



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE  
AGUA EN LA ALDEA LA MINA, DEL MUNICIPIO DE JOCOTÁN,  
CHIQUIMULA”**

**WILSON IVÁN MONTERROSO GARCÍA**

**ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

**Guatemala, enero de 2011**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE  
AGUA EN LA ALDEA LA MINA, DEL MUNICIPIO DE JOCOTÁN,  
CHIQUMULA”**

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

**WILSON IVÁN MONTERROSO GARCÍA**

ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2011



# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

## FACULTAD DE INGENIERÍA



### NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero De López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz De León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

### TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Marcia Ivonne Veliz 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:

### **“ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE AGUA EN LA ALDEA LA MINA, DEL MUNICIPIO DE JOCOTÁN, CHIQUMULA”**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 25 de agosto de 2008.

Wilson Iván Monterroso García



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Padre bondadoso y que con su amor infinito ha permitido que logre este paso importante en mi vida.

### **AL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

Por su valiosa asesoría y sabios consejos para la elaboración del presente trabajo de graduación.

### **A LA COOPERACIÓN DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

Por su apoyo y colaboración en la investigación realizada.

### **A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por la preparación académica recibida en sus aulas.

### **A LA REGIÓN CHORTÍ**

Por mostrarme una Guatemala diferente

**Y**

**A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA COLABORARÓN PARA LA REALIZACIÓN DEL PRESENTE TRABAJO DE GRADUACIÓN.**



## **DEDICATORIA**

### **MIS PADRES**

Simón Monterroso Melgar y  
Estebana García Del Cid.

### **MIS ABUELOS**

María Eugenia Dolores (+)  
Nicomedes Del Cid  
Daniel García (+)  
Eulogio Monterroso

### **MIS HERMANOS**

Jerson y Marlon Monterroso

### **MI NOVIA**

Karen Sánchez

### **MI HIJO**

Joseph Steven Monterroso

### **MI FAMILIA EN GENERAL**

Tíos, Primos.

### **MIS AMIGOS**

Renato Rodas, Sandra De León, Carlos  
Ramos, Ronald Pérez, Edwin Espina, Carlos  
Boche.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARÍO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII
<b>1 MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO</b>	
1.1. Una visión actual	1
1.2. Origen del nombre	1
1.3. Extensión, límites territoriales y localización	2
1.3.1. Extensión y límites territoriales	2
1.3.2. Localización	2
1.4. Datos históricos	4
1.5. Distribución político – administrativa	5
1.6. Aspectos climatológicos	6
1.6.1. Clima	6
1.6.2. Precipitación pluvial	7
1.7. Hidrología	7
1.8. Accidentes geográficos	9
1.9. Aspectos sociales	10
1.9.1. Población	10
1.9.2. Educación	10
1.9.3. Idioma	11
1.9.4. Cultura	11
1.9.5. Salud	12
1.10. Infraestructura y servicios	13
1.10.1. Vivienda	13
1.10.1. Manejo de desechos	14
1.11. Actividad económica	15
1.12. Producción agrícola	16

1.13.	Producción artesanal	16
1.14.	Producción avícola	18
1.15.	Migración	18
1.16.	Actividades turísticas	18
<b>2</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA LA MINA</b>	
2.1	Descripción general de la comunidad	22
2.2.	Extensión, límites territoriales y localización	22
2.3.	Distribución político – administrativa	23
2.4.	Datos históricos	23
2.5.	Aspectos climatológicos	23
2.6.	Situación socio-económica	24
	2.6.1. Tenencia de la tierra	24
	2.6.2. Comercialización	24
	2.6.3. Ingresos económicos	24
2.7.	Aspectos sociales	25
	2.7.1. Población	25
	2.7.2. Educación	25
	2.7.3. Idioma	26
	2.7.4. Cultura	26
	2.7.5. Salud	27
2.8.	Infraestructura y servicios	27
	2.8.1. Vías de acceso	27
	2.8.2. Sistema de viviendas	28
	2.8.3. Servicio de agua	29
	2.8.4. Disposición de excretas	29
	2.8.5. Sistema de manejo de desechos sólidos	30
	2.8.6. Energía eléctrica	30
	2.8.7. Sistemas de comunicación	30
	2.8.8. Centros educativos y de Salud	31
	2.8.9. Otras instalaciones	32
2.9.	Identificación de problemas	33
	2.9.1. Problema social	33
	2.9.2. Problema económico	33
	2.9.3. Problema ambiental	33
2.10.	Priorización de problemas	34
<b>3</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO</b>	
3.1.	Estudio morfológico	35

3.1.1.	Localización	35
3.1.2.	Material básico utilizado	36
3.1.3.	Procedimiento general	37
3.1.4.	Factores físicos	39
3.1.4.1.	Aspectos lineales	39
3.1.4.2.	Aspectos de superficie	42
3.1.4.3.	Aspectos de relieve	47
3.2.	Datos meteorológicos	52
3.2.1.	Distribución de lluvia en la cuenca	52
3.2.2.	Precipitación media anual	53
3.2.3.	Máxima intensidad	55
3.2.4.	Temperatura media anual	56
3.2.5.	Evapotranspiración	57
3.3.	Clasificación de los manantiales	58
3.3.1.	Identificación y posicionamiento de manantiales	58
3.3.2.	Características de los manantiales	60
3.3.3.	Clasificación de los manantiales	61
<b>4</b>	<b>ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE AGUA EN LA ALDEA LA MINA</b>	<b>66</b>
4.1.	Visión general de la problemática	66
4.2.	Prefactibilidad	68
4.2.1.	Fuentes de abastecimiento	68
4.2.1.1.	Aguas superficiales	68
4.2.1.2.	Aguas subterráneas	69
4.2.1.3.	Aguas de lluvia	70
4.2.2.	Consideración	70
<b>5</b>	<b>CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA DE LOS TECHOS Y ALMACENADA EN CISTERNAS, PARA ABASTECIMIENTOS INDIVIDUALES</b>	<b>72</b>
5.1.	Ventajas y desventajas	72
5.2.	Factibilidad	73
5.2.1.	Factor técnico	73
5.2.2.	Factor económico	74
5.2.3.	Factor social	75
5.3.	Diseño del sistema	75
5.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	75
5.3.2.	Precipitación de diseño	77

5.3.3.	Superficie de captación	81
5.3.4.	Personas beneficiadas y demanda de agua	86
5.3.5.	Demanda de agua	87
5.3.6.	Dotación de agua	88
5.3.7.	Volumen de cisterna	89
5.3.8.	Componentes del sistema	91
	5.3.8.1. Especificaciones técnicas	92
	5.3.8.2. Área de captación	95
	5.3.8.3. Recolección y conducción	96
	5.3.8.4. Interceptor	101
	5.3.8.5. Almacenamiento	101
	5.3.8.6. Desinfección	121
	5.3.8.7. Bombas manuales	122
5.4.	Integración de presupuesto	125
5.5.	Evaluación de impacto ambiental	126
5.6.	Evaluación socio - económica	131
	5.6.1. Valor presente neto	132
	5.6.1. Tasa interna de retorno	134
5.7.	Elaboración de planos	135
	<b>CONCLUSIONES</b>	137
	<b>RECOMENDACIONES</b>	139
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	141
	<b>ANEXOS</b>	143

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Mapa de ubicación del municipio de Jocotán	1
2	Mapa de conformación de regiones del municipio de Jocotán	7
3	Vertedero de desechos, Jocotán	14
4	Iglesia Colonial de Jocotán.	19
5	Puente de los Españoles	20
6	Ubicación de estaciones meteorológicas del INSIVUMEH	36
7	Hojas Cartográficas, Camotán 2360-III y Timushán 2360-II	38
8	Orden de corrientes, modelo digital de aldea La Mina	39
9	Cause principal microcuenca La Mina	43
10	Elevación Máxima (celeste) y elevación	48
11	Curvas de nivel micro cuenca La Mina	48
12	Curva hipsométrica	49
13	Isoyetas de precipitación media anual micro cuenca La Mina	54
14	Interpolación de temperatura media anual micro cuenca La Mina	56
15	Manantial aldea La Mina, micro cuenca La Mina	59
16	Geoposicionamiento de manantiales, cuenca La Mina.	59
17	Pobladoras de la aldea La Mina llevando el agua a sus hogares	67
18	Precipitación máxima, mínima y promedio registrada en la estación Camotán del año 1990 al 2006	80
19	Techos de Viviendas, aldea La Mina	82
20	Diagrama de caja para las aéreas de techo	84

21	Histograma de las áreas de techo	84
22	Diseño del sistema de captación de agua pluvial	92
23	Recolección y conducción	96
24	Diagrama de momentos	105
25	Diagrama de refuerzo	108
26	Corte transversal del muro	109
27	Distribución geométrica	111
28	Diagrama de presiones actuantes sobre el muro	112
29	Partes de la bomba manual	123
30	Bomba con cabezal de acción directa	124

## TABLAS

I	Áreas del municipio de Jocotán de acuerdo a su altura	3
II	Regiones que conforman el municipio de Jocotán	6
III	Cobertura en Salud de la Población, Municipio de Jocotán	13
IV	Centros educativos, La Mina.	31
V	Centros de convergencia, La Mina	31
VI	Oratorios, La Mina.	33
VII	Resumen número de orden y longitud de las corrientes	40
VIII	Precipitación media anual	55
IX	Temperatura media anual	57
X	Toma de muestras y resumen de resultado de análisis bacteriológico a 100 ml. de agua	63
XI	Temperatura promedio de manantiales	64
XII	Criterios de diseño	77
XIII	Datos de precipitación en milímetros de la estación Camotán	78
XIV	Pluviometría (mm) máximo, mínimo y promedio (mm) registrada durante 17 años en la estación Camotán	79
XV	3° Cuartil de la precipitación (mm) registrada durante 17 años en la estación Camotán	81
XVI	Precipitación de diseño (mm)	81
XVII	Parámetros estadísticos de área de techo	83
XVIII	Intervalos de frecuencia para el área de techos	85
IXX	Oferta mensual de agua	87
XX	Volumen acumulativo	91
XXI	Cálculo del momento que se produce en el punto “o”	111
XXII	Cálculo fuerzas actuantes en el terreno	114
XXIII	Costo para recolección y conducción	125
XXIV	Costo para una cisterna de almacenamiento	126
XXV	Muestra estadística de los techos en 77 viviendas de la aldea La Mina	144



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>descripción</b>
-	Menos
%	Porcentaje
*	Por
/	Dividir
+	Más
<	Menor que
=	Igual a
>	Mayor que
±	Más menos
½	Igual a 0.5 ó un medio
cm	centímetro
cm <sup>2</sup>	centímetro cuadrado
cm <sup>3</sup>	centímetro cúbico
km	Kilómetro
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
π	Pi (3.141516)
Σ	Sumatoria



## GLOSARIO

<b>Erosión</b>	Desgaste producido en la corteza de la tierra por la acción y efecto de las aguas superficiales.
<b>Estiaje</b>	Nivel más bajo que tienen las aguas de un río, lago, etc. En la época de sequía.
<b>Infiltración</b>	Introducción de parte del agua de lluvia en el suelo y subsuelo.
<b>Litología</b>	Parte de la geología que trata el estudio de las rocas.
<b>Micro cuenca</b>	se define como “una pequeña cuenca, en donde vive un cierto número de familias (Comunidad) utilizando y manejando los recursos del área, principalmente el suelo, agua, vegetación, incluyendo cultivos y vegetación nativa, y fauna, incluyendo animales domésticos y silvestres.
<b>SCAPT</b>	Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos.



## RESUMEN

Este trabajo de graduación surge de la necesidad de identificar las relación que existen entre las formas hidráulicas y los factores hidrogeológicos en la micro cuenca, para proporcionar una solución a la escasez de agua para los pobladores de la región, en especial a los pobladores de la aldea La Mina, Municipio de Jocotán, Chiquimula.

Como base y fundamento de toda investigación, es necesario incluir información del entorno cultural, social, económico y productivo; el cual se ve afectado por el fenómeno natural y beneficiado con el presente trabajo. En este caso resulta indirectamente afectado el Municipio, por lo que en el primer capítulo se incluye una investigación objetiva y veraz sobre los aspectos más importantes.

La descripción de la vida de los pobladores de la Aldea La Mina, su historia hasta sus necesidades básicas, identificadas por ellos mismos, la presento en el segundo capítulo. Toda esta información, se obtuvo gracias a la ayuda de las personas de esta comunidad, quienes no escatiman esfuerzos por apoyar y colaborar en investigaciones como ésta, a sabiendas que es una pieza importante para lograr una solución a la problemática.

En cualquier investigación hidrológica una de las partes más importantes es el estudio hidrológico, desarrollado y presentado en el capítulo tres.

El análisis hidrológico se realiza con la ayuda de herramientas y métodos de investigación de campo, matemática, así como *software* y modelos digitales;

para lograr resultados confiables, y sobre todo lógicos, sobre las relaciones y su interpretación de la cuenca con los elementos hidrogeológicos.

Posteriormente se analiza y plantea una alternativa de solución a la mayor problemática que sufren los pobladores, por medio de un Sistema funcional de Captación de Agua Pluvial en Techos.

Los resultados de los capítulos anteriores se resumen en las conclusiones y mapas temáticos presentados en el anexo y se hacen recomendaciones, esperando sean tomadas en cuenta por personas o instituciones interesadas en mejorar las condiciones de vida de esta pequeña Aldea.

## OBJETIVOS

- **General**

Realizar un estudio hidrológico de la micro cuenca La Mina y el diseño para el abastecimiento de agua a la aldea La Mina, para satisfacer las necesidades diagnosticadas.

- **Específicos**

1. Disponer de un estudio de la micro cuenca La Mina que proporcione un mejor conocimiento de la región.
2. Determinar las posibles fuentes para abastecer a la aldea La Mina.
3. Utilizar de la mejor manera posible los recursos con los que cuenta la comunidad para satisfacer sus necesidades.
4. Disminuir las enfermedades que atacan a la comunidad por la falta de agua.
5. Promover el desarrollo de la comunidad.
6. Ayudar a mejorar el nivel de vida de los pobladores del lugar.



## INTRODUCCIÓN

La región de Chiquimula fue duramente afectada por la crisis alimentaria, efecto de la pobreza, tierras improductivas, deforestación y falta de servicios básicos; algo muy importante, es que además es amenazada por distintas condiciones naturales, como son: la falla tectónica de Jocotán, sequías, inundaciones, deslizamientos, etc.; y que sumadas al aspecto topográfico, muy variable de la zona, dan como resultado un escenario de alto riesgo, que genera que cualquier evento pueda convertirse en un desastre.

El trabajo se plantea como un aporte a toda la comunidad, pero especialmente a la Aldea La Mina, la que se encuentra en una situación crítica, al estar asentada en una de las partes más altas de la micro cuenca, con limitado acceso a las pocas fuentes de agua y en estado de extrema pobreza, que imposibilita la implementación y el mantenimiento de un sistema de agua potable.

Principalmente se trata de hacer un análisis del régimen y características hidrológicas de la micro cuenca, como inicio a una serie de propuestas para abastecer de líquido vital a los pobladores.

Finalmente, se pretende colaborar en mínima parte a solucionar los problemas que aquejan a estas comunidades, tratando de aplicar herramientas y conocimientos adquiridos para el logro de recomendaciones que conlleven a mejorar la calidad de vida, además de lograr el interés de otras personas en esta región, tan afectada actualmente.



# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO**

## **1.1 Una Visión Actual**

Jocotán es un municipio del departamento de Chiquimula conocido anteriormente como Santiago Jocotán, se ubica dentro de la cuenca hidrográfica denominada Copanch'orti' cuyo cauce principal es el río Grande de Copán de la República de Honduras.

Su extensión territorial es de 252 km<sup>2</sup>, y la población es de 51,068 habitantes aproximadamente, en un 60% pertenece a la Etnia Chortí y viven en extrema pobreza.

Su clima varía de cálido a templado y la zona de vida predominante es el bosque seco subtropical cálido. Cuenta con un pueblo (villa), 32 aldeas y 121 caseríos. La distancia de la carretera CA-10 a la cabecera municipal es de 30 kilómetros y de la capital del país a la cabecera municipal es de 204 km.

## **1.2 Origen del Nombre**

El origen del nombre Jocotán o Xocotlan, viene del Nahuatl, Xocotl que significa jocote y la terminación "Tlan"; traducido al español, Jocotán significa "Junto al árbol de jocotes". Asimismo, la palabra "Chortí" se origina de las voces mayas "Chor" que significa milpa y "Ti" que significa boca; esto según el diccionario geográfico nacional. Por tanto, la palabra Chortí puede traducirse como "milpa en la boca", pudiéndose interpretar como el amor a la tierra y al producto fundamental de la subsistencia maya que es el maíz (SINAFIP 2004).

## **1.3 Extensión Límites Territoriales y Localización**

### **1.3.1 Extensión y Límites Territoriales**

Su extensión territorial es de 252 Km<sup>2</sup> aproximadamente (aunque el área oficial es de 148 Km<sup>2</sup>) y se encuentra ubicado entre las coordenadas 607,600 y 638,400 m Este y 1,648,500 y 1,628,300 m Norte (Proyección GTM, WGS 84). El rango de alturas varía desde los 300 hasta los 1,500 msnm<sup>1</sup>.

### **1.3.2 Localización**

Ubicado en el nororiente de la República de Guatemala, al norte del departamento de Chiquimula, el municipio de Jocotán constituye uno de los 11 municipios de este departamento. Colinda al norte con los municipios de La Unión y Zacapa, del departamento de Zacapa; al sur con los municipios de San Juan Ermita y Olopa, al este con el municipio de Camotán, y al oeste con el municipio de Chiquimula, todos estos dentro del departamento de Chiquimula.

El municipio de Jocotán forma parte de la Cuenca Copán Chortí, la cual incluye el Río Grande de Jocotán, Río Grande de Camotán, Río Jupilingo y el Río Copán (ACH 2001).

El acceso al municipio de Jocotán se logra a través de una carretera asfaltada de 25 Km de longitud desde la cabecera departamental de Chiquimula, por la ruta CA-10, la cual tiene una bifurcación (cruce a aldea Vado Hondo) que conduce a dicho municipio.

---

<sup>1</sup> “Caracterización Socioeconómica de la Microcuenca La Mina-Oquen”

**Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Jocotán del departamento de Chiquimula**



Fuente: Propia.

El municipio tiene un rango de alturas que varía desde los 300 msnm en la salida del Río Grande, hasta los 1,760 msnm en la cumbre de la montaña, al norte del municipio. La cabecera municipal está ubicada en la parte baja del municipio, a 480 msnm en el Parque Central. La distribución de áreas del municipio de acuerdo a la altitud es la siguiente:

**Tabla I. Áreas del municipio de Jocotán de acuerdo a su altura.**

Altitud msnm	Área km <sup>2</sup>	% del Área Total
< 400	3.09	1.2
400 – 600	34.91	14.1
600 – 800	47.02	19.0
800 – 1000	46.43	18.8
1000 – 1200	51.00	20.6
1200 – 1400	47.90	19.4
1400 – 1600	15.35	6.2
> 1600	1.65	0.7

Fuente: OMP, Chiquimula

#### **1.4. Datos Históricos**

El territorio de Jocotán, como parte del área Ch'orti' y de la Cuenca Copanch'orti' Arqueo-Folklor-Eco-turística, fue conquistado en 1,524, por los capitanes: Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra, justo con los Padres Juan Godínez y Francisco Hernández.

La Repartición de tierras se dio a partir de 1,530, cuando los Capitanes Hernando de Chávez y Pedro de Amalín derrotaron al cacique Copán Calel.

En el año de 1,549 aparecen como encomenderos de Jocotán, la familia de Antonio Morales.

Para el año 1,769 se reporta la Parroquia como pueblo de Jocotán por parte del Arzobispo Cortés y Larraz.

El mismo año de 1,769 se describe la existencia de la Mina de Hierro con el nombre de Ingenio de Guaraquiche.

El año de 1,853 el Arzobispo metropolitano de Guatemala don Francisco de Paula García Peláez, ordenó inventariar y activar la mina de hierro de Guaraquiche y sus cincuenta (50) caballerías, dejadas por don Antonio Iriarte.

El censo de población del año 1,880 reporta en el municipio de Jocotán:

- Un edificio para cabildo
- Una escuela para niños
- Una escuela para niñas
- Una casa conventual

- Una Iglesia católica
- Un cementerio
- Una escuela en la Aldea Oquen
- Una escuela en la Aldea Naranjo
- Una escuela en la Aldea Limar
- Apertura de una carretera por la montaña hacia Zacapa.

En 1,901 se inicia la introducción del agua potable.

En 1,948 se inicia la instalación de la Luz Eléctrica.

En 1,949 se abrió la oficina de correos y telecomunicaciones.

### **1.5. Distribución Político – Administrativa**

En la actualidad, Jocotán se encuentra formado por 32 aldeas: Tanshá, Colmenas, Tontoles, Tatutú, Rodeíto, Ocumbra, El Naranjo, Tunucó Abajo, Tunucó Arriba, Cumbre La Arada, Pacrén, Canaparé Abajo, Piedra Parada, Potrero, Tesoro Abajo, Amatillo, La Mina, Suchiquer, Oquén, Los Vados, Pelillo Negro, Las Flores, Guareruche, Tierra Blanca, Guayabillas, Orégano, Conacaste, Ingenio Guaraquiche, Talquezal, Matazano, Guaraquiche Centro y Encuentro Guaraquiche. El total de caseríos del municipio es de 121 (OPM 2005).

Cada aldea se encuentra organizada a través de un COCODE (Consejo Comunitario de Desarrollo) de primer nivel, es decir, a nivel de aldea. Asimismo, existen los COCODES de segundo nivel, por lo cual el municipio de Jocotán está dividido en nueve regiones rurales. Cada una de las regiones rurales en que está dividido el municipio de Jocotán cuenta con una Unidad Técnica de Región Rural (UTRR); esta se encuentra en alguna comunidad de las que conforman dicha región rural y sirve de centro de convergencia en la

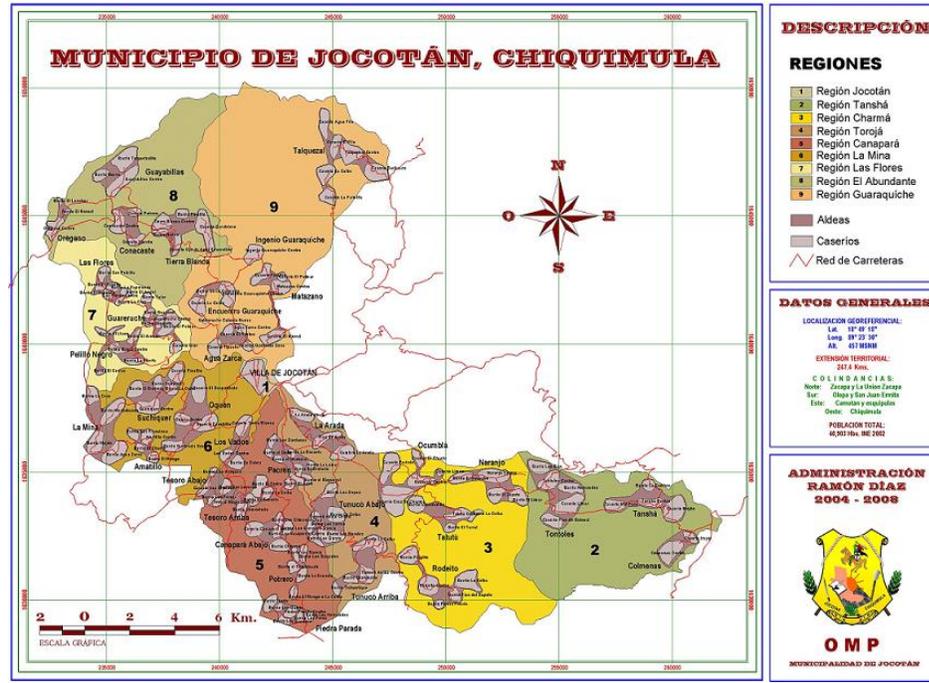
cual se promueve el desarrollo integral sostenible de dicha región, mediante el conocimiento de sus ventajas y desventajas que les permitan encontrar soluciones a las diferentes necesidades que manifiestan sus habitantes (UTM 2001).

**Tabla II. Regiones que conforman el municipio de Jocotán.**

Región	Lugar Poblado	Categoría
Urbana	Villa de Santiago Jocotán	Cabecera Municipal
Rural Tanshá	Tanshá	Aldea
	Colmenas	Aldea
	Tontoles	Aldea
Rural Charmá	Tatutú	Aldea
	Rodeito	Aldea
	Ocumblá	Aldea
	El Naranjo	Aldea
Rural Torojá	Tunucó Abajo	Aldea
	Tunucó Arriba	Aldea
	Cumbre La Arada	Aldea
	Pacré	Aldea
Rural Canapará	Canapará	Aldea
	El Tesoro	Aldea
	Piedra Parada	Aldea
	Potrero	Aldea
Rural La Mina	Amatillo	Aldea
	La Mina	Aldea
	Suchiquer	Aldea
	Oquén	Aldea
	Los Vados	Aldea
Rural Las Flores	Pelillo Negro	Aldea
	Las Flores	Aldea
	Guareruche	Aldea
Rural El Abundante	Tierra Blanca	Aldea
	Guayabillas	Aldea
	Orégano	Aldea
	Conacaste	Aldea
Rural Guaraquiche	Ingenio Guaraquiche	Aldea
	Talquezal	Aldea
	Matazano	Aldea
	Guaraquiche Centro	Aldea
	Encuentro Guaraquiche	Aldea

Fuente: OMP, Chiquimula

**Figura 2. Mapa de conformación de regiones del municipio de Jocotán**



Fuente: OMP, Chiquimula

## 1.6 Aspectos Climatológicos

### 1.6.1. Clima

Bosque húmedo sub-tropical templado en el 80% del territorio especialmente del área rural con precipitaciones de 1,100 a 1,350 mm; y una época de lluvias de mayo a noviembre, con una biotemperatura media anual de 20° a 26° centígrados.

Bosque seco sub-tropical en un 15% de su territorio con precipitaciones de 500 a 1,000 mm, aquí se encuentra la región urbana de la Villa de Santiago Jocotán.

Montes espinoso sub-tropical en un 5% de su territorio en la colindancia con los municipios de Zacapa y Chiquimula, con una precipitación pluvial anual de 400 a 600 mm.

### **1.6.2 Precipitación Pluvial**

La precipitación pluvial promedio reportado para este municipio es de 1028.77 mm anuales, en 135 días de lluvia al año. Los meses lluviosos son junio, julio, agosto y septiembre, dentro de los que se comprende el 53% de la precipitación pluvial anual.

### **1.7. Hidrología**

El principal río que atraviesa el municipio de Jocotán, es el llamado Río Jocotán, el cual es formado por la unión de los ríos Copán y Jupilingo, en el extremo nororiental del municipio de Jocotán. Ambos ríos nacen en las montañas de la vecina República de Honduras y dentro del municipio, tiene un recorrido de este a oeste, formando un recodo al oeste de Jocotán en dirección noroeste, hasta salir del municipio y formar un ramal del río Grande de Zacapa.

En su recorrido, por la región de Jocotán recibe el aporte de otros ríos de menor dimensión, siendo los principales tributarios dentro del municipio de Jocotán, los ríos Torjá y Carcar los cuáles nacen al sur del municipio, corriendo en dirección norte, hasta unirse al Jocotán entre las poblaciones de Jocotán y Camotán, formando una planicie de inundación.

La red hidrográfica permanente en el municipio es relativamente pequeña, observándose que la mayoría de las corrientes de agua tienen bajos

caudales en época seca, observándose indicios que en la época de lluvias, los caudales podrían incrementarse rápida y extensivamente, hasta llegar a inundar grandes extensiones de terreno, principalmente en las partes bajas de los cauces de las corrientes de agua.

En la época de lluvia es común observar en algunos puntos, donde la pendiente del terreno no es muy inclinada, la generación de flujos de agua lodosa, los cuáles arrastran fragmentos rocosos hasta las corrientes principales lo cual se debería entre otros factores, a la falta de cobertura vegetal adecuada, además que la presencia de depósitos de antiguas remociones, aporta gran cantidad de fragmentos de roca sueltos a las laderas. Estos flujos lodosos, al parecer generan puntualmente daños en algunos cultivos.

### **1.8. Accidentes Geográficos**

Cuenta con una topografía de tierras de laderas con alta fragilidad para los desastres por deslizamientos, el rango altitudinal varía desde 300 msnm cuando el Río Grande Copanch'orti' abandona el municipio hasta los 1800 msnm en la cresta norte de la Cuenca donde se localiza el Bosque El Granadillo; con altitudes de 700 a 500 msnm al sur del municipio en el Bosque de Coníferas denominado Cayur.

Se cuenta con ríos como el Río Grande Copanch'orti' que nace en la República de Honduras y atraviesa el municipio de oriente a poniente, y deja huella de la fuerza de su caudal cada cincuenta años como en el caso del Huracán Mitch, se cuenta con quebradas como Torojá, Carcaj, Cayur, Rodeito, Las Minas, El Abundante, Guaraquiche y Agua Fría.

## **1.9. Aspectos Sociales**

### **1.9.1. Población<sup>2</sup>**

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) el municipio de Jocotán presentó para el 2002 una población de 40,903 habitantes de los cuales el 81% son indígenas y el restante 19% son ladinos. Con estos datos, Jocotán presenta una densidad poblacional de 162 habitantes por Km<sup>2</sup>. La municipalidad de Jocotán a través de los líderes comunitarios estimó que la población de 2005 era de 51,068 habitantes. El 10% (5,243) son del área Urbana y el 90% (45,825) del área Rural (OPM 2005).

Al municipio de Jocotán se le ha considerado “La cuna de la etnia Chortí”; esto debido a la fuerte presencia de la población de descendencia maya. Básicamente, en este municipio se hablan dos idiomas: el castellano y el chortí. El primero de ellos debido a la herencia de los conquistadores que se ubicaron en esta área; y el segundo, debido a que es la lengua nativa de esta región (UTM 2001).

La cabecera municipal de La Villa de Santiago de Jocotán se encuentra a una altura de 457 msnm; las coordenadas de la municipalidad son 619,414 m este y 1,639,154 m norte.

### **1.9.2. Educación**

En el municipio existe 70% de analfabetismo, concentrado principalmente en el área rural, el cual asciende a una población rural de 26,778 habitantes.

---

<sup>2</sup> Ver anexos Población del municipio de Jocotán 2005

Escuelas pre-primarias en las regiones rurales diez (10) y en la región urbana dos (2).

Escuelas primarias en las regiones rurales setenta (70) y en la región urbana cinco (5), una de ellas incluye el aprendizaje de oficios operativos.

Escuelas de educación básica dos (2) en la región urbana.

Escuelas de educación diversificada; una de Magisterio, una de Perito Contador en Computación, ambas en la región urbana.

Escuela de educación universitaria, se cuenta con la Universidad Rural con varias carreras de orientación al campo y al medio ambiente y con la Universidad Galileo con varias carreras de orientación urbana.

### **1.9.3. Idioma**

En el municipio de Jocotán se habla el castellano y el Ch'orti'. El primero como efecto de la herencia de los conquistadores que se ubicaron en el área; y el segundo como lengua nativa desde su origen.

### **1.9.4. Cultura**

#### **a) Estilo de Vida**

Los habitantes del municipio de Jocotán son pacíficos, con un estilo conservador debido principalmente a un factor de aislamiento practicado por el resto de la república hacia el área ch'orti'. Aislamiento que hoy en día se está rompiendo debido a los avances de la comunicación tecnológica, al ingreso de

establecimientos educativos de más alto nivel, a la afluencia del turismo y al apoyo de las diferentes Cooperaciones Internacionales.

### **b) Fiestas Importantes**

La Fiesta Patronal del Apóstol Santiago el día 25 de julio, la fiesta de Ramos durante semana santa, el 15 de septiembre, noche buena y Navidad, Festival Folklórico del Area Ch'orti', Día de Finados, Día de la Familia el primer domingo de Junio, Carnaval, el día Internacional del Niño, el día Internacional de la Mujer, día de la Madre y el día del Padre.

#### **1.9.5. Salud**

Desde 1996 el Ministerio de Salud implementó el Sistema Integral de Atención en Salud (SIAS), siendo uno de sus objetivos aumentar la cobertura en salud por medio de la contratación de instituciones no gubernamentales como prestadoras y/o administradoras de los servicios de salud. El SIAS cubre prioritariamente a la población de cero a cinco años de edad y a mujeres embarazadas, cuenta con los servicios de inmunizaciones, control de crecimiento y desarrollo y control prenatal. Para la prestación de este servicio, el municipio ha sido dividido en dos jurisdicciones y actualmente se cuenta con una administradora (Cooperativa Chiquimuljá) y dos prestadoras de servicio (Centro de Salud de Jocotán y dispensario Bethania).

La cobertura institucional del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es del 12%, mientras el SIAS alcanza la cobertura restante del 88% de la población del municipio.

**Tabla III. Cobertura en Salud de la Población, Municipio de Jocotán.**

<b>Servicios de Salud</b>	<b>Población Cubierta</b>
Hospitales	10,896
Centros de Salud	8,404
Puesto de Salud	1,611
Centros Comunitarios	12,095
<b>Total</b>	<b>33,006</b>

Fuente: Caracterización Social del Municipio de Jocotán

Los recursos de salud con que cuenta el municipio de Jocotán son: un centro de salud, dos puestos de salud, 26 centros botiquines médicos básicos, dos médicos ambulatorios, dos médicos institucionales, una enfermera profesional, seis auxiliares de enfermería, dos técnicos en salud rural, un inspector de saneamiento, tres facilitadores institucionales, 16 facilitadores comunitarios, 317 guardianes de salud, 317 promotores de salud, 113 comadronas tradicionales, 355 personas que atienden partos y 17 voluntarios de vectores.

## **1.10. Infraestructura y Servicios**

### **1.10.1. Vivienda**

En un 90% la vivienda es de construcción natural como palma, carrizo, lepa, barilla, las cuales se localizan principalmente en el área rural. De éstas algunas tienen una combinación de arcilla o lodo, método que se denomina bajareque. El restante 10% es de construcción formal desde bloques de adobe hasta bloques de cemento con fundiciones de armadura de hierro, las cuales se encuentran en su mayoría en la región urbana o cabecera municipal.

### 1.10.2. Manejo de Desechos

No se cuenta con información específica sobre disposición y manejo de desechos, sin embargo es fácil observar que existe inadecuado manejo. En el caso del área urbana, existe un sistema de recolección de basura domiciliar, donde la basura es simplemente tirada en un basurero a las orillas de la cabecera municipal. Pese a que este es el basurero identificado como legal, existen aproximadamente cinco focos de contaminación, distribuidos en el pueblo, utilizados como basureros clandestinos.

**Figura 3. Vertedero de desechos, Jocotán**



Fuente: Propia

### **1.11. Actividad Económica<sup>3</sup>**

En Jocotán se da anualmente un fuerte movimiento de trabajadores agrícolas, quienes venden su fuerza de trabajo en las cosechas de café de municipios vecinos como Esquipulas y en áreas del vecino país de Honduras. El 3 de agosto de 2001 la municipalidad de Jocotán declaró “alerta amarilla” en el municipio al tener conocimiento de la situación que vivían las familias de las comunidades del área rural. Los factores desencadenantes de esta situación fueron, por un lado la disminución de la lluvia, y por otro la falta de ingresos por jornales agrícolas (baja de los precios internacionales del café y otros problemas en cultivos de exportación), a causa de ello se hicieron escasos los alimentos en los hogares de algunas comunidades, lo que provocó una situación de inseguridad alimentaria que se evidenció por el aumento de niños, niñas y mujeres desnutridas ingresadas al Centro de Recuperación Nutricional del Dispensario Bethania y el Centro de Salud de Jocotán (AECI 2002).

La crisis de la baja de los precios del café a nivel internacional originó desempleos en esta región, lo que empeoró la situación socioeconómica de muchas familias (principalmente del área rural); por tal motivo, la solidaridad nacional e internacional se hizo presente con el fin de mitigar el problema, principalmente en los municipios de Jocotán y Camotán, que fueron los municipios más afectados.

En el municipio de Jocotán la economía es básicamente agrícola, siendo la producción de maíz, maicillo y frijol las de mayor importancia. Sin embargo, también existen pequeños productores de café, lo que evidencia que ha ido tomando mucha importancia en los últimos años. Asimismo, no dejan de haber personas, principalmente del área rural que debido a sus escasos recursos

---

<sup>3</sup> Ver anexos PEA del Municipio de Jocotán

económicos abastecen el mercado con algunos excedentes para complementar sus ingresos. Algunas familias del área rural se dedican a la elaboración de artesanías como petates, sombreros, canastos, escobas, alfarería, entre otras (UTM 2001).

La Población Económicamente Activa (PEA) para el año 2005 se estimó en 25,203 personas, de los cuales el 74% (18,687) son hombres y el 26% (6,516) son mujeres (OPM 2005).

### **1.12. Producción Agrícola**

En los últimos años se ha practicado una agricultura de supervivencia, siendo su producción principal maíz, frijol y maicillo; encontrándose en segundo lugar la caña de azúcar para la elaboración de dulce de panela, maguey para los productos de jarca, tule (con el cual se elaboran los petates), palma real para confeccionar escobas y sombreros. El cultivo del café ha tomado auge al extremo que se ha evaluado la producción de grano en oro 1,998, 1,999, con el objeto de promocionarlo a nivel nacional e internacional, especialmente hacia Europa. Se estimó una producción de 33,657 quintales de pergamino con promedio de 28 quintales pergamino por manzana.

### **1.13. Producción Artesanal**

Cuentan con un sistema de producción familiar de subsistencia que no logra cubrir sus necesidades básicas. Para completar sus ingresos las familias realizan principalmente artesanías, que venden en los mercados y en las tiendas de artesanías de los diferentes municipios. La artesanía Ch'orti' es utilizada principalmente por los habitantes de la zona para uso propio, sin tener un alto índice de producción para un comercio exterior.

Los productos que utilizan son extraídos de los recursos naturales (palma, maguey, carrizo, tule, arcilla...), los cuales son confeccionados por artesanos/as del ámbito rural. Las artesanías las podemos clasificar por el material utilizado:

### **Palma**

Es el nombre común que se le da a varias plantas de la familia de las palmeras, cuyas hojas y cogollos son usados en la fabricación de diversos productos: petates, sombreros, escobas, trenzas, bolsos, sopladores, canastas, forro de botellas de licores.

### **Maguey**

Se extrae las fibras de las pencas (hojas) para hacer la pita con la que se fabrican diferentes productos artesanales como: hamacas, lazos, redes, morrales.

### **Carrizo**

Es una materia prima también muy utilizada por los artesanos/as de la región Ch'ortí para elaborar canastos o canastas de diversos tamaños que pueden servir para el acarreo y transporte de productos, recipientes para pesar granos básicos.

### **Tule**

Es una familia de los juncos, que se dan en lugares húmedos, principalmente en la ribera de los ríos. Para elaborar productos artesanos se usa el corazón del tule y la cáscara del tallo, creando productos como joyeros y petates.

### **Arena y arcilla**

Se elaboran productos de alfarería para uso doméstico como son las ollas, comales, jarros.

### **1.14. Producción Avícola**

Actualmente en la producción aviar se cuenta con crianza de pollos de engorde y ponedoras en cuanto a la productividad ganadera un 20% es de ganado porcino y un 5% de ganado vacuno<sup>4</sup>.

### **1.15. Migración**

Las familias del área rural cuentan con bajo acceso al trabajo dentro de sus propias comunidades. Ante esta situación, la mayoría de los campesinos del área chortí opta por emigrar y trabajar de jornaleros, siendo ésta una estrategia para complementar los escasos ingresos de las familias. Por tal motivo, las migraciones hacia otras áreas, se han convertido en una práctica muy común, principalmente entre la población masculina. Este fenómeno está motivado por la pobreza, la falta de oportunidades de trabajo en su entorno, la marcada estacionalidad agrícola, la deficiente calidad productiva de la tierra que es de baja rentabilidad, así como el minifundismo. En el mes de octubre los hombres terminan sus trabajos agrícolas, al cosechar el maíz; de noviembre a marzo se lleva a cabo la migración en busca de oportunidad de empleo, siendo Esquipulas, Petén, Izabal, Costa Sur, Zacapa e incluso Honduras los principales destinos de trabajo.

---

<sup>4</sup> Información proporcionada por Acción contra el Hambre. ECHO. 2002.

## 1.16. Actividades Turísticas

Algunos de los sitios turísticos con que cuenta este municipio:

### a) Iglesia Colonial

No se tiene una fecha exacta de su edificación, se estima que fue en la segunda mitad del siglo XVII. Fue elegida como Iglesia Parroquial en 1740. Es una iglesia de tipo colonial con una estructura de una sola nave y bastante larga. Curiosamente no tiene bóveda fundida, debido a que en el pasado su bóveda se hizo de madera y teja elaborada en la región y debido al pasar del tiempo su estructura cedió y los párrocos de la misma consideraron que su reconstrucción se realizara con materiales modernos como lo es la lámina de duralita. En su interior se puede encontrar resguardada la venerada imagen del Apóstol Santiago. Como la mayoría de templos ha sido remodelada varias veces. En 1965 fue reconstruida en donde se cambió el techo, se construyó un altar nuevo, un confesionario y una pila bautismal de inmersión. Después del terremoto de 1976 la fachada es de color amarillo que la hace muy particular.

**Figura 4. Iglesia Colonial de Jocotán**



Fuente: <http://www.guate360.com>

## **b) Puente de los Españoles, Jocotán**

Este puente fue construido por los españoles para tener comunicación de las comunidades al municipio de Jocotán a la vez servía como medio de comunicarse con la fábrica de hierro. En un pasado los pobladores atravesaban el río con el apoyo de “tecomates” utilizándolo como balsa. La construcción del puente fue realizada con madera rolliza del lugar. En la actualidad sólo se conserva los cimientos de este que están formados de ladrillo y barro y esta localizado en una de las partes más angosta del río. Actualmente comparte su ubicación con un puente de hamaca donde se han incorporado materiales locales actuales.

**Figura 5. Puente de los Españoles**



Fuente: Propia

Además podemos mencionar otros sitios y actividades turísticas como:

- a) Ruinas de la Mina de Hierro de Guaraquiche
- b) Catarata el Candelero en la microcuenca Guaraquiche
- c) Bosque el Granadillo
- d) Bosque Cayur
- e) Mercado Plaza Folklórica Dominical
- f) Cerro Carguis
- g) Centro Recreativo Ecoturístico Río Grande Copanch'orti' (época de verano)
- h) Aldeas Folklóricas de las regiones rurales ( ecoturismo )
- i) Plaza Terminal Agrícola ( En Fase de Habilitación )
- j) Restaurante Ecoturístico Río Grande
- k) Festival Folklórico ( entre Abril y Mayo )

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA ALDEA LA MINA**

### **2.1. Descripción General de la Comunidad**

La Mina, es una comunidad donde prevalece la escasez de recursos naturales, económicos y de toda índole, lo cual no permite que sus pobladores puedan disminuir los diferentes niveles de pobreza y por consiguiente salir del subdesarrollo en que se encuentran. Haciendo necesario centrar un mayor esfuerzo por parte de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales para disminuir los niveles de pobreza, al mismo tiempo se necesita de implementación de métodos de desarrollo e involucrar a la comunidad en el proceso de un trabajo conjunto e integrado para el logro de una mejor sobrevivencia.

Sus habitantes hablan en Chortí, además del idioma Castellano, esto facilita la comunicación para iniciar con un proceso de intervención en pro del mejoramiento colectivo de las familias focalizadas.

### **2.2. Extensión, Límites Territoriales y Localización**

La comunidad está ubicada al poniente del municipio de Jocotán, a 17 Km. de distancia de la cabecera municipal, tiene una extensión de 18 Km, cuadrados.

Colinda al Oriente con la Aldea el Amatillo, al sur con la Comunidad Minas Abajo, al Norte con la Aldea Pelillo Negro, y al Poniente con la aldea La Puente. Está a 1450 metros sobre el nivel del mar

### **2.3. Distribución Político – Administrativa**

En la actualidad se divide en cuatro barrios, El Mojón, Agua Zarca, Hierba Buena y La Cruz.

Cada uno de los caseríos de la aldea que forman parte de la microcuenca La Mina, cuenta con un líder, el cual trabaja para el desarrollo de su caserío. En la mayor parte de los casos, los líderes de caseríos son también integrantes de los COCODES de primer nivel. En la aldea La Mina, los líderes de los caseríos son las siguientes personas: Santos García López (La Mina, El Mojón), Laislao Méndez Jerónimo (Agua Zarca), Pedro Pérez Ramos (Hierba Buena) y Filiberto Pérez de Rosa (La Cruz).

### **2.4. Datos Históricos**

Los habitantes más ancianos cuentan que esta comunidad se formo hace unos 96 años atrás, se asentaron en este lugar familias provenientes de Esquipulas, Quezaltepeque y otros lugares.

Anteriormente le llamaban Cumbre la Mina, este nombre se le asigno por la existencia de una peña en dirección a San Juan Ermita.

### **2.5. Aspectos Climatológicos**

Se focalizan las épocas de verano e invierno, la precipitación anual oscila entre 1000 y 1400 mm. De lluvia, la temperatura promedio es de 22° C.

## **2.6. Situación Socio – Económica**

### **2.6.1. Tenencia de la Tierra**

La tierra por lo general pertenece a personas de otras comunidades y municipios, las familias en su mayoría cuentan con una extensión de 3 a 6 cuerdas, utilizadas para la siembra de maíz y frijol, la producción obtenida es utilizada en su totalidad para el autoconsumo, en la comunidad también se produce el café pero en mínima escala.

Debido a la escasez de tierra los pobladores arrendan terrenos en comunidades de San Juan Ermita, lo cual al momento de cosechar les causa desembolsos económicos al trasladarse para recoger la cosecha.

### **2.6.2. Comercialización**

Es mínima, en lo que se refiere a maíz y frijol, se dan un poco más en el cultivo de café el cual es comercializado en los meses de Diciembre a Febrero a intermediarios que asisten a la comunidad procedentes de la cabecera municipal de Jocotán. Así mismo no hay en abundancia productos pecuarios, todo se utiliza para el consumo.

### **2.6.3. Ingresos Económicos**

La adquisición de efectivo la logra la familia a través de la venta de su mano de obra no calificada, es importante mencionar que en los meses de Noviembre a Marzo un 60 % de la comunidad emigra a fincas de café y de caña en la costa sur. La Asociación ASODELUV, a impartido algunos cursos de Albañilería, Carpintería y electricistas, lo que ha venido a mejorar los

conocimientos de 14 personas, lamentablemente no todos han tenido la oportunidad de desempeñarse en el nuevo oficio aprendido debido a falta de oportunidades.

## **2.7. Aspectos Sociales**

### **2.7.1. Población**

La aldea La Mina cuenta con una población de 2,014 habitantes (364 viviendas); distribuidas en la aldea y sus 3 caseríos de la siguiente manera:

1. El Mojón	= 74 viviendas	= 426 habitantes
2. Agua Zarca	= 116 viviendas	= 652 habitantes
3. Hierba Buena	= 93 viviendas	= 477 habitantes
4. La Cruz	= 81 viviendas	= 459 habitantes

### **2.7.2. Educación**

En la comunidad de la Mina debido a la escasez de recursos económicos y falta de oportunidades la mayoría de las mujeres son Analfabetas y los hombres han estudiado muy poco debido siempre al recurso económico.

Actualmente los niños se inician en la escuela de educación primaria, sin embargo por la pobreza en que viven muchos de ellos se retiran para ayudar a sus padres en las labores agrícolas siendo al final de año un pequeño número en que logra terminar la educación primaria, las posibilidades de cursar el ciclo básico son mínimas.

Existe un centro de telesecundaria y un centro de Nufed No. 184 donde asisten 16 alumnos para primero básico, 19 en segundo básico y 12 en tercero básico de diferentes comunidades cercanas, de los egresados del ciclo básico en la actualidad son muy pocos los que continúan debido a que no existe un centro que este a una distancia cerca de la comunidad.

Según informe del COCODE, en el año 2006, tres personas asisten al diversificado específicamente en el Colegio Vicente Carranza Lemus, estudiando la carrera de Magisterio de Educación primaria.

### **2.7.3. Idioma**

La población que habita dentro de la aldea La Mina se caracteriza por ser indígena de la etnia Maya Chortí, por lo cual hablan tanto el idioma español como el Chortí. Sin embargo, los líderes de las aldeas afirman que el idioma Chortí se ha ido perdiendo con el pasar de los años, y cada vez es menos la población que la habla. Tanto así que hay personas adultas que afirman que ya no pueden hablar este idioma, sino solamente el español, al igual que muchos niños que se encuentran con el mismo caso. Según los líderes, tanto las costumbres como el idioma Chortí se ha ido perdiendo debido a que son objeto de discriminación y de burla por parte de la población no indígena, por lo cual tienden a utilizar solamente el idioma español.

### **2.7.4. Cultura**

Tienen una cultura milenaria, son descendientes directos de los mayas, de quien heredaron su cultura. Entre sus instrumentos tradicionales se encuentran el Chinchín, el Cuerno, el Pito, el Tambor. Dan culto a la madre

tierra. Algunos de sus dioses son, el dios del sueño y el dios de la muerte. Su sistema de agricultura se complementa con rituales religiosos.

### **2.7.5. Salud**

La mortalidad infantil es variable, entre 4 y 5 niños al año. Las enfermedades más comunes son: resfriados, desnutrición, diarreas, paludismo y fiebre por diversas causas.

En cuanto a la presencia de personal de salud, la comunidad es asistida por la ADICCA- SIAS, quien presta servicios una vez al mes donde se le da prioridad a las mujeres embarazadas y niños menores de 5 años.

La Asociación ASODELUV, apoya a niños y jóvenes con recursos financieros para estudiar, así mismo está en constante monitoreo de la salud de los niños bajo su protección.

Otra de las Instituciones que prestan servicios en salud a la comunidad es SOSEP a través de su programa Creciendo Bien, dando asistencia técnica a la comunidad una vez al mes, siendo la prioridad capacitación en salud a mujeres.

## **2.8. Infraestructura y Servicios**

### **2.8.1. Vías de acceso**

Para poder llegar a la aldea La Mina se debe partir hacia el municipio de San Juan Ermita, donde se encuentra la entrada; se deben recorrer un total de 16 Km desde la cabecera municipal de Jocotán para poder llegar a La Mina.

### **2.8.2. Sistema de viviendas**

Las familias de la comunidad de La Mina, del municipio de Jocotán, disponen de viviendas propias con las siguientes características:

#### **a) Material del Piso**

En cuanto al material del piso que poseen las viviendas, la mayoría, el 66% poseen piso de tierra; el 34% restante posee piso de torta de cemento. Está claro que la mayor parte de las familias no cuenta con recursos económicos suficientes para mejorar un poco las condiciones de su vivienda, como lo es el piso.

#### **b) Material de las Paredes**

Las viviendas que forman parte de la aldea, la mayor parte, el 77% de ellas están hechas con paredes de bajareque; un 14% son de adobe y solamente un 9% del total de viviendas cuenta con paredes de block. El material de pared que predomina es el bajareque, que no es más que una mezcla de una planta llamada carrizo con el barro.

El material del cual están hechas las paredes de las viviendas es un claro indicador de la precaria condición de pobreza en que se encuentran la mayoría de las familias que habitan en esta comunidad, que a falta de recursos económicos suficientes buscan la manera de hacer sus casas con materiales sencillos y fácilmente incendiables, poniendo en riesgo en determinado momento, la vida de las personas que habitan en ella.

### **c) Material del Techo**

La mayor parte de las viviendas de la La Mina, el 77% cuenta con techo de lámina metálica; el 14% del total de viviendas cuenta con techo de palma; solamente un 9% del total cuenta con techo de paja.

#### **2.8.3. Servicio de agua**

El agua domiciliar es uno de los servicios indispensables con que deben contar las viviendas, contrario a lo que sucede en la Aldea La Mina, que no cuenta con agua domiciliar en ninguno de sus caseríos.

A las familias no les queda más que ir a traer agua a otras fuentes de agua como la pila comunal, nacimientos, pozos manuales, llena cántaros, quebrada, entre otros. Solamente El Mojón cuenta con pila comunal.

Además ninguno de los caseríos cuenta con servicio de drenajes, el 100% de las viviendas deja correr las aguas servidas a flor de tierra, contaminando de esta manera los suelos de sus viviendas.

#### **2.8.4. Disposición de excretas**

El 42% de las viviendas de la aldea, poseen letrinas, y el porcentaje restante realiza sus necesidades a cielo abierto o en forma inadecuada. Ante la falta de letrinas la población hace sus necesidades fisiológicas en cualquier lugar, pudiendo causar contaminación a las principales fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades.

### **2.8.5. Sistema de manejo de desechos sólidos**

No existe un sistema adecuado de manejo de basuras, y la mayoría de personas prefieren botar basura o desechos de cualquier índole al río. Una mínima parte de la población quema la basura, o la deposita en la parte trasera de su casa.

### **2.8.6. Energía eléctrica**

Los cuatro caseríos de la aldea La Mina cuentan con servicio de energía Eléctrica, el cual es proporcionado por la empresa eléctrica FENOSA DEORSA. Sin embargo solo el 49% de las viviendas puede cubrir este servicio y el 51% no cuentan con recursos económicos para mantener este servicio en su vivienda.

### **2.8.7. Sistemas de comunicación**

Dentro de la aldea no se cuenta con servicio de telefonía fija en ninguno de sus caseríos, pues este servicio no llega hasta esos lugares. Este es uno de los motivos por los cuales las personas han optado por conseguir un teléfono celular, servicio que únicamente el 31% de la población utiliza.

Por aparte, puede mencionarse que las familias utilizan como principal medio de información y de entretenimiento la radio, en la cual puede sintonizar emisoras del municipio de Jocotán, de Chiquimula, e incluso de Honduras; en ellas pueden escuchar música y también noticias locales, entre otras cosas.

## 2.8.8. Centros educativos y de Salud

**Escuelas:** La aldea cuenta con un total de 4 escuelas de nivel primario y 1 centro de nivel básico (NUFED). Los cuatro caseríos tienen escuela de educación primaria.

**Tabla IV. Centros educativos, La Mina.**

No.	Caserío	Tipo de Escuela	Nivel	Piso	Pared	Techo	No. Aulas	Inmueble
1	El Mojón	Escuela Oficial Rural Mixta	Primario	Cemento	Block	Duralita	2	Propio
1		Escuela NUFED	Básico	Cemento	Block	Duralita	2	Prestado
2	Agua Zarca	Escuela Unitaria Fe y Alegría	Primario	Ladrillo	Block	Lámina	2	Propio
3	Hierba Buena	Escuela Autogestión Comunitaria	Primario	Cemento	Block	Lámina	1	Propio
4	La Cruz	Escuela Autogestión Comunitaria	Primario	Cemento	Block	Lámina	1	Propio

Fuente: Caracterización Socioeconómica de la Microcuenca la Mina-Oquen

**Salud:** La aldea La Mina es atendida por dos instituciones de salud: el centro de salud de Jocotán y la Asociación de Desarrollo Integral de las Comunidades Camotecas (ADICCA) a través del Sistema Integral de Atención en Salud (SIAS).

Las instituciones que brindan servicios de salud en estas aldeas visitan las comunidades una vez por mes; médicos y enfermeras atienden a las personas en los centros de convergencia en la mayoría de caseríos, donde acuden las madres de familia, niños y personas enfermas para que les den asistencia médica.

**Tabla V. Centros de Convergencia, La Mina.**

Aldea	Centro Poblado	Centro de Convergencia
La Mina	El Mojón	Escuela Primaria de El Mojón
	Agua Zarca	Escuela Primaria de El Mojón
	Hierba Buena	Escuela Primaria de Hierba Buena
	La Cruz	Escuela Primaria de Hierba Buena

Fuente: Caracterización Socioeconómica de la Microcuenca la Mina-Oquen

En la aldea hay facilitadores y guardianes de salud; la aldea se encuentra dividida por sectores (por conveniencia) y cada sector cuenta con un guardián de salud quien se encarga de cualquier emergencia que pudiera surgir y da aviso al facilitador de salud quien se pone en contacto con el centro de salud de Jocotán, también se encarga de avisar a las familias cuándo es que los van a visitar los del centro de salud o los de ADICCA-SIAS. El facilitador de salud, quien es superior a los guardianes de salud le corresponde ayudar durante las visitas de estas instituciones a sus comunidades.

Dentro de los servicios que prestan las instituciones al llegar a las comunidades tenemos: proporcionan medicamentos a las personas, dan consultas a mujeres embarazadas, a niños menores de cinco años (los pesan) y a personas que tienen alguna enfermedad; distribuyen Vitacereal (cereal fortificado con vitaminas y minerales) para niños de seis a 36 meses de edad y a mujeres embarazadas o en lactancia, dan capacitación a los guardianes de salud, vacunan a niños y a mujeres. Además vacunan a los perros y gatos que hay en las comunidades.

### **2.8.9. Otras instalaciones**

#### **Oratorios:**

Dentro de la aldea existen al menos 5 oratorios, de los cuales 4 son católicos y uno evangélico.

Entre otras instalaciones que se pueden apreciar dentro de la aldea se puede mencionar la pila comunal y el campo de fútbol de El Mojón, la farmacia comunitaria y un campo de fútbol en el caserío Agua Zarca y un campo de fútbol en el caserío La Cruz.

**Tabla VI. Oratorios, La Mina.**

	No.	Caserío	Oratorio	Piso	Pared	Techo
La Mina	1	El Mojón	Católico	Cemento	Block	Lámina
	2		Evangélico	Tierra	Adobe	Lámina
	3	Agua Zarca	Católico	Ladrillo	Block	Lámina
	4	Hierba Buena	Católico	Tierra	Adobe	Lámina
	5	La Cruz	Católico	Tierra	Adobe	Lámina

Fuente: Caracterización Socioeconómica de la Microcuenca la Mina-Oquen

## **2.9 Identificación de Problemas**

### **2.9.1. Problema social**

- a) Bajos Ingresos Económicos
- b) Carretera en mal estado
- c) Desconocimiento de oficios
- d) Analfabetismo en adultos
- e) Escasez de empleo permanente

### **2.9.2. Problema económico**

- a) Baja producción
- b) Poca tierra para cultivar
- c) Erosión de la Tierra
- d) Poca aplicación de fertilizante
- e) Poca producción pecuaria
- f) Poca producción de café

### **2.9.3. Problema ambiental**

- a) Deterioro de recursos naturales
- b) Escasez de agua
- c) Pocas fuentes de agua
- d) Algunas fuentes de agua desprotegidas
- e) Fuentes de agua ubicadas en parte baja de la comunidad
- f) Falta de manejo de bosques comunales
- g) Desconocimiento de manejo de bosques

### **2.10. Priorización de Problemas**

- a) Escasez de agua
- b) Pocas fuentes de agua

### **3. ESTUDIO MORFOLÓGICO**

#### **3.1. Estudio morfológico**

En el cálculo de los parámetros físicos de las cuencas de Guatemala, se ha establecido un orden en la División Hidrográfica del Instituto Geográfico Nacional, motivo por el cual en el presente trabajo se seguirá dicho orden, con el fin de que puedan correlacionarse los resultados obtenidos y establecer las condiciones comunes que rigen las diversas cuencas del país.

##### **3.1.1. Localización**

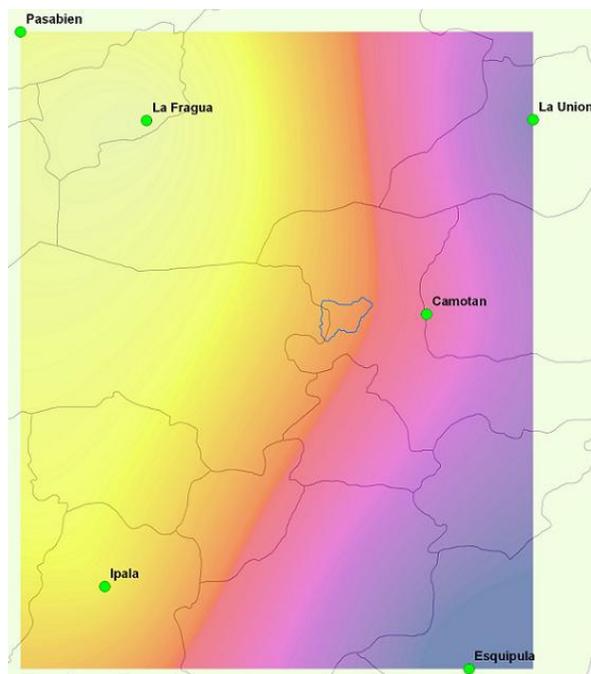
La micro cuenca La Mina se localiza según la división hidrográfica del Instituto Geográfico Nacional en la región ORIENTE-NORTE de la República de Guatemala fronteriza con la República de Honduras, la que forma parte de la subcuenca del río Grande de Camotán, que a su vez forma la Cuenca del río Motagua. Se encuentra ubicada en las coordenadas UTM con Este de 0253000 a 0255800 y Norte de 1638000 a 1634000.

Para el presente trabajo de graduación se tomó como base para la obtención de datos la estación meteorológica Camotán, la cual se encuentra en la latitud  $89^{\circ}22'22''$  y longitud  $14^{\circ}49'14''$  a una altura de 450 metros sobre el nivel del mar y a 5 kilómetros de la microcuenca. Además también se necesitaron datos de la estación Esquipulas, la cual se encuentra en la latitud  $14^{\circ}33'32''$  y en la longitud  $89^{\circ}20'31''$  a una altura de 950 metros sobre el nivel del mar y a 28 kilómetros de la microcuenca; además de la Estación La Unión, que se encuentra en la latitud  $14^{\circ}57'48''$  y longitud  $89^{\circ}17'28''$  a una altura de

1000 metros sobre el nivel del mar y la distancia con respecto a la microcuenca es de 15 kilómetros.

En la figura 6, se pueden observar las ubicaciones geográficas de las mencionadas estaciones.

**Figura 6. Ubicación de estaciones meteorológicas del INSIVUMEH**



Para poder determinar algunos datos preliminares, la estación de aforo se localiza en un mapa a escala pequeña (1:250,000) y se delimita la cuenca respectiva.

### **3.1.2. Material básico utilizado**

Es necesario contar con información que permita realizar un estudio morfométrico dentro de cierto grado de exactitud para tomar los parámetros

obtenidos en él, con un alto grado de aceptabilidad. A continuación se enumera el material básico indispensable y la forma de proceder en el cálculo.

1. Fotografías aéreas
2. Mapas topográficos de mayor escala que existen
3. Información relativa a la estación hidrométrica base y a otras estaciones dentro de la parte de la cuenca estudiada o fuera de ella, pero perteneciente a la misma cuenca:
  - a) Nombre y número
  - b) Municipio y Departamento donde se localizan
  - c) Río y cuenca
  - d) Latitud, longitud y elevación del cero de la escala

El material básico usado en el presente análisis fue el siguiente:

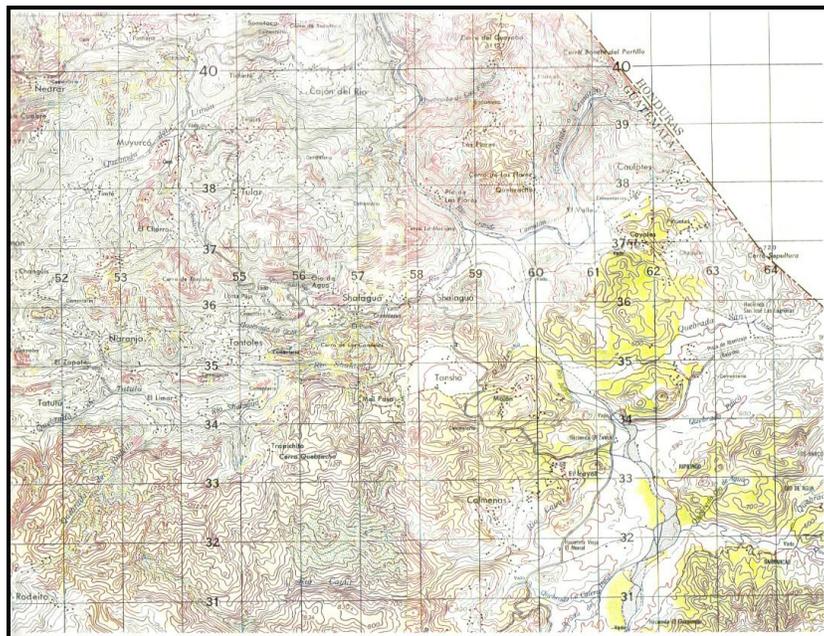
Se utilizaron las hojas cartográficas JOCOTÁN 2360-III y TIMUSHÁN 2360-II del Instituto Geográfico Nacional además de la hoja geológica de Jocotán, todas a escala 1:50,000. También se usaron seis fotografías aéreas del área a escala 1:50,000 del año 2006, un modelo de elevación digital (DEM) con exactitud de 20 metros, así como un modelo de curvas de nivel a cada 100 metros.

### **3.1.3. Procedimiento general**

Para la realización del estudio se procedió de forma general siguiente:

1. Ploteo de la estación de aforo en el mapa topográfico a escala grande y delineación de la divisoria, dejando para el estudio por medio de fotografías aéreas aquellos tramos en los cuales existiera alguna duda.
2. Delineación en el mapa a escala grande de todo el drenaje superficial incluyendo los más pequeños quebradas, cauces abandonados, etc.
3. Calcular la información anterior en un material estable.
4. Medición de los factores físicos en el calco estable, en la forma siguiente:
  - a) Efectuando la medida total de cada factor en la micro cuenca.
  - b) En algunos casos mediante muestreo estadístico, o deduciéndolo de estaciones conocidos.

**Figura 7. Hojas Cartográficas, Camotán 2360-III y Timushán 2360-II**



### 3.1.4. Factores físicos

A continuación se enumeran los pasos seguidos para determinar el valor de los parámetros que se mencionaron en el párrafo anterior, referente a los factores físicos; también se explica el material usado en el cálculo de dichos parámetros.

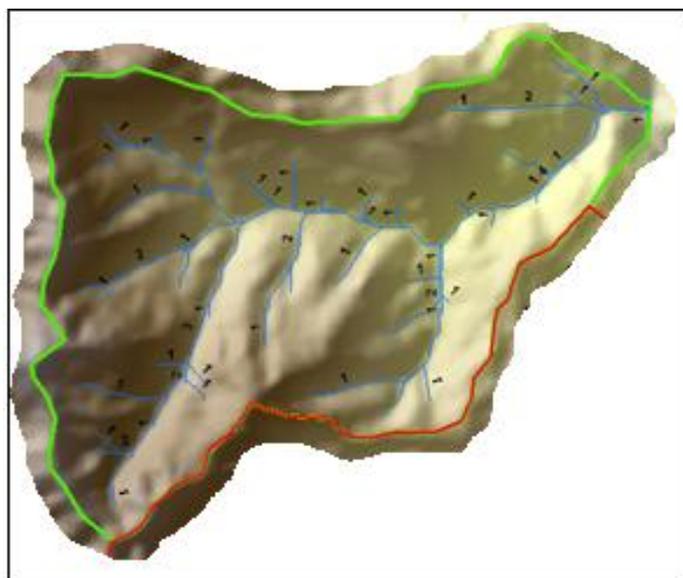
#### 3.1.4.1. Aspectos lineales

##### a) Orden y tipos de corrientes

Ya con el material adecuado, se procedió a la designación de orden de las corrientes, para la cual se adoptó el criterio de Horton.

Este criterio se basa, en que una corriente de primer orden, es aquella que no tiene tributarios; de segundo orden, la generada por la unión de dos corrientes de primer orden; y así sucesivamente hasta llegar a la corriente de orden K, o sea la última considerada, que en este caso fue de cuarto Orden.

**Figura 8. Orden de corrientes, modelo digital de microcuenca La Mina**



Fuente: Propia

Según el criterio original de Hortón, se consideró que cada corriente de determinado orden se prolonga sobre una orden inferior, tomando entre las dos que la formaron, aquella que drene mayor área. Así, por ejemplo, la corriente tributaria sea mayor; luego, se prolonga sobre una de las dos de quinto orden que generaron a la de sexto; siguiendo el mismo criterio se continúa así hasta prolongarse sobre una de primer orden. La de séptimo orden va pues, desde la divisoria hasta la estación de aforo. Cuando una corriente de un orden cualquiera desemboca en otra de orden superior, no altera el orden de ésta.

### **b) Longitud de las corrientes (Lu)**

El significado Lu de la longitud de una corriente de orden U, es una propiedad que revela el tamaño característico de los componentes de una red de drenaje de cualquier orden, así como de las áreas de sus sub – cuencas.

De acuerdo a lo anterior y por facilidad se presenta en la tabla VII un resumen con número de orden, su longitud y su longitud media, encontrada en la micro cuenca:

**Tabla VII. Resumen número de orden y longitud de las corrientes**

<b>Orden de la corriente</b>	<b>Número de corrientes</b>	<b>Longitud de corrientes</b>	<b>Longitud media de corrientes de orden</b>
1	49	13.36	0.27
2	7	4.28	0.61
3	2	1.91	0.96
4	1	3.46	3.46
No.	59	23.00	0.39

Fuente: Propia.

### **c) Radio de bifurcación (Rb)**

Es conveniente clasificar las corrientes de acuerdo con el número de bifurcaciones de los afluentes, y un parámetro que nos da la relación entre ellos es el Radio de Bifurcación Rb, que no es más que la relación entre el número de corrientes de un orden dado y el de orden superior siguiente. Según Strahler los radios de Bifurcación Rb oscilan entre 3.0 y 5.0 para vertientes en las cuales las estructuras geológicas no deforman el patrón de drenaje. El valor mínimo teórico de 2.0 raramente se presenta bajo condiciones normales.

Debido a que el Radio de Bifurcación es una propiedad de dimensión y los sistemas de drenaje en materiales homogéneos tienden a presentar similitudes geométricas, no es sorprendente que el Rb muestre sólo pequeñas variaciones de región a región. Radios de Bifurcación altos se pueden encontrar en regiones de estratos de roca de alto declive, donde los valles se estrechan y son confinados entre dos lomas.

En el presente estudio y siguiendo la formulación de Horton, el radio de bifurcación es de 4.17.

### **d) Radio de Longitud (RI)**

No es más que la relación que existe entre la Longitud Promedio de las corrientes de un orden dado y la longitud Promedio de las corrientes de orden inmediato inferior. Este RI tiende a ser constante en los órdenes sucesivos de una corriente. En la micro cuenca estudiada el Radio de Longitud es de 2.47, por lo que existen 2.47 corrientes de orden inferior para cada corriente.

### **e) Longitud Acumulada (La)**

Según Hortón una medida importante que es la longitud total de la proyección sobre un plano horizontal de las vertientes, desde un punto en la divisoria de drenajes, hasta otro punto en la corriente de un canal inmediato, es la Longitud Acumulada de las Corrientes, la que en este estudio dio 23.00 Km.

#### **Resumen aspectos lineales**

Total de número de corrientes	=	59
Orden Mayor del río	=	4
Radio de bifurcación (Rb)	=	4.17
Radio de Longitud (RI)	=	2.47
Longitud total de corrientes	=	23 Km

#### **3.1.4.2. Aspectos de superficie**

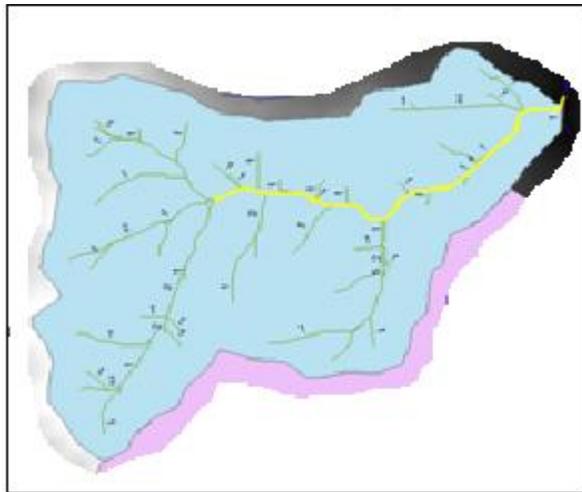
Antes de entrar de lleno a describir los métodos seguidos para establecer los aspectos de superficie, es necesario hacer notar la importancia que tienen en el estudio de una cuenca, así por ejemplo, cuando se hace delimitación de la misma para calcular su área, debe tenerse cuidado en el trazo y localizar perfectamente la divisoria de aguas en planos que muestren las curvas de nivel con intervalos lo más pequeños posibles. En el caso de hacerlo manualmente o una buena interpretación si se utiliza algún programa de computadora con un modelo digital. Considerando además, el efecto del agua subterránea en la escorrentía superficial, es fundamental limitar las zonas donde se encuentran y localizar geológicamente las líneas freáticas, siempre y cuando se cuenten con datos suficientes para hacerlo. Varios son los factores relacionados con la

superficie que se consideran en el estudio de una cuenca, dentro de ellos tenemos:

### a) Área de la cuenca

Uno de los datos más importantes a obtener en un estudio morfológico es el área de la cuenca analizada. El primer paso fue la identificación de la corriente más importante, o sea aquella que drene mayor área.

**Figura 9. Cauce principal microcuenca La Mina**



Dada la forma de la cuenca, esta es la del cauce principal. La que fue medida desde la estación de aforo por medio del modelo digital (DEM) y el programa de computo Arc Gis, dando el siguiente resultado:  $L = 3.458 \text{ Km.}$  y un área de:  $A = 8.969 \text{ km}^2.$

### b) Forma de la cuenca

La forma del perímetro de la cuenca, la cual como se proyecta en un plano horizontal, tiende a afectar considerablemente las características de descarga

de las corrientes. Largas y angostas cuencas, con grandes  $R_b$ , producen periodos de flujo extenso pero bajo, mientras que las cuencas redondas de bajo  $R_b$ , producen flujos de descarga altos, con hidrograma de forma puntiaguda.

Hortón describió cómo forma normal del perímetro de una cuenca, aquella que tenga la forma de pera ovoidal. Consideró esta forma como una prueba de que las cuencas se forman, en su mayoría, por medio de procesos de extensa erosión actuando sobre superficies, inicialmente inclinadas.

Una expresión cuantitativa de la forma del perímetro de una cuenca fue hecha por Hortón, usando el Factor de Forma  $F_f$ , el cuál es la relación del área total de la cuenca entre el cuadrado de la longitud de la corriente principal. Siguiendo la formulación de Hortón se midió el Perímetro de la cuenca, el cual dio un valor de 14.065 Km.

Se calculó el valor de la forma de la cuenca que es el inverso del factor de forma  $V_f = 1 / F_f$ , que es la relación entre el cuadrado de la longitud del cauce principal y el área total de la cuenca. El valor obtenido fue:  $V_f = 1.333$ . De donde se deduce que el inverso es el factor de forma dando como resultado:  $F_f = 0.750$ .

### **c) Relación circular**

Algunos hidrólogos han usado algunos parámetros relacionados con el área de la cuenca, tal como la Relación Circular  $R_c$ , definida como la relación entre el área de la cuenca y el área de un círculo de perímetro igual al perímetro de la cuenca. Han encontrado relaciones entre algunos valores de  $R_c$ , y condiciones geológicas de cuencas de primero y segundo orden. Determinado lo anterior nos da la relación circular un valor de 0.569.

#### **d) Radio de elongación**

Otro parámetro es el radio de Elongación  $Re$ , que se define como la relación entre el diámetro de un círculo de área igual al área de la cuenca y la longitud de la corriente principal o la más larga.

Encontraron que valores de  $Re$  entre  $\approx 0.6$  y  $1.0$  definen cuencas con una gran variedad de tipos climatológicos y geológicos. Valores cerca de  $1.0$  son típicos en regiones de bajo relieve, mientras que valores en el rango de  $0.6$  a  $0.8$  están generalmente asociados a cuencas con fuertes relieves y laderas inclinadas.

Así mismo se calculó el valor del diámetro del círculo cuya área fuera igual al área de la cuenca, y con él, Radio de Elongación  $Re$ , (cociente entre el diámetro de dicho círculo  $D_c$  y la longitud del cauce principal y del más largo), cuyos valor fue:  $D_c = 3.3793$  Km. y  $Re = 0.9772$ .

#### **e) Densidad de drenaje**

La red de drenajes de que disponga una cuenca, es una característica física importante. Por drenaje se entiende la mayor o menor facilidad para evacuar las aguas que provienen de lluvias y que tratan de mantener sobre la superficie de la tierra, por el grado de saturación de las capas del sub-suelo, si éste se encuentra saturado y la lluvia continúa, llegará un momento que las aguas allí contenidas, tratan de evacuar por los canales naturales, produciéndose así el drenaje de la cuenca.

Un índice importante que mide el sistema de drenaje de una cuenca es la densidad del drenaje  $D_k$ , que es la relación de la longitud acumulada de todas las corrientes de todos los órdenes, entre el área de la cuenca. Puede tomarse como una expresión de lo cerrado del espacio que existe entre las corrientes, y es una de las muchas medidas lineales por medio de las cuales, las características topográficas de las cuencas pueden compararse.

Los factores que controlan la densidad del drenaje, son iguales a las que controlan los parámetros de la longitud características de cualquier grupo de cuenca de primer orden. En general, una baja densidad de drenaje se presenta en regiones con materiales de sub-suelo con alta resistencia y alta permeabilidad, con cobertura de vegetación densa y donde el relieve tiene poca pendiente. Alta densidad de drenaje se presenta en regiones de materiales suaves e impermeables en el sub-suelo, con vegetación de poca densidad y relieve montañoso.

Para el cálculo de la densidad del drenaje  $D_k$ , o sea la relación entre la longitud total de todas las corrientes de todos los órdenes y el área total de la cuenca, se tomó el valor de la longitud, calculado por la relación de Horton en párrafos anteriores.  $D_k = 2.5647$ .

#### **f) Frecuencia de corrientes**

Otro parámetro que mide el sistema de drenaje es la Frecuencia de las Corrientes (llamado también densidad de los ríos)  $F_k$ , término introducido por Horton, y el número de corrientes por unidad de área que contiene una cuenca.

El resultado de la micro cuenca La Mina es de 6.5782.

### **Resumen aspectos de superficie**

Área de la cuenca	=	8.969 km <sup>2</sup> .
Forma de la cuenca	=	0.750.
Relación circular	=	0.569
Radio de elongación	=	0.9772.
Densidad de drenaje	=	2.5647.
Frecuencia de corrientes	=	6.5782.

#### **3.1.4.3. Aspectos de relieve**

Varios son los aspectos de relieve que influyen directamente en la escorrentía de una cuenca. Puede decirse que las medidas de relieve son indicativas de la energía potencial de un sistema de drenaje, en virtud de su elevación sobre un datum dado. Si no existe información de distancias horizontales sobre las cuales se aplican las medidas de relieve, no pueden relacionarse directamente al relieve y la pendiente de las corrientes.

Del mapa topográfico a escala 1:50,000 y con apoyo en el modelo digital (DEM) y el programa de cómputo Arc Gis, se obtuvieron los siguientes valores:

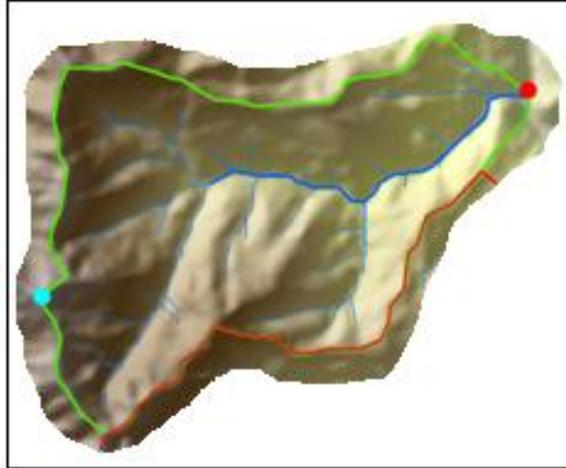
##### **a) Elevación máxima**

Es la máxima elevación en la cuenca, en metros sobre el nivel medio del mar. E máxima = 1,566.00 metros sobre el nivel medio del mar.

##### **b) Elevación mínima**

Es la mínima elevación en la cuenca, en metros sobre el nivel medio del mar. E mínima = 391 metros.

**Figura 10. Elevación Máxima (celeste) y elevación mínima (rojo) microcuenca La Mina**

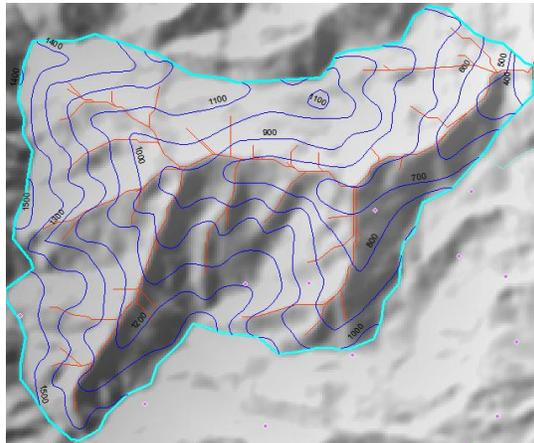


Fuente: Propia

### c) Elevación media

Se trazó el Perfil longitudinal, ploteando en el eje de las ordenadas la elevación de cada punto “n”, en metros sobre el nivel medio del mar, y en el eje de las abscisas los valores de Ln, en porcentaje de L y L' para el cauce principal y el cauce más largo respectivamente. Seguidamente, se pasó el cálculo de las áreas encima de valores dados de elevación.

**Figura 11. Curvas de nivel micro cuenca La Mina**

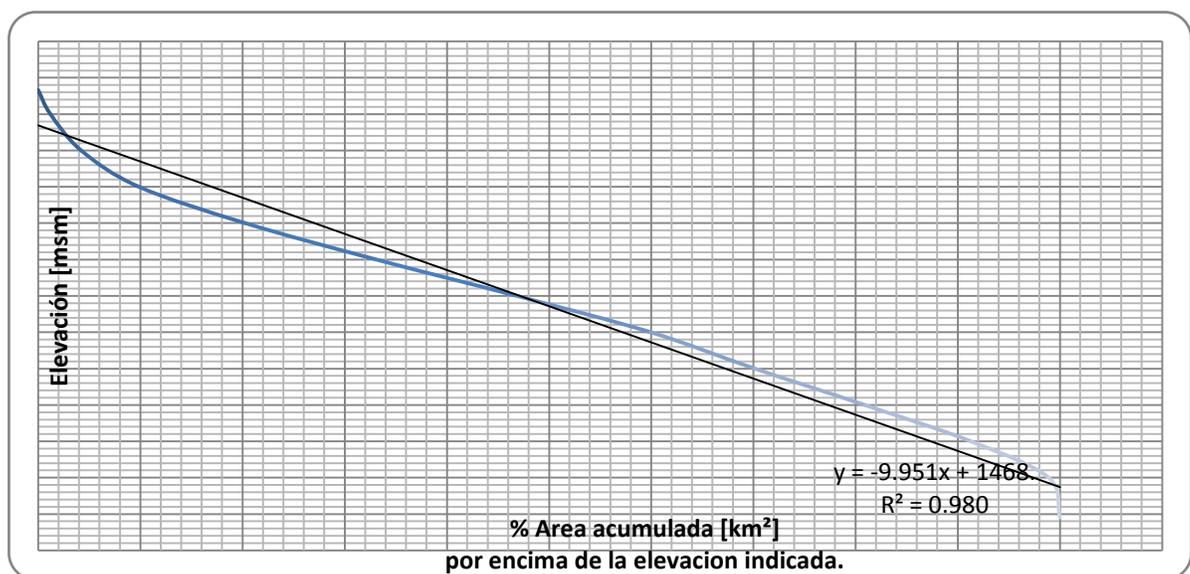


Para ello y de acuerdo a las elevaciones máxima y mínima de la cuenca y a la configuración del terreno, se procedió a medir las áreas de cada franja confinando entre dos curvas de nivel índice (cuya elevación es múltiplo de 100), coloreando cada franja de distinto color con el fin de facilitar el trabajo.

Las áreas fueron medidas con planímetro polar y rectificadas con el modelo digital (DEM) y el programa de cómputo Arc Gis; se acumularon luego estos valores, obteniéndose las áreas sobre determinada elevación, las cuales fueron expresadas como porcentaje del área total. Ploteando estos valores en el eje de las abscisas y las respectivas elevaciones en el eje de las ordenadas, se obtuvo la Curva Hipsométrica.

Midiendo con planímetro polar el área bajo esta curva y dividiendo entre 100, se obtuvo la elevación media entre los límites de “elevación máxima” y “elevación mínima”. Sumándole a este valor medio, la elevación de la estación de aforo, o sea, la mínima, se obtiene la elevación media de la cuenca, en metros sobre el nivel medio del mar.

**Figura 12. Curva hipsométrica**



Fuente: Propia

Se construyó la curva hipsométrica como se indicó midiendo las áreas de cada curva de nivel respecto a su altura, dando como resultado la elevación media de la cuenca la cual es de 980 mts sobre el nivel del mar.

#### **d) Pendiente del canal**

Se calculó además la pendiente del cauce principal la cuál es la resta de alturas de aforo y parte inicial de la cuenca dividido la longitud de dicho cauce lo cuál en porcentaje dio como resultado el 12.90 %.

#### **e) Pendiente de la cuenca**

La pendiente media constituye un elemento importante en el efecto del agua al caer a la superficie, por la velocidad que adquiere y la erosión que produce.

#### **Criterio de Alvord**

Analiza la pendiente existente entre curvas de nivel, trabajando con la faja definida por las líneas medias que pasan entre las curvas de nivel.

Así la pendiente media de la cuenca será el promedio pesado de la pendiente de cada faja en relación con su area.

$$S = \left( \frac{D \cdot l_1 \cdot a_1}{a_1 \cdot A} \right) + \left( \frac{D \cdot l_2 \cdot a_2}{a_2 \cdot A} \right) + \dots + \left( \frac{D \cdot l_n \cdot a_n}{a_n \cdot A} \right) \Rightarrow S = \frac{D}{A} \cdot (l_1 + l_2 + \dots + l_n)$$

Y finalmente:

$$S = \frac{D \cdot L}{A}$$

Donde:

S = pendiente media de la cuenca

D = diferencia vertical entre curvas de nivel

L = longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca

A = área de la cuenca

Los datos obtenidos de la cuenca fueron los siguientes:

D = 0.1 km.

L = 48.951 km.

A = 8.969 km.

Por lo tanto la pendiente media según el planteamiento de Alvord, dio como resultado de 54.58 %.

#### **f) Coeficiente de robustez**

El coeficiente de Robustez se expresa como la diferencia de alturas y el intervalo vertical de las curvas en el mapa de referencia, utilizando la ecuación siguiente:

$$R_r = \frac{\Delta h \times D}{1,000}$$

Por lo que el coeficiente de robustez  $R_r = 117.5$

### **g) Coeficiente de relieve**

Luego se calculó el coeficiente de relieve Rh, para el cual se obtuvo previamente la diferencia de elevación entre el punto más alto del perímetro de la cuenca y el punto correspondiente a la estación de aforo (obtenidos del mapa 1: 50,000). Cuyo valor fue de  $2.40 \times 10^{-5}$  m.

#### **Resumen aspectos de relieve**

<b>Elevación máxima</b>	=	1,566. msnm
<b>Elevación mínima</b>	=	391 msnm
<b>Elevación media</b>	=	980 msnm
<b>Pendiente del canal</b>	=	12.90 %.
<b>Pendiente de la cuenca</b>	=	54.58 %.
<b>Coeficiente de robustez</b>	=	117.5
<b>Coeficiente de relieve</b>	=	$2.40 \times 10^{-5}$ m.

## **3.2. Datos meteorológicos**

### **3.2.1. Distribución de lluvia en la cuenca**

Cuando se hace un estudio hidrológico de una cuenca, debe conocerse cómo se distribuye la lluvia en toda el área, para ver si ésta es uniforme o no.

Al estudiar la precipitación media anual y promedio mensual en la estación, se puede decir:

- a) El período importante de lluvia comprende los meses de mayo a octubre de cada año, habiendo pequeños registros en los restantes meses.

- b) Las partes más altas de la cuenca, tienen mayores registros de precipitaciones, debidos posiblemente a lluvias de tipo orográfico.

### **3.2.2 Precipitación media anual**

En muchos tipos de problemas hidrológicos se necesita la altura media de precipitación sobre una zona determinada, ya sea durante una borrasca, una estación del año o anualmente.

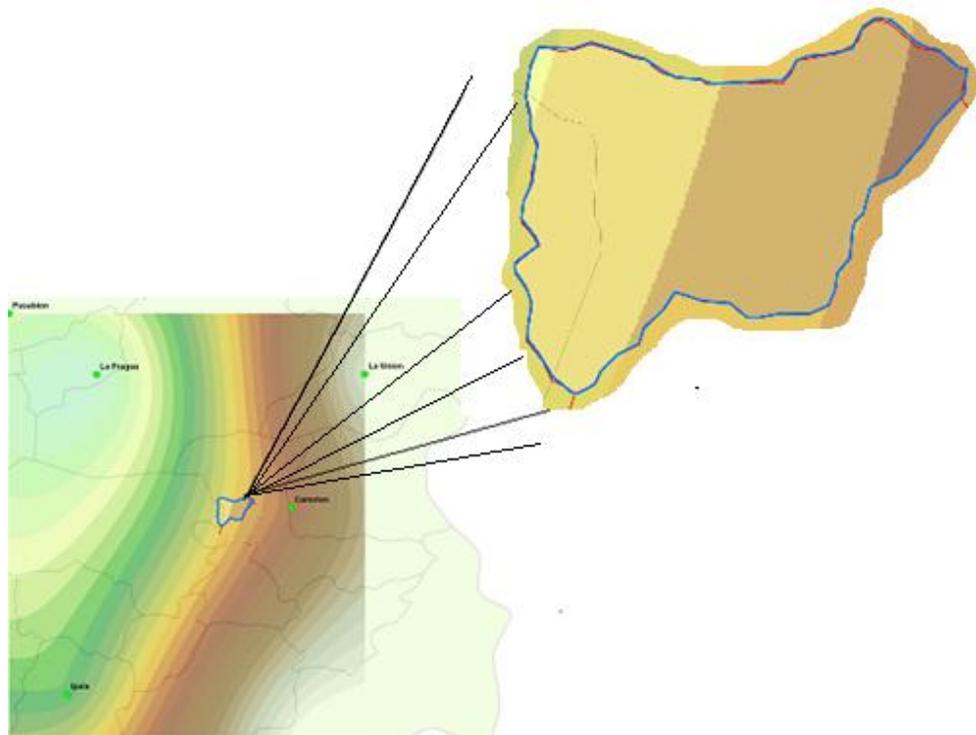
El método más simple para obtener la altura media, es hallar la media aritmética de las cantidades registradas en dicha área. Este método da buenas estimaciones en terreno llano, si los pluviómetros están uniformemente distribuidos y las cantidades recogidas individualmente no difieren mucho de la media. Dado que no se cuenta con estaciones pluviométricas dentro de la micro cuenca La Mina, la media aritmética nos daría un deficiente valor.

El método del polígono de Thiessen, admite una distribución no uniforme de pluviómetros, afectando en forma ponderada los valores de cada uno. Las estaciones se sitúan sobre un mapa y se unen por líneas rectas. Las perpendiculares en los puntos medios de estas rectas de unión, forman un polígono alrededor de cada estación. Los lados de los polígonos forman los límites del área efectiva asignada a cada estación.

Se calcula el área de cada polígono, dentro de la cuenca, midiéndolo planimétricamente, y se multiplica por la lluvia promedio anual de las estaciones que encierra; se encuentra la suma total de los productos y se divide entre el área de la cuenca. Puesto la micro cuenca La Mina, ocupa una pequeña área entre las estaciones pluviométricas próximas a la misma, este método queda poco funcional.

El método más preciso para promediar la precipitación sobre un área, es el método de isoyetas. Se localizan las estaciones con sus respectivas precipitaciones medias sobre un mapa apropiado, y se interpolan las líneas de igual precipitación o isoyetas. La precipitación media de una zona, se calcula multiplicando la precipitación media entre isoyetas sucesivas por el área entre las mismas, se suman dichos productos y se dividen por el área total. Generalmente se toma el promedio de los valores de las isoyetas sucesivas para calcular el valor medio.

**Figura 13. Isoyetas de precipitación media anual micro cuenca La Mina**



Fuente: Propia

Las isoyetas, fueron obtenidas sobre el mapa de la micro cuenca y modeladas por medio del modelo de elevación digital (DEM) con exactitud de 20 metros y el programa de computo Arc Gis, entre las estaciones mostradas en la figura 6. Quedando como muestra, la anterior figura (figura 13).

El cálculo y la precipitación media anual, se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla VIII. Precipitación media anual**

<b>CODIGO</b>	<b>HECTAREAS</b>	<b>RANGOS</b>		<b>PROMEDIO</b>	<b>A*P</b>	<b>P</b>
1	10.42	988	1008	998	10399.16	
2	410.86	1008	1027	1017.5	418050.05	
3	421.63	1027	1047	1037	437230.31	
4	52.68	1047	1067	1057	55682.76	
	895.59				921362.28	<b>1028.78</b>

Fuente: Propia

### 3.2.3 Máxima intensidad

Es importante conocer la máxima intensidad registrada en una zona determinada; para esto, es necesario contar con registros pluviográficos con el fin de calcular dicha intensidad en periodos de tiempo lo más corto posibles.

En el presente estudio se contó con el pluviógrafo de la estación Camotán, cuyos registros fueron analizados detenidamente para determinar en que día se había registrado la máxima intensidad. A continuación se tabula el aguacero que dio la máxima intensidad.

DIA: 20 de septiembre de 1,998.

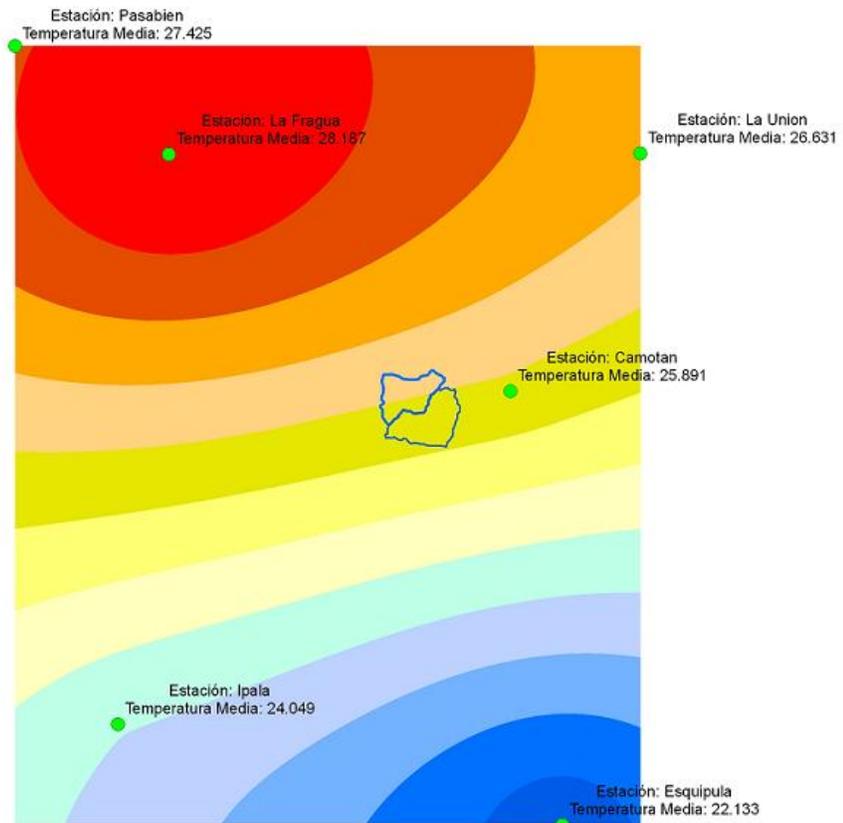
Estación: Camotán.

Hora	Lluvia Acumulada (mm)	Intensidad (mm / hora)
16H 30m	0.00	2.35

### 3.2.4. Temperatura media anual

Para la determinación de la temperatura media anual, se interpoló la temperatura por medio del modelo de elevación digital (DEM) con exactitud de 20 metros y el programa de cómputo Arc Gis, entre las estaciones mostradas en la figura 6. Quedando como muestra la siguiente figura (figura 14).

**Figura 14. Interpolación de temperatura media anual micro cuenca La Mina**



Fuente Propia

El cálculo y la temperatura media anual, se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 9. Temperatura media anual**

<b>CODIGO</b>	<b>HECTAREAS</b>	<b>RANGOS</b>		<b>PROMEDIO</b>	<b>A*T</b>	<b>T °</b>
1	571.045	26	26.5	26.25	14989.931	
2	326.073	25.5	26	25.75	8396.3798	
	897.118				23386.311	<b>26.07</b>

Fuente: Propia

### **3.2.5. Evapotranspiración**

Dentro del balance hidrológico de una cuenca, la evapotranspiración y la infiltración representan la parte del volumen total de lluvia que no se transforma inmediatamente en escorrentía superficial.

Aunque la segunda influya en caudales posteriores o aguas abajo en forma de aportes de agua sub-teranea. La evapotranspiración es un parámetro del balance hidrológico influenciado por diversos factores tanto físicos como climatológicos tales como tipo de suelo, vegetación, insolación, temperatura, etc.; que son de difícil cuantificación, lo cual hace muy complicada la evaluación de su influencia.

Se ha expresado que para regiones tropicales los modelos de Evapotranspiración deben llenar dos características principales, si es que han de producir resultados satisfactorios.

- a) Una componente que involucra cierta medida del viento y humedad.
- b) Una componente que involucra la energía necesaria (calor).

De la gran cantidad de fórmulas existentes con diversos componentes incluidos se ha elegido la fórmula de Turc, debido a los datos que se tienen.

Fórmula de Turc:

$$D = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left(\frac{P^2}{L^2}\right)}}$$

Donde      D = Evaporación anual en mm.  
              L =  $300 + 25T + 0.05^3$   
              T = Temperatura media anual.  
              P = Precipitación media anual

Al aplicar la anterior fórmula da como resultado D = 715.305 mm anuales.

### **3.3. Clasificación de los manantiales**

#### **3.3.1. Identificación y posicionamiento de manantiales**

Para el presente estudio se procedió a identificar visualmente y geoposicionar todos los manantiales y afloramientos que se encuentran en la micro cuenca con la ayuda de los miembros de los cocodes en cada una de las aldeas y caseríos de la misma.

**Figura 15. Manantial aldea La Mina, micro cuenca La Mina**



Fuente: Propia

Los puntos localizados son considerablemente exactos, puesto que se tuvo la precaución que ni uno de ellos muestra un error mayor a 5 metros en el GPS utilizado.

**Figura 16. Geoposicionamiento de manantiales, cuenca La Mina.**



Fuente: Propia

Los puntos localizados dentro de la microcuenca La Mina y plateados sobre las fotografías pueden observarse en la figura anterior (figura 16.)

### **3.3.2. Características de los manantiales**

Por sus tipos y condiciones de emergencia o descarga del agua subterránea en esta región se da generalmente por:

#### **a) Manantiales de emergencia en fisuras**

Este tipo de emergencia se da en rocas fisuradas por diferentes motivos, especialmente por los movimientos tectónicos y fallas que afectan el lugar.

Generalmente estos manantiales brindan poco caudal y el agua brota de muchas fisuras, formando luego un pequeño cauce.

#### **b) Manantiales de emergencia en contacto de estratos**

Esta situación se produce en varios casos, donde aparece un estrato de piedra pómez limitado en la parte inferior por otro estrato bastante impermeable en la parte siguiente inferior.

### **3.3.3. Clasificación de los manantiales**

#### **a) Por su caudal de descarga**

Los tres factores principales que determinan la descarga de un manantial son: la permeabilidad del terreno, el área de alimentación y el volumen de recarga.

Una permeabilidad muy elevada permite que se pueda concentrar en puntos muy localizados grandes caudales de agua. Muchos acuíferos poseen una descarga considerable en forma de manantiales, pero su permeabilidad puede ser a veces tan baja que esta descarga tiene que producirse necesariamente a través de extensas zonas.

Los manantiales se pueden clasificar de acuerdo a la descarga de agua, por medio del método de Meinzer, que distribuye los manantiales según la descarga de agua en ocho categorías, considerándose la primera para manantiales con caudales superiores a 2800 l/s, mientras que en la octava categoría se encuentran aquellos con un caudal menor a 7.9 ml/s

Siguiendo la clasificación de Meinzer, los manantiales que fueron localizados en la micro cuenca, se clasifican en la octava categoría, exceptuando el manantial localizado en el barrio Hierbabuena aldea La Mina y el manantial localizado en el barrio Oratorio aldea Suchiquer, los que se clasifican en la séptima categoría. Tomando como base para la clasificación su caudal promedio durante el período de observación.

#### **b) Por el tipo de acuífero de alimentación**

Este tipo de acuífero se puede dividir en dos que son:

- Manantiales alimentados por acuíferos poco profundos o también llamados acuíferos someros
- Manantiales alimentados por acuíferos profundos

En la presente micro cuenca, la totalidad de manantiales se agrupan en el tipo de Acuíferos Someros.

### **c) Por la calidad de sus aguas<sup>5</sup>**

El factor Químico más importante del agua es la conductibilidad, que es la capacidad que un centímetro cúbico de agua tiene para transmitir una corriente eléctrica y es el recíproco de la resistencia y se mide en mho o micromho y el cual al ser multiplicado por 0.7 se obtiene una buena aproximación del total de sólidos disueltos en partes por millón.

Entre los tipos de corrientes de agua natural y para una concentración dada de sólidos disueltos, las aguas que contienen bicarbonato y sulfato cálcico son por lo general las de más baja conductancia, mientras que las que contienen cloruro sódico tienen la más elevada.

Uno de los tropiezos del presente estudio, la inaccesibilidad a los manantiales y la distancia a recorrer por lo que no se logró recolectar muestras de todos los manantiales identificados, por lo que solamente se realizó toma de muestras para análisis Físico Químico Sanitario y Bacteriológico de los principales manantiales de la aldea La Mina, por ser esta el principal objetivo de este estudio.

Las muestras fueron dejadas para sus respectivos análisis a cargo del laboratorio de Saneamiento Ambiental de la Dirección de Área de Salud de Chiquimula. La ubicación y los resultados se muestran en la siguiente tabla:

---

<sup>5</sup> Ver anexos Análisis Bacteriológico.

**Tabla X. Toma de muestras y resumen de resultado de análisis bacteriológico a 100 ml. de agua.**

COMUNIDAD	NOMBRE Y TIPO DE FUENTE	LECTURA DE GPS	RESULTADO*
Caserío Agua Zarca	Ojo de agua Los Aguacates	X : 613,526 Y: 1,636,166 Altura: 1,355 msm	31 COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES
Caserío Agua Zarca	Poso con bomba manual	X : 613,734 Y: 1,635,704 Altura: 1,287 msm	06 COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES
Caserío Mojón	Manantial con pila comunal	X : 613,148 Y: 1,636,156 Altura: 1,394 msm	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES
Caserío Hierba Buena	Manantial	X : 614,102 Y: 1,637,518 Altura: 1,297 msm	01 COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES
Caserío Hierba Buena	Ojo de agua	X : 613,016 Y: 1,637,202 Altura: 1,408 msm	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES
Caserío La Cruz	Ojo de agua principal	X : 612,736 Y: 1,638,007 Altura: 1,470 msm	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS, COLIFORMES FECALES

Fuente: Propia

\*Con dos (2) colonias el agua no es apta para consumo humano, según la norma COGUANOR NGO 29001.

Se hace la aclaración, que los resultados de los análisis Físico Químico Sanitario, no fueron entregados .por parte del área de Salud de Chiquimula.

#### d) Por la temperatura de sus aguas

Para el estudio de las propiedades químicas del agua es necesario conocer la temperatura de la misma, por lo que se tomó la temperatura de cada manantial, dando como resultado la tabla que se describe, a continuación.

**Tabla XI. Temperatura promedio de manantiales**

COMUNIDAD	NOMBRE Y TIPO DE FUENTE	LECTURA DE GPS	TEMPERATURA
Caserío Agua Zarca	Ojo de agua Los Aguacates	X : 613,526 y: 1,636,166	13° C
Caserío Agua Zarca	Poso con bomba manual	X : 613,734 Y: 1,635,704	14° C
Caserío Mojón	Manantial con pila comunal	X : 613,148 Y: 1,636,156	13° C
Caserío Hierba Buena	Manantial	X : 614,102 Y 1,637,518	14° C
Caserío Hierba Buena	Ojo de agua	X : 613,016 Y: 1,637,202	12° C
Caserío La Cruz	Ojo de agua principal	X : 612,736 Y: 1,638,007	11° C

Fuente: Propia

#### e) Por las características topográficas

Para el presente estudio se estableció una curva de nivel media que pasará lo más cerca posible la mayoría de manantiales existentes dentro de la micro cuenca, de esta forma se escogió la cota 1,200 M.S.N.M., como altura promedio de afloramiento de emergencia de los manantiales.

De acuerdo a la morfología del área podemos decir que la gran mayoría de estos manantiales están dentro de la clasificación de manantiales que afloran en Laderas de Valles o Colinas y que solamente los manantiales localizados en el caserío Pinalito de la aldea Suchiquer, está dentro de la clasificación de los que afloran al Pie de Pequeños Cortes.

#### **f) Por la Geología que los acondiciona<sup>6</sup>**

En el área de la micro cuenca La Mina se pueden hacer tres grandes divisiones de manantiales, según el tipo de material en que afloran, siendo los siguientes:

Los que surgen en rocas metamórficas (Pzm). Constituidas por esquistos, cuarcitas, pizarras, migmatitas y filitas; se ubican en la región Sur-Este de la micro cuenca.

Los que surgen en rocas volcánicas no diferenciadas (Tv). En la región Sur de la micro cuenca.

Los que surgen gravas (I). En la región Norte de la micro cuenca.

#### **g) Por las características de afloramiento**

El tipo de afloramiento en los manantiales de la micro cuenca se dan por emergencia difusa en cavernas y otros en cavernas formadas de fisuras.

---

<sup>6</sup> Ver anexos Mapa Geológico

## **4. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE AGUA EN LA ALDEA LA MINA**

### **4.1. VISIÓN GENERAL DE LA PROBLEMÁTICA**

Todos sabemos que el agua es un factor fundamental para el desarrollo humano, animal y vegetal, no concibiéndose sin ella, posibilidad alguna de subsistencia.

Desde el punto de vista cuantitativo, el agua es la sustancia más importante del organismo, representando un alto porcentaje de su estructura total cuando se mantiene constante. Disminuir en un pequeño valor ese porcentaje, ocasiona trastornos graves, y una disminución mayor es incompatible con la vida.

La importancia del agua en la salud del hombre puede ser evaluada en base a las funciones indispensables que cumple en beneficio del hombre, como lo son:

- Suministrar las necesidades biológicas.
- Mantener la higiene personal
- Facilitar la limpieza del medio ambiente, tanto urbano como rural
- Brindar protección contra incendios
- Cumplir con los requerimientos del comercio y la industria
- Eliminar desechos caseros perjudiciales y potencialmente peligrosos (aguas negras) y aguas residuales industriales.

Si bien es verdad que mientras que en muchos lugares el agua limpia y fresca llega hasta los hogares, en otros es un recurso escaso debido a la falta de agua al deterioro o a la contaminación de sus fuentes.

En la aldea La Mina el agua domiciliar es solo un sueño de los pobladores que viven en pobreza y pobreza extrema, siendo los niños y mujeres que caminan cantidades sustanciales para poder llevar un poco de líquido a sus hogares.

**Figura 17. Pobladoras de la aldea La Mina llevando el agua a sus hogares.**



Fuente: Propia

De los cuatro caseríos con los que cuenta la aldea (Mojón, Agua Zarca, Hierba Buena y La Cruz), únicamente en el caserío Hierba Buena hay un

sistema de llena cantaros, el cual no cumple con las características sanitarias necesarias para el consumo humano (ver anexo análisis bacteriológico).

## **4.2 Prefactibilidad**

### **4.2.1. Fuentes de abastecimiento**

Son todas aquellas fuentes que conteniendo cierto volumen de agua pueden ser aprovechadas destinándolas para consumo humano, municipal y doméstico.

La fuente de agua determina, comúnmente, la naturaleza de las obras de captación, purificación, conducción y distribución.

Las posibles fuentes de abastecimiento en la aldea La Mina se clasifican en:

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Aguas de lluvia.

#### **4.2.1.1. Aguas superficiales**

Las aguas superficiales se encuentran en grandes cantidades, en la quebrada La Mina, en la quebrada de Oquen y en el río Jupilingo. Pero no es recomendable emplearlas directamente para el abastecimiento de agua potable, debido a que por su paso o permanencia en un lugar están expuestas a toda clase de contaminaciones, lo cual provoca que sea necesario someterlas a un intenso proceso de tratamiento antes de usarlas para el consumo humano y se requeriría un elevado de bombeo, para llevar el líquido hasta la aldea La Mina

#### **4.2.1.2. Aguas subterráneas**

Son bastante utilizadas para abastecimiento de agua potable, por ser consideradas de muy buena calidad e inocuas para el consumo. Su empleo común es principalmente en pequeñas poblaciones o zonas rurales y aún en regiones áridas, en las que se constituyen como única fuente de agua para fines domésticos e irrigación.

Proviene de:

- Manantiales naturales
- Aguas freáticas o poco profundas
- Aguas profundas

Las aguas subterráneas tienen las siguientes ventajas:

- Suelen estar exentas de bacterias patógenas.
- Su empleo no está condicionado a grandes tratamientos en la mayoría de los casos.
- La capa acuífera de la que se extrae, es un depósito natural en el punto de la toma.

Desventajas:

- Alto contenido de sustancias minerales (no siempre).
- En algunas ocasiones la captación y elevación se tiene que realizar con equipo de bombeo.

### **2.2.1.3. Aguas de lluvia**

La lluvia es raramente la fuente inmediata de abastecimientos locales de agua. La captación de agua de lluvia está confinada a viviendas y establecimientos rurales, generalmente en regiones semiáridas, carentes de aguas satisfactorias subterráneas o superficiales.

El agua de lluvia tiene el gran inconveniente de que no es fácil de recolectar en grandes cantidades, por lo que hay que analizar ampliamente, considerar su aprovechamiento para abastecer a una población. Sin embargo, cuando esta última se localiza en regiones en las que la estación de lluvia y su respectiva precipitación pluvial asegura la cantidad de agua necesaria, o bien, si no existe, otro medio de abastecimiento, se recurre a la captación de dichas aguas por medio de:

- De los techos, almacenada en cisternas, para abastecimientos individuales reducidos.
- De cuencas mayores preparadas, o colectores, almacenada en depósitos o tanques de almacenamiento, para suministros comunales grandes.

### **4.2.2. Consideración**

El objetivo del presente estudio es proponer una alternativa de solución a la problemática de agua en la aldea La Mina, que proporcione al menos la dotación mínima para que se pueda preservar la vida en la comunidad.

Luego de analizar las diferentes fuentes de abastecimiento posibles y tomando en cuenta el factor técnico, Económico y Social de la región. Se considera que:

- a) No es factible la utilización de aguas superficiales como fuente de abastecimiento, debido a su grado de contaminación y la ubicación de las mismas. Derivando elevados gastos de mantenimiento por su intenso proceso de tratamiento y la energía requerida para llevar el líquido a la aldea.
  
- b) No es factible la utilización de aguas subterráneas como fuente de abastecimiento, debido al elevado costo que generaría el bombeo de la misma.
  
- c) Es factible la utilización de aguas de lluvia como fuente de abastecimiento, debido a que en la región la estación de lluvia y su respectiva precipitación pluvial asegura la cantidad de agua necesaria. Los pobladores utilizan el agua de lluvia en invierno, captándolo de manera rudimentaria. El sistema requiere un mantenimiento mínimo y sería auto-sostenible.

## **5. CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA DE LOS TECHOS Y ALMACENADA EN CISTERNAS, PARA ABASTECIMIENTOS INDIVIDUALES**

La captación de agua de lluvia es un medio fácil de obtener agua para consumo humano y/o uso agrícola. En muchos lugares del mundo con alta o media precipitación y en donde no se dispone de agua en cantidad y calidad necesaria para consumo humano, se recurre al agua de lluvia como fuente de abastecimiento. Al efecto, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso.

### **5.1. Ventajas y desventajas**

La captación de agua de lluvia para consumo humano presenta las siguientes ventajas:

- Buena calidad físico química del agua de lluvia,
- Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas,
- Empleo de mano de obra y/o materiales locales,
- No requiere energía para la operación del sistema,
- Fácil de mantener, y

- Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia. A su vez las desventajas de este método de abastecimiento de agua son las siguientes:
- Alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos, y
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

## **5.2. Factibilidad**

En el diseño de un sistema de captación de agua de lluvia es necesario considerar los factores técnicos, económicos y sociales<sup>7</sup>.

### **5.2.1. Factor técnico**

Los factores técnicos que se presentan son la producción u oferta y la demanda de agua:

#### **a) Producción u oferta de agua**

Está relacionada directamente con la precipitación durante el año y con las variaciones estacionales de la misma.

Para el área en cuestión el estudio hidrológico muestra una precipitación media anual de 1029 mm, los cuales con un área razonable de captación serian si bien no excesivos si suficiente para dotar a los pobladores.

---

<sup>7</sup> UNATSABAR, Guía de diseño para captación del agua de lluvia

### **b) Demanda de agua**

La demanda depende de las necesidades del interesado y que puede estar representada por solamente el agua para consumo humano, hasta llegar a disponer de agua para todas sus necesidades básicas como son preparación de alimentos, higiene de personal, lavado de trastos y de ropa e inclusive riego.

Para los pobladores que viven actualmente con unos cuantos litros diarios que los niños y mujeres cargan en recipientes de plástico hasta los hogares y lavan su ropa en los nacimientos a significativas distancias, tener esta misma cantidad de agua pero en la propia vivienda es ya un beneficio.

### **5.2.2. Factor económico**

Al existir una relación directa entre la oferta y la demanda de agua, las cuales inciden en el área de captación y el volumen de almacenamiento, se encuentra que ambas consideraciones están íntimamente ligadas con el aspecto económico, lo que resulta una restricción para la mayor parte de los interesados, lo que dificulta acceder a un sistema de abastecimiento de esta naturaleza, puesto que entre sus desventajas tenemos un alto costo inicial.

Tomando en consideración que este tendría un mantenimiento de muy poco costo comparado con otros sistemas de abastecimiento como lo es la extracción y bombeo de agua subterránea u otro, que no requiere energía para la operación del sistema y que la mayoría de personas de la aldea La Mina cuentan con viviendas con un techo adecuado dadas sus dimensiones y el material con el que están contruidos (2.8.2. Sistema de viviendas). Se encuentra que el mayor inconveniente sería el alto costo inicial del sistema de almacenamiento.

### **5.2.3. Factor social**

En la evaluación de las obras de ingeniería a nivel comunitario, siempre se debe tener presente los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la sostenibilidad de la intervención.

En visitas a las aldeas se logró determinar que en época de lluvia algunas familias recolectan el agua precipitada de manera rudimentaria llenando recipientes de tres a cinco litros, así como la existencia de una captación de agua de lluvia para su almacenamiento en depósito para su uso posterior.

Mediante el diálogo con algunos pobladores fue notoria la aceptación del sistema de captación de agua de lluvia, dado que lo ven como una alternativa más viable de realizar y una solución a corto plazo a la problemática.

## **5.3. Diseño del sistema**

### **5.3.1. Descripción del sistema a utilizar**

El sistema consiste en interceptar el agua de lluvia, recolectarla y almacenarla para su uso posterior. La interceptación del agua de lluvia se realizara en los techos de la vivienda, conociéndose a este modelo como SCAPT (Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos), la recolección mediante canaletas y el almacenamiento en tanques exclusivos para este fin.

Este modelo tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación minimiza la contaminación del agua. Adicionalmente, los excedentes de agua pueden ser empleados en pequeñas áreas verdes para la producción de algunos alimentos que puedan complementar su dieta.

## **Bases del diseño<sup>8</sup>**

Antes de comenzar con el diseño del sistema de captación de agua pluvial, se tomarán en cuenta los aspectos siguientes:

- Precipitación en la zona. Se debe conocer los datos pluviométricos de por lo menos los últimos 10 años, e idealmente de los últimos 15 años,
- Tipo de material del que está o va a estar construida la superficie de captación,
- Número de personas beneficiadas y
- Demanda de agua.

## **Criterios de diseño**

Mediante el cálculo se determinará la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo y a partir de ella se determinará el volumen de agua y la capacidad del tanque de almacenamiento para una determinada área de techo.

Se procederá en base en los siguientes criterios:

---

<sup>8</sup> OPS/CEPIS.UNATSABAR, “Especificaciones técnicas, captación de agua de lluvia para consumo humano”

**Tabla XII. Criterios de diseño.**

<b>Criterios</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>
Precipitación	Milímetros de precipitación	Mensual y anual
	Distribución	Regular, irregular
	Intensidad	Alta, media, baja
Vivienda	Número de viviendas	Por caserío
	Tipo de techo	Lamina, palma y paja
	Área del techo	Metros cuadrado
Población	Número de habitantes	Total, habitantes por vivienda
	Demanda de agua	Litros/persona/día

Fuente: Propia

### **5.3.2. Precipitación de diseño**

Con el fin de obtener la precipitación de diseño se tomaran en consideración los siguientes factores.

a) Precipitación en la zona

b) Análisis de precipitación

**a) Precipitación en la zona**

Dado que:

- En la aldea La Mina no se cuenta con registro de precipitación, y
- que en el estudio Hidrológico, la precipitación media anual en esta zona dio 1028.77 mm (véase: sección 2.2.2.) aproximadamente la

media anual en la estación meteorológica de Camotán (1123.63 mm).

Para el presente sistema se tomaran los datos de precipitación de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) ubicado en Camotán, Chiquimula, la cual posee coordenadas (Latitud 144914, Longitud 892222) a 450 msnm.

**Tabla XIII. Datos de precipitación en milímetros de la estación Camotán.**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	9.8	3.9	1.2	89.1	142.4	229.6	113	63.2	216.3	12.6	54.2	2.1	937.4
1991	0	3.4	0.1	44.5	65.3	238.7	175.2	171.8	154.1	72.4	4.2	39.3	969
1992	0	0.4	0.7	21.9	63.3	379.7	221.1	189.7	158.4	49.3	36	4.6	1125.1
1993	0.1	0.4	0.6	35.2	57.1	309.4	110.8	306	210.1	47	11.8	1.9	1090.4
1994	1.5	2.3	3.7	12.3	89.1	192.8	39.7	195.9	244.7	111.1	6	8.1	907.2
1995	0.1	9.4	0	149.7	159.5	250.5	173.9	419.1	343.4	62.4	5.7	7.1	1580.8
1996	1.9	9.2	3.9	106.1	56.9	161.9	207.5	152.7	243.7	61.8	66.2	1.6	1073.4
1997	2.8	3.3	57.4	2.3	36.3	457.1	150.8	56.8	241.3	101.8	50	0.3	1160.2
1998	0.5	0.8	0.5	31.8	77.2	279.8	81.8	159.7	99.6	239	74.4	15	1060.1
1999	5.4	11.9	0.4	10.6	28.4	368.9	189.1	207.3	294.2	206.6	4.8	17.5	1345.1
2000	3.3	1.1	0	22.2	351.8	289.1	19.7	174.5	240.4	90.7	8.8	12.9	1214.5
2001	0	1.1	23.5	10.7	228.2	208.7	144.2	258	208.4	75.7	2.4	4.7	1165.6
2002	0.9	1.3	2	0	90	148.5	91	82.1	260	124.1	31.1	6.9	837.9
2003	1.4	1.7	6.9	33.3	156.7	274.6	92.9	40.1	320.4	81.3	22	0.6	1031.9
2004	13.7	0.2	3.5	78.7	82.1	190.1	172.2	91.5	175.2	231.3	85.5	7.2	1131.2
2005	6.9	0	52.1	1.7	68.6	281.5	228.4	294.2	197.9	83.3	15.4	2.9	1232.9
2006	17.7	1.3	9.3	22.1	139.5	375.5	153.1	122.8	164.4	182.4	40.9	10.1	1239.1

Fuente: INSIVUMEH

### b) Análisis de precipitación

Los registros promedios de precipitación durante los últimos 17 años muestran una acumulación promedio anual de 1123.64 mm. La presencia de las lluvias durante los meses de un año son irregulares y de mucha intensidad.

En la aldea existen dos periodos estacionales: un periodo seco desde diciembre a abril y un periodo lluvioso de mayo a noviembre, en el que se presenta un sub- periodo de bajas precipitaciones o a veces totalmente seco, llamado canícula, en el cual las lluvias pueden escasearse entre 15 y 40 días. Este periodo se presenta a mediados del mes de julio y agosto.

**Tabla XIV. Pluviometría (mm) máximo, mínimo y promedio (mm) registrada durante 17 años en la estación Camotán.**

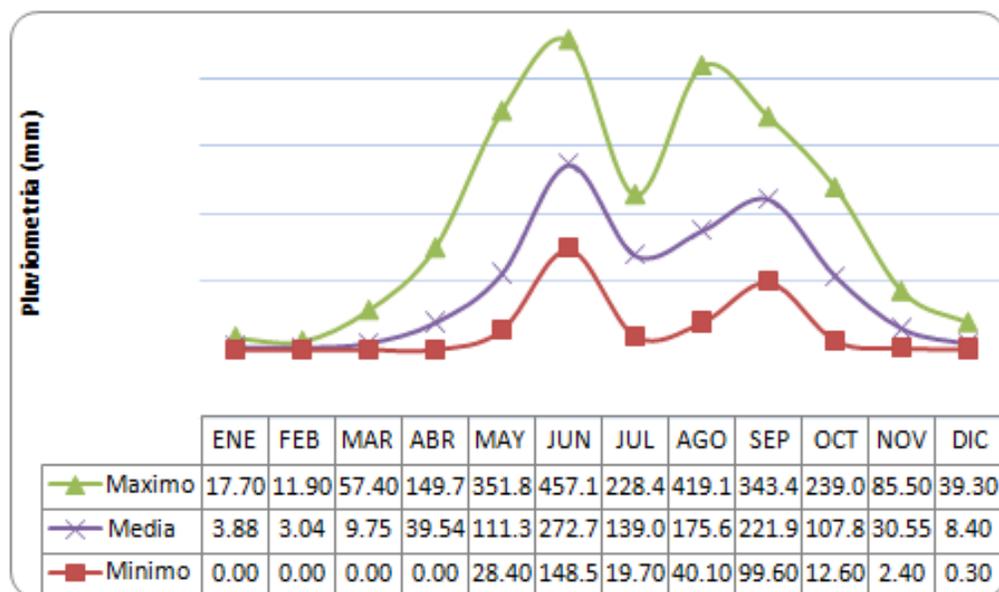
<b>MES</b>	<b>Maximo</b>	<b>Minimo</b>	<b>Media</b>
<b>ENE</b>	17.7	0	3.88
<b>FEB</b>	11.9	0	3.04
<b>MAR</b>	57.4	0	9.75
<b>ABR</b>	149.7	0	39.54
<b>MAY</b>	351.8	28.4	111.32
<b>JUN</b>	457.1	148.5	272.73
<b>JUL</b>	228.4	19.7	139.08
<b>AGO</b>	419.1	40.1	175.61
<b>SEP</b>	343.4	99.6	221.91
<b>OCT</b>	239	12.6	107.81
<b>NOV</b>	85.5	2.4	30.55
<b>DIC</b>	39.3	0.3	8.4
<b>ANUAL</b>	1580.8	837.9	1123.6

Fuente: PROPIA

Comparando los datos de precipitación mensual se puede observar que son irregulares; en la tabla XIV se muestra como esta irregularidad es diferente para cada mes del año, teniendo un valor mínimo de 0.00 mm y máximo de hasta 149.70 mm en el mes de Abril y mínimo de 2.40 mm y máximo de 85.50 mm en el mes de Noviembre.

En la comparación de las precipitaciones por año, estas también son irregulares; en la tabla 4.2, se muestran datos máximos de hasta 1580.80 mm y mínimos de 837.90 mm, de manera que se puede presentar un año muy lluvioso y el siguiente con bajas precipitaciones.

**Figura 18. Precipitación máxima, mínima y promedio registrada en la estación Camotán del año 1990 al 2006**



Fuente: PROPIA

En la Figura 18, se muestra el comportamiento de las precipitaciones; las mayores precipitaciones se registran en los meses de mayo a noviembre, El mes con mayor acumulación de precipitación es junio tanto para los mínimos, medios y máximos; con valores de 148.50 mm, 272.70 mm y 457.1 mm respectivamente. Durante el sub-periodo de canícula en los meses de julio y agosto las precipitaciones medias se disminuyen 133.70 mm y 97.10 mm, respectivamente. Posterior a la canícula el mes con mayor precipitación media es septiembre con 221,90 mm.

Los valores máximos de precipitación están asociados con eventos poco probables, como es el caso de la precipitación máxima en el mes de octubre con valor de 239.00 mm, el cual fue registrado en el año 1998, justo al paso del huracán Mitch. Por tanto los datos de precipitación máxima serán omitidos en el presente diseño, utilizando únicamente la media de los datos iguales o menores al 3° Cuartil, procediendo de la siguiente manera:

Se obtiene el 3° Cuartil de cada mes, el cual se muestra en la tabla XV

**Tabla XV. 3° Cuartil de la precipitación (mm) registrada durante 17 años en la estación Camotán.**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5.40	3.40	6.90	44.50	142.40	309.40	175.20	207.30	244.70	124.10	50.00	10.10

Fuente: PROPIA

Posteriormente de la serie de datos mostrados en la tabla (XIII la de precipitación del insivumet). Se seleccionaron todos los datos iguales o de menor valor al 3° Cuartil y obtenemos la media aritmética, la que será la precipitación de diseño (tabla XVI).

**Tabla XVI. Precipitación de diseño (mm).**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1.38	1.33	1.81	19.12	76.63	235.02	116.79	131.39	196.50	74.88	18.39	4.47

Fuente: PROPIA

### 5.3.3. Superficie de captación

Como se mencionó anteriormente, la superficie de captación será mediante los techos de las viviendas.

En la aldea La Mina, se pudo observar que:

- Los techos de las viviendas que cuentan con áreas consideradas similares o aproximadamente iguales. están constituidos por, lámina 77%, palma 14% y paja 9%. (véase: Sistema de viviendas, sección 2.8.2.) En su mayoría las viviendas de paja y palma son complemento o de la misma familia de la vivienda de lámina galvanizada, por lo que se concederá lámina galvanizada como el material de techo para el presente diseño.

La lámina galvanizada tiene un valor de escurritía de 0.9.<sup>9</sup>

**Figura 19. Techos de Viviendas, aldea La Mina**



Fuente: PROPIA

- Los techos de las escuelas e iglesias que tienen un área mucho mayor, son ideales para captar agua de lluvia para las mismas o para reserva de los pobladores cercanos a estas.

---

<sup>9</sup> OPS/CEPIS.UNATSABAR, “Especificaciones técnicas, captación de agua de lluvia para consumo humano”

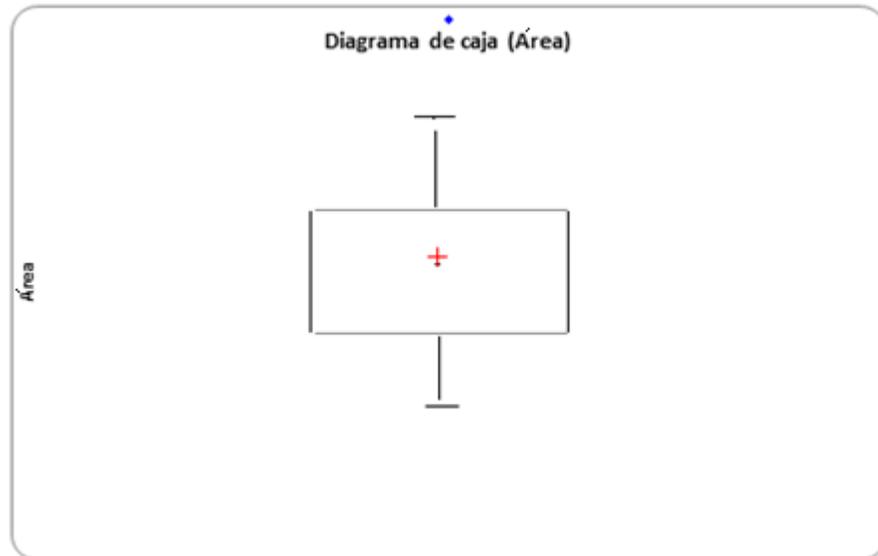
Por lo tanto se obtuvo una muestra estadística de 77 viviendas distribuidas en los cuatro caseríos (ver: anexo v), para la cual se obtuvieron los siguientes parámetros estadísticos.

**Tabla XVII. Parámetros estadísticos de área de techo**

No. de observaciones	77.00	Asimetría (Pearson)	0.86
Mínimo	27.95	Asimetría (Fisher)	0.88
Máximo	88.15	Asimetría (Bowley)	0.00
Frec. del mínimo	5.00	Curtosis (Pearson)	1.54
Frec. del máximo	1.00	Curtosis (Fisher)	1.73
Amplitud	60.20	Error estándar de la media	1.29
1° Cuartil	37.90	Límite inferior de la media (95%)	42.83
Mediana	44.90	Límite superior de la media (95%)	47.98
3° Cuartil	51.92	Desviación típica (Asimetría (Fisher))	0.28
Media	45.41	Desviación típica (Curtosis (Fisher))	0.54
Varianza (n)	124.95	Desviación absoluta media	8.72
Varianza (n-1)	126.62	Desviación absoluta mediana	7.04
Desviación típica (n)	11.18	Media geométrica	44.10
Desviación típica (n-1)	11.25	Desviación típica geométrica	1.27
Coeficiente de variación	0.25	Media armónica	42.86

Fuente: PROPIA

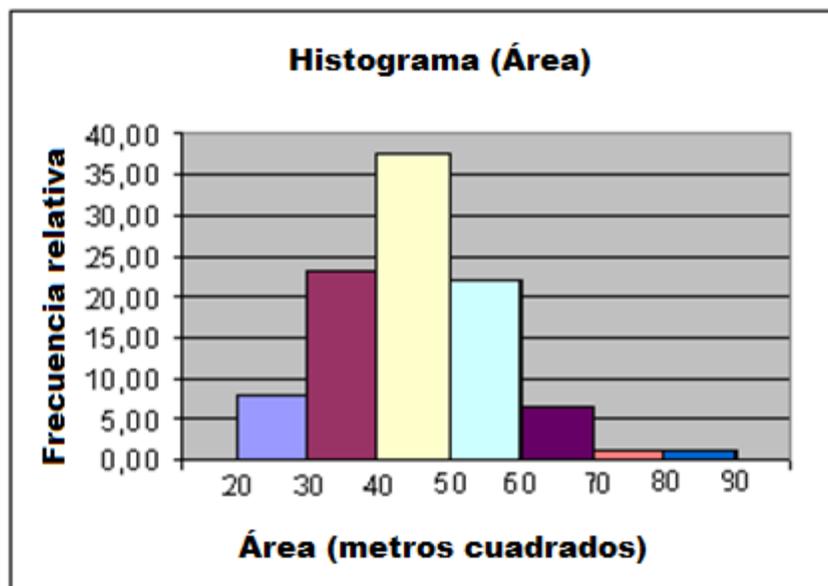
**Figura 20. Diagrama de caja para las áreas de techo**



Fuente: Propia

Dividiendo el área de techo en los intervalos mostrados en la tabla XVII, obtenemos siguiente histograma.

**Figura 21. Histograma de las áreas de techo**



Fuente: Propia

**Tabla XVIII. Intervalos de frecuencia para el área de techos**

<b>Límite inferior</b>	<b>Límite superior</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia relativa</b>
20	29	6	7,79
30	39	18	23,38
40	49	29	37,66
50	59	17	22,08
60	69	5	6,49
70	79	1	1,30
80	89	1	1,30

Fuente: PROPIA

Dado que la desviación estándar o desviación típica ( $n-1$ ) es positiva. Que el diagrama de caja muestra un significativo desplazamiento hacia abajo, alejándose de los datos máximos. Que en el histograma se puede apreciar mayor frecuencia para los datos bajos que para los datos altos, encontrándose la mayor frecuencia en el intervalo de  $40 \text{ m}^2$  a  $49 \text{ m}^2$ , intervalo en el que se encuentra la media.

Se tomará como área del techos el valor de la media armónica ( $42.86 \text{ m}^2$ ) aproximada a entero, puesto que esta resulta poco influida por la existencia de valores mucho más grandes que el conjunto, siendo en cambio sensible a valores mucho más pequeños que el conjunto.

Por lo tanto: área de techos o superficie de captación es  $43 \text{ m}^2$

### **5.3.4. Personas beneficiadas y demanda de agua**

#### **a) Número de personas beneficiadas**

Según el diagnóstico de la aldea La Mina (véase: Población, sección 2.7.1.) la comunidad cuenta con una población de 2,014 habitantes, y aproximadamente 6 personas por vivienda<sup>10</sup>.

#### **b) Demanda de agua**

Los habitantes de la aldea La Mina, exponen, que no necesitan excesiva cantidad de agua para vivir, que están acostumbrados a sobrellevar esta situación durante años. Por lo que demanda actualmente de 4 a 5 litros de agua por habitante/día.

Considerando que la demanda de agua para el diseño de sistemas de captación de agua de lluvia debe considerar un mínimo de cuatro (4) litros de agua por habitante/día para ser destinada solamente a la bebida, preparación de alimentos e higiene bucal<sup>11</sup>.

Y que para adoptar un determinado consumo por habitante por día deberá tenerse en cuenta los siguientes factores: gastos domésticos, industrial, comercial, y público, pérdidas, desperdicios, condiciones climatológicas,

---

<sup>10</sup> "CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LA MICROCUENCA LA MINA-OQUÉN"

<sup>11</sup> OPS/CEPIS.UNATSABAR: "Especificaciones técnicas, captación de agua de lluvia para consumo humano"

condiciones económicas de la comunidad e importancia de la población, costumbres, etc.<sup>12</sup>

La demanda actual de agua es 5 litros/habitante/día.

### 5.3.5. Oferta de agua

Teniendo en cuenta la precipitación de diseño, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada por mes.

$$A_i = \frac{Pd_i \times Ce \times Ac}{1000} \quad (4.1)$$

Donde:

$Pd_i$  : precipitación de diseño para el mes “i” (mm)

$Ce$  : coeficiente de escorrentía (0.90)

$Ac$  : área de captación ( 43 m<sup>2</sup>)

$A_i$  : Abastecimiento correspondiente al mes “i” (m<sup>3</sup>)

El resultado ordenado de mayor a menor precipitación de diseño se muestra en la tabla IXX.

**Tabla IXX. Oferta mensual de agua**

MES	PRECIPITACIÓN DE DISEÑO	ABASTECIMIENTO (m <sup>3</sup> )	
		PARCIAL	ACUMULADO
JUN	235.02	9.10	9.10

<sup>12</sup> **INFOM:** “NORMAS GENERALES DE ABASTECIMIENTO”

JUL	116.79	4.52	13.61
AGO	131.39	5.08	18.70
SEP	196.50	7.60	26.30
OCT	74.88	2.90	29.20
NOV	18.39	0.71	29.91
DIC	4.47	0.17	30.09
ENE	1.38	0.05	30.14
FEB	1.33	0.05	30.19
MAR	1.81	0.07	30.26
ABR	19.12	0.74	31.00
MAY	76.63	2.97	33.97

Fuente: PROPIA

### 5.3.6. Dotación de agua

De la tabla oferta mensual de agua (Tabla IXX), se puede observar que la oferta de agua que brinda el techo de 43 m<sup>2</sup> a lo largo del año es de 33.97 m<sup>3</sup>. Considerando una reserva de 1 m<sup>3</sup> de agua, se tiene que la dotación diaria de agua para cada una de las seis (6) personas que habitan en la vivienda es:

$$\text{Dot} = \frac{D_i \times 1000}{N_u \times N_d} \quad (4.2)$$

Donde:

Nu : número de usuarios que se benefician del sistema.

Nd : número de días del mes analizado

Di : demanda mensual (m<sup>3</sup>)

Dot : dotación (lit./habitante/día)

Por lo tanto:

$$\text{Dot} = \frac{\left(33.97\text{m}^3 - 1.0\text{m}^3\right) \times \left(\frac{1000\text{lt}}{\text{m}^3}\right)}{365\text{días} \times 6\text{hab.}}$$

$$\text{Dot} = 15.05 \text{ litros/hab-día}$$

### 5.3.7. Volumen de cisterna

Teniendo como base los valores obtenidos en la determinación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia, se procede a calcular el acumulado de cada uno de ellos, mes a mes encabezado por el mes de mayor precipitación u oferta de agua.

A continuación se procede a calcular la diferencia de los valores acumulados de cada uno de los meses de la oferta y la demanda respectivamente.

El área mínima de techo corresponde al análisis que proporciona una diferencia acumulativa próxima a cero (0) y el volumen de almacenamiento corresponde a la mayor diferencia acumulativa.

Aéreas de techo mayor al área de captación considerada darán mayor seguridad para el abastecimiento de los interesados y los techos cuya área sea menor al área de captación considerada darán una menor dotación a los miembros de la familia.

El acumulado de la oferta y la demanda en el mes “i” se determina por:

$$Aa_i = Aa_{(i-1)} + \frac{Pd_i \times Ce \times Ac}{1000} \quad (4.3)$$

$$Da_i = Da_{(i-1)} + Nu \times Nd_i \times Dd_i \quad (4.4)$$

Donde:

Aai : volumen acumulado al mes “i”.

Dai : demanda acumulada al mes “i”.

$$V_i (m^3) = A_i (m^3) - D_i (m^3) \quad (4.5)$$

Donde:

Vi : volumen del tanque de almacenamiento necesario para el mes “i”.

Ai : volumen de agua que se captó en el mes “i”.

Di : volumen de agua demandada por los usuarios para el mes “i”.

A partir de la dotación diaria establecida en 15.05 litros/habitante/día y que permite determinar la demanda, así como la oferta de agua de lluvia, se determina que el volumen del tanque de almacenamiento debe ser de 15.43 m<sup>3</sup>.

$$Vi = 15.43 \text{ m}^3$$

**Tabla XX. Volumen acumulativo**

MES	PRECIPITACIÓN DE DISEÑO	ABASTECIMIENTO (m <sup>3</sup> )		DEMANDA (m <sup>3</sup> )		DIFERENCIA (m <sup>3</sup> )
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	
JUN	235.02	9.10	9.10	2.70	2.70	6.40
JUL	116.79	4.52	13.61	2.79	5.49	8.12
AGO	131.39	5.08	18.70	2.79	8.28	10.42
SEP	196.50	7.60	26.30	2.70	10.98	15.32
OCT	74.88	2.90	29.20	2.79	13.77	<b>15.43</b>
NOV	18.39	0.71	29.91	2.70	16.47	13.44
DIC	4.47	0.17	30.09	2.79	19.26	10.83
ENE	1.38	0.05	30.14	2.79	22.05	8.09
FEB	1.33	0.05	30.19	2.52	24.57	5.62
MAR	1.81	0.07	30.26	2.79	27.36	2.90
ABR	19.12	0.74	31.00	2.70	30.06	0.94
MAY	76.63	2.97	33.97	2.79	32.85	1.12

Fuente: PROPIA

### 5.3.8. Componentes del sistema

El sistema de captación de agua de lluvia en techos está compuesto de los siguientes elementos:

- a) Captación;
- b) Recolección y conducción;
- c) Interceptor;
- d) Almacenamiento;
- e) Desinfección; y
- f) Bombas manuales

**Figura 22. Diseño del sistema de captación de agua pluvial**



Fuente: PROPIA

### 5.3.6.1. Especificaciones Técnicas<sup>13</sup>

- a) El ancho mínimo de la canaleta será de 75 mm y el máximo de 150 mm.
- b) El techo deberá prolongarse hacia el interior de la canaleta, como mínimo en un 20% del ancho de la canaleta.

<sup>13</sup> OPS/CEPIS.UNATSABAR, “Especificaciones técnicas, captación de agua de lluvia para consumo humano”

- c) El máximo tirante de agua en las proximidades del interceptor no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva de la canaleta.
- d) La velocidad del agua en las canaletas no deberá ser mayor a 1.00 m/s.
- e) El volumen del interceptor se debe calcular a razón de un litro de agua de lluvia por metro cuadrado del área del techo drenado.
- f) El techo destinado a la captación del agua de lluvia puede tener más de un interceptor.
- g) En el caso que el área de captación tenga dos o más interceptores, ellos deberán atender áreas específicas del techo y por ningún motivo un determinado interceptor deberá captar las primeras agua de lluvia de un área que haya sido atendida por otro interceptor.
- h) Al inicio del tubo de bajada al interceptor deberá existir un ensanchamiento que permita encauzar el agua hacia el interceptor sin que se produzcan reboses, y su ancho inicial debe ser igual al doble del diámetro de la canaleta debiendo tener la reducción a una longitud de dos veces el diámetro.
- i) El diámetro mínimo del tubo de bajada del interceptor no será menor a 75 mm.
- j) La parte superior del interceptor deberá contar con un dispositivo de cierre automático una vez que el tanque de almacenamiento del interceptor se haya llenado con las primeras agua de lluvia.

- k) El fondo del tanque de almacenamiento del interceptor deberá contar con grifo o tapón para el drenaje del agua luego de concluida la lluvia.
- l) El interceptor contará con un dispositivo que debe cerrarse una vez que se hayan evacuado las primeras agua de lluvia.
- m) El tanque de almacenamiento podrá ser enterrado, apoyado o elevado y tendrá una altura máxima de 2 m. En este último caso, la parte superior del tanque no deberá estar a menos de 0,30 metros con respecto al punto más bajo del área de captación.
- n) El tanque de almacenamiento deberá contar con tapa sanitaria de 0,60 x 0,60 m para facilitar la limpieza o el mantenimiento; drenaje de fondo para la eliminación del agua de lavado; grifo situado a 0,10 m por encima del fondo; rebose situado a 0,10 m por debajo del techo, e ingreso del agua de lluvia.
- o) El ingreso del agua de lluvia podrá realizarse por el techo o por las paredes laterales del tanque de almacenamiento y no deberá ser menor de 75 mm de diámetro.
- p) Se podrá instalar en el interior del tanque de almacenamiento un filtro de arena para purificar el agua de lluvia al momento de su extracción. El filtro deberá diseñarse de modo que la velocidad de filtración sea menor a 0,2 m/hora.
- q) El extremo de la tubería de drenaje y de rebose deben apartarse de la pared del tanque de almacenamiento no menos de un metro y descargar a una canaleta para su disposición final.

- r) El volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 105% del volumen neto.
- s) El agua retirada del tanque de almacenamiento podrá ser tratada por medio de filtros de mesa o filtración seguida la cloración o cualquier otro proceso de desinfección.

#### **5.3.8.2. Área de Captación**

Estará constituido por el techo de la vivienda, el mismo que debe tener la superficie y pendiente adecuadas, no menor al cinco por ciento (5%) para que facilite el escurrimiento del agua de lluvia hacia el sistema de recolección.

Para el presente diseño, se consideró lámina galvanizada como el material del área de captación, por ser este el material predominante en la zona, no obstante, este puede estar constituido por cualquier otro material que no afecte considerablemente la calidad físico química del agua, como: concreto, tejas de arcilla, madera, plástico, paja.

Cabe mencionar que, la paja, por ser de origen vegetal, tiene la desventaja que libera lignina y tanino, lo que le da un color amarillento al agua, pero que no tiene mayor impacto en la salud de los consumidores siempre que la intensidad sea baja. En todo caso puede ser destinada para otros fines diferentes al de consumo, como riego, bebida de ganado, lavado de ropa, higiene personal, limpieza de servicios sanitarios, etc.

### 5.3.8.3. Recolección y conducción

Esta parte del sistema conducirá el agua recolectada por el techo directamente hasta el tanque de almacenamiento. Está conformado por las canales que van contiguos en los bordes más bajos del techo, en donde el agua tiende a acumularse antes de caer al suelo.

Para el presente diseño, se consideraron canales de PVC, por ser estos más fáciles de obtener, más fáciles de transportar, durables y no son muy costosos. No obstante, este puede estar constituido por cualquier otro material que no afecte considerablemente la calidad física química del agua, como: canaletas de metal, bambú, madera. Los canales de metal o lámina galvanizada son los que más duran y menos mantenimiento necesita, sin embargo son costosos. Las canaletas confeccionadas a base de bambú y madera son fáciles de construir pero se deterioran rápidamente.

**Figura 23. Recolección y conducción**



Fuente: [www.amanco.com/](http://www.amanco.com/)

### **Cálculo del caudal de diseño**

Se utilizará método racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía, durante un periodo de precipitación máxima, debe prolongarse durante un periodo igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado. Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{3600000} \quad (4.6)$$

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área.

I = Intensidad de lluvia (mm/h).

A = Área por drenar en m<sup>2</sup>.

### **Coeficiente de escorrentía (C)**

Este se determina por el material que está constituido y utilizaremos 0.95

### **Intensidad de precipitación (I)**

Utilizaremos las isoclinas de intensidad de lluvia en 20 minutos y periodo de retorno de 2 años, obtenidas de la integración de las curvas (intensidad - duración - frecuencia) por el Instituto Nacional de

Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y la cual es 80 mm/h para la región en cuestión (ver Anexo IV)

### Área (A)

Es la superficie de captación de aguas lluvias, la cual aporta directamente el agua al canal. Es decir, es la superficie que proporcionará el agua que será captada por el canal.

Para este caso, utilizaremos el área de techos determinada en la superficie de captación (sección 5.3.3.) la cual es de 43 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto:

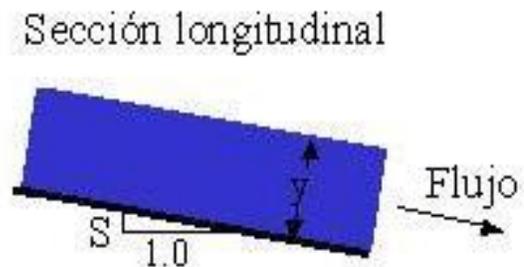
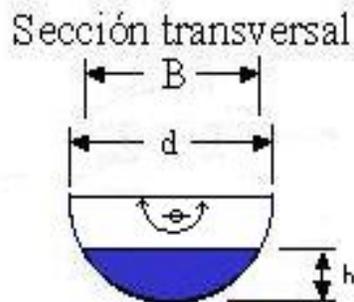
$$Q = \frac{(0.95)(80)(43)}{3600000}$$

$$Q = 0.0009 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Cálculo de la sección del canal (A').

Puesto que los tubos de PVC tienen la forma definida circular, la sección del canal será semicircular y para determinarla se procede de la siguiente manera.

#### Sección del canal



En la ecuación:

$$Q = (V)(A) \quad (4.7)$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

A = Sección del canal en m<sup>2</sup>

V = Velocidad del agua en m/s

Dado que la velocidad involucrada está restringida por las especificaciones tectónicas utilizaremos para este diseño una velocidad de 0.90 m/s.

Con los datos anteriores determinamos:

$$A' = \frac{Q}{V} = \frac{0.0009}{0.90} = 0.001 \text{ m}^2$$

De la ecuación

$$A' = \frac{d^2}{8} (\theta - \text{sen} (\theta)) \quad (4.8)$$

Puesto que el tirante, no deberá ser mayor al 60% de la profundidad efectiva del canal (según especificaciones técnicas). Para un canal de sección circular, el ángulo interno ( $\theta$ ) no debe ser mayor a 133°.

De la ecuación anterior obtenemos que:

$$d = \sqrt{\frac{(0.001)(8)}{(133^\circ - \text{sen} (133^\circ))}} = 0.0077 \text{ m}$$

Dado que el diámetro (d) del canal no puede ser menor a 0.075 m ni máximo a 0.150 m se asumirá como canal la sección media del tubo de cuatro (4) pulgadas, aproximadamente 0.1016 m.

Chequeando si el canal asumido cumple las especificaciones técnicas por medio de la Ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times S^{1/2} \times R^{2/3} \times A \quad (4.9)$$

Donde:

Q= caudal a conducir en m<sup>3</sup>/s.

n= coeficiente de rozamiento de manning

S= pendiente longitudinal del canal

R= radio hidráulico (m)

A= sección transversal (m<sup>2</sup>)

Utilizando los datos:

Diámetro (d) = 0.1016 m. (tubo de 4 pulgadas)

Tirante (y) = 0.030048 m (máximo tirante = 60% de la altura del canal)

Rugosidad (n) = 0.009 (rugosidad del PVC)

Pendiente (S) = 0.01 m/m

Obtenemos que el canal propuesto cumple las especificaciones técnicas y puede conducir un caudal mayor al caudal de diseño, arrojando los siguientes resultados:

Caudal (Q) = 0.0015 m<sup>3</sup>/s

Velocidad (v) = 0.7393 m/s

Área hidráulica (A') = 0.0020 m<sup>2</sup>

Perímetro mojado ( $p$ ) = 0.1168 m

Radio hidráulico ( $R$ ) = 0.0172 m

Por lo tanto: el canal utilizado para recolección será la sección media del tubo de PVC de cuatro pulgadas (sanitario por ser el más económico) y para la conducción PVC de dos pulgadas.

#### **5.3.8.4. Interceptor**

Será el dispositivo de descarga de las primeras aguas provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en el se encuentren en el momento del inicio de la lluvia para captar así las partículas que arrastra el agua del techo para posteriormente desecharla abriendo la válvula de desagüe, impidiendo que el material indeseable ingrese al tanque de almacenamiento y de este modo minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente.

Utilizaremos un recipiente plástico que tenga de 40 a 50 litros de capacidad, con un tapón en la parte inferior y un sistema automático de cierre al momento de que el recipiente se haya llenado, por medio de una esfera de goma (ver sección 5.7 Elaboración de planos).

#### **5.3.8.5. Almacenamiento**

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante el período de sequía y a su vez el componente más costoso de todo el sistema.

Utilizaremos para este fin, cisternas individuales de concreto, las cuales deberán tener un volumen efectivo de  $15.43 \text{ m}^3$ . Dado que las especificaciones técnicas indican que este debe de tener 105% de su volumen efectivo, el volumen de la cisterna deberá de ser de  $16.22 \text{ m}^3$ , redondeando, el volumen del tanque de almacenamiento será de  $16.25 \text{ m}^3$ .

### **Dimensionamiento**

Se tomará como altura de la cisterna la altura máxima permitida de 2 m. y sabiendo que:

$$V = (\text{largo})(\text{ancho})(\text{alto})$$

Obtenemos que:

$$16.25 \text{ m}^3 = (\text{largo})(\text{ancho})(2 \text{ m})$$

Si hacemos que el largo y el ancho tengan las mismas dimensiones obtenemos que:

$$16.25 \text{ m}^3 = (a)(a)(2 \text{ m})$$

$$a = \sqrt{\frac{16.25 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}} \approx 2.85 \text{ m.}$$

$$a = 2.85 \text{ m.}$$

## Diseño de losa superior

Para diseñar la losa se utilizará el método 3 del *American Concrete Institute* (A.C.I.).

### 1. Determinación del sentido de trabajo de la losa

El cálculo del sentido en que trabaja la losa se determina por la relación entre el lado menor y el lado mayor, que en éste caso son iguales.

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2.85}{2.85} = 1 > 0.5 \text{ Entonces la losa se diseña en dos sentidos.}$$

### 2. Espesor de la losa:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} = \frac{4 * 2.85}{180} = 0.063 \text{ m}$$

Se utilizará un espesor de 10.00 cm

### 3. Integración de cargas:

**Carga muerta (Cm):** es el peso propio de la losa

$$Cm = W_{\text{losa}} + \text{Sobrecarga}$$

$$W_{\text{losa}} = \gamma' c * t = \left( 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * (0.10 \text{ m}) = 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Sobrecarga} = 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_m = 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

**Carga viva (Cv):** son las cargas eventuales que podría tener la losa

$$C_v = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

**Cargas últimas (CU):** es la suma de las cargas muertas y vivas afectadas por factores de seguridad. El factor para la carga muerta es un 40% más, y para la carga viva 70%.

$$C_{Mu} = 1.4 C_m = (1.4) * \left(330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) = 462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_{Vu} = 1.7 C_v = (1.7) * \left(100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) = 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

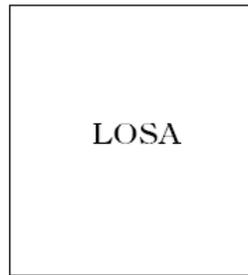
$$C_U = \left(462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) + \left(170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}\right) = 632 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_U = 632 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

#### 4. Cálculo de momentos:

Para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa, se emplearán las fórmulas especificadas por el código ACI, método 3.

Caso 1



$$ca^- = 0.00$$

$$ca^+ M = 0.036$$

$$ca^+ V = 0.036$$

**Momentos positivos ( $M^{(+)}_a$ ), ( $M^{(+)}_b$ ):**

$$M^{(+)}_a = M^{(+)}_b \text{ (por su simetría)}$$

$$M^{(+)}_a = M^{(+)}_b = C_a^+ M * CMu * a^2 + C_a^+ V * CVu * a^2 =$$

$$M^{(+)}_a = M^{(+)}_b = 0.036 * CMu * a^2 + 0.036 * CVu * a^2$$

$$M^{(+)} = 0.036 * 462 * 2.85^2 + 0.036 * 170 * 2.85^2$$

$$M^{(+)} = 184.80 \text{ Kg-m}$$

**Momentos negativos ( $M^{(-)}_a$ ):**

$$M^{(-)}_a = C_a^- M * CU * a^2 =$$

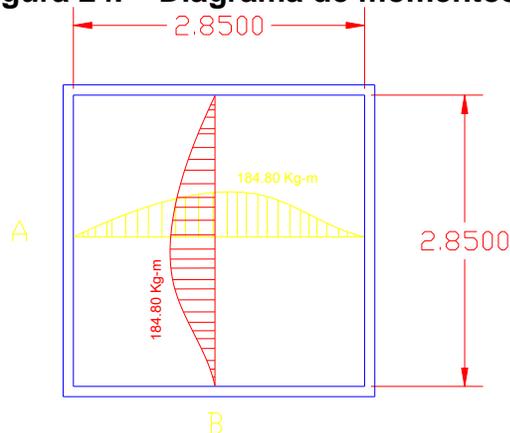
$$M^{(-)}_a = (0.00)(632)(3.80)^2 = 0.00$$

$$M^{(-)}_a = 0.00$$

### 5. Diagrama de momentos:

es una forma gráfica de ver los momentos actuantes y su distribución en la losa.

Figura 24. Diagrama de momentos



## 6. Peralte efectivo de losa (d):

$$d = t - \text{rec} - \Phi/2$$

Utilizando la varilla de refuerzo número 3 que tiene un  $\Phi = 0.95$  cm obtenemos que:

$$d = 10 - 2 - 0.05 = 7.5 \text{ cm}$$

## 7. Acero mínimo (Asmín):

$$\text{Asmín} = 0.4 \left( \frac{14.1}{f_y} \right) bd$$

Donde:

$f_y$  = módulo de fluencia del acero = 2810 kg/cm<sup>2</sup>

b = banda de 1 m = 100 cm de ancho

d = peralte de la losa = 7.5 cm

$$\text{Asmín} = 0.4 \left( \frac{14.1}{2810} \right) (100) (7.5) = 1.51 \text{ cm}^2$$

## 8. Espaciamiento.

Usando varilla de refuerzo No 3 con área de 0.71 cm<sup>2</sup>

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
1.51	100
0.71	S

$$S = (0.71) (100) / (1.51) = 47.02 \text{ cm}$$

Hay que tomar en cuenta que el espaciamiento máximo entre varillas es:

$S_{\text{máx}} = 3t = 3 (10 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}$ , entonces usar No 3 @ 30 cm.

Calculando el acero mínimo para ésta separación:

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
<b>As<sub>min</sub></b>	100
0.71	S

$$As_{mín} = 2.37 \text{ cm}^2$$

### 9. Momento resistente del acero mínimo

$$MAs_{mín} = \phi \left[ (As_{mín}) f_y \left( d - \frac{As_{mín} * f_y}{1.7 f'_c * b} \right) \right]$$

$$MAs_{mín} = 0.9 \left[ (2.37)(2810)(7.5 - \frac{(2.37) * (2810)}{1.7(210) * (100)}) \right] =$$

$$MAs_{mín} = 487.05 \text{ kg-m}$$

### 10. Calculo de acero por temperatura

$$As_{temp} = 0,002 (b)(t)$$

$$As_{temp} = 0,002 (100 \text{ cm}) (10 \text{ cm})$$

$$As_{temp} = 2 \text{ cm}^2$$

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
2	100
0.71	S

$$S = (0.71) (100) / (1.51) = 0.47.01 \text{ cm}$$

Dado que la separación (S) máxima es tres veces el espesor de la losa

Tenemos que:

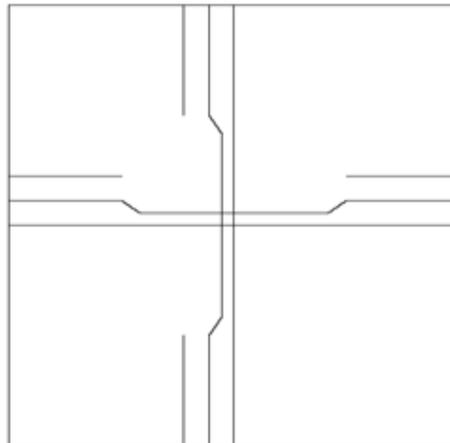
Hay que tomar en cuenta que el espaciamiento máximo entre varillas es:

$$S_{\text{máx}} = 3t = 3 (10 \text{ cm}) = 30 \text{ cm}, \text{ entonces usar No 3 @ 30 cm}$$

Como el momento que resiste el acero mínimo es mayor que el momento actuante, entonces se utiliza el área de acero mínima.

El acero de refuerzo será colocar varillas No. 3 @ 30 cm; en ambos sentidos.

**Figura 25. Diagrama de refuerzo**  
**No3@0.30 EN AMBOS SENTIDOS**



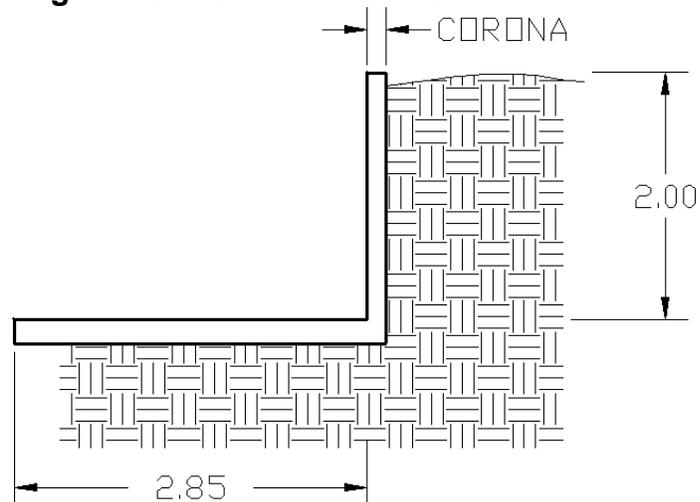
Fuente: Propia

### **Diseño de muros del tanque**

El caso crítico, para el cual se diseñara el tanque es cuando este se encuentra vacío, actuando sobre los muros el empuje del suelo.

Para una mejor visualización se presenta un corte transversal del muro.

**Figura 26. Corte transversal del muro**



Fuente: Propia

El diseño del tanque consiste en verificar que las presiones que se ejercen, sobre las paredes del tanque y sobre el suelo, no afectarán la estabilidad del tanque.

Datos a utilizar en los cálculos del muro:

$\gamma_c$             Peso específico del concreto =  $2400 \text{ kg/m}^3 = 2.4 \text{ ton/ m}^3$

$\gamma_s$             Peso específico del suelo =  $1500 \text{ kg/m}^3 = 1.5 \text{ ton/ m}^3$

$V_s$             Valor soporte del suelo =  $15000 \text{ kg/m}^2 = 15 \text{ ton/ m}^2$

$\phi$               Ángulo de fricción del suelo =  $28^\circ$

### 1. Pre-dimensionamiento del muro

$$t \text{ de corona} = \frac{H}{24} = \frac{2.00 \text{ m}}{24} = 0.083 \text{ m}$$

Se tomará: t de corona = 0.15 m

$$\text{base de corona} = \frac{H}{12} = \frac{2.00 \text{ m}}{12} = 0.166 \text{ m}$$

Se tomará: base corona = 0.15 m

Para la base tomaremos 2.85 m. que es el ancho que debe tener el tanque

El pie será tomado como el total de la base puesto que no se considerará colocar talón.

$$t \text{ de base} = \frac{H}{20} = \frac{2.00 \text{ m}}{10} = 0.20 \text{ m}$$

## 2. Calculando carga de la losa ( $W_1$ ):

$$\text{Carga de la losa } W_1 = 2400 \text{ C } (0.10 \text{ m}) = 240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Área de la losa} = 2.85 \text{ m.} * 2.85 \text{ m.} = 8.122 \text{ m}^2$$

Puesto que la cargaran cuatro (4) muros simétricamente iguales tenemos que la carga que ejerce la losa sobre cada muro, sería de:

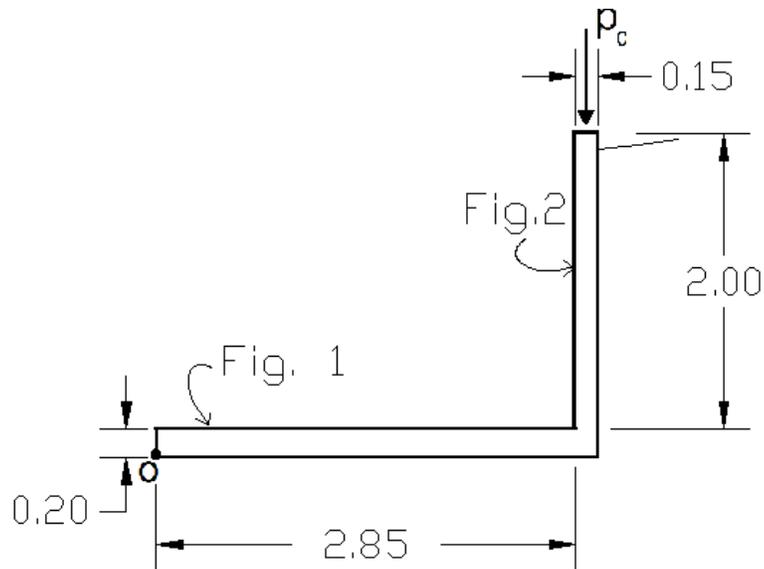
$$W_1 = \frac{240 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 8.122 \text{ m}^2}{4} = 487.32 \text{ kg}$$

Distribuida en los 2.85 m. que tiene cada muro, obtenemos la carga distribuida ( $P_c$ ):

$$P_c = \frac{487.32 \text{ kg}}{2.85 \text{ m}} = 170.98 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

De acuerdo a la distribución geométrica indicada en la figura 27. Se calculará el peso total del sistema de sostenimiento y el momento que produce respecto al punto “o”

**Figura 27. Distribución geométrica**

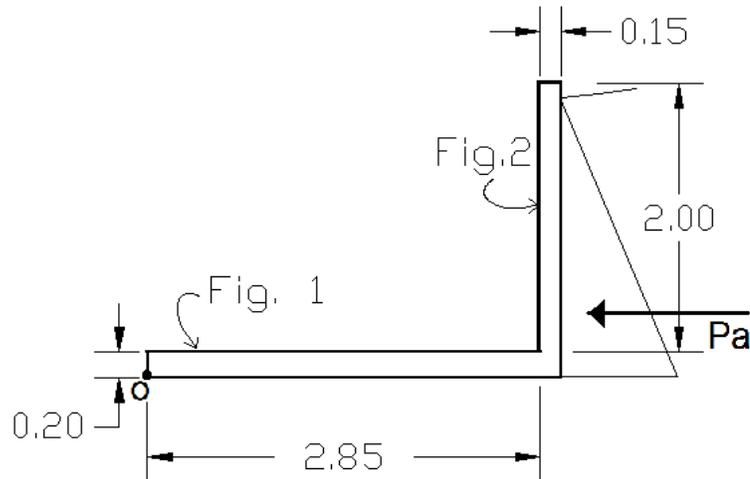


Fuente: Propia

**Tabla XXI. Cálculo del momento que se produce en el punto “o”**

Fig.	Carga ( $m * m * \frac{kg}{m^3}$ )	W $\frac{kg}{m}$	Brazo (m)	Momento ( $kg - \frac{m}{m}$ )
1	$(2.85)(0.20)(2400)$	1368.00	$2.85/2 = 1.425$	1949.4
2	$(2.20)(0.15)(24000)$	792.00	$(2.85)+(0.15/2)= 2.925$	2316.6
Pc	$170.98 \frac{kg}{m}$	170.98	$(2.85)+(0.15/2)= 2.925$	500.14
$\sum W_r =$		<b>2330.98</b>	$\sum M_r =$	
				<b>4766.14</b>

**Figura 28. Diagrama de presiones actuantes sobre el muro**



Fuente: Propia

La presión que ejerce el suelo en este caso es llamada **presión activa (Pa)** y viene dada por:

$$P_a = \frac{\gamma_s * h^2 * K_a}{2} =$$

Usando la teoría de Rankine se encuentra el coeficiente de empuje activo en el suelo.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen } \emptyset}{1 + \text{sen } \emptyset} = \frac{1 - \text{sen } 28}{1 + \text{sen } 28} = 0.361 \text{ m}$$

$$P_a = \frac{\gamma_s * h^2 * K_a}{2} = \frac{(1500) * (2.00)^2 * (0.361)}{2} = 1083.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$P_a = 1083.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Momento de volteo que ejerce el suelo, **momento activo ( $M_{act}$ )**:

$$M_{act} = P_a * \frac{h}{3} = 1083.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * \frac{2}{3} \text{ m.} = 772.00 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$M_{act} = 772.00 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

### 3. VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD:

a) Verificación de estabilidad contra volteo  $f_{sv} > 1.5$

$$f_{sv} = \frac{M_r}{M_{act}} = \frac{4766.14 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}}}{772.00 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}}} = 6.60 > 1.5 \text{ OK}$$

b) Verificación de estabilidad contra deslizamiento  $f_{sd} > 1.5$

$$f_{sd} = \frac{F_{fr}}{P_a} > 1.5$$

Coefficiente de fricción (**Cf**):

$$C_{fs} = 0.9 \tan(\emptyset) = 0.9 \tan (28^\circ) = 0.479$$

Fuerza de fricción (**Ffr**):

$$F_{fr} = C_{fs} * W_r = (0.479)(2330.98) = 1116.54$$

$$f_{sd} = \frac{F_{fr}}{P_a} = \frac{1116.54 \text{ kg}}{1083.00} = 1.03 \neq > 1.5$$

La fuerza de fricción es mayor que la fuerza activa, por lo tanto no habría deslizamiento. Sin embargo el factor de seguridad no es alcanzado.

Tomando en consideración que paralelo a este muro tendremos otro, donde actuara la misma magnitud de presión activa, con sentido contrario evitando así, el desplazamiento.

Se concluye que, los muros estarán estables.

### c) Verificación de presión máxima y mínima sobre el suelo

**Tabla XXII. Cálculo fuerzas actuantes en el terreno.**

Cantidad	Sección	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Y (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg)
1.00	LOSA	2.85	2.85	0.10	0.81	2400.00	1949.40
4.00	MURO	2.85	2.20	0.15	0.94	2400.00	9028.80
1.00	BASE	2.85	2.85	0.20	1.62	2400.00	3898.80
1.00	AGUA	2.85	2.85	2.00	16.25	1000.00	16245.00
$\Sigma W$							31122.00

Dada la simetría del tanque, el centro de gravedad, coincide con el centro geométrico del mismo, por lo que las fuerzas actuantes se distribuyen uniformemente en la base del tanque.

$$W_{\text{actuante}} = \frac{31122 \text{ kg}}{2.85 \text{ m.} * 2.85 \text{ m.}} = 3831.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$3831.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 15000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad \text{OK}$$

#### 4. DISEÑO ESTRUCTURAL:

$$R_{o_{\text{minimo}}} = \frac{14}{fy} = \frac{14}{2810} = 0.005$$

$$R_{o_{\text{balanceado}}} = \frac{0.85\beta * f'c * (6115)}{fy (6115 + fy)} =$$

$$R_{o_{\text{balanceado}}} = \frac{0.85 * 0.85 * 210 * 6115}{2810 (6115 + 2810)} = 0.036$$

$$R_{o_{\text{maximo}}} = 0.5 (R_{o_{\text{balanceado}}}) = 0.018$$

$$V_u = 0.53\phi \sqrt{f'c} = 0.53 * 0.85 * \sqrt{210} = 6.53$$

##### a) Diseño de cortina:

Del diagrama de presiones actuantes sobre el muro obtuvimos que:

$$P_a = 1083.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \quad \text{y}$$

$$M_{\text{act}} = 772.00 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

##### Chequeo por corte:

Utilizando un factor de seguridad de 1.7

$$V_{u \text{ Rostro}} = 1.7 * P_a$$

$$V_{u \text{ Rostro}} = 1.7 * 1083.00 \text{ kg} = 1841.1 \text{ kg}$$

Si:

$$d = t - \text{Rec} - \frac{\Phi}{2} = 15 - 6 - \frac{0.95}{2} = 8.52 \text{ cm.}$$

$$V_R = V_u * b * d = 5562.16 \text{ kg}$$

$V_R > V_u$  Rostro **Ok** si resiste el corte actuante

### Chequeo por flexión:

Utilizando un factor de seguridad de 1.5

$$M = 1.5 * M_{\text{act}} * 100 \text{ cm}$$

$$M = 1.5 * 772.00 \text{ kg} - \frac{\text{m}}{\text{m}} * 0.10 \text{ m} = 1083.00 \text{ kg m}$$

$$A_{S_{\text{minimo}}} = R_{O_{\text{minimo}}} * d * 100$$

$$A_{S_{\text{minimo}}} = 0.005 * 8.52 * 100 = 4.26 \text{ cm}^2$$

Área de acero que resistirá el momento actuante.

$$A_s = 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * b * d \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M}{0.003825 * f'_c * b * d^2}} \right)$$

Donde:

**A<sub>s</sub>** = área de acero para resistir el momento (cm<sup>2</sup>)

**f<sub>y</sub>** = resistencia del acero (kg/cm<sup>2</sup>)

**f'<sub>c</sub>** = resistencia a compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

**M** = Momento de diseño (kg-m)

**d** = peralte efectivo (cm)

**b** = ancho unitario (cm)

$$A_s = 0.85 * \frac{210}{2810} * 100 * 8.52 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{1083.00}{0.003825 * 210 * 100 * 8.52^2}} \right) = 5.28$$

$$A_s = 5.28 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{maximo}}} = R_{o_{\text{maximo}}} * d * b$$

$$A_{s_{\text{maximo}}} = 0.018 * 100 * 8.52 = 15.34 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{minimo}}} < A_s < A_{s_{\text{maximo}}} \quad \text{OK}$$

### Separación de varillas

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
5.28	100
0.71	S

$$S = \frac{(0.71) (100)}{(5.28)} = 13.45 \text{ cm}$$

Por lo que el acero de refuerzo será colocar varillas No. 3 @ 10 cm; en el sentido transversal.

### Acero por temperatura.

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * b * t$$

$$A_{s_{\text{temp}}} = 0.002 * 100 * 15 = 3 \text{ cm}^2$$

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
3.00	100
0.71	S

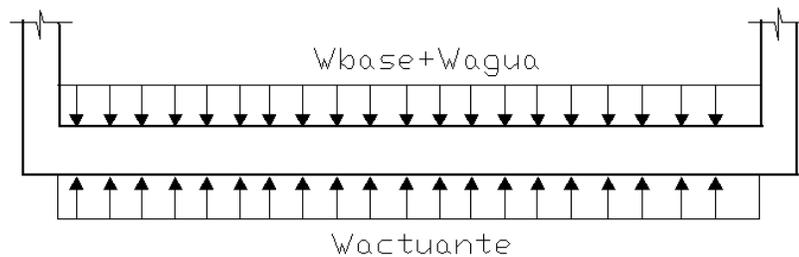
$$S = \frac{(0.71)(100)}{(3.00)} = 23.66 \text{ cm}$$

Por lo que el acero por temperatura será colocar varillas No. 3 @ 20 cm; en el sentido longitudinal.

**b) Diseño de la base:**

Del anterior chequeo sobre las presiones en el terreno, sabemos que:

$$W_{\text{actuante}} = 3831.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$



$$W_{\text{base}} = 0.2 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{agua}} = 2 \text{ m} * 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

**Chequeo por corte:**

$$V_{\text{u}_{\text{rostro}}} = 1.7 * 2.85 \text{ m} * (W_{\text{actuante}} - W_{\text{base}} - W_{\text{agua}})$$

$$V_{\text{u}_{\text{rostro}}} = 1.7 * 2.85 \text{ m} * \left( 3831.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} - 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} - 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$V_{u_{\text{rostro}}} = 6548.35 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

El corte actuante es vertical y hacia arriba por lo que la tensión se producirá en la parte inferior, donde se deberá colocar el refuerzo.

$$d = t - \text{Rec} - \frac{\Phi}{2} = 20 - 8 - \frac{0.95}{2} = 11.53 \text{ cm.}$$

$$V_R = 7529.09 \text{ kg} \quad V_R = V_u * b * d = 6.53 * 100 * 11.53 = 7529.09 \text{ kg}$$

$$V_R > V_{u_{\text{Rostro}}} \quad \mathbf{Ok} \quad \text{si resiste el corte actuante}$$

### Chequeo por flexión:

Utilizando un factor de seguridad de 1.5

$$M = 1.5 * \frac{L^2}{2} * [(W_{\text{actuante}}) - (W_{\text{base}}) - (W_{\text{agua}})] * 0.20 \text{ m}$$

$$M = 1.5 * \frac{(2.85 \text{ m})^2}{2} * \left[ \left( 3831.57 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) - \left( 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) - \left( 2000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \right] * 0.20 \text{ m}$$

$$M = 1646.72 \text{ kg m}$$

$$A_{S_{\text{minimo}}} = R_{O_{\text{minimo}}} * d * 100$$

$$A_{S_{\text{minimo}}} = 0.005 * 11.53 * 100 = 5.27 \text{ cm}^2$$

Área de acero que resistirá el momento actuante.

$$A_s = 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * b * d \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M}{0.003825 * f'_c * b * d^2}} \right)$$

Donde:

$A_s$  = área de acero para resistir el momento (cm<sup>2</sup>)

$f_y$  = resistencia del acero (kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

$M$  = Momento de diseño (kg-m)

$d$  = peralte efectivo (cm)

$$A_s = 0.85 * \frac{210}{2810} * 100 * 10.53 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{1083.00}{0.003825 * 210 * 100 * 11.53^2}} \right) b =$$

ancho unitario (cm)

$$A_s = 5.78 \text{ cm}^2$$

Puesto que el área de acero requerida es mayor que el área de acero mínimo, utilizar el área de acero de 5.72 cm<sup>2</sup>.

### Separación de varillas

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
5.72	100
0.71	S

$$S = \frac{(0.71)(100)}{(5.72)} = 12.43 \text{ cm}$$

Por lo que el acero de refuerzo será colocar varillas No. 3 @ 10 cm; en el sentido transversal.

### Acero por temperatura.

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * b * t$$

$$A_{s_{temp}} = 0.002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2$$

Área (cm <sup>2</sup> )	Separación (cm <sup>2</sup> )
4.00	100
0.71	S

$$S = \frac{(0.71) (100)}{(4.00)} = 17.75 \text{ cm}$$

Por lo que el acero por temperatura será colocar varillas No. 3 @ 15 cm; en el sentido longitudinal.

#### 5.3.8.6. Desinfección:

El agua, cualquiera que sea su origen, atmosférico, superficial o subterránea, puede ser portadora de un número considerable de bacterias, del aire, del suelo o procedente de la descomposición de organismos superiores muertos, cuya ingestión no causará mayores peligros a la salud. Pero si el agua es alterada por agua residual de una población que cuente con individuos portadores de patógenos, probablemente ésta será un foco de contaminación.

El tratamiento para la desinfección del agua produce un costo adicional en la operación del sistema, por lo que debe buscarse una solución que permita obtener el rendimiento esperado al menor costo posible; además debe contar con otras características necesarias, tales como: tener elementos fáciles de almacenar, de transportar y de utilizar; que tenga acción residual y que la concentración sea fácil y rápidamente detectable.

Lo anteriormente señalado permite indicar que uno de los mejores elementos que pueden utilizarse para purificar el agua es el cloro.

Para obtener una desinfección adecuada, el cloro debe estar en contacto con ésta, cuando menos 20 minutos. Transcurrido este tiempo, el agua se considera potable.

Como regla general, las dosis seguras de cloro residual son de 0.2 a 1.0 p.p.m. El empleo de cantidades mayores resulta antieconómico y puede ser perjudicial a la salud.

#### **5.3.8.7. Bombas manuales:**

La bomba manual es un dispositivo que sirve para elevar el agua. El funcionamiento de las bombas manuales se basa en dos principios: la aceleración y el desplazamiento. Las bombas centrífugas aceleran el agua y le dan presión, mientras que en las bombas de pistón la presión se obtiene por el desplazamiento del agua.

Las bombas manuales más conocidas son las de pistón y la de tipo rosario.

La Bomba de Pistón cuenta con dos válvulas de retención que pueden ser hechas de cuero, jebes, bolillas o juntas metálicas. Al subir el pistón se abre la válvula de pie y el agua ingresa; bajamos el pistón y la válvula de pie se cierra y se abre la válvula superior expulsando el agua hacia la superficie.

La Bomba Rosario es útil cuando se requiere extraer agua de pozos de poca profundidad. Consiste en una cuerda con tapones cada cierto tramo, la que se hace girar con un manubrio. En la medida que

gira la cuerda los tapones capturan una pequeña columna de agua que llevan hacia la superficie.

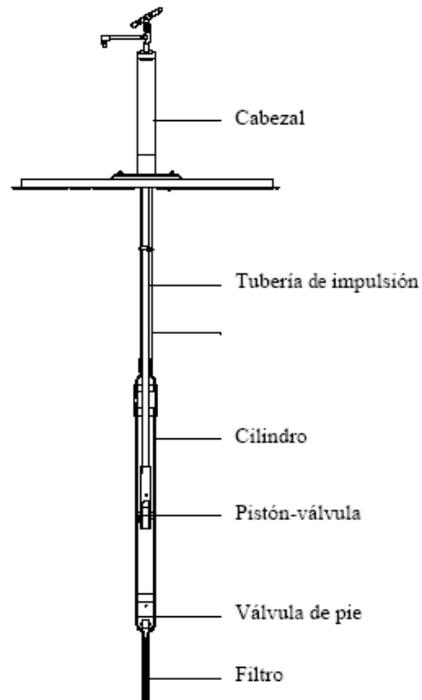
Para el presente estudio se propone una bomba manual con cabezal de acción directa.

### **Bomba manual con cabezal de acción directa**

#### **a) Partes de la bomba**

- Cilindro
- Pistón-válvula
- Válvula de pie
- Filtro

**Figura 29. Partes de la bomba manual.**



Fuente: Propia

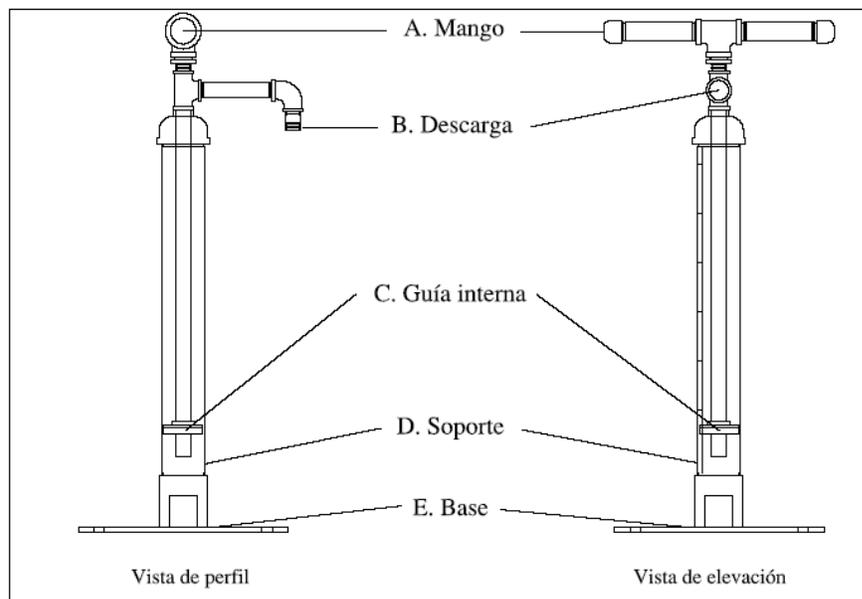
## b) Accesorios de instalación

- Tubo de impulsión (polietileno de alta densidad  $\phi$  1/2”).
- Tubo de soporte (polietileno de alta densidad  $\phi$  1”).
- El cabezal no es considerado parte de la bomba.

## c) Cabezal

Este cabezal, también llamado “tipo inflador” está constituido por un mango-descarga, un soporte, una guía y una base. Todos los componentes descritos a continuación están construidos con tubería de fierro galvanizado:

**Figura 30. Bomba con cabezal de acción directa**



Fuente: Propia

**Mango – descarga:** Construido con dos niples de  $\frac{3}{4}$ ” de diámetro y una tee de  $\frac{3}{4}$ ”. La tubería de descarga es un tubo de  $\frac{1}{2}$ ” de diámetro y

55 cm de longitud, y está conectado a un niple de ½" de diámetro para la salida del agua. En la parte inferior se conecta la tubería de impulsión de la bomba.

**Cilindro del cabezal:** Tubo de 2" de diámetro, internamente lleva un dispositivo para evitar la rotación del mango. El soporte va unido a la base.

**Guía:** Disco de PVC de 2" de diámetro y 2,5 cm de espesor, el cual va unido a la tubería de impulsión, tiene una muesca que evita la rotación.

**Base:** Plancha de hierro de ¼" de espesor y 25 cm x 25 cm La parte central de la plancha, tiene un agujero en la que van soldadas dos uniones: una de 2" de diámetro y otra de 1" de diámetro. Esta última sirve para conectarse a la tubería de soporte de la bomba.

#### 5.4. Integración de presupuesto

<b>TABLA XXIII. COSTO PARA RECOLECCIÓN Y CONDUCCIÓN</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (Q)</b>	<b>Costo Total (Q)</b>
Tubo PVC de 4" (sanitario)	unidad	1	105.69	105.69
Tubo PVC de 2"	unidad	2	58.9	117.8
Tubo PVC de 3"	unidad	1/8	73.5	9.1875
Tubo PVC de 1 1/2"	unidad	1/40	34.99	0.87475
Reductor PVC de 4" a 2"	unidad	2	14.3	28.6
Reductor PVC de 2" a 1 1/2"	unidad	1	6.85	6.85
Reductor PVC de 3" a 1 1/2"	unidad	1	10.5	10.5
Reductor PVC de 3" a 2"	unidad	1	11.75	11.75
Codo a 90° PVC 2"	unidad	6	1.97	11.82
Tee PVC 2"	unidad	3	9.9	29.7
Bola de goma	unidad	1	10	10
Pegamento para PVC	galon	2/67	470	14.1
Soporte metálico para canal	unidad	10	2.5	25
Interceptor	unidad	2	25	50
Costo materiales				<b>431.87</b>

<b>TABLA XXIV. COSTO PARA UNA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (Q)</b>	<b>Costo Total (Q)</b>
Cemento gris	saco	62	62.3	3862.6
Varilla 3/8"	unidad	81	20	1620
Alambre de amarre	libras	5	6.5	32.5
Clavos de 2 1/2"	libras	1	7.25	7.25
Arena	m <sup>3</sup>	3.6	127	457.2
Grava	m <sup>3</sup>	3.6	176.5	635.4
agua	litros	1482	0.15	222.3
Madera	unidad	9	35	315
Costo materiales				<b>7152.25</b>

Por lo que tendría un costo total de Q7584.12. no considerando gastos de mano de obra por excavación, construcción de losas, muros, etc. Por ser esta proporcionada entre los mismos pobladores.

### **5.5. Evaluación de impacto ambiental**

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

Una evaluación de Impacto Ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando

en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de una evaluación de impacto ambiental radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales. El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Durante la etapa de construcción u operación de la obra es importante conocer que el proyecto ocasionará varios impactos negativos de carácter transitorio sobre los componentes aire, suelo, agua, biota (hábitat, flora y fauna), paisaje, etc.

#### **a) Información general**

**Localización del proyecto:** todo el proyecto se ubican en la aldea La Mina, en el municipio de Jocotán, Chiquimula.

**Descripción del proyecto:** el proyecto consiste en la construcción de cisternas independientes para el almacenamiento de agua de lluvia captada por los techos de las viviendas.

#### **Características generales del proyecto:**

*Volumen de almacenamiento:*

*Tipo de sistema:* captación de agua de lluvia

*Area de captación:* Area de techos 43 m<sup>2</sup>

*Periodo de diseño:* 21 años

*Dotación: 15 litros/habitante/día*

*Beneficiarios actuales: 2014 habitantes*

*Costo del proyecto: Q 7152.25/cisterna*

*Tiempo aproximado de ejecución: 4 meses*

**Área y situación legal del terreno:** el área de influencia del proyecto es de aproximadamente 10 m<sup>2</sup> en los patios o parte trasera de las viviendas; no presenta problemas legales debido a que la los terrenos son propiedad de los beneficiarios.

**Los trabajos necesarios para la preparación del terreno son:** la limpieza y desmonte, el manejo y disposición final de los desechos sólidos provenientes de la limpieza, desmonte excavación y compactación o consolidación del terreno.

**Uso de recursos naturales del área:** agua del suelo proveniente de las excavaciones.

**Sustancias o materiales que serán utilizados:** cemento, hierro, arena, piedra, grava y tubería de PVC.

#### **b) Impacto ambiental y medidas de mitigación**

##### **Residuos y/o contaminantes que serán generados:**

*Impacto:* dentro de los residuos generados se tendrán las emisiones de partículas a la atmósfera, descarga de aguas residuales, desechos sólidos y otros.

*Mitigación:* la maquinaria y equipo utilizados deben tener filtros para reducir la emanación de contaminantes; durante el transporte de materiales, los mismos deben cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas de suelo a lo largo del trayecto de acarreo, esto evitará malestar a los pobladores que se encuentran a la orilla del tramo en construcción.

### **Emisiones a la atmósfera:**

*Impacto:* el componente atmosférico se verá impactado por actividades como el acarreo de material; durante la realización de esta actividad se generan partículas de polvo, los cuales quedan en suspensión. Este impacto puede producir enfermedades respiratorias a los trabajadores.

*Mitigación:* se recomienda que en los campamentos se instalen letrinas o en su defecto fosas sépticas, mismas que deberán ser ubicadas lejos de los causes o fuentes de agua, evitando que tengan contacto con la capa freática, estas deberán ser en número proporcional de 1 servicio por cada 10 personas.

### **Descarga de aguas residuales:**

*Impacto:* el manejo inadecuado de excretas, provenientes de los campamentos y de otras áreas de trabajo puede generar la contaminación del suelo y los cuerpos de agua.

*Mitigación:* es conveniente que para el tratamiento de los lubricantes se construya una fosa de captación para este tipo de residuos en el área de campamento, estos posteriormente deberán ser recolectados y depositados en toneles de metal para trasportarlos a áreas de reciclaje.

### **Desechos sólidos:**

*Impacto:* dentro de los contaminantes que se producirán en la fase de construcción y operación del proyecto se tienen los residuos del material de excavación, construcción y operación del sistema; además se tendrán desechos producto de los trabajadores, entre otros.

*Mitigación:* en lo que respecta al material de excavación, el mismo se deberá depositar en un área designada evitando la erosión y daños a los cultivos. En lo que respecta a los residuos de pvc, acero, estos desechos deberán ser recolectados en el campamento y llevarlos a sitios donde puede ser reciclado o utilizados para alguna labor industrial, pero no deberá ser ubicados a los alrededores del área en construcción, ni en vertederos clandestinos y municipales.

### **Ruidos y/o vibraciones:**

*Impacto:* los impactos ambientales por ruido se dan principalmente por la utilización de herramienta y equipo durante la fase de preparación del sitio y durante la fase de construcción del sistema. El ruido puede resultar perjudicial para la fauna, trabajadores y pobladores de las comunidades aledañas al proyecto.

*Mitigación:* la maquinaria, herramienta y equipo a utilizar debe encontrarse en adecuadas condiciones de funcionamiento para minimizar las emisiones sonoras, además deberá de equiparse a todo el personal de campo con el equipo de protección especial. Además se recomienda desarrollar los trabajos únicamente en jornada diurna, se considera que este impacto es de

duración temporal ya que el mismo se presenta durante el tiempo de ejecución de la obra.

### **Contaminación visual:**

*Impacto:* una mala selección del sitio donde se instale el campamento o donde se deposite el material de desperdicio, puede ocasionar alteraciones al paisaje, además se tendrá actividades propias del proyecto como la remoción de la cobertura vegetal por donde pasará la tubería.

*Mitigación:* el área de campamento deberá ubicarse de preferencia en sitios donde no se afecten las cuencas visuales, o bien donde se tengan cortinas vegetales para favorecer el impacto visual. Además al finalizar las labores en el área del proyecto, se deberá adecuar el sitio a las condiciones originales, con actividades de reforestación con especies arbóreas nativas.

La ubicación de los bancos de material será determinante para este factor ya que debido a las condiciones topográficas, una mala selección de estos sitios afectará el paisaje del lugar, por lo que se recomienda al finalizar las labores de extracción de material nivelar el terreno y posteriormente revegetar con especies arbóreas del lugar.

### **5.6. Evaluación socio – económica**

En general, los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable tienen un gran componente social, el cual provee al proyecto un enfoque para el análisis de su evaluación en este sentido; por lo tanto se consideran los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que conlleva su instalación y manejo.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

### **5.6.1. Valor presente neto**

El valor presente neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si este es rentable al término del periodo de funcionamiento.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11%. El procedimiento a realizar será:

Costo de ejecución = Q. 7,584.12, debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es auto sostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA); los valores actuales de egresos que presenta el departamento de aguas y el sistema de abastecimiento de agua potable son:

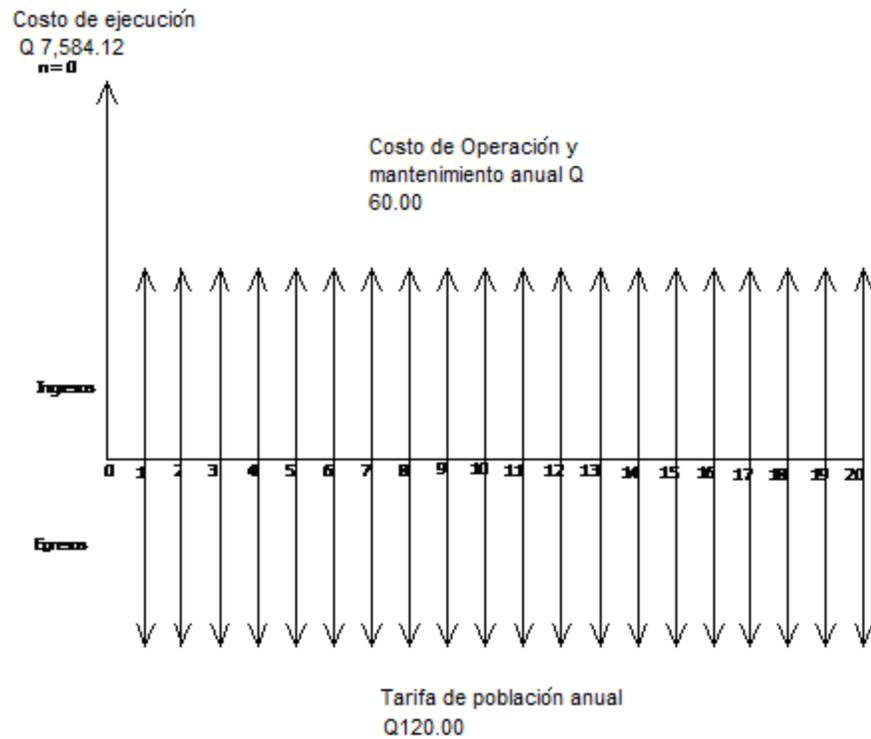
Costo de operación (o) y mantenimiento (m) anual (CA); del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M) \cdot 12$$

$$CA = (Q0.00 + Q 5.00) \cdot 12 = Q. 60.00$$

Tarifa poblacional anual (IA)

$$IA = Q.10.00 / vivienda \cdot 12meces = Q.120.00$$



Costo de operación y mantenimiento

$$VP = CA \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

$$VP = 60.00 \cdot \frac{(1+0.11)^{21} - 1}{0.11 \cdot (1+0.11)^{21}} = Q.484.50$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA \cdot \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}$$

$$VP = 120 \cdot \frac{(1 + 0.11)^{21} - 1}{0.11 \cdot (1 + 0.11)^{21}} = Q. 969.00$$

El valor presente neto estará dado por la sumatorias de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el periodo de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q 969.00 - Q 484.50$$

$$VPN = Q 484.50$$

### **5.6.2. Tasa interna de retorno**

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

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa.

Cuando se desconoce el valor de la tasa de descuento, se establece que el Valor Presente Neto, es igual a cero, ya que cuando ocurre es indiferente aceptar o no la inversión. La tasa interna de retorno de una inversión es la tasa de rendimiento requerida, que produce como resultado un valor presente neto de cero cuando se le utiliza como tasa de descuento.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis

socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Costo} &= \text{Inversión inicial} - \text{VPN} \\ \text{Costo} &= Q.7,584.12 - Q.484.50 = Q.7099.62 \end{aligned}$$

$$\text{Beneficio} = \text{Población futura}$$

Según Caracterización socio económica de la cuenca la Mina-Oquen la tasa de crecimiento es del 4% anual.

$$\begin{aligned} \text{Población futura} = P_f &= 6 \text{ habitantes} \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right)^{21} \\ P_f &= 13.67.17 \approx 14 \text{ habitantes/vivienda} \\ \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} &= \frac{Q.7099.62}{14 \text{ hab.}} = Q.507.11/\text{hab} \end{aligned}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base al valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean. Según las expectativas de las entidades que colaboran con la municipalidad, se tiene un rango aproximado de hasta Q.1, 000.00 por habitante.

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

## 5.7. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de captación de agua de lluvia se presentan en el anexo.



## CONCLUSIONES

1. La situación en que se encuentran las comunidades del interior de la república, por la carencia de servicios básicos, infraestructura, educación y salud, retrasa el desarrollo productivo no solo de estas comunidades sino de todo el país. Por lo tanto debe existir más inversión en proyectos por parte de la municipalidad, una buena gestión para priorizar proyectos por parte de los comités encargados y buena ejecución de obras por parte de los constructores.
2. El agua proveniente de los afloramientos en la micro Cuenca no es apta para el consumo humano, según muestran los resultados de análisis bacteriológicos.
3. Cuencas con altos relieves tienden a tener una alta capacidad de drenaje, pero a su vez poca agua para consumo humano sobre la altitud media de la misma.
4. La geomorfología de la micro cuenca es bastante accidentada y además existen grandes escarpes, debido a estas características presenta gran parte de material erosionado.
5. Los pobladores de la micro cuenca no consideran que el agua de los manantiales sea un recurso agotable, por lo mismo la desperdician en grandes cantidades, además le restan importancia a los efectos de la contaminación que en su gran mayoría ellos mismos ocasionan.

6. El agua de lluvia podría ser utilizada por los pobladores, no solo de la aldea La Mina, sino de las aldeas aledañas, como fuente de abastecimiento o alternativa, dado que la precipitación en la zona es adecuada para este fin.
7. Con el sistema de captación de agua de lluvia se beneficiaría a 2,014 habitantes de la aldea La Mina, y el costo necesario para poder construir el sistema es de Q 7,584.00 por familia.
8. Los trabajos necesarios para la construcción del sistema provocarán poco impacto ambiental, el cual podrá ser mitigado en su mayoría.
9. El presente proyecto deberá ser un proyecto de carácter social, para el cual es imposible obtener una tasa interna de retorno (TIR) atractiva, no obstante el análisis socioeconómico de costo/beneficio a 21 años dio como resultado, Q507.11 por habitante. Por lo que el proyecto se considera favorable.

## RECOMENDACIONES

1. Debido al acelerado proceso de degradación ambiental de la micro cuenca, se debe priorizar la planificación del manejo adecuado de los recursos naturales, para lograr un desarrollo provechoso para los pobladores del área y como medida de urgencia se debería de iniciar un programa de reforestación.
2. Capacitar a los pobladores para proteger los nacimientos, evitar su contaminación, la disposición de excretas y el buen manejo de desechos.
3. Elaborar un manual tanto para la implementación, como para el mantenimiento del sistema de captación de agua de lluvia.
4. Designar a uno o varios miembros de la aldea, para llevar un registro actualizado de las precipitaciones.
5. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que, tanto materiales como salarios, están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.



## BIBLIOGRAFÍA

1. *Comité 318, “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y comentarios”*. American Concrete Institute, (Argentina: 2005). pp. 231-245.
2. Estrada Girón, Rubén Augusto. “**Estudio Hidrológico Básico de La Cuenca del Río Paz**”, Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1970.
3. Luis Laparra, “**Caracterización Socioeconómica de la Microcuenca La Mina-Oquen**”, Comunidades Rurales del Milenio, diciembre de 2007.
4. NILSON H, Arthur. **Diseño de estructuras de concreto**. Darwin, David (ed. lit); Yamín L. Luis Eduardo (trad.). (12a Edición; Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 1999.) 722p.
5. Oficina Municipal de Planificación, “**Diagnóstico del Municipio de Jocotán Chiquimula**”, Noviembre de 2001.
6. Soto Tock, Carlos José, “**Manual de Laboratorio de Hidrología**”, Tesis: Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993. 182pp.
7. Streeter, Víctor L. **Mecánica de Fluidos**. (México D.F.: Editorial McGraw Hill interamericana, 1975.)
8. Unidad de apoyo técnico para el saneamiento del área rural, “**Especificaciones técnicas, captación de agua de lluvia para consumo humano**”, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, Organización panamericana de la Salud, Lima Perú, 2003



## **ANEXOS**



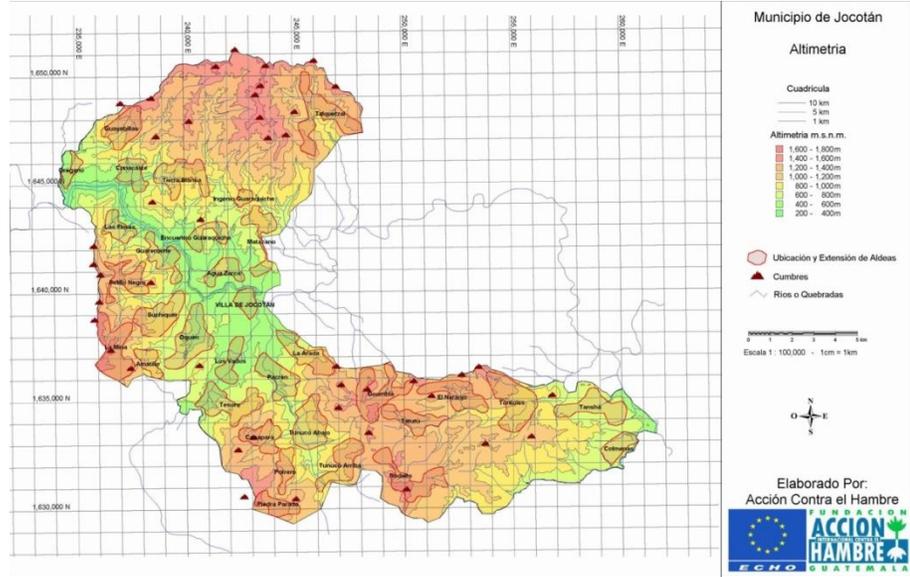




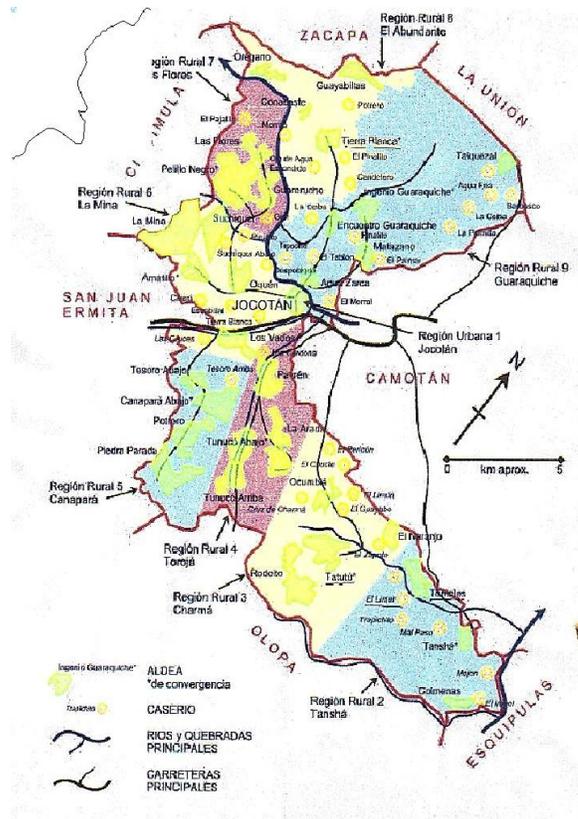




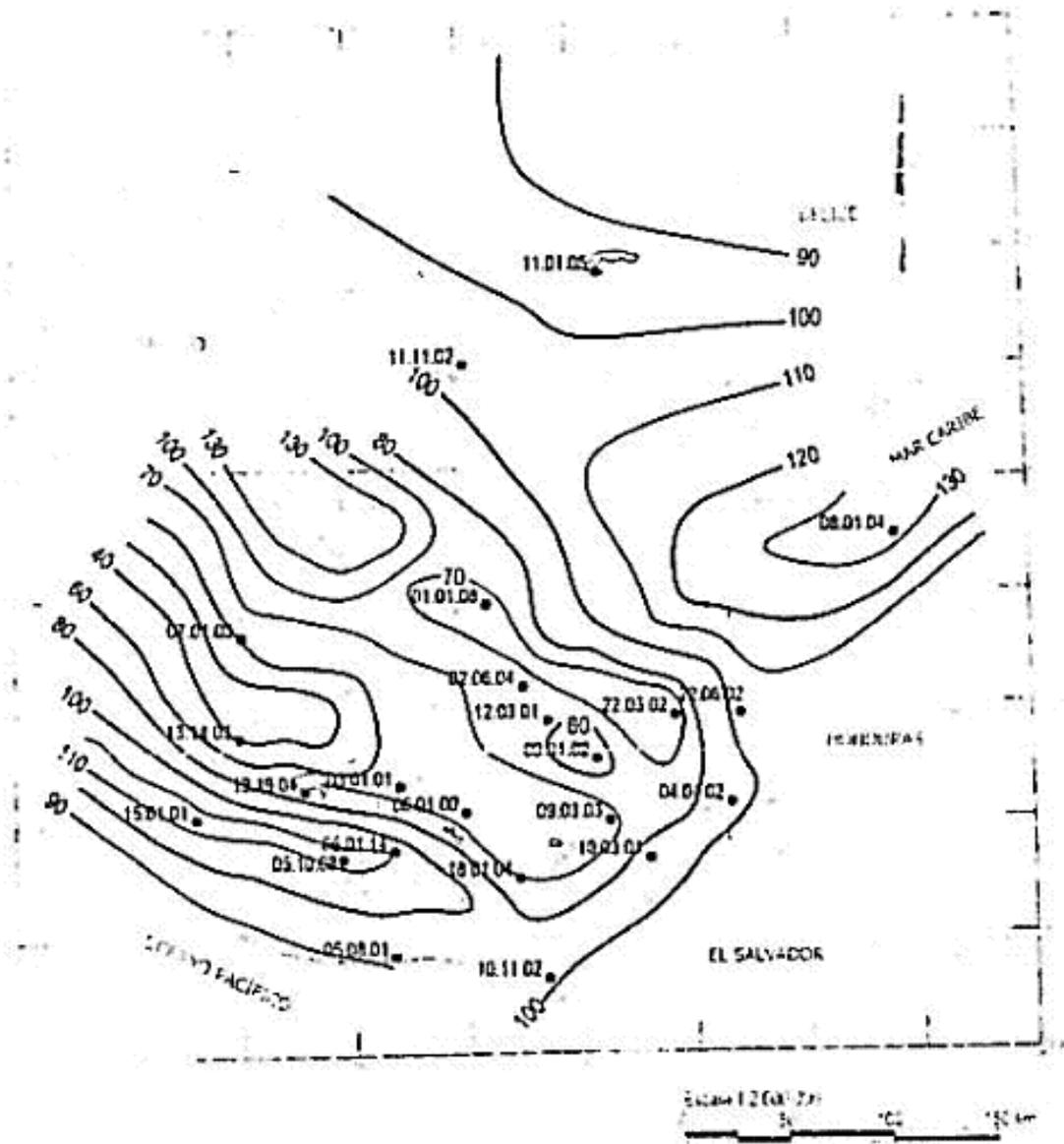
## Municipio de Jocotán



## Distribución de poblados en Jocotán



**Mapa de intensidades de precipitación en 20 minutos y periodo de retorno de 2 años.**



**ESTUDIO DE INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN EN GUATEMALA.  
MAPA 2 ISOLINEAS DE INTENSIDADES DE LLUVIA EN 20 MINUTOS Y PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS.**

Tabla XXV Muestra estadística de los techos en 77 viviendas de la aldea La Mina.

N° de casas	Caserío	Material	Tipo de tejado	Ancho (m)	Longitud (m)	Area
					Total	
21	Mojón	Lámina de Zinc	Dos aguas	7.25	8.10	58.73
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.30	6.50	27.95
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.86	9.23	54.09
		Lámina de Zinc	Dos aguas	10.75	8.20	88.15
		Paja	Un agua	9.45	3.80	35.91
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.90	7.75	37.98
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.60	6.90	45.54
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.50	7.00	38.50
		Lámina de Zinc	Un agua	5.00	7.50	37.50
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.10	8.25	58.58
		Lámina de Zinc	Un agua	6.20	7.90	48.98
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.80	7.30	42.34
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.35	7.85	57.70
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.30	6.50	27.95
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.96	6.32	43.98
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.45	7.10	52.90
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.90	7.00	41.30
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.00	7.80	46.80
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.10	6.85	41.79
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.30	6.50	27.95
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.00	12.60	62.50
18	Hierbabuena	Lámina de Zinc	Dos aguas	6.55	7.20	47.16
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.10	7.30	51.83
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.80	7.00	33.60
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.85	8.40	49.14
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.50	6.95	38.23
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.35	7.40	39.59
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.00	7.40	37.00
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.85	7.70	52.75
		paja	Un agua	5.50	6.75	37.13
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.55	7.15	46.83
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.50	7.00	31.50
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.90	8.20	56.58
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.95	7.20	35.64
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.20	7.80	48.36
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.00	7.50	45.00

19	Agua Zarca	Lámina de Zinc	Dos aguas	7.50	8.55	64.13
		Lámina de Zinc	Un agua	5.00	7.75	38.75
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.30	6.50	27.95
		Lámina de Zinc	Dos aguas	8.20	7.90	64.78
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.30	10.05	73.37
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.50	7.60	41.80
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.45	7.50	48.38
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.75	8.00	54.00
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.75	7.95	37.76
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.65	8.00	61.20
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.60	7.25	47.85
		Lámina de Zinc	Un agua	4.50	7.40	33.30
		Lámina de Zinc	Dos aguas	5.40	7.75	41.85
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.20	7.25	52.20
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.30	7.75	56.58
		Lámina de Zinc	Dos aguas	7.20	8.75	63.00
		Lámina de Zinc	Dos aguas	4.45	6.40	28.48
		Lámina de Zinc	Dos aguas	6.40	7.00	44.80
		22	La Cruz	Lámina de Zinc	Dos aguas	4.30
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.55	7.20	47.16
Lámina de Zinc	Dos aguas			7.10	7.30	51.83
Paja	Dos aguas			5.00	6.20	31.00
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.35	7.50	47.63
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.40	7.25	39.15
Lámina de Zinc	Dos aguas			7.10	6.80	48.28
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.60	7.50	49.50
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.75	6.80	39.10
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.30	7.40	46.62
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.40	6.55	35.37
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.80	7.00	40.60
Lámina de Zinc	Dos aguas			4.75	7.30	34.68
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.00	8.00	40.00
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.60	8.10	45.36
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.70	7.80	44.46
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.90	8.15	56.24
Lámina de Zinc	Dos aguas			6.9	7.5	51.75
paja	Un agua			4.70	6.95	32.67
Lámina de Zinc	Dos aguas			7.15	7.70	55.06
Lámina de Zinc	Dos aguas			5.50	6.90	37.95
Lámina de Zinc	Dos aguas	5.35	7.65	40.93		
Lámina de Zinc	Dos aguas	6.40	7.10	45.44		

# Análisis bacteriológico ojo de agua Los Aguacates, Caserío Agua Zarca



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª. Av. 1-66 Zona I, Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 743  
CORREO ELECTRÓNICO : dschiquimula@intelnct.net.gt

## RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

REGISTRO : 5443 No. DE MUESTRA : 001-2008.  
COMUNIDAD : CASERIO AGUA ZARCA, ALDEA LA MINA  
MUNICIPIO : JOCOTÁN  
TIPO DE ACUEDUCTO : \_\_\_\_\_  
TIPO DE SERVICIO : COMUNITARIO  
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : OJO DE AGUA LOS AGUACATES  
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD  
SITIO DE CAPTACIÓN : EN NACIMIENTO  
LECTURA DE GPS : X = 0613526 Y = 1636166 ALTURA : 1,345 msn  
FECHA DE CAPTACIÓN : 12-08-2008 HORA DE CAPTACIÓN : 10 : 32  
SERVICIO DE SALUD : JOCOTÁN  
FECHA DE SOLICITUD : 12-08-2008  
RESPONSABLE : WILSON MONTERROSO  
CARGO : ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC  
FECHA ANÁLISIS : 13-08-2008  
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES  
RESULTADOS : 31 COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES ECALES  
COMENTARIOS : AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 ( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA

## Análisis bacteriológico manantial bomba manual, caserío Agua Zarca.



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª. Av. 1-66 Zona 1, Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO : daschiquimula@intelnat.net.gt

### RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML DE AGUA.

REGISTRO :	5444	No. DE MUESTRA :	002-2008.
COMUNIDAD :	CASERIO AGUA ZARCA, ALDEA LA MINA		
MUNICIPIO :	JOCOTÁN		
TIPO DE ACUEDUCTO :	_____		
TIPO DE SERVICIO :	COMUNITARIO		
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE :	POZO CON BOMBA MANUAL		
UBICACIÓN DE LA FUENTE :	EN LA MISMA COMUNIDAD		
SITIO DE CAPTACIÓN :	EN POZO MECÁNICO		
LECTURA DE GPS :	_____		
FECHA DE CAPTACIÓN :	12-08-2008	HORA DE CAPTACIÓN:	11 : 00
SERVICIO DE SALUD :	JOCOTÁN		
FECHA DE SOLICITUD :	12-08-2008		
RESPONSABLE :	WILSON MONTERROSO		
CARGO :	ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC		
FECHA ANÁLISIS :	13-08-2008		
METODOLOGÍA :	MEMBRANAS FILTRANTES		
RESULTADOS :	6 COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES		
COMENTARIOS :	AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 ( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.		

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA

## Análisis bacteriológico manantial con pila comunal, caserío Mojón.



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª. Av. 1-66 Zona 1, Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO : dschiquimula@intelnat.net.gt

### RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML DE AGUA.

REGISTRO : 5445 No. DE MUESTRA : 003-2008.  
COMUNIDAD : CASERIO MOJÓN, ALDEA LA MINA  
MUNICIPIO : JOCOTÁN  
TIPO DE ACUEDUCTO : \_\_\_\_\_  
TIPO DE SERVICIO : COMUNITARIO  
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : PILA COMUNAL  
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD  
SITIO DE CAPTACIÓN : EN GRIFO PILA COMUNAL  
LECTURA DE GPS : \_\_\_\_\_  
FECHA DE CAPTACIÓN : 12-08-2008 HORA DE CAPTACIÓN: 11 : 15  
SERVICIO DE SALUD : JOCOTÁN  
FECHA DE SOLICITUD : 12-08-2008  
RESPONSABLE : WILSON MONTERROSO  
CARGO : ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC  
FECHA ANÁLISIS : 13-08-2008  
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES  
RESULTADOS : INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS  
COLIFORMES FECALES  
COMENTARIOS : AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO  
CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA  
SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001  
( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA

## Análisis bacteriológico manantial, caserío Hierba Buena.



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8<sup>a</sup>. Av. 1-66 Zona 1, Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO : dschiquimula@intelnat.net.gt

### RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

REGISTRO : 5446 No. DE MUESTRA : 004-2008.  
COMUNIDAD : CASERIO HIERBA BUENA, ALDEA LA MINA  
MUNICIPIO : JOCOTÁN  
TIPO DE ACUEDUCTO : \_\_\_\_\_  
TIPO DE SERVICIO : COMUNITARIO  
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : MANANTIAL  
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD  
SITIO DE CAPTACIÓN : EN NACIMIENTO  
LECTURA DE GPS : \_\_\_\_\_  
FECHA DE CAPTACIÓN : 12-08-2008 HORA DE CAPTACIÓN: 11 : 40  
SERVICIO DE SALUD : JOCOTÁN  
FECHA DE SOLICITUD : 12-08-2008  
RESPONSABLE : WILSON MONTERROSO  
CARGO : ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC  
FECHA ANÁLISIS : 13-08-2008  
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES  
RESULTADOS : 1 COLONIA DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES  
COMENTARIOS : AGUA APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 2901 ( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.



PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA

## Análisis bacteriológico ojo de agua, caserío La Cruz.



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª. Av. 1-66 Zona 1, Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO : daschiquimula@satelnet.gt

### RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.

REGISTRO :	5447	Na. DE MUESTRA :	005-2008.
COMUNIDAD :	CASERIO LA CRUZ, ALDEA LA MINA		
MUNICIPIO :	JOCOTÁN		
TIPO DE ACUEDUCTO :	_____		
TIPO DE SERVICIO :	COMUNITARIO		
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE :	OJO DE AGUA		
UBICACIÓN DE LA FUENTE :	EN LA MISMA COMUNIDAD		
SITIO DE CAPTACIÓN :	EN NACIMIENTO		
FECHA DE CAPTACIÓN :	12-08-2008	HORA DE CAPTACIÓN :	12 : 10
SERVICIO DE SALUD :	JOCOTÁN		
FECHA DE SOLICITUD :	12-08-2008		
RESPONSABLE :	WILSON MONTERROSO		
CARGO :	ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC		
FECHA ANÁLISIS :	13-08-2008		
METODOLOGÍA :	MEMBRANAS FILTRANTES		
RESULTADOS :	INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES		
COMENTARIOS :	AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29001 ( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.		

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA

**Análisis bacteriológico ojo de agua principal, caserío Hierba y hierba buena**



MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL  
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA  
LABORATORIO SANEAMIENTO AMBIENTAL  
8ª. Av. 1-66 Zona 1. Chiquimula  
TELEFAX : 7942-0013, 7942-2507, 7942-4702 y 703  
CORREO ELECTRÓNICO : dschiquimula@inteln.net.gt

**RESULTADO DEL ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML. DE AGUA.**

REGISTRO : 5448 No. DE MUESTRA : 006-2008.  
COMUNIDAD : CASERIO HIERBA BUENA, ALDEA LA MINA  
MUNICIPIO : JOCOTÁN  
TIPO DE ACUEDUCTO : \_\_\_\_\_  
TIPO DE SERVICIO : COMUNITARIO  
NOMBRE Y TIPO DE FUENTE : MANANTIAL  
UBICACIÓN DE LA FUENTE : EN LA MISMA COMUNIDAD  
SITIO DE CAPTACIÓN : EN MANANTIAL  
LECTURA DE GPS : \_\_\_\_\_  
FECHA DE CAPTACIÓN : 12-08-2008 HORA DE CAPTACIÓN: 12 : 30  
SERVICIO DE SALUD : JOCOTÁN  
FECHA DE SOLICITUD : 12-08-2008  
RESPONSABLE : WILSON MONTERROSO  
CARGO : ESTUDIANTE EPS MEDICINA USAC  
FECHA ANÁLISIS : 13-08-2008  
METODOLOGÍA : MEMBRANAS FILTRANTES  
RESULTADOS : INCONTABLES COLONIAS DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES  
COMENTARIOS : AGUA NO APTA PARA CONSUMO HUMANO CON 2 COLONIAS EL AGUA NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO 29601 ( COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS ) Y EL MSPAS.

PROF. FERNANDO RUANO GUERRA  
ANALISTA