



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO  
DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

**Willians Estuardo Morales Veliz**  
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO  
DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**WILLIANS ESTUARDO MORALES VELIZ**  
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

## 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:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**

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

  
Willians Estuardo Morales Veliz



Guatemala, 08 de marzo de 2012  
Ref.EPS.DOC.469.03.12

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director a.i. Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Williams Estuardo Morales Véliz** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199810890**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ”**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Oscar Argueta Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
OAH/ra



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



Guatemala,  
21 de mayo de 2012

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

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil **Williams Estuardo Morales Veliz**, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 31 de mayo de 2012  
Ref.EPS.D.561.05.12

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Willians Estuardo Morales Véliz**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Inga. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

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

NISZ/ra





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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Willians Estuardo Morales Veliz, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2012

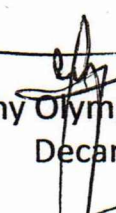
/bbdeb.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, MUNICIPIO DE GRANADOS, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Willians Estuardo Morales Veliz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 3 de octubre de 2012



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por brindarme la oportunidad de vivir y darme la sabiduría para concluir el presente trabajo.
<b>Mis padres</b>	Moisés Morales Mazariegos y Carmela Veliz López. Ya que gracias a su esfuerzo y sacrificio tuve la oportunidad de estudiar y gracias a ellos seré ingeniero civil.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos y experiencias adquiridos durante mi vida universitaria.
<b>Mi asesor</b>	Por todos los consejos y ayuda prestados en la elaboración de este trabajo.
<b>Mis amigos y compañeros de la Facultad</b>	Por su apoyo y colaboración incondicional en los momentos más difíciles.
<b>Los vecinos del municipio de Granados, Baja Verapaz</b>	Por la oportunidad que me brindaron para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- y por su humildad y el cariño incondicional que me brindaron y muy especialmente a la familia García Marroquín.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por brindarme siempre lo necesario para desarrollarme como persona y por darme el conocimiento para realizar este trabajo.
- Mis padres** Quienes con sus ejemplos me han instruido desde pequeño para ser un buen ciudadano.
- Mi familia** Por brindarme todo su apoyo y colaboración incondicionalmente.
- Todos mis maestros y catedráticos** Por compartirme sus valiosos conocimientos.
- Mis amigos** Por todos los buenos momentos compartidos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	VIII
RESUMEN .....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Granados; Baja Verapaz .....	1
1.1.1. Localización y ubicación.....	3
1.1.2. Límites y colindancias .....	3
1.1.3. Vías de acceso.....	4
1.1.4. Clima .....	4
1.1.5. Población e idioma .....	9
1.1.6. Tipo de vivienda .....	10
1.1.7. Actividades económicas.....	10
1.1.8. Servicios públicos .....	11
1.1.9. Suelo y topografía .....	13
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Granados .....	14
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	14
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades del municipio .....	15

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	17
2.1.	Estudio topográfico.....	17
2.2.	Levantamiento topográfico .....	17
2.2.1.	Planimetría .....	18
2.2.2.	Altimetría .....	18
2.3.	Caudal de aforo .....	18
2.4.	Calidad de agua .....	19
2.4.1.	Examen bacteriológico.....	19
2.4.2.	Examen físico químico sanitario.....	20
2.5.	Período de diseño .....	20
2.6.	Estimación de la población de diseño .....	21
2.6.1.	Tasa de crecimiento poblacional.....	21
2.6.2.	Población futura .....	21
2.7.	Dotación .....	22
2.8.	Determinación del caudal .....	22
2.8.1.	Caudal medio diario ( $Q_m$ ) .....	22
2.8.2.	Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ ).....	23
2.8.3.	Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ).....	24
2.9.	Parámetros de diseño .....	25
2.9.1.	Bases generales de diseño.....	25
2.9.2.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías .....	26
2.9.3.	Presiones y velocidades .....	27
2.9.4.	Presión estática en tuberías.....	27
2.9.5.	Presión dinámica en la tubería.....	28
2.9.6.	Velocidades .....	28
2.9.7.	Captación.....	29
2.10.	Diseño de la línea de conducción.....	29
2.11.	Diseño del tanque de almacenamiento .....	33

2.12.	Sistema de desinfección.....	56
2.13.	Diseño de la red de distribución .....	58
2.14.	Obras hidráulicas.....	59
2.14.1.	Válvulas de limpieza .....	59
2.14.2.	Válvulas de aire.....	60
2.14.3.	Pasos aéreos .....	60
2.14.4.	Conexiones domiciliarias .....	72
2.15.	Mantenimiento del sistema.....	72
2.16.	Como realizar el mantenimiento preventivo .....	75
2.16.1.	En la captación.....	76
2.16.2.	En el tanque de distribución .....	76
2.16.3.	En la línea de conducción y red de distribución .....	77
2.16.4.	En los accesorios .....	77
2.17.	Propuesta de tarifa .....	77
2.18.	Elaboración del presupuesto .....	78
2.19.	Cronograma de ejecución .....	79
2.20.	Evaluación socioeconómica .....	80
2.20.1.	Valor Presente Neto.....	81
2.20.2.	Tasa Interna de Retorno .....	82
2.21.	Evaluación de Impacto Ambiental .....	83
CONCLUSIONES .....		87
RECOMENDACIONES .....		89
BIBLIOGRAFÍA.....		91
APÉNDICE.....		93
ANEXO .....		111



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Diagrama del cuerpo libre de las presiones .....	48
2.	Verificación de presión máxima bajo la base del muro .....	52
3.	Sección del tanque de almacenamiento.....	56

## TABLAS

I.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura máxima en grados centígrados.....	5
II.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura mínima en grados centígrados.....	5
III.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura máxima absoluta en grados centígrados .....	6
IV.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura mínima absoluta en grados centígrados .....	6
V.	Estación: Cubulco acumulado mensual y anual de lluvia en milímetros .....	7
VI.	Estación: Cubulco totales mensuales y anuales de días de lluvia .....	7
VII.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de nubosidad en octas .....	8
VIII.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de dirección del viento.....	8
IX.	Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de velocidad del viento en kilómetros por hora .....	9



X.	Resumen de datos para el diseño .....	25
XI.	Distribución de momentos respecto el punto A .....	51
XII.	Costos de operación.....	74
XIII.	Presupuesto del sistema de agua potable de la aldea El Guapinol....	79
XIV.	Cronograma .....	80

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qmd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmh</b>	Caudal máximo horario
<b>cm</b>	centímetro
<b>C</b>	Coeficiente de rugosidad
<b>□</b>	Diámetro
<b>fdm</b>	Factor de día máximo
<b>fhm</b>	Factor de hora máxima
<b>hg</b>	Hierro galvanizado
<b>km</b>	Kilómetro
<b>psi</b>	Libra sobre una pulgada cuadrada (lb/pulg <sup>2</sup> )
<b>l</b>	Litros

<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetros
<b>hf</b>	Pérdida de carga
<b>n</b>	Período de diseño
<b>s</b>	Segundo

## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elemento secundario en los ramales de tuberías, tales como codos, <i>niples</i> , coplas, <i>tee</i> , válvulas, etcétera.
<b>Acero mínimo</b>	Cantidad mínima de refuerzo por flexión.
<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
<b>Agua potable</b>	Es aquella sanitaria segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
<b>Bases de diseño</b>	Son las bases técnicas adaptadas para el diseño del proyecto.
<b>Caja rompe presión</b>	Es una estructura diseñada para que la presión en ese punto sea cero y así evitar trabajar con los límites de presión de la tubería de conducción.
<b>Carga dinámica</b>	Es la suma de las cargas de velocidad ( $v^2/2g$ ) y de presión.

<b>Carga estática</b>	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación un instante dado.
<b>Censo</b>	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período determinado, la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
<b>Cloración</b>	Desinfección del agua por medio del cloro.
<b>COCODE</b>	Consejo comunitario de desarrollo.
<b>Cota piezométrica</b>	Altura de presión de agua que se tiene en un punto específico.
<b>Cota terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia en un nivel determinado.
<b>Dotación</b>	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.

<b>Especificaciones</b>	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
<b>Estiaje</b>	Es la época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>Pérdidas de carga</b>	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
<b>Perfil</b>	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
<b>Ramal</b>	Es una línea de distribución del sistema de agua potable donde se encuentran los usuarios.



## RESUMEN

El presente trabajo es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la aldea El Guapinol del municipio de Granados, Baja Verapaz. Este tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población, está dividido en dos fases muy importantes: la primera es la fase de investigación, se detalla la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura; en la segunda fase denominada Servicio Técnico Profesional, contiene el desarrollo del diseño hidráulico del sistema de agua potable.

Este proyecto fue elegido por la prioridad que representa para la aldea El Guapinol y que manifiestan que en la época de verano es poca el agua para el consumo, el problema radica en que hace años se construyó un sistema de agua potable por gravedad para dos aldeas, donde con el tiempo su población aumentó y fue afectada directamente.

El nuevo sistema de agua potable será único y exclusivamente para la aldea El Guapinol que consta con su línea de conducción de 5 650 metros y su tanque de captación y longitud en sus líneas de distribución de 5 540 metros y con 112 servicios y su vida útil de 20 años.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un sistema de agua potable para una vida útil de 20 años, para la población de la aldea El Guapinol del municipio de Granados Baja Verapaz.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica.
2. Obtener un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura.
3. Capacitar a los miembros del Comité Comunal de Desarrollo (COCODE) con respecto al funcionamiento y mantenimiento del sistema de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de abastecimientos de agua potable son un elemento vital en la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo, debido a que la escasez o falta de ésta puede provocar problemas de salubridad en una comunidad, problemas de desarrollo industrial. De aquí que cada comunidad debe tener un abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y en calidad adecuada.

En todo proceso de transformación encaminado al desarrollo de la región y a mejorar el nivel de vida de los habitantes, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, que tienen por objetivo promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos. Entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios en las comunidades, están aquellos destinados a satisfacer las necesidades básicas de cada uno de sus pobladores.

El proyecto de la aldea El Guapinol será ejecutado con fondos del Consejo de Desarrollo del departamento con techo presupuestario de Q 1 500 000,00 y el resto del monto lo cubrirá la municipalidad, y la comunidad estará comprometida con la mano de obra no calificada siendo así un proyecto tripartito.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Granados, Baja Verapaz**

El nombre de este municipio fue dado en honor al general Miguel García Granados, se sabe que la ceiba que existía en el centro de este pueblo fue testigo en 1893, cuando el general era presidente, que en una de sus visitas por las Verapaces pasaba por el municipio en el que se constituía una finca llamada El Rodeo y él se sentó a descansar en la ceiba que se encontraba plantada en el centro de la misma y por eso, en honor al general Miguel García Granados, la llamada antes finca El Rodeo, se constituyó la cabecera municipal con el nombre de Granados.

El nombre fue puesto en honor al general Miguel García Granados según decreto de fecha 13 de enero de 1893 firmado por el general Justo Rufino Barrios y refrendado por el Secretario de Estado en el Ministerio de Gobernación y Justicia licenciado Manuel Estrada Cabrera. Entre otro de los notables acontecimientos se puede mencionar que en 1999 fue construida la iglesia católica quien fue fundada por el sacerdote Felipe Rodas, la cual fue declarada como Parroquia del Cristo Negro y en el 2000 el sacerdote fue bautizado como Hijo Predilecto del municipio de Granados por ser uno de los sacerdotes de mayor desempeño en el trabajo de la evangelización realizado en este pueblo en los años de su estancia.

## Feria

Un día muy especial para los granadenses es el 29 de junio en honor al apóstol San Pedro antiguo Patrón de Granados (1960 – 2000), cambiado por acuerdo municipal al día 15 de enero, día del Cristo Negro de Granados. La feria y fiesta titular se celebra en honor a la venerada imagen del Señor de Esquipulas del 10 al 15 de enero.

## Religión

En este municipio el 70 por ciento de la población pertenece a la religión Católica y el resto es Evangélica.

## Fauna

De las especies que aún se pueden observar en este municipio están: ardillas cola blanca, armados, gatos de monte (zorro americano), tortolitas, torcazas, ishpumullas y torcas.

## Turismo

En el caserío Agua Tibia, existe un nacimiento de Agua Caliente, el cual contiene altas concentraciones de azufre y es utilizado como agua medicinal por los habitantes de ese caserío. Para llegar al mencionado lugar se puede viajar por la carretera que conduce hacia la aldea Ixchel y al llegar al caserío Chupadero, se deja el vehículo y se camina 30 minutos para llegar a este bello lugar

## División territorial

El municipio cuenta con 1 área urbana, 17 aldeas, 23 caseríos y 3 fincas.

### **1.1.1. Localización y ubicación**

Granados, es uno de los 8 municipios del departamento de Baja Verapaz, está situado al sur de la cabecera departamental, de la que dista 65 kilómetros. (34 kilómetros. de terracería y 31 kilómetros. de asfalto), y de la ciudad capital 79 kilómetros., (35 de terracería y 44 asfaltada), está comunicada por la Ruta Nacional 5 que viene de la ciudad capital hacia Salamá. Las coordenadas de localización del centro urbano son: latitud 14° 54' 57" N; longitud, 90° 31' 20" 954 metros sobre el nivel del mar.

### **1.1.2. Límites y colindancias**

#### Colindancias

Norte: Cubulco, Rabinal (Baja Verapaz)

Sur: San Juan Sacatepequez, Chuarrancho, San Raymundo  
(Guatemala)

Oriente: El Chol (Baja Verapaz)

Occidente: Pachalum (Quiché)



### **1.1.3. Vías de acceso**

Granados cuenta con la Ruta Nacional 5 que es de la ciudad capital, San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez, Montúfar se cruza a la derecha en el kilómetro 44 y 34 de terracería pasando el puente sobre el río Motagua a la mitad del camino de terracería.

Otra ruta de acceso es de 65 kilómetros de distancia de la cabecera departamental (34 kilómetros. de terracería y 31 kilómetros. de asfalto). Los 31 kilómetros de asfalto son del municipio de Salamá al municipio de San Miguel Chicaj y de ahí hacia el municipio de Rabinal, los de terracería son del Municipio de Rabinal al Municipio de El Chol que colinda con Granados.

### **1.1.4. Clima**

El municipio cuenta con áreas altas en donde en un 85 por ciento del tiempo se tiene un clima templado-frío y el resto con un clima templado-cálido.

El municipio tiene diversidad de climas, por tener alturas desde 600 metros sobre el nivel del mar a la orilla del río Motagua hasta 1 800 metros sobre el nivel del mar en la cima del cerro Tuncaj.

Datos del Instituto Nacional de Sismología Vulcanología e Hidrología.

**Tabla I. Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura máxima en grados centígrados**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AG	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
<b>2006</b>	28,9	30,5	31,5	33,1	32,1	29,5	29,6	30,5	30,5	30,5	28,1	28,7	<b>30,3</b>
<b>2007</b>	29,9	32,1	31,7	34,1	32,6	30,9	30,6	29,9	27,9	29,1	26,9	28,6	<b>30,4</b>
<b>2008</b>	28,9	31,4	32,6	33,3	32,6	29,1	29,6	30,5	30,3	27,7	26,8	28,9	<b>30,1</b>
<b>2009</b>	28,7	29,3	31,3	33,2	31,8	30,7	29,8	29,8	31,6	30,8	29,1	29,8	<b>30,5</b>
<b>2010</b>	29,0	31,7	33,8	33,3	31,9	30,8	30,2	29,9	29,5	27,6	28,0		<b>30,5</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla II. Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura mínima en grados centígrados**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
<b>2006</b>	11,9	11,2	14,3	14,9	17,0	18,4	17,1	17,4	17,1	17,5	14,0	14,4	<b>15,4</b>
<b>2007</b>	12,7	12,1	13,9	16,0	16,9	17,7	17,2	17,4	17,6	16,3	14,0	11,1	<b>15,2</b>
<b>2008</b>	11,8	12,4	13,3	15,1	17,0	18,5	17,3	17,5	18,1	16,6	12,0	11,8	<b>15,1</b>
<b>2009</b>	11,5	12,2	11,4	15,0	17,6	17,6	17,2	17,0	17,5	16,4	14,1	12,4	<b>15,0</b>
<b>2010</b>	11,7	14,3	13,3	17,1	18,2	18,5	18,4	18,5	18,0	14,5	13,7		<b>16,0</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura máxima absoluta en grados centígrados**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
<b>2006</b>	32,6	---	35,0	37,2	36,6	31,0	31,2	31,6	31,6	33,2	31,8	32,2	<b>37,2</b>
<b>2007</b>	33,0	35,4	35,4	37,0	36,6	33,6	32,4	31,2	31,0	30,6	30,0	31,0	<b>37,0</b>
<b>2008</b>	31,4	33,6	35,6	35,4	35,6	31,6	31,6	32,0	33,0	30,2	30,6	31,0	<b>35,6</b>
<b>2009</b>	31,6	34,6	35,2	37,4	34,0	32,6	32,6	32,4	34,6	32,6	33,4	32,6	<b>37,4</b>
<b>2010</b>	35,0	36,0	39,0	37,0	36,2	33,6	32,4	32,0	31,6	31,8	31,8		<b>39,0</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de temperatura mínima absoluta en grados centígrados**

	EN	FEB	MAR	ABR	MA Y	JUN	JUL	AG O	SEP	OCT	NOV	DIC	ANU AL
<b>2006</b>	4,0	4,0	6,6	7,2	15,0	15,2	11,6	13,2	10,6	11,2	7,4	6,6	<b>4,0</b>
<b>2007</b>	5,6	5,4	10,4	10,2	11,6	15,0	15,0	13,6	14,0	8,6	7,4	6,0	<b>5,4</b>
<b>2008</b>	5,4	8,0	5,6	9,2	12,6	16,2	12,4	14,6	13,2	11,6	6,4	7,0	<b>5,4</b>
<b>2009</b>	6,0	7,0	6,0	11,0	15,6	15,2	10,2	11,2	15,0	9,6	9,0	8,0	<b>6,0</b>
<b>2010</b>	8,0	9,0	7,4	12,0	12,2	16,0	15,8	17,2	14,2	9,8	8,4		<b>7,4</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Estación: Cubulco acumulado mensual y anual de lluvia en milímetros**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>2006</b>	18,7	4,5	7,2	84,4	383,7	336,0	167,2	179,7	114,7	114,9	29,8	9,2	<b>1 450,0</b>
<b>2007</b>	8,6	0,0	4,6	33,2	104,1	310,3	135,4	548,5	145,5	144,7	16,2	0,6	<b>1 451,7</b>
<b>2008</b>	6,0	4,1	7,5	61,0	181,4	206,9	383,4	199,5	198,8	155,2	3,1	5,8	<b>1 412,7</b>
<b>2009</b>	2,4	0,4	2,1	69,6	221,9	178,4	74,2	117,8	101,8	51,3	35,7	36,3	<b>891,9</b>
<b>2010</b>	1,6	14,2	2,9	121,2	329,2	103,2	232,4	339,0	331,1	52,3	28,9		<b>1 556,0</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Estación: Cubulco totales mensuales y anuales de días de lluvia**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>2006</b>	9	1	4	8	19	23	18	19	19	21	7	7	<b>155</b>
<b>2007</b>	6	0	6	7	8	18	15	24	23	18	12	2	<b>139</b>
<b>2008</b>	4	6	6	7	18	27	25	17	22	17,4	2	7	<b>140,4</b>
<b>2009</b>	4	2	3	8	22	19	19	16	18,2	12	9	8	<b>132,2</b>
<b>2010</b>	2	1	2	11	13	18	25	27	26	5	10		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de nubosidad en octas**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>2006</b>	3	3	2	2	7	6	5	3	5	5	5	4	<b>4</b>
<b>2007</b>	4	2	3	3	2	5	4	4	5	5	6	3	<b>4</b>
<b>2008</b>	4	3	3	2	3	8	7	8	5	8	2	4	<b>5</b>
<b>2009</b>	3	7	2	3	4	5	7	5	4	4	4	3	<b>4</b>
<b>2010</b>	3	3	2	2	5	3	6	5	8	4	4		<b>4</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de dirección del viento**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>2006</b>	---	NW	NW	---	VAR	NW	W	SW	SW	NW	SW	W	<b>VAR</b>
<b>2007</b>	W	W	W	W	W	W	W	C	W	W	W	W	<b>W</b>
<b>2008</b>	W	VAR	VAR	VAR	W	W	N	W	W	W	W	W	<b>W</b>
<b>2009</b>	W	W	NORTE	W	W	W	W	W	W	W	---	E	<b>W</b>
<b>2010</b>	N	W	N	W	W	N	W	W	W	W	W		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Estación: Cubulco promedios mensuales y anuales de velocidad del viento en kilómetros por hora**

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>2006</b>	5,9	5,7	6,0	-----	4,1	3,6	3,5	3,4	2,5	2,0	2,3	2,0	<b>3,7</b>
<b>2007</b>	2,2	3,2	3,7	2,6	2,3	1,5	1,4	5,1	1,6	1,8	1,9	2,1	<b>2,5</b>
<b>2008</b>	2,6	3,2	3,3	2,8	1,3	1,5	2,2	2,2	2,1	2,5	2,3	2,2	<b>2,4</b>
<b>2009</b>	2,9	3,1	3,7	3,1	2,9	1,6	1,5	1,5	2,0	2,5	2,0		<b>2,4</b>
<b>2010</b>	2,4	3,6	3,7	3,2	2,5	1,8	1,6	1,6	1,5	1,9	2,1		<b>2,4</b>

Fuente: elaboración propia.

### **1.1.5. Población e idioma**

#### Población

La población total es de 10 588, distribuidos de la siguiente manera: hombres: 5 333 y mujeres 5 255.

#### Idioma

El 95 por ciento de la población habla castellano y un 5 por ciento kaqchikel, proveniente del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.

Etnias

El municipio se identifica con una etnia minoritaria kaqchikel.

#### **1.1.6. Tipo de vivienda**

Se caracteriza por ser un municipio en donde el tipo de vivienda en el área urbana el 100 por ciento es de block con terraza tradicional de uno y dos niveles y en las aldeas un 60 por ciento de block y el 40 por ciento de adobe, el tipo de vivienda en la parte alta del municipio el 100 por ciento es de adobe.

#### **1.1.7. Actividades económicas**

Producción agrícola es más para subsistencia

Los principales cultivos del municipio son: maíz, frijol, rosa de Jamaica, tamarindo, granadilla, mango, arveja china, caña de azúcar (la que al ser procesada se obtiene la miel morena de caña) y como producto final la panela, que es empacada con capa de banano para su venta y comercialización.

Producción minera

En el municipio se explotan minas de cuarzo, grafito, feldespatos y de mármol, entre las que se destacan sus enormes bloques de 400 quintales cada uno, el cual es de exportación por su color verde.

## Flora

Entre las especies que predominan en este municipio, esta: el *Pinus* o *Carpa*, del cual se extrae por medio de un método rústico, la resina del pino, para la fabricación de brea y agua ras. El 75 por ciento de este producto se exporta a la ciudad capital para la fabricación de pinturas, aceites, barnices, papel y otros derivados.

### **1.1.8. Servicios públicos**

## Salud

El municipio cuenta con los siguientes servicios de salud: un Centro de Salud Tipo B, 4 puestos de salud, laborando un total de 17 personas en el plan de lunes a viernes (en la diferentes especialidades) y 3 auxiliares de enfermería en el plan de fin de semana, además se tiene participación de una prestadora de servicios de atención de salud denominada fundación Menonita Q'eqchi de Guatemala Fundameno, atendiendo a una población de 2 309 habitantes.

## Transporte

Este municipio cuenta con el servicio de buses extra urbanos, que efectúan su recorrido de Granados a la ciudad capital y viceversa, siendo un total de 2 buses, además se cuenta con 6 microbuses que viajan de lunes a sábado al municipio de San Juan Sacatepéquez departamento de Guatemala.



Así como también hay un bus que viaja de la cabecera municipal al municipio de Rabinal, Baja Verapaz y viceversa, realizando recorrido a la cabecera departamental de Salamá, únicamente los días lunes y viernes de cada semana. Por otro lado también circula un vehículo de transportes realizando el recorrido de la ciudad al municipio de Cubulco Baja Verapaz y viceversa, pasando por este lugar a las 09:30 horas provenientes de la capital y de Cubulco a las 11.30 horas.

### Educación

El municipio cuenta con los siguientes servicios educativos: 9 escuelas peprimarias, 14 de PRONADE educación primaria, 34 escuelas rurales, 2 institutos de educación básica por cooperativa y 3 institutos de tele secundaria, 1 Instituto Básico Nufed, 2 Colegios, uno de ellos brinda servicios básicos e impartiendo la carrera de Magisterio y Perito en Administración Pública.

### Autoridades

El municipio cuenta con un alcalde municipal y que cuenta con su honorable consejo municipal, además existe Juzgado por parte de la Corte de Suprema Justicia.

### Instituciones

Las que funcionan en este municipio son: Municipalidad, El Correo, Centro de Salud Pública, Policía Nacional Civil, Juzgado de Paz, Tribunal Supremo Electoral, Supervisión de Educación, y Conalfa.

### Otros servicios

El municipio cuenta con los bancos BANRURAL, BAM y una cooperativa Coosanjer, correos y con un hotel.

#### **1.1.9. Suelo y topografía**

La extensión superficial del municipio de Granados es de 248 kilómetros cuadrados. El municipio tiene diversidad de climas, por tener alturas desde 600 metros sobre el nivel del mar a la orilla del río Motagua hasta 1 800 metros sobre el nivel del mar en la cima del cerro Tuncaj; el tipo de terreno es quebrado.

- Cordilleras

El cerro del Tuncaj forma parte de la sierra de Chuacus, la cual es la más alta del municipio.

- Hidrografía

Los ríos que delimitan al municipio y que se consideran los más importantes son: río Cotton, sirve de línea divisoria entre Granados y Pachalum, Quiche, río Grande o Motagua, sirve de línea divisoria entre Granados y departamento de Guatemala, río Agua Caliente, sirve de línea divisoria entre Granados y el municipio Santa Cruz El Chol, Baja Verapaz.

## **1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Granados**

A continuación se hace mención de las necesidades básicas del municipio de Granados, Baja Verapaz, las cuales a través de Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODES) se conocieron.

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

La municipalidad a través de los COCODES de las aldeas realizó una encuesta sobre las necesidades de las comunidades:

- Construcción del edificio municipal, mercado y locales, debido a que el municipio no cuenta con mercado municipal, se propone la construcción de un edificio de 3 niveles cubriendo las 3 necesidades.
- Diseño y construcción del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Saltan por la falta del sistema la población padece de enfermedades gastrointestinales.
- Diseño y construcción del sistema de agua potable en la aldea El Guapinol ya que esta es abastecida por la aldea vecina.
- Diseño y construcción de la línea de conducción de agua potable de la aldea Potrero Grande porque la tubería cumplió su vida útil y por ende causa mucho problema de fuga y no cumple con las necesidades.

- Pavimentación de las pendientes, de la aldea el Oratorio debido que estas no se pueden transitar en la época de invierno y esto impide al traslado de la mercadería y producto.
- Diseño del sistema de agua potable en la aldea Suchicul porque no existe ningún sistema de abastecimiento.

### **1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades del municipio**

Se tomó en cuenta el número de beneficiarios de cada proyecto y la necesidad y factibilidad adecuándolo al presupuesto asignado por el Consejo de Desarrollo.

- Construcción del edificio municipal.
- Diseño del sistema de agua potable aldea El Guapinol.
- Diseño del sistema de alcantarillado aldea Saltan.
- Diseño y construcción de la línea de conducción aldea Potrero Grande.
- Diseño y construcción de agua potable aldea Suchicul.

Los demás proyectos se descartaron debido al corto presupuesto asignado para la municipalidad.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

### **2.1. Estudio topográfico**

En el estudio topográfico se tomó en cuenta el área edificada actualmente y la del futuro desarrollo que incluye la localización exacta de las calles, callejones y lotes baldíos, ubicación de estos respecto a la comunidad, carreteras y todas aquellas estructuras, que guarden relación con el problema por resolver o influyan en el diseño. Se realizó la línea de conducción con una longitud a 5,6 kilómetros tomando en cuentas las cotas de terreno para manejar mejor información del área de ejecución y evitar contratiempos. En la libreta topográfica se anotaron todos los accidentes geográficos como quebradas, zanjones, veredas, puntos altos del terreno y toda la red de distribución de agua de la aldea que tiene una extensión de 5,8 kilómetros.

### **2.2. Levantamiento topográfico**

La topografía estudia los procedimientos para fijar las posiciones de puntos, proyectados en un plano horizontal importando sus elevaciones. Para la realización de la topografía se utilizó un teodolito.

### **2.2.1. Planimetría**

Está definida como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, tomando como referencia el norte para su orientación. Tiene como objeto terminar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que pueden influir en el diseño del sistema, por ejemplo, calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, etcétera.

### **2.2.2. Altimetría**

La altimetría se encarga de la medición de la diferencia de nivel de elevación entre los diferentes puntos del terreno, los cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

### **2.3. Caudal de aforo**

La fuente de agua, es una caja recaudadora de 3 caudales, ubicada en el lugar Quebrada Grande de la aldea Llano Grande a una distancia de 9 kilómetros sobre la carreta la cual es propiedad del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), fue aforado en época de verano en el mes de marzo del 2009, por medio del método volumétrico, el recipiente utilizado fue de 18,9 litros de volumen, se llenó 3 veces cada uno, tomando cada vez el tiempo de llenado para obtener el tiempo promedio, el resultado fue de 5,60 litros por segundo.

## **2.4. Calidad de agua**

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que pueden ocasionar enfermedades.

### **2.4.1. Examen bacteriológico**

Según los resultados del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los exámenes de calidad del agua que se presentan en el anexo, presentan un número más probable de gérmenes coliformes en una muestra de 100 centímetros cúbicos de 8 coliformes totales, por lo que desde el punto de vista bacteriológico, el agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección en el nacimiento según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, los cuales pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes.



Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presenta en el anexo; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, pero para su mayor confiabilidad se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales de cloro. Con esto, se lograra una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación de agua.

#### **2.4.2. Examen físico químico sanitario**

Desde el punto de vista de calidad física y calidad química el análisis del agua del nacimiento cumple con la Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua, por lo que solo se recomienda una cantidad de cloro para desinfección. Este análisis determina las características físicas del agua tales como: el aspecto, color, sabor, pH, y dureza. En el resultado del examen se menciona que el agua es apta para consumo humano (ver anexo).

#### **2.5. Período de diseño**

Éste es el tiempo en que la obra a construir prestará sus servicios en condiciones óptimas para la población de diseño. Para determinar este tiempo se tomó en cuenta el período de vida útil de los materiales y el tipo de proyecto, siendo este período de 21 años, este sistema se diseñó para que los habitantes puedan suplir sus necesidades básicas.

## **2.6. Estimación de la población de diseño**

Para la estimación del número de habitantes futuros de una población, existen varios métodos, dentro de los cuales se pueden mencionar los tres siguientes:

- Método del crecimiento aritmético
- Método del crecimiento geométrico
- Método del crecimiento gráfico

### **2.6.1. Tasa de crecimiento poblacional**

La tasa de crecimiento poblacional empleada es del 4 por ciento anual y es la que corresponde al departamento de Baja Verapaz según el Instituto Nacional de Estadística.

### **2.6.2. Población futura**

El cálculo de población futura, según el período de diseño adoptado para el proyecto, se calculó por medio del método de crecimiento geométrico por ser el que se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo tomando como población actual la proporcionada por los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

**Pf** = población futura

Po = población actual es de 448 habitantes

r = tasa de crecimiento poblacional en Baja Verapaz es de 4 por ciento

n = período de diseño es de 21 años

Sustituyendo los datos en la fórmula se obtiene:

$$Pf = 448 * (1 + 0,04)^{21}$$

$$Pf = 1\ 021\text{Habitantes}$$

## **2.7. Dotación**

Para determinar la dotación de la aldea El Guapinol, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: el clima es cálido, capacidad y disponibilidad de pago; pero, principalmente se tomó en cuenta la disponibilidad de agua de las fuentes, por lo que la cantidad de agua asignada en un día para cada usuario es de 100 litros/habitante/día.

## **2.8. Determinación del caudal**

También llamado caudal de diseño y es el resultado de la suma de todos los caudales que van a ser colectados y transportados por un tramo en el sistema.

### **2.8.1. Caudal medio diario ( $Q_m$ )**

El caudal medio se obtiene del producto de la dotación adoptada por el número de habitantes, que se estiman al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio en litros/segundos

Dotación = 100 litros /habitante/día

$P_f$  = 1 021 población futura

Sustituyendo datos en la formula se obtiene:

$$Q_m = \frac{100\text{l/h/d} * 1\ 021\text{h}}{86\ 400}$$

$$Q_m = 1,18\ \text{l/s}$$

### 2.8.2. Caudal máximo diario ( $Q_{md}$ )

El caudal máximo diario o caudal de conducción, es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Éste, es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo. El factor de día máximo oscila entre 1,2 y 1,8. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir.

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

Donde:

$Q_m$  = Caudal medio

FDM= se utilizara 1,8 para mayor seguridad del proyecto

Sustituyendo valores:

$$Q_{md} = 1,18 \text{ l/s} * 1,8$$

$$Q_{md} = 2,12 \text{ l/s}$$

### 2.8.3. Caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ )

El caudal horario, es aquel que se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un, las cuales indican que:

$$Q_{mh} = Q_m * FHM$$

Donde:

$$FHM = 2,5$$

$$Q_m = 1,18 \text{ l/s}$$

Sustituyendo valores:

$$Q_{mh} = 1,18 \text{ l/s} * 2,5$$

$$Q_{mh} = 2,95 \text{ l/s}$$

## 2.9. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son aquellos datos que se utilizan para alimentar las fórmulas, estos datos se basan en el número de habitantes actuales, topografía, número de viviendas etcétera.

### 2.9.1. Bases generales de diseño

Se refiere al resumen de los datos a tomar en cuenta para el diseño, estos regirán las decisiones a tomar, de tal manera que se cumplan con las normas para abastecer el líquido vital.

Tabla X. Resumen de datos para el diseño

Tipo de sistema	Gravedad
Población actual	448 habitantes
Población futura	1 021 habitantes
Viviendas actuales	112 viviendas
Viviendas futuras	255 viviendas
Período de diseño	21 años
Tasa de crecimiento	4 %
Dotación	100 l / h / d
Caudal de aforo	5,60 l / s
Caudal medio	1,181 l / s
Caudal de diseño	2,12 l / s
Factor día máximo	1,8
Factor hora máximo	2,5
Línea de conducción	5 650 metros
Factor de almacenamiento	35 %
Volumen del tanque	41 m <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia.

## 2.9.2. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se utiliza la fórmula de Hazen Williams, la cual esta expresada por:

$$H_f = \frac{1743,811 * l * Q^{1,85}}{\phi^{4,87} * C^{1,85}}$$

Donde:

- H<sub>f</sub> = pérdida de carga en metros
- C = coeficiente de fricción interno
- φ = diámetro interno en pulgadas
- l = longitud de diseño en metros
- Q = caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder, se toma como H<sub>f</sub>, la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior se tiene:

$$\phi = \left[ \frac{1743,811 * l * Q^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right]^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula el H<sub>f</sub> final.

### **2.9.3. Presiones y velocidades**

El diseño hidráulico se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea se incluyen los principales conceptos utilizados:

### **2.9.4. Presión estática en tuberías**

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente.

La máxima presión estática que soportan la tuberías de 160 libras por pulgada cuadrada = 112,49 metros columna de agua, teóricamente pueden soportar más pero por efectos de seguridad si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de PVC de 250 libras por pulgada cuadrada o HG.

En la red de distribución la presión estática, debe mantener entre 40 y 10 metros columna de agua, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería; aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica de 6 metros columna de agua, partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.



### **2.9.5. Presión dinámica en la tubería**

Cuando hay movimiento de agua la presión estática modifica su valor disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga.

La energía consumida o pérdida de carga, varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto

### **2.9.6. Velocidades**

En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra entre los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad, según las normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites:

Mínima = 0,40 m/s

Máxima = 5,00 m/s

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción, (se mencionó en puntos anteriores) se desea aprovechar el 100 por ciento del caudal de las fuentes, para lo cual se tomará como caudal de conducción el caudal de aforo ( $Q_{md}$ ). Con base al nuevo caudal de conducción, se halló un nuevo caudal medio ( $Q_{mh}$ ), obteniendo un nuevo caudal de distribución ( $Q_{mh}$ ).

### **2.9.7. Captación**

Se define así a las obras de artes o estructuras de obra civil adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, la cual puede ser: superficial, brote definido y galerías de infiltración; todas estas estructuras diseñadas bajo ciertas normas y reglamentos. La fuente de abastecimiento constituye el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso debe definirse su tipo, cantidad, calidad y ubicación.

### **2.10. Diseño de la línea de conducción**

La línea de conducción es un conjunto de tuberías libres o forzadas (presión), que parten de las obras de captación, el tanque de distribución. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad, se deben tener los siguientes aspectos fundamentales:

- Capacidad suficiente para transportar el caudal de día máximo.
- La selección del diámetro y clase de la tubería que se empleara deberá ajustarse al presupuesto destinado para este proyecto.

Se muestra el cálculo para la primera iteración:

Inicio 0+000, cota de terreno 1 481,17 metros

Final 2+480, cota de terreno 1 369,87 metros

$Q = 2,12 \text{ l / s}$

Coeficiente hidráulico (PVC) = 150

La longitud L, de diseño es la diferencia del caminamiento (0+000-2+480), en este caso es de 2 480 metros, para los tramos siguientes es el mismo procedimiento.

#### Cálculo de la carga disponible

La carga disponible, es la diferencia de cotas entre el nivel cero del agua y la altura en la cual terminara el diseño. Se calcula de la siguiente manera:

$$H = C_0 - C_f$$

Donde:

H = presión hidrostática

$C_0$  = cota de inicio= 1 481,17

$C_f$  = cota final=1 369,87

Sustituyendo valores:

$$H = 1\,481,17 - 1\,369,87 = 111,30 \text{ metros}$$

Debido a que el agua en el punto de la captación está a presión atmosférica, la presión en el punto de inicio es igual a cero.

#### Cálculo del diámetro teórico de la tubería

Para calcular el diámetro de la tubería, es necesario cumplir con los requerimientos hidráulicos que se efectúa mediante la fórmula de Hazen Williams.

Sustituyendo valores:

$$\varnothing = \left[ \frac{1743,811 * 2604 * 2,12^{1,85}}{111,30 * 150^{1,85}} \right]^{1/4,87} = 1,75 \text{ pulgadas}$$

Se debe considerar las pérdidas por fricción, debiendo probar con diámetros superiores o inferiores de tubería a manera de contrarrestar estas pérdidas y lograr mantener presiones adecuadas a lo largo del tramo que se está diseñando.

Cálculos de las pérdidas por fricción

Una vez definido el diámetro interno de la tubería, se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo por medio de la ecuación de Hazen Williams.

Sustituyendo valores:

$$H_f = \frac{1743,81 * 2604 * 2,12^{1,85}}{2^{4,87} * 150^{1,85}} = 58,76 \text{ metros}$$

Cálculo de la cota piezométrica

La cota piezométrica final del tramo se calcula restando la cota piezométrica al inicio del tramo, menos las pérdidas del tramo, por lo tanto; se calcula de la siguiente manera:

$$C_{pzF} = C_i - H_f$$

Donde:

$C_{pzF}$  = cota piezometrica final del tramo

$C_i$  = cota de terreno al inicio del tramo= 1 481,17m

$H_f$  = perdida por fricción o perdidas de carga= 58,76m

Sustituyendo valores:

$$C_{pzF} = 1\,481,17 - 58,75 = 1\,422,42 \text{ m}$$

Cálculo de la presión hidrodinámica

La presión hidrodinámica al inicio de este tramo es cero, debido a la presión atmosférica, pero la presión hidrodinámica al final del tramo se calcula de la siguiente manera: cota piezométrica final menos la cota final del terreno de dicho tramo.

$$P_H = C_{pzF} - C_f$$

Donde:

$P_H$  = presión hidrodinámica al final del tramo

$C_{pzF}$  = cota piezometrica final del tramo= 1 422,42m

$C_f$  = cota de terreno al final del tramo= 1 369,87m

Sustituyendo valores:

$$P_H = 1\,422,42 - 1\,369,87 = 52,55 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad

Ésta viene expresada de la siguiente manera:

$$V = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

Donde:

V= velocidad del agua en metros por segundo

Q = caudal en litros por segundo= 2,12l/s

$\Phi$  = diámetro interno de la tubería en pulgadas= 2"

Sustituyendo valores:

$$V = \frac{1,974 * 2,12l/s}{2^2} = 1,04 \text{ m}$$

## 2.11. Diseño del tanque de almacenamiento

En todo sistema incluyendo aquellos con abastecimientos por gravedad durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes funciones.

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.

- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

Se podría suprimir el tanque de almacenamiento, solo cuando la fuente asegure un caudal superior a 3 veces el consumo medio diario de la población, en toda época del año.

Las variaciones de consumo pueden ser establecidas utilizando la suma de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la localidad, cuando se dispone de una curva aplicada al caso estudiado. De lo contrario el volumen de compensación en sistemas por gravedad se adoptara del 25 por ciento al 35 por ciento del consumo medio diario y en sistemas por bombeo de 35 por ciento al 50 por ciento.

Cuando el suministro de agua se considerare seguro y continuo en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

#### Cálculo del volumen

En los sistemas por gravedad se debe considerar un volumen de distribución o almacenamiento de 25 por ciento al 35 por ciento del caudal medio diario o el 25 por ciento del caudal máximo diario, según normas de diseño.

$$\text{Vol} = \frac{Q_{\text{md}} * \% * 1\text{m}^3 * 86\ 400\ \text{s/día}}{1\ 000\ \text{litros}}$$

Donde:

Vol= volumen del tanque

$Q_{\text{md}}$ = caudal medio diario

En este proyecto se tomó un almacenamiento del 35 por ciento del caudal máximo diario.

$$\text{Vol} = \frac{1,181\ \text{l/s} * 35\% * 1\text{m}^3 * 86\ 400\ \text{s/día}}{1\ 000\ \text{litros}} = 35\ \text{m}^3$$

Capacidad real = 46 m<sup>3</sup>

Diseño estructural del tanque

Los tanques de distribución o almacenamiento normalmente se construyen de muros de concreto ciclópeo, concreto reforzado, mampostería reforzada, y cubierta de losa de concreto reforzada; en los tanques elevados, predomina el uso de acero. Debido a las características del terreno y los requerimientos de la red de distribución, los tanques pueden estar totalmente enterrados, semienterrados, superficiales o elevados. En particular, el tanque se diseñara en estado semienterrado, donde la condición crítica es cuando este se encuentra completamente lleno



Datos para el diseño del tanque:

$$\text{Largo} = 6,60$$

$$\text{Ancho} = 4,40$$

$$\text{Alto} = 2,50$$

Diseño de losa:

Datos:

$$A = 3 \quad b = 4$$

$$\text{Carga viva} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\delta \text{ de concreto} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso de acabados} = 90 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo del espesor de losa (t)

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{14}{180} = 0,0777 \quad \text{Se adopta } t=0,10\text{m}$$

$$m \frac{a}{b} = \frac{3}{4} = 0,75 \quad 0,75 > 0,5 \quad \text{Losa en 2 sentidos}$$

Cálculo del peso propio de la losa  $W_{\text{losa}}$

$$W_{\text{losa}} = \delta_c * t + P_{\text{acabados}}$$

Donde:

$$\delta_c = \text{Peso específico del concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$t = \text{Espesor de losa} = 0,10 \text{ m}$$

$$P_{\text{acabados}} = 90 \text{ kg/m}^2$$

Sustituyendo valores:

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 90 \text{ kg/m}^2 = 330 \text{ kg/m}^2$$

Integración de cargas últimas (CUT)

$$\text{CUT} = 1,7 \text{ CV} + 1,4 \text{ CM}$$

Donde

CV= Carga viva

1,7 = Factor de carga viva

CM= Carga muerta

1,4 = Factor de carga muerta

Sustituyendo datos:

$$\text{CUT} = 1,7 (60 \text{ kg/m}^2) + 1,4 (330 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{CUT} = 547 \text{ kg/m}^2$$

El cálculo de momentos actuantes se realiza según el método 3 del ACI:

Losa 1 y losa 2 caso 6

Momentos negativos:

$$M_{a-} = C_{a-} * \text{CUT} * a^2$$

$$M_{b-} = C_{b-} * \text{CUT} * b^2$$

Momentos positivos

$$M_{a+} = C_{a+} * CVU * a^2 + C_{a+} * CMU * a^2$$

$$M_{b+} = C_{b+} * CVU * b^2 + C_{b+} * CMU * b^2$$

Donde:

M = Momento actuante

C = Coeficiente de tablas de ACI318R – 99 para momentos

CMU = Carga muerta total = 1,4 CM

CVU = Carga viva total = 1,7 CV

Sustituyendo valores:

Momentos positivos

$$M_{a+} = 0,055 * 85 \text{ kg/m}^2 * 3^2 + 0,048 * 462 \text{ kg/m}^2 * 3^2 = 241,66 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = 0,016 * 85 \text{ kg/m}^2 * 4^2 + 0,012 * 462 \text{ kg/m}^2 * 4^2 = 110,46 \text{ kg-m}$$

Momentos negativos

$$M_{a-} = 0,088 * 547 \text{ kg/m}^2 * 3^2 = 433 \text{ kg-m}$$

$$M_{b-} = 0,000 * 547 \text{ kg/m}^2 * 4^2 = 0 \text{ kg-m}$$

Cálculo de peralte de losa:

$$d = t - \text{rec} - \left( \frac{\Phi}{2} \right)$$

Donde:

$t$  = espesor de losa (10 centímetros)

$rec$  = recubrimiento (2 centímetros)

$\phi$  = diámetro de la varilla (0,9525 centímetros)

Sustituyendo datos:

$$d = 10 - 2 - 0,95/2 = 7,5 \text{ cm}$$

Calcular el  $As_{\text{mín}}$  de la losa:

El cálculo se realiza para una franja unitaria de  $b = 100\text{cm}$  con los siguientes datos:

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

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

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo

$$(As_{\text{mín}}) = 40\% \cdot \left( \frac{14,10}{F_y} \right) \cdot b \cdot d$$

$$(As_{\text{mín}}) = 40\% \cdot \left( \frac{14,10}{2810} \right) \cdot 100 \cdot 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

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

Armado para  $As_{\text{mín}}$  usando varillas No 3

$$1,51 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \rightarrow S = 0,47 \text{ centímetros } \rangle S_{\text{máx}}$$

Usar No 3 @ 0,30 m

Calculando  $A_{s \text{ mín}}$  con  $S=0,30\text{m}$

$$A_{s \text{ mín}} \frac{\text{----- } 100 \text{ cm}}{0,71 \text{ ----- } 30 \text{ cm}} \rightarrow A_{s \text{ mín}} 2,37 \text{ cm}^2$$

Calcular el momento (Mu) que resiste el  $A_{s \text{ mín}}$

$$Mu = \Phi \left[ A_s * F_y * d - \frac{A_s^2 * F_y^2}{1,7 * f'c * b} \right]$$

$$Mu = 0,90 \left[ 2,36 * 2810 * 7,5 - \frac{2,36^2 * 2810^2}{1,7 * 210 * 100} \right]$$

$$Mu = 436,55 \text{ kg-m}$$

Acero requerido, de acuerdo con los momentos encontrados.

Fórmula para encontrar el acero requerido ( $A_s$ ) en centímetros cuadrados:

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{bd^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

Espaciamiento

$$S = 0,71 / A_s$$

$$Ma_- = 433,22 \text{ kg-m} \quad A_s = 2,34 \text{ cm}^2 \quad S = 30 \text{ cm}$$

$$Ma^+ = 241,66 \text{ kg-m} \quad A_s = 1,29 \text{ cm}^2 \quad S = 55 \text{ cm}$$

$$Mb^+ = 110,46 \text{ kg-m} \quad A_s = 0,59 \text{ cm}^2 \quad S = 122 \text{ cm}$$

Cálculo del corte resistente:

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \left( \frac{f_c}{2} \right)^{\frac{1}{2}} * b d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \left( \frac{10}{2} \right)^{\frac{1}{2}} * 100 * 7,5 = 4 896,27 \text{ kg}$$

$$V_{\max} = \frac{WL}{2} = \frac{547 \text{ kg/m} * 4 \text{ m}}{2} = 1094 \text{ kg}$$

Armado usar No 3 @ 30 centímetros

Diseño de viga de soporte de losas

En el diseño del tanque fue necesario incorporar una viga en el centro de la estructura que servirá de soporte de las losas, con los siguientes datos:

$$\begin{array}{lll} b = 20 \text{ cm} & h = 30 \text{ cm} & F_y = 2 810 \text{ kg/cm}^2 \\ d = 26 \text{ cm} & l = 4,40 \text{ m} & \\ r = 4 \text{ cm} & f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 & \end{array}$$

Área tributaria sobre muro y vigas

Chequeando relación de altura y base de la sección de la viga

$$(\text{Altura/base}) = \left( \frac{h}{b} \right) \text{ donde } 1,5 \leq \left( \frac{h}{b} \right) \leq 3$$

$$\text{Sustituyendo datos} \rightarrow \left( \frac{30}{20} \right) = 1,5$$

## Límites de acero

Antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar este, según los criterios siguientes:

Fórmulas:

$$\text{Área de acero mínimo } \left( A_{s_{\text{mín}}} \right) = \rho_{\text{mín}} * bd$$

Donde:

$$\rho_{\text{mín}} = \left( \frac{14,1}{f_y} \right)$$

b,d = Base y peralte de la sección de la viga

$$\text{Área de acero máximo } \left( A_{s_{\text{máx}}} \right) = \rho_{\text{máx}} * bd$$

Donde:

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * \rho_b \quad (\text{Zona sísmica})$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,75 * \rho_b \quad (\text{Zona no sísmica}), \text{ y donde}$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0,003 * E_s * 0,85 * f'_c}{f_y * \left( \gamma + 0,003 E_s \right)}, \text{ y donde}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ Si } 0 < f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2, \text{ y donde}$$

$E_s$  = Módulo de elasticidad del acero

b,d = Base y peralte de la sección de la viga

Sustituyendo datos:

Área de acero mínimo

$$A_{s_{\min}} = \left( \frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * 20 \text{ cm} * 26 \text{ cm} = 2,60 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,003 * 2,039 \times 10^6 * 0,85 * 210}{2810 * 2810 + 0,003 * 2,039 \times 10^6} = \frac{928101,82}{25084870} = 0,0369985$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * 0,0369985 = 0,0184992$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0184992 * 20 * 26 = 9,62 \text{ cm}^2$$

$$\text{Donde: } A_{s_{\min}} \leq A_{s_{\text{requerido}}} \leq A_{s_{\max}}$$

Acero longitudinal: Por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{bd^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

Donde:

$$b = \text{base de la sección de viga} \quad f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = \text{peralte de viga} \quad f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$



Calculando Mu

$$A_t = \left( \frac{4+1}{2} \right) * 1,5 = 3,75 \text{ m}^2 * 2 = 7 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{losa}} = \frac{7,5 \text{ m}^2 * 547 \text{ kg/m}^2}{4,40 \text{ m}} = 932,39 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{pesopropio}} = (0,20 \text{ m} * 0,30 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3) * 1,4 = 201,6 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = 932,39 \text{ kg/m} + 201,6 \text{ kg/m} = 1134 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{WL^2}{8} = \frac{1134 * 4,40^2}{8} = 2744,28 \text{ kg-m}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[ 20 * 26 - \sqrt{20 * 26^2 - \frac{2744,28 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 4,47 \text{ cm}^2$$

Luego de calcular el  $A_s$ , se procede a colocar varillas de acero de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de  $A_s$ ; esto se hace, tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

$A_{s \text{ mín}}$  para  $M (-)$  en la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s \text{ mín}} = \rho_{\text{mín}} * bd = 2,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ Varillas mínimo}$$

Para este caso usar  $2 \text{ No } 4 = 2 * 1,26 = 2,52 \text{ cm}^2 > A_{s \text{ mín}}$

$A_{s\text{mín}}$  para  $M_{(+)}$ : en la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se deben colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} * bd = 2,6 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ varillas No 4 mínimo}$$

$$A_{s\text{mín}}: 50 \% \text{ del } A_s \text{ calculada para el } M_{(+)} = 0,50 * 4,47 = 2,23 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{mín}}: 50 \% \text{ del } A_s \text{ calculada para el } M_{(-)} = 0,50 * 0 = 0 \text{ cm}^2$$

Se puede observar que la cama superior, el 50 %  $A_{s\text{mín}}$  son 2 varillas No 4 con un área de  $2,52 \text{ cm}^2$ , que son los valores más altos. El resto del acero, se coloca como bastones usando la fórmula siguiente:

$$\text{Área de acero de riel } A_{s(\text{riel})} = A_{s\text{total}} - A_{s\text{mincorrido}}$$

Donde :

$$A_{s\text{total}} = \text{Área de acero total del } Mu$$

$$A_{s\text{mincorrido}} = \text{Área de acero corrido}$$

Sustituyendo datos:

$$A_{s\text{riel}} = 4,47 - 2,6 * 2 = 1,87 \text{ cm}^2$$

Usar una varilla No 5

Acero transversal (estribos): los objetivos de colocar acero transversal son: Por armado, para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso de que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo del corte resistente:

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \left( f_c \right)^{\frac{1}{2}} * b d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \left( 10 \right)^{\frac{1}{2}} * 20 * 26 = 3\,394,75 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_R \geq V_u$  la necesita estribos solo por armado si se diseñan estribos por corte para este caso

$$V_R \geq V_u = \left( \frac{1134 * 4,4}{2} \right) = 2\,494,8$$

Para éste caso  $V_R > V_U$  necesita estribos sólo por armado espaciamiento máximo

$$s_{\text{máx}} = \frac{d}{2} = \frac{26}{2} = 13 \text{ cm}$$

Usar No 2 @ 13 centímetros

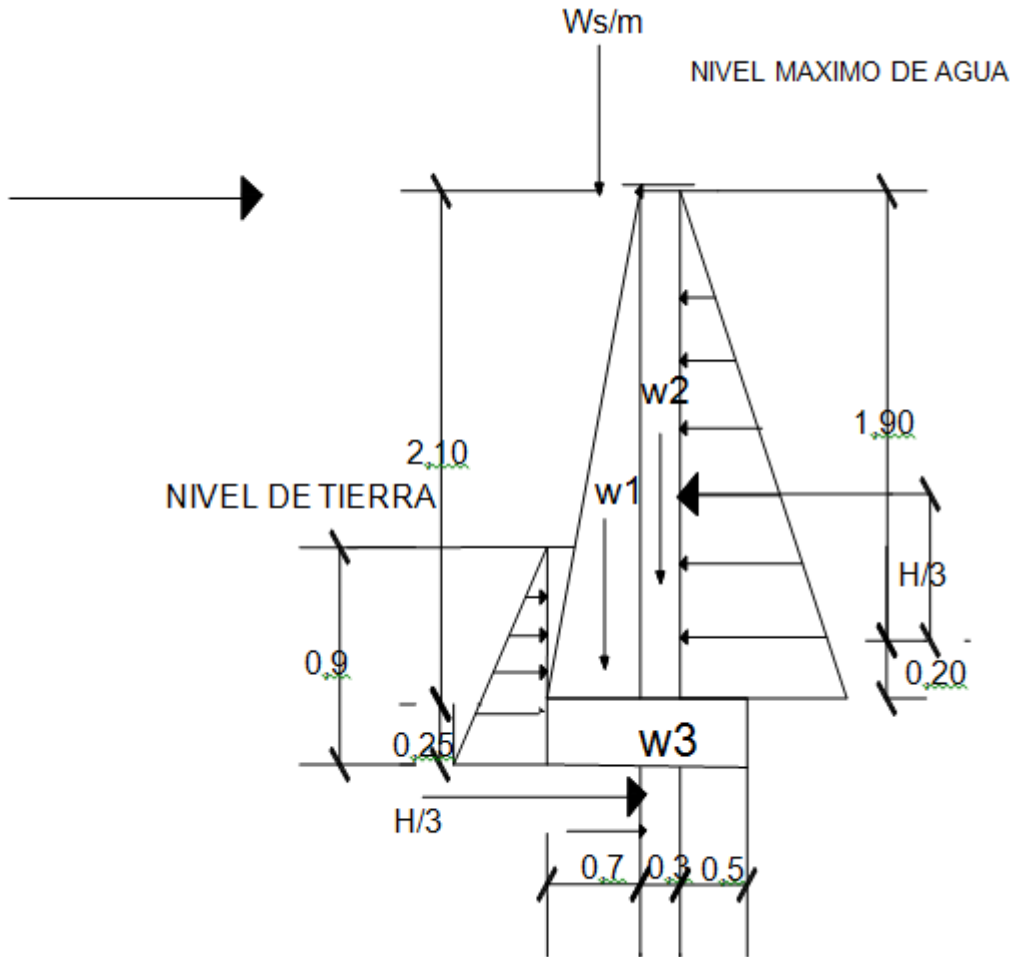
## Diseño de los muros del tanque

Para el diseño del tanque, por ser de tipo superficial, normalmente el caso crítico se da cuando el mismo está lleno de agua hasta el punto de rebalse, pero para mayor seguridad, se asumirá hasta lleno a la altura de la parte superior del muro.

### Datos del muro:

- Altura = 2,50 m
- Largo= 6,60 m
- Ancho= 4,60 m
- Angulo de fricción interna ( $\Phi$ ) = 30°
- Peso específico del agua ( $\delta_{h_2o}$ ) = 1000 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del concreto ( $\delta_c$ ) = 2 400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{c_c}$ ) = 2 500 kg/m<sup>3</sup>
- Valor soporte del suelo ( $V_s$ ) = 15 000 kg/m<sup>2</sup>
- Peso volumétrico del suelo = 1,4 ton/m<sup>3</sup>

Figura 1. Diagrama del cuerpo libre de las presiones



Fuente: elaboración propia.

Fórmula para calcular el coeficiente de empuje pasivo ( $K_p$ ).

Determinación de la carga uniforme sobre el muro ( $W_{\text{sobre-muro}}$ )

$W_{\text{sobre-muro}} = \text{Peso del área tributaria de la losa} + \text{peso de viga perimetral} + \text{peso de vigas de soporte}$

Peso del área tributaria de la losa sobre el muro  $W_{At}$

$$W_{At} = CU * At$$

At = Área tributaria de losa sobre el muro

CU = Integración de carga última

Deduciendo fórmula:

$$At = 3 * \frac{1}{2} * b * h = 2 * \frac{1}{2} * 3 * 1,5 = 4,5 m^2$$

Entonces:

$$W_{At} = 547 kg/m^2 * 4,5 m^2 = 2 461,50 kg$$

Peso de viga perimetral  $W_{viga-perimetral}$

$$W_{viga-perimetral} = \rho_{vigaper} * \delta_c * 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{viga-perimetral} = (2 400 kg/m^3 * 0,20 m * 0,30 m * 6,60 m) * 1,4 = 1 330,56 kg$$

Peso de viga de soporte  $W_{viga-soporte}$

$$W_{viga-soporte} = CU * At_{losasobre-viga} + \rho_{vigaper} * \delta_c * 1,4$$

Sustituyendo valores:

$$W_{viga-soporte} = 547 * 7,5 + (2 400 * 0,20 * 0,30 * 4,4) * 1,4 = 4 989,5 kg$$

$$W_{sobre-muro} = 2 461,5 + 1 330,5 + 4 989,5 = 8 781,5 kg$$

El peso total para un metro unitario de muro es:

$$W_{m.\text{unitario} \cdot \text{muro}} = \frac{W_{\text{sobre-muro}}}{\text{ml de muro}} = \frac{8\,781,5}{6,60} = 1\,330,53 \frac{\text{kg}}{\text{ml}}$$

Considerando W como carga puntual ( $P_c$ )

$$P_c = 1\,310 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1\text{ m} = 1\,310\text{ kg}$$

Fórmula para calcular el coeficiente de empuje pasivo  $K_p$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\varphi}{1 - \text{sen}\varphi} = \frac{1 + \text{sen}30^\circ}{1 - \text{sen}30^\circ} = 3$$

Cálculo de presiones horizontales a una profundidad del muro.

Presión horizontal del agua sobre el muro ( $P_a$ )

$$P_a = \delta_{h_2o} * H$$

$$P_a = (1\,000 \text{ kg/m}^3)(1,90 \text{ m}) = 1\,900 \text{ Kg/m}^2$$

Presión horizontal del suelo sobre el muro ( $P_s$ )

$$P_s = \text{PesoVsuelo} * h * K_p$$

$$P_s = (1\,400 \text{ kg/m}^3) * (0,90 \text{ m}) * 3 = 3\,780 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de fuerzas totales sobre el muro.

Fuerza total del agua sobre  $\overleftarrow{F_a}$

$$F_a = 0,5 * P_a * H$$

$$F_a = 0,5 * 1,90 \text{ T/m}^2 * 1,90 \text{ m} = 1,80 \text{ T/m}$$

Fuerza total del suelo sobre el muro  $F_s$

$$F_s = 0,5 * P_s * h$$

$$F_s = 0,5 * 3,78 \text{ T/m}^3 * 0,90 \text{ m} = 1,70 \text{ T/m}$$

Los momentos al pie del muro serán:

$$\text{Magua} = F_a * h/3 = (1,80 \text{ T/m}) * (1,90 \text{ m}/3) = 1,14 \text{ T - m/m}$$

$$\text{Msuelo} = F_s * h/3 = (1,70 \text{ T/m}) * (0,90 \text{ m}/3) = 0,51 \text{ T - m/m}$$

Tabla XI. **Distribución de momentos respecto el punto A**

Fig	W(T/M)* $\delta$	Brazo(m)	Momento(T-m)
W1	$(0,5*0,7*2,20)*2,5=1,92$	$2/3*0,70=0,47$	0,90
W2	$(0,30*2,10)*2,5=1,57$	$0,70+30/2=0,85$	1,33
W3	$(0,30*1,50)*2,5=1,12$	$150/2=0,75$	0,84
Ws/m	1,31	$0,70+30/2=0,85$	1,11

$$W = 5,92$$

$$M_r = 4,18$$

Fuente: elaboración propia.

Verificando estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{\sum M_r}{\sum M_{act}} = \frac{M_r + M_{suelo}}{M_{agua}}$$

Sustituyendo:

$$F_{sv} = \frac{(4,18 - \text{m/m} + 0,51 \text{ T - m/m})}{1,14 \text{ T - m/m}} = 4,11 > 1,50$$



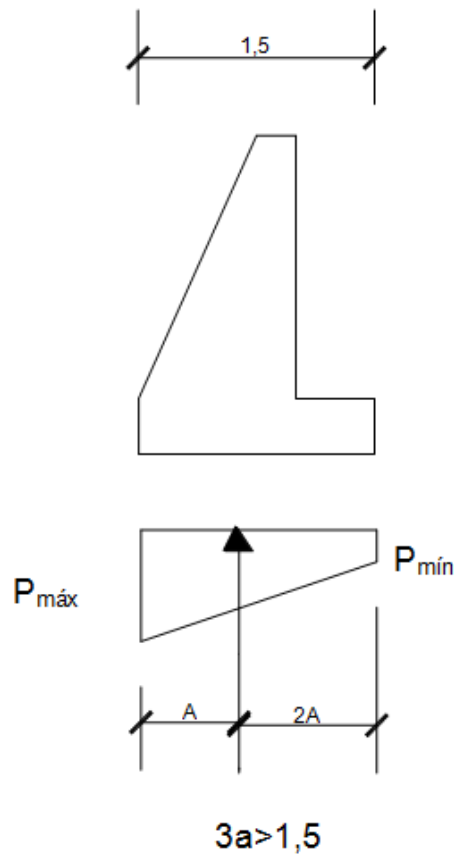
Verificando estabilidad contra deslizamiento

$$F_{sv} = \frac{\sum FR}{\sum Fact} = \frac{F_s + 0,9 \tan \phi * w}{F_a}$$

Sustituyendo:

$$F_{sv} = \frac{1,70T/m + 0,9 \tan 30^\circ * 5,92T/m}{1,80T/m} = 2,65 > 1,50$$

Figura 2. Verificación de presión máxima bajo la base del muro



Fuente: elaboración propia.

La distancia a a partir del punto donde actúan las cargas verticales dado por:

$$a = \frac{\sum M_{\epsilon}}{W} = \frac{M_r + M_{\text{suelo}} - M_{\text{agua}}}{W}$$

$$a = \frac{4,18 \text{ T} - \text{m/m} + 0,51 \text{ T} - \text{m/m} - 1,14 \text{ T} - \text{m/m}}{5,92 \text{ T/m}} = 0,60 \text{ m}$$

$$3a = 3 * 0,60 \text{ m} = 1,80 \text{ m} > 1,50; \text{No existen presiones negativas.}$$

La excentricidad viene dada por:

$$e = \frac{L}{2} - a$$

Sustituyendo:

$$e = \frac{1,50 \text{ m}}{2} - 0,60 = 0,15 \text{ m}$$

Las presiones en el terreno serán:

$$p = \frac{W}{L * b} \left( 1 \pm \frac{6 * e}{L} \right)$$

Sustituyendo:

$$p_{\text{máx}} = \frac{5,92 \text{ T/m}}{1,50 * 1 \text{ m}} \left( 1 \pm \frac{6 * 0,15 \text{ m}}{1,50 \text{ m}} \right) = 6,32 \text{ t/m}^2$$

$$p_{\text{mín}} = \frac{5,92 \text{ T/m}}{1,50 * 1 \text{ m}} \left( 1 \pm \frac{6 * 0,15 \text{ m}}{1,50 \text{ m}} \right) = 1,58 \text{ t/m}^2$$

$p_{\text{máx}} = 6,32 \text{ T/m}^2 < V_s$ ; no excede el valor soporte del suelo

$p_{\text{mín}} = 1,58 \text{ T/m}^2 > 0$ ; no existen presiones negativas

Revisión de corte en el talón

El corte que resiste el concreto viene dado por la siguiente fórmula:

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f'c} * b * d$$

Donde:

$b = 50$  centímetros

$\phi = 0,85$  factor que equivale a corte

$D = t\text{-recubrimiento} = 30 - 7,5 = 22,5$

$f'c = 210 \text{ kg/m}^2$ , resistencia ultima del concreto

Sustituyendo:

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 50 * 22,5 = 7\,344,41 \text{ kg/m}$$

El peso total  $W_t$  que soporta el talón está constituido por el peso de la losa inferior, su propio peso y el peso del agua.

$$W_t = 2\,400 \text{ Kg/m}^3 * 0,50 \text{ m} (0,30 \text{ m} + 0,30) + 1\,000 \text{ Kg/m}^3 * 0,50 \text{ m} * 1,90 \text{ m}$$

$$W_t = 1\,670 \text{ Kg/m}$$

Corte actuante:

$$V_a = 1,7 * CV_{wt40\%} + CM_{WT60\%}$$

$$V_a = 1,7 * 668 \text{ kg/m} + 1,4 * 1002 \text{ kg/m} = 2538,40 \text{ kg/m}$$

El corte del concreto ( $V_{cu}$ ) es mayor al corte actuante ( $V_a$ ) en el rostro del talón, por lo tanto, el talón resiste el corte sin necesidad de refuerzo.

Diseño de la losa inferior del tanque

Volumen del tanque hasta el nivel crítico del agua (tanque lleno)

$$V = 1,90 * 4 * 6 = 45,6 \text{ m}^3$$

Peso del agua sobre la losa ( $P_{agua}$ )

$$P_{agua} = V * \delta_{agua}$$

$$P_{agua} = 45,6 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/m}^3 = 45600 \text{ kg} = 45,6 \text{ T}$$

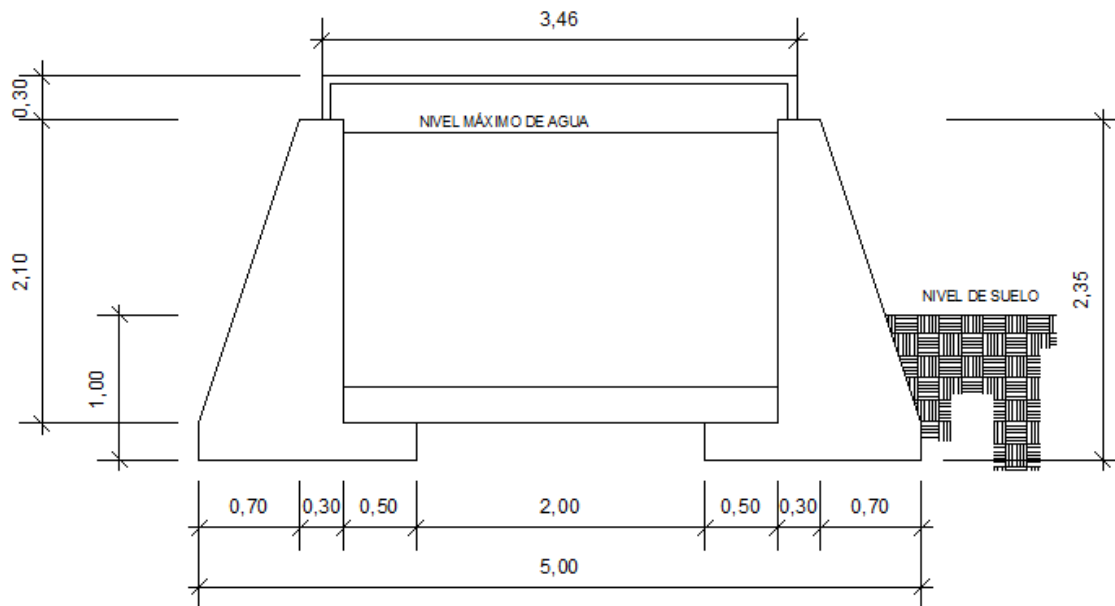
Presión del agua por metro cuadrado ( $W_a$ )

$$W_a = P_{agua} / \text{área}$$

$$W_a = \frac{45,6 \text{ T}}{6 * 4} = 1,9 \text{ T/m}^2$$

Como la capacidad soporte del suelo es  $V_s =$  y es mayor que la presión producida por el peso del agua, no se requiere refuerzo.

Figura 3. Sección del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia.

## 2.12. Sistema de desinfección

Se utiliza un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción a la entrada del tanque de distribución. La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de 2,12 l/s haciendo un total de 183 168 litros diario.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 por ciento y 10 por ciento de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal de conducción se hace mediante la fórmula para hipocloritos y esta es:

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

Donde:

G =gramos de tricloro

C =miligramos por litro deseados 0,07 por ciento

M =litros de agua a tratarse por día 183 168

D =número de días 30

% CL =concentración de cloro 90 por ciento

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 por ciento y 0,15 por ciento este depende del caudal de bombeo a tratar, para este proyecto (se utilizará un valor del 0,07 por ciento por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,0007 * 183168 * 30}{0,9} = 4\ 273,92\ g$$

Lo anterior significa que necesitamos  $4\ 273,92/200 = 21$  tabletas mensuales. Éstas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

### 2.13. Diseño de la red de distribución

Para diseñar la red de distribución se utilizó el método de redes abiertas debido a que las viviendas se encuentran dispersas; se tomará en cuenta el análisis de redes abiertas por lo que en esta sección solo se especificará el resumen de la primera iteración, ya que el procedimiento es el mismo; el resumen completo del cálculo hidráulico.

Tomando en cuenta para el diseño las siguientes consideraciones:

- El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario ( $Q_{mh}$ ), con su respectivo factor hora máximo con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el periodo de diseño.
- Para el chequeo de redes, debe tomarse en cuenta lo siguiente.
  - El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo
  - La presión dinámica estará entre 10 y 40 metros columna de agua, excepto en puntos
  - Donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 6 metros columna de agua.
  - Caudal unitario de vivienda =  $Q_{mh} / \text{No viviendas}$ .
  - Presión mínima en los nudos 10 metros columna de agua.
  - Caudal instantáneo =  $k * \sqrt{n-1}$ ; donde  $k = 0,15$  si  $n \leq 55$

- $K=0,20$  si  $n \geq 55$  y  $n =$  número de viviendas en cada tramo.

Considerando el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal de consumo y el caudal instantáneo, utilizando el mayor y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

## **2.14. Obras hidráulicas**

Son todas aquellas que permiten cumplir la función de la infraestructura en estudio, tales como los mismos accesorios, pasos elevados y las llamadas obras de arte.

### **2.14.1. Válvulas de limpieza**

Son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías; se deben colocar única y exclusivamente en línea de conducción ya que en la red de distribución los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una te a la cual se conecta lateralmente un *niple* (tubería menor de 6 metros) además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos acumulados. La ubicación de las válvulas de limpieza se detalla en los planos constructivos.



### **2.14.2. Válvulas de aire**

Las líneas por gravedad tienden a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno debe utilizarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado.

### **2.14.3. Pasos aéreos**

Esta estructura se utiliza para salvar grandes depresiones de terreno o donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuestas a la intemperie. Éstos están constituidos por dos torres de concreto debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero, el caudal va sujetado en dos pesos muertos que están enterrados uno de cada lado; esto con la finalidad que de este cable cuelgue la tubería, por medio de péndolas, debiendo usarse tubo de HG entre las torres.

Datos

Diámetro comercial de tubería= 2"

Diámetro interior de la tubería= 1,846"

Diámetro exterior de tubo = 2,375"

Espesor de tubería = 0,154"

Longitud= 60 metros= 196,8

Cargas verticales:

Cargas Muertas (CM):

$$CM = W_{\text{tubería}} + W_{\text{agua}}$$

$$W_{\text{tubería}} = 3,65\text{lb/pie} + \text{accesorios} = 3,68\text{lb/pie}$$

Peso del agua

$$\text{Vol} = \pi \frac{(1,846)^2}{4} * 12\text{pulg} = 32,12\text{pulg}^3$$

$$W_{\text{agua}} = \text{Vol} * \delta_{\text{h}_2\text{O}} = 32,12\text{pulg}^3 * 0,036\text{ lb/pulg}^3 = 1,16\text{ lb/pulg}$$

$$CM = 3,68 + 1,16 = 4,84\text{lb/pie}$$

Carga Viva (CV)

Aunque se recomienda proteger la tubería con alambre espigado, se asumirá que ésta podría ser utilizada por alguna persona para pasar de un extremo a otro; por lo que se distribuirá el peso promedio de una persona a lo largo de cada tubo.

$$CV = \frac{150\text{lb}}{20\text{pies}} = 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

La carga horizontal crítica en este tipo de estructura, es la provocada por el viento. Para ello se asumirá una velocidad del viento crítico de 70 kilómetros por hora misma que desarrolla una presión de 20 libras por pie

$$W_v = \text{Diámetro de tubería} * \text{Presión de viento}$$

$$W_v = \frac{2,37''}{12\text{pie}} * 20 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2} = 3,95 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Integración de cargas

Según el reglamento de la ACI 318-83, cuando existen cargas de viento, la carga última está dada por:

$$U' = 0,75(1,4CM' + 1,7CV + 9,7Wv)$$

$$U' = 0,75(1,4 * 4,84 + 1,7 * 7,5 + 9,7 * 3,95) = 43,4\text{lb/pie}$$

U' No debe de ser menor de 1.4 CM' + 1.7 CV

$$1,4 * 4,84 + 1,7 * 7,5 = 19,52$$

$$U' = 43,4 > 19,52$$

Tensión en el cable de acuerdo al Wire Rope Hand Book 1963, sección 3:

$$TH = (U' * L^2) / (8 * d) \quad TH = \text{Tensión horizontal}$$

$$T = TH * (1 + (16 * d^2) / L^2)^{1/2} \quad T = \text{Tensión máxima}$$

$$TV = (T^2 - TH^2)^{1/2} \quad TV = \text{Tensión vertical}$$

Donde:

U' =Carga última

L= luz

d= Flecha

Para determinar la flecha (d) en pasos aéreos y puentes colgantes el Dr.D. B Steinman, recomienda una relación económica entre flecha y luz de L/9 a L/12, sin embargo en pasos aéreos regularmente da como resultado columnas (Torres de soportes) muy esbeltas; por lo que se determinará la flecha cumpliendo con las condiciones de esbeltez, considerando además, que la separación entre cable y el tubo es de 40 centímetros m más.

Partiendo de  $d = L/12 = 60 / 12 = 5$

Proponiendo usar un cable de 5/8" de diámetro, cuya resistencia a ruptura (Pu) = 35,640 lb, y su peso es de 0.80 lb/pie; al integrar el peso del cable a la carga muerta entonces:

$$CM = CM' + W_{\text{cable}} = 4,84 + 0,80 = 5,64 \text{ lb/pie}$$

Mientras la carga última será

$$U' = 1,4 * 5,64 + 1,7 * 7,5 = 20,64 \text{ lb/pie}$$

$$TH = (20,64 * 196,85^2) / (8 * 5) = 19 994,96 \text{ lb}$$

$$T = 19 994 * (1 + (16 * 5^2) / 196,85^2)^{1/2} = 20 096,9 \text{ lb}$$

$$TV = (20 096,9^2 - 19 994,9^2)^{\frac{1}{2}} = 2 022,2 \text{ lb}$$

Para resistir a la tensión máxima 20 096,9 lb, es suficiente utilizar el cable propuesto, debido a que la tensión máxima es menor a la carga de ruptura del cable de 5/8 de pulgada propuesto.

## Péndolas

La carga de tensión (Q), soportada por cada péndola está dada por  $Q = U \cdot S$ , donde U = carga última y S es la separación entre péndolas, entonces:

$$Q = (20,64 \cdot 196,8)/10 = 406,1 \text{ lb}$$

Para las péndolas se empleará cable de 1/4" de diámetro que resiste 12 600 lb de carga a la ruptura.

De acuerdo al Wire Rope Hand Book 1963, sección 3, la longitud de las péndolas, se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y = (U \cdot X \cdot (L - X))/(2 \cdot TH)$$

Donde:

U' = Carga última en kg/m

X = Separación de la péndola, respecto de la torre de soporte más cercana en metros

L = Luz del paso aéreo en metros

TH = tensión horizontal en kg

$$Y = (20,64 \cdot 6 \cdot (60 - 6))/(2 \cdot 19994) = 1,68$$

$$\text{Longitud de péndola} = 6 - 1,68 = 4,32 \text{ m}$$

A esta longitud le deberá agregar un 15 por ciento por ataduras y dobleces, entonces la longitud final será de 4,96 metros pero por dimensionamiento se utilizará 5 metros.

## Torre de soporte

Por el valor de su esbeltez ( $E$ ), las columnas se clasifican en cortas ( $E < 21$ ), intermedias ( $21 \leq E \leq 100$ ) y largas ( $E > 100$ ). El objetivo de clasificar las columnas es para ubicarlas en un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del análisis estructural; si son intermedias se deben magnificar los momentos actuantes, y si son largas no se construyen.

El cálculo de la esbeltez en columnas con un extremo empotrado y el otro libre, utiliza la ecuación  $E = \frac{f_c \cdot I}{l_u^2}$ , según lo establecido en el reglamento del ACI 398-83.

$$I = \text{Momento de inercia} = b \cdot h^3 / 12 \quad f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = \text{radio de giro} = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$l_u = \text{longitud libre de columna} = 2,20$$

$$\text{Longitud total de la columna} = 1,20 + 2,20 = 3,40$$

Verificación por esbeltez

$$r = \left( \frac{0,40^4 / 12}{0,4^2} \right)^{1/2} = 0,12$$

$$E = \frac{2 \cdot l_u}{r} = \frac{2 \cdot 2,2}{0,12} = 36,37 > 21 \Rightarrow \text{Columna intermedia}$$

Por el valor obtenido de  $E$ , la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

Pero en éste caso la columna no soporta ningún momento actuante, y la columna trabajará únicamente con carga axial, omitiéndose este análisis.

Para encontrar la carga crítica en una columna con un extremo empotrado y el otro libre, se utiliza la siguiente expresión dada por Euler. Para este caso se utiliza un factor de longitud efectiva ( $k$ ) =2.

$$P_{Cr} = \left( \frac{\pi^2 EI}{(ku)^2} \right) \quad I = \frac{bh^3}{12} \quad E = 15\,000 f'_c{}^{1/2}$$

$$P_{Cr} = (\pi^2 * 15\,000 * 210^{1/2} * 0,4^4 / 12) / (2 * 2,2)^2 = 236,40 \text{ toneladas}$$

Refuerzo en columna

Considerado que la columna únicamente trabajará a compresión, bajo una carga axial muy pequeña  $T_V = 2\,022,2$  libras, comparada con lo que la columna puede soportar; se usará el criterio de la sección 10.8.4 del reglamento de la ACI 318-83, que indica que cuando el elemento sujeto a compresión, tiene una sección transversal mayor que la requerida para las condiciones de carga, se puede emplear con el fin de determinar el refuerzo mínimo, el área efectiva deducida  $A_g$  no menor que el 1 por ciento de  $\frac{1}{2}$  del área total; por lo tanto:

$$A_{s_{\min}} = \frac{0,01 * 40^2}{2} = 8 \text{ cm}^2$$

Repartiendo el área de acero en 6 varillas, entonces:

$$4\text{No.5} = 7,92$$

$$2\text{No.3} = 1,42$$

Teniendo 9,34 centímetros cuadrados de área de acero (As). La carga última que puede resistir el As = 9,34 centímetros cuadrados es:

$$P_U = \phi(0,85f_c(A_g - A_s) + A_s F_y)$$

$$P_U = 0,70(0,85 * 210(40^2 - 9,34) + 9,34 * 2810) = 217,12 \text{ Toneladas}$$

$$P_{cr} = 236,40 > 217,12$$

El refuerzo transversal en la columna será de No. 3@ 20 cm

Zapata

Debido a que la carga que soporta la zapata es pequeña, se asumirá el peralte mínimo recomendado por la ACI.

Peralte mínimo encima del refuerzo interior (d) = 15 cm.

Recubrimiento mínimo del refuerzo (r) = 7,5 cm.

Espesor de zapata (t) = d + r = 15 + 7,5 = 22,5 t = 0,25 m

Peso específico del concreto ( $\delta_c$ ) = 2,4 ton / m<sup>3</sup>

Peso específico del concreto ciclópeo ( $\delta_{cc}$ ) = 2,5 ton / m<sup>3</sup>

Peso específico del suelo ( $\delta_s$ ) = 1,4 ton / m<sup>3</sup>

Valor soporte del suelo (Vs) = 15 Ton / m<sup>2</sup>

Calculado factor de carga última

$$F_{cu} = U / (CM + CV) = 20,64 / (5,64 + 7,5) = 1,57$$



Integración de carga que soporta la zapata:

Tensión vertical	= 1,01 ton
Peso de columna	= 1,306 ton
Peso del suelo	= 0,806 ton
Peso del concreto ciclópeo	= 0,240 ton
Peso propio zapata	= <u>0,384 ton</u>
	$\Sigma = 3,75 \text{ ton}$

Carga que soporta zapata / Área zapata  $V_s$

$$P_z/A_z \leq V_s \Rightarrow 3,75/0,8^2 = 5,85 \leq 15 \text{ ton/m}^2$$

Entonces la carga última que soporta la zapata es de  $(W_{uz}) = P_z * F_{cu}$

$$\Rightarrow W_{uz} = 3,75 * 1,57 = 5,89 \text{ ton/m}^2$$

Verificación de corte simple

Condiciones:

$$V_a < V_c$$

$V_a > V_c$  Aumentar el peralte (d)

Donde:

$V_a$  = Esfuerzo de corte actuante

$V_c$  = Esfuerzo de corte que resiste el concreto

Fórmulas:

$$d = t - r / 2$$

$$V_a = W_{uz} * L_z * (L_z - B + r)$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * f'_c^{1/2} * L_z * d$$

Donde:             $L_z$  = ancho de zapata     $B$  = Ancho de la sección de columna  
                       $R$  = recubrimiento     $W_{uz}$  = Carga última que soporta la zapata  
                       $T$  = espesor de zapata     $d$  = Peralte efectivo de zapata  
                       $\emptyset$  = diámetro de varilla propuesta

Sustituyendo datos:

$$d = 0,25 - 0,075 - 0,0127 / 2 = 0,169 \text{ m}$$

$$V_a = 5,89 * 0,8 * (0,8 - 0,40 - 0,0175) = 1,80 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * 210^{1/2} * 80 * 16,9 / 1000 = 8,83 \text{ ton}$$

$$1,35 \text{ Ton} < 8,83 \text{ ton}$$

Verificación del corte punzonante

$$V_a = 5,89(0,8^2 - (0,4 + 0,169)^2) = 1,86 \text{ ton}$$

$$V_a = W_{uz}(A_z - A_p)$$

$$V_c = 0,85 * \text{Per. punzo nante} * d * 1,07 * f'_c^{1/2}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 1,07 * 210^{1/2} * (4 * (40 + 16,9)) * 16,9}{1000} = 50,69 \text{ ton}$$

$$1,86 \text{ ton} < 50,69 \text{ ton}$$

Verificación de la flexión

$$Mu = Wuz * B^2 / 2 = 5,89 * 0,42^2 / 2 = 0,52 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$As = \left[ bd - \sqrt{\left( bd \right)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{fy}$$

Donde:  $b$  = base de la sección de columna  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$d$  = peralte de zapata  $fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$Mu$  = momento último  $As$  = Área de acero del  $Mu$

Sustituyendo datos:

$$As = \left[ 40 * 16,9 - \sqrt{\left( 40 * 16,9 \right)^2 - \frac{519,5 * 40}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 1,23 \text{ cm}^2$$

$$Pc = As/bd = 1,23 / (80 * 16,9) = 0,0009$$

$$P_{\min} = \frac{0,4 * 14,1}{Fy} = \frac{0,4 * 14,1}{2810} = 0,002$$

$P_{\min} > Pc$

$$As_{\min} = 0,002 * 100 * 16,9 = 3,38 \text{ cm}^2$$

Anclaje (de concreto ciclópeo)

$$TH = 19\,994,96 \text{ lb} \qquad lb = 9\,088,61 \text{ kg} \qquad = 9,08 \text{ ton}$$

$$T = 20\,096,9 \text{ lb} \qquad lb = 9\,134,95 \text{ kg} \qquad = 9,13 \text{ ton}$$

$$TV = 2\,022,2 \text{ lb} \qquad lb = 919,18 \text{ kg} \qquad = 0,92 \text{ ton}$$

$$Kp = 1/3 \quad Ka = 3$$

$$\text{Peso del anclaje (W)} = h^3 * \delta_{cc} = 2,5h^3$$

Empuje del suelo hacia al anclaje

$$E = K_a * \delta_a * \delta^3 / 2 = 3 * 1,4h^3 / 2 = 2,1h^3$$

Verificación contra volteo

$$\frac{\Sigma_{\text{momentos actuantes}}}{\Sigma_{\text{momentos resistentes}}} \geq 1,5 \Rightarrow \Sigma M_r = 1,5 \Sigma M_a$$

$\Sigma_{\text{momentos resistentes}}$

$$E(h/3) + W(h/2) = 1,5(TV * h/2 + T * h)$$

$$\frac{\Sigma_{\text{momentos actuantes}}}{\Sigma_{\text{momentos resistentes}}} \geq 1,5 \rightarrow \Sigma MR = 1,5 \Sigma MA$$

$\Sigma_{\text{momentos resistentes}}$

$$E(h/3) + W(h/2) = 1,5(TV * h/2 + TH * h)$$

$$2,1h^3(h/3) + 2,5h^3 = 1,5(0,92 * h/2 + 9,08 * h)$$

$$1,95h^4 = 14,31h$$

$$h = 1,94$$

Verificación contra deslizamiento

$$F = u(W + TV) = 0,5(2,5 * 1,94^3 - 0,92) = 17,33$$

$$E = 2,1 * 1,94^3 = 15,33$$

$$\frac{E + F}{TH} \geq 1,5 \Rightarrow \frac{15,33 + 17,33}{9,08} = 3,60 > 1,5$$

#### **2.14.4. Conexiones domiciliarias**

Estas se construirán inmediatas al cerco de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes.

#### **2.15. Mantenimiento del sistema**

El encargado del funcionamiento debe ser preferiblemente un fontanero asalariado, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema para garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posibles fugas; efectuar reparaciones necesarias; alimentación y limpieza del sistema de desinfección; mantener limpia las unidades y limpiar de maleza y velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias. Si no se cuenta con un fontanero, entonces, el COCODE es el encargado de realizar dichas actividades.

Es importante enfatizar que ningún sistema de agua funciona adecuadamente sin la supervisión del elemento humano; de lo contrario, el sistema tarde o temprano colapsará y dejará de prestar el servicio.

## Administración

El COCODE debidamente organizado es el encargado de velar el uso adecuado del sistema y de racionar equitativamente el suministro, en caso de emergencia. Así mismo debe dirigir el encargado del mantenimiento preventivo y correctivo del sistema e implementar los mecanismos de seguridad adecuados, que estén a su alcance para evitar actos de vandalismo contra el sistema y perjuicio de los usuarios.

Puesto que el COCODE tiene a su bien la administración del sistema, debe efectuar el cobro de la tarifa previamente en la fecha estipulada; dicha tarifa incluye ingresos para cubrir gastos administrativo, reparaciones, cambios y mejoras en el sistema.

Además tiene a su cargo llevar el registro de cuantos usuarios están conectados al sistema y otorgar nuevos derechos de conexión, sin llegar al límite de capacidad del sistema, para ello debe elaborarse un reglamento interno de la comunidad, esta actividad se recomienda que se supervisada por la comunidad.

Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar en completo acuerdo con los diferentes elementos que intervienen o que componen a la misma, por lo que el comité, la tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua debe determinarse o avalarse en una asamblea comunitaria

## Costo de operación y mantenimiento preventivo

Por ser un sistema de gravedad su operación no requiere ningún gasto por concepto de energía, se maneja únicamente un costo de 805 quetzales por mes para desinfección del agua (ver tabla). El costo para el mantenimiento preventivo como correctivo será administrado por el COCODE. El costo del mantenimiento preventivo se manejó de la siguiente forma 2 fontaneros 100 quetzales por día de trabajo. En la tabla se muestra cada una de las actividades a realizar, el ciclo de trabajo y costo por mantenimiento.

Tabla XII. **Costos de operación**

Trabajo a realizar	Ciclo de trabajo	Costo por
Inspeccionar el área de captación, limpiar alrededor del nacimiento, revisar completamente la línea de conducción, red de distribución y conexiones prediales.	Una vez cada mes	Q 200,00 X 12= Q 2 400,00
Revisar en las estructuras de caja de captación, caja rompe presión y tanque de distribución que no exista filtraciones, grietas o alguna rotura; realizar limpieza interna y en los alrededores.	Una vez cada tres meses	Q 200,00 X 4= Q 800,00
Desinfección del agua con tabletas de hipoclorito de calcio de 200 gramos, 3/4 de una tableta por día equivalente a 22,5 tabletas al mes.	Una vez cada mes	Q 35,00/unidad Q 35,00 X 23 =Q 805,00 Q 805,00/mes Q 9 660,00/
<b>COSTO TOTAL POR</b>		<b>Q 12 860,00</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo de mantenimiento correctivo, por ser de naturaleza variada y no programable, la única política razonable es la de disponer siempre de todas las facilidades necesarias, tanto de personal como de materiales y equipos de reparación y con esta poder intervenir y hacer una reparación inmediata.

Para disponer adecuadamente del personal, materiales y equipo de reparación se manejara con una cuota mensual de 400 quetzales, la misma será administrada por el COCODE y será la responsable de mantener en existencia todo lo necesario para poder actuar inmediatamente. La cuota será recaudada por medio de una tarifa mensual que se asignara a la población por concepto de servicio.

El costo anual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable es el siguiente:

Costo de operación	= Q 9 960,00
Costo de mantenimiento preventivo	= Q 3 200,00
Costo de mantenimiento correctivo	= Q 4 800,00
Costo total	= Q 17 960,00

## **2.16. Como realizar el mantenimiento preventivo**

A continuación se menciona todo lo relacionado con la operación y mantenimiento de la obra, esto es vital pues solo así se asegura el correcto funcionamiento de la misma.



### **2.16.1. En la captación**

En un período de tiempo no mayor a 30 días se inspeccionará el área de captación, limpiar los alrededores del nacimiento con el fin de:

- Que no exista en el área de la captación focos de contaminación derivados de aguas negras, basura, desperdicios y otros.
- Que no exista deforestación, evitando los incendios cercanos al nacimiento.
- En la caja de captación en un período de 3 meses inspeccionar que la estructura no existan filtraciones, grietas o alguna rotura, que provoque un descenso del nivel de agua.

### **2.16.2. En el tanque de distribución**

En un período no mayor a 3 meses realizar lo siguiente:

- Revisar en las estructuras que no exista filtraciones, grietas o alguna rotura que provoque un descenso del nivel de agua.
- Lavar el piso y las paredes del tanque con un cepillo de raíz o de plástico, aplicar suficiente agua a pisos y paredes después de pasar el cepillo.
- Revisar que las válvulas no tenga fuga.

### **2.16.3. En la línea de conducción y red de distribución**

- Cada mes deberá verificar completamente las líneas para constatar que:
- Las cajas de válvulas no presenten grietas
- Las válvulas no presenten fugas
- Los candados no estén corroídos
- Las cajas rompe presión no presenten fugas
- Las tapaderas no se encuentren rotas
- No exista agua reposada en las cajas de válvulas

### **2.16.4. En los accesorios**

En la válvula de compuerta cada tres meses se deben hacer las siguientes inspecciones:

- Revisar si hay roturas, fugas o que falten piezas
- Verificar su funcionamiento, cerrándola y abriéndola

### **2.17. Propuesta de tarifa**

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerita también correctivo; dichos recursos solo pueden obtenerse a través del pago mensual de una tarifa que cada una de las 112 viviendas deberá cancelar.

Considerando los gastos de operación y mantenimiento del sistema se propone una tarifa de 15 quetzales mensuales por familia, con esta tarifa se estaría recaudando anualmente 20 160 quetzales, suficientes para garantizar la operación y mantenimiento del sistema.

## **2.18. Elaboración del presupuesto**

Los planos constructivos del sistema de agua potable se presentan en el apéndice; están por: planta de conjunto, planta y perfil de línea de conducción y red de distribución, pasos aéreos, paso zanjón y detalle de anclaje de tubería a la intemperie, detalles generales, estructurales de tanque de distribución y conexión domiciliar.

Desglose del proyecto por renglones de trabajo: aquí se separan cada uno de los componentes por unidades de ejecución y se enumeran por renglones, se trata de ordenarlos según la secuencia de ejecución.

Cuantificación de los renglones de trabajo: ya desglosado el proyecto, se procede a asignarle a cada renglón una unidad de medida, luego se calculan todas las cantidades de trabajo de cada renglón.

Precio unitario: el precio por unidad de medida o unidad de pago se saca por medio de la integración del costo directo y el costo indirecto.

Costo directo: en este costo se incluyen los precios de los materiales, mano de obra, prestaciones y fletes en cada unidad de ejecución, precios que fueron tomados de los imperan en el lugar de ejecución del proyecto.

Costo indirecto: El costo indirecto se valorizo como porcentaje del costo directo, porcentaje que se basa en la experiencia en obras similares, y cuyo valor es de 30 por ciento para nuestro proyecto.

Tabla XIII. **Presupuesto del sistema de agua potable de la aldea El Guapinol**

No	REGLON	CANTIDAD	P.U	COSTO
1	LINEA DE CONDUCCION DE 2" DE 250 PSI	3302	Q 125.41	Q 414,103.82
2	LINEA DE CONDUCCION DE 2" DE 160 PSI	2604	Q 106.11	Q 276,310.44
3	LINEA DE DISTRIBUCION DE 2" DE 160 PSI	1920	Q 105.98	Q 203,481.60
4	LINEA DE DISTRIBUCION DE 1 1/2" DE 160 PSI	1647	Q 91.61	Q 150,881.67
5	LINEA DE DISTRIBUCION DE 1" DE 160 PSI	647	Q 80.87	Q 52,322.89
6	CAJAS DE VALVULA DE AIRE	3	Q 3,713.76	Q 11,141.28
7	CAJAS DE VALVULA DE LIMPIEZA	3	Q 3,319.86	Q 9,959.58
8	CAJAS DE ROMPE PRESION	2	Q 5,706.58	Q 11,413.16
9	ACOMETIDAS	112	Q 1,083.71	Q 121,375.52
10	TANQUE DE DISTRIBUCION	1	Q 196,037.77	Q 196,037.77
11	HIPOCLORADOR	1	Q 15,935.71	Q 15,935.71
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 1,462,963.44</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.19. Cronograma de ejecución

A continuación se presenta el cronograma de ejecución con el detalle paralelo de la inversión a realizar en el proyecto. Este deberá ser seguido a cabalidad para terminar el proyecto sin contratiempos.

Tabla XIV. **Cronograma**

No	REGLON	CANTIDAD	U	Quincenas				Quincenas				Quincenas					
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3			
1	LINEA DE CONDUCCION DE 2" DE 250 PSI	3302	ML														
2	LINEA DE CONDUCCION DE 2" DE 160 PSI	2604	ML														
3	LINEA DE DISTRIBUCION DE 2" DE 160 PSI	1920	ML														
4	LINEA DE DISTRIBUCION DE 1 1/2" DE 160 PSI	1647	ML														
5	LINEA DE DISTRIBUCION DE 1" DE 160 PSI	647	ML														
6	CAJAS DE VALVULA DE AIRE	3	U														
7	CAJAS DE LIMPIEZA	3	U														
8	CAJAS DE ROMPE PRESION	2	U														
9	ACOMETIDAS	112	U														
10	TANQUE DE DISTRIBUCION	1	U														
11	HIPOCLORADOR	1	U														
COSTO TOTAL DEL PROYECTO 1,462,963.44																	

Fuente: elaboración propia.

## 2.20. Evaluación socioeconómica

En general los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual da al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; deben entonces considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para su realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generan. Para ello se utilizaran los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno, que se describen a continuación.

### 2.20.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto (VPN), es el procedimiento que nos permite calcular el valor presente (de donde surge su nombre) de una determinada suma de los flujos netos de caja actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del valor presente neto, constituye una herramienta fundamental para la evaluación de proyectos como para la administración financiera para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia, cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que tiene en cuenta el valor tiempo de dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son a la fecha del inicio del proyecto.

Para el proyecto del sistema de agua potable de la aldea El Guapinol, requiere la inversión inicial del costo total del proyecto siendo Q 1 462 963.44, teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente: 112 viviendas \* Q 15 = 1 680 \* 12 = 20 160,00 y con un valor de rescate de nulo, con una tasa de interés de 5 por ciento anual para 20 s.

$$\text{VPN} = -1\,462\,963,44 + 20\,160(P/A, 5\%, 20)$$

$$VPN = -1\,462\,963,44 + 20\,160 \left( \frac{(+0,05)^{20} - 1}{0,05 * (+0,05)^{20}} \right)$$

$$VPN = -1\,462\,963,44 + (20\,160 * 12,4622) = -1\,211\,725,48$$

En conclusión se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto del sistema de agua potable para la aldea El Guapinol al realizar el estudio del valor presente neto, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para la aldea.

### **2.20.2. Tasa Interna de Retorno**

Para la tasa interna de retorno, se debe considerar el concepto de que está tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los méritos de un proyecto. Dicho número no depende de la tasa de interés que rige el mercado de capitales. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número de interno o inherente al proyecto y no depende de nada excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa. Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el Valor Presente Neto, es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se termina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{Inversión inicial} - \text{VPN} = \text{Q } 1\,462\,963,44 - \text{Q } 1\,211\,725,48 = \text{Q } 251\,237,96$$

$$\text{Beneficio} = \# \text{ de habitantes beneficiados a futuro (1\,021)}$$

$$\text{Costo/Beneficio} = \text{Q } 251\,237,96 / 1\,021 = \text{Q } 246,07/\text{hab}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean. Según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad de Granados, se tiene un rango aproximado de hasta Q 200,00 por habitante.

De lo anterior, se concluye que el proyecto podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

## **2.21. Evaluación de Impacto Ambiental**

En sentido estricto, la ecología ha definido el ambiente como un conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe.



Se dice que el impacto ambiental es la alteración favorable o desfavorable que experimenta un elemento del ambiente como resultado de efectos positivos o negativos derivados de la actividad humana o de la naturaleza en sí. El impacto ambiental puede ser positivo o negativo; alto, medio o bajo, temporal o permanente; irreversible; reversible; mitigable; directo o indirecto.

Aspecto ambiental del proyecto:

Dentro de los aspectos negativos mínimos se puede mencionar cambios en la estructura de suelo, alteración del paisaje, remoción de la capa vegetal alteración de accesibilidad dentro de la aldea, incremento de los niveles de ruido, alteración de las costumbres de las comunidades, generación de residuos sólidos y polvo.

Durante la ejecución del sistema de agua potable serán generados residuos o contaminantes. Durante esta etapa será generado suelo suelto y el polvo que será remojado para minimizar dicho impacto. Tanto en la etapa de construcción como en la operación, no se generará ningún tipo de emisión de gases, ni humo a la atmósfera.

Recursos naturales que serán aprovechados en las diferentes etapas serán: piedra bola, arena para la construcción de cajas de válvula de aire y limpieza, tanque de captación, además el suelo removido durante el zanjeo se utilizará para cubrir la tubería. Los materiales que se utilizarán son cemento, arena, pedrín, madera, tubería pvc, acero, piedra bola y agua.

Dentro de los aspectos positivos está mejorar condiciones de vida y salud, y el más importante, satisfacer una demanda de primera necesidad

## Conclusión respecto del impacto ambiental

Los proyectos de infraestructura para el sector agua potable no presentarán impactos ambientales adversos de gran magnitud, que pudieran poner en riesgo a la salud de las personas o el medioambiente. Por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad.

Se tendrá especial cuidado en no cambiar el entorno en el cual se desarrollará el proyecto en cuestión, se planifica sea transportado por una ruta en la cual la vegetación es escasa, de esta manera se evitará que las personas tengan que transitar por ésta. Se reducirá de esta manera el contacto con el entorno que rodea la fuente de abastecimiento.

En cuanto a los sistemas de conducción y distribución de agua potable, consistirán básicamente en la instalación de ductos, de muy poca envergadura y afectación. Las zanjas donde se colocan las tuberías de distribución de agua, en general tienen 0,60 metros de ancho, por lo cual no afectan el desplazamiento de la población o de la fauna del lugar.



## CONCLUSIONES

1. El sistema de agua potable de la aldea El Guapinol beneficiará 112 familias con el vital líquido en cantidad suficiente y de mayor pureza, elevando la calidad de vida de los habitantes durante 20 años.
2. El sistema de agua potable tiene un costo de Q 1 462 963,44, y es un proyecto no rentable debido que durante su vida útil no se recupera el costo inversión, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para los habitantes de la aldea.
3. El sistema de agua potable, no presenta impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, si no por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad de los habitantes de la aldea.
4. La ejecución del proyecto del sistema de agua potable solucionara uno de los problemas donde más conflicto existe con la aldea vecina por el vital líquido, a través del Ejercicio Profesional Supervisado, se pudo conocer los problemas que afrontan las aldeas del municipio.



## RECOMENDACIONES

Para la Municipalidad de Granados, Baja Verapaz y para el COCODE de la aldea el Guapinol se recomienda lo siguiente:

1. La Dirección de Planeación de Desarrollo deberá exigir a la entidad ejecutora cumplir con las especificaciones contenidas en los planos para poder garantizar la calidad de vida del sistema de agua potable.
2. En virtud de que cada vez más se debilitan los mantos acuíferos, es urgente crear mecanismos que permitan reinfiltrar de forma artificial los mantos, evitar en el mayor grado posible la tal inconsciente e inmoderada de árboles y tomar medidas y acciones de forestación, para evitar erosiones y degeneración del suelo.
3. Asegurar la implementación de operación y mantenimiento preventivo y correctivo incorporado el sistema de agua potable, ya que estas inciden en la duración y buen funcionamiento para el período que fueron diseñados.
4. Debe asegurarse la calidad de agua para que se encuentre exenta de patógenos y sustancias tóxicas para consumo humano, mediante la realización de un adecuado proceso de desinfección y es necesario conservar la fuente de agua dándole la protección requerida para evitar su contaminación, se debe proporcionar un adecuado manejo al tanque de almacenamiento y a las obras de arte del sistema de agua potable.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR POLANCO, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 120 p.
2. SANDOVAL RAMÍREZ, Jorge Jacobo. *Diseño de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario, para la aldea Pacacay, municipio de Acatenango, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 150 p.
3. ZAMORA VALLADARES, Julio Cesar. *Introducción de agua potable por gravedad letrización y estufas mejoradas, de la aldea Chimaxyat, departamento de Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 130 p.





## **APÉNDICE**



**Apéndice 1. INTEGRACIÓN DE RENGLONES DE TRABAJO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL, GRANADOS BAJA VERAPAZ**

<b>1</b>	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN DE 2" 250 PSI</b>	<b>3 302</b>	<b>ml</b>	<b>Q414 115,52</b>	<b>Q 125,41</b>
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubos de 2" de 250 psi	550	tubos	Q 279,84	Q 153 912,00
2	Pegamento	3	galon	Q 610,00	Q 1 830,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q 155 742,00</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Replanteo topográfico	3 302	ml	Q 2,50	Q 8 255,00
2	limpia chapeo y destronque	3 302	ml	Q 0,50	Q 1 651,00
3	Zanjeo	3 302	ml	Q 10,00	Q 33 020,00
4	Instalación de tubería	3 302	ml	Q 12,00	Q 39 624,00
5	Relleno y compactación de zanja	3 302	ml	Q 5,00	Q 16 510,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 99 060,00</b>
				<b>PRESTACIONES</b>	<b>Q 63 398,40</b>
				<b>FLETE</b>	<b>Q 350,00</b>
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	<b>Q 155 742,00</b>
				<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Q 162 808,40</b>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 318 550,40</b>
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>Q 95 565,12</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q414 115,52</b>

<b>2</b>	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN DE 2" 160 PSI</b>	<b>2 604</b>	<b>ml</b>	<b>Q276 309,90</b>	<b>Q 106,11</b>
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubos de 2" de 160 psi	434	tubos	Q 186,00	Q 80 724,00
2	Pegamento	2	galon	Q 610,00	Q 1 220,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q 81 944,00</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Replanteo topográfico	2 604	ml	Q 3,00	Q 7 812,00
2	limpia chapeo y destronque	2 604	ml	Q 0,50	Q 1 302,00
3	Zanjeo	2 604	ml	Q 10,00	Q 26 040,00
4	Instalación de tubería	2 604	ml	Q 12,00	Q 31 248,00
5	Relleno y compactación de zanja	2 604	ml	Q 5,00	Q 13 020,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 79 422,00</b>
				<b>PRESTACIONES</b>	<b>Q 50 830,08</b>
				<b>FLETE</b>	<b>Q 350,00</b>
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	<b>Q 81 944,00</b>
				<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Q 130 602,08</b>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 212 546,08</b>
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>Q 63 763,82</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 276 309,90</b>

Continuación del apéndice 1.

<b>3</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE 2" 160 PSI</b>	1 920	ml	Q203 473,92	Q 105,98
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubos de 2" de 160 psi	320	tubos	Q 186,00	Q 59 520,00
2	Pegamento	1	galon	Q 610,00	Q 610,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 60 130,00
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Replanteo topográfico	1 920	ml	Q 3,00	Q 5 760,00
2	limpia chapeo y destronque	1 920	ml	Q 0,50	Q 960,00
3	Zanjeo	1 920	ml	Q 10,00	Q 19 200,00
4	Instalación de tubería	1 920	ml	Q 12,00	Q 23 040,00
5	Relleno y compactación de zanja	1 920	ml	Q 5,00	Q 9 600,00
				<b>SUBTOTAL</b>	Q 58 560,00
				<b>PRESTACIONES</b>	Q 37 478,40
				<b>FLETE</b>	Q 350,00
				<b>RESUMEN</b>	
				MATERIALES	Q 60 130,00
				MANO DE OBRA	Q 96 388,40
				COSTO DIRECTO	Q 156 518,40
				COSTO INDIRECTO	Q 46 955,52
				<b>COSTO TOTAL</b>	Q 203 473,92

<b>4</b>	<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1 1/2" 160 PSI</b>	1 647	ml	Q150 888,32	Q 91,61
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubos de 1 1/2" de 160 psi	275	Tubos	Q 119,00	Q 32 725,00
2	Pegamento	1	Galón	Q 610,00	Q 610,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 33 335,00
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Replanteo topográfico	1 647	ml	Q 3,00	Q 4 941,00
2	limpia chapeo y destronque	1 647	ml	Q 0,50	Q 823,50
3	Zanjeo	1 647	ml	Q 10,00	Q 16 470,00
4	Instalacion de tubería	1 647	ml	Q 12,00	Q 19 764,00
5	Relleno y compactacion de zanja	1 647	ml	Q 5,00	Q 8 235,00
				<b>SUBTOTAL</b>	Q 50 233,50
				<b>PRESTACIONES</b>	Q 32 149,44
				<b>FLETE</b>	Q 350,00
				<b>RESUMEN</b>	
				MATERIALES	Q 33 335,00
				MANO DE OBRA	Q 82 732,94
				COSTO DIRECTO	Q 116 067,94
				COSTO INDIRECTO	Q 34 820,38
				<b>COSTO TOTAL</b>	Q 150 888,32

Continuación del apéndice 1.

5	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 1" 160 PSI	674	ml	Q 54 507,02	Q 80,87
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tubos de 2 1/2" de 160 psi	112	Tubos	Q 67,50	Q 7 560,00
2	Pegamento	0,5	Galon	Q 610,00	Q 305,00
		TOTAL DE MATERIALES			Q 7 865,00
	MANO DE OBRA				
1	Replanteo topográfico	674	ml	Q 3,00	Q 2 022,00
2	limpia chapeo y destronque	674	ml	Q 0,50	Q 337,00
3	Zanjeo	674	ml	Q 10,00	Q 6 740,00
4	Instalación de tubería	674	ml	Q 12,00	Q 8 088,00
5	Relleno y compactación de zanja	674	ml	Q 5,00	Q 3 370,00
				SUBTOTAL	
				Q 20 557,00	
				PRESTACIONES	
				Q 13 156,48	
				FLETE	
				Q 350,00	
				RESUMEN	
				MATERIALES	
				Q 7 865,00	
				MANO DE OBRA	
				Q 34 063,48	
				COSTO DIRECTO	
				Q 41 928,48	
				COSTO INDIRECTO	
				Q 12 578,54	
				COSTO TOTAL	
				Q 54 507,02	

Continuación del apéndice 1.

6	CAJAS DE VÁLVULA DE AIRE	3	Global	Q 3 713,76	Q 11 141,29
No	PARED Y PISO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	8	sacos	Q 73,00	Q 584,00
2	Arena de río	0,75	m3	Q 160,00	Q 120,00
3	Piedra bola	0,5	m3	Q 150,00	Q 75,00
	TAPADERA				
1	Cemento	2	sacos	Q 73,00	Q 146,00
2	Arena de río	0,25	m3	Q 160,00	Q 40,00
3	Piedrin	0,25	m3	Q 250,00	Q 62,50
4	Hierro No 3	6	varillas	Q 30,00	Q 180,00
5	Alambre de amarre	1	libra	Q 6,00	Q 6,00
6	Candado	1	unidad	Q 75,00	Q 75,00
7	tabla de 1"x12"x10"	2	unidad	Q 48,00	Q 96,00
	ACCESORIOS Y VÁLVULAS				
1	Tee pvc de 2"	1	unidad	Q 10,00	Q 10,00
2	niple HG de 1/2"	2	unidad	Q 60,00	Q 120,00
3	reductor de 2" a 1/2"	1	unidad	Q 15,00	Q 15,00
4	valvula de compuerta de 1/2" de bronce	1	unidad	Q 78,00	Q 78,00
5	valvula de aire de 1/2"	1	unidad	Q 394,00	Q 394,00
6	adaptadores macho de 2" a 1/2"	2	UNIDAD	Q 14,00	Q 28,00
		TOTAL DE MATERIALES			Q 2 029,50
	MANO DE OBRA				
1	Levantado de pared con piedra bola	0,6	m2	Q 140,00	Q 84,00
	TAPADERA				
2	Formaleta	1	m2	Q 15,00	Q 15,00
3	Fundición	0,05	m3	Q 140,00	Q 7,00
4	Desencofrado	1	m2	Q 10,00	Q 10,00
5	Instalación	1	unidad	Q 175,00	Q 175,00
				MANO DE OBRA	Q 291,00
				PRESTACIONES	Q 186,24
				FLETE	Q 350,00
				RESUMEN	
				MATERIALES	Q 2 029,50
				MANO DE OBRA	Q 827,24
				COSTO DIRECTO	Q 2 856,74
				COSTO INDIRECTO	Q 857,02
				COSTO UNITARIO	Q 3 713,76

Continuación del apéndice 1.

7	CAJAS VALVULA DE LIMPIEZA	3	Global	Q 3 319,86	Q 9 959,59
No	PARED Y PISO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	8	sacos	Q 73,00	Q 584,00
2	Arena de rio	0,75	m3	Q 160,00	Q 120,00
3	Piedra bola	0,5	m3	Q 250,00	Q 125,00
	TAPADERA				
1	Cemento	2	sacos	Q 73,00	Q 146,00
2	Arena de rio	0,25	m3	Q 160,00	Q 40,00
3	Piedrin	0,25	m3	Q 250,00	Q 62,50
4	Hierro No 3	6	varillas	Q 30,00	Q 180,00
5	Candado	1	unidad	Q 75,00	Q 75,00
6	Alambre de amarre	1	libra	Q 6,00	Q 6,00
7	tabla de 1"x12"x10´	2	unidad	Q 48,00	Q 96,00
	ACCESORIOS Y VALVULAS				Q -
1	Tee pvc de2"	1	unidad	Q 10,00	Q 10,00
2	Valvula de compuerta de bronce 1"	1	unidad	Q 78,00	Q 78,00
3	reductor de 2"a 1"	1	unidad	Q 15,00	Q 15,00
4	niple hg 1"	2	unidad	Q 60,00	Q 120,00
5	adaptadores macho	2	unidad	Q 14,00	Q 28,00
		TOTAL DE MATERIALES			Q 1 685,50
	MANO DE OBRA				
1	Levantado y fundido de muros	0,6	m3	Q 140,00	Q 84,00
	TAPADERA				
2	Formaleta	1	m2	Q 15,00	Q 15,00
3	Fundicion	0,05	m3	Q 140,00	Q 7,00
4	Desencofrado	1	m2	Q 10,00	Q 10,00
5	Instalación	1	unidad	Q 200,00	Q 200,00
			SUBTOTAL		Q 316,00
			PRESTACIONES		Q 202,24
			FLETE		Q 350,00
			RESUMEN		
			MATERIALES		Q 1 685,50
			MANO DE OBRA		Q 868,24
			COSTO DIRECTO		Q 2 553,74
			COSTO INDIRECTO		Q 766,12
			COSTO UNITARIO		Q 3 319,86



Continuación del apéndice 1.

7	CAJAS VÁLVULA DE LIMPIEZA	3	Global	Q 3 319,86	Q 9 959,59
No	PARED Y PISO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	8	sacos	Q 73,00	Q 584,00
2	Arena de río	0,75	m3	Q 160,00	Q 120,00
3	Piedra bola	0,5	m3	Q 250,00	Q 125,00
	<b>TAPADERA</b>				
1	Cemento	2	sacos	Q 73,00	Q 146,00
2	Arena de río	0,25	m3	Q 160,00	Q 40,00
3	Piedrin	0,25	m3	Q 250,00	Q 62,50
4	Hierro No 3	6	varillas	Q 30,00	Q 180,00
5	Candado	1	unidad	Q 75,00	Q 75,00
6	Alambre de amarre	1	libra	Q 6,00	Q 6,00
7	tabla de 1"x12"x10´	2	unidad	Q 48,00	Q 96,00
	<b>ACCESORIOS Y VALVULAS</b>				Q -
1	Tee pvc de2"	1	unidad	Q 10,00	Q 10,00
2	Valvula de compuerta de bronce 1"	1	unidad	Q 78,00	Q 78,00
3	reductor de 2"a 1"	1	unidad	Q 15,00	Q 15,00
4	niple hg 1"	2	unidad	Q 60,00	Q 120,00
5	adaptadores macho	2	unidad	Q 14,00	Q 28,00
	<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				Q 1 685,50
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Levantado y fundido de muros	0,6	m3	Q 140,00	Q 84,00
	<b>TAPADERA</b>				
2	Formaleta	1	m2	Q 15,00	Q 15,00
3	Fundición	0,05	m3	Q 140,00	Q 7,00
4	Desencofrado	1	m2	Q 10,00	Q 10,00
5	Instalación	1	unidad	Q 200,00	Q 200,00
				<b>SUBTOTAL</b>	Q 316,00
				<b>PRESTACIONES</b>	Q 202,24
				<b>FLETE</b>	Q 350,00
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	Q 1 685,50
				<b>MANO DE OBRA</b>	Q 868,24
				<b>COSTO DIRECTO</b>	Q 2 553,74
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	Q 766,12
				<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 3 319,86

Continuación del apéndice 1.

8	CAJA ROMPE PRESIÓN	2	Global	Q 5 706,58	Q 11 413,17
No	PARED Y PISO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	20	sacos	Q 73,00	Q 1 460,00
2	Arena de río	1	m3	Q 160,00	Q 160,00
3	Piedra bola	1,87	m3	Q 250,00	Q 467,50
4	Tabla de 1"x12"x10'	4	unidad	Q 48,00	Q 192,00
<b>TAPADERA</b>					
1	Cemento	2	sacos	Q 73,00	Q 146,00
2	Arena de río	0,25	m3	Q 160,00	Q 40,00
3	Piedrin	0,25	m3	Q 250,00	Q 62,50
4	Hierro No 3	4	varillas	Q 30,00	Q 120,00
5	Candado	1	unidad	Q 75,00	Q 75,00
6	Alambre de amarre	1	libra	Q 6,00	Q 6,00
7	Tabla de 1"x12"x10'	1	unidad	Q 48,00	Q 48,00
<b>ACCESORIOS Y VÁLVULAS</b>					
1	pichacha de 2"	1	unidad	Q 245,00	Q 245,00
2	Válvula de compuerta de bronce de 1/2"	1	unidad	Q 78,00	Q 78,00
3	adaptadores macho	2	unidad	Q 20,00	Q 40,00
5	codos de 90° de pvc	5	UNIDAD	Q 12,00	Q 60,00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					Q 3 200,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>PARED Y PISO</b>					
1	levantado y fundición de piedra bola	2	m3	Q 140,00	Q 280,00
<b>TAPADERA</b>					
2	Formaleta	1	m2	Q 15,00	Q 15,00
3	Fundición	0,05	m3	Q 140,00	Q 7,00
4	Desencofrado	1	m2	Q 10,00	Q 10,00
5	Instalación	1	unidad	Q 200,00	Q 200,00
<b>SUBTOTAL</b>					Q 512,00
<b>PRESTACIONES</b>					Q 327,68
<b>FLETE</b>					Q 350,00
<b>RESUMEN</b>					
<b>MATERIALES</b>					Q 3 200,00
<b>MANO DE OBRA</b>					Q 1 189,68
<b>COSTO DIRECTO</b>					Q 4 389,68
<b>COSTO INDIRECTO</b>					Q 1 316,90
<b>COSTO UNITARIO</b>					Q 5 706,58

Continuación del apéndice 1.

9	ACOMETIDAS	112	Acometidas	Q121 375,80	Q 1 083,71
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Tee reductora pvc 2" tubería principal X 3/4"	112	Unidad	Q 10,00	Q 1 120,00
2	Tubo pvc 3/4"	112	Unidad	Q 45,00	Q 5 040,00
3	Adaptador macho pvc 3/4"	112	Unidad	Q 3,50	Q 392,00
4	Llave de paso de bronce 3/4"	112	Unidad	Q 60,00	Q 6 720,00
5	codo pvc 90° 3/4" con rosca	112	Unidad	Q 9,00	Q 1 008,00
6	niple hg 1,50 3/4"	112	Unidad	Q 55,00	Q 6 160,00
7	codo hg 90° 3/4"	112	Unidad	Q 22,00	Q 2 464,00
8	niple hg 0,15 3/4"	112	Unidad	Q 20,00	Q 2 240,00
9	reducidor de campana hg 3/4"x 1/2"	112	Unidad	Q 5,00	Q 560,00
10	caja de concreto para contador	112	Unidad	Q 150,00	Q 16 800,00
11	llave de compuerta de 3/4" bronce	112	Unidad	Q 60,00	Q 6 720,00
12	contador 3/4" bronce	112	Unidad	Q 225,00	Q 25 200,00
13	llave de choro de 3/4"	112	Unidad	Q 38,00	Q 4 256,00
14	Adaptador hembra pvc 3/4"	112	Unidad	Q 5,00	Q 560,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 79 240,00
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Instalación de tubería HG y chorros	112	Unidad	Q 75,00	Q 8 400,00
				<b>SUBTOTAL</b>	
					Q 8 400,00
				<b>PRESTACIONES</b>	
					Q 5 376,00
				<b>FLETE</b>	
					Q 350,00
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	
					Q 79 240,00
				<b>MANO DE OBRA</b>	
					Q 14 126,00
				<b>COSTO DIRECTO</b>	
					Q 93 366,00
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	
					Q 28 009,80
				<b>COSTO TOTAL</b>	
					Q 121 375,80

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 2. INTEGRACIÓN DE RENGLONES DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN**

<b>10,1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>1</b>	<b>Global</b>	<b>Q 8 386,04</b>	<b>Q 8 386,04</b>
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>PU</b>	<b>Total</b>
1	Limpia, chapeo y destronque	24	m2	Q 10,00	Q 240,00
2	Movimiento de tierra y nivelación del terreno	21,6	m3	Q 150,00	Q 3 240,00
3	Trazo y estaqueado	24	ml	Q 10,00	Q 240,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 3 720,00</b>
				<b>PRESTACIONES</b>	<b>Q 2 380,80</b>
				<b>FLETE</b>	<b>Q 350,00</b>
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	<b>Q -</b>
				<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Q 6 450,80</b>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 6 450,80</b>
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>Q 1 935,24</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 8 386,04</b>

<b>10,2</b>	<b>LOSA DE PISO</b>	<b>1</b>	<b>Global</b>	<b>Q 17 647,50</b>	<b>Q 17 647,50</b>
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>PU</b>	<b>Total</b>
1	Cemento portland gris UGC	72	Sacos	Q 73,00	Q 5 256,00
2	Arena de río	6	m3	Q 160,00	Q 960,00
3	Piedra bola	7	m3	Q 250,00	Q 1 750,00
4	Sikalatex N	2	Galones	Q 125,00	Q 250,00
5	Sika 101 gris	5	Bolsas	Q 120,00	Q 600,00
				<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>Q 8 816,00</b>
				<b>MANO DE OBRA</b>	
1	Colocado y fundición	7,5	M3	Q 250,00	Q 1 875,00
2	Acabado final	24	m2	Q 25,00	Q 600,00
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>Q 2 475,00</b>
				<b>PRESTACIONES</b>	<b>Q 1 584,00</b>
				<b>FLETE</b>	<b>Q 700,00</b>
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	<b>Q 8 816,00</b>
				<b>MANO DE OBRA</b>	<b>Q 4 759,00</b>
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>Q 13 575,00</b>
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>Q 4 072,50</b>
				<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q 17 647,50</b>

Continuación del apéndice 2.

<b>10,3</b>	<b>MUROS</b>	<b>1</b>	<b>Global</b>	<b>Q 93 754,96</b>	<b>Q 93 754,96</b>
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>PU</b>	<b>Total</b>
1	Cemento portland gris UGC	270	Sacos	Q 73,00	Q 19 710,00
2	Arena de río	20	m3	Q 160,00	Q 3 200,00
3	Piedra bola	27	m3	Q 250,00	Q 6 750,00
4	Tabla rustica de 1"X12"X10'	91	Unidad	Q 48,00	Q 4 368,00
5	Regla rustico de 2"X3"X10'	91	Unidad	Q 40,00	Q 3 640,00
6	Paral rustico de 3"X3"X10'	182	Unidad	Q 38,00	Q 6 916,00
7	Clavos con cabeza de 4'	100	Libras	Q 10,00	Q 1 000,00
8	Clavos con cabeza de 3'	100	Libras	Q 8,00	Q 800,00
9	Clavos con cabeza de 2 1/2'	100	Libras	Q 7,00	Q 700,00
10	Sikalatex N	5	Galones	Q 120,00	Q 600,00
11	Sika 101 gris	10	Bolsas	Q 125,00	Q 1 250,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			<b>Q 48 934,00</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Encofrado	55	m2	Q 25,00	Q 1 375,00
2	Desencofrado	55	m2	Q 10,00	Q 550,00
3	Fundición	55	m2	Q 166,00	Q 9 130,00
4	Acabado final	55	m2	Q 25,00	Q 1 375,00
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>Q 12 430,00</b>
			<b>PRESTACIONES</b>		<b>Q 7 955,20</b>
			<b>FLETE</b>		<b>Q 2 800,00</b>
			<b>RESUMEN</b>		
			<b>MATERIALES</b>		<b>Q 48 934,00</b>
			<b>MANO DE OBRA</b>		<b>Q 23 185,20</b>
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>Q 72 119,20</b>
			<b>COSTO INDIRECTO</b>		<b>Q 21 635,76</b>
			<b>COSTO TOTAL</b>		<b>Q 93 754,96</b>

Continuación del apéndice 2.

10,4	SOLERA CORONA	1	Global	Q 18 765,63	Q 18 765,63
No	Descripción	Cantidad	Unidad	PU	Total
1	Cemento portland gris UGC	13	Sacos	Q 73,00	Q 949,00
2	Arena río	0,6	m3	Q 160,00	Q 96,00
3	Piedrin triturado de 1/2"	0,9	m3	Q 235,00	Q 211,50
4	Acero de 3/8" .Corrugado grado 40°	15	Varillas	Q 30,00	Q 450,00
5	Acero de 1/4 liso	27	Varillas	Q 13,00	Q 351,00
6	Alambre de Amarre	10	Libras	Q 8,00	Q 80,00
7	Tabla rustica 1"*12"*10'	14	Unidad	Q 48,00	Q 672,00
8	Clavo con cabeza de 2 1/2"	5	Libras	Q 6,00	Q 30,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 2 839,50
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Encofrado	44	ml	Q 25,00	Q 1 100,00
2	Desencofrado	44	ml	Q 10,00	Q 440,00
3	Armado y fundición	44	ml	Q 125,00	Q 5 500,00
			<b>SUBTOTAL</b>		Q 7 040,00
			<b>PRESTACIONES</b>		Q 4 505,60
			<b>FLETE</b>		Q 50,00
			<b>RESUMEN</b>		
			<b>MATERIALES</b>		Q 2 839,50
			<b>MANO DE OBRA</b>		Q 11 595,60
			<b>COSTO DIRECTO</b>		Q 14 435,10
			<b>COSTO INDIRECTO</b>		Q 4 330,53
			<b>COSTO TOTAL</b>		Q 18 765,63

Continuación del apéndice 2.

<b>10,5</b>	<b>LOSA</b>	<b>1</b>	<b>Global</b>	<b>Q 40 451,97</b>	<b>Q 40 451,97</b>
<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>PU</b>	<b>Total</b>
1	Cemento Portland Gris UGC	27	sacos	Q 73,00	Q 1 971,00
2	Arena de río	2	m3	Q 160,00	Q 320,00
3	Piedrin triturado de 1/2"	2,5	m3	Q 235,00	Q 587,50
4	Acero de 3/8" , corrugado 40°	94	Varillas	Q 30,00	Q 2 820,00
5	Alambre de amarre	50	Libras	Q 7,00	Q 350,00
6	Tabla rustica 1"*12"*10"	54	Unidad	Q 48,00	Q 2 592,00
7	Parel de pino colorado rustuco 3"*3"*9"	115	Unidad	Q 70,00	Q 8 050,00
8	Regla rustica de 2"*3"*9"	10	Unidad	Q 75,00	Q 750,00
9	Clavo con cabeza de 4"	24	Libra	Q 10,00	Q 240,00
10	Clavo con cabeza de 3"	24	Libra	Q 8,00	Q 192,00
11	Clavo con cabeza de 2 1/2"	24	Libra	Q 7,00	Q 168,00
			<b>TOTAL DE MATERIALES</b>		<b>Q 18 040,50</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Encofrado	24	m2	Q 25,00	Q 600,00
2	Desencofrado	24	m2	Q 10,00	Q 240,00
3	Armado y fundición	24	m2	Q 200,00	Q 4 800,00
4	Acabado final	24	m2	Q 55,00	Q 1 320,00
5	Tapadera de entrada	1	Unidad	Q 800,00	Q 800,00
			<b>SUBTOTAL</b>		<b>Q 7 760,00</b>
			<b>PRESTACIONES</b>		<b>Q 4 966,40</b>
			<b>FLETE</b>		<b>Q 350,00</b>
			<b>RESUMEN</b>		
			<b>MATERIALES</b>		<b>Q 18 040,50</b>
			<b>MANO DE OBRA</b>		<b>Q 13 076,40</b>
			<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>Q 31 116,90</b>
			<b>COSTO INDIRECTO</b>		<b>Q 9 335,07</b>
			<b>COSTO TOTAL</b>		<b>Q 40 451,97</b>

Continuación del apéndice 2.

10,6	VIGA DE SOPORTE	1	Global	Q 2 832,78	Q 2 832,78
No	Descripción	Cantidad	Unidad	PU	Total
1	Cemento portland gris UGC	3	Sacos	Q 73,00	Q 219,00
2	Arena río	0,12	m3	Q 160,00	Q 19,20
3	Piedrin triturado de 1/2"	0,18	m3	Q 235,00	Q 42,30
4	Acero de 3/8" .Corrugado grado 40°	6	Varillas	Q 30,00	Q 180,00
5	Acero de 1/2" corrugado grado 40°	2	Varillas	Q 55,00	Q 110,00
6	Acero de 1/4 liso	7	Varillas	Q 13,00	Q 91,00
7	Alambre de Amarre	2	libras	Q 8,00	Q 16,00
8	Tabla rustica 1**12**10'	4	Unidad	Q 48,00	Q 192,00
9	Clavo con cabeza de 2 1/2"	5	Libras	Q 6,00	Q 30,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 899,50
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Encofrado	4,4	ml	Q 25,00	Q 110,00
2	Desencofrado	4,4	ml	Q 10,00	Q 44,00
3	Armado y fundición	4,4	ml	Q 125,00	Q 550,00
				<b>SUBTOTAL</b>	Q 704,00
				<b>PRESTACIONES</b>	Q 450,56
				<b>FLETE</b>	Q 125,00
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	Q 899,50
				<b>MANO DE OBRA</b>	Q 1 279,56
				<b>COSTO DIRECTO</b>	Q 2 179,06
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	Q 653,72
				<b>COSTO TOTAL</b>	Q 2 832,78



Continuación del apéndice 2.

<b>10,7</b>	<b>CAJAS</b>	<b>3</b>	<b>Global</b>	<b>Q 4 732,96</b>	<b>Q 14 198,89</b>
No	PARED Y PISO	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Cemento	8	sacos	Q 73,00	Q 584,00
2	Arena de río	0,75	m3	Q 160,00	Q 120,00
3	Piedra bola	0,5	m3	Q 250,00	Q 125,00
<b>TAPADERA</b>					
1	Cemento	2	sacos	Q 73,00	Q 146,00
2	Arena de río	0,25	m3	Q 160,00	Q 40,00
3	Piedrin	0,25	m3	Q 250,00	Q 62,50
4	Hierro No 3	6	Varillas	Q 30,00	Q 180,00
5	Candado	1	Unidad	Q 75,00	Q 75,00
6	Alambre de amarre	1	Libra	Q 6,00	Q 6,00
7	tabla de 1"x12"x10´	2	Unidad	Q 48,00	Q 96,00
<b>ACCESORIOS Y VÁLVULAS</b>					
1	Tee pvc de 2"	1	Unidad	Q 10,00	Q 10,00
2	Válvula de compuerta de bronce 1"	1	Unidad	Q 78,00	Q 78,00
3	reductor de 2"a 1"	1	Unidad	Q 15,00	Q 15,00
4	niple hg 1"	2	Unidad	Q 60,00	Q 120,00
5	adaptadores macho	2	Unidad	Q 14,00	Q 28,00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 1 685,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
1	Levantado y fundido de muros de piedra bola	0,6	m3	Q 140,00	Q 84,00
2	Formaleta	1	m2	Q 15,00	Q 15,00
3	Fundición	0,05	m3	Q 140,00	Q 7,00
4	Desencofrado	1	m2	Q 10,00	Q 10,00
5	Transporte de materiales	1	Unidad	Q 800,00	Q 800,00
6	Instalación	1	Unidad	Q 200,00	Q 200,00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>Q 1 116,00</b>
<b>PRESTACIONES</b>					<b>Q 714,24</b>
<b>FLETE</b>					<b>Q 125,00</b>
<b>RESUMEN</b>					
<b>MATERIALES</b>					<b>Q 1 685,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>Q 1 955,24</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>Q 3 640,74</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>					<b>Q 1 092,22</b>
<b>COSTO UNITARIO</b>					<b>Q 4 732,96</b>

Continuación del apéndice 2.

11	HIPOCLORADOR DE PASTILLA	1,00	Global	Q 15 935,71	Q 15 935,71
No	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	TOTAL
1	Block 0.10X0.20X0.40	60,00	Unidad	Q 3,80	Q 228,00
2	Hierro 3/8	6,00	Unidad	Q 30,00	Q 180,00
3	Hierro 1/4	2,00	Varillas	Q 13,00	Q 26,00
4	Alambre de amarre	2,00	Libras	Q 6,00	Q 12,00
5	Cemento	3,00	Sacos	Q 71,00	Q 213,00
6	Arena de río	0,50	m3	Q 130,00	Q 65,00
7	Hipoclorador de pastilla	1,00	Unidad	Q 6 578,00	Q 6 578,00
8	Piedrin	0,50	m3	Q 250,00	Q 125,00
9	Tapaderas metalicas completas incluye, pintura, candados y bisagras	2,00	Unidad	Q 280,00	Q 560,00
		<b>TOTAL DE MATERIALES</b>			Q 7 987,00
	<b>MANO DE OBRA</b>				
1	Encofrado, fundido y desencofrado	3,00	ml	Q 125,00	Q 375,00
2	Levantado de pared	4,80	m2	Q 45,00	Q 216,00
3	Instalación	1,00	Unidad	Q 1 800,00	Q 1 800,00
				<b>SUBTOTAL</b>	
					Q 2 391,00
				<b>PRESTACIONES</b>	
					Q 1 530,24
				<b>FLETE</b>	
					Q 350,00
				<b>RESUMEN</b>	
				<b>MATERIALES</b>	
					Q 7 987,00
				<b>MANO DE OBRA</b>	
					Q 4 271,24
				<b>COSTO DIRECTO</b>	
					Q 12 258,24
				<b>COSTO INDIRECTO</b>	
					Q 3 677,47
				<b>TOTAL</b>	
					Q 15 935,71

Fuente: elaboración propia.



## **ANEXO**





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



**Nº 004102**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 23 607	
<b>O.T. No. 24 871</b>					
INTERESADO:	<b>WILLIANS ESTUARDO MORALES VÉLIZ (carné No. 1998-10890)</b>	PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de agua potable de la Aldea Guapinol Municipio de Granados"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea El Guapinol (comunidad Llano Grande)	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-03-30; 08 h 10 min.		
FUENTE:	Caja captación río Quebrada Grande	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-03-30; 14 h 00 min.		
MUNICIPIO:	Granados	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Baja Verapaz				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	- - ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	311,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,40 UNT	6.potencial de Hidrógeno ( pH):	08,30 unidades		
SUSTANCIAS		mg/L	SUSTANCIAS		mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,08	6. CLORUROS (Cl)	04,50	11. SOLIDOS TOTALES	192,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	00,01	7. FLUORUROS ( F )	00,01	12. SOLIDOS VOLÁTILES	60,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	01,10	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> )	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	132,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	00,027	10. DUREZA TOTAL	180,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	155,50
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS		CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL	
mg/L		mg/L	mg/L	mg/L	
00,00		16,00	152,00	168,00	

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

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

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21<sup>th</sup> EDITION 2 005, NORMA COMPLEMENTARIA DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 2901 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-04-17

Vo.Bo.

Inga. **Teodora Maricela Véliz Morales**  
DIRECTORA CI/USAC



**Zeren Muchi Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 428  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



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



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

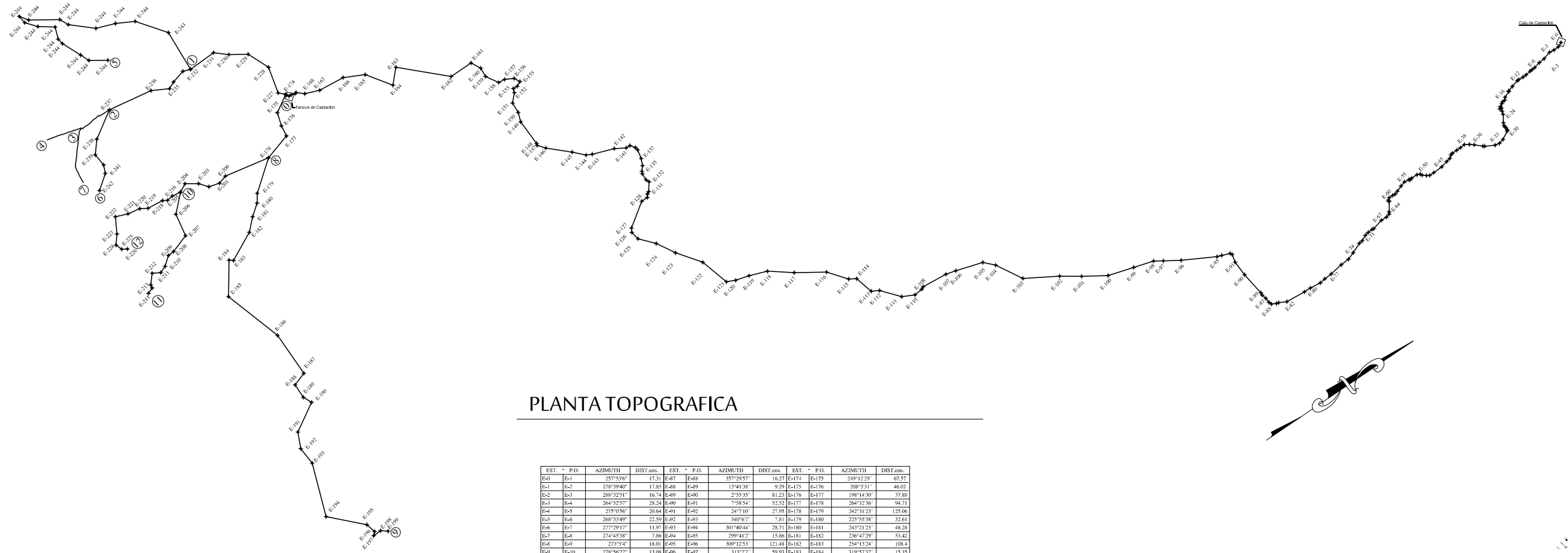


Nº 004103

O.T. No. 24 871		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-303 796	
INTERESADO	<u>WILLIANS ESTUARDO MORALES VELIZ (CARNE No. 1998-10890)</u>	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño del sistema de agua potable de la Aldea Guapinol Municipio de Granados"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA -USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea El Guapinol (comunidad Llano Largo)</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2009-03-30; 08 h 10 min.</u>		
FUENTE:	<u>Caja de captación río Quebrada Grande</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2009-03-30; 14 h 00 Min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Granados</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Baja Verapaz</u>				
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>		
ASPECTO:	<u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>		
OLOR:	<u>Inodora</u>				
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)					
		PRUEBA CONFIRMATIVA			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm <sup>3</sup>	++++-	+++ -	+ - -		
01,00 cm <sup>3</sup>	++---	--	Innecesaria		
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	innecesaria	innecesaria		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		8	2		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no sufre más un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua potable. Guatemala, 2009 -04-17					
Vo.Bo.		<p><b>Zelma Muen Santos</b> Ing. Químico Col. No. 420 - USAC M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio</p>			








### PLANTA TOPOGRAFICA

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts	EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts	EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts
E-0	E-1	257°53'6"	17.31	E-87	E-88	357°29'57"	16.27	E-174	E-175	249°12'29"	67.57
E-1	E-2	278°59'40"	17.85	E-88	E-89	134°13'38"	9.29	E-175	E-176	208°13'31"	46.02
E-2	E-3	288°22'11"	16.74	E-89	E-90	25°33'35"	81.23	E-176	E-177	198°14'30"	37.88
E-3	E-4	264°52'57"	28.24	E-90	E-91	75°58'54"	55.52	E-177	E-178	264°32'36"	94.71
E-4	E-5	275°05'6"	20.64	E-91	E-92	247°10'	27.95	E-178	E-179	242°11'23"	125.06
E-5	E-6	268°33'49"	22.59	E-92	E-93	340°7'7"	7.81	E-179	E-180	225°55'38"	32.61
E-6	E-7	277°29'17"	11.97	E-93	E-94	301°40'44"	28.71	E-180	E-181	243°21'25"	48.28
E-7	E-8	274°53'58"	7.26	E-94	E-95	299°41'2"	15.86	E-181	E-182	228°42'29"	53.42
E-8	E-9	275°54'	18.01	E-95	E-96	309°12'53"	121.48	E-182	E-183	254°13'24"	108.4
E-9	E-10	278°56'22"	13.08	E-96	E-97	313°27'	59.93	E-183	E-184	319°57'32"	15.35
E-10	E-11	284°30'9"	16.39	E-97	E-98	314°25'7"	32.96	E-184	E-185	225°44'9"	122.27
E-11	E-12	279°37'21"	6.45	E-98	E-99	277°10'58"	69.88	E-185	E-186	173°21'17"	209.56
E-12	E-13	285°37'44"	25.04	E-99	E-100	297°19'9"	90.13	E-186	E-187	199°12'48"	154.22
E-13	E-14	264°33'47"	19.13	E-100	E-101	313°7'33"	89.24	E-187	E-188	261°46'50"	48.67
E-14	E-15	224°33'57"	2.89	E-101	E-102	315°45'18"	73.64	E-188	E-189	191°35'21"	49.54
E-15	E-16	258°11'20"	22.4	E-102	E-103	311°26'35"	123.27	E-189	E-190	166°12'36"	32.77
E-16	E-17	231°55'54"	9.98	E-103	E-104	340°50'52"	101.69	E-190	E-191	249°40'9"	109.68
E-17	E-18	277°36'47"	9.87	E-104	E-105	327°19'10"	43.88	E-191	E-192	235°29'23"	56.83
E-18	E-19	243°44'29"	6.19	E-105	E-106	297°44'58"	95.02	E-192	E-193	186°7'37"	61.48
E-19	E-20	252°28'11"	11.71	E-106	E-107	269°43'30"	35.3	E-193	E-194	210°25'25"	185.6
E-20	E-21	237°17'8"	7.36	E-107	E-108	288°14'28"	87.06	E-194	E-195	146°16'52"	139.48
E-21	E-22	114°19'22"	6.38	E-108	E-109	259°18'23"	93.03	E-195	E-196	176°19'9"	34.02
E-22	E-23	116°17'26"	9.69	E-109	E-110	275°32'54"	29.73	E-196	E-197	235°58'36"	14.98
E-23	E-24	206°48'25"	11.55	E-110	E-111	307°25'48"	45.22	E-197	E-198	98°21'9"	28.78
E-24	E-25	222°50'30"	28.21	E-111	E-112	330°24'55"	76.82	E-198	E-199	138°50'0"	25.15
E-25	E-26	212°52'18"	8.94	E-112	E-113	310°30'37"	28.16	E-199	E-200	291°19'23"	157.28
E-26	E-27	194°34'42"	5.19	E-113	E-114	355°42'41"	84.13	E-200	E-201	263°19'31"	30.43
E-27	E-28	177°47'37"	5.35	E-114	E-115	312°31'41"	27.07	E-201	E-202	296°31'47"	37.57
E-28	E-29	190°59'21"	8.66	E-115	E-116	332°20'14"	78.03	E-202	E-203	331°39'14"	36.74
E-29	E-30	232°55'58"	3.54	E-116	E-117	314°45'9"	108.39	E-203	E-204	314°19'17"	45.49
E-30	E-31	251°10'47"	31.7	E-117	E-118	318°14'44"	89.66	E-204	E-205	252°47'48"	31.95
E-31	E-32	288°22'11"	17.44	E-118	E-119	301°41'8"	63.99	E-205	E-206	238°52'28"	74.47
E-32	E-33	292°33'7"	16.11	E-119	E-120	296°23'8"	47.12	E-206	E-207	293°51'54"	78.83
E-33	E-34	308°37'55"	35.01	E-120	E-121	305°32'4"	31.63	E-207	E-208	261°52'29"	66.29
E-34	E-35	321°00'7"	6.16	E-121	E-122	354°23'17"	103.08	E-208	E-209	278°13'22"	22.22
E-35	E-36	323°42'55"	29.22	E-122	E-123	334°12'25"	96.6	E-209	E-210	241°19'1"	37.58
E-36	E-37	318°15'34"	15.82	E-123	E-124	340°19'49"	72.82	E-210	E-211	238°19'47"	25.22
E-37	E-38	313°59'32"	17.77	E-124	E-125	329°47'20"	62.73	E-211	E-212	310°27'58"	29.03
E-38	E-39	274°16'26"	16.43	E-125	E-126	0°9'49"	29.81	E-212	E-213	232°25'9"	39.19
E-39	E-40	281°51'30"	15.18	E-126	E-127	41°13'52"	14.96	E-213	E-214	199°19'41"	11.64
E-40	E-41	289°16'29"	17.67	E-127	E-128	369°47'56"	12.29	E-214	E-215	269°14'21"	21.86
E-41	E-42	267°15'59"	7.89	E-128	E-129	105°59'16"	22.48	E-215	E-216	209°59'43"	35.66
E-42	E-43	343°27'17"	12.89	E-129	E-130	402°22'4"	11.15	E-216	E-217	272°23'44"	21.83
E-43	E-44	269°58'29"	14.5	E-130	E-131	71°14'5"	9.77	E-217	E-218	312°48'12"	16.64
E-44	E-45	267°59'43"	24.81	E-131	E-132	47°13'07"	32.63	E-218	E-219	287°14'12"	55.08
E-45	E-46	299°71'17"	32.54	E-132	E-133	349°47'56"	12.29	E-219	E-220	311°45'30"	27.62
E-46	E-47	281°16'17"	16.42	E-133	E-134	132°14'11"	23.7	E-220	E-221	291°42'11"	43.12
E-47	E-48	311°25'23"	11.44	E-134	E-135	333°30'44"	8.17	E-221	E-222	302°2'30"	43.67
E-48	E-49	330°14'47"	13.95	E-135	E-136	51°35'10"	19.33	E-222	E-223	219°58'14"	58.15
E-49	E-50	341°18'47"	7.69	E-136	E-137	347°51'	24.16	E-223	E-224	229°24'23"	37.2
E-50	E-51	303°49'07"	11.16	E-137	E-138	272°45'55"	31.56	E-224	E-225	170°19'30"	23.9
E-51	E-52	282°19'2"	20.78	E-138	E-139	0°00'	10.86	E-225	E-226	137°11'18"	18.21
E-52	E-53	268°41'55"	7.85	E-139	E-140	335°17'2"	19.21	E-226	E-227	326°36"	25.7
E-53	E-54	320°11'34"	4.45	E-140	E-141	283°45'44"	14.86	E-227	E-228	243°37'37"	91.68
E-54	E-55	288°18'17"	16.35	E-141	E-142	311°35'6"	40.66	E-228	E-229	347°32'44"	81.53
E-55	E-56	264°50'11"	17.82	E-142	E-143	367°22'29"	76.47	E-229	E-230	313°36'47"	44.8
E-56	E-57	299°56'54"	20.81	E-143	E-144	306°53'18"	21.96	E-230	E-231	322°11'2"	51.55
E-57	E-58	262°22'41"	12.79	E-144	E-145	322°20'57"	47.64	E-231	E-232	279°5'39"	95.29
E-58	E-59	287°47'22"	9.57	E-145	E-146	323°46'43"	89.18	E-232	E-233	300°39'28"	26.6
E-59	E-60	289°23'28"	14	E-146	E-147	331°59'49"	30.69	E-233	E-234	286°17'34"	47.41
E-60	E-61	245°50'11"	13.89	E-147	E-148	321°52'54"	6.87	E-234	E-235	258°14'42"	26.18
E-61	E-62	206°47'40"	4.85	E-148	E-149	87°2'29"	89.41	E-235	E-236	309°25'5"	62.72
E-62	E-63	116°47'40"	1.7	E-149	E-150	307°53'	33.15	E-236	E-237	289°9'11"	153.74
E-63	E-64	225°37'9"	35.52	E-150	E-151	14°12'51"	36.92	E-237	E-238	248°13'11"	106.71
E-64	E-65	225°59'8"	7.24	E-151	E-152	58°16'35"	35.03	E-238	E-239	229°44'43"	53.33
E-65	E-66	246°48'13"	13.89	E-152	E-153	315°59'39"	14.29	E-239	E-240	183°59'25"	44.44
E-66	E-67	283°38'10"	19.91	E-153	E-154	104°10'54"	15.29	E-240	E-241	214°8'32"	28.47
E-67	E-68	267°13'37"	38.07	E-154	E-155	74°57'7"	18.02	E-241	E-242	243°14'6"	60.77
E-68	E-69	289°33'53"	6.43	E-155	E-156	343°13'2"	22.13	E-242	E-243	133°59'17"	143.73
E-69	E-70	277°17'49"	15.82	E-156	E-157	308°59'22"	32.12	E-243	E-244	333°37'30"	118.2
E-70	E-71	239°19'44"	13.04	E-157	E-158	308°11'44"	22.82	E-244	E-245	308°41'42"	66.07
E-71	E-72	254°25'5"	20.95	E-158	E-159	339°15'34"	48.8	E-245	E-246	301°04'42"	67.53
E-72	E-73	273°45'10"	13.17	E-159	E-160	15°13'48"	32.04	E-246	E-247	332°40'40"	93.5
E-73	E-74	258°26'29"	37.69	E-160	E-161	343°12'0"	37.13	E-247	E-248	345°58'58"	33.37
E-74	E-75	269°40'32"	26.75	E-161	E-162	289°42'36"	80.91	E-248	E-249	314°12'21"	104.4
E-75	E-76	272°19'44"	30.38	E-162	E-163	324°12'33"	17.46	E-249	E-250	335°41'27"	34.65
E-76	E-77	272°30'57"	45.86	E-163	E-164	234°5'29"	61.21	E-250	E-251	183°40'42"	28.28
E-77	E-78	278°14'53"	26.84	E-164	E-165	335°51'19"	100.09	E-251	E-252	151°11'59"	45.77
E-78	E-79	272°6'46"	20.37	E-165	E-166	307°26'58"	74.72	E-252	E-253	136°46'49"	58.11
E-79	E-80	287°49'46"	37.43	E-166	E-167	289°31'33"	89.18	E-253	E-254	211°15'58"	41.69
E-80	E-81	282°22'8"	23.72	E-167	E-168	301°40'3"	51.47	E-254	E-255	101°15'25"	20.86
E-81	E-82	285°56'12"	67.77	E-168	E-169	323°7'55"	29.5	E-255	E-256	166°49'33"	72.28
E-82	E-83	308°0'31"	27.76	E-169	E-170	268°47'2"	4.62	E-256	E-257	168°25'44"	32.79
E-83	E-84	284°21'19"	7.74	E-170	E-171	288°20'33"	12.33	E-257	E-258	134°15'12"	64.09
E-84	E-85	308°59'99"	17.23	E-171	E-172	282°59'0"	10.88				
E-85	E-86	330°36'27"	10.31	E-172	E-173	334°15'47"	9.87				
E-86	E-87	65°11'17"	16.73	E-173	E-174	319°30'	3.57				



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ**

CONTENIDO: **PLANTA TOPOGRAFICA**

DISEÑO: **WILLIAMS MORALES**

DIBUJO: **WILLIAMS MORALES**

ESCALA: **INDICADA**

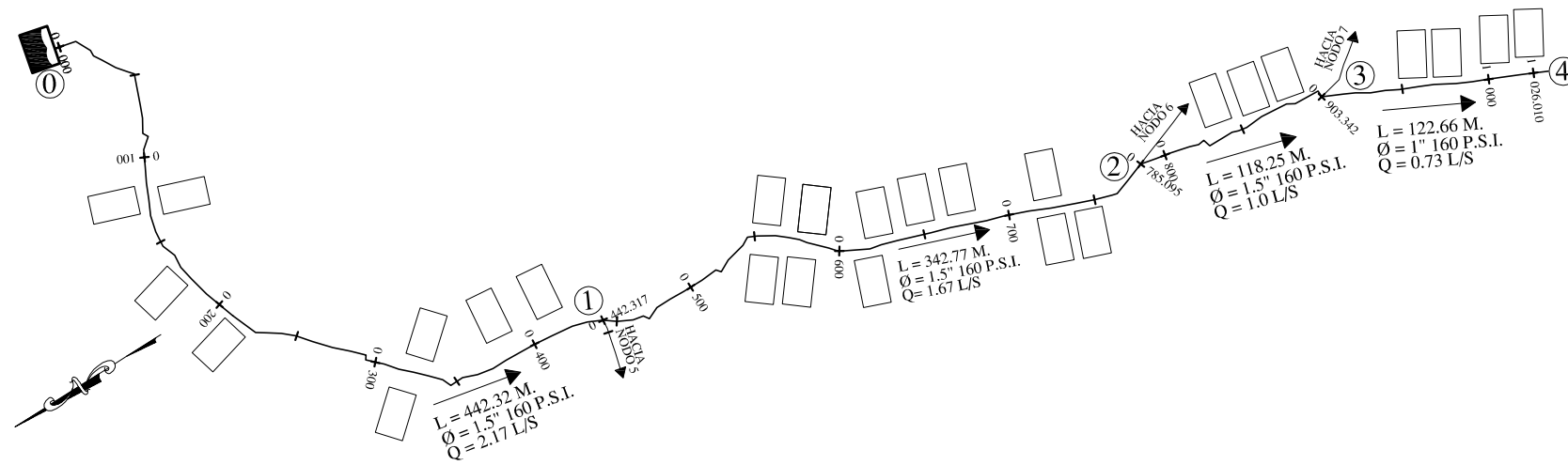
CALCULO: **WILLIAMS MORALES**

FECHA: **AGOSTO DE 2011**

ASESOR: **ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ**

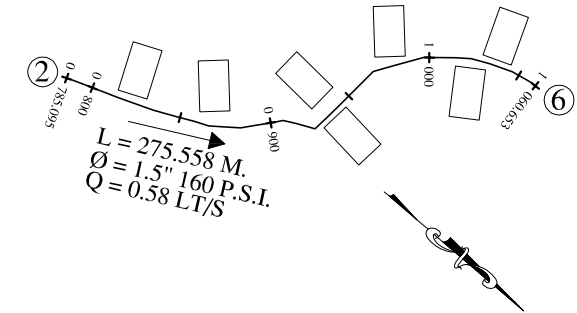
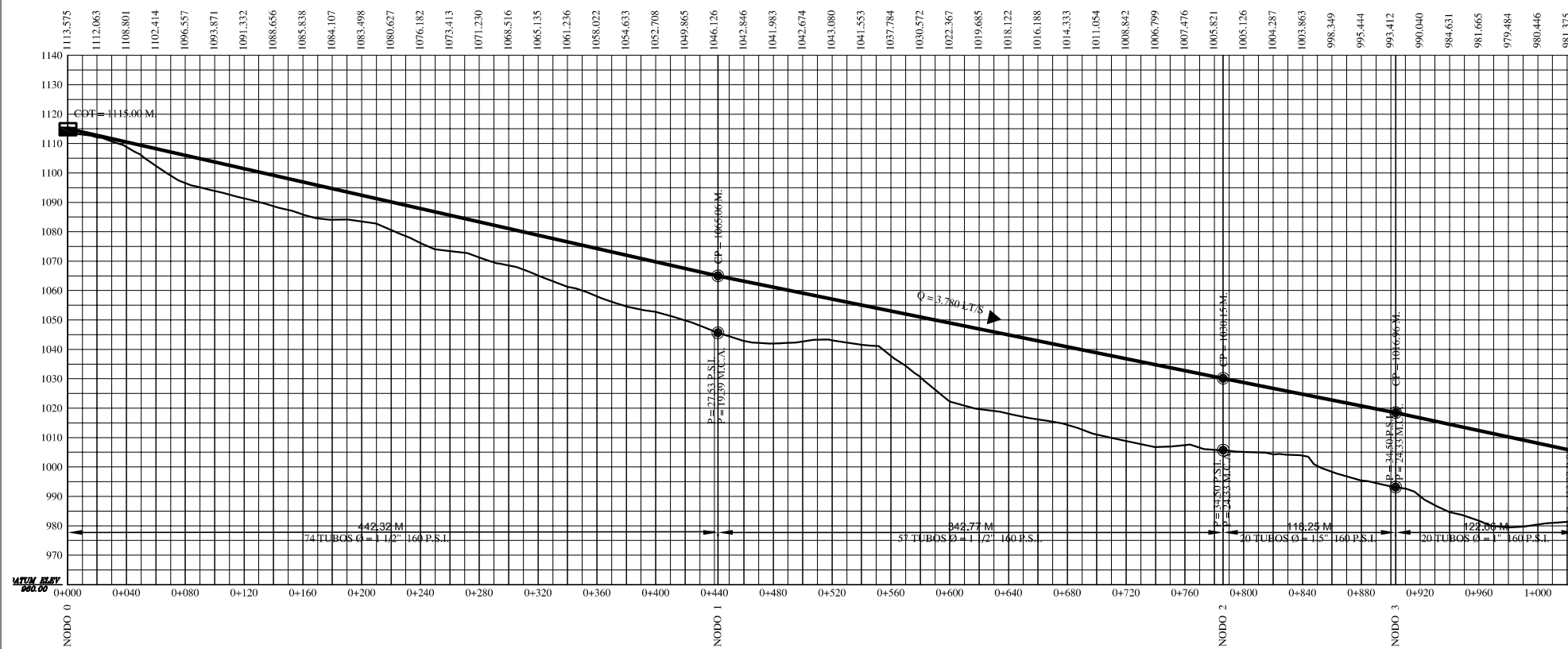
APROBADO: \_\_\_\_\_

HOJA: **1 / 13**



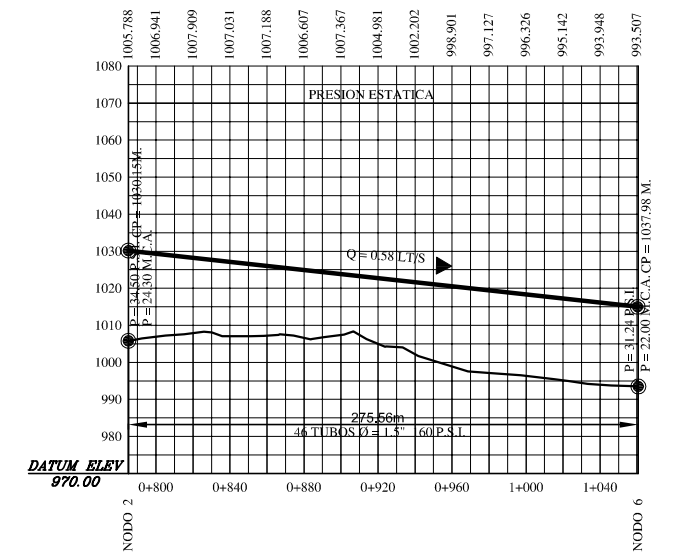
PLANTA - PERFIL DE NODO 0 A 4

ESC. 1/2000



PLANTA - PERFIL DE NODO 2 A 6

ESC. 1/2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
PLANTA GENERAL DE DISEÑO

DISEÑO:  
WILLIAMS MORALES

DIBUJO:  
WILLIAMS MORALES

ESCALA:  
INDICADA

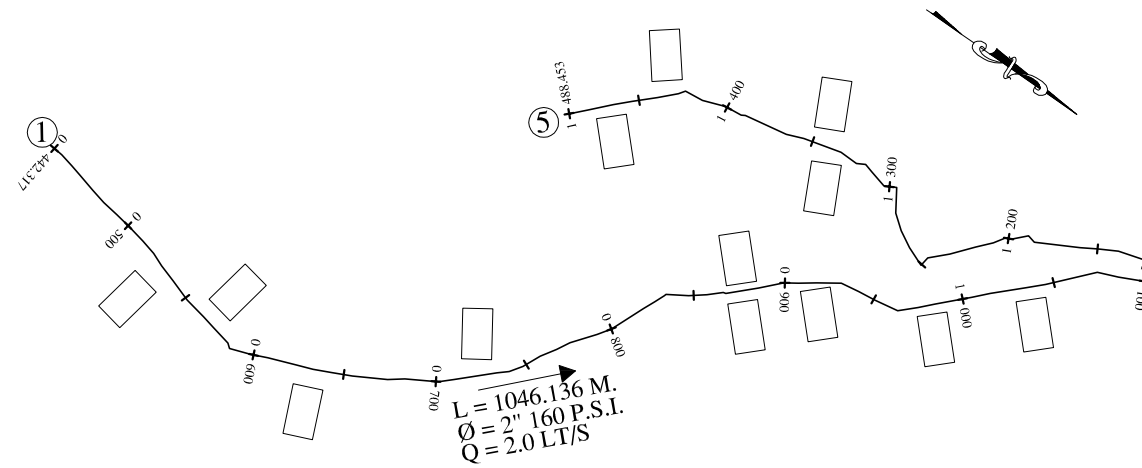
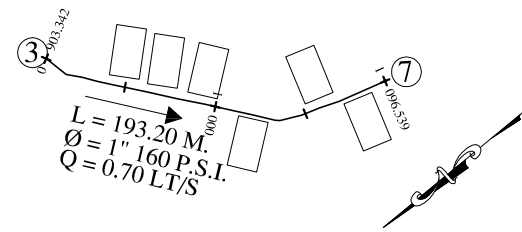
CALCULO:  
WILLIAMS MORALES

FECHA:  
AGOSTO DE 2011

ASESOR:  
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

APROBADO:

HOJA:  
2 / 13

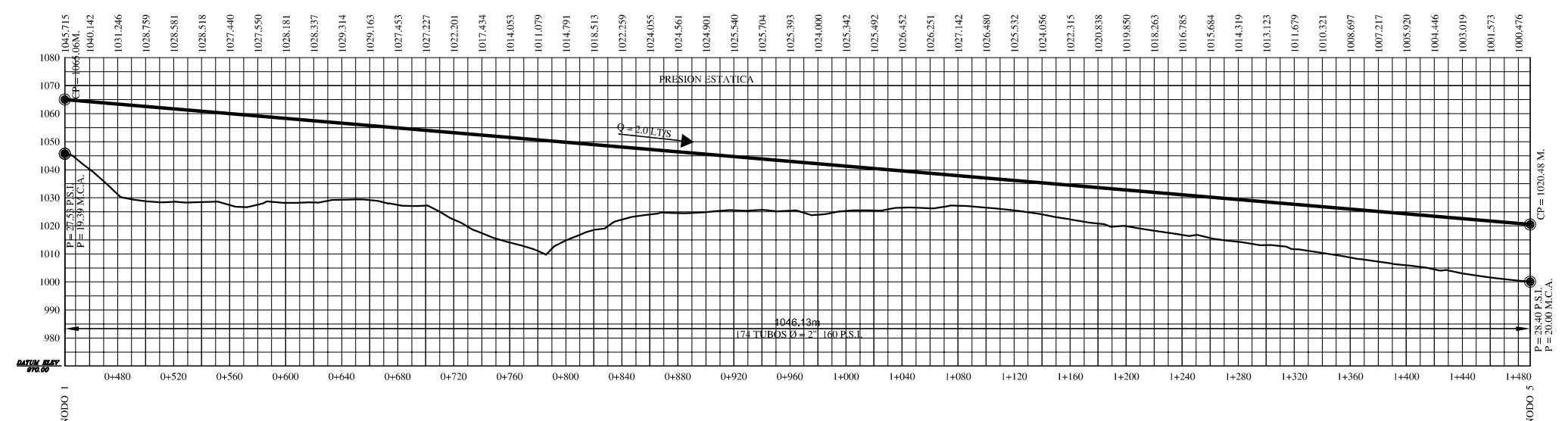
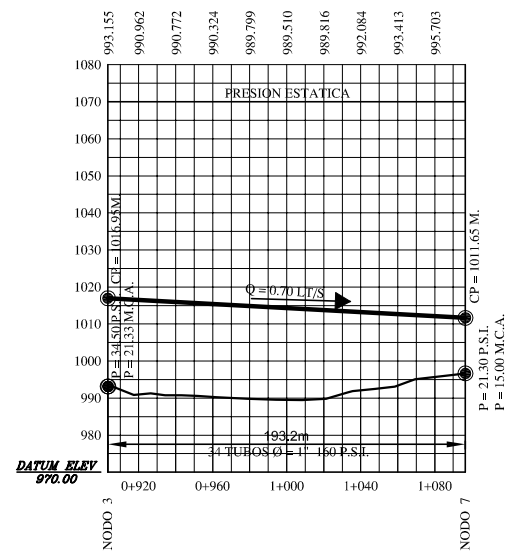


PLANTA - PERFIL DE NODO 3 A 7

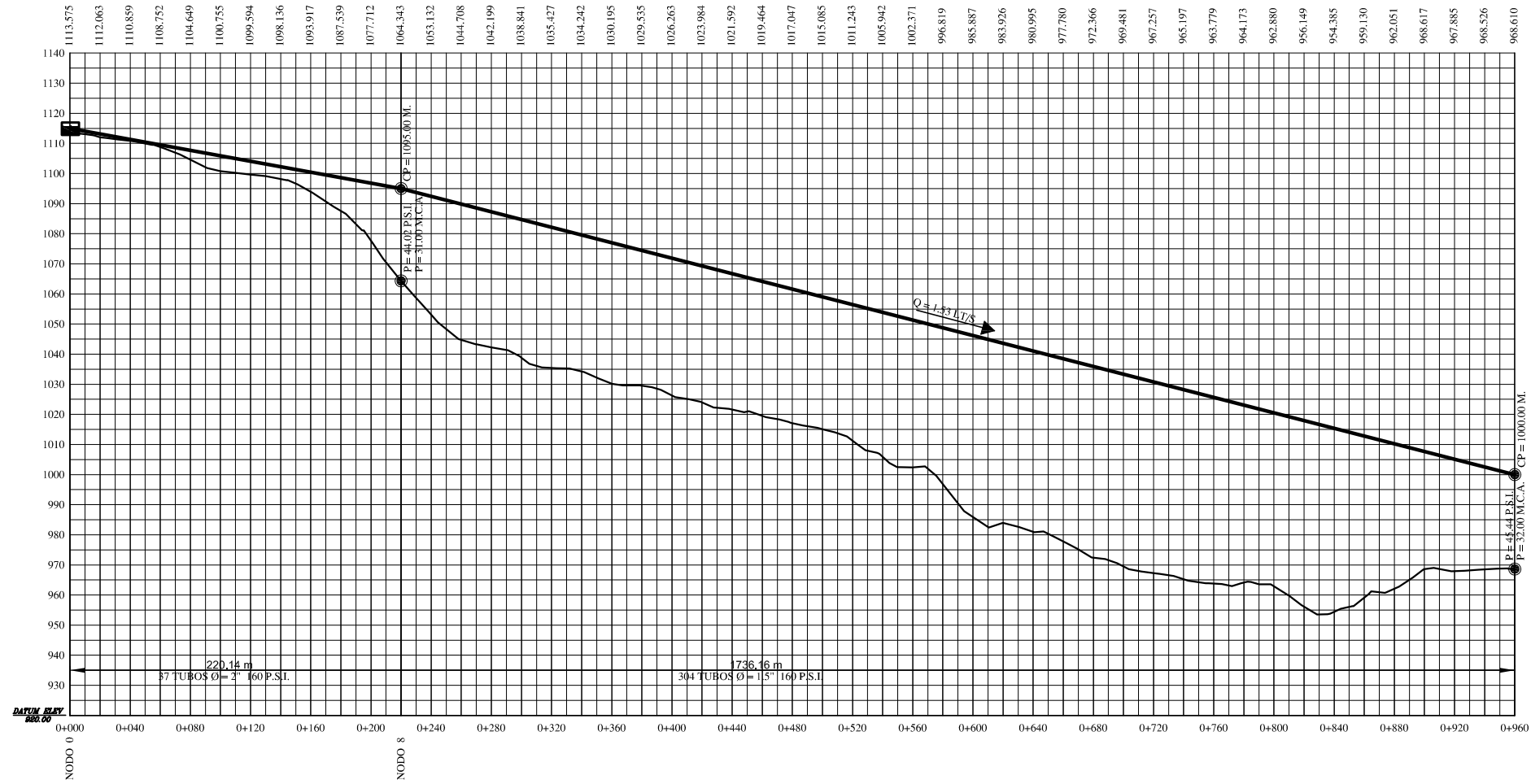
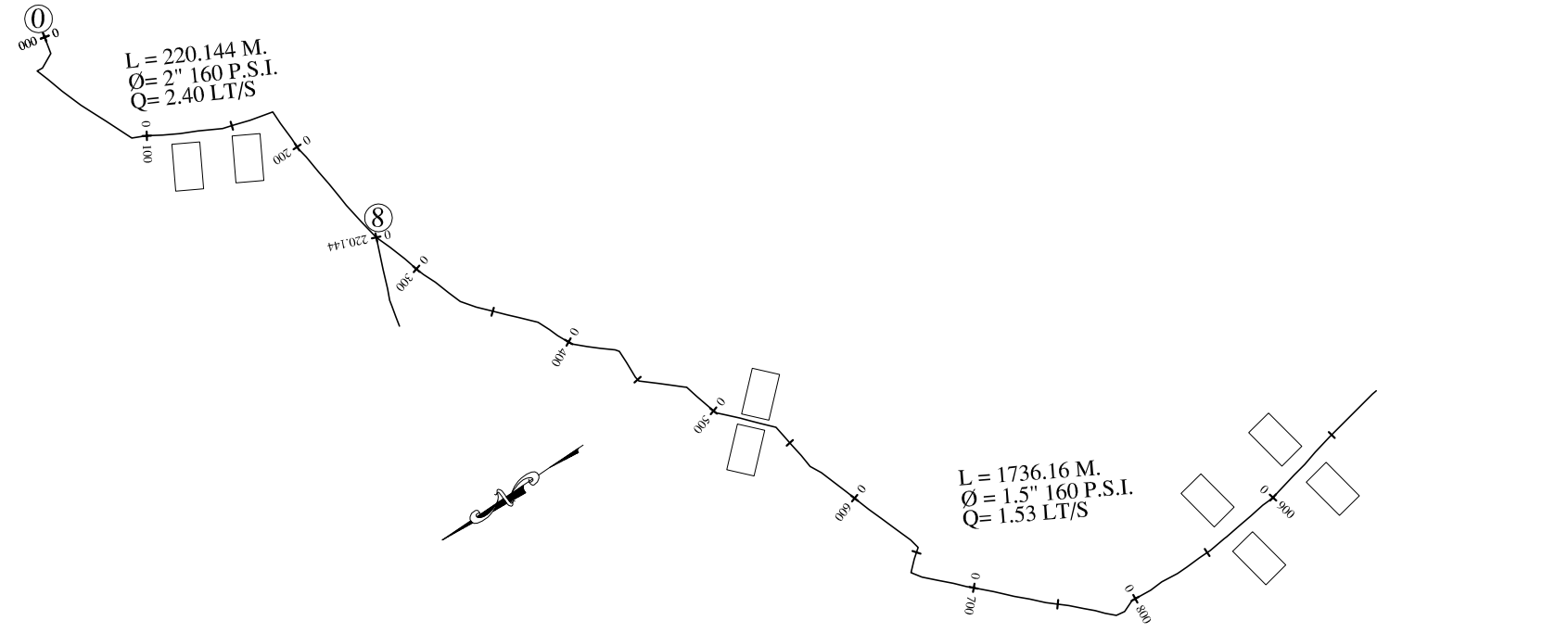
ESC. 1/2000

PLANTA - PERFIL DE NODO 1 A 5

ESC. 1/2000



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ
	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DE DISEÑO	
DISEÑO: WILLIAMS MORALES	DIBUJO: WILLIAMS MORALES	ESCALA: INDICADA
CALCULO: WILLIAMS MORALES	FECHA: AGOSTO DE 2011	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
APROBADO: _____		HOJA: <b>3 / 13</b>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

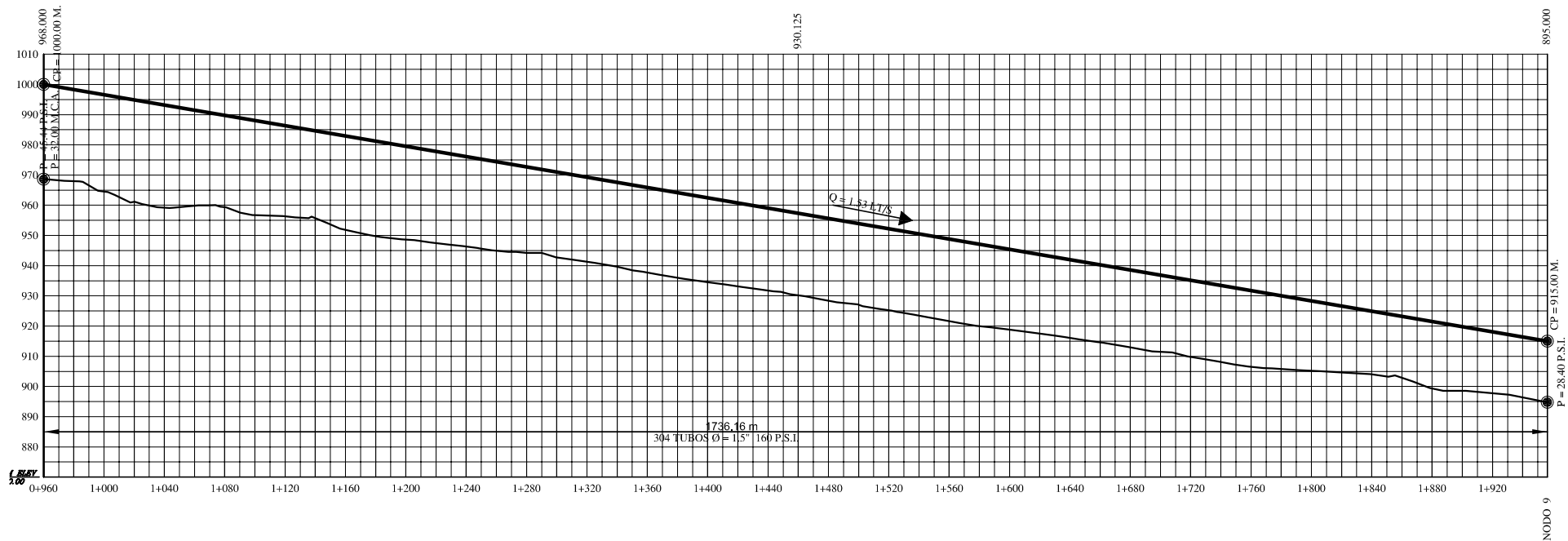
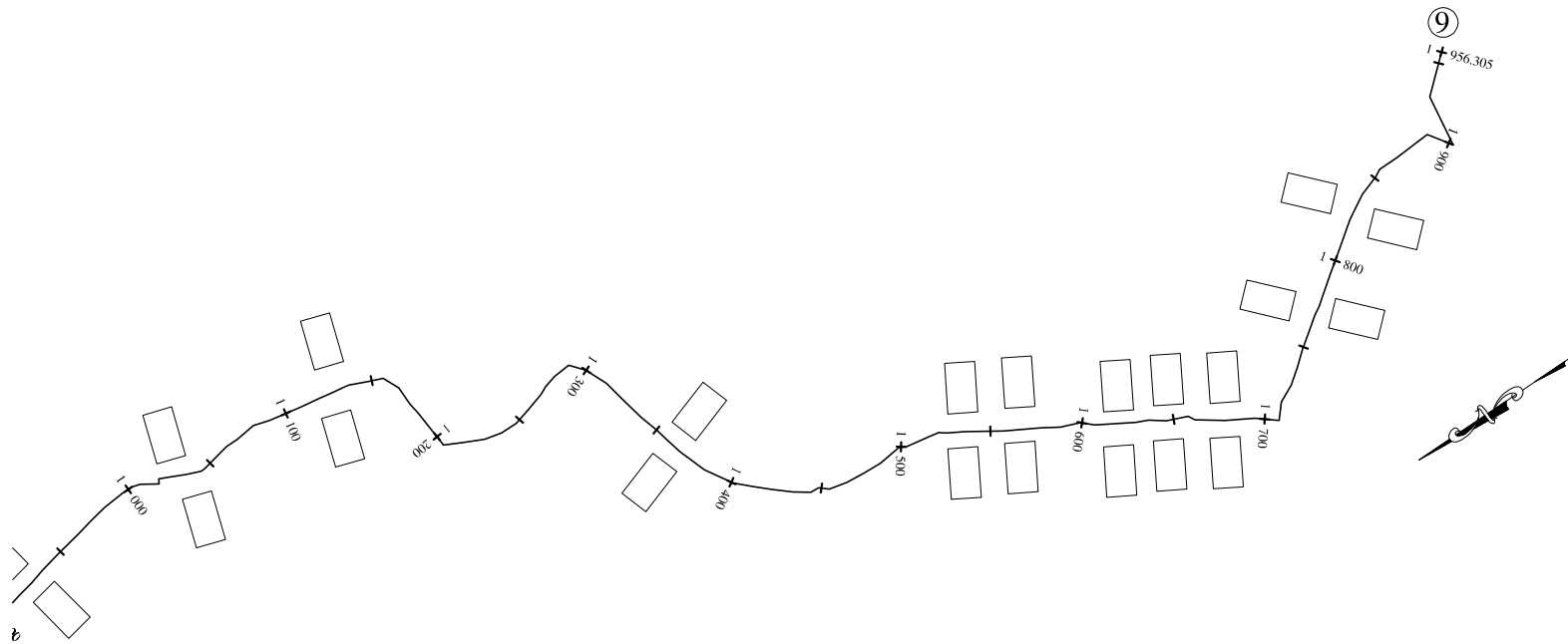
PROYECTO:  
 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
 PLANTA GENERAL DE DISEÑO

DISEÑO: WILLIAMS MORALES      DIBUJO: WILLIAMS MORALES      ESCALA: INDICADA

CALCULO: WILLIAMS MORALES      FECHA: AGOSTO DE 2011      ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

APROBADO: \_\_\_\_\_      HOJA: 4 / 13



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
PLANTA GENERAL DE DISEÑO

DISEÑO:  
WILLIAMS MORALES

DIBUJO:  
WILLIAMS MORALES

ESCALA:  
INDICADA

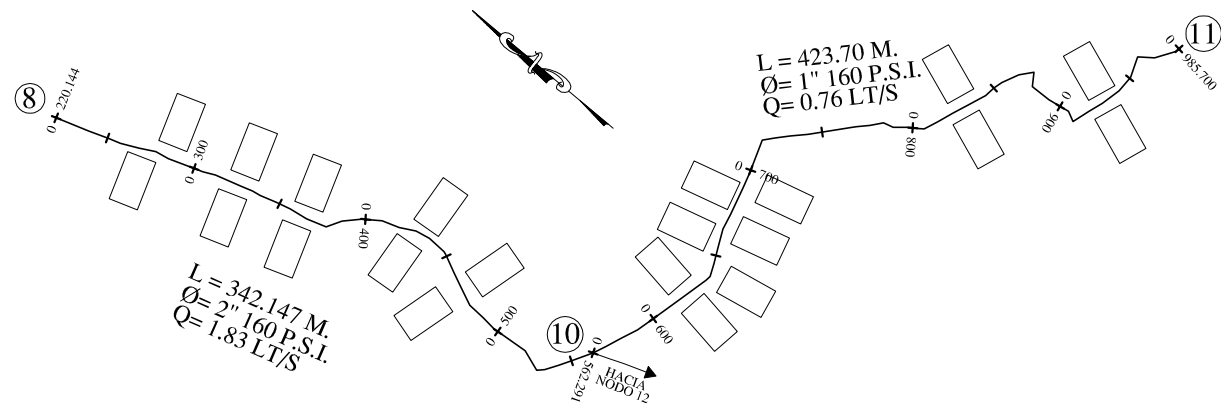
CALCULO:  
WILLIAMS MORALES

FECHA:  
AGOSTO DE 2011

ASESOR:  
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

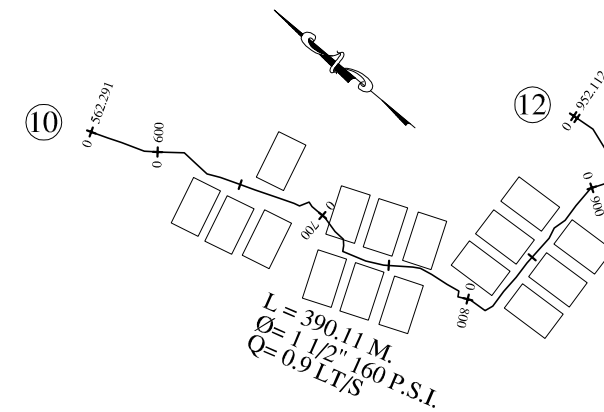
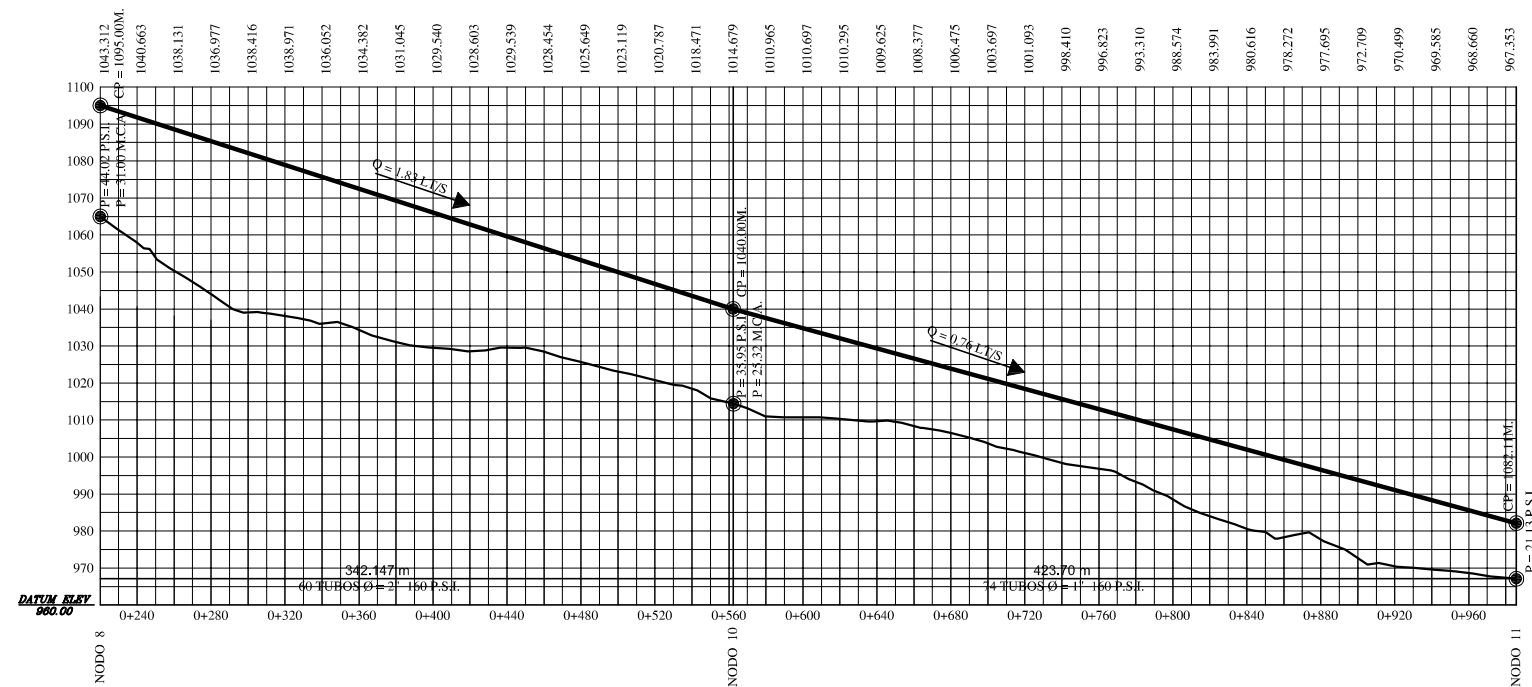
APROBADO:  
\_\_\_\_\_

HOJA:  
5 / 13



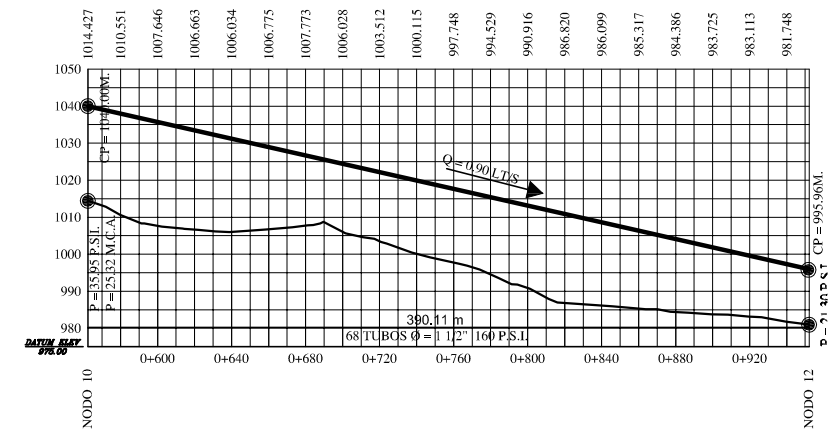
PLANTA - PERFIL DE NODO 8 A 11

ESC. 1/2000



PLANTA - PERFIL DE NODO 10 A 12

ESC. 1/2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
PLANTA GENERAL DE DISEÑO

DISEÑO:  
WILLIAMS MORALES

DIBUJO:  
WILLIAMS MORALES

ESCALA:  
INDICADA

CALCULO:  
WILLIAMS MORALES

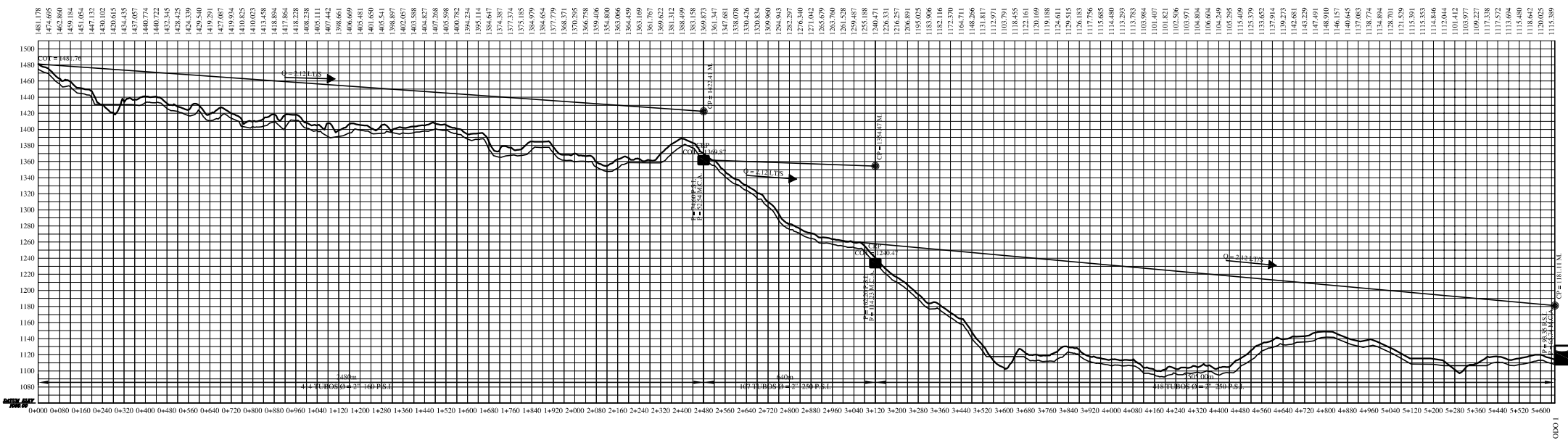
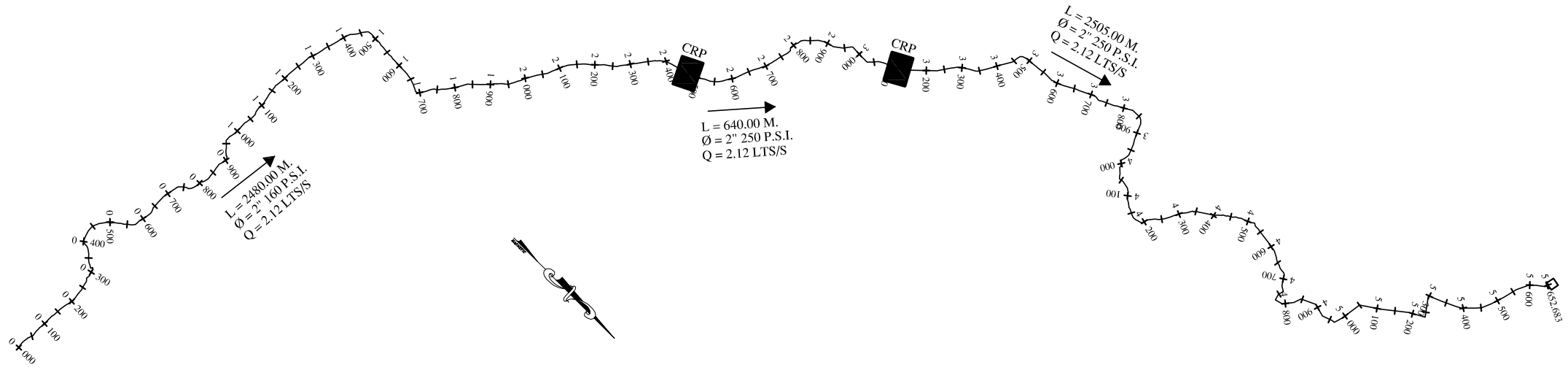
FECHA:  
AGOSTO DE 2011

ASESOR:  
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

APROBADO:

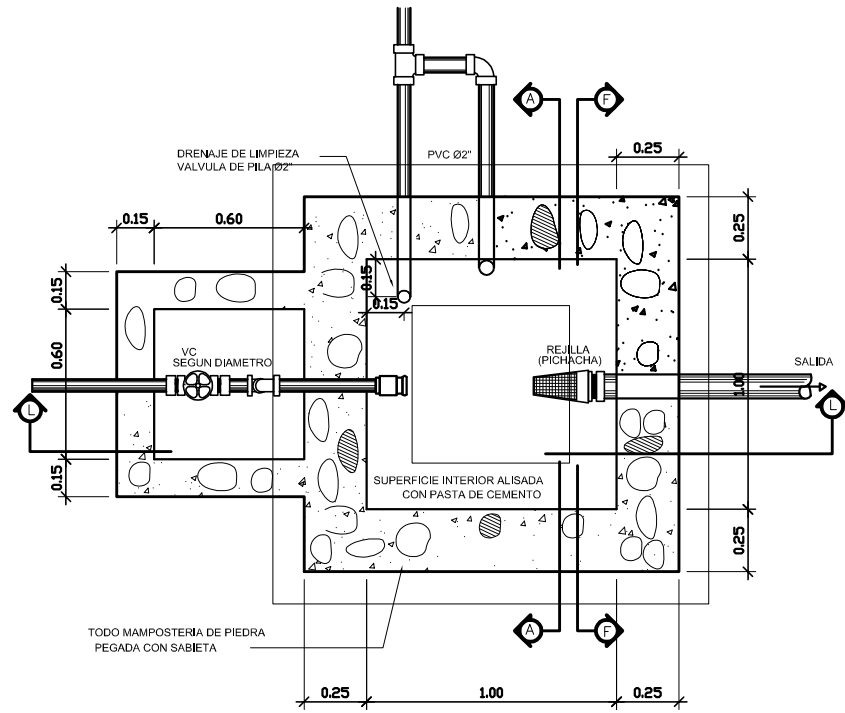
HOJA:

6 / 13

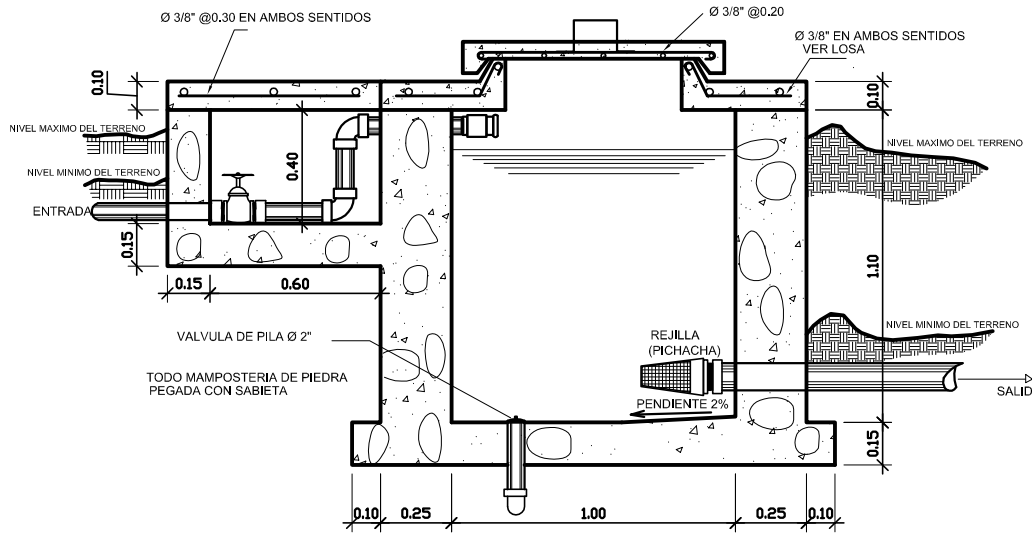


Escala:  
**Planta:** 1/1,000  
**Perfil:** 1/1,000

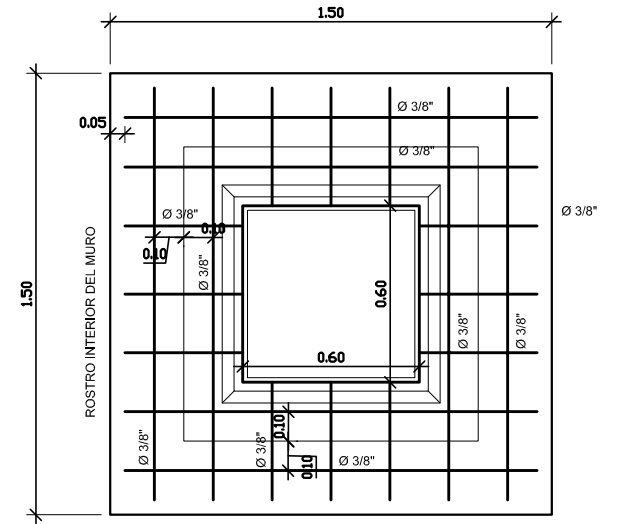
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ</b>
	CONTENIDO: <b>PLANTA GENERAL DE DISEÑO</b>	
DISEÑO: <b>WILLIAMS MORALES</b>	DIBUJO: <b>WILLIAMS MORALES</b>	ESCALA: INDICADA
CALCULO: <b>WILLIAMS MORALES</b>	FECHA: <b>AGOSTO DE 2011</b>	ASESOR: <b>ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ</b>
APROBADO: _____	HOJA: <b>7 / 13</b>	



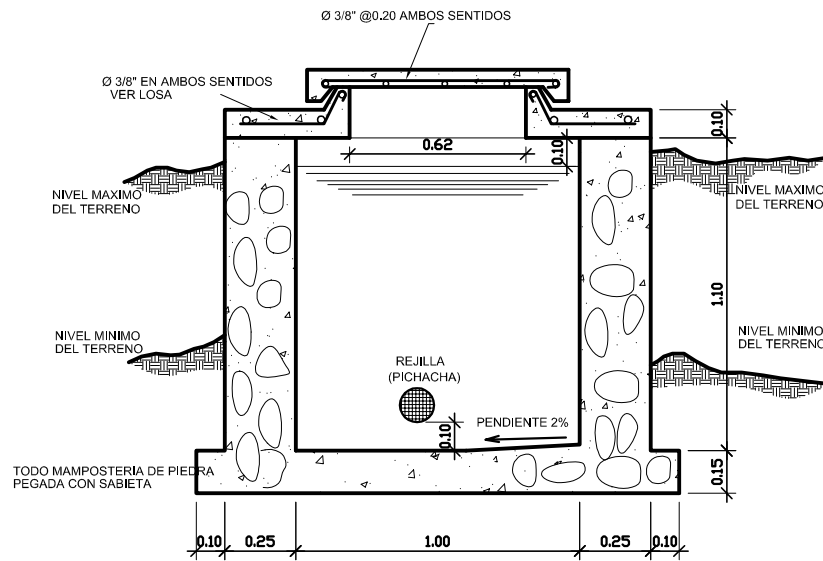
**PLANTA**  
CAJA ROMPE PRESION DE 1 m<sup>3</sup>  
SIN ESCALA



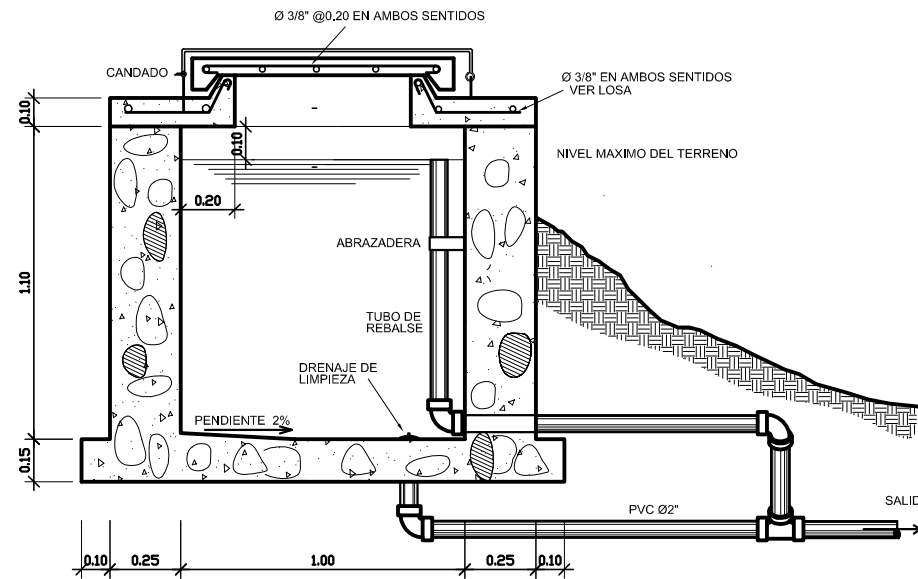
**SECCION L - L'**  
CAJA ROMPE PRESION DE 1 m<sup>3</sup>  
SIN ESCALA



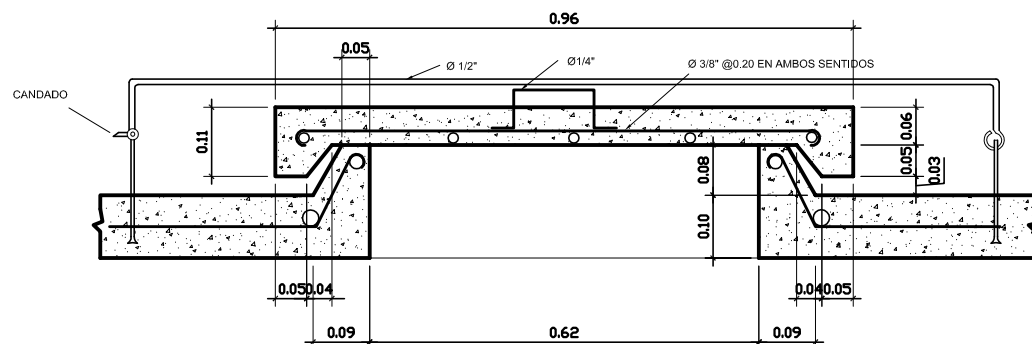
**PLANTA**  
TAPADERA DE CAJA ROMPE PRESION  
SIN ESCALA



**SECCION F - F'**  
CAJA ROMPE PRESION DE 1 m<sup>3</sup>  
SIN ESCALA



**SECCION A - A'**  
CAJA ROMPE PRESION DE 1 m<sup>3</sup>  
SIN ESCALA



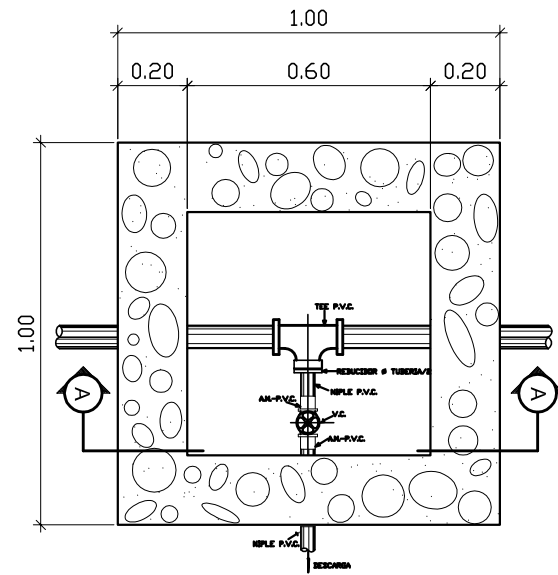
**PERFIL**  
TAPADERA DE CAJA ROMPE PRESION  
SIN ESCALA

**NOTAS :**

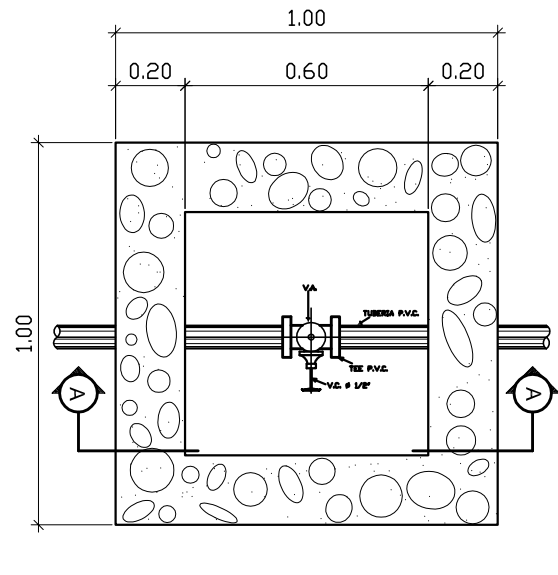
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLA:  
67 % PIEDRA  
33 % SABIETA
- 1: CEMENTO
- 2: ARENA DE RIO
- CONCRETO = F'c 3000 PSI = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- ACERO DE REFUERZO GRADO 40 = fy = 2,810 kg/cm<sup>2</sup>

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ
	CONTENIDO: DETALLES DE CAJAS ROMPE PRESION	
DISEÑO: WILLIAMS MORALES	DIBUJO: WILLIAMS MORALES	ESCALA: INDICADA
CALCULO: WILLIAMS MORALES	FECHA: AGOSTO DE 2011	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
APROBADO:		HOJA: 8 / 13





PLANTA  
VÁLVULA DE LIMPIEZA  
SIN ESCALA



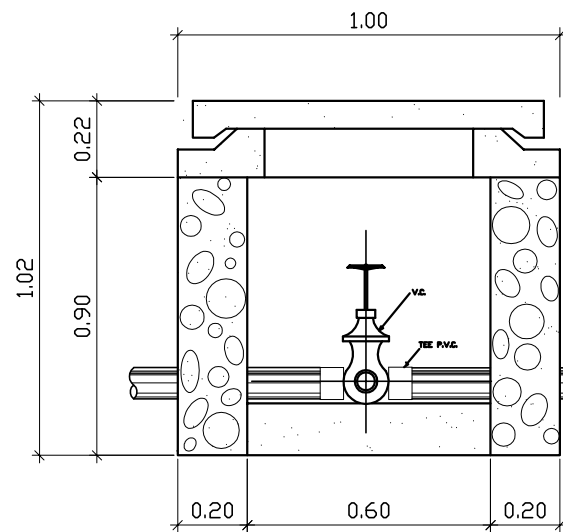
PLANTA  
VÁLVULA DE AIRE  
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES

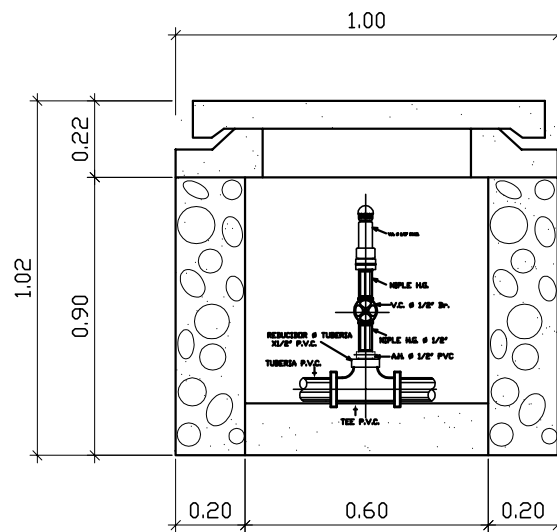
MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
-PIEDRA BOLA 67%  
-MORTERO 33%  
EL MONTERO A UTILIZAR SABIETA  
CEMENTO/ARENA (1:2)

CONCRETO:  
- $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2 \sim 3000\text{lb/plg}^2$   
PROPORCIÓN DE MEZCLA  
CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)

HIERRO:  
- $f'c=2810 \text{ Kg/cm}^2 \sim 40 \text{ KSI}$   
VARILLAS CORRUGADAS



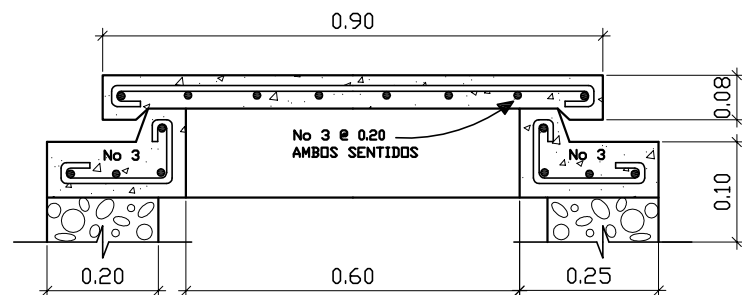
SECCIÓN A-A  
VÁLVULA DE LIMPIEZA  
SIN ESCALA



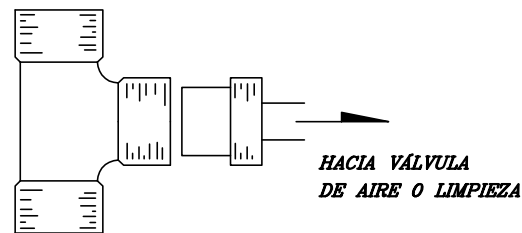
SECCIÓN A-A  
VÁLVULA DE AIRE  
SIN ESCALA

NOTAS:

- 1- LAS VÁLVULAS SE ASENTARÁN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
- 2- LAS CAJAS SE CONSTRUIRÁN DE PIEDRA BOLA
- 3- LAS TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO REFORZADO
- 4- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- 5- TODAS LAS PAREDES DEVEN IR ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCIÓN 2:1
- 6- EL DIAMETRO DE LA VÁLVULA DE LIMPIEZA SERA LA MITAD DEL DIAMETRO DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN



DETALLE  
TAPADERA CAJA DE VÁLVULAS  
SIN ESCALA



DETALLE  
CONEXIÓN DE VÁLVULAS  
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL  
SUPERVISADO

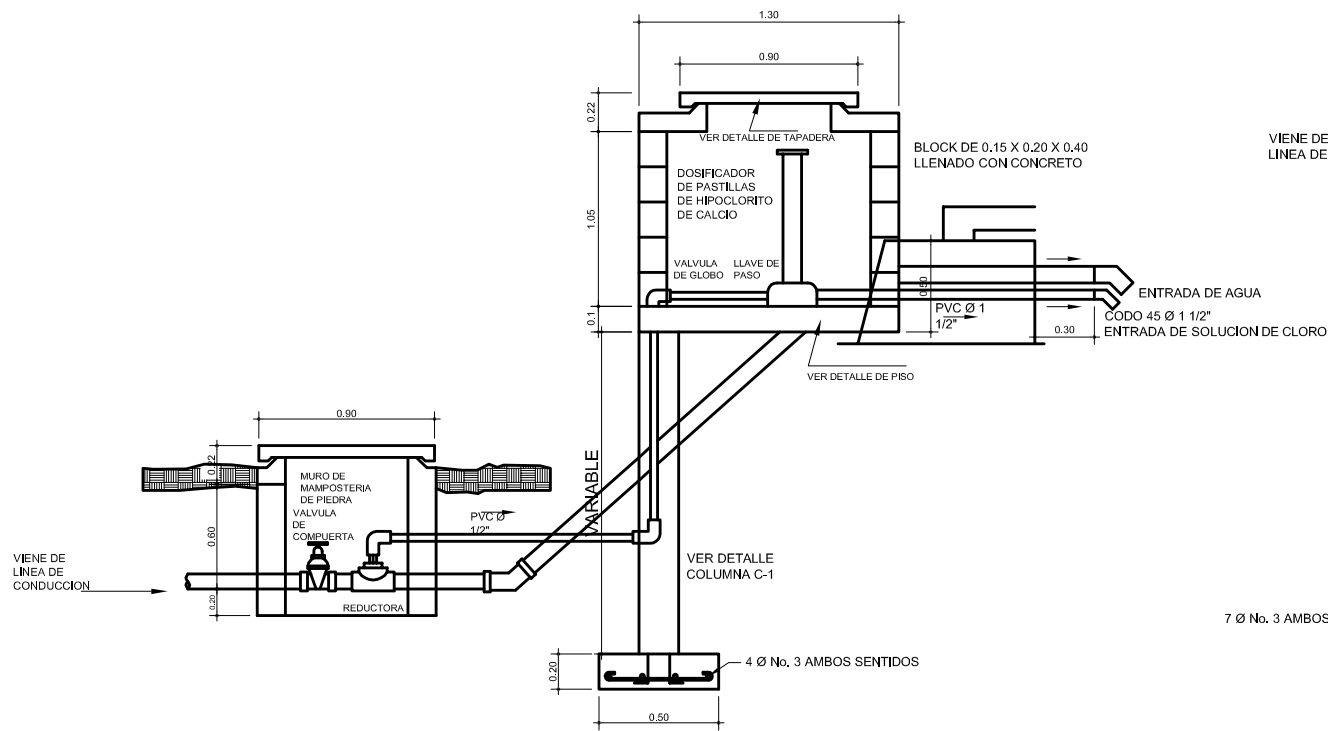
PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA ALDEA EL GUAPINOL  
GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO: DETALLES DE VÁLVULAS DE LIMPIEZA

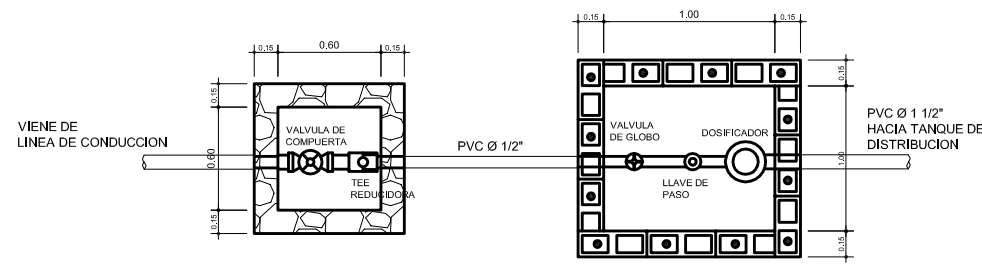
DISEÑO: WILLIAMS MORALES DIBUJO: WILLIAMS MORALES ESCALA: INDICADA

CALCULO: WILLIAMS MORALES FECHA: AGOSTO DE 2011 ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

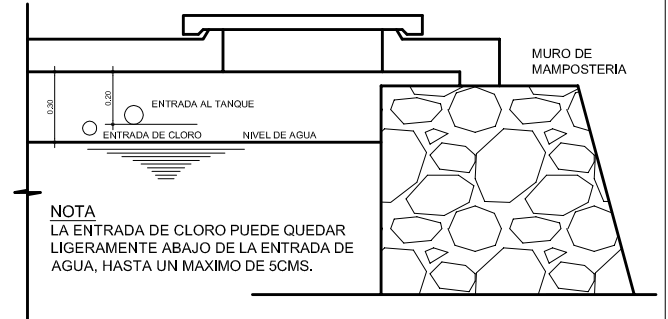
APROBADO: HOJA: 9/13



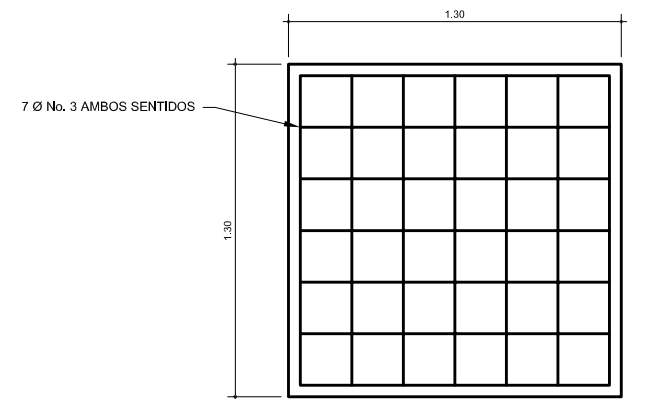
**DETALLE DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA A-A**  
SIN ESCALA



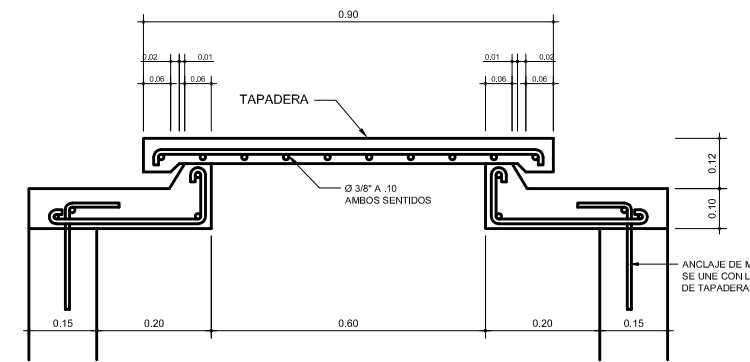
**PLANTA DE ENTRADA AL TANQUE Y CAJA DE VALVULA**  
SIN ESCALA



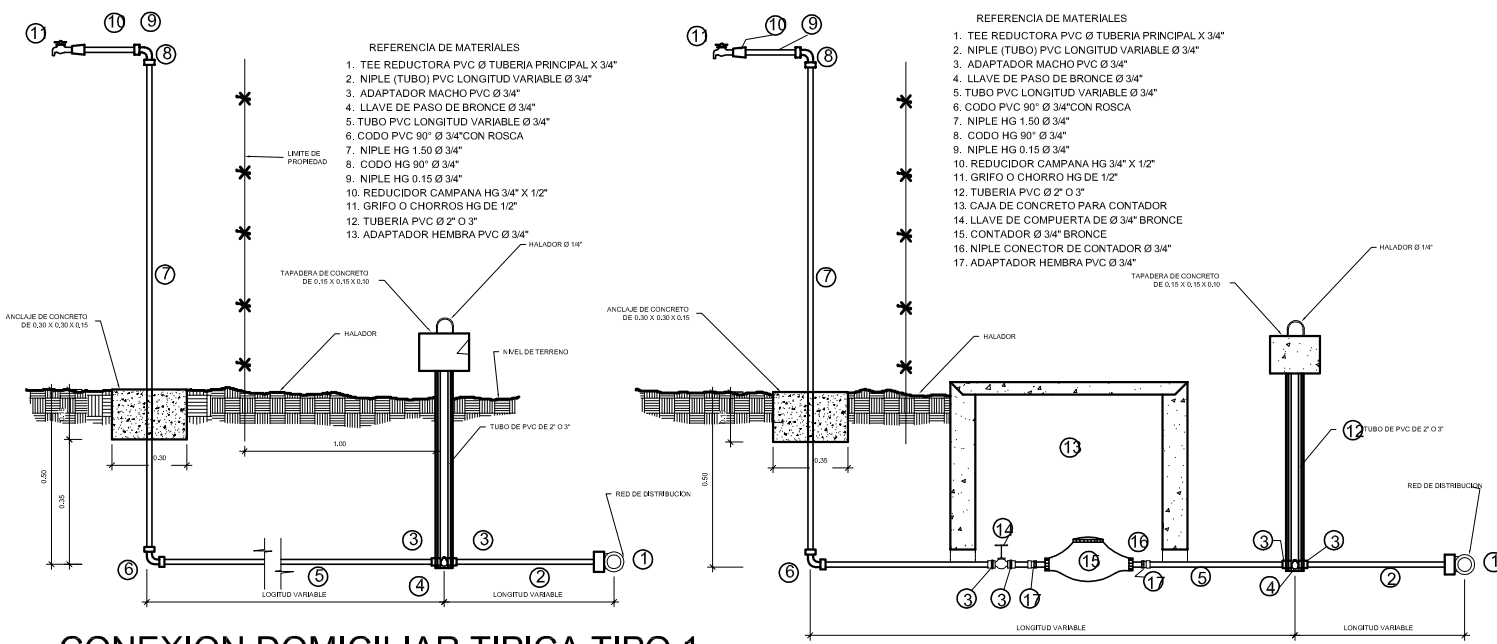
**PLANTA DE ENTRADA AL TANQUE**  
SIN ESCALA



**DETALLE DE PISO**  
ESCALA 17.5



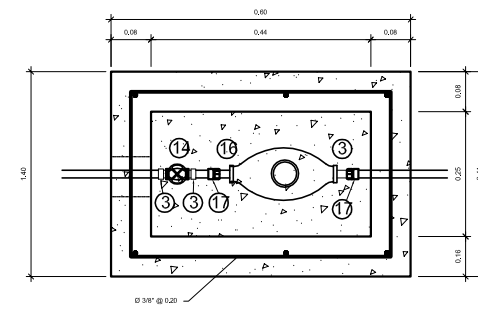
**DETALLE DE TAPADERA**  
SIN ESCALA



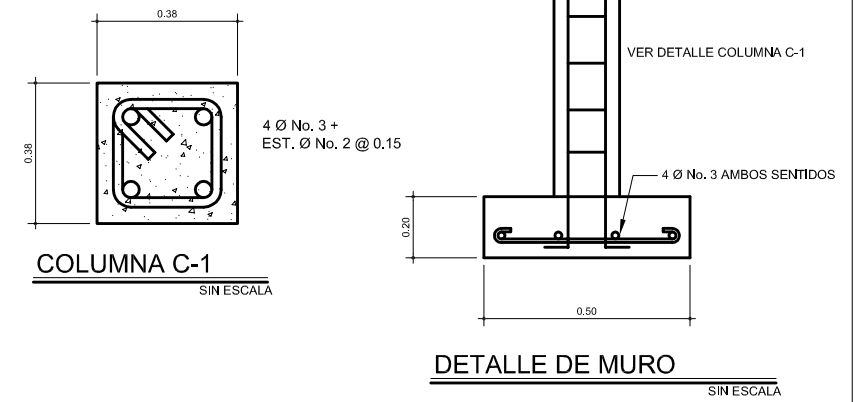
**CONEXION DOMICILIAR TIPO 1**  
SIN ESCALA

**CONEXION DOMICILIAR TIPO 2**  
SIN ESCALA

- REFERENCIA DE MATERIALES**
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
  2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
  3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
  4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
  5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
  6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
  7. NIPLE HG 1.50 Ø 3/4"
  8. CODO HG 90° Ø 3/4"
  9. NIPLE HG 0.15 Ø 3/4"
  10. REDUCTOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
  11. GRIFO Ø CHORROS HG DE 1/2"
  12. TUBERIA PVC Ø 2" Ø 3"
  13. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"
  14. HALADOR Ø 1/4"
  15. ANCLAJE DE CONCRETO DE 0.15 X 0.15 X 0.15
  16. TAPADERA DE CONCRETO DE 0.15 X 0.15 X 0.15
  17. RED DE DISTRIBUCION



**DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA**  
SIN ESCALA



**DETALLE DE MURO**  
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
DETALLES DE TANQUE Y DETALLE DE INSTALACION DOMICILIAR

DISEÑO: WILLIAMS MORALES	DIBUJO: WILLIAMS MORALES	ESCALA: INDICADA
CALCULO: WILLIAMS MORALES	FECHA: AGOSTO DE 2011	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
APROBADO: 		HOJA: 10 / 13

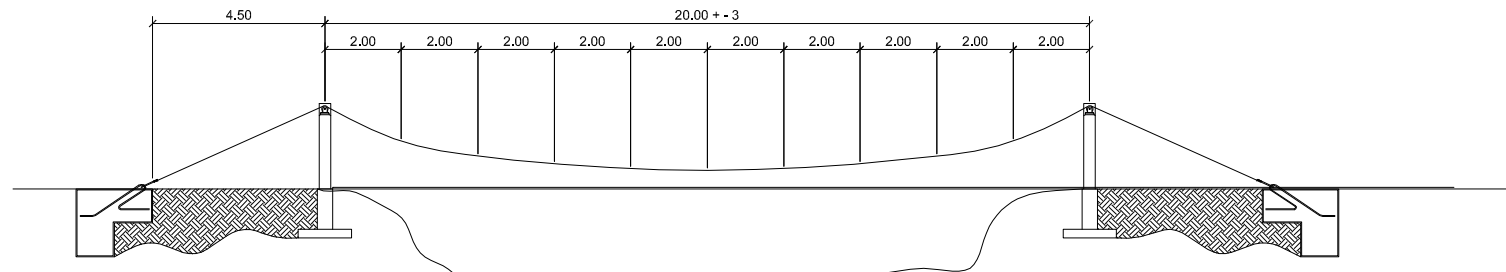
A. MATERIALES

- CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON REFUERZO DE RUPTURA A AL COMPRESION DE 210 kg/cm<sup>2</sup>. (3000 lbs/pulg<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA: PIEDRA BOLA 67% MORTERO 33% EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO: ARENA (1:2)
- ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksl
- CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.

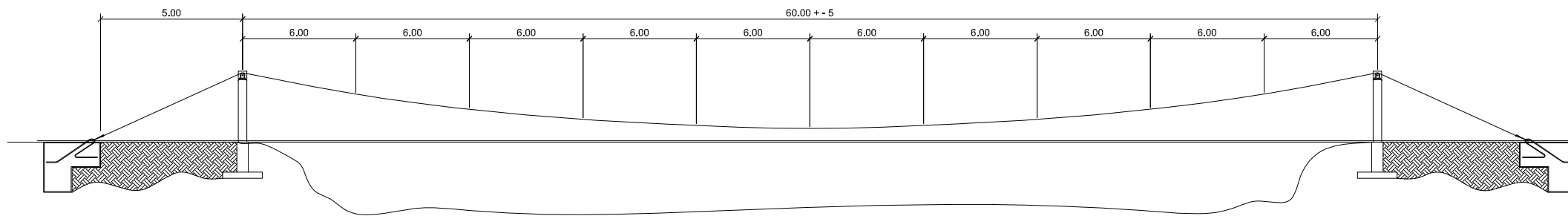
B. VARIOS

- EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
- LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
- EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE. EL PU
- EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
- A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
- TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
- TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEJERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
- SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL
- PARA LA UBICACION DE TODOS LOS PASOS AEREOS VER PLANOS DE PLANTA PERFIL

ESPECIFICACIONES			
Nº.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
1	1	CABLE TIRANTE Ø 5/8"	35
2	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	2.15
3	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.85
4	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.65
5	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.55
6	1	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.50
7	4	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
8	2	GUARDACABO	
9	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA Ø TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	

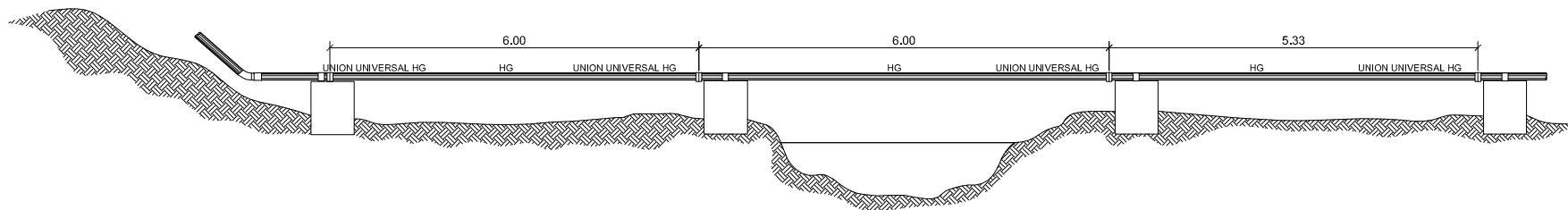


ELEVACIÓN PASO AÉREO DE 20 METROS DE LUZ  
ESCALA: 1/100

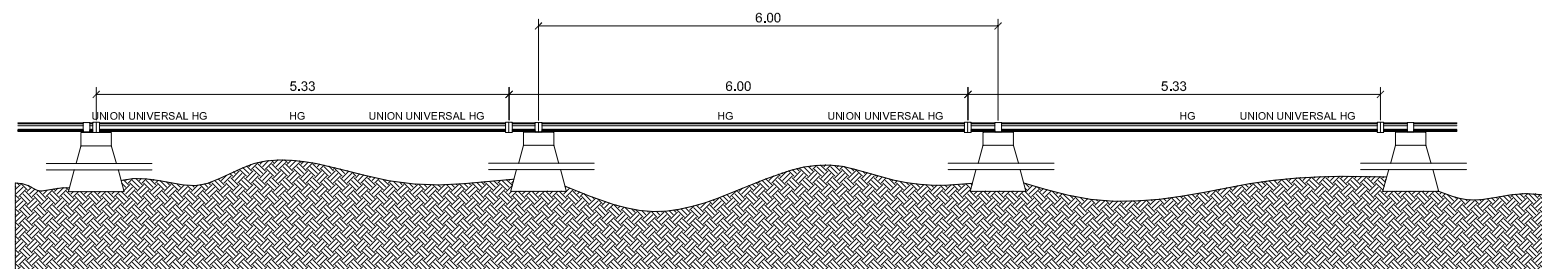


ELEVACIÓN PASO AÉREO DE 40 METROS DE LUZ  
ESCALA: 1/100

ESPECIFICACIONES			
Nº.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
1	1	CABLE TIRANTE Ø 5/8"	60
2	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	2.80
3	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	2.20
4	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.80
5	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.60
6	1	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.50
7	7	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
8	2	GUARDACABO	
9	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA Ø TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	



ELEVACIÓN PASO ZANJON TIPO C  
ESCALA: 1/50



ELEVACIÓN ANCLAJE DE TUBERIA A LA INTERPERIE  
ESCALA: 1/50



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
DETALLES DE TANQUE Y DETALLE DE INSTALACION DOMICILIAR

DISEÑO:  
WILLIAMS MORALES

DIBUJO:  
WILLIAMS MORALES

ESCALA:  
INDICADA

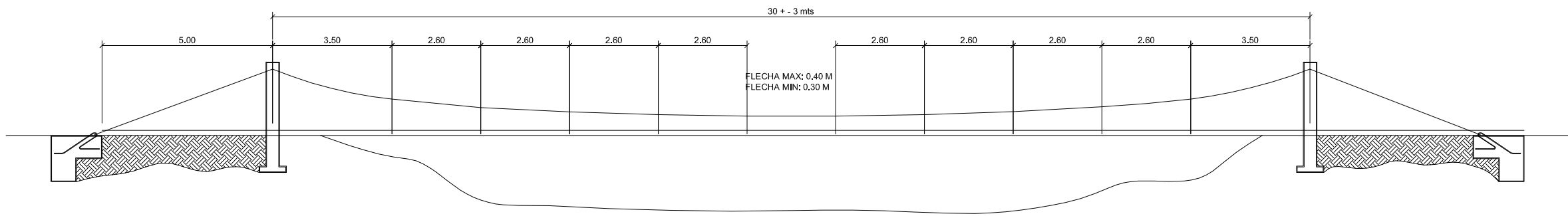
CALCULO:  
WILLIAMS MORALES

FECHA:  
AGOSTO DE 2011

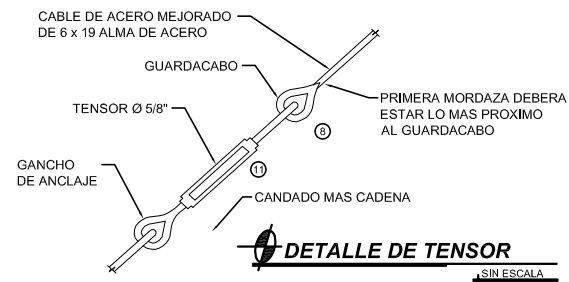
ASESOR:  
ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

APROBADO:

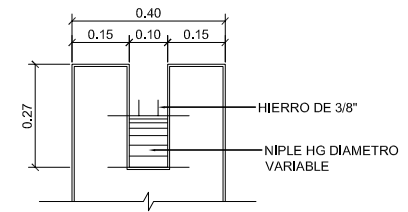
ESPECIFICACIONES			
No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
1	1	CABLE TIRANTE Ø 5/8"	48
2	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	2.45
3	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	2.00
4	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.75
5	2	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.55
6	1	CABLE DE SUSPENSION Ø 3/8"	1.50
7	6	TUBOS DE HG SEGUN DIAMETRO	
8	2	GUARDACABO	
9	54	MORDAZA DE 3/8"	
10	15	MORDAZA Ø TIRANTE	
11	1	TENSOR 5/8"	
12	2	UNION DRESSER	



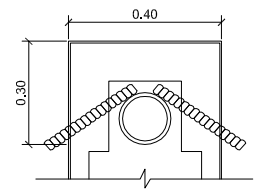
**ELEVACIÓN PASO AÉREO DE 30 METROS DE LUZ**  
ESCALA: 1/75



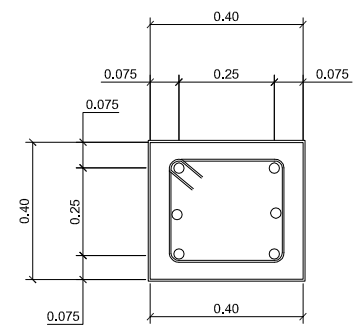
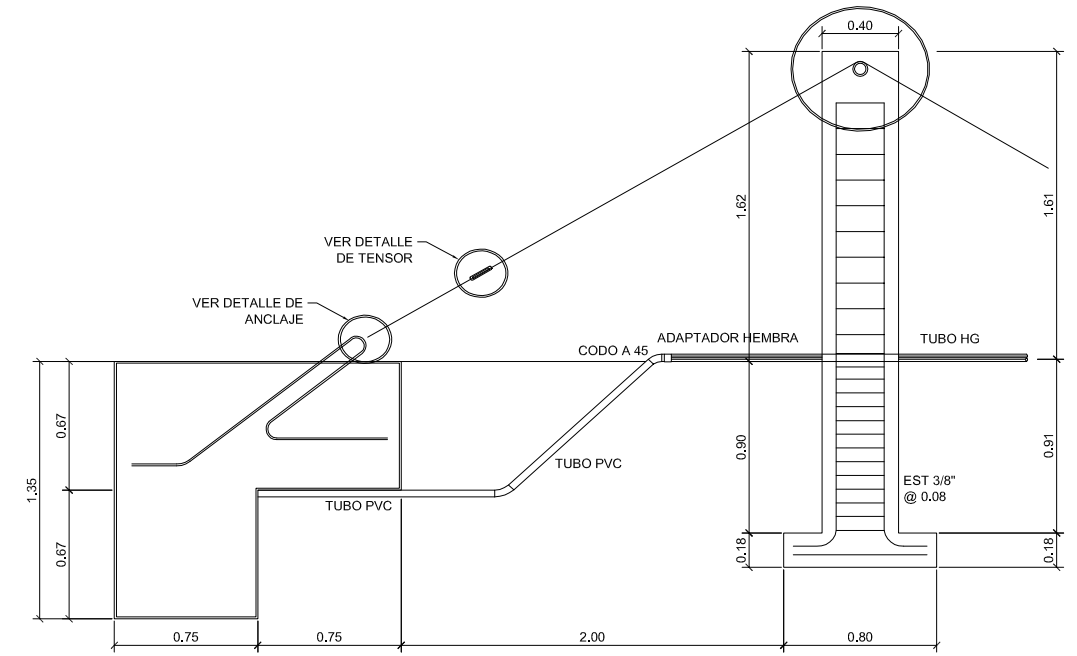
**DETALLE DE TENSOR**  
SIN ESCALA



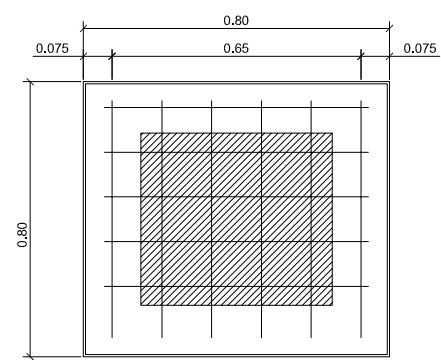
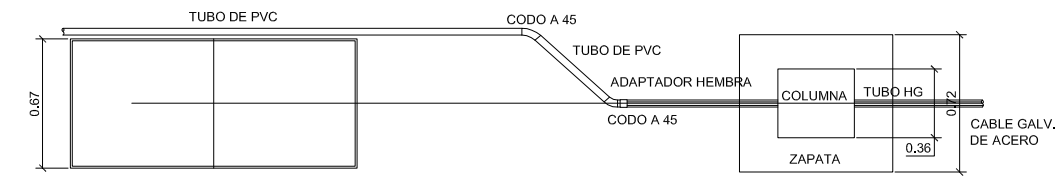
**VISTA LATERAL**  
SIN ESCALA



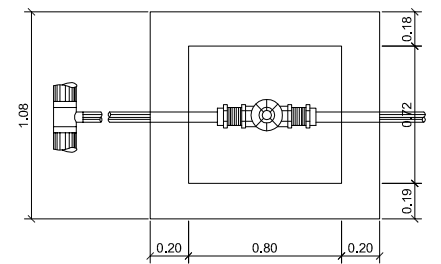
**DETALLE DE TOPO DE LA TORRE**  
SIN ESCALA



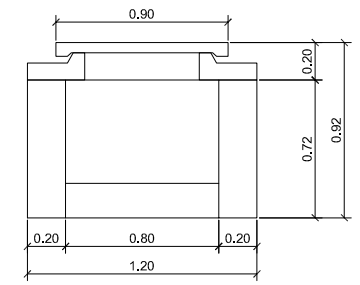
**DETALLE DE COLUMNA**  
ESCALA: 1/10



**PLANTA DE ZAPATA**  
ESCALA: 1/10



**PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA**  
ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:  
DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ

CONTENIDO:  
DETALLES DE TANQUE Y DETALLE DE INSTALACION DOMICILIAR

DISÑO: WILLIANS MORALES

DIBUJO: WILLIANS MORALES

ESCALA: INDICADA

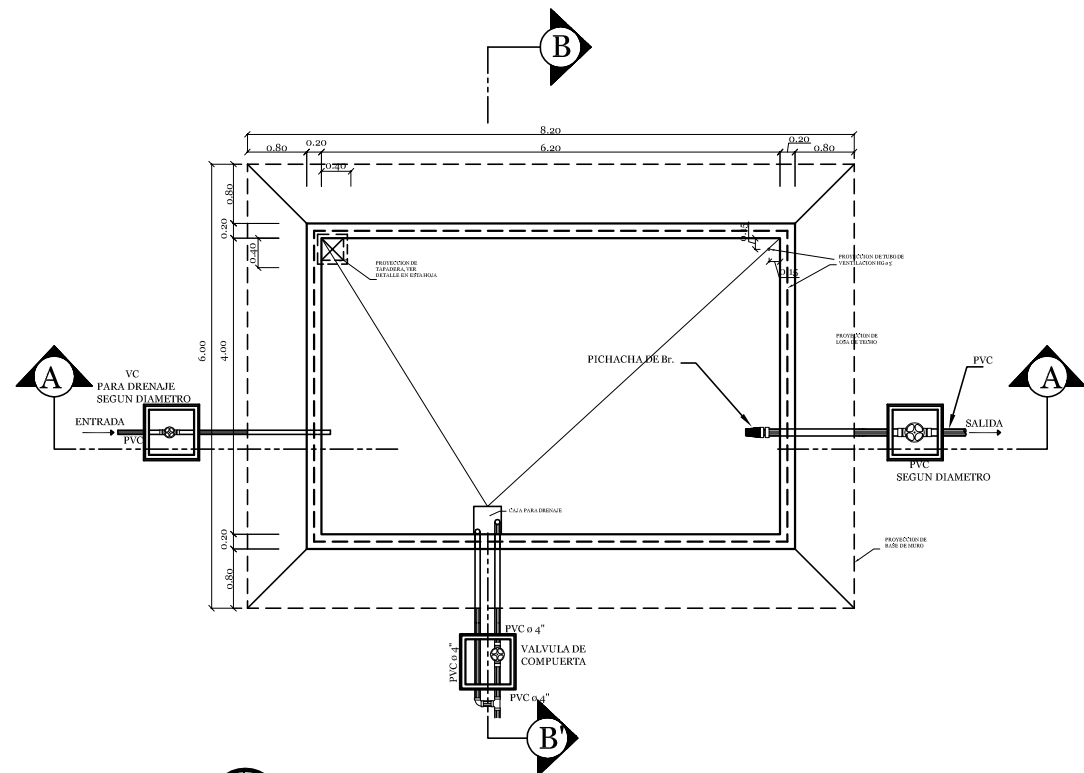
CALCULO: WILLIANS MORALES

FECHA: AGOSTO DE 2011

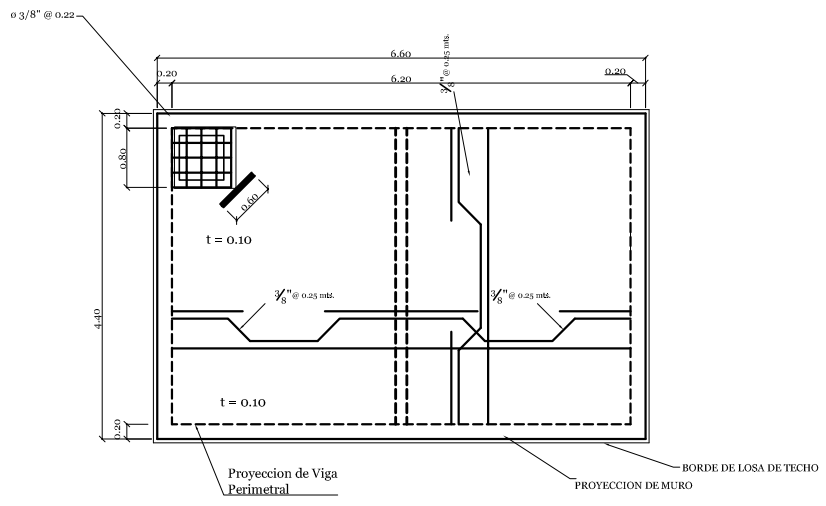
ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ

APROBADO:

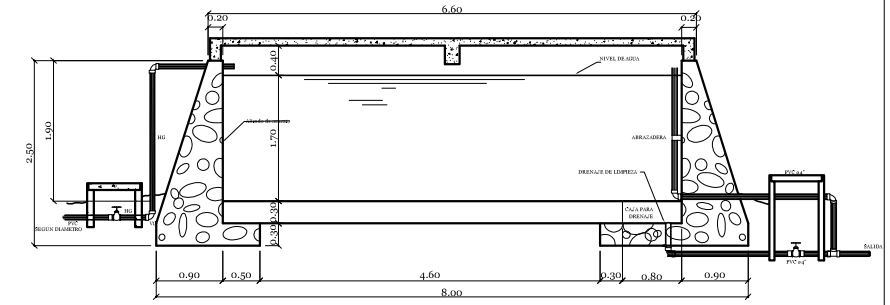
HOJA: 12 / 13



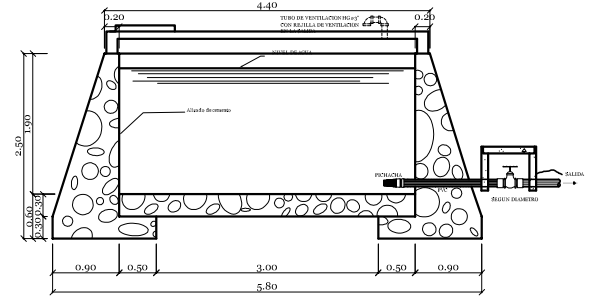
Planta de Tanque Esc 1:50



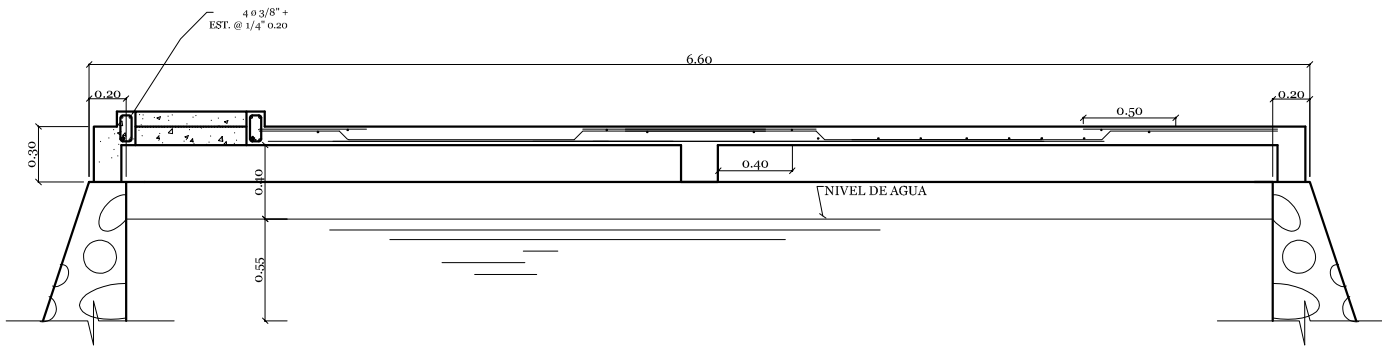
Planta Losa de Techo Esc 1:50



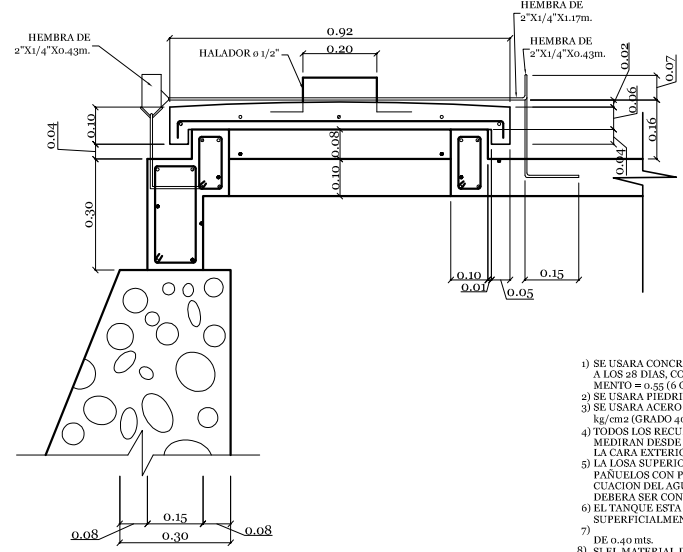
Seccion A - A' Esc 1:50



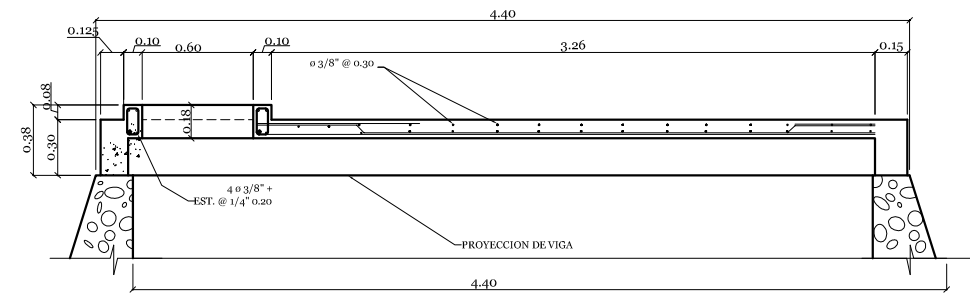
Seccion B - B' Esc 1:50



Seccion A - A' Esc 1:20

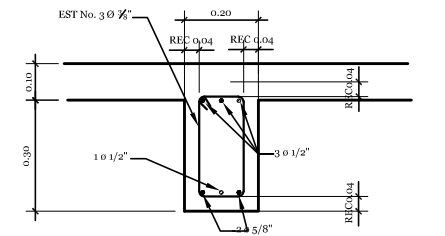


Detalle de Tapadera Esc 1:10

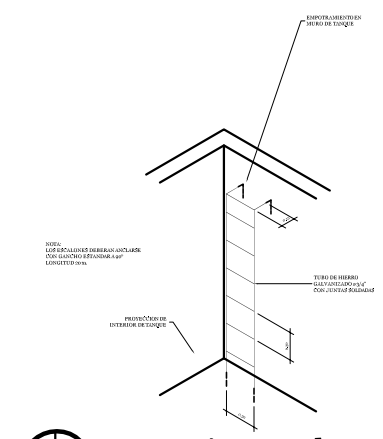


Seccion B - B' Esc 1:20

- 1) SE USARA CONCRETO CON  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  A LOS 28 DIAS, CON UNA RELACION AGUA/CEMENTO = 0.55 (6 CAL. SACPI).
- 2) SE USARA PIEDRIN DE  $3/4"$ .
- 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$  (GRADO 40 ISI).
- 4) TODOS LOS RECURBIMIENTOS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO.
- 5) LA LOSA SUPERIOR DEBERA FUNDIRSE CON PANELOS CON PENDIENTE DEL 1% PARA EVACUACION DEL AGUA PLUVIAL. LA SUPERFICIE DEBERA SER CON ACABADO CERNIDO.
- 6) EL TANQUE ESTA DISEÑADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTERRADO.
- 7) DE 0.40 MTS.
- 8) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA ANTES DE FUNDIR LA LOSA.
- 9) TODO LO REFERENTE A LONGITUDES DE ANCLAJE Y TRASLAPE DEL REFUERZO SE HARA CUMPLIENDO CON LAS ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE ACUEDUCTOS RURALES Y EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL AC-308.
- 10) SE DEBERA INVESTIGAR LA POSIBILIDAD DE LA EXISTENCIA DE SUBPRESION POR EL NIVEL FREATICO ALTO. SE DEBERAN TOMAR LAS MEDIDAS PERTINENTES.



Seccion B - B' Esc 1:10



Isometric Gradas Int. Esc 1:20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA EL GUAPINOL GRANADOS, BAJA VERAPAZ
	CONTENIDO: DETALLES DE TANQUE DE CAPTACION	
DISEÑO: WILLIANS MORALES	DIBUJO: WILLIANS MORALES	ESCALA: INDICADA
CALCULO: WILLIANS MORALES	FECHA: AGOSTO DE 2011	ASESOR: ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
APROBADO:	HOJA: 13 / 13	

**CALCULO DE LINEA DE CONDUCCION**

CAMINAMINETO		DISTANCIA METROS	LONGITUD TUBERIA	Q(DISEÑO) L/S	COE. HAZEN	PRESION T PSI	θ DISEÑO PULG	θ DISEÑO PULG	θ DISEÑO PULG(COME)	VELOCIDAD M/S	PERDIDA DE CARGA (m)	COTAS DE TERRENO		COTA PIEZOMETRICA	PRESION HIDRODINA	PRESION HIDROSTA
INICIAL	FINAL											INICIAL	FINAL			
0+000	2+480	2480	2604	2.12	150	160	15.4382384	1.75414401	2	1.04622	58.7593289	1481.17	1369.87	1422.410671	52.5406711	52.5406711
2+480	3+120	640	672	2.12	150	250	3.42678552	1.2877544	2	1.04622	15.1636978	1369.87	1240.47	1354.706302	114.236302	114.236302
3+120	5+652	2505	2630.25	2.12	150	250	13.8747882	1.7161032	2	1.04622	59.3516609	1240.47	1115.38	1181.118339	65.7383391	65.7383391

<b>DATOS</b>	
CAUDAL	2.12 L/S
TUBERIA	160 PSI
C	150

## DISEÑO DE RAMALES

### DATOS

TUBERIA	160 PSI	TASA	0.04	QmaxH	2.95
C	150	DISEÑO	21	FHM	1.8
		N-PER	4	DOT	100

RAMALES	TRAMOS		NODO	VIVIEN ACTUALE	VIVIEN FUTURA	VIVIEN FUTURA	Q Distrib	Q instantaneo	DISTANCIA METROS	LONGITUD TUBERIA	Q(DISEÑO) L/S	COE. HAZEN	PRESION T PSI	θ DISEÑO PULG	θ DISEÑO PULG	θ DISEÑO PULG(COME)	VELOCIDAD M/S	PERDIDA DE CARGA (m)	COTAS DE TERRENO		COTA PIEZOMETRICA	PRESION HIDRODINA	PRESION HIDROSTA
	INICIAL	FINAL																	INICIAL	FINAL			
1	0+000	0+442.32	0 A 1	52	118.50	119	0.025	2.170	442.32	464.436	2.170	150	160	4.729760678	1.375848677	1.5	1.90381333	44.4163161	1113.78	1046.13	1065.06	18.93	18.93
2	0+442.32	0+785.095	1 A 2	31	70.64	71	0.042	1.670	342.77	359.9085	1.670	150	160	3.789093836	1.31460646	1.5	1.46514667	21.2023367	1046.13	1005.82	1030.15	24.33	24.3
3	0+785.09	0+903.34	2 A 3	20	45.58	46	0.064	1.000	118.25	124.1625	1.000	150	160	1.644179582	1.107497519	1.5	0.87733333	2.83241314	1005.82	993.41	1016.95	23.54	24.3
4	0+903.34	1+026	3 A 4	11	25.07	25	0.118	0.730	122.66	128.793	0.730	150	160	0.98207272	0.996292328	1	1.44102	11.8241555	993.41	981.37	1005.27	23.9	23.5
5	0+785.09	1+060.65	2 A 6	7	15.95	16	0.184	0.580	275.55	289.3275	0.580	150	160	1.413395549	1.073630828	1.5	0.50885333	2.40933758	1005.78	993.5	1014.98	21.48	21.48
6	0+903.34	1+096.54	3 A 7	10	22.79	23	0.128	0.700	193.2	202.86	0.700	150	160	-6.653629511	0.56676	1	1.3818	17.2329004	993.41	996	1011.65	15.65	15
7	0+442.32	1+488.45	1 A 5	44	100.27	101	0.029	2.000	1046.13	1098.4365	2.000	150	160	14.38747041	1.728936913	2	0.987	22.2533271	1045.71	1000.48	1020.48	20	20
8	0+220.14	0+562.291	8 A 10	37	84.31	85	0.035	1.830	342.147	359.25435	1.830	150	160	3.635573884	1.30348905	2	0.903105	6.1752004	1064.34	1014.67	1040	25.33	25.32
9	0+562	0+952.11	10 A 12	16	36.46	37	0.080	0.900	390.11	409.6155	0.900	150	160	1.694496545	1.114373926	1.5	0.7896	7.6893774	1014.43	981.74	995.96	14.22	14.22
10	0+000	0+220.14	0 A 8	67	152.68	153	0.019	2.4	220.14	231.147	2.400	150	160	3.88088863	1.321083983	2	1.1844	6.56135541	1113.78	1064.34	1095	30.66	31
11	0+562	0+985.70	10 A 11	27	61.53	62	0.048	1.56	423.7	444.885	1.56	150	160	3.517338111	1.294669618	1	3.07944	166.440439	1014.67	967.35	1082	114.65	21.13
12	0+220.14	1+956.305	8 A 9	26	59.25	60	0.049	1.53	1736.16	1822.968	1.53	150	160	3.67156119	1.306128135	1.5	1.34232	91.3322894	1064.2	885	915	30	28.4