

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

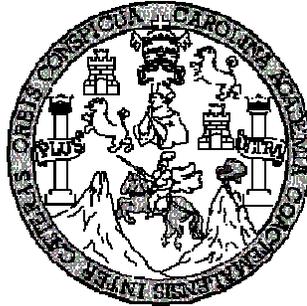
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL
TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA**

Adolfo Castañeda Godoy

Asesorado por: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL
TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ADOLFO CASTAÑEDA GODOY

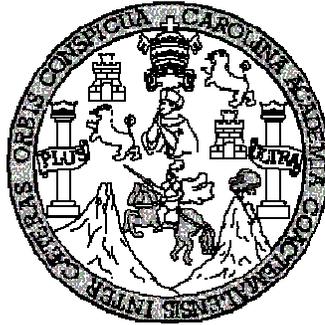
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing: Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. Felipe Antonio Cerrate Zamora
EXAMINADOR	Ing. Aníbal Rodas Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Flores Sandoval
SECRETARIO	Ing. Edgar José Bravatti Castro

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de abril de 2011.



Adolfo Castañeda Godoy



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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Adolfo Castañeda Godoy** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **8417584**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA”**.

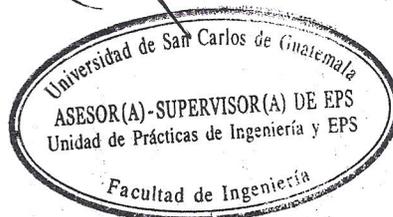
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

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



c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala, 04 de noviembre de 2011
REF.EPS.D.1023.11.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Adolfo Castañeda Godoy**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
8 de septiembre de 2011

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

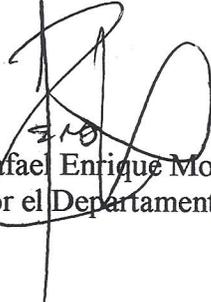
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Adolfo Castañeda Godoy, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Adolfo Castañeda Godoy, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

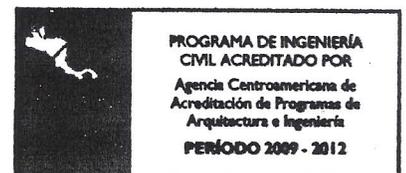

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2011

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL TEMPISQUE, CABECERA MUNICIPAL DE FRAIJANES, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Adolfo Castañeda Godoy**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Alcinos
Decano



Guatemala, noviembre de 2011

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su Gracia, por ser luz en cada momento de mi vida, por la vida misma y por los dones recibidos.
Mi esposa	Por su apoyo, su cariño y su entusiasmo.
Mi hijo	Por ser una gran motivación, por su amor y su cariño.
Mis padres	Por todo su apoyo, su confianza, su ejemplo, su paciencia y don de servicio.
Mis hermanos	Que me han acompañado en el camino para alcanzar esta meta.
Mi suegra	Por su apoyo incondicional.
Mis cuñados	Por su apoyo moral.
Ingeniero Silvio Rodríguez	Por su dirección, asesoría y tiempo brindado para la realización del presente trabajo de graduación y por su calidad como persona y profesional.
Ingeniera Sigrid Calderón	Por su apoyo incondicional, su motivación y su amistad.

**La Facultad
de Ingeniería**

Por la formación recibida, por las personas
que he conocido y por todos los momentos
vividos en este centro de estudios.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	María Godoy de Castañeda, Adolfo Castañeda Felice (q.e.p.d.)
Mi esposa	Tannia Annaité López de Castañeda
Mi hijo	Adolfo Castañeda López
Mis hermanos	María Olga, Silvia María (q.e.p.d.), Ana Lucrecia, Pedro Alfonso, José Andrés
Mi suegra	Elena Herrera de la Cerda
Mis cuñados	Elena de Truffi, Carla de Castañeda, Shery de Castañeda, Jorge Lopez, Juan Ángel Diaz, Arnoldo Arriaza e Iván Truffi
Mis amigos	Félix Rubén Torres, Atilio Prandina, Juan Carlos Lara, José Augusto Mérida, Carlos Salazar, Ernesto Mollinedo, Eduardo Gil Ramírez, Fernando Amenábar, Carlos Echeverría, Diego Vizcaíno, Eduardo Herrera

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografías del municipio de Fraijanes	1
1.1.1. Características físicas	1
1.1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.1.2. Ubicación Geográfica	1
1.1.1.3. Topografía	2
1.1.1.4. Clima	3
1.1.1.5. Tipo de vivienda	4
1.1.1.6. Situación demográfica.....	4
1.1.1.7. Población actual	5
1.1.2. Características de infraestructura.....	5
1.1.2.1. Vías de acceso.....	5
1.1.2.2. Servicios públicos.....	5
1.1.3. Características socioeconómicas	6
1.1.3.1. Origen de la comunidad	6
1.1.3.2. Actividad económica	7
1.1.3.3. Idioma y religión	8
1.1.3.4. Organización de la comunidad	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	9
2.1.	Sistema de agua potable.....	9
2.2.	Descripción del proyecto	9
2.3.	Localización de la fuente	11
2.4.	Calidad del agua.....	11
2.4.1.	Análisis físico-químico.....	12
2.4.2.	Análisis bacteriológico.....	13
2.5.	Aforos.....	13
2.6.	Levantamiento topográfico	14
2.6.1.	Planimetría.....	14
2.6.2.	Altimetría.....	15
2.7.	Período de diseño	16
2.8.	Cálculo de la población	17
2.8.1.	Población actual.....	17
2.8.2.	Población futura	17
2.9.	Requerimientos de diseño.....	18
2.10.	El caudal y sus variaciones	20
2.10.1.	Caudal medio diario	20
2.10.2.	Caudal máximo diario.....	21
2.10.3.	Caudal máximo horario	22
2.11.	Diseño hidráulico.....	23
2.11.1.	Diseño y tipo de tubería.....	23
2.11.2.	Diseño de la línea de conducción	24
2.11.2.1.	Bombeo.....	26
2.11.2.2.	Cálculo de potencia de la bomba.....	31
2.11.2.3.	Golpe de ariete	31
2.11.2.4.	Selección de tipo de bomba.....	32
2.11.3.	Tanque de almacenamiento	34

2.11.4.	Volumen tanque de almacenamiento	35
2.11.5.	Diseño de red de distribución	38
2.11.5.1.	Determinación de los puntos de consumo..	40
2.11.5.2.	Diseño hidráulico de redes abiertas	41
2.11.6.	Sistema de desinfección.....	47
2.12.	Obras hidráulicas.....	50
2.12.1.	Cajas de captación	50
2.12.2.	Válvulas de limpieza.....	51
2.12.3.	Válvula de aire.....	52
2.12.4.	Cajas rompe presión	53
2.12.5.	Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes.....	53
2.12.6.	Conexión predial.....	54
2.12.7.	Pozos.....	56
2.13.	Operación y mantenimiento	58
2.14.	Propuesta de tarifa	61
2.15.	Elaboración de planos	64
2.16.	Elaboración de presupuesto	65
2.17.	Evaluación socioeconómica.....	66
2.17.1.	Valor presente neto	66
2.17.2.	Tasa interna de retorno	69
2.18.	Evaluación de impacto ambiental	70
CONCLUSIONES.....		77
RECOMENDACIONES.....		79
BIBLIOGRAFÍA.....		81
APÉNDICE.....		83
ANEXOS.....		109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del municipio de Fraijanes	2
2.	Ubicación del proyecto	10
3.	Curvas de nivel.....	16
4.	Estratificación del pozo El Tempisque.....	27
5.	Curva de rendimiento de la bomba	33
6.	Tanque de distribución El Tempisque	37
7.	Tanque de distribución en 3D.....	38
8.	Número de casas en el sector	41
9.	Red de distribución.....	46
10.	Alimentador automático de cloro	49
11.	Sistema de captación de agua	51
12.	Caja válvula de aire	53
13.	Paso de zanjón.....	54
14.	Conexión predial 1	55
15.	Conexión domiciliar	56
16.	Capas del subsuelo	57
17.	Portada Reglamento de Agua	58
18.	Diagrama de flujo de efectivo	68

TABLAS

I.	Temperaturas promedio mensuales	3
II.	Dotaciones	18

III.	Diámetros internos de tubería de PVC	23
IV.	Datos generales de diseño	24
V.	Valor Presente Neto	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
π	3.14159
@	A cada, separación de estribos
\approx	Aproximadamente igual a
A	Área
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qmax	Caudal máximo
Qm	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
Φ	Diámetro
t	Espesor de un elemento
HG	Hierro galvanizado
=	Igual
I	Inercia
Kg	Kilogramo
kg/m ²	Kilogramo por metro cuadrado
psi	Libra por pulgada cuadrada

lts	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/seg	Litros por segundo
L	Longitud
m.c.a.	Metros columna de agua
Hf	Pérdida de carga
N	Período de diseño
Yagua	Peso específico del agua
pie ²	Pie cuadrado
Po	Población actual
Pf	Población futura
P	Presión
PD	Presión dinámica
plg	Pulgada
plg ²	Pulgada cuadrada
plg ³	Pulgada cúbica
Senφ	Seno del ángulo
Σ	Sumatoria
i	Tasa de crecimiento poblacional anual
V	Velocidad

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas, etc.
ACI	<i>American Concrete Institute</i> (Instituto Americano del Concreto).
Acueducto	Conducto artificial destinado al transporte de agua de un lugar a otro.
Acuífero	Son formaciones geológicas capaces de contener y permitir el movimiento del agua a través de sus poros. Manto: formación o estructura geológica de rocas, grava y arena situada encima de una capa impermeable, que posee la capacidad de agua que fluye en su interior. Este flujo se produce entre los poros que se intercomunican, es de velocidad variable y obedece a las condiciones específicas de permeabilidad de cada tipo de formación. Los términos manto acuífero y depósito manto acuífero, estrato acuífero y acuífero son sinónimos.

Aforo	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elementos tóxicos) y que es agradable a los sentidos (inodora incolora e insabora).
Análisis Físico Químico	Conjunto de técnicas y procedimientos de laboratorio mediante los cuales se determinan los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
Azimut	Es el ángulo formado en la dirección horizontal medido a partir del norte (real magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.
Bacteria	Microorganismo unicelular procarionte, cuyas diversas especies causan las fermentaciones, enfermedades o putrefacción en los seres vivos o en la materia orgánica.
Caudal	Volumen de agua que fluye por unidad de tiempo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.

Consumo	Volumen de agua que es utilizado por la unidad consumidora que está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y que lo hace varíe de una población a otra.
Cota Piezométrica	Es la altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desinfectar	Quitar al agua la infección o la propiedad de causarla, destruyendo gérmenes nocivos y evitando su desarrollo.
Dotación	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, por ejemplo l/hab/día, l/industria/día, etc.
Dureza	Término utilizado para expresar el contenido en el agua de iones de calcio y magnesio que forman compuestos insolubles.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Nacimiento	Lugar del brote a la superficie de un acuífero.
Nudo	Punto donde concurren dos o más elementos de una estructura.
Planimetría	Parte de la topografía que trata de la medida de longitud horizontal del terreno y de la medida de superficies horizontales del mismo.
Pérdida de carga	Es la energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por fricción contra las paredes de la tubería, por la rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.
Presión	Fuerza que actúa sobre una superficie o área.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que insiste sobre una superficie pequeña, obligando a ésta a penetrar en el interior del elemento o pieza a que pertenece.

Rumbo	El ángulo que forma una línea con el eje Norte – Sur, contando 0° a 90°, a partir del Norte o a partir del Sur, hacia el Este o el Oeste.
Sedimento	Materia que deja de estar suspensa en el agua, depositándose en el fondo del recipiente que lo contiene debido a la gravedad.
Topografía	Es la ciencia que determina las dimensiones y el contorno (o características tridimensionales) de la superficie de la tierra a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el municipio de Fraijanes, Guatemala; el cual tiene en forma detallada, el procedimiento con el cual se desarrolló el proyecto de diseño del sistema de agua potable para el sector El Tempisque, cabecera municipal de Fraijanes, Guatemala, con el objetivo fundamental de proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

El mismo contiene la investigación de campo realizada, la cual se generó con la información monográfica del lugar, que muestra a su vez, un cuadro general de las condiciones físicas, económicas y sociales de la población que regirán todos los criterios adoptados en este estudio.

El trabajo de graduación está dividido en dos fases muy importantes: en la primera que es la fase de investigación, se detalla la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio. En la segunda fase denominada Servicio Técnico Profesional, contiene el desarrollo del diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.

El diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable, presenta los aspectos técnicos tales como: topografía, cálculo y diseño hidráulico, operación y mantenimiento, exámenes de laboratorio, elaboración de planos y presupuesto; todos bajo las normas y parámetros que los rigen. Con este proyecto se espera beneficiar a 3 300 habitantes, con una vida útil del proyecto de 20 años.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de agua potable para el sector El Tempisque, cabecera municipal de Fraijanes, Guatemala.

Específicos

1. Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria para proveer soluciones a problemas reales y actuales.
2. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de la realidad que vive el municipio.
3. Identificar las necesidades de servicios básicos y de infraestructura en la comunidad.
4. Capacitar al personal de la municipalidad y miembros de los comités para el buen funcionamiento, operación y mantenimiento del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, contiene el diseño de un proyecto elaborado mediante el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.). Para conocer las necesidades de la comunidad fue necesario una investigación y coordinación con las autoridades municipales y las personas de la comunidad. Se trabajó estrechamente con el Departamento de Agua de la Municipalidad y se lograron determinar las necesidades más urgentes de infraestructura y servicios básicos del municipio.

Un proyecto encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de una región necesita un apoyo técnico y profesional. Las políticas de desarrollo del municipio, tienen por objeto promover un cambio positivo en la calidad de vida de los habitantes. Entre los proyectos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de las comunidades, están aquellos que son necesarios para satisfacer las necesidades básicas de los pobladores.

Los sistemas de abastecimiento de agua potable son elementos de vital importancia en la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo, debido a que la escasez o falta de ésta puede provocar problemas de salubridad en una comunidad. El abastecimiento de agua potable es indispensable para la vida humana. De aquí que cada comunidad debe tener un abastecimiento adecuado de buena calidad de agua potable.

El presente trabajo de graduación, presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Tempisque municipio de Fraijanes, Guatemala, en respuesta a que se tiene un sistema de agua potable

que ya no es funcional debido al crecimiento poblacional que ha sido alto por la migración de personas al sector.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografías del municipio de Fraijanes

1.1.1. Características físicas

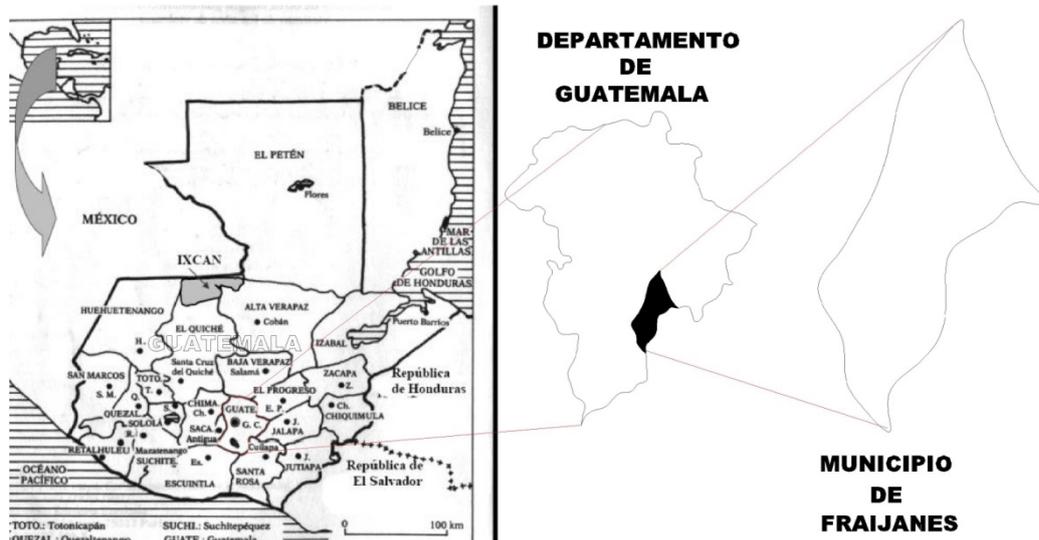
1.1.1.1. Localización y colindancias

Está ubicado en el departamento de Guatemala, tiene colindancias con los municipios de Barberena, San José Pinula, Villa Canales, Santa Catarina Pinula, Santa Rosa de Lima, Santa Cruz Naranjo y Pueblo Nuevo Viñas. Colinda al norte con Santa Catarina Pinula; al Este con San José Pinula; al Sur con Santa Cruz Naranjo, Barberena (S. R.); al Oeste con Villa Canales y Santa Catarina Pinula.

1.1.1.2. Ubicación Geográfica

Se encuentra ubicado en la parte Sur-Oriental del departamento, 1 630 metros sobre el nivel del mar (msnm); localizado en la latitud Norte 14° 27' 45" y longitud Oeste 90° 26' 25". El municipio de Fraijanes se encuentra al Sur-Oriente del departamento de Guatemala, a 28 Km del Centro de la capital de Guatemala.

Figura 1. **Ubicación municipio de Fraijanes**



Fuente: Mapa de Guatemala y elaboración propia.

1.1.1.3. **Topografía**

La mayoría del territorio de Fraijanes es de topografía quebrada y el resto es plana. Dentro de sus recursos naturales cuenta con: ríos, riachuelos y quebradas, recursos minerales, bosques, cerros, montañas. El suelo es de origen volcánico. Se ubica a una elevación de 1 630 metros sobre el nivel del mar, la zona de vida predominante es el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB).

Posee varios ríos de importancia, siendo éstos: Diéguez, Santa Isabel, Rustrían, Aguacapa, El Sauce, Las Cañas, Los Encuentros y Chocolate.

Destacan sus cerros: El Cerrito, El Cubilete, El Chocolate, Dolores, Los Guajes; y montaña Canchón.

1.1.1.4. Clima

Templado en el día y frío por las noches. El clima es variado; la meseta central se conserva templada, la temperatura promedio diaria oscila entre los 15 a 18,4 grados centígrados. En el resto del municipio en lugares altos es frío y la parte baja cálida.

La precipitación anual promedio es de 1 600 mm/año. Los meses más lluviosos son junio (318 mm/año) y septiembre (324 mm/año).

Tabla I. **Temperaturas promedio mensuales**

Mes	Temperatura
Enero	15,1 C
Febrero	14,9 C
Marzo	16,4 C
Abril	17,5 C
Mayo	18,2 C
Junio	17,3 C
Julio	17,4 C
Agosto	17,1 C
Septiembre	17,0 C
Octubre	17,0 C
Noviembre	16,0 C
Diciembre	15,0 C

Fuente: INSIVUMEH

La estación meteorológica más cercana esta en San José Pinula. Hasta en 1990 funciono una estación meteorológica en el municipio de Fraijanes.

Las especies indicadoras de la flora y fauna son:

Flora: Spatodea Campanulata, (Llama del Bosque), Pinus Sp,(pino), Cupressus Sp (ciprés), Quercus Sp (Encino), Ceiba Pentandra (Ceiba), Tabebuia Sp, (Matilisguate), Bahuinia Monandra (Costa Rica) y otras más.

Fauna: en el área existen algunas especies de fauna tales como la rata común, ardillas, conejos, mapaches, tacuazines y la mayoría de la fauna doméstica.

1.1.1.5. Tipo de vivienda

Muros de mampostería de block de pómez, pisos de concreto y techos de lámina galvanizada, algunas viviendas son de adobe de barro, con techo de teja de barro.

1.1.1.6. Situación demográfica

Con base en la investigación se establece que el 3,9% del total de la población es indígena (1 800 habitantes), el 96,1% lo constituye la población no indígena (44 351 habitantes).

El porcentaje de indígenas lo constituyen inmigrantes de las poblaciones del departamento del Quiché, que por circunstancias sociopolíticas, dejaron su tierra natal, en busca de nuevas oportunidades.

1.1.1.7. Población actual

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística se ha proyectado que el municipio de Fraijanes posee una población total de 46 151 habitantes.

1.1.2. Características de infraestructura

1.1.2.1. Vías de acceso

Carretera asfaltada que viene del paso a desnivel de la carretera a El Salvador (CA-1) en el Km. 18,5 hacia Fraijanes y carretera que conduce de El Cerinal, Santa Rosa pasando por la aldea Los Cerritos, carretera que está asfaltada en una parte y el resto es de en terracería.

Las vías de comunicación con que cuenta el municipio en kilómetros son:

• Carreteras Asfaltadas	482
• Terracería	270
• Caminos vecinales	42
• Total	794

1.1.2.2. Servicios públicos

El municipio de Fraijanes cuenta con los siguientes servicios públicos: Tiene agua potable suministrada por 28 pozos y un nacimiento de agua; drenajes sanitario y pluvial, energía eléctrica, teléfonos, mercado, instituto, escuelas, hospital, planta de tratamiento de agua, bomberos, bus municipal, salón municipal, biblioteca, parque y establecimientos deportivos.

Cuenta con las autoridades y servicios públicos siguientes: Corporación Municipal, Juzgado de Paz, Policía Nacional Civil y Estación de Bomberos Voluntarios.

1.1.3. Características socioeconómicas

1.1.3.1. Origen de la comunidad

El nombre de “Frijanes” tiene su origen en el 1770, cuando un grupo de Frailes Juanes llegaron al pueblo con la tarea de velar por el bien espiritual de la población. Es por ello que la misma historia se encargó de bautizarla con el nombre titular FRAIJANES.

El municipio de Frijanes fue creado el 12 de junio de 1924, pues Frijanes era hasta ese entonces, una aldea que pertenecía al municipio de Villa Canales; al momento de su creación perteneció al departamento de Amatitlán, hoy municipio de Amatitlán.

A menos de un año de su creación Frijanes fue anexado al Departamento de Guatemala el 23 de abril de 1925 y el 15 de julio de ese mismo año durante el Gobierno del Presidente José María Orellana se establecieron nuevos linderos del Municipio que tiene una extensión aproximada de 91 kilómetros cuadrados.

Desde la creación del municipio de Frijanes (1924 al 2011), han transcurrido 87 años. En la actualidad la Municipalidad de Frijanes está dirigida por el Alcalde Marco Tulio Meda Mendoza, siendo electo popularmente durante el período 2008 – 2012; el señor Meda Mendoza con anterioridad ocupó la Dirección Municipal de julio de 1993 a enero del 2003.

El Alcalde Meda Mendoza se ha destacado por sus innumerables obras en pro de su municipio; junto a su esposa han buscado mejoras para hacer de Fraijanes un mejor y moderno lugar, asimismo, han accionado con el fin de procurar un mayor bienestar a los habitantes de la localidad.

1.1.3.2. Actividad económica

Su economía se basa en la agricultura con cultivos principalmente de café; también en la ganadería con ganado criollo y razas finas; en pequeñas industrias como avicultura, crianza de cerdos y en menor escala al comercio. Su terreno es cultivable en su totalidad.

Dentro de sus fuentes vegetales se encuentran el berro, hortalizas, maíz, frijol, güisquil, aguacate, banano y pacaya. El medio principal de producción es el café.

Uso actual del suelo en hectáreas:

Centros poblados	335,32
Agricultura limpia anual	4 403,28
Cafetales	2 564,32
Bosque de latifoliadas	1 517,08
Bosque de coníferas	3 193,19
Bosque mixto	4 360,00

Población económicamente activa por género:

Hombres	23 230
Mujeres	9 320

1.1.3.3. Idioma y religión

El idioma es español. En su mayoría las personas son católicas y también hay iglesias protestantes pentecostales y mormonas.

1.1.3.4. Organización de la comunidad

La forma de Gobierno es por Consejo Municipal, es una municipalidad de 3ra. categoría. Cuenta con un pueblo que es la cabecera municipal, 4 aldeas y 1 caserío.

Actualmente el Consejo Municipal es presidido por el Industrial Marco Tulio Meda Mendoza, alcalde de la localidad.

La Municipalidad se localiza en la 1ª. Avenida 1-15 zona 1 del municipio en mención. Teléfono: 634-4014. Email: fraijanes@infom.org.gt

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Sistema de agua potable

El sistema de agua potable que se va a diseñar es un sistema de red de tubería de PVC, con accesorios de PVC, con un pozo, bomba de agua y un tanque de abastecimiento.

2.2. Descripción del proyecto

El proyecto es un diseño elaborado para mejorar el abastecimiento y distribución de agua en el sector El Tempisque de la cabecera municipal de Fraijanes. El diseño consiste en una línea de conducción y una red de distribución. Para su elaboración se determinan: la cantidad de agua, la calidad del agua y los diámetros adecuados de tubería a utilizar.

El sector El Tempisque ya cuenta con un pozo mecánico que provee agua al sector, pero el sistema de distribución ya no es funcional y hay sectores de la población que no cuentan con el vital líquido.

Es necesario hacer un cálculo del consumo actual de agua y el consumo futuro de la población para elaborar el nuevo diseño, analizar si el pozo puede cubrir la demanda o si se deben buscar nuevas fuentes de abastecimiento.

Para ello, hay que determinar cuál es la dotación de agua por persona que se van a utilizar en el diseño, de acuerdo a las necesidades de la población. Se deben determinar los valores de la demanda máxima diaria y

horario que requiere el proyecto. En la actualidad viven 390 familias, dando un total de 1 950 personas y 380 viviendas.

Se busca hacer un nuevo diseño para que se pueda surtir toda la población, con un período de servicio de 20 años con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas en el sector el Tempisque.

Figura 2. **Ubicación de proyecto**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional
y elaboración propia.

2.3. Localización de la fuente

El pozo mecánico El Tempisque está ubicado en la 2ª. Avenida 2-35 de la zona 2 de la cabecera municipal, en las coordenadas cartesianas latitud 14°27'43" N y longitud 90°26'14.00"O en una elevación de 1 668 metros sobre el nivel del mar. El pozo El Tempisque es propiedad de la Municipalidad de Fraijanes.

2.4. Calidad del agua

La calidad del agua varía de un lugar a otro, con la estación del año, el uso de la tierra, el clima, el tipo de materiales y rocas que forman el suelo, la vegetación y capacidad de filtración del suelo.

Se puede calificar el agua como buena o mala, según el uso que se le va a dar, ya sea su uso industrial, agrícola, humano o domiciliario.

Para establecer la calidad del agua, se deben verificar y analizar los resultados obtenidos de los exámenes físico-químico, sanitario y bacteriológico de laboratorio. Los exámenes fueron realizados por el Laboratorio de Agua del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

En el agua para el consumo de las personas, se deben respetar los límites mínimos de potabilidad, evitando que existan sustancias nocivas para la salud y que se garantice la calidad bacteriológica del agua.

Los límites sobre la potabilidad del agua son de carácter general y se aceptan como aptos para el consumo humano fijados por las normas COGUANOR NGO 29-001.

Aquella que por reunir los requisitos organolépticos (olor, sabor y percepción visual), físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

Agua que es destinada al consumo humano y que satisface las características físicas, químicas, bacteriológicas, biológicas y radiológicas que establezca la Autoridad Sanitaria competente con sus correspondientes normas y que abastece un edificio.

2.4.1. Análisis físico-químico

Las muestras para hacer los exámenes físico-químicos se toman en recipientes esterilizados y adecuados, preferiblemente de plástico, con una capacidad de 1 galón o 4 litros.

El análisis físico sirve para medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser observadas por los sentidos, como el aspecto, el color, la turbiedad, el olor, su sabor y temperatura; también se miden el PH y su conductividad eléctrica.

El análisis químico tiene el propósito de determinar las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua, que pueden afectar la calidad. Estos pueden ser: amoníaco, nitratos, nitritos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total y dureza del agua.

También se evalúan los sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también su alcalinidad. Consultar apéndice 1.

2.4.2. Análisis bacteriológico

El objetivo de este examen es evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades, para lo cual el examen debe indicar el grado de contaminación bacteriana y materia fecal, para lo cual se busca la presencia del grupo coniforme, que comprende los bacilos, Escherrichia Coli y el Aerobater Aerógenes.

La conclusión del informe de laboratorio concluye que el agua es potable bajo la norma COGUANOR NGO 29001.

Las muestras para los exámenes bacteriológicos se toman en envases esterilizados, de boca ancha y con un tapón hermético con una capacidad mínima de 100 mililitros. Consultar apéndice 1

2.5. Aforos

El Departamento de Agua de la Municipalidad de Fraijanes proporcionó los datos de los aforos hechos al pozo El Tempisque, los resultados de los aforos fueron los siguientes: en época de invierno 60,40 galones por minuto y en época de verano 50,40 galones por minuto.

2.6. Levantamiento topográfico

Se utilizaron fotografías aéreas, que se obtuvieron en el Instituto Geográfico Nacional, para hacer el plano del municipio de Fraijanes, ya que no existía ningún plano a escala del lugar.

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción y distribución, zona del tanque de almacenamiento y en las áreas de posibles obras de arte.

El trabajo de campo se hizo por el método de levantamiento topográfico con GPS y teodolito, se obtuvieron las coordenadas cartesianas, coordenadas polares y las cotas del terreno. Al existir calles pavimentadas fue posible hacer este tipo de labor.

La topografía del terreno del sector El Tempisque es bastante plana y se hizo un levantamiento donde existe una diferencia de nivel mayor y donde se encontró dificultad se utilizó un teodolito DGT10 CST/Berger, con un estadal CST/Berger y un trípode para apoyar el teodolito marca CST/Berger, una plomada de centro, martillo, estacas, clavos y pintura.

2.6.1. Planimetría

Se elaboraron dos planos para la Municipalidad como trabajo de EPS, se digitalizó un plano de usuarios que existía hecho por los lectores de contadores de agua. Se hizo un segundo plano de todo el municipio utilizando el programa de Autocad, en el dibujo se montaron las fotografías, se escalaron las mismas utilizando medidas que se hicieron en el campo, luego se dibujaron las calles y avenidas de la cabecera del municipio de Fraijanes.

Con este plano se dibujó una red, que se cotejó con el personal del Departamento de Agua de Fraijanes, ellos indicaron los límites de la red existente. Con la red dibujada en el plano se procedió a hacer el levantamiento.

Se marcaron varios puntos a lo largo de la red. Se descargaron los puntos del GPS y se pasaron a la computadora, estos puntos aportaron la información de longitud, latitud y cota del terreno sobre el nivel del mar.

Por medio de un programa de Excel se procedió a pasar las coordenadas cartesianas a coordenadas X, Y.

Las coordenadas en X, Y sirvieron para dibujar la red y todos los puntos que se obtuvieron del levantamiento de campo. Esta red se volvió a dibujar sobre el plano del municipio de Fraijanes, el cual fue mencionado previamente.

2.6.2. Altimetría

Con los datos obtenidos del levantamiento con teodolito se establecieron las cotas de cada punto, esto ayudó a elaborar los perfiles de cada tramo de la red.

Figura 3. **Curvas de nivel**



Fuente: elaboración propia.

2.7. **Período de diseño**

El período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio de manera eficiente, el cual varía de acuerdo a la capacidad de la administración en aspectos de

operación y mantenimiento, además de la duración de los materiales utilizados en su construcción y del equipo utilizado.

El período de diseño que se adoptó para la nueva red será de 20 años.

2.8. Cálculo de la población

2.8.1. Población actual

La población a estudiar se encuentra en el sector El Tempisque de la cabecera municipal de Fraijanes. Según datos proporcionados por el Departamento de Agua de la Municipalidad, el número de personas que actualmente viven en el lugar es de 1 950 personas.

2.8.2. Población futura

Para el cálculo de la población futura se utilizó el método de saturación, debido a que las casas, calles y avenidas están bien definidas y debido a que la zona no podrá ampliarse ni incrementarse considerablemente debido a que una parte está rodeada por barrancos y la otra es vecina al sector donde ya existen otras redes que abastecen esos sectores.

Población de año actual	(año 2011)	1 950 personas
Población futura	(año 2031)	3 352 personas

La tasa del crecimiento poblacional es de 2,75%.

2.9. Requerimientos de diseño

En cuanto a la adopción de una dotación adecuada, es recomendable tomar en cuenta las características del lugar, el tipo de clima y el nivel de vida de la población. En este caso se tomará el dato permitido por la norma de UNEPAR el cual es de 70 lts/habitante/día que es utilizado para lugares de características similares.

La dotación es la cantidad de agua que se asigna a cada habitante de una población en un día. Se deben tomar en cuenta los siguientes factores: tamaño de la fuente, gastos domésticos e industriales, gasto comercial y público, riego de jardines, parques, las condiciones climatológicas, condiciones económicas, las costumbres del lugar, pérdidas y desperdicios.

Tabla II. **Dotaciones**

DOTACIÓN (L/hab/d)	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
De 30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
De 40 a 50	Llena-cántaros en clima frío
De 50 a 60	Llena-cántaros en clima cálido
De 60 a 80	Conexión predial en clima frío
De 80 a 100	Conexión predial en clima cálido
De 100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y en zonas urbanas y marginales
De 150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y colonias no residenciales
De 200 a 250	Colonias residenciales

Fuente: Roberto Mayorga Rouge. Manual de diseño de abastecimientos rurales de agua potable.

El consumo diario de una población varía dependiendo de la época y las costumbres del lugar, por lo que para el diseño de la línea de conducción es necesario establecer un valor máximo de caudal diario.

Factor de día máximo (Fdm): es el coeficiente o factor de día de mayor consumo, el cual se define como la relación entre el valor del consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese mismo año, es decir este factor varía de 1,3 para poblaciones grandes y 2,0 para poblaciones pequeñas. El consumo y uso diario de una población varía dependiendo del clima, la época del año y las costumbres del lugar. Este factor se usa para el diseño de la línea de conducción. Este es asumido siguiendo las recomendaciones para acueductos rurales de UNEPAR.

Factor de hora máxima (Fhm): sirve para compensar las variaciones en las horas de mayor consumo y satisfacer la demanda de la población, está relacionado con el número de habitantes y tipo de costumbres.

El factor de hora máxima es el valor que permitirá establecer cuál es la cantidad máxima de caudal para el cual deberán estar diseñadas las tuberías de la red de distribución, debido a las fluctuaciones en el consumo horario de la población.

Este factor varía de 2,0 para poblaciones mayores de 1 000 habitantes y de 3,0 para poblaciones de menos de 1 000 habitantes. Para este proyecto se utilizó el factor 2,0 ya que sobrepasa los 1 000 habitantes, basándose en lo recomendado por UNEPAR.

Presión máxima de diseño: las presiones estáticas son las presiones máximas que se pueden manejar en un sistema de agua potable. La presión máxima para la red de distribución es de 60 m.c.a. y para la línea de conducción de 90 m.c.a.

Presión mínima de diseño: en el diseño de las redes y líneas de conducción existen algunos puntos críticos, especialmente en las partes altas del terreno, en acometidas domiciliarias y los sectores más lejanos de la red. La presión mínima para el diseño y tomando en cuenta las edificaciones en el área rural, para la red de distribución se toma una presión mínima de 10 m.c.a. y para la línea de conducción es de 6 m.c.a.

Longitud de diseño (Ld): es la longitud entre los distintos puntos de la red, debido al tipo de topografía se utilizará un factor de 1,03 para obtener el valor de la longitud de diseño y este se calcula de la siguiente manera:

$$Ld = Lt \times 1,03$$

2.10. El caudal y sus variaciones

2.10.1. Caudal medio diario

Es el caudal que consume una población en un día. Este dato se obtiene del promedio del consumo durante un año. Para la comunidad del sector El Tempisque no existen datos de consumo. El caudal medio diario lo obtenemos a partir de una dotación de 70 lts/habitante/día.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times Pf}{86\,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = \frac{70 \text{ lts/hab/día} \times 3\,352}{86\,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 2,72 \text{ lts/seg}$$

2.10.2. Caudal máximo diario

Es el caudal que satisface la demanda del día de mayor consumo y se utiliza en el diseño de la línea de conducción del sistema, para el efecto se calcula incrementando el caudal medio por el factor de día máximo.

$$Q \text{ día max.} = F_{dm} \cdot Q \text{ med}$$

Donde:

F_{dm} = Factor de día máximo

$Q \text{ día max}$ = Caudal del día de mayor consumo

$Q \text{ med}$ = Caudal medio

Este factor según UNEPAR está entre:

1,2 a 1,5 para una población < 1 000 habitantes, y

1,2 para una población > 1 000 habitantes

El factor utilizado para este trabajo es de 1,20

$$Q \text{ día max} = 1,20 \times 2,72 \text{ l/s} = 3,26 \text{ l/s}$$

2.10.3. Caudal máximo horario

Es el caudal que satisface la demanda de la hora de mayor consumo. Se utiliza en el diseño de la red de distribución del sistema, para el efecto se calcula incrementando el caudal medio por el factor de hora máximo.

$$Q \text{ hora max} = F_{hm} \times Q \text{ med}$$

Donde:

$$F_{hm} = \text{Factor de la hora máxima} = 2,00$$

Este factor según UNEPAR está entre:

2,0 a 3,0 para una población < 1 000 habitantes, y
2,0 para una población > 1 000 habitantes

El factor utilizado para este trabajo es de 2,0

$$Q_{med} = \text{Caudal medio} = 2,72 \text{ l/s}$$

$$Q_{HM} = 2,00 \times 2,72 \text{ l/s} = 5,44 \text{ l/s}$$

$$Q_{HM} = \text{Caudal máximo horario} = 5,44 \text{ l/s}$$

2.11. Diseño hidráulico

2.11.1. Diseño y tipo de tubería

Para fines de este diseño, se estableció con tubería de PVC, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites estimados por sus fabricantes.

Material de las tuberías y accesorios: cloruro de polivinilo (PVC) de diámetros de 4", 3", 2", 1 ½", 1" y ¾".

Tabla III. **Diámetros internos de tuberías de PVC**

Diámetro comercial	Diámetro inferior 100 psi	Diámetro interior 125 psi	Diámetro interior 160 psi	Diámetro interior 250 psi	Diámetro interior 315 psi
½"					0,716
¾"				0,926	
1"			1,195	1,161	
1 ¼"			1,532	1,464	
1 ½"			1,754	1,676	
2"			2,193	2,095	
2 ½"			2,655	2,537	
3"		3,284	3,23	3,088	
4"	4,28	4,224	4,154	3,97	
6"	6,301	6,217	6,115	5,845	
8"	8,205	8,095	7,961	7,609	

Fuente: Amanco.

2.11.2. Diseño de la línea de conducción

Una línea de conducción iniciará en el pozo El Tempisque y por medio de una bomba sumergible con motor de 10 Hp marca Hitachi, llevará el agua hasta un depósito elevado.

La segunda línea de conducción es la tubería que sale del depósito elevado hacia la red de distribución. En ella se consideran las siguientes obras: válvulas de limpieza, válvulas liberadoras de aire y llaves de paso.

Tabla IV. Datos generales de diseño

LUGAR	SECTOR EL TEMPISQUE
MUNICIPIO	FRAIJANES
DEPARTAMENTO	GUATEMALA
PROYECTO	ABASTECIMIENTO DE AGUA
FUENTES	POZO MECÁNICO EL TEMPISQUE
SISTEMA	BOMBEO
SERVICIO	PREDIAL
No. DE CONEXIONES TOTAL	380
POBLACIÓN ACTUAL TOTAL	1 950
TASA DE CRECIMIENTO	2,75%
PERÍODO DE DISEÑO	20
POBLACIÓN DE DISEÑO TOTAL	3 352
DOTACIÓN	70 LTS/HABITANTE/DÍA
F.D.M.	1,20
F.D.H.	2,00
CAUDAL MEDIO	2,72
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	3,26
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	5,44

Fuente: elaboración propia.

El proyecto funcionará por gravedad. La línea de conducción debe de aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado. En la mayoría de casos se determina el diámetro mínimo que satisfaga las condiciones tanto topográficas como hidráulicas.

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

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución
- Capacidad para transportar el caudal día máximo (Q_c)
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto

Se aplica la fórmula de HAZEN-WILLIAMS, la cual es:

$$H_f = \frac{1743,81141 \times L \times Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de tubería (m)

Q = caudal (l/seg)

C = coeficiente de rugosidad en la tubería (PVC=150)

D = diámetro de tubería (pulg)

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

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743,81141 \times L \times Q^{1.85}}{Hf \times C^{1.85}}}$$

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

$$V = \frac{1,974 \times Q}{D^2}$$

Donde:

V = velocidad (m/seg)

Q = caudal (l/seg)

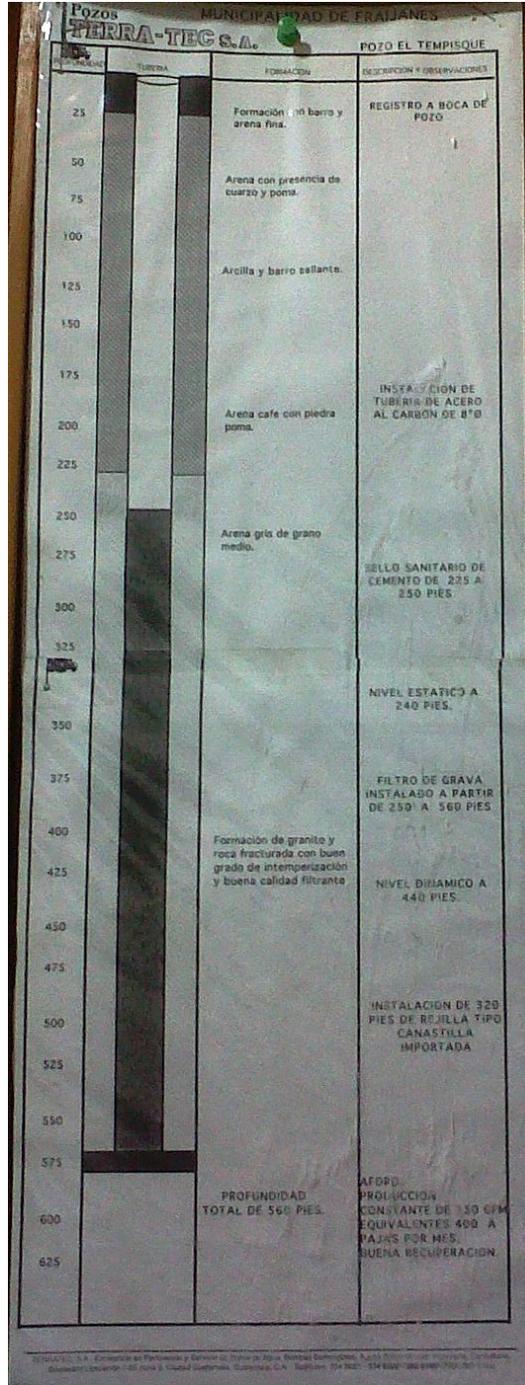
D = diámetro de tubería (pulg)

2.11.2.1. Bombeo

La bomba de impulsión de agua está instalada frente al Complejo Educativo Marco Tulio Meda, de donde se conducirá al tanque de distribución.

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

Figura 4. Estratificación del pozo El Tempisque



Fuente: Municipalidad de Fraijanes.

Línea de impulsión

Tramo boca del pozo de P-0 a E-0

P-0 cota 1 674 m

E-13 cota 1 690 m

Longitud de diseño = 45 m

Caudal (Q_b) = 5,44 l/seg

Diferencia de nivel = 16 m

Datos del pozo:

Producción = 3,80 l/seg

Nivel estático = 1 690 m

Nivel dinámico = 1 696 m

Ubicación de bomba = 183

Diámetro económico:

$$D_{imp} = 1,8675\sqrt{Q_b}$$

Para $Q_b = 3,73$ l/s (Población futura 5 años)

$$D_{imp} = 1,8675\sqrt{3,73} = 3,60 \text{ pulg}$$

Para $Q_b = 5,44$ l/s (Población futura 20 años)

$$D_{imp} = 1,8675\sqrt{5,44} = 4,36 \text{ pulg}$$

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

Para un diámetro de 3"

$$V = \frac{1,974Qb}{D^2} = \frac{1,974(3,73)}{3,23^2} = 0,70 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{1,974Qb}{D^2} = \frac{1,974(5,44)}{3,23^2} = 1,03 \text{ m/s}$$

Para un diámetro de 4"

$$V = \frac{1,974Qb}{D^2} = \frac{1,974(3,73)}{4,154^2} = 0,43 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{1,974Qb}{D^2} = \frac{1,974(5,44)}{4,154^2} = 0,62 \text{ m/s}$$

Para la conducción, de flujo en la tubería se recomienda que la velocidad esté dentro del rango 0,60m/seg-3m/seg, con lo cual se puede ver que la tubería de 3" si cumple.

Se usará tubería de PVC Ø comercial= 3 pulg (Ø interior= 3,23 pulg), ya que como se puede observar con ambos caudales, la velocidad del flujo si cumple.

Carga dinámica total

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

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

CDT = Carga dinámica total

hf = Pérdida debido a fricción

hs = Pérdida de succión

hi = Pérdida de impulsión

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

hm = Perdidas menores = $\frac{kv^2}{2g}$; donde $k = 8,2$

Los cálculos son:

$hf = hf_{\text{succión}} + hf_{\text{impulsión}}$

$$hf = \frac{1743,81141 \times 183 \times 3,73^{1,85}}{3,088^{4,87} \times 100^{1,85}} = 2,99 \text{ m}$$

$$hf = \frac{1743,81141 \times 45 \times 3,73^{1,85}}{3,23^{4,87} \times 150^{1,85}} = 2,80 \text{ m}$$

$$hf = 2,99 \text{ m} + 2,80 \text{ m} = 5,79 \text{ m}$$

$$hs = 183 \text{ m}$$

$$hi = 23 \text{ m}$$

$$hv = \frac{0,70^2}{2 \times 9,81} = 0,025 \text{ m}$$

$$hm = 8,2 \times \frac{0,70^2}{2 \times 9,81} = 2,05 \text{ m}$$

$$CDT = 5,79 \text{ m} + 183 \text{ m} + 23 \text{ m} + 0,025 \text{ m} + 2,05 = 213,86 \text{ m}$$

2.11.2.2. Cálculo de potencia de la bomba

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

$$Pot = \frac{CDT \times Qb}{76 \times e}$$

Donde e = eficiencia de la bomba = 0,60

$$Pot = \frac{213,86 \times 3,73}{76 \times 0,60} = 17 \text{ Hp}$$

2.11.2.3. Golpe de ariete

El golpe de ariete es un fenómeno que ocurre al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía. Por lo tanto hay que verificar que la tubería sea capaz de aguantar esta sobrepresión. En algunos casos se puede colocar una válvula de alivio para reducir el golpe de ariete.

El golpe de ariete es a su vez el tiempo que tarda la onda de presión en viajar aguas arriba hasta la salida de la tubería y volver aguas abajo hasta la válvula.

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

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

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

Donde:

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

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

Ea = Módulo de elasticidad del agua = 20 670 kg/cm²

Et = Módulo de elasticidad de la tubería PVC = 28 100 kg/cm²

D = Diámetro interno de la tubería (cm)

e = Espesor de la tubería PVC (cm)

$$G.A. = \frac{145 \times 0,72}{\sqrt{1 + \frac{20\,670 \times 7,60}{28\,100 \times 0,63}}} = 33,22 \text{ m}$$

2.11.2.4. Selección de tipo de bomba

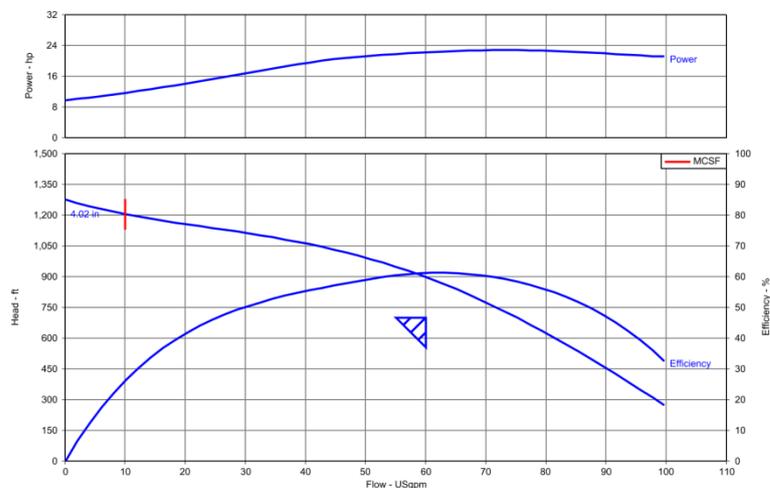
Para los pozos profundos, se recomienda utilizar bomba centrífuga de tipo sumergible, aunque esto puede estar limitado por el diámetro de la camisa del pozo; cuando este es pequeño y no se puede instalar el motor sumergible, se deberá colocar una bomba centrífuga con motor externo.

Se instalará una bomba sumergible eléctrica de acero inoxidable con capacidad para bombear hasta 700 pies = 210 m de altura y producir 3,78 l/seg

Las partes de la bomba sumergible se detallan a continuación:

- Cabezal de descarga
- Accesorios para enganche
- Válvula de retención
- Sujetador de rodamiento
- Difusores
- Impulsores
- Carcasa de la bomba
- Rejilla de succión
- Bomba impulsión
- Motor sumergible

Figura 5. Curva de rendimiento de la bomba



Fuente: Hidrotecnia.

Según la gráfica y los parámetros de altura y caudal, funciona bien una bomba sumergible tipo turbina de 22 fases de con un motor de 22 Hp, con una producción de 60 galones por minuto (3,78 litros por segundo).

2.11.3. Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como objeto principal cubrir las variaciones horarias de consumo. Esto se hace almacenando agua durante las horas de bajo consumo, y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

También proporciona agua durante un período de tiempo cuando se suspende la conducción, debido al mantenimiento del sistema de bombeo o por correcciones en la tubería.

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

Los componentes del tanque son básicamente:

- Entrada de agua, tubo PVC Ø 3 pulg
- Caja de válvula
- Clorador
- Llave de compuerta
- Tanque de concreto reforzado
- Rebalse
- Acceso
- Ventilación
- Salida de agua del rebalse
- Salida de agua de limpieza

En este proyecto se cuenta con un tanque ubicado estratégicamente. Se recomienda que éstos se localicen lo más cerca posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del terreno y mantener de las presiones adecuadas.

Se justifica la construcción de un tanque elevado cuando no es posible construir un tanque superficial por no tenerse en la proximidad de la zona urbana una elevación natural adecuada. De preferencia el tanque elevado es preferible ubicarlo en la zona opuesta al punto de alimentación en la red.

La altura de la torre del tanque podrá ser de 10, 15 a 20 metros como máximo, de acuerdo con la elevación del terreno en el sitio en el que se elija su construcción y las presiones que se requieren en la red. Los tanques elevados se pueden construir en lugares donde la corrosión sea mínima, no siendo recomendable cerca del mar.

2.11.4. Volumen tanque de almacenamiento

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

Sistema por gravedad = 25% a 40% del consumo medio diario

Sistema por bombeo = 40% a 65% del consumo medio diario

Para esta red de distribución se adoptará el 40% del consumo medio diario para el volumen del tanque.

Los tanques elevados se utilizan especialmente en lugares planos, pueden ser de concreto reforzado o de metal. Los tanques de metal pueden ser cilíndricos.

El número mínimo de tanques a usar es 2, pero esta norma no se cumple debido a que el costo es muy alto.

Volumen Compensador: un depósito compensador únicamente tiene volúmenes compensadores, esto quiere decir que no se toman en cuenta volúmenes de incendio. El volumen compensador tendrá un caudal de entrada constante y un caudal de salida que es variable conforme a las horas de consumo.

Hay que tomar en cuenta que si no es posible realizar un estudio de demanda, hay que recurrir a las normas, las que indican que el volumen compensador debe de estar entre un 25% y un 40% del volumen medio diario.

Figura 6. Tanque de distribución El Tempisque



Tomada en Instituto Marco Tulio Meda, Fraijanes.

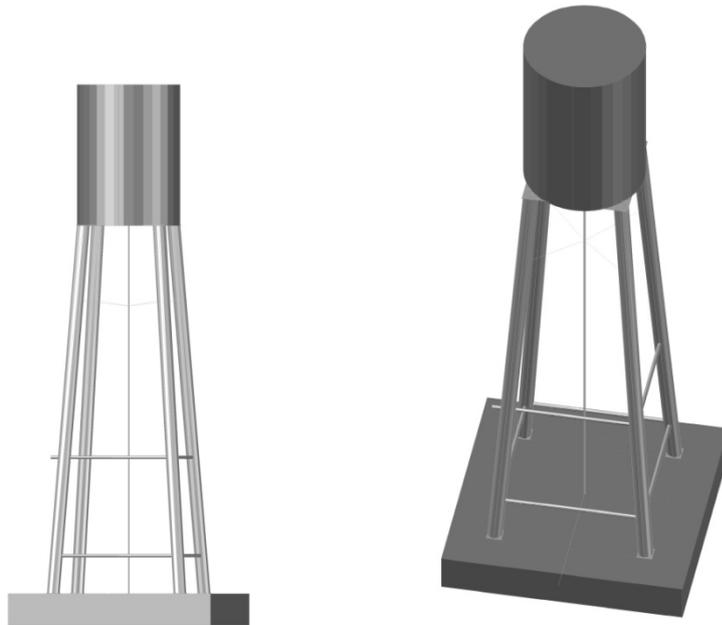
Se calcula de la forma siguiente:

$$\text{Vol} = \frac{25\% \times Q_m \times 86\,400 \text{ seg}}{1\,000 \text{ lts/m}^3}$$

$$\text{Vol} = \frac{25\% \times 2,72 \times 86\,400 \text{ seg}}{1\,000 \text{ lts/m}^3} = 58,75 \text{ m}^3$$

Por lo cual se utilizará el tanque elevado existente que tiene un volumen de 70,4 metros cúbicos.

Figura 7. **Tanque de distribución en 3D**



Fuente: elaboración propia.

2.11.5. Diseño de red de distribución

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

La red de distribución se compone de:

- Tanque de distribución

- Tubería
- Accesorios
- Obras de arte

Se da el nombre de red de distribución al conjunto de tuberías cuya función es la de suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad.

La unión entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante una tubería denominada línea de distribución la cual conduce el agua al punto y los puntos de entrada de la red de distribución.

La red de distribución está conformada por tuberías principales y secundarias. La red de tuberías principales es la encargada de distribuir el agua en las diferentes zonas de la población, mientras que las tuberías secundarias son las encargadas de hacer las conexiones domiciliarias.

Los proyectos de agua potable no solo deben ser proyectos de inversión. Si no que deben ser proyectos autofinanciables, lo que significa que el mantenimiento de los mismos deben estar supeditados a los ingresos que deberán obtenerse por el valor del servicio del agua, así como el pago del canon del servicio que haga efectivo el vecino de las comunidades.

La municipalidad de Fraijanes, del departamento de Guatemala, es única y exclusivamente propietaria de los sistemas de agua potable que se instalen, así como todas las construcciones adicionales y mejoras que se hagan en el futuro y el costo total debe figurar en el inventario patrimonial municipal.

Los tipos de redes se dividen en tres tipos: ramales abiertos, circuito cerrado y red combinada.

2.11.5.1. Determinación de los puntos de consumo

Los puntos de consumo se determinan con el número de viviendas del área de influencia que abastecerá a cada sector.

En el caso de circuitos, es importante indicar que en cada nodo los caudales de entrada deben ser iguales a los de salida, es decir:

$$SQ \text{ entrada} = SQ \text{ salida}$$

La dirección la fija el diseñador y por tratarse de tuberías forzadas, es decir a presión, puede ir en cualquier dirección, pero lo recomendable es que la misma siga la pendiente del terreno.

En general debe buscarse que la cota piezométrica sea paralela a la superficie del terreno. La presión en un punto será igual a la diferencia de la cota piezométrica y la cota del terreno.

Figura 8. **Número de casas en el sector**



Fuente: elaboración propia.

2.11.5.2. **Diseño hidráulico de redes abiertas**

Para determinar de consumo en nodos se calculo el área que ocupa el sector el Tempisque que es de 130 497 metros cuadrados, por información de la municipalidad en dicho sector viven 1 997 personas y hay 380 casas.

$$\text{Casas por metros cuadrado} = 380 \text{ casas} / 130\,497 \text{ m}^2$$

$$\text{Casas por metro cuadrado} = 0,03 \text{ casas por metro cuadrado}$$

Se calcula el área de cada espacio de casas y se determina cuantas casas hay en esa área.

Se saca un factor de dividir el Q_{max} entre el número total de casas, y luego ese factor se multiplica por el número de casas de cada área del sector, así se determina el consumo de cada nodo.

Cálculo de tramo E-0 a E-12

Según los cálculos anteriores se tiene lo siguiente:

360 conexiones domiciliarias

$$Q_{mh} = Q_r = 5,44 \text{ l/seg}$$

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

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

$$H_f = 1690 - 1676 = 14 \text{ m} \quad (\text{se toma siempre como positiva})$$

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

$$Ld = \sqrt{(CTi - CTf)^2 + DH^2}$$

En este caso es la siguiente:

$$Ld = \sqrt{(1\,690 - 1\,676)^2 + 9,75^2} = 17,06 \text{ m}$$

Para calcular los diámetros de cada tramo y aproximarlos a diámetros comerciales, tomando en consideración que hay que dejar un tramo que no se tiene que analizar; ya que este servirá para compensar las presiones

Utilizando la ecuación de Hazen–Williams se determinarán los diámetros teóricos (menor y mayor) y la pérdida de carga real:

Tramo E-0 a E-13

$$Ld = \sqrt{(1\,690 - 1\,676)^2 + 9,75^2}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,81141 \times 17,06 \times 5,44^{1,85}}{14 \times 150^{1,85}}}$$

D = 4,29 aproximado a 4"

$$Hf = \frac{1743,81141 \times 17,06 \times 5,44^{1,85}}{4,154^{4,87} \times 150^{1,85}}$$

Hf = 6,26 m

$$V = \frac{1,974 \times 5,44}{4,154^2} = 0,622 \text{ m/s}$$

El rango de velocidad es de 0,40 m/s a 2 m/s y al tener una velocidad de 0,622 m/s si cumple y se continúa calculando el próximo tramo.

Tramo E-13 a E-12

$$Ld = \sqrt[2]{(1\ 676 - 1\ 668)^2 + 97,85^2}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,81141 \times 98,18 \times 4,64^{1,85}}{8 \times 150^{1,85}}}$$

$$D = 2,06 \text{ aproximado a } 2''$$

$$Hf = \frac{1743,81141 \times 98,18 \times 4,64^{1,85}}{2,193^{4,87} \times 150^{1,85}}$$

$$Hf = 6,02 \text{ m}$$

$$V = \frac{1,974 \times 4,64}{2,193^2} = 1,90 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Para este tramo se utilizará una tubería de 4" con lo cual la pérdida es de 0,268 metros y la velocidad de 2 m/s > 0,53 m/s > 0,40 m/s, si cumple con las especificaciones, entonces se continúa con el cálculo de los otros tramos.

Determinación de la cota piezométrica

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

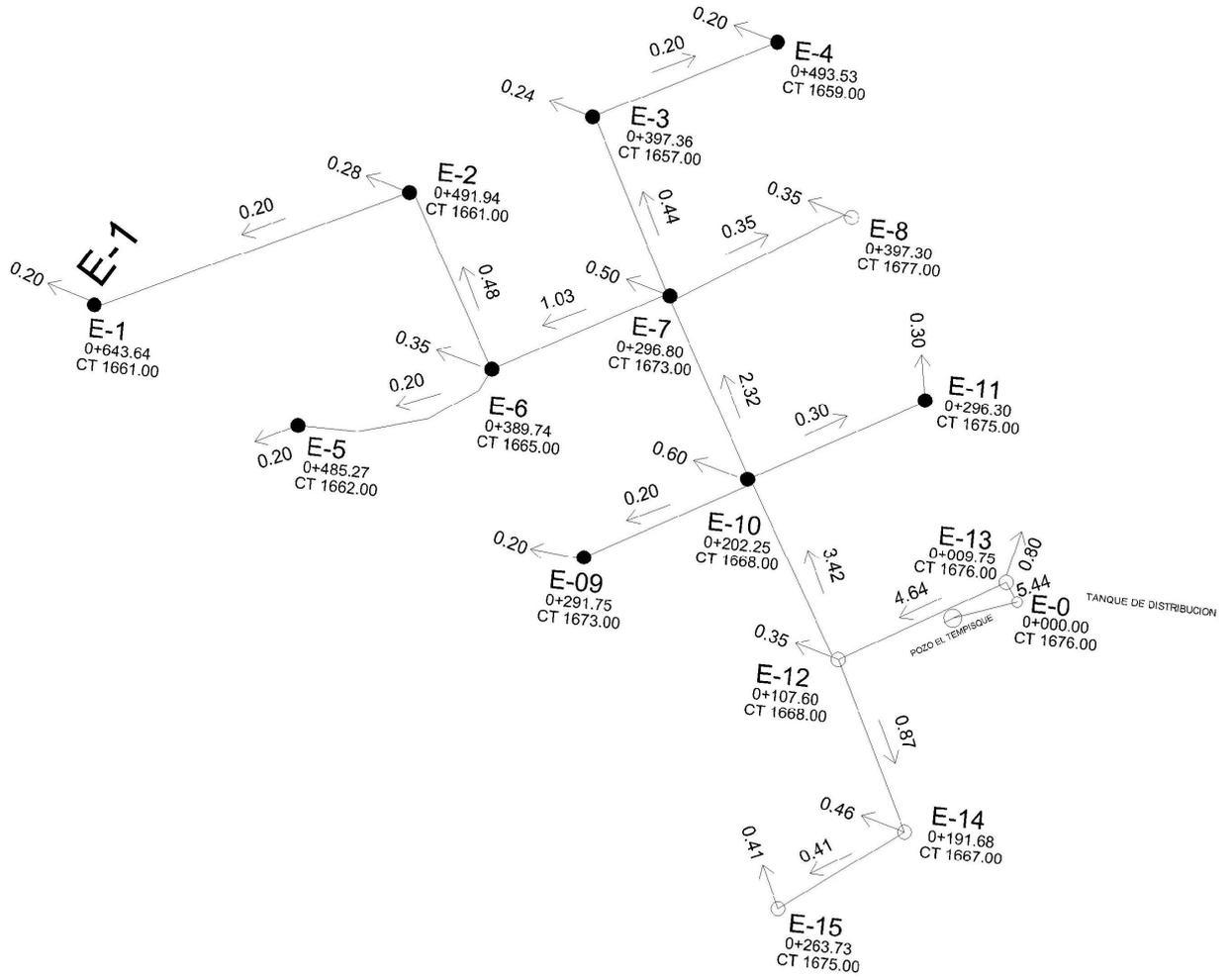
$$CPf = 1\ 691 - 0,07 = 1\ 690,93\ m$$

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

$$PDf = 1\ 690,83 - 1\ 676 = 14,83\ m.c.a.$$

Es importante mencionar que la presión está referenciada desde el inicio de la red de distribución; también puede ser referenciada desde la última caja rompe-presión. El resumen final del cálculo hidráulico de la red de distribución del sector El Tempisque se encuentra en el apéndice 2.

Figura 9. Red de distribución



Fuente: elaboración propia.

2.11.6. Sistema de desinfección

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos en las normas COGUANOR NGO 29-001, deben tratarse mediante procesos adecuados, como la utilización de filtros y la aplicación de hipoclorito de calcio, esto permitirá que las fuentes sean aprovechadas para el abastecimiento de agua en la población.

El proceso de desinfección se realiza a través de la aplicación de hipoclorito de calcio y sus derivados, según establece en los artículos del Acuerdo Ministerial 1148-09.

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

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

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

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

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

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

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

Antes de abordar el tema sobre los cloradores automáticos, se deben definir los elementos que son tan usados en el ámbito de las piscinas, especialmente en su limpieza. Un clorador automático o común, es lo que se conoce como un aparato al cual se le depositan ciertas cantidades de cloro y a medida que pasa el tiempo, este va liberando el cloro conforme la capacidad máxima de agua que tenga el tanque en el cual está colocado.

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

$$G = \frac{C \times M \times D}{\%Cl}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = Qm x 86 400seg

D = número de días que durará el tricloro

%Cl = concentración de cloro

Figura 10. **Alimentador automático de cloro**



Fuente: Catálogo de cloradores

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

$$M = 2,72 \text{ l/seg} \times (86\,400 \text{ seg}) = 235\,008 \text{ lts/día}$$

$$G = \frac{0,002 \times 235\,008 \frac{\text{lts}}{\text{día}} \times 15 \text{ días}}{0,90} = 7\,833,60 \text{ gr}$$

Para calcular la cantidad de tabletas se procede así:

Para $7\,833,60 \text{ gr} / 300 \text{ gr} = 26,11$, aproximadamente 26 tabletas cada 15 días, para lo cual se utilizará un alimentador automático modelo 50 GPD.

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

2.12. Obras Hidráulicas

2.12.1. Cajas de captación

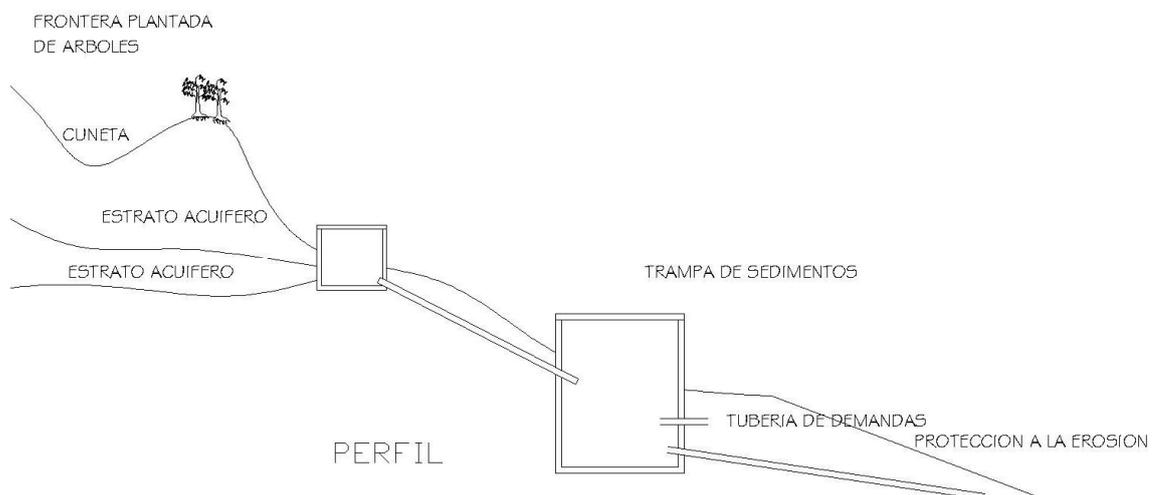
Los manantiales pueden ser de filtración, de fisura o tubulares según los intersticios (El intersticio es cada uno de los espacios vacíos que quedan entre los nudos de una red cristalina, así como también el espacio hueco entre los granos de una roca), de donde proviene el agua y de gravedad o artesanales según su origen.

La caja de captación se puede hacer mediante cajas cerradas de concreto reforzado o mampostería de piedra o tabique. El agua debe extraerse de una sola tubería que atraviese la caja y ésta lleva una tapa movable o de

registro; no se requiere de ventilación. Se debe excavar lo suficiente para encontrar las verdaderas salidas del agua, procurando que la entrada del agua a la caja de captación se efectuó lo más profundo posible.

Dependiendo de si el manantial es de ladera (filtración o tubular) o de piso (fisura), se le tienen que proteger por medio de cunetas que intercepten los escurrimientos superficiales. Se recomienda que estas cunetas se excaven a unos 10 metros de los manantiales.

Figura 11. Sistema de captación de agua



Fuente: elaboración propia.

2.12.2. Válvulas de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías. Se ubican en las partes bajas en la línea de conducción, con el propósito de extraer sedimentos que se pudieran depositar en estos puntos. Se deben colocar únicamente y exclusivamente en la línea de conducción, ya que en la red de distribución, los grifos realizan esta función.

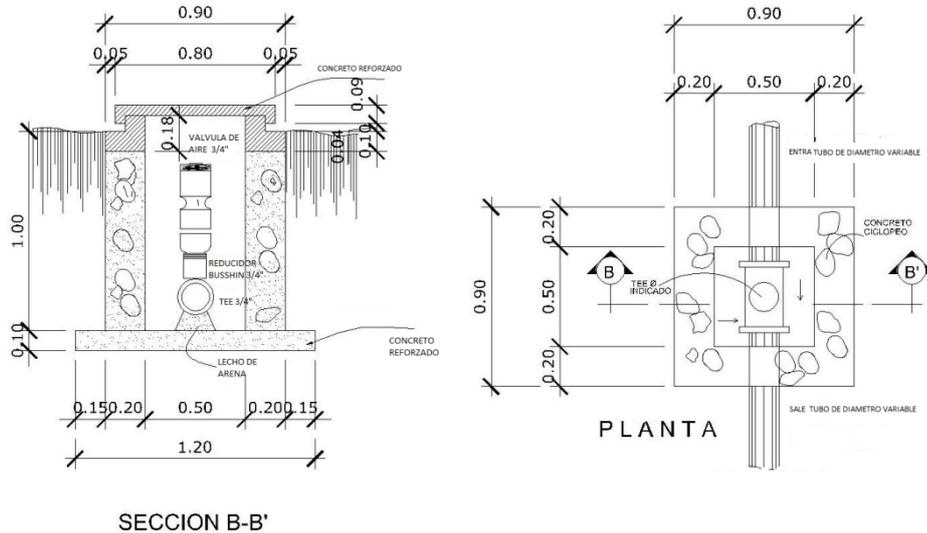
Estas válvulas se componen básicamente por una T a la cual se conecta lateralmente un niple (tubería menor de 6 m), además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos acumulados. La ubicación de las válvulas de limpieza se detalla en los planos constructivos. Para su instalación se requiere agregar una T a la red y de allí se conecta un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de concreto reforzado.

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

2.12.3. Válvula de aire

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

Figura 12. Caja válvula de aire



Fuente: UNEPAR.

2.12.4. Cajas rompe presión

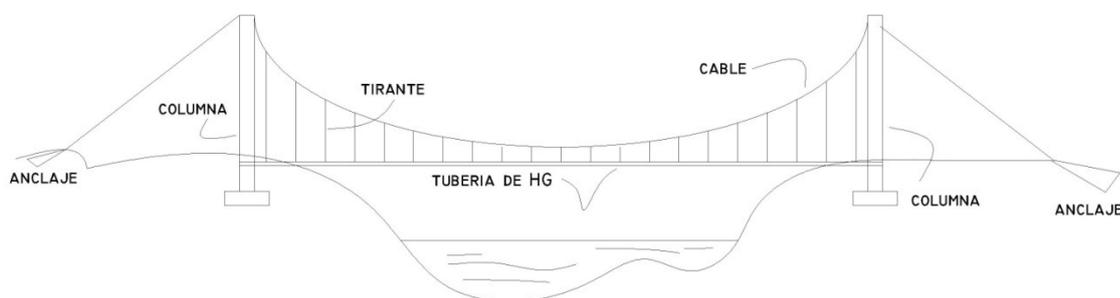
Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo la presión en la línea de conducción o línea de distribución; evitando así la falla de la tubería y accesorios. Cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos. Cuenta en la entrada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

2.12.5. Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes

El paso de zanjón se utiliza para salvar grandes depresiones de terreno, donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuestas a la intemperie. Están constituidos por dos torres de concreto debidamente

cimentadas que sostienen un cable de acero, el cual va sujetado en dos pesos muertos que están enterrados uno a cada lado; esto con la finalidad que de este cable cuelgue la tubería, por medio de péndolas, debiendo usarse tubo HG entre las torres.

Figura 13. Paso de zanjón

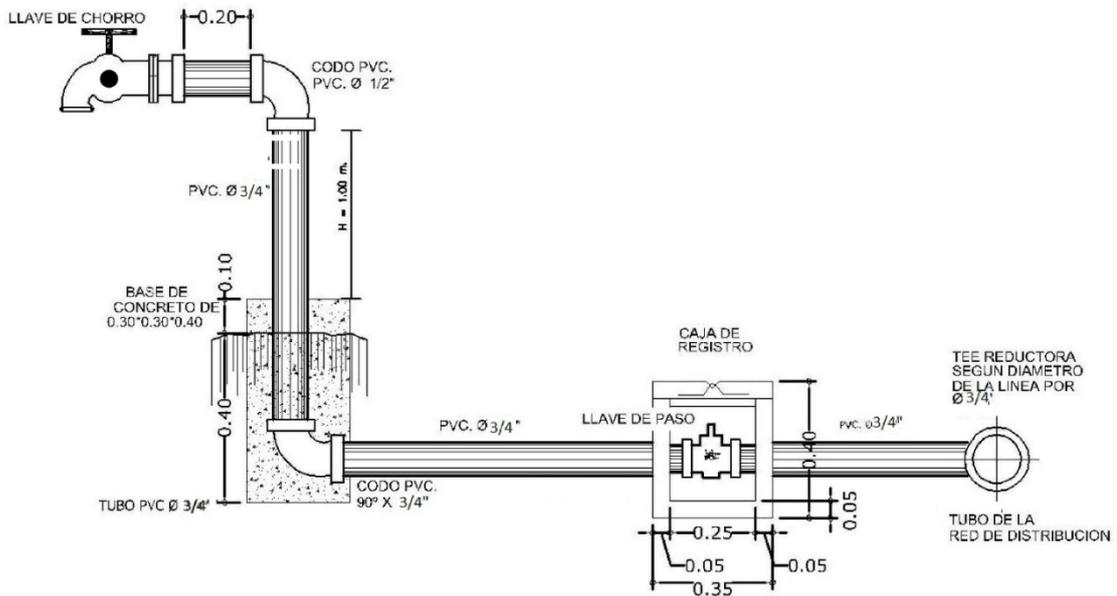


Fuente: elaboración propia.

2.12.6. Conexión predial

Las conexiones domiciliarias son las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. En este proyecto básicamente sus elementos son: una llave de chorro lisa de bronce, una llave de paso, un niple de 5', un niple de 1', 2 adaptadores hembra, 2 codos de 90° todo de PVC de Ø 1/2" y una base de concreto de 1 metro por 0,20 m.

Figura 14. Conexión predial 1



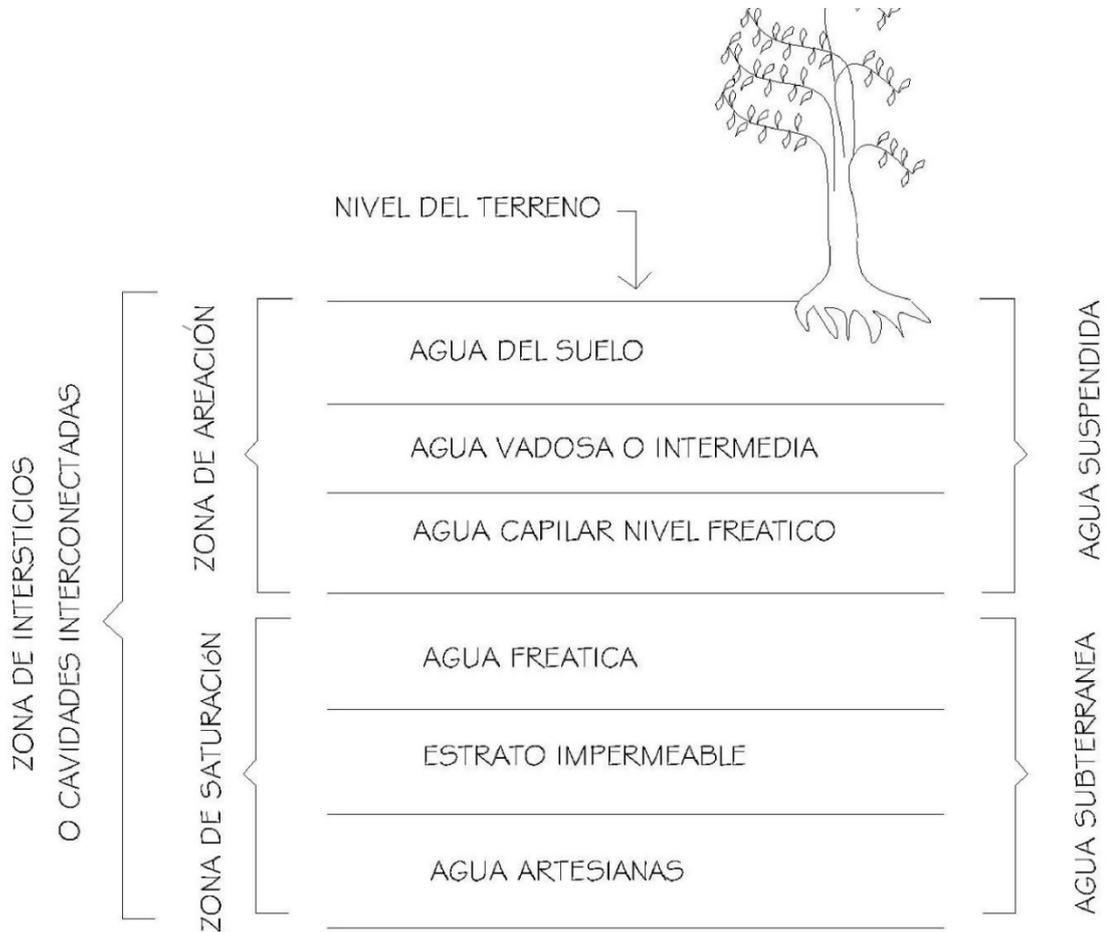
ELEVACIÓN CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA 1:15

Fuente: Bibliocad.

Por conexión predial se entiende la conexión de cada servicio que se presta en una comunidad, a base grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular.

Figura 16. **Capas del subsuelo**



Fuente: elaboración propia.

En este proyecto se va a utilizar como fuente de abastecimiento del sector el pozo El Tempisque. El pozo provee un caudal promedio de 60,40 GPM, en época lluviosa y 50,40 en época seca. Posee una profundidad de 560 pies.

2.13. Operación y mantenimiento

La municipalidad de Fraijanes, es la única y exclusiva propietaria de los sistemas de agua potable existentes y sistemas que se instalen dentro del municipio.

Por lo tanto, es responsabilidad del Departamento de Agua Municipal el mantenimiento del sistema de agua potable. Este ente vigila constantemente la producción, el almacenamiento y las líneas de conducción. Esto con el objetivo de que el sistema sea funcional desde la fuente de captación hasta las instalaciones domiciliarias.

Para poder sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable, es necesario contar con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado. Ver Reglamento de Servicio de Agua Potable Municipalidad de Fraijanes en anexo.

Figura 17. Portada Reglamento de Agua



Fuente: Municipalidad de Fraijanes.

El mantenimiento de un sistema de agua potable comprende una serie de acciones que se realizan con el objeto de prever daños y perjuicios en la red, obras hidráulicas y equipos.

El mantenimiento preventivo consiste en la acción de proteger los componentes de un sistema de agua, con la finalidad de evitar daños, y asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación de daños de los componentes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por: accidentes naturales, deterioro y desgaste. Es la pronta reparación de cualquier avería ocasionada en la red, obras hidráulicas o equipos. Dicho mantenimiento no puede programarse y, para poder hacerlo eficiente es necesario contar y disponer en cualquier momento del equipo y materiales en bodega, del personal especializado y del transporte de los mismos.

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

La propuesta es la siguiente:

Los fontaneros son los encargados del funcionamiento de la bomba sumergible, abrir y cerrar válvulas de control, llenado de tanques de distribución, empezando a las 5:00 a.m. y finalizando a las 5:00 p.m.

Vigilancia en la captación en el pozo mecánico, tanques de almacenamiento, distribución y tubería principal del sistema por contaminación o daños al mismo.

Según el manual de bomba de agua sumergible, por su alta eficiencia y para una mayor duración del equipo, recomienda la revisión una vez al año y poder diagnosticar una posible falla en la misma.

Cuando el equipo requiera de una reparación mayor, debe ser realizada por personal técnico capacitado en equipos sumergibles, para así garantizar de nuevo su funcionamiento.

La cloración se efectuará al inicio y mitad de cada mes, alimentando el clorador con 26 tabletas de tricloro. Mantenimiento (limpieza) del hipoclorador.

La captación, válvulas de limpieza, válvulas de control y caja rompedora deberán revisarse cada 4 meses y limpiarse si se encontrara con sedimentos o materia orgánica a su alrededor.

La limpieza del tanque de almacenamiento y distribución deberá efectuarse cada 6 meses.

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del mismo. Cada tres meses se deben revisar las fugas y si hacen falta elementos del sistema, verificar todas las válvulas cerrándolas lentamente para ver si cierran bien y no existe fuga en la misma. Reparar cualquier pieza que esté defectuosa.

2.14. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable cumpla con su cometido y sea sostenible durante el período para el que se diseña, se requiere de un buen manejo administrativo. Hay que tener un presupuesto anual para el buen funcionamiento del sistema. El principal costo mensual de un sistema de bombeo es la electricidad o los combustibles.

Otros costos que afectan el sistema son: el personal de mantenimiento (fontaneros), los materiales para reparaciones y el pago de lectores de contadores, así como del personal administrativo del Departamento de Agua.

Se debe mantener un fondo de emergencia para eventualidades.

Se determinó una tarifa que cada una de las viviendas como usuarios debe cancelar, en función de los costos de combustible diesel, de operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva.

Esta tarifa será mensual y estará sujeta a los cambios de precios, de los insumos utilizados. Los precios utilizados corresponden al mes de marzo de 2011.

Para determinar el costo de electricidad del pozo de El Tempisque, se hizo el siguiente análisis.

Datos recabados:

- Aforo = 70,30 galones/minuto
- Tiempo de funcionamiento de la bomba = 20 horas/día
- Valor del recibo de luz = Q.9 365,36

Producción mensual en metros cúbicos

$$\text{Volumen} = (70,30 \text{ gal/min}) \cdot (20 \text{ horas}) \cdot (60 \text{ min/hora}) \cdot (3,78 \text{ lts/gal})$$

$$\text{Volumen} = 319\,334 \text{ litros} = (319\,334 \text{ litros}) / (1 \text{ m}^3 / 1\,000 \text{ litros})$$

$$\text{Volumen de agua} = 319,33 \text{ metros cúbicos/día}$$

$$\text{Volumen mensual} = 319,33 \text{ m}^3 \times 30 \text{ días/mes} = 9\,579,90 \text{ m}^3$$

$$\text{Precio energía por metro cúbico} = (\text{Q.} 9\,365,36) / (9\,579,90 \text{ m}^3)$$

$$\text{Precio de energía por metro cúbico} = \text{Q. } 0,98$$

Costo de operación (COp): este costo representa los pagos a los fontaneros (2), se supone el jornal a un precio de Q.63,70, bonificación incentivo de Q.250,00 mensual, a esto se le suma el 65% más del salario normal por prestaciones laborales (aguinaldo, bono 14, indemnización, feriados, vacaciones, horas extra).

Datos:

- Salario Diario = Q.63,70
- Bonificación Incentivo = Q.250/(30 días) = Q.8,33 diario
- Prestaciones Laborales = 65%

$$\text{COp} = 2 \times (63,70 + 8,33) \times 1,65 \times 30 \text{ (días)}$$

$$\text{Costo de operación} = \text{Q } 7\,130,97$$

$$\text{COp} = \text{Q. } 7\,130,97 / (9\,579,90 \text{ m}^3) = \text{Q. } 0,75 / \text{m}^3$$

El costo de operación es de Q. 0,75 por metro cúbico

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

Según datos obtenidos del Departamento de Agua de la Municipalidad de Fraijanes, tienen programado un costo de mantenimiento de Q.15 000,00 anuales.

$$CM = Q.15\ 000,00 / (12\ \text{meses} \times 9\ 579,90\ \text{m}^3/\text{mes})$$

$$CM = Q. 0,13 / \text{m}^3$$

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

Si se utilizan 26 tabletas de tricloro cada 15 días, se estarán usando 52 tabletas al mes a un precio de Q.10,00 /tableta nos da Q.520,00 /mes.

$$CT = (Q.520,00/\text{mes}) / (9\ 579,90\ \text{m}^3/\text{mes})$$

$$CT = Q. 0,054 / \text{m}^3$$

En este proyecto se instalará 1 alimentador de tricloro en el tanque de distribución.

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

$$CA = 15\% (COp + CM + CT)$$
$$A = 15\%(0,60+0,13+0,054) = Q. 0,12 / m^3$$

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

$$CR = 5\% (COp + CM + CT)$$
$$CR = 5\%(0,60+0,13+0,054) = Q 0,04 / m^3$$

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

$$\text{Costo metro cúbico} = Pe + COp + CM + CT + CA + CR$$

$$\text{Costo metro cúbico} = Q.0,98 + Q.0,75 + Q.0,13 + Q.0,054 + Q.0,12 + Q.0,04$$

$$\text{Costo metro cúbico} = Q.2,08$$

El precio del metro cúbico sugerido es Q.2,25

Para una casa que consume $30 \text{ m}^3/\text{mes}$ el valor a pagar es de Q.67,50

2.15. Elaboración de planos

Para la elaboración de planos se utilizó el programa para dibujo Autocad, se hicieron planos de las calles por medio de la utilización de fotografías aéreas

que se adquirieron en el Instituto Geográfico Nacional. Por medio de las fotografías, el uso de un GPS y los datos del levantamiento taquimétrico, se elaboraron libretas y se hizo el cálculo de las mismas. Con los datos obtenidos de las hojas de cálculo en Excel, se dibujaron los puntos en el programa Autocad.

Con los puntos establecidos se dibujaron las curvas de nivel, los nodos y líneas de conducción. Del plano de curvas de nivel se elaboraron las secciones de cada rama de la línea de abastecimiento y de la red de distribución. Ver apéndice 4.

2.16. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se integró de la siguiente manera:

Planilla de materiales, herramienta y equipo: en este listado se integraron las unidades o diferentes renglones proyectados, con los materiales de construcción, tubería accesorios y materiales de ferretería respectivos. Además, se realizó un cálculo global de la herramienta y equipo considerado, tomando como referencia los precios de la región.

Resumen del presupuesto por renglones: en este se consignó la mano de obra calificada, mano de obra no calificada con relación al salario el lugar, total de materiales, transporte de los mismos y la suma de estos renglones para cada una de las unidades proyectadas, más el total de herramientas y equipo, para obtener el total de costos directos. Después, se establecieron los costos indirectos que comprenden: gastos administrativos, legales, imprevistos, supervisión técnica y la utilidad. Ver apéndice 3.

Cronograma de ejecución: este cronograma constituye una distribución de tiempos para realizar cada una de las diferentes unidades de trabajo que integran el proyecto que incluyen, tanto los tiempos de construcción de las diferentes obras, como los tiempos de traslado y transporte de materiales y los tiempos atribuidos a limpieza, excavación y relleno. También están contempladas, las unidades de personal necesarias para la realización de cada una de las obras. Ver apéndice 3.

2.17. Evaluación socioeconómica

2.17.1. Valor presente neto

La municipalidad de Fraijanes, pretende invertir el costo total del proyecto, el cual asciende a un monto de Q.1 068 710,51 para la ejecución del sistema de agua potable para el sector El Tempisque. Se tiene previsto el pago de un fontanero, cuyo salario será de Q.60 000,00 anual para brindarle mantenimiento al sistema. Se estima tener ingresos de la conexión de acometida, Q.500,00 por vivienda, además de realizar un cobro mensual de Q.32,50 por vivienda. Suponiendo una tasa del 12% al final de los 20 años de vida útil, se procederá a determinar la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 12%.

Debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser financiada por alguna institución. Para el análisis del VPN este rubro no se considerará debido a que se analizará si el proyecto es auto sostenible o no.

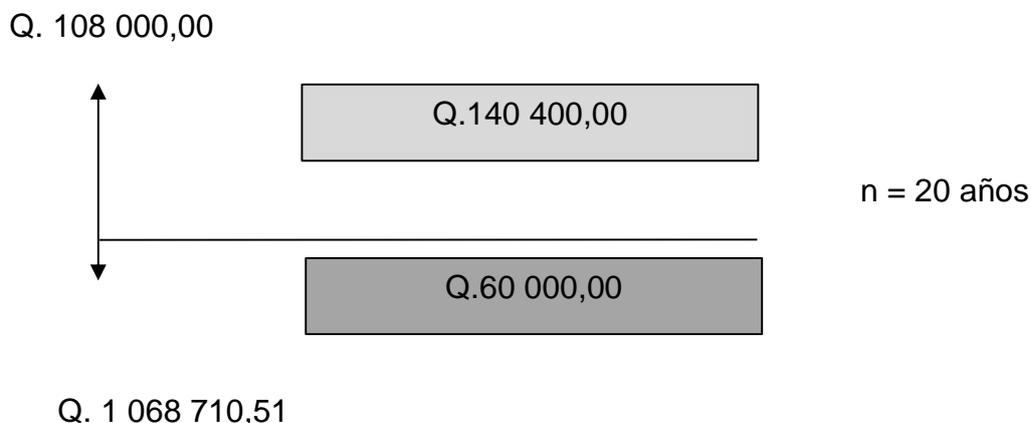
Tabla V. **Valor Presente Neto**

	Operación	Resultado
Costo inicial		Q. 1 068 710,51
Ingreso inicial	$(Q.500,00/viv) \times (216 \text{ viv})$	Q. 108 000,00
Costos anuales	$(Q.5 000/mes) \times (12 \text{ meses})$	Q. 60 000,00
Ingresos anuales	$(Q.32,50/viv) \times (360 \text{ viv}) \times (12 \text{ meses})$	Q. 140 400,00
Vida útil		20 años

Fuente: elaboración propia

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

Figura 18. Diagrama de flujo de efectivo



Fuente: elaboración propia.

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

$$VPN = - 1\,068\,710,51 + 108\,000,00 - 60\,000,00 \times (1 + 0,12)^{20} + 140\,400,00 \times (1 + 0,12)^{20}$$

$$VPN = -1\,068\,710,51 + 108\,000,00 - 578\,777,58 + 1\,354\,339,55 = -185\,148,54$$

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

2.17.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno - TIR -, es la tasa que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje. También es conocida como Tasa Crítica de Rentabilidad cuando se compara con la tasa mínima de rendimiento requerida (tasa de descuento) para un proyecto de inversión específico.

La evaluación de los proyectos de inversión cuando se hace con base en la Tasa Interna de Retorno, toma como referencia la tasa de descuento. Si la Tasa Interna de Retorno es mayor que la tasa de descuento, el proyecto se debe aceptar pues estima un rendimiento mayor al mínimo requerido, siempre y cuando se reinviertan los flujos netos de efectivo. Por el contrario, si la Tasa Interna de Retorno es menor que la tasa de descuento, el proyecto se debe rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo requerido.

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = \text{Q } 1\,068\,710,51 + \text{Q. } 185\,148,54$$

$$\text{Costo} = \text{Q. } 1\,253\,859,05$$

Beneficio = Costo / No. de habitantes a futuro

$$=Q.1\ 253\ 859,05/3\ 360 =Q.373,17$$

El costo-beneficio es de Q.373,17 por habitante

Las instituciones de inversión social, toman la decisión de invertir de acuerdo al valor del costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

2.18. Evaluación de impacto ambiental

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

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

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

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

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

Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Decreto No. 90-2000 y sus reformas: Decreto No. 91-2000 del Congreso de la República de Guatemala.

Reglamento Orgánico Interno del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales Acuerdo Gubernativo No. 186-2001.

Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental Acuerdo Gubernativo No. 023-2003, Guatemala, 27 de enero de 2003.

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

Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de evaluación de impacto ambiental, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental, será sancionado con una multa de Q.5 000,00 (US \$1 000,00) a Q.100 000,00

(US \$20 000,00). En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

En el medio ambiente natural se incluyen los siguientes aspectos:

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

Agua: superficiales y subterráneas.

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

- Contaminación térmica
- Ruido
- Olores molestos o pestilencias
- Radiaciones ionizantes
- Productos químicos tóxicos

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

Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental

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

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

Áreas ambientalmente frágiles

Áreas con planificación territorial, es decir, aquellos espacios geográficos, comúnmente urbanos, para los cuales el Estado ha elaborado planes de desarrollo, en función de criterios de planificación territorial (planes maestros, reguladores, etc.)

Áreas sin planificación territorial por parte del Estado

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

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

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

El impacto ambiental del sistema de agua potable para el sector El Tempisque es:

Vida útil del proyecto: la tubería PVC y HG tiene una vida útil muy grande, sin embargo; el proyecto fue diseñado para un período de 20 años.

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

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

Sustancias o materiales a ser utilizados: se utilizará además la tubería PVC, HG y la bomba sumergible.

- Residuos líquidos que serán generados: no serán generados
- Desechos sólidos: no serán generados
- Contaminación térmica: ninguna
- Olores molestos o pestilencias: ninguno
- Radiaciones ionizantes: ninguna
- Productos químicos tóxicos: no serán generados
- Emisiones a la atmósfera: leves; en cantidad mínima se emitirán el monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e hidrocarburos.

- Ruidos: ninguno.
- Contaminación visual: por el tanque elevado

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

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

Previo a realizar excavaciones se humedecerá el suelo para evitar que se genere polvo. Al estar excavados los primeros metros y colocar la tubería, se procederá a rellenar las zanjas lo antes posible para evitar accidentes y contaminación visual.

Inmediatamente después de rellenada la zanja, se debe retirar del área de trabajo el material sobrante del proyecto ejecutado.

Monitorear el buen funcionamiento del equipo. No deforestar.

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema posee una línea de conducción que va del pozo El Tempisque al tanque elevado de almacenamiento y distribución, para este tramo se utilizará tubería de PVC de 160 psi de 3". Se propone la utilización de una bomba tipo sumergible eléctrica de acero inoxidable de 20 Hp, con una capacidad de bombear hasta 700 pies y producir 3,78 lts/seg. La red de distribución se diseño en base a redes abiertas. La red cubre un área de 13 manzanas de terreno y está diseñada para seguir ampliándose a terrenos vecinos que no están poblados actualmente. Para la red se utiliza tubería de PVC de 160 psi en diferentes diámetros según el cálculo hidráulico.
2. Los beneficiarios actuales son 1 950 personas y los futuros se calculan en 3 352, costo directo total es de Q.1 068 710,00. El costo beneficio por habitante es de Q.373,17.
3. El costo por metro cúbico que se calculó es de Q.2,25 y el canon para una casa que consume 30 metros cúbicos el precio a cobrar debería ser Q.67,50.

4. El impacto ambiental del proyecto va a ser mínimo, los recursos naturales a utilizar son el agua y el suelo, el sistema no produce ningún ruido en su funcionamiento, no afecta visualmente porque la tubería va enterrada, no produce contaminación térmica, malos olores, radiaciones ionizantes o productos tóxicos. El sistema de agua ayuda a mejorar el impacto ambiental, contribuyen a que en las casas existan sanitarios y que los desechos sólidos corran hacia la Planta de Tratamiento de Fraijanes.
5. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) tiene una gran importancia y contribuye a la formación profesional del futuro Ingeniero Civil. Por medio del mismo se lleva a la práctica lo que se ha aprendido en los años de estudio. Se adquiere una experiencia que apoyada en la supervisión de un profesional de la Ingeniería Civil, que será de mucho valor para el buen desempeño del futuro Ingeniero.
6. La realización del nuevo proyecto de agua potable para el sector El Tempisque, municipio de Fraijanes contribuirá a poder dar un mejor servicio a los habitantes y se aprovechará mejor el vital líquido, ya que, se tendrá un mejor control y uso del mismo. Este proyecto va a contribuir a mejorar las condiciones de salud, educación, economía y una mejor convivencia en la población.

RECOMENDACIONES

- 1- El Departamento de Agua de la Municipalidad de Fraijanes, deberá exigir el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos a la entidad ejecutora del proyecto.
- 2- El Departamento de Agua de la Municipalidad de Fraijanes, debe hacer conciencia en la población sobre el uso racional del agua potable, para conservar las fuentes. Se debe concientizar a las personas de su responsabilidad en el pago del consumo de agua, ya que, estos recursos pueden ser invertidos en nuevos proyectos de agua potable para el municipio.
- 3- Terminado el proyecto, se debe dar un buen mantenimiento a las instalaciones para que las mismas duren por varios años.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR, Pedro. Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007. 170 p.
2. MUNIZAGA, Enrique. *Redes de agua potable: Diseño y dimensionamiento*. Chile: Patronato de Investigación Científica y Técnica Juan de la Cierva del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1976. 111 p.
3. Organización Panamericana de la Salud. Estudio de la normativa técnica del diseño, construcción, operación, mantenimiento de agua y saneamiento en materia de desastres. Guatemala: OPS, 2002. 29 p.
4. _____.Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua. Perú: OPS, 2005. 13 p.
5. Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente. *Manual de legislación ambiental de Guatemala*. Guatemala: IDEADS, 1999. 114 p.
6. SALAZAR, Arturo; NEWMAN, C. Examen químico y bacteriológico de las aguas potables. Londres: Burns & Oates, 1890. 513 p.
7. Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: MSPAS; UNEPAR, 1997. 86 p.

APÉNDICE 1

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 1286-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado: MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES	
Punto de muestreo: Salida equipo de bombeo	Fecha de captación: 06-07-2010
Fuente: Pozo El Tempizque	Hora de captación: 11:50
Municipio: Fraijanes	Fecha de recepción: 07-07-2010
Departamento: Guatemala	Hora de recepción: 08:03
Responsable de captación: Rubén Castañeda (Personal del Laboratorio INFOM)	

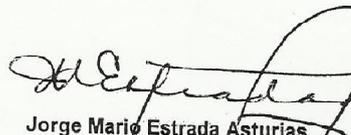
RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	<0.05
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
4	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	Nsc	10	10
5	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	Nsc	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5.0
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	1.2
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	80
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	21
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	7.0
12	Conductividad	µS/cm	100	750	210
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.7
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	22
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No Rechazable

* LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.


Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director de Laboratorio





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE AGUA
MUESTRA No. 1284-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Interesado: MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES	
Punto de muestreo: Grifo lote 1-26 camino al Chocolate	Fecha de captación: 06-07-2010
Fuente: Pozo mecánico El Tempizque	Hora de captación: 11:15
Municipio: Fraijanes	Fecha de recepción: 07-07-2010
Departamento: Guatemala	Hora de recepción: 08:03
Responsable de captación: Rubén Castañeda (Personal del Laboratorio INFOM)	

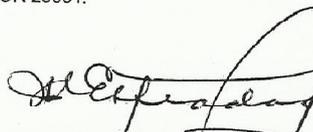
RESULTADOS

ITEM	PARÁMETROS FISIQUÍMICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Cloro residual	mg/L Cl ₂	0.5	1.0	0.5
2	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
3	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	<0.05
4	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	ND
5	Nitrato	mg/L NO ₃	Nsc	10	10
6	Nitrito	mg/L NO ₂	Nsc	1	<0.01
7	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	<5.0
8	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	<0.5
9	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
10	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	95
11	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	27
12	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	6.6
13	Conductividad	µS/cm	100	750	220
14	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.5
15	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	20
16	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No rechazable

* LMA = límite máximo aceptable LMP = límite máximo permisible ND = No detectado Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Ac. Gubernativo No. 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, el agua de la muestra CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.


Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director de Laboratorio





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
11 Av. "A" 11-67, zona 7, La Verbena
Telefax: 24723499



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
MUESTRA No. 1285-10

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA.

Interesado: MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES	
Punto de muestreo: Grifo Lote 1-26 Camino al Chocolate	Cloro residual in situ (mg/L): 0.5
Fuente: Pozo mecánico El Tempizque	pH in situ: ---
Municipio: Fraijanes	Temperatura in situ: 20°C
Departamento: Guatemala	Fecha de recepción: 07-07-2010
Fecha de captación: 06-07-2010	Hora de recepción: 08:03
Hora de captación: 11:15	Técnica de preservación: Refrigeración
Responsable de captación: Ruben Castañeda (Personal del Laboratorio INFOM)	

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	<i>Escherichia coli</i>	<2	NMP/100 mL
2	Coliformes Totales	<2	NMP/100 mL
3	Conteo Heterotrófico en Placa	>65000	UFC/mL

OBSERVACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.
- La Norma COGUANOR para agua potable NGO 29001 (Decreto No. 986-1999, Publicado en el Diario Oficial de fecha 04 de febrero de 2000) establece que el grupo *Coliforme Total* debe ser menor que 2.0 NMP/100 mL.
- El examen de los grupos Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Técnica de Sustrato Enzimático en tubos múltiples.
- El Conteo Heterotrófico en Placa se realizó a través del método de Vertido, utilizando como medio de cultivo Agar Plate-Count.



William Estrada Vargas
William Estrada Vargas
Químico Biólogo, Col. 2241
Supervisor de Bacteriología



Jorge Mario Estrada Asturias
Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Col. 685
Director del Laboratorio

APÉNDICE 2

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

APÉNDICE 3

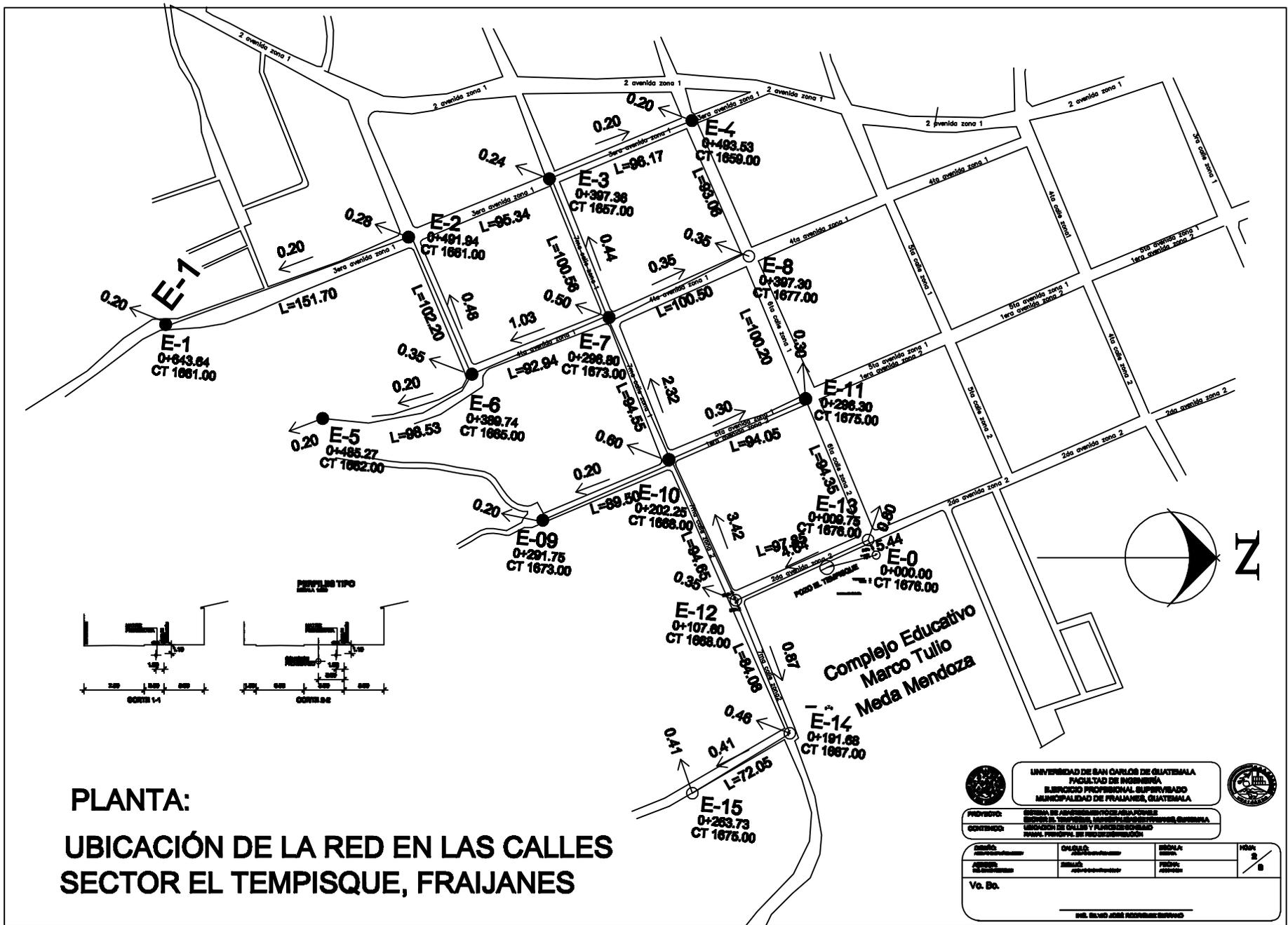
PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PRESUPUESTO		COSTO ESTIMADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SECTOR EL TEMPLE, FRAIJANES				COSTO TOTAL	
No.	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (C/u)	Costo estimado	Costo total	
	Obra						
1	Hacer bodega para almacenar materiales	unidad	1	9 500,00	9 500,00	9 500,00	
2	Carretas, piochas, picos, barretas, etc.	unidad	1	18 600,00	18 600,00	18 600,00	
	Trabajos preliminares						
3	Replanteo topográfico	M	1465,2	18,00	26 373,60	26 373,60	
	Excavación						
4	Excavación de zanjas	m ³	732,6	65,00	47 619,00	47 619,00	
	Relleno						
5	Relleno de zanjas	m ³	732,6	125,00	91 575,00	91 575,00	
	Línea de conducción						
6	Tubería PVC 160 psi r/diámetro 4"	tubo	8	290,75	2 326,00	2 437,60	
	Red de distribución						
7	Tubería PVC 160 psi r/diámetro 4"	tubo	20	302,25	6 045,00	6 094,00	
8	Tubería PVC 160 psi r/diámetro 3"	tubo	32	153,75	4 920,00	5 902,40	
9	Tubería PVC 160 psi r/diámetro 1/2"	tubo	31	85,00	2 645,00	2 644,61	
10	Tubería PVC 160 psi r/diámetro 1"	tubo	65	34,00	2 210,00	2 270,45	
11	tubería PVC 160 psi r/diámetro 3/4"	tubo	74	23,75	1 757,50	1 850,00	
	Tanque de almacenamiento						
12	Sandblast y pintura anticorrosiva	Global	1	48 000,00	48 000,00	48 000,00	
13	Revisión y cambio de llaves	Global	1	18 000,00	18 000,00	18 000,00	
	Conexiones domiciliarias						
14	Conexiones domiciliarias	Unidad	360	350,00	126 000,00	126 000,00	
	Obras hidráulicas						
15	Caja válvula de compuerta	Unidad	3	176,00	532,80	5 328,00	
	Bombas						
16	Bomba 20 caballos de fuerza	Unidad	1	25 000,00	25 000,00	25 000,00	
17	Instalación de bomba	Unidad	1	5 000,00	5 000,00	5 000,00	
	Accesorio de PVC y pegamento						
18	Accesorios de PVC y pegamento	GLOBAL	1	14 951,80	14 951,80	14 951,80	
	Desinfección						
19	Hipoclorador para pastillas tricloro	Unidad	1	1 950,00	1 950,00	1 950,00	
20	Alquiler de maquinaria compacta (cortadoras y oras)	Global	1	36 500,00	36 500,00	36 500,00	
21	Transporte y alquiler de maquinaria pesada	Global	1	51 500,00	51 500,00	51 500,00	
22	Material de relleno arena, piedrín y cemento	Global	1	72 200,00	72 200,00	72 200,00	
23	Supervisión	Global	1	88 125,00	88 125,00	88 125,00	
24	Administración	Global	1	136 288,54	136 288,54	136 288,54	
25	Indirectos	Global	1	47 000,00	47 000,00	47 000,00	
26	Utilidad	Global	1	178 000,00	178 000,00	178 000,00	
COSTO TOTAL DE LA OBRA						Q1 068 710,00	

ACTIVIDAD	TIEMPO EN MESES				
	PRIMERO	SEGUNDO	TERCERO	CUARTO	QUINTO
TRABAJOS PRELIMINARES					
LINEA DE CONDUCCION					
TANQUE DE DISTRIBUCION					
SANBLAST DEL INTERIOR					
PINTURA GENERAL					
REVISION Y CAMBIO DE VALVULAS					
LINEA DE DISTRIBUCION					
TUBERIA DE DISTRIBUCION					
VALVULAS					
CONEXION PREDIAL					

APÉNDICE 4

PLANOS GENERALES



PLANTA:
UBICACIÓN DE LA RED EN LAS CALLES
SECTOR EL TEMPISQUE, FRAIJANES

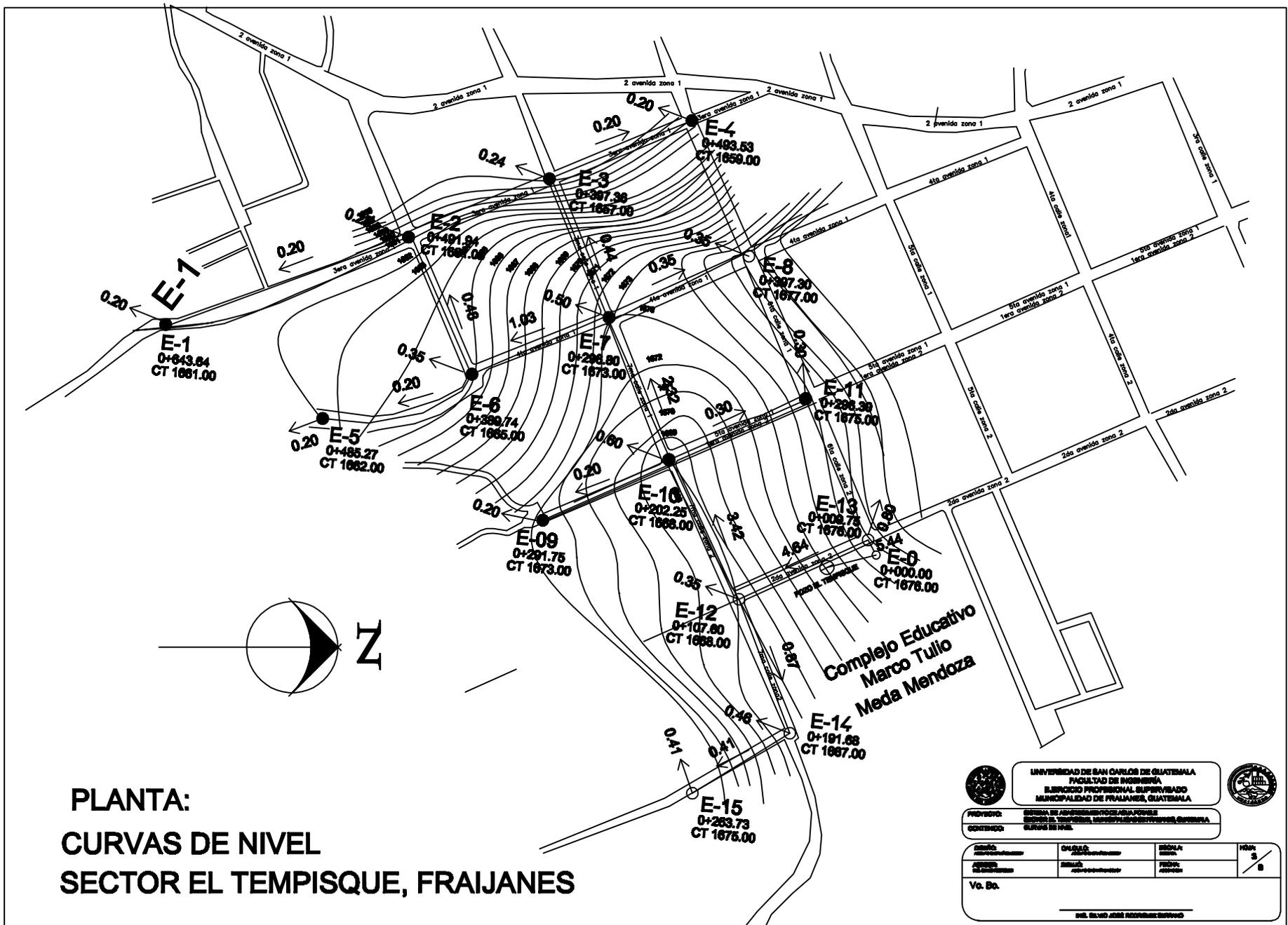
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INSTITUTO PROFESIONAL SUPERIOR DE
 MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, GUATEMALA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUAFUENTE
 CONTENIDO: DISEÑO DE TUBERIAS, UNIFORMES Y ACCESORIOS, GUATEMALA
 UBICACION DE CALLES Y PUNTO DE MONITOREO
 FINAL: FASE III DEL PROYECTO

Nombre del Proyecto	Nombre del Cliente	Fecha	Página
			2 / 8

Ve. Do. _____

ING. ELVIS JOSE RODRIGUEZ BARRERA



**PLANTA:
CURVAS DE NIVEL
SECTOR EL TEMPISQUE, FRAIJANES**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTRUMENTAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, GUATEMALA

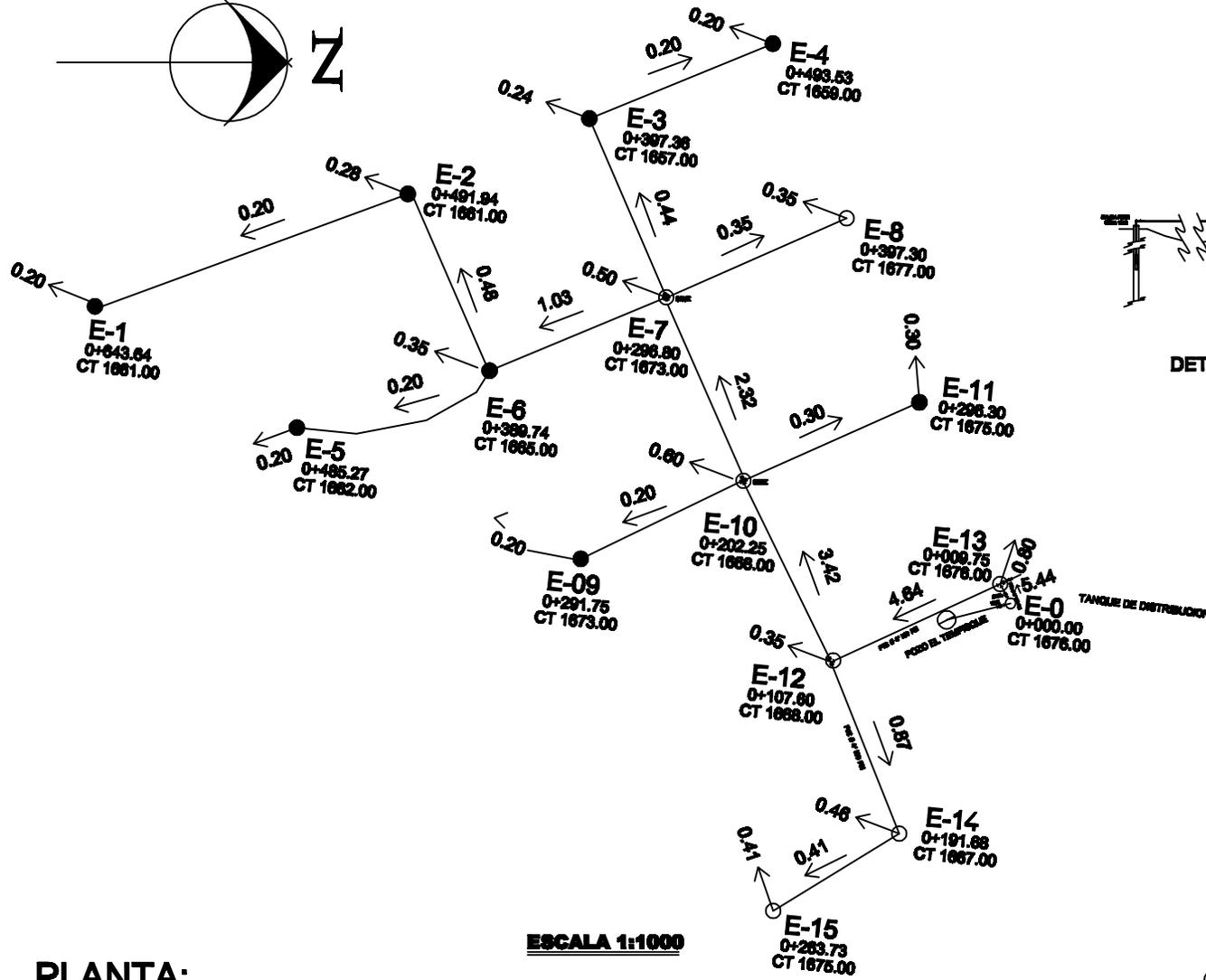
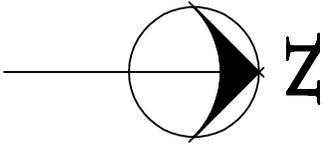
PROYECTO: SISTEMA DE ALBERGUES PARA NIÑOS
GRUPO 1: TEMPISQUE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, GUATEMALA

CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL

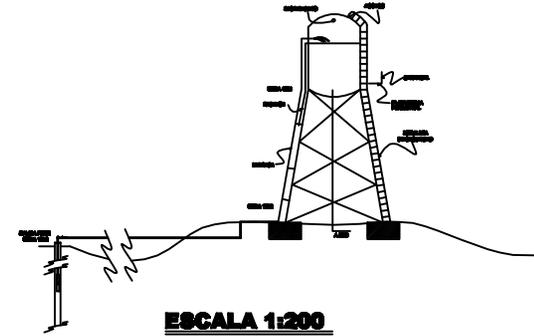
FECHA:	ELABORADO:	REVISADO:	HOJA:
2018/08/01	JOSÉ ROBERTO GONZÁLEZ	JOSÉ ROBERTO GONZÁLEZ	3
APROBADO:	ELABORADO:	REVISADO:	8

Ve. Do.

ING. JUAN JOSÉ RODRÍGUEZ GONZÁLEZ



ESCALA 1:1000



DETALLE LINEA DE ALIMENTACION

DE	A	RUMBOS	DISTANCIA
0	13	S 62°02'18" W	8.05
13	12	S 24°44'35" E	97.85
12	14	N 69°12'28" E	84.08
14	15	S 31°34'08" E	72.05
12	10	S 65°18'34" W	94.65
10	9	S 23°39'23" E	89.50
10	11	N 86°36'18" W	94.05
10	7	S 66°14'24" W	94.55
7	6	S 23°19'53" E	92.94
7	8	N 26°49'07" W	100.50
6	5	S 16°28'59" E	95.53
6	2	S 66°30'10" W	102.20
2	1	S 20°09'43" E	151.70
7	3	S 68°02'02" W	100.56
3	4	N 22°13'28" W	96.17

PLANTA:

**RED DE DISTRIBUCION Y CAUDALES
SECTOR EL TEMPISQUE, FRAIJANES**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, GUATEMALA

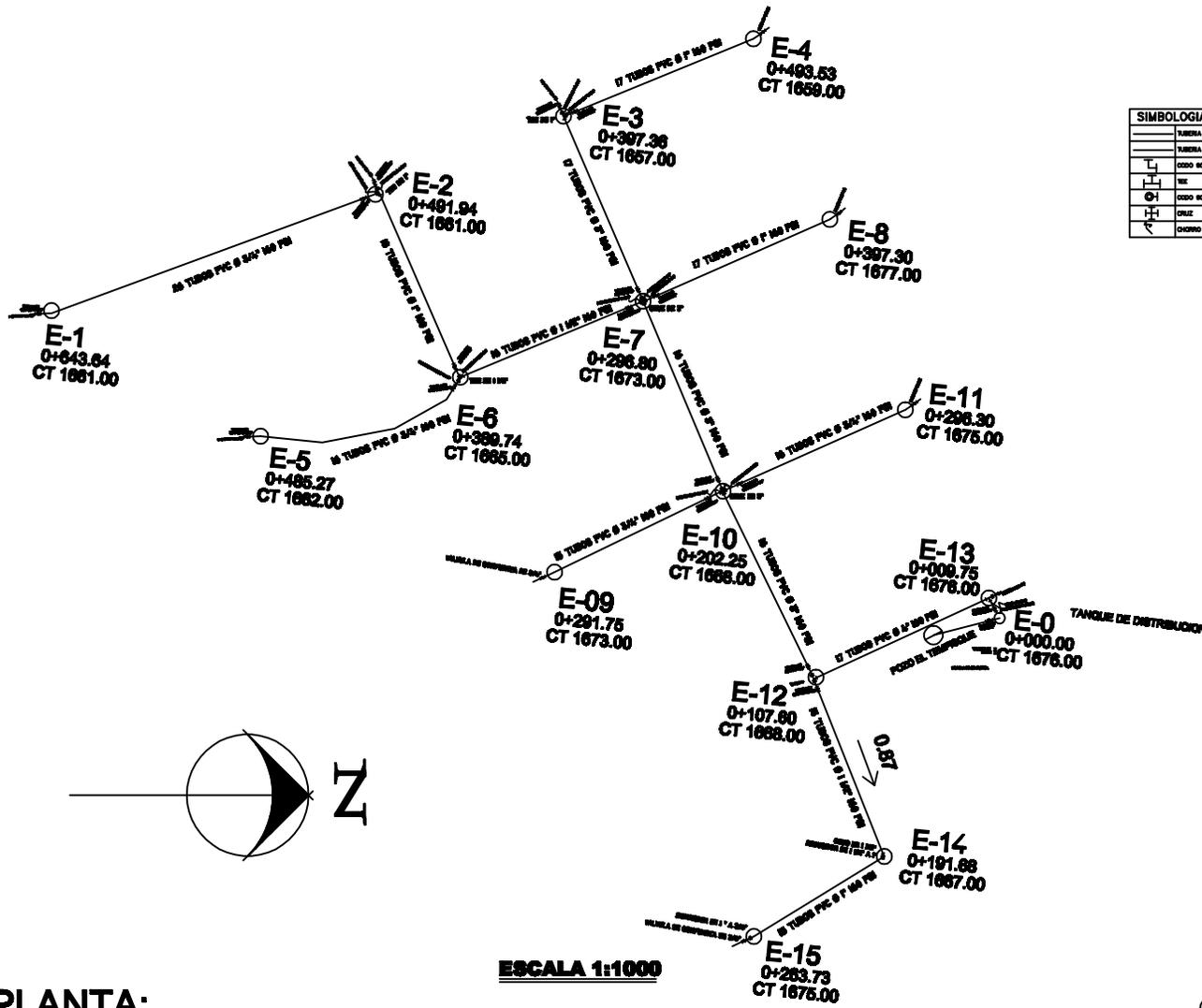


PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE
CONTENIDO: SECTOR EL TEMPISQUE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, GUATEMALA
RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

Nombre del Cliente:	Cualidad del Cliente:	Escala:	Hoja:
Apellido del Cliente:	Dirección del Cliente:	Folio:	4

Ve. Do.

ING. OSCAR JOSE REYES-ESPINOZA



SIMBOLOGIA DE AGUA POTABLE			
	TUBERIA DE AGUA FRIA P.V.G.		REDUCTOR DE 3/4" A 1/2" P.V.G.
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE CP.V.G.		VALVULA DE GLOBO
	ODIO 80 HORIZONTAL		VALVULA DE CHEQUE
	ODIO 80 VERTICAL		HYDRANT
	ODIO 80		VALVULA DE CUBIERTA
	CRUZ		CAJETA DE BOMBA
	ODIO O BIFID DE 1/2"		

DE	A	RUMBOS	DISTANCIA
0	13	S 62°02'18" W	8.05
13	12	S 24°44'35" E	97.85
12	14	N 69°12'28" E	84.08
14	15	S 31°34'08" E	72.05
12	10	S 65°18'34" W	94.65
10	9	S 23°39'23" E	89.50
10	11	N 86°36'18" W	94.05
10	7	S 66°14'24" W	94.55
7	6	S 23°19'53" E	92.94
7	8	N 26°49'07" W	100.50
6	5	S 16°28'59" E	95.53
6	2	S 66°30'10" W	102.20
2	1	S 20°09'43" E	151.70
7	3	S 68°02'02" W	100.56
3	4	N 22°13'28" W	96.17

PLANTA:

RED DE DISTRIBUCION DISEÑO TUBERIA Y ACCESORIOS SECTOR EL TEMPISQUE, FRAIJANES

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, GUATEMALA

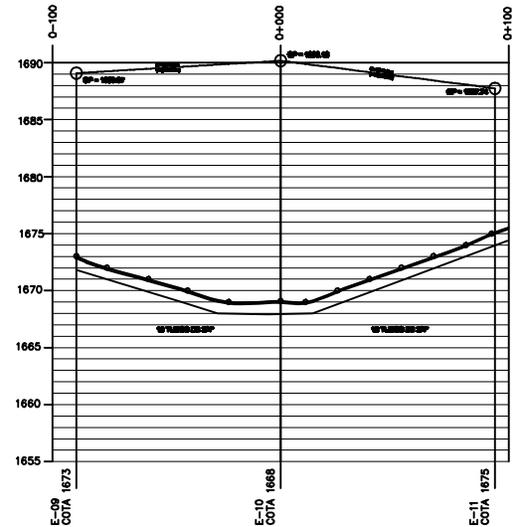
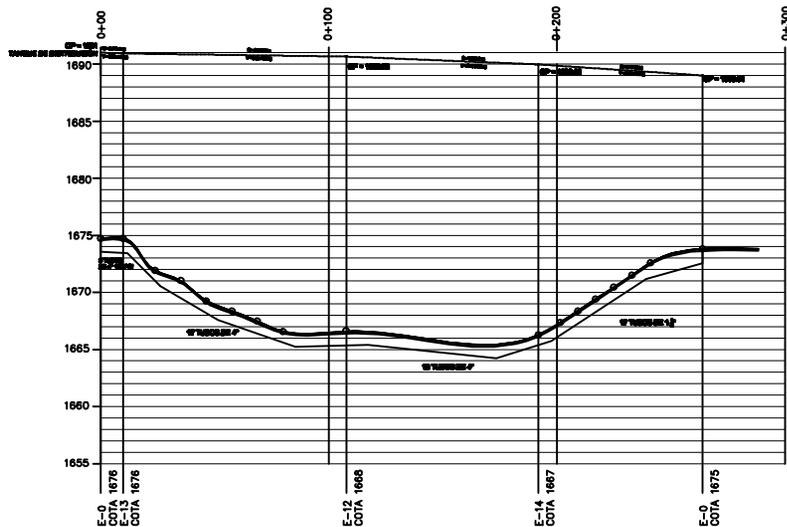
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA FRIE
SECTOR EL TEMPISQUE, MUNICIPIO DE FRAIJANES, GUATEMALA

CONTENIDO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA FRIE

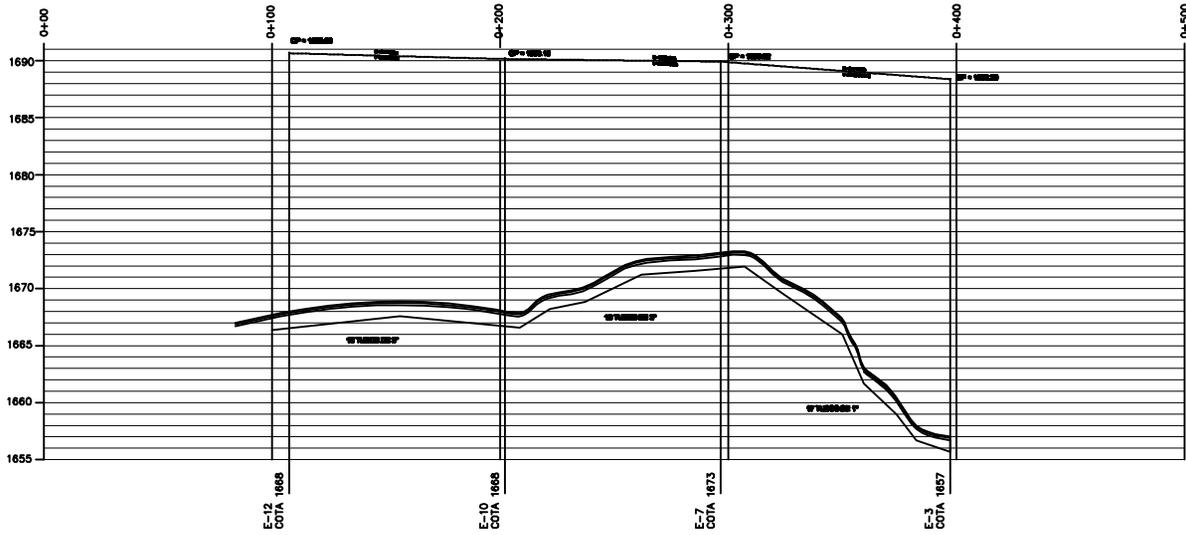
FECHA:	ELABORADO:	ESCALA:	HOJA:
01/08/2018	JOSUE GONZALEZ	1:1000	5
APROBADO:	REVISADO:	PROYECTADO:	

Vo. Bo. _____

ING. ELVIS JOSE RODRIGUEZ BARRON



PERFIL RAMAL E-12 A E-10 DE E-10 A E-7 DE E-7 A E-3 DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN



REFERENCIA	
0+000.00	GAMINAMENTO
CT	GOTA DE TERRENO
—○—	ESTACIÓN (E)
T	TIE
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
CP	GOTA PIEZOMÉTRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
—	TUBERÍA
Q	CAUDAL (L/S)
V	VELOCIDAD (M/S)
□	CABA, BOCULA
▭	VALVA
▷	REDUCTOR BURBUJA (R)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE FRAMINES, GUATEMALA

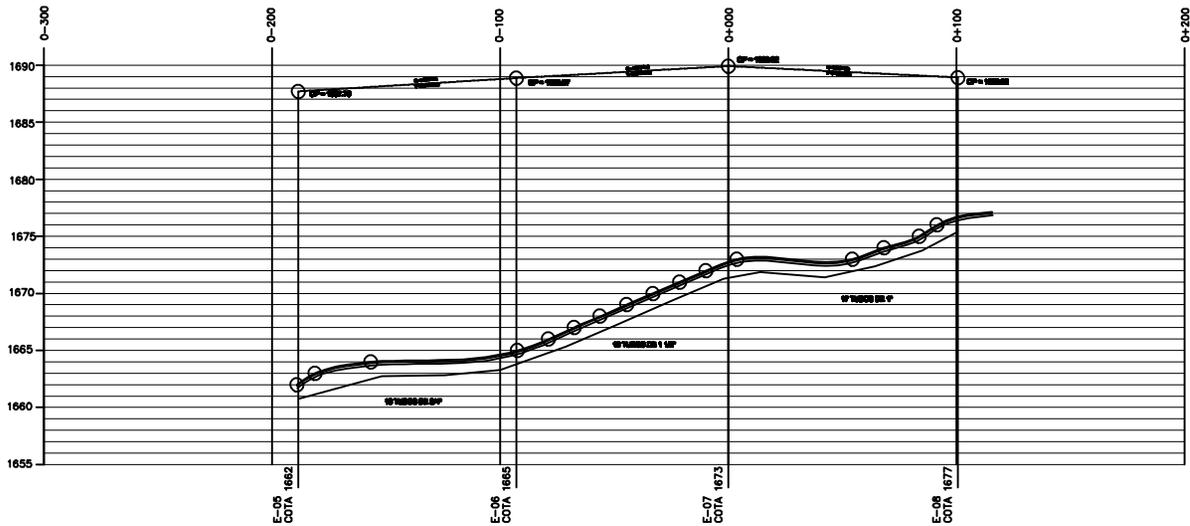
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE
 BARRIO: TEMPORAL, MUNICIPIO DE FRAMINES, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANO: PLAN DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA: 2018-08-20	ELABORADO: J. J. J.	REVISADO: J. J. J.	NOVA: 0
APROBADO: J. J. J.	SELLA: J. J. J.	PROY. APROBADO: J. J. J.	0

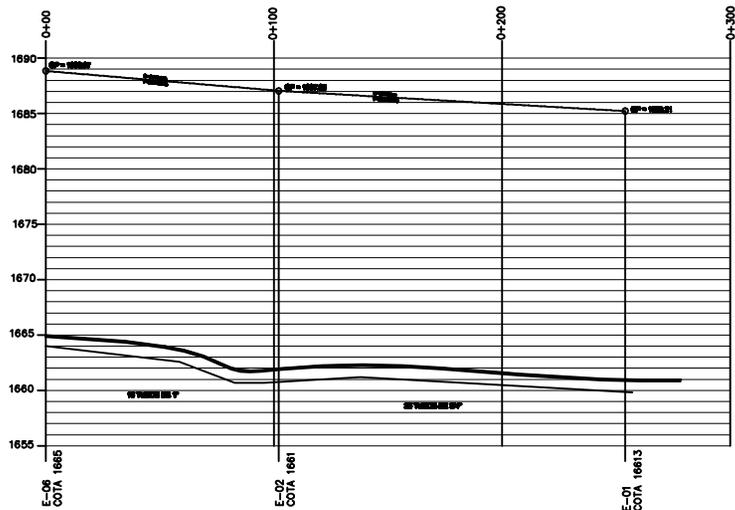
Vc. Do.

ING. CIVIL J. J. J.



PERFIL RAMAL E-05 A E-06 DE E-06 A E-07 DE E-07 A E-08 DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

SECCION 05



PERFIL RAMAL E-08 A E-02 DE E-02 A E-01 DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

SECCION 06

REFERENCIA	
0+000.00	GAMINAMENTO
CT	GOTA DE TERRENO
—○—	ESTACIÓN (E)
T	TIE
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
CP	GOTA PIEZOMÉTRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
—	TUBERÍA
Q	CAUDAL (L/S)
V	VELOCIDAD (M/S)
□	CABA, BOCULA
□	VALVULA
▷	REDUCTOR BURBUJA (R)



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE FRAMINES, GUATEMALA



PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA FRÍA
BARRIO TEMPORAL, MUNICIPIO DE FRAMINES, GUATEMALA
CONTENIDO: PLANTA: PERIL
TITULO: PERFIL DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

FECHA	ELABORADO	REVISADO	NOTA
			7

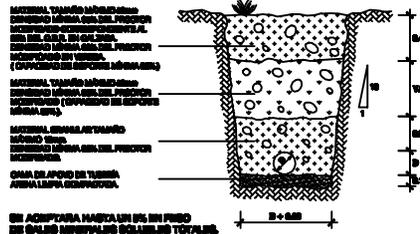
Vc. Dc.
ING. ELVIS JOSÉ ROSARIO BARRERA

DETALLE RELLENO DE SANJA

SIMBOLOGÍA

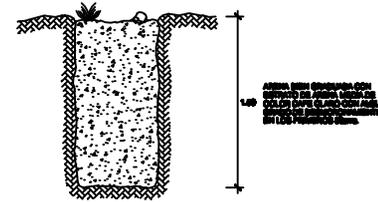
-  MATRIZ, VÁLUJALA Y GRISO REFORZADA
-  MATRIZ, VÁLUJALA Y GRISO REFORZADO
-  POZO DE RECONOCIMIENTO
-  PUNTO DE REFERENCIA (P.R.)

DISPOSICIÓN DE RELLENO



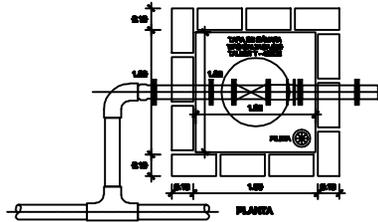
ESCALA 1:50

POZO DE RECONOCIMIENTO



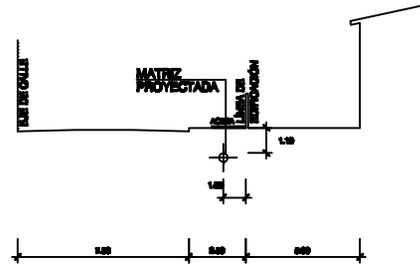
ESCALA 1:50

DETALLE CAJA PARA VALVULA

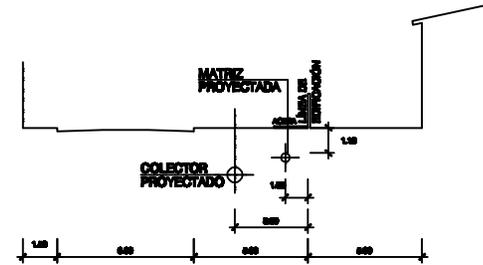


ESCALA 1:50

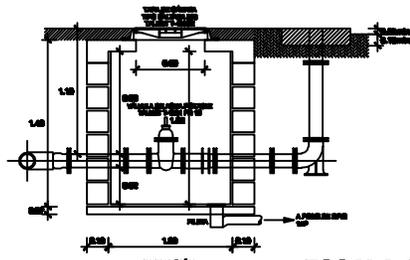
PERFILES TIPO



ESCALA 1:100



ESCALA 1:100



ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE FRAMINES, GUATEMALA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE
 SERVICIO TEMPORAL, INTERMUNICIPAL Y DE EMERGENCIAS

CONTENIDO: DETALLE DE VALVULA CAJA
 TUBO, FUNDICION DE LA LINEA DE ABASTECIMIENTO

PROYECTO	CLIENTE	ESCALA	FECHA
APROBADO	ELABORADO	PROYECTADO	0 / 0

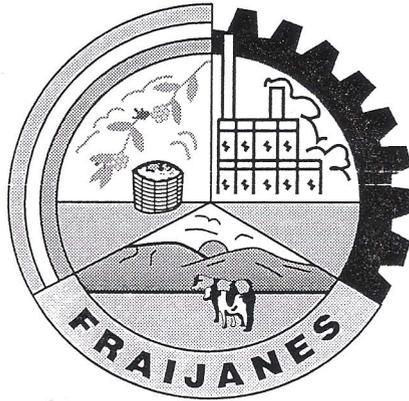
Ve. Do.

ING. ELVIS JOSE RODRIGUEZ

ANEXO 1

**REGLAMENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO DE FRAIJANES**

**REGLAMENTO DEL SERVICIO
DE AGUA POTABLE
MUNICIPAL DE FRAIJANES**



MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES DEPARTAMENTO DE GUATEMALA Reglamento del Servicio de Agua Potable

EL INFRASCRITO SECRETARIO MUNICIPAL DE FRAIJANES
DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
CERTIFICA

Que tuvo a la vista el libro número 08-92 de Acuerdos Municipales, en el que se encuentra el Acta número 36-92 de fecha once de septiembre de mil novecientos noventa y dos, la que en su punto sexto, que copiado literalmente dice:

SEXTO: Para su aprobación por parte de ésta Corporación Municipal se expone la necesidad de crear el REGLAMENTO DEL SERVICIO DEL AGUA POTABLE MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE FRAIJANES DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA;

CONSIDERANDO: Que los proyectos de agua potable municipal no solo deben ser proyectos de inversión. Si no que deben ser proyectos auto financiados, lo que significa que el mantenimiento de los mismos deben estar supeditados a los ingresos que deberán obtenerse por el valor del servicio de agua, así como por el pago del canon del servicio que haga efectivo el vecino de las comunidades de caseríos, aldeas, colonias, como de la cabecera municipal, a quienes se beneficien con el servicio de agua: para ello es necesario crear un reglamento que regule todo lo concerniente y el mismo será la base legal de la Municipalidad.

CONSIDERANDO: Que es competencia de la Municipalidad el establecimiento, regulación y atención de los servicios y que la Municipalidad tiene como fin primordial la prestación y Administración de los Servicios Públicos de las poblaciones bajo su jurisdicción territorial, básicamente sin fines lucrativos y por lo tanto, tiene competencia para establecerlos, mantenerlos, mejorarlos y regularlos, garantizando su funcionamiento eficiente, seguro, continuo cómodo

e higiénico a los habitantes y beneficiarios de dichas poblaciones y en su caso la determinación y cobro de sus tasas y contribuciones equitativas y justas. POR TANTO: Esta Corporación en base a lo considerado, a los artículos 30 y 40 del Código Municipal al resolver, por unanimidad: **ACUERDA:** Crear el Reglamento para el Servicio del Agua Potable Municipal del Municipio de Fraijanes del Departamento de Guatemala en la siguiente forma:

“ T I T U L O I ”

DEL SERVICIO GENERAL

Artículo 1o. La Municipalidad de Fraijanes, del Departamento de Guatemala, es única y exclusivamente propietaria de los sistemas de agua potable que instale tanto en la cabecera municipal como en las aldeas, caseríos, colonias, así como todas las construcciones adicionales y mejoras que se hagan en el futuro y su costo total debe figurar en el inventario patrimonial municipal.

Artículo 2o.- El servicio de agua potable se administrará aplicando el presente reglamento, en la cabecera municipal, las aldeas, caseríos y colonias del municipio de Fraijanes, siempre y cuando el servicio de agua sea municipal, los usuarios, funcionarios y trabajadores municipales deben observarlo y cumplirlo correctamente. El Alcalde velará porque el servicio se preste con la eficiencia debida.

Artículo 3o.- El Alcalde cuidará que la recaudación de las tasas derivadas del servicio, se hagan debidamente,

Artículo 4o.- No se considerarán cualesquiera de los derechos de las tasas derivadas del servicio en este reglamento, a título gratuito.

Artículo 5o.- Todo servicio, sin excepción alguna, debe tener instalado su correspondiente medidor.

Artículo 6o.- Únicamente en los casos de ineludible necesidad podrán construirse llenacanteros y pilas públicas, pero la Municipalidad deberá señirse a lo establecido en el artículo anterior, instalarán llaves que eviten el desperdicio de agua, en todo caso: tendrán que evaluarse el número de llenacanteros y pilas públicas, que pueden construirse

para lo cual se solicitará la asesoría del INFOM

Artículo 7o.- Las dependencias del estado pagarán las mismas tasas que corresponde a los particulares.

Artículo 8o.- La Municipalidad procurará que los ingresos por el servicio de agua potable municipal, cubran por lo menos los gastos de administración, operación y mantenimiento del mismo, incluyendo los de su tratamiento y desinfección, si los hubiera.- Los ingresos por exceso se utilizarán de preferencia para mejoras y ampliaciones del sistema.

Artículo 9o.- La Municipalidad hará el cobro del servicio de agua según el consumo que haga el vecino que tenga el servicio; dicho pago se cobrará de conformidad con la tabla que más adelante se describe.- el usuario podrá solicitar hasta dos servicios para cada inmueble de su propiedad controlados por medios separados. La autorización de una mayor cantidad debe ser evaluada por la municipalidad.

Artículo 10o.- Cuando se trate de servicios instalados en inmuebles arrendados propiedad de la Municipalidad, los arrendatarios pagarán las tasas respectivas por el consumo separadamente de la renta del inmueble arrendado, en la forma establecida en este reglamento debido a que la municipalidad debe instalar el contador para fines de control y cobro de canon.

Artículo 11o.- Para la adquisición del servicio de agua municipal el solicitante deberá suscribir el contrato respectivo con la municipalidad.

Artículo 12o.- Anualmente se calcularán los ingresos y egresos del servicio y quedarán comprendidos dentro del presupuesto municipal.

Artículo 13o.- Tanto las personas naturales como jurídicas, propietarios de inmuebles dentro de la localidad donde está instalado el servicio de agua que regula el presente reglamento, podrán obtener servicio de agua municipal siempre que exista red de distribución frente al inmueble donde se desea hacer la instalación del mismo.

Artículo 14o.- Para poder obtener un servicio de agua municipal deberá ser observado el siguiente procedimiento:

1.) El propietario del inmueble presentará el formulario de solicitud del servicio que desea obtener, el cual se entregará en la Alcaldía Municipal y deberá contener; a) nombre y apellidos del solicitante;

b) Edad, estado civil, nacionalidad, profesión y oficio. c) Domicilio d) Lugar de residencia. e) La petición concreta del servicio de agua. f) Dirección del inmueble donde se desea instalar el servicio indicando el número de finca, folio y libro, si el inmueble estuviera inscrito en el Registro de la Propiedad e Inmueble. g) Forma que desea hacer efectivo el pago del servicio, ya sea al contado o a plazos. h) Lugar y fecha así como la firma del solicitante.

2.) El solicitante deberá presentar copia de la escritura de propiedad del inmueble donde se desea instalar el servicio, debidamente registrada, si el mismo tuviera inscripción en el Registro de la Propiedad Inmueble o bien copia del documento con el que acredita la propiedad.

3.) Se presentará copia de la cédula de vecindad del propietario del inmueble;

4.) Deberá acompañarse el boleto de ornato del solicitante;

5.) Presentar el recibo del pago del último trimestre del impuesto único sobre inmuebles, debidamente cancelado;

Artículo 15o.- Pevio a otorgar el servicio de agua municipal el Alcalde solicitará al Fontanero Municipal, informe a la Alcaldía Municipal si en el lugar donde se encuentra el inmueble donde se desea instalar el servicio existe sistema de distribución, o si el inmueble se encuentra distante considerablemente del sistema ya relacionado: si fuera así, en este último caso la municipalidad podrá otorgar el servicio de agua bajo la condición de que el solicitante deberá sufragar los gastos de instalación del ramal respectivo a efecto de conducir el servicio al inmueble donde se encuentre.

Artículo 16o.- El informe a que se refiere el artículo anterior, el Fontanero Municipal deberá presentarlo a la Alcaldía a más tardar al día siguiente de habérselo solicitado; el cual adjuntará al expediente respectivo del solicitante para que la Alcaldía resuelva si procede o nó la instalación del servicio.

Artículo 17o.- Una vez recabada toda la información, y si el solicitante llena todos los requisitos que se establecen en este reglamento, el Alcalde autorizará el servicio de agua, oficiando a la Tesorería Municipal para que se suscriba el contrato respectivo, si en caso el suscriptor manifiesta que es de su interés obtener el servicio de agua

a plazos; en caso el suscriptor desee pagar al contado el servicio de agua se ordenará otorgar el título correspondiente.

Artículo 18o.- La persona que obtenga un servicio de agua municipal, no lo ostentará en propiedad, sino que únicamente en arrendamientos; con la advertencia que dicho servicio no será susceptible de gravámenes o enajenación. Esta si la disposición rige única y exclusivamente para los nuevos servicios que se hayan adquirido a partir de la publicación del presente reglamento.

Artículo 19o.- El Alcalde, teniendo a la vista el recibo del pago de la primera amortización, en caso que pague el solicitante el servicio a plazos o bien el recibo del pago total del servicio de agua municipal, extenderá la orden de conexión en duplicado, remitiendo el original al Fontanero Municipal y el duplicado a la Tesorería para los efectos de abrir la ficha respectiva al nuevo usuario.

Artículo 20o.- El usuario será responsable del adecuado funcionamiento del medidor y pagará el costo de las reparaciones o el pago de la reinstalación en caso se hubiera suspendido el servicio, o bien porque se hubiera desaparecido injustificadamente, por hechos delictivos o por cualquier otra circunstancia.

Artículo 21o.- El usuario podrá hacer las conexiones que estime convenientes en la instalación domiciliaria interna, pero le queda prohibido extenderla hacia inmuebles vecinos. Esta instalación comprende: la tubería que partiendo del medidor se interna en el inmueble y las conexiones que en el mismo se hagan.

Artículo 22o.- La falta de pago de dos amortizaciones en concepto de tasas administrativas y/o tasas por conexión dará lugar a la suspensión del servicio perdiendo el suscriptor todo derecho a reintegro de las amortizaciones que haya pagado.

Artículo 23o.- El atraso del usuario, en más de sesenta días en el pago del canon mensual, dará lugar a la suspensión del servicio, el que se reconectará al pagar las cuotas atrasadas, poniéndose al día en sus pagos, así como cancelar el valor de la reconexión.

“ TITULO II ”

DEL TESORERO MUNICIPAL

Artículo 24o. El Tesorero Municipal velará por el correcto cumplimiento del presente reglamento, justamente con el alcalde.

Artículo 25o. El Tesorero fraccionará los contratos correspondientes cuando el servicio fuera solicitado para pagarse a plazos, así también extenderá los títulos cuando se hiciera el pago del servicio al contado, en la misma tesorería.

Artículo 26o. El Tesorero velará porque se abra tarjeta a los usuarios que se les haya concedido el servicio de agua, la cual consistirá en tarjeta de cuenta corriente, en la que se registrará la deuda de cada suscriptor en concepto de tasa administrativa y tasa de conexión, después de haber estado satisfecho con los trámites administrativos correspondientes. Estas tarjetas deberán archivarse por orden alfabético de apellidos; y deberán contener los siguientes datos:

- a.) Nombre del suscriptor
- b.) Dirección donde se instalará el servicio
- c.) Forma de pago
- d.) Valor total de la instalación
- e.) Pago mensual del medidor

Artículo 27o. En las tarjetas donde se registren el consumo mensual de cada usuario reportado por el lector de medidores, anotará los datos siguientes:

- a.) Nombre del usuario
- b.) Número de servicio que posee
- c.) Dirección donde está instalado el servicio
- d.) Número de medidor
- e.) Cuotas mínimas mensuales (canon)
- f.) Fecha en que se conectó el servicio
- g.) Número de registro del título cuando ya se le haya extendido.

Artículo 28o. A las tarjetas se les cargará mensualmente la cuota que corresponda al consumo según la tabla que más adelante se detalla, y según lo consumido, en base a la citada tabla, el usuario deberá pagar la cantidad asignada al número de litros que haya consumido.

Artículo 29o. La Tesorería Municipal extenderá un recibo cuando el usuario se constituya en la misma a hacer efectivo el pago por el canon de agua.

Artículo 30. Enviar mensualmente al Alcalde un listado de usuarios que se encuentren morosos, especificando las cantidades que adeudan cada uno y el concepto de la deuda, así como también la cantidad de litros de agua consumidos por cada mes calendario, el tiempo de la mora; a efecto de que el Alcalde tome las medidas administrativas pertinentes.

Artículo 31o. Ejecutar correctamente el presupuesto aprobado por el servicio de agua potable y aplicar las tarifas de acuerdo a este reglamento.

Artículo 32o. Llevar un registro actualizado de servicios concedidos para hacer comparación con la capacidad del sistema construido, y evaluar la necesidad de buscar nuevas fuentes de abastecimiento en el momento adecuado.

“ T I T U L O I I I ”

DEL FONTANERO MUNICIPAL

Artículo 34o. Son obligaciones del fontanero:

- a.) Efectuar las conexiones y suspensiones que le ordene el Alcalde con su firma y sello en el formulario respectivo;
- b.) Reportar a la Alcaldía toda instalación que se haga sin llenar los requisitos establecidos en este reglamento. Así como todo medidor que tenga roto el marchamo, muestre señales de haber sido averiado o esté funcionando deficiente.
- c.) Tomar el número y lectura del medidor en el momento de hacer la conexión del servicio. Ambos datos se incluirán en la orden de conexión que devolverá inmediatamente a la Tesorería Municipal.
- d.) Leer mensualmente los medidores en una misma fecha o el día hábil siguiente, cuidando de no dejar medidores sin lectura, la cual anotará en hojas especiales diseñadas que entregará a la Tesorería Municipal.
- e.) Vigilancia constantemente el sistema desde la fuente de captación hasta las instalaciones domiciliarias para comprobar su correcto funcionamiento informando inmediatamente al Alcalde, cualquier

problema que surja para proceder a su revisión y solución.

" T I T U L O I V "

T A R I F A S

Artículo 35o. De conformidad con los estudios técnicos respectivos, se establecen las siguientes tasas, para el servicio de agua potable en la cabecera Municipal, las aldeas, caseríos, colonias de esta jurisdicción, las que se establecen de la siguiente manera:

METRO DE LITROS CONSUMIDOS			TASA A PAGAR
De	0	a 5,000	Q. 5.00
De	5,001	a 8,000	Q. 8.00
De	8,001	a 10,000	Q. 10.00
De	10,001	a 13,000	Q. 13.00
De	13,001	a 20,000	Q. 15.00
De	20,001	a 25,000	Q. 23.00
De	25,001	a 30,000	Q. 28.00
De	30,001	a 35,000	Q. 33.00
De	35,001	a 40,000	Q. 38.00
De	40,001	a 45,000	Q. 45.00
De	45,001	a 50,000	Q. 50.00
De	50,001	a 55,000	Q. 55.00
De	55,001	a 60,000	Q. 60.00
De	60,001	a 65,000	Q. 65.00
De	65,001	a 70,000	Q. 70.00
De	70,001	a 75,000	Q. 75.00
De	75,001	a 80,000	Q. 80.00
De	80,001	a 85,000	Q. 85.00
De	85,001	a 90,000	Q. 90.00
De	90,001	a 100,000	Q. 100.00
De	100,001	en adelante	Q. 150.00

Artículo 36o. De la adquisición del servicio y su valor. El valor de la adquisición del servicio de agua se establece de la siguiente manera: tanto en la población de Fraijanes, como en las aldeas, caseríos, colonias del municipio de Fraijanes.

1.-	Al Contado	Q.	500.00
	- Título	Q.	15.00
	- Conexión	Q.	15.00
	- Total	Q.	<u>530.00</u>
2.-	A Plazos		
	- Enganche	Q.	200.00
	- Título	Q.	15.00
	- Conexión	Q.	15.00
	-Sub total	Q.	<u>230.00</u>
	Mensualidades Q. 29.17 c/m.		
	12 meses plazo	Q.	<u>350.00</u>
	-Total	Q.	<u>580.00</u>

“ TITULO ”

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 37o.- Cuando en algún inmueble aparezca un servicio de agua potable en el cual no cuenta con el medidor correspondiente y esté haciendo uso del servicio, se impondrá una multa de cincuenta quetzales (Q.50.00). que deberán pagarse a la Tesorería Municipal. el propietario de dicho inmueble, así como también tendrá la obligación de adquirir el medidor y pagar la instalación del mismo al Fontanero Municipal.

Artículo 38o.- El usuario de un servicio de agua potable municipal que extendiera el mismo a predios continuos ajenos con la finalidad de beneficiar al propietario del predio, será sancionado con una multa de cien quetzales (Q.100.00), además se emitirá orden de suspensión del servicio, el cual no podrá habilitarse hasta que se pague la multa en la Tesorería Municipal impuesta por la infracción anterior, así como hecho el pago de la reconexión.

Artículo 39o.- El propietario de un bien inmueble que tenga servicio de agua potable municipal, que sacara a la vía pública las aguas negras procedentes de sus pilas, duchas, o cualquier procedencia, se le suspenderá el servicio de agua, se le impondrá una multa de cincuenta

quetzales (Q. 50.00), y el servicio únicamente podrá habilitarse nuevamente siempre y cuando se haya pagado la multa impuesta, así como que haya realizado la foza séptica respectiva para el depósito de las aguas negras respectivas, como también que pague el derecho de reconexión.

Artículo 40o.- Queda terminantemente prohibido utilizar el servicio de agua potable municipal para regar hortalizas, semilleros, o cualquier clase de cultivos de pequeña y gran extensión, quien no observa esta disposición será sancionado con la suspensión definitiva del servicio de agua que sirve a su inmueble.

Artículo 41o.- Una vez la Municipalidad ordena la suspensión del servicio de agua potable por algunas de las circunstancias relacionadas en el presente reglamento será ésta la única con facultades para ordenar su reconexión a través del Fontanero Municipal, si no obstante está disposición, la persona a quien se la haya suspendido el servicio, procediera, personalmente o a través de terceras personas, a reconectar el servicio sin estar legalmente autorizada, se le sancionará con una multa de doscientos quetzales (Q.200.00) y además se ordenará la suspensión definitiva del servicio.

(fs) al final del acta aparecen las firmas ilegibles del señor Alcalde Municipal, la de los Miembros de la Corporación Municipal y la del señor Secretario respectivamente.

Y, PARA SU TRAMITE DE PUBLICACIONES EN EL DIARIO OFICIAL, SE EXTIENDE LA PRESENTE CERTIFICACION EN SIETE HOJAS DE PAPEL ESPAÑOL MEMBRETADAS DE ESTA MUNICIPALIDAD DE FRAIJANES, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, A LOS VEINTINUEVE DIAS DEL MES DE AGOSTO DE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CUATRO.