



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN  
CASERÍO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO  
PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**

**Mauricio Alejandro Contreras Urquizú**

Asesorado por el Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN  
CASERÍO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO  
PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MAURICIO ALEJANDRO CONTRERAS URQUIZÚ**  
ASESORADO POR EL ING. FRANCISCO ARTURO HERNÁNDEZ ARRIAZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE 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**

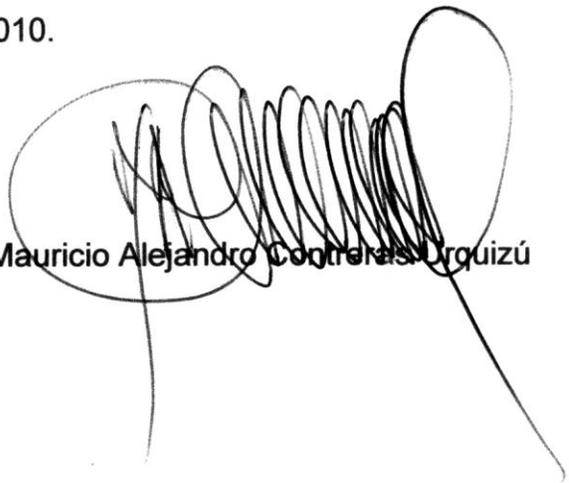
DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR	Ing. René Alfonso Aguilar Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Luis Emilio Rodas Samayoa
EXAMINADOR	Ing. Ronald Leonel Catalán Estrada
SECRETARIO	Ing. Edgar José Aurelio Bravatti Castro

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha febrero de 2010.



Mauricio Alejandro Contreras Urquizú

Guatemala, 15 de febrero de 2010

**Ingeniero**

**CESAR URQUIZU RODAS**

**Director**

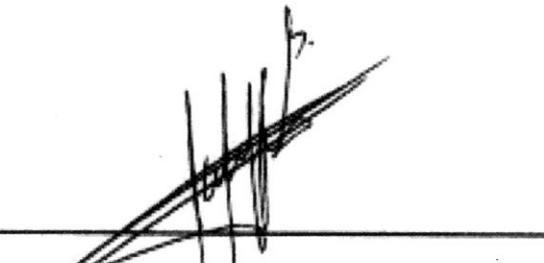
**Escuela Mecánica Industrial**

**Presente.**

**Estimado Ingeniero Urquizú:**

De la manera mas atenta me dirijo a su persona como el director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, para hacer de su conocimiento que **ACEPTO** el nombramiento de Ingeniero Asesor para el Protocolo de Tesis de Graduación del estudiante **Mauricio Alejandro Contreras Urquizú**, con No. de Carnet: **83-18548**, con el tema de **PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERIO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**, por considerar que dicho trabajo será de suma importancia para nuestra Escuela.

Atentamente;



**Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza**

**Colegiado Activo No. 3242**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.015.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PÉTEN**, presentado por el estudiante universitario **Mauricio Alejandro Contreras Urquizú**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Roberto Valle González', written over the printed name and title.

Ing. Roberto Valle González  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERIO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **Mauricio Alejandro Contreras Urquizú**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



DTG. 387.2011.

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 Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE FACTIBILIDAD SISTEMA DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LAGUNA EL ZAPOTAL, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO PETÉN, DEPARTAMENTO DE EL PETÉN**, presentado por el estudiante universitario **Mauricio Alejandro Contreras Urquizú**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Pajón  
Decano



Guatemala, 7 de octubre de 2011.

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Mis hijos**

Alejandra y Rodrigo

**Mis padres**

Mario Benedicto Contreras Archila  
Silvia Urquizú Cáceres de Contreras

**Mis hermanos**

Mario René, Sandra Patricia y Laura  
Lorena

**Mi familia y amigos**

En general

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Dios**

Nuestro creador.

**Universidad de San Carlos de  
Guatemala**

En especial a la Facultad de  
Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial.

**Municipalidad de San Francisco  
Petén, departamento de El Petén**

A sus autoridades.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS .....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. PROPONENTES DEL PROYECTO DE FACTIBILIDAD.....	1
1.1. Responsable de la propuesta.....	1
1.2. Representante legal .....	1
2. PROYECTO DE FACTIBILIDAD (INVERSIÓN-ADMINISTRACIÓN.....	3
2.1. Título o denominación .....	3
2.2. Descripción general del proyecto .....	3
2.3. Aporte de la propuesta .....	4
2.4. Características (servicios a ofrecer) .....	5
2.5. Fundamentos y viabilidad.....	5
2.6. Descripción de resultados preliminares y esperados .....	8
2.7. Aplicabilidad de resultados.....	9
2.8. Discriminación de los resultados disponibles .....	9
2.9. Infraestructura .....	9
2.10. Personal que participara en el desarrollo del proyecto.....	10
2.11. Personal que supervisara el proyecto .....	12
2.12. Informes.....	12

3.	TRAYECTORIA DEL PROYECTO.....	13
3.1.	Diagnóstico de la situación.....	13
3.2.	Identificación y justificación del problema .....	13
4.	FONDOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO .....	15
4.1.	Rubros.....	15
5.	ASPECTOS DE MERCADO .....	17
5.1.	Diagnóstico.....	17
5.1.1.	Descripción de la población .....	17
5.1.2.	Antecedentes.....	17
5.1.3.	Identificación del problema .....	18
5.1.4.	Área de influencia .....	18
5.1.4.1.	Descripción del área de influencia .....	19
5.1.4.2.	Situación ambiental del área de influencia.....	25
5.1.4.2.1.	Situación sin proyecto .....	26
5.1.4.2.2.	Situación con proyecto .....	26
5.1.4.2.3.	Circunstancias para elaborar el proyecto .....	27
5.1.4.2.4.	Plan o estrategia.....	27
5.1.4.3.	Cuadro de crecimiento sociopolítico del área	27
5.1.4.4.	Cuadro de beneficiarios directos.....	27
6.	ASPECTOS TÉCNICOS .....	29
6.1.	Ubicación y localización del área.....	29
6.1.1.	Estudio del área del suelo.....	30
6.1.2.	Condiciones de mantos acuíferos.....	34
6.1.3.	Relación del área forestal .....	34

6.1.4.	Accesos .....	35
6.1.4.1.	Durante la construcción .....	35
6.1.4.2.	Durante la operación.....	35
6.2.	Metas y actividades. ....	36
6.2.1.	Renglones de trabajo a ejecutar .....	37
6.3.	Período de ejecución.....	39
6.4.	Especificaciones técnicas.....	40
6.4.1.	Perforación de un pozo de 400 pies .....	41
6.4.1.1.	Consideraciones generales .....	41
6.4.1.2.	Perforación.....	42
6.4.1.3.	Entubación.....	42
6.4.1.4.	Filtro de grava .....	43
6.4.1.5.	Sello sanitario .....	43
6.4.1.6.	Ranuración de coladeras .....	43
6.4.1.7.	Limpieza de pozo.....	43
6.4.1.8.	Prueba de aforo de bombeo del pozo .....	44
6.4.1.9.	Perfil estratigráfico y control de muestras .....	44
6.4.1.10.	Análisis bacteriológico y fisicoquímico de agua.....	45
6.4.2.	Suministro e instalación de equipo de bombeo .....	45
6.4.2.1.	Equipo sumergible de bombeo y materiales ..	49
6.4.3.	Caseta de control.....	50
6.4.4.	Planta de generación eléctrica.....	51
6.4.4.1.	Generalidades de la planta de generación eléctrica .....	51
6.4.4.2.	Manual de seguridad y de operación .....	53
6.4.4.2.1.	Medidas mínimas de seguridad industrial .....	53

	6.4.4.2.2.	Medidas para la operación del equipo .....	54
6.4.5.		Construcción de tanque elevado de almacenamiento y distribución de agua potable .....	56
	6.4.5.1.	Trabajos preliminares .....	58
		6.4.5.1.1. Limpieza y nivelación .....	58
		6.4.5.1.2. Bodega y guardianía .....	58
	6.4.5.2.	Cimentación .....	59
		6.4.5.2.1. Concreto .....	59
		6.4.5.2.2. Especificaciones del cemento y los agregados para el concreto.	61
		6.4.5.2.3. Formaletas .....	62
		6.4.5.2.4. Acero de refuerzo .....	63
	6.4.5.3.	Torre de acero para el tanque.....	64
	6.4.5.4.	Cuerpo de tanque de metal .....	65
	6.4.5.5.	Accesorios de tanque elevado .....	65
	6.4.5.6.	Tratamiento de metales .....	66
	6.4.5.7.	Limpieza final del terreno .....	67
6.4.6.		Construcción de la línea de impulsión y descarga .....	67
	6.4.6.1.	Diseño de la tubería de bombeo .....	67
	6.4.6.2.	Tubería de descarga (generalidades y/o normas).....	68
6.4.7.		Construcción de red de distribución de agua potable .....	69
	6.4.7.1.	Diseño de la red de distribución.....	69
	6.4.7.2.	Recomendaciones antes de empezar los trabajos .....	70
	6.4.7.3.	Limpieza, chapeo y desmonte .....	71
	6.4.7.4.	Zanjeo.....	72
	6.4.7.5.	Soportes para la tubería .....	73

6.4.7.6.	Anclajes de tubería .....	74
6.4.7.7.	Instalación de tubería PVC .....	75
6.4.7.8.	Instalación de tubería de hierro galvanizado (Hg).....	76
6.4.7.9.	Prueba de tubería .....	77
6.4.7.10.	Relleno de zanjas .....	78
6.4.7.11.	Lavado y desinfección interior de la tubería...	79
6.4.7.12.	Materiales y accesorios para las tuberías .....	80
6.4.7.12.1.	Tubería PVC y accesorios PVC	80
6.4.7.12.2.	Tubería de hierro galvanizado (Hg) y accesorios de hierro galvanizado (Hg).....	81
6.4.7.12.3.	Válvulas de compuerta .....	81
7.	ASPECTOS ECONÓMICOS-FINANCIEROS .....	83
7.1.	Cuadros financieros.....	83
7.1.1.	Cuadro por renglones y costo del proyecto .....	83
7.1.2.	Cuadro de integración de costos por renglones desglosados.....	83
7.1.3.	Integración de precio total.....	83
7.2.	Justificación.....	83
7.2.1.	Condiciones actuales.....	84
7.2.2.	Cálculo de la demanda de agua para la comunidad del caserío Laguna El Zapotal .....	84
7.2.3.	Justificación demanda-producción.....	85
7.2.3.1.	Dotación de agua.....	85
7.2.3.2.	Factores de consumo .....	86
7.2.3.3.	Tanque de almacenamiento .....	87
7.2.3.4.	Volumen de almacenamiento.....	87

7.3.	Costos y beneficios (análisis) .....	88
7.3.1.	Durante la fase de construcción .....	88
7.3.2.	Durante la fase de operación .....	89
7.3.2.1.	Sistema uniforme .....	89
7.3.2.2.	Sistema diferencial.....	89
7.3.2.3.	Gastos administrativos.....	90
7.3.2.4.	Gastos de operación .....	91
7.3.2.5.	Gastos de mantenimiento .....	91
7.3.2.6.	Gastos de tratamiento.....	92
7.3.2.7.	Gastos de energía eléctrica .....	93
7.3.2.8.	Inflación .....	94
7.3.3.	Identificación de impacto ambiental .....	95
7.3.4.	Cantidad de los objetivos logrados con el proyecto .....	95
7.4.	Indicadores financieros .....	99
7.4.1.	Definir el problema social que se persigue resolver .....	100
7.4.2.	Tener objetivos de impacto claramente definidos .....	100
7.4.3.	Identificar a la población objetivo a la que está destinada el proyecto .....	100
7.4.4.	Especificar la localización espacial de los beneficiarios .....	100
7.5.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	116
8.	ASPECTO SOCIAL Y AMBIENTAL .....	117
8.1.	Introducción.....	117
8.2.	Justificación del estudio .....	118
8.3.	Localización geográfica del proyecto .....	119
8.4.	Situación del abastecimiento del recurso .....	119
8.4.1.	Estimación del caudal requerido .....	120
8.4.2.	Estimación de la demanda .....	123

8.4.2.1.	Estimación de demandas actuales y futuras	123
8.4.2.2.	Previsión de crecimiento demográfico permanente y estacional, industrial, agrícola, recreativo, usos del agua, cantidad, calidad	124
8.5.	Geología regional	124
8.6.	Hidrogeología regional	125
8.7.	Geología local detallada	126
8.7.1.	Marco geológico preliminar	126
8.7.2.	Síntesis litoestratigráfica	127
8.7.3.	Prospección geofísica local	128
8.7.4.	Téctica	129
8.8.	Estudio geofísico local	130
8.8.1.	Métodos eléctricos y electromagnéticos de prospección	131
8.8.1.1.	Resistividad específica	133
8.8.2.	Métodos sísmicos y gravimétricos	137
8.8.2.1.	Método sísmico	137
8.8.2.1.1.	La sísmica de refracción	137
8.8.2.1.2.	La sísmica de reflexión	138
8.8.2.2.	Método gravimétrico	139
8.8.3.	Resonancia magnética	139
8.9.	Inventario de pozos en el área	143
8.10.	Climatología e hidrología local	144
8.10.1.	Precipitación	146
8.10.2.	Evapotranspiración	146
8.10.3.	Infiltración	147
8.10.4.	Escorrentía	147
8.10.5.	Área de recarga	148

8.11. Hidrogeología .....	149
8.11.1. Marco hidrogeológico local.....	150
8.11.2. Formaciones permeables e impermeables .....	152
8.11.3. Características hidrogeológicas de los acuíferos .....	153
8.11.4. Prueba de infiltración .....	154
8.11.4.1. Prueba de infiltración de campo.....	154
8.11.4.2. Tasa de infiltración.....	155
8.12. Cálculo de bomba y almacenamiento de hora pico.....	156
8.13. Conclusiones del estudio hidrogeológico .....	156
8.14. Recomendaciones del estudio hidrogeológico .....	158
CONCLUSIONES.....	161
RECOMENDACIONES .....	163
BIBLIOGRAFÍA.....	165
ANEXOS.....	167

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Prueba de resonancia magnética protónica efectuada en un pozo perforado..... 142

## TABLAS

- I. Indicadores de la fase (beneficiarios directos)..... 108
- II. Empleo a requerir..... 109
- III. Programación de inversión..... 112
- IV. Programación financiera anual..... 112
- V. Asignación y ponderación de rubros..... 113
- VI. Programación física por rubro..... 113
- VII. Programación física anual..... 114
- VIII. Clasificación de los métodos de prospección..... 131
- IX. Métodos eléctricos y electromagnéticos..... 132
- X. Valores de resistividad específica en  $Wm$  para varios tipos de rocas saturadas con agua..... 136
- XI. Clasificación de climas sistema Thorthwaite..... 145



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
amp	Amperios
hp	Caballos de fuerza
$Q_b$	Caudal de bombeo
$Q_c$	Caudal de día máximo o de conducción
$Q_{hm}$	Caudal de hora máximo
$Q_m$	Caudal medio o consumo medio diario
cm	Centímetros
$C_c$	Concentración de cloro
$C_c^h$	Costo de hipoclorito de calcio por gramo
$C_h^c$	Costo combustible por hora
CT	Costo total distribución

<b>Ø</b>	Diámetro
<b>Dot</b>	Dotación
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo
<b>FV</b>	Factor de volumen del tanque
<b>gal</b>	Galones
<b>gpm</b>	Galones por minuto
<b>GA</b>	Gastos administrativos
<b>GE</b>	Gasto consumo de energía eléctrica
<b>GM</b>	Gastos de mantenimiento
<b>GT</b>	Gasto de tratamiento
<b>gr</b>	Gramo
<b>h/c</b>	Habitante casa
<b>Hz</b>	Hertzio
<b>HF</b>	Hierro fundido

<b>hr</b>	Hora
<b>hb</b>	Horas de bombeo
<b>H<sub>b</sub></b>	Horas diarias de operación de bomba
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado
<b>km</b>	Kilómetros
<b>kva</b>	Kilo vatio amperio
<b>kw</b>	Kilo watts
<b>lb</b>	Libras
<b>lb/in<sup>2</sup></b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>l/h/d</b>	Litros habitante día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>Hg</b>	Mercurio
<b>m</b>	Metros
<b>m/s</b>	Metros por segundo

<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetros
<b>ppm</b>	Partes por millón
<b>P<sub>a</sub></b>	Población actual
<b>P<sub>f</sub></b>	Población futura
<b>P<sub>1</sub></b>	Población penúltimo censo
<b>P<sub>0</sub></b>	Población último censo
<b>psi</b>	Presión de libras por pulgada cuadrada
<b>R<sub>c</sub><sup>a</sup></b>	Relación agua cloro en partes por millar
<b>f'<sub>c</sub></b>	Resistencia a la compresión
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>t</b>	Tiempo último censo
<b>t<sub>1</sub></b>	Tiempo último censo al anterior
<b>Ohm</b>	Unidad de resistividad eléctrica

**VolTanque** Volumen del tanque

**v** Voltios

**w** Watts



## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Medición del caudal.
<b>Agua Potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo.
<b>Cimiento</b>	Elemento estructural que transmite las cargas de una superestructura directamente al suelo.
<b>Conducción</b>	Infraestructura utilizada para conducir el agua desde el pozo al tanque de distribución.
<b>Descentralización</b>	Significa una distribución del poder del Estado, que se lleva a cabo mediante la transferencia de competencias y de recursos financieros del gobierno central a los gobiernos autónomos municipales.
<b>Equipamiento</b>	Conjunto de instalaciones y servicios necesarios para una actividad determinada.
<b>Especificaciones</b>	Son las disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la construcción de un proyecto.

<b>INFOM-UNEPAR</b>	Unidad ejecutora del programa de acueductos rurales.
<b>Impacto ambiental</b>	Conjunto de posibles efectos negativos y/o positivos sobre el medio ambiente debido a una modificación del entorno natural, como consecuencia de la ejecución de una obra u otra actividad.
<b>Infraestructura</b>	Es toda construcción cuyos elementos se mantienen en reposo y equilibrio, permitiendo el desarrollo de una actividad.
<b>pH</b>	Medida de la acidez o alcalinidad de una solución.
<b>Precipitación</b>	Son todas las aguas meteóricas que caen a la superficie de la tierra, en forma líquida o sólida.
<b>Presión</b>	Fuerza normal ejercida por un cuerpo sobre otro, por unidad de superficie.

## RESUMEN

La comunidad que integra el caserío Laguna El Zapotal se encuentra a 23 kilómetros de la cabecera municipal de San Francisco Petén, está compuesta por familias que llegaron desplazadas de la parte Nor-Occidental del territorio guatemalteco y se instalaron en dicha región. En la investigación preliminar que se realizó, se determinó que la población no cuenta con un sistema adecuado de distribución y almacenamiento de agua potable, por lo que se desarrolló el presente trabajo para diseñar con fundamentos técnicos los diferentes rubros a cubrir para establecer un buen sistema de agua potable.

Actualmente se surte a la comunidad con una red primaria de otra población cercana, pero de una manera deficiente en tiempo y cantidad, por lo que es necesario cubrir esa demanda para lograr un mejor desarrollo en sus habitantes.

El presente estudio está conformado por ocho capítulos que enmarcan en su totalidad los diferentes rubros de trabajo que se tienen que llevar a cabo para implementar un sistema que cumpla con todas las especificaciones técnicas en lo referente a la población total, la demanda necesaria a cubrir, las velocidades y presiones en la red, el almacenamiento y distribución adecuados, según parámetros establecidos.

En el capítulo uno, se identifican plenamente los datos de los responsables de la propuesta para la elaboración del proyecto; en el segundo

se detallan los controles administrativos del ente ejecutor; en el tercero se realiza un diagnóstico de la situación para determinar el sentido final de la elaboración del proyecto; en el cuarto se calculan los rubros necesarios para ejecutar el proyecto; en el quinto se analiza mediante un diagnóstico la necesidad de implementar el proyecto en la comunidad, encontrando los factores que inciden directamente para justificar su construcción.

El sexto capítulo, utiliza los conocimientos de base técnica para poder elaborar todos los rubros del proyecto, desde una simple localización hasta cálculos científicos para implementar insumos, materiales, equipos y herramientas.

El séptimo, analiza los cálculos respectivos por cada renglón de trabajo, para estimar los diferentes costos y gastos, y determinar el precio total del proyecto para encontrar las vías de financiamiento adecuadas para la ejecución del mismo. El último capítulo, el octavo en su orden trata de diagnosticar que la relación del aspecto social con el aspecto ambiental mantenga un adecuado equilibrio para no ser causante el proyecto en deteriorar condiciones existentes, utilizando aspectos bióticos, abióticos y socio-culturales del ecosistema.

Se trata de realizar un inventario detallado del componente biótico y definición o caracterización del componente abiótico.

Al final se presentan todos los cuadros de cálculo y planos de diseños que servirán para desarrollar todos los rubros que componen el proyecto y demostrar que es factible realizarlo.

# OBJETIVOS

## General

Implementar mediante un estudio técnico, socioeconómico y estadístico, un sistema de agua potable en una comunidad, para elevar su condición de vida.

## Específicos

1. Que sirva de referencia para la implementación de un proyecto de factibilidad para el suministro de agua potable para una comunidad.
2. Cuantificar y calificar los beneficios que otorga un proyecto de esta naturaleza en una población que carece de este servicio.
3. Considerar a través de un estudio técnico la construcción y equipamiento de un pozo mecánico para agua potable.
4. Considerar a través de un estudio técnico la fabricación e instalación de un sistema de almacenamiento y distribución de agua potable.
5. Considerar a través de un estudio técnico el diseño de una red adecuada para la distribución de agua potable dentro de una comunidad.

6. Establecer por medio de un estudio técnico el manejo sustentable del agua potable dentro de una comunidad.
7. Mejorar el medio ambiente y el nivel de vida de los habitantes de una comunidad.

## INTRODUCCIÓN

En el caserío Laguna el Zapotal, municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, se tiene actualmente un deficiente suministro de agua potable para toda la comunidad, debido a que no existe infraestructura adecuada ni fuentes propias que provean el vital líquido. Actualmente se cuenta con un servicio que distribuye el recurso cada ocho días y que es proporcionado por un sistema de agua de otra comunidad aledaña, a través de una línea de distribución improvisada.

El caserío cuenta con una red de distribución inadecuada, adaptada al deficiente servicio que es compartido por todos sus habitantes de una forma desordenada. La falta del vital fluido tiene efectos en todos los aspectos de salud, dándose así enfermedades infecto contagiosas entre sus pobladores.

Lo anteriormente expuesto, presenta como necesidad fundamental la construcción de un sistema de agua potable, que garantice llevar el suministro a todos sus habitantes, para cubrir la demanda actual y futura.

En el presente proyecto, se hace referencia a soluciones y variables técnicas contenidas en el diseño de un sistema para la comunidad de el caserío Laguna El Zapotal, el cuál contempla un período de vida útil de 25 años, con una tasa de crecimiento poblacional del 2,98%, como se enmarca en el plan de desarrollo comunitario realizado por las autoridades municipales, y el cuál sirve de base para la ejecución de todos los proyectos durante la presente administración.

Todos los planteamientos están sustentados por normas y estándares que cumplen con los requerimientos del medio ambiente y la legislación en el territorio guatemalteco.

# 1. PROPONENTES DEL PROYECTO DE FACTIBILIDAD

## 1.1. Responsable de la propuesta

- a. Razón social: municipalidad de San Francisco Petén
- b. Sector de pertenencia: agenda comunitaria de desarrollo, parcelamiento nueva nación. Sector público
- c. Actividad productiva: agua y saneamiento
- d. Registro: Oficina Municipal de Planificación (OMP)
- e. Dirección: municipio de San Francisco Petén, micro región dos, comunidad caserío Laguna El Zapotal. Ubicada a 23 kilómetros al Sur de la cabecera municipal
- f. Estructura: se cuenta con un comité que representa a la comunidad rural conformada por un total de 491 familias 100% de la etnia Q'eqchi

## 1.2. Representante Legal

Codede: Consejo Departamental de Desarrollo de Petén  
Municipalidad: municipalidad de San Francisco Petén, Petén  
Dirección  
Ejecutiva: ente administrativo de la municipalidad  
Supervisor: persona nombrada por la municipalidad para revisar y evaluar los trabajos de ejecución del proyecto  
Oficina  
Municipal de  
Planificación: ente técnico de la municipalidad encargado de verificar

el cumplimiento de los requisitos técnicos de los proyectos y su buena ejecución

## **2. PROYECTO DE FACTIBILIDAD (INVERSIÓN- ADMINISTRACIÓN)**

### **2.1. Título o denominación**

Proyecto de factibilidad sistema de agua potable en caserío Laguna el Zapotal.

### **2.2. Descripción general del proyecto**

Consiste en: la perforación de un pozo mecánico de agua potable con la profundidad y con un diámetro de barrena de perforado técnicamente estimado, revestido con tubería de acero al carbón bajo la norma ASTM A53, lisa de diámetro calculado y sus coladeras según diseño, con su respectivo equipamiento para producir los galones por minuto (gpm) para satisfacer la demanda requerida por la comunidad.

Una planta de generación eléctrica adecuada para el equipo instalado, con su caseta de control para resguardar la misma y el tablero de control de bomba. La construcción de un tanque elevado de capacidad nominal según diseño con su respectiva línea de impulsión y descarga y red de distribución.

Todos los trabajos se realizarán en terrenos del caserío Laguna El Zapotal, San Francisco, Petén, para ser utilizados como uno de los servicios básicos dentro de una comunidad, como lo es el: suministro de agua potable,

para una mejor interrelación entre los pobladores en todas las actividades diarias y que contrarrestan enfermedades de todo tipo.

### **2.3. Aporte de la propuesta**

La formulación del trabajo de implementación del proyecto de factibilidad, con base en la Agenda de Desarrollo Comunitaria 2008- 2012, la cual se implementa a través de los siguientes ejes fundamentales de trabajo:

- a) Planificación y estructura organizativa
  
- b) La formulación participativa de una Agenda de Desarrollo Comunitaria 2008- 2012, que requirió de una estructura organizativa municipal (micro-regionalización), que permitió de proveer el soporte técnico del trabajo de planificación, articulándola con los momentos de consulta y diálogo entre la municipalidad y la población líder de las comunidades del municipio.

Los representantes comunitarios: líderes comunitarios, representantes de asociaciones, comités locales de hombres y mujeres, jóvenes, iglesias, escuelas, y principales promotores de la Agenda de Desarrollo Comunitaria 2008- 2012, son:

- b.1) Los representantes comunitarios: el municipio de San Francisco, está conformado por 11 comunidades rurales y la cabecera municipal. Se identificaron líderes de las diferentes organizaciones comunitarias que son electos democráticamente y que participan activamente en la toma de decisiones en el proceso del desarrollo integral de su

comunidad.

- b.2) La corporación municipal: espacio de deliberación conformado por el Alcalde y la Corporación Municipal.
  
- b.3) La Oficina Municipal de Planificación: la OMP ha sido el punto de referencia fundamental en la formulación de la Agenda de Desarrollo Comunitaria 2008- 2012 y el punto de partida del trabajo realizado para su formulación. Esta Instancia municipal se configuró como un órgano técnico permanente, encargado de realizar o coordinar todas las actividades relativas al proceso de planificación y organización. Dentro de las actividades que se implementaron están el equipamiento de la oficina, capacitación del personal en planificación estratégica, métodos de investigación, programación participativa y organización comunitaria.

#### **2.4. Características (servicios a ofrecer)**

- a) **Función del proyecto:** agua y saneamiento
  
- b) **Clase:** agua potable

#### **2.5. Fundamentos y viabilidad**

El proyecto de factibilidad sistema de agua potable en caserío Laguna El Zapotal está enmarcado dentro de la Agenda de Desarrollo Comunitaria, la cuál está fundamentada en la voluntad política de propiciar ordenada y

sistemáticamente la planificación del desarrollo del municipio incorporando el criterio de una participación ciudadana, comunitaria, plena y activa en el análisis de sus necesidades y el planteamiento de soluciones, facilitada por una conducción técnica objetiva y eficiente a través de la Oficina Municipal de Planificación (OMP).

La presente agenda de trabajo es uno de los productos de la micro-regionalización del municipio de San Francisco, Petén, que actualmente se encuentra micro regionalizada de la siguiente manera:

- a) Micro región uno: (área central) que incluye las siguientes comunidades: los barrios de la cabecera municipal, caserío Santa Cruz, aldea San de Dios y asentamiento Nueva Concepción.
- b) Micro-región dos: que incluye las siguientes comunidades: caserío Ebén Ezer, Zapotal II, caserío San José Pinares, caserío Nuevo San Francisco, parcelamiento Nueva Nación y caserío Laguna El Zapotal.
- c) Micro-región tres: que incluye las siguientes comunidades: caserío San Valentín Las Flores, San Martín Las Flores, parcelamiento Nuevo Reasentamiento Santa Teresa y Cooperativa Nueva Guatemala Tecún Umán.

Cada micro región es atendido (asesoría y acompañamiento), por un técnico específico en coordinación y dirección de la Oficina Municipal de Planificación, municipalidad de San Francisco Petén.

La Agenda de Desarrollo Comunitaria contiene tres etapas importantes: la primera etapa consistió en la creación o micro regionalización del municipio en tres micro-regiones, el nombramiento de responsables de cada micro región, la

segunda se desarrollaron las asambleas Comunitarias Participativo, y la tercera consistió en desarrollar el trabajo de planificación o la sistematización del resultado de las asambleas comunitarias (necesidades priorizadas).

Con el tiempo de trabajo técnico y de una constante validación comunitaria a través de visitas comunitarias para recopilar, priorizar, analizar, consensuar, y validar la información que facilitaron los líderes de las distintas comunidades, de esta manera se fortalece la participación comunitaria al desarrollar las asambleas comunitarias con el apoyo de las organizaciones comunitarias y convocatoria dirigida por mujeres, hombres, jóvenes y maestros/as, para que se involucraran en el proceso y generar una visión común de desarrollo, participación comunitaria y fortalecimiento de la cultura de paz en el municipio.

Además de la eficiente coordinación de los líderes comunitarios, se logró brindar el apoyo logístico y capacitación al personal técnico para incrementar su actividad de gestión, asistencia técnica comunitaria y conducción del proceso para la formulación de la Agenda de Desarrollo Comunitaria, fundamentándose de la ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, considerando como la mejor alternativa o guía para que el municipio prospere de forma ordenada, organizada, planificada, controlada y con plena participación comunitaria. En todo este proceso se involucraron representantes comunitarios electos en asambleas de forma democrática, comités locales de mujeres y hombres.

La integralidad de La Agenda de Desarrollo Comunitaria tiene como único objetivo lograr el desarrollo integral de los habitantes.

## **2.6. Descripción de resultados preliminares y esperados**

Se ha mantenido desarrollo únicamente en el área urbana del municipio, sin considerar las comunidades del área rural, teniendo en cuenta que el desarrollo integral del mismo debe de ser equitativo para ambas. El análisis actual y las tendencias futuras, establece prioridades de inversión y orienta la acción a estudios para el cumplimiento de las demandas y prioridades de las comunidades del municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén.

El proyecto de factibilidad sistema de agua potable en caserío Laguna El Zapotal, se enmarca dentro del concepto de desarrollo de área rural (descentralización), que contiene la Ley de Consejos de Desarrollo para el fortalecimiento del desarrollo sostenible y sustentable de una comunidad.

En el caserío La Laguna El Zapotal, municipio de San Francisco Petén, departamento de El Petén, se tiene actualmente un deficiente suministro de agua potable para toda la comunidad, debido a que no existe infraestructura adecuada, ni fuentes propias que provean del vital líquido. Actualmente se cuenta con un servicio que distribuye el recurso cada 8 días y que es proporcionado por un sistema de agua de otra comunidad aledaña, a través de una línea de distribución construida de una forma técnicamente inadecuada.

El caserío cuenta con una red de distribución de agua potable improvisada, adaptada al deficiente servicio que se tiene actualmente, y que fue construida desordenada y empíricamente por sus pobladores, por lo que no existen planos ni información de diámetros y longitudes de tubería. La falta del vital líquido como es el agua, tiene efectos en todos los aspectos de salud, dándose así enfermedades infecto- contagiosas en la población. Lo anteriormente expuesto presenta como necesidad la construcción de un

sistema de agua potable, que garantice llevar el suministro a todos sus habitantes, para cubrir la demanda actual y a futuro.

En el presente perfil, se hace referencia a soluciones y variables técnicas contenidas en un proyecto de construcción de todo el sistema de agua potable en el caserío Laguna El Zapotal, en el municipio de San Francisco Petén, departamento de El Petén; el enfoque principal está enmarcado en los renglones a desarrollar, que contempla un periodo de diseño de 25 años, con una tasa de crecimiento de 2,98%, por lo que se pretende garantizar una dotación del recurso hídrico para satisfacer la demanda presente y futura, y proveer la infraestructura para satisfacer las necesidades de la población actual.

## **2.7. Aplicabilidad de resultados**

Implementar mediante un estudio técnico, socioeconómico y estadístico un sistema de agua potable (producción, almacenamiento y distribución), en el caserío Laguna El Zapotal, ubicado en el municipio de San Francisco Petén, departamento de El Petén, para elevar la condición de vida de sus habitantes; y así cuantificar y calificar los beneficios que otorga un proyecto de esta naturaleza en una comunidad que carece de este servicio.

## **2.8. Discriminación de los recursos disponibles**

En todo el proceso se involucraran representantes comunitarios electos en asambleas de forma democrática, comités locales de mujeres y hombres, como lo dictan los estatutos del Plan de Desarrollo Comunitario.

La totalidad de la población en el caserío Laguna el Zapotal no tiene un nivel profesional, por lo que sus representantes serán los que estén

involucrados en las actividades de supervisión; de la misma comunidad tendrán que salir los recursos humanos de mano de obra no calificada que el ente ejecutor necesite para las diferentes actividades durante el Proyecto.

Este personal estará laborando de forma semi fija durante todo el proyecto, teniendo alguna remuneración por parte del ente ejecutor cuando las circunstancias de la actividad lo ameriten, dando los avisos respectivos a la OMP, como garantía del cumplimiento de los acuerdos establecidos entre las partes.

La empresa que se asigne para ejecutar las fases del proyecto, tendrá que presentar la lista del personal fijo que estará laborando durante el tiempo que se lleve la consecución del mismo para garantizar el adecuado nivel técnico y profesional en todas las actividades.

## **2.9. Infraestructura**

Todos los espacios físicos y áreas que se necesiten para la construcción de todos los rubros del presente proyecto, desde su fase inicial hasta la fase final de operación, serán donados por la municipalidad de San Francisco Petén si se encuentran dentro del perímetro municipal, y los que fueran privados, se realizarán las gestiones necesarias por parte de las autoridades municipales para que pasen a formar parte de la misma en la forma que ella considere conveniente.

## **2.10. Personal que participara en el desarrollo del proyecto**

### a) Municipal

- a.1 Administrativo: personal nombrado por la municipalidad para facilitar el manejo de los recursos, mediante las certificaciones de avances durante las diferentes fases del proyecto, para garantizar la ejecución del mismo en el tiempo contractual establecido.
- a.2 Técnico: personal nombrado por la OMP, para supervisar los avances y formas establecidas en las diferentes fases del proyecto.
- a.3 Comunitario: los representantes de la comunidad , elegidos por ellos mismos ante las autoridades municipales, serán testigos de que se ejecuten todas las fases del proyecto y prestaran la ayuda necesaria para la obtención de la mano de obra no calificada y resguardos dentro de la misma comunidad.

### b) Empresa ejecutora

- b.1 Administrativo: el representante legal de la empresa ejecutora del proyecto, para llenar todos los requisitos en aspectos legales y contractuales, y mantener la relación inversión-administración.
- b.2 Técnicos: todo el personal profesional y técnico que tendrán a su carga la elaboración de todas las fases del proyecto por renglón de actividades y la adecuada supervisión de las mismas junto al personal asignado por el ente municipal.

## **2.11. Personal que supervisara el proyecto**

a) Supervisión (observación del proyecto): en todas las actividades a realizarse durante la ejecución del proyecto, serán las personas que la municipalidad de San Francisco Petén asigne dentro de la propia comunidad del caserío Laguna El Zapotal, y las que la misma unidad técnica municipal tenga para el efecto mantener la observación estricta de que se cumplan todos y cada uno de los rubros que contiene dicho proyecto hasta llegar a la finalización total de los mismos. Así mismo del personal de la empresa a la cual se le asigne la elaboración y ejecución.

## **2.12. Informes (comunicación de las observaciones)**

Se tendrán dos tipos de informes durante la ejecución del proyecto:

- a) Informe corto: detallando las actividades y eventos realizados a diario por las personas asignadas para el efecto por la municipalidad y la comunidad.
- b) Informe extenso: detallando los resultados de las actividades del proyecto durante períodos establecidos por la supervisión de la empresa ejecutora del proyecto, informando hasta que punto se ha logrado el objetivo y las razones por las que no se ha completado (si fuese el caso).

### **3. TRAYECTORIA DEL PROYECTO**

#### **3.1. Diagnóstico de la situación**

Se necesita implementar un proyecto de sistema de agua potable dentro de una comunidad que no posee el adecuado suministro del vital líquido, para lo cual se necesita perforar un pozo mecánico de agua, equipar el pozo construido para la extracción del agua, construir una caseta para el tablero de control y generador eléctrico, instalar un generador eléctrico para energizar el tablero de control de la bomba; fabricar un tanque de almacenamiento y distribución de agua potable y construir una red de distribución dentro de la comunidad, para mejorar el nivel de vida de toda la población.

#### **3.2. Identificación y justificación del problema**

##### **a) Identificación del problema**

La falta del suministro de agua potable tiene efectos preponderantes y con riesgos en la salud de las personas, como lo pueden ser enfermedades infecto contagiosas.

##### **b) Justificación del problema**

La principal justificación para construir un pozo mecánico de agua, construcción de una red de distribución de agua potable y la fabricación de un tanque de almacenamiento y distribución, viene directamente implicada con la actividad que se realiza dentro del área en donde se va a implementar es decir,

si es una comunidad , sería para el consumo humano y necesidades básicas; si es un cultivo, sería para el riego del mismo, etc., y se tiene la necesidad de ejecutarlos por las limitantes existentes (demanda de agua), o las condiciones desfavorables (no contar con el servicio). Además, para contrarrestar las enfermedades de todo tipo que perjudican a diario dentro de las comunidades.

La ventaja de poder implementar un sistema de agua potable dentro de una comunidad establecida, con la dotación adecuada y el uso razonable del suministro, se aumenta y mejoran los niveles de vida de los habitantes; de no tenerlo se corre el riesgo de sufrir consecuencias sanitarias y/o de enfermedades de todo tipo durante todas sus actividades diarias como lo son la alimentación adecuada y el aseo personal.

Dentro de las necesidades básicas que tienen que tener todos los habitantes que conviven dentro de una comunidad, el principal factor de vida, es el adecuado suministro y uso de agua potable, por esto el impacto de implementar un adecuado servicio del vital líquido a una población genera innumerables beneficios.

## 4. FONDOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

### 4.1. Rubros

Se calcularán los rubros necesarios para ejecutar el proyecto, identificando las etapas, los aportes propios y los aportes a solicitar, para encontrar el monto total para elaborar el proyecto.

Los rubros establecidos para elaborar el proyecto son los siguientes:

- a. Perforación de pozo mecánico de 400 pies
- b. Equipamiento de pozo mecánico de agua potable
- c. Construcción de caseta de bombeo
- d. Planta de generación eléctrica
- e. Construcción de tanque de 100  $m^3$
- f. Construcción de línea de impulsión y descarga
- g. Construcción de red de distribución de agua potable. Ver anexos.



## **5. ASPECTOS DE MERCADO**

### **5.1. Diagnóstico**

La comunidad del caserío Laguna el Zapotal, ubicada en el municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, actualmente no cuenta con un adecuado suministro de agua potable en toda su comunidad, por lo que es necesario dotarles de este beneficio para aumentar su nivel de vida.

#### **5.1.1. Descripción de la población (comunidad)**

La comunidad está conformada por un total de 491 familias, 100% de la étnia Q'eqchí, originarios de los municipios de: Lanquín, Fray Bartolomé de las Casas, Panzós, Cahabón, Tierra Blanca y Sayaxché; y de los departamentos de: Petén, Alta Verapaz e Izabal.

#### **5.1.2. Antecedentes**

En el año de 2001, un grupo de campesinos de la étnia Maya Q'eqchí, originarios del municipio de Lanquín, departamento de Alta Verapaz, son desplazados como consecuencia del conflicto armado interno.

Eran mozos colonos de las fincas cafetaleras, por trabajo que realizaban era remunerados muy poco, cada vez aumentaba la extrema pobreza, por esa situación que enfrentaban, se vieron obligados a salir en las fincas hacia tierras peteneras en busca de un desarrollo integral para la familia y vivir dignamente.

Vivieron en diferentes municipios del departamento de Petén, hasta que se dieron cuenta que se necesitaba organizarse con otras personas que se encontraban en la misma situación de desplazados que alquilaban tierras para trabajar y vivir.

Este grupo constituido legalmente, gestionaron ante el FONTIERRAS para el acceso a crédito para la compra de una finca, esta petición fue atendida y concretada, beneficiando a la familias.

Actualmente viven y trabajan 491 familias, el resto de los beneficiarios abandonaron la finca con la excusa de que la tierra no es idónea para los cultivos de maíz y frijol, y otros por decisiones personales.

### **5.1.3. Identificación del problema**

La falta del suministro de agua potable tiene efectos preponderantes y con riesgos en la salud de las personas, como lo pueden ser enfermedades infecto contagiosas.

### **5.1.4. Área de influencia**

El caserío Laguna El Zapotal, municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, mantiene constantemente influencia comercial en la región en donde esta ubicada para comunidades aledañas y para abastecer al municipio de los productos que allí se cultivan, por lo que el suministro de agua potable influye directamente en el mejoramiento de vida de sus pobladores, por lo que es necesario dotar del vital liquido a sus habitantes.

#### **5.1.4.1. Descripción del área de influencia**

- a) Ubicación: el caserío Laguna El Zapotal I, se encuentra ubicado a 23 kilómetros de distancia de la cabecera municipal del municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén.
- b) Vía de acceso hacia la comunidad: la comunidad no cuenta con el servicio de transporte extraurbano, únicamente los transportes que pasan a 8.5 km en el cruce que conduce a San Valentín Las Flores, que da un total de 4 buses diariamente que salen de La Reinita y pasan por la comunidad a eso de las 6:30 y 7:00. Por la tarde, a eso de las 12:15 a 12:30 salen de Santa Elena (se estacionan en el parque del mercado nuevo de Santa Elena de la Cruz, Flores Petén) y pasan por la comunidad entre las 13:00 y 13:15, algunas veces llegan vehículos privados. El acceso es de terracería y se encuentra en buen estado durante todas las estaciones del año.
- c) Religión: la población acude a la iglesia católica.
- d) Vivienda: las condiciones de las viviendas de los habitantes de la comunidad caserío Laguna Zapotal I, en su mayoría, su techo es de guano y manaca, la pared es de palitos. Algunas familias han tenido la oportunidad de mejorar su vivienda con el techo de láminas y la pared de madera y de blocks.
- e) Educación: la comunidad caserío Laguna Zapotal I, cuenta con una escuela adecuada de dos aulas y una dirección, pintada, pupitres en perfectas condiciones, campo de fútbol, el centro educativo es atendido por PRONADE con 2 docentes, más una contratada por la municipalidad

quienes atiende el nivel primario y nivel pre-primario.

- f) Salud: la comunidad cuenta con un promotor de salud, quien recibe capacitación esporádica del Ministerio de Salud Pública. El Promotor de salud trabaja ad-honorem y no percibe ingreso alguno por prestar sus servicios como la consulta que normalmente hace. La comunidad califica este servicio como deficiente porque no tiene local, equipo necesario para su funcionamiento y no hay medicamentos. Existe una comadrona quien atiende las mujeres durante la gestación y post-natal, es capacitada por las instituciones a fines como el Ministerio de Salud y ASECSA, algunas personas reconocen su trabajo económicamente como un agradecimiento por su entrega.
- g) Agua: la comunidad NO cuenta con agua potable, utilizan el agua de la laguna ubicada en los terrenos del caserío.
- h) Luz eléctrica: en la actualidad la comunidad no cuenta con energía eléctrica, la introducción de este servicio se podría facilitar el proceso, ya que la postería que conduce el fluido eléctrico para San Valentín pasa a 8.5 km de la comunidad y otra oportunidad que facilitaría el proyecto es que existe una carretera en buen estado.
- i) Producción: la actividad productiva predominante para los habitantes de esta comunidad es la siembra de maíz, aunque un 30% de ellos sabe cultivar chile y frijol, solo cultivan para su consumo; no así para la venta debido a la falta de experiencia del cultivo de los productos mencionados. Además, la tierra de esta área no ha demostrado ser buena para el cultivo de frijol.

Su experiencia agrícola es muy pobre ya que la mayoría se dedica únicamente a la siembra de maíz y desconocen otras técnicas agrícolas necesarias para incrementar y diversificar su producción.

Los habitantes a través de la experiencia que han obtenido la mayoría manifiesta que 1 manzana de tierra de esta área produce alrededor de 25 a 30 quintales de maíz y 3 a 5 quintales de frijol. Algunas familias a través de la lucha personal han puesto sus tiendas de consumo diario.

- j) Actividad comercial: existen tiendas pequeñas que manejan aproximadamente Q.800.00 mensuales, proveen a la comunidad de artículos como: golosinas, cigarros, gaseosas, azúcar, sal, sopas, consomés y cerillos. Debido a la escasez de circulante esta actividad no se ha desarrollado aún como los comerciantes quisieran.

Producto que producen maíz), lo venden en San Benito y Santa Elena, Petén; el cual lo transportan en camioneta e intermediarios que llegan directamente en la comunidad en la época de la cosecha.

- k) Problemas al vender los productos de la comunidad:

- k.1 Poco valor o precio del maíz bajo

- k.2 Transporte caro, cuando salen a vender a otros lugares o cuando los intermediarios no llegan a la comunidad.

- l) Economía: el promedio de ingresos por familia es de Q.500.00. Y el promedio de egresos mensuales por familia es de Q.600.00. Esa es la razón por la cual están en constante deuda con amigos o prestamistas, y ofrecen mano de obra barata a cambio, en tiempo de cosecha venden al primero que le compra al precio que ofrece, ya que es la forma del ingreso económico familiar.

- m) Recursos naturales: la riqueza natural que caracteriza el lugar en donde se encuentra la comunidad, es La laguna, que lleva el mismo nombre. Lamentablemente este recurso no ha sido protegido ni por la propia comunidad.
- n) Proyectos productivos: actualmente no realizan ninguna actividad productiva como realizan otras comunidades vecinas como el proyecto PINFOR.
- ñ) Organización: la máxima autoridad en la comunidad es el Consejo Comunitario de Desarrollo presidido por un coordinador o Alcalde Comunitario que esta integrado por trece miembros, no participan mujeres en este consejo.

Por las diversas necesidades de la comunidad se ha organizado en diferentes maneras para hacer las gestiones específicas, entre los comités se encuentran:

- ñ.1 COCODE
- ñ.2 Comité por la Participación y Desarrollo Integral comunitario de la Mujer.
- ñ.3 Comité de la Iglesia Católica
- ñ.4 Comité COEDUCA
- ñ.5 Asociación de la Tierra (acceso a crédito por FONTIERRAS)
- ñ.6 Comité de agua potable
- ñ.7 Promotor de salud

Cada una de estas organizaciones cuenta con sus líderes, quienes asesoran al presidente de cada comité. La toma de decisiones se consulta a las bases o la asamblea, una vez consultado a la asamblea, teniendo los puntos de vista y opiniones, la junta directiva toma la última decisión que consideran conveniente a la comunidad.

- o) Instituciones con presencia en la comunidad:
  - o.1 La municipalidad quien tiene mayor presencia en cuanto la gestión y ejecución de proyectos comunitarios.
  - o.2 PRONADE
  - o.3 FONTIERRAS
  - o.4 Ministerio de Salud (jornadas médicas)

Servicios y obras con que cuenta la comunidad que ha logrado desde la fundación hasta en la actualidad:

- o.o1 Carretera en buen estado
  - o.o2 Escuela Primaria de 2 aulas y una dirección
  - o.o3 Campo de fútbol
  - o.o4 Acceso a crédito (compra de tierra)
- 
- p) Priorización de necesidades de la comunidad: la priorización de estas necesidades fue realizada en una asamblea comunitaria, con la participación de los principales dirigentes de la comunidad. Estos proyectos se gestionaran conjuntamente con la comunidad y la municipalidad de San Francisco Petén, y otras instituciones a fines.
- 
- q) En infraestructura:
    - q.1 Urbanización
    - q.2 Perforación de pozo mecánico de agua

- q.3 Distribución domiciliar de agua potable (red de agua)
  - q.4 Tanque de almacenamiento y distribución de agua potable
  - q.5 Letrinización
  - q.6 Unidad mínima de salud
  - q.7 Ampliación de aulas
  - q.8 Cancha polideportiva
  - q.9 Salón de usos múltiples
  - q.10 Energía eléctrica
  - q.11 Vivienda/techo mínimo
- r) Otros servicios:
- r.1 Estufas mejoradas
  - r.2 Legalización de lotes
  - r.3 Molino de nixtamal (mujeres)
  - r.4 Parque de recreación
  - r.5 Mercado comunal
- s) Asesoría y capacitación:
- s.1 En agricultura (como alternativa de no venta de tierras)
  - s.2 En oficios (costura, panadería, albañilería, carpintería)
  - s.3 Producción pecuaria
  - s.4 Crianza avícola
  - s.5 Comadronas
  - s.6 Promotores de salud
  - s.7 Nutrición
  - s.8 Participación ciudadana y organización comunitaria

#### **5.1.4.2. Situación ambiental del área de influencia**

La comunidad NO cuenta con un adecuado servicio de suministro de agua potable para sus habitantes, usando el agua de la laguna para los usos domésticos y de salud diarios. Por esta situación o necesidad; obligó a la población a organizarse y gestionar ante las autoridades competentes para la perforación de un pozo mecánico, un tanque para almacenamiento y distribución de agua potable y la red de distribución de agua potable.

El presente estudio es sobre la construcción de un pozo mecánico para agua potable, equipamiento del pozo, construcción de una caseta de control de bomba, generador eléctrico, fabricación de un tanque para almacenamiento y distribución de agua potable, construcción de línea de impulsión y descarga y construcción de red de distribución de agua potable, en terrenos ubicados en el caserío Laguna El Zapotal, propiedad de la municipalidad de San Francisco Petén.

El estudio tiene como acto principal el impacto ambiental que pueda ocasionar, basándose en el Decreto 68-86 de el honorable Congreso de la República, el cual dicta la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, sus Modificaciones y Ampliaciones en el Decreto Ley 1-93 y 90-200.

El objetivo principal de la construcción de un sistema de agua potable, es el poder surtir del vital líquido a una población de personas que la utilicen de una manera razonable, como uno de los servicios básicos para la subsistencia humana.

Para identificar de manera sustentable que un proyecto de este tipo, no cause alguna influencia negativa dentro del área en donde se ubica el terreno,

se tienen que tener bien especificados los objetivos y justificaciones del mismo, así como también realizar una descripción técnica detallada, identificando los criterios básicos, como: el estudio del área del suelo, las condiciones poblacionales y de mantos acuíferos, la relación con el área forestal y sus accesos, etc.

#### **5.1.4.2.1. Situación sin proyecto**

Una comunidad sin el abastecimiento adecuado de agua potable para realizar todas sus actividades diarias, como lo son la alimentación adecuada y el aseo personal, pueden sufrir consecuencias sanitarias y de enfermedades de todo tipo, por lo que es necesario dotar del vital líquido para evitar dichos inconvenientes.

#### **5.1.4.2.2. Situación con proyecto**

Con la dotación adecuada y el uso razonable del suministro de agua potable, se aumentan y mejoran los niveles de vida de la comunidad.

#### **5.1.4.2.3. Circunstancias para elaborar el proyecto**

No existe una cobertura del 100% para los habitantes en el caserío Laguna El Zapotal, en lo referente al suministro de agua potable y menos aún se cuentan con los recursos para poder proporcionar el vital líquido, debido a que actualmente no se genera caudal con los afluentes existentes.

#### **5.1.4.2.4. Plan o estrategia**

Para poder solucionar la demanda de agua potable para la población total que radica en el caserío Laguna El Zapotal, se tiene previsto la construcción de un pozo mecánico, situado en una área estratégica y perteneciente a la municipalidad o cedido bajo escritura pública, con una estimación de producción de agua que sobrepase los requerimientos actuales y a futuro de la comunidad, al mismo tiempo de implementar un tipo de distribución y suministro a menor costo que el actual con la construcción y montaje de un tanque elevado con la suficiente capacidad volumétrica de almacenamiento.

#### **5.1.4.3. Cuadro de crecimiento sociopolítico del área**

En este cuadro se detallan los índices de desarrollo dentro de la comunidad, para establecer que influencia pueden tener al desarrollarse el proyecto en estudio. Ver anexos.

#### **5.1.4.4. Cuadro de beneficiarios directos**

Se describen los indicadores de fase involucrados en la comunidad. Se clasifican por sexo, condición social, y edad. Ver anexos.



## 6. ASPECTOS TÉCNICOS

### 6.1. Ubicación y localización del área

- a) Región: el caserío Laguna el Zapotal, pertenece al municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, el cual se encuentra ubicado en la Región Norte de Guatemala. Limita al Norte con México, al Este con Belice, al Sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz; y al Oeste con México. Ver anexos.
  
- b) Comunidad: San Francisco Petén, es un municipio del departamento de Petén en la República de Guatemala. Colinda al Norte con los municipios de San Benito y Flores, al Sur con Sayaxché, al Este con Santa Ana y al Oeste con La Libertad. Se eleva a 200 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Municipio de San Francisco Petén, micro región dos, comunidad caserío Laguna El Zapotal. Ubicada a 23 kilómetros al Sur de la cabecera municipal, con una extensión territorial de 502.2 kilómetros cuadrados. Ver anexos.

- c) Límites de la Comunidad: la comunidad limita con las siguientes poblaciones:

norte -- caserío Nuevo San Francisco

este --- con carretera de terracería

sur ----- cabecera municipal San Francisco Petén

oeste -- finca privada

- d) Terreno: pertenece a la comunidad del caserío Laguna El Zapotal, la cual es jurisdicción de la municipalidad de San Francisco Petén. Se cuenta con el área suficiente para la perforación del pozo mecánico de agua potable, la caseta de control de la bomba, que albergara el tablero de control de la bomba y el generador eléctrico, y la instalación y fabricación del tanque elevado, para el almacenamiento y distribución del agua. Ver anexos.

#### **6.1.1. Estudio del área del suelo**

El proyecto se desarrollará en terrenos municipales ubicados en el caserío Laguna El Zapotal.

La sierra Madre que atraviesa la república se extiende hacia el Norte del país, con el nombre de sierra de Chamá; del departamento de Alta Verapaz entra al Petén, donde se divide en varios ramales, siendo el más conocido el de las montañas Mayas, como se le designa al entrar al territorio de Belice.

El resto de la orografía del Petén se reduce a cuatro ondulaciones de poca altura, con dirección Este-Oeste, que se originan en las montañas Mayas, hasta las colinas que se extienden junto al río Usumacinta.

Tiene una altitud de 127 msnm, por lo que está clasificado como tierras bajas, sus extensiones de cadenas montañosas no son variadas, por lo que se considera planicie.

A nivel macro en la región, para una mayor comprensión de la distribución y clasificación de los suelos, se pueden agrupar en las siguientes clases.

- a) Lomas kársticas: conformadas por karts cónico sumamente quebrado, propios del cinturón plegado del Lacandón y de las estribaciones de las Montañas Maya. Se localiza la serie Cuxú que se desarrolló sobre rocas calizas suaves y la serie Chacalté en zonas de karts cónico. Aproximadamente cubren 7000  $km^2$  en conjunto.
  
- b) Áreas de karts aplanado: desarrollados en zonas de karts fuertemente erosionado, pertenecen a la serie Chocop, Machaquila, Quinil, Sacluc y Zotz; los suelos son arcillados con drenaje lento en las partes bajas y están compuestos de residuos de caliza. Los suelos de Quinil y Zotz se encuentran entre los más fértiles del departamento. Aproximadamente cubren una extensión de 7800  $km^2$ .
  
- c) Terrazas y planicies kársticas: se encuentran asociadas a las terrazas y planicies de roca caliza y a las lomas kársticas. Cubren más de 8000  $km^2$ . Existen tres series: Joljá, Yaxha y Uaxactún. La serie Joljá, se ha desarrollado en relieve plano o ligeramente ondulado, la mayoría del calcio ha sido lavado en las áreas llanas. La serie Yaxhá, es la mayor extensión en el departamento; está compuesto de suelo negro, arcilloso, rico en materia orgánica. La serie Uaxactún, contiene suelos rocosos y poco profundos, sensibles a la erosión y a la sequía.

A nivel de reconocimiento se encuentra dentro de los siguientes contextos:

- a) Suelo: el suelo esta formado en alto porcentaje por aluviones cuaternarios , eocenos, paleoceno eoceno, cretácico, y la presencia de varias fallas , que provocan los movimientos telúricos.

- b) Clasificación de suelos: según la clasificación taxonómica de Simmons, correspondiente a la clasificación de reconocimientos de suelos de la república de Guatemala, en 1959, ubicado dentro de la división fisiográfica denominada tierras bajas de Petén-Caribe, plataforma cárstica baja ondulada. Suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias calcáreas de la época geológica cretácea y la última parte de la cenozoica.

Por lo tanto, existirán únicamente dos tipos de suelos: suelo de los bosques con una vegetación rica y abundante, muy fértil por la descomposición rápida de la materia orgánica, y suelo de la sabana denominados chachaclum, cha, cambisole crómico/luvisoles profundos y bien drenados.

- c) Zonas de vida: por el tipo de topografía en el terreno, cuenta únicamente con dos tipos de zona de vida vegetal, según la clasificación propuesta por Holdridge en el año de 1978, éstas son:
- c.1 Bh-SC Bosque Húmedo Subtropical Cálido
  - c.2 Bmh-SC Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido
- d) Vegetación: sobre la vegetación acuática se encuentran géneros predominantes: Eicchornia y Egeria. Está irrigado por 2 ríos, 2 aguadas y 1 laguneta.
- e) Climatología: temperatura media anual de 25,7°C (clima cálido), con una precipitación media anual de 1 344 mm, concentrándose en los meses de julio a octubre. Presión atmosférica de 749 mm de Hg. Humedad relativa de 74%.

- f) Fauna: caracterizada por mamíferos como el jaguar, puma, pantera, venado, cabro de monte, mono araña, mono zaraguate, tacuazín, tepezcuintle, armadillo, conejo de monte, cotuza, gato de monte, mapache y pizote. Aves como el pavo dorado, faisán, ojolita, mancolola, paloma, tucán, golondrina, carpintero, chejee, búho, loro real y tapacaminos. Reptiles como el cocodrilo moreletti, boa, tortuga blanca, cascabel, coral y barba-amarilla. Batracios, o sapos y ranas de varios colores.
  
- g) Topografía: la topografía del terreno es variada, la cual trae también consigo la diversidad de climas, los que se dividen en tres zonas: región baja, región media y región alta.

Específicamente al área fisiográfica es la comprendida dentro de las tierras bajas de Petén, generalmente sabana y bosque bajo, propiamente plano.

- h) Estratigrafía del suelo: desde el punto de vista geológico, el departamento comprende de varias cuencas marinas sedimentarias, dentro de las cuales se depositaron desde fines de la era Paleozoica, hace más de 200 millones de años, grandes espesores de rocas sedimentarias que hoy día componen el subsuelo de dicha región.

Dentro de las rocas que afloran en la superficie se encuentran específicamente profusas rocas calizas que corresponden al período Cretácico y que se originaron hace aproximadamente 100 millones de años.

- i) Límites de la región: al Norte con el municipio de San Benito y Flores, al Sur con el municipio de Sayaxché, al Oeste con el municipio de la Libertad y al Este con el municipio de Santa Ana, todos de Petén.

- j) Altitud: 220 metros sobre el nivel del mar (msnm)
- k) Coordenadas geográficas: 16°47´ latitud Norte, 89°56´10" longitud occidental del meridiano de Greenwich.

### **6.1.2. Condiciones de mantos acuíferos**

A nivel macro, la zona de vida en la cual se encuentra el área en donde se realizara el proyecto, está irrigada por 2 ríos, el río Subín y el río San Martín. Existen 2 aguadas en la parte central del municipio y a nivel micro se encuentra la laguneta El Zapotal, con una extensión aproximada de 2 km. Según esta descripción, en esta área se encuentran acuíferos productivos. Ver anexos.

### **6.1.3. Relación del área forestal**

Existe flora en la zona boscosa sumamente perturbada ante la fuerte presión de su altura. La parte de la sabana cuenta con poco pasto natural para el pastoreo de ganado y los sembradillos.

Especies forestales: caoba (*sinetenia macrophylia*), cedro (*cedrela odorata*), ramón blanco (*bromisimum aliastrun*), matillisguate (*tabedula rosea*), palo blanco (*rose odendron donnell-smith*), chicle (*manikara zapota*), pimienta gorda (*pimienta dioica*), hormigo (*platymiscium yucatanum*), chanchan (*terminalia amazonia*), cedrillo, tamarindo, ramón, santamaria, etc. Y otras especies como el xate, corozo, coyol, guano.

En el área del casco urbano del caserío Laguna El Zapotal existe poca vegetación, no así en sus alrededores en donde el tipo de bosque bajo cuenta con su flora y fauna, y la parte de la sabana que se utiliza para los sembradillos

de maíz, frijol y chile con extensiones relativamente pequeñas, por lo que no se tendrá gran influencia en la construcción del pozo, la caseta de control de bomba + generador eléctrico y el tanque elevado, ya que las áreas asignadas para el proyecto están libres de las especies identificadas (terrenos sin flora, fauna, edificación y siembra que pertenecen al casco urbano del caserío).

#### **6.1.4. Accesos**

Para ingresar al caserío Laguna El Zapotal, en donde se realizara el proyecto, se utiliza una carretera de terracería que dista 23 km de la cabecera municipal, al Sur de la misma y la cual tiene mantenimiento preventivo durante la mayoría del año. También se puede ingresar por otra carretera de terracería que viene del municipio de Dolores Petén y pasa por la aldea San Valentín Las Flores, la cual se encuentra a 8,5 km del caserío Las Flores, al Norte con el caserío Nuevo San Francisco, al Este con carretera y al Occidente con finca privada.

##### **6.1.4.1. Durante la construcción**

Pueden utilizarse cualquiera de las dos rutas de acceso mencionadas para llevar la maquinaria e instalarse en los puntos asignados, así como para llevar los insumos necesarios. Al mismo tiempo pueden realizarse las supervisiones y construcciones alternas, como lo son el tanque elevado, la caseta de control y la red de distribución de agua.

##### **6.1.4.2. Durante la operación**

Por el tipo de construcción, un pozo no necesita el ingreso constante de vehículos pesados y semipesados al área en donde se encuentra, hasta que

sea pertinente realizar un mantenimiento de equipo de bombeo, el cual es indeterminado, o una limpieza de coladeras del entubado, las cuales se recomiendan técnicamente cada 10 años. Para la construcción de la caseta de control, únicamente es necesario tener en el área de trabajo los materiales calculados.

Para la fabricación e instalación del tanque elevado llega con todos los materiales e insumos para construirlo, la torre es prefabricada en taller y el cuerpo de tanque son láminas roladas para soldarlas en el área.

En cuanto a las líneas de impulsión, descarga y red de distribución los trabajos se realizan según planos, y los materiales se llevan a la bodega para almacenarlos e irlos utilizando según el avance respectivo.

## **6.2. Metas y Actividades**

Siendo la alternativa seleccionada el proyecto de factibilidad de sistema de agua potable en caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, por el estudio hidrológico del área y los datos estadísticos que se tienen en dicho municipio en lo referente a la perforación de pozos mecánicos, se recomienda que la profundidad del pozo a barrenar sea en diámetro no menor a  $\varnothing 12 \frac{1}{4}$  , y profundidad de 400 pies, entubando la cañas del pozo hasta su máxima profundidad con boca abierta de tubería de acero al carbón, ASTM A53 grado liso de  $\varnothing 8$  de diámetro, con sus respectivos pies de coladeras.

Instalar equipo sumergible con capacidad de producción de 180 GPM, motor de 20HP/460V/3PH/3450RPM/60Hz, con panel de control, y conexiones eléctricas, con su respectiva planta de generación eléctrica, de 30 KW (37,5

KVA). Construir caseta para el control de bomba y para albergar la planta de generación, un tanque elevado con capacidad nominal de 100 000 litros, altura de torre de 15 m, con las líneas de impulsión al tanque y la descarga a la red y una red de distribución de agua potable diseñada para llevar el fluido con la presión y velocidad adecuadas a cada casa en la comunidad.

El Consejo Departamental de Desarrollo y la Municipalidad de San Francisco Petén, financiarán y ejecutaran el 100% de la construcción del sistema de agua potable que se necesita para satisfacer la demanda, determinando su campo de acción a los siguientes renglones de trabajo:

#### **6.2.1. Renglones de trabajo a ejecutar**

- a. Perforación de pozo de 400 pies
  - a.1 Limpieza y nivelación del terreno
  - a.2 Traslado de maquinaria (global)
  - a.3 Montaje y desmontaje de la maquinaria (global)
  - a.4 Instalación de 200 pies de protección de tubo de acero con  $\varnothing 15''$ .
  - a.5 Perforación de 400 pies en diámetro de  $\varnothing 12 \frac{1}{4}''$  (caña de pozo).
  - a.6 Ranuración de 100 pies de coladeras (pichachas)
  - a.7 Entubado de pozo de 400 pies
  - a.8 Instalación de filtro de grava
  - a.9 Limpieza de pozo 24 horas
  - a.10 Desarrollo de pozo 24 horas (aforo de pozo y extracción de muestras para análisis del agua).
  - a.11 Construcción de sello sanitario
  - a.12 Construcción de brocal

- a.13 Perfil estratigráfico y control de muestras (global)
- a.14 Reporte del análisis bacteriológico y fisicoquímico del agua
  
- b. Equipamiento de pozo de 400 pies
  - b.1 Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible
  - b.2 Suministro e instalación de bomba sumergible de acero inoxidable.
  - b.3 Suministro e instalación de motor sumergible de características 20HP/460V/3PH/3450RPM/60HZ.
  - b.4 Gabinete de metal con llave T1 con todos sus accesorios eléctricos.
  - b.5 Cable sumergible #8/3 doble forro, 360 pies
  - b.6 Línea de aire con su kit de medición, 360 pies
  - b.7 Empalmes vulcanizados y amarres (global)
  - b.8 17 tubos galvanizados (Hg), de 03" tipo mediano
  - b.9 Accesorios galvanizados (Hg), (global)
  - b.10 Funda de enfriamiento de motor
  
- c. Suministro e instalación de planta de generación eléctrica
  - c.1 Planta de generación eléctrica de 30 KW (37.5 KVA)
  
- d. Construcción de caseta de control de bomba y generador
  - d.1 Construcción de caseta de control de bomba y generador, acorde a especificaciones técnicas y planos.
  
- e. Fabricación e instalación de tanque elevado de 100 m<sup>3</sup>
  - e.1 Trabajos preliminares
  - e.2 Cimentación
  - e.3 Construcción de torre de 15 m, para tanque

- e.4 Construcción de cuerpo de tanque de 100  $m^3$
- e.5 Limpieza final del terreno
  
- f. Construcción de línea de impulsión y descarga
  - f.1 Limpieza y chapeo
  - f.2 Zanjeo
  - f.3 Suministro e instalación de tubería galvanizada (Hg)
  - f.4 Suministro e instalación de tubería PVC
  
- g. Construcción red de distribución de agua potable
  - g.1 Limpieza y chapeo
  - g.2 Zanjeo
  - g.3 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing 3''$  PVC 250 psi
  - g.4 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing 2 \frac{1}{2}''$  PVC 250 psi
  - g.5 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing 2''$  PVC 250 psi
  - g.6 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing 1''$  PVC 250 psi
  - g.7 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing \frac{3}{4}''$  PVC 250 psi
  - g.8 Suministro e instalación de tubería de  $\varnothing \frac{1}{2}''$  PVC 250 psi
  - g.9 Construcción de pasos aéreos
  - g.10 Instalación de conexiones domiciliarias

### 6.3. Período de ejecución

El período de ejecución estimado para el proyecto, es de 5 meses calendario, que se ilustra en el cronograma correspondiente. Ver anexos.

## 6.4. Especificaciones técnicas

### PARÁMETROS DE DISEÑO

Proyecto:	sistema de agua potable
Comunidad:	caserío Laguna El Zapotal
Municipio:	San Francisco Petén
Departamento:	Petén
Clima:	cálido
Tipo de fuente:	pozo mecánico
Producción estimada:	180 GPM
Tipo de sistema:	bombeo hidráulico
Tipo de servicio:	conexión domiciliar
Período de diseño:	25 años
Tasa de crecimiento poblacional:	2,98%
Dotación:	100 l/h/d
Viviendas actuales:	491 casas
Viviendas futuras:	1 023 casas
Población actual:	2 454 habitantes
Factor de habitantes por vivienda:	5 h/c
Factor de día máximo:	1,5
Factor de hora máximo:	2,0
Factor de almacenamiento:	40% de caudal medio diario
Tubería a utilizar en carga/descarga:	Hg
Tubería a utilizar en distribución:	PVC
Fórmula de diseño del sistema:	Hazen-Williams

## **6.4.1. Perforación de un pozo de 400 pies**

### **6.4.1.1. Consideraciones generales**

Se perforará un pozo de 400 pies, con revestimiento de tubería de 8" de diámetro, provisto de una plancha superficial, sello sanitario de concreto y filtro de grava, considerando las siguientes recomendaciones.

- a. El pozo deberá ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso para el agua superficial.
- b. Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- c. Protegerse contra riesgos de contaminación
- d. No deberá colocarse a menos de 20 m de tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.
- e. Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla y demás elementos en contacto con el agua, serán resistentes a la acción corrosiva de ésta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos.
- f. Dada la profundidad del pozo, y la naturaleza inestable de los estratos del terreno en esa área; y con el objeto de evitar retrasos o perjuicios al proceso de perforación provocado por derrumbes, deberá instalarse un casing de protección, con tubería de acero al carbón, cédula # 20, con una profundidad mínima de 200 pies y Ø 15".

#### **6.4.1.2. Perforación**

La perforación deberá llevarse a cabo por el método rotativo o rotopercusión con brocas (barrenas), adecuadas de  $\varnothing 12 \frac{1}{4}$  pulgadas de diente y botón para garantizar un diámetro de perforación mínimo de  $\varnothing 12$ ".

El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse de tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera.

#### **6.4.1.3. Entubación**

Se instalarán 400 pies de tubería de acero al carbón, con diámetro de  $\varnothing 8$ ", especial para pozos mecánicos, norma ASTM A53, lisa de 250 mm de chapa.

El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 cm del nivel de piso, para poder sustentar el collarín de soporte en el proceso de equipamiento y para garantizar infiltraciones por el mismo en casos de anegación (no extrema).

Se recirculará con la bomba de inyección de lodos durante el tiempo necesario, para degradar el material de sustentación de las paredes de la caña del pozo perforada, hasta hacer llegar a la superficie la mayor parte de este lodo y el corte que se pudo haber quedado a fondo, para luego introducir el filtro de grava.

#### **6.4.1.4. Filtro de grava**

Se debe construir un empaque de grava o filtro, alrededor de la rejilla o zona de ranura. Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 cm.

#### **6.4.1.5. Sello sanitario**

El espacio comprendido entre el agujero y el tubo revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 3 m.

#### **6.4.1.6. Ranuración de coladeras**

En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del mismo, de tal manera que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo. La velocidad del agua de entrada por los orificios o ranuras de la rejilla o en el filtro, no debe exceder de 0,03 m/s. Se utilizarán al menos 100 pies de tubo ranurado con soplete de oxicorte (oxígeno-acetileno), o de fábrica.

#### **6.4.1.7. Limpieza de pozo**

Terminada la perforación y después de entubar el pozo debe limpiarse para sacar los residuos de perforación, y aglomerados de arena, utilizando aire comprimido o cubeta mecánica adecuada por un mínimo de 24 horas consecutivas, para garantizar que la infiltración por las coladeras del manto acuífero sea lo mas despejada posible.

#### **6.4.1.8. Prueba de aforo de bombeo del pozo (desarrollo)**

La producción del caudal de agua que puede succionarse del pozo construido, la cual será la que se bombeará por la línea respectiva hacia el tanque de almacenamiento y distribución, se estimará con base en la prueba de producción de bombeo continuo, la cual durará como mínimo 24 horas a caudal constante. Se mantendrá la medición respectiva de los niveles freáticos que entran al entubado del pozo, informando el abatimiento que exista a presión constante, esto es qué diferencial, en pies, existe entre el nivel estático y el nivel dinámico a esa presión.

Para el mismo se utilizará el equipo adecuado, según las mediciones realizadas después de la limpieza del pozo, para estimar la capacidad de bombeo y su profundidad de inmersión dentro del *casing*.

#### **6.4.1.9. Perfil estratigráfico y control de muestras**

Este deberá presentarse al contratante al terminar la perforación de los 400 pies perforados, y las muestras estratigráficas deberán tomarse como mínimo a cada 10 pies de profundidad perforada.

Debe de enseñar la granulometría y estratigrafía en toda la caña del pozo, el diseño del entubado, los niveles estático y dinámico del desarrollo del mismo, y la producción obtenida en el aforo; además de toda la información técnica de la perforación (fecha, clase de equipo, técnica utilizada, generales de la empresa ejecutora, etc.). Ver anexos.

#### **6.4.1.10. Análisis bacteriológico y fisicoquímico del agua**

Finalizados los trabajos de construcción del pozo, la empresa encargada de la perforación deberá presentar un análisis bacteriológico y un examen fisicoquímico del agua, realizado en laboratorio idóneo y calificado para el efecto.

Las muestras se obtendrán durante el proceso de aforo del pozo, tomando en consideración la técnica adecuada para su manipulación, como lo son la cantidad adecuada de agua, los recipientes debidamente esterilizados, el transporte a la temperatura y forma convenientes, etc., teniendo el sumo cuidado de identificarlos debidamente.

Estos análisis servirán para establecer que la calidad del agua producida por el pozo sea en un 100% para el consumo humano, quiere decir, que no se tengan unidades formadoras de colonias de coliformes totales y fecales, y que los nutrientes, el pH y la temperatura del agua sea la deseada. Ver anexos.

#### **6.4.2. Suministro e instalación de equipo de bombeo**

El equipo sumergible para succionar y bombear el agua al sistema desde el pozo construido, se determinará técnicamente después de realizar el desarrollo del pozo, específicamente durante el aforo del mismo, de donde se obtendrán los niveles estático y dinámico para poder posicionar a la profundidad debida el equipo, y así poder establecer las características hidráulicas en las curvas, según los parámetros de carga dinámica total versus caudal necesario para producir, garantizando el no abatimiento del pozo.

Para este caso en particular, tendrá que posicionarse a no menos de 300 pies de profundidad dentro de la caña del pozo de 400 pies, para poder garantizar su buen funcionamiento, sin provocar situaciones adversas.

Siguiendo los parámetros del diseño del proyecto, se tendrán que tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- a) Cálculo del caudal medio o consumo medio diario ( $Q_m$ ): es el consumo durante 24 h obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se calcula de la siguiente manera.

$$Q_m = (\text{Dot}) (P_f) / 86\ 400 \quad (\text{l/s})$$

Donde:

Dot = Dotación

$P_f$  = Población futura

El sistema propuesto abastecerá a un número futuro de habitantes de 5 115, dentro de 25 años, con una dotación de 100 l/h/d.

$$Q_m = (100)(5\ 115) / 86\ 400 = 5,92 \text{ l/s}$$

Para el cálculo actual, el caudal medio será:

$$Q_m = (100)(2\ 454) / 86\ 400 = 2,84 \text{ l/s}$$

- b) Cálculo de conducción o caudal de día máximo ( $Q_c$ ): es el consumo durante veinticuatro horas observado durante un período de un año. El caudal de conducción se calcula con la siguiente fórmula.

$$Q_c = (Q_m) (\text{FDM}) \quad (\text{l/s})$$

El factor de día máximo a utilizar es de 1,5 = FDM

El caudal de día máximo o de conducción actual sería:

$$Q_c = (2,84) (1,5) = 4,26 \text{ l/s}$$

- c) Cálculo de distribución o caudal de hora máximo ( $Q_m^h$ ): es conocido también, como caudal de distribución, es la hora de máximo consumo del día, el valor calculado se usará para diseñar la red de distribución. Para determinar este caudal se debe de multiplicar el caudal medio por el factor de hora máximo (FHM).

La fórmula para calcular este caudal es:

$$Q_m^h = (Q_m) (\text{FHM})$$

El factor de hora máximo a utilizar es de 2 = FHM

El caudal de hora máximo o de distribución actual sería:

$$Q_m^h = (2,84) (2) = 5,68 \text{ l/s}$$

- d) Cálculo de caudal de bombeo ( $Q_b$ ): cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporcionará la fuente. Dicho período afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de almacenamiento. Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 h.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que se diseña para un período de 5 a 10 años, más no el resto de los componentes del sistema; por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a la población futura. Este caudal será bombeado a través de toda la línea de conducción hasta el tanque de distribución. Se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Q_b = (Q_c) (24) / hb$$

Si se bombea durante 12 horas (hb), la expresión para el cálculo del caudal de bombeo actual, queda de la siguiente forma.

$$Q_b = (4,26) (24) / 12 = 8,52 \text{ l/s} = 135 \text{ gpm}$$

#### 6.4.2.1. Equipo sumergible de bombeo y materiales

- a. 1 Bomba sumergible de acero inoxidable con impulsores de bronce
- b. 1 Motor sumergible de 20HP/460V/3PH/3450RPM/60HZ
- c. 1 Gabinete de metal con llave T1
- d. 1 Interruptor de seguridad de 3 X 60/460V. T.I
- e. 1 Arrancador magnético F-40 con protección 13-52 amp
- f. 1 Protector de falla de fase y variación de voltaje
- g. 1 Pararrayos rural 600V
- h. 1 Transformador de control 100VA
- i. 1 Selector Auto-Off-Manual
- j. 1 Luz piloto de marcha
- k. 360 pies de cable sumergible #8/3 doble forro
- l. 3 Empalmes vulcanizados y amarres
- m. v/Accesorios de instalación eléctrica de pozo a tablero
- n. 350 pies de línea de aire para medición de nivel de pozo
- ñ. 17 tubos de 3" galvanizados (Hg), tipo mediano C y R
- o. 1 kit de línea de aire
- p. 360 pies de cable porta-electrodo #14/2
- q. 1 Sello sanitario de 8" X 3"
- r. 1 Collarín de soporte de 3"
- s. 1 Válvula de cheque vertical de 3" HF Flomatic
- t. 1 Válvula de cheque horizontal de 3" Simonns
- u. 1 Manifold de descarga de 3" con unión universal
- v. 3 Niples galvanizados (Hg), de 3" X 6" T.M
- w. 1 Funda de enfriamiento de motor de 6" PVC
- x. v/Armado y montaje de tableros, conexión eléctrica y arranque
- y. v/Servicio de grúa para instalación del equipo dentro del pozo

### **6.4.3. Caseta de control**

Se construirá una caseta para el alojamiento de los centros de carga y control del proyecto. Contará con el espacio suficiente para albergar la planta de generación de energía eléctrica y el tablero de control de bomba.

Su diseño será como el de una caseta de control típica, con paredes o muros de block sisado o con acabados en pared, sujetadas a una cimentación corrida, con solera de humedad, intermedia y de corona, y columnas a cada metro, techo de losa de concreto reforzada con hierro, piso de concreto, portón fabricado con marco de tubería de metal y forrado de malla hecha de alambre galvanizado, con pasador porta candado y de dimensión suficiente para poder ingresar el generador y obtener una buena ventilación, y una banquetta perimetral.

La ubicación de la caseta de control tendrá que ser a no más de 6 m del casing del pozo, por norma técnica para evitar aumento de amperajes en las líneas.

Los trabajos a realizarse para la construcción de la caseta son los siguientes.

- a. Limpieza y nivelación del terreno
- b. Trazado y excavación del área para la fundición del cimiento corrido, según detalle en plano.
- c. Levantado de muros, según detalle en plano
- d. Fabricación de armaduras para columnas y soleras, formateado para fundición de columnas y soleras, según detalle en plano.
- e. Fabricación de armadura para refuerzo de losa de techo, entarimado y

paraleado para fundición de losa de techo, según detalle en plano.

- f. Conformación de base para fundición de losa de piso (nivelación y compactación), y fundición de piso con concreto.
- g. Colocación de portón prefabricado, soldado armadura de hierro en columnas de pared.
- h. Acabados finales de muros y cielo de caseta
- i. Limpieza del lugar de trabajo. Ver anexos.

#### **6.4.4. Planta de generación eléctrica**

##### **6.4.4.1. Generalidades de la planta de generación eléctrica**

El grupo electrógeno que se tiene que instalar, debe de pertenecer a la familia de grupos electrógenos industriales de gran rendimiento, diseñados para proporcionar energía en el momento en que se instalan. Los ajustes y reparaciones del mismo, solo deben de efectuarse por personal autorizado que sea debidamente calificado.

Para este caso en particular, la planta eléctrica será estacionaria para poder energizar el tablero de control y arranque del equipo sumergible instalado en el pozo. Se calculará la capacidad del mismo dependiendo de la potencia del motor instalado, para poder cumplir con el arranque en picos (amperaje máximo de funcionamiento), y calibrada según los requisitos de fabricación del equipo.

Cálculo de la capacidad del generador en base al equipo suministrado:

$$1 \text{ HP} = 736 \text{ W} = 0,76 \text{ KW}$$

Se tiene un motor de 20HP X 0,76 KW = 15,2 KW consumo, pero hay que agregarle el consumo en el pico máximo de arranque y para esto se tiene que tomar en cuenta el factor potencia que es de 0,80; por lo tanto:

$15,2 \text{ KW} \times 0,80 = 12,4 \text{ KW}$ , lo que da un consumo total en el arranque de:  $15,2 \text{ KW} + 12,4 \text{ KW} = 27,6 \text{ KW}$ .

Se concluye que se necesita un generador con una capacidad de:

30KW/37,5 KVA

Por el equipo a suministrar, para obtener una mayor eficiencia y un menor consumo, tendrá que ser calibrado en 460V/3PH/60HZ, acoplado a un motor diesel de 4 tiempos o similar. Dicha planta deberá ser de arranque eléctrico con dos copias de llaves y tener los siguientes accesorios.

1 Indicador de temperatura, presión de aceite, horómetro, amperímetro y voltímetro.

1 Acumulador (batería para el arranque del motor)

1 Bastidor de acero

1 Tablero de control

La marca del equipo debe ser reconocida en el medio nacional para facilitar repuestos y servicios, tanto del equipo como de sus accesorios de instalación.

Las características del equipo podrían variar dependiendo de las marcas de los mismos, en todo caso, cada proveedor deberá garantizar que el

rendimiento del equipo que propone es el que se requiere.

Todos estos equipos y accesorios así como los demás elementos indispensables para el debido funcionamiento del equipo de bombeo deberán ser transportados al lugar de instalación, así como instalados y probados debidamente durante una prueba no menor a 15 horas con el equipo en funcionamiento.

#### **6.4.4.2. Manual de seguridad y de operación.**

Además del adiestramiento que se le tiene que dar a la persona y/o personas que asigne el ente contratante, en este caso en particular, la municipalidad de San Francisco Petén, para poder manipular el equipo instalado, se deberá de otorgar un manual práctico de seguridad y operación del mismo, para que se tenga la oportunidad de darle la capacitación a las personas, que sea necesario, a un futuro, sobre el buen manejo de los equipos.

##### **6.4.4.2.1. Medidas mínimas de seguridad industrial**

- a) No poner a funcionar el equipo si no existen las condiciones mínimas de seguridad adentro y afuera de la caseta de control.
- b) Verificar que las instalaciones eléctricas estén de acuerdo a las especificaciones.
- c) Mantener una buena limpieza de la caseta, el suelo y el propio equipo. Limpiar inmediatamente cualquier derrame de combustible, aceite, agua destilada o refrigerante.
- d) No fumar adentro de la caseta
- e) Evitar poner combustible en el depósito si esta funcionando la planta

- f) No tocar el tubo de escape de gases del motor, porque este se calienta peligrosamente.

#### **6.4.4.2.2. Medidas para la operación del equipo**

- a. Comprobaciones antes del arranque
  - a.1 Asegurarse que en la pantalla del monitor no aparece la posición en encendido automático, sino que en posición manual y que este desconectado.
  - a.2 Comprobar los niveles de aceite del motor y líquido refrigerante del radiador de enfriamiento, nivelar si es necesario.
  - a.3 Comprobar el nivel de combustible, nivelar si es necesario
  - a.4 Comprobar el estado y tensión de la faja del ventilador y alternador del motor, cambiar y/o tensar si es necesario.
  - a.5 Comprobar el estado de todas las mangueras de fluidos y verificar que no existan fugas.
  - a.6 Comprobar el nivel de agua destilada del acumulador (batería), para el encendido del motor, nivelar si es necesario y verificar que las terminales de los bornes estén limpios y ajustados.
  - a.7 Limpiar el panel de control y la planta de generación de acumulación de polvo o partículas en suspensión en la caseta.
- b. Comprobaciones en el arranque
  - b.1 Verificar que el botón de carga para el panel de control de la bomba este en posición de encendido (ON).

- b.2 Verificar que el botón de parada de emergencia este en su posición de desactivado.
  - b.3 Presionar el botón de encendido del generador
  - b.4 Verificar en el monitor de pantalla que el voltaje y la frecuencia estén conforme a la calibración estipulada para energizar el panel de control de la bomba.
  - b.5 Comprobar que la llave de control en la boca del pozo hacia la línea de impulsión este abierta.
  - b.6 Ir al panel de control de encendido de la bomba, y después de estabilizado el arranque y generación de la planta, durante durante aproximadamente 5 minutos hacer girar el botón de arranque de bomba a la posición de encendido (ON).
  - b.7 Verificar que la luz piloto en el panel este prendida
  - b.8 Comprobar que todo este funcionando normalmente dentro de de la caseta de control (no fugas de cualquier tipo en el generador, equipos eléctricos estables, etc.).
- c. Comprobaciones en el apagado (parada de equipos)
- c.1 Girar el botón de encendido del panel de control de la bomba a la posición de apagado (OFF), y verificar que la luz piloto de encendido se apague.
  - c.2 Ir al panel de control de la planta de generación
  - c.3 Esperar a que el generador trabaje sin carga durante unos minutos para estabilización y enfriamiento de sus componentes.
  - c.4 Apagar el generador con el botón indicado
  - c.5 Comprobar que el sistema quede apagado y desconectado
  - c.6 Tomar las medidas de seguridad necesarias en la caseta de control para que ninguna persona quede adentro y cerrar

la puerta de ingreso.

- c.7 En caso de extrema urgencia, en donde se requiera de una parada inmediata en los equipos, presionar el botón de parada de emergencia situado en el panel de control del generador.  
Ver anexos.

#### **6.4.5. Construcción de tanque elevado de almacenamiento y distribución de agua potable**

Dicho tanque será construido en el área asignada técnicamente dentro de los terrenos municipales ubicados en el caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, departamento de Petén.

La capacidad del mismo se calcula con base en la demanda a satisfacer (número de habitantes), para este caso en particular, las 491 familias asentadas en el caserío Laguna El Zapotal, y con el fin de aprovechar el proyecto hacia un bien común, basándose en el plan de desarrollo comunitario de la municipalidad de San Francisco Petén.

#### **Diseño del tanque de almacenamiento y distribución**

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

$$\text{Vol. Tanque} = \frac{(\text{FV}) ((P_f) (\text{Dotación}) (\text{FDM}))}{1\ 000}$$

Donde:

Vol. Tanque = Volumen del tanque ( $m^3$ )

FV = Factor de volumen del tanque (40%)

$P_f$  = Población futura (h)

Dotación = 100 l/h/d

FDM = Factor de día máximo

El volumen del tanque para cubrir la demanda futura, sería.

$$\text{Vol. Tanque} = (0,40) \frac{((5\ 115) (100) (1,5))}{1\ 000} = 306,9\ m^3$$

Para el volumen que se necesita actualmente en el proyecto, se calcula de la siguiente manera.

Sólo se cambia  $P_f$  por  $P_a$  = Población actual

$$\text{Vol. Tanque} = (0,40) \frac{((2\ 454) (100) (1,5))}{1\ 000} = 147,24\ m^3$$

También se puede optar por calcular el volumen de tanque que se acerque más a la norma de INFOM-UNEPAR, que dicta que por lo menos se debe de almacenar el 40% de la demanda que solicita el total de la población actual con la dotación establecida por habitantes; en este caso en particular.

$$2\ 454h \times 100\ l/h/d = 245\ 400\ l/d$$

$$245\ 400 \times 40\% = 98\ 160\ l$$

$$1\ 000\ l = 1\ m^3 \equiv 98\ 160\ l = 98,16\ m^3$$

Por lo tanto:

$$\text{Vol. tanque} = 100 \text{ m}^3$$

él cuál cumple con cualquiera de las dos formas de cálculo, ya que por bombeo se puede suplir sin ningún problema el déficit, de la primera forma, y en la segunda se excedió.

#### **6.4.5.1. Trabajos Preliminares**

##### **6.4.5.1.1. Limpieza y Nivelación**

Se deberá limpiar o remover del área de construcción la capa vegetal, basura y cualquier obstáculo que pueda interferir o dificultar la construcción a realizar, así como también raíces, las cuales deberán extraerse en su totalidad, para luego rellenar y compactar el área en capas de 0,15 m, hasta llegar al nivel requerido. Respecto a la nivelación que consiste en el trazo de ejes y colocación de las marcas, para realizar la nivelación del terreno, en el cual se indicaran los cortes y/o rellenos que se deban realizar según sea el caso, incluye todos los trabajos, materiales y elementos necesarios para la demarcación.

##### **6.4.5.1.2. Bodega y guardianía**

Es necesario contar con una bodega para almacenar adecuadamente los materiales de construcción que, por sus características no puedan permanecer a la intemperie. La localización no deberá interferir en el desarrollo de las actividades de la construcción ni con áreas de tráfico peatonal y vehicular. Las dimensiones estarán sujetas al tipo de material a embodegar y conforme al

criterio del contratista, contando también con un área de letrina temporal para los trabajadores y guardián del proyecto. La construcción correrá a cargo del contratista.

#### **6.4.5.2. Cimentación**

Las bases de cimentación deberán soportar como mínimo  $14 \text{ t/m}^2$  (valor soporte del suelo). Esta se fabrica con mezcla de concreto armado, reforzada con estructura de hierro de diferentes diámetros (según cálculo estructural de refuerzo).

Se construirán cuatro cimientos individuales, que constan de una zapata con hierro de refuerzo (según cálculo estructural), un pedestal empalmado a la zapata con hierros de refuerzo (según cálculo estructural), y amarrado al mismo los pernos de anclaje para la platina de soporte de cada columna de la torre, todos a una profundidad estipulada (según cálculo estructural), y todas debidamente amarradas entre si mediante vigas soleras con refuerzo de hierro (según cálculo estructural).

Se deberá de mantener una supervisión muy estricta durante la construcción de la cimentación, para garantizar las dimensiones de cada parte y su conformación interna, en los siguientes aspectos.

##### **6.4.5.2.1. Concreto**

- a. Generalidades: el concreto que se utilizará deberá de guardar la proporción volumétrica del cemento y los agregados, para garantizar la resistencia que deberá de soportar según el cálculo estructural.

Existen tres tipos de concreto, según su resistencia:

concretos de alta resistencia (200 a 300 kg/cm<sup>2</sup>), concretos de resistencia media (140 a 200 kg/cm<sup>2</sup>) y concretos de baja resistencia (75 a 140 kg/cm<sup>2</sup>).

Para saber qué concreto deberá de utilizarse, deberá de indicarse en el plano de cimentación (o especificaciones), mediante la especificación de la resistencia a la compresión del concreto que tendrá que tener a los 28 días de fraguado ( $F_c' = \text{xxxxx lb/in}^2$ , según sea la estipulación).

Para obtenerse la resistencia en kg/cm<sup>2</sup>, se multiplica el valor de la resistencia a la compresión ( $F_c'$ ) por el factor de conversión (0,070 3), (para pasar de kg/cm<sup>2</sup> a lb/in<sup>2</sup> multiplicar por 14,2233).

- b. Calidad y dosificación del concreto: el control de calidad del concreto que se mantendrá en todo el proceso constructivo, tiene el objeto de garantizar su plasticidad y trabajabilidad, ser curado adecuadamente, que tenga resistencia especificada, durabilidad y uniformidad de color.

El supervisor podrá someter a prueba la mezcla en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala y podrá solicitar su modificación si la proporción de la mezcla no obtiene la resistencia especificada.

Será responsabilidad del contratista utilizar los materiales que reúnan las condiciones fijadas en las especificaciones para obtener un concreto adecuado. Los materiales que integren el concreto se medirán por volumen.

El contenido de agua de la mezcla deberá ser el adecuado para producir un concreto trabajable.

Si se cambia la fuente de abastecimiento de los agregados a utilizarse para el concreto, tendrá que ajustarse la dosificación, dependiendo de la calidad de los mismos. La resistencia del concreto se debe emplear de acuerdo a lo indicado en planos.

b.1 Recubrimientos:

Zapatatas	0,075 m
Pedestales	0,025 m
Vigas de amarre	0,025 m

**6.4.5.2.2. Especificaciones del cemento y los agregados para el concreto**

a. Cemento: el cemento a utilizarse será Portland de 3 000 psi, modificado con puzolana tipo 1(PM), adquirido en bolsa doble valvulaza de papel Kraft para envasado de este material, y deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos para el tipo V de normas ASTM C150 y COGUANOR NGO 41 001, referentes a cemento.

b. Agregados: deberán cumplir con los estudios de calidad de agregados para el concreto (en Guatemala), aplicando las normas ASTM C-33, C-131, C-295 Y C-289.

b.1 Arena de río: se utilizará arena de grano duro y anguloso no polvoriento, libre de arcilla, limo, álcalis, mica, materias

orgánicas u otras substancias perjudiciales. No deberá contener fragmentos blandos, finos des mesurables o materia orgánica en un porcentaje mayor del 1%.

La arena deberá ser aprobada por el supervisor. Si no es posible obtener arenas de buena calidad en la localidad o región, el supervisor podrá autorizar la utilización de las mismas siempre y cuando se modifique la dosificación de la mezcla, hasta obtener la resistencia especificada. El módulo de finura no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

- b.2 Agregado Grueso: el agregado grueso consistirá en grava o roca triturada y deberá estar formado de partículas duras, resistentes, duraderas, limpias y sin recubrimiento de materiales extraños. El agregado grueso debe estar libre de partículas delgadas, planas o alargadas. El tamaño del agregado grueso no será mayor a 0,02 m, ni menor a 0,01 m y mantendrá su uniformidad en toda la estructura o módulo de fundición.

#### **6.4.5.2.3. Formaletas**

Las formaletas deben estar limpias, tratadas y fijadas en su posición definitiva. Las formaletas a realizar dentro de la ejecución de la obra estarán constituidas por piezas de madera de tiro y estarán bien ancladas en sus apoyos. La unión de una pieza con otra se realizará con clavos de 1 ½", también se utilizarán piezas para estabilizar la formaleta, éstas son las breizas que podrán ser tablas de 1" x 12" x 12', parales de 3" x 4" x 12' o tabloncillos de 1" x 6" x 12'.

Si el concreto va a colocarse directamente sobre la tierra, la superficie en contacto con el concreto deberá estar limpia, compactada y humedecida. Luego de compactar la base del cimiento con material selecto gris se procederá a colocar los tacos de concreto 2" x 2" para que las varillas de hierro no estén expuestas a la tierra existente en la zanja del cimiento.

#### **6.4.5.2.4. Acero de refuerzo**

El refuerzo para el concreto consistirá en varillas de acero de lingotes nuevos. Las varillas de acero de refuerzo serán de grado 40, y tendrán un límite de fluencia de 4 000 lb/in<sup>2</sup>. Las varillas de acero deberán estar libres de defectos y mostrar un acabado uniforme. La superficie de las mismas deberá estar libre de óxido, escamas y materias extrañas que perjudiquen la adherencia con el concreto. Las varillas de acero no deberán tener grietas, dobladuras y laminaciones. El acero de refuerzo deberá cumplir con las normas COGUANOR NGO 36,011.

Para las zapatas individuales, se construirá dos armaduras tipo parrilla, con hierros de diámetro y longitud (según especificaciones en planos), en ambos sentidos a la distancia calculada. La armadura inferior descansará sobre tacos de concreto de 2" x 2" para separarla del piso.

Los pedestales empalmados a la zapata, se fabricarán con armadura de hierro de longitud y diámetro (según especificaciones en planos), y forma estructural, empalmándose los pernos de anclaje para la torre de soporte del tanque elevado, posicionándose cada pedestal a la altura de nivel de terreno y solera de amarre.

Las vigas de amarre deberán de ser armadas con el hierro de longitud y diámetro (según especificaciones en planos), y forma estructural, posicionándose a nivel del terreno.

#### **6.4.5.3. Torre de acero para tanque**

La torre estará conformada por cuatro columnas de secciones prefabricadas, según el diseño estructural debidamente arriostradas y rigidizadas.

Se deberá de calcular la altura de la misma, basándose en varios aspectos: la topografía del terreno, el posicionamiento del tanque dentro del terreno y el cálculo hidráulico de presión y velocidad, ejercidos por la descarga del agua dentro de la red de distribución para cumplir con el mínimo de la norma. De estos factores se diseñan las secciones que conformaran la torre, según su altura y la carga nominal que tengan que soportar en todos sus esfuerzos y momentos (compresión, flexión, oscilación, etc.).

Las columnas estarán conformadas con perfiles de acero al carbón de forma y tamaño, según diseño estructural, superpuestas con su platina de base a los pernos de anclaje en la cimentación, con sus respectivos cartelados, y ensambladas entre sí con arriostres y tensores, de tamaño y forma según diseño estructural.

Tanto los arriostres como los tensores, estarán sujetos a cada sección de columna, según detalle en planos.

La soldadura que se utilizará, será de compenetración y de 70 000 b/in<sup>2</sup>, con electrodo de compenetración y revestimiento de electrodo normal serie 60 y

70 (soldadura E60XX).

El equipo que se utilice, deberá ser colocado en lugares seguros donde no pueda causar ningún daño a la infraestructura que se esta construyendo.

#### **6.4.5.4. Cuerpo de tanque de metal**

Se fabricará en forma cilíndrica con techo y fondo cónicos, en espesores de lámina según diseño estructural y bajo la norma ASTM A- 36 con las siguientes características.

Capacidad nominal	100 $m^3$ (100 000 l)
Diámetro interno	4,566 m (14,980 3 pies)
Altura de techo	0,609 6 m (2 pies)
Altura de cuerpo	5,49 m (18,011 8 pies)
Altura de fondo	1,143 m (3,75 pies)

#### **6.4.5.5. Accesorios de tanque elevado**

El tanque elevado contará con varios accesorios que se fabricarán en taller y se instalarán en el área de trabajo después de elevada la torre y ensamblado el cuerpo de tanque, como sigue.

- a) Escaleras metálicas: se instalará una escalera exterior con anillos protectores, desde una altura de 2,50 m del suelo hasta el borde superior del tanque, conformada por peldaños de perfiles de metal de forma y longitud según diseño en plano, soldados a una de las columnas de la torre del tanque, cuerpo de tanque hasta la parte superior y a la

distancia calculada, acoplándose los anillos de protección de forma y tamaño según, detalle en plano, a la distancia calculada.

En el interior del tanque se instalará una escalera tipo marinera sin protección, con hierro corrugado de diámetro y longitud según detalle en plano.

- b) Compuerta de visita: se instalará una compuerta de visita en el techo (cono superior), con escotilla y pasador porta candado, de forma y diámetro, según detalle en plano.
- c) Niples: se acoplarán un niple de entrada en la parte superior del cuerpo de tanque, para la carga de agua, y uno de salida en la parte central del cono inferior del cuerpo de tanque, para la descarga del agua; cada uno de diámetro y longitud, según detalle en plano.
- d) Respiradero: se instalará un respiradero tipo hongo en la parte superior del techo, de tamaño y forma según detalle en plano.
- e) Rebalse: se acoplará un niple de rebalse en la parte inferior del cono superior del tanque, de diámetro y longitud según detalle en plano.

#### **6.4.5.6. Tratamiento de metales**

La superficie a pintar deberá encontrarse libre de óxido, grasa, polvo o cualquier otro contaminante. Para superficies nuevas se recomienda limpiar previamente con desoxidante-desengrasante de Sur # 305-900. Se puede utilizar limpieza mecánica con cepillo de acero, lijadoras rotativas, hasta un grado de limpieza SSPC-SP2 o SP3, según indicación del Steel Structures

Painting Council. Limpieza con abrasivo para condiciones de servicio severas hasta un grado de limpieza SSPC-SP5 o SP3.

Deberán aplicarse dos capas de pintura anticorrosiva (con diseño para ambientes industriales), color rojo en todas las partes exteriores del tanque, y una capa de pintura Gil a Coat (alta resistencia química, atóxico que cumpla normas FDA), en la parte interna del tanque para potabilidad del agua.

#### **6.4.5.7. Limpieza final del terreno**

Al finalizar los trabajos, antes de que se inicie la inspección y recepción definitiva de la obra, el constructor deberá limpiar y remover de los alrededores, así como de áreas adyacentes, todo el equipo, materiales sobrantes, desechos y estructuras provisionales, restaurando en forma aceptable las propiedades tanto públicas como privadas que hayan sido alteradas durante la ejecución de los trabajos.

La disposición de estos trabajos en las propiedades colindantes, con o sin el consentimiento escrito de los propietarios, no constituirá cumplimiento satisfactorio de la obligación de su eliminación del sitio de la obra. Ver anexos.

#### **6.4.6. Construcción de línea de impulsión y descarga**

##### **6.4.6.1. Diseño de la tubería de bombeo**

Tubería de succión: se llama así a la tubería que va conectada directamente a la entrada de la bomba, uniéndola a la misma con el volumen de agua a elevarse. Para minimizar la resistencia al paso del agua y evitar

entradas de aire en esta tubería, se recomienda tomar en cuenta en el diseño e instalación los siguientes aspectos.

- a) Se debe tender con una pendiente de elevación continua hacia la bomba, sin puntos altos para evitar la formación de burbujas de aire.
- b) Debe ser tan corta y tan directa como sea posible
- c) Su diámetro debe ser igual o mayor al diámetro de la tubería de descarga. Si se requiere una línea de succión larga, el diámetro de la tubería debe aumentarse para reducir la resistencia al paso del agua.
- d) Los reductores a utilizarse deben ser excéntricos, con el lado recto hacia arriba para evitar la formación de burbujas de aire.
- e) Los codos instalados en la misma generalmente se prefieren de radio largo, porque ofrecen menos fricción y proveen una distribución más uniforme del flujo que los codos normales.

#### **6.4.6.2. Tubería de descarga (generalidades y/o normas)**

La tubería de descarga es la que se coloca inmediatamente después de la bomba, generalmente en abastecimientos de agua potable en el área rural. Esta tubería descarga líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar en el diseño e instalación de la tubería de descarga, las siguientes reglas.

- a) Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso

del agua.

- b) Cuando se usen vueltas o dobleces, su tipo deben ser de radio grande, lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- c) El número de cambios de dirección, válvulas y accesorios, deben ser mínimos los necesarios en esta tubería; sin embargo, en lugares bajos deben instalarse válvulas de limpieza y si es requerido, en los picos de la línea deberán colocarse válvulas de aire.
- d) Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa, usando por ejemplo: yee o codos de mínimo ángulo.

Luego de haberse determinado el caudal de bombeo, se puede diseñar la tubería de descarga.

#### **6.4.7. Construcción de red de distribución de agua potable**

##### **6.4.7.1. Diseño de la red de distribución**

La red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, desde el tanque de distribución hasta aquellas líneas de las cuales parten las conexiones domiciliarias. El propósito fundamental de la red de distribución es el de proporcionar las cantidades adecuadas de agua a todos los usuarios, para satisfacer todas las necesidades en cualquier momento y a una presión razonable.

Para la ejecución de la red de distribución se consideran las siguientes obras: cajas de válvulas de paso para regular el caudal, cajas de válvulas de compuerta e instalación de tubería PVC.

Para una línea de distribución se deben de tomar en cuenta los siguientes criterios.

- a) Carga disponible o diferencia de altura entre el tanque de distribución y la última casa de la red de distribución.
- b) Capacidad para transportar el caudal/hora/máximo
- c) Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- d) Considerar los diámetros económicos para el costo del proyecto

El diseño de las líneas de distribución se realizó con la ayuda del programa CIVILCAD, el cual utiliza la fórmula de Haze-Willians para realizar los cálculos. Ver anexos.

#### **6.4.7.2. Recomendaciones antes de empezar los trabajos**

- a) Antes de iniciar el trabajo se deberán de localizar las instalaciones y tuberías existentes (si es que hubiesen), para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente.
- b) Es completa responsabilidad del contratista el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario mover, como rotura de pavimentos, asfaltos, etc., y deberá de dejarse en condiciones similares o superiores a las que tuviere antes de la instalación.
- c) Se colocarán indicadores de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.
- d) Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.

- e) Las tuberías se colocaran en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.
- f) Deberán utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.
- g) Todo daño, desperfecto o rotura que se ocasione con motivo del trabajo a otras instalaciones existentes, como líneas telefónicas, red de drenajes, líneas de electricidad, etc., serán reparados a la brevedad posible por cuenta del contratista y sin recibir por ello compensación adicional.

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

#### **6.4.7.3. Limpieza, chapeo y desmonte**

La línea para instalación de la tubería deberá en todo caso ser inicialmente limpiada de troncos, arboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 1,20 m, 0,60 m a cada lado del eje de instalación de la tubería.

El supervisor podrá ordenar la preservación de arboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza. Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá de ser colocado en lugares convenientes para no ocasionar daño alguno a propiedades vecinas o si es autorizado, incinerarlo.

#### **6.4.7.4. Zanjeo**

Las tuberías se emplazaran siguiendo los ejes que se indiquen en los planos, como lo señale el supervisor o las bases especiales. Se deberá cortar zanja simétrica al eje instalado de la tubería, dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo, a menos que las bases especiales indiquen algo distinto, como se indica a continuación.

- a) En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano 0,80 m
- b) En camino de tránsito pesado 1,00 m
- c) Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo 0.80 m

El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja, rellenando los espacios con material suelo compactado para uniformar el fondo de la zanja.

En los suelos con poca estabilidad, se apuntalará la zanja para evitar desplomes de las paredes. Se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia, por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.

En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse la roca hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.

Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios, porque pueden causar asentamientos desiguales o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0,20 m o más, si lo indicará el supervisor, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.

El ancho de la zanja, deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.

El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser de 0,40 m, más el diámetro exterior de la tubería.

#### **6.4.7.5. Soportes para la tubería**

Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, se deberá hacerlo sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimientos en toda dirección.

Los espaciamientos de soportes y sus dimensiones, serán los mostrados en los planos. En los casos que no se detalle el tipo de soportes, el contratista deberá diseñarlos colocando un mínimo de dos soportes por cada tubo, y distribuirlos para que no coincidan con las uniones, o como lo indique el supervisor.

#### **6.4.7.6. Anclajes de tubería**

En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño, tal que absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes serán de mampostería o de concreto y deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorios en el punto de inflexión. Se podrá omitir, siempre que no se indique lo contrario en los planos o descripción, en los siguientes casos.

- a) Tubería con uniones de tipo, capaz de absorber la tensión cuando estén enterradas a las profundidades normales de instalación.
- b) En tubería con uniones que no absorban tensión cuando estén enterradas a profundidades normales y cuando el accesorio con que se logre la inflexión de un esfuerzo unitario de  $1 \text{ kg/cm}^2$  o menor sobre el terreno, calculado por la fuerza de empuje resultante de la presión interna y la proyección del área del accesorio en la dirección del empuje. Se exceptúan los casos en que el empuje sea hacia arriba, dentro de los  $45^\circ$  con la vertical, en el que siempre deberá hacerse el anclaje.
- c) En todas las tuberías colocadas a una pendiente de 30% o mayor, deberán ser ancladas por medio de soportes que aseguren cada cuatro tubos, en los casos de tubería con uniones que no absorban tensión, y cada 50 m en los casos de tuberías con uniones de tipo que absorban tensión. Estos anclajes deberán ser capaces de absorber el

empuje producido por el peso de la tubería entre anclajes, sus accesorios y el agua que contiene, en la dirección del eje de la tubería, a la inclinación en que se instale.

- d) Se podrán omitir tales anclajes en los casos de tuberías enterradas a profundidades normales, cuando el empuje producido en la dirección del tubo por el peso de la tubería, sus accesorios y el agua que contiene, contiene, sea menor que la fricción del tubo contra la tierra, calculada a  $1\,900\text{ Kg}/m^2$  de área exterior del tubo. En los casos que el empuje sea mayor que la fricción, los anclajes deberán ser diseñados solo para absorber la diferencia.

#### **6.4.7.7. Instalación de tubería PVC**

Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana del otro tubo sin forzarlo, por lo menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible, debe afilarse o lijarse la punta del tubo.

Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco deberá desecharse.

Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentre en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo, como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme, puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento

seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente sino que solo darle un revestimiento a las dos piezas.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de  $\frac{1}{4}$ " de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.

La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.

La tubería se colocará zigzagueándola en la zanja y se cubrirá, dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.

Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando este fría, y no dilatarla por la acción del calor.

#### **6.4.7.8. Instalación de tubería de hierro galvanizado (Hg)**

Los cortes de la tubería se harán con cortador de disco para lograr cortes perfectamente a escuadra.

Las roscas se harán con tarraja para que sea cónica. Si se usan niples prefabricados, estos deberán tener rosca cónica. Las tarrajas deberán tener los dados en perfecto estado para que las roscas sean perfectas y sin desportillamientos.

Las roscas de fábrica de los tubos, si por el manipuleo se han dañado los bordes o se ha perdido la forma circular, se deberán cortar y rehacerlas de

nuevo.

Al hacer las uniones, los tubos deben penetrar en el accesorio un mínimo de cinco hilos de la rosca y no dejar más de tres hilos expuestos. Se pintará con anticorrosivo a base de cromato de zinc el tramo de la rosca que quede fuera del accesorio, si se usa Permatex o su equivalente, se colocará en la rosca macho.

La tubería y las uniones, entre tubo, y accesorio, deberán ser en línea recta. Los accesorios torcidos serán sustituidos.

Se colocarán uniones universales junto a todas las válvulas, tees, cruces o puntos, donde sea necesario, para permitir separar la tubería por ramales. En tramos largos se colocará una unión por lo menos cada 100 m.

#### **6.4.7.9. Prueba de tubería**

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

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 m, a menos que lo autorice el supervisor.

La presión a aplicar será tal que se consiga 99 psi o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más 20%) según la que sea mayor

y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

#### **6.4.7.10. Relleno de zanjas**

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación. El relleno se hará de la siguiente manera.

- a) Abajo y a los lados de la tubería, se deberá rellenar en capas de 7 centímetros perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 centímetros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores a 15 centímetros.
- b) El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que este libre de pedruscos o piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado.
- c) De los 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del relleno total, se hará en capas no mayores de 30 centímetros y el material podrá contener piedras hasta de 20 centímetros en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario.
- d) En lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 30 centímetros sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno.
- e) En cualquier caso, todo el material de zanjeo sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.
- f) En los casos de terrenos con 20% o más de inclinación en el eje de instalación, se deberán construir muros de retención del relleno,

transversales al eje de la tubería y de ancho tal que queden firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja. Tales muros de retención podrán ser contruidos de mampostería o concreto ciclópeo de tamaño y diseño aprobado por el supervisor.

El espaciamiento de los muros de retención no será mayor de 30 m. Igualmente en todos los puntos donde la instalación de la tubería cambie de enterrada a sobre el terreno, deberán construirse un muro de retención de relleno, que podrá ser a la vez soporte de la tubería.

#### **6.47.11. Lavado y desinfección interior de la tubería**

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

Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0,75 m/s, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por la tubería, según el que sea mayor.

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

Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada

para la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final, será de calidad igual a la que circulara por la tubería en su funcionamiento normal.

#### **6.4.7.12. Materiales y accesorios para las tuberías**

##### **6.4.7.12.1. Tubería PVC y accesorios PVC**

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo), será rígida, estabilizada con estaño, y debe satisfacer la norma ASTM-D 2467-67 y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínima de.

Tubo de Ø ½" 315 psi

Tubo de Ø ¾" 250 psi

Tubo de Ø 1" igual o mayor la presión que se indique en las bases especiales o en los planos.

Las uniones deben ser conectadas por medio de campana o espiga.

Los accesorios serán de la misma clase de fabricación de la tubería, y deberán de soportar las siguientes presiones mínimas.

250 lb/in<sup>2</sup> tubos de diámetro mayor o igual a Ø 1"

315 lb/in<sup>2</sup> tubos de diámetro menor de Ø 1"

La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Fundation) o de otra institución similar.

El solvente será recomendado por el fabricante de la tubería.

Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad, y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección. Se almacenarán bajo techo o a la intemperie, protegidos de forma

que no reciban directamente los rayos del sol. Los tubos no deben apilarse a más de 60 cm de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

#### **6.4.7.12.2. Tubería de hierro galvanizado y accesorios de hierro galvanizado**

La tubería de acero galvanizado (Hg), deberá ser sin costura, soldada eléctricamente, galvanizada en caliente, tipo mediano, para 900 lb/in<sup>2</sup> de presión de trabajo, salvo que en los planos se indique una presión mayor.

Deberá ser del tipo estándar americana, y cumplir con las normas ASTM-A57T, acoplados mediante manguito y rosca, con sus respectivos protectores. Las roscas se ajustarán a las normas ASPT.

Los accesorios deben soportar una presión de trabajo mínima de 700 lb/in<sup>2</sup>, con refuerzo plano y roscas según normas ASPT. Deben satisfacer la especificación federal WW-P521 Tipo II.

En todas las uniones roscadas se usará PERMATEX No.2, mínimo o su equivalente.

#### **6.4.7.12.3. Válvulas de compuerta**

Salvo indicación, otro tipo en plano o en bases especiales, las válvulas de compuerta hasta Ø 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble, y para una presión de 250 lb/in<sup>2</sup>, excepto que se indique otra presión en los planos.

Las válvulas de compuerta para tubería mayor de Ø 4" serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce.

Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas asegurada con pernos o con los extremos roscados. Ver anexos.

## **7. ASPECTOS ECONÓMICOS-FINANCIEROS**

### **7.1. Cuadros Financieros**

Los datos financieros que figuran en el presente capítulo, son los relativos al conjunto de todos los rubros de trabajos a realizarse durante la ejecución del proyecto.

#### **7.1.1. Cuadro renglones y costo del proyecto**

Ver anexos.

#### **7.1.2. Cuadro de integración de costos por renglones desglosado**

Ver anexos.

#### **7.1.3. Integración de precio total**

Ver anexos.

### **7.2. Justificación**

La principal justificación para elaborar un proyecto de sistema de agua potable en una comunidad, viene directamente implicada con la actividad que se realiza dentro del área en donde se va a perforar, es decir, si es una comunidad, sería para el consumo humano y necesidades básicas, si es un cultivo sería para el riego del mismo, etc., y se tiene la necesidad de ejecutarlo por las limitantes existentes (demanda de agua), o las condiciones

desfavorables (no contar con el servicio). Además, para contrarrestar las enfermedades de todo tipo que perjudican a diario dentro de las comunidades.

### **7.2.1. Condiciones Actuales**

En el caserío Laguna El Zapotal no se cuenta con un servicio adecuado para el suministro y distribución de agua potable para todos sus habitantes.

### **7.2.2. Cálculo de la demanda de agua para la comunidad del caserío Laguna El Zapotal**

Cantidad de familias que viven actualmente en caserío Laguna El Zapotal. 491.

Cantidad de familias que no cuentan con el servicio de agua potable en el caserío Laguna El Zapotal. 491.

Cantidad de familias que se tiene proyectado cubrir con el servicio de agua potable del proyecto. 491. Ver anexos.

Según las normas del INFOM-UNEPAR, la dotación para una zona rural con clima cálido es de 90 a 120 litros/habitante/día (l/h/d), en conexiones domiciliarias. Se determinó que el diseño tendrá una dotación de 100 l/h/d.

Se establece un promedio de 5 personas por familia dentro de la comunidad, faltantes de suministro de agua potable, lo que implica que no reciben ese servicio 2 455 personas.

Se establece que una persona consume diariamente un promedio de 100 litros/día. Se tienen 2 454 personas x 100 litros/día = 245 400 litros que faltan por suministrar como mínimo a diario para consumo humano.

Lo que es igual a 64 834,87 galones/día.

### **7.2.3. Justificación demanda-producción**

#### **7.2.3.1. Dotación de agua**

Es necesario para determinar la dotación en l/h/d, tomar en cuenta algunos parámetros que satisfacen las necesidades de los usuarios. Según los criterios de la unidad ejecutora de proyectos para acueductos rurales UNEPAR y la Organización Mundial de la Salud OMS, se tiene:

- a) Clima
- b) Capacidad de la fuente
- c) Nivel de vida y características de la población
- d) Tipo de sistema de abastecimiento
- e) Condiciones socioeconómicas de la población
- f) Alfabetismo
- g) Recursos hidrológicos

Además del consumo humano, existen otros usos del vital líquido que aumentan el consumo de agua potable, siempre es recomendable considerarlos. Los usos adicionales más comunes son:

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

Según las normas del INFOM-UNEPAR, la dotación para una zona rural con clima cálido es de 90 a 120 l/h/d, en conexiones domiciliarias. Se

determinó que el diseño tendrá una dotación de 100 l/h/d.

Se tiene una demanda de 64 835 gal/día para consumo humano netamente, lo que quiere decir que se necesitan producir en promedio durante un día, en condiciones normales, alrededor de 67,30 gpm, con lo que se garantiza que el pozo no trabajará a un 100% de su capacidad estimada (menor costo de producción al día), otorgando como beneficio a la comunidad al surtir del vital líquido durante las 24 horas del día.

### **7.2.3.2. Factores de consumo**

Son factores que indican la variación en el consumo del agua en la población basándose en hora y día máximo. El factor de día máximo (FDM), indica la variación del consumo diario, respecto del consumo medio diario, éste se utiliza en el diseño de la línea de conducción.

Según las normas INFOM-UNEPAR, a falta de registro en el consumo de día máximo, será el producto de multiplicar el caudal de día máximo por el factor de día máximo, tomando como parámetros los siguientes valores.

Poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2

Poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,2 a 1,5

El factor de hora máximo (FHM), indica variación en el consumo de agua que ocurren en algunas horas del día, entonces, es el número de veces que se incrementa el caudal medio diario para satisfacer la demanda, utilizándolo en el diseño de redes de distribución. Según normas del INFOM-UNEPAR el factor de hora máximo para una zona rural es de 1,5 a 2.

### **7.2.3.3. Tanque de Almacenamiento**

Debido a que el consumo de agua de la población no es constante, sino que, por el contrario, varía según la hora del día y, dado que el suministro es un caudal teóricamente constante (caudal máximo diario), es necesario la construcción de un tanque regulador que amortigüe las demandas horarias. La función básica del tanque de distribución es almacenar agua en períodos en los cuales la demanda es menor que el suministro, de tal forma que en los períodos en los que la demanda sea mayor que el suministro se complete el déficit con el agua almacenada inicialmente.

En general, se puede establecer que las dimensiones de un tanque regulador se determinan para cumplir las siguientes funciones.

- a) Compensar las variaciones en el consumo de agua durante el día
- b) Tener una reserva de agua para atender los casos de incendios
- c) Disponer de un volumen adicional para casos de emergencia, accidentes, reparaciones o cortes de energía eléctrica, cuando se trata de sistemas por bombeo (el cuál es este caso).
- d) Dar una presión adecuada a la red de distribución en la población

### **7.2.3.4. Volumen de almacenamiento**

Según las características de la comunidad y el número de habitantes con los que cuenta, se determinó que para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, se diseñará un tanque con un volumen de almacenamiento igual al 40% del caudal medio diario, tal y como lo recomiendan las normas del INFOM-UNEPAR para proyectos de agua potable cuya conducción es por bombeo.

En este caso en particular, se tiene un caudal medio diario de 64 835 gal/día, lo que es igual a 245 400 litros/día, lo que quiere decir, que se tiene que tener la capacidad de almacenamiento del 40% de esa cantidad, que es igual a 98 160 litros, que es igual a 98  $m^3$ , por lo que se diseñará un tanque que puede almacenar 100  $m^3$ .

Con lo que se puede afirmar que:

- a) Impacto no significativo en el afluente natural
- b) Cumplimiento de la demanda promedio actual
- c) Menor costo para producir

### **7.3. Costos y beneficios (análisis)**

#### **7.3.1. Durante la fase de construcción**

La maquinaria, equipo e insumos que se utilizarán para la perforación de los pozos, construcción y montaje del tanque elevado, acometida eléctrica, caseta de control de bombas y, líneas de impulsión a tanque elevado y descarga y red, no causarán ningún problema al ambiente, ni a las vías por las cuales se tendrá que transitar para llegar a las áreas asignadas para la elaboración del proyecto.

Durante el proceso de perforación del pozo, y ejecución de todos los renglones del proyecto, no se utilizarán materiales o líquidos que pudiesen contaminar la zona de vida en donde se ubican las áreas asignadas, ni mucho menos los afluentes naturales que se encuentran en dicho lugar, por ende a la comunidad del caserío Laguna El Zapotal.

### **7.3.2. Durante la fase de operación**

La ejecución del proyecto, no afecta bajo ningún punto de vista o ejerce algún impacto significativo al medio ambiente, o a sus habitantes, pero es bueno establecer los costos para el correcto funcionamiento del sistema de agua potable, y asegurar el cumplimiento de la vida útil del proyecto. Para esto se debe de establecer una cuota mensual por el servicio de agua potable que se presta a cada beneficiario. Para establecer la tarifa más adecuada, existen diversos puntos de vista, entre estos están las tarifas según las variaciones en los precios establecidos. Según este criterio las tarifas se pueden clasificar de la siguiente manera.

#### **7.3.2.1. Sistema uniforme**

Este sistema se refiere a cuando se establece un solo precio unitario, cualesquiera que sea la clase de consumo o el volumen del mismo. En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por cuota general a la población, debido a que no se instalarán medidores de volumen de consumo y el cobro mensual se calcula dividiendo el total del gasto en el total de servicios.

#### **7.3.2.2. Sistema diferencial**

Se aplica cuando la tarifa incluye precios unitarios variables para las diferentes clases de servicio. La diferenciación se efectúa tomando en cuenta diversos aspectos, por ejemplo:

- a) Según las clases de consumo
- b) De acuerdo con el volumen de agua consumida
- c) De acuerdo con zonas de presión o bombeo

Las tarifas diferenciales pueden ser directas si los precios unitarios aumentan conforme aumenta el consumo o inversas, si los precios unitarios disminuyen cuando el consumo aumenta. El propósito principal de las tarifas diferenciales directas es de índole social, para favorecer a los pequeños consumidores. Las tarifas diferenciales inversas toman en cuenta que para grandes servicios el costo es menor que para pequeños consumidores.

Existen también sistemas diferenciales combinados, en los cuales para algunos consumos la tarifa suele ser creciente para otros, generalmente los grandes consumidores, la tarifa es decreciente.

### **7.3.2.3. Gastos administrativos**

Esta función correrá a cargo del comité de agua, nombrado por el COCODE del caserío, el cual será el encargado de la contratación de un fontanero quien será el que trabaje para conseguir la correcta operación del sistema. La municipalidad será la encargada de recolectar la tarifa en forma mensual por medio de un cobrador. El COCODE también deberá de cubrir los gastos de visitas periódicas por miembros del comité o de alguna persona que tenga que realizar trámites relacionados con el sistema, así como gastos de sello, papelería y otros trámites relacionados con el sistema, además de los gastos de pasajes; se supone que estos gastos serán del orden del 5% de lo recaudado durante cada mes.

Por lo tanto, los gastos administración, según la metodología del INFOM-UNEPAR se cubrirán aplicando la siguiente fórmula:

$$GA = (15\%) (\text{Total de ingresos})$$

Donde:

GA = Gastos de administración

#### **7.3.2.4. Gastos de operación**

Para la correcta operación de un sistema de agua potable se hace necesaria la contratación de un fontanero que realice estas funciones. A este fontanero se le atribuirá la función de velar por una adecuada operación del sistema; se estima un día a la semana, 52 días al año para el mantenimiento preventivo y correctivo, con un salario determinado por la municipalidad por día contratado, por servicios personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales.

#### **7.3.2.5. Gastos de mantenimiento**

El mantenimiento, como es lógico de suponer, y como se mencionó anteriormente, es previsible únicamente, el mantenimiento preventivo, pero es muy difícil estimar el mantenimiento correctivo. El mantenimiento incluye la compra de herramienta y equipo para realizar reparaciones al sistema.

Según la metodología de INFOM-UNEPAR, para determinar el costo de obtención de mantenimiento debemos considerar el período de vida útil del sistema ya que se ha estimado que, mensualmente, se requerirá un monto equivalente al 0,75% del costo total del proyecto.

$$GM = \frac{(0,0075) (CT)}{12}$$

Donde:

GM = Gastos por mantenimiento mensual

CT = Costo total del proyecto

Para este proyecto, los gastos de mantenimiento anual quedan de la siguiente forma.

$$GM = \frac{(0,0075) (Q.1957125,48)}{12} = Q.1223,20/\text{mes}$$

### 7.3.2.6. Gastos de tratamiento

Como tratamiento se entenderá en este caso a la desinfección que se aplica al agua en el tanque de distribución, ya que los tratamientos adicionales serán contemplados en el costo total del proyecto. La desinfección más frecuente en los acueductos rurales es la realizada con hipoclorito de calcio.

La presentación del hipoclorito de calcio en el mercado es más común en forma de polvo con una determinada concentración, por lo que los gastos ocasionados por el tratamiento, estarán en función con el caudal de entrada al tanque, de la concentración que presente el hipoclorito de calcio y de su costo.

Continuando con los criterios para el cálculo de tarifas de INFOM-UNEPAR, el cálculo del costo del hipoclorito de calcio es de la siguiente manera.

$$GT = \frac{(Q_c) (R_c^a) (C_c^h) (86400) (30)}{(45400) (C_c)}$$

Donde:

GT = Gastos por tratamiento mensual

$Q_c$  = Caudal de conducción o día máximo

$C_c^h$  = Costo hipoclorito de calcio por gramo

$R_c^a$  = Relación agua cloro en un parte por millón

$C_c$  = Concentración de cloro al 65%

El cálculo de los gastos por tratamiento en el proyecto, quedaría de la siguiente manera.

$$Q_c = 4.26 \text{ l/s}$$

$$C_c^h = \text{Q.925,00/100 lb (precio en el mercado actual)} = \text{Q.0,020 4/gr}$$

$$R_c^a = 2,43 \text{ lb de cloro en 24 horas x 1 ppm}$$

$$C_c = 0,65$$

$$GT = \frac{(4,26) (2,43) (0,020 4) (86 400) (30)}{(45 400) (0,65)} = \text{Q.18,55/día}$$

### 7.3.2.7. Gastos de energía eléctrica

El costo del consumo de energía mensual depende del tipo de energía que se utilizará, para este caso se utilizará un generador de 30 KW para suplir la energía al tablero de la bomba. El costo se puede calcular de la siguiente manera.

$$GE = (C_h^e) (0,746 \text{ KW/HR/HP}) (\text{Pot}) (H_b) (30)$$

Donde:

GE = Gastos por el consume de energía eléctrica

Pot = Potencia de la bomba en HP

$C_h^c$  = Costo de combustible por hora en el generador

$H_b$  = Horas diarias de operación de la bomba

El costo de energía eléctrica para el proyecto queda de la siguiente manera.

Pot = 20 HP

$C_h^c$  = 2,27 gal/h consumo de combustible al 100%.

Costo de galón de diesel Q.29,00 en Petén.

Se considera un bombeo durante 8 h/día = Q.526,64/día

$H_b$  = 8 h/día

$$GE = (526,64) (0,746) (20) (8) (30) = Q.1 885,79/\text{mes}$$

#### **7.3.2.8. Inflación**

La inflación está determinada por el aumento de los precios de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. El valor de la inflación estará dado como un porcentaje aplicado al total de ingresos, esto se tomará como una reserva que tendrá el comité de agua para poder absorber el alza que pudiera existir en los elementos necesarios para la operación y mantenimiento del sistema.

El porcentaje de inflación que se utilizará será del 10% del total de los ingresos.

### **7.3.3. Identificación de impacto ambiental**

El estudio realizado indica que el desarrollo del proyecto, no tienen impactos apreciables:

- a. No produce contaminantes
- b. No perjudica la flora
- c. No perjudica la fauna
- d. No perjudica el clima
- e. No perjudica la salud
- f. No perjudica los accesos vehiculares
- g. No perjudica la atmósfera
- h. No perjudica la seguridad humana

### **7.3.4. Cantidad de los objetivos logrados con el proyecto**

Se garantizará que se podrá tener el suministro de agua potable para el 100% de la población que vive en el caserío Laguna El Zapotal, con un menor costo de producción y de distribución, debido a que el pozo tendrá una mayor eficiencia para suplir la demanda actual, no solo porque tendrán un tiempo de operación menor, sino porque también utilizarán energía eléctrica a un más bajo costo.

Costo/Eficiencia = Q. 9,35 (para proyectos sociales)

- a) Beneficio poblacional:

491 familias = 2 455 personas en promedio

b) Beneficio adquirido:

Existe una estimación de producción de agua potable por el pozo construido de 180 gpm. Dicha estimación es considerando la población a futuro de 5 115 personas, con una tasa de crecimiento poblacional de 2,98% con un periodo de diseño de 25 años.

Total de población según censo municipal = 491 familias  
= 2 455 personas ( $P_d$ )

$$Q_m = \frac{(P_d) (\text{Dot})}{86\ 400} = \frac{(2\ 455) (100)}{86\ 400} = 2,84 \text{ l/s} = 245,38 \text{ m}^3/\text{día}$$

Lo que da como resultado:

$$Q_c = (Q_m) (FDM) = (2,84) (1,5) = 4,26 \text{ l/s} = 368,07 \text{ m}^3/\text{día}$$
$$= 67,30 \text{ gpm}$$

Lo que implica una demanda de = 67,30 gpm

Con lo que se tendría un excedente en galones producidos que podrá ser utilizado razonablemente por la población.

La comunidad del caserío Laguna El Zapotal tendrá el suministro de agua potable para el total de la población durante todo el día, obteniendo mayores beneficios en todos los aspectos de salud e higiene, evitando así poder contraer enfermedades de todo tipo.

El caserío Laguna El Zapotal, vendrá a mejorar los niveles de vida de toda la población, teniendo un mejor servicio de suministro de agua potable.

El proyecto en mención tendrá como resultado específico el poder suministrar agua potable al 100% de la población de el caserío Laguna El Zapotal, a un menor costo y mejor distribución.

c) Población futura:

Para obtener la información del crecimiento de la población, se pueden usar distintos métodos, cada uno de los cuales tiene ciertas variaciones al considerar algunos aspectos del lugar, estas variaciones son tolerables ya que al principio de cualquier pronóstico de población es la proyección que se hace con base en datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado.

Entre los métodos que se basan en pronósticos se tienen.

- c.1 Pronósticos que se basan en tendencias de distribución geográfica de la población.
- c.2 Pronósticos que se basan en la similitud de crecimiento en la población de un área y de otra con características parecidas.
- c.3 Pronósticos de migración neta y de incremento natural

Entre los métodos puramente matemáticos más utilizados para el cálculo de la población futura se tienen:

- c.4 Método geométrico: la fórmula que se emplea para el cálculo es

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

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_a$  = Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

Para este proyecto:

$$P_f = (2\ 455) (1+0,029\ 8)^{25} = 5\ 115 \text{ habitantes}$$

c.5 Método aritmético: la fórmula es:

$$P_f = P_o + \frac{(P_o - P_1) (t)}{t_1}$$

Donde:

$P_f$  = Población futura

$P_o$  = Población del último censo

$P_1$  = Población del penúltimo censo

t = Tiempo entre el último censo y el año correspondiente al final del período de diseño.

$t_1$  = Tiempo transcurrido del último censo al anterior

La información que tenemos, fue proporcionada por la municipalidad de San Francisco Petén, y es la siguiente.

Censos efectuados:

Año 2 001 = 1 810 habitantes

Año 2 007 = 2 160 habitantes

Por lo tanto:

$$P_f = \frac{2\,160 + (2\,160 - 1\,810) (25)}{3} = 5\,077 \text{ habitantes}$$

c.6 Método exponencial: no aplica en este estudio por no existir la suficiente información.

Como se puede observar en los resultados, la confiabilidad de cada método para el pronóstico de la población es relativa, independientemente del método que se emplee, porque existen muchos factores de carácter político, económico y social, que en la mayoría de las veces, son imprevisibles. En este caso en particular se utilizará el método geométrico.

#### **7.4. Indicadores Financieros**

Por ser un proyecto de inversión social, la metodología utilizada es el Análisis Costo Impacto (ACI), que permite identificar un problema social en una población, formular y seleccionar la mejor alternativa para resolverlo, hacer un diseño detallado y llevar a cabo el proyecto con un sistema de monitoreo y evaluación de impacto.

Un proyecto social, es la unidad mínima de asignación de recursos, que a través de un conjunto integrado de procesos y actividades, pretende transformar una parcela de la realidad, disminuyendo o eliminado un déficit, o solucionando un problema. Un proyecto social debe cumplir las siguientes condiciones:

#### **7.4.1. Definir el problema social que se persigue resolver**

La falta de un sistema de agua potable para la población del caserío Laguna El Zapotal, ubicado en el municipio de San Francisco Petén, El Petén.

#### **7.4.2. Tener objetivos de impacto claramente definidos**

- a) Implementar mediante un estudio técnico, socioeconómico y estadístico un sistema de agua potable en la comunidad de el caserío Laguna El Zapotal, para elevar su condición de vida.
- b) Cuantificar y calificar los beneficios que otorga sistema de agua potable en la población que carece del mismo.

#### **7.4.3. Identificar a la población objetivo a la que está destinada el proyecto**

La comunidad de el caserío Laguna El Zapotal, municipio de San Francisco Petén, Petén, carece de un servicio apropiado para la distribución y almacenamiento de agua potable para satisfacer sus necesidades.

#### **7.4.4. Especificar la localización espacial de los beneficiarios**

El caserío Laguna El Zapotal, se encuentra situado a aproximadamente 23 kilómetros de la cabecera municipal de San Francisco Petén, colindando al Norte con el caserío Nuevo San Francisco, al Este con la carretera de terracería que comunica varias comunidades del municipio, al Sur con la cabecera municipal de San Francisco Petén y al Oeste con una finca privada.

Los proyectos sociales producen y/o distribuyen bienes o servicios (productos), para satisfacer las necesidades de aquellos grupos que no poseen recursos para solventarlas autónomamente, con una caracterización y localización espacio-temporal precisa y acotada. Los productos se entregan en forma gratuita o a un precio subsidiado.

El impacto de un proyecto social es la magnitud cuantitativa del cambio del problema de la población objetivo como resultado de la entrega de productos a la misma. El éxito de un proyecto es la medida de su impacto en función de los objetivos perseguidos, es por tanto, la justificación última de su implementación. En este caso en particular se puede dotar de agua potable a una comunidad que ha padecido, desde su fundación del vital líquido de una manera adecuada y con un trato sustentable.

Los productos son los bienes y/o servicios que se entregan a los beneficiarios finales, en este caso agua potable entubada para cada vivienda de la comunidad.

Para que los productos generen los impactos esperados, es necesario tomar en cuenta su sustentabilidad y sostenibilidad. Un proyecto social es sustentable en la medida que exista capacidad instalada (construcción de un pozo mecánico que cubra la demanda de agua, con un equipamiento adecuado, un tanque de almacenamiento y distribución, y una red bien diseñada de agua dentro de la comunidad). Es sostenible cuando los impactos producidos perduran en el tiempo (en este caso, una vida útil de 25 años, aplicando un buen mantenimiento preventivo a los equipos y el uso adecuado de los mismos por el personal capacitado).

a) Cobertura: es la razón existente entre la cantidad de personas atendidas

el tamaño de la población objetivo:

$$\text{Cobertura bruta} = \frac{\text{Cantidad de personas atendidas}}{\text{Tamaño de la población objetivo}} \times 100$$

$$\text{Cobertura bruta} = \frac{2\,454}{2\,454} \times 100 = 100\%$$

$$\text{Cobertura neta} = \frac{\text{POA} + \text{PNOA}}{\text{POP}} \times 100$$

Donde:

POA = Población objetivo atendida (los que tienen la necesidad y reciben los productos).

PNOA = Población no objetivo atendida (los que no tienen la necesidad pero reciben los productos).

POP = Población objetivo programada (la población que tiene la necesidad y es la destinataria del proyecto).

$$\text{Cobertura neta} = \frac{2\,454 + 0}{2\,454} \times 100 = 100\%$$

b) Evaluación: sirve de marco de referencia para la formulación de un proyecto, permitiendo medir los costos y el impacto (o los beneficios), del mismo, así como las relaciones existentes entre ambos. Existen dos tipos de evaluación según el momento que se realiza y el objetivo perseguido.

b.1 La evaluación ex/ante, que se realiza antes de la inversión y la

operación.

Se estiman los costos como el impacto (o beneficios), y así adoptar la decisión (cualitativa), de implementar o no el proyecto.

En este estudio se estableció el costo/beneficio de implementar el sistema de agua potable en la comunidad de el caserío Laguna El Zapotal, a un costo/eficiencia social de Q.9,35, con una cobertura del 100% de la población objetivo programada.

- b.2 La evaluación ex/post se lleva a cabo tanto en la etapa de operación como una vez finalizado el proyecto.
- c) Análisis costo beneficio (ACB): en el caso de los proyectos sociales, los beneficios difícilmente pueden expresarse en moneda, por lo que la utilización del ACB queda severamente limitada.
- d) Análisis del costo mínimo (ACM): compara los costos-monetarios (tanto en una evaluación ex/ante como ex/post), con el nivel de producción y distribución de los bienes y servicios que entrega el proyecto.
- e) Análisis costo-impacto (AIC): compara, al igual que el ACM, los costos (monetarios), con el logro de los objetivos de impacto.

Fases del Proyecto:

- a) Idea: es el diagnostico preliminar que busca dar respuesta a un conjunto de preguntas:
  - a.1 ¿Qué problema se pretende resolver?: implementar un sistema de agua potable para la población de el caserío Laguna el Zapotal.
  - a.2 ¿En qué medida se quiere resolver?: se dotará de un adecuado sistema de distribución de agua potable a toda la población,

construyendo un pozo mecánico, equipándolo adecuadamente, construyendo un buen tanque de almacenamiento, y distribución, y diseñando una adecuada red de distribución para cada vivienda.

- a.3 ¿A quiénes está dirigido el proyecto?: 491 familias existentes en la comunidad.
- a.4 ¿Dónde esta localizada la población objetivo?: en el municipio de San Francisco Petén, Petén, directamente en la comunidad conocida como caserío Laguna El Zapotal.
- a.5 ¿Qué características tiene la oferta y demanda existente de los bienes y servicios que permiten solucionar el problema?: en el caserío no hay una adecuada forma de distribución de agua potable para el 100% de la población que allí habita. Actualmente se acarrea desde una laguneta que esta distante del centro poblacional y que no es potable.
- a.6 ¿Cuáles son las principales causas y consecuencias del problema central?: al no existir un adecuado abastecimiento del vital líquido se corren riesgos muy grandes de adquirir enfermedades de todo tipo, lo que redundo en una mala calidad de vida.
- a.7 ¿Cuáles son las principales áreas de intervención posibles?: se quiere implementar una red de distribución de agua potable para el 100% de la población existente.
- a.8 ¿Qué restricciones y/o potencialidades se deben considerar?: no existen limitantes para llevar a cabo el proyecto (ver estudio social-ambiental).
- a.9 ¿Cuáles son las fuentes de financiamiento y recursos existentes?: es un proyecto social que será financiado en su totalidad por el aporte constitucional para los consejos de desarrollo del departamento de Petén y la municipalidad de San Francisco Petén donará las áreas físicas en donde se llevarán a cabo cada uno de los rubros que componen el total del proyecto dentro de la comunidad.

- b) Perfil: en esta etapa se profundizan los antecedentes del diagnóstico, en este estudio, el perfil del proyecto es el siguiente.

### PROYECTO QUE FORMA CAPITAL FIJO

A continuación se describen las variables que debe ingresar al Sistema Informático del SNIP.

- b.1. Identificación del proyecto que forma capital fijo
  - b.1.1. Nombre del proyecto: (está conformado por b.1.1.1, b.1.1.2 y b.1.1.3)
    - b.1.1.1. Proceso: construcción perforación y equipamiento
    - b.1.1.2. Objeto: sistema de agua potable
    - b.1.1.3. Ubicación específica: caserío Laguna El Zapotal
  - b.1.2. Institución responsable: municipalidad de San Francisco Petén
  - b.1.3. Unidad ejecutora responsable: municipalidad de San Francisco Petén
  - b.1.4. Descripción del proyecto: consiste en la perforación, construcción y equipamiento de un pozo mecánico de 400 pies de profundidad, motor eléctrico sumergible, bomba con impulsor sumergible, panel de arranque, caseta de control de bombeo, red de impulsión, red de distribución y

tanque elevado de acero para almacenamiento y distribución de agua potable.

b.1.5. Función: agua y saneamiento

b.1.5.1. Sub-función: sistema de agua

b.1.5.2. Clase: agua potable

b.1.6. Área de influencia: (marque solo una casilla)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
nacional	regional	departamental	municipal

b.1.7. Etapa actual: (marque solo una etapa)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
perfil	pre-factibilidad	factibilidad	diseño	ejecución

b.1.8. Fecha de inicio de la etapa actual: 01/02/ 2010

b.1.9. Ubicación geográfica:

Departamento: Petén Municipio: San Francisco

b.1.10. Unidades co-ejecutoras:

Concejo departamental de desarrollo (COCODE)

Oficina municipal de planificación (OMP)

Empresa ejecutora contratada

b.2. Diagnóstico

b.2.1. Antecedentes

En el caserío Laguna El Zapotal, Municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, se tiene actualmente un deficiente suministro de agua potable para toda la comunidad, debido a que no existe infraestructura adecuada, ni fuentes propias que provean el vital líquido. El caserío Laguna El

Zapotal, se encuentra a una distancia aproximada de 23 kilómetros de la cabecera municipal.

#### b.2.2. Problemática

La falta del vital líquido, como es el agua, tiene sus efectos en todos los aspectos de salud. Dándose así enfermedades infecto contagiosas en la población.

#### b.2.3. Justificación

Es necesario que en todas las comunidades dispongan de un buen servicio de agua potable, para contrarrestar las enfermedades de todo tipo, que perjudica a diario a las comunidades.

#### b.2.4. Descripción

Consiste en la perforación, construcción y equipamiento de un pozo mecánico de 400 pies de profundidad, motor eléctrico sumergible, bomba sumergible, panel de arranque, caseta de controles de bombeo, línea de impulsión y descarga, red de distribución y tanque elevado de acero para almacenamiento y distribución de agua potable.

#### b.2.5. Objetivos

##### b.2.5.1. General

Elevar las condiciones de vida a las personas que habitan en el caserío Laguna El Zapotal.

b.2.5.2. Específicos

Proveer de un servicio adecuado para el suministro de agua potable en la comunidad.

b.2.6. Resultados esperados

- Contar de un servicio de agua potable a la comunidad.
- Mejorar el medio ambiente.

b.2.7. Responsable del proyecto

Nombre: Dr. Simón Vinicio Penados Gómez

Cargo: Alcalde Municipal

Teléfono: 79274343

Dirección: Municipalidad de San Francisco Petén, El Petén

email: munisanfranciscopeten.blogspot.com

b.3. Indicadores de la fase

b.3.1. Beneficiarios directos

Tabla I. **Beneficiarios directos**

HOMBRES											
Área Urbana						Área Rural					
Indígena			No Indígena			Indígena			No Indígena		
0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 15 años	16 a 50 años	50 en adelante
						<b>511</b>	<b>639</b>	<b>30</b>			

Continuación tabla I

MUJERES											
Área Urbana						Área Rural					
Indígena			No Indígena			Indígena			No Indígena		
0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante	0 a 5 años	6 a 49 años	50 en adelante
						<b>541</b>	<b>675</b>	<b>58</b>			

Fuente: censo efectuado dentro de la Agenda de Desarrollo Comunitario, OMP.

b.3.2. Costo/eficiencia: Q.9,35 (*para proyectos sociales*)

b.3.3. TIR: (Tasa Interna de Retorno): no aplica para proyectos sociales.

b.3.4. VAN: (Valor actual neto): no aplica para proyectos sociales.

b.3.5. Cuenta con diseños: (marque sólo una casilla)

si

no

en elaboración

b.3.6. Situación del terreno: (marque sólo una casilla)




legalizado en proceso de legalización en vías de expropiación

b.3.7. Empleo a requerir

Tabla II. **Empleo a requerir**

Tipo de mano de obra	Durante la ejecución hombre/mes	Durante la operación hombre/mes
<b>Calificada</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>No calificada</b>	<b>7</b>	<b>1</b>

Fuente: presupuesto elaborado por la OMP y el COCODE.

b.3.8. Modalidad de ejecución: (marque sólo una casilla).

por administración

por contrato

b.4. Operación del proyecto

b.4.1. Vida útil del proyecto: 25 años

b.4.2. Fecha de inicio de la operación: diciembre  
de 2010

b.4.3. Institución responsable de operación:  
municipalidad de San Francisco Petén

b.4.4. Costo anual de operación:

Remuneraciones \_\_\_\_\_ quetzales

Bienes y servicios \_\_\_\_\_ quetzales

Materiales y suministros \_\_\_\_\_ quetzales

b.5. Solicitud de financiamiento por fase

b.5.1. Fase a solicitar: (marque sólo una fase)

pre-inversión

ejecución

b.5.2. Período de ejecución de la fase: (marque sólo una fase)

anual

multianual

b.5.3. Fecha estimada de inicio de la fase:

01/12/2 010

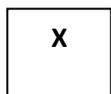
b.5.4. Fecha estimada de finalización de la fase:

30/04/2 011

b.6. Descripción de la fase

Consiste en la perforación, construcción y equipamiento de un pozo mecánico de 400 pies de profundidad, motor eléctrico sumergible, bomba sumergible, panel de arranque, caseta de controles de bombeo, generador eléctrico, línea de impulsión y descarga, red de distribución, tanque elevado de acero para almacenamiento y distribución de agua potable.

b.7. Situación presupuestaria



**nuevo**



**arrastre**

b.8. Estructura programática

Esta conformada por: programa presupuestario, subprograma presupuestario, proyecto presupuesto y actividad u obras. Esta codificación debe consultarla con la unidad de administración financiera o con la dirección técnica del presupuesto.

b.9. Fecha de solicitud de financiamiento: 01/01/2 010

b.10. Programación de inversiones (en quetzales):

Esta compuesto por los aportes que el ente financiero otorgara conforme programación establecida, según los avances estimados durante la ejecución del proyecto.

Tabla III. **Programación de inversión**

<b>Fuentes de Financiamiento</b>	<b>Solicitado 2008</b>	<b>Programado 2010</b>	<b>Programado 2011</b>	<b>Total de la Fase</b>
Gobierno		<b>400 000,00</b>	<b>1 600 000,00</b>	<b>2 000 000,00</b>
Externos				
Comunidad				
Municipalidad				
Otros Aportes				
<b>TOTAL</b>		<b>400 000,00</b>	<b>1 600 000,00</b>	<b>2 000 000,00</b>

Fuente: listado geográfico de obras (CODEDE Región III).

b.11. Programación financiera anual: (2010 – 2011)

Tabla IV. **Programación financiera anual**

<b>Fuentes de Financiamiento</b>	<b>diciembre Q.</b>	<b>enero Q.</b>	<b>febrero Q.</b>	<b>marzo Q.</b>	<b>abril Q.</b>	<b>mayo Q.</b>
Gobierno	<b>700 000</b>	<b>325 000</b>	<b>325,000</b>	<b>325 000</b>	<b>325 000</b>	
Externos						
Comunidad						
Municipalidad						
Otros Aportes						
Total	<b>700 000</b>	<b>325 000</b>	<b>325 000</b>	<b>325 000</b>	<b>325 000</b>	

Fuente: listado geográfico de obras (CODEDE Región III).

b.12. Información física

b.12.1. Asignación y ponderación de rubros

Tabla V. **Asignación y ponderación de rubros**

<b>RUBRO</b>	<b>PORCENTAJE DE PONDERACIÓN</b>
Perforación Pozo de 400 pies	20,4 %
Equipamiento de Pozo	6,8 %
Construcción de caseta de control	2,3 %
Planta de generación	6,4 %
Construcción de Tanque elevado	20,0 %
Construcción de línea de impulsión y descarga	20,8 %
Construcción de red de distribución	23,1 %
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>

Fuente: presupuesto elaborado por el CODEDE y la OMP.

b.12.2. Programación física por rubro

Tabla VI. **Programación física por rubro**

<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>PROGRAMADO 2010</b>	<b>PROGRAMADO 2011</b>
		<b>Q.</b>	<b>Q.</b>
Perforación de pozo de 400´	UNIDAD	400 000,00	
Equipamiento de pozo	UNIDAD	132 390,95	
Construcción caseta bomba	UNIDAD	44 694,80	
Planta de generación	UNIDAD	125 678,19	
Construcción tanque elevado	UNIDAD		395 351,09
Construcción línea de impulsión y descarga	UNIDAD		406 803,36
Construcción red de distribución	UNIDAD		452 206,89

Fuente: presupuesto elaborado por la OMP y el CODEDE.

b.12.3. Programación anual: (2010 – 2011)

Tabla VII. Programación física anual

RUBRO	diciembre Q.	enero Q.	febrero Q.	marzo Q.	abril Q.	mayo Q.
Perforación pozo 400´	400 000,00					
Equipamiento de pozo	132 390,95					
Construcción caseta bomba	44 694,80					
Planta de generación	125 678,19					
Construcción tanque elevado		197 675,54	197 675,54			
Construcción línea de impulsión y descarga				203 401,68	203 401,68	
Construcción red de distribución				150 735,63	150 735,63	150 735,63

Fuente: presupuesto elaborado por la OMP y el CODEDE.

c) Pre-factibilidad: en esta fase se realiza la evaluación ex/ante de las alternativas, considerando

c.1 Estudio del mercado: incluye la demanda prevista para para los bienes y/o servicios que entregará el proyecto y la oferta que existe de los mismos: existen 491 familias que están compuestas por 2 454 personas (demanda), que no poseen un servicio de agua potable (oferta).

c.2 Análisis de alternativas tecnológicas

c.2.1 La perforación de un pozo mecánico de agua potable.

- c.2.2 Un sistema de bombeo desde la laguneta El Zapotal, con la implementación de adecuadas formas para potabilizar el agua.
  - c.3 La estimación de los costos e impactos durante la vida del proyecto: los costos estarán directamente relacionados con el uso adecuado del sistema, entre más consumo de agua más gasto de operación y mantenimiento. La vida útil de todo el sistema estará condicionada por la vida útil de cada equipo y componentes, y tendrá ese tiempo de operación con un adecuado programa de mantenimiento preventivo.
  - c.4 Los requerimientos organizacionales y condicionales legales: la oficina municipal de planificación da los reglamentos restrictivos o promocionales para la ejecución de un proyecto social de este tipo, basándose por supuesto en estándares nacionales e internacionales.
  - c.5 El momento óptimo para comenzar el proyecto según los condicionamientos temporales existentes: depende únicamente de la asignación de los fondos gubernamentales y del buen estudio realizado para la elaboración del proyecto, autorizado por las autoridades ediles y departamentales, y sus oficinas de planificación.
- d) Factibilidad: se detalla en el estudio realizado para la elaboración del proyecto de sistema de agua potable para el caserío Laguna El Zapotal.

Actualización de los costos: para comparar la información del flujo de costos, se debe de calcular su valor presente, al momento del análisis (período 0), utilizando la tasa de descuento vigente para proyectos sociales (habitualmente 12% anual). El valor presente de los costos de un período determinado se calcula con la siguiente fórmula.

$$P_i = F_i \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Donde:

$P_i$  = valor presente de una inversión realizada en el período  $i$

$F_i$  = valor futuro en el período  $i$

$i$  = tasa de descuento

$n$  = cantidad de períodos entre el presente y el futuro.

$$P_i = (Q.1\ 957\ 125,28) \frac{1}{(1 + 0,12)^{25}} = Q.115\ 124,58$$

## 7.5. Cronograma de ejecución física y financiera

En estos cuadros se anotarán los principales rubros de costos identificados y que han servido de base para determinar la inversión total. Ver anexos.

## **8. ASPECTO SOCIAL Y AMBIENTAL**

### **8.1. Introducción**

El presente estudio hidrogeológico tiene como propósito sustentar técnicamente la ubicación del proyecto de sistema de agua potable para los habitantes de la comunidad situada en el caserío Laguna el Zapotal.

Parte de las actividades para desarrollar, incluyó una serie de visitas de campo. Estas visitas, junto con el trabajo de gabinete y de investigación realizada por técnicos en la materia, tuvieron como objetivo la evaluación de las fuentes de agua disponibles del lugar, el entorno topográfico, la geología e hidrogeología, y obtener otra información técnica que permitiera concluir en recomendaciones del potencial de ocurrencia de agua subterránea y de los posibles sitios disponibles con mayor probabilidad de éxito para la ubicación del sitio de la perforación del pozo mecánico.

Se trato de anticipar una posible cuantificación de producción de agua subterránea a ciertos niveles de profundidad, y establecer algunas directrices para el suministro adecuado de agua para la protección del acuífero de contaminaciones como una contribución a la conservación del medio ambiente.

El proyecto a construir se encuentra en el departamento de Petén, al Norte de la ciudad de Guatemala, en el municipio de San Francisco Petén. El área seleccionada para desarrollar el proyecto es una gran extensión de terreno, que se encuentra aproximadamente a 23 kilómetros de la cabecera municipal de San Francisco Petén. Para ingresar a la comunidad se utiliza la

carretera de terracería que sale del casco urbano del municipio hacia el Sur-Este, la cual se encuentra en buen estado, pasando por otras comunidades vecinas como lo son Eben Ezer, San José Pinares y Nuevo San Francisco, al mismo tiempo se pueden ingresar desde el municipio de Dolores, pasando por las comunidades de San Martín, Santa Teresa y San Valentín. Ver anexos.

El área para desarrollar el proyecto posee vegetación y árboles, y su orografía presenta ondulaciones de baja altura. Con un clima cálido, con una temperatura promedio anual de 27,5 °C. Ver anexos.

Está irrigado por 2 ríos (el río Subín y el río San Martín), 2 aguadas y una laguneta (llamada el Zapotal), con una extensión de 2 kilómetros, por lo que según esta descripción, en esta área se encuentran acuíferos productivos. Ver anexos.

Debido a las necesidades de agua potable para la comunidad, se hace necesario perforar un pozo mecánico a una profundidad tal que garantice una calidad de agua de los mantos a ese nivel y su pureza. Este pozo servirá para solventar los requerimientos de agua de la población, ya que es demasiado oneroso llevar el agua entubada desde el casco municipal al caserío.

## **8.2. Justificación del estudio**

Es de interés de la municipalidad de San Francisco Petén, contar con un estudio que contenga la información técnica necesaria, que justifique las mejores opciones para llevar a cabo la perforación de un pozo nuevo para el proyecto de suministro de agua potable, obteniendo un recurso de buena calidad y adicionalmente cumplir con el requisito del Ministerio del Medio Ambiente, previo a proceder al inicio de los trabajos.

### **8.3. Localización geográfica del proyecto**

El terreno presenta una topografía regular, variando de ondulaciones de baja altura a planicies de gran extensión.

En el área del casco urbano del caserío, Laguna El Zapotal, existe poca vegetación, no así en sus alrededores en donde el tipo de bosque bajo, cuenta con su flora y fauna, y la parte de la sabana que se utiliza para los sembradillos de maíz, frijol y chile, con extensiones relativamente pequeñas, por lo que no se tendrá gran influencia en la construcción del pozo, la caseta de control de bomba + generador eléctrico y el tanque elevado, ya que las áreas asignadas para el proyecto están libres de las especies identificadas (terrenos sin flora, fauna, edificación y siembra, que pertenecen al casco urbano de la aldea).

Por ya estar establecida la comunidad en el terreno, desde hace años, el trazo de calles es el que determina la focalización de los lotes de cada familia, por lo que para la perforación se dispondrá de terrenos municipales en una zona de influencia comunal, que esta a una altura aproximada de 220 metros sobre el nivel del mar (msnm), dentro de los límites urbanos del casco poblacional.

### **8.4. Situación actual del abastecimiento del recurso**

La comunidad no cuenta actualmente con fuentes de abastecimiento adecuadas, como tampoco la municipalidad de San Francisco Petén tiene una red de distribución de agua potable para surtir a la población. La demanda crece mucho más rápido que la capacidad de las municipalidades en construir redes de servicios. Otra fuente de abastecimiento (que es la actual), es el agua de la Laguneta El Zapotal, pero no es la más adecuada por el grado de

contaminación que presenta dicho insumo durante la época del verano y su baja capacidad de almacenamiento, y las distancias de los ríos Subín y San Martín.

#### 8.4.1. Estimación del caudal requerido

De acuerdo a datos proporcionados por la oficina municipal de planificación (OMP), de la municipalidad de San Francisco Petén, se tiene considerado implementar una red de distribución de agua potable para 491 familias que conforman la comunidad del caserío Laguna El Zapotal, esto quiere decir que si se estima un cuarto de metro cúbico por cada familia por día (1/4 de paja), es necesario disponer de 122,75 metros cúbicos por día.

Se estima que el pozo debería de poder aportar un caudal mínimo del orden de 30 galones por minuto (gpm) (1,26 litros por segundo), trabajando las 24 horas, situación que no es recomendable, pero que si es factible obtener por la calidad de los acuíferos existentes.

a) Cálculo del caudal medio o consumo medio diario ( $Q_m$ ): es el consumo durante veinticuatro horas obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Se calcula de la siguiente manera.

$$Q_m = (\text{Dot}) (P_f) / 86\ 400 \quad (\text{l/s})$$

Donde:

Dot = Dotación

$P_f$  = Población futura

Para el cálculo actual, el caudal medio será:

El sistema propuesto abastecerá a un número futuro de habitantes de 5 115, con una dotación de 100 l/h/d.

$$Q_m = (100)(5\ 115)/86\ 400 = 5,92 \text{ l/s}$$

b) Cálculo de conducción o caudal de día máximo ( $Q_c$ ): es el consumo durante veinticuatro horas observado durante un período de un año. El caudal de conducción se calcula con la siguiente fórmula.

$$Q_c = (Q_m) (\text{FDM}) \quad (\text{l/s})$$

El factor de día máximo a utilizar es de 1.5 = FDM

El caudal de día máximo o de conducción actual sería:

$$Q_c = (5,92) (1,5) = 8,88 \text{ l/s}$$

c) Cálculo de distribución o caudal de hora máximo ( $Q_m^h$ ): es conocido también, como caudal de distribución; es la hora de máximo consumo del día.

El valor calculado se usará para diseñar la red de distribución.

Para determinar este caudal se debe de multiplicar el caudal medio por el factor de hora máximo (FHM). La fórmula para calcular este caudal es.

$$Q_m^h = (Q_m) (\text{FHM})$$

El factor de hora máximo a utilizar es de 2 = FHM

El caudal de hora máximo o de distribución actual sería:

$$Q_m^h = (5,92) (2) = 11,84 \text{ l/s}$$

d) Cálculo de caudal de bombeo ( $Q_b$ ): cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporcionará la fuente. Dicho período afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de almacenamiento.

Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 horas. Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que se diseña para un período de 5 a 10 años, más no el resto de los componentes del sistema; por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a la población futura. Este caudal será bombeado a través de toda la línea de conducción hasta el tanque de distribución.

Se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Q_b = (Q_c) (24) / hb$$

Si se bombea durante 12 horas (hb), la expresión para el cálculo del caudal de bombeo actual, queda de la siguiente forma.

$$Q_b = (8,88) (24) / 12 = 17,76 \text{ l/s} = 282 \text{ gpm}$$

Dentro del diseño del sistema de abastecimiento de la comunidad es recomendable considerar una cantidad de agua de  $12 \text{ m}^3$  de reserva, para cubrir incendios o alguna eventualidad.

Si al aforar el pozo se obtiene un caudal promedio de 282 gpm ( $1\ 065,6 \text{ l/min}$ ), un tanque de  $100 \text{ m}^3$  de capacidad, se llenará en 1,56 horas.

#### **8.4.2. Estimación de la demanda**

La demanda ya ha sido calculada en  $122,75 \text{ m}^3$  por día.

##### **8.4.2.1. Estimación de demandas actuales y futuras**

La demanda actual esta en tener que cubrir, en condiciones normales, los  $122,75 \text{ m}^3$  por día, es decir que se tienen que bombear alrededor de 30 gpm desde el pozo al tanque de almacenamiento, durante el día, situación que podrá cambiar de rumbo después del desarrollo del pozo, es decir, que si el pozo produce más agua de la que se necesita, será de manejarlo sustentablemente para hacer eficiente la utilización del manto acuífero en el área.

Según el Plan de Desarrollo Comunitario para el caserío Laguna El Zapotal, diseñado por la municipalidad de San Francisco Petén, se tendrá que contemplar una vida útil del proyecto de 25 años a una tasa de crecimiento

anual del 2,98%, lo que indica que tendrá que satisfacer una demanda a futuro para 5 113 habitantes (según tasa de crecimiento anual), que representa casi el doble de la población actual y se estima una producción que si podrá satisfacer la demanda futura.

Demanda actual 491 familias 122.75 m<sup>3</sup> /d (30 gpm)

Demanda futura 1023 familias 255.75 m<sup>3</sup>/d (63 gpm)

#### **8.4.2.2. Previsión de crecimiento demográfico permanente y estacional, industrial, agrícola, recreativo, usos del agua, cantidad, calidad**

El crecimiento demográfico esta sustentado en el Plan de Desarrollo Comunitario elaborado por la OMP de San Francisco Petén, el cuál contempla un 2,98% anual. Por los estudios realizados no se contempla ningún crecimiento del tipo industrial, no así el agrícola que es el mayor sustento de sus habitantes. En lo referente a lo recreativo, se vislumbra un buen manejo de la Laguneta El Zapotal, que conservando su biósfera podría generar algunos recursos para la comunidad.

El manejo sustentable del agua esta directamente relacionado con la buena educación que se le de a sus habitantes, y la cantidad y calidad de la misma va de la mano con ese consumo bien estructurado y planificado.

### **8.5. Geología regional**

El territorio de Guatemala se encuentra dividido en zonas geológicas que comprenden la zona Norte del Petén consistente en rocas sedimentarias (Karst)

de origen marino, la zona metamórfica que incluye parte de Huehuetenango, hasta la Sierra de las Minas al Este. La zona volcánica del altiplano que incluye rellenos cuaternarios y terciarios de arenas volcánicas en las planicies. La cadena volcánica que esta conformada por el cordón de volcanes y las planicies aluviales del Sur desde la falda de los volcanes al océano Pacífico.

La comunidad del caserío Laguna el Zapotal se encuentra dentro de la zona Norte de la geología regional.

#### **8.6. Hidrogeología regional**

La mayor parte de la información hidrometeorológica se genera a partir de la información que han elaborado las instituciones gubernamentales como el INSIVUMEH, INDE y el MAGA, y la generada por los trabajos y la experiencia en el conocimiento del país por parte de los expertos consultores.

La hidrogeología regional se encuentra básicamente regida por las condiciones geológicas del subsuelo, sus condiciones de permeabilidad y la conductividad del agua subterránea dentro de las formaciones litológicas existentes. Las áreas de recarga son influenciadas mayormente por la topografía, la ocurrencia de fallas, la ocurrencia de quebradas y riachuelos, así como el comportamiento de la precipitación pluvial.

Las áreas de recarga son mayormente locales. El subsuelo formado por sedimentos de origen cálcico de origen marino, hacen una gran captación del manto acuífero a cierta profundidad y logran encausar el agua de lluvia con buenas precipitaciones en su camino hacia el mar. Las formaciones de aguadas y lagunetas, alimentadas subterráneamente y los afluentes de ríos de gran caudal hídrico caracterizan a la zona en un área de naturaleza abierta (no

confinada). Su conformación de roca sedimentaria, permeable y vulnerable a la erosión determina la Zona.

## **8.7. Geología local detallada**

### **8.7.1. Marco geológico preliminar**

El departamento de Petén, limita al Norte y Oeste con México; al Sur con los departamentos de Izabal y Alta Verapaz y al Este con Belice.

En la región se localiza la "Cuenca Sedimentaria del Petén", que comprende el área de rocas que se depositaron durante los períodos Cretácico y Terciario, las cuales cubren casi todo el departamento, con excepción de un área relativamente pequeña al Noreste de Poptún.

La cuenca se encuentra dividida en cuatro provincias geológicas y subdivididas en zonas geológicas:

- a) **Plataforma sedimentaria de Yucatán:** es una continuación hacia el Sur de la plataforma de la península de Yucatán, que es un área de poca deformación tectónica, por lo cual los estratos de rocas que la conforman se encuentran horizontalmente o muy inclinados.

Esta plataforma se extiende por toda la parte Norte del departamento, hasta una línea aproximada El Naranjo-Flores-Melchor de Mencos. Está compuesta por rocas sedimentarias de yeso y marga, del Cretácico Superior y del Eoceno.

- b) **Cinturón Plegado del Lacandón:** se extiende desde la Sierra del

Lacandón al Oeste; desde las estribaciones de las montañas Mayas, al Sureste. Está conformado por rocas sedimentarias carbonáticas marinas y areniscas gruesas del Cretácico Secundario.

- c) Planicie Baja Inferior del Petén: esta provincia se encuentra extendida en la cuenca de los ríos Salinas y Pasión, al Sureste del departamento; ha estado sujeta a varios episodios de deformación tectónica y sus estratos aparecen fuertemente plegados y fallados. Está formada por sedimentos terrestres del Mioceno al Plioceno Terciario y por sedimentos marinos del Paleoceno-Eoceno.
- d) Estribaciones de las montañas Maya: en el Sureste del Petén, desde Dolores hasta la frontera con Belice, el Cinturón del Lacandón se eleva para formar las montañas Maya.

Las estribaciones pertenecen a las mismas formaciones geológicas, pero la parte central, entre Poptún y San Luis, está formada por sedimentos y rocas areniscas del Carbonífero y del Pérmico Primario. Ver anexos.

### **8.7.2. Síntesis litoestratigráfica**

La planicie baja interior de Petén, resulta, en su mayor parte, de la erosión del Karst y su relleno por los sedimentos resultantes. El relieve es ligeramente ondulado y la altura no pasa de 200 msnm.

Los ríos tienen curso superficial. Así mismo, se pueden hacer mención de la existencia de bajos y humedales que cubren cerca del 7% del territorio y se encuentran principalmente en la planicies aluviales del río San Pedro, conformados por las subcuencas de sus afluentes como el de Agua Dulce,

Escondido, Tamarís y Jicotea, y al Norte del río de la Pasión, entre los ríos Subín y Pucté.

Representan un área de bosque tropical húmedo con elevaciones promedio de 100 m formado por sedimentos Mesozoicos y Terciarios levemente plegados. Sobre calizas y dolomitas Cretácicas donde se desarrollo un relieve Karst extenso, dando lugar a terrenos muy accidentados. Debido al drenaje subterráneo hay amplias regiones sin suministro de agua durante la estación seca.

Existen rocas sedimentarias del Carbonífero y Pérmico (CPsr), como las lutitas, areniscas, conglomerados y filitas. También pueden haber formación Todos Santos (JKts), que son formaciones alargadas de areniscas de la edad del Jurásico-Cretácica.

Existen Sedimentos clásticos marinos (KTs), con edad Cretácica-Terciaria.

### **8.7.3. Prospección geofísica local**

Prospección geofísica: usa métodos cuantitativos para la localización de recursos naturales como petróleo, agua, yacimientos de minerales, cuevas, etc. o artificiales como yacimientos.

Para el proyecto en mención, el área se localiza dentro del perímetro que la comunidad ha establecido para su vivienda. Este mantiene las características de la zona de planicies en el municipio de San Francisco, por lo tanto, la ubicación del mismo, estará directamente condicionada por los recursos que la misma municipalidad dotara para su ejecución.

#### **8.7.4. Tectónica**

En Guatemala se distinguen rasgos estructurales de gran magnitud, tales como la situación con respecto a la tectónica de placas. Las placas de Cocos y el Caribe interactúan a lo largo de la fosa mesoamericana, donde la placa de Cocos esta en proceso de subducción bajo la del Caribe.

Aparte de las fallas involucradas con las placas tectónicas, existe gran cantidad de fallas de menor dimensión, con una orientación aproximada Norte-Sur, Noreste y Noroeste de tipo normal, es decir, que se han formado por esfuerzos de tensión en la corteza, como consecuencia principalmente por los desplazamientos relativos de las placas tectónicas de Cocos y del Caribe.

La interacción entre placas del Caribe y del Norte ocurre a lo largo de las fallas del Polochic, San Agustín y Motagua. Los desplazamientos relativos de estas dan como resultado la actividad volcánica y los movimientos telúricos. Las discontinuidades corticales antes mencionadas tienen una orientación aproximada Este-Oeste, cambiando a Noreste-Sureste.

La placa del Caribe es una placa tectónica con una superficie de 32 millones de kilómetros cuadrados, que incluye una parte continental de la América Central (Guatemala, Belice, Honduras, Nicaragua, El Salvador, Costa Rica y Panamá), y constituye el fondo del Mar Caribe al norte de la costa de América del Sur. La placa del Caribe colinda con la Placa Norteamericana, la Placa Suramericana, y la Placa de Cocos.

Esta se extiende desde el Noroeste de Guatemala (Izabal, Baja Verapaz, Petén y Jutiapa). Se extiende desde el Norte de Honduras hacia el Noreste

hasta el Sur (Islas de la Bahía, Atlántida, Puerto Cortéz, Santa Bárbara e Intibucá).

Otro rasgo de gran importancia son los sistemas plegados, los cuales se encuentran situados principalmente a lo largo de la Cordillera Central y un poco en las rocas sedimentarias que afloran más al Norte, en las Verapaces y Huehuetenango. Los ejes de estos pliegues tienen una orientación aproximada Este-Oeste variando al Noreste-Sureste. Ver anexos.

### **8.8. Estudio geofísico local**

La geofísica interna analiza la superficie de la Tierra, en particular se estudian los siguientes aspectos:

- a) Gravimetría: estudia el campo gravitatorio terrestre
- b) Sismología: estudia los terremotos y la propagación de las ondas elásticas (sísmicas), que se generan en el interior de la Tierra. La interpretación de los sismogramas que se registran al paso de las ondas sísmicas permite estudiar el interior de la Tierra.
- c) La Geomagnetismo: estudia el campo magnético terrestre, tanto el interno generado por la propia Tierra como el externo, inducido por la Tierra y por el viento solar en la ionosfera.
- d) Oceanología: estudia el océano
- e) Paleomagnetismo: se ocupa del estudio del campo magnético terrestre en épocas anteriores del planeta.
- f) Geotermometría: estudia procesos relacionados con la propagación del calor en el interior de la Tierra, particularmente los relacionados con desintegraciones radiactivas y vulcanismo.
- g) Geodinámica: la interacción de estrés y fuerzas en la tierra que causan movimiento del manto y la litosfera.

- h) Prospección geofísica: usa métodos cuantitativos para la localización de recursos naturales como petróleo, agua, yacimientos de minerales, cuevas, etc. o artificiales como yacimientos.
- i) Ingeniería geofísica o geotecnia: usa métodos cuantitativos de prospección para la ubicación de yacimientos minerales e hidrocarburos, así como para las obras públicas y construcción en general.
- j) Tectonofísica: estudia los procesos geológicos en la tierra
- k) Hidrología: estudia el agua, su distribución espacial y temporal y sus propiedades.

### 8.8.1. Métodos eléctricos y electromagnéticos de prospección

Según la naturaleza de la fuente eléctrica o electromagnética empleada, se clasifica los métodos eléctricos y electromagnéticos como sigue:

Tabla VIII. Clasificación de los métodos de prospección

Métodos que utilizan campos naturales		Métodos que utilizan señales artificiales producidas en la superficie o en el aire
Alta (Métodos telúricos y magneto telúricos)	Penetración en el suelo	Limitada
	Campo	Mejor conocimiento y control de la fuente eléctrica
	Parámetros	Alta variedad en parámetros adecuados para resolver el objeto de exploración
Exploración petrolífera	Aplicación	

Fuente: guía para el desarrollo del saneamiento in situ. 259 p.

Métodos eléctricos y electromagnéticos comunes:

Tabla IX. **Métodos eléctricos y electromagnéticos**

<b>Campo natural como fuente</b>	<b>Fuentes artificiales controladas</b>
Método magneto telúrico	Resistividad eléctrica
Método telúrico-magneto telúrico	<i>‘Transient soundings’</i> (TEM)
Método de audiofrecuencia	Polarización electromagnética
Método de corriente telúrica	<i>‘Ground penetrating radar’</i>
<i>EM array profiling</i>	
Potencial propio	

Fuente: guía para el desarrollo del saneamiento in situ. 259 p.

Los métodos eléctricos se basan en tres fenómenos y propiedades asociadas con rocas:

- a) La resistividad, es decir, el recíproco de la conductividad, que determina la "cantidad" de la corriente que pasa por una roca al aplicar una diferencia potencial específica
- b) La actividad electroquímica causada por los electrolitos, que circulan en el subsuelo, que es la base para los métodos magnéticos de potencial propio y de polarización inducida
- c) La constante dieléctrica indica la capacidad de material rocoso de guardar carga eléctrica y determina, parcialmente, la respuesta de formaciones rocosas a las corrientes alternas de alta frecuencia introducida en la tierra a través de los métodos inductivos o conductivos

### 8.8.1.1. Resistividad específica

La resistividad específica  $r$  se define como la resistencia  $R$  de un cilindro conductor con una longitud unitaria  $l$  y una dimensión unitaria de su sección transversal  $S$ . Supuesto que la resistividad específica del cilindro conductor sea  $r$ , la longitud sea  $l$ , la dimensión de la sección transversal sea  $S$ , la resistencia  $R$  se expresa como sigue.

$$R = (r S)/l$$

La unidad de la resistividad específica es  $\text{Wm} = \text{Ohm metros}$ .

La densidad de la corriente  $J$  está relacionada con el campo eléctrico  $E$  y con la resistividad específica  $r$  según la ley de Ohm.

$$J = (1/r) E \text{ o } J = s E$$

Donde:

la conductividad  $s = 1/r$ , la unidad de  $s$  es  $\text{mhol/m} = 1/\text{Wm}$

= siemens/m.

Los factores que determinan la resistividad eléctrica de una roca, son los siguientes:

- a) Porosidad
- b) Composición química del agua, que llena los espacios porosos de la roca, como su salinidad por ejemplo
- c) Conductividad de los granos minerales, aún en la mayoría de los casos es un factor mucho menos importante en comparación a los dos factores anteriores

En las rocas porosas situadas encima del nivel del agua subterránea en una profundidad somera del subsuelo y en las rocas situadas en profundidades tan altas, que todos los espacios porosos están cerrados por la presión ambiental, la corriente se mantiene en forma de la conducción electrónica y ocurre adentro de los granos minerales. En estas condiciones la resistividad eléctrica depende de las verdaderas propiedades microscópicas de la roca.

En el caso de las rocas, cuyos espacios porosos están saturados con fluidos, la resistividad eléctrica de la roca depende, en primer lugar, de la resistividad de los fluidos. El mecanismo conductivo principal es electrolítico.

Una relación empírica llamada la ley de Archie, describe como la resistividad eléctrica  $r$ , la porosidad  $F$  y la resistividad del fluido  $r_w$  dependen entre sí.

$$r = a' \times F^m \times s^n \times r_w$$

Donde:

$s$  = porción de los espacios porosos llenados con agua u otro tipo de fluido.

$n \gg 2$ .

$a'$  es una constante con  $0,6 < a < 2,5$

$m$  es una constante con  $1,3 < m < 2,5$

Todos los métodos eléctricos sensibles para la resistividad y empleados en la superficie, detectan la resistividad eléctrica total de un volumen de roca situada en cierta profundidad (in situ). Los valores de resistividad eléctrica obtenidos de esta manera reflejan la combinación de los efectos de todos los mecanismos conductivos.

El rango de resistividad eléctrica de las rocas es amplio y se extiende desde  $10^{-2}$  a  $10^8$  Wm y mayor.

Rocas y minerales son:

- a) Conductores buenos con  $r < 1,0$  Wm
- b) Conductores intermedios con  $r = 1 - 100$  Wm
- c) Conductores pobres con  $r > 100$  Wm

Efecto de la "edad geológica", es decir, de la compactación a la resistividad eléctrica:

Se podría esperar un incremento de la resistividad relativamente uniforme con mayor edad geológica de una roca sedimentaria, debido a la mayor compactación asociada con el mayor espesor de las rocas situadas encima de las rocas más antiguas. Pero los valores de resistividad de la mayoría de las rocas sedimentarias de la Terciaria son anormalmente altos.

Este fenómeno se interpreta con la deposición de grandes cantidades de rocas sedimentarias en agua dulce en la Terciaria.

Las rocas sedimentarias del Mesozoico se caracterizan por valores de resistividad más bajos en comparación a aquellos de las rocas sedimentarias de la Terciaria puesto que se depositaron mayoritariamente en las aguas saladas de las cuencas marinas.

Tabla X. **Valores de resistividad específica en Wm para varios tipos de rocas saturadas con agua**

Edad geológica	Arena marina, Pizarra, Grauvaca	Arenas terrestres, argelita arcosa	Rocas volcánicas como basaltos rolitas, tobas	Granito grabo	Caliza, dolomia anhidrita, sal
Cuaternario Terciario	1 – 10	15 – 50	10 – 200	500 – 2 000	50 – 5 000
Mesozoico	5 – 20	25 – 100	20 – 500	500 – 2 000	100 - 100000
Carbonífero	10 – 40	50 – 300	50 – 1 000	1 000-5 000	200 – 100000
Paleozoico hasta el fin de carbonífero	40 – 200	100 – 500	100 – 2 000	1 000-5 000	10 000 – 100 000
Precámbrico	100 – 2 000	300 – 5 000	200 - 500	5 000 -20 000	10 000 - 100 000

Fuente: guía para el desarrollo del saneamiento in situ. 259 p.

No se puede encontrar una diferencia consistente entre los rangos de resistividad de los varios tipos de rocas. Estadísticamente la resistividad específica de las rocas metamórficas y las rocas ígneas, parece ser mayor en comparación a la de las rocas sedimentarias.

Aplicaciones de los métodos eléctricos y electromagnéticos, son las siguientes:

- a) Los contrastes en la resistividad específica de las rocas, que construyen el subsuelo y permiten el levantamiento electromagnético en la superficie y relacionar sus resultados con estructuras geoelectricas situadas en la profundidad
- b) Algunas rocas tienden tener una resistividad específica anormalmente baja, es decir, una conductividad anormalmente alta respecto con las rocas en sus alrededores. En estos casos se puede ubicar tales rocas

midiendo las anomalías de resistividad en la superficie

- c) Muchos sistemas geotermales están asociados con rocas altamente conductivas situadas en la profundidad.
- d) Los métodos eléctricos y electromagnéticos no alcanzan las resoluciones altas de las reflexiones sísmicas.

## **8.8.2. Métodos sísmicos y gravimétricos**

### **8.8.2.1. Método sísmico**

En el método sísmico, el movimiento del suelo consecuente con un impulso elástico (originado trámite golpes en el suelo, vibraciones o explosivo), origina ondas acústicas que son registradas a través de geófonos conectados a un sismógrafo multicanal.

En cuanto a sísmica se refiere, existen dos metodologías principales:

#### **8.8.2.1.1. La sísmica de refracción**

Se basa en la observación de los tiempos de llegada de los primeros movimientos del terreno en diversos sitios, generados por una fuente de energía específica en un sitio determinado. El conjunto de datos obtenido en la adquisición de datos consiste en registros de tiempo versus distancia. Estas series son interpretadas en términos de la profundidad a interfaces entre capas de suelo y de las velocidades de propagación de la onda P (o S), en cada capa. Estas velocidades están controladas por los parámetros elásticos que describen el material.

### 8.8.2.1.2. La sísmica de reflexión

Está basado en la energía de las vibraciones después de iniciado el movimiento del suelo. Específicamente el estudio se concentra en los movimientos del terreno inducidos por la reflexión de las ondas, en las diferentes interfaces de capas, que han sido generadas en un sitio específico. En la reflexión se extrae información del subsuelo estudiando la amplitud y forma de los movimientos del terreno.

Aplicaciones del método:

- a) Determinación de la profundidad del substrato rocoso y su morfología
- b) Caracterización estratigráfica del sub-suelo
- c) Determinación de la “*rippability*”, capacidad de una roca de ser fracturada/movida por una máquina pesada.
- d) Evaluación depósitos de gravas, arenas, arcillas y materiales de construcción.
- e) Investigaciones para fundaciones y estudios preliminares para la construcción de obras civiles e infraestructuras (estudios indispensables para aplicación de normas Covenin).
- f) Definición de compactación de suelos
- g) Caracterización de sitios para evaluación de riesgo sísmico (combinación con análisis de vibraciones naturales y método de Nakamura).
- h) Clasificación de suelos según normas NEHRP / IBC 2000
- i) Definición  $V_s$  y  $V_p$  para determinación de parámetros mecánicos

### **8.8.2.2. Método gravimétrico**

El método gravimétrico hace uso de campos de potencial natural igual al método magnético y a algunos métodos eléctricos. El campo de potencial natural, observado se compone de los contribuyentes de las formaciones geológicas, que constituyen la corteza terrestre hasta cierta profundidad determinada por el alcance del método gravimétrico (o magnético respectivamente).

Generalmente, no se puede distinguir las contribuciones a este campo provenientes de una formación o una estructura geológica de aquellas de las otras formaciones o estructuras geológicas, por el método gravimétrico, solo en casos especiales se pueden lograr una separación de los efectos causados por una formación o estructura geológica individual.

Se realiza mediciones relativas, es decir, se mide las variaciones laterales de la atracción gravitatoria de un lugar al otro, puesto que en estas mediciones se pueden lograr una precisión satisfactoria más fácilmente, en comparación con las mediciones del campo gravitatorio absoluto.

Los datos reducidos apropiadamente, entregan las variaciones en la gravedad, que solo dependen de variaciones laterales en la densidad del material ubicado en la vecindad de la estación de observación.

### **8.8.3. Resonancia magnética**

El método basado sobre la resonancia magnética protónica (RPM), es conocido desde el principio de los años ochenta.

Desde la superficie, este método permite una detección directa del agua contenida en el suelo, al contrario de otros métodos geofísicos aplicados en hidrogeología. Es selectivo, y típicamente no hay otros núcleos atómicos que los protones que sean solicitados por la corriente emitida por el aparato: la presencia o ausencia de una señal RPM, esta directamente relacionada con la presencia o la ausencia de agua. Además, el procesamiento de las señales de RPM puede producir otras informaciones útiles para los hidrogeólogos, tales como la distribución del contenido de agua y una caracterización de los acuíferos en función de la profundidad.

Un nuevo instrumento (NUMIS), basado sobre la RMP fue recientemente desarrollado y puede investigar hasta unos 100 m de profundidad.

- a. Principio de la resonancia magnética protónica: de manera esquemática, el principio físico de la RPM se basa en el hecho de que los núcleos de hidrógeno, situados en un campo magnético, tal como el de la Tierra, poseen unos momentos magnéticos que, en equilibrio, están alineados en dirección de este campo magnético natural.

La emisión de un campo perturbador a una frecuencia específica (frecuencia de Larmor), modifica este equilibrio e induce una precesión de estos momentos alrededor de la dirección del campo magnético natural.

Después de cortar la emisión del campo excitante, durante el período de vuelta al estado de equilibrio inicial, los protones emiten un campo magnético de relajación que puede ser medido en la superficie, constituyendo la señal de RPM.

Cuanto más intensa es la señal de RMP, mayor es el número de protones que han encontrado la resonancia, y más importante es el contenido de agua. La frecuencia específica a la cual los protones son excitados asegura que el método sea selectivo.

Los núcleos de hidrógeno presentes en el subsuelo provienen en gran mayoría de las moléculas de agua, lo que demuestra que la RMP proporciona información directamente relacionada con el agua del subsuelo investigado.

Para realizar un sondeo de RMP, se despliega una antena en la superficie del suelo, generalmente en forma de círculo. El diámetro puede variar entre 20 m y 100 m según la profundidad de los acuíferos que se quieren investigar; varios tamaños o geometrías de antenas están considerados en el sistema de adquisición de datos de NUMIS.

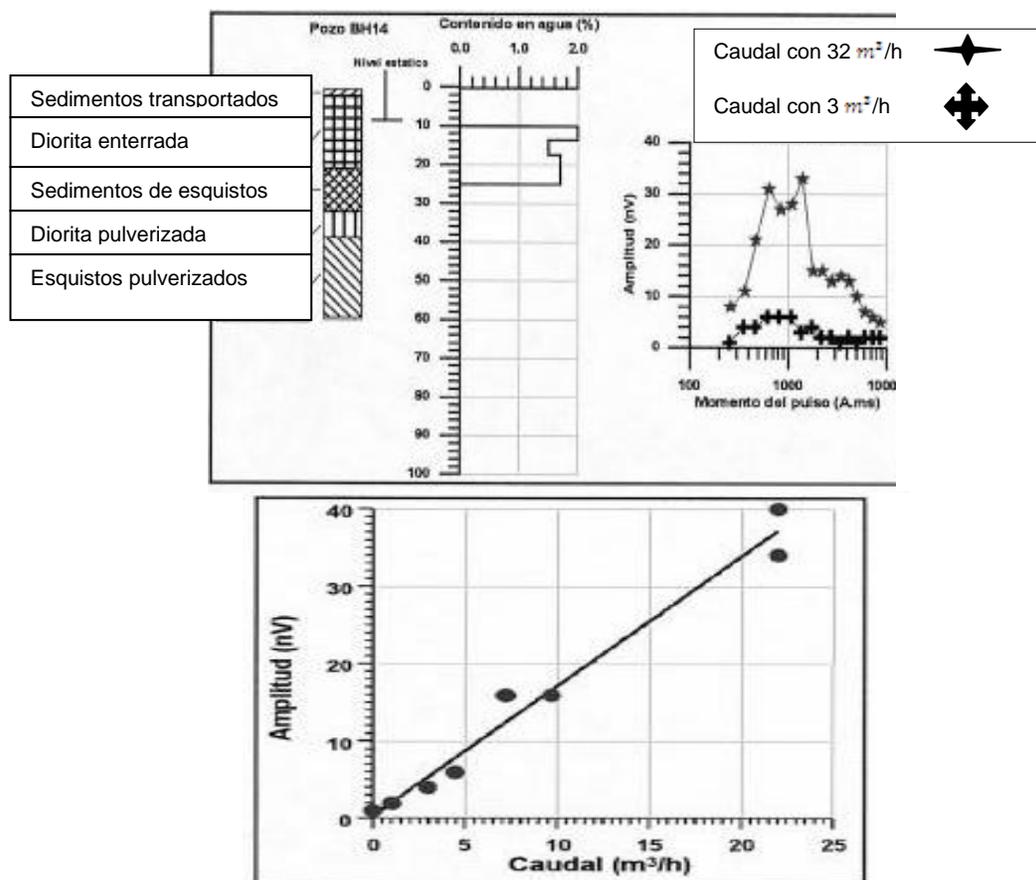
El nuevo equipo de resonancia magnética protónica “NUMIS” amplía la gama de métodos geofísicos aplicados a la exploración de recursos de agua. La originalidad del método reside en que es directamente sensible al agua contenida en el subsuelo: esta originalidad viene a completar los otros métodos geofísicos actualmente utilizados para este propósito.

El estudio que se presenta en la figura 1, muestra que puede proveer informaciones útiles para los hidrogeólogos y contribuir a la elaboración de modelos hidrogeológicos más constreñidos y a una ubicación óptima de pozos productivos.

La figura 1 presenta un corte estratigráfico de un pozo, en asociación con la distribución del contenido de agua, en función de la profundidad deducida del sondeo de RPM correspondiente; se puede notar que la profundidad del nivel

hidrostático deducido por la RPM corresponde con la información proporcionada por el pozo.

Figura 1. **Prueba de resonancia magnética protónica efectuada en un pozo perforado**



**Correlación entre las amplitudes de un pozo y los resultados de RPM.**

**RPM y los caudales de pozos**

Fuente: guía para el desarrollo del saneamiento in situ. 259 p.

## 8.9. Inventario de pozos en el área

Se realizará una evaluación geológica e hidrogeológica de campo, para determinar alguna información de las profundidades promedio de los pozos mecánicos existentes en el área.

- a) Nombre del Pozo: pozo en Barrio Las Flores  
Ubicación: casco urbano municipio San Francisco Petén  
Distancia: aproximadamente a 23 kilómetros  
Profundidad: 600 pies  
Producción: 240 gpm
  
- b) Nombre del Pozo: pozo Nueva Concepción  
Ubicación: caserío Nueva Concepción  
Distancia: aproximadamente a 45 kilómetros  
Profundidad: 400 pies  
Producción: 200 gpm
  
- c) Nombre del Pozo: pozo Eben Ezer  
Ubicación: caserío Eben Ezer  
Distancia: aproximadamente a 12 kilómetros  
Profundidad: 500 pies  
Producción: 250 gpm
  
- d) Nombre del Pozo: pozo San Valentín  
Ubicación: caserío San Valentín  
Distancia: aproximadamente a 5 kilómetros  
Profundidad: 500 pies  
Producción: 317 gpm

- e) Nombre del Pozo: pozo Barrio La Paz  
Ubicación: casco urbano municipio San Francisco Petén  
Distancia: aproximadamente a 23 kilómetros  
Profundidad: 775 pies  
Producción: 300 gpm
  
- f) Nombre del Pozo: pozo Barrio San Rafael  
Ubicación: casco urbano municipio San Francisco Petén  
Distancia: aproximadamente a 23 kilómetros  
Profundidad: 500 pies  
Producción: 500 gpm

Por los datos estadísticos de las perforaciones que se encuentran en la región del municipio de San Francisco Petén, la cual mantiene las mismas características hidrogeológicas, topográficas, litoestratigráficas, etc., se concluye que la producción promedio circundante está en el orden de los 400-600 pies de profundidad, para poder obtener una producción adecuada a los requerimientos del proyecto.

Por lo tanto, se debe de considerar construir un pozo en ese rango de profundidad para garantizar buenos resultados y satisfacer la demanda pre-establecida.

#### **8.10. Climatología e hidrología local**

- a. Climatología: el clima del municipio de San Francisco Petén, en términos generales, puede clasificarse como de tipo tropical cálido y húmedo. Se caracteriza como tropical variable-húmedo, con períodos largos de lluvia y con época seca, muy desarrollada pero de duración

variable, entre los meses de diciembre y mayo, pudiendo tardar su inicio entre enero y febrero.

Según la clasificación Thornthwaite, la mayoría del territorio está dominado por los climas BA', B'.

Tabla XI. **Clasificación de climas sistema Thornthwaite**

<b>C/2</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE CLIMAS SISTEMA THORTHWAITE</b>
<b>SÍMBOLO</b>	<b>CARÁCTER DEL CLIMA</b>
A'	Cálido
B'	Semicálido
a'	Sin estación fría bien definida
b'	Con invierno benigno
B	Húmedo
C	Semiseco
r	Sin estación seca bien definida

Fuente: aspectos generales del clima. 212 p.

La temperatura media mensual varía entre los 22°C, para el mes de enero, y 29°C, para el mes de mayo. Las temperaturas máximas no obstante varían entre los 27°C y 37°C y las mínimas entre los 17°C y 23°C.

La fuente de humedad más importante la constituye el mar Caribe. La relativa cercanía del mar produce flujos de humedad asociados con ciclones y

tormentas tropicales. No existiendo obstáculos orográficos importantes, con excepción de las montañas Mayas y la Sierra del Lacandón.

En la mayor parte, las lluvias son de origen ciclónico. La humedad relativa del aire, en su mayoría, es elevada, descendiendo solamente en el medio día de 80-90% hasta 50-60%. Ver anexos.

#### **8.10.1. Precipitación**

La precipitación pluvial en la zona va aproximadamente de 1 000 a 1 499 milímetros anuales.

La zona se localiza a una altura aproximada de 230 msnm. Ver anexos.

#### **8.10.2. Evapotranspiración**

La evapotranspiración es medida como el agua total evaporada por el suelo y por la transpiración de los vegetales que dicho suelo soporta.

La evapotranspiración se convierte en potencial al considerarse como variante la cantidad máxima de agua susceptible de perderse en fase de vapor, bajo un clima dado y por una cobertura vegetal continua y bien alimentada de agua. La evapotranspiración esta condicionada a la temperatura del lugar, es decir, a mayor temperatura más evaporación.

Con respecto a la evaporación existente dentro de la zona, se puede observar que las estaciones muestran durante todo el año una continua evaporación con valores acumulados al año, que superan los 1 000 mm. Con

valores mensuales que van en promedio de 104,55 mm, que presentan una relación directa con el incremento de la temperatura.

Con base en los datos climatológicos, se puede observar que en la zona donde se localiza el proyecto se presentan climas: cálido-húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo lluvias todo el año, con valores de precipitación entre los 1 000 a 1 499 mm. Ver anexos.

### **8.10.3. Infiltración**

La infiltración se produce cuando existen suelos con cierta permeabilidad. Esto va a determinar las cualidades de los acuíferos que se encuentren durante la perforación.

La infiltración puede ser beneficiosa dependiendo de la calidad de los recursos que se manejen en superficie y la calidad de los suelos. En el área en donde se ejecutará el proyecto se caracteriza por ser una planicie con pendientes no mayores del 4%, con característica kárstica y se divide en áreas elevadas de "karst denudado" con drenaje subterráneo y áreas bajas cubiertas de aluviones calcáreos, donde el drenaje subterráneo está más o menos obstruido. Los suelos son arcillados con drenaje lento en las partes bajas y están compuestos de residuos de caliza. Ver anexos.

### **8.10.4. Escorrentía**

Las tierras en donde se ejecutará el proyecto, pertenecen a la cuenca del lago Peten Itzá, el cual debe de estar protegido de contaminantes externos que vayan a parar a los acuíferos que desembocan en el lago.

El volumen de agua de escorrentía superficial en estas tierras, va directamente influenciado por la ocupación que se le da a las mismas, si es suelo con pastos, utilizará un promedio de 142,51  $m^3$ , no así los suelos con cobertura de bosque que utilizarán mayor escorrentía de agua del 50% y 100% y cultivos, con un promedio de 185  $m^3$ .

Por lo tanto, los suelos con cobertura de pastos reducen la escorrentía y favorecen la infiltración del agua al subsuelo, esto debido al distanciamiento en que se encontraba el pasto, y sirve de colchón a las gotas de lluvia, por lo que la precipitación tiene mayores posibilidades de infiltración en el suelo y evita que aumente la escorrentía.

Para está área en particular, por no existir impermeabilización con materiales que afecten el suelo (ejemplo: calles pavimentadas, banquetas, etc.), no estará afectada por inundaciones debido a la permeabilidad de sus suelos (subsuelos con infiltración y capa vegetal), formando grandes áreas de recarga.

Es aconsejable para el desarrollo del proyecto, considerar la menor cobertura impermeable en sus superficies para la infiltración.

De acuerdo a la topografía del lugar, existen pendientes en un rango que va de un 2% a un 4%, las cuales deben manejarse adecuadamente para no crear corrientes de agua de lluvia dentro de la comunidad y que estas puedan provocar problemas de erosión e inundaciones. Ver anexos.

#### **8.10.5. Área de recarga**

La definición de las áreas de recarga, diferenciándolas como locales y regionales, se complementan con las características del subsuelo, las cuales si

existen en óptimas condiciones conducen a la formación de acuíferos subterráneos de buena calidad y con buen potencial de explotación.

El caserío se encuentra ubicado dentro de la cuenca de los ríos San Valentín y Subín, por lo que el área de recarga es muy grande debido a la cercanía de estas vertientes; sin embargo, las buenas condiciones de porosidad y permeabilidad de la zona, alimentan los acuíferos inferiores recargando los niveles freáticos.

Se espera encontrar un acuífero potencialmente bueno para satisfacer las necesidades del proyecto, a una profundidad aproximada debajo de los 300 pies, dentro de las rocas de las formaciones kársticas de origen calizo.

Este extremo lo deberá confirmar la perforación de acuerdo a la inspección de las muestras y el análisis de las mismas, así como de observar el comportamiento de los fluidos de perforación y el comportamiento de los niveles del agua subterránea.

### **8.11. Hidrogeología**

La hidrogeología, es una rama de las ciencias geológicas (dentro de la geodinámica externa), que estudia las aguas subterráneas en lo relacionado con su circulación, sus condicionamientos geológicos y su captación, así su definición dice: la hidrogeología es la ciencia que estudia el origen y la formación de las aguas subterráneas, las formas de yacimientos, su difusión, movimiento, régimen y reservas, su interacción con los suelos y rocas, su estado (líquido, sólido y gaseoso), y propiedades (físicas, químicas, bacteriológicas y radiactivas); así como las condiciones que determinan las medidas de su aprovechamiento, regulación y evacuación.

Actualmente los estudios hidrogeológicos son de especial interés no solo para la provisión de agua a la población sino también para entender el ciclo vital de ciertos elementos químicos, como así también para evaluar el ciclo de las sustancias contaminantes, su movilidad, dispersión y la manera en que afectan al medio ambiente, por lo que esta especialidad se ha convertido en una ciencia básica para la evaluación de sistemas ambientales complejos.

El abordaje de las cuestiones hidrogeológicas abarcan: la evaluación de las condiciones climáticas de una región, su régimen pluviométrico, la composición química del agua, las características de las rocas como permeabilidad, porosidad, fisuración, su composición química, los rasgos geológicos y geotérmicos.

Es así que la investigación hidrogeológica implica, entre otras, tres temáticas principales:

- a) El estudio de las relaciones entre la geología y las aguas subterráneas
- b) El estudio de los procesos que rigen los movimientos de las aguas subterráneas en el interior de las rocas y de los sedimentos
- c) El estudio de la química de las aguas subterráneas (hidroquímica e hidrogeoquímica)

#### **8.11.1. Marco hidrogeológico local**

La zona del área en donde se llevará a cabo la ejecución del proyecto, se ubica dentro de las cuencas hidrográficas que drenan para el lado Norte y Sur-Este, dentro de la micro cuenca de los ríos Subín y San Martín. Además, se encuentra situada la laguneta conocida como la del Zapotal, con una extensión de más de 2 kilómetros. La estructura geológica del área es determinante en la formación de acuíferos, que pueden ser explotados razonablemente.

La geología rige la migración del agua subterránea, identificada regionalmente hacia el Norte.

La productividad de los acuíferos se incrementa con la profundidad y beneficiados por la ocurrencia de algunos riachuelos.

La hidrogeología local del área del proyecto esta formada por un acuífero abierto que contiene el agua en una porosidad y la transmite de la misma manera por medio de la comunicación de esta porosidad primaria en forma lateral y verticalmente, hacia abajo. El nivel freático se anticipa a ser encontrado en un rango de profundidades en el orden de 300-600 pies. La transmisividad de las formaciones existentes, desde el inicio hasta una profundidad aproximada de 350 pies, es controlada mayormente por movimiento del agua subterránea en forma vertical.

Por el bajo drenaje superficial de la plataforma karstiana, con formaciones arcillosas y de piedra caliza, el agua se forza a desplazarse en forma lateral, y las cuales siendo parte del mismo acuífero inciden en crear algunas condiciones menores de artesianismo al atravesarse dichas capas.

Esta sección de acuífero tiene una capacidad de producción del orden de 150-250 gpm.

A mayor profundidad, y a veces coincidente con el cambio de productividad de las formaciones productoras de agua, se encuentra la existencia de rocas de piedra caliza, con características de acuífero abierto que transmiten el agua por medio de porosidad secundaria (por medio de fracturas y a través de los planos de contacto de las capas de rocas). En esta parte del acuífero se obtiene una mayor capacidad de almacenaje y productividad del

agua subterránea, en este caso en particular con una producción en el orden de 300-500 gpm.

### **8.11.2. Formaciones permeables e impermeables**

La permeabilidad es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

El suelo esta altamente limitado para usos intensivos, a causa de las malas condiciones de drenaje, muy baja permeabilidad, naturaleza muy plástica y bajos niveles de permeabilidad. A pesar es todas estas limitaciones, se obtienen rendimientos agrícolas aceptables.

Al llegar a la profundidad estimada, se pretende obtener un manto acuífero sostenido dentro de las formaciones de roca caliza, que aunque presenta alto grado de dureza, son medianamente fisurables y por su estado impermeable, pero de carácter poroso, constituyen capas que ayudan a formar el acuífero abierto.

Se espera encontrar un acuífero potencialmente bueno para satisfacer las necesidades del proyecto a una profundidad, aproximada, debajo de los 350 pies, dentro de las rocas de formación caliza. Este extremo lo deberá confirmar la perforación de acuerdo a la inspección de las muestras y el análisis de las misma, así como de observar el comportamiento de los fluidos de perforación y el comportamiento de niveles del agua subterránea.

### **8.11.3. Características hidrogeológicas de los acuíferos**

La abundante precipitación es una característica importante del Petén, y ocurre en todos los meses del año. El promedio anual de precipitación en San Francisco Petén es de 1 000 – 1 499 mm, aumentando de Norte a Sur. Las características hidrogeológicas de la región se relacionan con la posibilidad de fugas de agua hacia cuencas vecinas, dada la naturaleza kárstica de los suelos. Las pendientes del terreno tienen dirección Suroeste al Noreste, hay serranías bajas formadas por calizas cretácicas, mientras que la topografía dominante es baja y levemente onduladas.

El plegamiento sinclinal ha sido disectado por los ríos Subín y el riachuelo San Martín. El plegamiento anticlinal se localiza paralelo al río Subín. El río la Pasión fluye en dirección Norte hasta la altura de la entrada del riachuelo San Martín, sobre sedimentos marinos impermeables.

Los suelos del área son básicamente kársticos, porque una muestra define una textura de los diferentes horizontes como arcillosa. La permeabilidad de los terrenos varía mucho. Prácticamente no existen acuíferos homogéneos en los cuales se puedan hacer predicciones de su profundidad y rendimiento. Además, la circulación de agua a través de las cavernas puede ser alterada por la ocurrencia de ríos subterráneos que capturan el agua. Esta situación provoca una gran variabilidad en el sistema de drenaje superficial.

Por estadísticas de pozos mecánicos construidos en la región, se puede estimar que la zona inferior de manto acuífero se encuentra entre 350 y 550 pies de profundidad, con una capacidad de producción de agua entre 200-500 gpm.

#### **8.11.4. Prueba de infiltración**

El objetivo primordial de la prueba de infiltración es observar y obtener un índice de permeabilidad del suelo para evaluar la recarga de los acuíferos del área. Para esto hay que tener en claro ciertas definiciones para entender el proceso, tales como; infiltración: efecto de penetración o introducción de agua en el suelo; prueba de infiltración: proceso por el cual se determina la capacidad de penetración del agua en el suelo; tasa de infiltración: velocidad de infiltración de agua en el suelo; pozo de prueba: hoyo que se realiza en el suelo para realizar la prueba de infiltración y determinar la tasa de infiltración.

##### **8.11.4.1. Prueba de infiltración de campo**

Se perforará un agujero cuadrado de 0,30 m por 0,30 m, con una profundidad de 0.70 m (pozo de prueba), teniéndose que raspar las paredes de agujero con un cuchillo, afín de proveer la filtración natural del terreno. El material suelto del agujero deberá de ser eliminado. A continuación se colocará grava fina o arena gruesa en el fondo del agujero, hasta formar una capa fina de 5 cm de espesor. (Si el agujero es de forma circular, la capa de grava fina o arena gruesa, deberá de ser de 15 cm de espesor).

Luego de colocada la capa fina de grava o arena, se deberá de agregar con cuidado agua limpia, hasta obtener una altura mínima de 0,30 m sobre la capa de grava o arena. Esta altura de agua deberá de ser mantenida por un período mínimo de cuatro horas y de preferencia durante toda la noche.

Realizar la prueba de infiltración 24 horas después de haber agregado el agua por primera vez.

#### 8.11.4.2. Tasa de Infiltración

Después de las 24 horas, agregar agua limpia en el hoyo hasta obtener una altura de 0,15 M sobre la capa de grava o arena. Con la ayuda de una regla o un metro, y un punto de referencia fijo situado en la superficie del terreno, medir el descenso del nivel del agua en el tiempo.

El tiempo total de la prueba de infiltración debe de ser de 30 minutos. Determinar la velocidad del descenso del nivel del agua cada 5 minutos durante los 30 minutos. En el caso que el agua sea absorbida antes de la finalización de la prueba, añadir más agua al agujero. Este proceso de llenado se deberá de repetir tantas veces como sea necesario hasta concluir la prueba de infiltración.

La tasa de infiltración se calcula a partir de los dos últimos datos observados en el período final de los 30 minutos, y se determinará mediante la siguiente fórmula.

$$Q = 315,5 \times \frac{h^{1/2}}{t}$$

Donde:

Q = Tasa de infiltración en  $l/m^2$  – día

h = Descenso del nivel del agua en el tiempo de la prueba (mm)

t = Tiempo demandado para el descenso del nivel del agua expresado en segundos.

La prueba no fue llevada a cabo, por considerarse innecesaria, ya que la información que se tiene del suelo y las características topográficas y

geológicas, indican que la infiltración esta controlada, más que nada por migración lateral del agua, así como una alimentación a los acuíferos inferiores a través del sistema tectónico de fallas.

Todos estos elementos permiten una recarga de los acuíferos por medio de la infiltración del agua de lluvia sin problema alguno.

### **8.12. Cálculo de bomba y almacenamiento de hora pico**

Una vez llevado a cabo el desarrollo del pozo (aforo), y conociendo el volumen del caudal estabilizado, se procederá a seleccionar la capacidad de la bomba y a definir la profundidad a la que deberá quedar colocada la misma. Es imposible poder diseñar un sistema de este tipo a priori, sin haber aforado el pozo; sin embargo, se puede estimar una bomba de 15–25 HP para extraer el agua del mismo.

Se estima que el pozo podrá aportar un caudal del orden de 150 – 250 gpm.

El caudal del pozo suplirá la demanda pico en cualquier momento; sin embargo, el tanque de almacenamiento proveerá la distribución del líquido en caso falle el equipo o la generación de energía eléctrica, hacia el tablero de control del mismo.

### **8.13. Conclusiones del estudio hidrogeológico**

En base al estudio realizado se pueden acotar las siguientes conclusiones, según los principales parámetros evaluados; como sigue:

- a) Ubicación: a juzgar por la geología superficial, por las características de los pozos existentes y por las características del área, se considera adecuado perforar el pozo mecánico de agua en el lugar asignado por la municipalidad de San Francisco Petén.
- b) Acceso: el estado y las condiciones de acceso al lugar se consideran apropiados.
- c) Principales características del pozo mecánico: la profundidad para la perforación del pozo se sugiere a no menos de 400 pies, a menos que durante la perforación se encuentren condiciones favorables que ameriten un cambio de la misma para que sea menor. El pozo deberá construirse con un ademe de 8" mínimo y tubería perforada con ranuras en los estratos seleccionados para obtener la mejor producción. Toda la tubería deberá ser de acero al carbón, siguiendo las especificaciones de la ASTM y de la Sociedad Americana de Aguas.
- d) Sello Sanitario: para proteger el o los acuíferos a explotar, se debe colocar un sello sanitario que lo aisle de las corrientes superficiales, que tengan un alto porcentaje de contaminación. En el diseño del nuevo pozo se deberá tomar en consideración el aislamiento de los estratos superiores. Se debe cementar y construir un sello impermeable que aisle el ingreso del acuífero en su parte superior.

Las rejillas de extracción deberán hacerse exclusivamente en la parte inferior aislándose la superior. El sello sanitario debe estar conformado por una mezcla de cemento, arena y grava fina, y deberá colocarse a una distancia aproximada de 50 pies arriba del último tramo de tubería ranurada, hasta la superficie o a una profundidad no menor de 150 pies.

Adicionalmente deberá rematarse con una fundición superficial de concreto a manera de brocal.

- e) Potabilidad: una vez terminadas todas las actividades de perforación, se procederá a la toma de muestras de agua del pozo para análisis de laboratorio físico-químico y bacteriológico, con el objeto de garantizar la calidad de agua, definir en mejor forma su utilización y en dado caso necesario, su tratamiento para hacerla potable.

#### **8.14. Recomendaciones del estudio hidrogeológico**

- a) Asesoría: se recomienda contratar una supervisión para monitorear los trabajos de perforación. Si durante la perforación ocurren hallazgos inesperados, se recomienda consultar de inmediato al agente perforador experto, con el objeto de contar con una orientación adecuada y no proceder a llevar a cabo trabajos que pongan en peligro el adecuado desarrollo y diseño del pozo.
- b) Supervisor: es importante y recomendable que un técnico en la materia proceda a dar seguimiento a la perforación, y que posea calidad de mano de obra en la toma y clasificación de muestras a cada profundidad, con el objeto de determinar las condiciones hidrogeológicas que se vayan presentando. Las muestras servirán para la toma de decisiones técnicas y económicas para el terminado del pozo.
- c) Recolección de muestras: se recomienda recolectar en el canal de lodos, recortes a cada diez pies de profundidad de perforación, para que con la ayuda de los registros eléctricos, se pueda elaborar el diseño

final del pozo.

- d) Terminado del pozo: una vez terminado el entubado del pozo, colocar un filtro de grava, limpia y de tamaño adecuado, el cual debe quedar colocado coincidentemente con los acuíferos productores seleccionados y con los tramos de tubería ranurada.
- e) Muestras: se recomienda que una vez terminado el pozo, las muestras queden adecuadamente etiquetadas y almacenadas, como referencia para posteriores perforaciones y trabajos de obra civil.
- f) Pruebas de bombeo: una vez terminada la construcción, limpieza y desarrollo del pozo, proceder a llevar a cabo pruebas de bombeo, en diferentes condiciones, variando el caudal si es necesario y/o dejándolo constante, para establecer con relativa exactitud la producción sostenible para su explotación. Si fuera necesario, se podrán hacer pruebas de bombeo con bombas de diferente potencia para poder recomendar la bomba adecuada para la explotación del acuífero.
- g) Desinfección: al final de todas las actividades anteriores, se recomienda proceder a la desinfección del pozo utilizando hipoclorito de calcio, mezclándolo con agua limpia, en una proporción de 30% para evitar una posible contaminación, resultante de la perforación y/o de las pruebas.
- h) Bitácora de campo: durante todo el proceso se deberá documentar en una bitácora de campo, toda la información de las actividades de perforación, incluyendo comentarios, consultas y observaciones, la cual deberá ser firmada tanto por el técnico supervisor como por el personal

de perforación. Esta tendrá que ser consultada frecuentemente por el supervisor de perforación.

- i) Informe Final: la empresa contratada para llevar a cabo la construcción del pozo mecánico, deberá entregar a la Oficina Municipal de Planificación de la municipalidad, un informe final basado estrictamente en las bitácoras diarias de trabajo, en la información recolectada de las muestras así como de la interpretación por los profesionales responsables, en donde se consigne todos los datos importantes recopilados durante el desarrollo del trabajo.

El documento debe contener el perfil estratigráfico, pruebas de bombeo, nivel freático, profundidad, dimensiones del ademe, profundidad a la que quedaron las rejillas (coladeras), recomendaciones de los resultados del aforo para la bomba a instalarse, datos del equipo si el lo instaló, profundidad de colocación del equipo, manuales técnicos del equipo, curvas de eficiencia, análisis de laboratorio, temperaturas, etc.

## CONCLUSIONES

1. El estudio de factibilidad realizado para la comunidad del caserío Laguna El Zapotal, ubicado en el municipio de San Francisco Petén, departamento de Petén, muestra que es de vital importancia construir un sistema adecuado de distribución y almacenamiento de agua potable.
2. Se necesita implementar un sistema de agua potable en la comunidad del caserío Laguna El Zapotal para contrarrestar las enfermedades de todo tipo, que perjudican a diario a sus habitantes.
3. Dentro de las necesidades básicas que tienen que tener todos los habitantes que conviven dentro de una comunidad, el principal factor de vida, es el adecuado suministro y uso de agua potable, por esto que el impacto de implementar un adecuado servicio del vital líquido a una población genera innumerables beneficios.
4. Según el estudio de impacto ambiental realizado para la incorporación del sistema de agua potable para la comunidad del caserío Laguna El Zapotal, este no tiene consecuencias significativas para el ambiente durante la fase de construcción y durante la fase de operación del mismo, por lo tanto, es viable poder ejecutar el proyecto.

5. La principal justificación para elaborar un proyecto de sistema de agua potable en una comunidad, viene directamente implicado con la actividad que se realiza dentro del área en donde se va a ejecutar, es decir, si es una población, sería para el consumo humano y necesidades básicas, teniendo las limitantes o condiciones desfavorables por no contar con el servicio.
  
6. Con la implementación del servicio de agua potable para la comunidad del caserío Laguna El Zapotal, sus habitantes elevarán significativamente su nivel de vida, y aprenderán a utilizar el vital recurso de una manera sustentable y adecuada.

## RECOMENDACIONES

1. Contratar a personal profesional en cada rubro del proyecto para garantizar que se lleven a cabo todos los trabajos de una manera técnica y cumpliendo con todas las especificaciones que cada una conlleva, garantizando al mismo tiempo que se utilicen todos los insumos necesarios con la calidad y normas establecidas.
2. Mantener una constante supervisión de todos los trabajos, con el personal adecuado y probo en la materia, para garantizar que se realicen según lo planeado y calculado.
3. Establecer por medio de un estudio técnico el manejo sustentable del recurso dentro de la comunidad, tratando de involucrar a todos los miembros del comité, organizado dentro del plan de desarrollo comunitario para la población del caserío Laguna El Zapotal, impulsado por las autoridades municipales, para mantener un estricto control del mantenimiento de los equipos y el adecuado uso del recurso humano para su operación, y todos los aspectos administrativos que se tengan que realizar para lo mismo.
4. Establecer la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señalados en todos los aspectos básicos de la factibilidad del proyecto, el aspecto operativo, el técnico y el económico, para garantizar el éxito en la ejecución del mismo.



## BIBLIOGRAFÍA

1. FRANCEYS, R.; PICKFORD, J.; REED, R. *Guía para el desarrollo del saneamiento in situ*. Agua, Ingeniería y Centro de Desarrollo de la Universidad Tecnológica de Loughborough, Loughborough Inglaterra. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 1994. 259 p.
2. GILES, Ronal V. *Mecánica fluidos é hidráulica*. 3ª ed. McGraw-Hill, 1995. 281 p.
3. HERRERA VILLATORO, Ludwig Cristóbal Estuardo. "Caracterización e Investigación geológica de los materiales utilizados en la construcción civil en Guatemala". Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 207 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. (Unidad Ejecutora del programa de acueductos rurales UNEPAR). *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. 2ª ed. Guatemala; INFOM. 1997. 86 p.
5. Laboratorio SIG-MAGA. Mapas de geología, evapotranspiración, temperaturas, precipitación pluvial, cuencas, pendientes y suelos. (Informe Técnico: Base de Datos Digital de la República de Guatemala a Escala 1:250,000). (Archivo PDF), 2002. Disponible en web: [www.maga.gob.gt/sig/](http://www.maga.gob.gt/sig/)

6. MAZA TRUJILLO, Juan Manuel. "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón comunal para la cooperativa Salvador Fajardo, municipio de La Libertad, departamento de Petén". Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 130 p.
7. SAPAG CHAIN, Nassir. *Preparación y evaluación de proyectos*. 4ª ed. McGraw-Hill, 2000. 438 p.
8. SIDNEY M, Levy. *Administración de proyectos de construcción*. 3ª ed. McGraw-Hill, 1997. 409 p.
9. URQUIJO REGUERA, Julia. *Seguridad alimentaria y desarrollo sostenible en zonas marginales de Guatemala*. Suelos de Guatemala. Unidad de políticas e información estratégica. UPIE). Guatemala: ETSI Agrónomos. UPM. MAGA. 2003. 38 p.
10. VILLEGAS, M. *Aspectos generales del clima*. (Winograd, M.) Guatemala: INSIVUMEH, 1990. 212 p.

## **ANEXOS**



## Fondos para el desarrollo del proyecto

<b>FONDOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>						
<b>ETAPAS</b>	<b>RUBROS</b>					
	APORTES PROPIOS		TOTAL	APORTES A SOLICITAR		TOTAL
	Descripción	Cantidad	Quetzales	Descripción	Cantidad	GENERAL
1				Perforación de pozo de 400 pies	Q.400 000,00	Q.400 000,00
2				Equipamiento de pozo	Q.132 390,95	Q.132 390,95
3				Construcción de caseta de bombeo	Q.44 694,80	Q.44 694,80
4				Planta de generación Eléctrica	Q.125 678,19	Q.125 678,19
5				Construcción de tanque De 100 m <sup>3</sup>	Q.395 351,09	Q.395 351,09
6				Construcción de línea de Impulsión y descarga	Q.406 803,36	Q.406 803,36
7				Construcción de red de distribución de agua	Q.452 206,89	Q.452 206,89
<b>TOTALES</b>					<b>Q.1 957 125,28</b>	
CANTIDAD SOLICITADA EN QUETZALES: <b>Un millón novecientos cincuenta y siete mil ciento veinticinco con 28/100.</b>						

Fuente: integración de costos realizada por la OMP.

### Cuadro crecimiento sociopolítico

CUADRO DE CRECIMIENTO SOCIOPOLÍTICO DEL ÁREA		
ACTIVIDAD	SI	NO
DESARROLLO INDUSTRIAL		X
DESARROLLO COMERCIOS Y SERVICIOS	X	
VIVIENDAS	X	
VÍAS DE ACCESO	X	

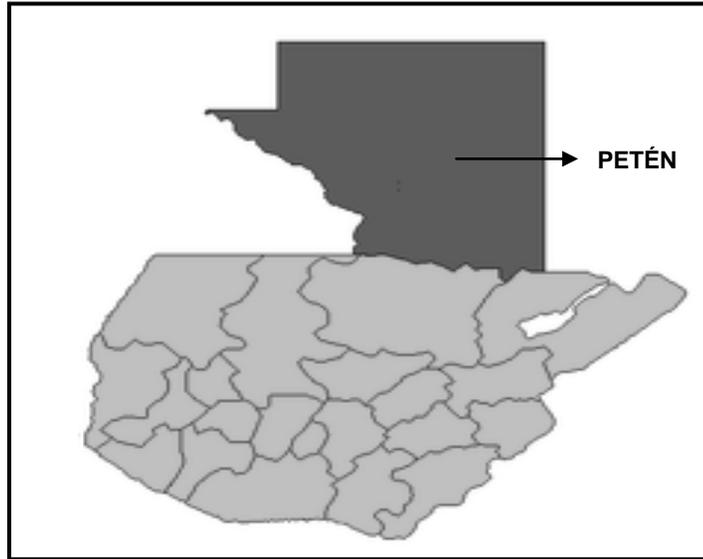
Fuente: agenda de desarrollo comunitaria 2008 – 2012, municipalidad de San Francisco Petén.

### Cuadro beneficiarios directos

CUADRO DE BENEFICIARIOS DIRECTOS								
<b>HOMBRES</b>								
<b>ÁREA RURAL</b>								
NO INDÍGENA					INDÍGENA			
0 – 5	6 – 49	50 O MÁS	0 – 5	6 – 49	50 O MÁS			
<b>511</b>			<b>639</b>		<b>30</b>			
<b>MUJERES</b>								
<b>ÁREA RURAL</b>								
NO INDÍGENA					INDÍGENA			
0 – 5	6 – 49	50 O MÁS	0 – 5	6 – 49	50 O MÁS			
<b>541</b>			<b>635</b>		<b>58</b>			

Fuente: agenda de desarrollo comunitario 2008-2012, municipalidad de San Francisco Petén.

## Región



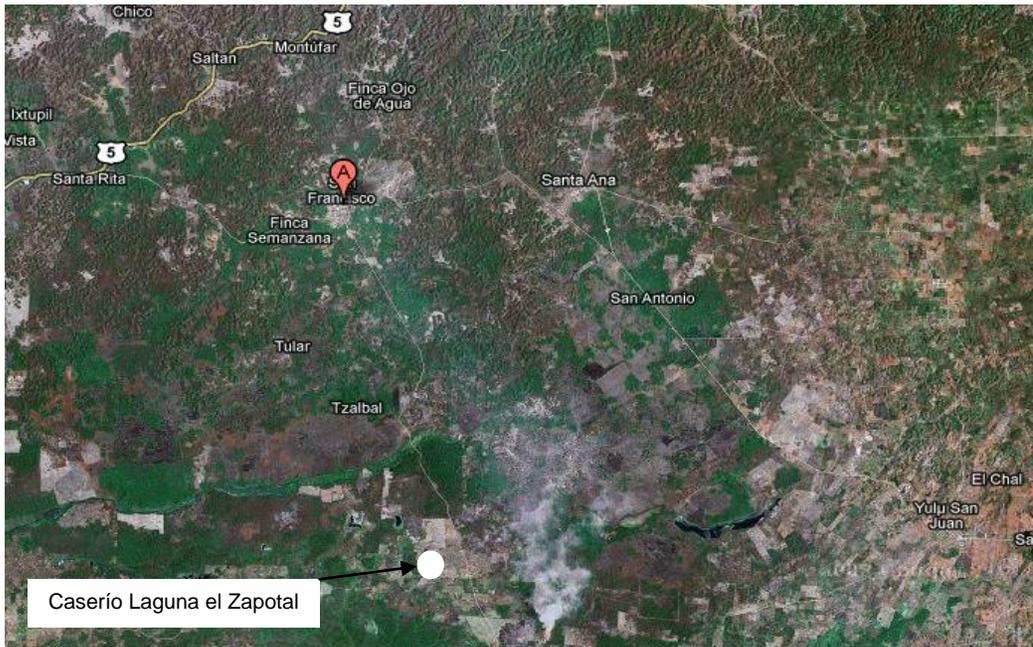
Fuente: mapa de la república de Guatemala, SIG del MAGA.

## Comunidad



Fuente: localización de la comunidad, agenda de desarrollo comunitario, OMP.

## Localización del terreno



Fuente: fotografía satelital, programa Google Earth.

## Laguneta el zapotal



Fuente: fotografía laguneta el zapotal, agenda de desarrollo comunitario, OMP.

**Cronograma de ejecución del proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén**

CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO											
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDADES		TIEMPO EN SEMANAS					% DEL TOTAL	% ACUMULADO	
		UNIDAD	CANTIDAD	MESES							
				1	2	3	4	5			
1	Perforación de Pozo de 400 pies	PIES	400	■	■	■	■	■		20,40	20,40
2	Equipamiento de Pozo 400 pies	UNIDAD	1			■				6,80	27,20
3	Construcción caseta de bombeo	UNIDAD	1		■	■				2,30	29,50
4	Planta de Generación	UNIDAD	1		■	■				6,40	35,90
5	Construcción tanque de 100 m <sup>2</sup>	UNIDAD	1			■	■	■	■	20,20	56,10
5	Construcción línea de impulsión y distribución	mL	2 285			■	■	■	■	20,80	76,90
6	Construcción red de distribución de agua potable	mL	4 031			■	■	■	■	23,10	100,00
COSTO DEL PROYECTO:		Q. 1 957 125,28									
PLAZO DE EJECUCIÓN :		5 meses calendario									

Fuente: cronograma de trabajos elaborado por la OMP.

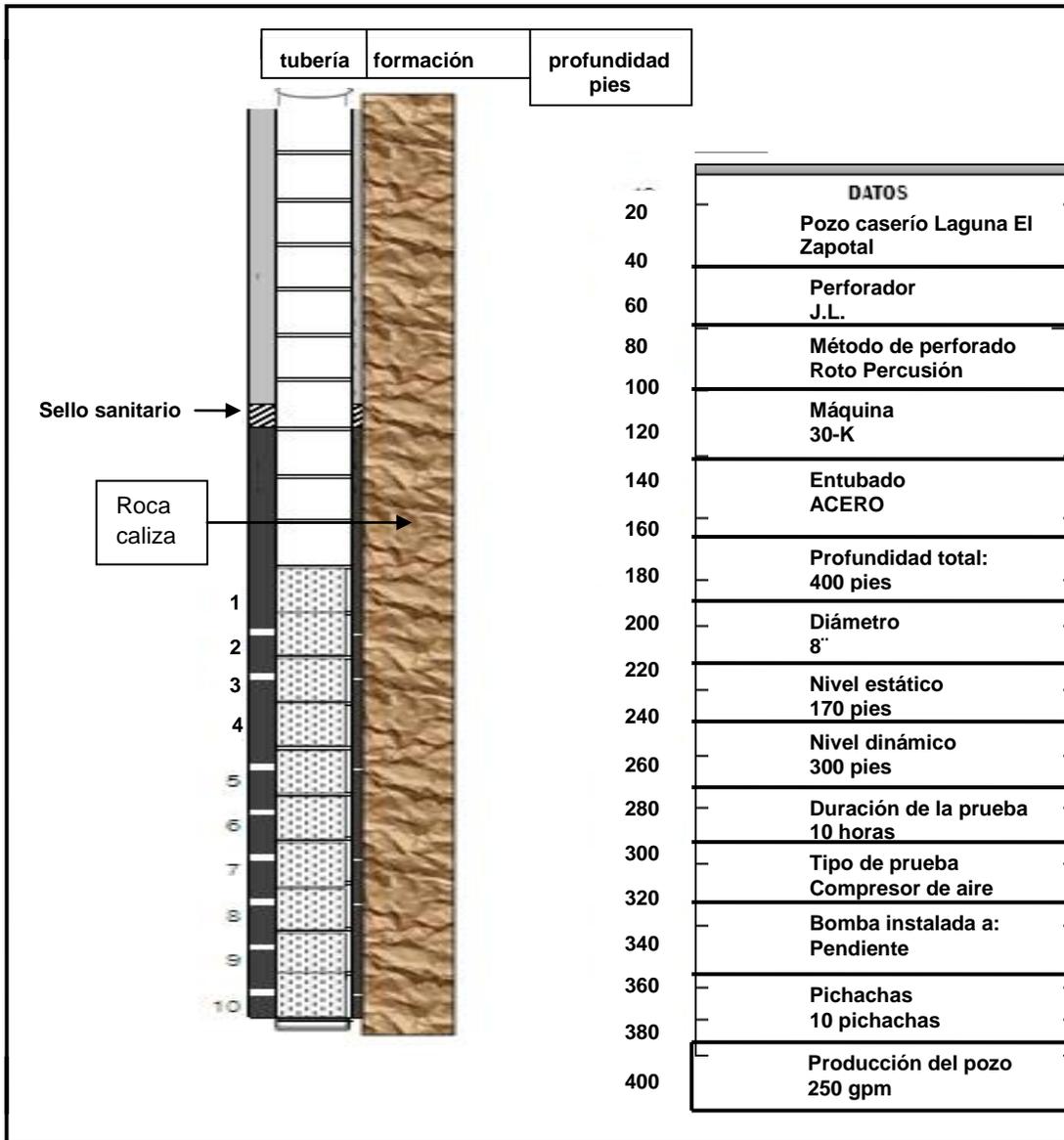
**Memoria hidráulica de cálculo de red de distribución de agua potable, sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal**

De Est	A Est	CT ent	Ct salida	Dif Niv	Long	vtra	vser	Q	Ø real	Ø prop	Hf	Pz Ent	Pz Salida	Pre CH	Vel	Tubos	Obs.
	0																Pozo
0	1	998,676	1206,689	208,013	1627,81	0,00	409,00	10,65	2,61	4,00	26,15	1250,00	1223,85	17,16	1,31	271,30	TANQUE
1	4	1202,689	1200,380	2,309	140,71	9,00	9,00	0,23	0,93	1,00	1,66	1202,69	1201,03	0,65	0,46	23,45	
1	9	1202,689	1130,271	72,418	516,39	56,00	400,00	10,42	2,54	3,00	32,31	1202,69	1170,38	40,11	2,29	86,07	
9	15	1130,271	1073,221	57,050	482,25	51,00	344,00	8,96	2,49	3,00	22,83	1170,38	1147,55	74,33	1,97	80,37	
15	30	1073,221	1000,420	72,801	565,40	50,00	293,00	7,63	2,30	2,50	48,33	1147,55	1099,21	98,79	2,41	94,23	
30	35	1000,420	1007,978	7,558	264,42	13,00	13,00	0,34	0,96	0,75	24,99	1099,21	1074,23	66,25	1,19	44,07	
30	40	1000,420	992,900	7,520	253,41	12,00	230,00	5,99	2,83	2,00	41,04	1099,21	1058,18	65,28	2,96	42,23	
40	41	992,900	996,979	4,079	233,61	34,00	34,00	0,89	1,53	1,00	32,20	1058,18	1025,97	28,99	1,75	38,94	
40	44	992,900	992,715	0,185	209,24	20,00	184,00	4,79	5,36	2,00	22,42	1058,18	1035,75	43,04	2,37	34,87	
44	45	992,715	980,839	11,876	91,32	19,00	19,00	0,49	0,81	0,75	17,41	1035,75	1018,34	37,50	1,74	15,22	
45	46	980,839	973,957	6,882	75,72	10,00	10,00	0,26	0,68	0,75	4,40	1018,34	1013,94	39,98	0,91	12,62	
44	47	992,715	985,944	6,771	91,48	4,00	145,00	3,78	1,97	2,00	6,31	1035,75	1029,44	43,50	1,86	15,25	
47	48	985,944	985,749	0,195	5,82	0,00	0,00	3,78	2,32	2,00	0,40	1029,44	1029,04	43,29	1,86	0,97	
48	49	985,749	967,091	18,658	150,12	18,00	18,00	0,47	0,80	0,75	25,90	1029,04	1003,14	36,05	1,65	25,02	
48	52	985,749	955,728	30,021	182,37	15,00	29,00	0,76	0,91	1,00	18,73	1029,04	1010,31	54,58	1,49	30,39	
52	54	955,728	967,690	11,962	66,77	11,00	11,00	0,29	0,62	0,75	4,63	1010,31	1005,68	37,99	1,01	11,13	
52	55	955,728	958,878	3,150	18,16	3,00	3,00	0,08	0,38	0,50	0,82	1010,31	1009,49	50,61	0,62	3,03	
47	60	985,944	967,748	18,196	213,18	16,00	94,00	2,45	1,62	2,00	6,59	1029,44	1022,85	55,10	1,21	35,53	
60	67	967,748	912,636	55,112	424,39	18,00	78,00	2,03	1,39	1,50	37,73	1022,85	985,11	72,48	1,78	70,73	
67	71	912,636	871,760	40,876	373,95	27,00	60,00	1,56	1,30	1,50	20,46	985,11	964,65	92,89	1,37	62,32	
71	77	871,760	842,451	29,309	324,84		33,00	0,86	1,08	1,00	42,37	964,65	922,28	79,83	1,70	54,14	

P diseño	25,00
Viviendas	409,00
Población actual	2 454,00
T crecimiento	2,98
Población Fu	5 113,25
Dotación	90,00
Qm	5,33
FDM	1,20
QDM	6,39
FHM	2,00
QHM	10,65
Vol. Tanque	299,12
Qv	0,026 045 47

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

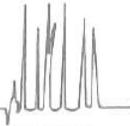
## Perfil estratigráfico del pozo



**Informe de Perforación**  
 Propietario: Municipalidad de San Francisco Petén  
 Ubicación: Caserío Laguna El Zapotal, San Francisco  
 Inicio: diciembre 2 010    Finalización: diciembre 2 010

Fuente: diseño propio de perfil estratigráfico, empresa perforadora de pozos mecánicos para agua potable.

## Análisis del agua



*LABORATORIO DE ANALISIS INDUSTRIAL  
SERVICIOS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS* **INFORME DE ANALISIS**

**No. Informe**    **2010-08-148**

<b>Nombre o Marca:</b>	Agua , de Pozo	<b>F.Manufactura:</b>	NO APLICA
<b>Lote o Identificación:</b>	Pozo Caserío Laguna El Zapotal	<b>F.Vencimiento:</b>	NO APLICA
<b>Recipiente/empaque:</b>	1 litro	<b>Cantidad:</b>	1 x 500 mL
<b>F.Recibida:</b>	2010		
<b>Fabricante ó Remitente:</b>	Municipalidad San Francisco Petén		

ANALISIS	ESPECIFICACIONES	RESULTADO
<b>FÍSICO-QUÍMICO</b>		
Cuantificación Hierro total:	No mayor a 0.1 mg/Litro Límites Máximos Aceptables COGUANOR NGO 29 001 Para Agua Potable	0.53 mg/Litro
Cuantificación Fosforo:	-	0.5 mg/Litro

---

**REFERENCIAS y METODOS**  
Espectrofotométrico <ME-Q-H018 y ME-Q-F040>

Fecha de Impresión: 19/08/2010                      RT: L11pp.364,365 MV  
Analista(s): MValenzuela

**OBSERVACIONES:**  
Los resultados se refieren a la muestra tal como fue entregada.  
Se adjuntan espectros de absorción,

**Firma y Sello:**   
Anacely de León Amézquita  
QUÍMICO FARMACÉUTICO

Page 1 of 1

Fuente: muestras extraídas después del proceso de limpieza del pozo, al final de la fase de desarrollo del mismo. (utilización de frascos esterilizados de 500 mL).

## Interpretaciones del análisis bacteriológico y físico-químico de las muestras de agua del pozo

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**Conteo total aeróbico:** indica que debe de estar dentro de los PARAMETROS INTERNACIONALES para identificar el agua para uso y consumo humano.

**Coliformes totales:** tendría que salir 0 unidades formadoras de colonia (UFC)/ 100 ml., que indica no contaminación por alguna bacteria del tipo fecal, formadas por lo anteriormente descrito en el conteo total aeróbico.

**Escherichia Coli:** negativo, como lo indican los parámetros internacionales para el uso y consumo del agua por humanos, sin contaminación de bacterias fecales.

### ANÁLISIS QUÍMICO

**Demanda química de oxígeno:** esta dentro de los límites máximos permisibles de contaminación para las aguas, entre la Etapa 2 y Etapa 3 que son avaladas por CONAMA-AMSA que se establecen dentro de los 100 mg/l – 80 mg/l.

**Cuantificación de azufre:** casi todas las sustancias orgánicas contienen un elemento pequeño de Azufre, en este caso en particular, no habiendo indicios de olores característicos (sulfuro de hidrogeno), y alteraciones en la temperatura del agua (estado alotrópico), se deduce que no es un agua con un alto contenido de Azufre (3,2 mg/l), para convertirse en salobrega.

**Cuantificación de hierro:** el análisis indica que existen elementos de hierro en la muestra, esto debido en parte, podemos pensar; a desprendimientos de materiales oxidantes en el entubado del pozo, no así en la tubería del equipamiento debido a que son tubos nuevos con un recubrimiento de galvanizado. Los miligramos por litro cuantificados no deben de sobrepasar los 0,3.

## Continuación Interpretaciones del análisis bacteriológico y físico-químico de las muestras de agua del pozo

### ANÁLISIS FÍSICO

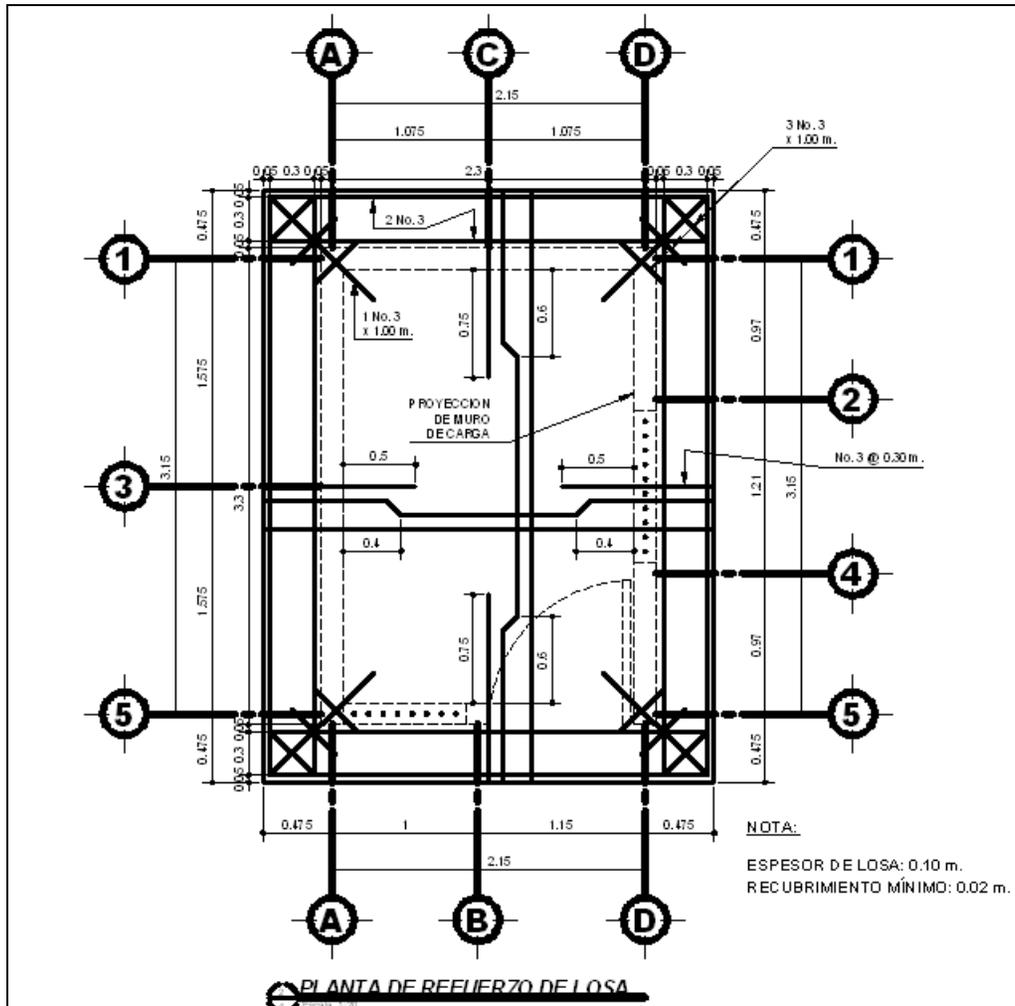
**Sólidos totales:** la cuantificación de los sólidos encontrados está formada por sedimentos dentro de la caña del pozo, de esto que la limpieza mecánica y por aire, debe de ser de muy buena calidad.

**pH:** el pH es una medida exacta de la acidez o alcalinidad de una solución. La concentración de iones hidrogeno en moles por litro  $1/10\ 000\ 000$ , dan un pH 7, indicando que es una **SOLUCIÓN NEUTRA**. En este caso en particular se encuentra dentro del intervalo internacional adecuado

**Dureza:** la dureza en un agua, es la libertad de minerales en solución. Un agua blanda es la adecuada para usos industriales, si la función es el lavado, porque estas producen gran cantidad de espuma. Un agua dura tiene mejor sabor por llevar disueltas sustancias minerales. El endurecimiento se produce, en primer término por el paso del agua por depósitos de carbonato y sulfato de calcio, y por la disolución en el agua de pequeñas cantidades de esas sustancias. En este caso en particular se puede confirmar que es un agua **NO DURA**, por estar dentro de los límites máximos aceptables internacionalmente.

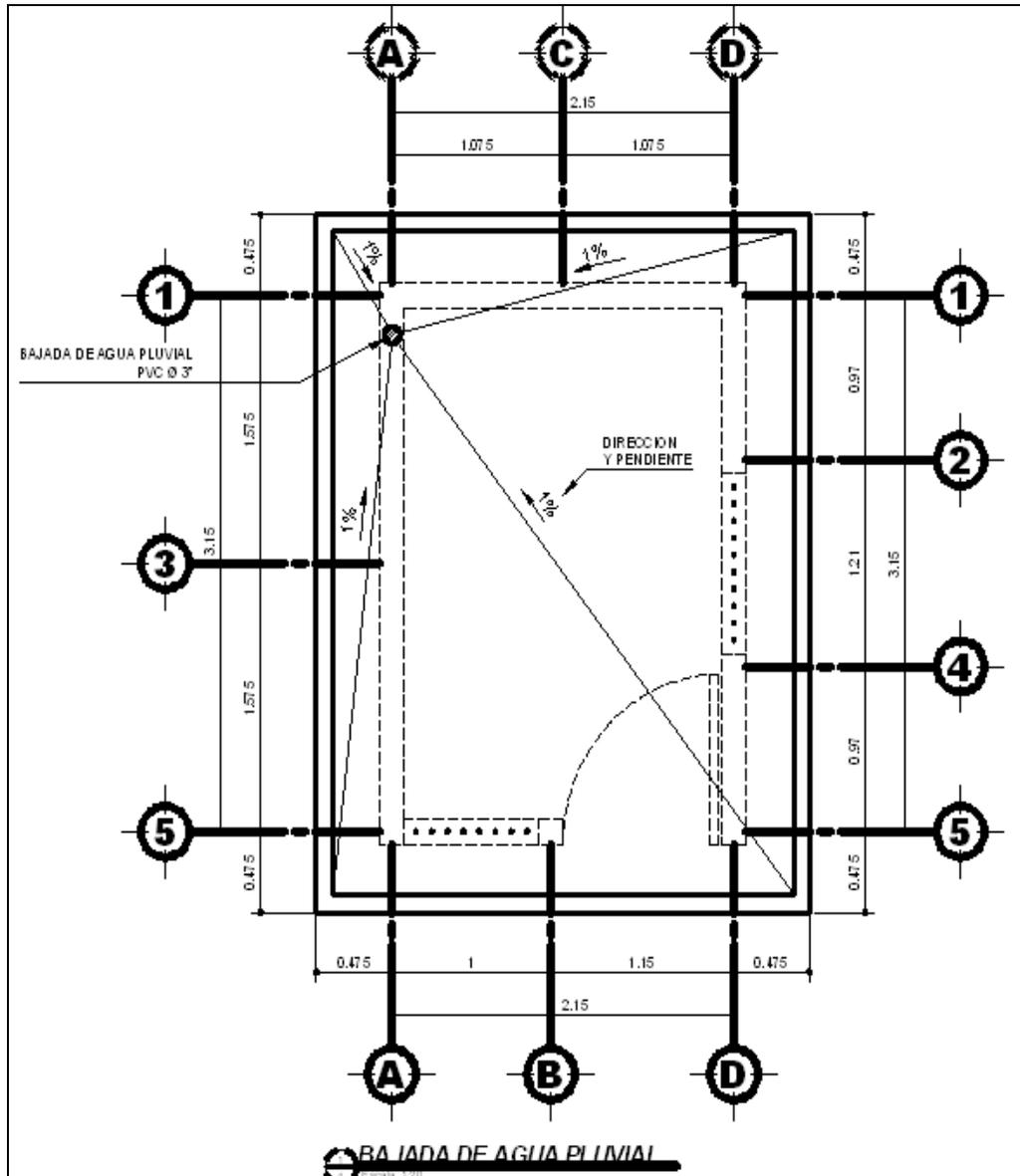
Fuente: guía para el desarrollo del saneamiento en situ.

## Planta de refuerzo de losa de techo, caseta de control



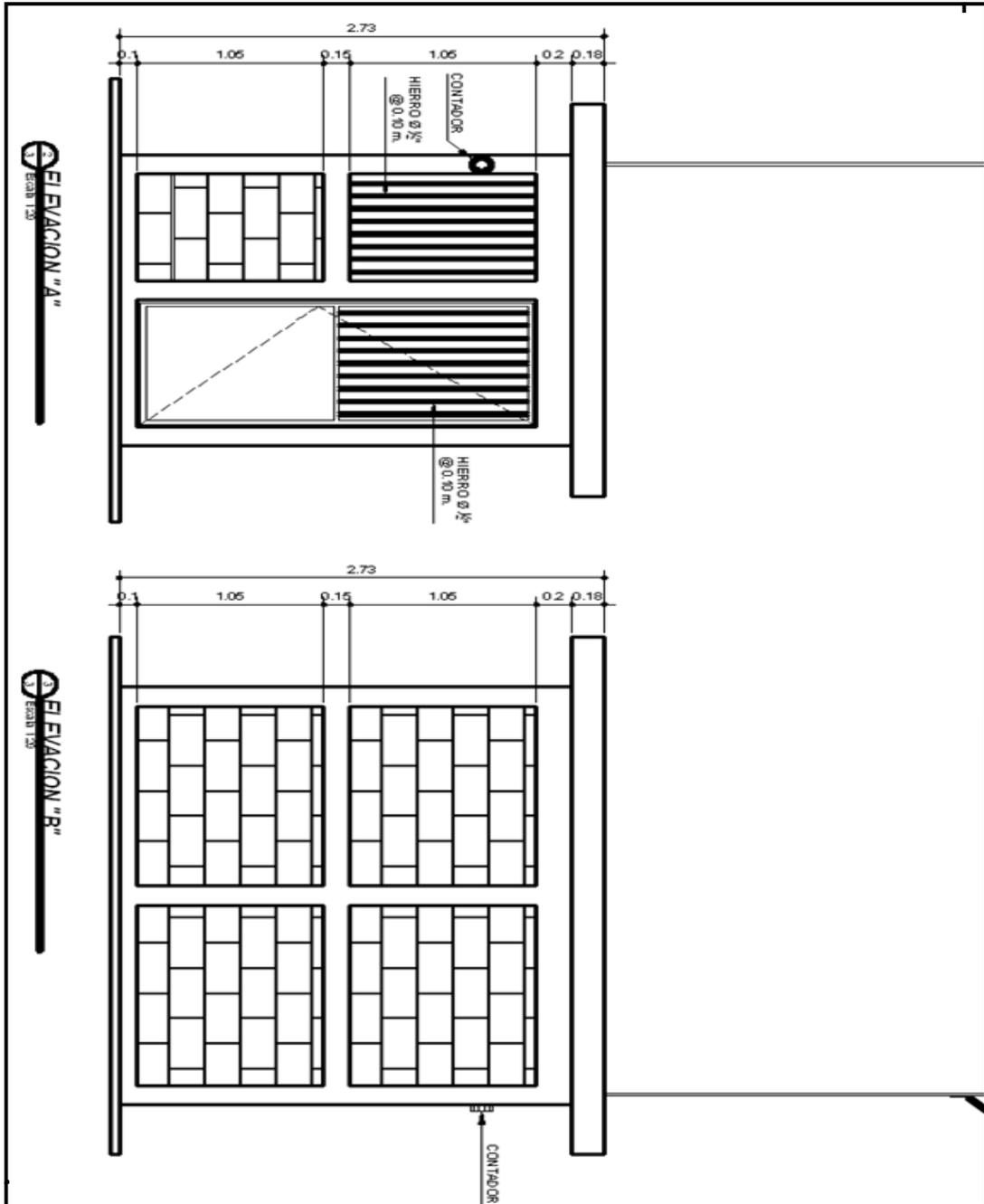
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Planta de bajada de agua pluvial, caseta de control



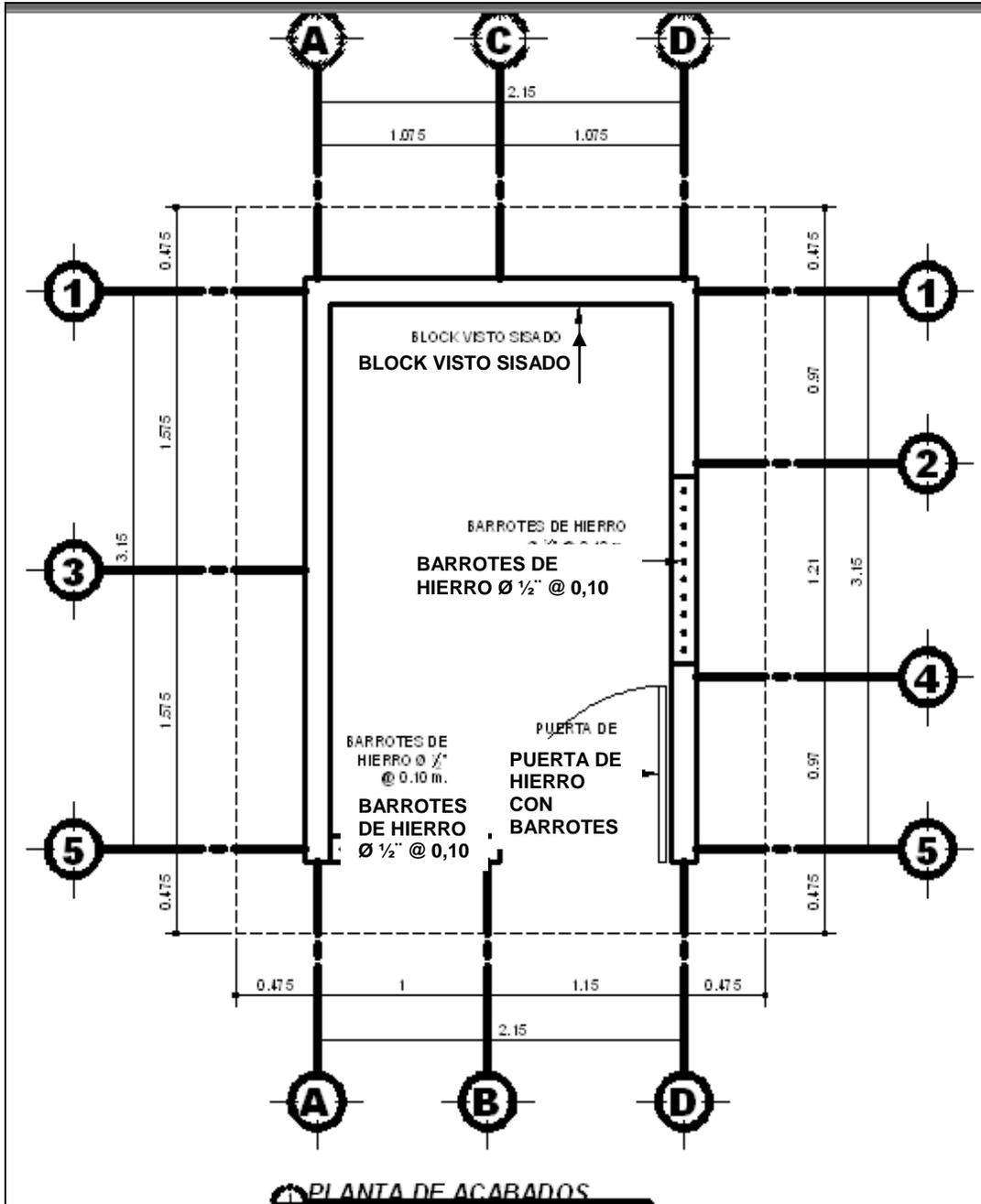
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Plano de elevación, caseta de control



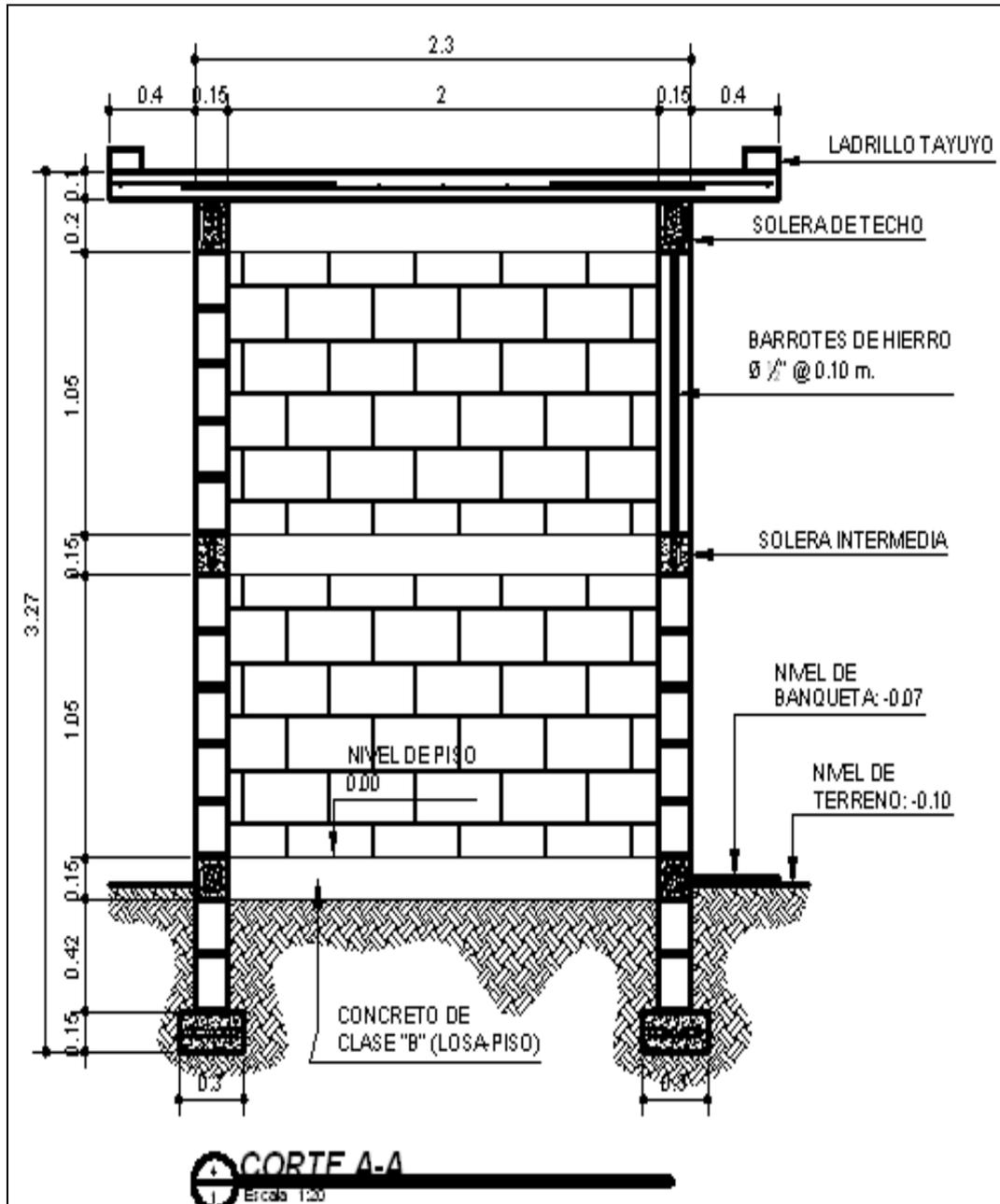
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Planta de acabados, caseta de control



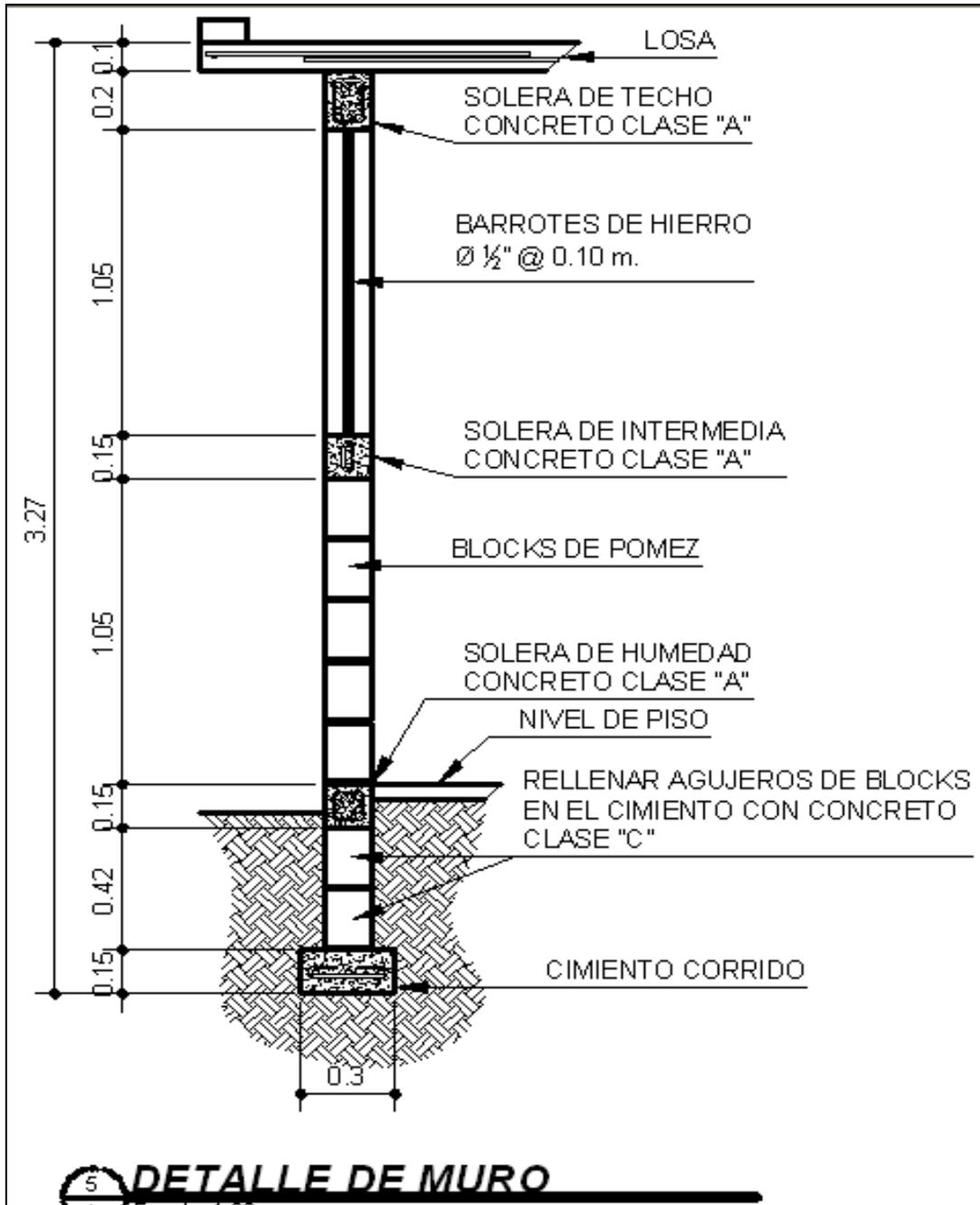
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

### Sección A – A', caseta de control



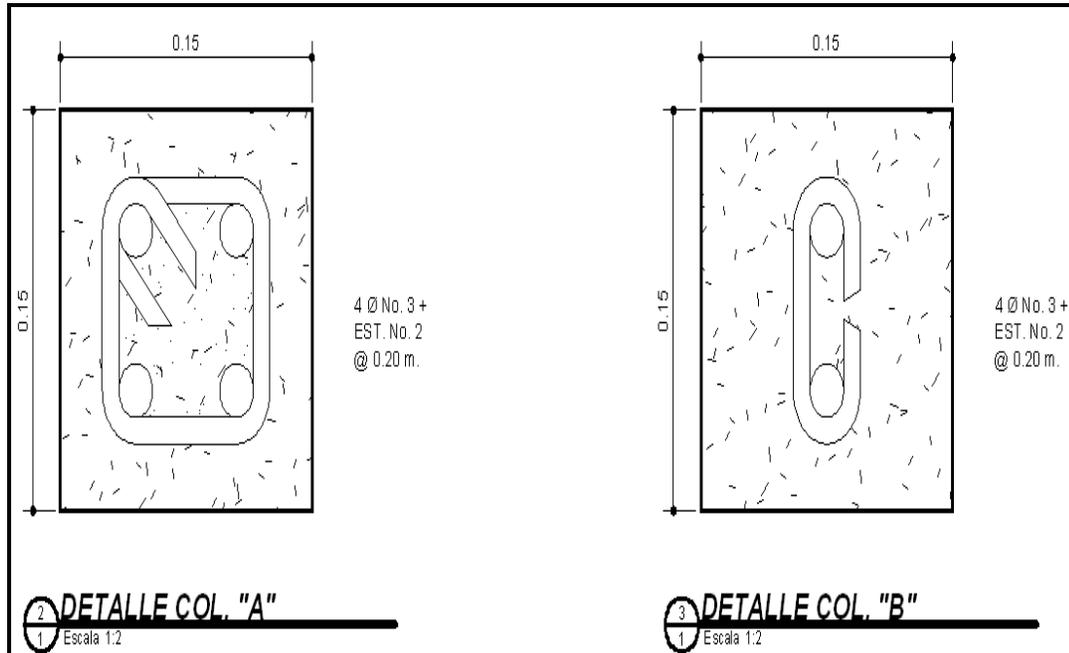
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

### Detalle de muro, caseta de control



Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Detalle de columna A y B, caseta de control



### ESTRUCTURA GENERAL:

#### **COLUMNAS:**

COLUMNAS "A" 0,15x0,15, 4 No.3, ESTRIBOS No.2 @ 0,20 m.

COLUMNAS "B" 0,15x0,15, 2 No.3 ESLABONES No.2 @ 0,20 m.

#### **SOLERAS:**

SOLERA DE TECHO 0,15x0,20, 4 No. 3, ESTRIBOS No.2 @ 0,20 m.

SOLERA INTERMEDIA 0,15x0,15, 2 No.3, ESLABONES No.2 @ 0,20 m.

SOLERA DE HUMEDAD 0,15x0,15, 4 No.3, ESTRIBOS No.2 @ 0,20 m.

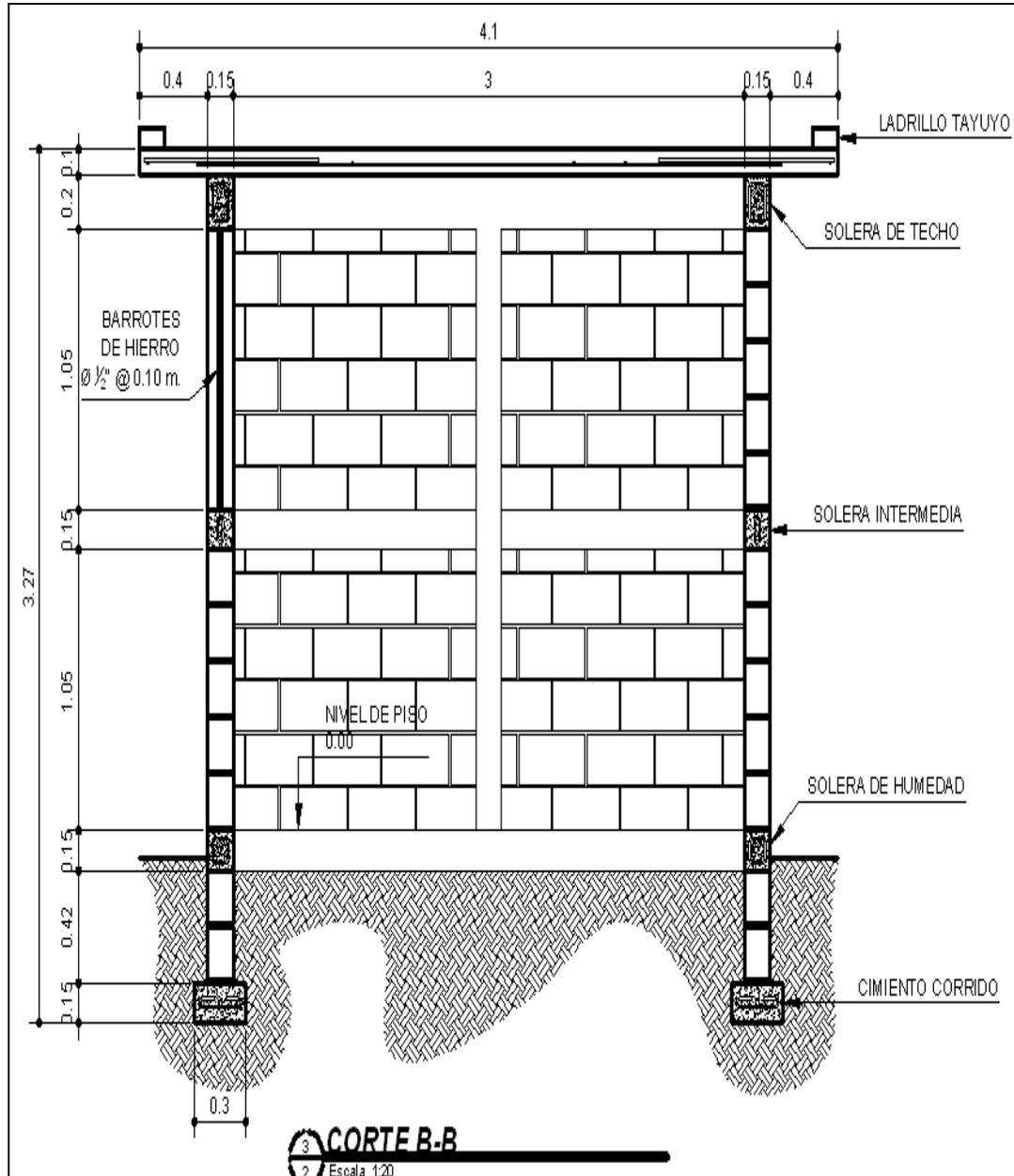
#### **CIMIENTOS:**

CIMIENTO CORRIDO 0,30x0,15, 3 No.3, ESLABONES No.2 @ 0,15 m.

Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

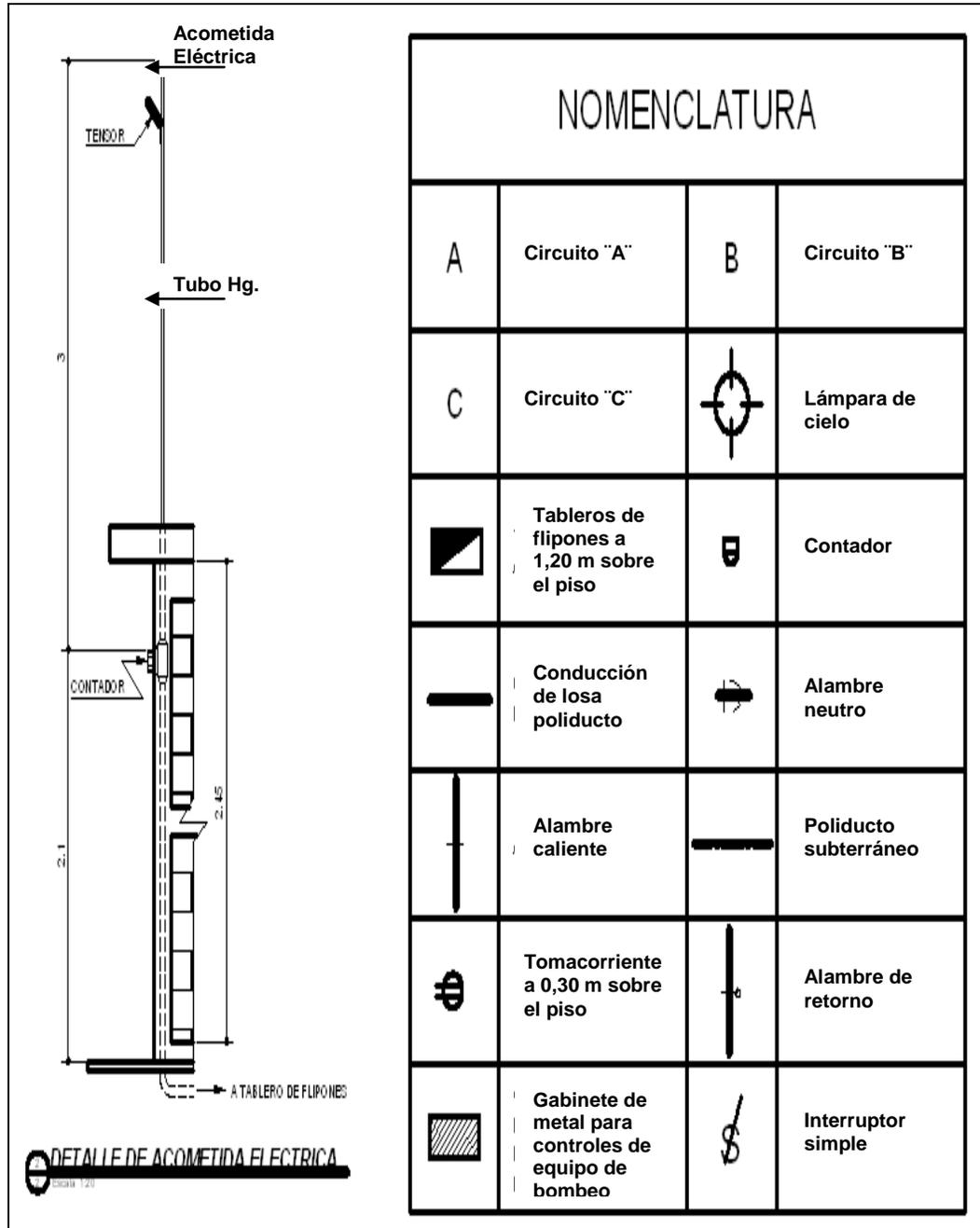


### Sección B - B', caseta de control



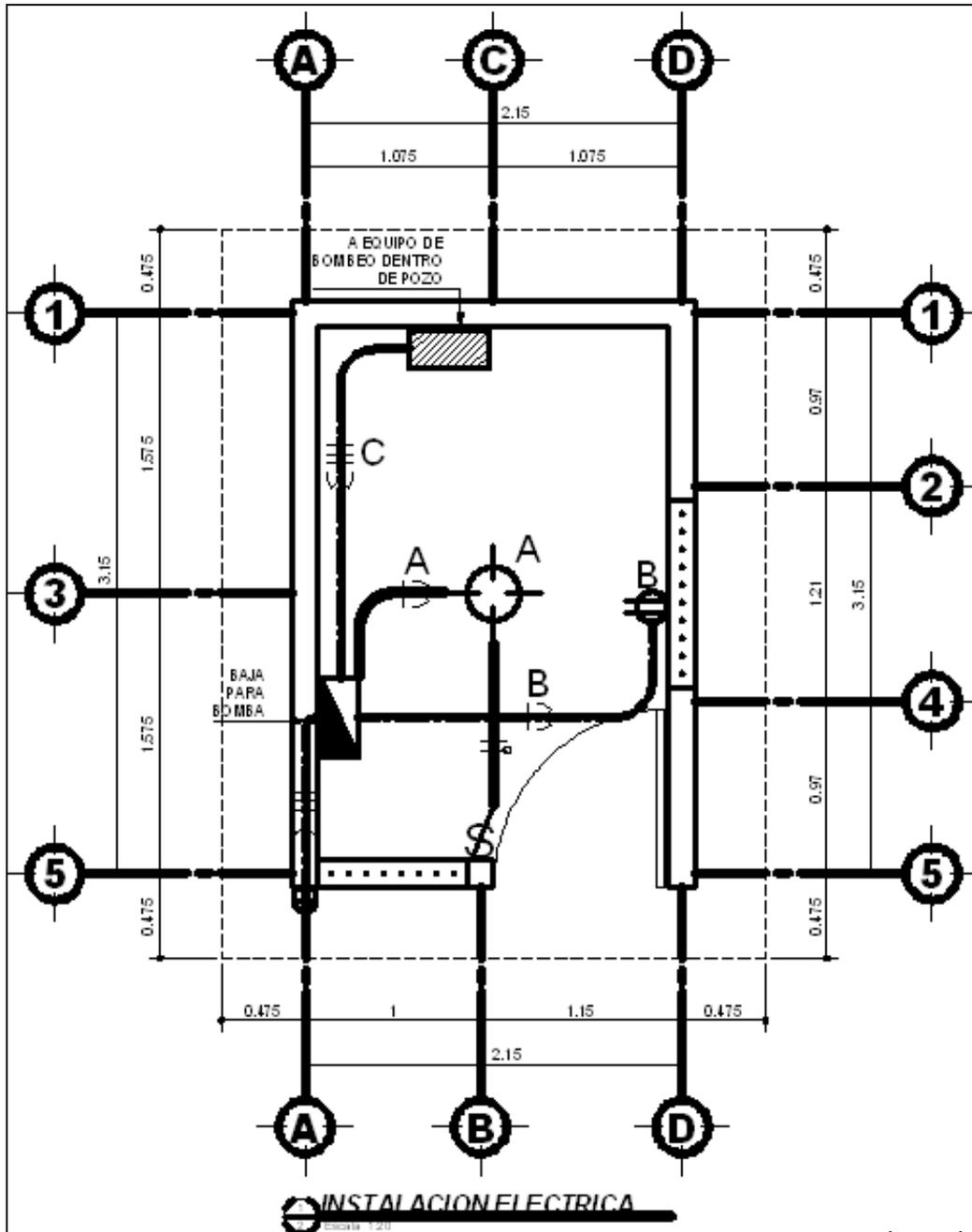
Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Detalle de acometida eléctrica, caseta de control



Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Instalación eléctrica, caseta de control



Fuente: diseño típico de caseta de control, planos propios.

## Generador Eléctrico

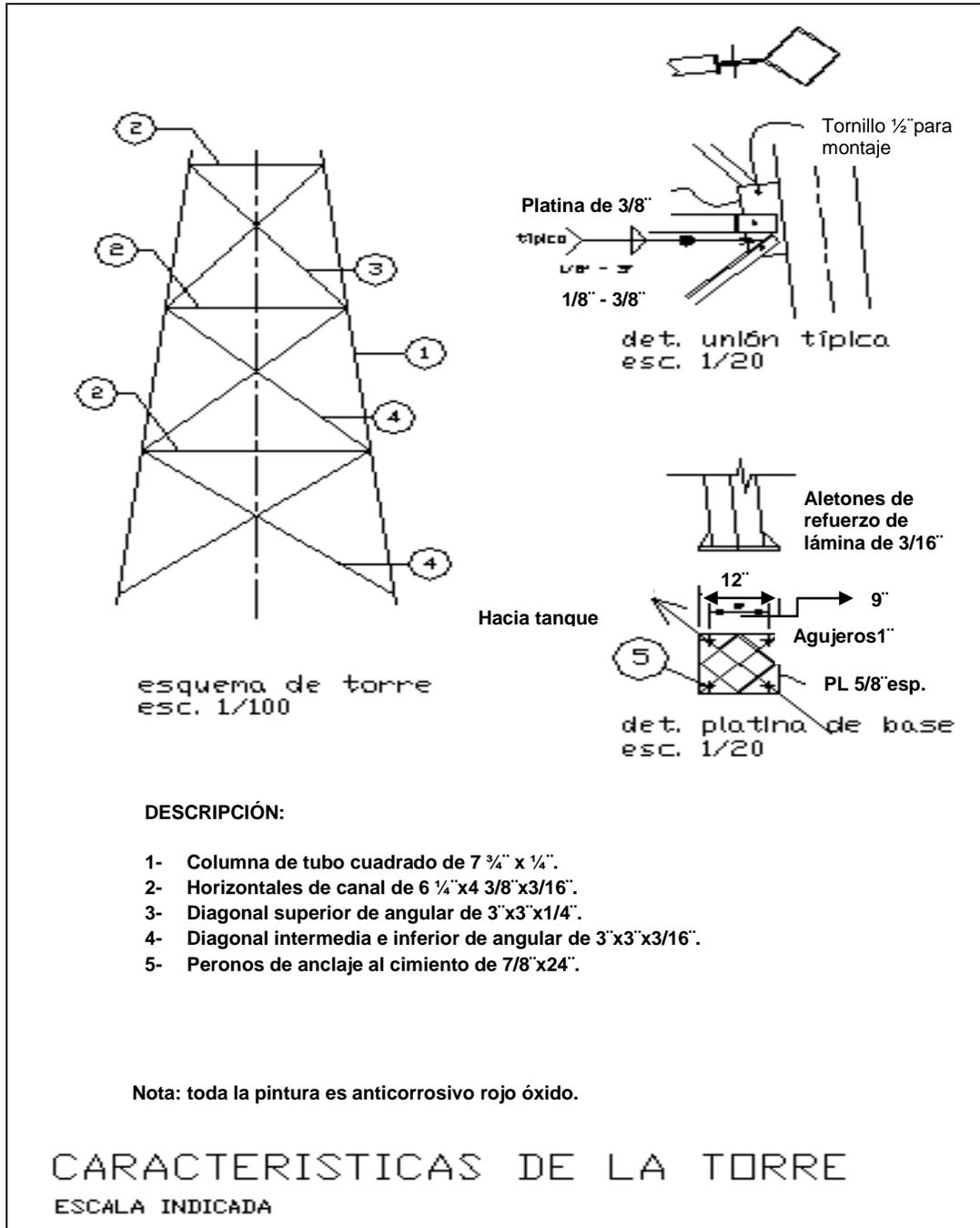
### GENERADOR ELÉCTRICO



Datos Técnicos	
Planta Eléctrica	Modelo MP-30
Conexión monofásica	120/240 voltios reconectable, frecuencia 60Hz, 30 kW (30 kVA) en emergencia, 27 kW (27 kVA) en operación continua
Conexión trifásica	120/208/240/480 voltios, frecuencia 60Hz, 30 kW (37.5 kVA) en emergencia, 27 kW (33.7 kVA) en operación continua, reconectable
Motor	Perkins inglés modelo 1103A-33G, 48HP a 1800 RPM, 3 cilindros, aspiración natural, desplazamiento 3.3lts
Gobernador	Mecánico
Sistema de enfriamiento	Agua, radiador tropicalizado
Sistema eléctrico	12VDC
Tablero	Análogo/digital, módulo de arranque manual/automático, protección de fallas y luces indicadoras. Para el generador: indicadores análogos de voltios, frecuencia, amperios y selector de fases. Para el motor: horómetro, interruptor termomagnético, botón de parada de emergencia.
Alternador	Stamford, regulador de voltaje automático
Factor de potencia	Trifásico 0.8, monofásico 1.0
Aislamiento	Clase H
Tanque de combustible	En la base de 34 galones
Consumo de combustible galones/hr.	Al 100% 2.27 Al 75% 1.74 Al 50% 1.29
Medidas	Largo 1.42 mts. Ancho 0.72 mts. Alto 1.11 mts. Peso 620 kg

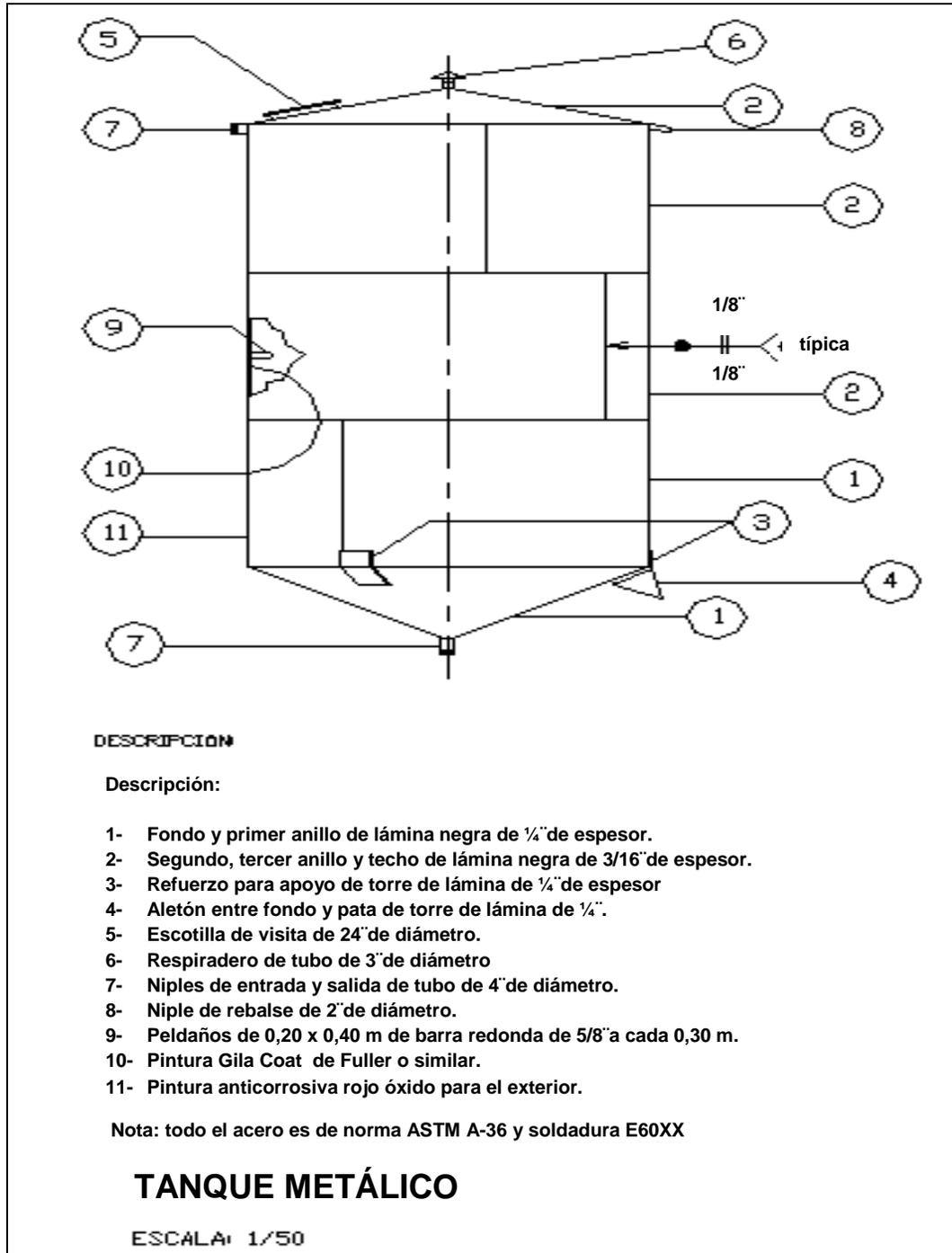
Fuente: modelo de generador eléctrico que contiene las características para suplir de energía eléctrica a los tableros de control de bomba, según cálculos realizados por la OMP y el CODEDE.

## Características de la torre, tanque elevado



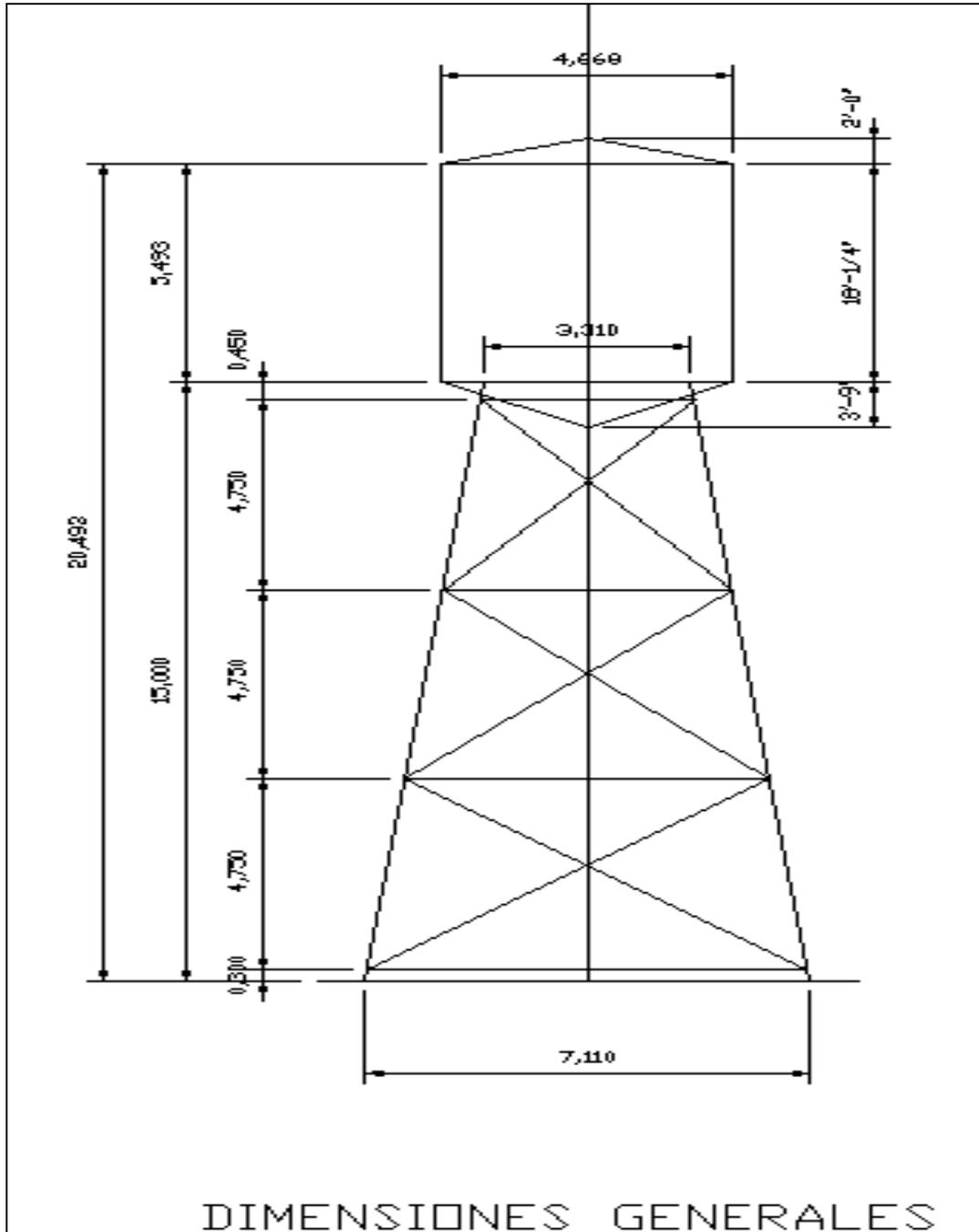
Fuente: diseño estructural de tanque elevado, planos propios.

## Características del tanque elevado



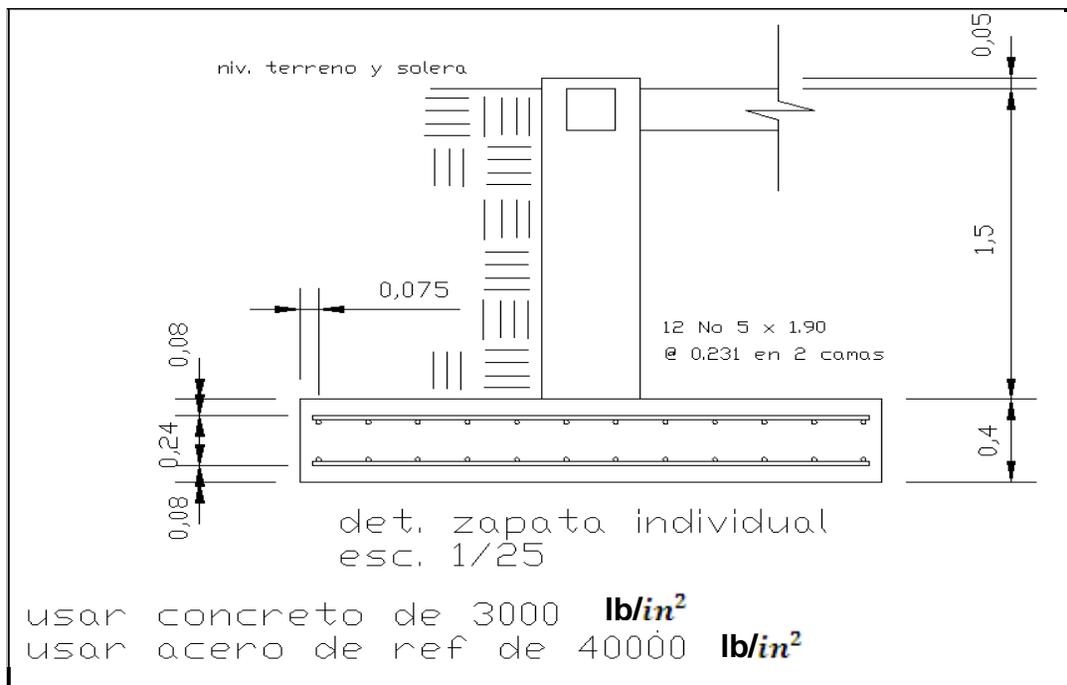
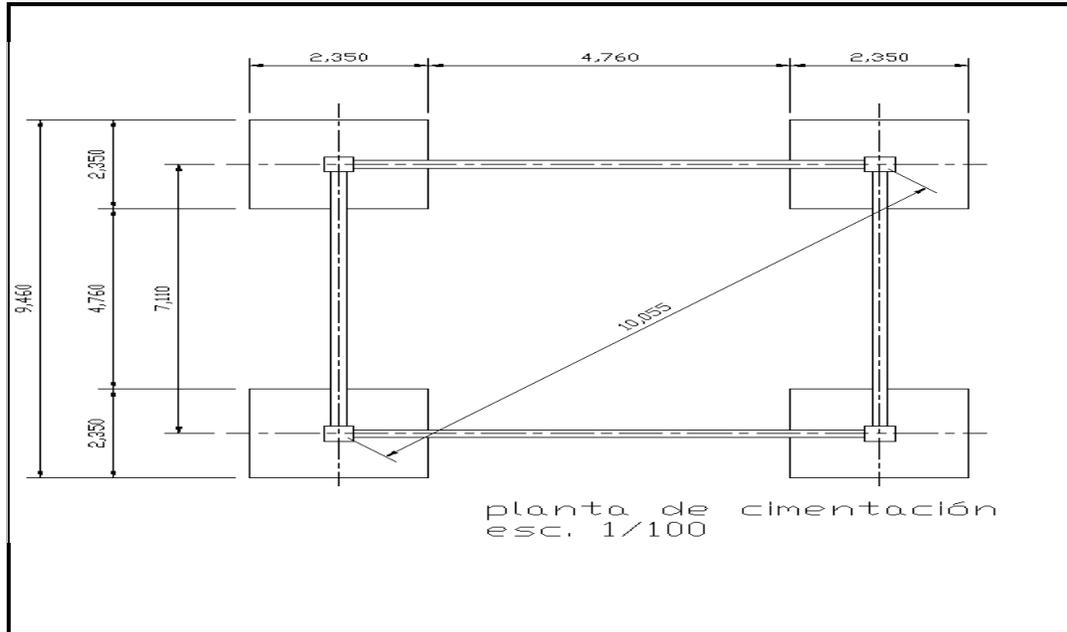
Fuente: diseño estructural de tanque elevado, planos propios.

### Dimensiones generales, tanque elevado



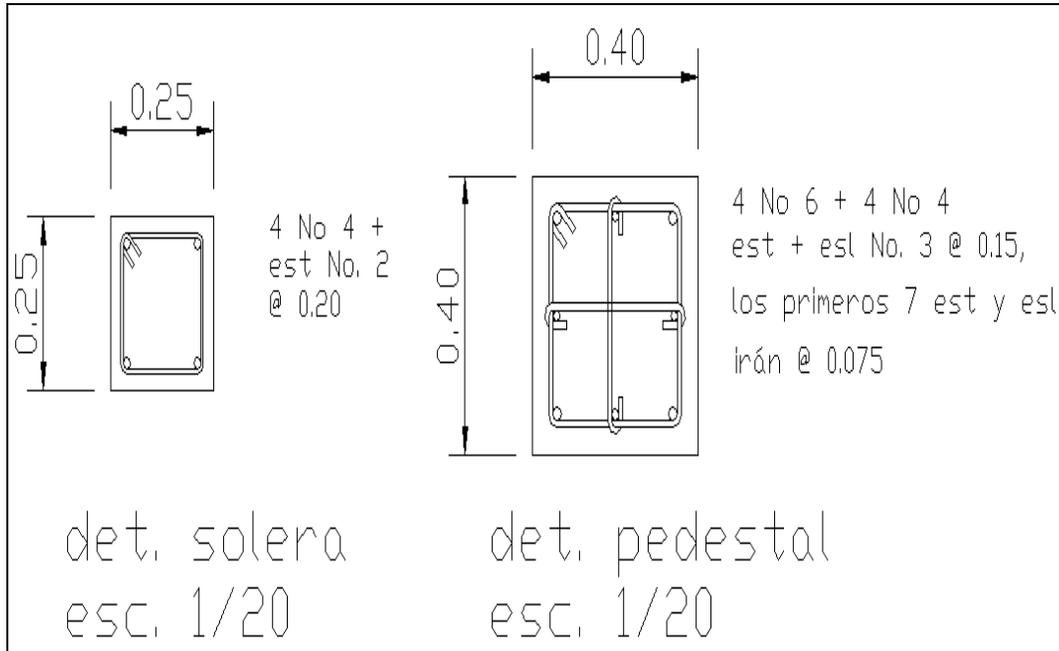
Fuente: diseño estructural de tanque elevado, planos propios.

## Detalle de cimentación, tanque elevado



Fuente: diseño estructural de tanque elevado, planos propios.

### Continuación detalle de cimentación, tanque elevado



#### ESPECIFICACIONES:

CONCRETO: 3 000 lb/in<sup>2</sup>.

ACERO DE REFUERZO: 40 000 lb/in<sup>2</sup>.

ACERO DEL TANQUE: ASTM A-36.

SOLDADURA: E60XX.

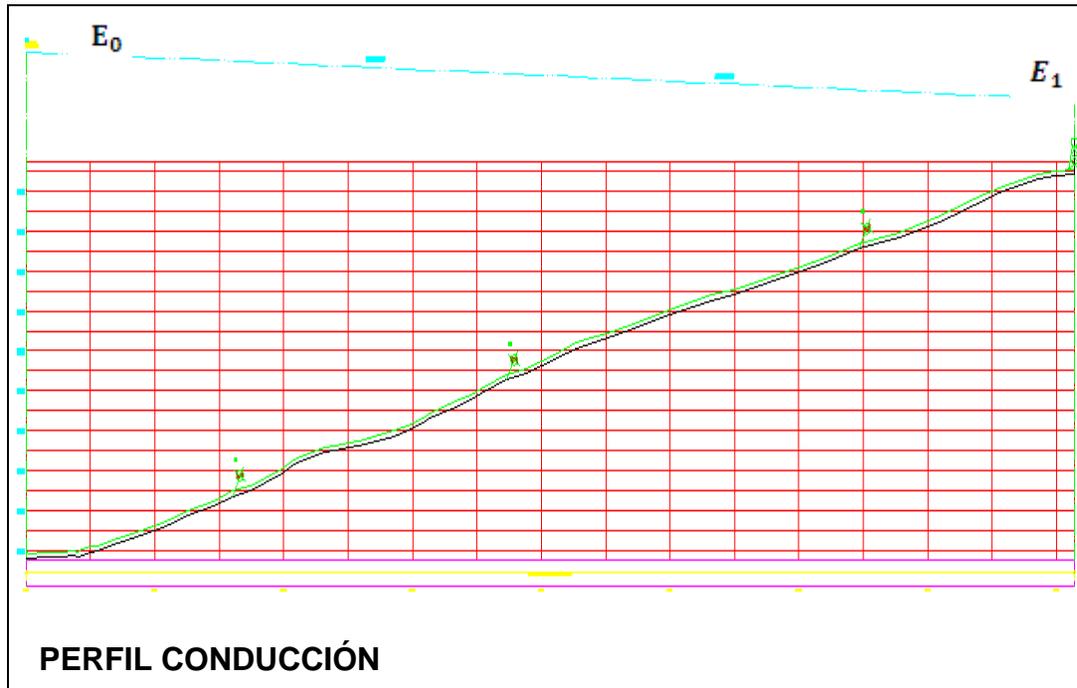
TORNILLOS DE MONTAJE: ASTM A-307 O GRADO 2.

PINTURA INTERIOR: GILA COAT DE FULLER.

PINTURA EXTERIOR: anticorrosiva rojo óxido.

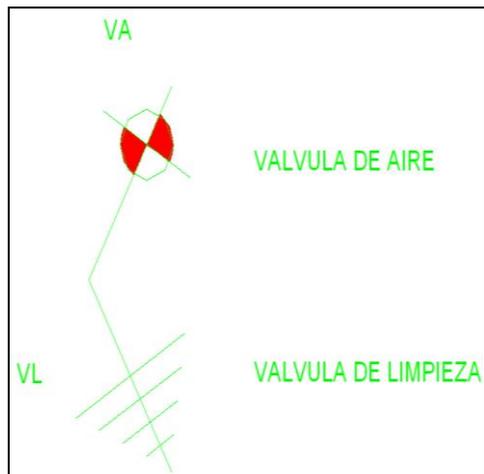
Fuente: diseño estructural de tanque elevado, planos propios.

Línea de impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,  $E_0 - E_1$



CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA

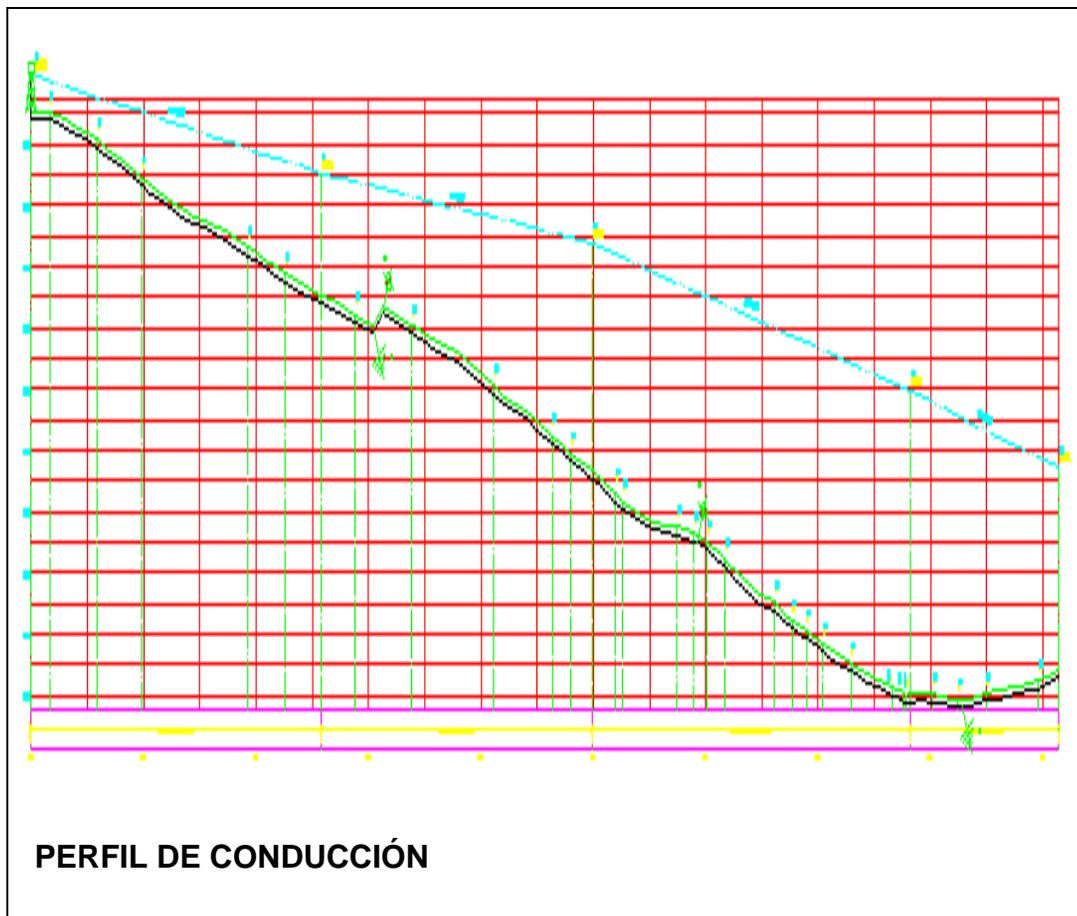
ROJO	0,1
AMARILLO	0,2
VERDE	0,3
CYAN	0,4
AZUL	0,5
MAGENTA	0,6
BLANCO	0,7
COLOR 8	1,0
COLOR 9	1,2



272 Tubos PVC Ø 4" 160 psi  $E_0 - E_1$  Caudal  $Q_{E_0-E_1} = 10,65$  l/s

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Williams.

Línea de impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,  $E_1 - E_{35}$



MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA

86 Tubos PVC Ø 3" 160 psi  $E_1 - E_9$  Caudal  $Q_{E1-E9} = 10,42$  l/s

81 Tubos PVC Ø 3" 160 psi  $E_9 - E_{15}$  Caudal  $Q_{E9-E15} = 8,96$  l/s

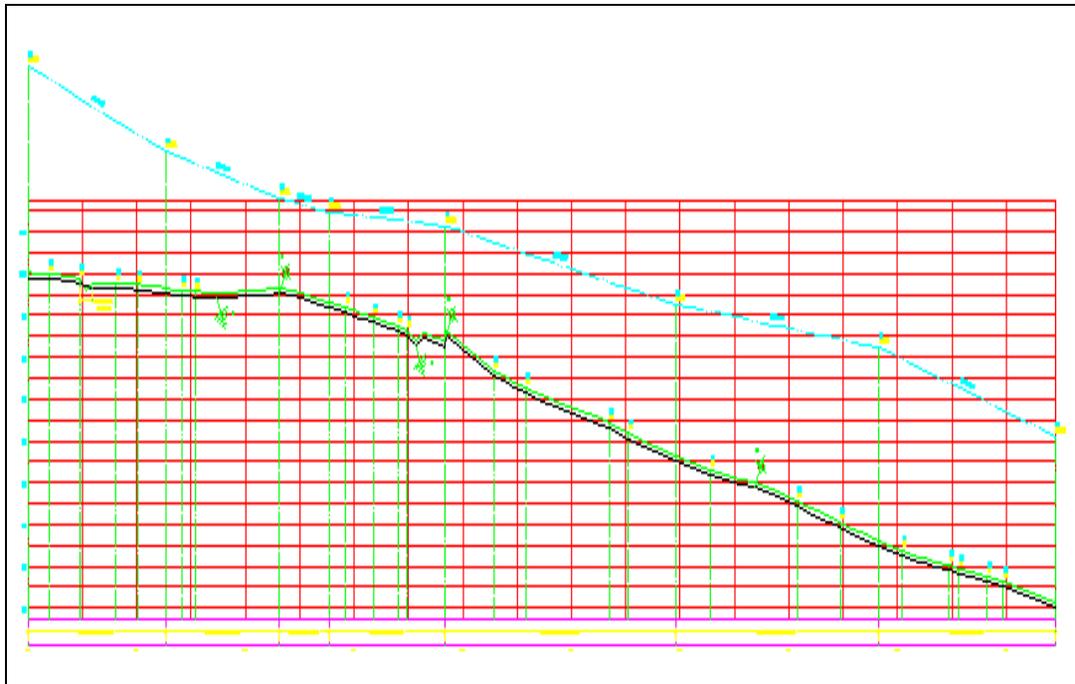
95 Tubos PVC Ø 2 1/2" 160 psi  $E_{15}-E_{30}$  Caudal  $Q_{E15-E30} = 7,63$  l/s

44 Tubos PVC Ø 3/4" 250 psi  $E_{30} - E_{35}$  Caudal  $Q_{E30-E35} = 0,34$  l/s

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Línea de impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,

$E_{30} - E_{77}$

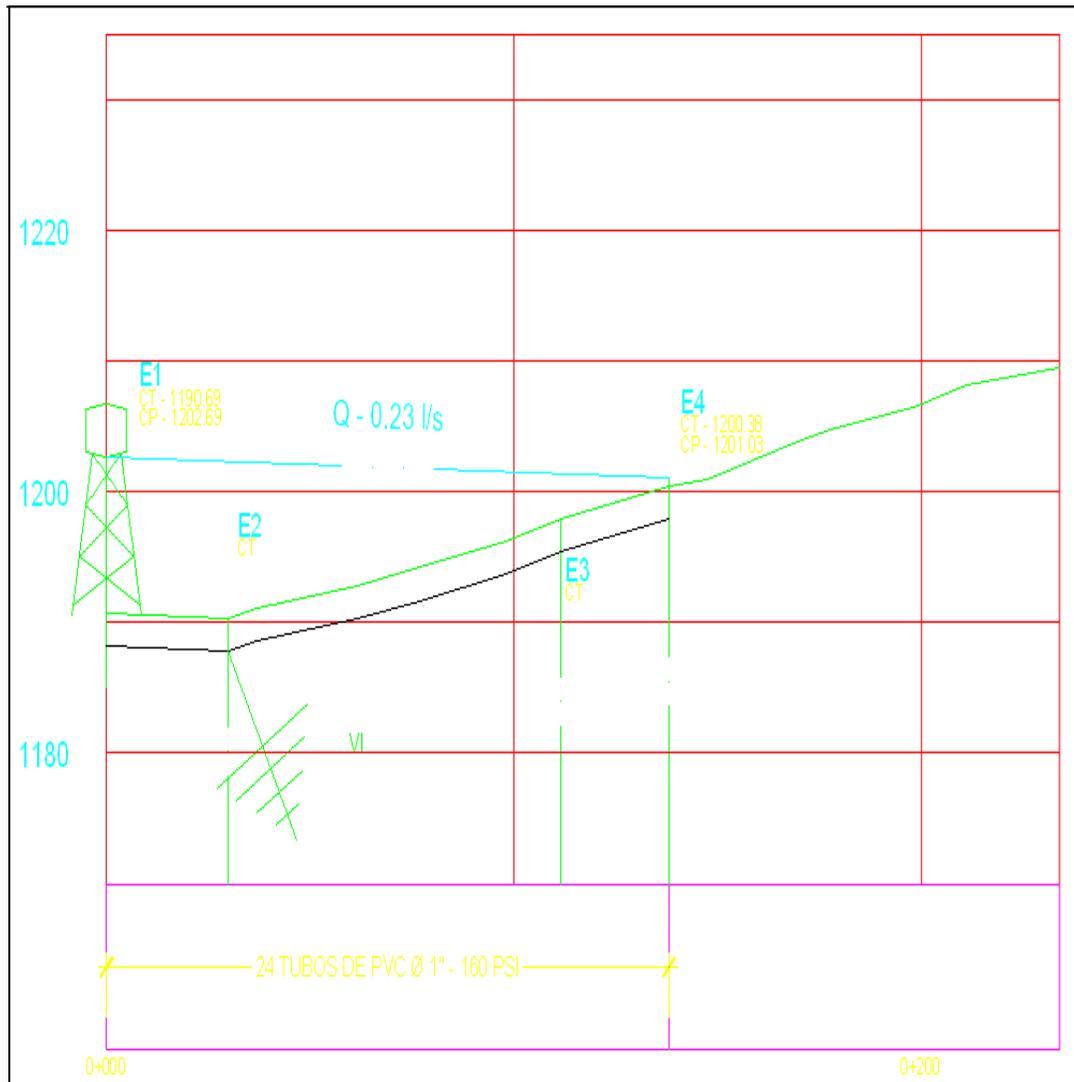


MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA

43 Tubos PVC Ø 2" 160 psi $E_{30} - E_{40}$	Caudal $Q_{E30-E40} = 5,99$ l/s
35 Tubos PVC Ø 2" 160 psi $E_{40} - E_{44}$	Caudal $Q_{E40-E44} = 4,79$ l/s
16 Tubos PVC Ø 2" 160 psi $E_{44} - E_{47}$	Caudal $Q_{E44-E47} = 3,78$ l/s
36 Tubos PVC Ø 2" 160 psi $E_{47} - E_{60}$	Caudal $Q_{E47-E60} = 2,45$ l/s
71 Tubos PVC Ø 1½" 160psi $E_{60} - E_{67}$	Caudal $Q_{E60-E67} = 2,03$ l/s
63 Tubos PVC Ø 1½" 160psi $E_{67} - E_{71}$	Caudal $Q_{E67-E71} = 1,56$ l/s
55 Tubos PVC Ø 1" 160 psi $E_{71} - E_{77}$	Caudal $Q_{E71-E77} = 0,86$ l/s

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Williams.

### Línea impulsión, descarga y red de distribución por estaciones, $E_1 - E_4$

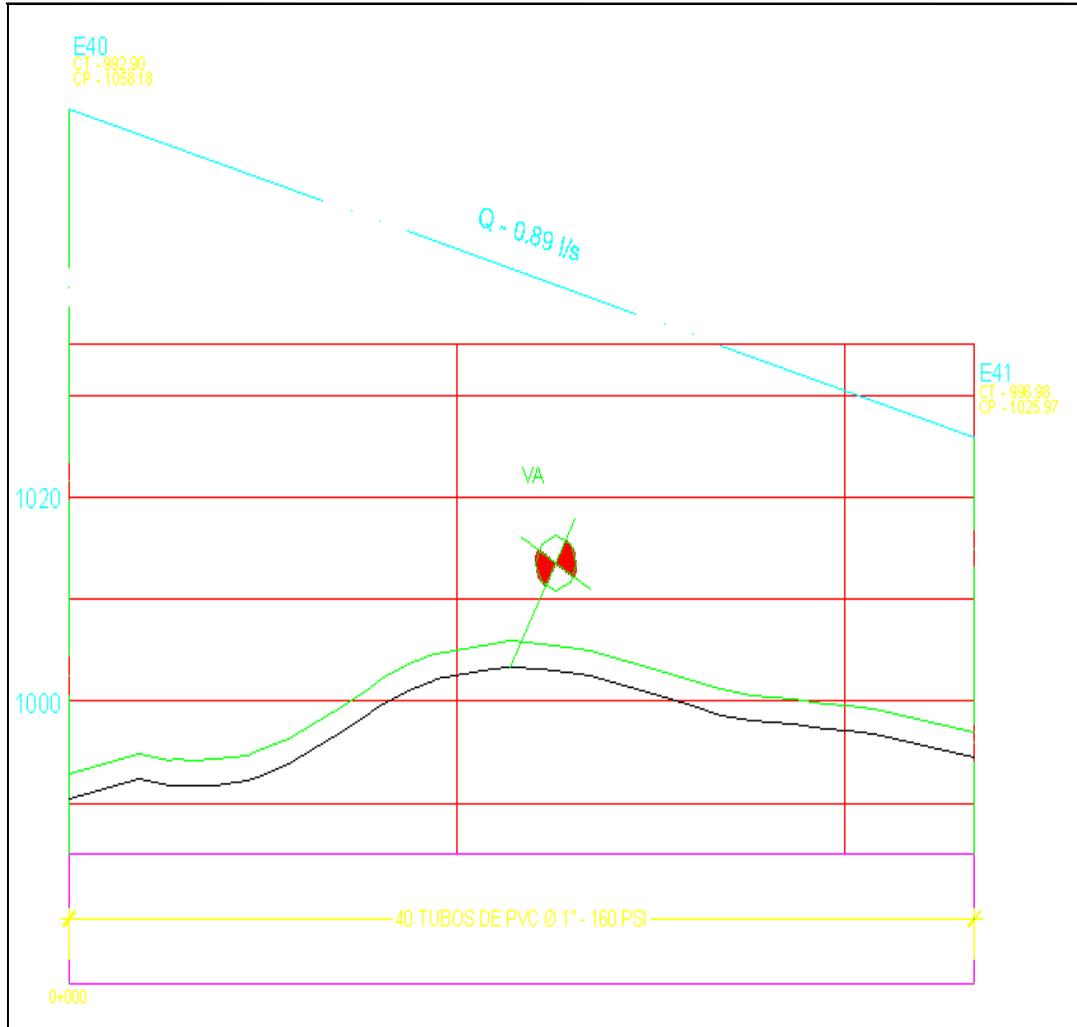


**MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA**

**24 Tubos PVC Ø 1" 160 psi  $E_1 - E_4$  Caudal  $Q_{E_1-E_4} = 0,23 \text{ l/s}$**

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

**Línea impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,  $E_{40} - E_{41}$**



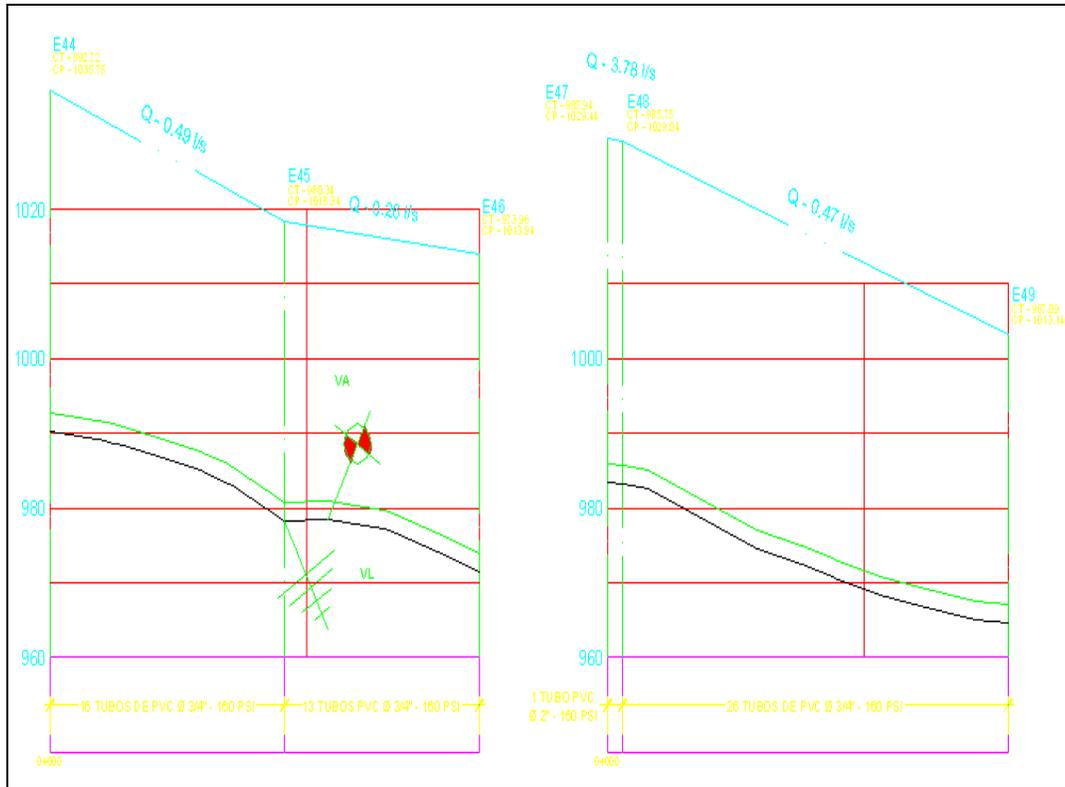
**MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA**

**40 Tubos PVC Ø 1" 160 psi  $E_{40} - E_{41}$  Caudal  $Q_{E40-E41} = 0,89 \text{ l/s}$**

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Línea de impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,

$E_{44} - E_{49}$



MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA

16 Tubos PVC Ø 3/4" 250 psi  $E_{44} - E_{45}$  Caudal  $Q_{E44-E45} = 0,49$  l/s

13 Tubos PVC Ø 3/4" 250 psi  $E_{45} - E_{46}$  Caudal  $Q_{E45-E46} = 0,26$  l/s

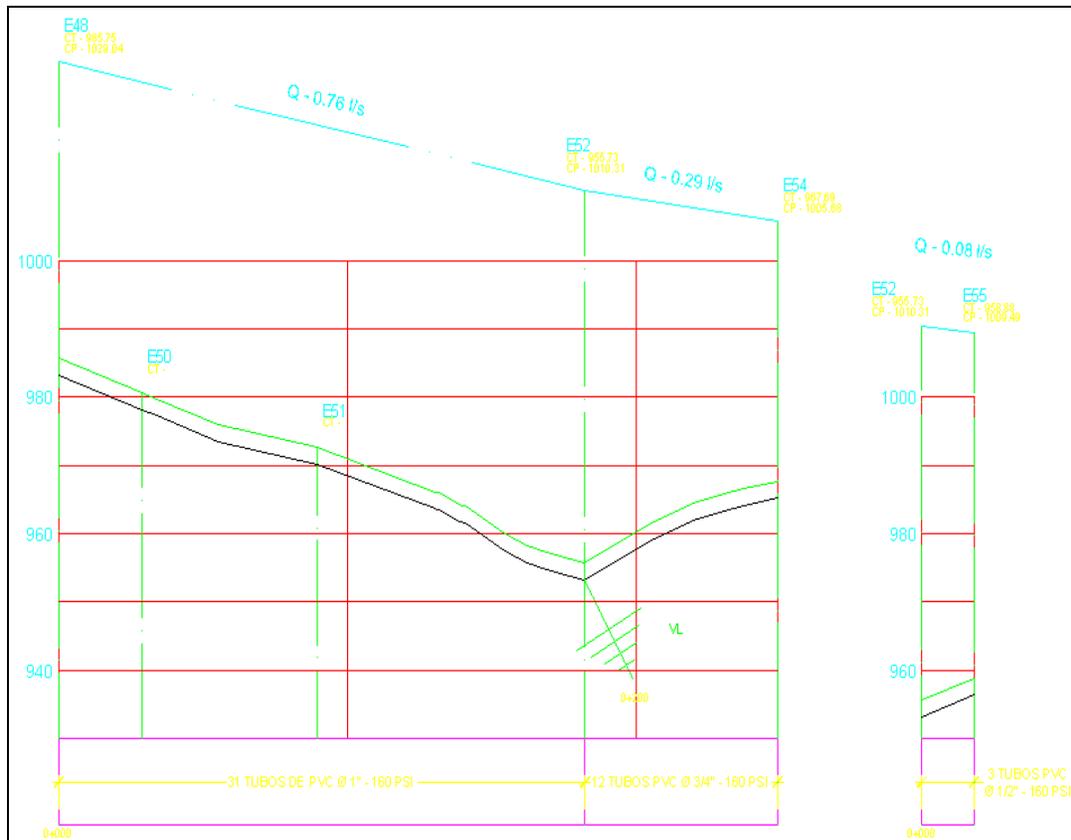
01 Tubos PVC Ø 2" 160 psi  $E_{47} - E_{48}$  Caudal  $Q_{E47-E48} = 3,78$  l/s

26 Tubos PVC Ø 3/4" 250 psi  $E_{48} - E_{49}$  Caudal  $Q_{E48-E49} = 0,47$  l/s

Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

**Línea de impulsión, descarga y red de distribución por estaciones,**

**$E_{48} - E_{55}$**

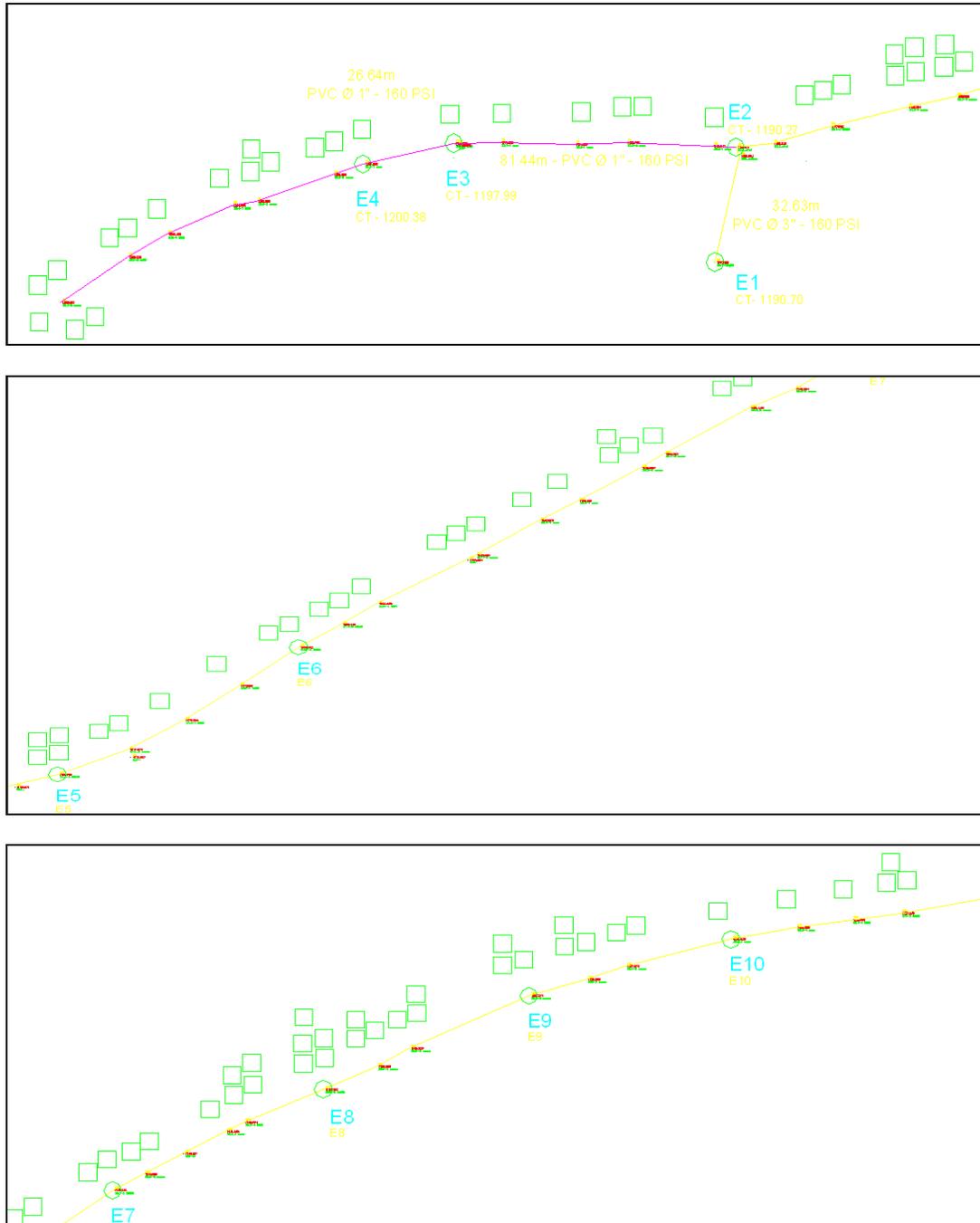


**MISMO CÓDIGO DE COLORES DE LÍNEA**

<b>31 Tubos PVC Ø 1" 160 psi <math>E_{48} - E_{52}</math></b>	<b>Caudal <math>Q_{E48-E52} = 0,76</math> l/s</b>
<b>12 Tubos PVC Ø 3/4" 250psi <math>E_{52} - E_{54}</math></b>	<b>Caudal <math>Q_{E52-E54} = 0,29</math> l/s</b>
<b>03 Tubos PVC Ø 1/2" 315psi <math>E_{52} - E_{55}</math></b>	<b>Caudal <math>Q_{E52-E55} = 0,08</math> l/s</b>

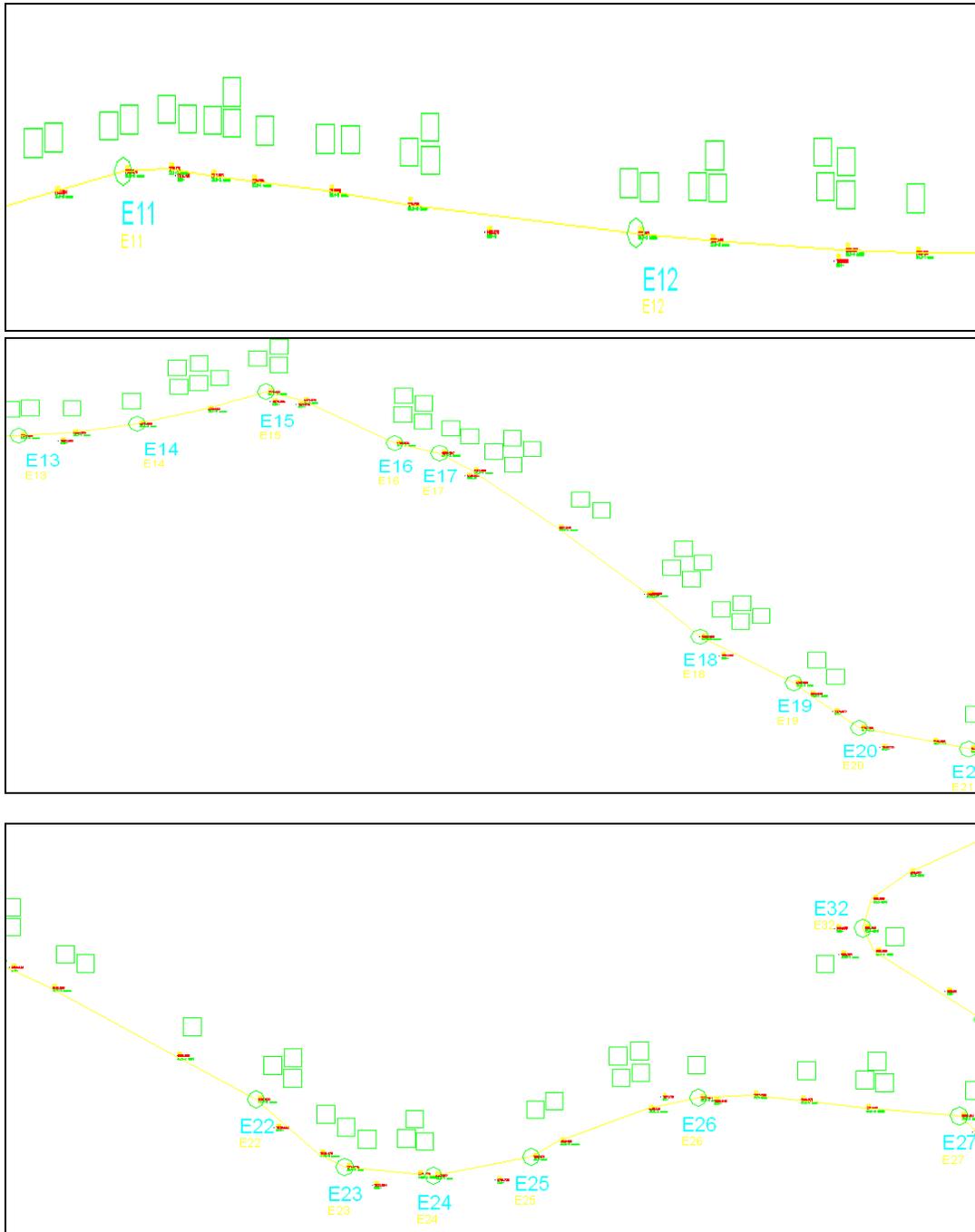
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

## Planta de distribución de red de agua potable por estaciones, $E_1 - E_{10}$



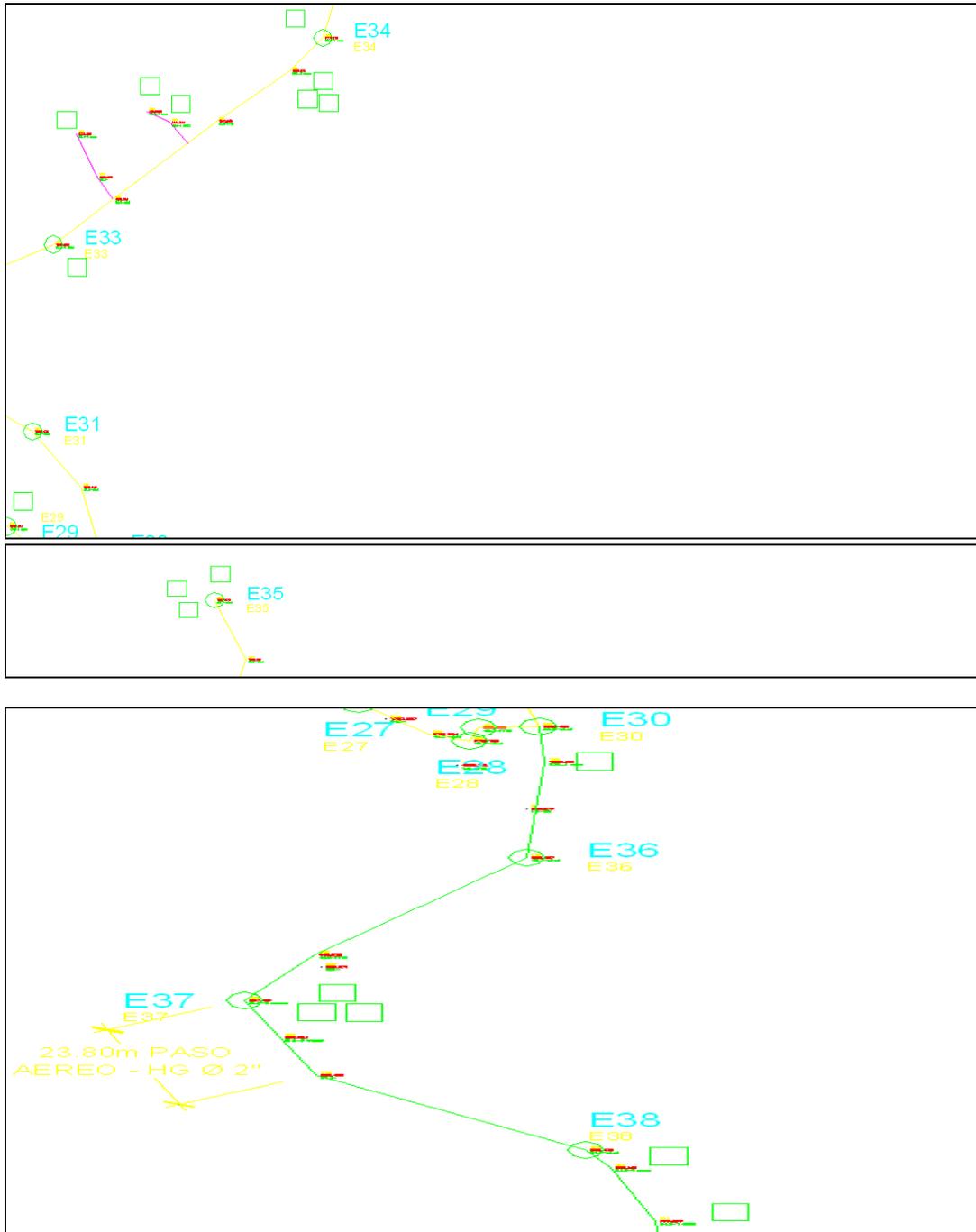
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta de distribución de red de agua potable por estaciones,  $E_{11} - E_{32}$



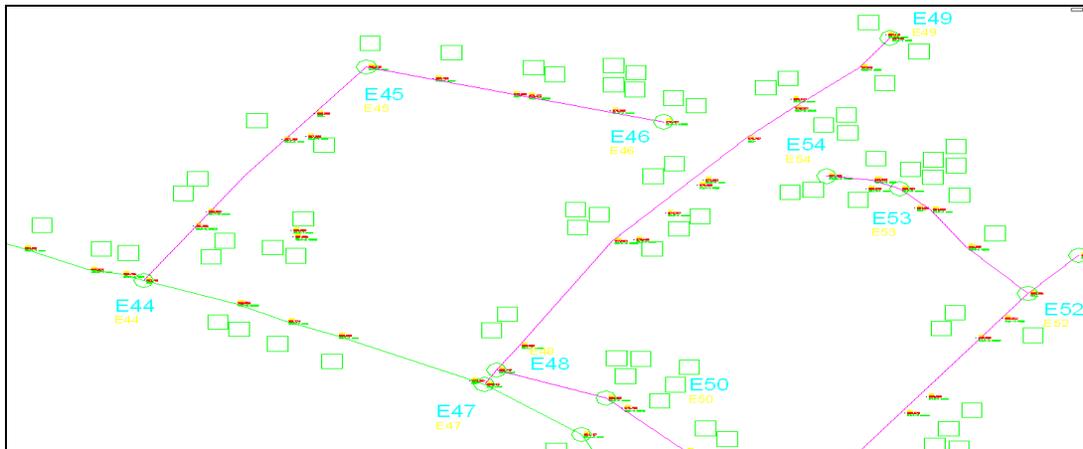
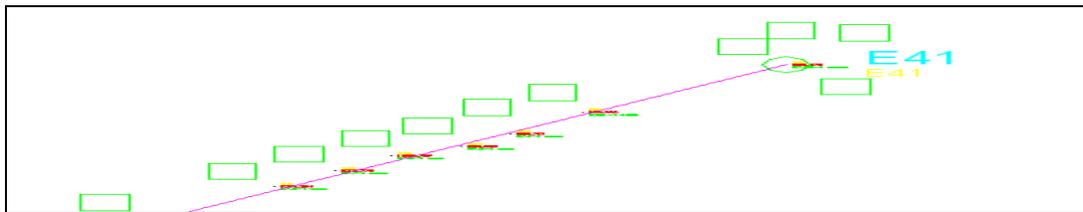
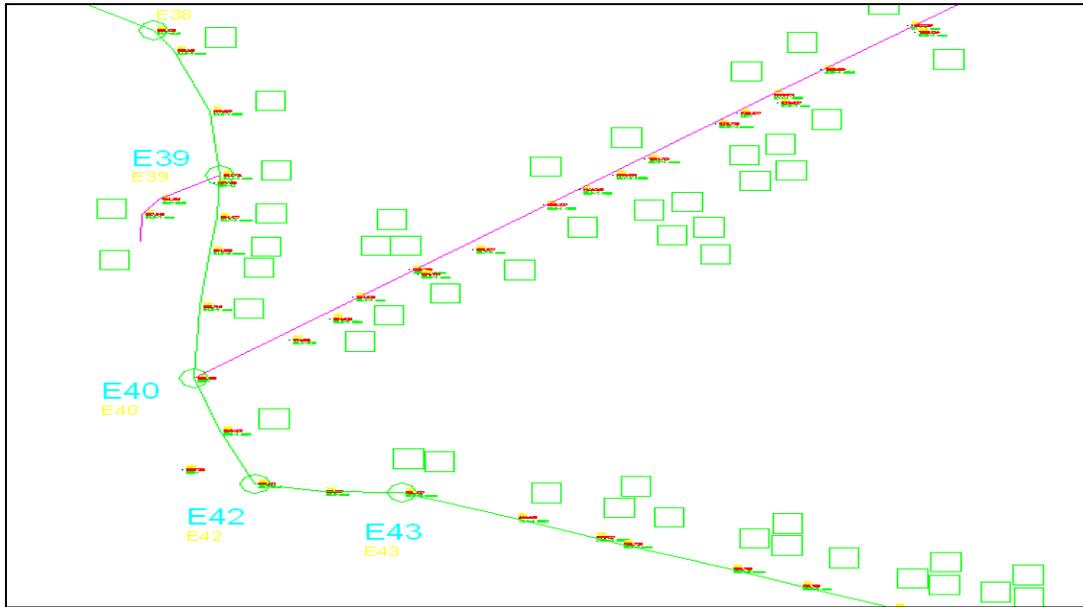
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta de distribución de red de agua potable por estaciones,  $E_{33} - E_{38}$



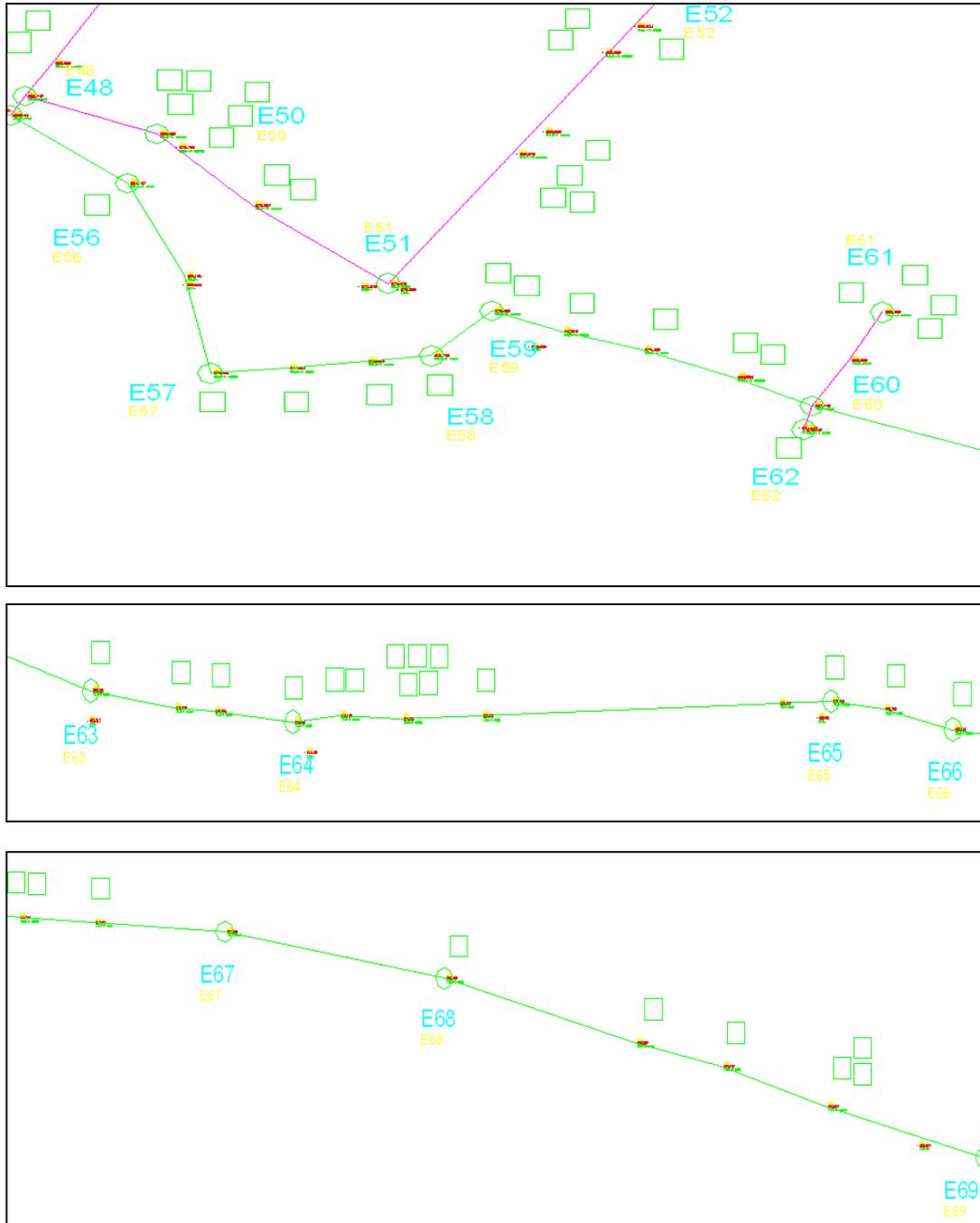
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta de distribución de red de agua potable por estaciones,  $E_{39} - E_{54}$



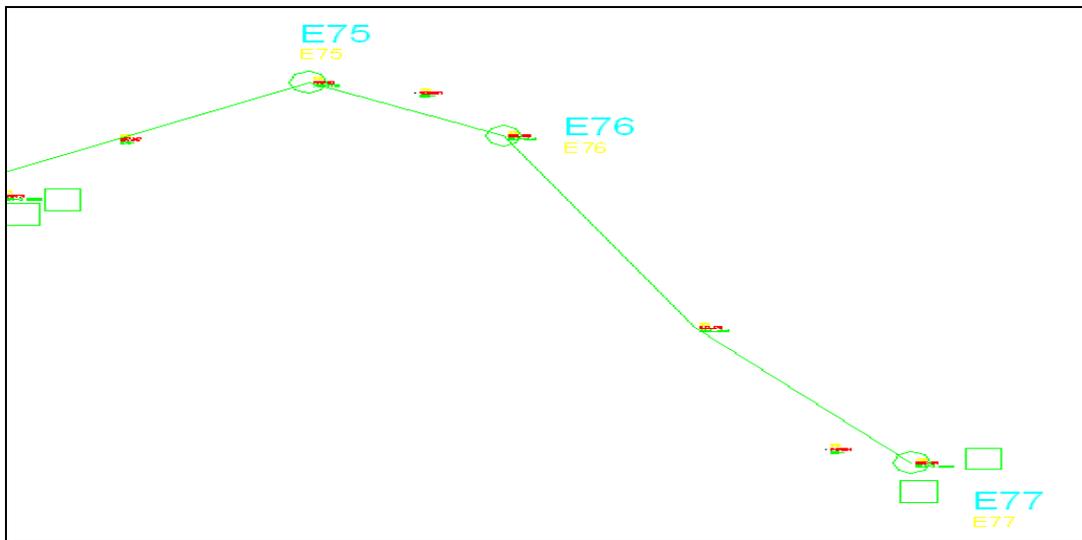
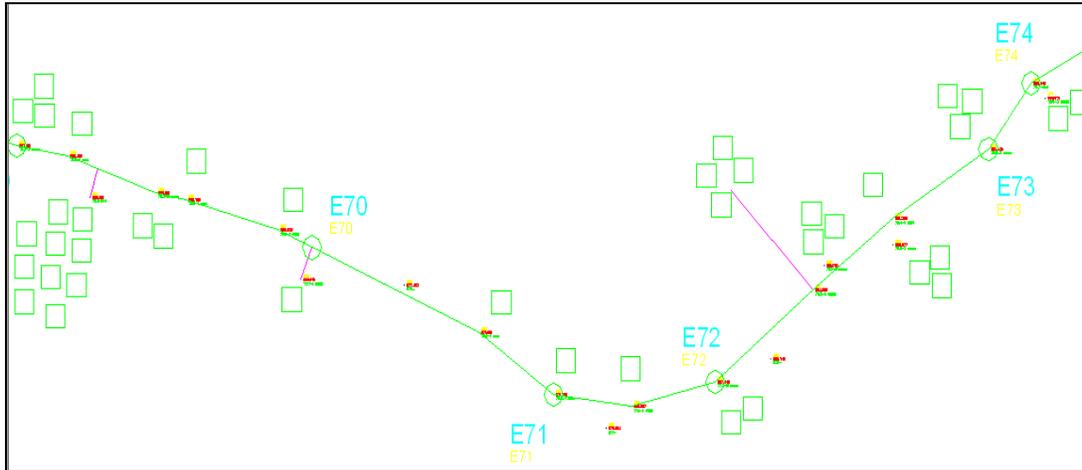
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta de distribución de red de agua potable por estaciones,  $E_{55} - E_{69}$



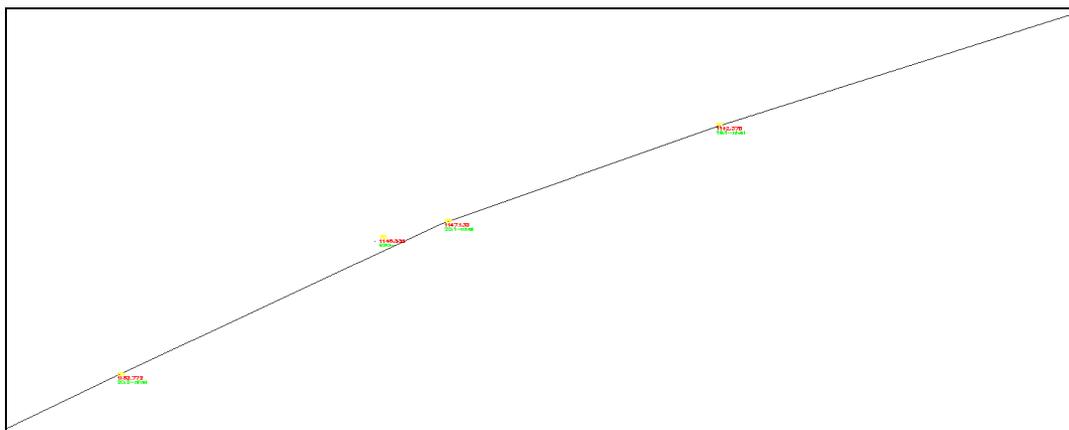
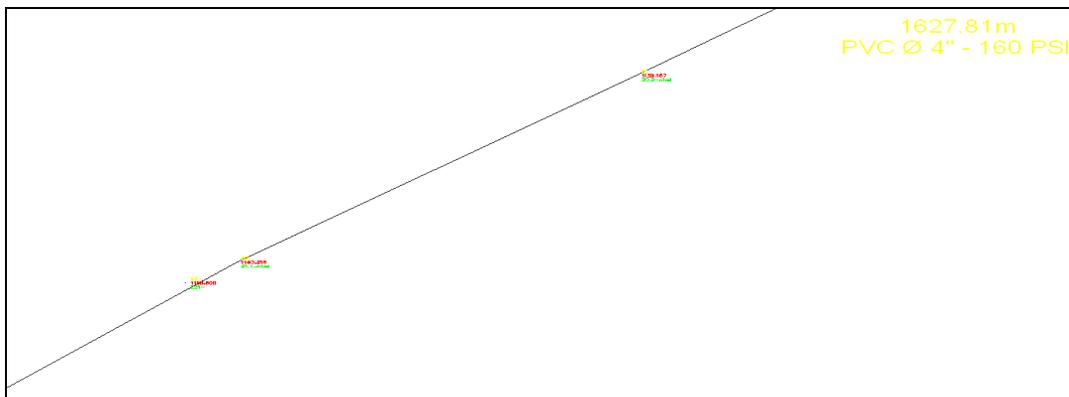
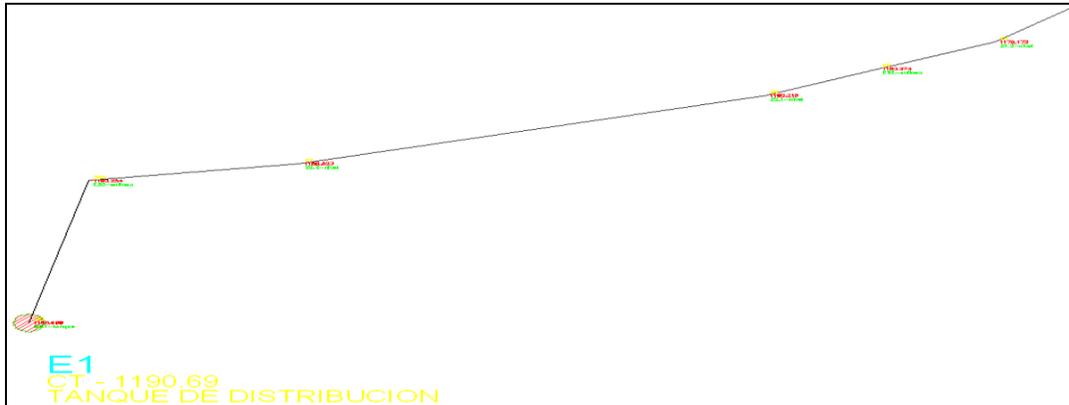
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta de distribución de red de agua potable por estaciones,  $E_{70} - E_{77}$



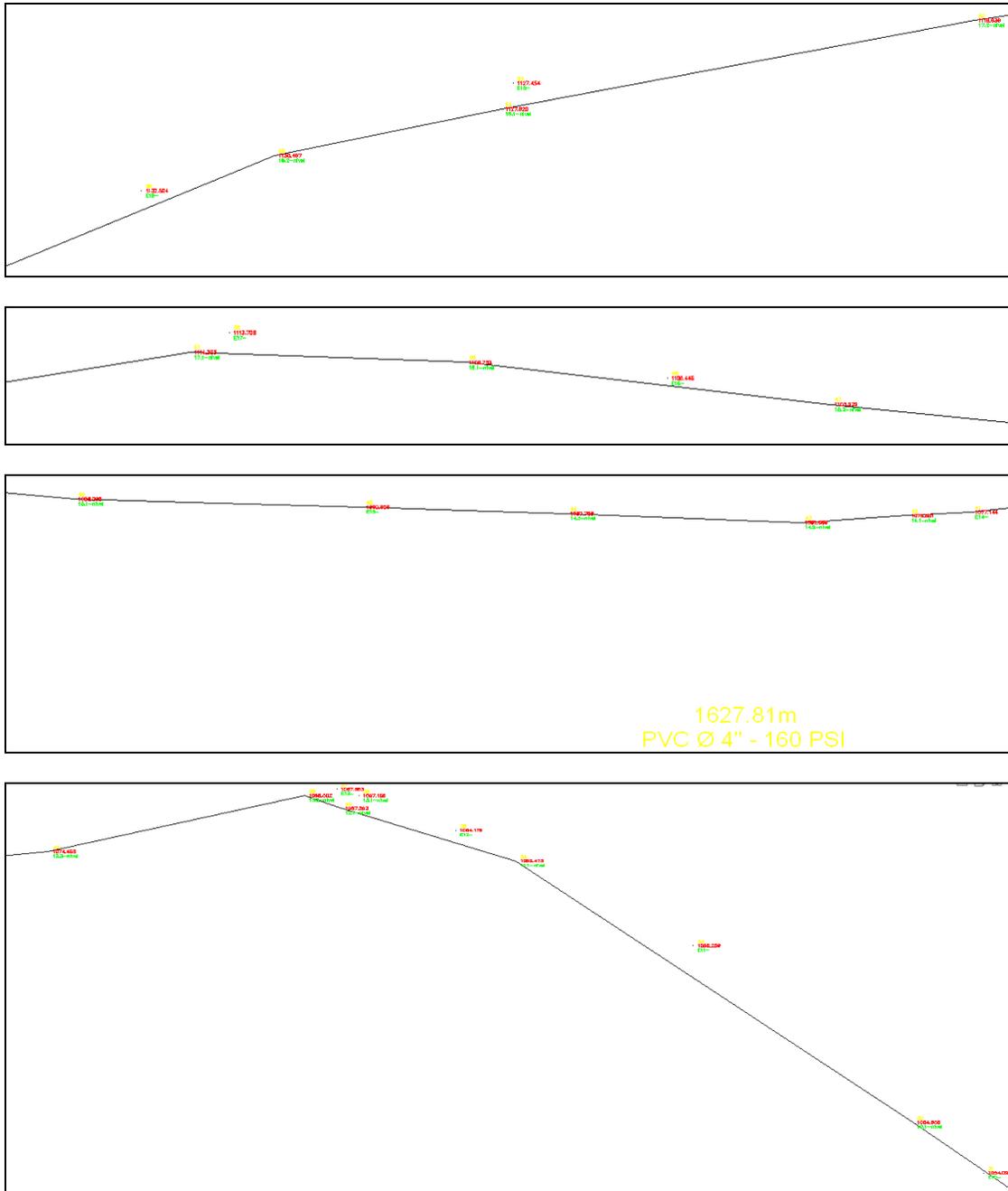
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta conducción red de agua potable (línea de impulsión de pozo a tanque de almacenamiento),  $E_1 - E_{20}$



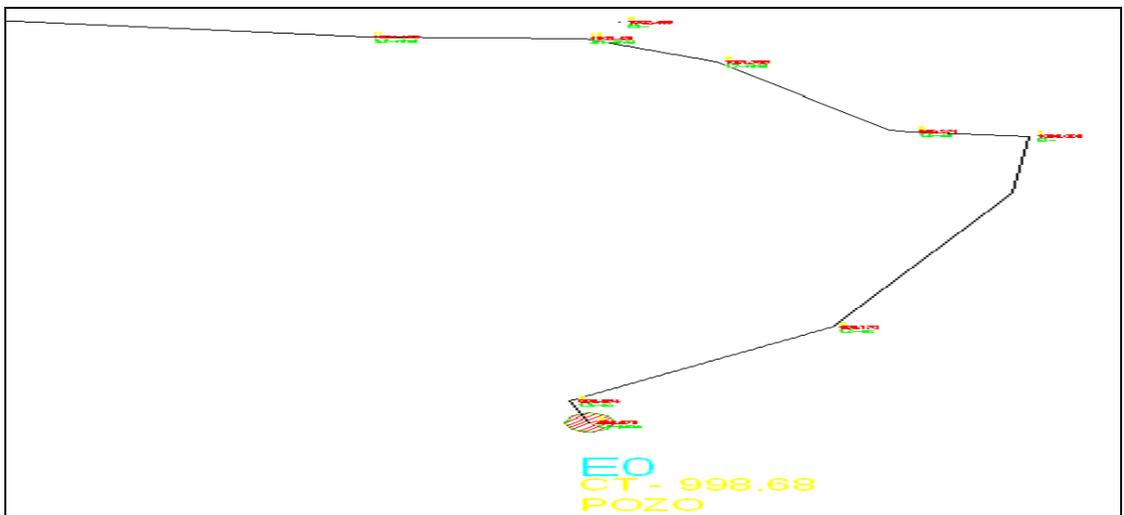
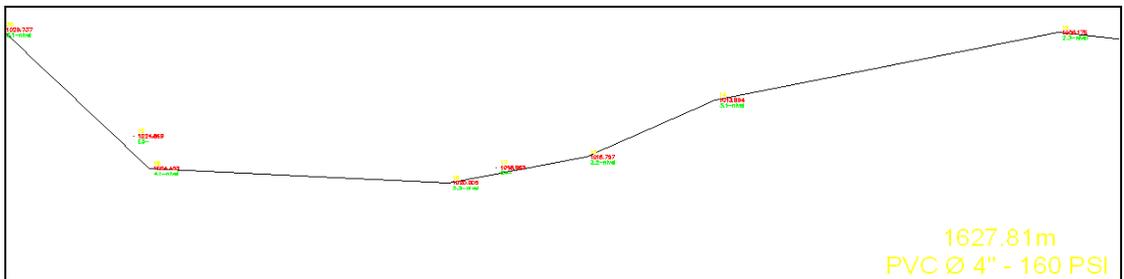
Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

Planta conducción red de agua potable (línea de impulsión de pozo a tanque de almacenamiento),  $E_{21} - E_{10}$



Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Williams.

**Planta conducción red de agua potable (línea de impulsión de pozo a tanque de almacenamiento),  $E_9 - E_0$**



Fuente: diseño con programa CIVILCAD, fórmula Haze-Willians.

## Integración de costos

### Cuadro de integración de costos por renglones desglosados

No.	REGLON	Cantidad	Unidad de Medida	Precio Unitario	TOTAL
1.-	Perforación de pozo de 400 pies				
1.1	Limpieza y nivelación del terreno	1	Global	Q 7 456,49	Q 7 456,49
1.2	Traslado de maquinaria	1	Global	Q 8 893,78	Q 8 893,78
1.3	Montaje y desmontaje de la maquinaria	1	Global	Q 6 420,38	Q 6 420,38
1.4	Instalación casing de protección de 15" diámetro	200	Pies	Q 194,75	Q 38 949,19
1.5	Perforación en diámetro de 12 1/4"	400	pie	Q 59,52	Q183 807,80
1.6	Ranuración de coladeras	200	pie	Q 67,85	Q 13 570,97
1.7	Entubado de pozo	400	pie	Q 214,21	Q 85 683,40
1.8	Instalación filtro de grava	1	Unidad	Q 3 809,35	Q 3 809,35
1.9	Limpieza de pozo	24	hora	Q 852,60	Q 20 462,40
1.10	Aforo de pozo	24	hora	Q 1 017,41	Q 24 417,77
1.11	Construcción de sello sanitario y de brocal	1	Unidad	Q 3 428,83	Q 3 428,83
1.12	Perfil estratigráfico y control de muestras	1	Global	Q 1 073,87	Q 1 073,87
1.13	Análisis físico-químico y bilógico del agua	1	Global	Q 2 025,77	Q 2 025,77
	<b>Subtotal</b>				<b>Q400 000,00</b>
2.-	Equipamiento de pozo de 400 pies				
2.1	Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible de 20 HP.	1	Unidad	Q132 390,95	Q132 390,95
	<b>Subtotal</b>				<b>Q132 390,95</b>
3.-	Construcción de caseta de bombeo				
2.2	Construcción de una caseta de bombeo de (4.60 x 3 x 2.50) m. Acorde a especificaciones y planos.	1	Unidad	Q44 694,80	Q44 694,80
	<b>Subtotal</b>				<b>Q44 694,80</b>
4.-	Planta de generación eléctrica				
4.1	Suministro e instalación de una planta de generación eléctrica De 37.5 kVA.	1	Unidad	Q125 678,19	Q125 678,19
	<b>Subtotal</b>				<b>Q125 678,19</b>

### Continuación integración de costos

5.-	Construcción de tanque de 100 m <sup>2</sup>				
5.1	Trabajos preliminares	1	Global	Q 4 784,85	Q 4 784,85
5.2	Cimentación	28	m <sup>2</sup>	Q 2 587,94	Q 72 462,30
5.3	Construcción torre de 15 mL	1	Unidad	Q 122 411,90	Q 122 411,90
5.4	Construcción cuerpo de tanque de 100 m <sup>2</sup>	1	Unidad	Q 181 600,90	Q 181 600,90
5.5	Instalación de escaleras	1	Global	Q 11 347,29	Q 11 347,29
5.6	Limpeza final	1	Global	Q 2 743,85	Q 2 743 85
	<b>Subtotal</b>				Q 395 351,09
6.-	Construcción de línea de impulsión y descarga				
6.1	Limpeza y chapeo	1	Global	Q 14 292,98	Q 14 292,98
6.2	Zanjeo	712	m <sup>2</sup>	Q 96 59	Q 68 775,09
6.3	Suministro e instalación de tubería HG TM	60	mL	Q 320,00	Q 19 200,00
6.4	Suministro e instalación de tubería PVC	2225	mL	Q 136,87	Q 304 535,29
	<b>Subtotal</b>				Q 406 803,36
7.-	Construcción red de distribución de agua potable 4 031 mL				
7.1	Limpeza y chapeo	1	Global	Q 43 580,62	Q 43 580,62
7.2	Zanjeo	1454	m <sup>2</sup>	Q 92,95	Q 135 148,70
7.3	Suministro e instalación de tubería PVC de 3" 160 psi	483	mL	Q 89,00	Q 42 987,00
7.4	Suministro e instalación de tubería PVC de 2 1/2" 160 psi	566	mL	Q 68,33	Q 38 676,29
7.5	Suministro e instalación de tubería PVC de 2" 160 psi	774	mL	Q 62,00	Q 47 988,00
7.6	Suministro e instalación de tubería PVC de 1 1/2" 160 psi	799	mL	Q 46,00	Q 36 754,00
7.7	Suministro e instalación de tubería PVC de 1" 160 psi	741	mL	Q 29,79	Q 22 076,31
7.8	Suministro e instalación de tubería PVC de 3/4" 250 psi	649	mL	Q 23,42	Q 15 199,29
7.9	Suministro e instalación de tubería PVC de 1/2" 315 psi	19	mL	Q 38,00	Q 722,00
7.10	Construcción pasos aéreos	1	Unidad	Q 6 367,4 0	Q 6 367,40
7.11	Instalación de conexiones domiciliarias	409	Unidad	Q 153,32	Q 62 707,28
	<b>Subtotal</b>				Q 452 206,89
				<b>TOTAL</b>	Q1 957 125,28

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

## Integración de precios unitarios

No.	Renglones	Cantidad	Unidad	Costos Directos		Costos Indirectos	Precio	TOTAL
				Materiales	Mano Obra	Admon., Legales., Imp., Util., etc.	Unitario	
1	PERFORACIÓN DE POZO DE 4000 PIES	400	pies	Q.174 177,60	Q.101 677,69	Q.124 144,71	Q.1 000,00	Q.400 000,00
2	EQUIPAMIENTO 1 POZO DE 400 PIES	1	Unidad	Q.72 456,70	Q.18 847,40	Q.41 086,85	Q.132 390,95	Q.132 390,95
3	CONSTRUCCIÓN CASETA DE BOMBEO	1	Unidad	Q.18 669,00	Q.12 155,00	Q.13 870,80	Q.44 694,80	Q.44 694,80
4	PLANTA DE GENERACIÓN	1	Unidad	Q.76 879,11	Q.9 795,50	Q.39 003,58	Q.125 678,19	Q.125 678,19
5	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100	1	Unidad	Q.203 638,00	Q.69 017,93	Q.122 695,16	Q.395 351,09	Q.395 351,09
6	CONSTRUCCIÓN LINEA DE IMPULSION Y DESCARGA	2 285	mL	Q.188 227,84	Q.93 099,13	Q.125 476,39	Q.406 803,36	Q.406 803,36
7	CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	4 031	mL	Q.127 922,91	Q.183 943,96	Q.140 340,02	Q.452 206,89	Q.452 206,89
<b>TOTALES</b>				<b>Q.861 971,16</b>	<b>Q.488 536,61</b>	<b>Q.606 617,51</b>		<b>Q.1 957 125,28</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

## Integración del precio del proyecto

### Fondos necesarios para la ejecución

<b>FONDOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>						
ETAPAS	RUBROS					
	APORTES PROPIOS		TOTAL	APORTES A SOLICITAR		TOTAL
	Descripción	Cantidad	Quetzales	Descripción	Cantidad	GENERAL
1				Perforación de pozo de 400 pies	Q.400 000,00	Q.400 000,00
2				Equipamiento de pozo	Q.132 390,95	Q.132 390,95
3				Construcción de caseta de bombeo	Q.44 694,80	Q.44 694,80
4				Planta de generación Eléctrica	Q.125 678,19	Q.125 678,19
5				Construcción de tanque De 100 m <sup>3</sup>	Q.395 351,09	Q.395 351,09
6				Construcción de línea de Impulsión y descarga	Q.406 803,36	Q.406 803,36
7				Construcción de red de distribución de agua	Q.452 206,89	Q.452 206,89
<b>TOTALES</b>					<b>Q.1 957 125,28</b>	
CANTIDAD SOLICITADA EN QUETZALES: <b>Un millón novecientos cincuenta y siete mil ciento veinticinco con 28/100.</b>						

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

## Integración precios unitarios

### Rubro perforación pozo

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

#### Integración de precio unitario

#### 1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES

Nombre del renglón			Limpieza y nivelación del terreno		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 7 456,49
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de mano	Unidad	1	Q 150,00		Q 150,00
Palas	Unidad	3	Q 48,00		Q 144,00
Azadones	Unidad	1	Q 65,00		Q 65,00
Camión	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
Retroexcavadora	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
<b>TOTAL DE MATERIAL. Y HERRAMIEN. Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 3 359,00</b>

MANO DE OBRA					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 357,14		Q 357,14
Ayudantes	Unidad	4	Q 160,00		Q 640,00
Operador	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
SUB-TOTAL					Q 1 247,14
PRESTACIONES				43%	Q 536,27
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 783,41</b>

Integración del precio unitario total	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 3 359,00
MANO DE OBRA	Q 1 783,41
GASTOS INDIRECTOS	Q 2 314,08
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 7 456,49</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación pozo**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Traslado de maquinaria		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 8 893,78
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Máquina perforadora	Unidad	1	Q 335,00		Q 335,00
Equipo de perforación	Global	1	Q 220,00		Q 220,00
Equipo de lodos	Global	1	Q 210,00		Q 210,00
Equipo de soldadura	Global	1	Q 120,00		Q 120,00
Equipo de bombeo	Global	1	Q 380,00		Q 380,00
Insumos de perforación	Global	1	Q 510,00		Q 510,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 1 775,00</b>

MANO DE OBRA					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Perforador	Unidad	1	Q 788,00		Q 788,00
Piloto	Unidad	2	Q 500,00		Q 1 000,00
Ayudante	Unidad	1	Q 420,00		Q 420,00
Ayudante	Unidad	1	Q 420,00		Q 420,00
Ayudante	Unidad	1	Q 420,00		Q 420,00
SUB-TOTAL					Q 3 048,00
			% PRESTACIONES 43%		Q 1 310,64
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 4 358,64</b>
Integración del precio unitario total					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 1 775,00
MANO DE OBRA					Q 4 358,64
GASTOS INDIRECTOS					Q 2 760,14
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 8 893,78</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación pozo**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Montaje y desmontaje de maquinaria		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 6 420,38
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Maquina perforadora	Unidad	1	Q 310,00		Q 310,00
Equipo de lodos	Global	1	Q 280,00		Q 280,00
Equipo de bombeo	Global	1	Q 260,00		Q 260,00
Herramienta de excavación	Global	1	Q 153,00		Q 153,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 1 003,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Perforador	Unidad	1	Q 480,00		Q 480,00
Piloto	Unidad	2	Q 320,00		Q 640,00
Ayudante	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
Ayudante	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
Ayudante	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
Peón	Unidad	1	Q 175,00		Q 175,00
Peón	Unidad	1	Q 175,00		Q 175,00
Peón	Unidad	1	Q 175,00		Q 175,00
SUB-TOTAL					Q 2 395,00
			% PRESTACIONES 43%		Q 1 029,85
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 3 424,85</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 1 003,00
MANO DE OBRA	Q 3 424,85
GASTOS INDIRECTOS	Q 1 992,53
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 6 420,38</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Perforación en diámetro de Ø12 1/4"		
Unidad de Medida	Pies	Cantidad	400	Precio Unitario	Q 459,52
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Máquina perforadora	Pies	400	Q 55,00		Q 22 000,00
Equipo de lodos	Pies	400	Q 35,00		Q 14 000,00
Lodo de perforación	Pies	400	Q 10,00		Q 4 000,00
Insumos	Pies	400	Q 18,90		Q 7 560,00
Equipo de bombeo	Pies	400	Q 10,00		Q 4 000,00
Herramienta y brocas	Pies	400	Q 35,00		Q 14 000,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 65 560,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Perforador	Pies	400	Q 18,00		Q 7 200,00
Ayudante	Pies	400	Q 9,00		Q 3 600,00
Ayudante	Pies	400	Q 9,00		Q 3 600,00
Ayudante	Pies	400	Q 9,00		Q 3 600,00
Peón	Pies	400	Q 6,00		Q 2 400,00
Peón	Pies	400	Q 6,00		Q 2 400,00
Peón	Pies	400	Q 6,00		Q 2 400,00
Mecánico	Pies	400	Q 12,00		Q 4 800,00
Electromecánico	Pies	400	Q 14,00		Q 5 600,00
Ayudante mecánico	Pies	400	Q 9,00		Q 3 600,00
Ayudante electromecánico	Pies	400	Q 9,00		Q 3 600,00
SUB-TOTAL					Q 42 800,00
% PRESTACIONES			43%		Q 18 404,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 61 204,00</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 65 560,00
MANO DE OBRA	Q 61 204,00
GASTOS INDIRECTOS	Q 57 043,80

<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 183 807,80</b>
---------------------	---------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón		Instalación casing de protección de 15"			
Unidad de Medida	Pie	Cantidad	200	Precio Unitario	Q 194,75
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Equipo de soldadura	Pies	200	Q 3,00		Q 600,00
Oxigeno	Pies	200	Q 1,50		Q 300,00
Acetileno	Pies	200	Q 1,50		Q 300,00
Electrodo	Pies	200	Q 0,50		Q 100,00
Tubería acero 15"	Pies	200	Q 92,95		Q 18 589,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 19 889,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Pies	200	Q 6,38		Q 1 276,00
Ayudante	Pies	200	Q 3,00		Q 600,00
Ayudante	Pies	200	Q 3,00		Q 600,00
Ayudante	Pies	200	Q 3,00		Q 600,00
Soldador	Pies	200	Q 9,00		Q 1 800,00
SUB-TOTAL					Q 4 876,00
% PRESTACIONES			43%		Q 2 096,68
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 6 972,68</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 19 889,00
MANO DE OBRA					Q 6 972,68
GASTOS INDIRECTOS					Q 12 087,51
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 38 949,19</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón		Ranuración de coladeras			
Unidad de Medida	Pie	Cantidad	100	Precio Unitario	Q 135,71
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Equipo de Oxicorte	Pies	100	Q 5,18		Q 518,00
Oxígeno	Pies	100	Q 26,00		Q 2 600,00
Acetileno	Pies	100	Q 16,00		Q 1 600,00
Insumos	Pies	100	Q 5,76		Q 576,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 5 294,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Soldador	Pies	100	Q 20,00		Q 2 000,00
Ayudante	Pies	100	Q 8,38		Q 838,00
SUB-TOTAL					Q 2 838,00
% PRESTACIONES			43%		Q 1 220,34
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 4 058,34</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 5 294,00
MANO DE OBRA					Q 4 058,34
GASTOS INDIRECTOS					Q 4 218,63
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 13 570,97</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón		Entubado de pozo			
Unidad de Medida	Pie	Cantidad	400	Precio Unitario	Q 214,21
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Equipo de soldadura	Pies	400	Q 3,00		Q 1 200,00
Oxígeno	Pies	400	Q 4,00		Q 1 600,00
Acetileno	Pies	400	Q 3,00		Q 1 200,00
Electrodo	Pies	400	Q 2,00		Q 800,00
Tubería acero al carbón	Pies	400	Q 120,00		Q 48 000,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 52 800,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Pies	400	Q 3,00		Q 1 200,00
Ayudante	Pies	400	Q 1,00		Q 400,00
Ayudante	Pies	400	Q 1,00		Q 400,00
Ayudante	Pies	400	Q 1,00		Q 400,00
Soldador	Pies	400	Q 5,00		Q 2 000,00
SUB-TOTAL					Q 4 400,00
% PRESTACIONES			43%		Q 1 892,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 6 292,00</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 52 800,00
MANO DE OBRA					Q 6 292,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 26 591,40
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 85 683,40</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Instalación filtro de grava		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 3 809,35
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Grava	Global	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 1 200,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 600,00		Q 600,00
Ayudante	Unidad	1	Q 199,00		Q 199,00
Ayudante	Unidad	1	Q 199,00		Q 199,00
SUB-TOTAL					Q 998,00
% PRESTACIONES			43%		Q 429,14
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 427,14</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 1 200,00
MANO DE OBRA					Q 1 427,14
GASTOS INDIRECTOS					Q 1 182,21
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 3 809,35</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Construcción sello sanitario y de brocal		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 3 428,83
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Cemento	Sacos	7	Q 65,00		Q 455,00
Arena	m <sup>2</sup>	3	Q 100,00		Q 300,00
Herramienta	Global	1	Q 80,00		Q 80,00
Piedrín 3/8"		2	Q 223,50		Q 447,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				Q -	Q 1 282,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 357,14		Q 357,14
Albañil	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
Ayudante	Unidad	1	Q 75,00		Q 75,00
Ayudante	Unidad	1	Q 75,00		Q 75,00
SUB-TOTAL					Q 757,14
% PRESTACIONES			43%		Q 325,57
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					Q 1 082,71

<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 1 282,00
MANO DE OBRA					Q 1 082,71
GASTOS INDIRECTOS					Q 1 064,12

<b>PRECIO TOTAL</b>					Q 3 428,83
---------------------	--	--	--	--	------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Limpieza de pozo		
Unidad de medida	hora	Cantidad	24	Precio Unitario	Q 852,60
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Máquina de limpieza	Horas	24	Q 245,00		Q 5 880,00
Equipo de limpieza	Horas	24	Q 200,00		Q 4 800,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				Q -	Q 10 680,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Horas	24	Q 50,00		Q 1 200,00
Ayudante	Horas	24	Q 25,00		Q 600,00
Ayudante	Horas	24	Q 25,00		Q 600,00
SUB-TOTAL					Q 2 400,00
% PRESTACIONES			43%		Q 1 032,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					Q 3 432,00
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 10 680,00
MANO DE OBRA					Q 3 432,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 6 350,40
<b>PRECIO TOTAL</b>					Q 20 462,40

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Aforo de pozo		
Unidad de medida	<b>hora</b>	Cantidad	<b>24</b>	Precio Unitario	<b>Q 1 017,41</b>
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Maquinaria	Horas	24	Q 245,00		Q 5 880,00
Equipo de bombeo	Horas	24	Q 125,00		Q 3 000,00
Planta eléctrica	Horas	24	Q 100,00		Q 2 400,00
					Q -
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 11 280,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Horas	24	Q 50,00		Q 1 200,00
Ayudante	Horas	24	Q 21,00		Q 504,00
Ayudante	Horas	24	Q 21,00		Q 504,00
Electromecánico	Horas	24	Q 70,00		Q 1 680,00
SUB-TOTAL					Q 3 888,00
% PRESTACIONES			43%		Q 1 671,84
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 5,559.84</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 11 280,00
MANO DE OBRA					Q 5 559,84
GASTOS INDIRECTOS					Q 7 577,93
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 24 417,77</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

**Integración de precio unitario**

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Perfil estratigráfico y control de muestras		
Unidad de medida	<b>Global</b>	Cantidad	<b>1</b>	Precio Unitario	<b>Q 1 073,87</b>
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Bolsas de Nylon	Unidad	80	Q 0,32		Q 25,60
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 25,60</b>

MANO DE OBRA					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Unidad	1	Q 300,00		Q 300,00
Ayudante	Unidad	1	Q 200,00		Q 200,00
SUB-TOTAL					Q 500,00
% PRESTACIONES		43%			Q 215,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 715,00</b>
Integración del precio unitario total					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 25,60
MANO DE OBRA					Q 715,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 333,27
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 1 073,87</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro perforación**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**1.- PERFORACIÓN DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Análisis bacteriológico y fisicoquímico del agua		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 2 025,77
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Recipiente esterilizado	Unidad	2	Q 15,00		Q 30,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 30,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Unidad	1	Q 180,00		Q 180,00
Laboratorio + acarreo	Unidad	1	Q 776,00		Q 776,00
SUB-TOTAL					Q 956,00
		% PRESTACIONES	43%		Q 411,08
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 367,08</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 30,00
MANO DE OBRA					Q 1 367,08
GASTOS INDIRECTOS					Q 628,69
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 2 025,77</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro equipamiento pozo**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**2.- EQUIPAMIENTO DE POZO DE 400 PIES**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de equipo de bombeo sumergible		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio unitario	Q 132 390,95
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Maquinaria	Unidad	1	Q 5 354,00		Q 5 354,00
Bomba acero inoxidable	Unidad	1	Q 13 200,00		Q 13 200,00
Motor eléctrico 20 HP	Unidad	1	Q 14 620,00		Q 14 620,00
Gabinete con tableros	Unidad	1	Q 750,00		Q 750,00
Accesorios eléctricos	Global	1	Q 5 173,10		Q 5 173,10
Cable	Pie	360	Q 29,00		Q 10 440,00
Accesorios HG	Global	1	Q 2 200,00		Q 2 200,00
Tubería HG Ø3"	Pie	340	Q 60,94		Q 20 719,60
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 72 456,70</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Operador	Unidad	1	Q 4 800,00		Q 4 800,00
Ayudante	Unidad	1	Q 1 950,00		Q 1 950,00
Electromecánico	Unidad	1	Q 4 630,00		Q 4 630,00
Ayudante electromecánico	Unidad	1	Q 1 800,00		Q 1 800,00
SUB-TOTAL					Q 13 180,00
% PRESTACIONES			43%		Q 5 667,40
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 18 847,40</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 72 456,70
MANO DE OBRA					Q 18 847,40
GASTOS INDIRECTOS					Q 41 086,85
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 132 390,95</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

## Continuación integración precios unitarios

### Rubro caseta de control

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

#### Integración de precio unitario

#### 3.- INTEGRACIÓN CONSTRUCCIÓN CASETA DE BOMBEO

Nombre del renglón			Construcción caseta de bombeo de 4.60x3x2.50 mL		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 44 694,80
<b>MATERIAL Y HERRAMIENTA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Herramienta	Global	1	Q 600,00		Q 600,00
Cal	Bolsas	10	Q 25,00		Q 250,00
Cemento	Sacos	35	Q 65,00		Q 2 275,00
Arena	m <sup>2</sup>	6	Q 100,00		Q 600,00
Piedrín	m <sup>2</sup>	6	Q 223,50		Q 1 341,00
Hierro 3/8"	Quintal	20	Q 315,00		Q 6 300,00
Hierro 1/4"	Quintal	1	Q 290,00		Q 290,00
Block	Unidad	330	Q 3,20		Q 1 056,00
Madera	pie <sup>2</sup>	40	Q 13,00		Q 520,00
Instalaciones	1	global	Q 320,00		Q 320,00
Puertas y ventanas	1	global	Q 3 221,00		Q 3 221,00
Pintura	1	global	Q 400,00		Q 400,00
Alambre de amarre	Libra	30	Q 8,00		Q 240,00
Ladrillo	Unidad	240	Q 5,00		Q 1 200,00
Clavos	Libra	7	Q 8,00		Q 56,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 18 669,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 500,00		Q 2 500,00
Albañil	Unidad	1	Q 4 500,00		Q 4 500,00
Ayudante albañil	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
SUB-TOTAL					Q 8 500,00
PRESTACIONES				43%	Q 3 655,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 12 155,00</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 18 669,00
MANO DE OBRA					Q 12 155,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 13 870,80
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 44 694,80</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro planta generación eléctrica**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**4.-PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA**

Nombre del renglón			Suministro de planta de generación eléctrica		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio unitario	Q 125 678,19
<b>MATERIAL Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Planta de generación eléctrica de 37.5 KVA	Unidad	1	Q 75 088,75		Q 75 088,75
Accesorios eléctricos	Global	1	Q 1 790,36		Q 1 790,36
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 76 879,11</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Electromecánico	Unidad	1	Q 4 850,00		Q 4 850,00
Ayudante de electromecánico	Unidad	1	Q 2 000,00		Q 2 000,00
SUB-TOTAL					Q 6 850,00
% PRESTACIONES			43%		Q 2 945,50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 9 795,50</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 76 879,11
MANO DE OBRA					Q 9 795,50
GASTOS INDIRECTOS					Q 39 003,58
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 125 678,19</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro tanque elevado**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**5.- CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>**

Nombre del renglón			Trabajos preliminares		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 4 784,85
<b>MATERIAL Y HERRAMIENTA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Materiales Bodega	Global	1	Q 1 494,00		Q 1 494,00
Cal	Bolsas	2	Q 25,00		Q 50,00
Machetes	Unidad	2	Q 35,00		Q 70,00
Palas	Unidad	2	Q 48,00		Q 96,00
Azadones	Unidad	1	Q 65,00		Q 65,00
Piochas	Unidad	1	Q 45,00		Q 45,00
Carretillas de mano	Unidad	1	Q 150,00		Q 150,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 1 970,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Ayudantes	Unidad	3	Q 160,00		Q 480,00
Albañil	Unidad	1	Q 250,00		Q 250,00
Ayudante de albañil	Unidad	1	Q 200,00		Q 200,00
SUB-TOTAL					Q 930,00
PRESTACIONES					Q 399,90
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 329,90</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 1 970,00
MANO DE OBRA					Q 1 329,90
GASTOS INDIRECTOS					Q 1 484,95
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 4 784,85</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicada por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro tanque elevado**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**5.- CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>**

Nombre del renglón		Cimentación			
Unidad de medida	m <sup>2</sup>	Cantidad	28	Precio Unitario	Q 2 587,94
<b>MATERIAL Y HERRAMIENTA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Cemento	Sacos	130	Q 65,00		Q 8 450,00
Arena de rio	m <sup>2</sup>	8	Q 100,00		Q 800,00
Piedrín	m <sup>2</sup>	8	Q 223,50		Q 1 788,00
Acero No.3	Quintal	4	Q 530,00		Q 2 120,00
Acero No.5	Quintal	14	Q 580,00		Q 8 120,00
Acero No.6	Quintal	20	Q 532,10		Q 10 642,00
Alambre de amarre	Libra	50	Q 8,00		Q 400,00
Tablas p/formaleta	p <sup>2</sup>	225	Q 13,00		Q 2 925,00
Agua	Unidad	1 700	Q 1,00		Q 1 700,00
Clavos de 3"	Libra	2	Q 8,00		Q 16,00
Clavos de 4"	Libra	3	Q 8,00		Q 24,00
Clavos de 2"	Libra	2	Q 8,00		Q 16,00
<b>TOTAL DE MATERIALES Y HERRAMIENTA</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 35 245,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 500,00		Q 2 500,00
Albañil	Unidad	1	Q 3 000,00		Q 3 000,00
Ayudante albañil	Unidad	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
Ayudante albañil	Unidad	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
Ayudante albañil	Unidad	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
Ayudante albañil	Unidad	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
SUB-TOTAL					Q 10 300,00
PRESTACIONES					Q 4 429,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 14 729,00</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 35 245,00
MANO DE OBRA					Q 14 729,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 22 488,30
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 72 462,30</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

## Continuación integración precios unitarios

### Rubro tanque elevado

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

#### 5.- CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>

Nombre del renglón			Construcción torre 15 ml		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 122 411,90
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubos de 15 mL Ø 8"	Unidad	4	Q 4 350,00		Q 17 400,00
Tubo proceso Ø4"	Unidad	32	Q 350,00		Q 11 200,00
Tubo proceso 3/4" x 3/16" x 6 m	Unidad	7	Q 122,00		Q 854,00
Angulares 3" x3" x 1/4"	Unidad	56	Q 519,00		Q 29 064,00
Hembras planas 1/4" x 3/16"	Unidad	28	Q 60,00		Q 1 680,00
Tornillos 1" x 1 1/2"	Unidad	128	Q 8,00		Q 1 024,00
Disco de pulir de Ø9"	Unidad	4	Q 60,00		Q 240,00
Disco de cortar de Ø9"	Unidad	9	Q 35,00		Q 315,00
Acetileno y oxígeno	Carga	2	Q 1 460,00		Q 2 920,00
Electrodo 70/18	Libras	120	Q 32,00		Q 3 840,00
Corrostop	Galones	5	Q 174,00		Q 870,00
Pintura anticorrosiva	Galones	10	Q 105,00		Q 1 050,00
Pintura esmalte para acabado intemperie	Galones	10	Q 155,00		Q 1 550,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 69 407,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 500,00		Q 2 500,00
Soldadores	Unidad	4	Q 1 500,00		Q 6 000,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 500,00		Q 2 000,00
SUB-TOTAL					Q 10 500,00
PRESTACIONES					Q 4 515,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 15 015,00</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 69 407,00
MANO DE OBRA					Q 15 015,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 37 989,90
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 122 411,90</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios  
Rubro tanque elevado**

**5.- CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>**

Nombre del renglón		Construcción cuerpo de tanque de 100 m <sup>3</sup>			
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 181 600,90
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Soldadoras (operarios)	Unidad	1	Q 1 990,00		Q 1 990,00
Roladoras (taller)	Unidad	2	Q 1 960,00		Q 3 920,00
Lámina ½" x4' x8'	Unidad	1	Q 1 610,00		Q 1 610,00
Lámina ¼" x 4' x8'	Unidad	27	Q 1 732,00		Q 46 764,00
Lámina 3/16" x4' x8'	Unidad	6	Q 1 422,00		Q 8 532,00
Lamina 1/8" x4' x8'	Unidad	1	Q 1 175,00		Q 1 175,00
Niple entrada de Ø 4"	Unidad	1	Q 125,00		Q 125,00
Niple salida de Ø4"	Unidad	1	Q 125,00		Q 125,00
Niple rebalse de Ø4"	Unidad	1	Q 125,00		Q 125,00
Respiradero de Ø 8"	Unidad	1	Q 225,00		Q 225,00
Disco de pulir Ø9"	Unidad	7	Q 35,00		Q 245,00
Disco de cortar Ø9"	Unidad	11	Q 25,00		Q 275,00
Electrodo 60/13	Libras	250	Q 38,00		Q 9 500,00
Electrodo 60/11	Libras	150	Q 31,00		Q 4 650,00
Acetileno y oxígeno	Cargas	2	Q 1 461,00		Q 2 922,00
Corrostop	Galones	7	Q 175,00		Q 1 225,00
Pintura anticorrosiva	Galones	11	Q 105,00		Q 1 155,00
Pintura esmalte para acabado intemperie	Galones	11	Q 419,00		Q 4 609,00
Pintura especial con hongos y algas	Galones	7	Q 250,00		Q 1 750,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 90 922,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 5 000,00		Q 5 000,00
Soldadores	Unidad	5	Q 3 000,00		Q 15 000,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 1 000,00		Q 4 000,00
SUB-TOTAL					Q 24 000,00
PRESTACIONES					Q 10 320,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 34 320,00</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 90 922,00
MANO DE OBRA					Q 34 320,00
GASTOS INDIRECTOS					Q 56 358,90
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 181 600,90</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro tanque elevado**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**5.- CONSTRUCCIÓN DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>**

Nombre del renglón			Instalación de escaleras		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 11 347,29
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Escalera externa con anillos de seguridad	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
Escalera interna sin protección	Unidad	1	Q 450,00		Q 450,00
Pintura anticorrosiva	Galón	2	Q 105,00		Q 210,00
Pintura esmalte	Galón	2	Q 155,00		Q 310,00
Corrostop	Galón	2	Q 175,00		Q 350,00
Pintura contra hongos y algas	Galón	1	Q 250,00		Q 250,00
Electrodo 70/18	Libras	20	Q 32,00		Q 640,00
Acetileno y oxígeno	Carga	1	Q 1 460,00		Q 1 460,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 5 170,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 714,29		Q 714,29
Soldadores	Unidad	2	Q 428,57		Q 857,14
Ayudantes	Unidad	2	Q 142,86		Q 285,72
SUB-TOTAL					Q 1 857,15
PRESTACIONES					Q 798,57
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 2 655,72</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 5 170,00
MANO DE OBRA					Q 2 655,72
GASTOS INDIRECTOS					Q 3 521,57
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 11 347,29</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro tanque elevado**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**5.- CONSTRUCCION DE TANQUE DE 100 m<sup>3</sup>**

Nombre del renglón		Limpieza final			
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 2 743,85
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de Mano	Unidad	1	Q 150,00		Q 150,00
Palas	Unidad	3	Q 48,00		Q 144,00
Azadones	Unidad	2	Q 65,00		Q 130,00
Camión	Unidad	1	Q 500,00		Q 500,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 924,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 357,14		Q 357,14
Ayudantes	Unidad	2	Q 160,00		Q 320,00
SUB-TOTAL					Q 677,14
PRESTACIONES				43%	Q 291,17
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 968,31</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 924,00
MANO DE OBRA					Q 968,31
GASTOS INDIRECTOS					Q 851,54

<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 2 743,85</b>
---------------------	-------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro línea de impulsión y descarga**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**6.- CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DESCARGA**

Nombre del renglón			Limpieza y chapeo		
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 14 292,98
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de Mano	Unidad	2	Q 150,00		Q 300,00
Palas	Unidad	7	Q 48,00		Q 336,00
Azadones	Unidad	9	Q 65,00		Q 585,00
Camión	Unidad	1	Q 1 380,00		Q 1 380,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 2 601,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 1 071,43		Q 1 071,43
Ayudantes	Unidad	7	Q 480,00		Q 3 360,00
Piloto	Unidad	1	Q 642,86		Q 642,86
SUB-TOTAL					Q 5 074,29
PRESTACIONES				43%	Q 2 181,94
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					Q 7 256,23

<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 2 601,00
MANO DE OBRA					Q 7 256,23
GASTOS INDIRECTOS					Q 4 435,75

<b>PRECIO TOTAL</b>					Q 14 292,98
---------------------	--	--	--	--	-------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro línea de impulsión y descarga**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**6.- CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DESCARGA**

Nombre del renglón		Zanjeo			
Unidad de medida	m <sup>2</sup>	Cantidad	712	Precio Unitario	Q 96,59
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de Mano	Unidad	9	Q 150,00		Q 1 350,00
Palas	Unidad	12	Q 48,00		Q 576,00
Azadones	Unidad	9	Q 65,00		Q 585,00
Piochas	Unidad	12	Q 45,00		Q 540,00
Camión	Unidad	1	Q 1 380,00		Q 1 380,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 4 431,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 500,00		Q 2 500,00
Ayudantes	Unidad	7	Q 1 210,00		Q 8 470,00
Peones	Unidad	22	Q 800,00		Q 17 600,00
Piloto	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
SUB-TOTAL					Q 30 070,00
PRESTACIONES				43%	Q 12 930,10
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 43 000,10</b>

Integración del precio unitario total	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 4 431,00
MANO DE OBRA	Q 43 000,10
GASTOS INDIRECTOS	Q 21 343,99
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 68 775,09</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro línea de impulsión y descarga**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**6.- CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DESCARGA**

Nombre del renglón		Suministro e instalación de tubería hg 4" TM			
Unidad de medida	m	Cantidad	60	Precio Unitario	Q 320,00
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería Hg 4" TM	Tubos	10	Q 1 200,00		Q 12 000,00
Accesorios HG	Global	1	Q 420,00		Q 420,00
Herramienta	Global	1	Q 150,00		Q 150,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 12 570,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 400,00		Q 400,00
Fontanero	Unidad	1	Q 340,00		Q 340,00
Ayudantes	Unidad	2	Q 135,00		Q 270,00
SUB-TOTAL					Q 1 010,00
PRESTACIONES				43%	Q 434,30
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 444,30</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 12 570,00
MANO DE OBRA					Q 1 444,30
GASTOS INDIRECTOS					Q 5 185,70

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 19 200,00</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro línea de impulsión y descarga**

Proyecto sistema de agua potable, caserío Laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**6.- CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DESCARGA**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de tubería PVC		
Unidad de medida	m	Cantidad	2 225	Precio Unitario	Q.136,87
MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería Ø 1" 160 psi	Tubos	24	Q 51,16		Q 1 227,84
Tubería Ø 3" 160 psi	Tubos	87	Q 260,00		Q 22 620,00
Tubería Ø 4" 160 psi	Tubos	272	Q 508,00		Q 138 176,00
Accesorios PVC	Global	1	Q 3 200,00		Q 3 200,00
Válvula de limpieza Ø 1"	Unidad	1	Q 358,00		Q 358,00
Válvula de aire Ø 1"	Unidad	3	Q 408,00		Q 1 224,00
Herramienta	Global	1	Q 1 820,00		Q 1 820 00
<b>TOTAL DE MATERIAL, Y HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 168 625,84</b>

MANO DE OBRA					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 7 500,00		Q 7 500,00
Fontanero	Unidad	1	Q 2 250,00		Q 2 250,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 1 920,00		Q 7 680,00
Peones	Unidad	12	Q 960,00		Q 11 520,00
SUB-TOTAL					Q 28 950,00
PRESTACIONES				43%	Q 12 448,50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 41 398,50</b>
Integración del precio unitario total					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 168 625,84
MANO DE OBRA					Q 41 398,50
GASTOS INDIRECTOS					Q 94 510,95
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 304 535,29</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**6.- CONSTRUCCIÓN LÍNEA DE IMPULSIÓN Y DESCARGA**

Nombre del renglón		Limpieza y chapeo			
Unidad de medida	Global	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 43 580,62
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de Mano	Unidad	11	Q 150,00		Q 1 650,00
Palas	Unidad	14	Q 48,00		Q 672,00
Azadones	Unidad	9	Q 65,00		Q 585,00
Camión	Unidad	1	Q 1 380,00		Q 1 380,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 4 287,00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 5 000,00		Q 5 000,00
Ayudantes	Unidad	12	Q 960,00		Q 11 520,00
Piloto	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
SUB-TOTAL					Q 18 020,00
PRESTACIONES				43%	Q 7 748,60
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 25 768,60</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 4 287,00
MANO DE OBRA					Q 25 768,60
GASTOS INDIRECTOS					Q 13 525,02
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 43 580,62</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón		Zanjeo			
Unidad de medida	$m^2$	Cantidad	1 454	Precio Unitario	Q 92,95
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Carretillas de Mano	Unidad	22	Q 150,00		Q 3 300,00
Palas	Unidad	28	Q 48,00		Q 1 344,00
Azadones	Unidad	20	Q 65,00		Q 1 300,00
Piochas	Unidad	22	Q 45,00		Q 990,00
Camión	Unidad	1	Q 2 760,00		Q 2 760,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	<b>Q 9 694,00</b>

MANO DE OBRA					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 5 000,00		Q 5 000,00
Ayudantes	Unidad	7	Q 2 240,00		Q 15 680,00
Peones	Unidad	31	Q 1 120,00		Q 34 720,00
Piloto	Unidad	1	Q 3 000,00		Q 3 000,00
SUB-TOTAL					Q 58 400,00
PRESTACIONES				43%	Q 25 112,00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 83 512,00</b>

Integración del precio unitario total	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 9 694,00
MANO DE OBRA	Q 83 512,00
GASTOS INDIRECTOS	Q 41 942,70
<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 135 148,70</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de tubería PVC Ø 3" 160 psi		
Unidad de medida	<b>m</b>	Cantidad	<b>483</b>	Precio Unitario	<b>Q. 89,00</b>
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC Ø 3" 160 psi	Tubos	81	Q 260,00		Q 21 060,00
Accesorios PVC	Global	1	Q 370,00		Q 370,00
Herramienta	Global	1	Q 170,00		Q 170,00
Válvula limpieza Ø 3"	Unidad	1	Q 480,00		Q 480,00
Válvula de aire de Ø 3"	Unidad	1	Q 400,00		Q 400,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 22 480,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 1 521,00		Q 1 521,00
Fontanero	Unidad	1	Q 1 405,00		Q 1 405,00
Ayudantes	Unidad	3	Q 695,00		Q 2 085,00
SUB-TOTAL					Q 5 011,00
PRESTACIONES				43%	Q 2 154,73
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 7 165,73</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 22 480,00
MANO DE OBRA					Q 7 165,73
GASTOS INDIRECTOS					Q 13 341,27

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 42 987,00</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón		Suministro e instalación de tubería pvc Ø 2 1/2" 160 psi			
Unidad de medida	m	Cantidad	566	Precio Unitario	Q 68,33
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC Ø 2 1/2" 160 psi	Tubos	95	Q 207,06		Q 19 670,70
Accesorios PVC	Global	1	Q 620,00		Q 620,00
Herramienta	Global	1	Q 352,00		Q 352,00
Válvula de limpieza de Ø 2 1/2"	Unidad	1	Q 425,00		Q 425,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 21 067,70

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 1 250,00		Q 1 250,00
Fontanero	Unidad	1	Q 750,00		Q 750,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 480,00		Q 1 920,00
SUB-TOTAL					Q 3 920,00
PRESTACIONES				43%	Q 1 685,60
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 5 605,60</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 21 067,70
MANO DE OBRA					Q 5 605,60
GASTOS INDIRECTOS					Q 12 002,99

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 38 676,29</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**7- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de tubería pvc Ø 2 "160 psi		
Unidad de medida	m	Cantidad	774	Precio Unitario	Q 62,00
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC Ø 2" 160 psi	Tubos	129	Q 140,28		Q 18 096,12
Accesorios PVC	Global	1	Q 950,00		Q 950,00
Herramienta	Global	1	Q 739,00		Q 739,00
Válvula de limpieza Ø 2"	Unidad	2	Q 420,00		Q 840,00
Válvula de limpieza Ø 1"	Unidad	2	Q 358,00		Q 716,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 21 341,12</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 200,00		Q 2 200,00
Fontanero	Unidad	1	Q 2 000,00		Q 2 000,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 1 005,00		Q 4 020,00
SUB-TOTAL					Q 8 220,00
PRESTACIONES				43%	Q 3 534,60
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 11 754,60</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 21 341,12
MANO DE OBRA					Q 11 754,60
GASTOS INDIRECTOS					Q 14 892,28
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 47 988,00</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración de precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

**Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.**

**Integración de precio unitario**

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón		Suministro e instalación de tubería pvc Ø 1 1/2" 160 psi			
Unidad de medida	m	Cantidad	799	Precio Unitario	Q 46,00
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC Ø 1 1/2" 160 psi	Tubos	134	Q 90,67		Q 12 149,78
Accesorios PVC	Global	1	Q 580,00		Q 580,00
Herramienta	Global	1	Q 300,00		Q 300,00
Válvula limpieza Ø 1 1/2"	Unidad	1	Q 206,00		Q 206,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 13 235,78

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 240,00		Q 2 240,00
Fontanero	Unidad	1	Q 2 050,00		Q 2 050,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 1 045,00		Q 4 180,00
SUB-TOTAL					Q 8 470,00
PRESTACIONES				43%	Q 3 642,10
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 12 112,10</b>

<b>Integración del precio unitario total</b>	
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO	Q 13 235,78
MANO DE OBRA	Q 12 112,10
GASTOS INDIRECTOS	Q 11 406,12

<b>PRECIO TOTAL</b>	<b>Q 36 754,00</b>
---------------------	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

**Integración de precio unitario**

**7- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de tubería pvc Ø 1 "160 psi		
Unidad de medida	m	Cantidad	741	Precio Unitario	Q 29,79
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC Ø 1 " 160 psi	Tubos	124	Q 51,16		Q 6 343,84
Accesorios PVC	Global	1	Q 310,00		Q 310,00
Herramienta	Global	1	Q 220,00		Q 220,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 6 873,84</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 1 250,00		Q 1 250,00
Fontanero	Unidad	1	Q 750,00		Q 750,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 960,00		Q 3 840,00
SUB-TOTAL					Q 5 840,00
PRESTACIONES				43%	Q 2 511,20
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 8 351,20</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 6 873,84
MANO DE OBRA					Q 8 351,20
GASTOS INDIRECTOS					Q 6 851,27

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 22 076,31</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón		Suministro e instalación de tubería pvc 3/4" 250 psi			
Unidad de medida	m	Cantidad	649	Precio Unitario	Q 23,42
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC 3/4" 250 psi	Tubos	109	Q 39,63		Q 4 319,67
Accesorios PVC	Global	1	Q 120,00		Q 120,00
Herramienta	Global	1	Q 115,00		Q 115,00
Válvula de aire 3/4"	Unidad	1	Q 322,00		Q 322,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 4 876,67</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 1 250,00		Q 1 250,00
Fontanero	Unidad	1	Q 750,00		Q 750,00
Ayudantes	Unidad	4	Q 480,00		Q 1 920,00
SUB-TOTAL					Q 3 920,00
PRESTACIONES				43%	Q 1 685,60
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 5 605,60</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 4 876,67
MANO DE OBRA					Q 5 605,60
GASTOS INDIRECTOS					Q 4 717,02

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 15 199,29</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

**Integración de precio unitario**

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón			Suministro e instalación de tubería pvc 1/2" "315 psi		
Unidad de medida	m	Cantidad	19	Precio Unitario	Q 38,00
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC 1/2" 315 psi	Tubos	4	Q 32,00		Q 128,00
Accesorios PVC	Global	1	Q 14,00		Q 14,00
Herramienta	Global	1	Q 21,00		Q 21,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 163,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 100,00		Q 100,00
Fontanero	Unidad	1	Q 90,00		Q 90,00
Ayudantes	Unidad	1	Q 44,00		Q 44,00
SUB-TOTAL					Q 234,00
PRESTACIONES				43%	Q 100,62
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 334,62</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 163,00
MANO DE OBRA					Q 334,62
GASTOS INDIRECTOS					Q 224,38

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 722,00</b>
---------------------	--	--	--	--	-----------------

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

**Integración de precio unitario**

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

Nombre del renglón			Pasos aéreos		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	1	Precio Unitario	Q 6 367,40
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería de Ø2" TM	Tubos	4	Q 534,00		Q 2 136,00
Accesorios HG	Global	1	Q 110,00		Q 110,00
Cemento	Sacos	4	Q 65,00		Q 260,00
Arena	m <sup>2</sup>	0,5	Q 100,00		Q 50,00
Piedrín	m <sup>2</sup>	0,5	Q 223,50		Q 111,75
Herramienta	Global	1	Q 183,25		Q 183,25
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				Q -	Q 2 851,00

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 357,14		Q 357,14
Fontanero	Unidad	1	Q 400,00		Q 400,00
Ayudantes	Unidad	2	Q 160,00		Q 320,00
SUB-TOTAL					Q 1 077,14
PRESTACIONES				43%	Q 463,17
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 540,31</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 2 851,00
MANO DE OBRA					Q 1 540,31
GASTOS INDIRECTOS					Q 1 976,09
<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 6 367,40</b>

Fuente: cálculos según bases de oferta para el proyecto publicadas por la OMP.

**Continuación integración precios unitarios**  
**Rubro red de distribución de agua**

Proyecto sistema de agua potable, caserío laguna El Zapotal, San Francisco Petén, El Petén.

Integración de precio unitario

**7.- CONSTRUCCIÓN RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

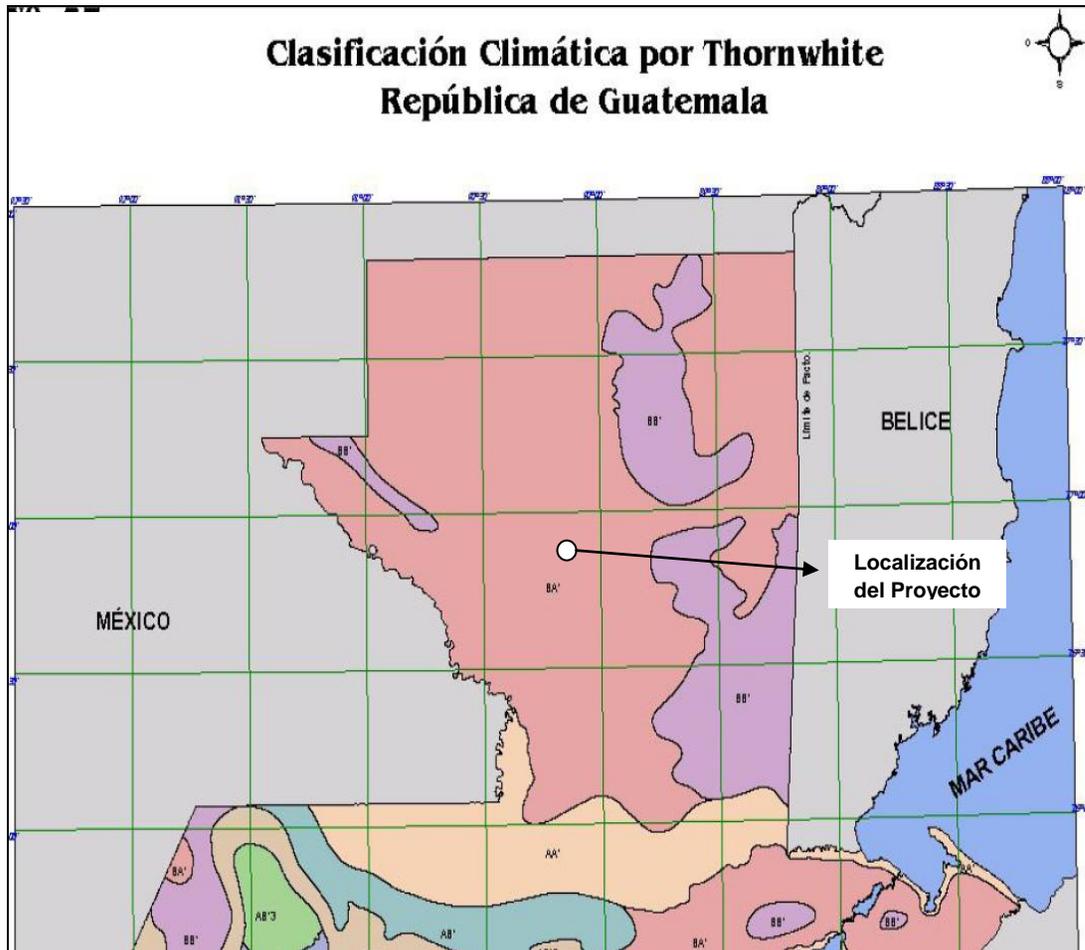
Nombre del renglón			Instalación de conexiones domiciliars		
Unidad de medida	Unidad	Cantidad	409	Precio Unitario	Q 153,32
<b>MATERIAL HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL (Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Tubería PVC 1/2" 315 psi	Tubos	409	Q 19,20		Q 7 852,80
Accesorios PVC	Global	1	Q 12 000,00		Q 12 000,00
Herramienta	Global	1	Q 1 200,00		Q 1 200,00
<b>TOTAL DE MATERIAL, HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				<b>Q -</b>	<b>Q 21 052,80</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO(Q) UNITARIO	TOTAL(Q) IMPORTADO	TOTAL(Q) NACIONAL
Encargado	Unidad	1	Q 2 500,00		Q 2 500,00
Fontanero	Unidad	1	Q 1 500,00		Q 1 500,00
Ayudantes	Unidad	12	Q 960,00		Q 11 520,00
SUB-TOTAL					Q 15 520,00
PRESTACIONES				43%	Q 6 673,60
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q 22 193,60</b>
<b>Integración del precio unitario total</b>					
COSTO DE MATERIALES Y EQUIPO					Q 21 052,80
MANO DE OBRA					Q 22 193,60
GASTOS INDIRECTOS					Q 19 460,88

<b>PRECIO TOTAL</b>					<b>Q 62 707,28</b>
---------------------	--	--	--	--	--------------------

Fuente: cálculos según bases de oferta del proyecto publicadas por la OMP.

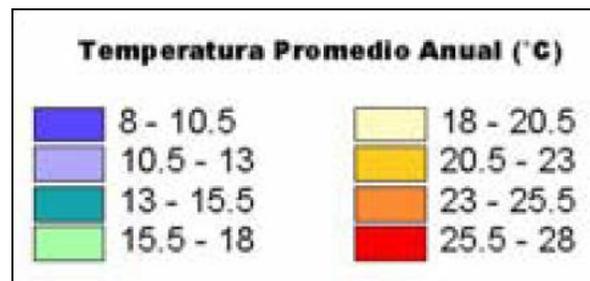
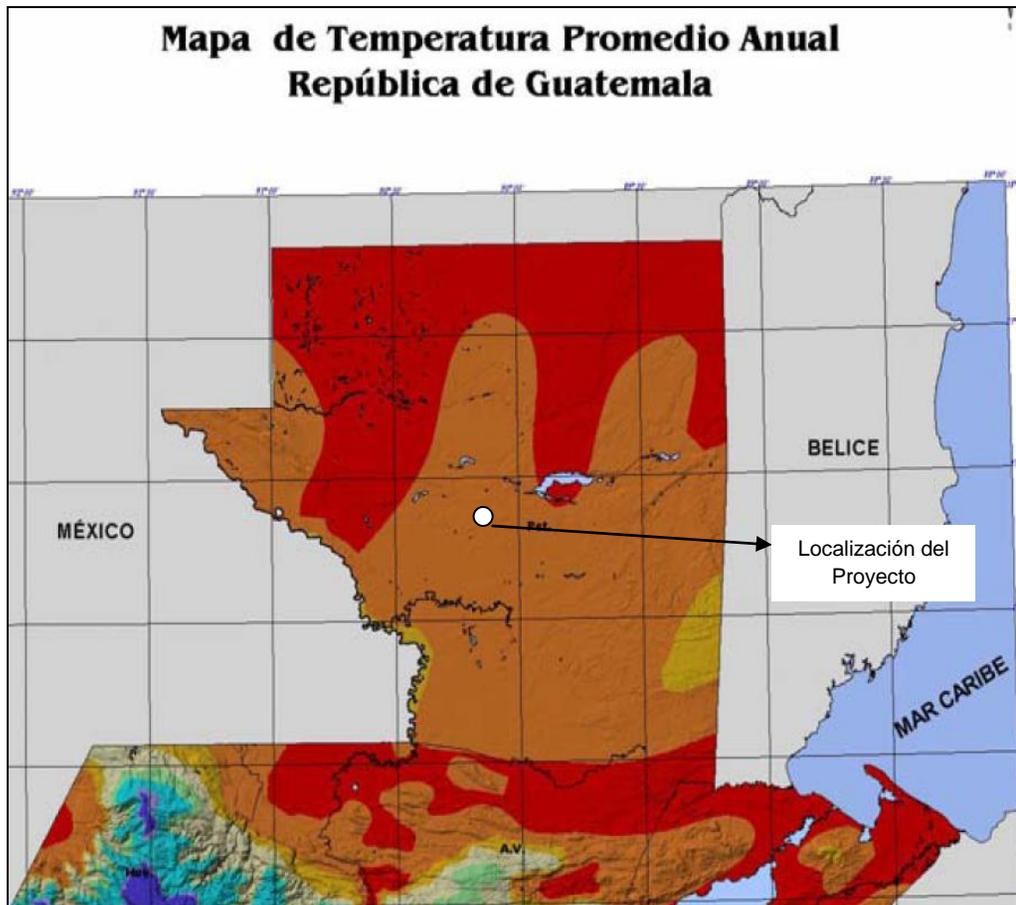
## Climatología



Símbolo	Carácter del clima	Vegetación natural característica	Símbolo	Carácter del clima	Vegetación natural característica
AA'	Muy Húmedo	Selva	BB'3	Húmedo	Bosque
AB'	Muy Húmedo	Selva	CA'	Semi Seco	Pastizal
AB'2	Muy Húmedo	Selva	CB'	Semi Seco	Pastizal
AB'3	Muy Húmedo	Selva	CB'2	Semi Seco	Pastizal
BA'	Húmedo	Bosque	CB'3	Semi Seco	Pastizal
BB'	Húmedo	Bosque	DA'	Seco	Estepa
BB'2	Húmedo	Bosque			

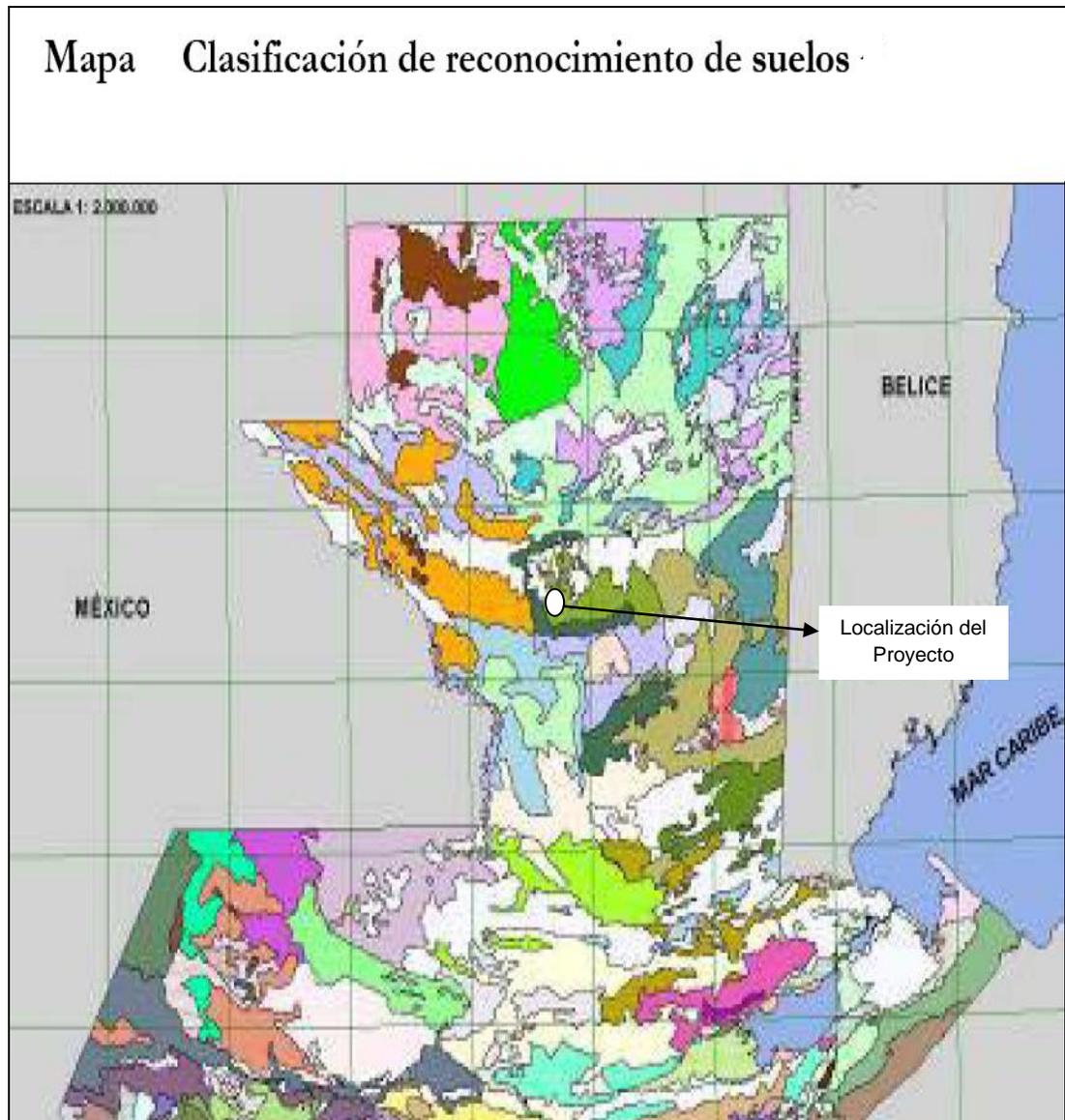
Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## Temperatura



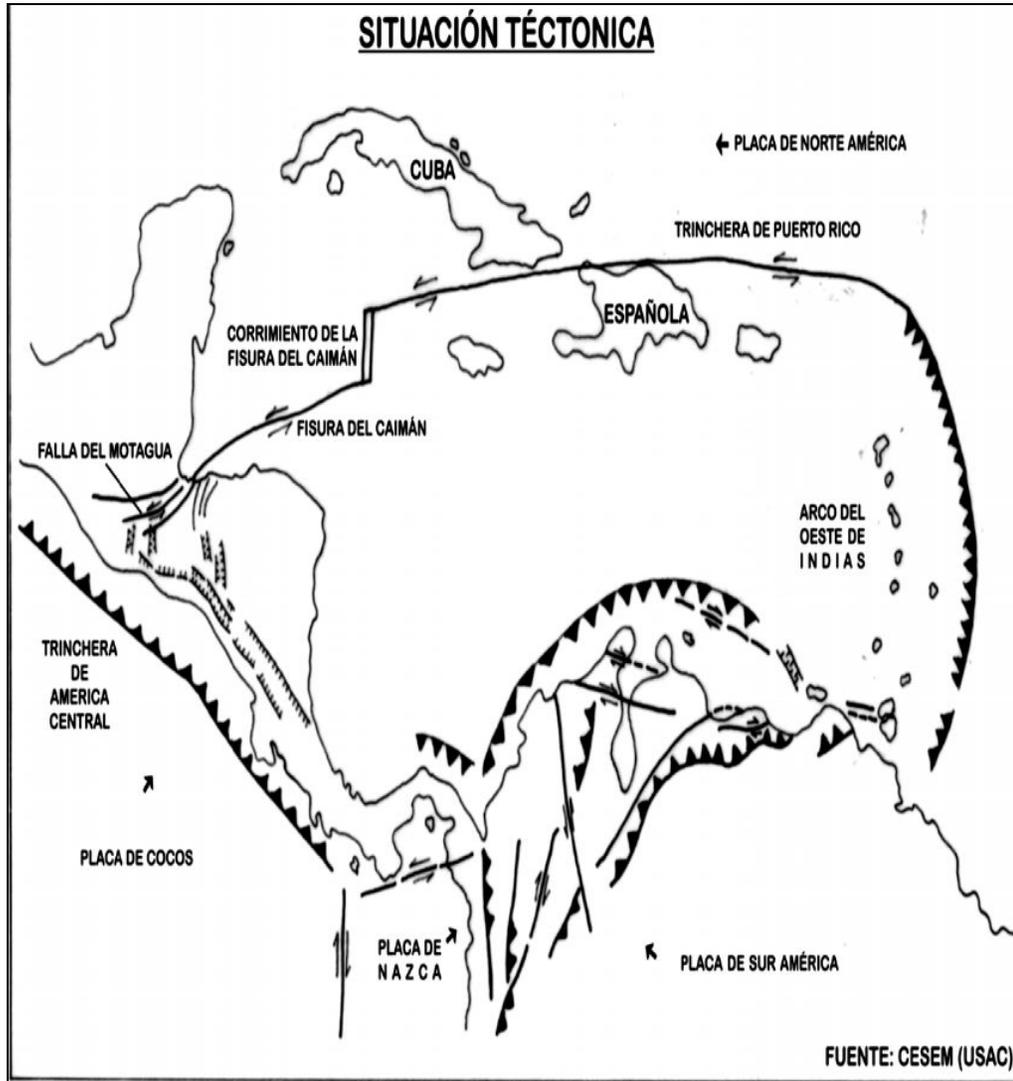
Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## Clasificación de suelos



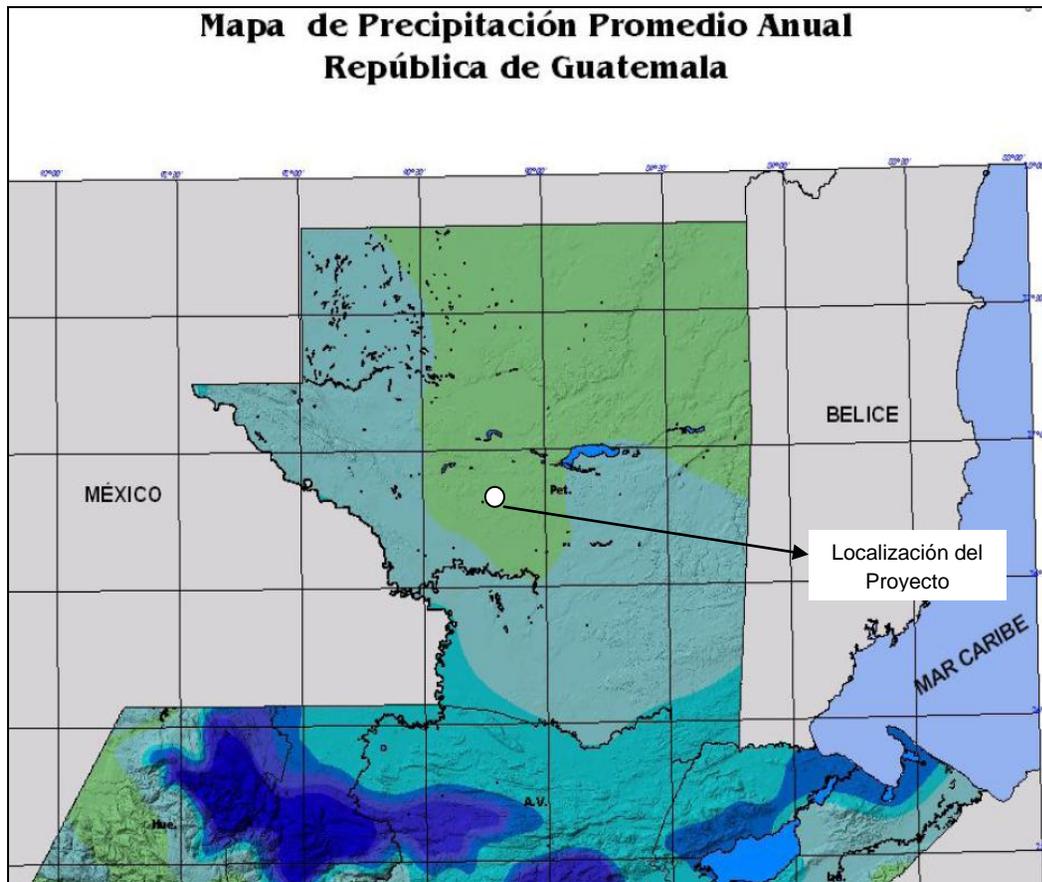
Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## Téctonica



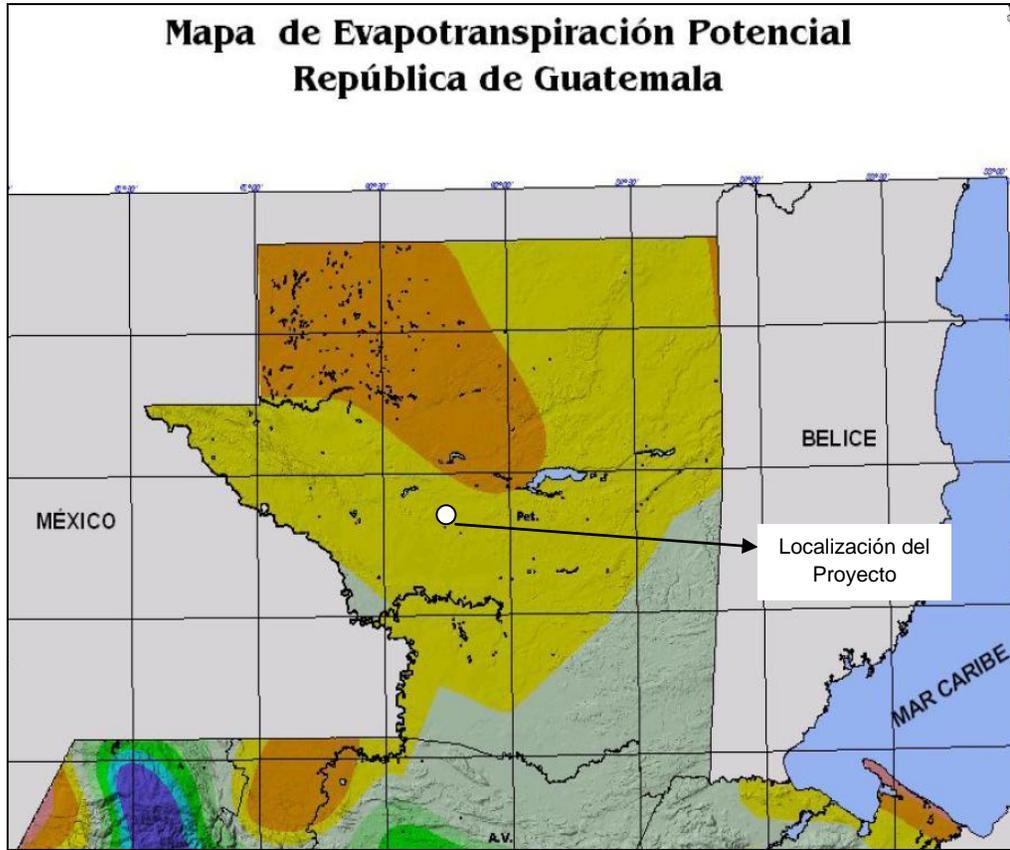
Fuente: CESEM (USAC).

## Precipitación pluvial



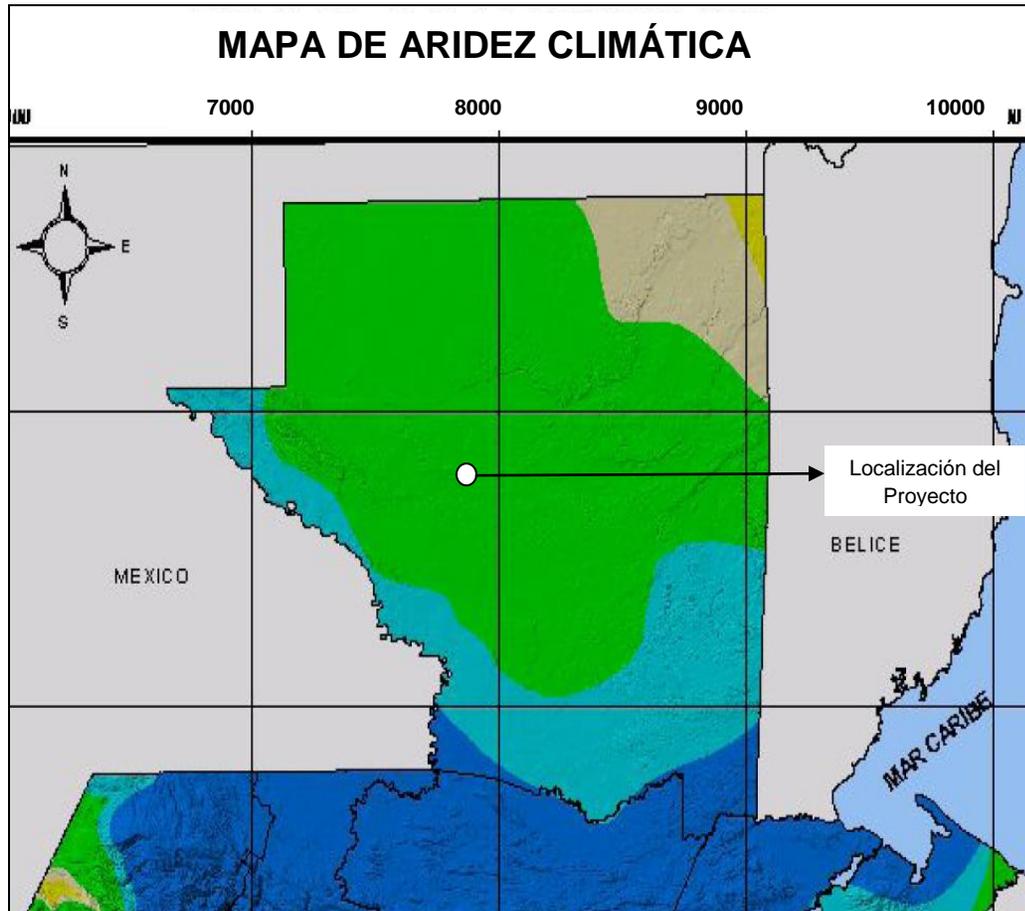
Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## Evapotranspiración



Fuente: SIG del MAGA, 2001.

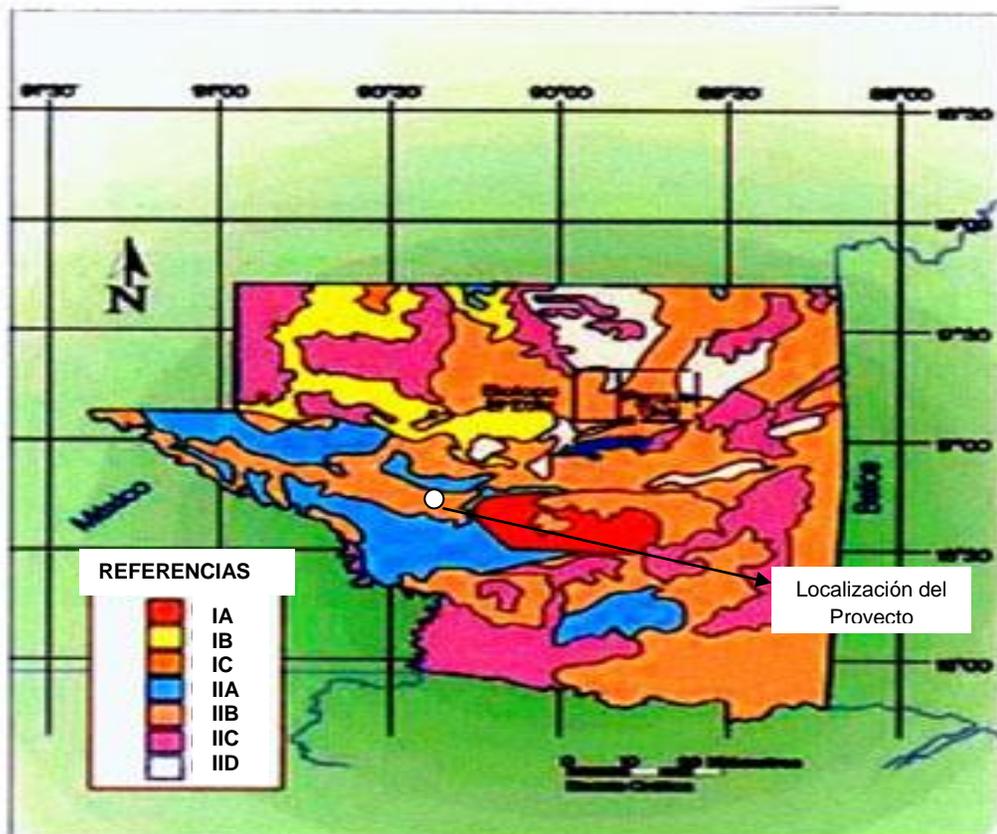
## Aridez climática



Índice de Aridez Climática	
Semi Árido	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> 0.227 - 0.317
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> 0.317 - 0.406
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> 0.406 - 0.5
Sub Húmedo Seco	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> 0.5 - 0.585
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> 0.585 - 0.65
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #008000; border: 1px solid black;"></span> 0.65 - 0.765
Húmedo	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00ff00; border: 1px solid black;"></span> 0.765 - 1.00
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00bfff; border: 1px solid black;"></span> 1.00 - 1.25
	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0000ff; border: 1px solid black;"></span> 1.25 - 5.6

Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## Reconocimiento de suelos



## Reconocimiento de los suelos

### I. Suelos de las sabanas

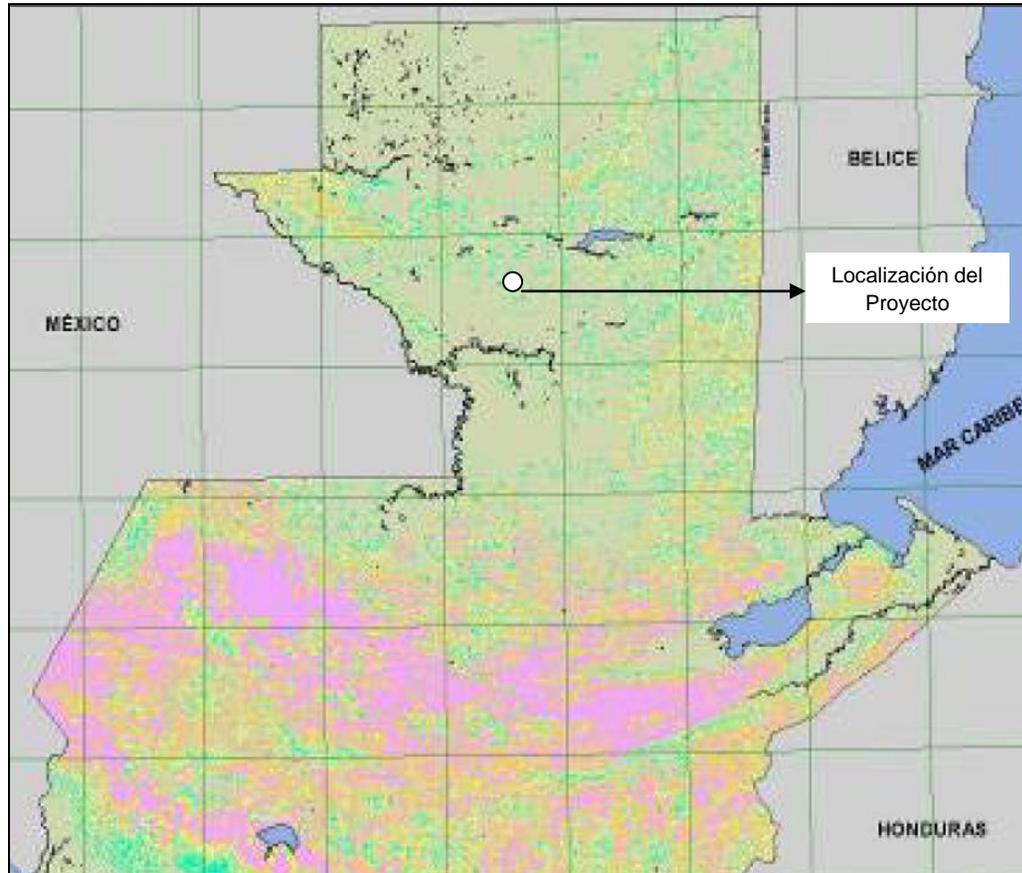
- A. Suelos profundos bien drenados
- B. Suelos profundos mal drenados
- C. Suelos poco profundos con drenaje deficiente

### II. Suelos de los bosques

- A. Suelos profundos bien drenados
- B. Suelos poco profundos bien drenados
- C. Suelos profundos con drenaje malo o deficiente
- D. Suelos poco profundos con drenaje deficiente

Fuente: SIG del MAGA, 2001.

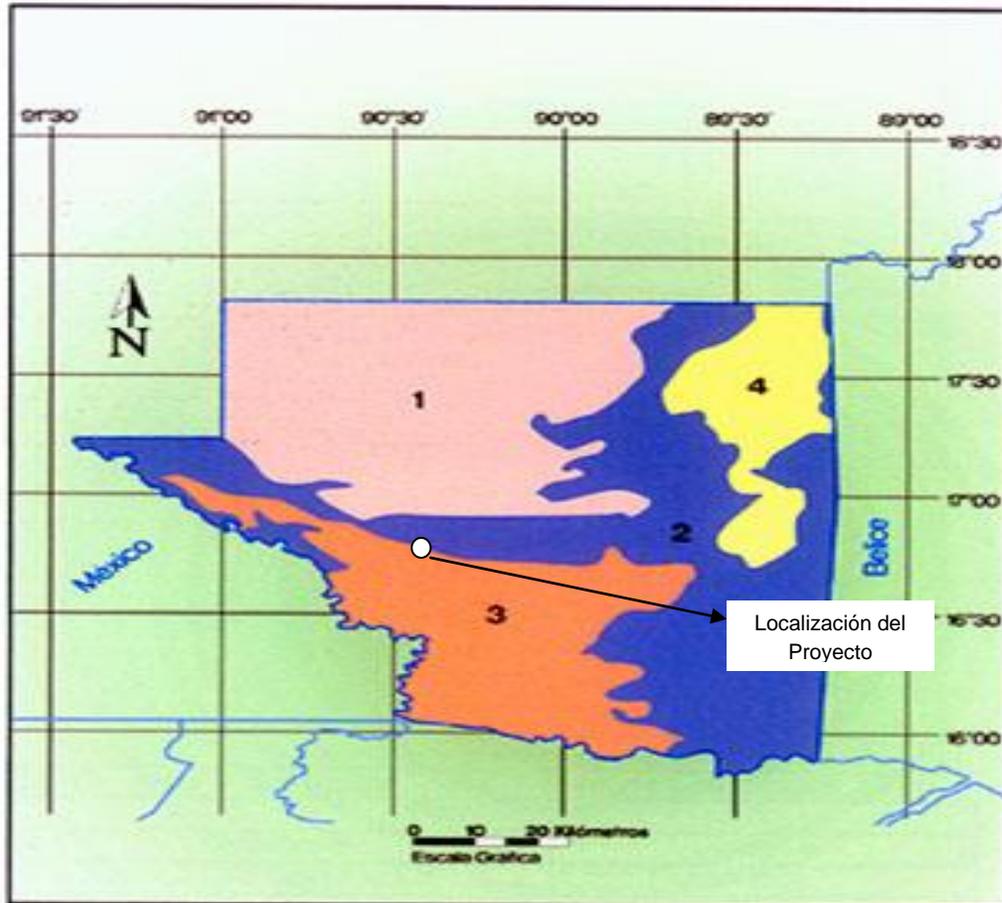
## Mapa de pendientes agrupadas



Rangos de pendientes	Descripción
0 – 4%	Plano
4 – 8%	Suavemente inclinado
8 – 16%	Moderadamente inclinado
16–32%	Inclinado
≥ 32%	Fuertemente inclinado

Fuente: SIG del MAGA, 2001.

## División fisiográfica



División Fisiográfica	
No.	Descripción
1	Plataforma de Yucatán
2	Cinturón plegado de Lacandón
3	Planicie baja interior de Petén
4	Estribaciones de las montañas mayas

Fuente: SIG del MAGA, 2001.

