q196,716.67	Q18,208.02	Q21,981.56	Q15,974.93
22		Q42,180.00	-Q3,485.86	Q196,716.67	Q16,257.16	Q19,803.21	Q14,174.74
	- Q1,169,630.01		-Q322,451.16		Q1,503,829.23	116,222.97	-54,743.14
Resultados Económicos							
Valor Actual Neto			Q11,748.06	<i>Positivo, se acepta</i>			
Tasa Interna de Retorno			12.16%	<i>Mayor que la tasa de descuento (12%), se acepta</i>			
Relación Beneficio-Costo			1.01	<i>Mayor que 1, se acepta</i>			

3.8 Evaluación de impacto ambiental

Para proyectos de acueductos rurales, los impactos ambientales son generalmente los siguientes:

3.8.1 Impactos ambientales

- **Uso de sustancias o materiales:** debido a la obra civil que es necesario construir y a la necesidad de unión de los tubos, es necesario la utilización de cemento Portland para la obra civil, y de cemento solvente para la unión de los tubos.
- **Combustibles utilizados y gases emanados:** por lo regular, los únicos combustibles que se utilizan en acueductos rurales son los utilizados por los vehículos que llevan los materiales a la comunidad, y los vehículos del personal que supervisa y construye el proyecto.
- **Residuos contaminantes:** los residuos sólidos se derivan únicamente en la fase de construcción y están constituidos únicamente por los materiales sobrantes, tales como madera, papel, viruta de tubos de PVC y restos de metales de tubería HG.
- **Descarga de aguas residuales:** debido a la falta de drenaje en la comunidad, las descargas de aguas residuales se limitan a las provenientes del lavado de enseres de comida y ropa en las pilas domiciliarias de la comunidad.

3.8.2 Plan de mitigación

- La actividad a desarrollar por la ejecución del proyecto contempla el compromiso del comité de iniciar las gestiones necesarias ante las autoridades municipales para la iniciación de los estudios de la cantidad de cajas trampas de grasa y pozos sumideros necesarios en la comunidad.
- Se reforestará el área aledaña al nacimiento, lo que permitirá el mantenimiento de éstos y el mejoramiento del medio ambiente.
- Se informará en los talleres de capacitación, al comité y población en general, sobre la importancia de los bosques y el impacto de la disminución del caudal de la fuente en época de estiaje,

Se ilustran en la tabla siguiente:

Tabla X. Medidas de mitigación

RECURSO	IMPACTO	CANTIDAD APROXIMADA	MITIGACIÓN	COSTO ESTIMADO
Nacimientos	Extinción	6.33 l/s	Reforestación	Q7,500.00
Descargas de aguas residuales	Contaminación del medio		Inicio de gestiones para diagnóstico de saneamiento y disposición de aguas grises	Q814,000.00
Medio ambiente	Emisión de gases	despreciable	Impacto reversible	
Medio ambiente	Generación de basura	despreciable	Control por parte del comité	

4 CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR LA TORMENTA STAN EN EL MUNICIPIO DE SOLOLÁ

4.1. Antecedentes

La temporada de huracanes en el Atlántico en el año 2005, comenzó, oficialmente, el 1 de junio de 2005 y duró hasta el 30 de noviembre de 2005. Batió numerosos registros históricos al producirse más tormentas tropicales que cualquier otro año del que se tienen registros (27), más huracanes (14), más huracanes categoría 5 en la escala Saffir-Simpson (3); ninguna otra temporada había registrado más de dos huracanes de esa fuerza y la presión más baja registrada para un huracán con 882 hPa en el centro del huracán Wilma. Además, no sólo agotó la lista de nombres (algo que ya se había producido en tres ocasiones en el Pacífico) sino que estrenó el alfabeto griego para nombrar hasta seis tormentas, de las cuales dos (Beta y Épsilon) adquirieron la categoría de huracán.

El Huracán Stan fue la decimoctava tormenta tropical y el décimo huracán de la temporada de huracanes del Océano Atlántico en el año 2005. Fue una tormenta relativamente fuerte que, mientras se estableció como huracán de Categoría 1, durante un corto período de tiempo, causó inundaciones y desprendimientos en los países centroamericanos y el sur de México.

Sin duda el país más afectado fue Guatemala donde se produjo el mayor número de fallecidos, y los departamentos que según la Comisión Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) que fueron más afectados son San Marcos, Escuintla, Huehuetenango y Sololá.

4.2. Justificación

Durante los primeros días del mes de octubre del año 2005, quince departamentos de Guatemala, entre ellos el departamento de Sololá, fueron afectados por la Tormenta Tropical Stan. Los daños ocasionados se cuentan tanto en pérdidas humanas, como en infraestructura. Se estima que el costo de la reconstrucción para el departamento, asciende a 661 millones de quetzales.

La falta de conciencia, entendimiento y respeto de la íntima relación que los seres humanos tenemos con la naturaleza ha provocado, que por causa de nuestras actividades, el planeta este sufriendo un cambio significativo en sus condiciones climáticas y sus ecosistemas. Todos sabemos que estos cambios se han producido repetidas veces en la historia natural de la tierra. Las consecuencias nefastas de estos cambios se evidencian en las catástrofes que afectan principalmente a las poblaciones más pobres del mundo. Un ejemplo claro ha sido evidente en las últimas décadas en Centroamérica y el Caribe, con el aumento en número e intensidad de las tormentas tropicales y huracanes.

Las posibilidades de ser damnificados y la dificultad para afrontar con éxito estos desastres naturales, son obviamente más altas y más difíciles para los países en vías de desarrollo y especialmente en las comunidades rurales en donde se vive una situación de pobreza y de pobreza extrema, la cual da como resultado un alto riesgo de no sobrevivir a cualquier catástrofe.

Es de vital importancia la coordinación efectiva entre las autoridades y actores locales, el Gobierno y la Cooperación Internacional, con el fin de no duplicar esfuerzos y hacer que los recursos para la reconstrucción estén dirigidos hacia un verdadero desarrollo humano.

Es por esto que la municipalidad de Sololá se vio en la necesidad de formar un equipo técnico para la verificación de los datos proporcionados por los COCODES (Consejos Comunitarios de Desarrollo), de los caseríos afectados en su infraestructura, y así determinar un costo estimado del daño causado, creando un banco de proyectos en el marco de la reconstrucción.

Este capítulo se enfocará principalmente al trabajo realizado en la verificación de daños en caminos y puentes del municipio de Sololá, debido a que éste fue el equipo de trabajo al cual fui asignado por las autoridades municipales.

4.3. Metodología utilizada para los levantamientos de daños en campo

- Primera Fase: Organización.

Se integró la comisión de reconstrucción y se nombró un equipo planificador integrado por el Gobernador Departamental, el Gerente del Consejo de Desarrollo, SEGEPLAN, PNUD, AMSCLAE y Vivamos Mejor. Las directrices del plan están dirigidas a la reconstrucción de la infraestructura social, la reactivación económica, la reducción de riesgos y el fortalecimiento del tejido social. Este plan tendrá como marco de referencia el al Plan Nacional de Reconstrucción y el Plan de Desarrollo Sostenible de Sololá.

- Segunda Fase: Diagnósticos.

Se recopilaron todos los datos de los diagnósticos realizados durante el mes de octubre por los diferentes actores: municipalidades, sector público y organizaciones no gubernamentales. La recopilación de la información en el municipio de Sololá se realizó de la forma siguiente:

La municipalidad de Sololá formó 4 equipos técnicos de verificación de los siguientes daños en infraestructura dentro de las comunidades:

1. Daños a los sistemas de agua potable y minirriegos
2. Daños en caminos y puentes
3. Daños en viviendas y escuelas
4. Daños en cultivos o siembras

Se sistematizó y analizó la información. Con boletas uniformes para recopilar los vacíos de información. Se capacitó a las unidades técnicas municipales en la utilización de estas boletas para corroborar la información y llenar los vacíos existente. Se realizaron talleres con los Consejos Municipales y Departamental de Desarrollo para validar del Diagnóstico Departamental.

- Tercera Fase: Priorización

Para la priorización de los proyectos se tomaron en cuenta los siguientes factores:

Si una parte o toda la población de la comunidad o caserío se encuentra incomunicada por medio de vehículo, se clasificará como prioridad ALTA (ROJO).

Si se trata de una infraestructura (puentes vehiculares), que ha colapsado y damnifique la comunicación vial entre dos comunidades, se clasificará como prioridad ALTA (ROJO).

Si se trata de una infraestructura que corra el riesgo de colapsar y de dejar incomunicada a una parte de la población o que su posible colapso ponga en riesgo físico a la población, se clasificará como prioridad MEDIA (AMARILLO).

Si se trata de daños que no imposibiliten el tránsito de vehículo, o derrumbes sobre caminos que puedan ser limpiados por medio de mano de obra proveniente de la comunidad, se clasificará como prioridad BAJA (VERDE).

4.4. Elaboración de informes individuales

Se informó mediante una asamblea a los COCODES del cronograma de visitas a los caseríos que reportaron daños, con el objeto de verificar los daños y dar dictámenes y recomendaciones técnicas al respecto.

Se evaluó con el acompañamiento del COCODE de cada caserío los daños ocasionados por la tormenta Stan, y se solicitó la firma y sello respectivo después de cada visita en las boletas utilizadas para el levantamiento de daños.

Se elaboraron informes con la descripción de daños y fotografías.

Para la cuantificación de daños se utilizaron precios unitarios, de construcción proporcionados por SEGEPLAN.

4.5. Cuadros de resumen

Tabla XI. Cuadro de resumen de cuantificación de daños en caminos y puentes por tipo de infraestructura y comunidad.

1	COMUNICACIÓN VIAL			
1.1	Reconstrucción de calles, caminos y carreteras			
1	Mejoramiento de camino	San Jorge, La Laguna	VERDE	Q29,242
2	Adoquinamiento de camino	Panca	AMARILLO	Q300,000
3	Mejoramiento de camino	Hierva Buena B.	AMARILLO	Q255,812
4	Mejoramiento de camino	San Bartola	AMARILLO	Q124,238
5	Mejoramiento de camino	El Reducto, Molino Belen	AMARILLO	Q8,300
6	Mejoramiento de camino	Sector Neboya, Chaquiyyá	AMARILLO	Q7,637
7	Mejoramiento de camino	Cooperativa Chaquiyya	AMARILLO	Q620
8	Adoquinamiento de camino	Central, Chaquiyyá	AMARILLO	Q400,000
9	Mejoramiento de camino	Los Yaxon, Chaquiyyá	AMARILLO	Q4,750
10	Mejoramiento de camino	Xibalbay, Chaquiyyá	AMARILLO	Q253,348
	CHUIQUEL		AMARILLO	
11	Mejoramiento de camino	Central I y Camino Central, Chuiquel	AMARILLO	Q114,179
12	Mejoramiento de camino	El Ascenso, Chuiquel	AMARILLO	Q35,516
13	Mejoramiento de camino	La Ilusión, Chuiquel	AMARILLO	Q11,664
14	Adoquinamiento de camino	Central II, Chuiquel	AMARILLO	Q350,000
15	Mejoramiento de camino	Nueva Esperanza, Chuiquel	AMARILLO	Q75,140
	ALDEA PIXABAJ		AMARILLO	
16	Mejoramiento de camino	María Tecun, Pixabaj	AMARILLO	Q156,130
17	Mejoramiento de camino	Paquisis	AMARILLO	Q10,600
18	Mejoramiento de camino	San Buena Ventura	AMARILLO	Q12,160
19	Mejoramiento de camino	Camino hacia Pixabaj	AMARILLO	Q96,440
	XAJAXAC		AMARILLO	
20	Mejoramiento de camino	Cipresales, Xajaxac	AMARILLO	Q319,950
21	Mejoramiento de camino	El Progreso, Xajaxac	AMARILLO	Q536,130
22	Mejoramiento de camino	Sector Los Guit, Xajaxac	AMARILLO	Q277,000
23	Mejoramiento de camino	Nueva Esperanza, Xajaxac	AMARILLO	Q276,000
24	Mejoramiento de camino	Vasconsuelos, Xajaxac	AMARILLO	Q80,160
25	Mejoramiento de camino	Xejuyu, Xajaxac	AMARILLO	Q190,000
26	Mejoramiento de camino	Los Castros	AMARILLO	Q8,700
	ARGUETA		AMARILLO	
27	Adoquinamiento de camino	San Juan Argueta	AMARILLO	Q250,000
28	Mejoramiento de camino	Chirijxim, Argueta	AMARILLO	Q100,000
29	Mejoramiento de camino	Colonia María Tecun, Argueta	AMARILLO	Q11,225
30	Mejoramiento de camino	La Mesita, Argueta	AMARILLO	Q66,676
31	Mejoramiento de camino	La Union, Argueta	AMARILLO	Q63,400
32	Mejoramiento de camino	Coxom, Argueta	AMARILLO	Q101,620
33	Mejoramiento de camino	Ventana Abaj, Argueta	AMARILLO	Q66,676
	EL TABLÓN		AMARILLO	
34	Mejoramiento de camino	Chuarixe	AMARILLO	Q222,800
35	Mejoramiento de camino	Barranco-Neboya	AMARILLO	Q319,850
36	Mejoramiento de camino	Cooperativa	AMARILLO	Q11,400
37	Mejoramiento de camino	Potrero.	AMARILLO	Q6,860

Continúa...

1	COMUNICACIÓN VIAL			
1.1	Reconstrucción de calles, caminos y carreteras			
	LOS ENCUENTROS		AMARILLO	
38	Mejoramiento de camino	El Rosario	AMARILLO	Q18,564
39	Mejoramiento de camino	Sacbochol	AMARILLO	Q80,160
40	Mejoramiento de camino	Sector Tzorin	AMARILLO	Q17,900
41	Mejoramiento de camino	San Francisco	AMARILLO	Q391,000
	PUJUIL I		AMARILLO	
42	Mejoramiento de camino	Chopen	AMARILLO	Q98,100
43	Mejoramiento de camino	Chuacruz	AMARILLO	Q6,800
	PUJUIL II		AMARILLO	
44	Mejoramiento de camino	Churuneles II	AMARILLO	Q42,645
45	Mejoramiento de camino	Flor del Paisaje	AMARILLO	Q30,960
46	Mejoramiento de camino	La Esperanza	AMARILLO	Q0
47	Mejoramiento de camino	Pujujilito	AMARILLO	Q1,700
	PUJUIL III			
48	Mejoramiento de camino	Churuneles I	AMARILLO	
49	Mejoramiento de camino	Churunel Central	VERDE	Q374,900
	CANTON CHUAXIC			
50	Puente Oratorio	Oratorio	VERDE	Q29,240
51	Mejoramiento de camino	El Duraznal, Oratorio	VERDE	Q387,540
52	Mantenimiento de Camino Vecinal	El Duraznal	VERDE	Q144,892
	CANTON SACSIGUAN			
53	Mejoramiento de camino	Peña Blanca	VERDE	Q97,460
54	Mejoramiento de camino	Tierra Linda.	VERDE	Q41,680
	CABECERA DE SOLOLA			
55	Adoquinamiento de Calle	Barrio El Carmen, San Antonio	AMARILLO	Q350,000
56	Adoquinamiento de camino	Sector EFA	AMARILLO	Q400,000
57	Adoquinamiento de Calle	Barrio El Calvario	AMARILLO	Q300,000
Total Reconstrucción de calles, caminos y carreteras				Q7,867,764
1.2	Construcción y Reconstrucción de puentes			
1	Puentes Peatonales Central-La Mesita	Argueta	ROJO	Q20,900
2	Puente Vehicular El Molino	Argueta	ROJO	
3	Construcción Puente Vehicular	Chuiquel Central I	VERDE	Q25,050
4	Construcción Puente Vehicular	San Juan Argueta	VERDE	Q387,297
5	Construcción Puente	Chuiquel Central	AMARILLO	Q250,000
Total Reconstrucción de Puentes				Q683,247
1.3	Muros de contención y gaviones			
1	Construcción de Muro de Contención	La Ilusión	VERDE	Q190,573
Total Muros de contención y gaviones				Q190,573
TOTALES PROGRAMA DE COMUNICACIÓN VIAL				Q8,841,584

CONCLUSIONES

1. Los estudios técnicos realizados por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería le permiten a la municipalidad y a las comunidades beneficiadas con los mismos, fortalecer la oficina de servicios y obras públicas, ya que estos se realizan con el aval del ingeniero encargado; ejecutándose, además, los estudios priorizados por las comunidades a través del COMUDE (Consejo Municipal de Desarrollo).
2. La ejecución de este estudio de factibilidad del sistema de agua del caserío Oratorio beneficiará con agua potable en dotaciones adecuadas y continuidad del servicio a 185 familias para los próximos 21 años; lo cual corresponde a la vida útil del proyecto.
2. El levantamiento de daños en caminos y puentes en el municipio de Sololá, causados por la Tormenta Stan, permitió cuantificarlos con bases técnicas; esto permitirá a la municipalidad canalizar de manera efectiva y priorizar de forma adecuada, el financiamiento nacional e internacional, en la reconstrucción de obras que requiere el municipio.

RECOMENDACIONES

1. El Comité de Agua Potable deberá informar en cada vivienda que el uso del agua es exclusivamente doméstico y que no se permitirá su uso, para el de riego de plantaciones.
2. Capacitar a los beneficiarios del proyecto con temas de higiene, salud, ambiente para crear mejores condiciones de vida.
3. Promover el pago de una tarifa por vivienda beneficiaria del sistema de agua potable, la cual servirá para dar el mantenimiento preventivo y una operación adecuada que conlleven a la sostenibilidad del mismo.
4. Enterrar todas las tuberías de PVC para la protección de los golpes y de los rayos solares que pueda sufrir la línea de conducción y distribución.
5. Promover en la comunidad beneficiaria, proyectos de reforestación del área cercana a las fuentes, para favorecer la infiltración de agua, para evitar la erosión y disminución de los caudales de las fuentes en época seca.
6. Que los estudiantes que realicen su EPS en la municipalidad de Sololá le den un seguimiento a las obras de reconstrucción y que este levantamiento sirva de banco de proyecto, para futuros estudios de factibilidad final de proyectos de reconstrucción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro Véliz, Luis Gregorio. Planificación y diseño de la red de agua potable para la aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso. Tesis Ing. Civil. Facultad de ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2000.
2. Fuentes A. Bernardo y Guillermo Orozco. Normas generales para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 1959.
3. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guía para la Preparación, construcción y supervisión de Abastecimientos de Agua Potable y Saneamiento. Guatemala: s.e. 1991. 159 p.p.
4. Uzin, Luis Planteamientos generales sobre políticas tarifarias. Instituto de Fomento Municipal de Guatemala, 1998.
5. Organización Panamericana de la Salud, Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potables. 153 p.p.
6. Municipalidad de Sololá, Planes comunitarios de desarrollo del municipio de Sololá 2002-2010.

APÉNDICE 1: LIBRETA TOPOGRÁFICA

Tabla XII: Libreta topográfica de línea de conducción

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
1	1.1	1.455	17.95	16.35	1.715	137	0	15	91	44	15
1	2	1.455	13.95	10	1.1975	135	32	10	94	35	50
2	3	1.34	24.5	22	2.325	111	39	15	90	56	25
3	3.1	1.455	24.65	23.05	2.385	112	6	35	89	0	20
3	4	1.455	28.62	26	2.731	114	11	35	89	0	30
4	4.1	1.51	14.22	12.61	1.3415	118	52	35	93	6	15
4	4.2	1.51	11.1	8.39	0.9745	118	50	40	93	6	0
4	5	1.51	10.42	6.6	0.851	118	50	40	93	54	15
5	6	1.5	0.415	0	0.02075	122	51	15	102	18	0
6	7	1.5	1.5	0.6	0.105	75	8	5	98	7	55
7	8	1.52	3.9	2.27	0.3085	63	39	25	91	39	15
8	9	1.53	3.7	2.22	0.296	63	34	25	102	33	35
9	10	1.56	1.85	1	0.1425	61	2	0	101	51	0
10	11	1.57	8.2	7.2	0.77	47	3	10	80	15	30
11	12	1.48	6.95	5	0.5975	25	52	45	94	51	40
12	12.1	1.53	20.85	20	2.0425	19	5	15	93	33	35
12	12.2	1.53	21.5	20	2.075	19	5	40	93	30	30
12	13	1.53	33.15	30	3.1575	22	2	35	88	11	10
13	13.1	1.69	29.9	29	2.945	88	46	35	91	41	55
13	14	1.69	16.2	14	1.51	92	17	50	96	29	45
14	15	1.47	15.5	14	1.475	100	32	35	82	32	45
15	16	1.46	39.7	37	3.835	97	6	45	86	45	20
16	16.1	1.42	17	15.61	1.6305	62	0	45	95	54	5
16	17	1.42	9	6.6	0.78	60	32	40	95	54	0
17	18	1.43	39	35.1	3.705	59	51	45	89	36	5
18	18.1	1.55	32.4	31	3.17	66	33	45	94	20	0
18	19	1.55	9	6.45	0.7725	67	46	35	92	10	50
19	19.1	1.57	28	26	2.7	61	29	50	94	40	25
19	20	1.57	28	25.2	2.66	61	16	35	94	29	40
20	21	1.41	10	6.8	0.84	48	40	35	89	50	40
21	22	1.36	16	12.4	1.42	74	23	40	91	51	10
22	22.1	1.53	5.45	4	0.4725	88	57	15	99	27	45
22	23	1.53	8.1	5	0.655	96	24	45	94	27	50
23	23.1	1.565	8.9	7	0.795	103	28	5	94	0	35
23	23.2	1.565	7.49	4	0.5745	109	50	20	93	12	30
23	24	1.565	7.8	3	0.54	110	4	35	91	36	55

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
24	25	1.5	22.2	21	2.16	49	11	0	90	28	0
25	25.1	1.54	13.4	12.5	1.295	-34	56	45	96	17	25
25	25.2	1.54	4.67	3	0.3835	-12	35	5	97	56	30
25	26	1.54	8.1	6	0.705	1	31	15	92	52	20
26	26.1	1.5	20.82	20	2.041	47	33	10	94	48	15
26	26.2	1.5	18.8	17	1.79	47	15	50	91	56	15
26	26.3	1.5	9.4	6	0.77	48	15	15	93	57	15
26	27	1.5	7.12	3	0.506	49	55	40	93	22	55
27	28	1.44	4.62	3	0.381	89	21	20	93	47	15
28	28.1	1.53	4.5	3	0.375	108	40	45	100	57	5
28	28.2	1.53	4.68	3	0.384	108	8	35	98	19	40
28	29	1.53	7.7	3	0.535	62	12	30	91	55	55
29	30	1.41	10.42	7	0.871	98	18	50	92	34	0
30	30.1	1.43	4.65	3	0.3825	76	43	10	94	0	40
30	30.2	1.43	5.38	3	0.419	77	43	20	92	47	45
30	30.3	1.43	22.01	17	1.9505	77	18	45	90	42	20
30	31	1.43	13.68	8	1.084	77	55	45	91	30	10
31	31.1	1.41	26.09	24	2.5045	83	31	45	88	51	35
31	31.2	1.41	12.78	10	1.139	80	58	15	91	55	5
31	32	1.41	5.75	2	0.3875	81	40	25	91	26	0
32	32.1	1.38	16.46	15	1.573	124	47	15	97	3	50
32	32.2	1.38	5.7	4	0.485	127	33	35	98	34	15
32	33	1.38	6.7	3	0.485	118	19	50	92	49	10
33	33.1	1.4	6.53	4	0.5265	96	41	30	96	29	50
33	33.2	1.4	6.92	4	0.546	96	41	10	96	23	10
34	34.1	1.37	4.54	3	0.377	73	17	25	100	25	20
34	34.2	1.37	5.39	3	0.4195	63	39	10	96	54	5
34	35	1.37	6.85	4	0.5425	62	20	50	94	14	20
35	36	1.435	5.15	4	0.4575	106	19	15	96	35	45
36	37	1.425	6.82	5	0.591	67	8	10	94	31	10
37	37.1	1.55	3.53	3	0.3265	38	46	20	112	38	40
37	37.2	1.55	5.49	3	0.4245	40	15	20	96	49	50
37	38	1.55	7.5	4	0.575	41	39	10	92	6	5
38	39	1.585	4.7	4	0.435	114	33	55	98	43	20
39	39.1	1.63	8.8	8	0.84	149	25	45	106	11	0
39	39.2	1.63	4.48	3	0.374	158	45	15	100	45	15
39	40	1.63	5.25	3	0.4125	168	40	5	96	36	40
40	40.1	1.5	3.93	3	0.3465	139	39	35	96	53	15
40	41	1.53	19.2	17	1.81	136	33	5	89	36	20
41	42	1.6	3.6	2	0.28	102	17	15	94	49	50
42	42.1	1.52	3.1	2	0.255	87	15	0	93	4	30
42	42.2	1.52	7.6	4	0.58	92	24	10	91	38	40

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
42	42.3	1.52	18.9	13	1.595	92	19	15	91	24	55
42	42.4	1.52	26.62	20	2.331	93	28	25	90	49	50
42	42.5	1.52	12.2	4	0.81	92	58	30	91	22	20
42	43	1.52	17.25	7	1.2125	95	53	10	90	58	30
43	43.1	1.485	14.63	13	1.3815	139	17	55	94	38	15
43	43.2	1.485	5.6	3	0.43	134	18	35	95	59	15
44	44.1	1.45	4.85	4	0.4425	87	15	45	97	55	25
44	44.2	1.45	5.86	4	0.493	85	31	5	92	53	15
44	44.3	1.45	7.4	2	0.47	88	5	10	92	34	10
44	44.4	1.45	32.35	23	2.7675	90	0	40	90	14	50
45	45.1	1.44	3.61	3	0.3305	276	42	45	100	2	5
44	44.5	1.39	31.4	21	2.62	90	35	25	89	58	10
44	45	1.39	31.7	21	2.635	90	34	45	89	58	20
45	45.2	1.44	6.45	5	0.5725	95	0	15	84	41	40
45	46	1.44	8.4	5	0.67	90	39	30	84	57	30
47	47.1	1.555	15.6	15.5	1.555	301	1	45	91	25	15
46	47	1.465	9.18	7	0.809	81	18	55	84	16	0
47	48	1.555	6	3	0.45	88	26	15	91	28	10
48	49	1.53	8.3	6	0.715	124	23	10	91	18	35
49	49.1	1.43	20.44	20	2.022	126	13	15	91	24	40
49	49.2	1.42	26.8	26	2.64	116	19	50	102	36	15
49	50	1.42	5.86	4	0.493	113	18	20	101	17	20
50	50.1	1.52	3.55	3	0.3275	189	28	5	103	40	25
50	51	1.52	8.51	4	0.6255	139	38	10	89	36	25
51	52	1.52	5.49	3	0.4245	116	41	45	94	12	45
52	52.1	1.49	30.48	29	2.974	110	56	35	87	29	5
52	53	1.49	30.2	26	2.81	102	21	45	90	2	10
53	54	1.4	22.67	19	2.0835	101	34	10	90	48	40
54	55	1.45	7.55	5	0.6275	78	39	25	86	44	30
55	56	1.495	6.05	4	0.5025	92	48	35	94	26	50
56	57	1.49	24.9	19	2.195	100	6	15	96	58	15
57	58	1.48	8.04	7	0.752	82	22	5	90	38	15
58	59	1.43	5.15	3	0.4075	83	52	0	92	44	15
59	60	1.485	10.34	8	0.917	93	41	35	90	33	0
60	61	1.49	5.55	4	0.4775	127	53	15	96	18	15
61	62	1.51	5.48	4	0.474	139	22	55	98	4	50
62	63	1.54	9.3	8	0.865	144	57	10	100	11	50
63	63.1	1.4	5.47	4	0.4735	140	24	0	110	11	40
63	64	1.4	8.9	5	0.695	112	41	30	105	42	30
64	65	1.52	8.2	6	0.71	88	11	45	88	48	55
65	65.1	1.5	8.15	7	0.7575	71	14	45	102	23	55
65	65.2	1.5	23.08	21	2.204	70	38	30	92	24	5
65	66	1.5	8.32	5	0.666	70	16	10	92	25	0

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
65	65.1	1.5	8.15	7	0.7575	71	14	45	102	23	55
65	65.2	1.5	23.08	21	2.204	70	38	30	92	24	5
65	66	1.5	8.32	5	0.666	70	16	10	92	25	0
66	67	1.36	5.34	4	0.467	80	18	5	79	48	0
67	68	1.4	4.18	3	0.359	118	28	0	87	43	25
68	69	1.48	34.74	32	3.337	117	49	0	89	2	5
69	70	1.64	17.62	15	1.631	131	16	0	92	16	10
70	70.1	1.525	7.86	7	0.743	123	4	45	97	41	30
70	71	1.525	7.05	5	0.6025	117	56	50	88	18	10
71	72	1.56	14.6	14	1.43	115	51	35	93	41	45
72	72.1	1.61	9.45	4	0.6725	136	4	10	102	31	35
72	72.2	1.61	17	4	1.05	116	30	10	101	27	55
72	72.3	1.61	17.7	4	1.085	116	0	40	100	52	35
72	73	1.61	19.8	4	1.19	112	35	20	96	45	50
73	74	1.58	36.1	28	3.205	88	22	15	86	19	25
74	75	1.58	37.43	24	3.0715	87	7	35	95	15	50
75	75.1	1.5	5.65	4	0.4825	77	11	25	99	14	55
75	75.2	1.5	5.48	3	0.424	79	1	0	94	25	15
75	76	1.5	24.1	17	2.055	77	41	45	85	333	40
76	77	1.6	12.64	4	0.832	78	11	20	91	34	50
77	78	1.4	31	22	2.65	81	32	35	93	47	25
78	78.1	1.47	7.66	4	0.583	76	37	30	98	4	0
78	79	1.47	9.93	4	0.6965	73	35	35	86	53	30
79	80	1.51	17.2	14	1.56	72	47	20	87	21	10
80	81	1.46	20.7	16	1.835	69	44	40	90	27	55
81	82	1.56	6.25	4	0.5125	81	16	0	114	14	20
82	83	1.53	3.4	3	0.32	111	40	35	114	28	50
83	84	1.56	6.44	3	0.472	88	22	35	92	22	35
84	85	1.47	10.2	6	0.81	87	58	30	90	2	0
85	85.1	1.51	6.55	4	0.5275	93	14	50	90	4	25
85	86	1.51	39	31.1	3.505	92	13	10	86	32	50
86	86.1	1.53	9.25	4	0.6625	77	54	55	95	17	55
86	87	1.53	38.75	29	3.3875	77	44	35	92	21	55
87	88	1.41	22.3	19	2.065	81	45	40	95	43	45
88	89	1.5	27.38	25	2.619	87	20	5	95	32	35
89	89.1	1.53	11.5	7	0.925	79	6	10	90	21	40
89	90	1.53	35.4	24	2.97	82	34	5	80	59	20
90	91	1.45	14.94	13	1.397	80	21	35	83	35	5
91	92	1.48	32.72	30	3.136	76	27	30	87	44	35
92	93	1.55	11.1	6	0.855	69	12	5	89	36	25
93	93.1	1.49	9.9	3	0.645	73	51	5	85	17	10
93	93.2	1.49	9.9	3	0.645	77	52	30	85	15	45
93	93.3	1.49	14.6	7	1.08	77	41	40	85	18	0

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
93	93.4	1.49	14.6	7	1.08	74	0	55	85	19	55
92	93.5	1.49	9.9	3	0.645	75	51	34	85	16	15
96	97	1.58	40	36.4	3.82	168	48	40	90	33	15
97	98	1.61	32.71	31	3.1855	161	24	35	94	50	0
98	98.1	1.59	33.6	30	3.18	151	20	30	98	23	45
94	99	1.47	11.82	9	1.041	55	11	50	102	42	40
99	99.1	1.6	7.02	6	0.651	226	41	10	117	44	10

Tabla XIII: Libreta topográfica de línea de red de distribución

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
99	99.1	1.6	7.02	6	0.651	226	41	10	117	44	10
99	100	1.64	35.35	33	3.418	91	26	25	109	17	30
101	101.1	1.54	39.02	37	3.801	95	18	15	112	10	10
101	102	1.54	26.98	22	2.449	74	38	10	112	14	30
102	103	1.57	6.1	4	0.505	132	38	0	87	37	20
103	104	1.63	8.6	5	0.68	133	11	50	96	30	10
104	104.1	1.61	35.2	31	3.31	28	30	25	77	46	30
104	104.2	1.61	32.6	31	3.18	69	19	55	90	54	45
104	104.3	1.61	18.49	10	1.425	160	28	15	90	39	35
104	104.4	1.61	16.2	7	1.16	143	2	45	91	37	40
104	104.5	1.61	18.4	1	0.97	102	38	5	90	59	5
104	105	1.61	37.3	21	2.915	97	24	5	90	38	20
105	106	1.51	29.8	26	2.79	54	20	55	90	42	30
106	106.1	1.64	26.05	23	2.453	192	0	55	83	41	0
106	106.2	1.64	12.75	10	1.138	263	4	15	93	44	40
106	106.3	1.64	21.75	19	2.038	352	35	10	95	11	30
106	106.4	1.64	36.1	29	3.255	49	42	35	90	28	15
102	107	1.62	15.1	5	1.005	329	17	35	93	30	20
107	107.1	1.55	20.9	18	1.945	33	40	0	87	51	20
107	107.2	1.55	38.1	29	3.355	324	46	0	90	59	0
107	108	1.55	11.8	3	0.74	339	14	5	95	22	55
108	109	1.5	11.6	5	0.83	334	39	55	94	17	30
109	109.1	1.6	39.5	31	3.525	107	6	15	88	41	10
109	110	1.6	33.86	30	3.193	336	5	25	88	47	10
110	110.1	1.5	29.95	29	2.948	31	30	10	83	40	30
110	111	1.5	13	9	1.1	12	44	35	92	6	50
111	112	1.6	35.63	34	3.482	301	9	30	109	17	35
112	112.1	1.48	14.4	10	1.22	304	23	0	101	40	50
112	112.2	1.48	39.9	33	3.645	314	0	10	93	5	15
112	112.3	1.48	24.3	17	2.065	331	28	0	95	50	5
112	112.4	1.48	36.6	28	3.23	314	37	30	91	38	0
112	113	1.48	16.55	15	1.578	283	33	15	107	8	30
113	113.1	1.55	15	10	1.25	38	33	10	91	9	40
111	111.1	1.55	8.6	8	0.83	129	19	0	96	33	35
111	114	1.55	11.645	11.3	1.147	140	46	45	94	25	30
114	114.1	1.53	30.63	28	2.932	126	47	10	88	33	0
114	115	1.56	18.32	16	1.716	83	26	10	93	16	40
115	115.1	1.64	29.15	27	2.808	57	9	5	94	33	50
115	116	1.64	4.7	3	0.385	310	2	25	92	3	35

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
116	117	1.57	20.1	17	1.855	38	21	15	94	49	55
117	118	1.55	18.52	15	1.676	48	0	25	93	14	15
118	119	1.47	32.03	30	3.102	42	19	15	100	15	35
119	119.1	1.53	16.94	16	1.647	75	44	15	99	28	25
119	119.2	1.52	38.38	35	3.669	65	11	35	90	41	50
119	120	1.53	13.5	12	1.275	35	55	55	95	36	5
120	120.1	1.56	24.6	22	2.33	303	23	5	88	10	25
120	121	1.56	35.1	32	3.355	12	22	55	92	25	55
121	121.1	1.58	27.08	25	2.604	116	5	30	86	6	25
121	122	1.58	30.7	28	2.935	33	53	0	93	51	5
122	122.1	1.5	13.5	12	1.275	198	19	30	86	12	25
122	123	1.5	29.77	27	2.839	317	58	5	86	25	20
123	123.1	1.54	19.63	18	1.882	87	57	25	94	55	5
123	123.2	1.54	24.36	23	2.368	282	28	25	83	29	25
123	123.3	1.54	22.4	21	2.17	344	27	0	91	21	0
123	124	1.54	24.2	22	2.31	339	58	55	91	25	45
124	125	1.61	22.7	22	2.235	290	38	30	94	37	30
125	125.1	1.52	39.02	37	3.801	345	37	40	105	46	35
125	125.2	1.52	35.9	30	3.295	284	58	0	107	37	25
125	125.3	1.52	29.5	11	2.025	318	59	5	103	56	25
122	126	1.54	24.06	19	2.153	22	48	55	94	42	50
126	126.1	1.57	40	38.4	3.92	248	21	15	79	32	15
126	126.2	1.57	17.89	16	1.695	341	38	55	95	9	35
126	127	1.57	24.7	11	1.785	34	20	10	96	28	55
127	127.1	1.5	21.46	17	1.923	43	56	10	96	21	5
127	128	1.5	25.7	17	2.135	23	15	50	98	29	0
128	128.1	1.65	22.3	20	2.115	14	40	10	93	39	30
128	129	1.65	12.81	9	1.091	294	41	35	86	48	25
129	130	1.42	21.58	21	2.129	305	52	55	95	8	0
130	130.1	1.57	29.8	23	2.64	316	20	15	111	58	15
130	130.2	1.57	31.2	23	2.71	311	41	0	107	47	20
130	130.3	1.57	31.19	23	2.71	309	2	40	107	56	40
130	130.4	1.57	30.4	23	2.67	296	10	5	107	56	15
130	130.5	1.57	20.25	13	1.663	291	5	0	107	32	30
130	130.6	1.57	29.1	19	2.405	308	1	0	105	9	55
130	130.7	1.57	26.2	14	2.01	302	22	15	103	51	50
128	131	1.65	28.84	25	2.692	35	5	20	93	47	15
131	132	1.52	26.21	25	2.561	17	41	5	263	91	30
132	133	1.51	18.4	16	1.72	96	55	35	94	39	20
133	133.1	1.47	37.3	27	3.215	93	44	10	95	9	25
132	134	1.57	37.7	27	3.235	2	44	15	84	24	45
134	134.1	1.5	24.4	23	2.37	20	6	45	76	27	0
134	135	1.5	19.7	16	1.785	315	20	45	92	54	30

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
135	135.1	1.55	13.2	11	1.21	22	55	20	91	21	0
135	135.2	1.55	14.9	10	1.245	297	22	15	96	12	40
102	136	1.515	10.1	3	0.655	52	39	55	87	39	15
136	137	1.55	37.9	33	3.545	346	38	30	85	38	40
137	137.1	1.55	38.8	36	3.74	342	48	20	111	48	30
137	137.2	1.55	13.7	4	0.885	315	56	5	101	56	15
136	138	1.55	26.05	23	2.453	58	42	40	93	42	40
138	138.1	1.475	36.42	34	3.521	14	0	0	87	0	40
138	139	1.475	39.2	35	3.71	119	4	0	94	4	20
139	139.1	1.385	27.52	26	2.676	60	52	35	85	52	40
139	139.2	1.385	25.6	22	2.38	147	0	45	99	0	55
138	140	1.44	36.25	33	3.463	74	37	50	94	37	5
140	140.1	1.42	26.8	23	2.49	350	34	55	94	33	50
140	141	1.42	7.22	2	0.461	352	5	5	94	17	45
141	142	1.48	13	11.82	1.241	311	5	40	92	5	40
142	143	1.45	29.85	29	2.943	0	33	45	91	8	15
143	143.1	1.49	31.7	28	2.985	321	31	55	101	17	35
143	143.2	1.49	13.15	8	1.058	340	45	10	101	16	30
143	144	1.49	17	10	1.35	12	43	50	100	14	30
144	144.1	1.52	15.2	14	1.46	124	40	50	96	57	55
144	145	1.52	16.84	15	1.592	26	40	25	91	14	40
145	145.1	1.445	19.47	19	1.924	113	0	0	89	45	45
145	145.2	1.445	27.84	24	2.592	108	36	0	98	59	10
145	146	1.445	35.33	32	3.367	7	54	20	86	52	25
146	147	1.5	14.4	9	1.17	357	46	0	97	56	20
147	148	1.48	16.8	14	1.54	316	59	50	92	12	20
148	149	1.6	9.1	2	0.555	302	44	50	99	9	40
149	150	1.465	18.5	14	1.625	33	49	5	94	6	30
150	150.1	1.49	2.61	1	0.181	301	7	20	90	57	30
150	151	1.49	33.5	31	3.225	21	22	20	91	19	50
151	151.1	1.48	28.2	27	2.76	24	22	55	105	41	45
151	151.2	1.48	40	38.6	3.93	82	30	35	87	1	20
151	151.3	1.48	31.28	29	3.014	331	13	55	91	14	50
151	152	1.48	29.36	25	2.718	10	20	45	98	46	20
152	152.1	1.48	35.15	31	3.308	64	2	50	100	19	20
140	153	1.41	31.46	29	3.023	68	17	20	90	26	20
153	153.1	1.43	13.11	12	1.256	250	55	0	83	53	40
153	154	1.43	24.62	23	2.381	51	29	25	102	51	5
154	154.1	1.37	20.7	20	2.035	80	25	55	103	11	50
154	155	1.37	33.5	32	3.275	86	15	15	103	4	40
155	155.1	1.37	29.8	27	2.84	331	51	30	91	47	45
155	156	1.37	27.5	24	2.575	80	50	40	113	55	25
156	157	1.45	39.4	21	3.02	4	10	25	93	3	25

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
157	157.1	1.38	25.6	21	2.33	196	52	50	86	17	30
157	157.2	1.38	26.4	20	2.32	206	40	15	83	24	50
157	157.3	1.38	26.45	21	2.373	222	13	20	84	1	50
157	157.4	1.38	6.1	2	0.405	265	23	30	83	36	15
157	157.5	1.38	9.63	8	0.882	312	33	25	88	2	10
157	157.6	1.38	23.7	21	2.235	338	18	5	83	51	50
157	157.7	1.38	19.7	14	1.685	24	18	10	93	5	10
157	158	1.38	21.2	15	1.81	6	19	20	92	32	0
158	158.1	1.32	38.2	29	3.36	150	6	20	90	22	5
158	158.2	1.32	35.6	29	3.23	165	59	25	86	33	55
158	159	1.32	28.2	22	2.51	3	59	5	101	8	15
159	159.1	1.41	11.1	9	1.005	133	3	25	90	10	15
159	159.2	1.41	18.2	17	1.76	306	24	20	88	29	40
159	160	1.41	26.6	23	2.48	26	25	45	89	36	25
160	161	1.49	24.08	22	2.304	23	52	10	95	34	55
161	161.1	1.46	17.4	14	1.57	60	51	30	97	30	25
161	161.2	1.46	28.1	27	2.755	333	45	15	92	18	50
161	162	1.46	15.1	11	1.305	294	0	30	92	45	0
162	163	1.46	3.28	2	0.264	334	16	15	99	28	5
163	163.1	1.36	11.6	11	1.13	105	53	55	90	33	45
163	163.2	1.36	9.78	9	0.939	258	4	30	87	58	40
163	164	1.36	23.7	21	2.235	332	29	45	92	46	5
164	164.1	1.3	16.1	13	1.455	316	11	55	95	40	20
164	164.2	1.3	30.25	26	2.813	45	1	30	99	8	20
164	164.3	1.3	20.05	12	1.603	332	1	50	94	59	15
164	164.4	1.3	23.8	13	1.84	334	38	5	94	41	50
164	164.5	1.3	35.2	19	2.71	9	56	10	92	55	45
164	164.6	1.3	36.35	22	2.918	43	31	35	95	0	10
164	165	1.3	23.55	21	2.228	48	37	20	97	39	40
165	165.1	1.46	19.3	14	1.665	112	57	35	87	33	50
156	166	1.43	22	13	1.75	81	35	35	93	41	55
166	166.1	1.42	19.95	16	1.798	134	47	35	77	44	35
166	166.2	1.42	20.45	19	1.973	197	59	10	75	23	25
166	166.3	1.42	25.2	24	2.46	326	33	25	93	36	35
166	166.4	1.42	18.45	14	1.623	3	59	35	95	41	15
166	166.5	1.42	18.2	15	1.66	44	25	45	95	47	35
166	167	1.142	20.4	17	1.87	66	43	35	91	55	40
167	167.1	1.52	16.2	14	1.51	108	35	10	88	57	10
167	167.2	1.52	25	17	2.1	354	3	15	95	35	35
167	167.3	1.52	39.7	27	3.335	12	22	50	95	50	30
167	167.4	1.52	36.54	31	3.377	83	51	0	91	3	20

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
167	168	1.52	31.04	25	2.802	78	4	20	92	23	25
168	169	1.5	10	8	0.9	85	22	5	99	36	25
169	169.1	1.48	19.5	12	1.575	138	19	20	84	5	25
169	169.2	1.48	30.4	22	2.62	143	56	20	82	11	25
169	169.3	1.48	27.36	18	2.268	151	40	30	81	55	50
169	169.4	1.48	36.5	26	3.125	151	42	25	80	58	40
169	169.5	1.48	38.1	29	3.355	183	37	40	82	3	20
169	169.6	1.48	23.35	18	2.068	182	51	40	82	5	15
169	169.7	1.48	26.2	20	2.31	85	9	35	85	41	45
169	169.8	1.48	23.2	16	1.96	78	23	5	94	11	35
169	169.9	1.48	33.08	28	3.054	78	16	30	94	21	30
169	169.10	1.48	28.7	20	2.435	64	44	30	94	59	0
169	169.1	1.48	15.1	7	1.105	53	7	35	96	45	10
169	169.1	1.48	34.4	25	2.97	41	28	5	95	51	0
169	169.1	1.48	27.1	17	2.205	39	34	35	96	1	5
169	169.1	1.48	20.9	13	1.695	22	12	40	98	20	0
169	169.2	1.48	11.6	4	0.78	36	46	30	98	10	55
169	169.2	1.48	31.9	17	2.445	1	28	0	96	15	10
169	170	1.48	23.55	16	1.978	68	44	15	94	36	50
170	170.1	1.46	10.65	10	1.033	182	47	25	89	58	55
170	170.2	1.46	14.84	12	1.342	91	41	5	89	50	0
170	170.3	1.46	12.4	10	1.12	126	16	45	87	48	5
170	171	1.46	18.7	15	1.685	114	51	50	87	49	5
171	171.1	1.46	18.7	13	1.585	162	37	35	88	57	10
171	171.2	1.46	38.9	33	3.595	150	16	25	89	2	20
171	172	1.46	24.8	14	1.94	139	17	55	90	59	50
172	172.1	1.53	36.6	33	3.48	158	12	55	79	48	0
172	173	1.53	21.1	15	1.805	148	51	40	86	34	25
173	173.1	1.53	9.95	9	0.948	237	21	20	59	22	40
173	174	1.51	14.4	6	1.02	133	57	15	86	3	10
174	174.1	1.62	5.49	4	0.475	230	9	45	71	18	20
174	175	1.62	15.04	5	1.002	158	1	30	80	54	5
175	175.1	1.52	29.4	26	2.77	38	23	40	101	26	5
175	175.2	1.52	24.1	23	2.355	67	18	40	76	12	10
175	176	1.52	15.43	12	1.372	162	3	50	80	22	55
176	176.1	1.52	32.05	30	3.103	65	52	5	93	43	45
176	177	1.52	29.45	24	2.673	111	28	0	90	7	30
177	177.1	1.55	12.38	12	1.219	166	39	0	85	8	50
177	177.2	1.55	37.35	33	3.518	122	26	25	86	55	25

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
177	177.3	1.55	19.36	18	1.868	46	4	55	96	9	40
177	177.4	1.55	22.83	20	2.142	19	45	55	95	46	55
177	177.5	1.55	18.14	16	1.707	346	54	55	95	48	35
171	178	1.58	10.9	6	0.845	60	33	0	90	25	35
178	178.1	1.6	23.6	22	2.28	153	9	55	94	40	15
178	178.2	1.6	40	29.3	3.465	140	49	55	95	31	10
178	178.3	1.6	37.12	34	3.556	10	47	10	91	49	30
178	179	1.6	10.1	6	0.805	337	48	40	96	45	20
179	180	1.59	19.42	16	1.771	10	14	45	95	18	40
180	180.1	1.5	35.8	1	1.84	340	8	35	93	33	15
180	180.2	1.5	40	5	2.25	339	54	5	93	28	20
180	180.3	1.5	40	10.8	2.54	336	12	55	95	12	45
180	180.4	1.5	40	8.8	2.44	343	17	45	94	55	20
180	180.5	1.5	40	26	3.3	318	7	30	94	59	5
180	180.6	1.5	19.5	3	1.125	308	21	45	94	15	20
180	180.7	1.5	16.8	7	1.19	313	26	55	96	7	20
180	180.8	1.5	28.4	20	2.42	325	3	25	96	20	45
180	180.9	1.5	21.6	13	1.73	305	5	35	94	36	55
180	180.10	1.5	16.2	11	1.36	284	58	15	94	40	35
180	180.1	1.5	18.24	15	1.662	14	18	5	97	18	5
180	181	1.5	11.94	7	0.947	13	23	25	99	20	10
181	181.1	1.5	4.4	2	0.32	17	41	5	97	51	5
181	182	1.5	14.3	6	1.015	1	47	20	97	43	30
182	182.1	1.46	35.9	31	3.345	149	33	50	78	31	45
182	182.2	1.46	32.2	30	3.11	145	54	15	79	3	45
182	182.3	1.46	33.3	31	3.215	108	51	30	81	45	30
182	182.4	1.46	26.25	21	2.363	354	1	30	95	51	5
182	183	1.46	17	7	1.2	9	42	30	97	45	40
183	184	1.49	9.75	9	0.938	266	50	15	95	54	15
184	184.1	1.44	12.25	5	0.863	172	47	35	81	13	15
184	184.2	1.44	33.7	27	3.035	85	8	30	83	59	15
184	184.3	1.44	33.1	30	3.155	130	48	30	78	25	35
184	184.4	1.44	31.3	29	3.015	148	21	20	77	14	25
184	184.5	1.44	23.7	20	2.185	214	49	15	82	25	10
184	184.6	1.44	25.04	24	2.452	328	31	50	97	48	45
184	184.7	1.44	32.45	26	2.923	35	15	55	96	29	45
184	184.8	1.44	35.4	30	3.27	24	0	50	97	59	5
180	185	1.49	21.09	14	1.755	78	6	45	89	0	55
185	185.1	1.51	33.4	29	3.12	327	14	0	94	49	45
185	185.2	1.51	37.2	33	3.51	349	2	50	93	52	15
185	185.3	1.51	39.02	35	3.701	65	47	0	89	33	5
185	186	1.51	36.6	30	3.33	53	47	15	90	7	15
186	186.1	1.49	37.5	35	3.625	297	10	15	83	46	50

Continúa...

EST	PO	ALT INS.	HS	HI	HM	AZIMUTH			ÁNGULO VERTICAL		
						°	'	''	°	'	''
192	193	1.46	32	8	2	22	20	10	94	0	15
193	193.1	1.49	32.06	29	3.053	187	11	30	95	54	10
193	193.2	1.49	6.87	6	0.644	4	16	5	95	38	5
193	193.3	1.49	23.4	14	1.87	92	16	40	99	58	45
193	193.4	1.49	37.6	31	3.43	93	8	55	101	0	40
193	193.5	1.49	30	13.35	2.168	124	39	30	94	34	50
193	193.6	1.49	18.7	2	1.035	127	49	10	95	15	10
193	193.7	1.49	26.9	5	1.595	136	50	40	91	33	50
193	193.8	1.49	36.9	20	2.845	154	27	30	89	2	55
192	194	1.5	19.1	8	1.355	111	12	45	91	37	50
194	194.1	1.55	40	23.4	3.17	148	36	0	83	10	15
194	194.2	1.55	36.1	24	3.005	139	36	20	83	42	35
194	194.3	1.55	31.85	27	2.943	102	25	20	88	8	50
194	194.4	1.55	27.9	24	2.595	55	29	40	94	5	40
194	195	1.55	14.1	7	1.055	55	28	45	94	5	45
195	195.1	1.55	20.1	17	1.855	275	8	45	93	32	0
195	195.2	1.55	37.1	35	3.605	352	44	5	89	41	40
195	195.3	1.55	13.77	12	1.289	23	0	15	92	48	10
195	196	1.55	31.1	29	3.005	81	5	40	87	27	40
196	196.1	1.42	35.3	25	3.015	153	7	55	82	52	30
196	196.2	1.42	29.98	24	2.699	110	28	55	88	38	50
196	197	1.42	35.9	26	3.095	62	32	10	98	2	35
197	198	1.58	14.84	14	1.442	270	54	30	90	34	10
198	198.1	1.57	9.7	8	0.885	123	2	30	91	58	40
198	198.2	1.57	26.8	24	2.54	28	46	5	95	41	45

APÉNDICE 2: LISTA DE BENEFICIARIOS

Tabla XIV. Listado de beneficiarios del sistema de agua potable.

LISTADO DE BENEFICIARIO DE AGUA POTABLE DEL CANTON CHUAXIC CASERIO EL ORATORIO			
No	Nombre	Apellido	Apellido
1	Santos	Toc	Vicente
2	Jorge	Vicente	Meletz
3	Marcelino	Meletz	Ajcalón
4	Mateo	Samines	Meletz
5	Santos	Tuchín	Tuiz
6	Jorge	Chuj	Ajquichi
7	Manuel	Meletz	Vicente
8	Santos	Meletz	López
9	Juan	Vicente	Par
10	Domingo	Meletz	Chuj
11	Juan	Morales	Chuj
12	Jerónimo	Chuj	Samines
13	Gregorio	Toc	Tuiz
14	Marcos	Vicente	Meletz
15	Félix	Vicente	Meletz
16	Francisco	Vicente	Xoquic
17	Ambrosio	Vicente	Vicente
18	Celso	Vicente	Vicente
19	Julián	Vicente	Vicente
20	Martín	Vicente	Vicente
21	Pantaleón	Vicente	Vicente
22	Gregorio	Vicente	Vicente
23	Maríano	Vicente	Vicente
24	Agustín	Vicente	Vicente
25	Marcelo	Vicente	Vicente
26	Antonio	Vicente	Vicente
27	Valerio	Vicente	Toc
28	Jorge	Vicente	Par
29	Catarino	Vicente	Vicente
30	Luisa	Morales	
31	Alberto	Meletz	Vicente
32	Esteban	Vicente	Toc
33	Alberto	Tuchín	Tuy
34	Ramón	Ajcalón	
35	Juan	Ajcalón	Cosigüá
36	Antonio	Ajcalón	Cosigüá
37	Macario	Meletz	López
38	Bartolo	Meletz	Ajcalón

Continúa...

No	Nombre	Apellido	Apellido
40	Antonio	Chuj	Chuj
41	Juan Lorenzo	Toc	
42	José	Toc	Toc
43	Manuel	Palax	Par
44	Santos	Meletz	Ajcalón
45	Juan	Meletz	Vicente
46	Gustavo	Mateo	Toc
47	Círiaco	Chuj	Meletz
48	Julián	Quisquiná	
49	Lionzo	Quisquiná	
50	Nicolás	Poz	Vicente
51	María Asunción	Ajcalón	Meletz
52	Alberto	Catito	
53	Julián	Meletz	López
54	Gaspar	Bocel	
55	José Socorro	Yaxón	
56	Martín	Meletz	Ajcalón
57	Pedro	Meletz	Ajcalón
58	Luis	Meletz	Ajcalón
59	Manuel	Morales	
60	Pedro	Morales	
61	Gaspar	Morales	
62	Juan	Chiyal	Morales
63	José Ignacio	Cúmes	
64	Tomás	Chuj	Chuj
65	Simion	Chuj	Xoquic
66	Juan	Chuj	Xoquic
67	Calixto	Tzorín	
68	Nicolás	Chipín	Chuj
69	Nicolás	Ajcalón	Chupín
70	Roberto	Mendoza	
71	Martín	Chuj	Mactuzul
72	Juan	Chuj	Mactuzul
73	Demetrio	Xoquic	
74	Santos	Xoquic	
75	Elena	Chuj	Yaxón
76	Santiago	Quisquiná	Chuj
77	Andrés	Chuj	Yaxón
78	María	Xoquic	
79	Lorenzo	Chuj	Yaxón
80	Pablo	Quijixix	
81	Regino	Morales	Chuj
82	Timoteo	Morales	Chipín
83	Rosa	Vicente	Morales
84	Santos Clemente	Morales	Chuj
85	Cruz	Chiyal	Chuj
86	Francisco	Julajuj	

Continúa...

No	Nombre	Apellido	Apellido
87	José María	Sulugüi	
88	Pedro	Lopez	
89	Santiago	Póz	López
90	Santiago	Lopez	Chuj
91	Esteban Alfonso	Rorror	
92	Santos	Bocel	Par
93	Casimiro	Par	Ajcalón
94	Encarnación	Par	Vicente
95	José	Par	Vicente
96	Bartola	Par	Vicente
97	Santos	Par	Vicente
98	Vicente	Meletz	Bixcul
99	Andrés	Lopez	Chiyal
100	Mariano	Toc	
101	Martín	Vicente	Julajuj
102	Andrés	Vicente	Cosigúa
103	Roberto	Toc	Toc
104	Enrique	Par	Vicente
105	Juana	Samines	Meletz
106	José	Cristobal	Cúmes
107	José María	Saminez	Julajuj
108	Gabino	Chalí	
109	José	Saminez	Meletz
110	Delfino	Cuc	Ajcalón
111	Juan	Cuc	Vicente
112	Salvador	Cuc	Julajuj
113	Cristina	Coz	Meletz
114	Joaquín	Quijibix	Jeatz
115	Mariano	Quisquiná	
116	Sabino	Yac	
117	Ángel	Quisquiná	
118	Delfino	Yac	
119	Ángel	Quisquiná	
120	Alberto	Ajcalón	
121	Rumualdo	Toc	García
122	Francisco	Vicente	Ajcalón
123	Rut Nohemí	Tucan	Cua
124	Eusebia	Vicente	López
125	Fidel	Ajcalón	Ajcalón
126	Vicente	Ajcalón	Quisquiná
127	Enrique	Ajcalón	Quisquiná
128	José	Ajcalón	Cuc
129	Martín	Quisquiná	
130	Calixto	Vicente	Chuyal
131	Marcelo	Toc	Vicente
132	Juan	Vicente	Chuyal

Continúa...

No	Nombre	Apellido	Apellido
133	Andrés	Chiyal	Vicente
134	José Antonio	Chiyal	Chorror
135	Andrés	Chuj	
136	José	Vicente	Chuj
137	Lucio	Vicente	Ibaté
138	Jorge	Ajquichi	Raxtún
139	Francisco	Vicente	Ibaté
140	Tiburcio	Ajquichi	Raxtún
141	Juana	Vicente	Ibaté
142	Antonio	Vicente	Ibaté
143	Julián	Vicente	Serat
144	Alberto	Vicente	Julajuj
145	Agusto	García	
146	Jorge	Meletz	Tuchín
147	Pablo	Meletz	chuj
148	Felícito	Jeatz	Meletz
149	Marcelo	Jeatz	Meletz
150	Casimiro	Cos	
151	Francisco	Par	Meletz
152	Fernando	Bocel	Cosigúa
153	Santiago	Par	Meletz
154	Tomás	Par	Chiyal
155	Bartolomé	Par	Vicente
156	Marcelino	Ajcalón	
157	José	Mesías	Ajcuchán
158	Francisco Javier	Colum	
159	Francisco	Morales	Mesías
160	Agustina	Mendoza	Taj
161	Santos	Gabriel	Coxaj
162	Emilio Manuel	Coxaj	Cua
163	Simón Pedro	Coxaj	Cua
164	Amelecio	Cotuc	
165	Santiago	Vicente	Ajcalón
166	Mateo	Vicente	López
167	Victoria	Vicente	Tojin
168	Basilio	Vicente	Ajcalón
169	Margarito	Saminez	Vicente
170	Santos	Ajcalón	Tuchín
171	José	Ajcalón	Quisquiná
172	Marta Esmeralda	Palax	Meletz
173	Víctor Manuel	Vicente	Par
174	Valerio	Meletz	Gúit
175	Iglesia Católica		
	Renovación		
176	Carismática		
177	Recibiereis Poder		
178	Monte Bazan		

Continúa...

No	Nombre	Apellido	Apellido
179	Escuela Oficial Rural Mixta El Oratorio		
180	Juan	Cúmes	Cúmes
181	Enrique	Saminez	Chuj
182	Alberto	Chiyal	Chuj
183	José María	Yaxón	Quisquiná
184	Tomás	Yaxón	Quisquiná
185	Tomás	Sulugüi	López

APÉNDICE 3: DISEÑO HIDRÁULICO

Tabla XV. Memoria de cálculo de línea de conducción

DISEÑO AGUA POTABLE POR GRAVEDAD CASERÍO ORATORIO, CANTÓN CHUAXIC, SOLOLÁ	
DATOS DE POBLACIÓN ACTUAL Y SERVICIOS EXISTENTES	
AÑO:	2006
INSTITUCIÓN :	<i>Municipalidad de Sololá</i>
NÚMERO DE HABITANTES ACTUALES:	1110 habitantes
NÚMERO DE VIVIENDAS ACTUALES:	185 viviendas
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	6 hab. / vivienda
SERVICIOS PÚBLICOS EXISTENTES	
ESCUELA:	1
IGLESIA:	4
CEMENTERIO:	0
CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA	
PERIODO DE DISEÑO:	21 Años
TASA DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO:	3.5 %
POBLACIÓN FUTURA:	2286 Habitantes
VIVIENDAS FUTURAS:	381 Viviendas
AÑO DE PERIODO DE DISEÑO:	2027

Continúa...

CÁLCULO DE CAUDALES	
Dotación adoptada para Población:	120 L/hab.-Día
Dotación adoptada para Escuela:	50 L/alumno/día
Dotación adoptada para Iglesia:	100 L/hab.-Día
Aforo en litros/ segundo en la fuente:	6.33 l/s
Caudal que produce la fuente:	6.33 l/s
Caudal medio de población:	3.18 l/s
Caudal medio de escuela:	0.12 l/s
Caudal medio de iglesia:	0.23 l/s
SUMA DE CAUDAL MEDIO: (Qm)	3.52 l/s
FACTOR DIA MÁXIMO	1.2
CAUDAL DE DIA MÁXIMO: (Qc)	4.23 l/s
FACTOR HORA MÁXIMA	2
CAUDAL DE HORA MÁXIMO: (Qdiseño)	7.04 l/s
PORCENTAJE DE ALMACENAMIENTO	40 % de Qm
VOLUMEN DE TANQUE DISTRIBUCIÓN TD	130 M3

Continúa...

CARGA DINAMICA TOTAL		
hd = Diferencia de niveles en metros	cota entrada TD	cota nacimiento
hd= <input type="text" value="-77.16"/> m	922.84 m	1000 m
hd = Diferencia de niveles en metros	cota entrada TD # 2	cota salida TD # 1
hd= <input type="text" value="2"/> m	922.84 m	920.84 m
PENDIENTE DEL TERRENO		
cota mayor	922.84 m	
cota menor	999.26 m	S= -2.24 %
distancia horizontal	3417.76 m	
metros de tubería	3511.72 m	
CAUDAL POR VIVIENDA		
Qv=	0.0185	l/s
# total de conexiones		
381.00		
CAUDAL INSTANTÁNEO		
N=# viviendas del tramo	Qri=	7.04 l/s
381.00	Qi=	2.92 l/s
CALCULO HIDRÁULICO LÍNEA DE CONDUCCIÓN		
ENTRE E-0 (0+000) Y E-55 (1+633)		
Hf1	8.72	metros columna de agua tubería PVC 4" (160 PSI)
Hf2	29.71	metros columna de agua tubería PVC 3" (160 PSI)
L1	482.26	m de tubería PVC 4"
L2	1150.76	m de tubería PVC 3" P
v1	0.70	m/s chequea parámetros entre 0.6 y 3 m/s
v2	1.16	m/s chequea parámetros entre 0.6 y 3 m/s
ENTRE E-55 (1+633) Y E-99.1 (3+417)		
Hf1	32.47	metros columna de agua tubería PVC 3" (160 PSI)
Hf2	84.34	metros columna de agua tubería PVC 2.5" (160 PSI)
L1	1571.94	m de tubería PVC 3"
L2	212.76	m de tubería PVC 2.5"
v1	1.16	m/s chequea parámetros entre 0.6 y 3 m/s
v2	1.72	m/s chequea parámetros entre 0.6 y 3 m/s
ESTACIONES	TIPO DE TUBERÍA	

Tabla XVI. Memoria de cálculo de red de distribución

TRAMO	L Torrada (m)	Viviendas Actuales	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Cl. de Tubería	Pérdida Hf (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA		
				INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			
RAMAL PRINCIPAL																						
99.1	100	11.57	0	0	922.83	920.55	2.285	11.79	2	14.516	4	4.15	PVC 160psi	140	0.304	1.66	922.835	922.531	0.000	1.981	0.000	2.285
100	102	63.00	0	0	920.55	894.8	25.750	66.06	12	14.516	4	4.15	PVC 160psi	140	2.306	1.66	922.531	920.225	1.981	25.425	2.285	28.035
102	136	70.88	2	4	894.8	898.55	-3.760	70.98	12	14.516	4	4.15	PVC 160psi	140	1.827	1.66	920.225	918.398	25.425	19.838	28.035	24.275
136	138	30.37	0	0	898.55	895.69	2.870	30.51	6	11.015	4	4.15	PVC 160psi	140	0.471	1.26	918.398	917.927	19.838	22.237	24.275	27.145
138	140	32.29	1	2	895.69	891.07	4.620	32.62	6	11.015	4	4.15	PVC 160psi	140	0.504	1.26	917.927	917.423	22.237	26.363	27.145	31.765
CAJAS ROMPE PRESION																						
140	156	81.66	3	6	891.07	866.7	24.370	86.22	15	10.815	4	4.15	PVC 160psi	140	1.273	1.24	891.070	889.797	0.000	23.097	0.000	5.530
156	166	89.62	2	4	866.7	860.6	6.100	89.83	15	10.479	3	3.23	PVC 160psi	140	4.289	1.98	889.797	885.508	23.097	24.908	24.370	30.470
166	169	112.96	4	8	860.6	852.29	8.310	113.27	19	10.220	3	3.23	PVC 160psi	140	5.163	1.93	885.508	880.345	24.908	28.055	30.470	38.780
169	170	75.01	4	8	852.29	845.76	6.530	75.29	13	9.823	3	3.23	PVC 160psi	140	3.190	1.86	880.345	877.155	28.055	31.395	38.780	45.310
170	171	36.94	2	4	845.76	846.94	-1.180	36.96	7	8.928	3	3.23	PVC 160psi	140	1.312	1.69	877.155	875.843	31.395	28.903	45.310	44.130
171	178	49.00	0	0	846.94	847.31	-0.370	49.00	9	8.669	3	3.23	PVC 160psi	140	1.647	1.84	875.843	874.196	28.903	26.886	44.130	43.760
178	190	28.41	1	2	847.31	832.85	14.460	31.88	6	5.803	3	3.23	PVC 160psi	140	0.510	1.10	874.196	873.686	26.886	39.836	43.760	58.220
CAJAS ROMPE PRESION																						
190	191	97.78	2	4	832.85	812.97	19.880	99.78	17	2.788	2	2.193	PVC 160psi	140	2.712	1.14	832.850	830.138	0.000	17.168	0.000	59.260
191	192	117.20	2	4	812.97	795.38	17.590	118.51	20	2.528	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	7.976	1.62	830.138	822.162	17.168	26.782	19.880	37.470
192	194	110.91	4	8	795.38	792.37	3.010	110.95	19	1.819	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	4.059	1.17	822.162	818.103	26.782	25.733	37.470	40.480
194	196	89.99	9	19	792.37	787.3	5.070	90.13	16	1.422	1	1.195	PVC 160psi	140	13.552	1.97	818.103	804.551	25.733	17.251	40.480	45.550
196	197	97.06	3	6	787.3	772.04	15.260	96.25	17	0.785	1	1.195	PVC 160psi	140	4.928	1.09	804.551	799.623	17.251	27.583	45.550	59.810
RAMAL 2																						
99.1	107	100.62	0	0	922.83	889.26	33.575	106.07	18	3.972	2	2.193	PVC 160psi	140	5.547	1.63	922.835	917.288	0.000	28.028	0.000	31.290
107	110	191.32	3	6	889.26	876.87	12.390	191.72	32	3.972	2	2.193	PVC 160psi	140	10.026	1.63	917.288	907.262	28.028	30.392	33.575	43.680
110	112	46.61	4	8	876.87	869.12	7.750	47.25	8	3.636	2	2.193	PVC 160psi	140	2.099	1.49	907.262	905.163	30.392	36.043	45.965	51.430
112	117	75.06	2	4	869.12	872.23	-3.110	75.12	13	2.843	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	6.280	1.82	905.163	898.883	36.043	26.653	53.715	48.320
CAJAS ROMPE PRESION																						
117	119	54.68	0	0	872.23	864.99	7.240	55.16	10	2.983	2	2.193	PVC 160psi	140	1.301	1.06	872.230	870.929	0.000	5.939	0.000	7.240
119	122	71.33	4	8	864.99	857.52	7.470	71.72	12	2.983	2	2.193	PVC 160psi	140	1.692	1.06	870.929	869.237	5.939	11.717	7.240	14.710
122	126	50.26	2	4	857.52	852.78	4.740	50.48	9	1.736	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	1.695	1.11	869.237	867.542	11.717	14.762	14.710	19.450
126	127	135.26	1	2	852.78	837.30	15.480	136.14	23	1.476	1	1.195	PVC 160psi	140	21.944	1.99	867.542	845.598	14.762	8.298	19.450	34.930
127	128	85.11	1	2	837.30	824.11	13.190	86.13	15	1.276	1	1.195	PVC 160psi	140	10.605	1.76	845.598	834.993	8.298	10.883	34.930	48.120
128	132	49.8	1	2	824.11	820.64	3.470	49.92	9	0.535	1	1.195	PVC 160psi	140	1.232	0.74	834.993	833.761	10.883	13.121	48.120	51.590
132	135	133.75	3	6	820.64	827.14	-6.500	133.91	23	0.335	1	1.195	PVC 160psi	140	1.392	0.46	833.761	832.369	13.121	5.229	51.590	45.090
RAMAL 2.1																						
112	112.4	85.93	4	8	869.120	864.920	4.200	112.48	19	0.397	3/4	0.926	PVC 160psi	140	5.525	0.91	907.262	901.737	30.392	36.817	53.715	55.630
RAMAL 2.2																						
122	125	54.3862	5	10	857.52	855.40	2.120	54.43	10	0.460	1	1.195	PVC 160psi	140	0.974	0.62	870.929	869.955	5.939	14.555	14.710	16.830
RAMAL 2.3																						
CAJAS ROMPE PRESION																						
128	130	43.6402	0	0	824.11	822.88	1.230	43.66	8	0.541	1	1.195	PVC 160psi	140	1.098	0.75	845.598	844.500	21.488	21.620	0.000	1.230
130	130.7	115	7	14	822.88	794.89	27.990	118.36	20	0.541	3/4	0.926	PVC 160psi	140	10.307	1.25	844.500	834.193	21.620	39.303	1.230	29.220

TRAMO		L Tomada (m)	Viviendas Actuales	Viviendas Futuras	COTA TERRENO		Diferencia de Cotas	L DISEÑO (m)	TOTAL TUBOS	Q Diseño (l/s)	Diámetro Nominal (pulg.)	Diámetro Interno (pulg.)	TIPO TUBERIA	Clas. de Tubería	Pérdida H (m)	V (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA		PRESION ESTATICA	
E	PO				INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
RAMAL 3																						
99.1	104	56.504246	2	4	922.83	899.26	33.575	65.73	11	2.553	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	4.534	1.64	922.835	918.301	0.000	29.041	0.000	31.290
104	104.3	84.894196	1	2	899.26	876.87	12.390	85.79	15	2.303	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	4.857	1.48	918.301	913.444	29.041	36.574	33.575	43.680
104.3	106	336.62189	8	16	876.87	869.12	7.750	336.71	57	2.153	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	16.828	1.38	913.444	866.616	36.574	27.496	45.965	51.430
106	172	210.83298	8	16	869.12	844.58	24.540	212.26	36	1.572	1 1/4	1.754	PVC 160psi	141	5.851	1.01	896.616	890.765	27.496	39.185	53.715	75.970
172	175	238.28174	5	10	844.58	870.28	-25.700	239.66	40	0.991	1 1/4	1.532	PVC 160psi	142	5.357	0.83	890.765	885.398	46.185	15.118	78.255	50.270
175	177.2	123.04578	7	14	870.28	875.09	-4.810	123.14	21	0.541	1 1/4	1.532	PVC 160psi	143	0.888	0.45	885.398	884.510	15.118	9.420	52.555	45.460
RAMAL 4																						
136	137	48.719068	1	2	898.56	900.26	-1.700	48.72	9	3.501	2	2.193	PVC 160psi	140	2.017	1.44	920.225	918.208	21.655	17.948	24.275	20.290
137	143	68.801	4	8	900.26	886.29	13.970	70.20	12	3.301	2	2.193	PVC 160psi	141	2.573	1.35	918.208	915.635	17.948	29.345	22.575	34.260
143	144	67.788957	1	2	886.29	874.37	11.920	68.83	12	2.904	2	2.193	PVC 160psi	140	2.306	1.19	915.635	913.329	29.345	38.959	36.545	46.180
144	146	50.961469	2	4	874.37	873.79	0.580	50.96	9	2.704	2	2.193	PVC 160psi	140	1.309	1.11	913.329	912.020	38.959	38.230	48.465	46.760
146	150	157.68465	0	0	873.79	852.33	21.460	159.14	27	0.450	1	1.195	PVC 160psi	140	2.848	0.62	873.790	870.942	0.000	18.612	0.580	21.460
150	152	67.280927	5	10	852.33	842.28	10.050	68.03	12	0.450	1	1.195	PVC 160psi	140	1.218	0.62	870.942	869.724	18.612	27.444	22.040	31.510
RAMAL 4.1																						
146	157	83.09045	4	8	873.79	855.35	18.440	85.11	15	1.994	2	2.193	PVC 160psi	140	1.244	0.82	873.790	872.546	0.000	17.196	12.500	19.020
157	159	121.53519	5	10	855.35	839.46	15.890	122.57	21	1.597	2	2.193	PVC 160psi	140	2.306	0.66	872.546	870.240	17.196	30.780	30.940	34.910
159	161	56.591307	1	2	839.46	835.82	3.640	56.71	10	1.147	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	0.885	0.74	870.240	869.355	30.780	33.535	46.830	38.550
161	165	77.417059	5	10	835.82	826.72	9.100	77.95	13	0.947	1	1.195	PVC 160psi	140	5.532	1.31	869.355	863.823	33.535	37.103	50.470	47.650
165	164.5	142.87945	6	12	826.72	821.32	5.400	142.98	24	0.497	1	1.195	PVC 160psi	140	3.081	0.69	863.823	860.742	37.103	39.422	59.570	53.060
RAMAL 5																						
170	169.16	137.00255	6	12	845.76	835.29	10.470	137.40	23	0.497	3/4	0.926	PVC 160psi	140	10.252	1.15	880.345	870.093	34.585	34.803	20.940	25.310
RAMAL 6																						
178	180	101.4873	3	6	847.31	840.03	7.280	101.75	17	2.865	1 1/2	1.754	PVC 160psi	140	8.630	1.84	875.843	867.213	28.533	27.183	19.390	20.570
180	180.2	348.71533	6	12	840.03	818.16	21.870	349.40	59	0.497	3/4	0.926	PVC 160psi	140	26.070	1.15	867.213	841.143	27.183	22.983	26.670	42.440
RAMAL 6.1																						
180	181	48.097855	1	2	840.03	832.78	7.250	48.64	9	1.382	1	1.195	PVC 160psi	140	6.942	1.91	867.213	860.271	27.183	27.491	26.670	27.820
181	182	81.49959	4	8	832.78	822.31	10.470	82.17	14	1.182	1	1.195	PVC 160psi	140	8.783	1.63	860.271	851.488	27.491	29.178	33.920	38.230
182	184.6	105.13942	5	10	822.31	800.50	21.810	107.39	18	0.785	3/4	0.926	PVC 160psi	140	18.647	1.81	851.488	832.841	29.178	32.341	44.390	60.100
184.6	184.7	60.37157	3	6	800.50	794.21	6.290	60.70	11	0.335	3/4	0.926	PVC 160psi	140	2.184	0.77	832.841	830.657	32.341	36.447	66.200	66.380
RAMAL 6.2																						
180	185	70.879966	1	2	840.03	840.98	-0.950	70.89	12	0.650	1	1.195	PVC 160psi	140	2.505	0.90	867.213	864.708	27.183	23.728	26.670	19.620
185	189	234.65513	5	10	840.98	825.01	15.970	235.20	40	0.450	3/4	0.926	PVC 160psi	140	14.576	1.04	864.708	860.132	23.728	25.122	25.720	35.590
RAMAL 7																						
192	193	238.82756	5	10	785.38	778.17	7.210	239.45	40	0.450	3/4	0.926	PVC 160psi	140	14.840	1.04	830.138	815.298	34.788	37.128	37.470	54.680
RAMAL 8																						
197	193.3	190.22514	5	10	772.04	761.99	10.050	190.49	32	0.450	3/4	0.926	PVC 160psi	140	11.805	1.04	804.551	792.746	32.511	30.756	59.810	60.860

TOTAL DE VIVIENDAS	185	371
--------------------	-----	-----

Continúa...

APÉNDICE 4: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 19577		ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO		INE No. 22/81	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>		
RECIBIDA POR:	<u>José Antonio Leizaola</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Caseta Ontonito, Aldea Chusca</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2505-05-23, 12 h 30 min</u>		
FUENTE:	<u>Grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2505-05-23, 06 h 15 min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Sochob</u>	DISTRIBUCIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Stn. Estación</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sochob</u>				

RESULTADOS

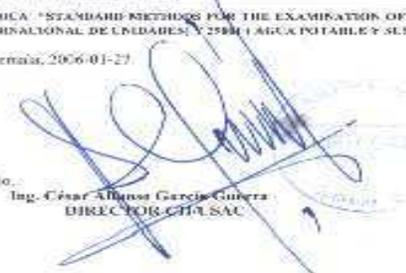
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLORES:	<u>Nada</u>	7. TEMPERATURA:	<u>---</u> °C
2. COLORE:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>---</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	<u>97,00</u> $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBIDIDAD:	<u>00,20 UNT</u>	6. potencial de Hidrogeno (pH):	<u>05,20 unidades</u>		
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L		mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,39	6. CLORURO (Cl ⁻)	05,50	11. SÓLIDOS TOTALES	68,00
2. NITRITO (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORURO (F ⁻)	00,16	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATO (NO ₃ ⁻)	03,43	8. SULFATO (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SÓLIDOS Fijos	56,00
4. CLORO RESIDUAL	---	9. LIBRO TOTAL (TDS)	00,00	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	---	10. DUREZA TOTAL	34,00	15. SÓLIDOS DISUUELTOS	66,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		00,00		34,00	
ALCALINIDAD TOTAL mg/L					
34,00					

OTRAS DETERMINACIONES:

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

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.C. - A.W.W.A. - W.E.F. 19th EDITION 1995, NORMA COGCAFOR-NGO 4001 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I.) (AGUA POTABLE Y SUS BEBIDAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-05-23

Vo.Bo. 
 Ing. César Alberto García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC


 Zenón Muñoz Santos
 Ing. Químico C.A. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





O.T. No. 19577		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-196530	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERIA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>José Antonio Letona</u>	DEPENDENCIA:	<u>I.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Oratona aldea Chamsic</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-01-23; 12 h. 30 min</u>		
FUENTE:	<u>grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-01-23; 16 h. 10 min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Soledad</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Soledad</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>		
SABOR:	<u>----</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>		
ASPECTO:	<u>clara</u>				
OLOR:	<u>Inodora</u>				

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10.00 cm ³	++-++	++---	++---
01.00 cm ³	++-++	----	innecesaria
00.10 cm ³	----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		4	4

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Desde el punto de vista del examen bacteriológico, se enmarca en la clasificación I Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

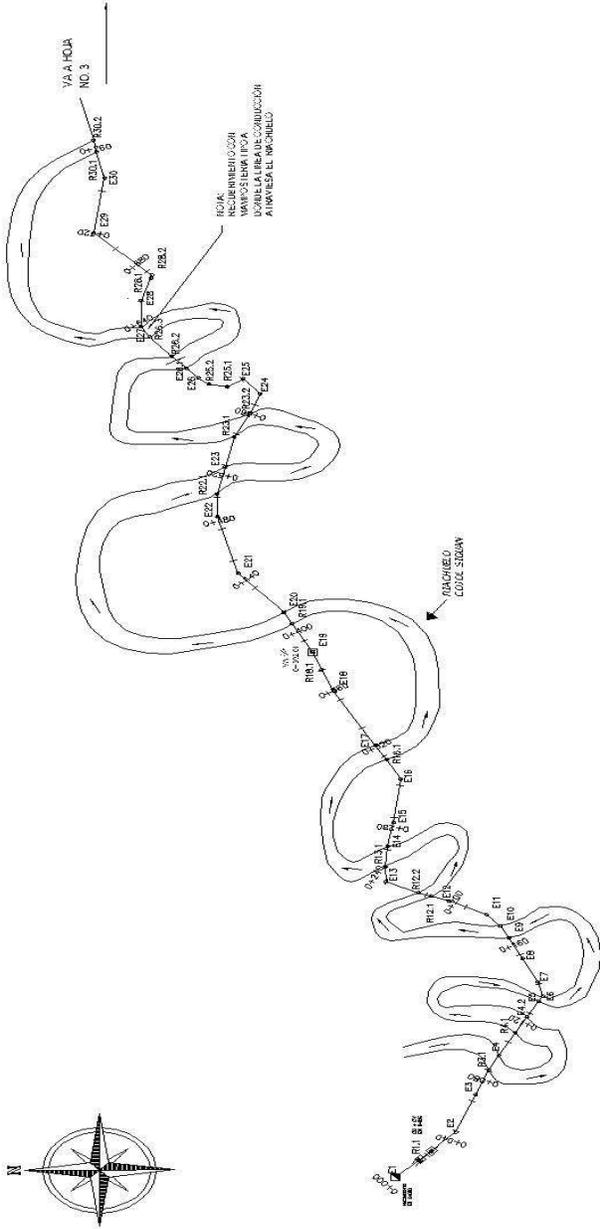
Guatemala, 2006-01-27

Vo.Bo. 
 Ing. César Alfonso Garza Guerra
 DIRECTOR CI/USAC


 Zenón Wuck
 Ing. Wuck No. 20
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 jefe Técnico Laboratorio

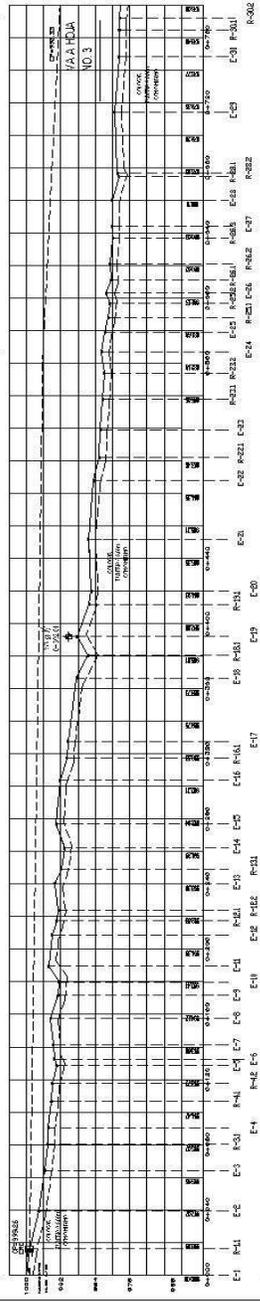


APÉNDICE 5: PLANOS



90 TUBOS PVC DE 4" Ø 160 FSI

35 TUBOS PVC DE 3" Ø 160 FSI



Cd = 4.23 IS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL Y DE OBRAS DE CONCRETO

PROYECTO: "SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL RANCHO EL COLON SIGUAN"
FECHA: 15/05/2018
LUGAR: RANCHO EL COLON SIGUAN, GUAYAS

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ
ALUMNO: JUAN CARLOS GONZALEZ
GRUPO: 101

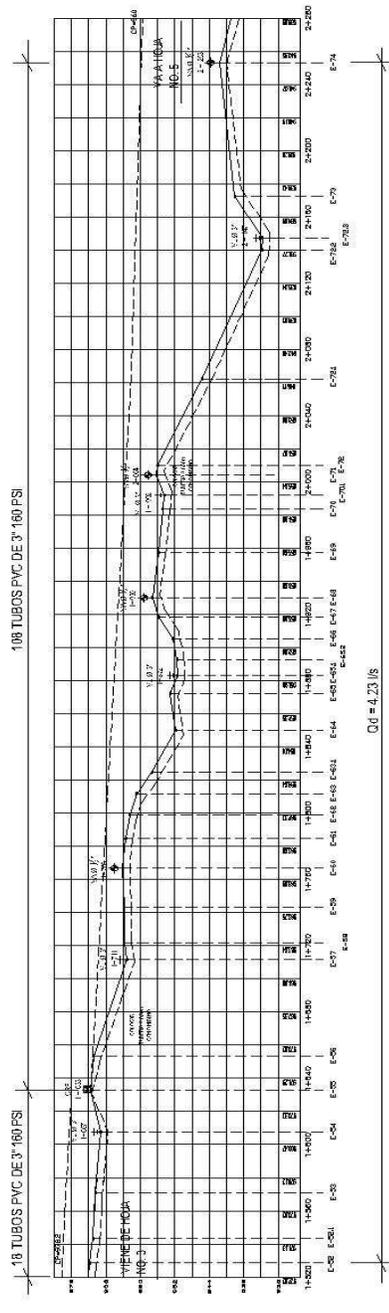
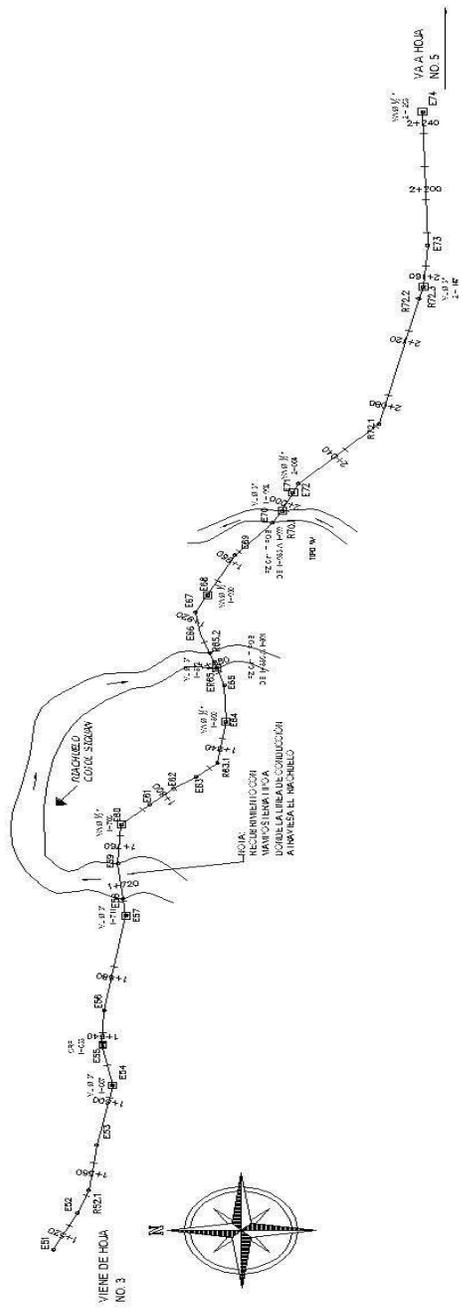
FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018
FECHA DE CALIFICACIÓN: 15/05/2018
FECHA DE DEFENSA: 15/05/2018

FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018
FECHA DE CALIFICACIÓN: 15/05/2018
FECHA DE DEFENSA: 15/05/2018

FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018
FECHA DE CALIFICACIÓN: 15/05/2018
FECHA DE DEFENSA: 15/05/2018

LÍNEA DE CONDUCCIÓN PLANTA - PERFIL DE E-00 a E-30.2

ESCALA HORIZONTAL 1:1000 ESCALA VERTICAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CARRERAS DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA PARA EL CANTONEL CONZUELO
 TITULO: DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA PARA EL CANTONEL CONZUELO

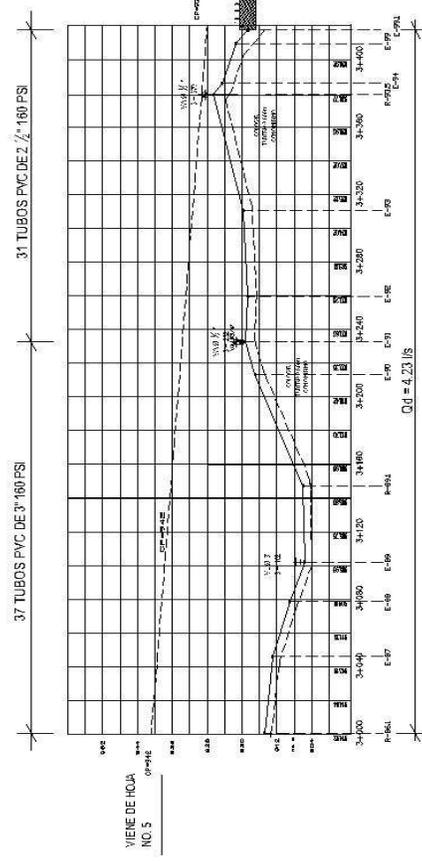
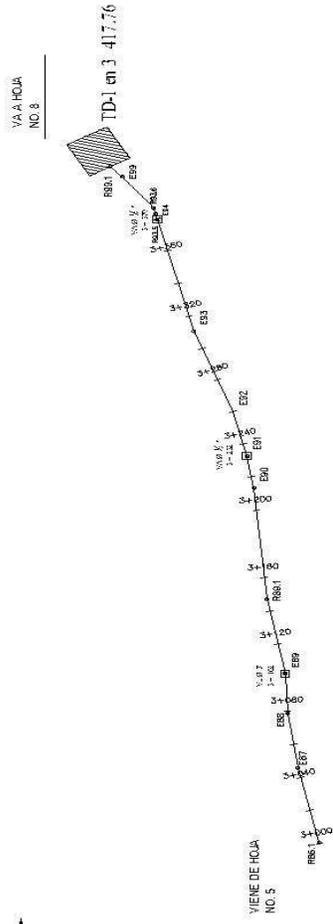
FECHA: 15/05/2018

PROFESOR:	DR. JUAN CARLOS
ASISTENTE:	DR. JUAN CARLOS
ALUMNO:	JUAN CARLOS
GRUPO:	01

LINEA DE CONDUCCION PLANTA - PERFIL DE E-52 a E-74
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000 ESCALA VERTICAL 1:500



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



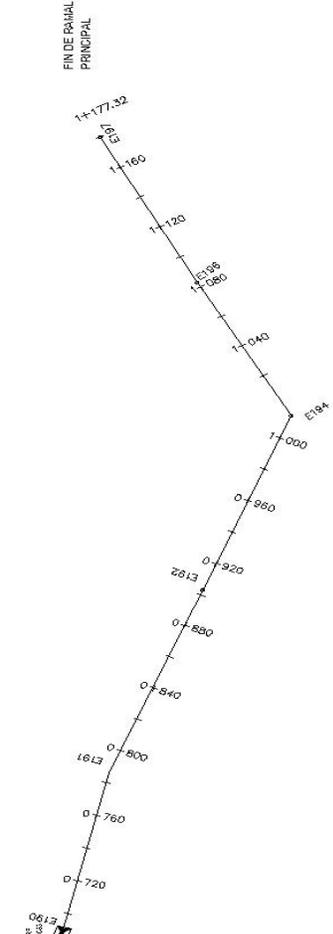
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

PROYECTO:	RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO SANITARIO DE LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
FECHA:	11/09/20
CONTRATO:	11/09/20
FECHA DE EMISIÓN:	11/09/20
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/09/20
FECHA DE EJECUCIÓN:	11/09/20
FECHA DE CANCELACIÓN:	11/09/20
FECHA DE CIERRE:	11/09/20
FECHA DE ENTREGA:	11/09/20
FECHA DE PAGO:	11/09/20
FECHA DE RECEPCIÓN:	11/09/20
FECHA DE CANCELACIÓN:	11/09/20
FECHA DE CIERRE:	11/09/20
FECHA DE ENTREGA:	11/09/20
FECHA DE PAGO:	11/09/20

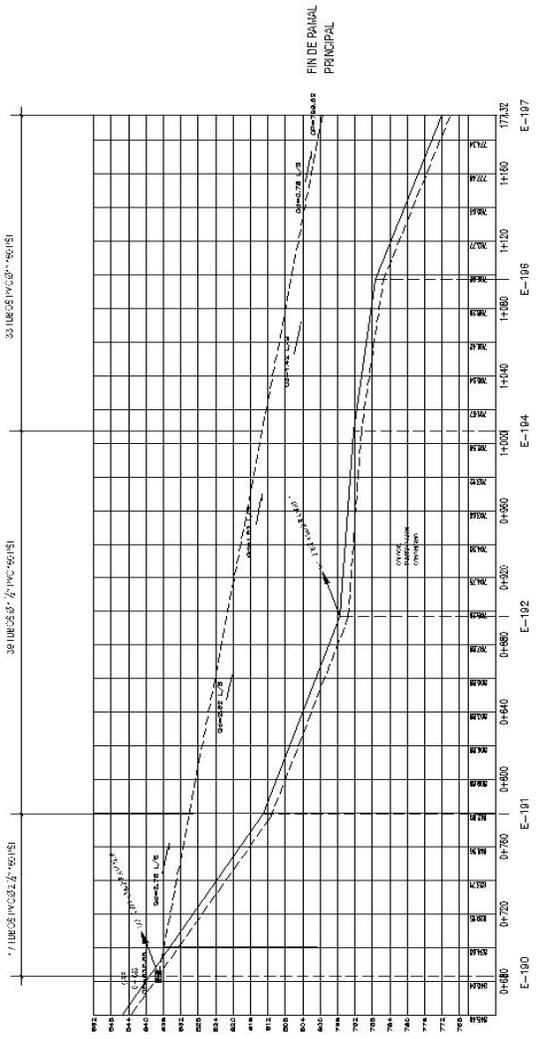
LÍNEA DE CONDUCCIÓN PLANTA - PERFIL DE E-86.1 a E-99.1
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000 ESCALA VERTICAL 1:500



VIENE DE HOJA NO. 1



FIN DE RAMAL PRINCIPAL



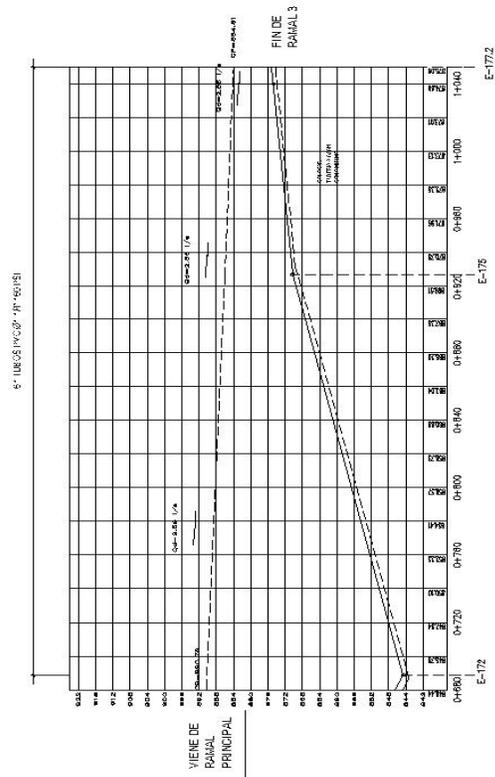
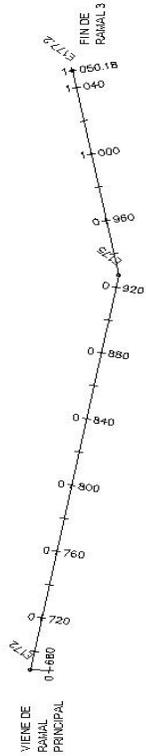
FIN DE RAMAL PRINCIPAL

VIENE DE HOJA NO. 12

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE ALIQUILADO	TITULO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL CANTON DE ALIQUILADO
AUTOR: ING. J. J. VILLALBA	FECHA: 2010
APROBADO POR:	FIRMA:
FECHA:	FECHA:

PLANTA PERFIL RAMAL PRINCIPAL
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000 ESCALA VERTICAL 1:500

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



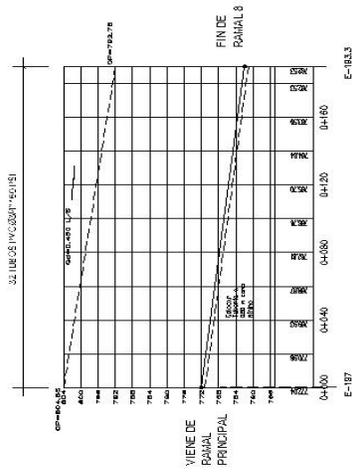
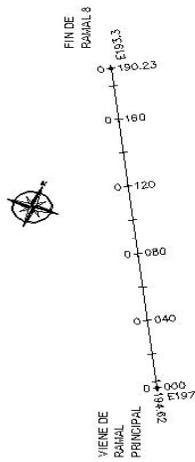
PLANTA PERFIL RAMAL 3
 ESCALA 1:1000 ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

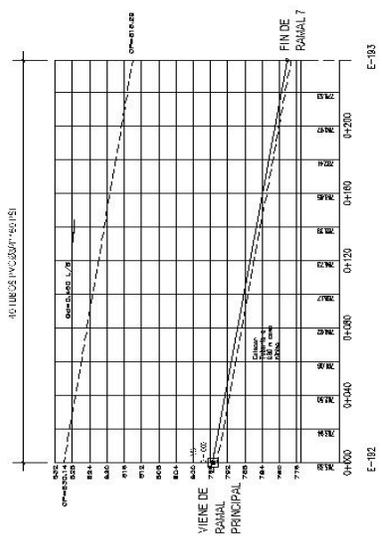
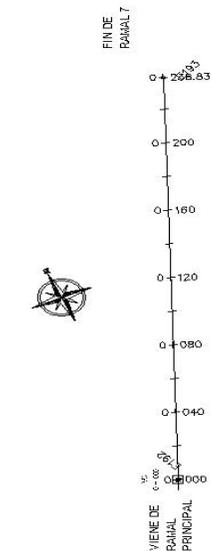
PROYECTO	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL RAMAL 3 DEL CARRILLO DE LA ZONA 13 DE LA CIUDAD DE GUATEMALA
FECHA	2018
ESCALA	1:1000
FECHA DE ELABORACION	2018
FECHA DE REVISION	
FECHA DE APROBACION	
FECHA DE EMISION	

ING. CARLOS RAMOS RAMOS

ING. CARLOS RAMOS RAMOS



PLANTA PERFIL RAMAL 8
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA PERFIL RAMAL 7
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

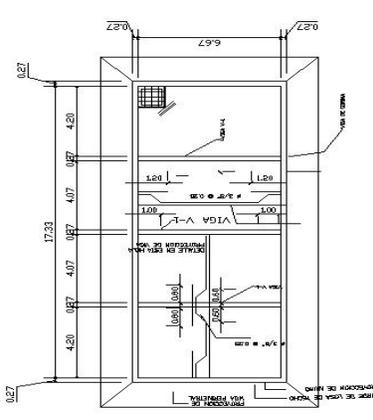
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUAS POTABLES DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS

NOMBRE DEL ALUMNO	NOMBRE DEL TITULO	FECHA	PUNTO	PUNTO

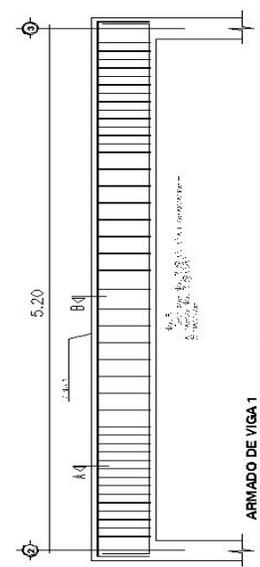
ING. CARLOS RAMOS

ING. CARLOS RAMOS

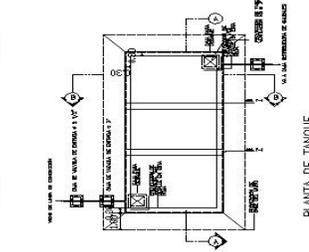
ING. CARLOS RAMOS



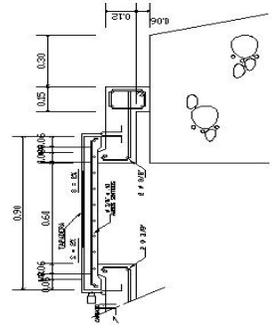
PLANTA DE LOSA DE TECHO
ESCALA 1:100



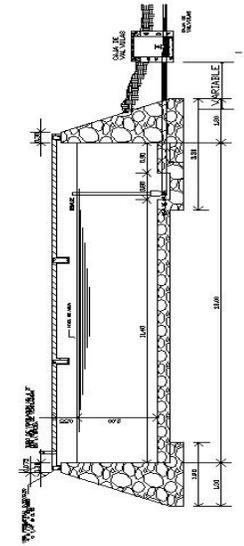
ARMADURA DE VIGA 1
ESCALA 1:100



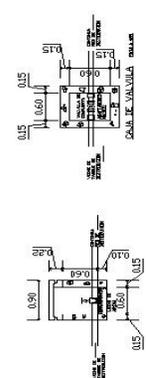
PLANTA DE TANQUE
ESCALA 1:100



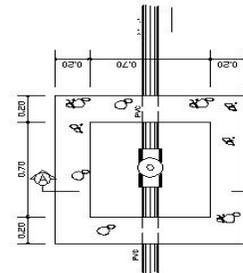
DETALLE DE CONCRETO
ESCALA 1:100



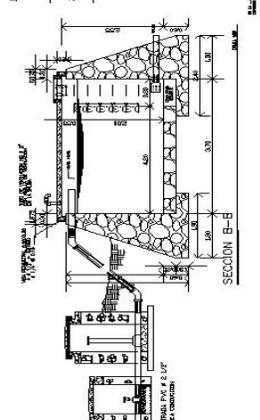
SECCION A-A
ESCALA 1:100



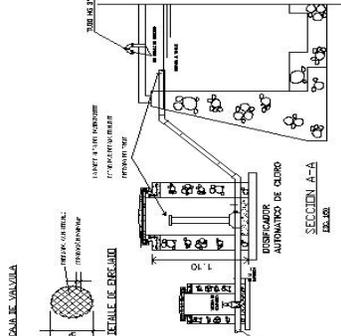
DETALLE DE VALVULA
ESCALA 1:100



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:100



SECCION B-B
ESCALA 1:100



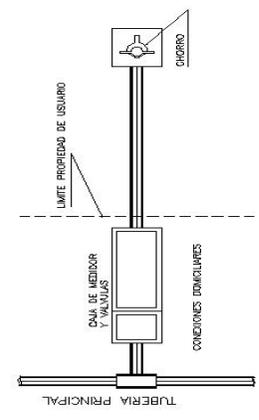
DETALLE DE VALVULA
ESCALA 1:100



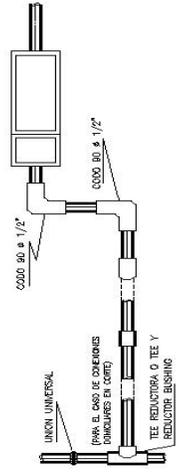
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:100

NOTAS GENERALES
1. CONCRETAR EN UN SOLO CORRIDOR DE FONDO
2. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
3. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
4. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
5. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
6. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
7. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
8. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
9. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
10. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
11. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR
12. EL CONCRETO DEBEN SER EN UN SOLO CORRIDOR

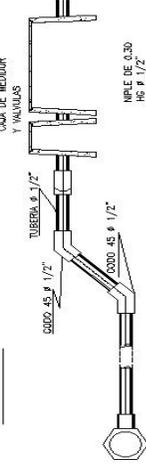
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
TRABAJO DE GRADUACION
PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
AUTOMATIZADO
AUTOR: JUAN CARLOS GONZALEZ
FECHA: 2018



LOCALIZACION DE CONEXION DOMICILIAR

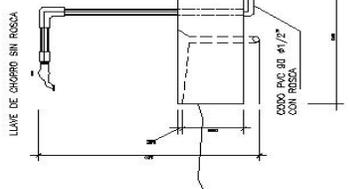
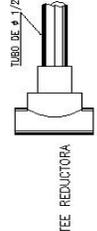


PLANTA

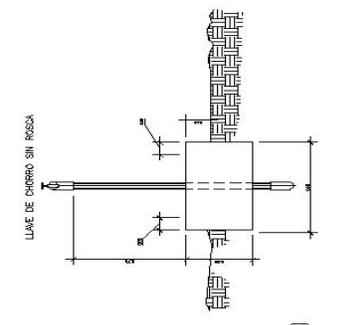


TUBERIA PRINCIPAL RED DE DISTRIBUCION

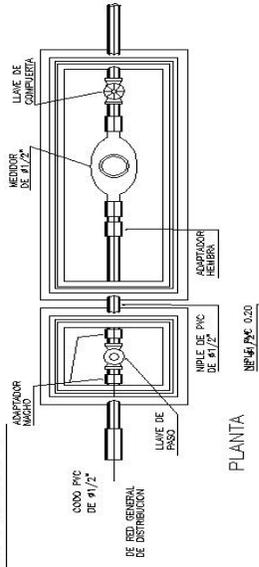
ELEVACION



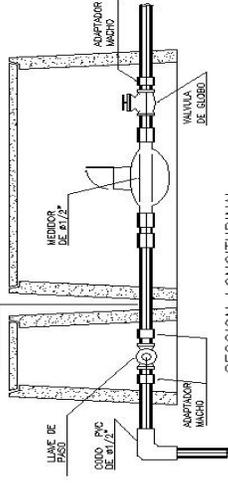
ELEVACION LATERAL CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR



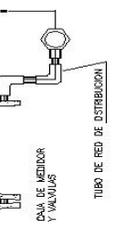
ELEVACION FRONTAL



PLANTA



SECCION LONGITUDINAL DE RED GENERAL DE DISTRIBUCION CAJA DE MEDIDOR Y VALVULAS DE CONTROL



CONEXION DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PILA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACUEDUCTOS Y SANEAMIENTO

PROFESOR: MSc. JUAN CARLOS VILLALBA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
CATEDRA: OBRAS DE ACUEDUCTOS Y SANEAMIENTO

ESTUDIANTE: JUAN CARLOS VILLALBA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
CATEDRA: OBRAS DE ACUEDUCTOS Y SANEAMIENTO

FECHA: 11/06/20
PÁGINA: 1 DE 1

INSTRUMENTOS: 1. COMPAS, 2. ESCUADRO, 3. REGLA, 4. LAPICERAS, 5. GOMA, 6. PUNTA DE LAPIZ, 7. TERNIO, 8. COMPAS DE PUNTA, 9. COMPAS DE ABERTURA, 10. COMPAS DE TRANSFERENCIA, 11. COMPAS DE RAYOS, 12. COMPAS DE ALICATA, 13. COMPAS DE PUNTA Y LAPIZ, 14. COMPAS DE ABERTURA Y LAPIZ, 15. COMPAS DE TRANSFERENCIA Y LAPIZ, 16. COMPAS DE RAYOS Y LAPIZ, 17. COMPAS DE ALICATA Y LAPIZ, 18. COMPAS DE PUNTA Y LAPIZ, 19. COMPAS DE ABERTURA Y LAPIZ, 20. COMPAS DE TRANSFERENCIA Y LAPIZ.

Escuela de Ingeniería Civil
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
CATEDRA DE OBRAS DE ACUEDUCTOS Y SANEAMIENTO