



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LOS CASERIOS DE AGUA BLANCA Y CINCO
ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA,
HUEHUETENANGO**

Helber Ariel Gómez Gómez

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LOS CASERIOS DE AGUA BLANCA Y CINCO
ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA,
HUEHUETENANGO**

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

HELBER ARIEL GÓMEZ GÓMEZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos |
| VOCAL I: | Ing. Glenda Patricia García Soria |
| VOCAL II: | Inga. Alba Maritza Guerrero de López |
| VOCAL III: | Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón |
| VOCAL IV: | Br. José Milton De León Bran |
| VOCAL V: | Br. Isaac Sultán Mejía |
| SECRETARIA: | Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Sydney Alexander Samuels Milson |
| EXAMINADOR: | Ing. Julio Luna Aroche |
| EXAMINADOR: | Ing. Jorge Lam Lan |
| EXAMINADOR: | Ing. Augusto René Pérez Méndez |
| SECRETARIO: | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 26 de julio de 2005.



Helber Ariel Gómez Gómez

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala 09 de octubre de 2009.
Ref.EPS.DOC.1450.10.09.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Helber Ariel Gómez Gómez** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9631225**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO”**.

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

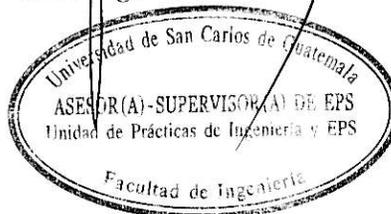
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
JMC/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 09 de octubre de 2009.
Ref.EPS.D.703.10.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Helber Ariel Gómez Gómez**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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.

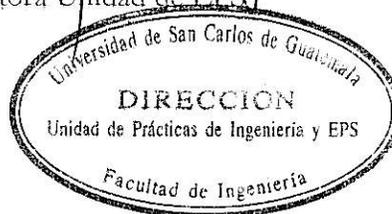
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todas"


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

NISZ/ra





Guatemala,
5 de noviembre de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

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

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Helber Ariel Gómez Gómez, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Helber Ariel Gómez Gómez, titulado DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels Milson



Guatemala, noviembre 2009.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.516.09

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 DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS DE AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO**, presentado por el estudiante universitario **Helber Ariel Gómez Gómez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large loop and several vertical strokes.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, noviembre de 2009



/cc

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS: Ser Supremo que me dio la vida y sabiduría, para llegar a este triunfo.

MIS PADRES: Antonio Gómez y Dominga Gómez (D.E.P.), por sus esfuerzos para ser de mi un hombre de principios y valores.

MI ESPOSA E HIJAS: Regina Castillo, Andreita Gomez y Estercita Gomez, por llenar mi vida de felicidad.

MIS HERMANOS: Haydee, Araceli, Saúl, Luís, Noe, Juan Carlos, Paty y Mónica, por su apoyo y cariño que me han brindado.

MI ABUELITA: Maria Gomez Santos, por darme amor y llenar en mi vida el vacío de mi madre.

MI FAMILIA EN GENERAL: por el apoyo que me han brindado.

ACTO QUE DEDICO A:

Dios, Ser Supremo que hizo el universo, y nos ha dado un planeta maravilloso para vivir y desarrollarnos como personas.

Mis padres Antonio Gómez y Dominga Gómez, en su memoria eternamente agradecido.

Universidad San Carlos de Guatemala, casa de estudios que nos ha formado como profesionales, en este país hermoso como lo es Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--------------------------------|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES | VII |
| LISTA DE ABREVIATURAS | IX |
| GLOSARIO | XI |
| RESUMEN | XIII |
| OBJETIVOS | XV |
| INTRODUCCIÓN | XVII |

1 MONOGRAFÍA DE LOS CASERÍOS AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO

| | |
|--|----------|
| | 1 |
| 1.1 Aspectos históricos de las comunidades | 1 |
| 1.2 Aspectos físicos | 1 |
| 1.2.1 Ubicación y localización | 1 |
| 1.2.2 Población actual | 3 |
| 1.2.3 Topografía | 3 |
| 1.2.4 Clima | 3 |
| 1.3 Aspectos de infraestructura | 3 |
| 1.3.1 Vías de acceso | 3 |
| 1.3.2 Tipología de las viviendas | 4 |
| 1.3.3 Servicios públicos | 4 |
| 1.3.4 Centros de salud | 4 |
| 1.3.5 Disposición de aguas servidas | 4 |
| 1.4 Aspectos socioeconómicos | 5 |
| 1.4.1 Origen de la comunidad | 5 |
| 1.4.2 Actividad económica | 5 |

| | | |
|----------|--|----------|
| 1.4.3 | Etnia, religión y costumbres | 5 |
| 1.4.4 | Alfabetismo | 6 |
| 1.4.5 | Organización comunitaria | 6 |
| 1.5 | Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos | 6 |
| 1.5.1 | Descripción de las necesidades | 6 |
| 1.5.2 | Priorización de las necesidades | 7 |
| 2 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO AGUA BLANCA, MIXLAJ, CHIANTLA, HUEHUETENANGO | 9 |
| 2.1 | Descripción del proyecto | 9 |
| 2.2 | Fuentes de agua | 9 |
| 2.2.1 | Selección de la fuente | 9 |
| 2.2.2 | Aforo de las fuentes de agua | 9 |
| 2.3 | Calidad de agua | 10 |
| 2.3.1 | Examen bacteriológico | 10 |
| 2.3.2 | Análisis físico | 10 |
| 2.3.3 | Análisis químico | 11 |
| 2.4 | Levantamiento topográfico | 12 |
| 2.4.1 | Planimetría | 12 |
| 2.4.2 | Altimetría | 12 |
| 2.5 | Cálculo de la población futura | 12 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.5.1 | Población actual y tasa de crecimiento | 12 |
| 2.5.2 | Período de diseño | 12 |
| 2.5.3 | Población futura | 13 |
| 2.6 | Criterios de diseño | 13 |
| 2.6.1 | Dotación de agua | 13 |
| 2.6.2 | Factores de consumo | 14 |
| 2.6.2.1 | Factor día máximo | 15 |
| 2.6.2.2 | Factor hora máxima | 15 |
| 2.6.3 | Caudales de diseño | 16 |
| 2.6.3.1 | Caudal medio diario | 16 |
| 2.6.3.2 | Caudal máximo diario | 16 |
| 2.6.3.3 | Caudal máximo horario | 16 |
| 2.6.3.4 | Presión mínima y máxima | 17 |
| 2.7 | Diseño hidráulico del sistema de agua potable | 17 |
| 2.7.1 | Generalidades básicas | 17 |
| 2.7.2 | Tipos de tubería | 18 |
| 2.7.2.1 | Tubería de PVC | 18 |
| 2.7.2.2 | Tubería de hierro galvanizado | 20 |
| 2.8 | Diseño de componentes del sistema | 20 |
| 2.8.1 | Captación | 20 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.8.2 | Línea de conducción | 21 |
| 2.8.2.1 | Por gravedad | 21 |
| 2.8.3 | Tanque de distribución | 23 |
| 2.8.4 | Red de distribución | 30 |
| 2.8.5 | Conexiones domiciliarias | 31 |
| 2.8.6 | Obras de arte | 31 |
| 2.8.7 | Sistema de desinfección | 32 |
| 2.9 | Estudio de impacto ambiental | 33 |
| 2.10 | Elaboración de planos | 34 |
| 2.11 | Presupuesto del sistema de agua potable | 35 |
| 2.12 | Operación y mantenimiento | 36 |
| 3 | DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CINCO ARROYOS, MIXLAJ, CHIANTLA, HUEHUETENANGO | 39 |
| 3.1 | Descripción del proyecto | 39 |
| 3.2 | Fuentes de agua | 39 |
| 3.2.1 | Selección de la fuente | 39 |
| 3.2.2 | Aforo de las fuentes de agua | 39 |
| 3.3 | Calidad de agua | 39 |
| 3.3.1 | Examen bacteriológico | 39 |
| 3.3.2 | Análisis físico | 40 |
| 3.3.3 | Análisis químico | 40 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.4 | Levantamiento topográfico | 41 |
| 3.4.1 | Planimetría | 41 |
| 3.4.2 | Altimetría | 41 |
| 3.5 | Cálculo de la población futura | 41 |
| 3.5.1 | Población actual y tasa de crecimiento | 41 |
| 3.5.2 | Período de diseño | 41 |
| 3.5.3 | Población futura | 41 |
| 3.6 | Criterios de diseño | 42 |
| 3.6.1 | Dotación de agua | 42 |
| 3.6.2 | Factores de consumo | 43 |
| 3.6.2.1 | Factor día máximo | 43 |
| 3.6.2.2 | Factor hora máxima | 43 |
| 3.6.3 | Caudales de diseño | 43 |
| 3.6.3.1 | Caudal medio diario | 43 |
| 3.6.3.2 | Caudal máximo diario | 43 |
| 3.6.3.3 | Caudal máximo horario | 44 |
| 3.6.3.4 | Presión máxima y mínima | 44 |
| 3.7 | Diseño hidráulico del sistema de agua potable | 44 |
| 3.7.1 | Generalidades básicas | 44 |
| 3.7.2 | Tipos de tubería | 45 |
| 3.7.2.1 | Tubería de PVC | 45 |
| 3.7.2.2 | Tubería de hierro galvanizado | 45 |
| 3.8 | Diseño de componentes del sistema | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 3.8.1 Captación | 45 |
| 3.8.2 Línea de conducción y red de distribución | 45 |
| 3.8.3 Tanque de distribución | 47 |
| 3.8.4 Conexiones domiciliarias | 48 |
| 3.8.5 Obras hidráulicas | 48 |
| 3.8.6 Sistema de desinfección | 48 |
| | |
| 3.9 Estudio de impacto ambiental | 49 |
| 3.10 Elaboración de planos | 51 |
| 3.11 Presupuesto del sistema de agua potable | 51 |
| 3.12 Operación y mantenimiento | 52 |
| | |
| CONCLUSIONES | 53 |
| RECOMENDACIONES | 55 |
| BIBLIOGRAFÍA | 57 |
| APÉNDICE | 59 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| I | Cuadro resumen cálculo hidráulico, línea de conducción, Agua Blanca | 22 |
| II | Momentos producidos respecto a un punto | 29 |
| III | Calculo de cota piezométrica y presiones, red de Distribución, Agua Blanca | 31 |
| IV | Presupuesto del sistema de agua potable, Agua Blanca | 36 |
| V | Planificación de mantenimiento, Agua Blanca | 37 |
| VI | Cuadro de resumen cálculo hidráulico, línea de conducción y red de distribución, Cinco Arroyos | 47 |
| VII | Presupuesto del sistema de agua potable, Cinco Arroyos | 51 |
| VIII | Operación y mantenimiento, Cinco Arroyos | 52 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| Símbolo | Significado |
|--------------------|--|
| ASTM. | Sociedad Americana para Pruebas y Materiales |
| AWWA. | American Water Works Association |
| B. | Peso específico del agua. |
| BM. | Punto de marca altimétrico del terreno. |
| C. | Coeficiente de fricción, coeficiente de capacidad hidráulica de tubería. |
| D. | Diámetro. |
| E. | Estación. |
| E.P.S. | Ejercicio Profesional Supervisado. |
| FDM. | Factor de día máximo. |
| FHM. | Factor de hora máximo. |
| H. | Altura. |
| Hf. | Pérdida de carga. |
| Hg. | Hierro galvanizado. |
| Km. | Kilómetro. |
| l/s | Litros por segundo. |
| L/hab./día. | Litros por habitante por día. |
| m. | Metro |
| m/s. | Metros por segundo. |
| Mca. | Metros columna de agua. |
| P. | Presión. |
| P.S.I. | Libras por pulgada cuadrada. |
| P.U. | Precio unitario. |
| P.V.C. | Cloruro de polivinilo. |
| Q. | Caudal. |

| | |
|-------------|------------------------|
| Qm. | Caudal medio diario. |
| Qmd. | Caudal máximo diario. |
| Qmh. | Caudal máximo horario. |
| Qv. | Caudal de vivienda. |
| r. | Tasa de crecimiento. |

GLOSARIO

| | |
|----------------------------|--|
| Aforo | Operación que consiste en medir un caudal de agua. |
| Agua potable | Agua que es sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos. |
| Aguas domiciliarias | Son las aguas que fueron utilizadas en una vivienda y poseen un grado de contaminación. |
| Aldea | Centro poblado, formado por un conjunto de viviendas las cuales no albergan más de 10,000 personas. |
| Analfabeta | Persona que no sabe leer ni escribir comprendida entre las edades de 15 a 64 años. |
| Bases de diseño | Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto. |
| Cantón | Centro poblado que alberga a un pequeño grupo de personas. En algunos casos cuentan con servicios básicos. |
| Captación | Es el medio que se utiliza para almacenar el agua de una fuente, debiendo cumplir con especificaciones de saneamiento o sanitarias para el agua. |
| Carencia | Falta de alguna cosa. |

| | |
|--------------------------|--|
| Caserío | Población rural agrupada en un paraje o finca, no llena las condiciones de una aldea. |
| Caudal | Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto. |
| Consumo | Cantidad de agua real que utiliza una persona. |
| Cota de terreno | Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado. |
| Cota piezométrica | Máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución, es decir, que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro. |
| Letrina | Pozo ciego destinado a recibir heces fecales y orina. |
| Presión | Es la fuerza ejercida sobre un área determinada. |

RESUMEN

El presente trabajo de graduación trata sobre el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, del municipio de Chiantla, Huehuetenango, producto de la priorización de necesidades del municipio.

Los sistemas contarán con una línea de conducción, tanque de distribución, red de distribución y conexiones domiciliarias. También se implementará un sistema de desinfección a base de cloración, para garantizar la potabilidad del agua.

Con la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Agua Blanca, Mixlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango serán beneficiadas actualmente 174 habitantes con una inversión de Q198,869.16, y con la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cinco Arroyos, Mixlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango serán beneficiadas actualmente 150 habitantes con una inversión de Q232,162.49.

OBJETIVOS

❖ GENERAL

Contribuir al desarrollo integral de los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, Chiantla, del departamento de Huehuetenango, implementando un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes, para así elevar su calidad de vida.

❖ ESPECÍFICOS:

1. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango.
2. Desarrollar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango.
3. Capacitar a los miembros de los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango, sobre aspectos de mantenimiento y operación del sistema de agua potable.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación tiene como objetivo primordial desarrollar el diseño de los proyectos: **sistema de abastecimiento de agua potable para los caseríos AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MIXLAJ, DEL MUNICIPIO DE CHIANTLA HUEHUETENANGO**, ambas comunidades se localizan dentro de un radio de 17 km. de la cabecera municipal.

Dicha práctica fue asesorada por la unidad de E.P.S. (Ejercicio Profesional Supervisado) de la Facultad de Ingeniería, en coordinación con la U.T.M. (Unidad Técnica de la Municipalidad de Chiantla, Huehuetenango). La realización de la misma fue un esfuerzo de la comunidad, con el objetivo de disminuir los problemas que actualmente se presentan.

Los caseríos en mención tienen una población actual de 174 y 150 habitantes respectivamente, y los proyectos se diseñan para un período de diseño de 20 años. En la primera parte del trabajo se presenta una monografía y el diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos. La segunda parte contiene el desarrollo del diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable y al final se adjuntan las conclusiones, recomendaciones, planos y presupuestos de cada proyecto.

1 MONOGRAFÍA DE LOS CASERÍOS AGUA BLANCA Y CINCO ARROYOS, MUNICIPIO DE CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

1.1 Aspectos históricos de las comunidades

Chiantla es un pueblo de origen precolombino, tuvo por nombre Talbin, que en idioma Mam significa = agua que se bebe, seguramente fue conquistado por los españoles, luego de la caída de Zaculeu en 1525. De acuerdo con la obra del cronista dominico Fray Antonio De Remesal, la población de Chiantla fue fundada alrededor del año 1540. Cuando los misioneros dominicos procedieron a congrega o reducir en pueblos a la población dispersa de la región de Huehuetenango. Los caseríos de Agua Blanca y Cinco Arroyos fueron fundados por grupos de personas que cuidaban rebaños de ovejas de los terratenientes de esa época, y que eran obligados a vivir en los lugares donde pastoreaban.

1.2 Aspectos físicos

Los caseríos cuentan con muy poca infraestructura, se pueden observar escuelas públicas únicamente. En servicios básicos se cuenta únicamente con energía eléctrica.

1.2.1 Ubicación y localización

Según la división regional de Guatemala, el municipio de Chiantla, está situado en la parte central del departamento de Huehuetenango. Su ubicación es localizada en la latitud 15° 21' 15" y en la longitud 91° 27' 28". La distancia de la cabecera municipal a la cabecera departamental de Huehuetenango es de 5 kilómetros. Y los caseríos se encuentran a no más de un radio de 17 Km.

1.2.2 Población actual

Los caseríos son relativamente pequeños, en su contorno cuentan con una población actual 174 y 150 personas respectivamente, incluyendo niños.

1.2.3 Topografía

Estos lugares se encuentran ubicados en la cordillera de los Cuchumatanes, por lo cual su topografía es con pendientes fuertes y quebradizas.

1.2.4 Clima

La estación meteorológica más cercana según datos obtenidos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, es la estación de Huehuetenango, ubicada a 15° 20' 26" de latitud y 91°18' 50" de longitud, a 2,000.00 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo al Mapa Climatológico de la República de Guatemala según el Sistema Thornhnwaite, en el área prevalece un clima templado en toda el área de la zona. Sus altitudes varían desde 2,500 a 3,000 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 15° centígrado y una precipitación media anual de 1,500 mm. Los meses en que el clima se torna frío son noviembre a enero, los meses más calurosos son marzo y abril.

1.3 Aspectos de infraestructura

1.3.1 Vías de acceso

Las vías de comunicación a los caseríos son brechas de tercercería que se han abierto de una vía, también existen caminos de herrería, los cuales son utilizados frecuentemente por los pobladores, ya que aun cuentan con el transporte de animales.

1.3.2 Tipología de las viviendas

En los caseríos se pueden considerar dos tipos de viviendas: vivienda de tipo formal, siendo está la construida con materiales no reutilizables y vivienda de tipo informal, siendo está la que esta construida con materiales reutilizables.

Materiales de construcción utilizados en viviendas de tipo formal

Paredes: ladrillo, block o planchas prefabricadas.

Techos: lámina con machimbre o cielo falso y losa de concreto reforzado.

Pisos: de granito o torta de concreto y cerámico.

Materiales de construcción utilizados en viviendas de tipo informal

Paredes: madera o adobe.

Techos: teja, palma o paja.

Pisos: tierra, arena, arcilla y mezcla de selecto.

1.3.3 Servicios públicos

La mayoría de las viviendas cuentan con energía eléctrica, y por la posición de antenas de teléfonos móviles, el servicio está disponible, aunque el nivel económico no permite que todas las familias cuenten con este servicio de comunicación.

1.3.4 Centros de Salud

El centro de salud más cercano es el de la cabecera municipal.

1.3.5 Disposición de aguas servidas.

Ninguna de los dos caseríos cuenta con sistema de drenajes, la mayoría de casas tienen baños ciegos y las aguas grises corren a flor de tierra.

1.4 Aspectos socioeconómicos

1.4.1 Origen de la comunidad

A mediados del siglo XVII (1650) fue de gran importancia la actividad ganadera, especialmente de ovejas en la zona de los altos de Chiantla, donde se formaron las grandes haciendas de Chancol, La Capellanía y El Rosario, gracias a las condiciones favorables para crianzas de ovejas, después siguen surgiendo otras haciendas y entre estas las aldeas, que son habitadas por las personas que se contrataban para el cuidado de las ovejas.

1.4.2 Actividad económica

El comercio esta constituido principalmente por la agricultura de frijol, maíz, legumbres, comercio informal, el arte del bronce, curtiembres para la elaboración de objetos de cuero para la exportación; estos productos son la base de la economía de esta región. Cultivos que son llevados al mercado interno y a nivel internacional.

1.4.3 Etnia, religión y costumbres

La mayoría de la población del municipio de Chiantla, es de religión católica, el nombre de la iglesia es: Virgen de Candelaria está ubicada a un costado del parque central. Tiene la capacidad aproximada para 800 personas. Además de la iglesia católica, también hay presencia de la iglesia evangélica en sus diferentes doctrinas, llamadas: Elim. Betania, Príncipe de Paz y la iglesia de los Mormones.

En el municipio de Chiantla se celebran dos fiestas, la primera se realiza del 28 de enero al 2 de febrero, siendo éste último día el principal en que se celebra la fiesta de la patrona, la Virgen de Candelaria, la otra se celebra el ocho de septiembre, conmemorando la Natividad de la Virgen María. Realizándose así

eventos deportivos, sociales y culturales. Durante estas fiestas se presentan desfiles y carrozas.

1.4.4 Alfabetismo

La cobertura en el nivel pre-primario es amplio y los alumnos oscilan entre 5 y 6 años. Su aprendizaje muy bueno y se debe principalmente a que son pocos los estudiantes, tienen una enseñanza aprendizaje casi personalizada.

En el nivel primario se puede observar una asistencia normal de alumnos. Del total de niños de 7 a 12 años de esta cabecera, se estima que la asistencia es de un 60% según información de la municipalidad, además la cabecera cuenta con un instituto por cooperativa, en la cual se estima un 85% de asistencia respecto a niños y jóvenes, entre las edades de 13 a 18 años en el nivel medio. El Analfabetismo en el área rural de la cabecera de Chiantla, se estima en 68%.

1.4.5 Organización comunitaria.

La organización comunitaria es a través de un Comité de Pro-mejoramiento comunitario (COCODE), el cual está integrado por miembros de los caseríos, es el encargado de gestionar proyectos ante las autoridades municipales y ver por el mejoramiento de la comunidad.

1.5 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos.

1.5.1 Descripción de las necesidades.

Área de servicios públicos

Con base al diagnóstico practicado en los caseríos Agua Blanca y Cinco Arroyos del municipio de Chiantla, las principales necesidades de la población y de atención inmediata son:

- a. Agua potable.
- b. Alcantarillado sanitario

Área de salud

- a. Centros de salud

Área de educación

- a. Construcción de edificios educativos.

Área de ambiente

- d. Programas de recolección de basura.
- e. Tratamiento de desechos sólidos.

1.5.2 Priorización de las necesidades

Las necesidades más prioritarias de los caseríos es el abastecimiento de agua potable, con lo cual se espera mejorar la calidad de vida de los pobladores, evitando el uso de fuentes inadecuadas.

2 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO AGUA BLANCA, MIXLAJ, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Agua Blanca, Mixlaj, ubicada en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, el cual está conformado por: captación, línea de conducción, tanque de distribución, red de distribución y obras de arte.

2.2 Fuentes de agua

2.2.1 Selección de la fuente

La fuente seleccionada es tipo brote definido en ladera ubicada a 1.5 Km. del caserío.

2.2.2 Aforo de las fuentes de agua

La fuente se aforó por el método volumétrico, haciendo 5 pruebas cronometradas, utilizando una cubeta de 20 litros. Los resultados son los siguientes:

1. 1.10 l/seg.
2. 1.02 l/seg.
3. 1.12 l/seg.
4. 1.15 l/seg.
5. 1.08 l/seg.

Por lo cual el caudal promedio es de 1.10 l/seg.

2.3. Calidad de agua

En este estudio de agua se hace con la finalidad de conocer su calidad, es decir, se establece su potabilidad y grado de pureza; para poder determinar el tratamiento necesario a seguir.

El estudio realizado consta de:

2.3.1 Exámenes bacteriológicos

Examen de laboratorio que determina la presencia de bacterias presentes en el agua = NMP (número más probable).

Al aplicar esta prueba al agua de la fuente que abastecerá la aldea, se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de muestra = 789

Volumen = 100 m.l.

Contaje No. Colonias = 0

2.3.2 Análisis Físico

Este análisis y sus características se obtienen por los sentidos (olfato, vista y gusto). Si el agua ofende a cualquiera de los sentidos, se desconfiará de ella y se limitará su uso.

Los factores que se toman en cuenta en este examen son los siguientes:

La temperatura es un factor que se obtiene en el campo, en el momento de su obtención; los demás factores se obtienen en el laboratorio.

El resultado del análisis físico es el siguiente:

Temperatura = 18.5 grados centígrados

Aspecto = Claro

Sabor = Ninguno

Olor = Inodora

2.3.3 Análisis Químico

Este examen determina la cantidad de compuestos químicos presentes en el agua.

Este análisis incluye la dureza, el PH, hierro, magnesio, amoníaco, fluoruros, nitritos, sulfatos y total de sólidos en suspensión.

La medida de dureza debe estar como máximo en 150 mg/et.

El PH, para consumo humano, debe encontrarse en un rango de 7.0 a 8.5.

La presencia de más de 0.3 mg/et de hierro y 0.05 mg/et de manganeso, causa manchas en la ropa y las tuberías.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

| | |
|-------------|----------------|
| Color | = 3.0 unidades |
| Turbiedad | = 1.0 UTN |
| PH | = 7.2 |
| Alcalinidad | = 94.0 |

Como conclusión del análisis se tiene:

- i. El examen bacteriológico determinó el siguiente resultado; el agua es potable según norma COGUANOR NGO 29001, sin embargo para garantizar la potabilidad, se incorporará una desinfección a base de cloración.
- ii. El resultado del examen químico indica lo siguiente: desde el punto de vista físico químico sanitario, el análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según norma COGUANOR NGO 29001.

2.4. Levantamiento topográfico

2.4.1 Planimetría

El levantamiento topográfico se efectuó en dos partes, se realizó la planimetría que sirve para localizar en planta, la línea de conducción y red de distribución; el método de levantamiento aplicado fue el de conservación de Azimut, y el equipo utilizado fue teodolito marca Wild, estadal, plomada y brújula.

2.4.2 Altimetría

La altimetría sirve para obtener la representación del terreno en una tercera dimensión, como son curvas a nivel y perfiles, el método utilizado fue nivelación simple, y el equipo utilizado fue nivel de precisión marca Wild, estadal y cinta métrica.

Los resultados de la topografía se indican en la libreta topográfica en el apéndice.

2.5 Cálculo de la población futura

2.5.1 Población actual y tasa de crecimiento

Para el cálculo de la población futura, se tomó en cuenta el censo efectuado para tal efecto, dando como resultado una población de 174 habitantes, distribuidos en 29 casas, con una densidad de 6 habitantes por vivienda, la tasa de crecimiento se toma la del municipio de Chiantla establecida por el INE, que es de 3.47%.

2.5.2 Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el proyecto debe funcionar en óptimas condiciones. El período de diseño se establece con base al tiempo máximo de duración de las instalaciones y del equipo, normalmente se estima en 20 años.

En este caso se adoptó un período de diseño de 20 años, por ser una población pequeña y tener una tasa de crecimiento baja.

2.5.3 Población futura

Para conocer el crecimiento de la población, en un período de 20 años, se aplicó el método geométrico, este método es muy usado, por las características de su curva gráfica, muy similar a la forma de crecimiento poblacional de las comunidades de nuestro país.

| | | |
|--------|-------------------------|----------------|
| Datos: | población actual (Pa) | 174 habitantes |
| | Tasa de crecimiento (r) | 3.47 % (INE) |
| | Período de diseño (n) | 20 años |

Cálculos: $Pf = Pa * (1 + r/100)^n$
 $Pf = 174 \text{ hab.} * (1 + 3.47/100)^{20}$
 $Pf = 346 \text{ hab.}$

Por lo tanto, la población futura (Pf) para el año 2025 es de 346 habitantes.

2.6. Criterios de diseño

2.6.1 Dotación de agua

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (l/hab./día).

Para poder determinarla se consideran los siguientes factores: clima, nivel de vida, actividad productiva, tipo de abastecimiento, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración y presiones del sistema.

De acuerdo a la encuesta realizada, se recopilaron los siguientes datos de consumo por vivienda por día, en promedio.

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Preparación de comida | 35 l/día |
| Lavado de cocina | 30 l/día |
| Lavado de ropa | 140 l/día |
| Aseo personal | 200 l/día |
| Limpieza de casa | <u>12 l/día</u> |
| | 417 l/día |

Tomando en cuenta que en el futuro existirán 346 habitantes, considerando 6 habitantes por casa, se tendría 58 casas para el año 2025. Por lo que el consumo diario de la comunidad es:

$$\text{Consumo total} = 417 \text{ l/viv./día} * 58 = 24186 \text{ l/día}$$

Al dividirlo entre el número de habitantes, se obtiene la dotación de agua requerida por cada habitante, sólo para consumo humano, así:

$$\text{Dotación} = 24186 \text{ L/día} / 346 \text{ hab.} = 69.90 \text{ l/día/hab.}$$

A este resultado hay que adicionarle el consumo para animales y otros como riego, tomando en cuenta que el caudal del nacimiento es alto y permite aplicar una dotación más alta, con base a lo expuesto, se adopta una dotación de 100 l/hab./día para el caserío de Agua Blanca.

2.6.2 Factores de consumo

2.6.2.1 Factor día máximo

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción de un sistema de agua potable. Es el máximo consumo de agua durante 24 horas,

observado en el período de un año. Cuando no se tiene datos de consumo diarios, el caudal máximo diario se obtiene incrementado del 20 al 50 % el caudal medio diario. Este factor de incremento se denomina “factor de día máximo”.

El factor de día máximo está en función del tamaño de la población, se aplica de la siguiente manera:

Poblaciones menores de 1000 habitantes = usar 1.5

Poblaciones mayores de 1000 habitantes = usar 1.2

Para este diseño se utilizará un factor de día máximo de 1.5

2.6.2.2 Factor hora máxima

El caudal máximo horario se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día, en el período de un año. Cuando no se tiene registros, el caudal máximo horario se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía de 2.0 a 3.0. Este factor se denomina “factor de hora máxima”.

Al igual que el factor de día máximo, este valor está en función del tamaño de la población, aplicándose de la forma siguiente:

Poblaciones menores de 1000 habitantes = usar 3.0

Poblaciones mayores de 1000 habitantes = usar 2.0

Esto se debe a que en comunidades pequeñas, las actividades de la población son casi realizadas a la misma hora, haciendo que la demanda de agua suba y por lo tanto se necesita un factor de hora máximo mayor.

Para este diseño se utilizará 3.0.

2.6.3 Caudales de diseño

2.6.3.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tiene registro de consumos diarios, para calcular dicho promedio, se puede calcular el caudal medio diario, como el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes proyectados hasta el final del período de diseño.

$$QM = (\text{dotación} * \text{población futura}) / 86400$$

$$QM = (100 \text{ l/día/hab.} * 346 \text{ hab.}) / 86400 \text{ seg./día}$$

$$QM = 0.40 \text{ l/seg.}$$

2.6.3.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario será:

$$Qmd = \text{factor día máximo} * QM$$

$$Qmd = 1.5 * 0.40 \text{ L/seg.}$$

$$Qmd = 0.60 \text{ L/sag.}$$

2.6.3.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es de:

$$Qmh = \text{factor de hora máxima} * Qm$$

$$Qmh = 3.0 * 0.40 \text{ L/sag.}$$

$$Qmh = 1.20 \text{ L/sag.}$$

2.6.3.4 Presión máxima y mínima

Las líneas de conducción son conductos que siguen la topografía del terreno y trabajan a presión.

Al diseñar una línea de conducción por gravedad, se debe tener muy en cuenta el cálculo de la piezométrica (línea de energía) y la línea de gradiente hidráulico (presión + elevación). Pues se debe cuidar que la línea de gradiente hidráulico se encuentre siempre sobre el eje de la tubería, evitando así presiones negativas en la línea.

Otro factor importante a tomarse en cuenta, en la selección de la tubería para la línea de conducción, es que debe soportar la presión más alta que pueda presentarse en la línea de conducción. Generalmente, la presión más alta no se presenta cuando el sistema está en operación, sino cuando la válvula de salida se encuentra cerrada y se desarrollan presiones hidrostáticas. También las presiones pueden elevarse mucho, cuando se presenta un golpe de ariete (por cierre súbito de una válvula o cuando una bomba deja de funcionar) que genera una sobre presión. En las redes de distribución se recomienda que las presiones sean:

Máxima de 60 mts.

Mínima de 7 mts.

2.7 Diseño hidráulico del sistema de agua potable

2.7.1. Generalidades básicas

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| Tipo de sistema a usar: | por gravedad |
| Período de diseño: | 20 años |
| Tipo de red de distribución: | ramales abiertos, conexión predial |

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Población actual: | 174 habitantes |
| Población futura (2025): | 346 habitantes |
| Dotación: | 100 L/hab./día |
| Caudal medio diario: | 0.40 L/seg. |
| Caudal máximo diario: | 0.60 L/seg. |
| Caudal máximo hora: | 1.20 L/seg. |
| Viviendas actuales: | 29 casas |
| Densidad de habitantes por vivienda: | 6 hab./vivienda. |
| Tasa de crecimiento: | 3.47 % (INE) |
| Viviendas futuras | 58 casas |
| Coeficiente Hazen Williams | 150 para tubería PVC 100 HG |

2.7.2. tipos de tubería

2.7.2.1 Tubería de PVC

Qué es el PVC. El policloruro de vinilo (PVC) es un material termoplástico que se presenta en su forma original como un polvo de color blanco, se fabrica mediante la polimerización del cloruro de vinilo monómero, que a su vez, se obtiene de la sal común y del petróleo.

PVC, un material versátil. La versatilidad del PVC, debida a su capacidad de aditivación y tratamiento, permite obtener distintos tipos de compuestos destinados a la fabricación de productos rígidos y flexibles, transparentes u opacos, compactos o espumados. El PVC se adapta con facilidad a las necesidades de la vida moderna y contribuye al progreso.

Ventajas de las tuberías de PVC.

Hidráulicas:

- Menor pérdida de carga, debido a la lisura de su superficie interior.
- Inexistencia de depósitos e incrustaciones en la sección interior.
- Mayor caudal para el mismo valor de diámetro exterior.

Físicas:

- Elevadas tensiones de diseño, haciendo posible un espesor menor.
- Ligereza que facilita transporte, manipulación e instalación, disminuyendo su costo.
- Uniformidad del sistema completo (tubos y accesorios) en un mismo material.

Mecánicas:

- Mejor comportamiento frente al golpe de ariete, debido a su baja celeridad.
- Resistencia a altas presiones internas, hasta PN 25 bar.
- Excelente comportamiento frente a las cargas de aplastamiento.

Químicas:

- Inertes e inicas, que permiten la conservación de las propiedades organolépticas del agua de consumo humano.
- Estabilidad química del material que impide su composición.
- Ausencia de oxidación y corrosión.

- Alta resistencia al fuego. Auto extingüibles. No se funden formando gotas de material en combustión.

2.7.2.2 Tubería de hierro galvanizado

Tubería de hierro fundida recubierta con zinc, el propósito de este recubrimiento es para disminuir la corrosión.

Diámetros comerciales: de 3" y 4", incrementos de 2" hasta 20" e incrementos de 6" hasta 48".

Largos comerciales: El largo estándar es de 20 pies (6 mts) y 12 pies (4 mts)

Presión: Puede soportar presiones hasta de 350 PSI.

Una tubería de HG puede durar más de 100 años en servicio bajo condiciones normales de operación (previniendo corrosión). La corrosión externa no es problema, generalmente, debido a los espesores de pared relativamente grandes que se manejan, aún así la tubería se puede encamisar con polietileno para protegerla de ambientes desfavorables.

2.8 Diseño de componentes del sistema

2.8.1 Captación

Es la obra que se hace para recolectar el agua del acuífero, brote o nacimiento y esta conformada por los siguientes componentes: muros de mampostería de piedra, capa filtrante de piedra, tanque de captación y válvulas de control, enseguida conducida por tuberías hacia los demás componentes del sistema.

2.8.2 Línea de conducción.

2.8.2.1 Por gravedad

El sistema de abastecimiento de agua potable trabaja por medio de la presión del agua. La cual se logra por la posición topográfica de la fuente respecto del área de la aldea, es decir, que la presión se logra por medio del agua misma.

A través de los años se han desarrollado muchas fórmulas empíricas para dar solución al flujo de agua en tuberías. Hoy en día la fórmula más utilizada en el medio, para expresar las relaciones de flujo en conductos a presión, es la de Hazen Williams, la cual se utilizará en el cálculo hidráulico.

Partiendo de la fórmula

$$D = ((1743.811 * L * (Del.85)) / (H * (Col.85)))^{4.87}$$

En donde:

D = diámetro en pulgadas

L = longitud en metros

Q = caudal l/seg.

H = diferencia de altura en metros

C = coeficiente que depende del tipo de material

Se obtiene el diámetro teórico, y con base a éste se define el diámetro comercial apropiado.

Despejando H de la fórmula anterior, se obtiene la pérdida de carga que se produce con el diámetro comercial.

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.85}) / (D^{4.85} * C^{1.85})$$

Ejemplo de cálculo:

$$H_f \text{ disponible} = \text{cota tramo 1} - \text{cota tramo 2}$$

$$H_f \text{ disponible} = 460 - 450 = 10 \text{ m.}$$

$$Q = 0.60 \text{ l/seg.} \quad L = 19.80 \text{ m} \quad C = 150$$

a) Diámetro teórico

$$D = (1743.811 * Q^{1.85} * L / C^{1.85} * H_f \text{ dis.})^{1/4.85}$$

$$D = (1743.811 * 0.60^{1.85} * 19.80 / 150^{1.85} * 10)^{1/4.85}$$

$$D = 0.66 \text{ aproximado a } 1''$$

b) Cálculo de H_f

$$H_f = (1743.811 * 19.80 * 0.60^{1.85}) / (1.21^{4.85} * 150^{1.85})$$

$$H_f = 0.51 \text{ mts.}$$

c) Cálculo de piezométrica

$$\begin{aligned} \text{Piezométrica} &= \text{Cota terreno} - H_f \\ &= 460 - 0.51 = 459.49 \text{ m} \end{aligned}$$

d) Cálculo de velocidad

$$v = Q / \text{Área} = 4Q / 3.1416 * D^2$$

$$v = 4 * 0.60 / 1000 * 3.1416 * .030^2 = 0.86 \text{ m/seg.}$$

Tabla I. Cuadro resumen cálculo hidráulico.

Línea de conducción

| Tramo | Cota de terreno | | Longitud m. | Caudal l/seg. | C | Diámetro Pulg. | Hf. m. | Cota piezométrica | | Presión M.C.A. | No. Tubos | Vel. m/s | Obser. |
|--------------------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|-----|-------------------|-----------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|
| | INICIO m. | FINAL m. | | | | | | INICIO M. | FINAL M. | | | | |
| Línea de conducción 0 | | | | | | | | | | | | | |
| 0-1 | 460,00 | 450,00 | 19,80 | 0,60 | 150 | 1" | 0,51 | 460,00 | 459,49 | 9,49 | 3 | 0,86 | |
| 1 2 | 450,00 | 448,50 | 16,95 | 0,60 | 150 | 1" | 0,46 | 459,49 | 459,03 | 10,53 | 3 | 0,86 | |
| 2 3 | 448,50 | 443,00 | 80,00 | 0,60 | 150 | 1" | 2,15 | 459,03 | 456,88 | 13,88 | 13 | 0,86 | Val. Aire |
| 3 4 | 443,00 | 439,00 | 60,00 | 0,60 | 150 | 1" | 1,61 | 456,88 | 455,27 | 16,27 | 10 | 0,86 | |
| 4 5 | 439,00 | 436,00 | 50,00 | 0,60 | 150 | 1" | 1,35 | 455,27 | 453,92 | 17,92 | 8 | 0,86 | |
| 5 6 | 436,00 | 432,00 | 70,00 | 0,60 | 150 | 1" | 1,88 | 453,92 | 452,04 | 20,04 | 12 | 0,86 | |
| 6 7 | 432,00 | 429,00 | 40,00 | 0,60 | 150 | 1" | 1,08 | 452,04 | 450,96 | 21,96 | 7 | 0,86 | |
| 7 8 | 429,00 | 426,50 | 40,00 | 0,60 | 150 | 1" | 1,08 | 450,96 | 449,88 | 23,38 | 7 | 0,86 | Tanque |

2.8.3 Tanque de distribución

Este elemento tiene la función de compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población, para poder cubrir la demanda cuando hay interrupción del servicio en la línea de conducción, así como proporcionar presiones adecuadas en la red de distribución.

El volumen del tanque de distribución se determina integrando tres volúmenes como lo son: el compensador de variaciones horarias, reserva de demanda y reserva de incendio. Para proyectos de abastecimiento de agua en el área rural, no se considera el volumen por incendio, pues es poco probable que ocurra un incendio de grandes magnitudes, ya que por lo regular las casas están muy separadas unas de otras.

El volumen para proyectos de este tipo se puede calcular con un parámetro comprendido entre un 30 a 40 % del caudal medio horario. Por lo tanto se utilizará un 35 %.

Volumen del tanque

$$\text{Vol. T.D.} = 35 \% * Q_m$$

$$Q_m = \frac{0.40 \text{ l/seg.} * 86400 \text{ seg.} * 1^{\text{m}^3}}{1 \text{ día} * 1000 \text{ l}} = 34.56 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 0.35 * 34.56 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 12.10 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Para efectos de diseño se adopta Vol. T.D.} = 15 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen de almacenamiento del tanque de distribución tendrá las siguientes dimensiones: 3 metros de ancho, 3.5 metros de largo y 1.5 metros de alto.

Diseño de la losa del tanque

La losa del tanque se diseñó, según el método 3 del AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI), cálculo que se muestra a continuación:

Funcionamiento de las losas:

Funcionamiento = A / B

Donde: A = lado de menor longitud

B = lado de mayor longitud

Si el cociente A / B es mayor de 0.5 doble sentido.

Si el cociente A / B es menor de 0.5 un sentido.

$$M = A / B = 3 / 3.5 = 0.86 \quad \text{doble sentido.}$$

Determinación de espesor:

Para losas de dos sentidos, el espesor se determina como el perímetro / 180.

Para este caso se tiene:

$$\text{Espesor} = ((2 * 3.0) + (2 * 3.5)) / 180 = 0.072$$

Sin embargo, según el ACI, el mínimo recomendado es de 9.00 cm, por seguridad se adopta un espesor de 10.00 cm.

Integración de cargas:

Peso propio de la losa = peso específico * espesor

$$= 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 \text{ m} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{sobre carga} = \underline{90 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Total carga muerta} = 330 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Carga muerta \u00faltima} &= 1.4 * CM = 1.4 * 330 \text{ kg/m}^2 \\ &= 462 \text{ Kg./m}^2 \end{aligned}$$

Utilizando una carga viva de 100 kg/m²

$$\text{Carga viva \u00faltima} = 1.7 * CV = 1.7 * 100 \text{ kg/m}^2 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga \u00faltima} = 462 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ Kg./m}^2 = 632 \text{ kg/m}^2 = W$$

Determinaci\u00f3n de momentos:

Seg\u00fan f\u00f3rmulas y tablas de dise\u00f1o del m\u00e9todo 3

$$MA- = CA - * W * A^2$$

$$MB- = CB - * W * B^2$$

$$MA+ = CA + * W M * A^2 + CA + * WV * A^2$$

$$MB+ = CB + * W M * B^2 + CB + * WV * B^2$$

Donde:

MA y MB = momentos con respecto A y B

CA y CB = coeficientes seg\u00fan sea el caso y tablas de m\u00e9todo 3

W = carga muerta total m\u00e1s carga viva

WM = carga muerta

WV = carga viva

A = lado menor

B = lado mayor

$$MA- = 0 * 632 * 3.0^2 = 0$$

$$MB- = 0 * 632 * 3.50^2 = 0$$

$$MA+ = (0.045 * 462 * 3.0^2) + (0.045 * 170 * 3.0^2) = 255.96 \text{ Kg-m}$$

$$MB+ = (0.029 * 462 * 3.5^2) + (0.029 * 170 * 3.5^2) = 224.52 \text{ Kg-m}$$

Por ser $M_{A-} = 0$ entonces $M_{A+}/3 = M_{A-}$, es decir

$$M_{A-} = 255.96/3 = 85.32 \text{ Kg-m}$$

$$M_{B-} = 224.52/3 = 74.84 \text{ Kg-m}$$

Cálculo del refuerzo:

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

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

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

$$\text{espesor} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Peralte} = d = \text{espesor} - 2 - (\text{diámetro} / 2)$$

$$= 10 - 2 - .95/2$$

$$= 7.52 \text{ cm}$$

Cálculo del acero mínimo y máximo

$$A_s \text{ mín} = (14.1/2810) * 100 * 7.52 * 0.4 = 1.49 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ máx} = 0.5 * 0.85^2 * (210/2810) ((6000)/(6000+2810)) * 100 * 7.52 \\ = 13.83 \text{ cm}^2$$

Especificaciones para A_s mín

$$S = (1 \text{ m} * A_s) / A_{s \text{ mín}}$$

$$= 1 * 0.71 / 1.51$$

$$= 0.47 > 3 \text{ t} = 0.30 \text{ entonces usar } \# 3 @ 0.30 \text{ m}$$

$$A_s \text{ mín} = 1 \text{ m} * A_s / S$$

$$= 1 * 0.71 / 0.3$$

$$= 2.36 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el A_s mín:

$$M_{s \text{ mín}} = 0.9 (2.36 * 2810 * (7.52 - ((2.36 * 2810) / (1.70 * 210 * 100)))) \\ = 437.74 \text{ kg-m}$$

Como Mas mín es mayor que los momentos actuantes, colocar As mín en ambos sentidos, equivalente a No.3 a cada 0.30m.

Diseño del muro:

Se puede construir de mampostería reforzada, concreto ciclópeo, concreto reforzado, etc. Para este caso se optó por utilizar el material local predominante, como lo es la piedra, por lo que será construido de concreto ciclópeo (paredes y piso) y concreto reforzado (techo).

El tanque será semienterrado, esto de acuerdo a que el suelo donde se tiene planificado la construcción es material rocoso. Al ser un tanque semienterrado la condición crítica de diseño es cuando el tanque se encuentra completamente lleno.

El diseño del tanque, consiste en verificar las presiones que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo.

El muro tendrá una altura de 2.00 m, considerando una altura de nivel de agua de 1.5 m.

DATOS:

$$\bar{\delta} \text{ suelo} = 1700 \text{ kg/m}^3$$

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

$$\bar{\delta} \text{ agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\Phi = 30^\circ \text{ (ángulo de fricción interna asumido)}$$

$$V.S = 16000 \text{ kg/m}^3 \text{ (valor soporte del suelo asumido)}$$

$$U = \text{tg} (2 \Phi/3) = 0.40 \text{ (factor de deslizamiento)}$$

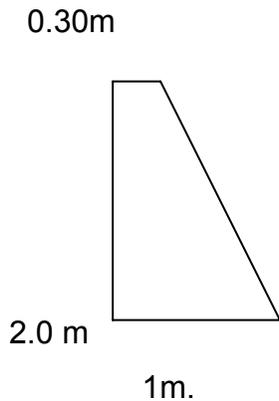


Diagrama de muro

Cálculo de sobrecarga

T = espesor de la losa = 0.10m

Carga muerta = $2400 * t = 2400 * 0.10 = 240 \text{ kg/m}^2$

Pañuelos y acabados (PA) = 60 kg/m^2

Carga muerta = 300 kg/m^2

Peso propio viga lateral = $2400 \text{ Kg/m}^3 * 0.2 \text{ m} * 0.20 \text{ m} = 96 \text{ kg/m}$

Carga viva = 100 kg/m^2

$W = CM + PA + CV$ CM = carga muerta

CV = carga viva

PA = pañuelos

$W = 300 + 60 + 100 = 460 \text{ kg/m}^2$

$W1 = 460 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} + 96 \text{ kg/m} = 556 \text{ kg/m}$

Los coeficientes de empuje activo y pasivo serán:

$Ka = (1 - \text{sen } 30) / (1 + \text{sen } 30) = 1/3$

$Kp = (1 + \text{sen } 30) / (1 - \text{sen } 30) = 3$

Presiones de las cargas totales de los diagramas de presión, se calculan como el área del diagrama de presiones actuantes en su centroide:

$$P_{p\delta} = \frac{1}{2} * K_p * \delta_{\text{suelo}} * h^2 = \frac{1}{2} * 3 * 1700 * 0.60^2 = 918 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{a\delta} = \frac{1}{2} * K_a * \delta_{\text{agua}} * H^2 = \frac{1}{2} * \frac{1}{3} * 1000 * 2.00^2 = 666.67 \text{ kg./m}^2$$

Momento al pie del muro:

$$M_{p\delta} = P_{p\delta} * h/3 = 918 * 0.6/3 = 183.60 \text{ kg-m/m}$$

$$M_{a\delta} = P_{a\delta} * H/3 = 666.67 * 2.00/3 = 444.45 \text{ kg-m/m}$$

Se divide geoméricamente la sección transversal del muro, se calcula el peso por unidad lineal en el sentido longitudinal y el momento total que produce el peso, respecto a un punto.

Tabla II. Momentos producidos respecto a un punto

| figura | Área (m ²) | Concreto (kg/m ³) | W (kg/m) | Brazo (m) | Momento (kg-m/m) |
|--------|------------------------|-------------------------------|----------|-----------------|-------------------|
| 1 | 0.70 | 2400 | 1680 | 0.47 | 789.60 |
| 2 | 0.60 | 2400 | 1440 | 0.85 | 1224 |
| 3 | 0.30 | 2400 | 720 | 0.50 | 375 |
| W1 | | | 556 | 0.85 | 472.60 |
| | | | | $\Sigma W=4396$ | $\Sigma M=2861.2$ |

Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{\Sigma MR}{\Sigma M_{act}} = \frac{(M_{pd} + M_w)}{(M_{ad})}$$

Fsv debe ser mayor que 1.50 que es el factor de seguridad de volteo.

$$F_{sv} = \frac{(172.80 + 2862.2)}{(675.95)} = 4.49$$

Fsv = 4.49 > 1.50, si cumple.

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento:

$$F_{s\delta} = \sum F_r / \sum M_{act} = (P \rho \delta + u * W) / (P a \delta)$$

$$F_{s\delta} = (864 + 0.40 * 4396) / 881.67 = 2.97$$

$F_{s\delta}$ debe ser mayor que 1.50 que es el factor de seguridad de deslizamiento

$F_{s\delta} = 2.97 > 1.50$ si cumple.

Chequeo de presión máxima bajo la base del muro

Donde la excentricidad $e = L/2 - a$

$$a = \sum M_o / W$$

$$a = (M_{a\delta} + M_w - A_{s\delta}) / W$$

$$a = (172.80 + 2861.2 - 675.95) / 4396$$

$$a = 0.54; 3a > L \text{ entonces } 3 * 0.54 = 1.62 > 1.00$$

Entonces no existen presiones negativas.

$$\text{Excentricidad} = e = L/2 - a, e = -0.04$$

Presiones en el terreno:

$$Q = (w / (1 * B)) \pm (p * e) / (1 * B^{(2/3)})$$

$$Q = 4396 \pm (-175.84)$$

$$Q_{max} = 4571.84 \text{ kg/m}^2 < V.S = 16000 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{min} = 4220.16 \text{ kg/m}^2 > 0, \text{ no existan presiones negativas}$$

2.8.4 Red de distribución

La red de distribución son las tuberías que van desde el tanque de distribución, hasta los ramales que conforman las conexiones domiciliarias. La red de distribución cuenta con ramales principales y ramales secundarios, según diseño.

En los cálculos se aplicaron los criterios descritos en el inciso 2.8.2.

Tabla III. Cálculo de piezométrica y presiones

| Red de distribución | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|-----|-------------------|-----------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------|-----------|
| Tramo | Cota de terreno | | Longitud m. | Caudal l/seg. | C | Diámetro Pulg. | Hf. m. | Cota piezométrica | | Presión M.C.A. | No. tubos | Vel. m/s | Obser. |
| | INICIO m. | FINAL m. | | | | | | INICIO M. | FINAL M. | | | | |
| Ramal 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 11 | 426,50 | 418,00 | 135,55 | 1,14 | 150 | 1 1/4" | 3,58 | 426,5 | 422,9 | 4,92 | 23 | 0,95 | |
| 11 17 | 418,00 | 409,00 | 325,50 | 0,83 | 150 | 1 1/4" | 4,79 | 422,92 | 418,13 | 9,13 | 54 | 0,69 | |
| 17 19 | 409,00 | 402,00 | 120,00 | 0,50 | 150 | 1" | 2,25 | 418,13 | 415,88 | 13,88 | 20 | 0,97 | |
| Ramal 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 20 | 418,00 | 415,00 | 60,00 | 0,37 | 150 | 1 1/4" | 0,2 | 422,92 | 422,72 | 7,72 | 10 | 0,31 | Val. Aire |
| 20 27 | 415,00 | 413,20 | 302,40 | 0,37 | 100 | 1 1/4" | 2,3 | 422,72 | 420,42 | 7,22 | 50 | 0,31 | HG |
| 27 36 | 413,20 | 412,00 | 480,00 | 0,37 | 150 | 1" | 5,28 | 420,42 | 415,14 | 3,14 | 80 | 0,53 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

2.8.5 Conexiones domiciliarias

Son componentes que se utilizan para el manejo personal de cada vivienda a abastecer se compone de una llave de paso, un niple de HG con su respectiva llave de chorro de 1/2".

2.8.6 Obras de arte

Válvulas de compuerta para limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería sedimentos que haya ingresado en la misma, lo cual tiende a depositarse en los puntos bajos del perfil, en este diseño se colocó una en la estación E – 25.

Válvulas de aire

El aire disuelto en el agua o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de

aire que puede acumularse reduce la sección de la tubería y por ende, su capacidad de conducción. La cantidad de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. La eliminación de aire se obtiene con el empleo de una válvula automática de aire, se ubican en las estaciones E – 13 y E – 31.

2.8.7 Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, antes de la entrada al tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema, será el caudal medio diario. Este caudal es de 0.40 l/seg. haciendo un total de 34,560 litros diarios.

Las tabletas de tricloro son una forma de presentación de cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90% y 10% 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 se hace mediante la fórmula para hipocloritos, y esta es:

$$G = C * M * D / \%CL$$

Donde: G = Gramos de tricloro
 C = Miligramos por litro deseado
 M = Litros de agua a tratarse por día
 D = Número de días
 %CL = Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0.07% y 0.15%, éste depende del caudal, para este proyecto se utilizará un valor de 0.1% por lo que se tiene:

$$G = \frac{0.001 * 34560 \text{ l/día} * 30 \text{ días}}{0.90}$$

$$G = 1152 \text{ gramos}$$

Lo cual significa que se necesitan 6 tabletas mensuales. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes.

2.9 Estudio de impacto ambiental

Para proteger los recursos naturales es necesario la preservación del área, procediendo a orientar al comité para la reforestación de áreas boscosas, y así contribuir con el manto acuífero para garantizar el manantial por varios años.

Localización del proyecto: el caserío Agua Blanca, Mixlaj se encuentra ubicado a 15 kilómetros de la cabecera del municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango.

Descripción del proyecto: el proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, para el caserío Agua Blanca, Mixlaj, Chiantla, departamento de Huehuetenango.

Área y situación legal del terreno: la situación legal de terreno es un área municipal, los derechos de paso de tuberías son donados por los mismos beneficiarios y en otros casos son comprados. El área a utilizarse es de 15 km² aproximadamente.

Usos de recursos naturales del lugar: área de los nacimientos, suelo, piedra bola local y arena de los ríos existentes.

Sustancia o materiales que serán utilizados: cemento, hierro, tuberías PVC, pegamento, candados y accesorios varios.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por la explotación de terrenos y zanjeo para los componentes del sistema, generando partículas de polvo, las cuales quedan en suspensión, por consiguiente puede provocar enfermedades respiratorias a las personas que se encuentren en el área de influencia.

Descarga de aguas residuales: durante la ejecución y operación del proyecto, se producirán aguas residuales, las cuales deben tener un manejo adecuado para que no exista contaminación del suelo y de los cuerpos de agua existentes en el área.

Lugares arqueológicos: es importante, como objetivo fundamental para este factor, determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, ya que es de interés para la sociedad guatemalteca.

Ruidos y vibraciones: estos pueden producirse por la utilización de maquinaria y herramienta de trabajo, la cual pueden perjudicar a los pobladores y fauna del lugar.

Contaminación visual: una mala selección del lugar donde se construya el campamento, donde se deposite el material de desperdicio, o tala de vegetación donde se construya, puede ocasionar alteraciones al paisaje.

2.10 Elaboración de planos

Planta general de la línea de conducción de agua potable.

Planta general de la red de distribución de agua potable

Planta perfil de línea de conducción y red distribución
Captación de la fuente
Tanque de distribución
Obras de arte

Ver planos en el apéndice.

2.11 Presupuesto del sistema de agua potable

a) **MATERIALES:** en este renglón se consideran todos los materiales que intervienen en la obra, para el efecto se cuantificó, de acuerdo a los planos elaborados de tanque de distribución, cajas de válvulas, tubería para PVC, accesorios PVC y conexiones domiciliarias. Los precios de los materiales se tomaron del mercado local del área de Chiantla, Huehuetenango.

b) **MANO DE OBRA:** en este renglón se consideró la mano de obra calificada, constituida por albañiles, fontaneros y maestros de obra, el salario se asignó en función de lo que se paga en el ramo de construcción para el área de Chiantla, Huehuetenango, que es de Q. 100.00 por día para albañiles y fontaneros y Q. 125.00 por día para maestros de obra.

En cuanto a la mano de obra no calificada, es decir, peones, se tomó con un salario mínimo de Q. 40.00 por día.

El tiempo de ejecución se estimó en 6 meses, con una planilla de 1 maestro de obra, 2 fontaneros, 4 albañiles y 5 peones.

c) **TRANSPORTE:** en este renglón se consideró el transporte de los materiales de la obra, al lugar de trabajo.

Tabla IV. Presupuesto del sistema de agua potable

PROYECTO: Introducción de agua potable
 LUGAR: Caserío Agua Blanca, aldea Mixlaj, Chiantla,
 Huehuetenango
 PROPIETARIO: Municipalidad de
 Chiantla

INTEGRACIÓN DE COSTOS

| No. | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD | P.U. | TOTAL |
|-----|--|----------|---------|-------------|---------------------|
| 1 | Captación | 1 | U | Q 16.524,00 | Q 16.524,00 |
| 2 | Línea de conducción y red de distribución | | | | |
| | PVC 1 1/4", 160 PSI | 77 | tubos | Q 105,00 | Q 8.085,00 |
| | PVC de 1 " 160 PSI | 163 | tubos | Q 75,00 | Q 12.225,00 |
| | Tubería de 1 1/4" HG | 60 | tubos | Q 150,00 | Q 9.000,00 |
| | Codos 1 1/4" 45* | 15 | U | Q 10,00 | Q 150,00 |
| | Pegamento PVC | 2 | Galones | Q 450,00 | Q 900,00 |
| | Thiner | 2 | U | Q 25,00 | Q 50,00 |
| | Zanjeo+colocación y pegado de tubería y relleno | 1800,2 | ml | Q 25,00 | Q 45.005,00 |
| 3 | Conexiones domiciliarias | 25 | Casas | Q 256,20 | Q 6.405,00 |
| 4 | Cajas para válvulas | 2 | U | Q 1.559,50 | Q 3.119,00 |
| 5 | Tanque distribución de 15 m3 | 1 | U | Q 51.647,50 | Q 51.647,50 |
| 6 | Transporte de materiales | 1 | Global | Q 5.000,00 | Q 5.000,00 |
| 7 | Administración | 1 | 5% | Q 7.607,78 | Q 7.607,78 |
| 8 | Supervisión técnica | 1 | 5% | Q 7.988,16 | Q 7.988,16 |
| 9 | Utilidad | 1 | 15% | Q 25.162,72 | Q 25.162,72 |
| | Total del Proyecto | | | | Q 198.869,16 |
| | | | | | |
| | En letras: Ciento noventa y ocho mil ochocientos sesenta y nueve con 16/100 quetzales | | | | |

2.12 Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento del sistema deberán realizarse según la tabla siguiente:

Tabla V. Planificación de mantenimiento

| Parte del sistema | Acción | MP | MC | Frecuencia |
|--------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-------------------|
| Tanque de distribución | Limpieza del área | X | | Mensual |
| | Revisión de estructuras | X | | Trimestral |
| | Reparación de estructuras | | X | Eventual |
| | Revisión de válvulas | X | | Mensual |
| | Reparación-cambio de válvulas | | X | Eventual |
| Cajas de válvulas | Revisión de cajas | X | | Trimestral |
| | Reparación de cajas | | X | Eventual |
| | Revisión de válvulas | X | | Trimestral |
| | Reparación de válvulas | | X | Eventual |
| Línea de conducción | Engrase de candado | X | | Trimestral |
| | Revisión de líneas | X | | Mensual |
| | verificación de fugas | X | | Mensual |
| | Reparación de fugas | | X | Eventual |
| Red de distribución | Revisión de líneas | X | | Mensual |
| | verificación de fugas | X | | Mensual |
| | Reparación de fugas | | X | Eventual |
| Conexiones domiciliarias | Revisión de válvulas | X | | Trimestral |
| | Reparación de válvulas de paso | | X | Eventual |
| | Revisión válvula de grifo | X | | Trimestral |
| | Reparación cambio válvula de grifo | | X | Eventual |
| | | | | |

MP: Mantenimiento preventivo
 MC: Mantenimiento correctivo

Para que el sistema sea auto sostenible se requiere de un fondo de operación y mantenimiento, en este caserío se determina que el comité sea el encargado de velar por el mantenimiento, y cuando exista una reparación será de aporte común para todos los usuarios, debido a que el proyecto es pequeño en el número de usuarios.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CINCO ARROYOS, MIXLAJ, CHIANTLA, HUEHUETENANGO.

3.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Cinco Arroyos, Mixlaj, ubicada en el municipio de Chiantla, Huehuetenango, el cual está conformado por: captación, línea de conducción, tanque de distribución, red de distribución y obras de arte.

3.2 Fuentes de agua

3.2.1 Selección de la fuente

La fuente es de brote definido en ladera ubicado a 1 km. del caserío.

3.2.2 Aforo de las fuentes de agua

Los resultados son los siguientes:

1. 4.10 l/seg.
2. 4.02 l/seg.
3. 4.12 l/seg.
4. 4.15 l/seg.
5. 4.08 l/seg.

Por lo cual el caudal promedio de la fuente es 4.10 l/seg.

3.3 Calidad de agua

Los resultados de los análisis son:

3.3.1 Examen Bacteriológico

Al aplicar esta prueba al agua de la fuente que abastecerá el caserío, se obtuvieron los siguientes resultados:

Número de muestra = 792

Volumen = 100 m.l.

Contaje No. Colonias = 0

3.3.2 Análisis Físico

El resultado es:

Temperatura = 19 grados centígrados

Aspecto = Claro

Sabor = Ninguno

Olor = Inodora

3.3.3 Análisis Químico

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Color = 3.0 unidades

Turbiedad = 1.0 UTN

PH = 7.6

Alcalinidad = 102.0

De acuerdo a los análisis el agua presenta los siguientes resultados:

- iii. El examen bacteriológico determino el siguiente resultado; el agua es potable según norma COGUANOR NGO 29001.

- iv. El resultado del examen químico arrojó el siguiente resultado; desde el punto de vista físico químico sanitario, el agua se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de normalidad, según norma COGUANOR NGO 29001.

3.4 Levantamiento topográfico

3.4.1 Planimetría

El método de levantamiento aplicado fue el de conservación de azimut, el equipo utilizado fue: teodolito marca Wild, estadal, brújula y plomada.

3.4.2 Altimetría

El método utilizado fue nivelación simple, y el equipo utilizado fue nivel de precisión marca Wild estadal y cinta métrica.

Los resultados de la topografía se presentan en la libreta topográfica, ver apéndice.

3.5 Cálculo de la población futura

3.5.1 Población actual y tasa de crecimiento

La población actual es de 150 habitantes, distribuidos en 25 casas, lo que da como resultado una densidad de 6 habitantes por vivienda, la tasa de crecimiento se toma la del municipio de Chiantla establecida por el INE. Que es de 3.47%

3.5.2 Período de diseño

En este caso se adoptó un período de diseño de 20 años, por ser una población pequeña y tener una tasa de crecimiento baja.

3.5.3 Población futura

Para saber el crecimiento de la población en un periodo de 20 años se usó el método geométrico.

| | | |
|--------|-------------------------|----------------|
| Datos: | Población actual (Pa) | 150 habitantes |
| | Tasa de crecimiento (r) | 3.47 % (INE) |
| | Período de diseño (n) | 20 años |

Cálculos: $Pf = Pa * (1 + r/100)^n$
 $Pf = 150 \text{ han.} * (1 + 3.47/100)^{20}$
 $Pf = 297 \text{ hab.}$

Por lo tanto, la población futura (Pf) para el año 2025 es de 297 habitantes.

3.6 Criterios de diseño

3.6.1 Dotación de agua

De acuerdo a la encuesta realizada, se recopilaron los siguientes datos de consumo por vivienda por día, en promedio.

| | |
|-----------------------|------------------|
| Preparación de comida | 40 l./día |
| Lavado de cocina | 35 l./día |
| Lavado de ropa | 125 l./día |
| Aseo personal | 200 l./día |
| Limpieza de casa | <u>30 l./día</u> |
| | 430 l./día |

Tomando en cuenta que en el futuro existirán 297 habitantes, considerando 6 habitantes por casa, se tendría 50 casas para el año 2025, por lo que el consumo diario de la comunidad es:

$$\text{Consumo total} = 430 \text{ l./viv./día} * 50 = 21,500.00 \text{ l./día}$$

Al dividirlo entre el número de habitantes, se obtiene la dotación de agua requerida por cada habitante, sólo para consumo humano:

$$\text{Dotación} = 21,500.00 \text{ l./día} / 297 \text{ hab.} = 72.39 \text{ l./día/hab.}$$

A este resultado hay que adicionarle el consumo para animales y otros como riego, tomando en cuenta que el caudal del nacimiento es alto, permite aplicar una dotación más alta, con base a lo expuesto, se adopta una dotación de 100 l/hab./día para el caserío Cinco Arroyos.

3.6.2 Factores de consumo

3.6.2.1 Factor día máximo

Para este diseño se utilizará un factor de día máximo de 1.5

3.6.2.2 Factor hora máxima

Para este diseño se utilizará un factor de hora máximo de 3.0

3.6.3 Caudales de diseño

3.6.3.1 Caudal medio diario

$$QM = (\text{dotación} * \text{población futura}) / 86400$$

$$QM = (100 \text{ l./día/hab.} * 297 \text{ hab.}) / 86400 \text{ seg./día}$$

$$QM = 0.34 \text{ l./seg.}$$

3.6.3.2 Caudal máximo diario

El caudal máximo diario será:

$$Qmd = \text{factor día máximo} * QM$$

$$Qmd = 1.5 * 0.34 \text{ l./seg.}$$

$$Qmd = 0.51 \text{ l./seg.}$$

Para el diseño de la línea de conducción se usará el caudal de aforo de 4 l/seg. Con el propósito de utilizar el caudal disponible.

3.6.3.3 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario será:

$$Q_{mh} = \text{factor de hora máxima} * Q_m$$

$$Q_{mh} = 3.0 * 0.34 \text{ l./seg.}$$

$$Q_{mh} = 1.02 \text{ l./seg.}$$

3.6.3.4 Presión máxima y mínima

La presión máxima en la red de distribución es de 60 mts. Columna de agua, para prevenir que los accesorios de las viviendas se averíen, y la mínima es de 7 mts columna de agua, previendo construcciones de 2 niveles.

3.7 Diseño hidráulico del sistema de agua potable

3.7.1 Generalidades básicas

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| Tipo de sistema a usar: | por gravedad |
| Periodo de diseño: | 20 años |
| Tipo de red de distribución: | ramales abiertos, conexión predial |
| Población actual: | 150 habitantes |
| Población futura (2025): | 297 habitantes |
| Dotación: | 100 l./hab./día |
| Caudal medio diario: | 0.34 l./seg. |
| Caudal máximo diario: | 0.51 l./seg. |
| Caudal máximo hora: | 1.02 l./seg. |
| Viviendas actuales: | 25 casas |
| Densidad habitantes por vivienda: | 6 hab./casa |
| Tasa de crecimiento: | 3.47 % (INE) |
| Viviendas futuras: | 50 casas |

Coeficiente Hazen Williams: 150 para tubería PVC
100 HG

3.7.2 tipos de tubería

3.7.2.1 Tubería de PVC

Se utilizará en un 90% en el proyecto.

3.7.2.2 Tubería de hierro galvanizado

Se utilizará en un 10% del proyecto.

3.8 Diseño de componentes del sistema

3.8.1 Captación

Se construirá de muros de mampostería de piedra, capa filtrante de piedra, tanque de captación y válvulas de control.

3.8.2 Línea de conducción y red de distribución

Partiendo de la fórmula

$$D = ((1743.811 * L * (D^{1.85})) / (H * (C^{1.85})))^{4.87}$$

En donde:

D = diámetro en pulgadas

L = longitud en metros

Q = caudal

H = diferencia de altura en metros

C = coeficiente que depende del tipo de material

Despejando se tiene:

$$H_f = (1743.811 * L * Q^{1.85}) / (D^{4.85} * C^{1.85})$$

Ejemplo de cálculo:

$$H_f \text{ disponible} = \text{cota E-inicio} - \text{cota E-final}$$

$$H_f \text{ disponible} = 1000 - 986.19 = 13.81 \text{ m.}$$

$$Q = 4.0 \text{ l/seg.} \quad L = 98.10 \text{ m} \quad C = 100$$

a) Diámetro teórico

$$D = (1743.811 * Q^{1.85} * L / C^{1.85} * H_f \text{ dis.})^{1/4.85}$$

$$D = (1743.811 * 4.0^{1.85} * 98.10 / 100^{1.85} * 13.81)^{1/4.85}$$

$$D = 1.05 \text{ llevado hasta } D = 2 \frac{1}{2}'' \text{ por perdida}$$

b) Cálculo de H_f

$$H_f = (1743.811 * 98.10 * 4^{1.85}) / (2.68^{4.85} * 100^{1.85})$$

$$H_f = 3.89 \text{ mts.}$$

c) Cálculo de piezométrica

$$C_{\text{piezométrica}} = \text{Cota terreno} - H_f$$

$$= 1000 - 3.89 = 996.11 \text{ m}$$

d) Cálculo de velocidad

$$v = Q / \text{Área} = 4Q / 3.1416 * D^2$$

$$v = 4 * 4.0 / 1000 * 3.1416 * 0.067^2 = 1.12 \text{ m/seg.}$$

Tabla VI. Cuadro de resumen cálculo hidráulico

Línea conducción y red de distribución

| Tramo | Cota del terreno | | Longitud m. | Caudal l/seg. | C | Diámetro Pulg. | Hf. m. | Cota piezométrica | | Presión M.C.A. | No. tubos | Vel. m/s | Obser. |
|----------------------------|------------------|-------------|----------------|------------------|-----|-------------------|-----------|-------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------|---------------|
| | INICIO m. | FINAL m. | | | | | | INICIO M. | FINAL M. | | | | |
| Línea de conducción | | | | | | | | | | | | | |
| 1 7 | 1000,00 | 986,19 | 98,10 | 4,00 | 100 | 2 1/2" | 3,89 | 1000,00 | 996,11 | 9,92 | 16 | 1,12 | HG |
| 7 17 | 986,19 | 980,01 | 260,30 | 4,00 | 150 | 2 1/2" | 4,88 | 996,11 | 991,23 | 11,22 | 43 | 1,12 | V. Aire |
| 17 27 | 980,01 | 922,71 | 224,20 | 4,00 | 150 | 2 1/2" | 4,20 | 991,23 | 922,71 | 0,00 | 37 | 1,12 | C.R.P. |
| 27 38 | 922,71 | 855,82 | 221,70 | 4,00 | 150 | 2 1/2" | 4,15 | 922,71 | 918,56 | 62,74 | 37 | 1,12 | Tanque |
| | | | | | | | | | | | 134 | | |
| Distribución | | | | | | | | | | | | | |
| 38 45 | 855,82 | 802,97 | 246,40 | 1,02 | 150 | 1" | 14,9 | 855,82 | 840,90 | 37,93 | 41 | 1,29 | |
| 45 52 | 802,97 | 798,57 | 337,90 | 1,02 | 150 | 1" | 20,5 | 840,90 | 820,44 | 21,87 | 56 | 1,29 | |
| 52 55 | 798,57 | 782,07 | 91,30 | 1,02 | 150 | 1" | 5,53 | 820,44 | 814,91 | 32,84 | 15 | 1,29 | |

3.8.3 Tanque de distribución

El volumen del tanque de distribución, para este proyecto, se calculó con un 35 % del caudal medio.

Volumen del tanque

$$\text{Vol. T.D.} = 35 \% * Q_m$$

$$Q_m = \frac{(0.31 \text{ lt/seg.} * 86400 \text{ seg.} * 1 \text{ mt}^3)}{1 \text{ día} * 1000 \text{ lt}} = 26.78 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$(1 \text{ día} * 1000 \text{ lt})$$

$$\text{Vol. T.D.} = 0.35 * 26.78 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 9.37 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Vol. T.D.} = 15 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen de almacenamiento del tanque de distribución tendrá las siguientes dimensiones: 3 metros de ancho, 3.5 metros de largo y 1.5 metros de alto.

Este tanque tiene las mismas características del que se diseñó para el caserío Agua Blanca, Mixlaj, por lo que se toman los mismos datos de construcción ver inciso 2.8.3.

Espesor de losa: 10 cms.

Acero No. 3 a cada 30 cms. en ambos sentidos.

Muros de 1 mts de ancho en la base y 0.30 mts en la parte superior.

El tanque será semienterrado, esto de acuerdo a que el suelo donde se tiene planificado la construcción es material rocoso.

3.8.4 Conexiones domiciliarias

Tiene los mismos componentes que el caso del proyecto caserío Agua Blanca.

3.8.5 Obras hidráulicas

Caja rompe-presión

Se ubicó en la estación 27

Válvulas de aire

Se ubicó en la estación 17

3.8.6 Sistema de desinfección

Se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, en la entrada del tanque de distribución.

La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal medio por 24 horas al día. Este caudal es de 0.34 l/seg. Haciendo un total de 29,376 litros diarios.

La cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal se hace mediante la fórmula:

$$G = C * M * D / \%CL$$

Donde: G = Gramos de tricloro
C = Miligramos por litro deseado
M = Litros de agua a tratarse por día
D = Número de días
%CL = Concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0.07% y 0.15%, éste depende del caudal, para este proyecto se utilizará un valor de 0.1% por lo que se tiene:

$$G = \frac{0.001 * 29,376 \text{ l/día} * 30 \text{ días}}{0.90}$$

$$G = 979 \text{ gramos}$$

Lo cual significa que se necesitan 5 tabletas mensuales.

3.9 Estudio de Impacto Ambiental

Localización del proyecto: el caserío Cinco Arroyos se ubica a 12 kilómetros de la cabecera del municipio de Chiantla, departamento de Huehuetenango.

Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, para el caserío Cinco Arroyos, Mixlaj, Chiantla, departamento de Huehuetenango.

Área y situación legal del terreno: la situación legal de terreno es un área municipal, y los derechos de paso de tuberías son donados por los beneficiarios y en otros casos son comprados. El área a utilizar es de 20 km² aproximadamente.

Usos de recursos naturales del lugar: área de los nacimientos, suelo, piedra bola local y arena de los ríos existentes.

Sustancia o materiales que serán utilizados: cemento, hierro, tuberías PVC, pegamento, candados y accesorios varios.

Emisiones a la atmósfera: el componente atmosférico se verá impactado por la explotación de terrenos y zanjeo para los componentes del sistema, generando partículas de polvo, las cuales quedan en suspensión, por consiguiente puede provocar enfermedades respiratorias a las personas que se encuentren en el área de influencia.

Descarga de aguas residuales: durante la ejecución y operación del proyecto, se producirán aguas residuales, las cuales deben tener un manejo adecuado, para que no exista contaminación del suelo y de los cuerpos de agua existentes en el área.

Lugares Arqueológicos: es importante, como objetivo fundamental para este factor, determinar si existen vestigios arqueológicos en la zona de influencia del proyecto, ya que es de interés para la sociedad guatemalteca.

Ruidos y vibraciones: estos pueden producirse por la utilización de maquinaria y herramienta de trabajo, la cual pueden perjudicar a los pobladores y fauna del lugar.

Contaminación visual: una mala selección del lugar donde se construya el campamento, donde se deposite el material de desperdicio, o tala de vegetación donde se construya, puede ocasionar alteraciones al paisaje.

3.10 Elaboración de planos

Planta general de la línea de conducción de agua potable.

Planta general de la red de distribución de agua potable

Planta perfil de línea de conducción y red distribución

Captación de la fuente

Tanque de distribución

Obras de arte

Ver planos en el apéndice.

3.11 Presupuesto del sistema de agua potable

Para el cálculo del presupuesto se aplicaron los criterios del inciso 2.11.

Tabla VII. Presupuesto del sistema de agua potable

PROYECTO: Introducción de agua potable

LUGAR: Caserío Cinco Arroyos, aldea Mixlaj, Chiantla, Huehuetenango

PROPIETARIO: Municipalidad de Chiantla

INTEGRACIÓN DE COSTOS

| No. | Descripción | Cantidad | Unidad | P.U. | Total |
|-----|---|----------|--------|-------------|---------------------|
| 1 | Captación | 1 | U | Q 16.524,00 | Q 16.524,00 |
| 2 | Línea de conducción | | | | |
| | Tubería HG liviana de 2 1/2" | 16 | tubos | Q 550,00 | Q 8.800,00 |
| | Tubería PVC de 2 1/2" 160 PSI | 117 | tubos | Q 322,00 | Q 37.674,00 |
| | Zanjeo y relleno + pegado y colocación de tubería | 804,3 | ml | Q 25,00 | Q 20.107,50 |
| 3 | Red de distribución | | | | |
| | Tubería PVC de 1" 160 PSI | 112 | U | Q 140,00 | Q 15.680,00 |
| | Zanjeo y relleno + pegado y colocación de tubería | 675,6 | ml | Q 25,00 | Q 16.890,00 |
| 4 | Conexiones domiciliarias | 25 | Casas | Q 216,40 | Q 5.410,00 |
| 5 | Caja rompe-presión | 1 | U | Q 2.259,50 | Q 2.259,50 |
| 6 | Cajas para válvulas | 2 | U | Q 1.559,50 | Q 3.119,00 |
| 7 | Tanque de distribución de 15 m3. | 1 | U | Q 51.647,50 | Q 51.647,50 |
| 8 | Transporte de materiales | 1 | Global | Q 5.000,00 | Q 5.000,00 |
| 9 | Administración | 1 | 5% | Q 9.155,58 | Q 9.155,58 |
| 10 | Supervisión técnica | 1 | 5% | Q 9.613,35 | Q 9.613,35 |
| 11 | Utilidad | 1 | 15% | Q 30.282,06 | Q 30.282,06 |
| | Total del Proyecto | | | | Q 232.162,49 |

3.12 Operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento del sistema deberán realizarse, según la tabla siguiente:

Tabla VIII. Planificación de mantenimiento

Tabla X Planificación de mantenimiento

| Parte del sistema | Acción | MP | MC | Frecuencia |
|--------------------------|------------------------------------|----|----|------------|
| Tanque de distribución | Limpieza del área | X | | Mensual |
| | Revisión de estructuras | X | | Trimestral |
| | Reparación de estructuras | | X | Eventual |
| | Revisión de válvulas | X | | Mensual |
| Cajas de válvulas | Reparación-cambio de válvulas | | X | Eventual |
| | Revisión de cajas | X | | Trimestral |
| | Reparación de cajas | | X | Eventual |
| | Revisión de válvulas | X | | Trimestral |
| Línea de conducción | Reparación de válvulas | | X | Eventual |
| | Engrase de candado | X | | Trimestral |
| | Revisión de líneas | X | | Mensual |
| | verificación de fugas | X | | Mensual |
| Red de distribución | Reparación de fugas | | X | Eventual |
| | Revisión de líneas | X | | Mensual |
| | verificación de fugas | X | | Mensual |
| Conexiones domiciliarias | Reparación de fugas | | X | Eventual |
| | Revisión de válvulas | X | | Trimestral |
| | Reparación de válvulas de paso | | X | Eventual |
| | Revisión válvula de grifo | X | | Trimestral |
| | Reparación cambio válvula de grifo | | X | Eventual |
| | | | | |

MP: Mantenimiento preventivo
 MC: Mantenimiento correctivo

Para que el sistema sea auto sostenible se requiere de un fondo de operación y mantenimiento, en este caserío se determina que el comité sea el encargado de velar por el mantenimiento, y cuando exista una reparación será de aporte común para todos los usuarios, debido a que el proyecto es pequeño en el número de usuarios.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos de abastecimiento de agua potable para los caseríos de Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixtlaj, municipio de Chiantla, Huehuetenango, beneficiará a 324 personas con un costo total de Q431,031.65, sistema que les proveerá agua en cantidad suficiente y de buena calidad, con lo que se estará proporcionando una mejor calidad de vida, por cuanto ya no tendrán que hacer uso de fuentes inadecuadas.
2. La falta de información y organización de las comunidades del área rural, aunado con el abandono de las instituciones gubernamentales y municipales, ha provocado que los caseríos carezcan de los servicios básicos y de saneamiento necesarios para tener una mejor calidad de vida, esta situación podrá mejorarse en la medida que las comunidades generen y gestionen por si mismas, las soluciones a su problemática, a través del apoyo de instituciones como la USAC, específicamente con los programas de EPS.
3. El tipo de sistema de agua potable propuesto, fue por ramales abiertos y prediales, la razón se debió a lo disperso que se encuentran las viviendas así como a la topografía del terreno, la cual es muy quebrada.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Chiantla:

1. Proporcionarle el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, a los sistemas de abastecimiento de agua potable, de una forma constante y técnica, para que se brinde el servicio adecuado.
2. Garantizar la potabilidad del agua del sistema de abastecimiento, velando que el clorador siempre tenga las pastillas de tricloro.
3. Colocar medidores en la red de distribución, para evitar desperdicios y generar una racionalización del agua, para beneficio de las dos comunidades.
4. Garantizar la supervisión técnica en la construcción de los proyectos, para que se cumplan las especificaciones contenidas en los planos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Streeter, Víctor L. **Mecánica de los fluidos**. 4ª. Edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1975.747 pp.
2. Flores Díaz Jeovani Abel. Proyecto de estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para las aldeas de Ayuita y Nueva Candelaria, del departamento de Retalhuleu. Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala. 2002.39 pp.
3. **Guía metodológica general para la preparación y evaluación de proyectos de inversión social**. Guatemala: Editorial Servi prensa. 2000.172PP.
4. **Guía para la identificación y formulación de proyectos de educación**. Guatemala: Editorial Servi Prensa, 2000. 187PP.
5. **Guía para la identificación y formulación de proyectos de salud**. Guatemala: Editorial Servi Prensa, 2000. 150PP.
6. **Población y locales de habitación particulares censados según departamento y municipio, INE**. Guatemala: S.E. 2003. 38PP.
7. S. Merrit, Frederick. **Manual del Ingeniero Civil**. 3ra. ed. México: Editorial McGraw Hill. 1989.

8. Acuerdos de Paz, (MINEDUC, 2003)

9. Alvarado Herrera Edson Ronaldo, Estudio de infraestructura actual y priorización de proyectos de la cabecera municipal de Chiantla Huehuetenango. Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2007.59 pp.

APÉNDICE

- ✓ Libretas topográficas de los sistemas de abastecimiento de agua potable Agua Blanca y Cinco Arroyos, Mixlaj, Chiantla, Huehuetenango.
- ✓ Resultados de análisis del agua
- ✓ Planos del sistema de abastecimiento de agua potable de Agua Blanca, Mixlaj, Chiantla, Huehuetenango.
- ✓ Planos del sistema de abastecimiento de agua potable de Cinco Arroyos, Mixlaj, Chiantla, Huehuetenango.

LIBRETA TOPOGRÁFICA

PROYECTO: Cinco Arroyos

LEVANTÓ: Municipalidad de Chiantla

MUNICIPIO: Chiantla

CALCULÓ: Ariel GOMEZ

DEPARTAMENTO: Huhuetenango

FECHA: Marzo del 2,005

| EST. | P.O | AZIMUT | D.H. | D. ACUM. | DESNIVEL | COTA | OBSERVACIONES |
|------|-----|---------|-------|----------|----------|--------|------------------------|
| | 1 | | | | | 1000 | |
| 1 | 2 | | 13,80 | 13,80 | -1,02 | 998,98 | |
| 2 | 3 | | 8,40 | 22,20 | -3,43 | 995,55 | |
| 3 | 4 | | 13,90 | 36,10 | -0,23 | 995,32 | |
| 4 | 5 | | 15,80 | 51,90 | -1,90 | 993,42 | |
| 5 | 6 | | 27,40 | 79,30 | -6,06 | 987,36 | |
| 6 | 7 | | 18,80 | 98,10 | -1,17 | 986,19 | |
| 7 | 8 | | 40,20 | 138,30 | -1,85 | 984,34 | |
| 8 | 9 | | 19,00 | 157,30 | -0,33 | 984,01 | |
| 9 | 10 | | 28,00 | 185,30 | -0,19 | 983,82 | |
| 10 | 11 | | 15,80 | 201,10 | -1,00 | 982,82 | |
| 11 | 12 | | 23,40 | 224,50 | -1,46 | 981,36 | |
| 12 | 13 | | 19,70 | 244,20 | -1,00 | 980,36 | |
| 13 | 14 | | 26,00 | 270,20 | -2,11 | 978,25 | |
| 14 | 15 | | 26,20 | 296,40 | -0,38 | 977,87 | |
| 15 | 16 | | 45,20 | 341,60 | 0,59 | 978,46 | |
| 16 | 17 | | 16,80 | 358,40 | 1,55 | 980,01 | Válvula de aire |
| 17 | 18 | | 14,40 | 372,80 | -1,22 | 978,79 | |
| 18 | 19 | | 26,20 | 399,00 | -1,53 | 977,26 | |
| 19 | 20 | | 22,60 | 421,60 | 0,78 | 978,04 | |
| 20 | 21 | | 15,20 | 436,80 | 0,75 | 978,79 | |
| 21 | 22 | | 17,30 | 454,10 | -1,07 | 977,72 | |
| 22 | 23 | | 29,50 | 483,60 | -4,37 | 973,35 | |
| 23 | 24 | | 25,00 | 508,60 | -11,14 | 962,21 | |
| 24 | 25 | | 28,30 | 536,90 | -16,24 | 945,97 | |
| 25 | 26 | | 24,40 | 561,30 | -14,58 | 931,39 | |
| 26 | 27 | | 21,30 | 582,60 | -8,68 | 922,71 | caja Rompe Presión |
| 27 | 28 | | 10,60 | 593,20 | -5,42 | 917,29 | |
| 28 | 29 | | 26,20 | 619,40 | -4,33 | 912,96 | |
| 29 | 30 | | 10,50 | 629,90 | -2,86 | 910,1 | |
| 30 | 31 | | 20,90 | 650,80 | -12,52 | 897,58 | |
| 31 | 32 | | 20,80 | 671,60 | -8,64 | 888,94 | |
| 32 | 33 | | 21,00 | 692,60 | -8,35 | 880,59 | |
| 33 | 34 | | 22,00 | 714,60 | -9,84 | 870,75 | |
| 34 | 35 | | 18,00 | 732,60 | -6,95 | 863,80 | |
| 35 | 36 | | 40,00 | 772,60 | -5,49 | 858,31 | |
| 36 | 37 | | 10,00 | 782,60 | -2,49 | 855,82 | |
| 37 | 38 | | 21,70 | 804,30 | 0,00 | 855,82 | Tanque de Distribución |
| 38 | 39 | | 37,10 | 841,40 | -5,77 | 850,05 | |
| 39 | 40 | | 24,00 | 865,40 | -4,10 | 845,95 | |
| 40 | 41 | | 35,50 | 900,90 | -7,89 | 838,06 | |
| 41 | 42 | | 39,80 | 940,70 | -13,42 | 824,64 | |
| 42 | 43 | | 57,00 | 997,70 | -9,31 | 815,33 | |
| 43 | 44 | | 14,00 | 1011,70 | -1,34 | 813,99 | |
| 44 | 45 | | 39,00 | 1050,70 | -11,02 | 802,97 | |
| 45 | 46 | 310° 1' | 50,00 | 1100,70 | -0,90 | 802,07 | |

| | | | | | | | |
|----|----|----------|-------|---------|-------|--------|--|
| 46 | 47 | 310° 1´ | 80,00 | 1180,70 | -0,80 | 801,27 | |
| 47 | 48 | 310° 1´ | 60,00 | 1240,70 | -0,20 | 801,07 | |
| 48 | 49 | 280° 06´ | 51,10 | 1291,80 | -1,00 | 800,07 | |
| 49 | 50 | 253° 15´ | 60,00 | 1351,80 | -0,60 | 799,47 | |
| 50 | 51 | 258° 24´ | 21,50 | 1373,30 | -0,30 | 799,17 | |
| 51 | 52 | 270° 24´ | 15,30 | 1388,60 | -0,60 | 798,57 | |
| 52 | 53 | 261° 54´ | 28,40 | 1417,00 | -3,50 | 795,07 | |
| 53 | 54 | 254° 06´ | 39,90 | 1456,90 | -9,00 | 786,07 | |
| 54 | 55 | 248° 30´ | 23,00 | 1479,90 | -4,00 | 782,07 | |



BOLETA DE CALIDAD DEL AGUA

Muestra tomada por: Helber Ariel Gómez Gómez Cargo: Estudiante de Ingeniería Civil
 Fecha de muestreo: 07/10/2006 Hora: 10:44 Horas

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Departamento: HUEHUETENANGO Municipio: CHIANTLA
 Comunidad: AGUA BLANCA Iden. del Sistema: _____

B. CARACTERISTICAS DEL AGUA

PROYECTO: _____

| Lugar donde se efectúa el Muestreo | Nombre del sitio de Muestreo | cloro libre Residual (mg/l) | Coliformes fecales / 100 ml | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| | | | No.* | Volumen (ml) | Contaje (# colonias) | Cantidad **Contaje x 100 |
| 1 Fuente superficial: | | | | | | |
| Rio | | | | | | |
| Lago | | | | | | |
| Laguna | | | | | | |
| Otro (especifique) | | | | | | |
| 2 Fuentes Subterráneas | | | | | | |
| Manantial 1: | | | 789 | 100 m.l. | 0 | 0 |
| Manantial 2: | | | | | | |
| Manantial 3: | | | | | | |
| Manantial 4: | | | | | | |
| Caja de Captación | | | | | | |
| Caja Reunidora de Caudales | | | | | | |
| Pozo 1: | | | | | | |
| Pozo 2: | | | | | | |
| 3 Tratamiento | | | | | | |
| 4 Tanque de almacenamiento | | | | | | |
| Aljibe | | | | | | |
| Caja Distribuidora de caudales | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 1 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 2 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 3 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 4 | | | | | | |
| Cisterna | | | | | | |
| 5 Red de distribución | | | | | | |
| Vivienda 1 | | | | | | |
| Vivienda 2 | | | | | | |
| Vivienda 3 | | | | | | |
| Vivienda 4 | | | | | | |
| Vivienda 5 | | | | | | |
| Vivienda 6 | | | | | | |
| 6 Camión cisterna | | | | | | |
| 7 Agua de lluvia | | | | | | |

* Número de muestra ** Cantidad = $\frac{\text{contaje} \times 100}{\text{volumen}}$

[Handwritten Signature]
 Encargado Laboratorio de Agua

Resultado: **SI** APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

OBSERVACION: Norma Coguinar N90 25001 para agua potable:
 5.2 El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de Escherichia coli en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra alada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.



BOLETA DE CALIDAD DEL AGUA

Muestra tomada por: Helber Ariel Gómez Gómez Cargo: Estudiante de Ingeniería Civil
 Fecha de muestreo: 10/10/2006 Hora: 09:53 Horas

A. UBICACIÓN GEOGRAFICA
 Departamento: HUEHUETENANGO Municipio: CHIANTLA
 Comunidad: CINCO ARROLLOS Iden. del Sistema: _____

B. CARACTERISTICAS DEL AGUA PROYECTO: _____

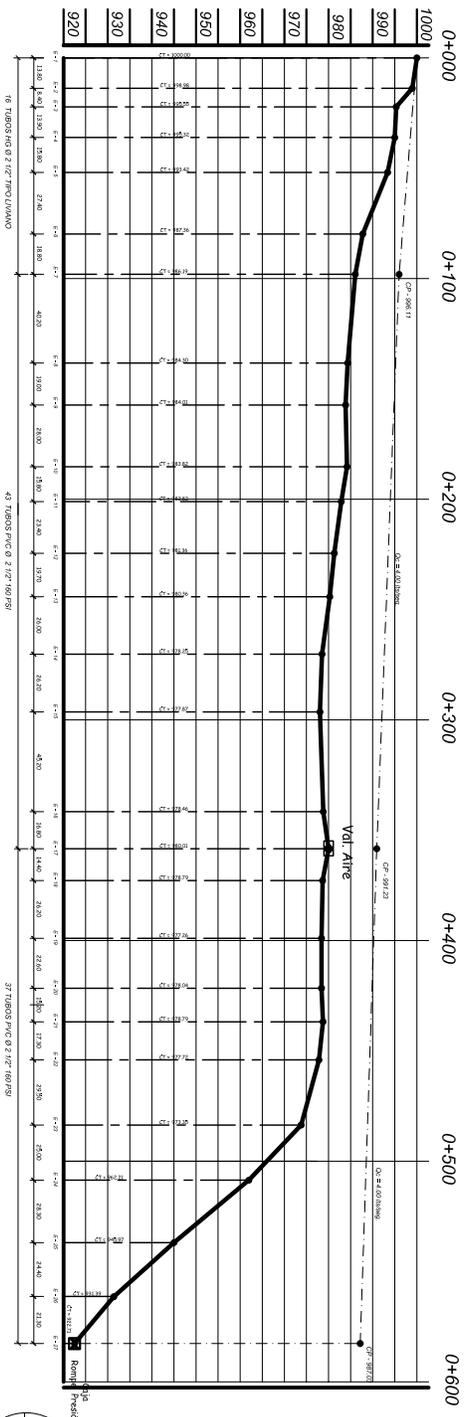
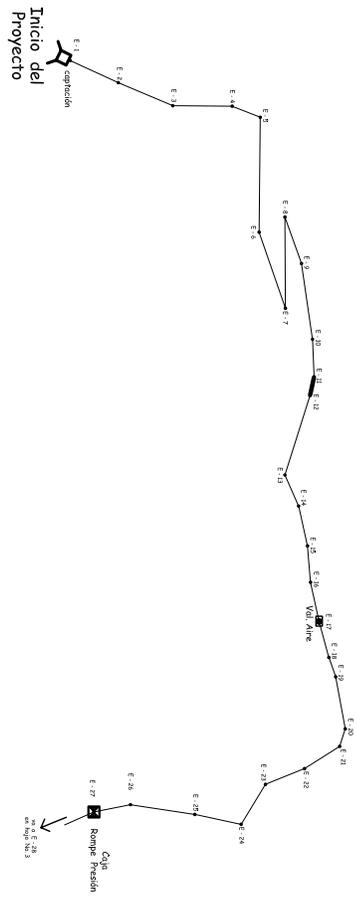
| Lugar donde se efectúa el Muestreo | Nombre del sitio de Muestreo | Cloro libre Residual (mg/l) | Coliformes fecales / 100 ml | | | |
|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------|--------------------------|
| | | | No.* | Volumen (ml) | Contaje (# colonias) | Cantidad **Contaje x 100 |
| 1 Fuente superficial: | | | | | | |
| Rio | | | | | | |
| Lago | | | | | | |
| Laguna | | | | | | |
| Otro (especifique) | | | | | | |
| 2 Fuentes Subterráneas | | | | | | |
| Manantial 1: | | | 792 | 100 m.l. | 0 | 0 |
| Manantial 2: | | | | | | |
| Manantial 3: | | | | | | |
| Manantial 4: | | | | | | |
| Caja de Captación | | | | | | |
| Caja Reunidora de Caudales | | | | | | |
| Pozo 1: | | | | | | |
| Pozo 2: | | | | | | |
| 3 Tratamiento | | | | | | |
| 4 Tanque de almacenamiento | | | | | | |
| Aljibe | | | | | | |
| Caja Distribuidora de caudales | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 1 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 2 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 3 | | | | | | |
| Tanque de almacenamiento 4 | | | | | | |
| Cisterna | | | | | | |
| 5 Red de distribución | | | | | | |
| Vivienda 1 | | | | | | |
| Vivienda 2 | | | | | | |
| Vivienda 3 | | | | | | |
| Vivienda 4 | | | | | | |
| Vivienda 5 | | | | | | |
| Vivienda 6 | | | | | | |
| 6 Camión cisterna | | | | | | |
| 7 Agua de lluvia | | | | | | |

* Número de muestra ** Cantidad n = contaje x 100 / volumen

(Handwritten signature)
DIRECCION AREA DE SALUD HUEHUETENANGO
LABORATORIO
 Encargado Laboratorio de Agua

Resultado: **SI** APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

Observación: Norma Copuzam: HQG 2991 para agua potable.
 5.2 El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de E. coli en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esta muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano.

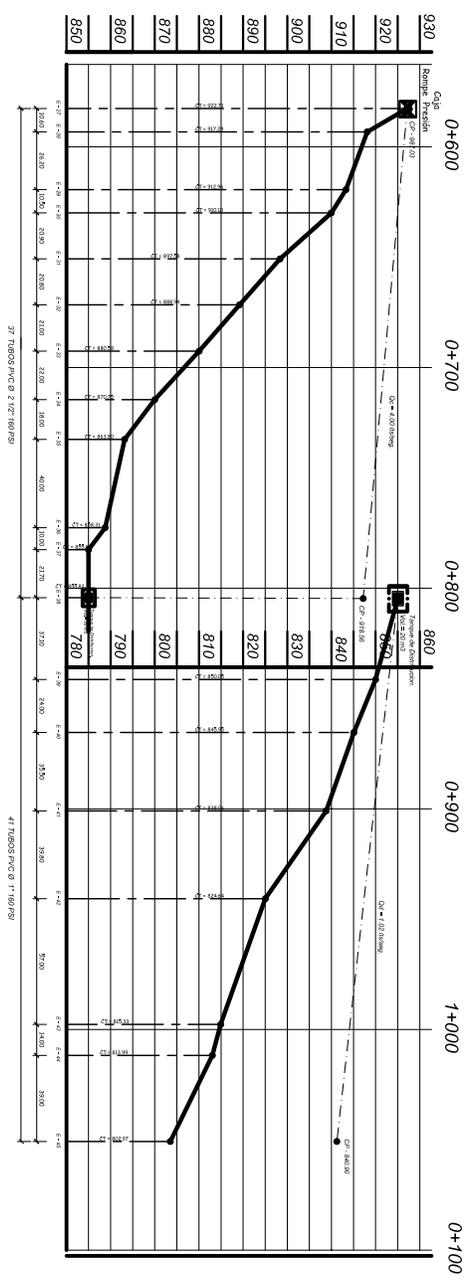
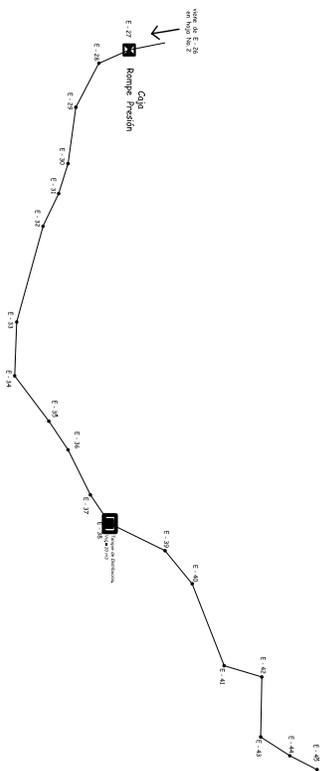


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Unidad de ETS

PROYECTO: Introducción de agua potable
 UBICACIÓN: caserío cinco arroyos, malaj, Chantla

CONTENIDO: **PLANTA + PERFIL**

| | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|
| ESCALA: SEPTIEMBRE 2005 | ESCALA: T.A.G.G. | HOJA: 1 |
| ESCALA: INDICADA | ESCALA: T.A.G.G. | TOTAL: 6 |
| PROYECTO: VO BO | PROYECTO: VO BO | PROYECTO: VO BO |
| PROYECTO: VO BO | PROYECTO: VO BO | PROYECTO: VO BO |



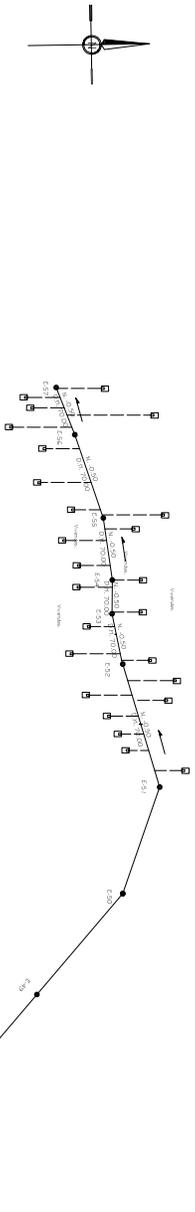
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Unidad de EPS

PROYECTO: Introducción de agua potable
 UBICACION: sector cinco aroya, itz'at, Ciudad de Guatemala

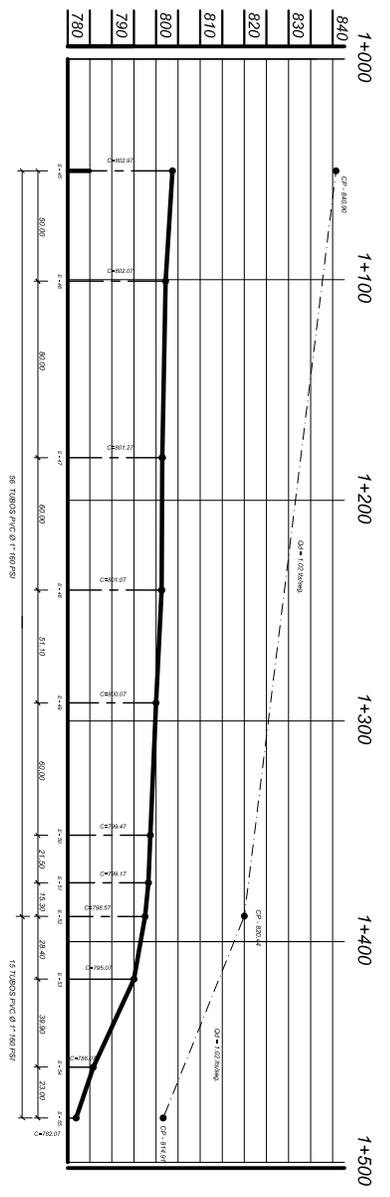
CONTRATO: PLANTA + FERRO

TÉCNICO RESPONSABLE 2002: SENSÓN H.A.G.C.
 ESCALA: INDICADA: BS200 H.A.G.C.

ESTACION: 2 / 6
 TÍTULO: TUBERÍA DE 2" Y 1" (EPS)

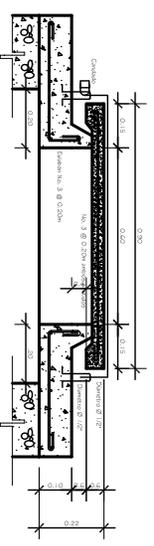
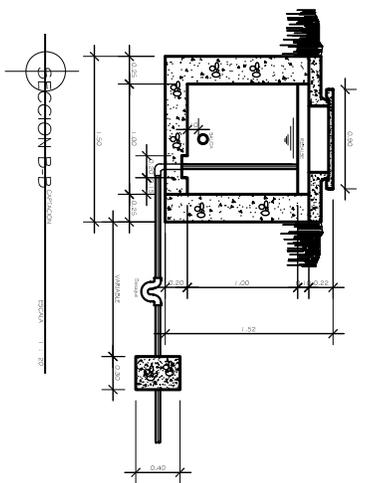
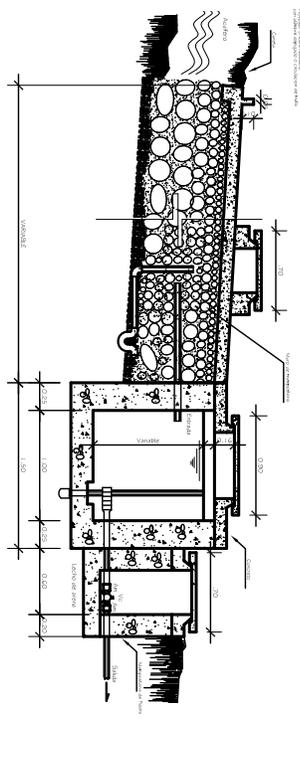
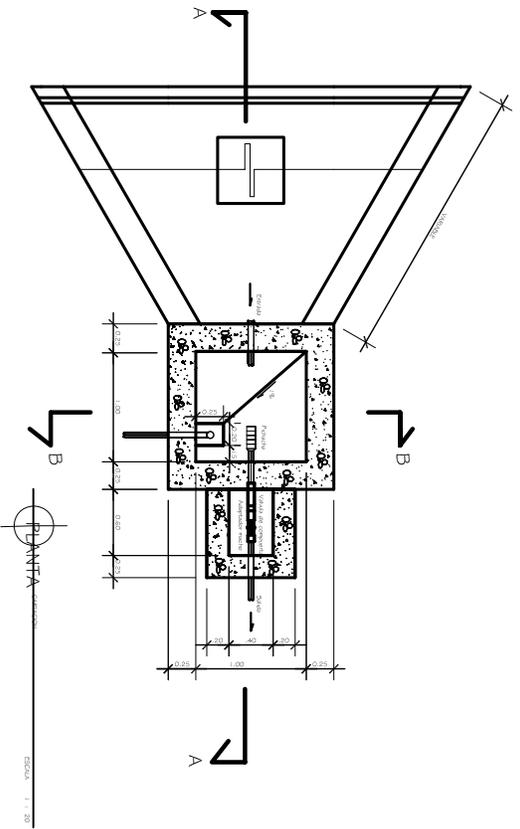


PLANTA
 Introducción de agua potable
 Escala: 1:1250



PERFIL
 Horizontal: 1:1000

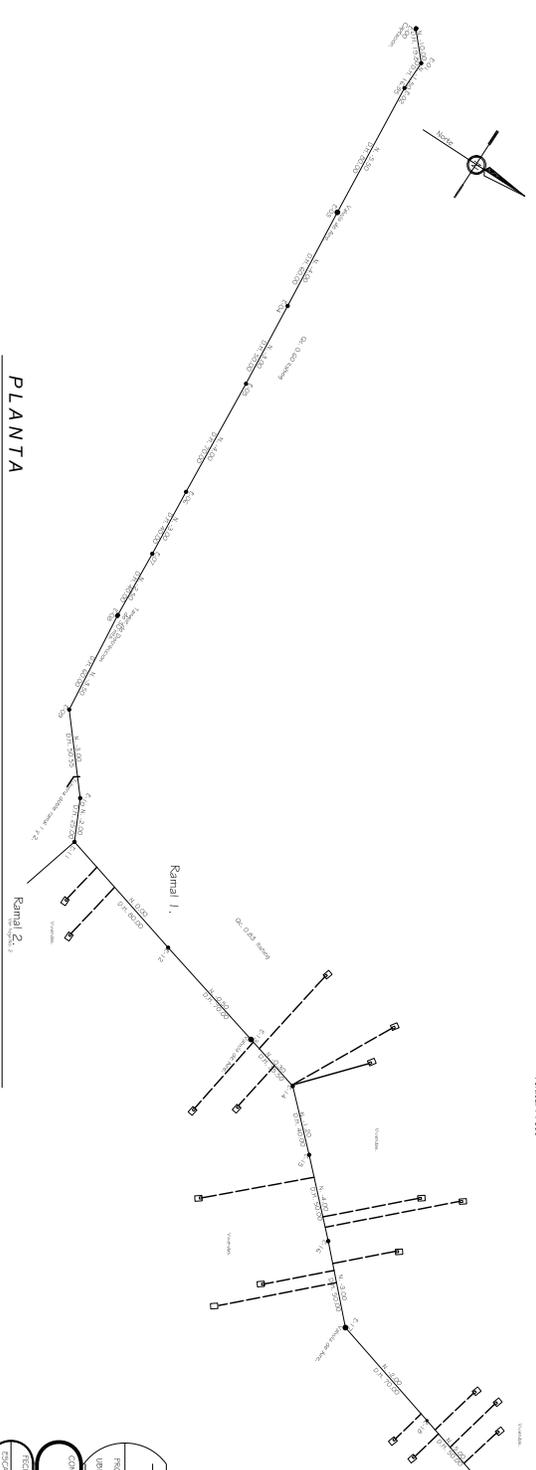
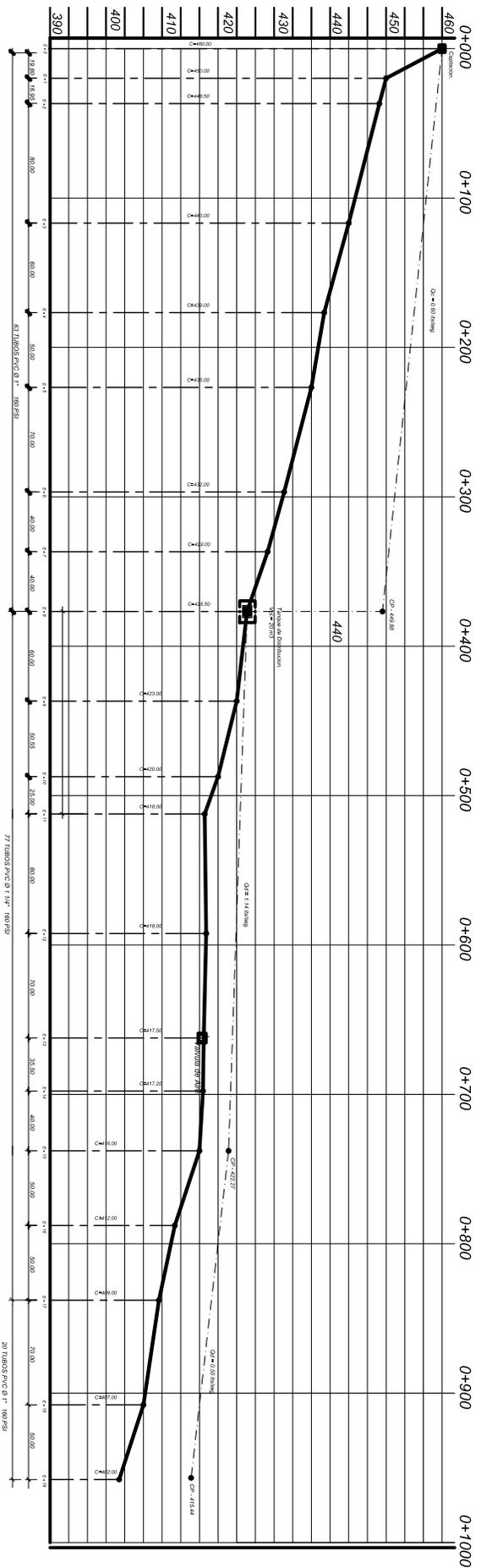
| | |
|---|----------------|
| Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de EDS | |
| Proyecto: Introducción de agua potable Ubicación: Caserio cinco arroyos, milpa, Chuintla | |
| Contributo: PLANTA + PERFIL | |
| TEMA: APTITUDINE 2005 | CURSO: H.A.G. |
| ESCALA: INDICADA | DISEÑO: H.A.G. |
| REVISO: | CALIFICACION: |
| TITULO: | NOMBRE: |
| 3 | 6 |



NOTA:

- EL CONCRETO CICLOPEO SE HAZA DE LA SIGUIENTE MANERA:
 - 67 % DE MORTERO
 - 33 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HAZA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2
- EL MORTERO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL ACERO SI SE USA EN LA INSTRUCCION DE 1:6 2 L O 4kg/m²
- EL ACERO SI SE USA CADA 40
- SE SELLARÁ EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SABLEYA, PROPORCION EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECURRIMIENTO MINIMO DE 1,5 CMAS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVE NEECESARIO EN EL INTERIOR PARA LA RECOLECCION DEL AGUA.
- SE REALIZARA UN MAZUDO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAYA.

| | |
|--|-------------------|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | |
| Facultad de Ingeniería | |
| Unidad de EPS | |
| Proyecto: introduccion de agua potable | |
| Ubicacion: caserío cinco arroyos, miyá, Chiantla | |
| CONTRATO: | CAYA DE CAPTACION |
| TEMA: AGRICULTUR 2003 | ORDEN: H.A.5.6 |
| ESCALA: INDICADA | DISEÑO: H.A.5.6 |
| ACERDOS: | 5 |
| INSTRUMENTOS: | 6 |



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

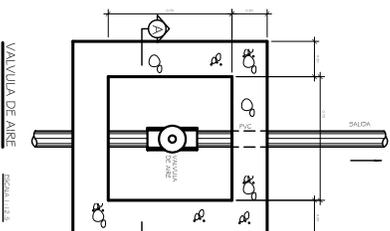
Proyecto: Introducción de agua potable
Ubicación: Caserío Agua Blanca, Madox, Chiantla

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

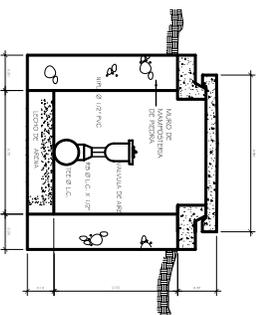
FECHA: SEPTIEMBRE 2007
INDICADA: PROLO H.A.G.C.
INDICADA: TESORO H.A.G.C.

ECUADOR: 1050 mg Juan Marcé Ceballos
INDICADA: 1050 mg Juan Marcé Ceballos

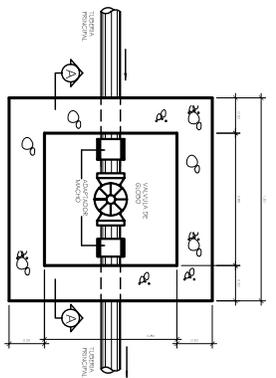
1/5



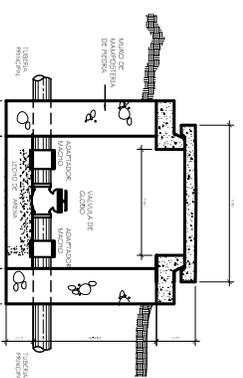
VALVULA DE AIRE
ESCALA 1:10



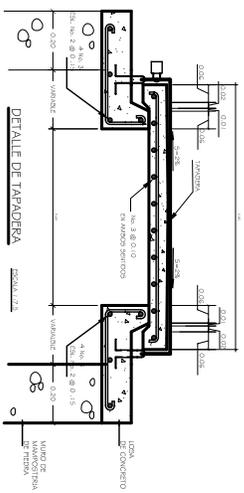
VALVULA DE AIRE SECCION A-A
ESCALA 1:10



VALVULA DE CONTROL
ESCALA 1:10



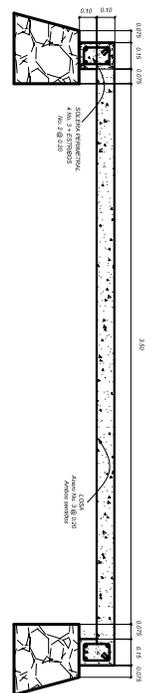
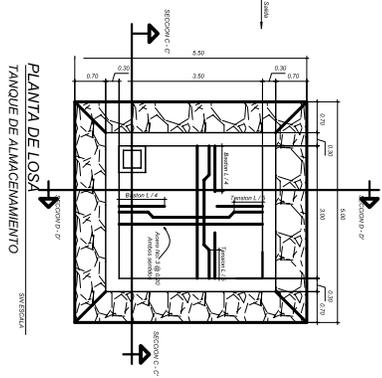
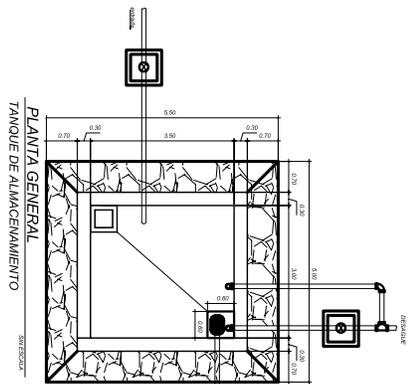
VALVULA DE CONTROL SECCION A-A
ESCALA 1:10



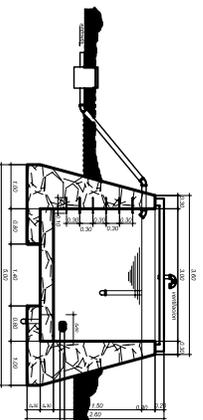
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:2

- NOTA:
- EL CONCRETO CICLOPETO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
67 % DE MORTERO
33 % DE PIEDRA BOLA
 - EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2
CEMENTO Y ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
 - EL CONCRETO TENDRA UNA RESISTENCIA DE $f'c$ 2.10 kg/cm^2
 - SE REPIELARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SARRIYA, PROPORCION
EN VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN
RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMs.
 - EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVE INEGUARDO
 - PARA DEJAR EL AGUA DE LLUVA DE UN 2%
 - SE REPIELARA EL INTERIOR Y EL EXTERIOR CON SARRIYA Y ARENA DE RIO
EN PROPORCION 1:2 PARA INTERMEDIALIZAR LAS PAREDES
INTERNAS DE LA CUNA.

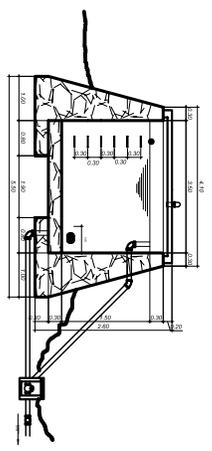
| | |
|---|----------------------|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | |
| Facultad de Ingeniería | |
| Unidad de EPS | |
| Proyecto: Introducción de agua potable | |
| Ubicación: Caserío Agua Blanca, Madoy, Chiantla | |
| CONTENIDO | |
| OBRAS DE ARTE | |
| FECHA: SEPTIEMBRE 2007 | PÁGINA: 3 DE 5 |
| ESCALA: INDICADA | TÍTULO: H.A.G.6. |
| PROYECTO: 10507-10 | FECHA: 10/09/07 |
| PROYECTANTE: Juan Marco Cós | REVISOR: Juan Carlos |
| APROBADO: 10/09/07 | ESCALA: 1:5 |



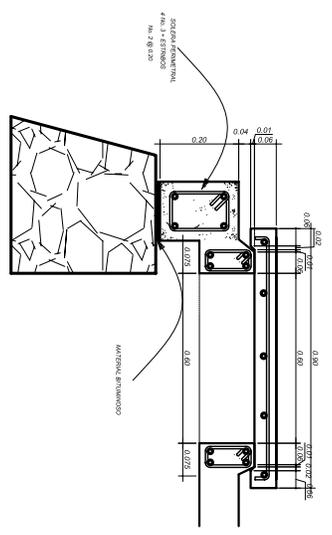
SECCION D - D'
SIN ESCALA



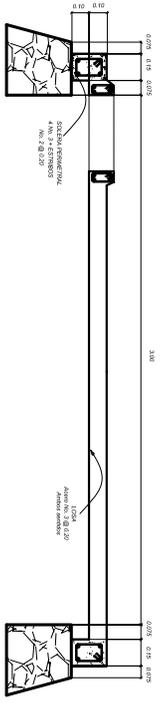
SECCION A - A'
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
SIN ESCALA



SECCION B - B'
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA
SIN ESCALA



SECCION C - C'
SIN ESCALA

- ESPECIFICACIONES TECNICAS**
- El concreto ciclopeo, deberan impermeabilizarse en sus caras interiores con una capa de sablete de cemento + arena prop. 1 : 2 de 3 cms
 - En la parte superior de los muros colocar material bituminoso entre juntas de juntas y lesta
 - 35% de piedra bola
 - El concreto sera f'c 210 kg/cm2
 - Proporción 1:2:3
 - El asero fy = 2810 kg/cm2

| | | | |
|--|--|--|--|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | | Facultad de Ingeniería | |
| Unidad de EPN | | Proyecto | |
| Proyecto: Introducción de agua potable | | Indicación: Caserío Agua Blanca, Makiy, Chiantla | |
| Fecha: SEPTIEMBRE 2007 | | PROF. H.A.G.C. | |
| Escuela: INGENIERIA | | T.C. H.A.G.C. | |
| Código: 1050119 Juan Manuel Ceballos | | 1050119 Juan Manuel Ceballos | |
| Asesor del EPN | | Asesor del EPN | |
| CONTENIDO | | TANQUE DE DISTRIBUCION 20 M3 | |
| PÁGINA | | 4 | |
| TOTAL | | 5 | |

