



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de ingeniería civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL POSHTE Y DISEÑO  
DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL  
RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE, MUNICIPIO DE  
CHIQUMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUMULA**

**Freddy Paolo Gómez Sagastume**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Guatemala, noviembre de 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL POSHTE Y DISEÑO  
DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL  
RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE, MUNICIPIO DE  
CHIQUMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**FREDDY PAOLO GÓMEZ SAGASTUME**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympos Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympos Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL POSHTE Y DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE, MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 28 de agosto de 2006.

Freddy Paolo Gómez Sagastume

## **AGRADECIMIENTO A:**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, ESPECIALMENTE A LA FACULTAD DE INGENIERÍA.**

**MI MADRE ZOILA SAGASTUME**

**Y MI HERMANO CRISTIAN**

Un agradecimiento especial por todo su apoyo y permitirme llegar hasta donde ahora he llegado.

**INGENIERO MANUEL**

**ALFREDO ARRIVILLAGA**

Por la asesoría prestada para la realización del presente trabajo de graduación.

**MIS AMIGOS**

Coralía Vásquez, Mario Aguilar, Boris Ortiz, Jose Luis Argueta, Pablo Escobar, Leonel Marroquín, Juan Pablo García, Jorge Mario Rosales, Manuel Garnica, Fernando Oliva, por brindarme su amistad sincera y compañerismo en todo momento.

**FAM. ARGUETA MAYORGA**

Por su apoyo dentro y fuera de la facultad de Ingeniería.

**MIS AMIGOS DE LA O.M.P DEL**

**MUNICIPIO DE CHIQUIMULA**

Seño Marieta, Fredy, Saúl, Vinicio, Dany, Juan Pablo, por su amistad y apoyo incondicional a lo largo de mi E.P.S.

**MI TÍA FLORA SAGASTUME**

Por abrirme las puertas de su casa y apoyarme a lo largo de mi E.P.S.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Fuente de sabiduría y fuerza, que me brindó la oportunidad de alcanzar la meta que me he trazado.

### **MIS PADRES**

Zoila Sagastume de Gómez y Fredy Leonel Gómez Monroy.

### **MIS HERMANOS**

Fabiola Dulce María Gómez Sagastume  
Cristian Leonel Gómez Sagastume, por su apoyo y cariño.

### **MI FAMILIA Y AMIGOS EN GENERAL.**

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>LISTA DE SIMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1 ASPECTOS MONOGRÁFICOS</b>	1
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Características geográficas	3
1.2.1 Límites	3
1.2.2 Clima	3
1.2.3 Humedad relativa	4
1.2.4 Vientos	4
1.2.5 Vías de acceso	4
1.3 Características económicas	6
1.3.1 Actividad comercial	6
1.4 Características socioculturales	6
1.4.1 Población	6
1.4.2 Servicios	6
1.4.3 División política	7
1.4.4 Educación	7
<b>2 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL POSHTE</b>	9

2.1 Preliminares	9
2.1.1 Investigación preliminar	9
2.1.2 Investigación de campo	9
2.1.3 Personal a cargo de la visita	10
2.2 Información a ser recolectada en campo	11
2.2.1 Sobre la localidad	11
2.2.2 Accesos	11
2.2.3 Vivienda y población	11
2.2.4 Abastecimiento de agua	11
2.2.5 Servicios existentes	11
2.2.6 Exposición de excretas	12
2.2.7 Fuentes propuestas	12
2.2.8 Organizaciones y consejos comunitarios	12
2.3 Descripción del proyecto	12
2.4 Levantamiento topográfico	13
2.4.1 Altimetría	13
2.4.2 Planimetría	13
2.5 Evaluación del sistema actual	13
2.6 Descripción del sistema a utilizar	14
2.7 Aforos	14
2.8 Exámenes de calidad del agua	15
2.9 Normas de diseño	15
2.10 Parámetros de diseño	16
2.10.1 Período de diseño	16
2.10.2 Cálculo de población	16
2.10.3 Consumos de agua potable	17
2.10.4 Consumo medio	18



2.10.5 Consumo máximo diario	18
2.10.6 Consumo máximo horario	19
2.10.7 Caudal simultáneo	20
2.10.8 Caudal unitario	20
<b>3 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	<b>21</b>
3.1 Fuente y captación	21
3.2 Tanque de almacenamiento y/o distribución	21
3.3 Línea de conducción	22
3.4 Colocación de la tubería	22
3.5 Red de distribución	22
3.6 Presiones	23
3.7 Caja rompe-presión	23
3.8 Caja distribuidora de caudales	23
3.9 Tipo de conexión	24
3.10 Válvulas	24
3.11 Tratamiento del agua	24
3.12 Desinfección de agua potable en tanques de distribución	25
3.12.1 Limpieza de los tanques	25
<b>4 CÁLCULO HIDRÁULICO</b>	<b>27</b>
4.1 Diseño de la línea de conducción	27
4.2 Calculo de un tramo en la red de distribución	33
4.3 Operación y mantenimiento	35
4.4 Propuesta de tarifa	36
4.4.1 Costo de operación	36
4.4.2 Costo de mantenimiento	37

4.4.3	Costo de tratamiento	38
4.4.4	Gastos administrativos	38
4.4.5	Costo de reserva	39
4.4.6	Cálculo de tarifa	39
4.5	Evaluación de impacto ambiental	40
4.5.1	Impacto ambiental en construcción	40
4.5.2	En operación	41

## **5 DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE** 43

5.1	Descripción del proyecto	43
5.2	Especificaciones para muros de contención	43
5.3	Tipos de suelos	45
5.3.1	Arenas	46
5.3.2	Limos	47
5.3.3	Arcillas	47
5.3.4	Gravas	48
5.3.5	Caliche	49
5.3.6	Loess	49
5.3.7	Tepetate	49
5.3.8	Gumbo	50
5.4	Características físicas de los suelos	50
5.4.1	Densidad	50
5.4.2	Peso volumétrico	50
5.4.3	Absorción	51
5.4.4	Granulometría	51
5.4.5	Estructura	51
5.5	El agua en el suelo	52

5.6 Empuje de tierras	53
5.7 Drenaje en los muros de contención	53
5.8 Estabilidad de taludes	54
5.9 Tipos de muro de contención	56
5.9.1 Muros por gravedad	56
5.9.2 Muros de concreto armado (voladizo.)	56
5.9.3 Muros de semi-gravedad	56
5.9.4 Muros con contrafuertes	56
5.9.4.1 Con contrafuerte en el intradós	57
5.9.4.2 Con contrafuerte en el trasdós	57
5.9.4.3 Valor soporte del suelo	57
<b>6 CÁLCULO Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>81</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>87</b>
<b>APÉNDICES</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>119</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Mapa del departamento de Chiquimula	2
2. Mapa de ubicación de la aldea La Catocha y caserío El Poshte en el municipio de Chiquimula	5
3. Armado de muro de contención	78
4. Drenaje de muro de contención	79
5. Imagen de escuela oficial rural mixta caserío El Poshte	113
6. Imagen de escuela oficial rural mixta caserío El Poshte	115
7. Imagen de escuela oficial rural mixta caserío El Poshte	117

### TABLAS

I. Tabla valor soporte permisible según tipo de suelo	58
II. Tabla de predimensionamiento de muro	60
III. Libreta topográfica línea de conducción	91
IV. Libreta topográfica línea de distribución aldea La Catocha	92
V. Libreta topográfica línea de distribución ramal 1 en El Poshte	93
VI. Libreta topográfica línea de distribución caserío El Poshte	94
VII. Tabla de resumen de costos proyecto sistema de agua potable para la Aldea La Catocha	97
VIII. Precio unitario de captación	99
IX. Precio unitario de línea de conducción	100
X. Precio unitario de tanque de distribución	101
XI. Precio unitario de caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup>	102
XII. Precio unitario de caja distribuidora de caudales	103

XIII. Precio unitario de conexión predial	104
XIV. Precio unitario de paso aéreo de 18 metros	105
XV. Precio unitario de paso de zanjón	106
XVI. Precio unitario de línea de distribución	107
XVII. Tabla de presupuesto de muro de contención para la escuela Oficial rural mixta caserío El Poshte	109
XVIII. Tabla de diámetros internos para tubería p.v.c	121
XIX. Tabla de volumen de solución al 0.10% que tiene que ingresar al tanque para dosificar 1 mg/lit	123

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>PSI</b>	presión en libras sobre pulgada cuadrada.
<b>p.v.c</b>	cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	caudal
<b>Pd</b>	presión dinámica
<b>hf</b>	pérdida localizada en metros columna de agua
<b>m.c.a</b>	metros columna de agua
<b>CMH</b>	consumo máximo horario o caudal de distribución
<b>CMD</b>	consumo máximo diario o caudal de conducción
<b>Qu</b>	caudal unitario
<b>Qs</b>	caudal simultáneo
<b>E-</b>	indica estación en el aspecto topográfico
<b>R-</b>	indica radiación en el aspecto topográfico
<b>CT</b>	cota de terreno

<b>CP</b>	cota piezométrica
<b>As</b>	área de acero
<b>f<sub>c</sub></b>	resistencia nominal a compresión del concreto
<b>f<sub>y</sub></b>	resistencia a la fluencia del acero
<b>d</b>	peralte efectivo
<b>b</b>	base unitaria
<b>As min</b>	área de acero mínima
<b>As máx</b>	área de acero máxima
<b>ΣM</b>	sumatoria de momentos
<b>Γ<sub>suelo</sub></b>	peso volumétrico del suelo
<b>Γ<sub>concreto</sub></b>	peso volumétrico del concreto



## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	medir el volumen de agua que lleva una sección o una corriente por unidad de tiempo.
<b>Caudal</b>	volumen de agua comúnmente expresado en litros en la unidad de tiempo, segundos.
<b>Agua potable</b>	agua que por sus características de calidad es adecuada para el consumo humano.
<b>Dotación</b>	cantidad de agua en litros asignada a un usuario y/o habitante en un día.
<b>Fuente</b>	lugar de donde se obtendrá el agua para un acueducto, ésta puede ser superficial o de nacimiento.
<b>Cloración</b>	desinfección del agua por medio de cloro.
<b>Demanda de agua</b>	cantidad de agua que la población requiere para poder satisfacer sus necesidades básicas.
<b>Planimetría</b>	es la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario, que es la superficie media de la tierra y que toma un punto de referencia para su orientación, que puede

ser el norte magnético o astronómico y partiendo de él conocer la orientación de los puntos que se han definido en el estudio.

**Hipoclorador** instrumento que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades de hipoclorito de calcio en la entrada de un tanque de distribución de agua potable.

**Voladizo** se refiere al método de diseño, en este caso del muro de contención, el cual se refiere a que es un muro diseñado por medio de concreto armado, es decir concreto más acero de refuerzo.

**Suelo** material con arreglo variable de partículas que dejan entre ellas una serie de poros conectados unos con otros para formar una compleja red de canales de diferentes magnitudes que se comunican tanto con la superficie del terreno, las fisuras y grietas del mismo.

**Grava** son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de 2 milímetros de tamaño.

## RESUMEN

Este informe final del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) que fue realizado en la municipalidad del municipio de Chiquimula, comprende lo que son dos proyectos de infraestructura para el municipio, específicamente para la aldea La Catocha y el caserío El Poshte el cual pertenece a esta aldea. Uno de los proyectos es el del diseño del sistema de agua potable, tanto para la aldea como para el caserío. Y el otro proyecto es el del diseño de un muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte.

El proyecto de agua potable consiste en un sistema por gravedad de 1524 metros de conducción, así como de 4062 metros en la red de distribución, 117 conexiones prediales conjuntamente para la aldea La Catocha y caserío El Poshte, un tanque de distribución de 40 metros cúbicos, 3 cajas rompe-presión de un metro cúbico cada una, una caja distribuidora de caudales y los diferentes elementos accesorios como válvulas, tanto de limpieza como de aire, mientras que el muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte es una estructura de concreto armado de 21 metros de longitud dividido en siete módulos de tres metros lineales cada uno, dejando juntas de construcción de 5 centímetros a cada tres metros, la altura del talud a proteger es de, aproximadamente, 6.60 metros, contando con un sistema de drenaje que permita quitarle cualquier sobrecarga a la estructura debido a la presencia de agua y al empuje que esta pueda ocasionar.

Los dos proyectos fueron diseñados cumpliendo con las diferentes normas de diseño, tanto en lo hidráulico como en lo estructural. El proyecto de

agua potable cuenta con todos los elementos necesarios para su buen funcionamiento, desde la captación del agua, línea de conducción, tanque de distribución, red de forma abierta para la distribución del agua y obras de arte, como cajas rompe-presión, caja distribuidora de caudales, conexiones prediales, etc. Mientras que el muro de contención se consideró de gran manera aspectos técnicos como el concreto para la fundición del mismo, el armado y los diferentes elementos para el drenaje y es importante mencionar que para ambos proyectos se tuvo siempre presente diferentes aspectos que están relacionados de una forma directa con la ejecución de los mismos, como lo es la mano de obra local, es decir, la contribución que hacen los habitantes de las comunidades con lo que es la mano de obra no calificada.

Por lo que se puede decir que el objetivo por el cual se realiza el Ejercicio Profesional Supervisado ha sido alcanzado, ya que, dentro de la misma formación social del estudiante de la facultad de ingeniería está realizar su trabajo de manera eficiente y en beneficio de la sociedad del país, para este caso específico, la del municipio de Chiquimula.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Diseñar el sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte y diseño del muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte del municipio y departamento de Chiquimula.

### **ESPECÍFICOS**

1. Elevar el nivel de vida de los habitantes de la aldea La Catocha y del caserío El Poshte mediante el diseño de un sistema de agua potable que permita llevar el servicio a las 117 viviendas de las dos comunidades de una manera eficiente.
2. Desarrollar una investigación monográfica, así como un diagnóstico de las prioridades en cuanto a servicios básicos y de infraestructura que se necesitan en la aldea y en el caserío.
3. Rescatar la infraestructura educativa del caserío El Poshte, así como la integridad física de la población estudiantil de la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte.



## INTRODUCCIÓN

El E.P.S nos da la oportunidad de vivir de cerca lo que es el trabajo conjunto de la municipalidad con la población y ser un medio por el cual muchos proyectos municipales pueden llevarse a cabo en beneficio de la población del municipio, lo que es sinónimo de satisfacción, tanto personal como profesional, además proporciona una perspectiva de la realidad que vive el país y para muchos de nosotros como estudiantes de la facultad de ingeniería es una preparación para lo que puede ser el trabajo en el medio en un futuro próximo.

En este caso en particular, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) de la facultad de ingeniería de la universidad de San Carlos de Guatemala, se ha trabajado en lo que son los proyectos de: “Diseño del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte” y “Diseño de muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte”, los cuales han ayudado a elevar de cierta manera el nivel de vida de los habitantes de la aldea La Catocha y del caserío El Poshte del municipio y departamento de Chiquimula, dos comunidades del área rural que carecen de algunos servicios básicos, como el agua potable, asimismo se denota la falta de proyectos de infraestructura que ayuden a salvaguardar los recursos, tanto materiales como naturales con los que cuentan estas comunidades.

La importancia de estos dos proyectos se nota cuando pensamos que el agua potable es sin duda el servicio más importante en cualquier comunidad, ya sea en áreas rurales o urbanas, y la educación como elemento fundamental para el desarrollo de un país.

# **1. ASPECTOS MONOGRÁFICOS**

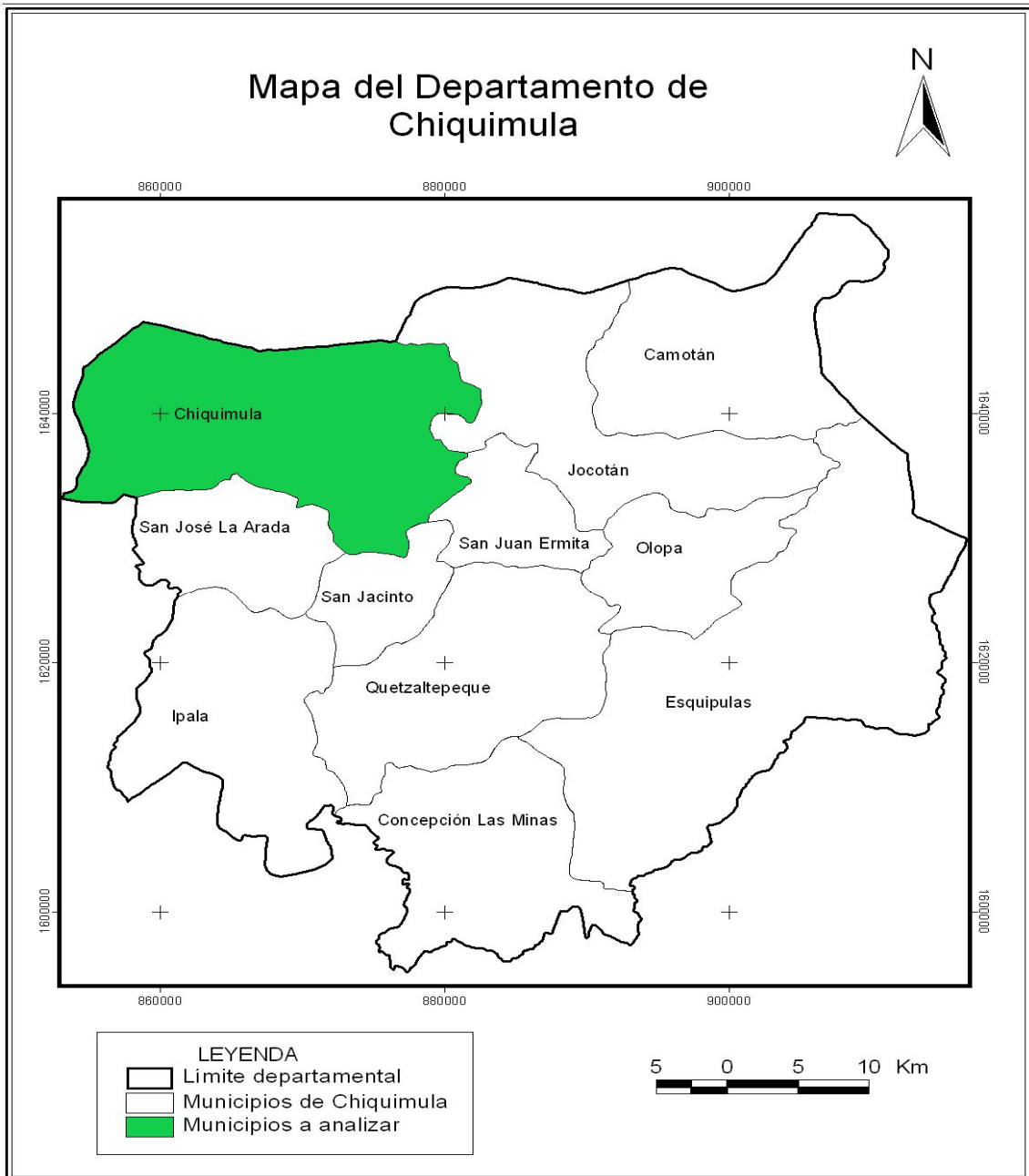
## **1.1 Antecedentes históricos**

La aldea La Catocha y el caserío El Poshte de la misma aldea, pertenecen al municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula, durante la Colonia el territorio de Chiquimula era extenso y comprendía la zona oriental, extendiéndose hacia el norte y el este con dirección al mar y hacia las montañas de Honduras, a lo largo del Motagua y de las faldas orientales de la cordillera de Copán. Por esta razón la historia de Chiquimula se encuentra muy relacionada con la de Copán en la república de Honduras, la cual llegó a ser la capital del señorío Payaquí, Chiquimulhá o Hueytlató. Este reino era muy extenso, pues comprendía el oriente de Guatemala y el occidente de Honduras y El Salvador. A la llegada de los españoles, el señorío estaba en total decadencia y sus pobladores habían abandonado las ciudades, estableciéndose en otros lugares, aunque se supone que las mismas fueron azotadas por hambres y pestes.

Durante el período hispánico, a este departamento se le conoció como "Corregimiento de Chiquimula" y en la misma forma se le menciona en la constitución política del Estado de Guatemala decretada el 11 de octubre de 1825. Más tarde, por decreto de la asamblea constituyente del 4 de noviembre del mismo año fue erigido en departamento, según decreto del 12 de septiembre de 1839; por lo extenso del territorio, por decreto del Ejecutivo No. 30 del 10 de noviembre de 1871, se dividió en dos departamentos que ahora son Chiquimula y Zacapa.



**Figura 1. Mapa del departamento de Chiquimula.**



**Elaboración propia.**

## **1.2 Características geográficas**

### **1.2.1 Límites**

La aldea La Catocha colinda al este con el caserío El Poshte de la Catocha, al oeste con la aldea Las Cruces, al norte con la aldea El Barreal y al sur con el caserío El pato de la Catocha, mientras que el caserío El Poshte colinda al este con la aldea La Laguna, al oeste con la aldea La Catocha, al norte con la aldea El Barreal y al sur con la aldea Terreno Barroso.

### **1.2.2 Clima**

Tanto la aldea La Catocha como el caserío El Poshte son dos comunidades que se encuentran en la parte montañosa del municipio de Chiquimula, a una altura de 1150 metros sobre el nivel del mar, por lo que presentan temperaturas más templadas comparadas con la cabecera departamental la cual se encuentra a 423 metros sobre el nivel del mar. Tanto la aldea La Catocha como el caserío El Poshte presentan una temperatura promedio de 20° C a 24° C durante el año. La cabecera departamental, según información obtenida del INSIVUMEH, Chiquimula cuenta con una temperatura media anual de 25.3 °C alcanzando una temperatura máxima de 32.7 °C, y una temperatura mínima de 20.6 °C para los últimos 10 años. Su humedad media anual es de 69%; considerados en aproximadamente 120 días de precipitación promedio anual.

Los suelos del departamento de Chiquimula están divididos en 21 unidades que consisten en 19 series de suelos y dos clases de terrenos misceláneos. Las series han sido clasificadas en 3 grupos amplios: Primero,

suelos sobre materiales volcánicos, segundo, suelos sobre materiales sedimentarios y metamórficos y por último las clases misceláneas de terreno.

### **1.2.3 Humedad relativa**

Alcanza de 62 a 74% entre los meses de mayo a octubre, y en abril se reduce a un mínimo de 59%. El promedio anual de humedad relativa es de 64%.

### **1.2.4 Vientos**

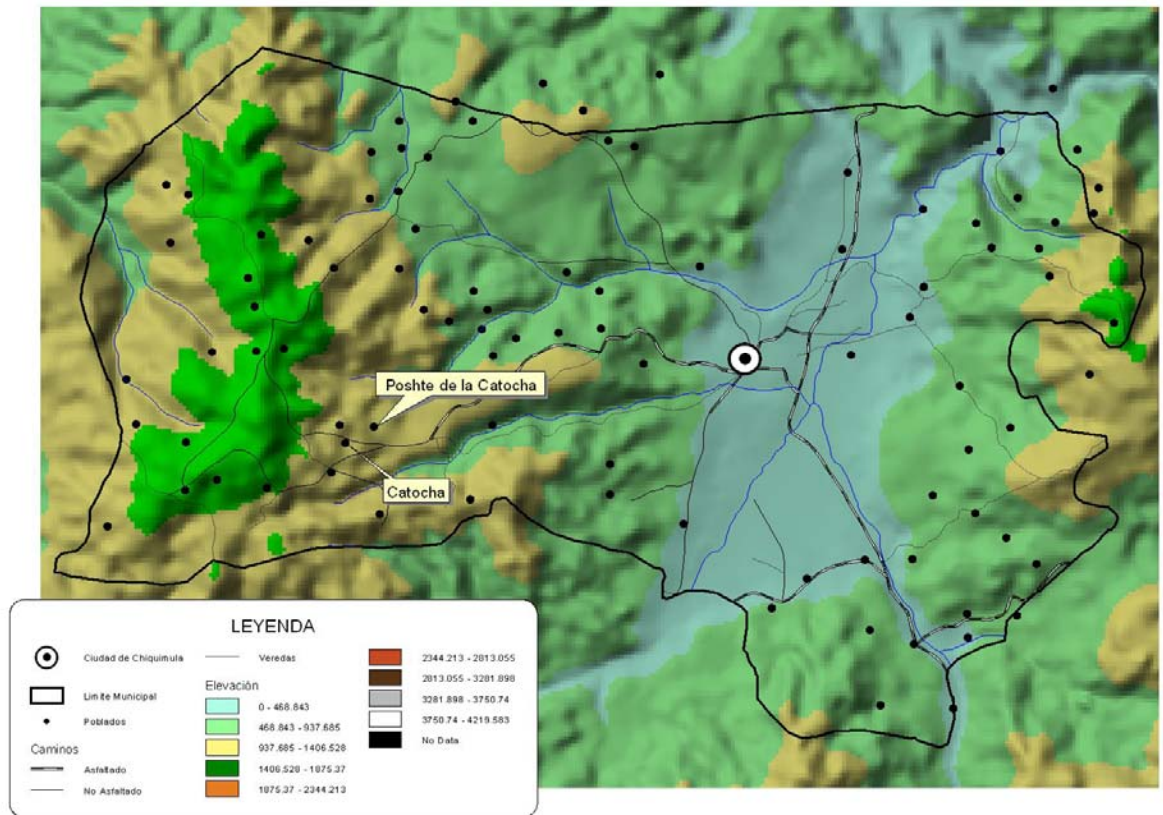
Los vientos dominantes presentan de norte y noreste hacia el sur y suroeste a una velocidad promedio anual de 12.5 km/h, y un soleamiento de 68%.

### **1.2.5 Vías de acceso**

La aldea La Catocha se encuentra a 12 kilómetros de la cabecera departamental, presentando un 80% pavimentación mientras que el 20% restante es de terracería. El caserío El Poshte se encuentra a 11 kilómetros de la cabecera departamental, teniendo un 90% de carretera pavimentada y el 10% restante es de terracería. Se puede acceder a estas comunidades por lo que se conoce en Chiquimula como el periférico rural, el acceso a este se encuentra en lo que es al final de 5ta calle de la zona 3 de la ciudad de Chiquimula, llegando al caserío Canaán que es donde este principia, esta es la ruta corta, ya que otro de los accesos es siempre en el periférico rural pero ingresando por la colonia Shusho abajo, zona 7 de la ciudad de Chiquimula, siendo esta una ruta más larga

Figura 2. Localización de aldea La Catocha y caserío El Poshte.

LOCALIZACIÓN DE LOS POBLADOS BENEFICIADOS  
MUNICIPIO DE CHIQUIMULA



Elaboración propia

### **1.3 Características económicas**

#### **1.3.1 Actividad comercial**

El caserío El Poshte pertenece a la aldea La Catocha, por lo que la actividad económica es muy parecida, son comunidades que se dedican a la agricultura, en menor porcentaje al ganado y a la crianza de animales para comercio, como cerdos y aves.

### **1.4 Características socioculturales**

#### **1.4.1 Población**

Tanto en la aldea La Catocha y el caserío El Poshte la población en su mayoría es ladina que se dedica a la agricultura. La población conjunta de la aldea y el caserío suman 513 habitantes, la organización social de la aldea La Catocha consiste en un consejo comunitario de desarrollo (COCODE), integrado por un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero y vocales.

#### **1.4.2 Servicios**

Tanto la aldea La Catocha como el caserío El Poshte no cuentan con el servicio de drenaje sanitario, el 22.38% de la población cuenta con energía eléctrica en la aldea La Catocha, mientras que en el caserío El Poshte solo el 3.85% de la población cuenta con este servicio, el sistema de agua potable que fue ideado por la población y que comparten tanto la aldea como el caserío, aparte de ser deficiente es insuficiente, ya que no llega a todos los hogares de las dos comunidades, de esto podemos decir que en la aldea La Catocha el 62.86% de la población cuenta con acceso a una fuente de agua, y en el caserío El Poshte es el 82.69% de la población.

### **1.4.3 División política**

El municipio de Chiquimula en su división político administrativa, posee 37 aldeas, 50 caseríos y el casco urbano es elevado a ciudad, por resolución de la corte de España, el 29 de junio de 1,821.

### **1.4.4 Educación**

En el aspecto de educación tanto la aldea La Catocha y el caserío El Poshte cuentan con edificios escolares, la aldea cuenta con educación a nivel primario mientras que el caserío además del nivel primario cuenta con nivel de educación párvulos.

Precipitación pluvial



## **2. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL POSHTE**

### **2.1 Preliminares**

#### **2.1.1 Investigación preliminar**

El objetivo primordial de la investigación preliminar es obtener y clasificar la información básica de la comunidad donde se ejecutará el proyecto de sistema de agua potable. Ésta será necesaria también cuando el trabajo sea la ampliación de un sistema de agua o del mejoramiento del mismo.

Las dos partes importantes que se tomarán en cuenta en lo que es la investigación preliminar son: la investigación de campo y el trabajo de gabinete.

#### **2.1.2 Investigación de campo**

Se realizará una visita a la comunidad para recabar toda la información básica, y así de alguna manera, determinar de una forma preliminar la factibilidad técnica del proyecto y la necesidad que se tiene en el lugar del mismo. La información que se debe obtener de esta visita consta de los siguientes aspectos:

- Información monográfica de la comunidad y/o localidad.
- Accesos
- Vivienda
- Población
- Abastecimiento actual de lo que es el agua potable



- Servicios existentes
- Disposición de excretas
- Fuentes de agua propuestas
- Organizaciones y/o consejos comunitarios
- Recurso material y humano de la comunidad

Si fuese necesario, esta primera visita, a la que se le denominará visita preliminar se extenderá a comunidades vecinas.

Unos de los aspectos más importantes que se debe realizar antes de efectuar lo que es la visita preliminar es el reconocimiento de la documentación, es decir estudiar los documentos que permitan hacer un reconocimiento de la información complementaria que permita tener un conocimiento general de lo que es la ubicación y de las condiciones generales de la comunidad a ser objeto de futuras visitas, cuando hablamos de documentos de esta índole, nos referimos a mapas a nivel de país, a nivel departamental y municipal.

### **2.1.3 Personal a cargo de la visita**

Va a ser muy importante que la visita preliminar sea realizada por una o varias personas que tengan conocimiento básicos y adecuados en lo que se refiere a aspectos técnicos relacionados con el abastecimiento de agua y lo que es la disposición de excretas.

## **2.2 Información a ser recolectada en campo**

### **2.2.1 Sobre la localidad**

Tipo y clasificación de la localidad, es decir, si es un caserío, aldea, finca, etc. Y la jurisdicción municipal y departamental que esta tenga.

### **2.2.2 Accesos**

Va a ser importante que se registre de forma descriptiva los diferentes tipos de accesos que tenga la comunidad, así como distancias respectivas de cada uno de estos.

### **2.2.3 Vivienda y población**

Muchas veces este tipo de información no procede en campo, ya que para datos de población y vivienda es necesario estudiar el último censo realizado por el instituto nacional de estadística (INE), a veces los mismos vecinos de la comunidad logran organizarse para obtener estos datos de una forma mas actual, en este caso esta información si procede en campo.

### **2.2.4 Abastecimiento actual de agua**

Se debe apreciar y registrar si existe algún sistema para el abastecimiento de agua y si no lo hubiera, de que forma se abastecen los vecinos en esos momentos.

### **2.2.5 Servicios existentes**

Consiste en enumerar los diferentes servicios que existan en la comunidad, como por ejemplo, energía eléctrica, escuelas, servicio de bus extraurbano, puestos de salud, etc.

### **2.2.6 Exposición de excretas**

Investigar de qué forma disponen las excretas en la comunidad, cual es el método utilizado, ya sea campo abierto, letrinas, etc.

### **2.2.7 Fuentes propuestas**

Investigar las probables fuentes de agua que servirán para el abastecimiento, no solo para el proyecto actual sino que también para proyectos futuros, esta información consiste en observar si existe algún registro de aforos anteriores, o se procede a realizarlos, los resultados y los métodos utilizados.

### **2.2.8 Organizaciones y consejos comunitarios**

Investigar y realizar un esquema de la organización comunitaria si la hubiese, va a ser bien importante determinar el grado de organización, interés y participación que esta tenga, de esta manera se puede determinar el grado de colaboración de los vecinos en el sentido material como de recurso humano para el proyecto de abastecimiento de agua.

Lo descrito anteriormente es de forma general, a continuación se describe de una forma más específica cada uno de estos aspectos en lo que es el proyecto del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte.

## **2.3 Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en captar el agua de forma superficial en el lugar conocido como El Jutal en la aldea La Catocha, de aquí el agua se conduce por

gravedad hasta un tanque de distribución de cuarenta metros cúbicos (40 m<sup>3</sup>), es aquí donde comienza lo que es la red de distribución tanto para la aldea La Catocha y caserío El Poshte, la cual se hace mediante una red abierta, es decir, una línea central de la cual se desprenden ramales para la distribución del agua en todas las viviendas, el tipo de conexión utilizado es de forma predial.

## **2.4 Levantamiento topográfico**

### **2.4.1 Altimetría**

El desarrollo del presente estudio requirió de un levantamiento topográfico para conocer el perfil del terreno, así mismo para determinar las elevaciones y pendientes del mismo. El levantamiento altimétrico se realizó por medio de nivelación taquimétrica, utilizando para la altimetría el mismo equipo que se utiliza para la planimetría. Con los datos del levantamiento altimétrico se calculan las distancias y las cotas del terreno, las cuales son de gran importancia para proyectos de acueductos,

### **2.4.2 Planimetría**

El levantamiento planimétrico se hizo utilizando el método de conservación de azimut. Dentro de lo que es la red de distribución se hizo necesario radiar las viviendas para conocer la ubicación exacta, así como la elevación de estas y de los distintos puntos importantes dentro del proyecto.

## **2.5 Evaluación del sistema actual**

Actualmente la aldea La Catocha y el caserío El Poshte se abastecen de agua mediante un sistema hecho por los mismos habitantes de las mencionadas comunidades, este presenta grandes deficiencias en la captación, la línea central y en las conexiones que se tienen, que por no contar con un

estudio hidráulico, existen muchas viviendas que no cuentan con el servicio, ya que el agua no es capaz de llegar a estas.

## **2.6 Descripción del sistema a utilizar**

Para este proyecto se adoptará un sistema por gravedad, ya que la topografía que se presenta hace ideal el empleo de este tipo de sistema desde la captación, la conducción del agua y la distribución de la misma, tanto en la aldea La Catocha como en el caserío El Poshte.

## **2.7 Aforos**

El aforo de la fuente propuesta se hizo con una cubeta de 5 galones (18.92 litros) llenándola en seis ocasiones para tomar un tiempo promedio el cual fue de 3.24 segundos, por lo que se tiene:

$Q = \text{volumen}/\text{tiempo}$

Volumen = 18.92 litros

Tiempo = 3.24 segundos

$$Q = \frac{18.92 \text{ litros}}{3.24 \text{ segundos}} = 5.83 \text{ litros / segundo} = \text{caudal de aforo.}$$

Es importante mencionar que el aforo se realizó en el mes de septiembre, lo aconsejable al realizar un aforo es que este sea en época de estiaje y/o verano, por lo que se recomienda que al aforo realizado en una época de invierno se le aplique un porcentaje de reducción, el cual se toma del 35% al 50%, en este caso se calculó que restándole el 83% al caudal aforado, este seguían siendo capaz de cubrir la demanda.

## **2.8 Exámenes de calidad del agua**

Son básicamente dos exámenes los que se le realizan a las diferentes muestras que son tomadas de la fuente propuestas, siendo el examen bacteriológico y el examen físico químico. Para el examen bacteriológico se requiere un envase esterilizado con capacidad de 100 mililitros y para el físico químico la muestra debe de ser de 1 galón, este envase puede ser de vidrio o de plástico. Es importante mencionar que las muestras tomadas deben permanecer en refrigeración antes de ser llevadas al laboratorio, pero este periodo de refrigeración no debe de exceder de 24 horas.

Para el proyecto de la aldea La Catocha y caserío El Poshte se utilizaron recipientes como los descritos anteriormente, y los exámenes fueron realizados en la jefatura de salud del municipio de Chiquimula.

## **2.9 Normas de diseño**

El diseño de estos sistemas en el área rural involucra el diseño funcional del diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de aquellos elementos que así lo requieran, no obstante, en aquellos casos que así lo ameriten, el diseño estructural deberá basarse en la aplicación de las prácticas reconocidas de ingeniería para el análisis y diseño de estructuras.

Para hacer el diseño funcional e hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable, se deben de tomar en cuenta los siguientes factores:

## **2.10 Parámetros de diseño**

### **2.10.1 Período de diseño**

Se considera como tal el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. Para fijarlo se tomará en cuenta la vida útil de los materiales, costos, población, comportamiento de la obra en sus primeros años y la posibilidad de ampliaciones, este último dependerá mucho de la fuente de agua.

Lo que se recomienda para un proyecto de obra civil, un sistema que sea por gravedad, es de 20 años, mas un año de trámites, es decir el período de diseño (n) va a ser de 21 años, este es el período de diseño para el proyecto de la aldea La Catocha y caserío El Poshte.

### **2.10.2 Cálculo de población**

El cálculo de la población deberá hacerse con el período de diseño correspondiente y otros elementos propios del lugar del proyecto. Se tomará información básica del instituto nacional de estadística (I.N.E), registros municipales, censos escolares, levantamientos locales de densidad habitacional ya sea que estén hechos por instituciones gubernamentales o puede ser también por iniciativa propia, siempre se va a hacer necesario que el encargado del diseño verifique y evalúe la información.

Para este caso el método elegido para el cálculo de la población futura es el método geométrico, este es uno de los más utilizados por la confiabilidad de su resultado, este método utiliza parámetros de diseño de población actual, tasa de crecimiento anual local y el período de diseño.

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

Pf = Población futura

Po = Población actual

r = Tasa de crecimiento anual (en decimales).

n = Período de diseño

Para las comunidades de aldea La Catocha y caserío El Poshte, el cálculo procede de la siguiente manera:

La población actual (Po) conjuntamente de la aldea La Catocha y caserío El Poshte es de 513 habitantes, la tasa de crecimiento anual (r) del área rural del municipio de Chiquimula es de 0.025 (2.5%) y el período de diseño (n) como se mencionó anteriormente es de 21 años.

$$Pf = 513(1 + .025)^{21}$$

La población futura es aproximadamente de 862 habitantes.

### 2.10.3 Consumos de agua potable

Es importante tener presente algunas definiciones:

**Dotación:** es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitantes por día (lt/hab/día). Es muy importante considerar los factores de clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales y/o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, administración del sistema y presiones del mismo.



Para fijar la dotación se tomarán en cuenta los siguientes valores, si es que no existieran estudios de demanda de la población:

- Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: de 40 a 60 lt/hab/día.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: de 60 a 90 lt/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera del domicilio: de 60 a 120 lt/hab/día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares, con opción a varias unidades por vivienda: de 90 a 150 lt/hab/día.

Para la aldea La Catocha y caserío El Poshte se adoptó un servicio de conexiones prediales, este servicio es el más aconsejable para acueductos en áreas rurales y la dotación es de 100 lt/hab/día.

#### **2.10.4 Consumo medio**

El consumo medio diario será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño, para este caso la población a los 21 años.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times P_f}{86400} \quad (\text{se divide entre } 86400 \text{ para que el caudal sea en lt/s})$$

$$Q_m = \frac{100 \text{ lt/hab/día} \times 862 \text{ hab}}{86400 \text{ segundos}} = 1.00 \text{ lt/s}$$

Este es el valor del caudal medio para la aldea La Catocha y caserío El Poshte.

#### **2.10.5 Consumo Máximo Diario (CMD)**

Este será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 y 1.5. Se recomienda:

1.5 para poblaciones futuras menores de 1000

1.2 para poblaciones futuras mayores de 1000

Para el proyecto de la aldea La Catocha y caserío el Poshte el CMD es de 1.5, por lo que se tiene:

$$CMD = Q_m \times 1.5$$

$$CMD = 1.00 \text{ lt/s} \times 1.5 = 1.50 \text{ lt/s}$$

Este es el caudal de conducción para el proyecto, y el diseño de la línea de conducción parte básicamente con este valor de caudal.

#### **2.10.6 Consumo Máximo Horario (CMH)**

Se determina de la multiplicación del consumo medio diario por un coeficiente entre 2 y 3. Se recomienda:

2.5 para poblaciones futuras menores de 1000

2.2 para poblaciones futuras mayores de 1000

Para el proyecto de la aldea La Catocha y caserío El Poshte el CMH es de 2.5, por lo que se tiene que:

$$CMH = Q_m \times 2.5$$

$$CMH = 1.00 \text{ lt/s} \times 2.5 = 2.5 \text{ lt/s}$$

Este va a ser el caudal de distribución para la aldea La Catocha y caserío El Poshte. Se recomienda que el diseño hidráulico de la línea de distribución en los diferentes ramales se debe realizar tomando en cuenta criterios de uso simultáneo versus caudales unitarios, seleccionado siempre el valor más alto

obtenido de ambos cálculos, y con este valor escogido es con el que se procede al diseño. Para el efecto se utilizarán las expresiones siguientes:

### 2.10.7 Caudal simultáneo (Qs)

$$Q_s = k\sqrt{n-1}$$

Qs = Caudal de diseño simultáneo el cual no debe de ser menor de 0.20 lt/s.

k = 0.15 (conexiones prediales)

n = número de conexiones prediales del ramal o tramo

### 2.10.8 Caudal unitario (Qu)

$$Q_u = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Número total de conexiones}}$$

$$Q_u = \frac{2.50 \text{ lt / s}}{117 \text{ conexiones}} = 0.021 \text{ lt / s / conexión}$$

Ahora se procede con el cálculo del caudal de diseño para el tramo.

$$Q_d = Q_u \times n$$

Qd = caudal de diseño

Qu = caudal unitario

n = número de conexiones prediales del ramal o tramo

Para un ramal o cualquier otro tramo de diseño en la red de distribución, se realiza los dos cálculos anteriores, tomando el mayor de ambos y con ese valor seleccionado va a ser el caudal de diseño para ese ramal o tramo.

### **3. COMPONENTES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE**

#### **3.1 Fuente y captación**

Las fuentes deberán garantizar el caudal de día máximo de forma continua. El diseñador deberá evaluar el registro de aforo y la información hidrológica disponibles, existen básicamente dos formas de captar el agua, una es de forma superficial (ríos) y la otra es en manantiales (nacimientos). Para este proyecto en particular la forma de captación es de forma superficial, es decir que esta se hace sobre el río El Jutal en la aldea La Catocha.

Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos y para cualquier condición de la fuente, se debe garantizar de protección contra la contaminación, entrada y proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables. Además de facilidad de inspección y operación. La captación en la aldea La Catocha se ubicó de tal manera que la corriente no amenace la seguridad de la estructura, impida el acceso de personas o animales, además de evitar que se formen bancos de arena, estos tres aspectos son importantes de observar al momento de decidir la ubicación de la captación.

#### **3.2 Tanque de almacenamiento y/o distribución**

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se puede tomar un valor entre 25 a 35% del consumo medio diario. El tanque de distribución ubicado en la aldea La Catocha es de forma semienterrado y cuenta con un

volumen de 40 m<sup>3</sup>, es importante mencionar que cuando un tanque sea de concreto ciclópeo (como este caso) deberá cubrirse con losa de concreto reforzado. (Ver plano No. 11)

### **3.3 Línea de conducción**

Se va a entender por línea de conducción el tramo que comprende desde la fuente hasta el tanque de distribución y/o almacenamiento, para el proyecto en la aldea La Catocha y caserío El Poshte, la línea de conducción va desde la estación 0 (E-0, que es la fuente superficial) hasta la radiación 20.1 (R-20.1, que es el tanque de distribución de 40 m<sup>3</sup>)

### **3.4 Colocación de la tubería**

La tubería deberá enterrarse a una profundidad mínima de 0.60 metros sobre el nivel superior del tubo. Cuando los terrenos son dedicados a la agricultura, como es el caso de la aldea La Catocha y el caserío El Poshte, se recomienda que la profundidad sea de 0.80 metros, y esta es la que se utilizó para este proyecto.

### **3.5 Red de distribución**

El tipo de red utilizada en este proyecto es de forma abierta, esta es la más adecuada para acueductos en áreas rurales, se dice que una red de distribución es abierta cuando existen ramales abiertos que parten de la tubería o línea central de distribución y que terminen en conexiones prediales, intradomiciliares, servicios públicos (llenacántaros), etc. El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la comunidad con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

### **3.6 Presiones**

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores:

- Presión dinámica (de servicio) mínima 10 metros
- Presión dinámica (de servicio) máxima 40 metros
- Presión hidrostática máxima de 90 metros.

### **3.7 Cajas rompe – presión**

Deberán de colocarse a presiones estáticas de 40 a 60 metros columna de agua (m.c.a), dependiendo de las válvulas de flotador con que cuenten estas, cuando estas son de ½” se recomienda no dejar presiones mayores de 40 m.c.a. Las dimensiones mínimas serán la que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso estas deberán ser menores de 0.65 metros x 0.50 metros x 0.80 metros todas las medidas libres y estarán provistas de válvulas de compuerta en la entrada, para el proyecto se utilizaron 3 cajas rompe presión de 1 m<sup>3</sup>, una ubicada en la línea de conducción y las otras dos en la red de distribución.

### **3.8 Caja distribuidora de caudales**

Las dimensiones estarán de acuerdo al número de vertederos y la distribución de caudales requeridos. En este proyecto existe una caja distribuidora de caudales de dos vertederos, la cual está ubicada en el límite de lo que es la aldea La Catocha y del caserío El Poshte, ya que ahí en ese punto, se hace necesario desviar un caudal para un ramal de distribución dentro del caserío El Poshte.

### **3.9 Tipo de conexión**

Tanto en la aldea La Catocha y caserío El Poshte se utilizó el tipo de conexión de forma predial, esta consiste en un solo chorro dentro del predio y/o lote del propietario, es la más utilizada y recomendada desde el punto de vista de higiene y salud, además de tomar en cuenta los factores económicos para acueductos en áreas rurales, la ubicación de este chorro debe de ser visible y accesible para sus usuarios, se recomienda mucho para comunidades rurales semidispersas con nivel socioeconómico regular.

### **3.10 Válvulas**

Las válvulas de control de la red para reparaciones y mantenimiento, se localizarán en lo posible en forma tal que permita aislar un tramo sin dejar fuera de servicio de forma parcial o total la red, se colocarán válvulas de aire y de limpieza en puntos convenientes.

### **3.11 Tratamiento del agua**

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos, deberán de tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuentes de abasto para poblaciones. El tipo de tratamiento deberá fijarse de acuerdo a los resultados de los análisis realizados por el centro a donde hayan sido llevadas las muestras para su estudio.

En un tanque de distribución el compuesto de cloro más práctico utilizado para la desinfección del agua es la solución de hipoclorito.

### **3.12 Desinfección de agua potable en tanques de distribución**

#### **3.12.1 Limpieza de los tanques.**

Determinar el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará por la siguiente recomendación, la cual nos dice que cuando se piense en desinfección al 5% se debe agregar 50 gr. De cloro por cada litro, y cuando sea al 10% van a ser 100 gr. De cloro por cada litro de agua aproximadamente. Lo que resta mencionar es el procedimiento para lograr la desinfección del agua utilizando lo que es el hipoclorito.

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente después, llenar el depósito completamente de agua.
- Abrir grifos hasta que aparezca agua clorada.
- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un desagradable sabor a cloro.

La jefatura de salud de Chiquimula ha recomendado que el método de desinfección del agua consiste aplicar una cantidad de hipoclorito igual al 65% del volumen total del tanque de almacenamiento, para poder obtener una solución al 10%, en los apéndices se muestra una tabla en la cual se puede observar la cantidad necesaria en gramos de hipoclorito para poder obtener este tipo de solución, ya que el resultado del exámen bacteriológico dio como resultado que el agua contenía numerosas colonias de bacterias, por lo que el agua no era segura para consumo humano en ese estado hasta que se procediera con este tipo de tratamiento.





## 4. CÁLCULO HIDRÁULICO

### 4.1 Diseño de la línea de conducción

La conducción en un proyecto de agua potable utilizando un sistema por gravedad, es la que comprende desde la fuente hasta un tanque de distribución. En este proyecto para la aldea La Catocha y caserío El Poshte, la conducción va desde la radiación 0.1 (fuente) hasta la radiación 20.1 (tanque de distribución de 40 m<sup>3</sup>.)

Sabiendo que debemos de evitar presiones estáticas no mayores de noventa metros columna de agua, lo cual vemos que no se cumple cuando llegamos a la radiación 6.1, ya que la elevación de la fuente es de 999.20 y la elevación de la radiación 6.1 es de 895.86, por lo que la diferencia entre ambas es de 103.34 metros columna de agua, por lo que se hace necesario colocar una obra de arte, en este caso una caja rompe presión para solventar el problema, lo que se debe tener claro es que esta debe de ser colocada antes de la radiación 6.1 con cota 895.96, ya que si la colocamos precisamente en ese punto ya no es funcional. Lo que se optó es colocar esta caja rompe presión de un metro cúbico en la estación cinco (E-5), de esta forma se soluciona el aspecto de la presión estática y se gana altura para lo que es el resto de la línea de conducción, que en los proyectos de agua potable el manejo de alturas es fundamental, por lo que el primer tramo a diseñar será de la radiación 0.1 (fuente) a la estación 5.

Radiación 0.1

Cota de terreno 999.20 m

## Estación 5

Cota de terreno 953.28 m

La carga real disponible es la diferencia de sus cotas, es decir 999.20 – 953.28, lo que resulta 45.92 m.c.a., un dato muy importante va a ser que a esta carga real disponible se le resta un número de metros columna de agua, porque al final este número que le restemos va ser lo que nos marque la presión dinámica de llegada, la cual sabemos que la debemos mantener entre 10 y 40 metros columna de agua, para este caso le vamos a restar 15 m.c.a (se observará mas adelante que la presión dinámica de llegada a este punto es un valor igual o similar a este), por lo que la hf disponible es de 45.92 m.c.a – 15 m.c.a = 30.92 m.c.a y la longitud del tramo es de 323.30 metros.

Básicamente para el diseño se utiliza la ecuación de Hazen Williams, con la cual podemos encontrar un diámetro teórico, los parámetros que utiliza esta ecuación son: longitud del tramo (L), carga y/o pérdida disponible (hf) del tramo, el coeficiente de rugosidad (C) de la tubería, el caudal (Q) que en este caso es el caudal de conducción y el diámetro (D) de la tubería.

Ecuación de Hazen Williams

$$hf = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Despejando para encontrar D:

$$D = \left( \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Teniendo  $L = 323.30$  m,  $Q = 1.5$  l/s, como es diseño de la línea de conducción, el caudal que se utiliza es el consumo máximo diario (CMD) y/o caudal de conducción,  $C = 150$  (para tubería p.v.c) y  $hf = 30.92$  m, se sustituyen datos y se obtiene un diámetro teórico:

$$D = \left( \frac{1743.811 \times 323.30 \times 1.50^{1.85}}{150^{1.85} \times 30.92} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = 1.30''$$

Este dato, como se dijo es un diámetro teórico, por lo que ahora vamos a tomar dos diámetros comerciales, uno superior y otro inferior, para lo que es el cálculo hidráulico, es importante recordar que estos dos datos que utilizemos, van a ser los diámetros internos. Se utilizará tubería de  $\varnothing 1 \frac{1}{4}''$  y de  $\varnothing 1''$  (diámetros comerciales) ya que:

Diámetro interno 1 ( $\varnothing 1 \frac{1}{4}''$ ) = 1.532'' (Diámetro mayor)

Diámetro interno 2 ( $\varnothing 1''$ ) = 1.195'' (Diámetro menor)

Se procede a calcular pérdidas con cada uno de estos diámetros.

$$hf1 = \frac{1743.811 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

Longitud del tramo (L) de R-0 (captación) a E-5 (donde se colocará caja rompedora) = 322.24 m

Caudal de conducción (Q) o consumo máximo diario (CMD) = 1.5 lt/s

Coeficiente de tubería p.v.c (C) = 150

Y diámetro interno 1 = 1.532''

Sustituyendo datos se tiene que la  $hf_1 = 14.04$  m

Para el cálculo de la pérdida con el diámetro dos, se tienen los mismos datos y lo que cambia es el valor del diámetro interno 2, por lo que se obtiene que la  $hf_2 = 47.86$  m.

Cuando se llegue a este punto en el diseño va a ser importante que nos fijemos en algo, y es que el valor de  $hf_1$  debe de ser menor que la carga disponible, y el valor de la  $hf_2$  debe de ser mayor que la carga disponible, por lo que vemos que esto se cumple.

Procedemos al cálculo de la longitud 2, es decir, que longitud se necesita para la tubería de diámetro de 1" conociendo la pérdida que esta tiene. Se parte de la siguiente ecuación:

$$\text{Longitud 2} = \frac{\text{Carga disponible del tramo}(hf) - hf_1}{hf_2 - hf_1} \times \text{Longitud del tramo}$$

$$\text{Longitud 2} = \frac{30.92 - 14.04}{47.86 - 14.04} \times 322.24 = 160.81 \text{ metros.}$$

$$\text{Longitud 1} = \text{Longitud del tramo total} - \text{longitud 2}$$

$$\text{Longitud 1} = 322.24 \text{ m} - 160.81 \text{ m} = 161.43 \text{ metros.}$$

Conociendo las longitudes para cada uno las tuberías, procedemos a calcular el número de tubos de cada uno de los diámetros, esto se hace dividiendo la longitud dentro de 6 metros que es la longitud de un tubo.

$$\text{No. De tubos de } \varnothing 1 \frac{1}{4}'' = \frac{\text{longitud 1}}{6 \text{ m}} = \frac{167.43 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 26.905 \text{ tubos, este valor}$$

lo vamos a aproximar al entero más próximo y le vamos a sumar una unidad, sabiendo esto, se tiene que el número de tubos de  $\varnothing 1 \frac{1}{4}'' = 28$  tubos.

Se hace de igual manera para conocer el número de tubos de  $\varnothing 1''$  con la diferencia de que no le vamos a aumentar una unidad.

$$\text{No. De tubos de } \varnothing 1'' = \frac{\text{longitud 2}}{6 \text{ m}} = \frac{160.81 \text{ m}}{6 \text{ m}} = 26.80, \text{ es decir } 27 \text{ tubos.}$$

Conociendo las longitudes reales de cada una de las tuberías, se procede a calcular las pérdidas reales de cada una de ellas. Partiendo siempre de la ecuación de Hazen Williams, tenemos que:

$$hf_1 = \frac{1743.811 \times 161.43 \times 1.50^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.532^{4.87}} = 7.32 \text{ metros.}$$

$$hf_2 = \frac{1743.811 \times 160.81 \times 1.50^{1.85}}{150^{1.85} \times 1.195^{4.87}} = 24.06 \text{ metros.}$$

Hay que observar que la sumatoria de las pérdidas debe de ser similar a lo que es la carga disponible total del tramo, la cual es de 30.92 m.c.a, y  $hf_1 + hf_2 = 31.38$  m.c.a., este es un parámetro que nos indica que el calculo ha sido realizado de manera correcta.

Procedemos con lo que es el calculo de las cotas piezométricas, estas se calculan con las siguientes ecuaciones.

Cota piezométrica 1 = Cota inicial del terreno – hf<sub>1</sub>

La cota inicial del terreno es la de R-0

Cota piezométrica 1 = 999.20 m – 7.32 m = 991.88 m

Cota piezométrica 2 = cota inicial del terreno – (hf<sub>1</sub> + hf<sub>2</sub>)

Cota piezométrica 2 = 999.20 m – (31.38) m = 967.82 m

Vamos a chequear lo que son las velocidades de diseño, las cuales trataremos de mantenerlas entre 0.40 m/s y 3.00 m/s, en casos donde la topografía no lo permita, la velocidad podrá tomar valores hasta 4.00 m/s.

La ecuación para el cálculo de la velocidad es:

$$Velocidad(V) = \frac{1.974 \times Q \text{ de distribución y/o consumo máximo diario (CMD)}}{Diámetro interno^2}$$

$$Velocidad 1 = \frac{1.974 \times 1.50}{(1.532)^2} = 1.26 \text{ m/s} \quad \text{Chequea.}$$

$$Velocidad 2 = \frac{1.974 \times 1.50}{(1.195)^2} = 2.07 \text{ m/s} \quad \text{Chequea.}$$

Por último chequeamos la presión dinámica de llegada, recordando que esta debe mantenerse entre 10 m.c.a. y 40 m.c.a.

Presión dinámica de llegada = Cota piezométrica 2 – Cota de terreno final

En este caso la cota de terreno final es la de la estación cinco (E-5), la cual es 968.28 m.

Presión dinámica de llegada = 967.82 – 953.28 = 14.54 m.c.a.

Con esto concluye el cálculo del primer tramo en lo que es la línea de conducción, el tramo restante que va de la estación cinco (E-5) donde se ha colocado una caja rompe presión, hasta el tanque de distribución se diseño de la misma manera como se hizo el calculo anterior.

#### **4.2 Cálculo de un tramo en la red de distribución**

A continuación se diseñará el tramo en la red de distribución que va desde la caja distribuidora de caudales ubicada la R- 33.1 (límite entre la aldea La Catocha y caserío El Poshte) hasta la estación cincuenta y ocho (E-58), que es donde finaliza el proyecto.

El diseño de este tramo y/o ramal se presenta a continuación:

Cota de terreno de R – 33.1 (caja distribuidora de caudales) = 794.83 m

Cota de terreno de E – 58 = 651 .16 m

La carga disponible (hf) será = Cota inicial (R-33.1) – cota final (E-58)

hf = 794.83 – 651.16 = 143.67 m.c.a.

Como se puede observar, la carga disponible excede el valor de presión estática permitida, que es de 90 m.c.a., por lo que se hace necesaria colocar una caja rompe-presión en algún punto intermedio del tramo, donde sea más conveniente. Para este caso la caja rompe-presión se colocó cerca de la estación treinta y nueve (E-39), en un punto que cuenta con una cota de terreno de 723 m.

La principal diferencia que existe entre el diseño de conducción y de distribución, es el caudal de diseño, que como se mencionó anteriormente, en la



red de distribución se hace necesario el cálculo y la comparación de caudales unitarios con caudales simultáneos.

$$\text{Caudal unitario } (Q_u) = \frac{CMH}{N}$$

N = número total de viviendas en este proyecto es de 117.

CMH = caudal de distribución o consumo máximo horario es de 2.5 lt/s.

$$Q_u = \frac{2.5 \text{ lt/s}}{117 \text{ viviendas}} = 0.021 \text{ lt/s/viv}$$

Ya conocemos el valor del caudal unitario que es de 0.021 lt/s/viv, es necesario que el caudal de diseño tome en cuenta a todas las viviendas del tramo y/o ramal en estudio, el número total de viviendas en este tramo es de 42.

El caudal de diseño está dado por el producto del  $Q_u$  por el número de viviendas del tramo, es decir:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_u \times \text{No. de viviendas del tramo} = 0.021 \text{ lt/s/viv} \times 42 \text{ viv} = 0.88 \text{ lt/s}$$

De esta manera conocemos el caudal de diseño calculado mediante caudales unitarios, ahora se procede a conocer el caudal de forma simultánea, posterior a esto se comparan y se toma el mayor valor, el caudal de diseño de simultánea se calcula así:

$$\text{Caudal simultáneo } (Q_s) = 0.15\sqrt{n-1}$$

n = número de viviendas del tramo y/o ramal, en este caso son 42 viviendas.

El factor de 0.15 es el utilizado para conexiones prediales, para llenacántaros se utiliza 0.25.

$$Q_s = 0.15\sqrt{42-1} = 0.96 \text{ lt/s}$$

Conociendo el valor del caudal unitario que es de 0.88 lt/s, y el valor del caudal simultáneo que es de 0.96 lt/s, optamos por elegir el valor más grande, es decir, el caudal de diseño para este tramo es de 0.96 lt/s.

El cálculo de los diámetros de tuberías con su respectivas longitudes y por consiguiente el número de tubos, así como el calculo de pérdidas, chequeo de presión dinámica y de velocidades se realiza igual que como se diseño anteriormente en la línea de conducción. Aquí hemos cubierto un aspecto que es lo que difiere de cómo se diseña la conducción y de cómo se diseña la distribución.

### **4.3. Operación y mantenimiento**

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

Entre las actividades más comunes del fontanero están: detectar posibles fugas que puedan existir tanto en la línea de conducción, distribución y conexiones, cuando se registre insuficiencia de agua en el servicio, efectuar las reparaciones necesarias, dar mantenimiento a las obras de arte, es decir, mantenerlas limpias, retirar la maleza y velar por el buen estado de todas las obras complementarias. Cuando no se cuente con un fontanero designado para estas actividades, el consejo comunitario de desarrollo de la aldea La

Catocha conjuntamente con los vecinos del caserío El Poshte serán los encargados de realizar estas actividades.

Por último se hace necesario e importante mencionar que ningún sistema de agua potable funcionará adecuadamente sin la supervisión del elemento humano, de lo contrario el sistema poco a poco se deteriorará hasta llegar al colapso y dejará de prestar el servicio.

#### **4.4 Propuesta de tarifa**

Un sistema de agua potable debe de contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el periodo para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerite también correctivo, dichos recursos pueden obtenerse a través del pago de una tarifa mensual por parte de los beneficiarios de la aldea La Catocha y el caserío El Poshte, la cual se puede calcular con un horizonte no mayor de cinco años, ya que en el área rural es muy difícil que acepten incrementos constantes por el servicio. Se calculará la tarifa contemplando los costos siguientes:

##### **4.4.1 Costo de operación**

El costo de operación (Co), contempla el pago mensual de fontaneros para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración. El cálculo del costo de operación se efectúa considerando que un fontanero revisa con cuidado 20 conexiones prediales y 3 kilómetros de línea al día, por lo que se procede de la siguiente manera:

$$Co = \left( \frac{L}{3} + \frac{Nc}{20} \right) x Pj x Fp$$

L = longitud de línea central de tubería = 4.584 km

Nc = número de conexiones = 117

Pj = pago a jornalero por día = Q 45.00

Fp = factor que incluye prestaciones, para este caso = 1.67

$$Co = (4.584/3 + 117/20) x 45.00 x 1.67 = Q 554.46/mes$$

#### 4.4.2 Costo de mantenimiento

Para determinar el costo de mantenimiento (Cm), se estima el tres por millar del costo de los materiales no locales presupuestados para el periodo de diseño y que servirá básicamente para la compra de materiales cuando haya necesidad de mejorar o cambiar los existentes.

$$Cm = \left( \frac{3}{1000} \right) x \frac{Mnl}{n}$$

Mnl = costo de materiales no locales = Q 165,965.35

n = periodo de diseño = 21 años

$$Cm = 0.003 x \left( \frac{Q 165,965.35}{21} \right) = Q 23.71$$

#### 4.4.3 Costo de tratamiento

El costo de tratamiento (Ct), es específicamente para la compra de hipoclorito de calcio y se determina de la siguiente manera:

$$C_t = \left( \frac{\text{Días en un mes} \times Ch \times CMH \times Rac \times \text{No. de segundos en un día}}{\text{No. de gramos de hipoclorito} \times Cc} \right)$$

Días en un mes = 30 días

Ch = costo de hipoclorito de calcio (100 libras) = Q1,750.00

CMH = consumo máximo horario o caudal de distribución

Rac = relación de agua cloro en una parte por millar = 1.00 (lt/s) = 0.001

Cc = concentración de cloro al 65% = 0.65

Segundos por día = 86400 s/día

En una solución al 10% y con una cantidad de hipoclorito al 65% (Recomendada por la jefatura de salud de Chiquimula) se necesitan 61538.40 gramos.

$$C_t = \left( \frac{30 \times 1750 \times 1.50 \times 0.001 \times 86400}{61538.40 \times 0.65} \right) = Q 170.10$$

#### 4.4.4 Gastos administrativos

Este sirve para mantener un fondo para gastos que puedan surgir en papelería, viáticos, sellos, etc. Para calcular los gastos administrativos (Ga), se puede estimar un porcentaje de la suma de gastos de operación, mantenimiento y tratamiento, para este caso se consideró un porcentaje igual al 10%.

$$Ga = 0.10 ( Co + Cm + Ct)$$

$$Ga = 0.10 (Q554.46+ Q23.71 + Q227.56) = Q 80.57/mes$$

#### 4.4.5 Costo de reserva

El objetivo de este costo es cubrir eventualidades que puedan surgir como por ejemplo sabotajes y desastres naturales, se calcula igual que el gasto administrativo, se considera un porcentaje de la suma de costos de operación, mantenimiento y tratamiento, al igual que el caso anterior se adoptó el 10%.

$$Cr = 0.10 (Q554.46+ Q23.71 + Q227.56) = Q 80.57/mes$$

#### 4.4.6 Tarifa mensual propuesta

Esta se calcula sumando todos los gastos y/o costos anteriores y se divide dentro del número total de conexiones, el número de conexiones totales en la aldea La Catocha y caserío El Poshte es de 117.

$$\text{Tarifa propuesta} = \frac{\sum \text{gastos y/o costos}}{\text{total de conexiones}}$$

$$Tp = \text{costo de operación} = Q 554.46$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = Q 23.71$$

$$\text{Costo de tratamiento} = Q 170.10$$

$$\text{Gastos administrativos} = Q 80.57$$

$$\text{Costo de reserva} = \underline{Q 80.57}$$

$$Q 909.41/mes$$

Este total lo vamos a dividir dentro de las 117 viviendas para calcular la tarifa de cada una de ellas para que se puedan cubrir estos gastos.

$$T_p = \frac{Q\ 909.41}{117\ viviendas} = 7.77\ Q\ \text{por vivienda.}$$

La tarifa adoptada será de Q 8.00 por usuario del servicio de agua potable.

#### **4.5 Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

##### **4.5.1 Impacto ambiental en construcción**

En el proceso de construcción del proyecto de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte uno de los aspectos a tomar en cuenta para el impacto ambiental que este pueda tener es la remoción de vegetación, es decir lo que comúnmente se conoce en el campo como abrir la brecha, que se hace para darle lugar a la colocación de la tubería, tanto en la línea de conducción como en la distribución del agua, para este proyecto en particular se tuvo el cuidado de que este aspecto fuese lo más mínimo posible, ya que buen porcentaje de la tubería se colocó, con el derecho de paso respectivo, en áreas que los habitantes de la comunidad utilizan para la agricultura. Otros de los aspectos a tomar en cuenta es la excavación del suelo para la instalación de la tubería, después de este paso se procedió a la compactación necesaria para no afectar el suelo, que como ya se dijo, los derechos de paso obtenidos se encuentran en terrenos cultivables.

#### **4.5.2 En operación**

En el proceso de operación del proyecto uno de los aspectos en el tema del ambiente, es el de estudiar y registrar la disminución del caudal superficial de donde se está captando el agua, en este caso de la quebrada “El Jutal” en la aldea La Catocha.

Es necesario decir que la captación se diseñó de tal manera que capte el agua necesaria para la población en el periodo de diseño establecido, y la colocación y ubicación de la misma fuera lo menos nociva posible, dejando que el agua superficial a no ser captada siga su curso normal, además que esta no utiliza algún tipo de agente químico que pueda llegar a afectar el agua y a la población aguas abajo.

Es importante mencionar que las comunidades obtuvieron el compromiso de mantener un tipo de vigilancia en el sentido ambiental, ya que este es un requisito fundamental tanto en la construcción como en la operación del proyecto para el impacto ambiental que pueda llegar a tener el mismo.





## **5. DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE.**

### **5.1 Descripción del proyecto**

Este consiste en el diseño de un muro de contención de 21 metros lineales y una altura de 6.10 metros, el muro está diseñado en forma de voladizo, es decir, será un muro de concreto armado, en el sentido longitudinal se dejarán juntas de construcción a cada tres metros, por lo que podría decirse que el proyecto constará de siete módulos de tres metros lineales cada uno, lo que da como resultado que se cubren los 21 metros lineales donde existe la problemática para la escuela. Así mismo el muro contará con su respectivo sistema de drenaje, ya que ese es uno de los principales problemas no solo para la estructura sino que también para el talud. Es importante mencionar que la comunidad del caserío El Poshte cuenta con un suelo tipo limo, según registros de la municipalidad de Chiquimula.

### **5.2 Especificaciones para muros de contención**

Estas se refieren directamente a este caso en particular, es decir a muros de concreto armado y que el comportamiento de sus elementos es a flexión, por lo cual se diseña el acero de manera que sea capaz de resistir el momento actuante. Este muro, que es caso del tipo voladizo, se hace necesario realizar un análisis detallado de las cargas que actúan en el, para después determinar el momento y por último se realiza el cálculo y diseño del acero, no dejando sin importancia los chequeos relativos a volteo y de deslizamiento del muro. A

continuación se presentan las especificaciones que se utilizaron para el muro de contención de la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte.

El área de acero mínimo está dada por la ecuación:

$$A_s \text{ min.} = 0.002 \times b \times t$$

De donde:

b = ancho unitario en cm.

t = espesor de la losa en cm.

El cortante resisten del concreto está dado por:

$$V_{res} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

f'c = resistencia a compresión del concreto en kg/cm<sup>2</sup>

b = base unitaria en cm

d = peralte efectivo en cm

Longitudes de traslapes de las varillas de acero de la No. 2 a la No. 11 vienen dadas por:

$$L_d = \left( \frac{0.06 \times A_{var} \times f'_y}{\sqrt{f'c}} \right) \geq 0.0057 \times \text{Diámetro de varilla} \times f'_y$$

### **5.3 Tipos de suelos**

Gracias a la erosión y a la actividad de los seres vivos, la porción externa de la corteza rocosa terrestre, su superficie, se convierte en aquello que conocemos como "suelos"

Sin el suelo sería imposible la existencia de plantas superiores y, sin ellas, ni nosotros ni el resto de los animales podríamos vivir. A pesar de que forma una capa muy delgada, es esencial para la vida en tierra firme. Cada región del planeta tiene unos suelos que la caracterizan, según el tipo de roca de la que se ha formado y los agentes que lo han modificado.

Cuando se habla de tipos de suelos podemos decir que estos se dividen en dos amplios grupos, estos son: los que cuyo origen es principalmente orgánico y los que su formación u origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas. Los suelos orgánicos, ellos se forman siempre en el sitio donde se formó, ya sea en forma no descompuesta o de humus, en su estado de descomposición, es tan alta con relación a la cantidad de suelo inorgánico que las propiedades que pudieran derivar de la porción mineral quedan eliminadas.

En los suelos inorgánicos el producto del intemperismo de las rocas permanece en el sitio donde se formó, da origen a un suelo residual, en caso contrario, forman un suelo transportado. El agente transportador puede ser por glaciares, por vientos, gravedad, agua, etc.

El suelo procede de la interacción entre la atmósfera, y biosfera. El suelo se forma a partir de la descomposición de la roca madre, por factores climáticos

y la acción de los seres vivos. Esto implica que el suelo tiene una parte mineral y otra biológica, lo que le permite ser el sustento de multitud de especies vegetales y animales.

La descomposición de la roca madre puede deberse a factores físicos y mecánicos, o por alteración, o descomposición química. En este proceso se forman unos elementos muy pequeños que conforman el suelo, los coloides y los iones. Dependiendo del porcentaje de coloides e iones, y de su origen, el suelo tendrá unas determinadas características.

La materia orgánica procede, fundamentalmente, de la vegetación que coloniza la roca madre. La descomposición de estos aportes forma el humus bruto. A estos restos orgánicos vegetales se añaden los procedentes de la descomposición de los aportes de la fauna, aunque en el porcentaje total de estos son de menor importancia.

La descomposición de la materia orgánica aporta al suelo diferentes minerales y gases: amoníaco, nitratos, fosfatos. Estos son elementos esenciales para el metabolismo de los seres vivos y conforman la reserva trófica del suelo para las plantas, además de garantizar su estabilidad.

A continuación se describen los suelos más comunes con nombres que son utilizados por los ingenieros civiles y cualquier otro profesional que intervenga y/o trabaje directamente con lo que es el suelo.

### **5.3.1 Arenas**

La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas

partículas varían entre 2 milímetros y 0.05 milímetros de diámetro. El origen y la existencia de las arenas es análoga a la de las gravas, las dos suelen encontrarse juntas en el mismo depósito.

La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y de arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

### **5.3.2 Limos**

Los limos son suelos de granos finos con poco o nula plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido artificialmente en las canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo de este último caso de características plásticas. El tamaño de las partículas de los limos está comprendido entre 0.05 milímetros y 0.005 milímetros. Los limos sueltos y saturados son completamente inadecuados para soportar cargas por medio de zapatas. Su color varía desde gris claro a muy oscuro. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, de no encontrarse en estado denso, a menudo son considerados como suelos pobres para cimentar.

### **5.3.3 Arcillas**

Se da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con tamaño menor de 0.005 milímetros y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un silicato de aluminio hidratado, aunque en muchas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente

cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. Algunas entidades consideran como arcillas a las partículas menores a 0.02 milímetros, y son plásticas, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicárseles una carga en su superficie se comprimen lentamente, desde el punto de vista de la construcción, es que la resistencia perdida por el remoldeo se recupera parcialmente con el tiempo. Este fenómeno se conoce con el nombre de tixotropía y es de naturaleza físico-química. Se puede decir que un contenido mínimo del 15% de arcilla en un suelo le dará a éste las propiedades de la arcilla.

#### **5.3.4 Gravas**

Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de 2 milímetros de tamaño. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas, las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas o rodadas. Como material suelto suele encontrarse en los lechos y márgenes de los ríos, también en muchas depresiones de terrenos rellenadas por el acarreo de los ríos y en muchos otros lugares a los cuales las gravas han sido retransportadas. Las gravas ocupan grandes extensiones, pero casi siempre se encuentran con mayor o menor proporción de cantos rodados, arenas, limos y arcillas. Sus partículas varían desde 7.62 centímetros, es decir 3 pulgadas hasta 2 milímetros.

Además de los clásicos suelos indicados anteriormente, se pueden enumerar otros que por su naturaleza son especiales y que a continuación se describen.

### **5.3.5 Caliche**

El término caliche se aplica a ciertos estratos de suelo cuyos granos se encuentran cementados por carbonatos calcáreos. Parece ser que para su formación los caliches necesitan de un clima semiárido.

### **5.3.6 Loess**

Los loess son sedimentos eólicos uniformes y cohesivos. Esa cohesión que poseen es debida a un cementante del tipo calcáreo y cuyo color es generalmente castaño claro. El tamaño de las partículas de los loess está comprendido entre 0.01 milímetros y 0.05 milímetros. Los loess se distinguen porque presentan agujeros verticales que han sido dejados por raíces extinguidas. Los loess modificados son aquellos loess que han perdido sus características debido a procesos geológicos secundarios, tales como inmersión temporaria, erosión y formación de nuevos depósitos.

### **5.3.7 Tepetate**

Es un material polvoriento, de color café claro o café oscuro, compuesto de arcilla, limo y arena en proporciones variables, con un cementante que puede ser la misma arcilla o el carbonato de calcio. Según sea el componente predominante el tepetate se suele llamar arcilloso, limoso, arcillo-limoso si es que predomina la arcilla, areno-limoso si predomina la arena, limo-arenoso si predomina el limo y así sucesivamente.

La mayor parte de las veces el tepetate debe su origen a la descomposición y alteración, por intemperismo, de cenizas volcánicas basálticas. Pueden encontrarse dentro del tepetate capas de arena y cenizas



basálticas que no alcanzaron a intemperizarse cuando fueron cubiertas por una capa que si se alteró.

### **5.3.8 Gumbo**

Es un suelo arcilloso fino, generalmente libre de arena y que parece cera a la vista, es pegajoso, muy plástico y esponjoso. Es un material muy difícil de trabajar.

## **5.4 Características físicas de los suelos**

Dentro de lo que es la mecánica de suelos, uno de los aspectos más importantes va a ser el conocimiento de las propiedades físicas de los mismos, pues mediante su acertada interpretación se puede predecir un futuro comportamiento de un terreno con determinado tipo de suelo cuando éste se encuentre bajo cargas y con diferentes contenidos de humedad. Algunas de las características físicas más importantes se mencionan a continuación.

### **5.4.1 Densidad**

La densidad absoluta de un cuerpo es la masa de dicho cuerpo contenida en la unidad de volumen, sin incluir sus vacíos, es por eso que se dice que es absoluta, y la densidad aparente es la masa de un cuerpo contenida en la unidad de volumen incluyendo sus vacíos.

### **5.4.2 Peso volumétrico**

Se denomina peso volumétrico de un suelo al peso de dicho suelo contenido en la unidad de volumen, esta relación se expresa generalmente en  $\text{kg/cm}^3$ , y vamos a decir que es peso volumétrico seco y suelto al peso volumétrico aparente del mismo, tomando el peso previamente cuarteado y

secado en un horno a peso constante. Cuando decimos que es peso volumétrico aparente se refiere al considerar el volumen de vacíos que forman parte del suelo.

#### **5.4.3 Absorción**

Es importante conocer la capacidad de absorción de cualquier suelo, ya que uno de los aspectos más importantes en el estudio de suelos va a ser la presencia de agua en estos, ya que este aspecto está relacionado directamente con la capacidad de soporte. Cuando se ha hecho la prueba de respectiva de laboratorio, el resultado obtenido nos sirve para compararlo con lo que marque la especificación correspondiente al uso que se le vaya a dar al material y saber si este satisface o no la norma.

#### **5.4.4 Granulometría**

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo sirve para conocer y comprender sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentajes de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos, pero el más utilizado es el de tamizado.

#### **5.4.5 Estructura**

Los suelos están formados por gran cantidad de elementos de composición mineralógica diversa, así como también de diversos tamaños y formas, constituyendo lo que es la estructura de los suelos, diciéndolo de otra forma, la estructura es la distribución y orden de las partes de un cuerpo.

La estructura granular es propia de los suelos integrados por recios granos, aunque presente diferente magnitud, sin otro enlace más que el que les proporciona la gravedad para que cada partícula individual descansa en los puntos de contacto con las partículas vecinas. La estructura granular es particular de las gravas y de las arenas.

Las estructuras apanaladas son típicas de los suelos limosos, la estructura floculenta es un arreglo complejo de partículas de arcilla depositadas en agua.

## **5.5 El agua en el suelo**

El suelo, como ya se ha observado, es un material con arreglo variable de partículas que dejan entre ellas una serie de poros conectados unos con otros para formar una compleja red de canales de diferentes magnitudes que se comunican tanto con la superficie del terreno, las fisuras y grietas del mismo, entonces el agua escurre a través de estos y parte se infiltra por acción de la gravedad hasta estratos impermeables más profundos, es a estos a los que conocemos comúnmente con el nombre de nivel freático. Al agua que pasa a través de estos poros se le llama agua gravitacional y a aquella que se encuentra por debajo del nivel freático se le llama agua freática. Al agua que no es capaz de drenar ya sea por las fuerzas de tensión superficial y de adsorción a través de estos poros recibe el nombre de agua retenida. Estas son las dos formas básicas de presencia de agua en el suelo, y las cuales requieren un estudio especial para tomar las medidas pertinentes para evitar que estas afecten la estructura.

## **5.6 Empuje de tierras**

En la acción o reacción de la tierra ejercida sobre una estructura, se deben distinguir dos situaciones diferentes, en el primer caso, la acción de la tierra sobre una estructura, se denomina "Empuje Activo"; en cambio en el segundo caso, la acción de la estructura sobre la tierra, se denomina "Empuje Pasivo".

El empuje de la tierra depende de numerosos factores de compleja determinación que inclusive no son constantes en el tiempo. Los principales factores son:

- a) Rugosidad e inclinación de la superficie en contacto con el suelo,
- b) Rigidez y deformación de la estructura,
- c) Densidad, ángulo de fricción interna, humedad, coeficiente de vacíos, cohesión, nivel freático e inclinación del terraplén,
- d) Factores externos al terreno y a la estructura, como lluvias, sobrecargas, vibraciones, etc.

En consecuencia el "Calculo del Empuje de Tierra", deberá ser considerado como una estimación o evaluación en el que el encargado, en este caso el ingeniero civil, deberá recurrir a su mejor criterio y al grado de seguridad que desea.

## **5.7 Drenaje en los muros de contención**

La mayoría de las paredes de retención fallan debido a la presión que la pared tiene que resistir, causadas por el agua o por el incremento de humedad en la tierra detrás de la pared. Todas las paredes deben de poder permitir la

circulación de agua en dirección contraria a la pared. Esto se logra relleno la parte posterior de la pared con grava, o con cubiertas para drenar prefabricadas y conductos para drenaje.

Las paredes estructurales en ocasiones requieren de la colocación de tubería para permitir que el agua se drene de detrás de la pared. Los dos procedimientos citados anteriormente fueron aplicados en el diseño del muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, el cual cuenta con una capa de aproximadamente 20 centímetros de grava de tamaño de  $\frac{3}{4}$ " a 1" para romper la energía y la presión que el agua pueda ejercer sobre la estructura del muro, así mismo fueron colocados tubos p.v.c de  $\varnothing$  3" para ayudar a drenar el agua gravitacional que corre por el suelo de relleno colocado atrás de la pared del muro, en el fondo de la capa de grava será colocado en forma longitudinal, un tubo p.v.c perforado de  $\varnothing$  8", el cual recolectará toda el agua que drene de la grava y la desfogará hacia una cuneta que se encuentra al lado de la estructura. (Ver detalle en plano No. 1 de Drenaje de muro de contención).

### **5.8 Estabilidad de taludes**

Un talud de tierra no puede considerarse estable porque tarde o temprano la estabilidad que este pueda presentar se pierde debido a los agentes naturales como las presiones hidrostáticas, el intemperismo y la erosión. Un aumento temporal de cargas, la reducción de la resistencia del suelo o una redistribución desfavorable de esfuerzos son causas que contribuyen de una u otra manera a que el talud busque su posición más estable.

La estabilidad de los paramentos de un corte se confía a la resistencia propia del material que los forma y el valor soportante del suelo subyacente al pie del talud.

Cuando el material que forma los paramentos de un corte tiene un límite elástico bien definido, la falla de talud consiste en el deslizamiento de una parte de dicho paramento a lo largo de una superficie conchoidal bien definida que puede aflorar al pie del talud o puede extenderse por debajo del corte y aflorar a una cierta distancia del talud. A este tipo de falla se le denomina deslizamiento y se observa tanto en materiales cohesivos como en los de poca cohesión. Cuando el suelo además de ser cohesivo se encuentra en un estado plástico, o bien cuando se trata de materiales granulares sueltos y saturados, es muy frecuente que la falla tenga las características de un escurrimiento lodoso o flujo plástico.

A menudo la falla por deslizamiento, una vez que ha dado comienzo el movimiento, degenera en flujo plástico por haber perdido su estructura y elasticidad el material que participó en el deslizamiento. Cuando el material que forma los taludes se encuentra fracturado, o está formado por bloques mal cementados con suelos limosos erosionables, entonces se producen desprendimientos de los estratos superficiales. A este tipo de falla se les denomina derrumbe, es decir, se han clasificado las fallas de los taludes por las características del material que forma el suelo, pero también pueden clasificarse de acuerdo con el tiempo en que estas se presentan. Cuando la falla ocurre durante la construcción del corte, ella se deberá, casi exclusivamente, a que la altura del talud es mayor que la necesaria para que el peso propio del suelo pueda ser equilibrado por la resistencia interna del mismo. Cuando la falla del

corte se produce algún tiempo después de efectuado aquel, es muy probable que en la inestabilidad del mismo hayan intervenido causas variadas, tales como presiones hidrostáticas, intemperismo y erosión.

## **5.9 Tipos de muros de contención**

### **5.9.1 Muros por gravedad**

Utiliza su propio peso como elemento estabilizador. Son muros de concreto en masa en los que la resistencia se consigue por su propio peso. Normalmente carecen de cimienta, aunque pueden tenerlo.

Su ventaja fundamental es que no van armados. Pueden ser utilizados para alturas moderadas.

### **5.9.2 Muros de concreto armado (muros en voladizo)**

Son muros elaborados con concreto armado, y están diseñados para poder soportar esfuerzos de flexión, su procedimiento de calculo es de forma de voladizo, este tipo de muro es recomendable cuando se tengan alturas entre 5 y 7.50 metros, es por eso que se ha optado por este tipo de muro para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, ya que la altura que se tiene es de 6.60 metros.

### **5.9.3 Muros de semi-gravedad**

Similar al de gravedad pero ligeramente armado.

### **5.9.4 Muros con contrafuertes**

Constituyen una solución evolucionada de la anterior, en la que al crecer la altura y por lo tanto los espesores del concreto, compensa el aligerar las

piezas. Esto conduce a encofrados y desencofrados mucho más complicados y a un concreto más difícil de ser trabajado y por lo tanto mucho más costoso. Sin embargo, a partir de los 10 ó 12 m de altura es una solución que debe considerarse.

Puede tener los contrafuertes en la parte interna del muro, es decir en la que está en contacto con el suelo contenido (trasdós) o en la parte externa del muro (intradós).

#### **5.9.4.1 Con contrafuerte en el intradós**

Consiste en aligerar un muro de gravedad, suprimiendo concreto en las zonas que colaboran muy poco en el efecto estabilizador.

#### **5.9.4.2 Con contrafuerte en el trasdós.**

Su idea es igual al del muro con contrafuerte en el intradós, pero en este caso los contrafuertes son interiores, es decir, no se ven.

La segunda solución es técnica y económicamente mejor, por disponer el alzado en la zona comprimida de la sección que se forma. La primera solución, al dejar los contrafuertes vistos produce además, generalmente, una mala sensación estética.

#### **5.9.4.3 Valor soporte del suelo**

Para conocer el valor de la capacidad soporte del suelo para este proyecto, se tomaron en cuenta los registros municipales existentes, así como la asesoría de ingenieros y constructores que han tenido la oportunidad de realizar proyectos en esta comunidad.



Después de la investigación respectiva y de realizar visitas de campo al lugar del proyecto, se determinó que el suelo es de tipo limo y que se puede trabajar con un valor soporte igual a 18 ton/m<sup>2</sup>.

A continuación se muestra una tabla con valores soporte dependiendo del tipo de suelo.

**Tabla I. Valor soporte permisible según tipo de suelo**

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>Ton/m<sup>2</sup></b>	<b>Observaciones</b>
Arcilloso	53	Duros
Arcilloso	22	Solidez mediana
Limosos	32	Densos
Limosos	16	Densidad mediana
Gravilloso	86	Compactados con más del 10% de grava
Gravilloso	64	Mala granulometría
Gravilloso	43	Presencia de mucha arena
Arenoso	32-64	Densos

**Fuente: Tesis guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1  
Jadenon Vinicio Cabrera Seis**

Con lo expuesto en esta tabla, además de saber que el suelo encontrado para el proyecto es de tipo limo, se puede concluir también que este posee una densidad mediana.

## 6. DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN PARA LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA CASERÍO EL POSHTE.

A continuación se presentan los parámetros con los que se trabajó para el diseño del muro de contención de la escuela oficial rural mixta ubicada en el caserío El Poshte de la aldea La Catocha.

$$\Gamma_{\text{suelo}} = 1.30 \text{ toneladas / m}^3$$

$$\Gamma_{\text{concreto}} = 2.40 \text{ toneladas / m}^3 \text{ (concreto armado).}$$

$$\text{Ángulo de fricción interna } \phi = 34^\circ$$

$$\text{Valor soporte del suelo} = 18 \text{ toneladas / m}^2$$

$$\text{Coeficiente } \mu = 0.45$$

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

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

$$\text{Factor de carga última} = 1.70$$

Predimensionamiento de muro:

Uno de los primeros pasos y que es muy importante es el predimensionamiento del muro, para esto existen algunos parámetros que la mayoría están en función de la altura.

Para la base del muro se puede tomar un valor entre  $0.40 \times H$  a  $0.90 \times H$

Para el espesor de la cortina del muro se puede tomar un valor entre  $\frac{H}{10}$  y  $\frac{H}{12}$

Para el pie del muro puede tomarse un tercio de la base anteriormente

calculada, es decir  $\frac{\text{Base}}{3}$

El talón del muro será la resta de la base menos el pie del muro menos la cortina.

El espesor de la zapata se puede tomar un valor entre 0.30 metros a 1.20 metros.

Con los parámetros anteriores, procedemos a realizar el cálculo respectivo de predimensionamiento para el muro de contención.

**Tabla II. Predimensionamiento de muro.**

ELEMENTO	PARÁMETRO	CALCULADO	UTILIZAR
Altura total de muro	H	6.60	6.60
Cortina de muro	H/11	0.60	0.60
Base de muro	0.5*H	3.30	3.00
Talón de muro	Base – pie – cortina	1.40	1.40
Pie de muro	Base/3	1.00	1.00
Espesor de zapata	De 0.30 a 1.20 metros	0.50	0.50
Desplante	12% de H	0.80	0.85
Recubrimiento	3 pulgadas	0.075	0.075

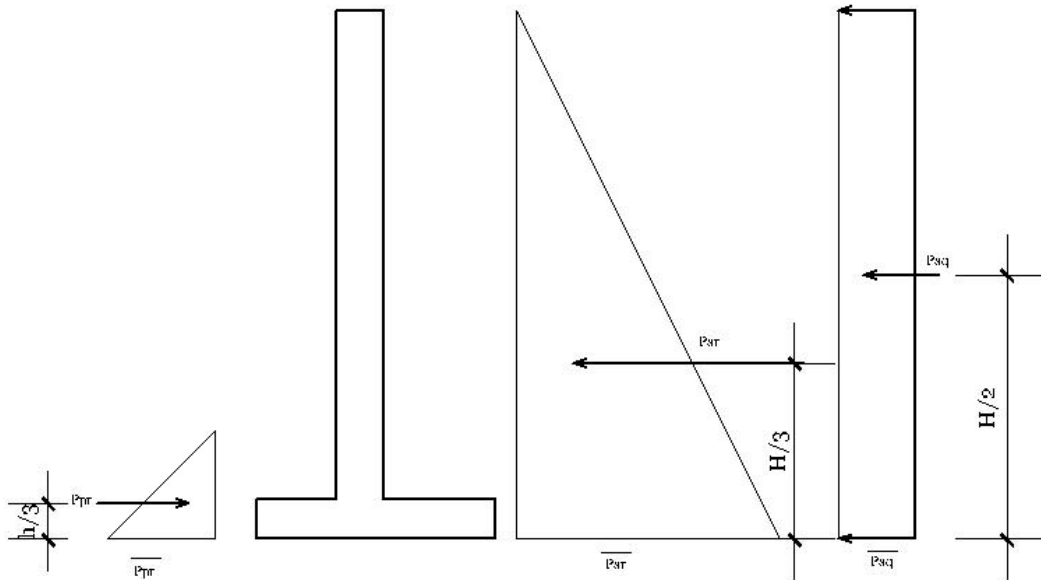
Esta tabla muestra los valores calculados y con los que se va a trabajar en el diseño del muro de contención.

Ahora se procede al cálculo de lo que es los coeficientes tanto pasivo como el activo, para posteriormente calcular lo que son las presiones respectivas.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi} = \frac{1 - \text{sen } 34^\circ}{1 + \text{sen } 34^\circ} = 0.28$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} = \frac{1 + \text{sen } 34^\circ}{1 - \text{sen } 34^\circ} = 3.54$$

Es importante que se conozca el comportamiento de las diferentes presiones que actúan sobre la estructura, es decir sobre el muro, como se observa en el siguiente diagrama.



Ahora procedamos con el cálculo de estas presiones horizontales, las cuales como se observa en los diagramas, se encuentran a diferentes profundidades.

- Presión pasiva =  $K_p \times \Gamma_{\text{suelo}} \times h_1$

$h_1 = \text{desplante} + \text{espesor de zapata}$

$$\text{Presión pasiva} = = 3.54 \times 1.3 \text{ ton/m}^3 \times 1.35 \text{ m} = 6.21 \text{ ton/m}^2$$

- Presión activa =  $K_a \times \Gamma_{\text{suelo}} \times H$

H = altura total del muro

$$\text{Presión activa} = 0.28 \times 1.3 \text{ ton/m}^3 \times 6.60 \text{ m} = 2.40 \text{ ton/m}^2$$

- Presión por sobrecarga =  $K_a \times \text{sobrecarga}$

$$\text{Presión por sobrecarga} = 0.28 \times 0.75 \text{ ton/m}^2 = 0.21 \text{ ton/m}^2$$

A continuación calculan las cargas totales utilizando los diagramas de presiones, tanto pasiva, activa y la de sobrecarga, es importante mencionar que estas cargas se calculan como el área de la figura geométricas que forman, es decir la carga pasiva y la activa se calculan como el área de un triángulo, y la de sobrecarga como el área de un rectángulo.

$$\text{Carga total pasiva} = \frac{1}{2} \times \text{presión pasiva} \times h_1$$

$$\text{Carga total pasiva} = \frac{1}{2} \times 6.21 \text{ ton/m}^2 \times 1.35 \text{ m} = 4.19 \text{ ton/m}$$

$$\text{Carga total activa} = \frac{1}{2} \times \text{presión activa} \times H$$

$$\text{Carga total activa} = \frac{1}{2} \times 2.40 \text{ ton/m}^2 \times 6.60 \text{ m} = 7.92 \text{ ton/m}$$

$$\text{Carga total de la sobrecarga} = \text{presión de sobrecarga} \times H$$

$$\text{Carga total de la sobrecarga} = 0.21 \text{ ton/m}^2 \times 6.60 \text{ m} = 1.39 \text{ ton/m}$$

El cálculo de los momentos al pie del muro será de la siguiente forma:

**Momento pasivo = Carga total pasiva x  $h_1/3$** 

$h_1/3$  es igual a la distancia que hay entre la fuerza y el centroide de la figura, recordemos que para un triángulo su centroide se encuentra a un tercio de la altura a partir de su ángulo recto.

$$\text{Momento pasivo} = 4.19 \text{ ton/m} \times (1.35/3) \text{ m} = 1.89 \text{ ton} - \text{m/m}$$

**Momento activo = Carga total activa x  $H/3$** 

$$\text{Momento activo} = 7.92 \text{ ton/m} \times (6.60/3) \text{ m} = 17.42 \text{ ton} - \text{m/m}$$

**Momento por sobrecarga = Carga total de la sobrecarga x  $H/2$** 

$H/2$  es la distancia que existe entre la fuerza y el centroide de la figura, recordemos que el centroide de un rectángulo está a la mitad de su altura.

$$\text{Momento por sobrecarga} = 1.39 \text{ ton/m} \times (6.60/2) \text{ m} = 4.59 \text{ ton} - \text{m/m}$$

**Cálculo del peso total de la estructura**

Para el cálculo del peso total de la estructura va a ser necesario que dividamos de una forma geométrica la sección del muro, a continuación se presenta un diagrama de la distribución geométrica para posteriormente calcular el peso de cada una de ellas.

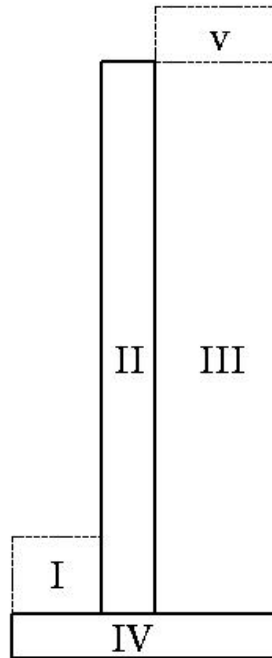
Figura I = rectángulo que forma el desplante encima del pie del muro.

Figura II = rectángulo que forma la cortina del muro.

Figura III = rectángulo que forma el suelo que se encuentra encima del talón del muro.

Figura IV = rectángulo que forma la zapata (pie + talón) de la sección del muro.

Figura V = rectángulo que se forma debido a la sobrecarga.



Se hace necesario calcular el peso total de la estructura ya que necesitamos conocer el momento que se produce en el punto o que está localizado en el pie del muro, este cálculo se hace necesario para el chequeo de lo que es el volteo que pueda llegar a tener el muro.

### Figura I

$$\text{Área} = \text{Pie (m)} * \text{desplante (m)} = 1.00 \text{ m} * 0.85 \text{ m} = 0.85 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del suelo} = 1.3 \text{ ton/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \text{Peso volumétrico} = 0.85 \text{ m}^2 * 1.3 \text{ ton/m}^3 = 1.11 \text{ ton/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Pie}/2 = 1.00/2 = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Momento}_1 = W * \text{brazo} = 1.11 \text{ ton/m} * 0.50 \text{ m} = 0.55 \text{ ton} - \text{m/m}$$

### Figura II

$$\text{Área} = \text{ancho de cortina (m)} * (\text{H} - \text{espesor de zapata}) = 0.60 \text{ m} * 6.10 \text{ m} = 3.66 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del concreto} = 2.4 \text{ ton/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \text{Peso volumétrico} = 3.66 \text{ m}^2 * 2.4 \text{ ton/m}^3 = 8.78 \text{ ton/m}$$

$$\text{Brazo} = (\text{Pie} + \text{ancho de cortina}/2) = 1.00 + (0.60/2) = 1.30 \text{ m}$$

$$\text{Momento}_2 = W * \text{brazo} = 8.78 \text{ ton/m} * 1.30 \text{ m} = 11.42 \text{ ton} - \text{m/m}$$

### Figura III

$$\text{Área} = (\text{Talón} - \text{ancho de cortina}) * (\text{H} - \text{espesor de zapata}) = 1.40 \text{ m} * 6.1 \text{ m} = 8.54 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del suelo} = 1.30 \text{ ton/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \text{Peso volumétrico} = 8.54 \text{ m}^2 * 1.30 \text{ ton/m}^3 = 11.10 \text{ ton/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Pie de muro} + \text{ancho de cortina} + (\text{talón-cortina})/2 = 1.00 + 0.60 + 0.70 = 2.30 \text{ m}$$

$$\text{Momento}_3 = W * \text{Brazo} = 11.10 \text{ ton/m} * 2.30 \text{ m} = 25.53 \text{ ton} - \text{m/m}$$

### Figura IV

$$\text{Área} = \text{Base (m)} * \text{espesor de zapata (m)} = 3.00 \text{ m} * 0.50 \text{ m} = 1.50 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso volumétrico del concreto} = 2.40 \text{ ton/m}^3$$

$$W = \text{Área} * \text{Peso volumétrico} = 1.50 \text{ m}^2 * 2.40 \text{ ton/m}^3 = 3.60 \text{ ton/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Base}/2 = 3.00/2 = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{Momento}_4 = W * \text{Brazo} = 3.60 \text{ ton/m} * 1.50 \text{ m} = 5.40 \text{ ton} - \text{m/m}$$



## Figura V

$$W = \text{Sobrecarga (talón - ancho de cortina)} = 0.75 \text{ ton/m}^2 * (2.00-0.60) \text{ (m)} = 1.05 \text{ ton/m}$$

$$\text{Brazo} = \text{Pie de muro} + \text{ancho de cortina} + (\text{talón-cortina})/2 = 1.00 + 0.60 + 0.70 = 2.30 \text{ m}$$

$$\text{Momento}_5 = W \times \text{Brazo} = 1.05 \text{ ton/m} \times 2.30 \text{ m} = 2.42 \text{ ton - m/m}$$

$$\Sigma \text{ de Momentos de peso total} = 45.32 \text{ ton - m/m}$$

$$\Sigma \text{ de Pesos (W) total} = 25.64 \text{ ton/m}$$

## CHEQUE DE ESTABILIDAD CONTRA EL VOLTEO

Para realizar este cálculo vamos a necesitar la sumatoria de los momentos resistentes y la sumatoria de los momentos actuantes, es importante que conozcamos cuales van a ser los momentos resistentes y los actuantes para la estructura.

Los momentos resistentes van a ser el momento pasivo y el momento del peso total, mientras que los momentos actuantes van a ser, el momento activo más el momento por sobrecarga, teniendo claro este concepto, se procede al chequeo contra el volteo de la estructura.

$$\text{Factor contra volteo (F.C.V)} = \frac{\sum \text{Momentos resistentes}}{\sum \text{Momentos actuantes}} \geq 1.5$$

$$F.C.V = \frac{\text{Momento pasivo} + \text{Momento del peso total}}{\text{Momento activo} + \text{Momento por sobrecarga}} = \frac{1.89 + 45.32}{17.42 + 4.59} = 2.14$$

Como se puede observa el  $F.C.V > 1.5$ , por lo tanto chequea.

#### CHEQUEO DE ESTABILIDAD CONTRA EL DESLIZAMIENTO

Para realizar este cálculo los parámetros a tomar en cuenta van a ser las cargas, tanto pasiva, activa, sobrecarga y el peso total de la estructura afectada por un factor de fricción, al igual que en el chequeo por volteo se van a tener cargas resistentes y cargas actuantes, el chequeo contra deslizamiento se realiza de la siguiente manera.

$$\text{Factor contra deslizamiento}(F.C.D) = \frac{\sum \text{Cargas resistentes}}{\sum \text{Cargas actuantes}} \geq 1.5$$

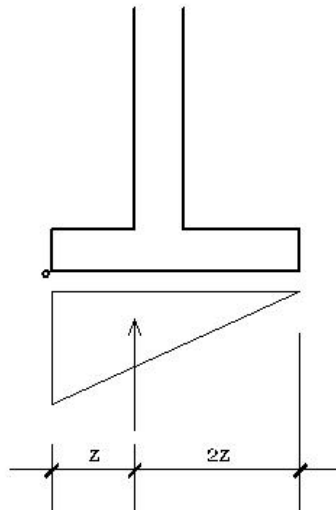
$$F.C.D = \frac{\text{Carga pasiva} + \text{peso total} \times \mu}{\text{Carga activa} + \text{carga de sobrecarga}} = \frac{4.19 + 25.64 \times 0.45}{7.92 + 1.39} = 1.69$$

Como se puede observa el  $F.C.D > 1.5$ , por lo tanto chequea, de no haber chequeado se tendría que colocar un diente a la base o cambiar las dimensiones del muro.

#### CHEQUEO DE LA PRESIÓN MÁXIMA QUE EXISTE DEBAJO DE LA BASE.

Aquí lo que se procede a realizar es una sumatoria de momentos con respecto a un punto ubicado en el pie del muro y este lo vamos a dividir dentro

del peso total de la estructura, vamos a tomar positivos los momentos que están a favor de las agujas del reloj. Debajo de la base se forma un triángulo de presiones, ya se había mencionado que el centroide de un triángulo está a un tercio de su altura partiendo de su ángulo recto, por lo tanto el resultado que obtengamos va a ser la tercera parte de la base buscada, vamos a denotar a esta distancia como z.



$$Z = \frac{\sum \text{Momentos respecto al punto } o}{W} = \frac{M_{pasivo} + M_{peso} - M_{activo} - M_{sobrecarga}}{W}$$

$$Z = \frac{1.89 + 45.32 - 17.62 - 4.59}{25.64} = 0.97 \text{ metros.}$$

Sabemos que 0.97 es un tercio de la base buscada, la base total es de:

$$3 \times Z = 3 \times 0.97 = 2.91 \text{ metros.}$$

El chequeo aquí consiste en que la base buscada debe ser menor que la base que ha sido pre-dimensionada anteriormente (como se muestra en la tabla) y con la cual se está trabajando en el diseño del muro, es decir:

$$Base\ de\ muro \geq 3 \times Z$$

3.00 m > 2.91 m Por lo que chequea para la presión máxima bajo la base del muro.

Cálculo de la presión en el terreno, el cual debe de ser menor que el valor soporte del suelo para que todo el diseño y cálculo esté correcto.

$$Presión\ máxima\ sobre\ el\ suelo = \frac{Peso\ total\ (W)}{\frac{3}{2} \times Z \times base}$$

$$Presión\ máxima\ sobre\ el\ suelo = \frac{25.64\ ton / m}{\frac{3}{2} \times 0.97\ m \times 3.00m} = 5.87\ ton / m^2$$

La presión máxima sobre el suelo (5.87 ton/m<sup>2</sup>) es menor que la capacidad soporte del suelo (18 ton/m<sup>2</sup>), por lo tanto el suelo soporta sin problema el peso de la estructura.

Diseño de los elementos estructurales del muro

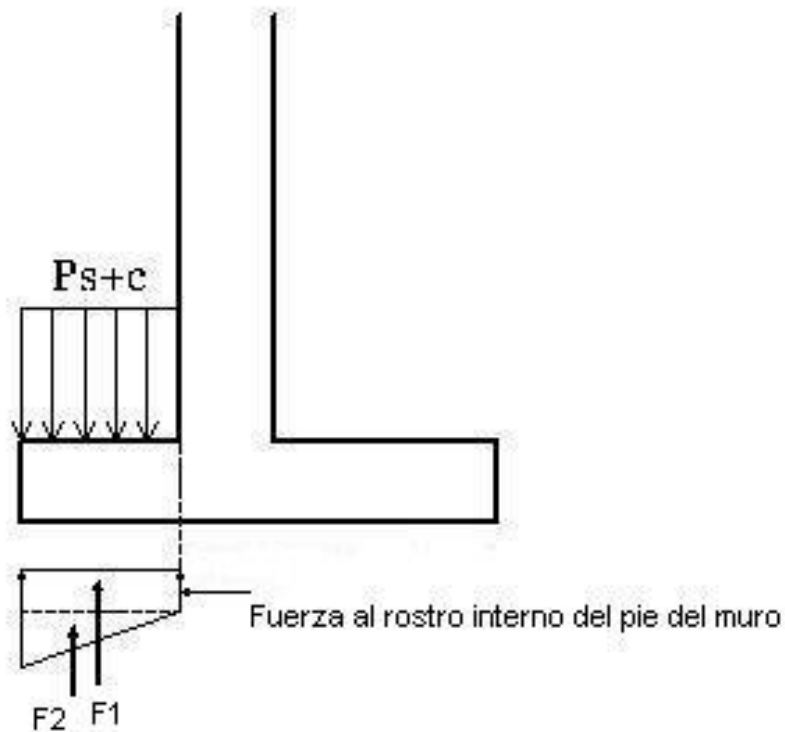
**Diseño del pie del muro;** procedemos primero con el chequeo por corte, ver diagrama en página siguiente.

Peso del suelo más el cimiento (Ps+c)

$P_{s+c} = \Gamma_{\text{suelo}} \times \text{desplante} \times \text{longitud del pie} + \Gamma_{\text{concreto}} \times \text{espesor de zapata} \times \text{longitud del pie}$

$P_{s+c} = 1.3 \text{ ton/m}^3 \times 0.85 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} + 2.40 \text{ ton/m}^3 \times 0.50 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} = 2.31 \text{ ton/m}$

Es necesario calcular la fuerza al rostro interno del pie del muro, esta se puede encontrar por medio de una relación de triángulos como se muestra a continuación.



$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del pie}}{3 \times Z - \text{longitud del pie}} = \frac{\text{Presión máxima sobre el suelo}}{3 \times Z}$$

$$\frac{\text{Fuerza al rostro interno del pie}}{1.91} = \frac{5.87}{2.91}$$

Fuerza al rostro del pie = 3.85 ton/m<sup>2</sup>

Fuerza<sub>1</sub> está aplicada al centroide de un rectángulo, se calcula como el área del mismo.

Fuerza<sub>1</sub> = fuerza al rostro interno del pie x longitud del pie

$$\text{Fuerza}_1 = 3.85 \text{ ton/m}^2 \times 1.00 \text{ m} = 3.85 \text{ ton/m}$$

Fuerza<sub>2</sub>, está aplicada al centroide de un triángulo y se calcula como el área del mismo.

Fuerza<sub>2</sub> = (1/2) (presión máxima sobre el terreno – fuerza al rostro interno del pie) x long. Pie

$$\text{Fuerza}_2 = (1/2) \times (5.87 - 3.85) \text{ ton/m}^2 \times 1.00 \text{ m} = 1.01 \text{ ton/m}$$

El cortante siempre va a actuar verticalmente y hacia arriba, por lo que los esfuerzos de tensión se producirán en la parte inferior del pie, por eso al momento del armado es ahí donde debe de colocarse el refuerzo.

El peralte efectivo (d) va a ser = espesor de zapata – recubrimiento – diámetro de varilla/2

Asumiendo varilla No. 6

$$d = 50 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - (1.905/2) \text{ cm} = 41.55 \text{ cm}$$

El cortante resistente  $(V_r) = \frac{0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d}{1000}$  b = base unitaria (100 cm)

$$V_r = \frac{0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times 100 \times 41.55}{1000} = 27.12 \text{ ton/m}$$

El cortante actuante  $(V_u) = F.C.U$  (Fuerza<sub>1</sub> + Fuerza<sub>2</sub> – Peso del suelo + cimienta)

$$V_u = 1.7 (3.85 + 1.01 - 2.30) = 4.35 \text{ ton/m}$$

Chequea ya que el  $V_r \geq V_u$

#### CHEQUEO POR FLEXIÓN

Momento último al rostro del muro (Mu rostro)

Mu rostro = F.C.U (Fuerza<sub>1</sub> x long. Pie/2 + fuerza<sub>2</sub> x (2/3) ong. De pie – Ps+c x long. Pie/2)

$$Mu \text{ rostro} = 1.70 (3.85 \times 1.00/2 + 1.01 \times (2/3) \times 1.00 - 2.30 \times 1.00/2) = 2.45 \text{ ton} - \text{m/m}$$

Teniendo:

Mu = 2.45 ton – m/m (en ecuación de área de acero el Mu se multiplica por 1000)

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

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

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

$$d = 41.55 \text{ cm}$$

Entonces se obtiene:

As mínima = 20.85 cm<sup>2</sup>

As requerida = 2.35 cm<sup>2</sup>

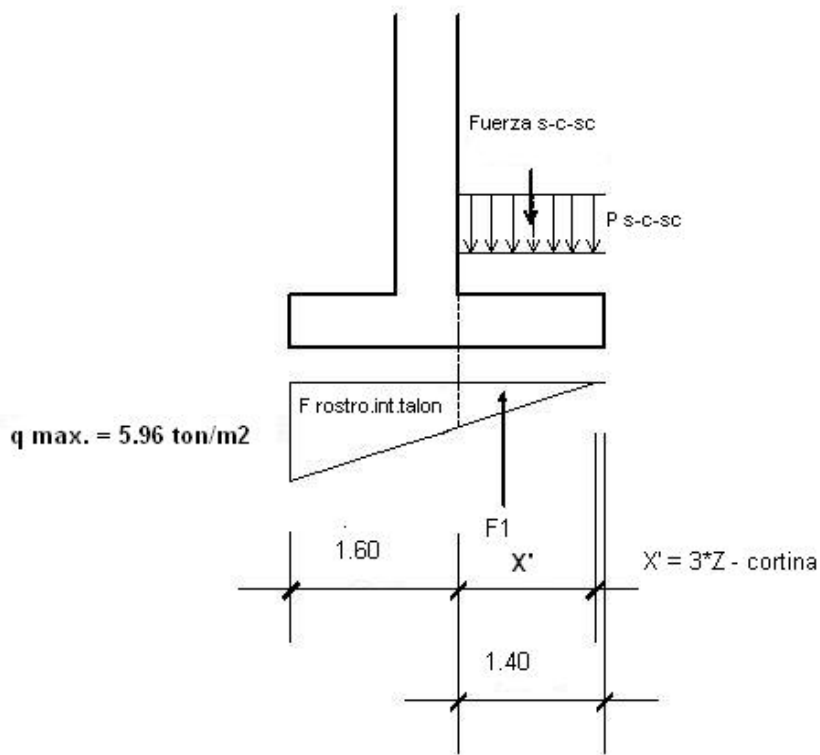
As temperatura = 10 cm<sup>2</sup>

Utilizar área de acero mínima como área de acero requerida. (VER DETALLE DE ARMADO).

### Diseño de talón del muro

Fuerza en rostro interno del talón.

Al igual como en el pie, se puede encontrar mediante relación de triángulos.





$$\frac{\text{Fuerza en rostro interno del talón}}{X'} = \frac{\text{Presión máxima sobre el terreno}}{3 \times Z}$$

$$X' = (3 \times Z) - (\text{longitud del pie} + \text{espesor de cortina})$$

$$\frac{\text{Fuerza en rostro interno del talón}}{1.31} = \frac{5.87}{2.91}$$

Fuerza en rostro interno de talón = 2.64 ton/m

Peso suelo+cimiento+sobrecarga =  $\Gamma_{\text{suelo}} \times H + \Gamma_{\text{concreto}} \times \text{espesor de zapata} + \text{sobrecarga}$

$$P_{s+c+sc} = 1.30 \text{ ton/m}^3 \times 6.60 \text{ m} + 2.40 \text{ ton/m}^3 \times 0.50 \text{ m} + 0.75 \text{ ton/m}^2$$

$$P_{s+c+sc} = 10.53 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Fuerza}_1 = \text{fuerza en rostro de talón} \times \frac{X'}{2} = 2.64 \text{ ton/m}^2 \times \frac{1.91}{2} \text{ m} = 1.73 \text{ ton/m}$$

Fuerza s+c+sc =  $P_{s+c+sc}$  (longitud de talón-espesor de cortina)

$$\text{Fuerza s+c+sc} = 10.53 \text{ ton/m}^2 (2.00 - 0.60) \text{ m} = 14.74 \text{ ton/m}$$

CHEQUEO POR CORTE

$$V_u = F.C.U * (\text{Fuerza s+c+sc} - \text{fuerza}_1) = 1.70 (14.74 - 1.73) = 22.12 \text{ ton/m}$$

(corte actuante)

Peralte efectivo (d), asumiendo diámetro de varilla No. 6

$$d = 41.55 \text{ cm}$$

$$V_r = \frac{0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 100 \times 41.55}{1000}$$

$$V_r = 27.13 \text{ ton/m (corte resistente)}$$

Cheque ya que el  $V_r$  es mayor que el  $V_u$

## CHEQUEO POR FLEXIÓN

Mu rostro = F.C.U (Fuerza s+c+sc x long. Talón/2 – Fuerza1 x (1/3) x X')

$$Mu = 1.70 (14.74 \times 2.00/2 - 1.73 \times (1/3) \times 1.31) = 23.77 \text{ ton} - \text{m/m}$$

Teniendo:

Mu = 23.77 ton – m/m (en ecuación de área de acero el Mu se multiplica por 1000)

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

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

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

$$d = 41.5 \text{ cm.}$$

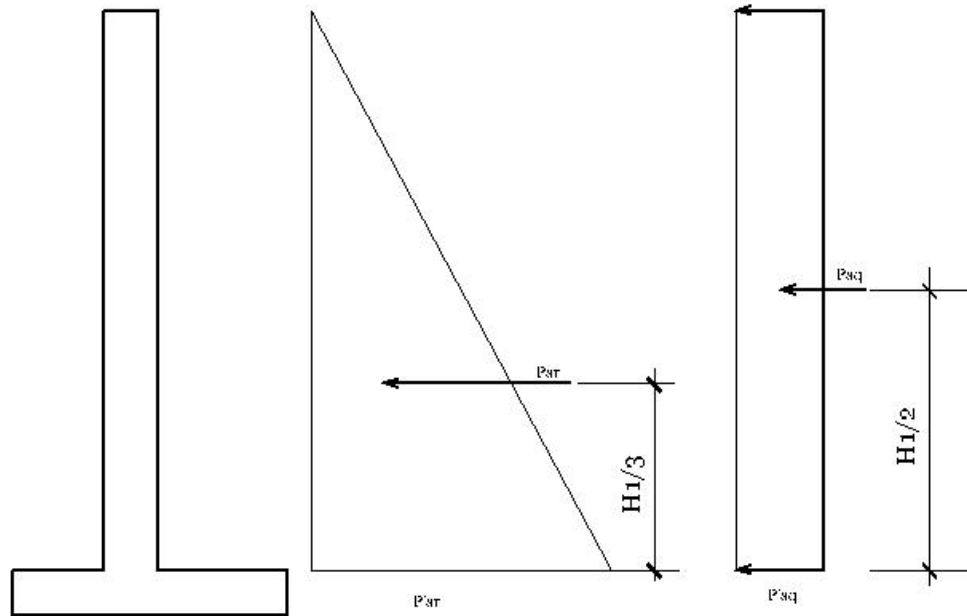
Entonces se obtiene:

$$As \text{ mínima} = 20.85 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ requerida} = 23.69 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ temperatura} = 10 \text{ cm}^2$$

## Diseño de la cortina y/o pantalla del muro.



$$ppr \text{ (pasiva)} = k_a \times \Gamma_{\text{suelo}} \times H_1 \quad H_1 = \text{Altura total} - \text{espesor de zapata}$$

$$ppr \text{ (pasiva)} = 0.28 \times 1.3 \text{ ton/m}^3 \times 6.10 \text{ m} = 2.22 \text{ ton/m}^2$$

$$paq \text{ (sobrecarga)} = k_a \times \text{sobrecarga} = 0.28 \times 0.75 \text{ ton/m}^2 = 0.21 \text{ ton/m}^2$$

$$P'pr = ppr \times \frac{H_1}{2} = 2.22 \text{ ton/m}^2 \times \frac{6.10}{2} \text{ m} = 6.77 \text{ ton/m}$$

$$P'aq = paq \times H_1 = 0.21 \text{ ton/m}^2 \times 6.1 \text{ m} = 1.29 \text{ ton/m}$$

### CHEQUEO POR CORTE

$$V \text{ actuante} = F.C.U (P'pr + P'aq)$$

$$V \text{ actuante} = 1.70 (6.77 + 1.29) = 13.70 \text{ ton/metro}$$

Peralte efectivo = espesor - recubrimiento - diametro/2      asumiendo No.8

Peralte efectivo = 39.96 cm

Corte resistente =  $0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$

Corte resistente = 26.09 ton

CORTE RESISTENTE MAYOR QUE CORTE ACTUANTE

CHEQUENADO POR FLEXION

$M_u = F.C.U (P'pr \times (1/3) \times H + P'aq \times (H/2)) = 1.7 (6.77 \times (1/3) \times 6.1 + 1.29 \times (6.1/ 2))$

$M_u = 30.09 \text{ ton-m/m}$

$M_u = 30.09 \text{ ton-m/m}$

$d = 39.96 \text{ cm}$

$b = 100 \text{ cm}$

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

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

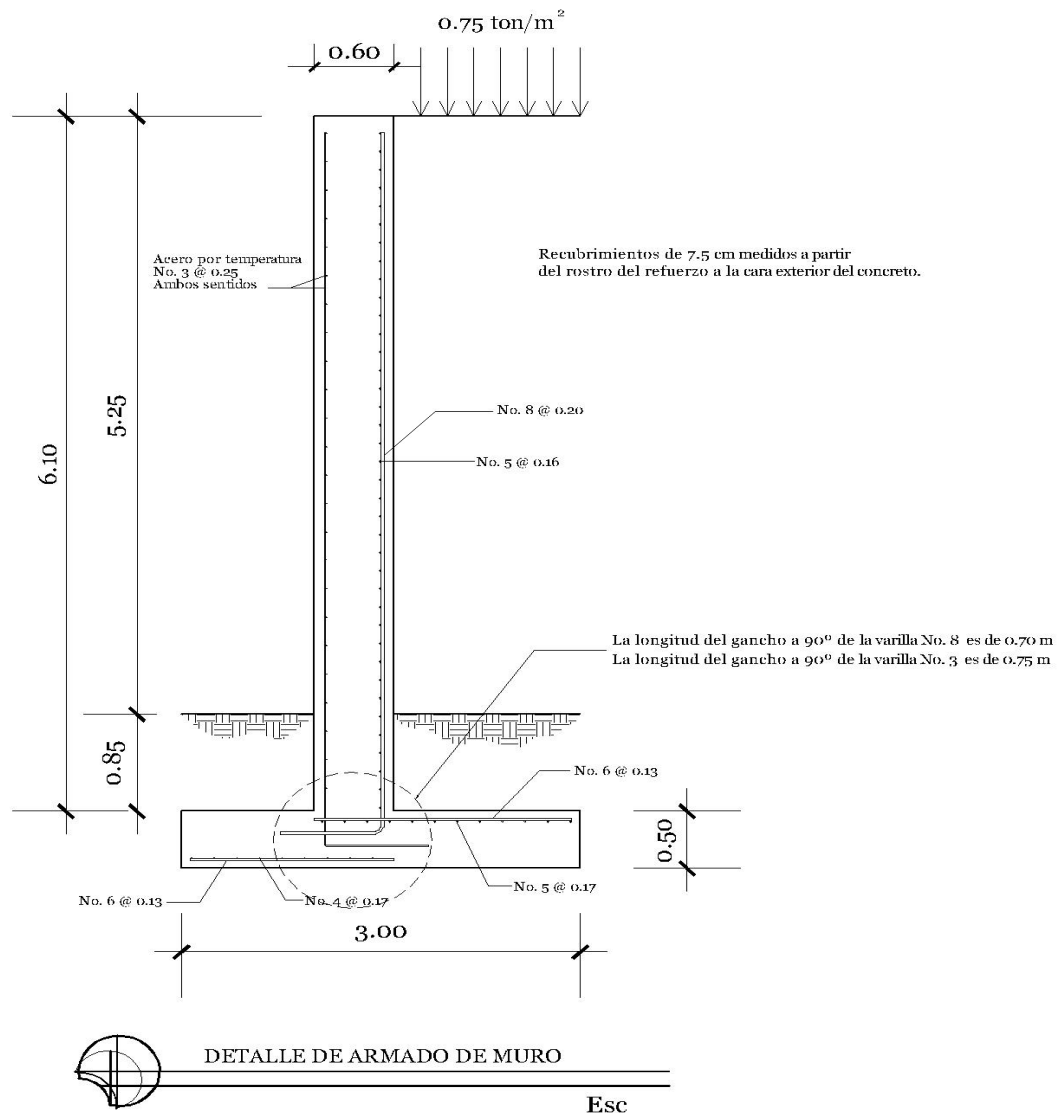
As mínima = 20.05 cm<sup>2</sup>

As requerida = 31.77 cm<sup>2</sup>

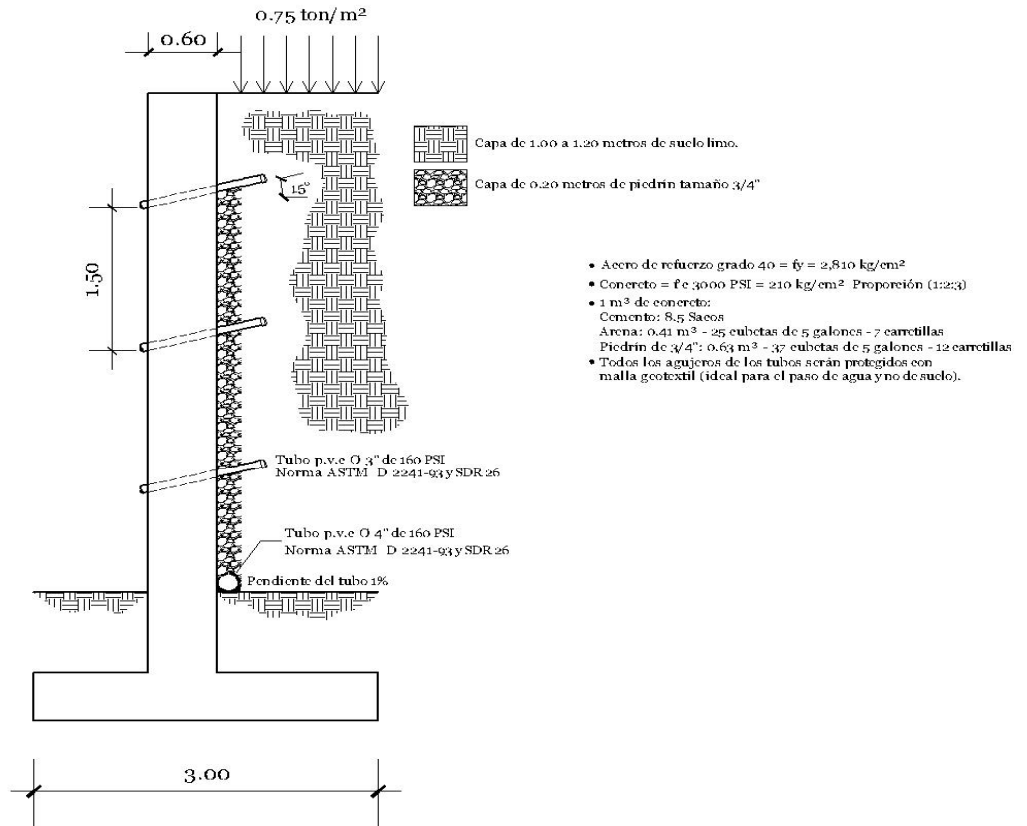
As temperatura = 73.20 cm<sup>2</sup>

El espesor de la cortina y/o de la pantalla es grande, por lo que se considera colocar acero por temperatura No.3 @ 0.25 en ambos sentidos ya que es mucho el concreto que debe de soportar la cama original.

**Figura 3. Detalle de armado de muro.**



**Figura 4. Detalle de drenaje de muro.**



DETALLE DE COLOCACIÓN DE TUBERÍA PARA DRENAJE

Esc



## CONCLUSIONES

1. La aldea La Catocha y el caserío El Poshte son comunidades que se dedican básicamente a la agricultura, la tasa de crecimiento del área rural del municipio de Chiquimula que es de 2.5%, menor comparada con la del área urbana, la cual es de 3.02%.
2. La fuente de agua propuesta por las comunidades para el proyecto es de tipo superficial y tiene la capacidad de abastecimiento de agua tanto a los pobladores de la aldea La Catocha y el caserío El Poshte durante todo el periodo de diseño del mismo, el cual es de 20 años.
3. En Guatemala, gran porcentaje de las fuentes superficiales, de las cuales se capta agua para proyectos de acueductos presenta algún tipo de contaminación, por lo que se ha optado por la utilización de tanques de distribución con un hipoclorador, es decir, un sistema que ayude a la cloración del agua para la distribución y de esta manera haciéndola más segura para el consumo humano.
4. El agua de la fuente propuesta para el proyecto presenta contaminación según resultado del exámen bacteriológico realizado en la jefatura de salud de Chiquimula, por lo que se hace necesaria la implementación de un hipoclorador en el tanque de distribución como sistema de tratamiento.



5. Las presiones dinámicas y estáticas del proyecto se encuentran dentro de los rangos establecidos en las normas de diseño, respetando como mínimo 10 metros columna de agua y 40 metros columna de agua como máximo, mientras que en ningún momento se excede los 80 metros columna de agua en presiones estáticas.
6. La tarifa calculada para este proyecto dio como resultado que cada vivienda debe de cancelar la cantidad de Q 8.00, mensualmente, esta tarifa está comprendida dentro del rango que la dirección integral de comunidades rurales (DICOR) recomienda para el área rural del municipio de Chiquimula, la cual puede estar entre Q7.00 y Q15.00.
7. Para proyectos de acueductos en áreas rurales, la manera más recomendable de diseñar la red de distribución es mediante una red abierta, es decir, una línea central de las cuales se desprenderán ramales para llevar el servicio de agua cuando dentro de la comunidad las viviendas se encuentren de una manera dispersa.
8. El tipo de conexión recomendada y más utilizado en acueductos para áreas rurales es la de tipo predial, esta consiste en colocar un grifo en un lugar visible dentro del predio de los vecinos, es recomendable por ser práctico, económico y que ayuda mucho cuando se hacen supervisiones por parte de personal del ministerio de salud al agua que están consumiendo.
9. El costo del proyecto del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte es de Q455,639.34 por 5,586 metros

lineales, lo que representa un costo de Q81.57 por metro lineal, este valor comparado con los registros del sistema nacional de inversión pública (SNIP) en todo el país, dentro del cual se registra un valor mínimo de Q76.88 y un máximo de Q95.30, se observa que el valor de este proyecto se encuentra dentro de este rango.

10. El muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte es de tipo voladizo ya que, este es el más recomendado para alturas de entre cinco metros (5 m) y siete punto cincuenta metros (7.50 m) y en casos necesarios hasta ocho metros (8 m) y la altura para el proyecto es de 6.60 metros la cual está dentro del rango para decidirse la utilización de un muro de este tipo.
11. El muro de contención está dividido en siete módulos o pequeños muros de 3 metros lineales cada uno, para cubrir la longitud total del proyecto, la cual es de 21 metros lineales, esto se hizo con el objetivo de dejar juntas de construcción de 5 cm. a cada 3 metros.
12. El sistema de drenaje del muro de contención consiste en la colocación de tubos p.v.c de 3" colocados a cada 1.50 metros, aproximadamente, tanto vertical como horizontalmente y una inclinación de 15° en cada uno de los módulos, además de una capa de grava en la parte interna del muro, la cual ayudará a contrarrestar la energía y el empuje que pueda ocasionar la presencia del agua y de aquí el agua cae a una tubería de 8" colocada en el sentido longitudinal del muro (21 metros) para proceder a desfogarla a una cuneta sobre el camino colocada paralelamente al muro.

13. El costo del proyecto del muro de contención es de Q157,227.77 por 21 metros lineales, lo que representa un costo de Q4,487.04 por metro lineal, el cual comparado con registros dentro de la municipalidad de Chiquimula si se encuentra arriba del máximo registrado que es de Q3,655.90 por un muro de 5.35 metros de altura y una base de 2 metros, el costo por metro lineal se justifica porque el muro de contención para la escuela oficial rural del caserío El Poshte como proyecto en sí es más grande que los que se habían diseñado y ejecutado dentro de la municipalidad, comenzando por la altura del mismo (6.60 m.) y la base de la zapata que es de 3 metros.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar para el tratamiento del agua dentro del hipoclorador una solución al 10%, la cual consiste en la utilización una cantidad de hipoclorito igual al 65%, lo que representa la utilización de 1538 gramos de hipoclorito por cada 1000 litros de agua, según recomendaciones de la jefatura de salud de Chiquimula.
2. Al consejo comunitario de desarrollo (COCODE) de la aldea La Catocha conjuntamente con los vecinos del caserío El Poshte, velar porque se cumpla con el pago de la tarifa para dar el mantenimiento en operación de forma mensual al sistema de agua potable para las dos comunidades para que este pueda cumplir con su periodo de diseño a satisfacción.
3. A la jefatura de salud de Chiquimula, realizar un monitoreo en períodos de tiempo de 3 meses para poder verificar la calidad del agua que están consumiendo los pobladores de la aldea La Catocha y el caserío El Poshte y de esta manera ver que el sistema de tratamiento del proyecto esté cumpliendo a cabalidad con el objetivo por el cual se ha instalado.
4. Realizar mediante acciones legales y por escrito la legalización tanto de la fuente y de los derechos de paso de la tubería, para que no exista algún tipo de problema, posteriormente, tanto en la ejecución del proyecto como en la fase de operación.

5. A la entidad ejecutora, cumplir con los requerimientos establecidos en los planos, cumpliendo con las especificaciones plasmadas en los mismos.
6. A la entidad encargada de financiar el proyecto (DICOR) se le recomienda desarrollar un programa teórico – práctico en el cual trabajen juntos con los habitantes de la comunidad para capacitarlos pensando en la conservación y sostenibilidad del proyecto.
7. A la municipalidad del municipio de Chiquimula, detectar, localizar y estudiar otros puntos de riesgo no solo en las comunidades mencionadas anteriormente -tal es el caso de la escuela del caserío El Poshte- sino que también en el resto de las 37 aldeas y 50 caseríos restantes, ya que en muchos casos estos problemas representan la pérdida de inversiones anteriores y actuales.
8. Implementar en la municipalidad de Chiquimula, a través de la oficina municipal de planificación, un programa para la mitigación de desastres en puntos que se encuentren bajo amenaza de riesgo, para esto se puede tener asesoría o solicitar el apoyo respectivo a CONRED, ya que, dicha institución ha mencionado en varias oportunidades la necesidad de trabajar conjuntamente con la municipalidad de Chiquimula.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Juan Carlos Baldemar Rivera.  
Diseño de un muro de contención en el municipio de San Miguel Tucurú,  
Alta Verapaz.  
Tesis de graduación de ingeniero civil.  
Facultad de ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, 1994.
2. Carlos Enrique Barrios Chávez  
Estudio geotécnico para la protección de taludes y diseño de muros de  
contención en la colonia Jesús de la buena esperanza, ciudad de  
Guatemala.  
Tesis de graduación de ingeniero civil.  
Facultad de ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, 1992.
3. Jadenon Vinicio Cabrera Seis.  
Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones 1.  
Tesis de graduación de ingeniero civil.  
Facultad de ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, 1994.
4. Carlos Crespo  
Mecánica de suelos y cimentaciones.  
Libro de texto, año 2000.
5. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales  
año de 1998.

6. Eduardo Gaspar Diéguez.

Estudio y diseño del sistema de agua potable para la aldea Tepalapa del municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa.

Tesis de graduación de ingeniero civil.

Facultad de ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, 1994.

7. Código de diseño de concreto reforzado ACI 318.

8. Marlon René Argueta Escobar

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico para los cantones Salinas e Ixmujil, del municipio de Tacaná, San Marcos.

Tesis de graduación de ingeniero civil.

Facultad de ingeniería, universidad de San Carlos de Guatemala, 2003.

# APÉNDICES





**Tabla III. Libreta topográfica de la línea de conducción.**

Libreta Topográfica				
Línea de Conducción				
Est.	P.O	Azimut	D.H.	Observaciones
0	0.1	338°32'20"	4.30	Fuente
0	1	116°05'00"	52.83	
1	2	132°50'35"	39.39	
2	2.1	138°28'35"	35.72	Inicio Zanjón
2	2.2	138°28'35"	54.33	Fin Zanjón
2	3	138°28'35"	105.42	
3	4	124°19'10"	30.36	
4	5	112°46'55"	90.50	
5	6	96°59'05"	52.98	
6	6.1	106°50'35"	80.00	Inicio Zanjón
6	6.2	106°50'35"	83.00	Fondo Zanjón
6	6.3	106°50'35"	86.00	Fin Zanjón
6	6.4	106°50'35"	116.00	
6.4	7	130°00'46"	212.48	
7	8	54°33'30"	14.10	
8	9	54°30'25"	83.43	
9	10	33°24'45"	31.86	
10	11	30°54'10"	83.10	Inicio Zanjón
11	12	112°22'50"	12.00	Fin Zanjón
12	13	139°48'56"	134.36	
13	14	137°29'30"	42.76	
14	15	69°34'00"	61.01	
15	16	68°38'00"	63.12	
16	17	106°31'55"	84.20	
17	18	89°43'55"	38.51	
18	19	34°35'40"	60.14	
19	20	75°12'05"	54.01	
20	20.1	62°23'40"	15.31	Tanque de Dist.

**Tabla IV. Libreta topográfica de línea de conducción.**

Libreta Topográfica				
Línea de Conducción				
Est.	P.O	Azimut	D.H.	Observaciones
20	21	62°23'40"	54.96	
21	22	74°50'30"	76.00	
22	23	80°40'20"	33.92	
23	24	81°35'25"	59.81	Campamento
24	25	86°02'20"	99.42	
25	26	64°18'27"	82.58	
26	27	48°39'45"	48.09	
27	28	57°35'47"	34.35	
28	29	43°30'40"	32.91	
29	30	59°21'05"	72.29	
30	31	74°45'25"	70.50	
31	32	80°02'00"	140.81	
32	33	42°23'40"	80.55	Límite aldea-caserío

**Tabla V. Libreta topográfica de línea de distribución en ramal 1  
caserío El Poshte.**

Libreta Topográfica				
Línea de distribución caserío El Poshte Ramal 1				
Est.	P.O	Azimut	D.H.	Observaciones
33.1	2	0°04'54"	70.69	
2	3	49°04'05"	47.18	
3	4	42°55'05"	37.63	
4	5	47°13'25"	17.61	
5	6	47°46'05"	40.77	
6	7	52°41'00"	71.98	
7	8	53°03'35"	27.20	
8	p2	65°25'35"	38.28	Pie de talud
8	9	65°25'35"	56.32	
9	10	67°32'10"	43.09	
10	11	0°21'00"	24.89	
11	12	76°04'45"	32.65	
12	13	72°08'45"	33.32	
13	14	73°18'50"	24.11	
14	15	88°27'55"	51.17	
15	16	38°31'35"	29.98	
16	17	57°34'25"	31.85	
17	18	41°22'10"	39.86	
18	p3	49°24'35"	70.37	Fondo de zanjón
18	19	49°24'35"	98.43	

**Tabla VI. Libreta topográfica de la línea de distribución caserío EL Poshte.**

Libreta Topográfica				
Línea de distribución caserío El Poshte				
Est.	P.O	Azimut	D.H.	Observaciones
33	33.1	92°42'39"	72.37	Caja Dist. De Q
33.1	34	90°01'00"	137.74	
34	36	60°57'00"	173.00	
36	37	50°48'45"	34.04	
37	38	68°08'37"	47.64	
38	39	70°58'46"	31.93	
39	40	33°52'48"	43.18	
40	41	38°15'37"	26.54	
41	43	43°42'30"	52.99	
43	44	67°24'40"	29.93	
44	45	57°42'10"	35.62	
45	46	31°30'29"	27.78	
46	47	109°30'18"	54.89	
47	48	89°33'55"	32.29	
48	49	75°09'00"	52.80	
49	49.3	43°15'00"	22.69	
49.3	50	101°01'31"	230.72	
50	51	98°16'00"	45.68	
51	52	77°02'08"	95.96	
52	53	68°44'50"	121.92	
53	54	106°02'13"	77.00	
54	54.1	91°30'40"	106.72	Punto bajo
54	54.2	91°30'40"	140.45	Cambio de pendiente
54	55	91°30'40"	184.83	
55	56	70°33'00"	165.30	
56	57	86°57'00"	148.24	
57	58	84°29'20"	211.30	
58	58.1	5°46'00"	127.15	Fin de proyecto

PRESUPUESTO DE LOS PROYECTOS:  
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA  
ALDEA LA CATOCHA Y CASERÍO EL  
POSHTTE Y MURO DE CONTENCIÓN PARA  
LA ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA  
CASERÍO EL POSHTTE, MUNICIPIO DE  
CHIQUMULA Y DEPARTAMENTO DE  
CHIQUMULA.



**Tabla VII. Resumen de costos y presupuesto del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte.**

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

PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE  
UBICACIÓN: ALDEA "LA CATOCHA" Y CASERÍO POSHTE  
DEL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA, DEPARTAMENTO DE CHIQUIMULA.

RESUMEN					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	SUMA	TOTAL
CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q 11,782.31	Q 11,782.31	
LINEA DE CONDUCCIÓN	ML	1524	Q 47.14	Q 71,840.96	
TANQUE HIPOCLORADOR DE DISTRIBUCIÓN DE 40 M³	UNIDAD	1	Q 60,364.12	Q 60,364.12	
CAJA PARA VALVULAS	UNIDAD	6	Q 1,158.31	Q 6,949.86	
CAJA ROMPEPRESIÓN DE 1 M³	UNIDAD	3	Q 3,253.82	Q 9,761.46	
CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES	UNIDAD	1	Q 4,573.65	Q 4,573.65	
CONEXIONES PEDIALES	UNIDAD	117	Q 582.17	Q 68,113.72	
PASO AEREO DE 18 METROS	UNIDAD	1	Q 8,418.14	Q 8,418.14	
PASO DE ZANJON	UNIDAD	7	Q 1,092.60	Q 7,648.20	
LINEA DE DISTRIBUCIÓN	ML	4062	Q 50.76	Q 206,186.92	
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					





**Tabla VIII. Precio unitario de captación**

<b>CAPTACIÓN</b>					
<b>MATERIAL</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
CEMENTO	SACO	44	Q 43.00	Q	1,892.00
ARENA	M3	5	Q 80.00	Q	400.00
PIEDRIN 3/4"	M3	3	Q 130.00	Q	390.00
PIEDRA BOLA	M3	10	Q 90.00	Q	900.00
HIERRO No. 4	VARILLA	2	Q 35.35	Q	70.70
HIERRO No. 3	VARILLA	14	Q 19.88	Q	278.32
HIERRO No. 2	VARILLA	4	Q 8.83	Q	35.32
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1 1/4" DE Br.	UNIDAD	1	Q 145.60	Q	145.60
ADAPTADOR MACHO P.V.C DE Ø 1 1/4"	UNIDAD	2	Q 5.82	Q	11.64
PICHACHA PLASTICA DE Ø 3"	UNIDAD	1	Q 224.00	Q	224.00
VALVULA DE COMPUERTA Ø 3" DE Br.	UNIDAD	1	Q 972.47	Q	972.47
ADAPTADOR MACHO P.V.C DE Ø 3"	UNIDAD	2	Q 42.67	Q	85.34
TUBO P.V.C Ø 3" 100 PSI	UNIDAD	1	Q 197.61	Q	197.61
CODO P.V.C Ø 3" A 90°	UNIDAD	2	Q 87.03	Q	174.06
CODO P.V.C Ø 3" A 45°	UNIDAD	2	Q 19.26	Q	38.52
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	5	Q 5.00	Q	25.00
MADERA DE PINO DE 1"x12"x10' (20 TABLAS)	PIE TABLA	200	Q 5.00	Q	1,000.00
PARAL DE 3"x3"x10' (8 PARALES)	PIE TABLA	60	Q 5.00	Q	300.00
CLAVO DE 3"	LIBRA	16	Q 5.00	Q	80.00
TEE P.V.C DE 3" PARA DRENAJE	UNIDAD	1	Q 95.08	Q	95.08
TUBO H.G. LIVIANO DE Ø 3"	UNIDAD	1	Q 347.25	Q	347.25
ALAMBRE ESPIGADO AG 400 Vrs.	ROLLO	1	Q 185.15	Q	185.15
GRAPA PARA ALAMBRE ESPIGADO	LIBRA	5	Q 5.85	Q	29.25
CANDADO	UNIDAD	1	Q 65.00	Q	65.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>7,942.31</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
FUNDIR MURO DE MAMPOSTERÍA	M3	18	Q 180.00	Q	3,240.00
HACER CAJA DE CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q 500.00	Q	500.00
INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PARA CAJA	GLOBAL	1	Q 100.00	Q	100.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>3,840.00</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>11,782.31</b>

**Tabla IX. Precio unitario de línea de conducción**

<b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
P.V.C 160 PSI. Ø 1¼"	TUBO	15	Q 72.53	Q	1,087.95
P.V.C 160 PSI. Ø 1"	TUBO	108	Q 53.48	Q	5,775.84
P.V.C 160 PSI Ø 1 1/2"	TUBO	129	Q 94.79	Q	12,227.91
PEGAMENTO PARA P.V.C	GALON	4	Q 384.50	Q	1,538.00
REDUCIDOR PVC Ø 1 1/4" A 1" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 18.25	Q	18.25
REDUCIDOR PVC Ø 1 1/2" A 1" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 27.40	Q	27.40
TUBO H.G LIVIANO DE 2 1/2"	UNIDAD	3	Q 235.00	Q	705.00
CODO P.V.C 90° Ø 1 1/2"	UNIDAD	2	Q 9.78	Q	19.56
CODO P.V.C 90° Ø 1"	UNIDAD	1	Q 7.21	Q	7.21
CEMENTO	SACO	6	Q 43.00	Q	258.00
ARENA	M3	0.35	Q 80.00	Q	28.00
PIEDRIN	M3	0.35	Q 130.00	Q	45.50
VALVULA DE AIRE Ø 1 1/2"	UNIDAD	1	Q 512.20	Q	512.20
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>22,250.82</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
EXCAVACIÓN	M3	233.88	Q 35.00	Q	8,185.80
RELLENO DE EXCAVACIÓN	M3	230.95	Q 28.00	Q	6,466.60
INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 1 1/4"	ML	100	Q 23.21	Q	2,321.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 1 "	ML	650	Q 22.78	Q	14,807.00
INSTALACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 1 1/2"	ML	774	Q 23.01	Q	17,809.74
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>49,590.14</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>71,840.96</b>

**Tabla X. Precio unitario de tanque de distribución**

<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 40 M³</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
CEMENTO	SACO	183	Q 43.00	Q	7,869.00
ARENA	M3	20	Q 80.00	Q	1,600.00
PIEDRIN	M3	6	Q 130.00	Q	780.00
PIEDRA BOLA	M3	60	Q 90.00	Q	5,400.00
TABLA DE 1"x12"x10'	PIE TABLA	1447	Q 5.00	Q	7,235.00
PARAL DE 3"x3"x10'	PIE TABLA	360	Q 5.00	Q	1,800.00
PARAL DE 3"x3"x8"	PIE TABLA	588	Q 5.00	Q	2,940.00
PARAL DE 3"x2"x8"	PIE TABLA	48	Q 5.00	Q	240.00
CLAVO DE 3"	LIBRA	97	Q 5.00	Q	485.00
HIERRO No. 3	VARILLA	132	Q 19.88	Q	2,624.16
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	80	Q 5.00	Q	400.00
HIERRO No. 5	VARILLA	4	Q 55.21	Q	220.84
HIERRO No. 4	VARILLA	7	Q 35.35	Q	247.45
TABLA DE 1"x18"x10'	PIE TABLA	60	Q 5.00	Q	300.00
HIERRO No. 2	VARILLA	15	Q 8.83	Q	132.45
TUBO H.G DE 3/4" (ESC. INTERIOR)	TUBO	1	Q 145.00	Q	145.00
HIERRO No. 5 (ESC. EXTERIOR)	VARILLA	1	Q 55.21	Q	55.21
CANDADO	UNIDAD	3	Q 80.00	Q	240.00
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1"	UNIDAD	1	Q 100.08	Q	100.08
ADAPTADOR MACHO DE 1"	UNIDAD	2	Q 5.68	Q	11.36
CODO H.G 90° DE 1"	UNIDAD	1	Q 6.50	Q	6.50
NIPLE H.G DE 1"	TUBO	1	Q 36.25	Q	36.25
CODO PVC 90° DE 4"	UNIDAD	1	Q 96.00	Q	96.00
TEE PVC DE 4"	UNIDAD	1	Q 115.00	Q	115.00
VALVULA DE COMPUERTA Ø 4" Br.	UNIDAD	1	Q 1,066.65	Q	1,066.65
ADAPTADOR MACHO PVC DE 4"	UNIDAD	1	Q 72.15	Q	72.15
TUBERÍA PVC DE 4"	TUBO	1	Q 241.00	Q	241.00
VALVULA DE COMPUERTA DE 1/4"	UNIDAD	1	Q 145.60	Q	145.60
ADAPTADOR MACHO PVC DE 1 1/4"	UNIDAD	1	Q 5.82	Q	5.82
PICHACHA DE BRONCE DE 1 1/4"	UNIDAD	1	Q 35.60	Q	35.60
TOTAL DE HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q 7,000.00	Q	7,000.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 41,646.12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
LIMPIEZA	M2	52	Q 7.00	Q	364.00
TRAZO Y ESTAQUEO	ML	28	Q 10.00	Q	280.00
EXCAVACIÓN DE LOSA INFERIOR	M3	20	Q 33.00	Q	660.00
FUNDICIÓN DE LOSA INFERIOR	M3	7.5	Q 110.00	Q	825.00
FORMALETA DE MURO	ML	68	Q 23.00	Q	1,564.00
FUNDICION DE MURO	M3	42	Q 180.00	Q	7,560.00
DESENCOFRADO DE MURO	ML	68	Q 12.00	Q	816.00
ENTARIMADO PARA LOSA SUPERIOR	M2	25	Q 24.00	Q	600.00
ARMADO DE HIERRO No.3 PARA LOSA	M2	25	Q 18.00	Q	450.00
FUNDICIÓN	M2	25	Q 25.00	Q	625.00
DESENTARIMADO	M2	25	Q 13.00	Q	325.00
ARMADO DE HIERRO No.5 PARA VIGA V1	ML	10	Q 3.50	Q	35.00
ARMADO DE HIERRO No.4 PARA VIGA V1	UNIDAD	10	Q 5.50	Q	55.00
ARMADO DE HIERRO No.3 (ESTRIBO)	UNIDAD	67	Q 5.50	Q	368.50
FORMALETEADO DE VIGA 1	ML	14	Q 22.50	Q	315.00
FUNDICIÓN DE VIGA 1	M3	2.7	Q 140.00	Q	378.00
DESENCOFRADO DE VIGA 1	ML	14	Q 15.00	Q	210.00
ARMADO DE HIERRO No. 3 VIGA PERIMETRAL	ML	80	Q 4.50	Q	360.00
ARMADO No. 2 (ESTRIBO) P/VIGA PERIMETRAL	UNIDAD	100	Q 1.50	Q	150.00
FORMALETEADO DE VIGA PERIMETRAL	M2	1.8	Q 22.50	Q	40.50
FUNDICIÓN DE VIGA PERIMETRAL	M2	0.9	Q 150.00	Q	135.00
DESENCOFRADO	M2	1.8	Q 15.00	Q	27.00
ARMAR ESCALERAS Y HACER TAPADERA	UNIDAD	1	Q 375.00	Q	375.00
LEVANTADO DE CAJA PARA VAL. E INSTALCIÓN	UNIDAD	1	Q 500.00	Q	500.00
LEVANTADO DE CAJA PARA REBALSE E INSTAL.	UNIDAD	1	Q 600.00	Q	600.00
LEVANTADO DE CAJA PARA SALIDA E INSTALAR	UNIDAD	1	Q 600.00	Q	600.00
HACER HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q 500.00	Q	500.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q 18,718.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q 60,364.12</b>

**Tabla XI. Precio unitario de caja rompe presión de 1 m<sup>3</sup>**

<b>CAJA ROMPEPRESION 1 METRO CUBICO</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>		<b>TOTAL</b>
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1"	UNIDAD	2	Q	2.50	Q 5.00
ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 1"	UNIDAD	1	Q	2.25	Q 2.25
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1"	UNIDAD	1	Q	87.10	Q 87.10
CODO PVC Ø 1"	UNIDAD	2	Q	7.52	Q 15.04
VALVULA DE FLOTE (BRONCE) Ø 1"	UNIDAD	1	Q	485.25	Q 485.25
PICHACHA Ø 1 1/2"	UNIDAD	1	Q	56.47	Q 56.47
ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1 1/2"	UNIDAD	1	Q	2.80	Q 2.80
TEE PVC Ø 2"	UNIDAD	1	Q	18.85	Q 18.85
VALVULA DE PILA (BRONCE Ø 2")	UNIDAD	1	Q	15.00	Q 15.00
P.V.C. Ø 2"	TUBO	1	Q	128.45	Q 128.45
CODO PVC Ø 2"	UNIDAD	3	Q	16.55	Q 49.65
ABRAZADERA PARA TUBO PVC	UNIDAD	1	Q	5.00	Q 5.00
CEMENTO GRIS	SACO	12	Q	43.00	Q 516.00
ARENA DE RÍO	M <sup>3</sup>	0.65	Q	80.00	Q 52.00
PIEDRA BOLA 2" - 4"	M <sup>3</sup>	2.31	Q	90.00	Q 207.90
ARENA	M <sup>3</sup>	0.18	Q	80.00	Q 14.40
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	0.18	Q	130.00	Q 23.40
HIERRO No. 3	VARILLA	7	Q	19.88	Q 139.16
HIERRO No. 4	VARILLA	1	Q	35.35	Q 35.35
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	5	Q	5.00	Q 25.00
CANDADO	UNIDAD	1	Q	65.00	Q 65.00
TABLA DE PINO RUSTICA DE 1"x12"x10'	PIE TABLA	70	Q	5.00	Q 350.00
PARALES DE 3"x3"x10'	PIE TABLA	45	Q	5.00	Q 225.00
CLAVO 2"	LIBRA	6	Q	5.00	Q 30.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 2,554.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
EXCAVACIÓN	M <sup>3</sup>	2.85	Q	35.00	Q 99.75
HACER CAJA ROMPEPRESION DE 1 M <sup>3</sup>	UNIDAD	1	Q	550.00	Q 550.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q	50.00	Q 50.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q 699.75</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>					<b>Q 3,253.82</b>

**Tabla XII. Precio unitario de caja distribuidora de caudales**

<b>CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDALES (2 VERTEDEROS)</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
CEMENTO	SACO	18	Q 43.00	Q	774.00
ARENA	M <sup>3</sup>	3	Q 80.00	Q	240.00
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	0.20	Q 130.00	Q	26.00
PIEDRA BOLA 2" - 4"	M <sup>3</sup>	8	Q 90.00	Q	720.00
CODOS 90° P.V.C Ø 2"	UNIDAD	6	Q 16.53	Q	99.18
PICHACHA Ø 1"	UNIDAD	1	Q 30.00	Q	30.00
PICHACHA Ø 3/4"	UNIDAD	1	Q 21.00	Q	21.00
VALVULA DE COMPUERTA Ø 2"	UNIDAD	1	Q 283.42	Q	283.42
VALVULA DE COMPUERTA Ø 3/4"	UNIDAD	1	Q 73.71	Q	73.71
VALVULA DE COMPUERTA Ø 1"	UNIDAD	1	Q 101.08	Q	101.08
HIERRO No. 3	VARILLA	8	Q 19.88	Q	159.04
ADAPTADORES MACHO Ø 2"	UNIDAD	2	Q 11.32	Q	22.64
ADAPTADORES MACHO Ø 3/4"	UNIDAD	3	Q 2.76	Q	8.28
ADAPTADORES MACHO Ø 1"	UNIDAD	3	Q 5.68	Q	17.04
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	5	Q 5.00	Q	25.00
VALVULA DE PILA Ø 2" DE Br.	UNIDAD	2	Q 15.00	Q	30.00
TEE P.V.C. Ø 2"	UNIDAD	2	Q 18.83	Q	37.66
CLAVO DE 2 "	LIBRA	8	Q 5.00	Q	40.00
TABLA DE PINO RUSTICA 1"x12"x10'	PIE TABLA	140	Q 5.00	Q	700.00
HIERRO No. 4	VARILLA	1	Q 35.35	Q	35.35
CANDADO	UNIDAD	1	Q 65.00	Q	65.00
P.V.C Ø 2"	TUBO	1	Q 147.70	Q	147.70
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>3,656.10</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
EXCAVACIÓN	M3	6.93	Q 35.00	Q	242.55
HACER CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	UNIDAD	1	Q 600.00	Q	600.00
COLOCAR ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q 75.00	Q	75.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>917.55</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>4,573.65</b>

**Tabla XIII. Precio unitario de conexión predial**

<b>CONEXIÓN PREDIAL</b>					
<b>MANO DE OBRA</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>		<b>TOTAL</b>
CEMENTO	SACO	59	Q	43.00	Q 2,537.00
ARENA	M <sup>3</sup>	6	Q	80.00	Q 480.00
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	6	Q	130.00	Q 780.00
TEE REDUCTORA Ø 2" A ½"	UNIDAD	43	Q	34.23	Q 1,471.89
TEE REDUCTORA Ø 1" A ½"	UNIDAD	6	Q	12.70	Q 76.20
TEE REDUCTORA Ø 3/4" A ½"	UNIDAD	2	Q	7.10	Q 14.20
TEE REDUCTORA Ø 1 1/4" A ½"	UNIDAD	62	Q	19.55	Q 1,212.10
ADAPTADOR MACHO PVC Ø ½"	UNIDAD	234	Q	1.60	Q 374.40
CODO 90° PVC Ø ½" CON ROSCA	UNIDAD	117	Q	3.40	Q 397.80
NIPLE H.G. Ø ½" (2.5 METROS)	UNIDAD	117	Q	85.00	Q 9,945.00
CODO 90° H.G. Ø ½"	UNIDAD	117	Q	18.00	Q 2,106.00
NIPLE H.G. Ø ½" (0.25 METROS)	UNIDAD	117	Q	12.00	Q 1,404.00
COPLA H.G Ø ½"	UNIDAD	117	Q	6.00	Q 702.00
LLAVE DE CHORRO DE Br. (LISA)	UNIDAD	117	Q	19.90	Q 2,328.30
LLAVE DE PASO DE Ø 1/2"	UNIDAD	117	Q	46.28	Q 5,414.76
SELLADOR PARA H.G.	POMO	36	Q	39.35	Q 1,416.60
PEGAMENTO P.V.C	GALON	3	Q	384.49	Q 1,153.47
P.V.C Ø ½ " 315 PSI	TUBO	460	Q	34.29	Q 15,773.40
CODO P.V.C. 90° Ø ½" LISO	UNIDAD	16	Q	1.90	Q 30.40
CODO P.V.C. 45° Ø ½" LISO	UNIDAD	4	Q	5.30	Q 21.20
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q 47,638.72</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
INSTALACIÓN DE CONEXIÓN PREDIAL	GLOBAL	117	Q	175.00	Q 20,475.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q 20,475.00</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>					<b>Q 68,113.72</b>

**Tabla XIV. Precio unitario de paso aéreo de 18 metros.**

<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
<b>CONTRAPESOS</b>					
CEMENTO GRIS	SACO	12	Q 43.00	Q	516.00
ARENA	M <sup>3</sup>	2	Q 80.00	Q	160.00
PIEDRA BOLA	M <sup>3</sup>	7	Q 90.00	Q	630.00
<b>COLUMNAS</b>					
CEMENTO GRIS	SACO	12	Q 43.00	Q	516.00
ARENA	M <sup>3</sup>	0.64	Q 80.00	Q	51.20
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	0.63	Q 130.00	Q	81.90
HIERRO No. 4	VARILLA	8	Q 35.35	Q	282.80
HIERRO No. 3	VARILLA	8	Q 19.88	Q	159.04
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	10	Q 5.00	Q	50.00
PARAL DE 3"x3"x10'	PIE TABLA	40	Q 5.00	Q	200.00
TABLA DE 1" x 12" x 10'	PIE TABLA	58.56	Q 5.00	Q	292.80
CLAVO	LIBRA	4	Q 5.00	Q	20.00
<b>ZAPATAS</b>					
CEMENTO GRIS	SACO	4	Q 43.00	Q	172.00
ARENA	M <sup>3</sup>	0.22	Q 80.00	Q	17.60
PIEDRIN	M <sup>3</sup>	0.23	Q 130.00	Q	29.90
HIERRO No. 4	VARILLA	3	Q 35.35	Q	106.05
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	3	Q 5.00	Q	15.00
<b>CABLES ROMPEVIENTO</b>					
CABLE Ø ½"	ML	32	Q 21.38	Q	684.16
CABLE Ø ¾"	ML	14	Q 11.70	Q	163.80
ABRAZADERA Ø ½"	UNIDAD	15	Q 5.00	Q	75.00
ABRAZADERA Ø ¾"	UNIDAD	36	Q 3.00	Q	108.00
GUARDACABLE Ø ½"	UNIDAD	2	Q 15.00	Q	30.00
GUARDACABLE Ø ¾"	UNIDAD	9	Q 8.50	Q	76.50
HIERRO No. 4 Ø ½"	VARILLA	2	Q 35.35	Q	70.70
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	3	Q 5.00	Q	15.00
NIPLE H.G. 3"	UNIDAD	2	Q 8.00	Q	16.00
TUBO H.G. Ø 1"	UNIDAD	4	Q 160.00	Q	640.00
CODO P.V.C 45° Ø 1"	UNIDAD	4	Q 8.35	Q	33.40
ADAPTADOR HEMBRA Ø 1"	UNIDAD	2	Q 5.25	Q	10.50
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>5,223.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
COLOCACIÓN DE CABLE DE 1/2"	ML	32	Q 30.00	Q	960.00
COLOCACIÓN DE CABLE DE 3/8"	ML	14	Q 15.00	Q	210.00
HACER ARMADURA No. 4	ML	35.6	Q 2.00	Q	71.20
HACER ESTRIBO No. 3	U	38	Q 1.00	Q	38.00
FUNDICIÓN DE COLUMNA	U	2	Q 250.00	Q	500.00
FUNDICIÓN DE ZAPATA	U	2	Q 100.00	Q	200.00
FUNDICIÓN DE MUERTO	U	2	Q 200.00	Q	400.00
FORMALETEADO Y DESENCOFRADO	ML	27.2	Q 10.00	Q	272.00
COLOCACIÓN DE TUBERÍA H-G	ML	24	Q 21.25	Q	510.00
EXCAVACIÓN	M <sup>3</sup>	0.85	Q 35.00	Q	29.75
RELLENO DE EXCAVACIÓN	M <sup>3</sup>	0.16	Q 24.00	Q	3.84
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>3,194.79</b>
<b>COSTO DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>8,418.14</b>



**Tabla XV. Precio unitario de paso de zanjón**

<b>PASO DE ZANJON</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
CEMENTO	SACO	3	Q 43.00	Q	129.00
ARENA	M3	1	Q 80.00	Q	80.00
PIEDRIN	M3	1	Q 130.00	Q	130.00
TABLA DE PINO RUSTICO DE 1"x12"x10'	PIE TABLA	26	Q 5.00	Q	130.00
PARAL DE 3"x3"x10' (2 PARALES)	PIE TABLA	15	Q 5.00	Q	75.00
CLAVO 2"	LIBRA	3	Q 5.00	Q	15.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>559.00</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
EXCAVACIÓN	M3	0.20	Q 35.00	Q	7.00
HACER ANCLAJES	UNIDAD	2	Q 75.00	Q	150.00
COLOCAR TUBERÍA H.G.	ML	12	Q 22.55	Q	270.60
FORMALETEAR Y DESENCOFRAR	ML	10.6	Q 10.00	Q	106.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>533.60</b>
<b>COSTO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q</b>	<b>1,092.60</b>

**Tabla XVI. Precio unitario de línea de distribución**

<b>LINEA DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>MATERIALES</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>TOTAL</b>	
TUBO P.V.C Ø 2" 160 PSI	TUBO	112	Q 147.71	Q	16,543.52
TUBO P.V.C Ø 1 1/4" 160 PSI	TUBO	261	Q 72.56	Q	18,938.16
TUBO P.V.C Ø 3/4" 250 PSI	TUBO	102	Q 43.52	Q	4,439.04
TUBO P.V.C Ø 1 " 160 PSI	TUBO	202	Q 53.01	Q	10,708.02
TUBO H.G. LIVIANO Ø 3/4"	TUBO	2	Q 99.00	Q	198.00
REDUCIDOR DE Ø 2" A 1 1/4" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 43.58	Q	43.58
REDUCIDOR DE Ø 1" A 3/4" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 13.79	Q	13.79
REDUCIDOR DE Ø 1 1/4" A 3/4" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 20.65	Q	20.65
REDUCIDOR DE Ø 1 1/4" A 1" CON ROSCA	UNIDAD	1	Q 20.65	Q	20.65
CODO P.V.C 90° Ø 1 1/4" LISO	UNIDAD	8	Q 1.81	Q	14.48
TAPON P.V.C HEMBRA DE 1"	UNIDAD	5	Q 4.27	Q	21.35
VALVULA DE AIRE	UNIDAD	4	Q 512.20	Q	2,048.80
VALVULA DE LIMPIEZA	UNIDAD	4	Q 475.50	Q	1,902.00
CODO P.V.C 45° Ø 3/4" LISO	UNIDAD	4	Q 4.95	Q	19.80
PEGAMENTO PARA P.V.C	GALON	12	Q 384.50	Q	4,614.00
TUBO H.G. LIVIANO Ø 1 1/4"	UNIDAD	2	Q 212.75	Q	425.50
TUBO H.G. LIVIANO Ø 1/2"	UNIDAD	4	Q 69.00	Q	276.00
ADAPTADOR MACHO Ø 1/2"	UNIDAD	8	Q 1.47	Q	11.76
ADAPTADOR MACHO Ø 1 1/4"	UNIDAD	2	Q 5.82	Q	11.64
SOLVENTE	1/4 GALON	3	Q 80.42	Q	241.26
THINER	1/4 GALON	2	Q 11.05	Q	22.10
WIPE	LIBRA	4	Q 8.00	Q	32.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>60,566.10</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
TRAZO	ML	4062	Q 4.00	Q	16,248.00
EXCAVACIÓN	M3	649.92	Q 35.00	Q	22,747.20
RELLENO DE EXCAVACIÓN	M3	642.88	Q 28.00	Q	18,000.64
COLOCACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 2"	ML	672	Q 21.32	Q	14,327.04
COLOCACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 1 1/4"	ML	1566	Q 23.21	Q	36,346.86
COLOCACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 3/4"	ML	612	Q 22.78	Q	13,941.36
COLOCACIÓN DE TUBERÍA P.V.C DE 1"	ML	1212	Q 19.81	Q	24,009.72
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>145,620.82</b>
<b>COSTO DEL RENGLÓN</b>				<b>Q</b>	<b>206,186.92</b>



**Tabla XVII. Presupuesto del muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte.**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA					
FACULTAD DE INGENIERÍA					
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO					
PROYECTO:		MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO			
UBICACIÓN:		CASERÍO EL POSHTE, ALDEA LA CATOCHA			
PRESUPUESTO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUMA	TOTAL
Cal	bolsa	1	Q 22,00	Q 22,00	
Cemento gris	saco	155	Q 43,00	Q 6.665,00	
Arena de río	m <sup>3</sup>	9	Q 80,00	Q 720,00	
Piedrín triturado de 3/4"	m <sup>3</sup>	9	Q 130,00	Q 1.170,00	
Hierro No. 8	varilla	18	Q 132,50	Q 2.385,00	
Hierro No. 6	varilla	13	Q 43,33	Q 563,29	
Hierro No. 5	varilla	27	Q 39,34	Q 1.062,18	
Hierro No. 4	varilla	5	Q 35,35	Q 176,75	
Alambre de amarre	libra	60	Q 5,00	Q 300,00	
Madera (48 tablas de 1"x12"x10')	pie tabla	480	Q 5,00	Q 2.400,00	
Parales (12 tablas de 3"x3"x10')	pie tabla	90	Q 5,00	Q 450,00	
Tubo p.v.c para drenaje de Ø 3"	tubo	2	Q 150,00	Q 300,00	
Tubo p.v.c para drenaje de Ø 8"	tubo	3	Q 375,00	Q 1.125,00	
TOTAL DE MATERIALES					Q 17.339,22
MANO DE OBRA					
Limpieza general	m <sup>2</sup>	9	Q 2,50	Q 22,50	
Excavación (hombre)	m <sup>3</sup>	12,15	Q 35,00	Q 425,25	
Hacer armadura No. 4	ml	30	Q 1,25	Q 37,50	
Hacer armadura No. 5	ml	162	Q 1,40	Q 226,80	
Hacer armadura No. 6	ml	78	Q 1,70	Q 132,60	
Hacer armadura No. 8	ml	108	Q 2,00	Q 216,00	
Formaleteado	m <sup>2</sup>	18,30	Q 22,00	Q 402,60	
Fundición	m <sup>3</sup>	15,48	Q 200,00	Q 3.096,00	
Corte y colocación de tubo p.v.c	unidad	12	Q 8,50	Q 102,00	
Desenfofrado	m <sup>2</sup>	18,30	Q 15,00	Q 274,50	
Relleno y compactación	m <sup>3</sup>	6,12	Q 18,00	Q 110,16	
Retiro de sobrante	m <sup>3</sup>	6,33	Q 12,00	Q 75,96	
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 5.121,87
PRECIO UNITARIO DEL RENGLON					Q 22.461,09

Este es el presupuesto para un módulo, el proyecto consiste en siete módulos de tres metros lineales cada uno para cubrir una longitud de 21 metros lineales del talud.

PRESUPUESTO TOTAL					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUMA	TOTAL
Módulo de 3 metros lineales	unidad	7	Q 22.461,09	Q 157.227,63	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 157.227,63



ESCUELA OFICIAL RURAL MIXTA  
CASERÍO EL POSHTE



**Figura 5. Escuela Oficial Rural Mixta caserío El Poshte.**







**Continúa.**







**Continúa**





# **ANEXOS**



**Tabla XVIII. Diámetros internos para tubería p.v.c**

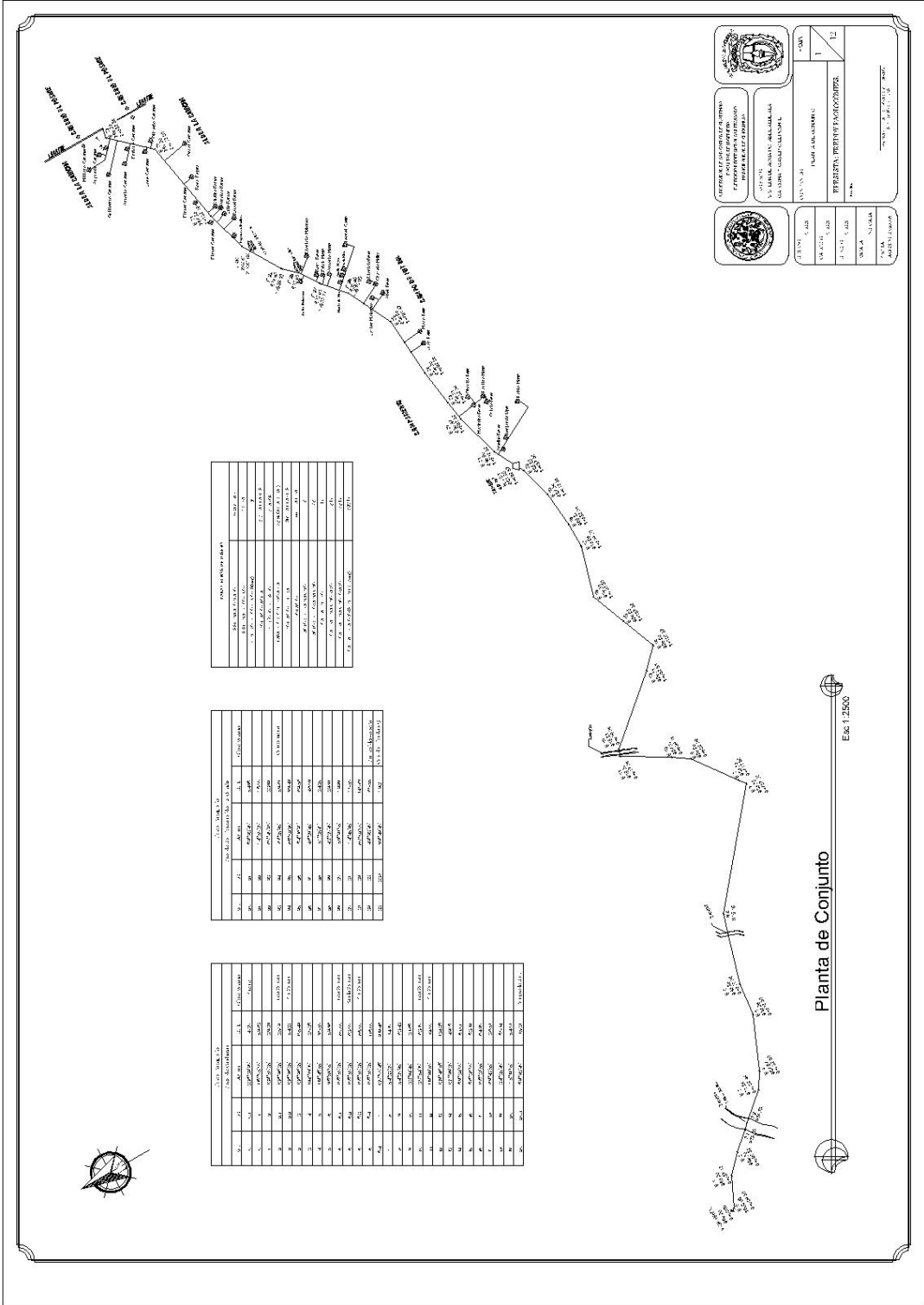
<b>DIAMETROS INTERNOS PARA TUBERÍA P.V.C</b>					
<b>Diámetro comercial</b>	<b>Diámetro interior 100 PSI</b>	<b>Diámetro interior 125 PSI</b>	<b>Diámetro interior 160 PSI</b>	<b>Diámetro interior 250 PSI</b>	<b>Diámetro interior 315 PSI</b>
1/2"					0.716
3/4"				0.926	
1"			1.195	1.161	
1 1/4"			1.532	1.464	
1 1/2"			1.754	1.676	
2"			2.193	2.095	
2 1/2"			2.655	2.537	
3"		3.284	3.23	3.088	
4"	4.280	4.224	4.154	3.97	
6"	6.301	6.217	6.115	5.845	
8"	8.205	8.095	7.961	7.609	





**Tabla XIX. Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 0.10%**


VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 0.1% QUE TIENE QUE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/lt.		
CAUDAL DEL SISTEMA	CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCIÓN	
litro/segundo	litro/hora	litro/día
0.5	1.8	43.2
0.6	2.16	51.84
0.7	2.52	60.48
0.8	2.88	69.12
0.9	3.24	77.76
1	3.6	86.4
1.1	3.96	95.04
1.2	4.32	103.68
1.3	4.68	112.32
1.4	5.04	120.96
1.5	5.4	129.6
1.6	5.76	138.24
1.7	6.12	146.88
1.8	6.48	155.52
1.9	6.84	164.16
2	7.2	172.8
2.1	7.56	181.44
2.2	7.92	190.08
2.3	8.28	198.72
2.4	8.64	207.36
2.5	9	216
2.6	9.36	224.64
2.7	9.72	233.28
2.8	10.08	241.92
2.9	10.44	250.56
3	10.8	259.2
3.3	11.88	285.12
3.5	12.6	302.4
3.8	13.68	328.32
4	14.4	345.6
4.5	16.2	388.8
5	18	432
5.5	19.8	475.2
6	21.6	518.4




CANTON: MARIK, P.A.			
NO. LINEA	SEÑALAMIENTO	PROYECTO	FECHA
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

CANTON: MARIK, P.A.			
NO. LINEA	SEÑALAMIENTO	PROYECTO	FECHA
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

CANTON: MARIK, P.A.			
NO. LINEA	SEÑALAMIENTO	PROYECTO	FECHA
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100



MINISTERIO DE PLANIFICACION Y DESARROLLO ECONOMICO

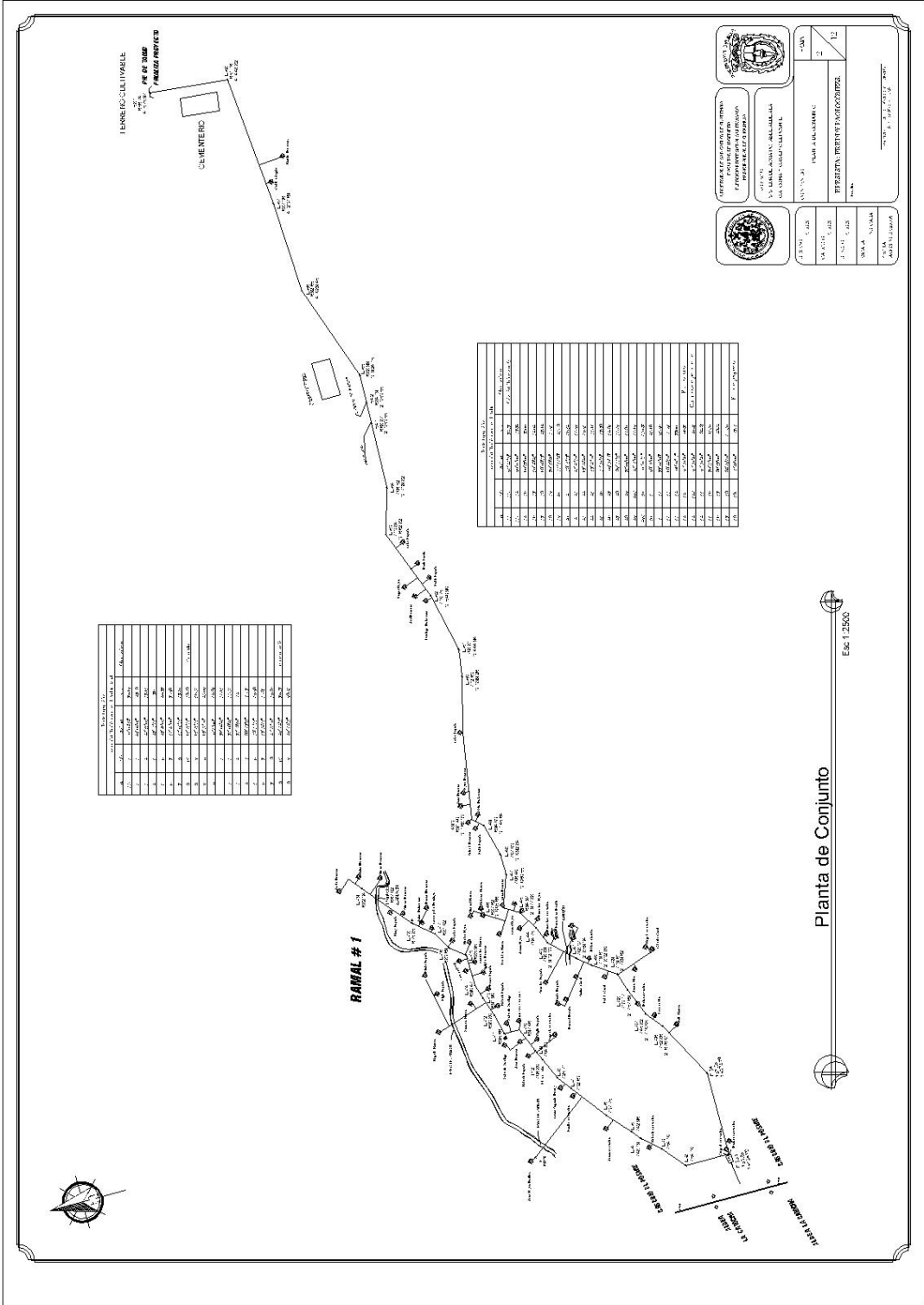


MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS


INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS




ID	Longitud	Material	Diámetro
1	100	Alumínico	100
2	150	Alumínico	100
3	200	Alumínico	100
4	250	Alumínico	100
5	300	Alumínico	100
6	350	Alumínico	100
7	400	Alumínico	100
8	450	Alumínico	100
9	500	Alumínico	100
10	550	Alumínico	100
11	600	Alumínico	100
12	650	Alumínico	100
13	700	Alumínico	100
14	750	Alumínico	100
15	800	Alumínico	100
16	850	Alumínico	100
17	900	Alumínico	100
18	950	Alumínico	100
19	1000	Alumínico	100
20	1050	Alumínico	100
21	1100	Alumínico	100
22	1150	Alumínico	100
23	1200	Alumínico	100
24	1250	Alumínico	100
25	1300	Alumínico	100
26	1350	Alumínico	100
27	1400	Alumínico	100
28	1450	Alumínico	100
29	1500	Alumínico	100
30	1550	Alumínico	100
31	1600	Alumínico	100
32	1650	Alumínico	100
33	1700	Alumínico	100
34	1750	Alumínico	100
35	1800	Alumínico	100
36	1850	Alumínico	100
37	1900	Alumínico	100
38	1950	Alumínico	100
39	2000	Alumínico	100
40	2050	Alumínico	100
41	2100	Alumínico	100
42	2150	Alumínico	100
43	2200	Alumínico	100
44	2250	Alumínico	100
45	2300	Alumínico	100
46	2350	Alumínico	100
47	2400	Alumínico	100
48	2450	Alumínico	100
49	2500	Alumínico	100
50	2550	Alumínico	100
51	2600	Alumínico	100
52	2650	Alumínico	100
53	2700	Alumínico	100
54	2750	Alumínico	100
55	2800	Alumínico	100
56	2850	Alumínico	100
57	2900	Alumínico	100
58	2950	Alumínico	100
59	3000	Alumínico	100
60	3050	Alumínico	100
61	3100	Alumínico	100
62	3150	Alumínico	100
63	3200	Alumínico	100
64	3250	Alumínico	100
65	3300	Alumínico	100
66	3350	Alumínico	100
67	3400	Alumínico	100
68	3450	Alumínico	100
69	3500	Alumínico	100
70	3550	Alumínico	100
71	3600	Alumínico	100
72	3650	Alumínico	100
73	3700	Alumínico	100
74	3750	Alumínico	100
75	3800	Alumínico	100
76	3850	Alumínico	100
77	3900	Alumínico	100
78	3950	Alumínico	100
79	4000	Alumínico	100
80	4050	Alumínico	100
81	4100	Alumínico	100
82	4150	Alumínico	100
83	4200	Alumínico	100
84	4250	Alumínico	100
85	4300	Alumínico	100
86	4350	Alumínico	100
87	4400	Alumínico	100
88	4450	Alumínico	100
89	4500	Alumínico	100
90	4550	Alumínico	100
91	4600	Alumínico	100
92	4650	Alumínico	100
93	4700	Alumínico	100
94	4750	Alumínico	100
95	4800	Alumínico	100
96	4850	Alumínico	100
97	4900	Alumínico	100
98	4950	Alumínico	100
99	5000	Alumínico	100
100	5050	Alumínico	100

ID	Elevación	Flujo
1	1000	0.5
2	1050	0.5
3	1100	0.5
4	1150	0.5
5	1200	0.5
6	1250	0.5
7	1300	0.5
8	1350	0.5
9	1400	0.5
10	1450	0.5
11	1500	0.5
12	1550	0.5
13	1600	0.5
14	1650	0.5
15	1700	0.5
16	1750	0.5
17	1800	0.5
18	1850	0.5
19	1900	0.5
20	1950	0.5
21	2000	0.5
22	2050	0.5
23	2100	0.5
24	2150	0.5
25	2200	0.5
26	2250	0.5
27	2300	0.5
28	2350	0.5
29	2400	0.5
30	2450	0.5
31	2500	0.5
32	2550	0.5
33	2600	0.5
34	2650	0.5
35	2700	0.5
36	2750	0.5
37	2800	0.5
38	2850	0.5
39	2900	0.5
40	2950	0.5
41	3000	0.5
42	3050	0.5
43	3100	0.5
44	3150	0.5
45	3200	0.5
46	3250	0.5
47	3300	0.5
48	3350	0.5
49	3400	0.5
50	3450	0.5
51	3500	0.5
52	3550	0.5
53	3600	0.5
54	3650	0.5
55	3700	0.5
56	3750	0.5
57	3800	0.5
58	3850	0.5
59	3900	0.5
60	3950	0.5
61	4000	0.5
62	4050	0.5
63	4100	0.5
64	4150	0.5
65	4200	0.5
66	4250	0.5
67	4300	0.5
68	4350	0.5
69	4400	0.5
70	4450	0.5
71	4500	0.5
72	4550	0.5
73	4600	0.5
74	4650	0.5
75	4700	0.5
76	4750	0.5
77	4800	0.5
78	4850	0.5
79	4900	0.5
80	4950	0.5
81	5000	0.5
82	5050	0.5
83	5100	0.5
84	5150	0.5
85	5200	0.5
86	5250	0.5
87	5300	0.5
88	5350	0.5
89	5400	0.5
90	5450	0.5
91	5500	0.5
92	5550	0.5
93	5600	0.5
94	5650	0.5
95	5700	0.5
96	5750	0.5
97	5800	0.5
98	5850	0.5
99	5900	0.5
100	5950	0.5



INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS  
INTEGRALES  
INTEGRALES

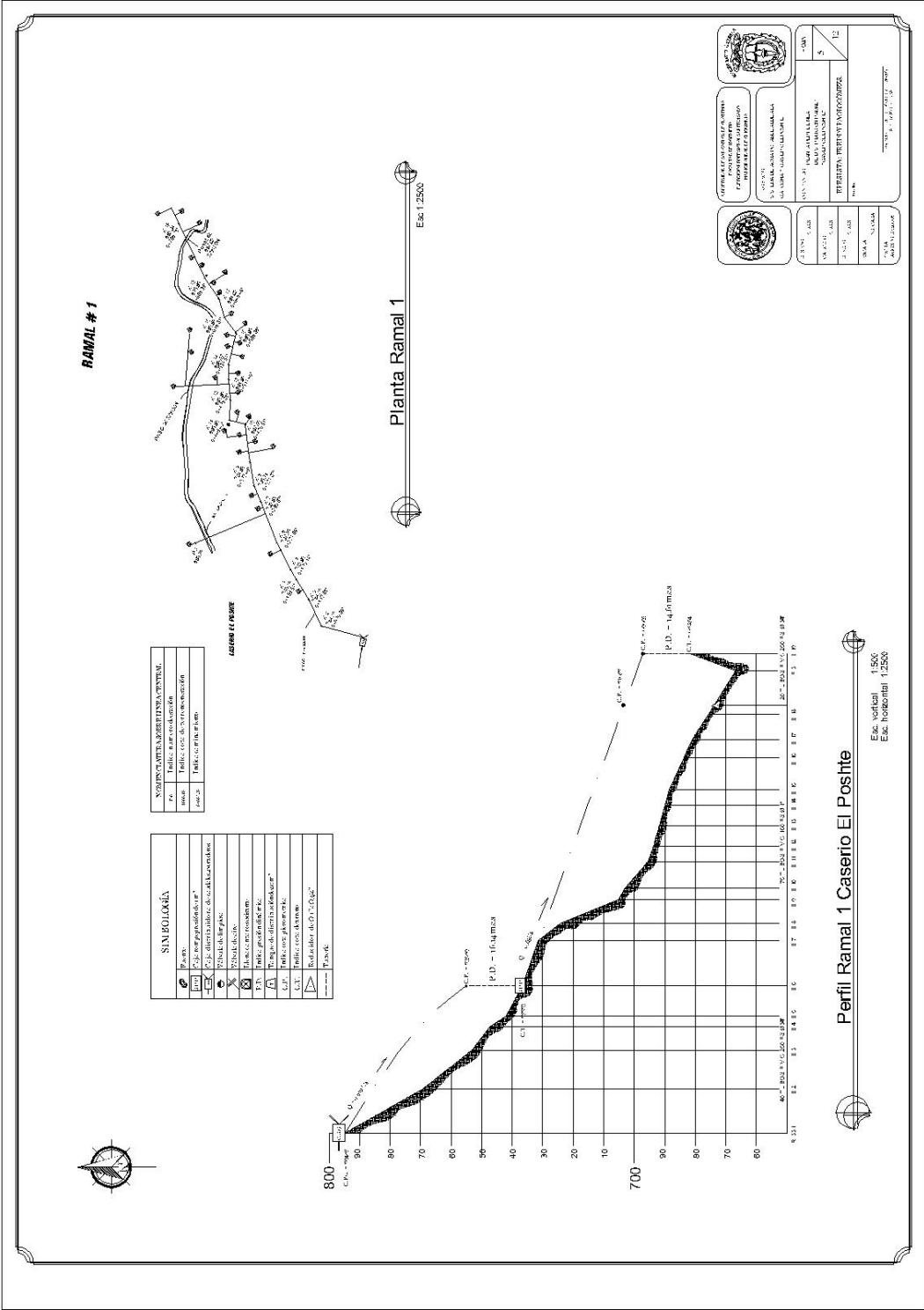


INSTITUTO NACIONAL DE AGUAS  
INTEGRALES  
INTEGRALES

PROYECTO	RAMAL # 1
FECHA	2010
PROYECTISTA	INGENIERIA INTEGRAL
ESCALA	1:2500







**COMPONENTES DEL SISTEMA**

W	Tubo de PVC 100mm
W	Tubo de PVC 150mm
W	Tubo de PVC 200mm
W	Tubo de PVC 250mm
W	Tubo de PVC 300mm

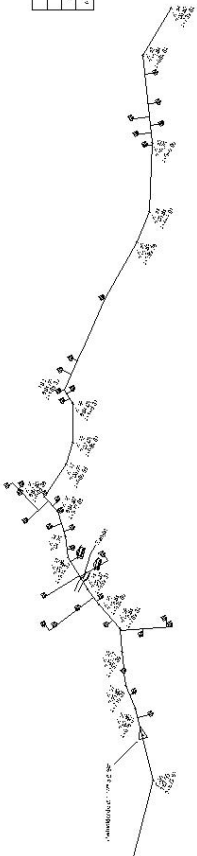
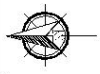
**SAN BOLLASÁ**

W	Tubo de PVC 100mm
W	Tubo de PVC 150mm
W	Tubo de PVC 200mm
W	Tubo de PVC 250mm
W	Tubo de PVC 300mm
W	Tubo de PVC 350mm
W	Tubo de PVC 400mm
W	Tubo de PVC 450mm
W	Tubo de PVC 500mm
W	Tubo de PVC 550mm
W	Tubo de PVC 600mm
W	Tubo de PVC 650mm
W	Tubo de PVC 700mm
W	Tubo de PVC 750mm
W	Tubo de PVC 800mm
W	Tubo de PVC 850mm
W	Tubo de PVC 900mm
W	Tubo de PVC 950mm
W	Tubo de PVC 1000mm

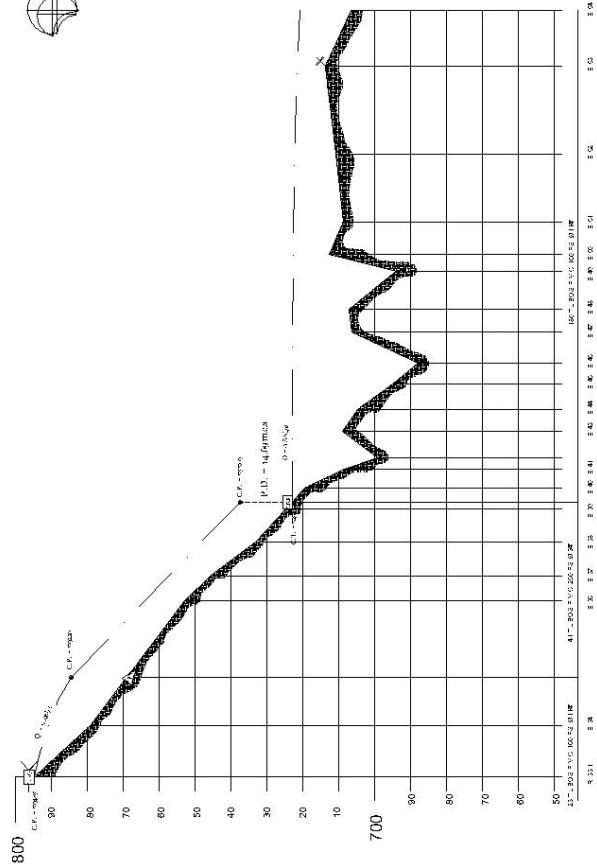
Planta Ramal 1  
Escala: 1:2500

Perfil Ramal 1 Caserío El Poshte  
Escala vertical: 1:500  
Escala horizontal: 1:2500

INSTITUCIÓN: <b>AGENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE AGUAS</b> DEPARTAMENTO: <b>AGUAS</b>	CANTÓN: <b>AGUAS CALIENTES</b> PARROQUIA: <b>EL POSHTE</b>
PROYECTO: <b>PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUAS DEL CASERIO EL POSHTE</b>	FOLIO: <b>5</b> DE <b>12</b>
ELABORADO POR: <b>ING. JUAN CARLOS GARCÍA</b> APROBADO POR: <b>ING. JUAN CARLOS GARCÍA</b>	FECHA: <b>15/05/2018</b>



VOLUMEN DE BARRIO EN PLANIMETRIA	
Fe	Fecha de elaboración
Inten	Intendencia de Yaracuy
Unidad	Unidad Ejecutiva



**Planta de Distribución Caserío El Poshte**  
Escala 1:2500

LEYENDA	
	Punto
	Pipe
	Válvula
	Rejilla de alcantarillado
	Casa
	Calle
	Parcela
	Límite de terreno
	Altura
	Redondeo de P. y 1/2" de P.
	Punto

**PERFIL CASERIO EL POSHTE**  
Escala vertical 1:500  
Escala horizontal 1:2500

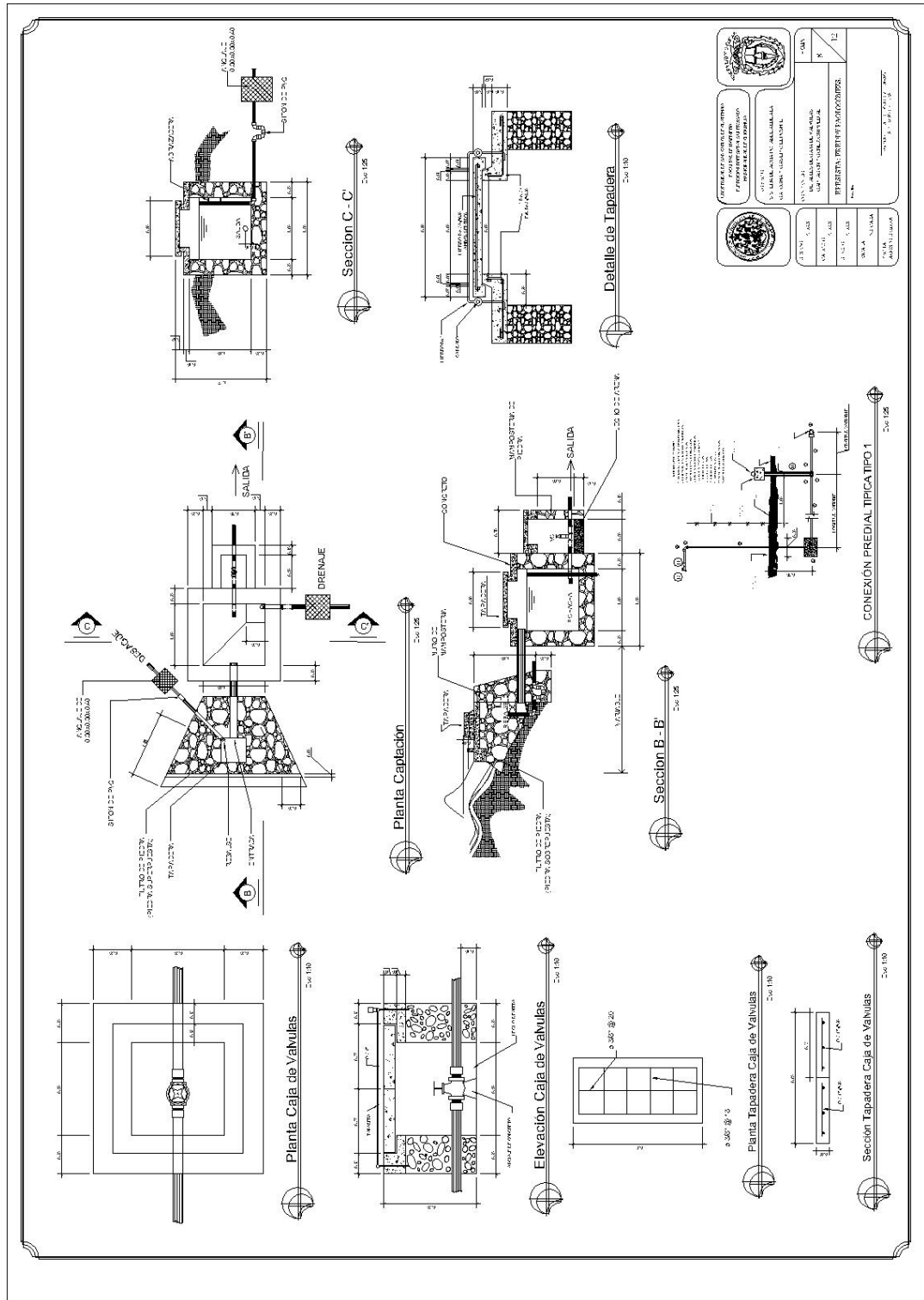
MINISTERIO DEL INTERIOR  
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO Y CATASTRO

INSTITUTO NACIONAL DE PLANEACIÓN URBANA  
DIRECCIÓN GENERAL DE PLANEACIÓN URBANA

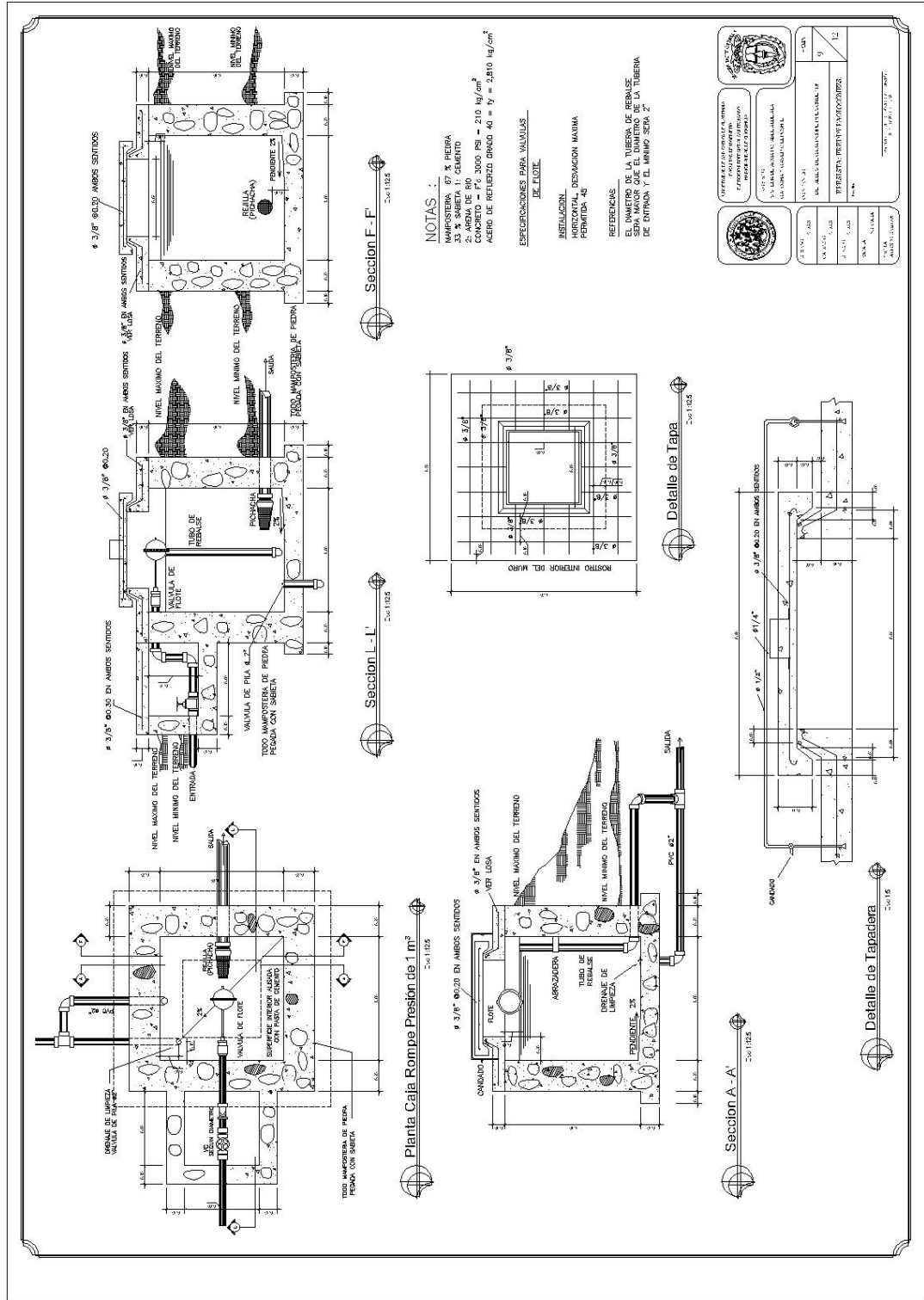
PROYECTO	PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE
FECHA	2014
ESTADO	YARACUY
MUNICIPIO	POSHTE
PARCELA	12
CASA	6







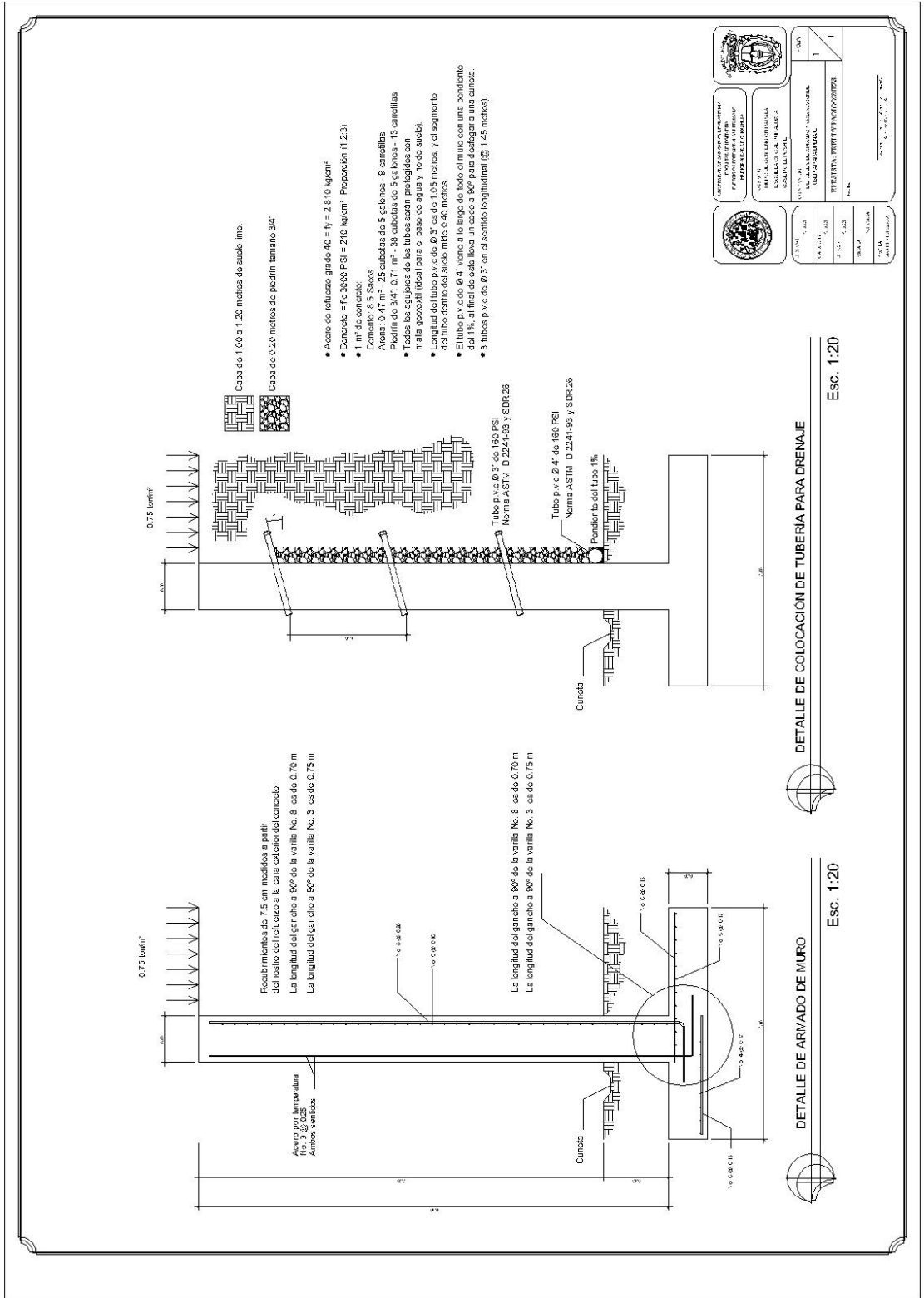
	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	
	DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS











	MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	PLAN 1
	TÍTULO:				ESCALA:
AUTORES:	FECHA:	NOMBRE:	NÚMERO:	NOMBRE:	NÚMERO: