

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS EN EL CANTON EL PROGRESO MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZAN”

PRESENTADO POR:

BR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ

BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJIA

BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

DOCENTE DIRECTOR:

ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

JULIO DE 2008

SAN MIGUEL, EL SALVADOR CENTRO AMERICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Msc. Rufino Antonio Quezada

VICERECTOR ACADEMICO:

Msc. Miguel Angel Pérez Ramos.

SECRETARIO GENERAL:

Lic. Douglas Bladimir Alfaro Chávez.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

Ing. David Arnoldo Chávez Saravia

SECRETARIO:

Ing. Jorge Alberto Rugamas Ramírez

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA:

Ing. Uvin Edgardo Zúniga

TRABAJO DE GRADUACION APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR

ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

COORDINADORA DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. MILAGRO DE MARIA ROMERO BARDALES

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas e instituciones que han colaborado en la elaboración de este trabajo de graduación. Expresamos a todos nuestros sinceros agradecimiento y especialmente a:

Ing. José Roberto Handal.

Licda. Daris Sánchez.

Ing. Manuel Javier Zelaya Rivera.

Ing. José Atilio Vásquez Hernández.

Ing. Ever Hahys Mejia Arévalo.

Lic. David Alexander Sierra.

Sr. Héctor Ventura (Alcalde del Municipio de Torola).

Sr. Jacobo Ventura.

Grupo de estudiantes de tercer año de bachillerato del C.E. "García Flamenco" de Torola.

AGRADECIMIENTO A INSTITUCIONES

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

División de Riego y Drenaje del MAG.

Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR).

Alcaldía Municipal de Torola.

DEDICO ESTE TRIUNFO:

A DIOS: Por darme la sabiduría, iluminarme en los momentos mas oscuros, darme la fuerza de creer en que si se puede lograr lo que uno se propone y sobretodo darme Amor.

A MI MADRE: Por darme siempre palabras de aliento, amor, consejos, apoyo comprensión y motivarme a seguir siempre adelante por ser todo.

A MI HERMANO: Ernesto Federico Campos Martínez. Por darme la fuerza de luchar, de no darme por vencido y ser mi fuente de inspiración.

A MIS TIOS Y PRIMOS: Norma Cecilia Hernández, Ing. Blanca Yesenia Guerrero de Estrada, Rafael Antonio Gálvez, por darme siempre palabras de ánimo y su muestra de cariño

A MIS COMPAÑEROS: Cesar Javier Romero y Ada Patricia Sánchez, por su amistad, comprensión, esfuerzo y conseguir la meta trazada.

A MIS AMIGOS: Mario Blanco, Herberth Majano, Javier Romero, Herberth Alvarenga, Roxana Reyes, Omar Mejía, Alex Sierra. Por su cariño desinteresado y su amistad incondicional.

A MIS MAESTROS Y CATEDRATICOS: Por su dedicación, buenos consejos en mi formación académica Gracias.

MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ

DEDICO ESTE TRIUNFO:

A DIOS PADRE CELESTIAL: Por guiarme, iluminarme y darme toda esa sabiduría necesaria a lo largo de mi formación académica, para poder alcanzar la meta que me propuse.

A MIS PADRES: José Daniel Romero (Q.E.P.D) y María Hilda Mejía Vda. de Romero, por ese amor, ayuda, consejos y por brindarme ese apoyo incondicional en todo momento, a ellos les dedico y comparto en especial este gran éxito.

A MIS HERMANOS: Xiomara Iveth Romero Mejía, Hilda Janeth Romero Mejía, Daniel Antonio y Cristian Geovani por brindarme su apoyo, amor y comprensión.

A MIS ABUELOS: René Mejía y María Lidia Monteagudo (Q.E.P.D), por aconsejarme, apoyarme y desearme siempre verme triunfar.

A MIS TIOS Y PRIMOS: Que han estado siempre pendiente de mis estudios brindándome su ayuda, apoyo y palabras de aliento.

A MIS COMPAÑEROS: Marlon Ivan Campos Martínez y Ada Patricia Sánchez, por su amistad, esfuerzo y dedicación en el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A MIS AMIGOS: Mario Blanco, Herberth Majano, Marlon Campos, Herberth Alvarenga, Wilber, Nora, Roxana, Clayre, por ayudarme, apoyarme y por que de una u otra manera me han demostrado sinceramente su afecto.

A MIS MAESTROS: Por tantos conocimientos transmitidos, esfuerzo y dedicación a lo largo de toda mi formación académica.

CESAR JAVIER ROMERO MEJIA

DEDICO ESTE TRIUNFO:

A DIOS TODO PODEROSO: por enseñarme el camino correcto de la vida, guiándome y fortaleciéndome cada día a lo largo de mi formación académica.

A MI MADRE: Marita Sánchez, Por creer y confiar siempre en mi, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida. Sin lo que hubiese sido imposible lograr terminar estos estudios

A MIS HERMANOS: Elmer G. Sánchez, Maria E. Sánchez, Daris Sánchez, Lorena Sánchez, Por sus consejos, apoyo, amor, comprensión y palabras de aliento.

PRIMO: Mauricio Arnoldo Morales Martínez, por su ayuda y alentarme en todo momento

A MIS COMPAÑEROS: Marlon Iván Campos Martínez y Cesar Javier Romero, por su paciencia, esfuerzo y compañerismo durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

A MIS AMIGOS: que han respondido con comprensión, apoyo y han colaborado en la importante faceta de mi formación académica.

A MIS MAESTROS: por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia.

ADA PATRICIA SÁNCHEZ

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES

INTRODUCCION	23
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.2 JUSTIFICACION.....	28
1.3 OBJETIVOS.....	31
1.3.1 Objetivo General.....	31
1.3.2 Objetivos Específicos.....	31
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	32
1.4.1 Alcances.....	32
1.4.2 Limitaciones.....	33
1.5 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	34

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL.

2.1 MARCO HISTORICO.....	38
2.1.1 Antecedentes de Sistemas de Captación.....	38
2.1.2 Estado actual de los Sistemas de Captación de aguas Lluvias en El Salvador.....	39
2.2 MARCO TEORICO.....	44
2.2.1 Hidrología.....	44
2.2.2 Ciclo Hidrológico del agua.....	44
2.2.3 Precipitación.....	46
2.2.4 Evapotranspiración.....	52
2.2.5 Escurrimiento superficial.....	52
2.2.6 Infiltración.....	56
2.2.7 Cuenca.....	62
2.2.8 El Relieve Terrestre.....	64
2.2.9 Balance Hídrico.....	65
2.2.10 Clima.....	66
2.2.11 Suelo.....	67

2.2.12 Cultivos-----	84
2.2.13 Usos del agua.-----	89
2.2.14 Métodos de Riego.-----	92
2.2.15 Fenómenos Meteriologicos.-----	97
2.2.16 Captación de agua superficial.-----	98
2.2.17 Tecnologías de Captación y Almacenamiento de agua.-----	100
2.2.18 Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT).-----	110
2.3 MARCO NORMATIVO.-----	136
2.3.1 El Marco Institucional para la gestión del agua.-----	136
2.3.2 Legislación para la gestión del agua.-----	137

CAPITULO III: DESCRIPCION GENERAL DEL MUNICIPIO DE TOROLA.

3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA.-----	142
3.2 DISTRIBUCION POBLACIONAL: URBANA Y RURAL.-----	144
3.3 EDUCACION.-----	145
3.4 SALUD.-----	146
3.5 USO Y TENENCIA DE LA TIERRA.-----	146
3.6 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS DEL MUNICIPIO DE TOROLA.-----	147
3.7 VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA.-----	149
3.8 INFRAESTRUCTURA VIAL. -----	150
3.9 SERVICIOS BASICOS.-----	152
3.9.1 Agua.-----	152
3.9.2 Energía Eléctrica. -----	153
3.10 ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE TOROLA.-----	155
3.11 ORGANISMOS COMUNALES.-----	157
3.12 ANTECEDENTES RELACIONADOS CON ESTUDIOS DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS EN EL MUNICIPIO DE TOROLA.-----	158
3.13 PLANES ELABORADOS EN GESTION DE RIESGOS.-----	158

CAPITULO IV: DIAGNOSTICO DE AREAS DE POTENCIAL DE CAPTACION DE AGUA PARA USO PRODUCTIVO.

4.1 IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE AREAS CON POTENCIAL DE CAPTACION DE AGUA PARA USO PRODUCTIVO.-----	162
4.1.1 Ubicación.-----	162
4.1.2 Ubicación Geográfica.-----	162
4.1.3 Ubicación Política – Administrativa.-----	163
4.1.4 Ubicación Hidrológica.-----	164
4.2 CRITERIOS BIOFISICOS.-----	166
4.2.1 Precipitación.-----	166
4.2.2 Evapotranspiración.-----	167
4.2.3 Elevación media del micro cuenca-----	168
4.2.4 Geología.-----	169
4.2.5 Geomorfología.-----	171
4.2.6 Características Geomorfometricas.-----	173
4.2.7 Climatología.-----	173
4.2.8 Suelos.-----	180
4.2.9 Uso Inadecuado del suelo-----	187
4.2.10 Deforestación.-----	188
4.2.11 Sobrepastoreo.-----	190
4.2.13 Material Local Disponible.-----	192
4.2.14 Vías de acceso.-----	193
4.2.15 Tipos de Captación identificados en la micro cuenca.-----	194
4.3 CRITERIOS SOCIOECONOMICOS.-----	197
4.3.1 Población.-----	197
4.3.2 Población Económicamente Activa.-----	197
4.3.3 Actividad Productiva.-----	200
4.3.4 Tenencia de la Tierra.-----	201

4.3.5 Vivienda.....	201
4.3.6 Educación.....	208
4.3.7 Salud.....	209
4.4 CARACTERIZACION INSTITUCIONAL.....	210
4.5 PRUEBAS DE SUELOS REALIZADAS EN EL AREA DE ESTUDIO---	210
4.5.1 Prueba de Infiltración en campo.....	210
4.5.2 Análisis de Resultados de la Prueba de Permeabilidad.....	214
4.5.3 Prueba de Penetración Estándar (SPT).....	215
4.6 IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES DEL AGUA.....	219
4.7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	221
4.8 BALANCE HIDRICO.....	227
4.8.1 Ubicación.....	227
4.8.2 Precipitación (P)	227
4.8.3 Evapotranspiración Potencial (ETP).....	228
4.9 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL.....	235
4.9.1 Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en El Salvador.....	236
4.9.2 Situación de la Seguridad Alimentaria en El Municipio de Torola.....	237

CAPITULO V: DISEÑO DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS

LLUVIAS.

5.1 DEMANDA DE AGUA DE LOS CULTIVOS.....	242
5.1.1 Necesidad de agua en los cultivos.....	242
5.1.2 Factores que influyen en las necesidades de agua de los cultivos.---	243
5.1.3 Calculo de las Necesidades de agua de los cultivos.....	246
5.1.4 Precipitación Efectiva.....	255
5.1.5 Demanda de Agua.....	255
5.1.6 Necesidades Máximas de Agua en los Cultivos.....	256
5.1.7 Método de Calculo de la Demanda de Agua para los Cultivos (Sistema de Riego por Goteo).....	260
5.2 CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO.....	264
5.2.1 Tiempo de Concentración.....	264
5.2.2 Análisis de Precipitación.....	271

5.2.3	Análisis de Intensidad, Duración, y Frecuencia.	277
5.2.4	Duración de la Tormenta.	279
5.2.5	Periodo de Retorno.	280
5.2.6	Intensidades de lluvia para el Periodo de Diseño.	280
5.2.7	Coficiente de Escorrentía.	282
5.2.8	Calculo del Caudal de Diseño.	283
5.3	DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACION.	287
5.3.1	Diseño del Muro de Mampostería.	287
5.3.2	Diseño de Línea de Conducción.	309
5.3.3	Diseño del Almacenamiento.	314
5.4	DISEÑO DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA EN TECHOS.	319
5.5	MANTENIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD.	326
5.5.1	Mantenimiento.	326
5.5.2	Sostenibilidad.	326
	ANALISIS DE COSTO	329

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	CONCLUSIONES.	366
6.2	RECOMENACIONES.	369.
	FUENTES DE CONSULTA.	371

ANEXO:

ANEXO A: FICHA DE CARACTERIZACION Y ENCUESTA.

ANEXO B: RESULTADO DE ENCUESTAS.

ANEXO C: GRAFICOS DE ENCUESTA.

ANEXO D: ENCUESTA A CENTROS ESCOLARES.

ANEXO E: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE SUELOS SPT.

ANEXO F: MAPA DE INDICE DE ARIDEZ Y MAPA DE POBREZA.

ANEXO G: GLOSARIO.

ANEXO H: MAPAS Y PLANOS.

.

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Reservoirio ubicado en el municipio de Meanguera, Morazán.-----	43
Figura 2.2 Ciclo Hidrológico del Agua.-----	45
Figura 2.3 Perfil de Precipitación y Zona de Saturación del Suelo.-----	46
Figura 2.4 Diagrama del escurrimiento.-----	53
Figura 2.5 Tipos de Corriente según la recarga al manto freático.-----	55
Figura 2.6 Preparación del agujero para prueba de permeabilidad.-----	59
Figura 2.7: Llenado de agujero 24 horas antes de realizar las medidas.-----	60
Figura 2.8 Cuenca Hidrográfica.-----	62
Figura 2.9 Formación del Suelo.-----	68
Figura 2.10 Horizontes del Suelo.-----	70
Figura 2.11 Efecto de Humedad Sobre la Adhesión y Cohesión del Suelo.-----	74
Figura 2.12 Cultivo perenne (El Mango).-----	85
Figura 2.13 Cultivo Semi-perenne (cultivo caña).-----	86
Figura 2.14 Cultivo anual (cultivo de maíz).-----	86
Figura 2.15 Sistema de Riego por Aspersión.-----	93
Figura 2.16 Sistema de Riego por Goteo.-----	94
Figura 2.17 Sistema de Riego por Inundación (Cultivo de Arroz).-----	96
Figura 2.18. Tanque de Almacenamiento de Agua.-----	101
Figura 2.19 Reservoirio con plástico utilizado para Riego.-----	103
Figura 2.20 Embalse o Reservoirio con geomembrana utilizado Para Riego.----	104
Figura 2.21 Partes De Una Presa De Tierra.-----	105
Figura 2.22 Dique Zonificado Simple.-----	106
Figura 2.23 Presa De Tierra Con Núcleo Prolongado.-----	106
Figura 2.24 Presa De Tierra Sobre Material Permeable.-----	106
Figura 2.25 Presa De Tierra.-----	107
Figura 2.26 Vista Lateral de Diques de Piedra Ubicados según la pendiente.----	107
Figura 2.27 Diques de Piedra en Quebradas.-----	108
Figura 2.28 Caja de gavión metálico.-----	109
Figura 2.29 Dique con Gaviones en Quebrada.-----	109
Figura 2.30 Elementos que Componen el Sistema SCAPT-----	111

Figura 2.31 Recolección de agua en techos Domiciliar.-----	113
Figura 2.32 Sistema SCAPT con almacenamiento en laguneta revestidas con plástico.-----	114
Figura 2.33. Piletas de Concreto con Bloque de Arcilla Quemado, vista interior.	115
Figura 2.34 Mini represas en cárcavas.-----	116
Figura 2.35 Laguneta con Talud de Piedra, Arena y Cemento.-----	117
Figura 2.36. Laguneta Revestida con Polietileno para Cultivo de Peces.-----	118
Figura 2.37 Pozo Cisterna Construido con Bloque de Arcilla Quemada.-----	119
Figura 2.38 Excavación de Zanja.-----	120
Figura 2.39 Zanja de Almacenamiento Revestido.-----	120
Figura 2.40 Construcción de Aljibe Revestido con Concreto.-----	121
Figura 2.41 Excavación y Base del Aljibe.-----	122
Figura 2.42 Aljibe Revestido con Polietileno.-----	123
Figura 2.43. Anillo de Captación en Cerros.-----	124
Figura 2.44 Estanques de Derivación.-----	125
Figura 2.45. Micro Represa Desmontable de madera.-----	126
Figura 2.46. Micro Represa Desmontable con apoyo de aluminio.-----	127
Figura 2.47 Sistema de Captación de Agua por Bacheo.-----	128
Figura 2.48 Sistema de Captación de Agua por Bacheo, practica agronómica.-	128
Figura 2.49 Bocatoma.-----	135
Figura 3.1 Mapa de Limites Geográficos del Municipio de Torola.-----	142
Figura 3.2 División Político-Administrativa, Municipio de Torola.-----	143
Figura. 3.3 Materiales utilizados para vivienda, Municipio de Torola.-----	149
Figura. 3.4 Muestra el estado de los Accesos y el Transporte.-----	151
Figura 3.5 Acceso que conduce al cantón el progreso Municipio de Torola.----	151
Figura 3.6 Gráfico del acceso a agua potable en El Municipio de Torola.-----	152

Figura 4.1 Gráfico de Precipitación promedio anual (1996 – 2006).-----	167
Figura 4.2 Gráfico de Evapotranspiración Potencial en mm (1970 – 2001).-----	168
Figura 4.3 Gráfica de Temperaturas Mínimas y Máximas Absolutas.-----	172
Figura 4.4 Gráfica de Porcentaje de Humedad Relativa.-----	172
Figura 4.5 Gráfico de Promedios mensuales de Luz Solar (en hora/ día) hasta 1976.-----	178
Figura 4.6 Gráfico de Ocupación Familiar en el Cantón El Progreso.-----	200
Figura 4.7 Detalle de Pozo a cielo abierto para prueba de Permeabilidad.-----	211
Figura 4.8 Secciones de Agujero para Prueba de Permeabilidad.-----	211
Figura 4.9 Diagrama de Impactos, aplicado a Tecnologías de Captación y uso eficiente del agua.-----	226
Figura 4.10 Muestra la ventana inicial del programa Balance Hídrico ISBH 0.1 Beta.-----	230
Figura 4.11 Forma de introducir los datos al programa Balance Hídrico ISBH 0.1 Beta.-----	231
Figura 4.12 Resultados del Programa Balance Hídrico ISBH 0.1 Beta.-----	233
Figura 4.13 Gráfico del Balance Hídrico de la micro cuenca.-----	234
Figura 5.1 Esquema del proceso de Evapotranspiración.-----	242
Figura. 5.2 Cultivo de Maíz en buenas condiciones.-----	244
Figura 5.3 Cultivo de Maíz Marchito.-----	244
Figura 5.4 La evapotranspiración, condiciones del clima, de los cultivos y de la humedad del suelo.-----	246
Figura 5.5 Balance de agua del suelo.-----	247
Figura 5.6 Magnitudes de la ET_c (cultivo) en comparación de la ET_o .-----	248
Figura 5.7 Variación del coeficiente de cultivo (K_c).-----	250
Figura 5.8 Coeficientes de Cultivo para el Maíz, de acuerdo a su periodo Vegetativo.-----	251
Figura 5.9 Tanque de evaporación Tipo A.-----	253

Figura 5.10 Gráfica que representa la precipitación promedio mensual hasta 1985.-----	272
Figura 5.11 Gráfica de Precipitación Promedio Mensual de 1996 a 2006.-----	274
Figura 5.12 Gráfica de Intensidades Promedios Máximas de 1973 a 1982.-----	276
Figura 5.13 Intensidades Promedio Máximas Calculadas.-----	278
Figura 5.14: Reservorio en forma de trapecio vista de planta.-----	283

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Listado de Embalses Construidos por el MAG, en la Zona Oriental.----	42
Tabla 2.2 Rangos de Velocidad de infiltración según clases de Texturas.-----	57
Tabla 2. 3 Densidad Aparente de los Suelos.-----	71
Tabla 2. 4 Clases de Permeabilidad.-----	72
Tabla 2.5 Punto de Marchitez Permanente, Capacidad de Campo, Capacidad de Agua Disponible, para suelos de Varias Texturas.-----	82
Tabla 2.6 Compartimentos de Agua.-----	91
Tabla 2.7 Intercambios de Agua.-----	91
Tabla 3.1 Población por Cantón del Municipio De Torola, Morazán.-----	144
Tabla 3.2 Indicadores de Analfabetismo.-----	145
Tabla 3.3 Actividades Económicas de Municipio de Torola.-----	148
Tabla 3.4 Cobertura de Energía Eléctrica en el municipio de Torola.-----	153
Tabla 3.5 Organismos Gubernamentales.-----	154
Tabla 3.6 Organismos no Gubernamentales.-----	155
Tabla 4.1 Distribución del área de la micro cuenca por cantones.-----	156
Tabla 4.2: Características Geomorfométricas de la micro cuenca de la quebrada de los jobsos.-----	163
Tabla 4.3 Composición por sexo de la Población Económicamente Activa ocupada según rama de actividad económica, Municipio de Torola, Departamento de Morazán, 2004.-----	173
Tabla 4.4 Ingresos Promedios mensuales per capita en dólares según rama de actividad económica, Municipio de Torola, Departamento de Morazán, 2004.-----	198
Tabla 4.5: Ubicación de Viviendas del Caserío El Progreso.-----	199

Tabla 4.6 Infraestructura del Cantón El Progreso.-----	202
Tabla 4.7 Ubicación de Viviendas del Caserío El Jicaro del Cantón Cerritos.--	203
Tabla 4.8 Materiales Predominantes de las viviendas, Torola año 2005.-----	203
Tabla 4.9 Materiales Predominantes en los Techos de las viviendas, Torola año 2005.-----	204
Tabla 4.10 Materiales Predominantes en los pisos de las viviendas, Torola año 2005.-----	205
Tabla 4.11 Consultas atendidas desde Enero hasta Marzo, 2008.-----	209
Tabla 4.12 Calculo de la permeabilidad.-----	214
Tabla 4.13 Valores relativos de la permeabilidad.-----	215
Tabla 4.14 Clasificación de Suelos según la consistencia y Compacidad.-----	217
Tabla 4.15 Tabla de contenidos de Humedad del Suelo explorado.-----	218
Tabla 4.16 Capacidades de Carga a cada metro de profundidad en kg/cm ² .---	218
Tabla 4.17: Matriz de Diagnostico Ambiental.-----	224
Tabla 4.18 Presentación de Resultados de Diagnostico Ambiental.-----	225
Tabla 4.19: Precipitación Mensual y Anual para el año 1996 – 2006.-----	228
Tabla 4.20: Evapotranspiración Potencial Según Hargreaves (en mm). Período 1970 – 2001.-----	228
Tabla 4.21 Resultados del Balance Hídrico.-----	234
Tabla 4.22 Porcentaje de Hogares en pobreza según área geográfica. El Salvador, 1998 y 2004.-----	237
Tabla 4.23 Porcentaje de Ingresos Promedio Mensual de las Familias de la Micro cuenca.-----	238
Tabla 5.1 Ciclo vegetativo de Granos Básicos, Hortalizas y Cítricos.-----	245
Tabla 5.2 Coeficientes de Cultivo para Granos Básicos, Hortalizas.-----	252
Tabla 5.3 Uso Consuntivo (Milímetros / Día) en diferentes regiones de El Salvador.-----	260
Tabla 5.4 Constante (K) en diferentes Tipos de regiones de El Salvador.-----	260

Tabla 5.5 Cuadro resumen de caudal y volumen necesario para riego por goteo para diferentes cultivos Utilizando 3 horas de riego al día.-----	264
Tabla 5.6 Resultados de hoja de Excel para cálculo de T_c .-----	268
Tabla 5.7 Cantidades Promedios de Precipitación Mensuales y Anuales en mm hasta 1985.-----	271
Tabla 5.8 Datos de Precipitación Promedio Mensual y Anual proporcionados por el SNET. Comprendido entre 1996 – 2006.-----	273
Tabla 5.9 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual.-----	275
Tabla 5.10 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual hasta 120 min.-----	276
Tabla 5.11 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual Incrementados.-----	277
Tabla 5.12 Intensidad de Precipitación Máxima Anual Calculadas.-----	278
Tabla 5.13 Valores de Intensidad Máxima Anual Calculada con su Respectiva Frecuencia.-----	379
Tabla 5.14 Valores de Intensidad Máximas en mm/min.-----	382
Tabla 5.15 Parámetros para Estabilidad de Muros para Carga Sísmica y Gravitatoria.-----	306
Tabla 5.16 Coeficiente de Escorrentía para Diferentes Tipos de Materiales para Techos.-----	321
Tabla 5.17 Dimensiones de el Almacenamiento Familiar.-----	325
Tabla 5.18 Dimensiones la Cubierta de techo Familia.-----	325

LISTA DE SIGLAS ACRONIMOS.

ADEL:	Agencia de Desarrollo Económico Local.
ACMM:	Asociación Comunal del Mujeres de Morazán.
ANAES:	Asociación Nuevo Amanecer de El Salvador.
ASPS:	Asociación Salvadoreña de Promotores de Salud.
ADESCO:	Asociaciones de Desarrollo Comunal.
ANDA:	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
CADEM:	Comité Ambiental del Departamento de Morazán.
COMURES:	Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador.
CEBES:	Comunidades Eclesiales de Base.
DGRNR:	Dirección General de Recursos Naturales Renovables.
DIGESTYC:	Dirección General de Estadísticas y Censos
FONAES:	Fondo Ambiental de El Salvador.
FORGAES:	Fortalecimiento de la Gestión Ambiental de El Salvador.
FISDL:	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
FUSADES:	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social.
FECANM:	Federación de Cooperativas Agrícolas del Norte de Morazán.
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
MINED:	Ministerio de Educación.
MARN:	Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
MSPAS:	Ministerio de Salud y Asistencia Social.

- OEDA:** Oficina Especializada de Agua.
- PNUMA:** Programa para las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- PADECOMSM:** Patronato para el Desarrollo de las Comunidades de Morazán y San Miguel.
- PEA:** Población Económicamente Activa.
- SNET:** Servicio Nacional de Estudios Territoriales.
- USDA:** Departamento de Agricultura de Estados Unidos.



**CAPITULO I:
GENERALIDADES**



INTRODUCCION

El Salvador, esta caracterizado por dos estaciones climáticas bien marcadas, la estación lluviosa durante los meses de mayo a octubre y la estación seca comprendida entre los meses de noviembre a abril, lo que ha establecido que la agricultura se desarrolle mayormente entre los meses con lluvias, desaprovechando el uso de buena parte de precipitación experimentada durante esta época, en los periodos de sequía o ausencia de lluvias, por este motivo, en las zonas agrícolas del país se deben implementar acciones dirigidas a prever de infraestructuras para la captación y almacenamiento de agua, que sean suficientes, para contrarrestar los bajos rendimientos o perdidas en los cultivos, ocasionados por el agotamiento del recurso hídrico.

En este sentido, y en base a que la mayoría de estudios predicen la cantidad y agravamiento en la disminución de los caudales acuáticos disponibles para actividades agrícolas se hace necesario, establecer medidas integradas en donde se combinen los diferentes tipos de recursos humanos y técnicos; a fin de reducir o mitigar los efectos negativos ocasionados por la falta de agua; y nos permita un aprovechamiento mas eficiente de este recurso. Los reservorios o pequeños embalses de agua lluvia son infraestructuras que permiten emplear tecnologías propias que nos permitan utilizarla todo el año o tener una reserva de agua para cuando los cultivos lo requieran y que ofrezcan a los agricultores la posibilidad de producir sin interrupciones durante los ciclos normales de cada cultivo, así como la posibilidad de adoptar nuevas tecnologías que incrementen la productividad, y la diversificación en sus tierras, y colaborar en forma general a otras fuentes de trabajo, mas alimentos y mayores ingresos por familia.

El presente estudio "**Propuesta de Diseño de un sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia para riego de cultivos en el Cantón el Progreso, Municipio de Torola, Morazán**" tiene como propósito general permitir a los pobladores de la zona la disponibilidad de agua en la época seca, mediante la implementación de una alternativa de captación y almacenamiento de agua



superficial para fines agrícolas, contribuyendo así a la seguridad alimentaria, así como mejorar las condiciones económicas, generación de empleos e ingresos.

La investigación consiste en determinar la factibilidad de captar y almacenar parte del agua lluvia que cae en la zona mediante las obras civiles adecuadas e incentivar a las personas e instituciones a la práctica de la cosecha de agua. Los capítulos en que se ha dividido la investigación se mencionan a continuación:

- ✚ **Anteproyecto:** es el capítulo que contiene el problema de estudio y todo lo referente a los alcances, limitaciones, justificación y objetivos de la investigación.

- ✚ **Marco Referencial,** contiene lo relacionado al marco histórico, teórico y normativo de los sistemas de captación y almacenamiento de agua superficial.

- ✚ **Descripción General del Municipio de Torola,** menciona los datos generales, así como las condiciones físicas y socioeconómicas del municipio.

- ✚ **Diagnostico,** describe las caracterizaciones Físicas, Socioeconómicas e Institucional de la micro cuenca en las áreas con potencial de captación de agua para uso productivo, así como los estudios que se llevaran a cabo en el área de interés los cuales son: las pruebas de suelo realizadas en campo, la Identificación de contaminantes del agua, diagnostico ambiental y el balance hídrico.

- ✚ **Diseño,** contiene los parámetros de diseño para las obras de captación y almacenamiento de agua así como el presupuesto.

- ✚ **Conclusiones y Recomendaciones.**



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los embates generados por los cambios climáticos a nivel mundial, las características propias de los suelos así como su deterioro, son entre otros los principales factores que han llevado a los habitantes de la zona oriental del país a un estado crítico en sus procesos productivos, especialmente por la limitante del recurso agua, el cual se vuelve menos disponible como resultado del mismo manejo y su sobre explotación.

Por otra parte, la competitividad de los productos en un mundo globalizado limita aún más la posibilidad de producir bajo las exigencias que el mercado demanda, factor fundamental a superar si se quiere subsistir, especialmente en lo que respecta a volúmenes, calidad y sostenibilidad, lo cual cobra mayor interés en la actualidad en el cual la población no puede producir ni para su propio consumo, condiciones que se vuelven limitantes y se acentúan aún más cuando la vulnerabilidad a los cambios climáticos y los bajos niveles de desarrollo se combinan, demandando acciones mucho más efectivas que permitan contrarrestar estos fenómenos.

En el Municipio de Torola la actividad agrícola se realiza mayoritariamente de forma temporal, dependiendo fundamentalmente de la época lluviosa para el riego de los cultivos, en muchos lugares del municipio y principalmente los del área rural hay escasez de agua, es por tal razón que solamente el 0.51%¹ cultiva en época seca obteniendo el agua para sus cultivos de quebradas, pozos o ríos. Algunos la hacen llegar con mangueras por gravedad, por lo que contar con un reservorio de aguas lluvias es indispensable ya que puede suplir, en el verano, las necesidades hídricas de las comunidades que padecen en la actualidad la falta de agua, la cual constituye un recurso básico con que debe contar una comunidad rural en desarrollo.

¹ Fuente: Resumen de la Estrategia de Desarrollo Territorial de Torola, Morazán 2007, realizado por la Fundación Promotora de Productores y Empresarios Salvadoreños (PROESA)



En este sentido y con el propósito de disminuir los efectos, se debe buscar desarrollar una serie de acciones estratégicas, como el establecimiento de infraestructuras de captación de aguas lluvias con fines diversos, pero con más énfasis hacia el sector agropecuario y el uso doméstico, acompañada de medidas que garanticen el mejor aprovechamiento y sostenibilidad de las mismas.

Sin embargo, debido a las interrupciones de lluvia cada vez más frecuentes se requiere de acciones puntuales que contrarresten los efectos a los cultivos desarrollados en suelos degradados y altamente susceptibles a dicho fenómeno, por lo que las infraestructuras de captación de agua lluvia para la aplicación de riego de cultivos, están orientadas a beneficiar a los pequeños productores y representan una estrategia viable para contrarrestar e iniciar un proceso de cambio en el aprovechamiento eficiente del recurso, proyectando las respectivas acciones y metas de acuerdo a las necesidades y características de la población.

Por lo tanto se deben identificar las zonas en donde las variaciones climáticas, así como la presencia de fenómenos se han hecho sentir, afectando recurrentemente la región y generando un impacto negativo en el desarrollo socioeconómico de la población, que unido al tipo de cultivo de subsistencia, han contribuido a acrecentar más los problemas endémicos de la agricultura.

Bajo este planteamiento, se busca contrarrestar los efectos generados por el desequilibrio hídrico expresado en el régimen normal de lluvia, para lo cual la ejecución de alternativas de captación de agua impulsara al establecimiento de obras de carácter práctico, de tecnología intermedia y que sirva de plataforma para un cambio en las técnicas de cultivos y la mentalidad de los productores, con una estrategia fundamental, si se quiere reducir la fragilidad de los sistemas de producción frente al desequilibrio climático, así como la posibilidad de potenciar la penetración a nuevos mercados, mejorar la precaria condición económica de la



población, contribuir a la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible del municipio.

También dicha situación, permitirá a la población tener mejores alternativas de convivencia con los fenómenos naturales, contar con sistemas de producción más estables, reducir el nivel de incertidumbre y finalmente contribuir a que la mayor parte de población del sector rural se incorpore a los procesos productivos en la misma zona, generando empleo y evitando la migración, así como el deterioro de los recursos, concretizando en la búsqueda de mejores condiciones económicas y garantizando la seguridad alimentaria de las familias afectadas.



1.2 JUSTIFICACION

En el mapa de índice de aridez de El Salvador² del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) señala a los departamentos orientales como prioritarios por amenaza de desertificación y con mayor posibilidad de sufrir el impacto de sequías.

En el caso particular de la sequía, los efectos ocasionados al sector agrícola han sido severos y conllevan en algunas zonas la pérdida total de los cultivos principalmente en aquellas, que recurrentemente se ven afectadas por la reducción de la lluvia, a pesar de que climatológicamente el país presenta bien definidas sus dos estaciones. La estación seca, comprendida entre los meses de noviembre a abril y la lluviosa de mayo a octubre, esta última con periodos de precipitación históricamente bien definidos según el servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). y una precipitación media anual de 1,823 mm, con promedios de 3.7 mm; los meses más secos son enero y febrero con 368 mm, el mes más copioso es septiembre.

Este patrón climático ha contribuido a establecer las condiciones para que más del 85% de la agricultura del país se desarrolle bajo secano, entre el período de mayo a octubre, según la ocurrencia de las lluvias. Sin embargo, a pesar de la alta precipitación que experimenta el comportamiento normal de la estación lluviosa, ésta presenta períodos variados de estiaje, situación capaz de causar déficit hídrico en los cultivos, reduciendo los rendimientos y en consecuencia su rentabilidad, dicho fenómeno conocido como canícula se presenta como una interrupción de la actividad lluviosa durante los meses de julio y agosto y puede durar entre 10 y 15 días, llegando a un máximo de 30 en algunas zonas del país, en donde los factores como la alta radiación y las temperaturas, contribuyen a agudizar el problema,

² Ver mapa de índice de Aridez en Anexo F-1



especialmente en suelos pobres, poco profundos, altamente erosionados y con poca cobertura vegetal.

Aunado a ello la aparición de la canícula coincide con el período de crecimiento y/o floración de casi todos los cultivos anuales de temporada del país, pudiendo llegar a agotar las reservas de agua del suelo, afectando a los cultivos en su fase de mayor demanda de agua, lo que provoca una importante disminución en su rendimiento o la pérdida total de los mismos.

Torola reúne el perfil de un municipio cuya base económica es esencialmente agropecuaria, es en este sector el cual se genera la principal fuente de empleo e ingresos de la población. En cuanto a datos se refiere el 90.3%³ de la población masculina se dedica a este rubro.

Tanto la agricultura como la ganadería comparten como rasgos particulares el empleo relativamente intensivo del factor trabajo y los más bajos niveles de ingresos en el municipio: unos \$59.84 dólares en promedio al mes para los jornaleros. Este monto significa el 60 % del promedio general en el municipio, el cual es de \$98.80 según el Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos 2004. Tal retribución representa el equivalente a \$1.99 dólares al día, un 20% por debajo de la base salarial mínima diaria fijada por ley desde 1998 para los trabajadores agropecuarios⁴, de \$2.47 dólares, más los \$0.36 centavos de prestación alimenticia; en total, son \$84.9 dólares al mes.

Las cifras manejadas indican, con bastante claridad, la perpetuación de la miseria y la negación de la oportunidad material de vivir mejor para una amplia proporción de los trabajadores del campo del Municipio. Mensualmente, no ganan los

³ Ministerio de Economía, Dirección General de Estadísticas y Censos, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples Ampliada 2004. Mapa de Pobreza. Ver mapa en anexo F-2.

⁴ Decreto N° 72, tomo 339, del Órgano Ejecutivo de la República de El Salvador, dado en Casa Presidencial, San Salvador, el 22 de abril de 1998.



ingresos mínimos necesarios para adquirir los bienes con los cuales pudieran satisfacer sus necesidades diarias y mejorar la crisis alimentaria.

Por tal razón, se considera a Torola al primero de la lista de los 32 municipios del país clasificados en situación de extrema pobreza severa⁵, lo cual significa ser el municipio mas pobre del país.

Por lo que nuestra investigación trata de encontrar una **alternativa de captación y Almacenamiento de agua lluvia** con base a criterios aplicables a las condiciones agrometeorológicas, biofísicas, socioeconómicas del municipio de Torola; específicamente en el Cantón el Progreso el cual se busca beneficiar a 54 familias ubicadas en la micro cuenca en estudio, que podrán contar en época de verano, disponer del recurso hídrico para riego de cultivos lo que les permitirá mejorar sus condiciones de vida, así como contribuir a su seguridad alimentaria.

Con la implementación de un sistema de captación de aguas lluvias no se pretende solucionar el problema del agua que se tiene en el municipio de Torola, si no aportar parte de la solución al problema e incentivar a organismos e instituciones a continuar buscando mas soluciones sobre el problema ya que es de gran beneficio el demostrar a los sectores locales involucrados, la problemática social y económica de la desertificación y la alternativa del aprovechamiento del agua lluvia a través de la construcción de reservorios.

⁵ Resultados de censo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), en 32 municipios en pobreza extrema severa, Torola 2005



1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

- ✚ Determinar una alternativa de captación de agua superficial apropiada a las características biofísicas de la micro cuenca y a las condiciones socioeconómicas de la población, que les permita contar con una reserva de agua en la época seca para riego de cultivos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✚ Identificar y caracterizar el área mas adecuada con potencial de captación de agua por escurrimiento superficial para uso de riego.
- ✚ Conocer las tecnologías de captación y uso eficiente de agua, apropiadas a las características de suelo, clima y a las necesidades de agua de los cultivos de la micro cuenca.
- ✚ Identificar los impactos ambientales provocados en el suelo, agua y aire que serán ocasionados en la implementación de una tecnología de captación y uso eficiente del agua.
- ✚ Diseñar un sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia, que le permita a la población contar con una reserva de agua de 7740.0 m³ para riego de cultivo en la época seca.
- ✚ Elaborar los planos constructivos y presupuesto estimado del sistema diseñado.



1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 ALCANCES

- ✚ La caracterización dentro de la micro cuenca comprenderá los criterios Biofísicos, Socioeconómicos y la caracterización Institucional.
- ✚ Conocer mediante la investigación de campo la problemática real del agua y la producción de cultivos durante la época seca en el Municipio de Torola, con entrevistas y encuestas realizadas a los pobladores de los diferentes cantones de la micro cuenca.
- ✚ Se pretende por lo menos conocer y caracterizar 17 Tecnologías de captación y almacenamiento de agua lluvia de acuerdo a las condiciones físicas y socioeconómicas de la micro cuenca
- ✚ Reconocer el estado actual de los recursos naturales, el uso de los suelos, el relieve y Fisiografía, concentración de la población, la ubicación de viviendas y la disponibilidad de agua en fuentes superficiales.
- ✚ Se analizara la pendiente del terreno, características del suelo, costos de construcción, así como también la cantidad, intensidad y distribución estacional de las lluvias para determinar cual es el mejor método y sistema para captar y almacenar el agua.
- ✚ El presupuesto se realizara mediante el análisis de costos unitarios y únicamente para la implementación del sistema de captación y almacenamiento de agua diseñado.



1.4.2 LIMITACIONES

- ✚ La falta de una estación meteorológica dentro de la zona de estudio, nos permite tomar los datos de la estación de perquin ubicada a una distancia de 23 Km aproximadamente y no contar con las precipitaciones propias del lugar que nos permitan realizar un buen balance hídrico.

- ✚ La existencia de pocas áreas con pendientes suaves en la micro cuenca, no permite la implementación de mas de un reservorio con un volumen de 7901.82 m³ de agua.

- ✚ La falta de información bibliográfica y experiencias previas referente a sistemas de captación y almacenamiento de aguas lluvias en el país, nos conlleva a buscar experiencias de las Zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe con condiciones similares de sequía a la unidad hidrológica en estudio.

- ✚ El difícil acceso a lugares dentro de la micro cuenca, debido a las condiciones escabrosas y altas pendientes se imposibilito la caracterización de dichas áreas.

- ✚ No se podrá tomar en cuenta ninguna normativa técnica para el estudio, pues el país no cuenta con una que nos permita la construcción de sistemas de almacenamiento de agua lluvia (reservorios).



1.5 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

La metodología de la investigación, científicamente es; un procedimiento general para lograr de una manera precisa el objetivo de la investigación. De ahí que la metodología nos presenta los métodos y técnicas para realizarla. Esta constituye la médula del plan; se refiere a la descripción de las unidades de análisis o de investigación, las técnicas de observación y recolección de datos, los instrumentos, los procedimientos y las técnicas de análisis. En una investigación el método es un elemento necesario, ya que es la clave para acercarnos a la verdad o llegar al conocimiento.

Las acciones que comprende la realización del estudio incluyen la búsqueda, recopilación, selección, procesamiento y análisis, de la información existente, la que ha sido integrada con los trabajos de campo, a efecto de editar y elaborar el presente trabajo de investigación. Para poder desarrollar el trabajo de investigación se aplicará el método científico, como se explica a continuación:

1.5.1 Levantamiento de información

En esta etapa de la investigación se hace necesario dividirla en dos fases.

1. Recolección de información bibliográfica.
2. Recolección de datos de campo.

En la primera fase se obtendrá todo el material o bibliografía que sirva de apoyo a la investigación; para lograrlo se realizarán visitas a empresas e instituciones como:

- ✚ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- ✚ Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- ✚ Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal (CENTA)
- ✚ Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES).
- ✚ Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR).



- ✚ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
- ✚ Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).
- ✚ Fondo para la Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL)
- ✚ Alcaldía Municipal de Torola.
- ✚ Universidades

Todas estas visitas se realizarán con el objetivo de: encontrar antecedentes del tema en estudio, datos meteorológicos, mapas de suelo, mapas geológicos, mapas Hidrológicos e información de Sistemas de Captación de agua Lluvia del área de estudio, entrevistas con los profesionales de estas instituciones los cuales nos puedan dar una información que será de mucho interés para el desarrollo de nuestra investigación.

La segunda fase que es la recolección de datos se llevará a cabo mediante visitas de campo en el área de estudio para el reconocimiento de las condiciones biofísicas de la micro cuenca y socioeconómicas de la población mediante inspección visual, encuestas, entrevistas e intercambio de experiencias con agricultores de la zona. El levantamiento de áreas identificadas con potencial de captación de agua se realizara con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

1.5.2 Análisis e interpretación de la información

Con toda la información bibliografica recolectada y los datos de campo, se procede a ordenar la información y realizar los cálculos necesarios; para luego hacer el análisis e interpretación y así hacer la propuesta de diseño de captación en el lugar que se considere mas adecuado.

Sobre la base de toda la información obtenida, se procedió al análisis y procesamiento de la misma, para realizar el presente estudio, el cual fue complementado con las actividades siguientes:



- ✚ Fotointerpretación del área micro cuenca, con el fin de obtener información de interés (uso actual del suelo, sistema vial, drenajes y otros), la cual es difícil de obtener en recorridos de campo, debido a las condiciones escabrosas que presenta la zona, a los recursos y al tiempo disponible para la elaboración del documento.

- ✚ Recorridos de campo, para verificar, validar y analizar la información, recopilada. Así como para obtener información de los fenómenos vinculados con la precipitación, de las comunidades y pobladores, ubicados dentro de los límites de la micro cuenca y para conocer algunas características y comportamientos que tienen los principales cauces durante las épocas seca y lluviosa.

- ✚ Diseño, elaboración, análisis e interpretación de resultados de encuestas de propósitos múltiples, dirigidas a la población, agricultores y otros usuarios de los recursos hídricos de la zona del estudio.

- ✚ En cada área se registraron los puntos de elevación y coordenadas con uso del sistema de posicionamiento global GPS - Garmin, el uso de Sistema de Información Georeferenciada (SIG), mediante los programas Arc View 3.2, ArGis se elaboraran los mapas que muestren en forma gráfica la ubicación de estas áreas identificadas, zona de manantiales.

1.5.3 Presentación de resultados

Con esta etapa se finalizará la investigación y es aquí donde se presentarán las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó con dicho estudio.



**CAPITULO II:
MARCO
REFERENCIAL**



2.1 MARCO HISTORICO

2.1.1 ANTECEDENTES DE SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS

Diversas formas de captación de agua de lluvia se han utilizado tradicionalmente a través de los siglos. Pero estas técnicas se han comenzado a estudiar y publicar técnica y científicamente, sólo en época reciente. Muchas de las obras históricas de captación de agua de lluvia para uso doméstico se originaron principalmente en Europa y Asia.

En base a la distribución de los restos de estructuras de captación de agua de lluvia y el persistente uso de estas obras en la historia, se puede asumir que las técnicas de captación de agua de lluvia desempeñaban un papel importante en la producción agrícola y la vida en general en las zonas áridas y semiáridas en diversas partes del mundo. Parte de la agricultura en el Medio Oriente, estaba basada en técnicas como derivación de torrentes (wadi). En el Desierto de Negev, en Israel, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia que datan de 4000 años o más. Estos sistemas consistieron en el desmonte de lomeríos para aumentar la escorrentía superficial, que era entonces dirigida a predios agrícolas en las partes bajas. En el sur este de Túnez se utilizaron técnicas de micro captación para el crecimiento de árboles. Técnicas parecidas se practicaron por todo una vasta región del sur oeste de los Estados Unidos, noreste de México y en el Altiplano de México Central y Sur (FAO, 1987; FAO, 1990; UNEP, 1979).

Aunque, las experiencias en captación de agua de lluvia de los países como Israel, Estados Unidos y Australia, pueden ser utilizadas con adaptaciones en América Latina y el Caribe, muchas de estas experiencias y últimas investigaciones tienen una limitada relevancia a áreas con productores pobres en las zonas áridas y



semiáridas de la región. En Israel, por ejemplo, el énfasis de la investigación está en los aspectos hidrológicos de micro captación para árboles frutales como almendros.

En los Estados Unidos y Australia, la captación de agua de lluvia se aplica principalmente para abastecer de agua a la ganadería y al consumo doméstico; la investigación está dirigida principalmente hacia lograr incrementos en la escorrentía superficial a través de tratamientos en las áreas de captación.

No obstante, cabe mencionarse las experiencias de México (Anaya M., 1994), Brasil (Porto R. y Silva A., 1988), y las técnicas de captar agua de nieblas desarrolladas en Chile y Perú (Schemenauer S. y Cereceda P., 1993), como casos de técnicas muy bien descritas, para temas importantes de investigación en el futuro.

2.1.2 ESTADO ACTUAL DE LOS SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUAS LLUVIAS EN EL SALVADOR.

El uso del agua lluvia como fuente de abastecimiento en nuestro país, ha sido utilizado en forma limitada, el método más común de captar el agua lluvia es el uso de techos y tanques metálicos. El único sistema de recolección construido por las Administración de Acueductos y Alcantarillados (ANDA.) Esta ubicado en el Caserío El Carmen en las faldas del volcán de San Salvador y actualmente que contempla entre sus proyectos es en la ciudad de Metapan, la construcción de un reservorio, este será construido en el Cantón Las Piedras comunidad Valle Nuevo. Existen, además, otros sistemas artesanales de recolección de aguas lluvias ubicadas en puntos del volcán de Santa Ana, donde se recolecta el agua lluvia que cae sobre los techos, almacenándola en recipientes metálicos (barriles) para ser utilizados para usos domésticos y eventualmente para consumo humano.

Existen también datos sobre la utilización de reservorios provenientes de la captación de aguas lluvias para satisfacer necesidades agropecuarias como el que se encuentra ubicado en El Cantón El Cortez de San Pedro Puxtla.



El Cantón El Progreso se encuentra ubicado en el Municipio de Nueva San Salvador, posee recolección de aguas lluvias en forma individual a partir de los techos para almacenarlos en barriles, sin un adecuado tratamiento de potabilización, con lo que se exponen a enfermedades de origen hídrico.

El Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES), acorde con su área estratégica de trabajo “Conservación y Aprovechamiento Racional de los Recursos Hídricos” ha ejecutado una variada tipología de proyectos bajo esta concepción, y ha iniciado la ejecución del programa piloto “Techo y Agua”, financiado por el Gobierno de El Salvador, con recursos provenientes del Fondo Franco – Salvadoreño, dirigido a comunidades y grupos más vulnerables del país, donde las dificultades para el abastecimiento de agua son extremas por la lejanía de las fuentes o por carencia de recursos para comprarla a distribuidores.

Los dos tipos específicos de proyecto que ha venido ejecutando FONAES son los que se refiere a: Techo y Agua Domiciliar y Techo y Agua Escolar.

"Techo y Agua Domiciliar"

El sistema domiciliar consiste en la construcción de una cisterna de aproximadamente 12 m³ de capacidad, la instalación de un techo de 12 m², para la recolección del agua lluvia, lo que permite una dotación cuatro cántaros de agua al día por familia, equivalentes a unos 100 litros por día, proporcionando una reserva de agua para un período de aproximadamente 120 días en la época seca.

"Techo y Agua Escolar"

Techo y Agua Escolar es la respuesta que el FONAES da a la problemática del agua en las escuelas de la zona rurales. En nuestro país muchas de las escuelas que operan en las zonas rurales no cuentan con servicio de agua potable o el servicio es deficiente. Es por esto que se inició la implementación de un Programa



para la captación de agua lluvia en los centros escolares, con una capacidad de entre cien y ciento cincuenta metros cúbicos.

El área de influencia del programa piloto comprende también zonas del área rural de los Departamentos de Ahuachapán, Santa Ana, San Miguel, Morazán y La Unión y pretende beneficiar a unas 500 familias.

Para cubrir la meta del Programa “Techo y Agua” en esta fase piloto, se están ejecutando catorce proyectos, siete de ellos correspondientes a la primera fase se encuentran prácticamente concluidos: tres en el Cantón El Chagüite del Municipio de Tacuba en Ahuachapán, beneficiando a 91 familias; dos en Santa Ana, para atender 31 familias del cantón Calzontes Arriba y 29 del cantón Potrero Grande; otro en el Cantón La Presa en La Unión, asistiendo a 29 familias y uno en el Caserío El Carreto en las faldas del volcán Chaparrastique en San Miguel para beneficiar a 30 familias más.

Los proyectos de la segunda fase estarán finalizados a más tardar en el mes de noviembre y comprenden siete proyectos: tres proyectos adicionales en el cantón El Chagüite, en Tacuba, Ahuachapán para cubrir 144 familias más; dos para atender 44 familias en los cantones Calzontes Arriba y Potrero Grande Arriba de Santa Ana; otro atendiendo 30 familias del Caserío La Polvosa del Cantón El Volcán en San Miguel y uno más en el Caserío Los Velásquez, Cantón Corralito, Corinto en Morazán, beneficiando a 29 familias con sistemas de captación de aguas lluvias.

Además con la asistencia financiera del proyecto FORGAES de la Unión Europea se implemento el programa "Procesos Educativos para la protección y conservación del Recurso Hídrico" lográndose construir 8 sistemas de captación de aguas lluvias en igual número de Centros Educativos de la Cuenca del Lago de Coatepeque. Los lugares donde se encuentran estos centros educativos son los siguientes:



1. Hacienda el Porvenir
2. Caserío San Juan Las Minas.
3. Planes de La Laguna.
4. Caserío Méndez Zetino.
5. Caserío Vuelta de Oro
6. Cantón Caña Brava.
7. Cantón El Jocotón
8. Fe y Alegría.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) realizó en el año de 1998 la construcción de 32 reservorios estanques, para la captación y almacenamiento de aguas lluvias en los Departamentos de La Unión, Morazán, Usulután y la zona norte de San Miguel. A continuación se presenta el listado de 10 embalses que han sido considerados como prioridad para su reconstrucción debido al mal funcionamiento muy por debajo de lo proyectado, para lo cual se integro un equipo de técnicos de las dependencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); CENDEPESCA, DGRNR Y DIA.

Tabla 2.1 Listado de Embalses Construidos por el MAG, en la Zona Oriental

Embalse	Cantón	Municipio	Departamento
Jaguitas	Santa Anita	Mercedes Umaña	Usulután
El Charcal	Tecomatal	Estanzuelas	Usulután
El Papalón	San Jerónimo	San Alejo	La Unión
Minitas	Sn Juan de la Cruz	Yamabal	Morazán
Altomiro	Altomiro	San Miguel	San Miguel
El Ujushte	La Joya	San José de la Fuente	La Unión
El Socorro	El Socorro	Yayantique	La Unión
CDT- Morazán	El Rosario	San Francisco Gotera	Morazán
Santa Inés	Santa Inés	San Miguel	San Miguel
Mayucaquín	Santa Inés	San Miguel	San Miguel

Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG



Finalmente en el área rural de Meanguera, Caserío El Cutuco , Departamento de Morazán existen 13 comunidades que trabajan en la construcción de un reservorio para poder contar con el servicio de agua potable en sus hogares, El proyecto corre por cuenta de la comunidad Micro regional Meanguera y Torola(ver figura 2.1).

En el municipio de Villa El Rosario, del mismo Departamento se realizo el proyecto piloto de un reservorio de agua lluvia en la comunidad Vista al río, dicho proyecto constaba del Diseño, Construcción y Sostenibilidad lo cual se enfocaba en lograr la participación ciudadana, el Alcalde y su consejo, Comité Ambiental del Departamento de Morazán (CADEM) u otras instituciones.



Figura 2.1 Reservorio ubicado en el municipio de Meanguera, Morazán con una capacidad de almacenamiento de 17000 m³, para abastecer de agua potable a 927 familias.



2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 HIDROLOGÍA

El objetivo primario de la hidrología es el estudio de las interrelaciones entre el agua y su ambiente, ya que la hidrología se interesa principalmente en el agua localizada cerca de la superficie del suelo, se interesa particularmente en aquellos componentes del ciclo hidrológico que se presentan ahí, esto es, precipitación, evapotranspiración, escorrentía y agua en el suelo. Involucra la descripción y la confección de mapas de los grandes cuerpos de agua, tales como lagos, mares interiores y océanos. Por el otro lado, la hidrología del suelo se centra en el agua que se encuentra en la zona saturada debajo de la superficie del suelo, y en la física suelo-agua en la zona no saturada.

2.2.2 CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA

El ciclo hidrológico se define como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en forma de vapor de agua, se debe a la evaporación directa, a la transpiración por las plantas y animales y por sublimación (paso directo del agua sólida a vapor de agua).

La cantidad de agua movida, dentro del ciclo hidrológico, por el fenómeno de sublimación es insignificante en relación a las cantidades movidas por evaporación y por transpiración, cuyo proceso conjunto se denomina evapotranspiración.



El vapor de agua es transportado por la circulación atmosférica y se condensa luego de haber recorrido distancias que pueden sobrepasar 1,000 km. El agua condensada da lugar a la formación de nieblas y nubes y, posteriormente, a precipitación.

La precipitación puede ocurrir en la fase líquida (lluvia) o en la fase sólida (nieve o granizo). El agua precipitada en la fase sólida se presenta con una estructura cristalina, en el caso de la nieve, y con estructura granular, regular en capas, en el caso del granizo. La precipitación incluye también el agua que pasa de la atmósfera a la superficie terrestre por condensación del vapor de agua (rocío) o por congelación del vapor (helada) y por intercepción de las gotas de agua de las nieblas (nubes que tocan el suelo o el mar), ver figura 2.2.

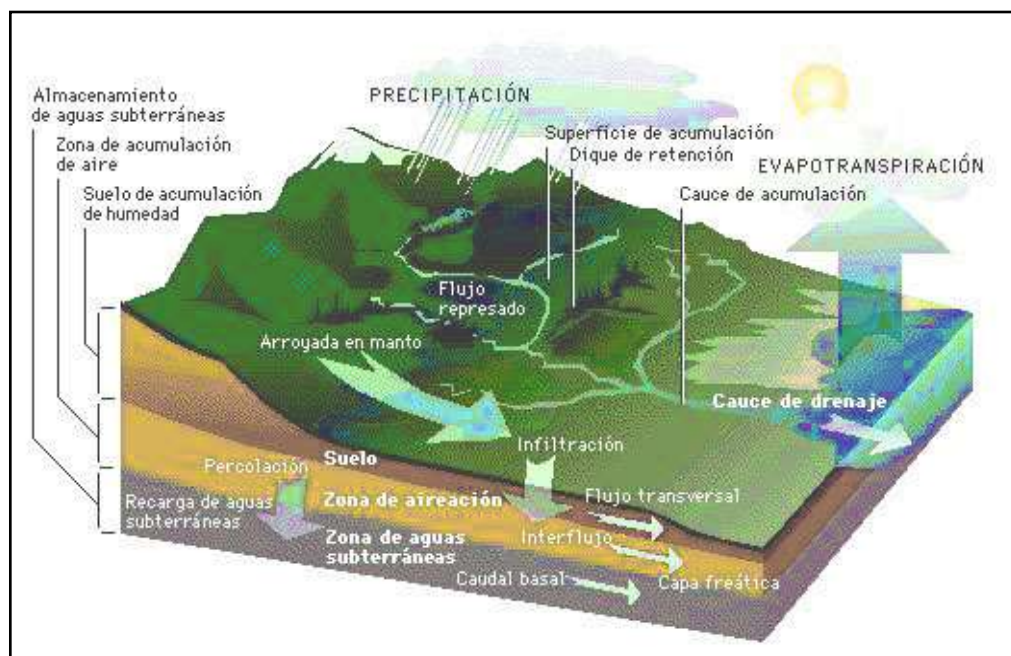


Figura 2.2 Ciclo Hidrológico del Agua



2.2.3 PRECIPITACIÓN

Cuando por condensación las partículas de agua que forman las nubes alcanzan un tamaño superior a 0,1 mm comienza a formarse gotas, las que caen por gravedad dando lugar a las precipitaciones (en forma de lluvia, granizo o nieve), ver figura 2.3.

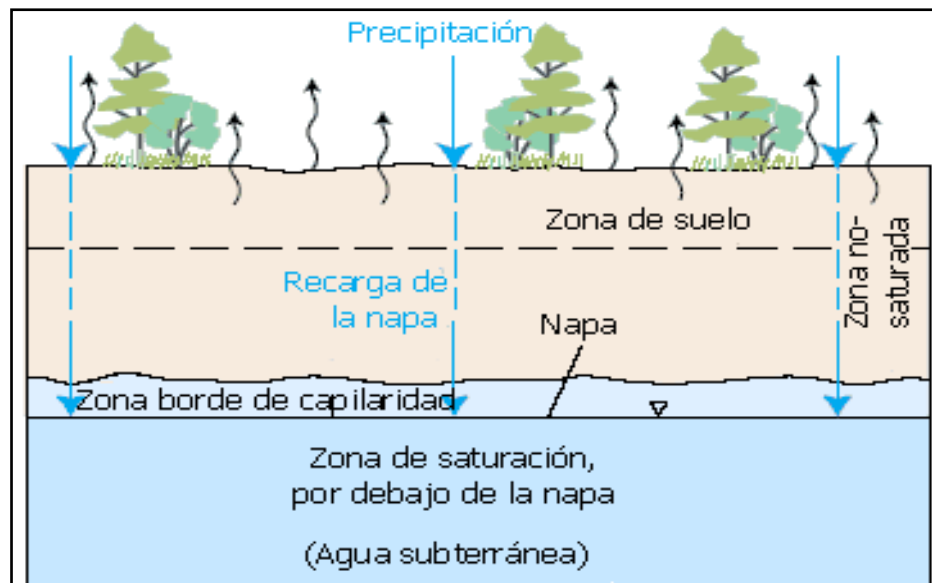


Figura 2.3 Perfil de Precipitación y Zona de Saturación del Suel



Origen de la Precipitación

En esencia toda precipitación de agua en la atmósfera, sea cual sea su estado (sólido o líquido) se produce por la condensación del vapor de agua contenido en las masas de aire, que se produce cuando dichas masas de aire son forzadas a elevarse y a enfriarse. Cuando el agua condensada alcanza una masa crítica, se hace más pesado que el aire que la circunda y "precipita".

Según el mecanismo por el cual dichas masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones según sean: frontales, conectivas u orográficas.

Precipitación Frontal

Ocurre cuando 2 masas de aire de distintas presiones, tales como la fría más pesada y la cálida más liviana chocan una con la otra.

Precipitación Convectiva

Se produce generalmente en regiones cálidas y húmedas, cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura, se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.

Precipitación Orográfica

Efecto Foëhn: cuando una masa de aire húmedo circula hacia una masa montañosa, se eleva hasta llegar a la cima de la montaña. Al ascender se enfría y el agua que contiene se condensa por lo que se producen las precipitaciones y la masa de aire pierde humedad. Al pasar a la otra ladera de la montaña, el aire seco desciende y se calienta. Se genera un viento seco y cálido que puede producir deshielo.



La Precipitación Efectiva

Según Ogrosky y Mockus definen la precipitación efectiva como aquella precipitación total durante la temporada vegetativa menos la escurrida después de la saturación del suelo, cuando el agua adicional se pierde por infiltración profunda o por escorrentía. La definición de Mayes y Buell es que la precipitación efectiva es la cantidad de lluvia disponible para el crecimiento de la planta y equivale a la precipitación total menos la escorrentía y la evaporación.

Según el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la precipitación efectiva es la que recibe el cultivo durante su período vegetativo y sirve para satisfacer sus necesidades de consumo de agua.

Según Miller y Thomson definieron la precipitación efectiva como la razón precipitación/evapotranspiración de un lugar determinado.

La definición de Dastane que la precipitación efectiva como la parte de la lluvia anual que es útil directa y/o indirectamente para la producción del cultivo en el lugar donde cae, pero sin bombeo; incluye el agua interceptada por la vegetación viva o seca, además el agua que se pierde por evaporación de la superficie del suelo, la precipitación perdida por evapo-transpiración durante el crecimiento, la parte que contribuye a lixiviación, infiltración, o que facilita otras operaciones de cultivo antes o después de la siembra, sin perjudicar el rendimiento o la calidad de los cultivos principales. Según Brouwer la precipitación efectiva es la lluvia total menos la escorrentía superficial, menos la evaporación y menos la percolación profunda; solo el agua retenida en la *zona* radicular puede ser usada por las plantas, representando lo que se llama porción efectiva de la precipitación. El término precipitación efectiva, dice Brouwer se usa por tanto para definir la fracción de agua lluvia caída que es realmente útil a efectos de satisfacer las necesidades de agua de los cultivos, Para este mismo autor los factores que influyen en la precipitación efectiva son: clima, textura del suelo, estructura del suelo, profundidad de la zona radicular



(ya que esta influye en el almacenamiento de agua), topografía, contenido inicial de agua y método de riego.

La Medición de la Precipitación

La determinación de los valores precipitados para cada una de las modalidades mencionadas se efectúa con instrumentos especiales estandarizados y registrándose los valores en horarios preestablecidos, con la finalidad de que los valores indicados para localidades diferentes sean científicamente comparables.

Los instrumentos más frecuentemente utilizados para la medición de la lluvia y el granizo son los pluviómetros y pluviógrafos, estos últimos se utilizan para determinar las precipitaciones pluviales de corta duración y alta intensidad.

Estos instrumentos deben ser instalados en locales apropiados donde no se produzcan interferencias de edificaciones, árboles, o elementos orográficos como rocas elevadas. La Precipitación pluvial se mide en mm., que equivale al espesor de la lámina de agua que se formaría, a causa de la precipitación sobre una superficie plana e impermeable.

A partir de 1980 se está popularizando cada vez más la medición de la lluvia por medio de un radar meteorológico los que generalmente están conectados directamente con modelos matemáticos, que permiten así determinar la lluvia y los caudales en tiempo real, en una determinada sección de un río.

Variación Temporal de la Precipitación

La variación anual de las precipitaciones se da en el ámbito de un año, en efecto, siempre hay meses en que las precipitaciones son mayores que en otros. Para poder evaluar correctamente las características objetivas del clima, en el cual la precipitación, y en especial la lluvia, desempeña un papel muy importante, las



precipitaciones mensuales deben haber sido observadas por un periodo de por lo menos 20 a 30 años, lo que se llama un período de observación largo.

La variación estacional de las precipitaciones, en especial de la lluvia, define el año hidrológico. Este da inicio en el mes siguiente al de menor precipitación media de largo período. La precipitación presenta también variaciones plurianuales, en efecto fenómenos naturales como el llamado Fenómeno de El Niño.

Altura de Precipitación

Medida de la altura del agua de lluvia que cubriría la superficie del suelo, en el área de influencia de una estación pluviométrica, si pudiese mantenerse sobre la misma sin filtrarse ni evaporarse. Se expresa generalmente en mm.

La medición de la precipitación se efectúa por medio de pluviómetros o pluviómetro, los segundos son utilizados principalmente cuando se trata de determinar precipitaciones intensas de corto período. Para que los valores sean comparables, en las estaciones pluviométricas, se utilizan instrumentos estandarizados.

Importancia de las Precipitaciones en la Ingeniería

Muchas obras de ingeniería civil son profundamente influenciadas por factores climáticos, entre los que se destaca por su importancia las precipitaciones pluviales. En efecto, un correcto dimensionamiento del drenaje garantizarla la vida útil de una carretera, una vía férrea, un aeropuerto etc. El conocimiento de las precipitaciones pluviales extremas y el consecuente dimensionamiento adecuado de los órganos extravásales de las represas garantizará su seguridad y la seguridad de las poblaciones y demás estructuras que se sitúan aguas abajo de la misma. El conocimiento de las lluvias intensas, de corta duración, es muy importante para dimensionar el drenaje urbano, y así evitar inundaciones en los centros poblados.



Las características de las precipitaciones pluviales que deben conocerse para estos casos son: La Intensidad, Duración de la lluvia

La Intensidad de la Lluvia y Duración de la Lluvia

Estas dos características están asociadas. Para un mismo tiempo de retorno, al aumentarse la duración de la lluvia disminuye su intensidad media, la formulación de esta dependencia es empírica y se determina caso por caso, con base en datos observados directamente en el sitio estudiado o en otros sitios vecinos con las mismas características orográficas.

Determinación de la Lluvia media en una Cuenca

Las dimensiones de una cuenca hidrográfica son muy variadas, especialmente cuando se trata de estudios que abarcan una área importante, es frecuente que en la misma se sitúen varias estaciones pluviométricas.

Para determinar la precipitación en la cuenca en un período determinado se utiliza el procedimiento denominado polígono de Thiessen o el método de las Isócronas

Lluvia De Diseño

Es la cantidad de lluvia estacional, arriba de la cual, el sistema está diseñado para promover escorrentía superficial suficiente para cubrir el requerimiento de agua de los cultivos. Si la lluvia es inferior a esta lluvia de diseño, hay un riesgo de fracaso del cultivo, debido a estrés por humedad. Cuando la lluvia es superior, entonces la escorrentía superficial está en excedente y podría sobrepasar los bordos y resultar en un daño a las estructuras. La lluvia de diseño se determina según una cierta probabilidad de ocurrencia. Si por ejemplo, se fuera a establecer con un 67% de probabilidad, la lluvia ocurrirá o estará excedida (como promedio), en dos de cada



tres años y la lluvia captada será suficiente para satisfacer el uso consuntivo, también en dos de cada tres años.

2.2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN

En casi todas las formaciones geológicas existe una parte superficial cuyos poros no están saturados en agua, que se denomina “zona no saturada”, y una parte inferior saturada en agua, y denominada “zona saturada”. Una buena parte del agua infiltrada nunca llega a la zona saturada sino que es interceptada en la zona no saturada. En la zona no saturada una parte de esta agua se evapora y vuelve a la atmósfera en forma de vapor, y otra parte, mucho más importante cuantitativamente, se consume en la “transpiración” de las plantas. Los fenómenos de evaporación y transpiración en la zona no saturada son difíciles de separar, y es por ello por lo que se utiliza el término “evapotranspiración” para englobar ambos términos.

2.2.5 ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL

El escurrimiento es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. Dicho de otra manera, es el deslizamiento virgen del agua, que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre. De acuerdo con las partes de la superficie terrestre en las que se realiza el escurrimiento, éste se puede dividir en: Escurrimiento Superficial o escorrentía y Escurrimiento Sub superficial ver figura 2.4

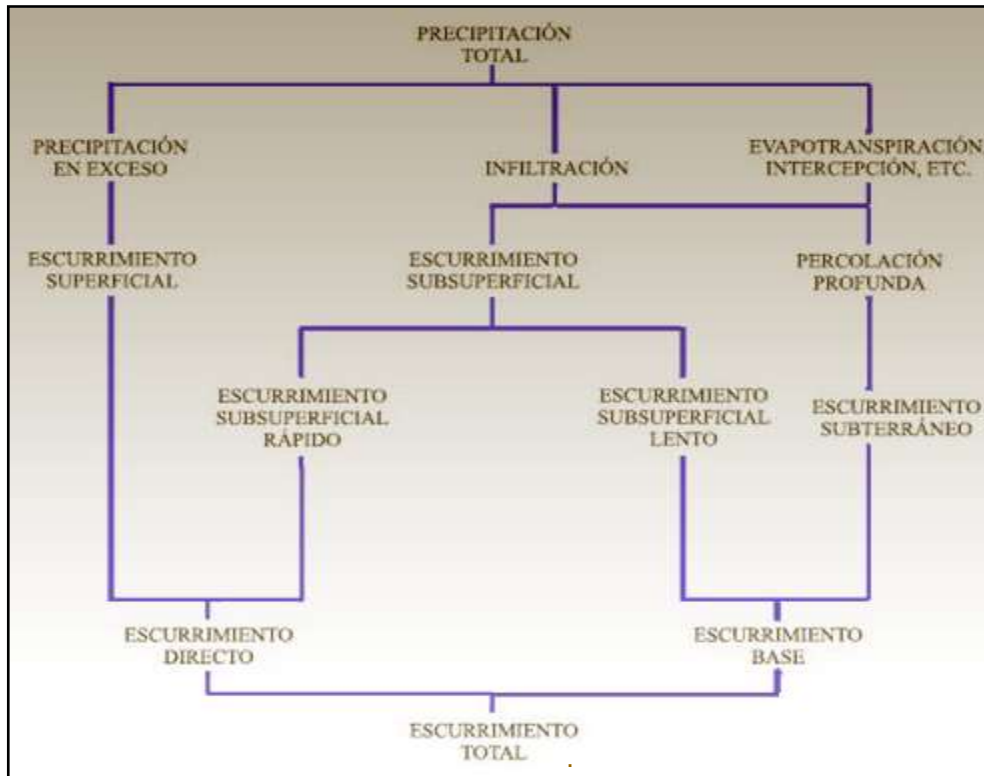


Figura 2.4 Diagrama del escurrimiento

Escurrecimiento superficial o escorrentía. Es la parte del agua que escurre sobre el suelo y después por los cauces de los ríos.

Escurrecimiento Subsuperficial.

Es la parte del agua que se desliza a través de los horizontes superiores del suelo hacia las corrientes. Una parte de este tipo de escurrecimiento entra rápidamente a formar parte de las corrientes superficiales y a la otra le toma bastante tiempo el unirse a ellas.

Ciclo del escurrecimiento

Primera fase: Comprende la época seca en la que la precipitación es escasa o nula. La corriente de los ríos es alimentada por los mantos de agua subterránea.



La evapotranspiración es bastante intensa, y si esta fase no fuera interrumpida, llegarían a secarse las corrientes.

En regiones de clima frío, donde la precipitación es en forma de nieve, si la temperatura permite el deshielo, habrá agua disponible para mantener las corrientes fluviales, interrumpiéndose así la primera fase e iniciándose la segunda.

Segunda fase: Caen las primeras precipitaciones cuya misión principal es la de satisfacer la humedad del suelo. Las corrientes superficiales, si no se han secado, siguen siendo alimentadas por el escurrimiento subterráneo. Si se presenta escurrimiento superficial, éste es mínimo. La evapotranspiración se reduce. Cuando existe nieve, ésta absorbe parte de la lluvia caída y su efecto de almacenamiento alargará este segundo período. A través del suelo congelado puede infiltrarse el agua precipitada si su contenido de humedad es bajo.

Tercera fase: Comprende el período húmedo en una etapa más avanzada.

El agua de infiltración satura la capa del suelo y pasa, por gravedad, a aumentar las reservas de agua subterránea. Se presenta el escurrimiento superficial, que puede o no llegar a los cauces de las corrientes, lo cual depende de las características del suelo sobre el que el agua se desliza. Principios de hidrogeografía

Si el cauce de las corrientes aún permanece seco, el aumento del manto freático puede ser, en esta fase, suficiente para descargar en los cauces. Si la corriente de agua sufre un aumento considerable, en lugar de que sea alimentada por el almacenamiento subterráneo (corriente efluente), la corriente contribuirá al incremento de dicho almacenamiento (corriente influente; Figura. 2.5 (a) y (b))



Figura 2.5 Tipos de Corriente según recargue al manto freático

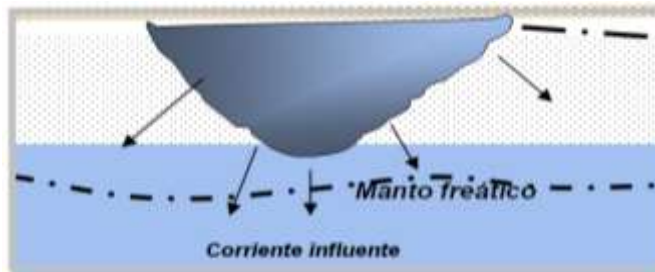
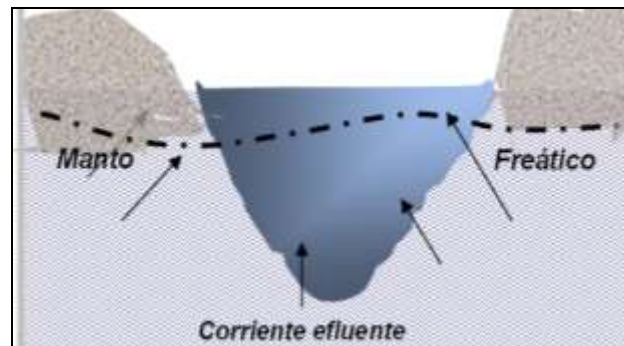


Figura 2.5 (a) Tipo de corriente según recargue al manto freático (influyente)

Figura 2.5 (b) según *alimento del manto freático (efluente)*.

La Evapotranspiración es lenta. En caso de que exista nieve y su capacidad para retener la lluvia haya quedado satisfecha, la lluvia caída se convertirá directamente en escurrimiento superficial.

Cuarta fase: Continúa el período húmedo. La lluvia ha satisfecho todo tipo de almacenamiento hidrológico. En algunos casos el escurrimiento sub superficial llega a las corrientes tan rápido como el escurrimiento superficial.

El manto freático aumenta constantemente y puede llegar a alcanzar la superficie del suelo, o bien la velocidad de descarga hacia las corrientes puede llegar a ser igual a la de recarga. Los efectos de la nieve y el hielo son semejantes a los de la tercera fase.

Quinta fase: El período de lluvia cesa. Las corrientes de agua se abastecen del escurrimiento sub superficial, del subterráneo y del almacenamiento efectuado por el



propio cauce. La evapotranspiración empieza a incrementarse. En caso de existir nieve, cuando la temperatura está bajo 0° C, produce la prolongación de esta fase.

Esta fase termina cuando las reservas de agua quedan de tal manera reducida que se presentan las características de la primera fase.

Factores que Afectan al Esguerrimiento Los factores que afectan al esguerrimiento se refieren a las características del terreno, cuencas hidrográficas, y se dividen en dos grandes grupos: los climáticos y los relacionados con la fisiografía.

2.2.6 Infiltración.

La infiltración es el flujo de agua de la superficie del suelo hacia abajo, primero en la zona de raíces, y después en el subsuelo. La cantidad de agua que se filtra en el suelo, de pende de la velocidad de infiltración y del tiempo disponible para este proceso.

La velocidad de infiltración depende principalmente de la porosidad y permeabilidad del suelo. A su vez, ésta depende de la estructura del suelo y, por lo tanto, de su textura, su contenido de materia orgánica y de la labranza. La velocidad de infiltración alcanza hasta 25cm/hora en los suelos arenosos; hasta 10 cm. /hora en los suelos francos y hasta 20cm. /hora en los suelos arcillosos.

La velocidad de infiltración es el fenómeno por medio del cual el volumen de agua aplicado al suelo, se introduce a éste a través de los poros, para quedar almacenada el agua en el perfil del suelo, a disponibilidad de las plantas. Físicamente se expresa como el volumen de agua que penetra al suelo por unidad de área de suelo en la unidad de tiempo, es decir:

$$I \equiv \frac{Va}{AxT} (cm / hora) \quad \text{Ec 2.1}$$



La cantidad de agua que se infiltra en un suelo, en una unidad de tiempo, bajo condiciones de campo, disminuye conforme aumenta la cantidad de agua que ya ha entrado en él.

La cantidad de agua que se infiltra en un suelo, en un intervalo de tiempo, es máxima al comenzar la aplicación en el suelo. Después de un largo tiempo, la velocidad con que el agua entra se acerca a un valor constante (ver tabla 2.2).

Tabla 2.2: Rangos de Velocidad de infiltración según clases de Texturas

VELOCIDAD DE INFILTRACION EN CM/HORA		
Clase Textura	Mínimas	Máximas
C	0.10	0.25
CI y CA	0.25	0.50
FC Y FCL	0.5	1.00
FCA	0.75	1.50
L, FL, F	1.25	1.75
FA	1.75	2.50
AF	2.50	5.00
A Fino	5.00	

Fuente: Clasificación de tierra con fines de riego de la estación experimental y de practica de la Facultad de Ciencias agronómicas de la Universidad de El Salvador.Tesis

Condición de Superficie e Infiltración

En superficies abiertas y permeables la capacidad de infiltración aumenta, en contraste con una superficie compacta, en donde la velocidad de infiltración es baja y de escurrimiento alto.

La condición de la superficie del suelo varía según el cultivo, clima y práctica que se siga en su manejo. Cuanto más grande sea el follaje y más extenso su



sistema radicular, mayores son los efectos benéficos de las plantas en el mantenimiento de una estructura abierta en la superficie.

Prueba de Infiltración o Percolación.

Las pruebas de infiltración son básicas para determinar la aceptación del sitio donde se realizara el diseño del Almacenamiento. Los periodos necesarios para las pruebas de infiltración varían con los diferentes tipos de suelos; el método mas seguro es verificar las pruebas en agujeros que se han mantenidos llenos de agua por no menos de 4 horas y, de preferencia, durante la noche y es mas deseable si las pruebas quedan al cuidado de una persona con experiencia y aun así se pueden presentar casos difíciles como es el de aquellos suelos que se distienden al humedecerse.

La tasa de infiltración se calcula partiendo de los datos de las pruebas obtenidos después que se haya dado a los suelos la oportunidad de humedecerse o saturarse y para distenderse, por lo menos por 24 horas.

Estos principios han quedado incorporados en la prueba de infiltración, formulada por el Centro de Ingeniería Sanitaria Robert A. Taft, y su aplicación se recomienda muy particularmente cuando es limitado el conocimiento de los tipos y estructuras de los suelos.

Pruebas de Infiltración, formulado por el Centro de Ingeniería Sanitaria Robert A.Taft.

1. Numero y localización de las pruebas

Se han de verificar 6 o mas pruebas en el sitio propuesto; el número de perforaciones dependerá también del área superficial del sitio donde se planea la construcción del Almacenamiento (Reservorio) así como también de la homogeneidad de los tipos de suelos que se encuentran en el sitio. El agujero que ha



de excavar previo al orificio donde se realizara la prueba deberá ser lo suficientemente amplio para facilitar la obtención de datos y lo suficientemente profundo de tal manera que permita garantizar que se ha llegado a los estratos mas impermeables; las dimensiones sugeridas cuando la estratigrafía del suelo lo permita, será un cuadrado de 1.5 metros en la superficie del suelo y de 2 metros de profundidad.

2. Tipo de la perforación de prueba.

Se perfora o se excava un agujero, con dimensiones horizontales de 10 a 30 cms. y paredes verticales hasta alcanzar la profundidad necesaria para hacer un pie cúbico de volumen total.

3. Preparación del agujero de prueba

Con todo cuidado se raspa el fondo y las paredes del agujero con una hoja de cuchilla o con un instrumento puntiagudo, para eliminar las superficies sucias y para proporcionar caras naturales de contacto, por las que puede infiltrarse el agua (Ver figura 2.6).

Se extrae todo el material suelto y se forma una capa de unos 5 cm. con arena gruesa o gravilla fina en el fondo del agujero, para protegerlo de los sedimentos.



Figura 2.6 Preparación del agujero para prueba de permeabilidad



4. Saturación y distensión del suelo.

Es importante distinguir entre saturación y distensión (o hinchazón); la saturación implica que todos los espacios vacíos entre las partículas de tierra se encuentran llenos de agua, lo que se puede lograr en breve tiempo, mientras que la distensión se produce al penetrar el agua en las partículas individuales de tierra y es un proceso lento, en particular en suelos arcillosos, razón por la cual necesita un periodo mas prolongado de empapado.

Para el desarrollo de la prueba, se llena cuidadosamente el agujero con agua clara, hasta una profundidad mínima de 30 cm. sobre la grava (ver figura 2.7); en la mayor parte de las tierras es necesario rellenar el agujero con agua, posiblemente por medio de un sifón automático, para que el nivel del agua se conserve en el agujero por no menos de 4 horas y, de preferencia, durante la noche, determinándose la tasa de infiltración después de 24 horas de que se haya agregado la primera agua al agujero. Con este procedimiento se tiene la seguridad de proporcionar al suelo una amplia oportunidad para distenderse y para aproximarse a la condición en que se encontrara en la estación mas húmeda del año y, con esto la prueba ha de dar resultados comparables en el mismo suelo, sea que se verifique en el estiaje o durante las lluvias.



Figura 2.7: Llenado de agujero 24 horas antes de realizar las medidas



En suelos arenosos que contengan poca o ninguna arcilla, no es esencial el procedimiento de distensión.

5. Obtención de la velocidad de infiltración.

Con la excepción de los suelos arenosos, la medición de la velocidad de infiltración debe verificarse al día siguiente del paso inicial del proceso, descrito en el anterior inciso 4.

Si se mantiene el agua en el agujero, después del periodo nocturno de distensión, se ajusta la profundidad hasta unos 15 cm aproximadamente sobre la grava y desde un punto fijo de referencia se mide el abatimiento en su nivel en un periodo de 30 minutos, abatimiento que se utiliza para calcular la velocidad de infiltración.

Si no se conserva el agua en agujero después del periodo nocturno de distensión, se llena con agua clara hasta una profundidad aproximada de 15 cm sobre la grava y, desde un punto fijo de referencia se mide el abatimiento en el nivel del agua, a intervalos aproximados de 30 minutos, durante un periodo de 4 horas, rellenando hasta un nivel de 15 cm si fuera necesario. El abatimiento que se observa en el periodo final de 30 minutos se usa para calcular la velocidad de infiltración, aunque las lecturas que se hagan en los periodos precedentes proporcionan informe para posibles modificaciones al procedimiento, que permita ajustarse a las condiciones locales.

En suelos arenosos (o en otros en que los primeros 15 cm de agua se infiltren en menos de 30 minutos, después del periodo nocturno de distensión), las mediciones se toman cada 10 minutos durante el periodo de prueba de 1 hora. El abatimiento que se observa durante los 10 minutos finales se usa para calcular la velocidad de precolación.



2.2.7 CUENCA

Se entiende por cuenca hidrográfica la porción de territorio drenada por un único sistema de drenaje natural. Una cuenca hidrográfica se define por la sección del río al cual se hace referencia y es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada «divisor de aguas» hidrológicos ver figura 2.8.

Las principales características de una cuenca hidrográfica son:

La curva cota – superficie: esta característica da una indicación del potencial hidroeléctrico de la cuenca.

El coeficiente de forma: Indica preliminarmente la onda de avenida que es capaz de generar.

El coeficiente de ramificación: también da indicaciones preliminares respecto al tipo de onda de avenida

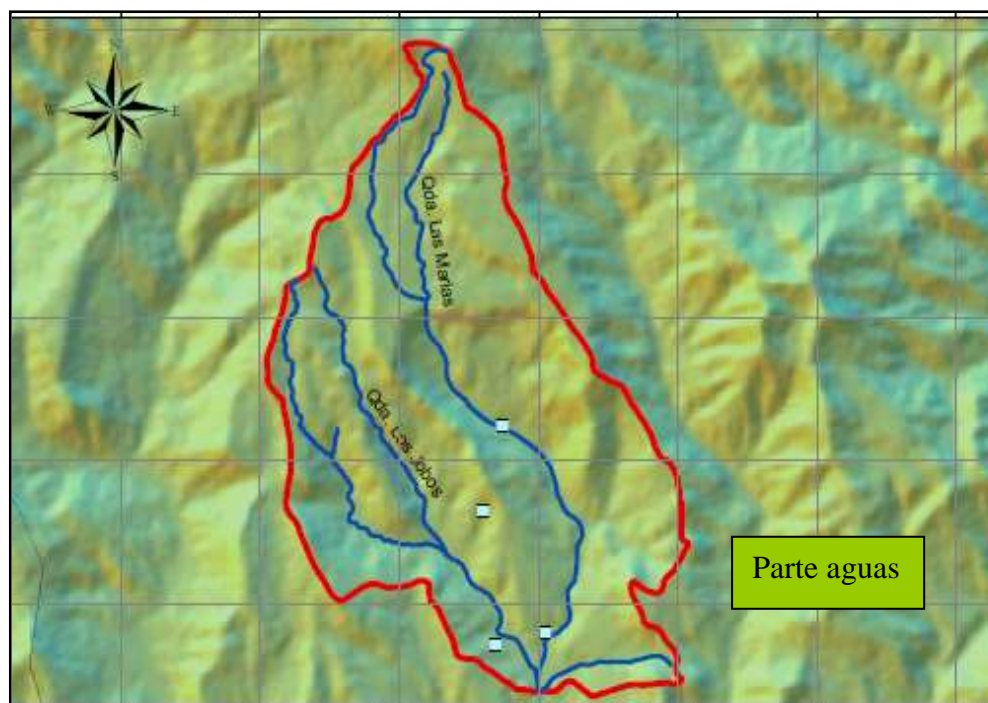


Figura 2.8 Cuenca Hidrográfica



Elementos de una Cuenca Hidrográfica

El Río Principal

El río principal actúa como el único colector de las aguas. A menudo la elección del río principal es arbitraria, pues se pueden seguir distintos criterios para su elección (el curso fluvial más largo, el de mayor caudal medio, el de mayor caudal máximo, el de mayor superficie de cuenca, etc.). El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su nacimiento y su desembocadura. En el curso de un río distinguimos tres partes:

El curso superior

Ubicado en lo más elevado del relieve, en donde la erosión de las aguas del río es vertical. Su resultado: la profundización del cauce.

El curso medio, en donde el río empieza a zigzaguear, ensanchando el valle.

El curso inferior, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí, el caudal del río pierde fuerza y los materiales sólidos que lleva se sedimentan formando las llanuras aluviales o valles.

Cauce: Lecho de los ríos y arroyos. Conducto descubierto o acequia por donde corren las aguas para riegos u otros usos.

Aguas abajo: Con relación a una sección de un curso de agua, sea principal o afluente, se dice que un punto está aguas abajo, si se sitúa después de la sección considerada, avanzando en el sentido de la corriente.

Aguas arriba: Es la sección de un curso de agua, sea principal o afluente, se sitúa antes de la sección considerada avanzando en el sentido contrario de la corriente.



Los afluentes: Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca, denominada sub.-cuenca.

2.2.8 EL RELIEVE TERRESTRE

Hace referencia a las formas que tiene la corteza terrestre o litosfera en la superficie, tanto al referirnos a las tierras emergidas, como al relieve submarino, es decir, al fondo del mar. Es el objeto de estudio de la Geomorfología, sobre todo, al referirnos a las tierras continentales e insulares.

Relieve.

El relieve de la superficie terrestre interviene en la formación de los suelos a través de su influencia en el movimiento transversal y lateral del agua.

Pendiente.

Las tierras que no tienen una pendiente general uniforme, o tienen muy poca pendiente, generalmente son afectadas por mal drenaje, a menos que tengan condiciones que les den un buen drenaje interno.

Es el porcentaje de inclinación o gradiente y es el ascenso o descenso vertical por cada cien unidades de distancia horizontal. Así, una pendiente de 2.5%, significa que hay una diferencia de elevación de 2.5 m por cada 100 m de distancia horizontal.

Relieve según morfología y altimetría

El Relieve según su morfología y altimetría se clasifican en:

Planicies: Llanos con altitud inferior a 700 msnm, altura media de las tierras emergidas.

Media planicies: Planicies con elevación entre 700 y 1400 msnm.



Altiplanicies: Terreno llano a más de 1400 msnm.

2.2.9 Balance Hídrico

El balance hídrico se establece para un lugar y un período dados, por comparación entre los aportes y las pérdidas de agua en ese lugar y para ese período. Se tienen también en cuenta la constitución de reservas y las extracciones ulteriores sobre esas reservas. Las aportaciones de agua se efectúan gracias a las precipitaciones. Las pérdidas se deben esencialmente a la combinación de la evaporación y la transpiración de las plantas, lo cual se designa bajo el término evapotranspiración. Las dos magnitudes se evalúan en cantidad de agua por unidad de superficie, pero se traducen generalmente en alturas de agua; la unidad más utilizada es el milímetro. Al ser estas dos magnitudes físicamente homogéneas, se las puede comparar calculando, ya sea su diferencia precipitaciones menos evaporación, ya sea su relación precipitaciones sobre evaporación.

Balance hídrico de una cuenca hidrográfica

El estado inicial (en el instante t) de la cuenca o parte de esta, para efecto del balance hídrico, puede definirse como, la disponibilidad actual de agua en las varias posiciones que esta puede asumir, como por ejemplo: volumen de agua circulando en los ríos, canales arroyos; volumen de agua almacenado en lagos naturales y artificiales; en pantanos; humedad del suelo; agua contenida en los tejidos de los seres vivos; todo lo cual puede definirse también como la disponibilidad hídrica de la cuenca.



2.2.10 CLIMA

El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El contenido de humedad: en los suelos es la cantidad de agua que el suelo contiene en el momento de ser extraído.

La humedad absoluta: es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se expresa en gramos de agua por kilogramos de aire seco (g/Kg.), gramos de agua por unidad de volumen (g/m^3) o como presión de vapor (Pa o KPa o mmHg). A mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua permite acumular el aire.

Humedad relativa: Es el cociente en la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen. Se mide en tantos por ciento y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%.

Una humedad relativa del 100% significa un ambiente en el que no cabe más agua. El cuerpo humano no puede transpirar y la sensación de calor puede llegar a ser asfixiante. Corresponde a un ambiente húmedo. Una humedad del 0% corresponde a un ambiente seco. Se transpira con facilidad.

La humedad relativa es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma, es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia Convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento.



2.2.11 SUELO

Es la cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Los componentes primarios del suelo son:

- 1) compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales;
- 2) los nutrientes solubles utilizados por las plantas;
- 3) distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta y
- 4) gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las partículas inorgánicas tienen tamaños que varían entre el de los trozos distinguibles de piedra y grava hasta los de menos de 1/40.000 centímetros. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes. El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas.

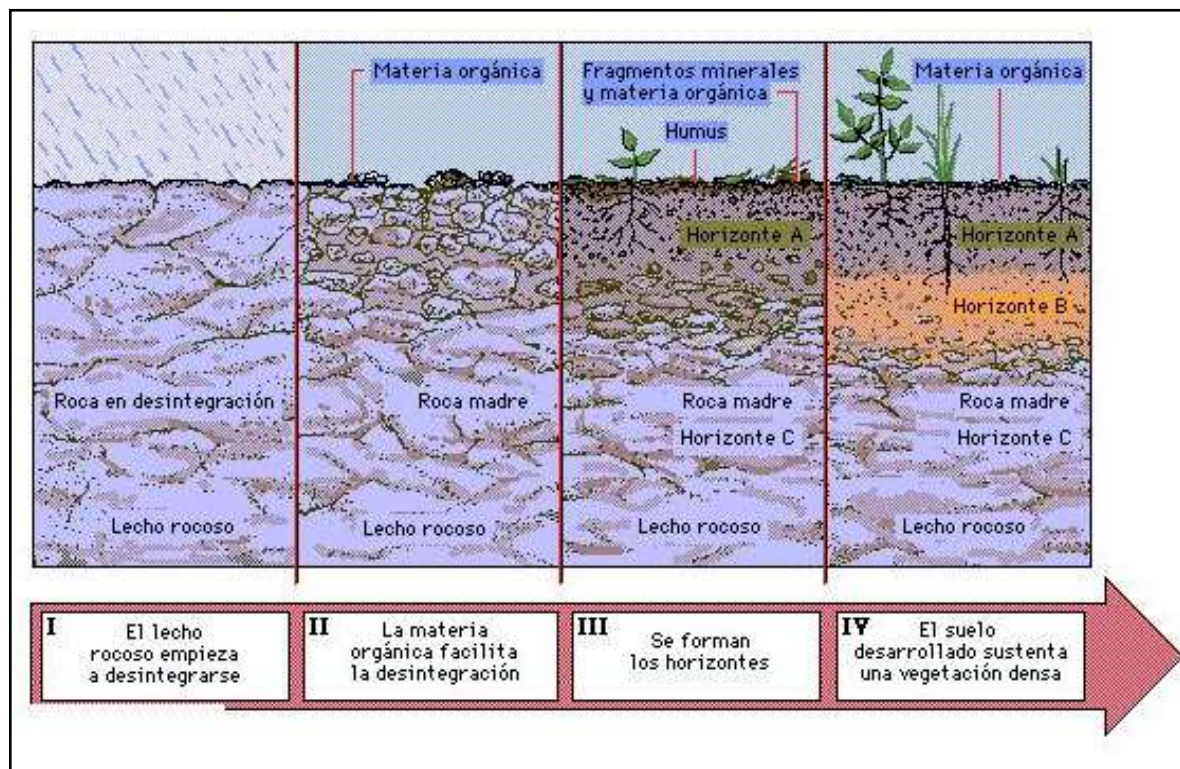
La parte orgánica del suelo está formada por restos vegetales y restos animales, junto a cantidades variables de materia orgánica amorfa llamada humus. La fracción orgánica representa entre el 2 y el 5% del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba.



El componente líquido de los suelos, denominado por los científicos solución del suelo, es sobre todo agua con varias sustancias minerales en disolución, cantidades grandes de oxígeno y dióxido de carbono disueltos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. Cuando la solución del suelo carece de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas (ver figura 2.9), el suelo es estéril.

Los principales gases contenidos en el suelo son el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. El primero de estos gases es importante para el metabolismo de las plantas porque su presencia es necesaria para el crecimiento de varias bacterias y de otros organismos responsables de la descomposición de la materia orgánica. La presencia de oxígeno también es vital para el crecimiento de las plantas ya que su absorción por las raíces es necesaria para sus procesos metabólicos.

Figura 2.9: Formación del Suelo





Estructura del Suelo

Se entiende la estructura de un suelo la distribución o diferentes proporciones que presentan, los distintos tamaños de las partículas sólidas que lo forman, y son:

- ✚ Materiales finos, (arcillas y limos), de gran abundancia en relación a su volumen, lo que los confiere una serie de propiedades específicas, como: Cohesión, adherencia, adsorción de agua, retención de agua.
- ✚ Materiales medios, formados por diferentes tamaños de arena.
- ✚ Materiales gruesos, entre los que se encuentran fragmentos de la roca madre, aún sin degradar, de tamaño variable.

Horizontes del Suelo

El perfil del suelo es la ordenación vertical de todos estos horizontes. Clásicamente, se distingue en los suelos completos o evolucionados tres horizontes fundamentales:

- ✚ El horizonte A en el que se encuentran los elementos orgánicos, finos o gruesos, y solubles, que han de ser lixiviados.
- ✚ El horizonte B en el que se encuentran los materiales procedentes del horizonte A. Aquí se acumulan los coloides provenientes de la lixiviación del horizonte A. Tiene una mayor fracción mineral.
- ✚ El horizonte C es la zona de contacto entre el suelo y la roca madre. La región en la que la roca madre se disgrega. (Ver figura 2.10)

La secuencia repetida de los perfiles del suelo, asociados a la forma de la pendiente, se llama catena. Los perfiles se suceden regularmente y con las mismas características desde el interfluvio hasta el fondo del valle, presentando valores progresivos, en el grado de lixiviación y migración de coloides.



Figura 2.10: Horizontes del Suelo

Clasificación de Suelos

La clasificación de los suelos consiste en el examen, la diferenciación y la delimitación de suelos en el campo sobre un mapa base, complementado por los estudios y análisis de laboratorio que se estimen convenientes para caracterizarlos.

Propiedades Físicas de los Suelos

Los suelos están clasificados y marcados en los mapas de acuerdo a sus características físicas, que se reconocen por simple inspección visual. Muchas propiedades químicas vienen reflejadas por las propiedades físicas, que determinan por otra parte, casi totalmente, su capacidad productiva. Las relaciones de aireación y humedad, así como la zona de penetración de las raíces, son funciones de la configuración del perfil.



Densidad y Porosidad

Como todos los cuerpos porosos, el suelo presenta dos densidades; una densidad real correspondiente a la de sus elementos constituyentes y que es constante; y una densidad aparente que tiene en cuenta los vacíos existentes entre esos elementos y que cambia según el grado de agrietamiento o de apelmazado.

Densidad aparente

Es interesante conocerla, pues comparada con la densidad real, permite deducir la proporción de los vacíos o porosidad. Para ser correcta su medición debe efectuarse sobre una muestra de suelo que presente la estructura que tiene en su lugar (sin disturbar) y que se debe procurar respetar. En la siguiente tabla se presentan las densidades aparentes de los suelos.

Tabla 2. 3: Densidad Aparente de los Suelos

Densidad Aparente de Algunos Suelos			
Textura del Suelo	Densidad Aparente gr./cc		
	Mínima	Media	Máxima
Arenoso	1.55	1.65	1.86
Arenoso Francoso	1.50	1.55	1.65
Francoso-Arenoso	1.40	1.50	1.60
Francoso	1.35	1.40	1.50
Francoso-limoso	1.32	1.37	1.45
Francoso-Arcilloso	1.30	1.35	1.40
Limoso	1.25	1.30	1.35
Arcilloso- Arenoso	1.25	1.30	1.35
Francoso Arcilloso	1.20	1.25	1.30
Limoso			
Arcilloso Limoso	1.20	1.25	1.30
Arcilloso	1.10	1.15	1.20

Fuente: Clasificación de tierras con fines de riego de la estación experimental y de práctica de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Tesis



Porosidad

La porosidad representa la proporción del volumen del suelo en su lugar no está ocupado por la fase sólida, es el conjunto de los vacíos del suelo, o también es el espacio lagunar

Permeabilidad

Cualitativamente, la permeabilidad del suelo se refiere a la facilidad con que éste deja pasar el agua. Se mide por la rapidez de filtración del agua a través del suelo. Se trata, pues, de un movimiento del agua llamado "per descensum" y regido por la gravedad, Ver tabla 2.4.

La destrucción de los agregados de los suelos durante el riego, reduce su permeabilidad y propicia la formación de costras. Las costras de los suelos retardan la aireación del suelo, obstaculizando el brote de las plántulas, y trastornan las funciones normales de las raíces de las plantas.

Tabla 2. 4: Clases de Permeabilidad

Clases de Permeabilidad de Perfiles de Suelo	
clases	Conductividad Hidráulica cm./hora
Lenta	
1. muy lenta	Menores de 1.013
2. Lenta	0.13 -- 0.51
Moderada	
3. Moderada lenta	0.51 -- 0.20
4. Moderada	2.00 -- 6.30
5. Moderada rápida	6.30 -- 12.70
Rápida	
6. Rápida	12.70 -- 25.4
7. Muy Rápida	Mayor de 25.40

Fuente: Clasificación de tierra con fines de riego de la estación experimental y de práctica de la Facultad de Ciencias agrónomicas de la Universidad de El Salvador. Tesis



Plasticidad

Existen suelos que al ser remodelados, cambian su contenido de agua si es necesario, adoptan una consistencia característica, que desde épocas antiguas se ha denominado plástica. Estos suelos han sido llamados arcillosos.

La plasticidad es, en este sentido, una propiedad tan evidente que ha servido para clasificar suelos en forma puramente descriptiva. Existe una relación específica entre la plasticidad y las propiedades físico-químicas determinantes del comportamiento mecánico de las arcillas.

.La plasticidad es una forma de consistencia. Es la capacidad del suelo para ser moldeado sin romperse en donde suelos con menos del 14 al 16% de arcilla no presenta plasticidad a ningún contenido de humedad.

La consistencia del suelo comprende los atributos del material del suelo que están expresados en su grado y clase de cohesión y adhesión o en su resistencia a la deformación o ruptura.

Los fenómenos causados por la consistencia del suelo son: Friabilidad, plasticidad, pegajosidad y resistencia a la compresión y a las rupturas. Las dos .fuerzas principales causantes de la consistencia es la atracción molecular (cohesión) y la tensión superficial (adhesión), ver su comportamiento con los efectos de humedad del suelo en la figura 2.11

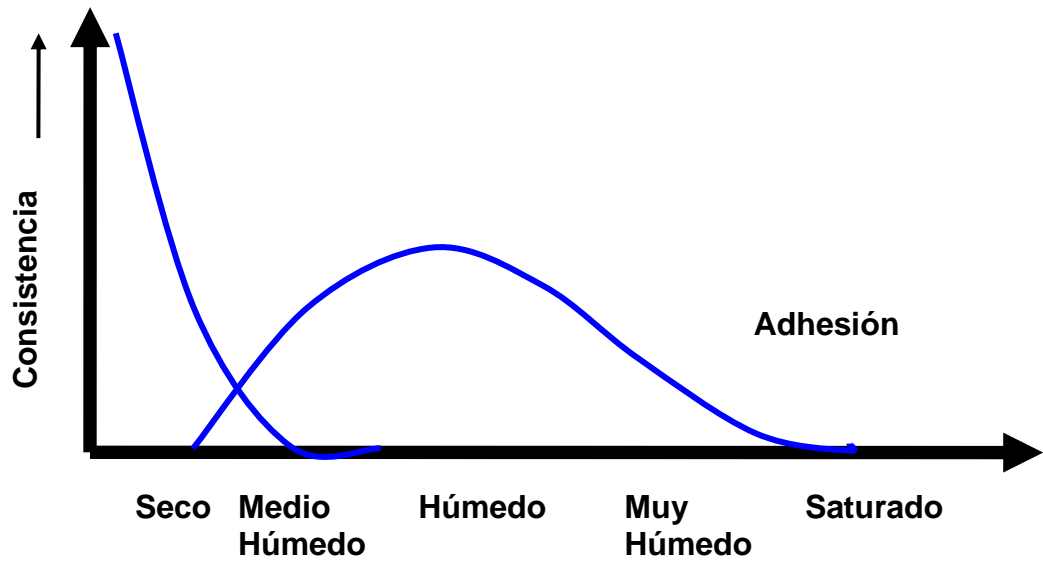


Figura 2.11. Efecto de Humedad Sobre la Adhesión y Cohesión del Suelo

Estructura del Suelo

Se entiende la estructura de un suelo la distribución o diferentes proporciones que presentan, los distintos tamaños de las partículas sólidas que lo forman, y son:

Materiales finos: arcillas y limos, de gran abundancia en relación a su volumen, lo que los confiere una serie de propiedades específicas, como:

- ✚ Cohesión.
- ✚ Adherencia.
- ✚ Adsorción de agua.
- ✚ Retención de agua.
- ✚ Materiales medios, formados por tamaños arena.



Materiales gruesos: entre los que se encuentran fragmentos de la roca madre, aún sin degradar, de tamaño variable.

Los componentes sólidos, no quedan sueltos y dispersos, sino más o menos aglutinados por el humus y los complejos órgano-minerales, creando unas divisiones verticales denominadas horizontes del suelo. El transporte vertical tiene dos dimensiones con distinta influencia según los suelos.

Sedimentación.

Cuando se construye una presa atravesando un río para formar un embalse, la velocidad del flujo entrante al mismo esta siendo reducida o prácticamente eliminada y la mayor parte de o todo el sedimento en suspensión podría depositarse en el embalse

La magnitud en que los insumos de los sedimentos puede presentarse en un embalse, depende de algunos factores que tienen un efecto determinante en el régimen de la tasa de sedimentación. Algunos de estos factores son: el área, topografía o relieve y el estado y tipo de la flora que presenta la cuenca vertiente a la presa; así como también las crecidas o torrentes que en circunstancias especiales (áreas deforestadas) propician el arrastre y erosión de las laderas, provocando altas velocidades que degradan los taludes y vertientes.

Salinización de los Suelos

Este es el proceso de la acumulación de sal en los suelos. Se produce cuando no se drenan satisfactoriamente las aguas superficiales y las subterráneas. La sal se concentra por la evaporación del agua. En las primeras etapas de salinización predominan las sales de sodio generalmente. El carbonato y el sulfato de calcio son menos solubles, por lo que se acumulan despacio y luego se precipitan al proseguir los procesos de evaporación y de concentración. El contenido de sales de un suelo, se puede estimar en forma aproximada de una medición de la conductividad eléctrica en un extracto saturado.



Acidez

La acidez de los suelos (PH) está asociado con la presencia de hidrógeno y aluminio en forma intercambiable. La acidez del suelo comprende aspectos de intensidad y de cantidad. El primero se caracteriza por la actividad del ion hidrógeno, que se expresa como PH, y, el segundo, sea en forma directa o indirecta, por la cantidad de álcali necesario para titular el suelo hasta un punto final arbitrariamente establecido. En la actualidad se considera que la capacidad de intercambio catiónico varía según el valor de PH.

Alcalinización

Al acumularse las sales en los suelos, existe un equilibrio establecido entre los iones cargados positivamente en solución y los absorbidos en los coloides del suelo. Como las sales de sodio se concentran más en la solución del suelo, se absorben mayores cantidades. Al aumentar el porcentaje de sodio intercambiable, el suelo adquiere una reacción más alcalina, y por esta razón se llama al proceso Alcalinización.

La lixiviación o lavado: la produce el agua que se infiltra y penetra verticalmente desde la superficie, arrastrando sustancias que se depositan sobre todo por adsorción. La otra dimensión es el ascenso vertical, por capilaridad, importante sobre todo en los climas donde alternan estaciones húmedas con estaciones secas.

Saturación y Salinización La saturación y saturación de los suelos son problemas comunes con el riego superficial. A nivel mundial, se ha estimado que, cada año, el riego saca de la producción una cantidad de terreno que es igual a la porción que entra en servicio bajo riego, debido al deterioro del suelo, principalmente, la salinización. La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acequias.



El riego exagera los problemas de la salinidad, que, naturalmente, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos. La saturación concentra las sales absorbidas de los niveles más bajos del perfil del suelo, en la zona de arraigamiento de las plantas.

Profundidad del Suelo

Se puede definir a la profundidad del suelo como aquellas profundidades donde se acumula el material favorable para la penetración de las raíces de la planta. Los suelos favorables para la producción de cultivos son los suelos profundos, de buen drenaje y con estructura y textura adecuadas. Las plantas necesitan suficiente profundidad para que las raíces crezcan y aseguren nutrientes y agua. Las raíces se extienden hasta más de 2 metros si las condiciones del suelo lo permiten. En alfalfa por ejemplo, se pueden establecer profundidades de 3 a 4 metros, aun en suelos compactados.

La profundidad de las raíces puede estar limitada por barreras físicas y químicas así como por la presencia de un manto freático alto. Las capas de suelo endurecidas, las capas de grava y las acumulaciones de sales son condiciones extremadamente difíciles de corregir, pero un manto freático alto generalmente se puede corregir con un buen drenaje

El Perfil del Suelo

Una característica común a todos los suelos es la aparición de distintas capas, desde la superficie hacia abajo. La sección vertical del suelo, se conoce con el nombre de perfil. La capa mas superficial tiene más materia orgánica, y por tanto más color, que la capa siguiente; se denomina horizonte A o suelo superior. Por debajo de esta capa existe otra que puede contener más arcilla que el suelo superior y puede ser bastante distinta en color; se denomina horizonte B o subsuelo. Estos dos suelos constituyen el Solum.



El espesor de un suelo, es una característica que está asociada con la acumulación de materia orgánica. Como regla general se puede reconocer el estado de desarrollo de un suelo por medición del espesor en que se ha acumulado la materia orgánica. Por debajo del solum se encuentra un material primario, que se conoce con el nombre de horizonte C. En conjunto los horizontes A, B y C constituyen el perfil del suelo

Desde el punto de vista morfológico, el suelo está compuesto por una serie de horizontes. Estos son capas que varían en espesor, diferenciación y carácter y que tienen una orientación casi paralela a la superficie del suelo. En conjunto forman el perfil del suelo. Cada suelo contiene uno o más horizontes pero no tienen por qué contenerlos todos

Permeabilidad del Perfil del Suelo

La velocidad de percolación está determinada por las relaciones de textura y estructura, aumentando con las texturas sueltas y con mayor granulación. Si los horizontes inferiores no son suficientemente permeables la infiltración se verá obstruida, tal condición causa una gran erosión, ya que la capa superficial se satura rápidamente con agua, permitiendo una remoción rápida del suelo.

Fertilidad del Suelo

El entender la fertilidad del suelo es entender una necesidad básica de la producción de cultivos. La fertilidad es vital para que un suelo sea productivo. Al mismo tiempo, un suelo fértil no es necesariamente un suelo productivo. Factores como mal drenaje, insectos, sequía, etc. Pueden limitar la producción, aún cuando la fertilidad del suelo sea adecuada. Para entender completamente la fertilidad del suelo se deben conocer estos otros factores que mantienen o limitan la productividad.



Para entender como funciona la productividad del suelo se deben reconocer las relaciones existentes entre el suelo y la planta. Ciertos factores externos controlan el crecimiento de la planta: aire, calor (temperatura), luz, nutrientes y agua. Con excepción de la luz, la planta depende del suelo (al menos parcialmente) para obtener estos factores. Cada uno afecta directamente el crecimiento de la planta y cada uno está relacionado con los otros. Debido a que el agua y el aire ocupan el espacio de los poros en el suelo, los factores que afectan las relaciones del agua necesariamente influyen en el aire del suelo. Al mismo tiempo los cambios de humedad afectan la temperatura del suelo. La disponibilidad de nutrientes está influenciada por el balance entre el agua y el suelo así como por la temperatura. El crecimiento radicular también está influenciado por la temperatura así como por el agua y el aire disponibles en el suelo.

La fertilidad del suelo en la agricultura moderna es parte de un sistema dinámico. Los nutrientes son continuamente exportados en los productos vegetales y animales que salen de la finca. Desafortunadamente, algunos nutrientes pueden también perderse por lixiviación y erosión. Otros nutrientes como el fósforo (P) y el potasio (K), pueden ser retenidos por ciertas arcillas en el suelo. La materia orgánica y los organismos del suelo inmovilizan y luego liberan nutrientes todo el tiempo. Si la agricultura de producción fuese un sistema cerrado, el balance nutricional sería relativamente estable. Sin embargo, el balance no es estable y esta es la razón por la cual es esencial entender los principios de la fertilidad del suelo para lograr una producción eficiente de cultivos y protección ambiental.

En las siguientes secciones de este capítulo se discuten los factores que influyen en el crecimiento de la planta. También se presenta y categorizan los nutrientes esenciales para la planta.



Clasificación de los Suelos Según su Capacidad para Riego

Clasificar la tierra tiene por objeto identificar los cuerpos del suelo y su colocación dentro de clases definidas que varían según sus facilidades de irrigación. Esto incluye una síntesis de las características y cualidades del suelo. Esta síntesis es difícil y compleja y no puede ser excluida en ninguna clasificación bien fundamentada.

Una irrigación eficiente requiere de la combinación correcta de suelo-agua-cultivo-clima y manejo. Esto obliga a conocer bien, suelo por suelo y campo por campo, la profundidad efecto, va, la retención de humedad y la capacidad de aprovisionamiento de cada suelo, la permeabilidad, la cantidad y la clase de sales y la cantidad de sodio del suelo, el relieve y gradiente de la superficie del suelo, el cultivo que va a crecer y la calidad del agua.

Las unidades básicas para identificar los suelos de acuerdo con su aptitud o capacidad para la agricultura bajo riego son las clases y las subclases.

Estados de Humedad del Suelo.

Capacidad de Campo

Esta característica de humedad del suelo tiene su origen en la física de los suelos; la cual representa el contenido de humedad del suelo, cuando el agua que éste contiene deja de fluir por acción de la gravedad. Generalmente, esto se consigue dos días después de haber efectuado un buen riego y que las condiciones del perfil del suelo permitan un buen drenaje Interno. La succión con el agua es retenida por el suelo varía entre 1/10 y 1/3 de atmósfera

Es un contenido de agua único, que un suelo alcanza y mantiene; luego que ha sido completamente humedecido y permitido que drene libremente durante uno o dos días.



Punto de marchitez: Estado hídrico del suelo. Cuando sólo queda agua en los pequeños poros, siendo retenida con tal fuerza por el suelo que no es disponible por las plantas.

Agua Disponible

La humedad del suelo esta relacionada con la capacidad de agua disponible en el suelo (llamada también Agua Útil), la cual es función de la textura y estructura del suelo. La propiedad física que incide en la capacidad de agua disponible es la porosidad (cantidad, forma, tamaño y distribución de poros).

Dentro del suelo existen diferentes tamaños de poros, los hay macroporos, mesoporos y microporos. La función de los macroporos es de infiltración, conductividad y aireación; la de los mesoporos es de conducción lenta de agua y la de microporos es de almacenamiento.

Cuando hay una lluvia copiosa, el agua que se infiltra en el suelo llena todos los poros y desaloja la totalidad del aire, llegando el suelo a su capacidad de saturación. Esta situación es temporal en la medida que no haya mas infiltración de agua, ya que los macroporos permiten una rápida circulación descendente del agua y favorecen que el agua se incorpore a las capas freáticas.

A la diferencia entre la Capacidad de Campo y el Punto de Marchitez Permanente se llama Agua Útil (Agua Disponible), la cual es la que puede ser aprovechada por las plantas y la cual puede ser evapotranspirada. El contenido total de esta agua útil constituye la Reserva de Agua del suelo.



El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), presenta datos de referencia en cuanto a Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Capacidad de Agua Disponible (Agua Útil) para diferentes texturas de suelo, por pie de profundidad, la cual se presenta en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Punto de Marchitez Permanente, Capacidad de Campo, Capacidad Agua Disponible para suelos de Varias Texturas

TEXTURA	Punto de Marchitez (Agua por pie de Profundidad)			Capacidad de Campo (Agua por pie de Profundidad)			Capacidad de Agua Disponible (Agua por pie de profundidad)		
	%	(pulg.)	(mm)	%	(pulg.)	(mm)	%	(pulg.)	(mm)
Arena Media	1.7	0.3	7.62	6.8	1.2	30.48	5.1	0.9	22.88
Arena Fina	2.3	0.4	10.16	8.5	1.5	38.1	6.2	1.1	27.94
Franco Arenoso	3.4	0.6	15.24	11.3	2.0	50.8	7.9	1.4	35.56
Franco Arenoso Fino	4.5	0.8	20.32	14.7	2.6	66.04	10.2	1.8	45.72
Franco	6.8	1.2	30.48	18.1	3.2	81.28	11.3	2.0	50.8
Franco Limoso	7.9	1.4	35.58	19.8	3.5	88.9	11.9	2.1	53.34
Franco Arcilloso	10.2	1.8	45.72	21.5	3.8	95.52	11.3	2.0	50.8
Arcilloso	14.7	2.6	66.04	22.6	4.0	101.6	7.9	1.4	35.56

Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Principales tipos de suelos reconocidos en El Salvador.

Aluviales: Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son aluviones estratificados de textura variable. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad permitiendo agricultura intensiva y mecanizada, aptos para toda clase de cultivos. Es factible el uso de riego.



Latosoles Arcillo - Rojizos: Suelos arcillosos de color rojizo en lomas y montañas. Son bien desarrollados con estructura en forma de bloques con un color generalmente rojo aunque algunas veces se encuentran amarillentos o cafésos. Esta coloración se debe principalmente a la presencia de minerales de hierro de distintos tipos y grados de oxidación. La textura superficial es franco arcillosa y el subsuelo arcilloso. La profundidad promedio es de un metro aunque en algunos sitios se observa afloración de roca debido a los procesos de erosión. La fertilidad puede ser alta en terrenos protegidos pudiendo se utilizar maquinaria agrícola cuando la pendiente es moderada. Son suelos aptos para casi todos los cultivos.

Latosoles Arcillosos Ácidos: Son suelos similares a los Latosoles arcillo rojizos, pero más profundos, antiguos y de mayor acidez; por lo tanto más empobrecidos en nutrientes. Se localizan en la zona norte y en tierras altas y montañosas. Su capacidad de producción es de moderada a baja, requieren de altas fertilizaciones. Su principal uso es para reforestación.

Andisoles: Suelos originados de cenizas volcánicas, de distintas épocas y en distintas partes del país, tienen por lo general un horizonte superficial entre 20 y 40 centímetros de espesor, de color oscuro, textura franca y estructura granular. Su capacidad de producción es de alta a muy alta productividad, según la topografía son aptos para una agricultura intensiva mecanizada para toda clase de cultivos.

Litsoles: Suelos de muy poca profundidad sobre roca pura, son suelos muy complejos. La mayoría son suelos cuyos horizontes superficiales han sido truncados a causa de una severa erosión laminar o sea que la erosión ocurre en laminas y no en forma de cárcavas, son suelos arcillosos como los latosoles pero muy superficiales. Las texturas varían de gruesa, arenas y gravas hasta muy pedregosos sobre la roca dura. El uso potencial es muy pobre de bajo rendimiento. Sin embargo en algunos lugares muy pedregosos por la gran cantidad de piedras reduce la erosión, por lo cual pudieran generar buenos rendimientos por mata si el cultivo se hace con chuzo.



Grumosoles: Suelos muy arcillosos de color gris a negro con vegetación de morros, cuando están muy mojados son muy pegajosos y muy plásticos. Cuando están secos son muy duros y se rajan. En la superficie son de color oscuro pero con poco humus o materia orgánica. El subsuelo es gris oscuro. Son muy profundos poco permeables por lo que la infiltración de agua lluvia es muy lenta. Su uso potencial es de moderada a baja, no apta para cultivos permanentes de alto valor comercial porque al rajarse rompen las raíces de las plantas.

Halomorficos: Suelos salinos de los manglares de colores grises debido a la condiciones anaeróbicas existentes durante su formación por permanecer inundados frecuentemente. Su textura es variable, es decir, de textura limosa, arenosa y arcillosa de estratos en diferente posición. El uso potencial de estos suelos es muy pobre para la producción de cultivos agrícolas, sin embargo, existen en la transición de los manglares con los depósitos aluviales tierra adentro la producción de palmeras cuyas hojas son usadas para los ranchos y sombreros que usa los campesinos.

Regosoles: Suelos profundos, jóvenes de material suelto o no consolidado. El horizonte superficial, es único evidente a la vista, suele ser de unos 10 a 20 centímetros de espesor, con alto contenido de materia orgánica. En El Salvador se encuentra siempre en material arenoso fino de color gris, suelto. Dada su precaria capa superficial en las cimas de las ondulaciones de los cordones litorales, se recomienda utilizar los regosoles únicamente para vegetación permanente como el cocotero, el marañón o el pasto.

2.2.12 CULTIVOS

La agricultura es el arte de cultivar la tierra; son los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y cultivo de vegetales, normalmente con fines alimenticios. Las actividades agrícolas son las que integran el llamado sector agrícola. Todas las actividades económicas que abarca dicho sector, tiene su fundamento en la



explotación del suelo o de los recursos que éste origina en forma natural o por la acción del hombre: cereales, frutas, hortalizas, pasto, forrajes, y otros variados alimentos vegetales.

La agricultura es la actividad agrarias que comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural, con el fin de hacerlo más apto para el crecimiento de las siembras. Es una actividad de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones.

Tipos de Cultivos.

Entre los diferentes tipos de cultivos tenemos:

Cultivo perenne:

Especie vegetal cultivada en un campo que tiene un ciclo de vida de 8 años en adelante, Entre ellos están: el Mango, Coco, Café etc. (Ver figura 2.12).



Figura 2.12: Cultivo perenne (El Mango)



Cultivo Semiperenne

Esta planta es muy exigente en materia orgánica y fertilidad, considerando que es un cultivo semiperenne y que durará en el mismo lugar entre 5 y 6 años. Ver figura 2.13.



Figura 2.13 Cultivo Semi-perenne (cultivo caña)

Cultivo anuales

Especie vegetal cultivada en un campo que tiene un ciclo de vida de un año o menos. Ver figura 2.14



Figura 2.14 Cultivo anual (cultivo de maíz)



Punto de Marchitez de las Plantas

Contenido de humedad del suelo, por debajo del cual, las hojas de las plantas que crecen en el mismo adquieren una marchitez permanente.

Uso Consuntivo de las Plantas.

Es la cantidad de agua que necesita o utiliza la planta para crecer, desarrollarse y producir económicamente y es la suma de los volúmenes del agua utilizada para el crecimiento vegetativo de las plantas en una superficie dada, tanto en la transpiración como en la formación de tejidos vegetales y de la evaporada por el terreno adyacente ya sea proveniente de la precipitaciones caídas en un tiempo dado

Factores del Cultivo

Evapotranspiración de cultivo (ETc.)

Según Doorembos⁶ la evapotranspiración de cultivo, depende exclusivamente de la evapotranspiración potencial (Eto) y del coeficiente de cultivo (Kc). La Etc. se calcula mediante la fórmula: $Etc = Eto \times Kc$ y se expresa como las necesidades de agua de los cultivos en milímetros sobre la unidad de tiempo; para efecto de diseño de sistemas de riego se debe tomar en cuenta el máximo valor del Etc. durante la estación seca.

Calculo de ET_o mediante el método de Hargreaves.

La fórmula inicialmente de H. Hargreaves que determinada en 1956, y estima la ETo en función de la temperatura promedio mensual, humedad relativa media, medida al medio día, y la duración del día.

⁶ DOOREMBOS, J. y PRUIT, W. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO, Roma, Serie Riego y Drenaje N° 24, 193p.



Para este cálculo se utiliza el método mejorado por Hargreaves. Esta versión del modelo permite calcular la ETo para periodos desde 5 días a un mes.

$$ETo = Rs (0.24 + 0.013 * T) \text{ (mm/día)} \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde Rs es la radiación solar incidente en equivalente de evaporación, mm/día como promedio diario considerado, T es la temperatura media diaria del periodo en °C.

Para el cálculo de Rs:

$$Rs = Kt * Ra * (TD)^{1/2} \text{ (mm/día)} \quad \text{Ec. 2.2}$$

Donde Ra es la radiación solar en equivalente de evaporación, mm/día que puede estimarse en función de la latitud y la época del año.

Kt es un coeficiente; dimensional del rango de temperatura (Tmáx. – Tmin) en °C.

Su cálculo se estima en función de la humedad relativa:

$$Kt = 0.047 (100 - HR)^{1/3} \text{ (°C)} \quad \text{Ec.2.3}$$

Para el valor de TD es posible su cálculo a partir de la humedad relativa:

$$TD = 5.55 + 0.17 (1000 - HR) \text{ (°C)} \quad \text{Ec.2.4}$$

Coeficiente de Cultivo.

El coeficiente de cultivo (Kc) fue determinado mediante el cociente entre la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la evapotranspiración de referencia (ETo) estimada por el método de Penman- Monteith, según la ecuación: $Kc = ETc / ETo$

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se calculó mediante la fórmula del balance hídrico:

$$ETc = R + P - D - ES \pm \Delta H \quad \text{Ec. 2.5}$$

Donde R es el riego, P son las precipitaciones pluviales, D corresponde al agua perdida por drenaje en profundidad, asumida como un 10% del riego, en base al análisis de calicatas hasta 1.3 m de profundidad; ES corresponde al escurrimiento superficial, inexistente en el riego por micro aspersión utilizado en el ensayo, y ΔH es



la variación en el contenido de humedad volumétrico del suelo, determinado mediante la curva de retención de humedad del suelo en estudio en base a las mediciones de tensiometría.

El valor de este coeficiente es un valor constante y oscila entre 0.5 - 0.7, pero solamente mediante la experimentación se puede fijar su valor para cada zona.

2.2.13 USOS DEL AGUA.

Agua Potable: Es la adecuada para consumo humano ya que dos tercios de nuestro cuerpo son solo agua

Consumo Domestico: Comprende el consumo de agua en nuestra alimentación, en la limpieza de nuestras viviendas, en el lavado de ropa, la higiene y el aseo personal.

Consumo Público: En la limpieza de las calles de ciudades y pueblos, en las fuentes públicas, ornamentación, riego de parques y jardines, otros usos de interés comunitario, etc.

Uso en Agricultura Y Ganadería. En agricultura, para el riego de los campos. En ganadería, como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado.

En La Industria: En las fábricas, en el proceso de fabricación de productos, en los talleres, en la construcción...

Fuente de Energía. Aprovechamos el agua para producir energía eléctrica (en centrales hidroeléctricas situadas en los embalses de agua). En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas (molinos de agua, aserraderos)



Vía y Comunicación. Desde muy antiguo, el hombre aprendió a construir embarcaciones que le permitieron navegar por las aguas de mares, ríos y lagos. En nuestro tiempo, utilizamos enormes barcos para transportar las cargas más pesadas que no pueden ser transportadas por otros medios.

Uso en Deporte: En los ríos, en el mar, en las piscinas y lagos, en la montaña... practicamos un gran número de deportes: vela, submarinismo, surf, natación, esquí acuático, waterpolo, piragüismo, ráfting, esquí, patinaje sobre hielo, jockey... Además pasamos parte de nuestro tiempo libre disfrutando del agua en las piscinas, en la playa, en los parques acuáticos... o, simplemente, contemplando y sintiendo la belleza del agua en los ríos, las cascadas, los arroyos, las olas del mar

Compartimentos e Intercambios de Agua

El agua se distribuye desigualmente entre los distintos compartimentos, y los procesos por los que éstos intercambian el agua se dan a ritmos heterogéneos. El mayor volumen corresponde al océano, seguido del hielo glaciar y después por el agua subterránea. El agua dulce superficial representa sólo una exigua fracción y aún menor el agua atmosférica (vapor y nubes). Ver tabla 2.6 y 2.7



Tabla 2.6: Compartimentos de Agua

Deposito	Volumen en km ³	Porcentaje (%)
Océano	1370	97.25
Casquete y Glaciares	29	2.05
Agua Subterránea	9.5	0.68
Lagos	0.125	0.01
Humedad de los Suelos	0.065	0.005
Atmósfera	0.013	0.001
Arroyos y Ríos	0.0017	0.0001
Biomasa	0.0006	0.00004

Tabla 2.7: Intercambios de Agua

Deposito	Tiempo medio de resistencia
Glaciares	20 a 100 años
Nieve Estacional	2 a 6 meses
Humedad del Suelo	1 a 2 meses
Agua Subterránea Somera	100 a 200 años
Agua Subterránea Profunda	10000 años
Lagos	50 a 100 años
Ríos	2 a 6 meses

El tiempo de residencia de una molécula de agua en un compartimiento es mayor cuanto menor es el ritmo con que el agua abandona ese comportamiento (o se incorpora a él).



Es notablemente largo en los casquetes glaciares, a donde llega por una precipitación característicamente escasa y que abandona por la pérdida de bloques icebergs en los márgenes o por la fusión en la base del glaciar, donde se forman pequeños ríos o arroyos que sirven de aliviadero al derretimiento del hielo en su desplazamiento debido a la gravedad. El compartimento donde la residencia media es más larga, aparte el océano, es el de los acuíferos profundos, algunos de los cuales son «fósiles» que no se renuevan desde tiempos remotos. El tiempo de residencia es particularmente breve para la fracción atmosférica, que se recicla muy deprisa.

2.2.14 MÉTODOS DE RIEGO

La Selección del método de riego mas adecuado depende de factores técnicos, económicos y sociales. Entre los sistemas más comunes de riego tenemos:

- ✚ Aspersión
- ✚ Goteo
- ✚ Superficial

Riego por Aspersión:

Es un sistema de riego mediante el cual el agua se aplica a los cultivos en forma de lluvia, mojando la totalidad de la superficie cultivada (Ver figura 2.15). Se adapta muy bien a los cultivos extensivos, en los que los sistemas de riego localizado frecuentemente resultan inviables por razones técnicas o económicas. Tanto los caudales como las presiones de funcionamiento, así como los alcances de los aspersores, son mucho mayores que en micro aspersión, lo que permite una mayor separación entre dichos aspersores y, por tanto, el abaratamiento de las instalaciones.



Otro factor de abaratamiento lo constituyen los elementos móviles y semi móviles (tuberías y aspersores), que pueden ser utilizados para el riego de varias parcelas. Sin embargo, esto último supone un encarecimiento en cuanto a manejo.



Figura 2.15 Sistema de Riego por Aspersión

Riego por Goteo

El riego por goteo aplica el agua únicamente en la zona del suelo que ocupan las raíces de las plantas. El agua es transportada por tuberías a presiones bajas, de donde sale en gotas (Ver figura 2.16) .El sistema utiliza caudales pequeños y se riega agua con mucha frecuencia, desde un día o mas así como también con tiempos muy cortos desde una hora hasta dos horas para las hortalizas, pudiendo variar según el cultivo.

El riego por goteo supone un mejor aprovechamiento del agua y un mayor rendimiento del cultivo, pues al aumentar la transpiración aumenta la fotosíntesis (proceso de desarrollo de las plantas para la producción de frutos).



La evapo-transpiración (agua perdida por el suelo más la de las plantas), este fenómeno es igual en todos los sistemas de riego. Mantiene un nivel alto de humedad (riego diario), por ello las plantas absorben el agua con más facilidad que en otros sistemas de riego.

El sistema por goteo elimina las pérdidas en conducción (como en el riego por gravedad o superficial), escorrentía superficial (agua que corre en la superficie del suelo) y percolación profunda (agua que se profundiza y se pierde).

Entre los Criterios de Selección tenemos:

- ✚ Cultivos de alto nivel económico
- ✚ Limitantes De agua
- ✚ Suelos pedregosos o de poca profundidad
- ✚ Tierras con pendientes fuertes



Figura 2.16 Sistema de Riego por Goteo



Ventajas y Desventajas del Sistema de riego por goteo.

Ventajas

- ✚ Mejor aprovechamiento del agua.
- ✚ Uso de terrenos con topografía accidentada, suelos pedregosos y de baja infiltración.
- ✚ Explotación de cultivos de alta rentabilidad
- ✚ Mayor uniformidad de riego
- ✚ Acelera la el inicio de la producción de cultivos.
- ✚ Mejor aprovechamiento de riego.
- ✚ Aumento en la cantidad y calidad de las cosechas.
- ✚ Reduce los problemas de malezas, debido a la menor superficie húmeda.
- ✚ Aplicación de fertilizantes, pesticidas y correctores con el agua de riego.
- ✚ No impide las labores agrícolas.
- ✚ Los costos de operación y mantenimiento son mínimos.

Desventajas

- ✚ Inversión inicial elevada.
- ✚ Tratamiento y filtración del agua.
- ✚ Daños de animales.
- ✚ Se necesita riego de germinación.
- ✚ Adquisición de repuestos.
- ✚ Se necesita personal calificado
- ✚ Es preciso hacer un control de la dosis de agua, fertilizante, pesticida y productos aplicados al agua de riego.



Riego por Inundación

El agua procedente del centro de acopio, llámese embalse, pantano o centro de almacenamiento, discurre a través de grandes canales hasta los centros de distribución que repartirán por acequias medianas y pequeñas hasta llegar a la parcela objeto del riego donde llegará el agua por gravedad, inundando la zona de plantación, (ver figura 2.17). La pericia del buen labrador, y su experiencia, harán que el reparto del agua, por medio de tablillas o piedras con barro, sea el adecuado. Nadie como él conoce la capacidad de filtrado de su suelo hasta llegar al punto de saturación, y, nadie como él sabe aprovechar el caudal que recibe sólo por un tiempo determinado. Evidentemente este primitivo método también ha evolucionado y en las grandes superficies dedicadas a cultivos más industrializados, es impensable un riego de estas características que no vaya precedido por un estudio técnico de los marcos de plantación más adecuados según el tipo de cultivo, porosidad del suelo, temperatura según la estación meteorológica etc.



Figura 2.17 Sistema de Riego por Inundación (Cultivo de Arroz)



2.2.15 FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Sequía

Es una anomalía transitoria en un período de tiempo en el que la disponibilidad de agua cae por debajo de los requerimientos estadísticos de un área. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos.

Causas de Sequía

La causa principal de toda sequía es la falta de lluvias o precipitaciones, este fenómeno se denomina sequía meteorológica y si perdura, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez

Las sequías en algunas regiones son influenciadas por la ocurrencia o no del Fenómeno El Niño, mientras que en otras regiones, el mismo fenómeno trae como consecuencia muchas lluvias.

Consecuencias

La falta de agua supone una limitación muy importante que se multiplica seriamente con el tiempo, a nivel medioambiental podemos citar:

Desertificación

Se entiende el proceso por el que un territorio que no posee las condiciones climáticas de los desiertos, principalmente una zona árida, semiárida ó sub húmeda seca, termina adquiriendo las características de éstos. Esto sucede como resultado de la destrucción de su cubierta vegetal, de la erosión del suelo y de la falta de agua



Según datos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el 35 % de la superficie de los continentes puede considerarse como áreas desérticas.

Dentro de estos territorios sobreviven millones de personas en condiciones de persistente sequía y escasez de alimentos. La expansión de estos desiertos se debe a causas humanas. Cuando el proceso es sin intervención humana, es decir, por causas naturales se trata de la desertización.

Etapas de Desertificación.

Una de las primeras etapas de la desertificación sea la destrucción de la cubierta vegetal, pero no es necesariamente la única como "disparador" del fenómeno. Puede ser causa o efecto del proceso de aridización. Originalmente estas zonas eran fértiles, donde se practicaba una agricultura secuencial. El aumento de la población obligó a una explotación intensiva del terreno hasta que se produjo su agotamiento. La segunda etapa comienza cuando la tierra deja de ser fértil y se encuentra despojada de su cubierta vegetal, el agua y el viento lo erosionan más rápido hasta llegar a la roca.

En la mayor parte de las tierras de cultivo el suelo se erosiona mucho más deprisa de lo que demora en formarse. Podrían necesitarse décadas ó centurias para que el paisaje volviera a cubrirse de verde.

2.2.16 CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

La captación de agua puede ser de lluvia o de nieblas, para su utilización en la producción agropecuaria o forestal. La captación de agua puede ser considerada como una forma rudimentaria de riego. La diferencia está en que en la captación de agua de lluvia o de nieblas, el productor tiene poco o ningún control sobre la oportunidad de aplicación del agua, ya que la escorrentía superficial generalmente se



aprovecha cuando llueve y el aprovechamiento de las nieblas depende principalmente de las condiciones atmosféricas.

La ocurrencia y cantidad de la escorrentía superficial dependen de las características de la precipitación, clima, suelo, vegetación, pendiente y tamaño del área. Para determinar el volumen de agua a captar hay que evaluar el requerimiento de agua del cultivo seleccionado, o sea el uso consuntivo de las plantas. El coeficiente de escorrentía depende de las características del suelo en el área de captación, el suelo más conveniente es el que facilita la escorrentía (compacto impermeable, sin vegetación). En cambio en el área de cultivo los requerimientos de suelo (permeable, retentivo, fértil), limosos, franco arcillosos, con moderada profundidad. Las características del clima son importantes para determinar, tanto requerimientos del cultivo, como el volumen de agua que se puede captar.

Retención

Pero no toda el agua que precipita llega a alcanzar la superficie del terreno. Una parte del agua de precipitación vuelve a evaporarse en su caída y otra parte es retenida (agua de intercepción) por la vegetación, edificios, carreteras, etc., y luego se evapora. Del agua que alcanza la superficie del terreno, una parte queda retenida en charcas, lagos y embalses (almacenamiento superficial) volviendo una gran parte de nuevo a la atmósfera en forma de vapor.

Capacidad de Retención

Según Gaucher sostiene que es la proporción de agua fijada por el suelo, es decir la cantidad de agua capaz de ser conservada por el suelo en su lugar, el cual ha sido saturado, luego ha sufrido un drenaje ejercido libremente, quedando por otra parte dicho suelo al abrigo de toda intervención de la evaporación.



Capacidad de Absorción y Retención de Agua

La capacidad de los suelos para absorber el agua de lluvia y hacerla pasar a través de su superficie es determinante en la cantidad de escurrimiento, la velocidad y cantidad de absorción aumenta conforme la textura de suelo se torna más gruesa y más granular y con mayor cantidad de materia orgánica.

2.2.17 TECNOLOGÍAS DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA

A continuación se presentan tecnologías de alternativas de captación y uso eficiente de agua, las cuales fueron identificadas de diferentes experiencias en América Latina con condiciones biofísicas y socioeconómicas similares al área de estudio. Dichas tecnologías se propusieron a los comunitarios para seleccionar las más idóneas y aceptables según las condiciones mencionadas anteriormente e intereses de usos del agua de los pobladores.

Tanques de Almacenamiento

El objetivo del tanque de almacenamiento es mantener un depósito de agua permanente con disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.

Los tanques de almacenamiento pueden ser elevados o superficiales ver figura 2.18. Los superficiales se localizan a nivel del terreno, semienterrado o completamente enterrado. Pueden ser elaborados de diferentes materiales, como mampostería, ferro cemento y concreto reforzado entre otros.



Fig. 2.18. Tanque de Almacenamiento de Agua

Embalse o Reservorio

Los embalses o pequeños reservorios son ecosistemas constituidos por una serie de características físicas, químicas y biológicas asociadas a un régimen hídrico ya sea de forma temporal o permanente. Debido a éstas características son considerados de gran importancia en actividades económicas, con poco costo para el medio ambiente, y de gran interés en la conservación de numerosas especies vegetales y animales. Y son un medio para la recreación, ya que por si mismos son parte del embellecimiento del paisaje, colaboran en el mantenimiento de la carga y recarga de acuíferos, además de brindar la oportunidad de obtener bienes de uso directos para la subsistencia de las comunidades humanas. De las que se pueden citar: principalmente abastecimiento de agua, cultivos agrícolas, forestales y acuícola como peces, moluscos y crustáceos.



Importancia de los Reservorios:

- ✚ Nos permite combatir la sequía.
- ✚ Disponer de agua todo el año y disminuir pérdidas en la producción por falta de agua
- ✚ Recuperar zonas áridas u ociosas por falta de agua
- ✚ Facilita la transferencia de nuevas tecnologías al productor.
- ✚ Nos permite diversificar la producción.
- ✚ Permite la participación en procesos económicos agrícolas en pequeña escala o de subsistencia.
- ✚ Mejora el medio ambiente.
- ✚ Contribuye en la alimentación de acuíferos.
- ✚ Es uno de los mejores instrumentos que facilitan la organización en comunidades rurales
- ✚ Es un medio que facilita la educación y capacitación de grupos de personas.

Usos más Comunes:

Se sabe de numerosos usos productivos, incluyendo el uso doméstico, entre las que podemos citar; abrevadero para animales, cultivos agrícolas, plantas forrajeras, árboles y con menos frecuencia cultivo de peces, granjas de animales domésticos, en la construcción de viviendas rurales; y con el método apropiado de captación y purificación del agua, puede usarse para consumo humano.

De manera general puede afirmarse que tres son los métodos de riego mas conocidos lo cual se benefician de un reservorio: riego por aspersión, riego por gravedad y riego por goteo; pero es el riego por goteo el mas económico en cuanto al uso del agua.



La implementación de sistemas, en forma ordenada se facilita si contamos con una fuente permanente de agua, pudiendo el agricultor de esta manera tener acceso a estas tecnologías de bajo costo y operatividad simple, y abastecerse diariamente del agua necesaria, según sea la duración del ciclo vegetativo de la planta.

El reservorio nos facilita el ordenamiento y programación del riego, ayuda en la conservación del suelo, y nos proporciona la cantidad y calidad de agua para uso de prácticas agrícolas irrigables, (Ver figura 2.19 y 2.20). Con el objeto de maximizar el uso del agua por medio del sistema de riego seleccionado es necesario conocer los períodos vegetativos de las plantas, y tener presente las diferentes etapas del desarrollo, de tal manera que le apliquemos la cantidad de agua necesaria, por etapa hasta el momento de la cosecha.



Figura 2.19 Reservorio con plástico utilizado para riego



Figura 2.20: Embalse o Reservorio con Geomembrana, utilizado para riego

Presas

El diseño de una presa de tierra consiste en desarrollar o formar un relleno, de permeabilidad suficientemente baja para el propósito deseado con los materiales disponibles y con un costo mínimo. Los bancos de préstamo para hacer el terraplén generalmente deben estar cercanos al sitio de la construcción, debido al alto costo de los acarreos en camión. Como el volumen del material varía aproximadamente con el cuadrado de la altura, son raras las presas de tierra de gran altura.

El diseño estructural de la presa de tierra es un problema de mecánica de suelos, que involucra el conseguir la estabilidad del terraplén y de la cimentación y tener una permeabilidad suficientemente baja. Hay poco daño con la filtración que se tenga en una presa para control de avenidas, sino peligra la estabilidad del dique, pero una presa para conservación, debe ser lo más impermeable posible.



Es difícil analizar el comportamiento probable de los materiales naturales para relleno en un dique zonificado y tener la seguridad, que se obtiene al diseñar estructuras de concreto.

La práctica actual de diseño, es adaptar a presas existentes de características similares con comprobaciones analíticas sobre lo adecuado de la presa en condiciones especiales, Frecuentemente se emplean reglas empíricas para el diseño final de presas pequeñas. Las cantidades de relleno en las presas debajo de 5 metros de altura son tan pequeñas que un excesivo valor del factor de seguridad, puede usarse con un bajo costo.

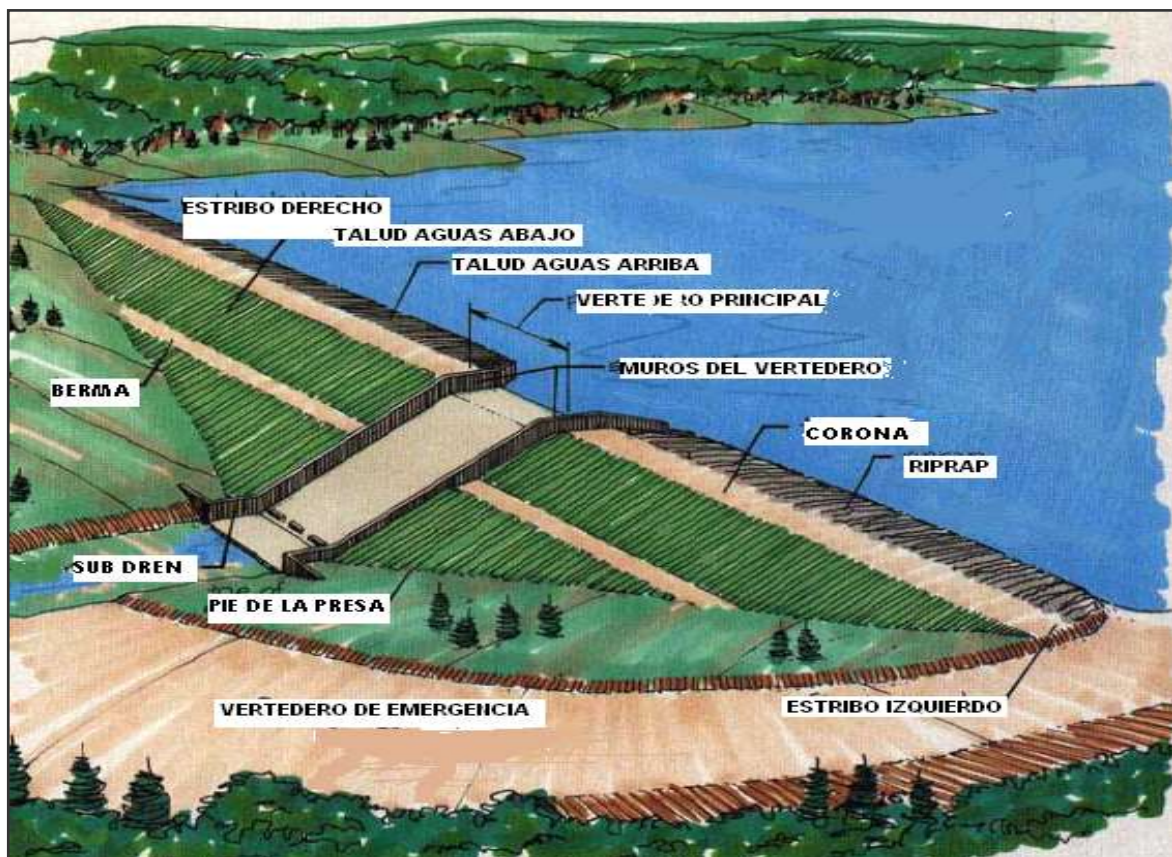


Figura 2. 21: Partes De Una Presa De Tierra

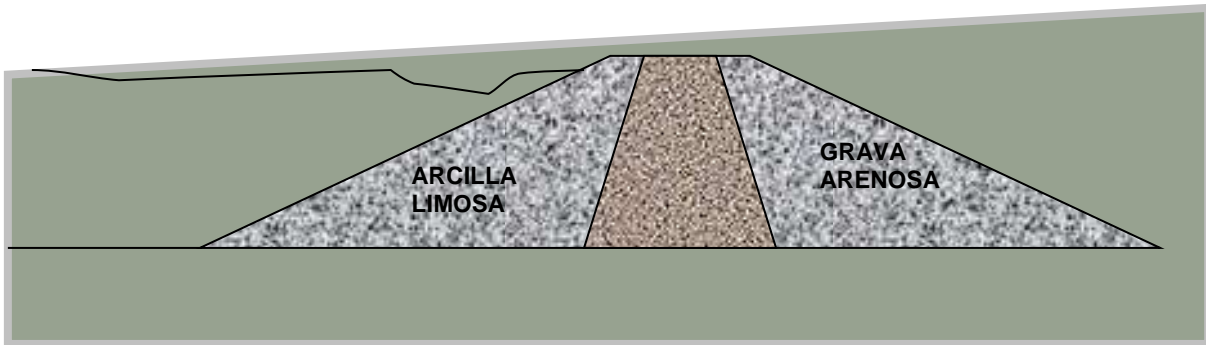


Figura 2.22 Dique Zonificado Simple

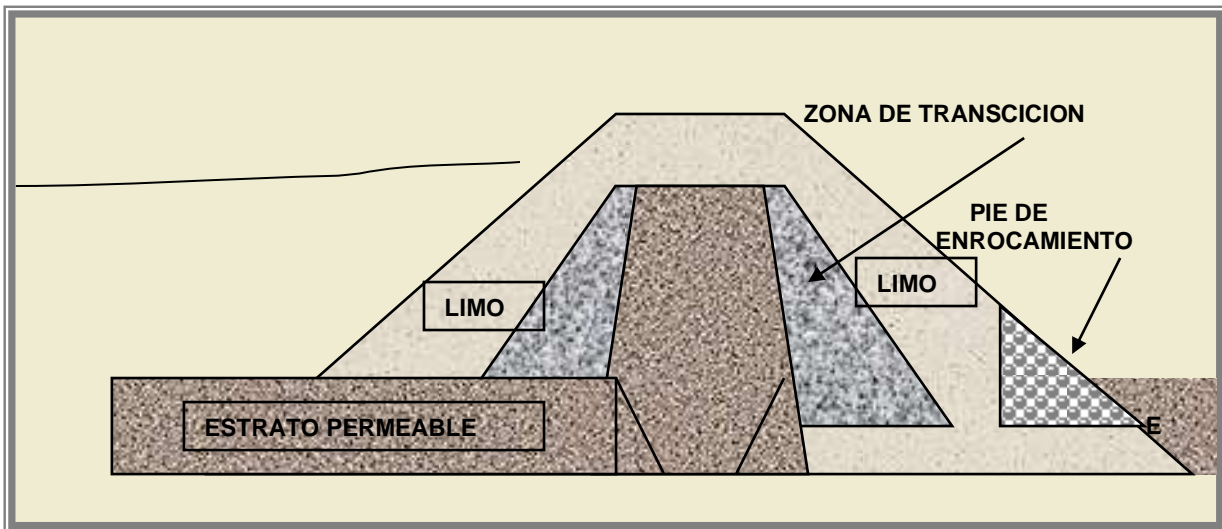


Figura 2.23 Presa De Tierra Con Núcleo Prolongado

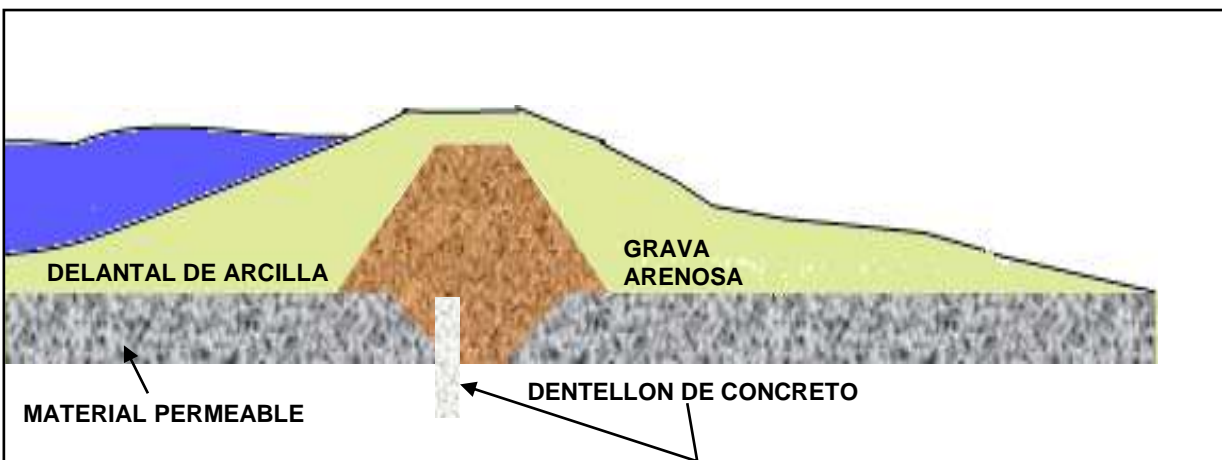


Figura 2.24 Presa De Tierra Sobre Material Permeable



Figura 2.25 Presa De Tierra

Diques con Sacos de Arena y Plástico en Quebradas

Sacos llenos de arena se pueden ubicar a doble filas ubicando el polietileno entre las dos filas de sacos para retener el agua de las quebradas después de las lluvias. Se usan en pendientes de cauces de quebradas menores a 15% y en lugares donde otro tipo de material como piedra madera es la limitante para construir diques. En donde las corrientes son muy fuertes se recomienda poner los diques en el periodo de las últimas lluvias con ubicación de diques en series (Figura 2.26).

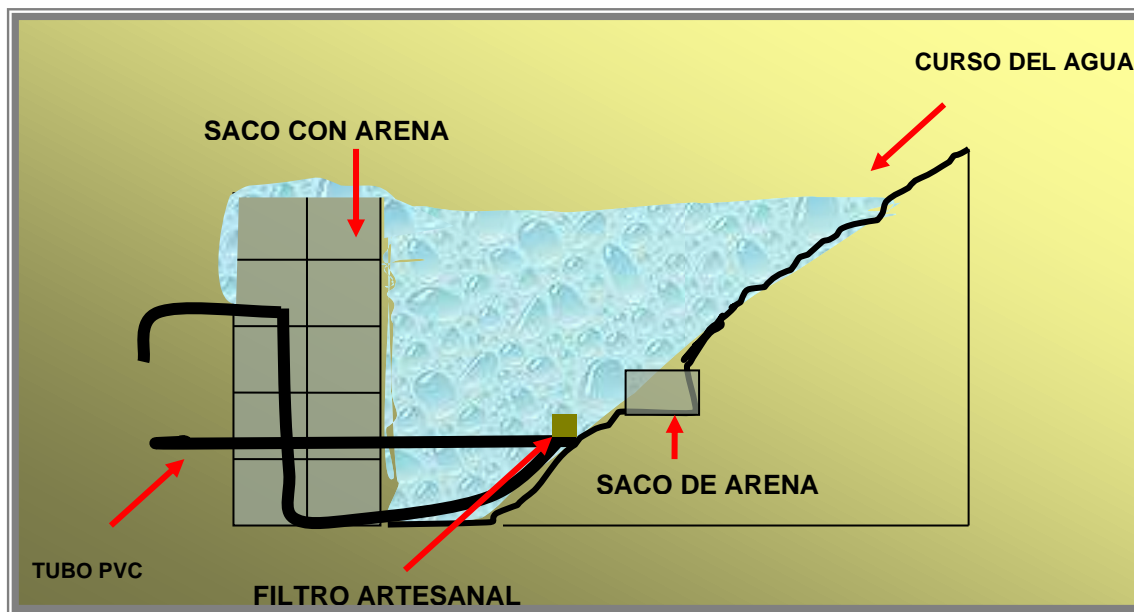


Figura 2.26 Vista Lateral De Diques De Piedra Ubicados Según La Pendiente



Diques de Piedra en Quebradas

Son muros de piedra acomodada, una sobre otra, en sentido perpendicular a la pendiente de terreno o curso de las aguas. Para su construcción hay que considerar la selección de la zona con pendientes no mayores a 15 grados. Dependiendo de la longitud de la pendiente debe decidirse si se construirán uno o más diques. Los diques además de permitir la retención de agua, también controlan la pendiente o inclinación del fondo de la cárcava, por lo que se recomienda establecerlos de manera que la altura útil del dique más bajo, coincida con el inicio del dique situado aguas arriba (Figura 2.27).



Figura 2.27 Diques de Piedra en Quebradas

Dique con Gaviones y Piedra

Consisten en un dique construido con material metálico tejido en forma rectangular o de caja. Las presas de gaviones están armadas con una serie de cajones de malla de alambre galvanizado, rellenos de piedras, amarrados unos a otros por lo que tienen gran resistencia para enfrentar corrientes turbulentas.



Este trabajo requiere de conocimientos técnicos de ingeniería. A los gaviones se les conoce como represas filtrantes que se establecen en lugares donde un dique de piedra simplemente acomodado puede ser derribado. La condición para construirlos de realizarlos es que halla suficiente piedra cerca al lugar de construcción (Figura 2.28 y 2.29).

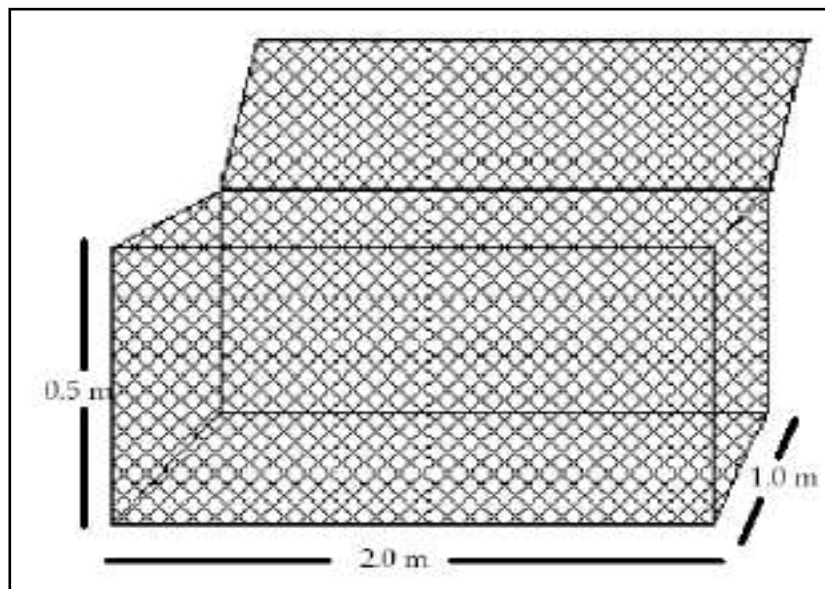


Figura 2.28 Caja de gavión metálico



Figura 2.29 Dique con Gaviones en Quebrada



2.2.18 SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA PLUVIAL EN TECHOS (SCAPT).

La captación de agua de lluvia, a través del Sistema SCAPT, es un medio para obtener agua para consumo humano y uso agropecuario. Este consiste de cuatro elementos que son:

Captación; está formada por el techo de la vivienda. Debe de tener pendientes adecuadas que faciliten el escurrimiento para la recolección del agua de lluvia.

Recolección y conducción: recolecta y conduce el agua hacia el estanque de almacenamiento. Está formado por canales de material metal o plástico; también se usan canales de bambú, Estos canales se ubican cercano a la parte baja del techo.

Interceptor o filtro: las aguas descargadas pasan primero por el interceptor para evitar el paso de impurezas del techo para minimizar la contaminación del agua almacenada.

Almacenamiento: el estanque de almacenamiento puede ser cisterna, pileta, zanja de almacenamiento y laguneta. Esta obra debe garantizar que el agua captada no se filtre y pueda minimizarse pérdidas por evaporación. Se llaman cisternas mejoradas porque en se le agrega en la construcción hierro, malla metálica. Para mantener la calidad del agua deben tener tapadera, principalmente si es para consumo humano. El tamaño del estanque depende de la precipitación, área de captación y demanda de agua por los usuarios de la vivienda (Figura 2.30).

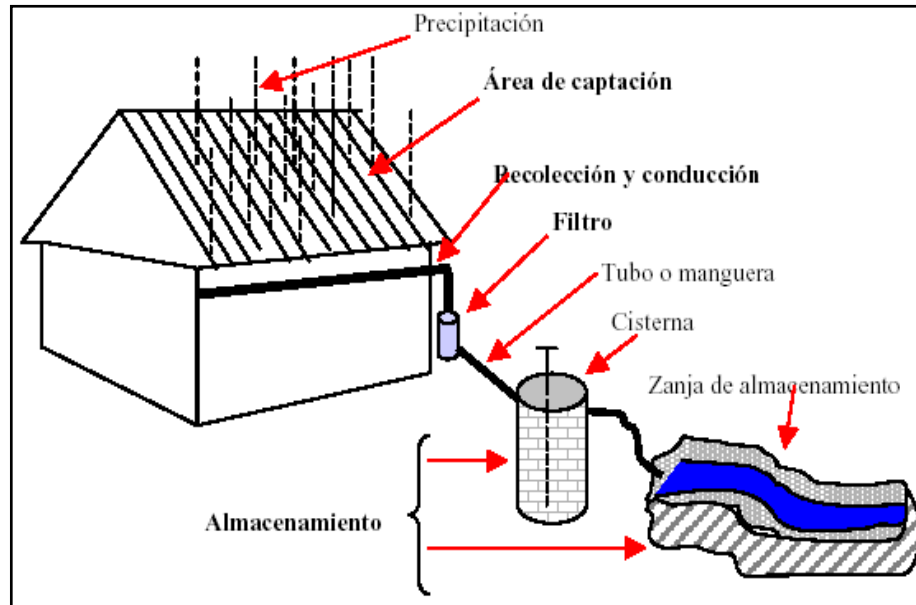


Figura 2.30 Elementos que Componen el Sistema SCAPT

Ventajas del sistema SCAPT

- ✚ Se minimiza la contaminación del agua
- ✚ Alta calidad físico químico del agua
- ✚ Sistema independiente y por lo tanto ideal para comunidades dispersas y alejadas
- ✚ Empleo de mano de obra y/o materiales locales
- ✚ No requiere de energía para operación del sistema
- ✚ Fácil de dar mantenimiento
- ✚ Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua de lluvia.



Desventajas del sistema SCAPT

Algunas desventajas son:

- ✚ Costos iniciales pueden impedir la puesta en práctica por familias de escasos recursos económicos.
- ✚ Cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.
- ✚ En el sistema con cisternas es necesario el uso de bombas EMAS lo cual aumenta los costos

Techo y Agua Domiciliar

Esta tecnología consiste principalmente en la captura de agua lluvia, aprovechando los techos de viviendas o de cualquier construcción (ver figura 2.31). Para la recolección del agua, se utilizan canales que pueden ser de madera, zinc, PVC o bambú. Éstos deberán ubicarse con un desnivel del 2% en dirección hacia el tanque de almacenamiento. Los canales recolectores desembocan en un filtro a través de tubos PVC de 2 pulgadas.

El filtro se utiliza con el objetivo de evitar el paso de basura hacia el tanque o pila de almacenamiento y se construye similar al filtro de las cisternas utilizando materiales tales como arena, cemento, hierro de $\frac{1}{4}$ de pulgada, alambre galvanizado y 50 centímetros cuadrados de esponja de 2 pulgadas. Éste se encuentra conectado a la estructura de almacenamiento (cisterna, tanque, pila).



Figura 2.31 Recolección de agua en techos Domiciliar

SCAPT con Lagunetas o Zanjas Revestidas con Plástico.

En este sistema es similar al anterior, lo que cambia es el elemento del almacenamiento; el agua captada puede para utilizarse para uso de pequeñas áreas de producción o para abrevadero de animales domésticos.

Las lagunetas y/o zanjas se revisten con plástico negro. El tamaño depende de la oferta hídrica, el área de captación y las necesidades hídricas (Figura 2.32).

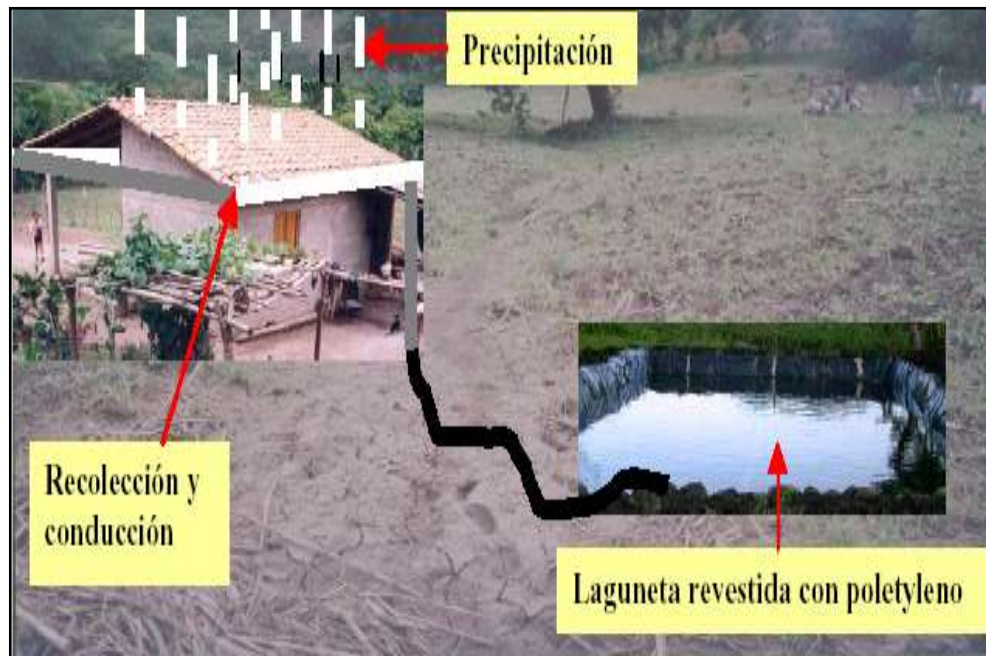


Figura 2.32 Sistema SCAPT con almacenamiento en laguneta revestidas con plástico

Piletas de Ladrillo de Arcilla y Concreto.

Es un estanque de almacenamiento rectangular o cuadrado con dimensiones de acuerdo a la necesidad del volumen de almacenamiento. Se construye sobre la superficie del suelo, con previa nivelación del suelo. En la base o cimientos tiene piedra sólida con mezcla de arena, cemento y agua. Las paredes se construyen con bloque de arcilla quemada con tamaños aproximados de 8 pulgadas de largo, 4 pulgadas de ancho y 3 pulgadas de alto, estos bloques se fijan uno a otro con mezcla de arena, cemento y agua. Finalizado el levantado de paredes, en el interior se cubren con una mezcla de arena fina y cemento de aproximadamente un 1 cm. de grosor, posteriormente se aplica otra mezcla de cemento y agua, para sellar todos los poros y evitar la filtración. (Figura 2.33).



Figura 2.33. Piletas de Concreto con Bloque de Arcilla Quemado, vista interior

Mini Represas en Cárcavas

Se trata de pequeños almacena dores de aguas de lluvia, construidos utilizando la forma natural que toman las cárcavas durante su proceso erosivo. Se construyen con un dique de tierra o piedra, para esto se desea que los suelos sean impermeables. Si los suelo son muy permeables que facilitan la rápida infiltración, estos pueden impermeabilizarse, con material local. Se suavizan los taludes y se establece una cubierta vegetal para controlar la erosión. En sus alrededores deben plantarse árboles de sobra para disminuir los porcentajes de evaporación. Los tamaños están en dependencia del potencial de precipitación, característicos del área de captación y de la demanda de agua (Figura 2.34).

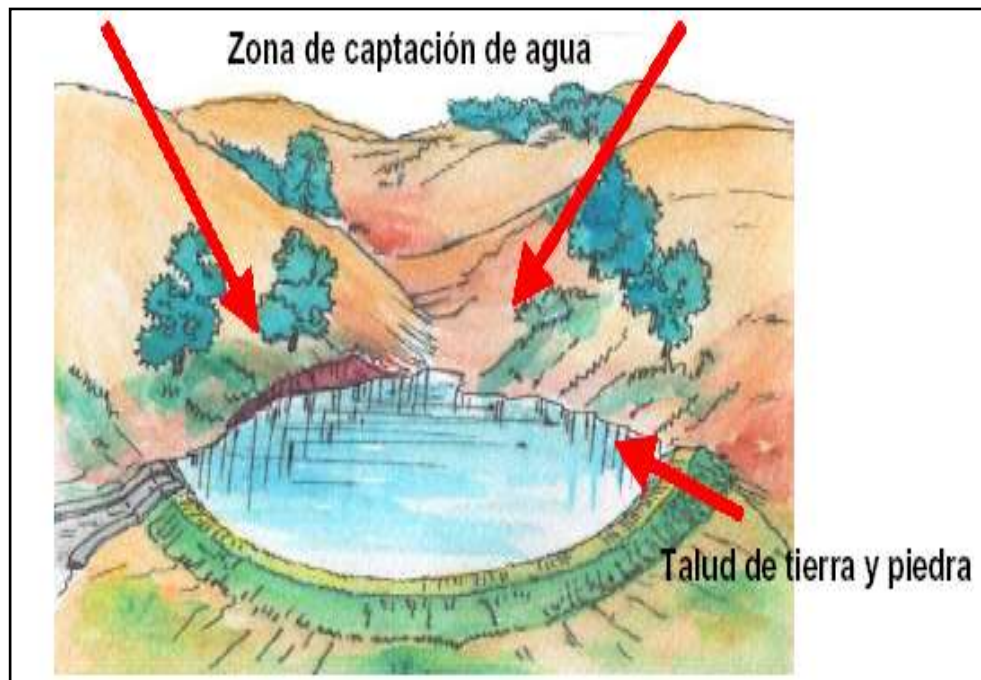


Figura 2.34 Mini represas en cárcavas

Lagunetas con Revestimiento de Arcilla.

Este diseño de captación requiere de suelos con pendientes menores del 5%; son embalses de diferentes tamaños y formas lo cual dependen de la cantidad de precipitación y de topografía del suelo, generalmente están ubicadas en la parte de menor pendiente de la zona con potencial de escurrimiento. Tiene una zona de entrada de agua y una zona de emisión, para el caso en que rebasara la capacidad de almacenamiento del agua.

Para almacenar agua, se interviene en la zona de menor altitud de la pendiente, construyendo un muro compacto a la altura estimada del caudal de diseño de captación. Los usos pueden ser diversos como labores domésticas, riego y abrevadero de ganadería. (Figura2.35).

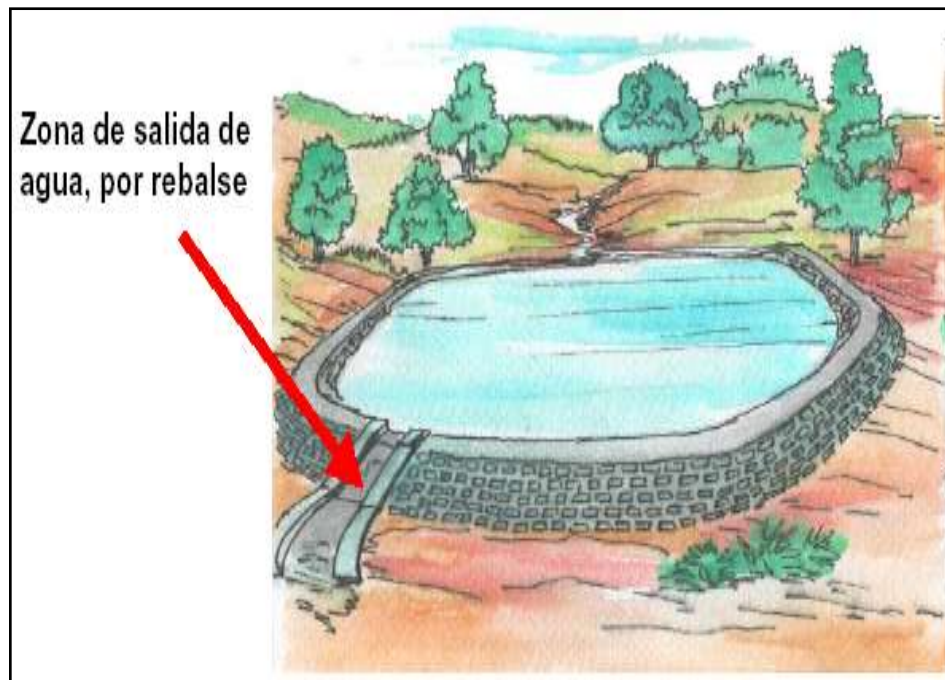


Figura 2.35 Laguneta con Talud de Piedra, Arena y Cemento

Lagunetas Revestidas con Polietileno o Plástico Negro

El diseño y construcción son similares a las anteriores; se ubica en la zona más baja del terreno, en áreas con condiciones naturales o se realiza excavación y posteriormente se revisten con polietileno número 1000. Se construyen en suelos muy permeables o de poca profundidad. Puede usarse para el cultivo de peces. Este tipo de laguneta no puede usarse para abrevadero directo de ganado y debe protegerse en su alrededor con un cercado para evitar que el plástico sea perforado y provocar la pérdida de agua por la infiltración (Figura 2.36).



Figura 2.36. Laguneta Revestida con Polietileno para Cultivo de Peces

Pozos Cisternas

Este sistema consiste en un pozo que posee un sistema que minimiza la pérdida del agua por infiltración, puesto que está recubierto por paredes y el fondo del pozo con bloques de arcilla quemado (ladrillo), unido por una mezcla de arena, cemento y agua, una vez pegados los ladrillos se adiciona una capa sobre la parte interna de la pared redondeada una mezcla más fina de arena y cemento, con grosor aproximadamente de 1 cm. Se deja secar por un día y se agrega otra capa más fina solo de cemento, con el objetivo de sellar los poros de la pared y disminuir casi en su totalidad la filtración del agua. las profundidades y diámetro del pozo están en dependencia de la precipitación, área de captación y demanda hídrica para el uso necesario (Figura 2.37).



Figura 2.37 Pozo Cisterna Construido con Bloque de Arcilla Quemada

Zanjas de Almacenamiento Revestidas con Plástico Negro.

Son excavaciones realizadas en curvas a nivel con profundidades no mayor a 1 m y con paredes en forma de talud, con ángulo de inclinación de 40% con respecto al fondo, con el fin de mejorar la estabilidad del suelo, principalmente en suelos arcillosos. La longitud varía según las necesidades de almacenamiento y tomando en consideración la estabilidad de los suelos.

En las partes centrales de la longitud se dejan áreas de descargue con un filtro artesanal adherido a una manguera de polietileno para facilitar la salida de agua por gravedad hacia el área de aprovechamiento. Una vez construidas las zanjas se recubren con plástico preferiblemente de calibre 1000. Las zanjas de almacenamiento pueden taparse con el mismo material plástico o dependiendo del uso final, puede hacerse con material vegetal, lo que ayudaría a disminuir la pérdida de agua por evaporación (Figura 2.38 y 2.39).



Figura 2.38: Excavación de Zanja



Figura 2.39 Zanja de Almacenamiento Revestido



Aljibes Revestidos con Ladrillo de Arcilla y Concreto

La palabra aljibe es de origen árabe y significa pozo, consiste en cavar un hueco en el suelo generalmente en la parte más baja, que facilite el escurrimiento hacia el aljibe, las paredes con talud. El tamaño está en correspondencia a la cantidad de precipitación, el área de captación y demanda de agua. En suelos francos arenosos el fondo y las paredes se recubren con material impermeable como ladrillo o bloques de arcilla quemados, unidos con mezcla de arena, cemento y agua. Los aljibes pueden tener tapa para mantener la calidad del agua almacenada.

En los aljibes puede almacenarse agua captada de techo de las viviendas, de arroyos, conducida por cañerías hasta el lugar de uso en donde se construye el aljibe. También puede captarse agua de cerros con pendientes pasando primero por desarenadores o sedimentadores Para evitar la menor contaminación del agua y garantizar la protección del aljibe (Figura 2.40).



Figura 2.40 Construcción de Aljibe Revestido con Concreto



Aljibes Revestidos con Polietileno o Plástico Negro.

Es una excavación rectangular con las paredes en forma de talud, con profundidades entre 1,0m y 1,5m las dimensiones varían en relación a la cantidad de precipitación, área de captación y demanda de agua. Para los aljibes revestidos con polietileno el suelo debe ser compacto muy estable. La superficie del fondo debe de compactarse y al igual que las paredes no deben quedar maderas o piedras que perforen el polietileno. Se debe proteger con un cercado en el entorno para evitar que el plástico sea perforado. Para evitar la pérdida por evaporación se pueden tapar con el mismo material plástico, aunque preferiblemente debe construirse cercano a la sombra de los árboles. (Figura 2.41 y 2.42).



Figura 2.41 Excavación y Base del Aljibe



Figura 2.42 Aljibe Revestido con Polietileno

Anillos de Captación en Cerros

Consisten en construir una zanja horizontal con una ligera pendiente bajo la curva de nivel para conducir el agua de lluvia obtenida hacia un punto determinado. La función de los anillos de captación es recoger el escurrimiento de agua de lluvia de los cerros que bordean una cuenca o están dentro de la cuenca. El agua captada en los anillos puede conducirse hasta pequeños embalses para usos productivos, de conservación y recuperación arbórea, también en uso de abrevaderos de animales.

En las pendientes escarpadas de los cerros se pueden iniciar las labores de regeneración ecológica utilizando zanjas trinchera, anillos de captación y reforestación con especies adecuadas con el objetivo de favorecer la formación de suelos mediante la reforestación, reducir la velocidad de escurrimiento de agua de



lluvia, disminuir la erosión, propiciar la infiltración hacia el subsuelo, y conducir el agua retenida al lugar deseado dentro de la cuenca (Figura 2.43).



Figura 2.43. Anillo de Captación en Cerros

Estanques de Derivación

Los estanques de Derivación como su nombre lo indica, son contenedores artificiales construidos longitudinalmente sobre la línea de escurrimiento de un arroyo, río o manantial (ver figura 2.44). El objeto de estos estanques de escurrimiento, es reducir la capacidad de erosión del escurrimiento y poder contar con agua para uso de tipo agropecuario o piscícola. Todas estas alternativas de captación, producción o retención del agua, están destinadas a satisfacer las necesidades de localidades o comunidades rurales o suburbanas carentes de una disponibilidad continua y fácil del agua.

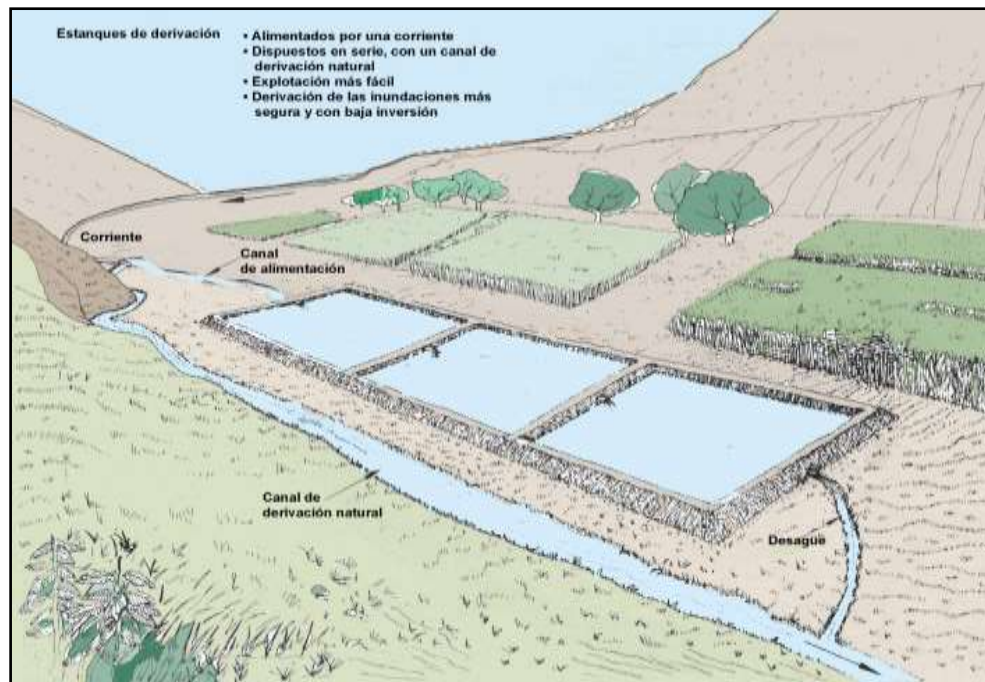


Figura 2. 44 Estanques de Derivación

Micro Presas Desmontables para uso Comunal

Es un sistema de captación de agua con infraestructura que puede ser desmontada para evitar que la corriente la dañe en épocas de lluvia. Ver Figura 2.45 y 2.46

Es una obra de ingeniería que puede ser construida para retener volúmenes mayores de agua. Una mini presa desmontable almacena agua para un sistema de riego comunitario. Tiene compuertas de madera de 1 metro de altura, desmontables, sobre bases de concreto con estructuras metálicas.

El embalse tiene una longitud de 13 metros de largo por 8.32 metros de ancho del rebose y con capacidad de 120 m³. Está construida con un muro transversal a la corriente de un pequeño río que en época seca tiene un caudal de 7.0 litros por segundo, y la llena en 5 horas.



El agua es conducida por gravedad a través de 2.8 kilómetros de tubería de PVC de 7.60 cm, a lo largo del cual se instalan válvulas de aire y limpieza para garantizar el funcionamiento. El agua almacenada se transporta por la tubería con suficiente presión para hacer funcionar pequeños sistemas de riego por goteo, en hortalizas frutales de guía y en cítricos. La estructura se puede diseñar según la capacidad de la fuente de abastecimiento para riego por goteo, áreas de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ hectárea. Para uso comunal los riegos se deben regir por un plan (frecuencias y duración de éstos) para dar al agua un uso racional y adecuado.



Figura 2.45. Micro Represa Desmontable de madera



Figura 2.46. Micro Represa Desmontable con apoyo de aluminio

Captación de Agua por Bacheo

La captación de agua por bacheo es una práctica agronómica que ayuda a disminuir el efecto de la falta de agua que utilizan los cultivos. Se reduce la escorrentía, la erosión y se logra el almacenamiento y aprovechamiento de agua de lluvia.

El bacheo consiste en el diseño y trazado de surcos en contorno provistos de baches o compartimentos para retener el agua de las lluvias. La medida de los baches depende del tipo de cultivo y de la pendiente del terreno, pero normalmente son de dimensiones de 0.35 a 0.75 metros de ancho. Una vez hechos los surcos, cada cierta distancia se cierran y se construyen bordes con la tierra removida por el arado. Se construye un surco de por medio a una distancia de 7 metros; esto puede variar dependiendo del cultivo. Los baches están formados por un camellón, el fondo y los bordes.



Figura 2.47 Sistema de Captación de Agua por Bacheo



Figura 2.48 Sistema de Captación de Agua por Bacheo, practica agronómica



Bocatomas.

Las obras de toma o bocatomas son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal. Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el Caudal de Captación, el que se define como el gasto máximo que una obra de toma puede admitir. Es necesario tener presente que la bocatoma es una estructura muy importante para el éxito de un proyecto. Si por una razón u otra se produce una falla importante en la obra de toma, esto significaría la posibilidad del fracaso de todo el Proyecto de Aprovechamiento Hidráulico. En consecuencia, tanto el diseño como la construcción, la operación y el mantenimiento de una obra de toma deben ofrecer el máximo de seguridad.

Problemas Especiales que presentan los Bocatomas.

En los grandes aprovechamientos hidráulicos el costo de la bocatoma representa sólo un porcentaje muy pequeño del costo total del proyecto. La consecuencia práctica de este hecho es que no se debe escatimar esfuerzos ni tratar de obtener una “estructura económica”, sino que se debe buscar el máximo de seguridad. Para el estudio de una bocatoma es necesario tener en cuenta que un río transporta lo siguiente:

- a) Agua proveniente de la precipitación que ocurre en la cuenca
- b) Sólidos, también llamados sedimentos, provenientes de la erosión de la cuenca
- c) Hielo, en los lugares que existe, y
- d) Cuerpos extraños como árboles, plantas, basura y desperdicios.

Otro de los problemas serios que se presenta frecuentemente en el diseño de una bocatoma se origina en la presencia de eventos hidrológicos extremos: a veces grandes avenidas y otras veces gran escasez de agua. Las grandes avenidas crean una serie de problemas hidráulicos y estructurales que deben ser debidamente evaluados.



Son numerosos los problemas que se presentan en el planeamiento de las Obras de Toma, debido principalmente a la interacción estructura-naturaleza. El planeamiento es el paso previo al diseño. El planeamiento correcto es sumamente importante para el éxito del proyecto. Es difícil establecer una metodología de planeamiento; sin embargo, se presenta a continuación algunos temas que deben tenerse en cuenta.

Los temas deben tratarse mediante un proceso de aproximaciones sucesivas. El orden en el que se les presenta a continuación está determinado sólo por razones propias de la exposición. Su número puede ser bastante mayor. Como una forma de iniciación en el tema del planeamiento de una obra de toma se considera los siete temas de análisis siguientes:

- a) Comportamiento hidrológico
- b) Aspectos de hidráulica fluvial
- c) Transporte sólido
- d) Selección del tipo de toma
- e) Microlocalización de la obra de toma
- f) Geometría de la bocatoma, y
- g) Condiciones particulares de operación y mantenimiento

La Hidrología constituye la información de base indispensable para el proyecto. Los objetivos del estudio hidrológico son:

- a) Saber que en el río vamos a tener la cantidad de agua requerida y poder así garantizar el servicio.
- b) Conocer las grandes avenidas para el cálculo de la avenida de diseño y poder así garantizar la estabilidad de la estructura.



Condiciones de Diseño

Son varias las condiciones generales de diseño que debe cumplir una bocatoma, cualquiera que sea su tipo o características. Entre las principales están las siguientes:

- a) Asegurar la derivación permanente del caudal de diseño y de los caudales menores que sean requeridos. En algún caso se admite una interrupción temporal del servicio.
- b) Proveer un sistema para dejar pasar la Avenida de Diseño, que tiene gran cantidad de sólidos y material flotante.
- c) Captar el mínimo de sólidos y disponer de medios apropiados para su evacuación. Muchas veces esta es la clave del diseño eficiente.
- d) Estar ubicada en un lugar que presente condiciones favorables desde el punto de vista estructural y constructivo.
- e) Conservar aguas abajo suficiente capacidad de transporte para evitar sedimentación.
- f) Tener un costo razonable

Características Generales del Bocatoma de Captación Lateral.

La bocatoma lateral es una obra de captación superficial y es la más empleada cuando se trata de captar el agua de un río. La forma más simple de concebir una captación lateral es como una bifurcación.

En primer lugar conviene presentar una breve descripción de los elementos constituyentes más frecuentes de una bocatoma de captación lateral, los que podrían clasificarse de la siguiente manera:



Elementos de encauzamiento y cierre. Su objeto es elevar el nivel del agua para permitir su ingreso a la toma y al canal de derivación e impedir el desborde del río.

Elementos de descarga de avenidas. Permiten el paso de las crecidas. Son Órganos de seguridad.

Elementos de control de sedimentos. Tienen por objeto el manejo de los sólidos.

Elementos de control del ingreso de agua. Permiten regular la cantidad de agua que ingresa a la derivación.

Elementos de control de la erosión. Permiten disminuir la erosión y la abrasión

Elementos estructurales. Son los que dan estabilidad a la obra.

En la Figura 2.49 se aprecia una disposición típica de los principales elementos de una bocatoma de captación lateral, ellos son:

Vertedero fijo o presa derivadora: El vertedero o presa derivadora es estructuralmente un azud. Es una presa vertedora. Suele llamársele barraje. Su función es la de elevar el nivel del agua para alcanzar el requerido por las necesidades de captación. El azud crea la carga necesaria sobre el canal de derivación para que pueda ingresar el Caudal de Diseño. Es decir, obliga al agua a entrar a la captación. En tal sentido es una presa derivadora, diferente a las presas de almacenamiento.

En consecuencia, su altura sobre el lecho del río suele ser pequeña (algunos pocos metros). A su vez el azud debe permitir el paso de las grandes avenidas, específicamente de la Avenida de Diseño, la que como se ha dicho es el máximo caudal del río que puede soportar la estructura. El azud es, hidráulicamente, un vertedero. Se puede construir de los más diversos materiales.



Vertedero móvil o barraje móvil. Es una estructura compuesta por una o más compuertas que permiten el paso de las avenidas de líquidos y de sólidos y además tiene la función de eliminar los sólidos que pudiesen encontrarse aguas arriba y frente a las ventanas de captación. La longitud total de los vertederos fijo y móvil debe ser la necesaria para el paso de la avenida de diseño. Su proporción es variable.

Presa no vertedora. Al igual que los vertederos fijo y móvil es transversal a la corriente principal. Su función es la de cerrar el cauce, sin que el agua pase por encima de ella. Su longitud depende del ancho del río.

Las ventanas de captación. Constituyen la toma propiamente dicha. Se trata de uno o más vanos que permiten el ingreso del agua y que trabajan hidráulicamente, sea como vertederos o como orificios. La carga hidráulica que permite el ingreso del agua se origina como consecuencia de la altura de la presa derivadora. Las ventanas pueden tener compuertas o no y suelen llevar rejillas de protección contra el ingreso de cuerpos extraños, las que pueden estar provistas de limpia rejas.

Compuertas de captación. Son las que regulan el ingreso de agua al canal de derivación. Pueden estar ubicadas como parte de las ventanas de captación, o, si hubiese un elemento decantador ubicado inmediatamente aguas debajo de las ventanas de captación, podrían estar ubicadas más hacia aguas abajo, en el ingreso al canal. En las bocatomas pequeñas puede tratarse de una sola compuerta.

Pozas disipadoras de energía. Aguas abajo de los barrajes fijo y móvil es necesario disponer algún elemento que ayude a disipar la energía. Generalmente se disipa la energía mediante la formación de un salto hidráulico, para lo que es necesario



disponer una poza. Inmediatamente aguas abajo, y como transición con el lecho fluvial, se coloca una protección de fondo a base de piedras

. **Muros guía.** Son muros separadores que suele n ubicarse entre los barrajes fijo y móvil y aguas arriba de ellos. Pueden también extenderse hacia aguas abajo, separando ambas pozas disipadoras de energía.

Canal desrpiador. Es un pequeño canal paralelo a la corriente principal, ubicado junto a las ventanas de captación y que es normal a la dirección de la corriente que ingresa a la captación. Permite la eliminación de los sólidos cuando las circunstancias hidráulicas y topográficas lo permiten.

Diques de encauzamiento. Se ubican aguas arriba y aguas abajo del eje de la presa de derivación, en la medida en la que las circunstancias topográficas lo requieran. Para que una bocatoma sea estable es necesario que lo sea el tramo fluvial en el que está ubicada. De acá que en muchas oportunidades haya que realizar el encauzamiento del tramo de río en las inmediaciones de la obra de toma. Algunas veces los diques de encauzamiento se extienden a lo largo de varios kilómetros. Su costo puede ser importante, pero resultan absolutamente necesarios. Es necesario recordar que al construir una bocatoma se implanta un barraje o presa derivadora, cuya altura generalmente es de unos pocos metros sobre el lecho del río. Esto determina una sobre elevación de niveles hacia agua arriba, especialmente durante los grandes caudales. Como parte del diseño, además de los trabajos topográficos, se requiere determinar el perfil hidráulico. Si las condiciones topográficas así lo exigen habrá que considerar un encauzamiento.

Bifurcaciones

La forma más simple de concebir una obra de toma es como una bifurcación: del canal principal o del río, nace un canal lateral. Las tomas rústicas, es decir, las tomas más simples, son solamente bifurcaciones.



En una bifurcación se distribuyen el agua y los sólidos transportados por la corriente. En general lo hacen en proporciones diferentes. El estudio teórico y experimental de las bifurcaciones es muy interesante e importante para el mejor conocimiento de lo que ocurre en una bocatoma.

Funciones Adicionales de un Bocatoma

Las bocatomas tienen a veces funciones adicionales a la que les es propia.

Ellas pueden ser:

- a) Reparto de Aguas
- b) Medición de Caudales
- c) Punte (Peatonal o Carretero)
- d) Embalse para recreación (Natación, Pesca)
- e) Minicentral Hidroeléctrica



Figura 2.49 Bocatoma



2.3 MARCO NORMATIVO

2.3.1 EL MARCO INSTITUCIONAL PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

El Salvador cuenta con un conjunto de leyes y mandatos institucionales para la gestión del agua. Sin embargo, la normativa existente carece de coherencia y armonía. Según el Banco Internacional de Desarrollo el BID (1998), en El Salvador no existe ningún ente con responsabilidad para el manejo integrado del recurso hídrico, y lo que se observa es un uso fragmentado sectorial y no sostenible.

Las comunidades, los municipios y los grandes usuarios de agua (ANDA, CEL, y MAG) compiten por el uso y propiedad del agua, y en muchas localidades esta competencia se ha convertido en fuente de conflicto social. Además, no existe una estructura normativa institucional adecuada para administrar el agua con criterios de sostenibilidad.

Las leyes de creación de los principales usuarios del agua definen atribuciones en aspectos operativos y normativos sobre el agua, sin embargo, en general presentan claros vacíos, contradicciones y traslapes de jurisdicción. El BID señala que los problemas de uso del recurso hídrico pueden atribuirse a la ausencia de un marco normativo racional; a la debilidad y dispersión institucional; y a la falta casi total de información cuantitativa y cualitativa sobre el recurso, señalando que el marco institucional para el manejo integrado del agua es una condición necesaria para facilitar el funcionamiento de esquemas de organización.



2.3.2 LEGISLACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

La Constitución Política declara de interés social la protección, restauración, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales. Entre los motivos de expropiación por causa de utilidad pública, establece el objetivo de aprovisionamiento de agua.

El Código Municipal hace referencia a la competencia de los municipios para el incremento y protección de los recursos renovables y no renovables y le da atribuciones y jurisdicción en su territorio a través de las ordenanzas, incluyendo la gestión de los recursos naturales.

El Código Penal establece penas al que contamine, envenene, adultere o corrompiere de modo peligroso, los recursos hídricos.

El Código de Salud determina la norma de calidad del agua, el control de vertidos y las zonas de protección. Le otorga al Ministerio de Salud la atribución para desarrollar programas de saneamiento ambiental, abastecimiento de agua potable para comunidades, disposición adecuada de excretas y aguas servidas, así como la eliminación y control de contaminación del agua.

La Ley de Riego y Avenamiento establece que las aguas superficiales y subterráneas son propiedad del Estado. Norma la extracción de agua para riego, sin aclarar cómo se planifica, regula y adjudica el uso del agua para demandas competitivas entre agua potable y agua para riego, tanto para uso público como privado.

La Ley Forestal declara de utilidad pública la conservación e incremento de los recursos forestales para la prevención de la erosión, la protección de cuencas hidrográficas y prohíbe cortar, destruir, dañar o arrancar árboles o arbustos de los



bosques, tierras forestales y de las zonas protectoras del suelo, cualquiera que sea el régimen de propiedad a que estén sujetos.

Ley de Administración de Acueductos y Alcantarillados, ANDA tiene la potestad de regular toda extracción de agua en el país, pero al mismo tiempo es el mayor usuario de éste recurso para consumo humano.

Según su Ley de Creación, la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa tiene derechos sobre el uso del agua para generación de energía, concebidos sin atención a los derechos de otros usuarios conferidos por ley.

Reglamento Interno del Órgano Ejecutivo se establecen competencias para los ramos de Agricultura y de Obras Públicas, para la generación de mecanismos legales de protección, conservación y uso racional del recurso hídrico, así como investigación de condiciones geológicas, hidrológicas y sismológicas del territorio nacional. El Ministerio de Agricultura se ha encargado de los aspectos normativos del agua como recurso natural, fundamentalmente con orientación al riego y es responsable de administrar la red hidrométrica. El Ministerio de Obras Públicas tiene a su cargo el desarrollo de infraestructura de regulación de caudales para control de inundaciones.

La Ley sobre Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (1981) y su reglamento (derogado) es una especie de ley básica para poder legislar en detalle los diferentes usos del agua: consumo humano, riego, industriales, comerciales, hidroeléctrica, pesca, usos comunes, etc. Esta ley mandaba al Ministerio de Planificación a coordinar los estudios y desarrollar las políticas hídricas para todos los usos del recurso. Se creó la Oficina Especializada del Agua (OEDA) en el desaparecido Ministerio de Planificación y luego reubicada en ANDA (ahora OEDA).



El Reglamento sobre la Calidad del Agua, el Control de Vertidos y las Zonas de Protección (Decreto No. 50, 1987), tiene por objeto desarrollar los principios de la Ley de Gestión Integrada de Recursos Hídricos y su Reglamento, y se orienta a evitar, controlar o reducir la contaminación del agua por vertidos domésticos, industriales o de cualquier índole, estableciendo normas sobre depuración y tratamiento de aguas y sus respectivas sanciones.

La Ley de Creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones incluye la función de asignar concesiones de agua para hidroelectricidad, sin tomar en cuenta los demás usuarios. La aplicación de esta normativa está prácticamente suspendida, pero añade otro factor de confusión a la gestión del recurso.

La Ley del Medio Ambiente otorga competencia en la prevención y control de la contaminación al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, junto al Ministerio de Salud Pública. Según la ley, para proteger el recurso hídrico debe promoverse el manejo integrado de cuencas hidrográficas y la protección del medio costero-marino de toda clase de vertidos y derrames. Corresponde al Ministerio del Ambiente elaborar y proponer a la Presidencia de la República los reglamentos necesarios para la gestión, uso, protección y manejo de las aguas y ecosistemas.

Reglamento Especial de Aguas Residuales: tiene por objeto velar porque las aguas residuales no alteren la calidad de los medios receptores, para contribuir a la recuperación, protección y aprovechamiento sostenibles del recurso hídrico respecto de los efectos de la contaminación. Las disposiciones del reglamento serán aplicables en todo el territorio nacional, independientemente de la procedencia y destino de las aguas residuales.



Propuesta De Ante Proyecto De Ley General De Aguas La presente Ley tiene como finalidad establecer las disposiciones necesarias para garantizar la protección, aprovechamiento y recuperación del agua y sus ecosistemas, respetando las fases del ciclo hidrológico, la protección de las cuencas, la protección de los ecosistemas acuáticos, el ordenamiento ambiental del territorio y la calidad de vida de la población.



**CAPITULO III:
DESCRIPCION
GENERAL DEL
MUNICIPIO**



3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

El Municipio de Torola se encuentra ubicado en el departamento de Morazán. Su cabecera municipal es el pueblo de Torola, localizado a 28 Km. al noroeste de San Francisco Gotera, la cabecera departamental y principal ciudad de la región. Se halla situado a una altura de 730 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sus coordenadas son $13^{\circ} 54' 53''$ latitud norte (L.N.) y $88^{\circ} 14' 01''$ L.W.G. Al norte y al noroeste, colinda con La República de Honduras; al noreste, con el municipio de San Fernando; al este, con Jocoaitique y San Fernando; al sur, con San Antonio, en el departamento de San Miguel, y San Isidro; al suroeste, con San Simón y San Isidro; al este, con los municipios de San Isidro y El Rosario; al sureste, con Jocoaitique; y al oeste, con San Antonio (ver Figura 3.1).

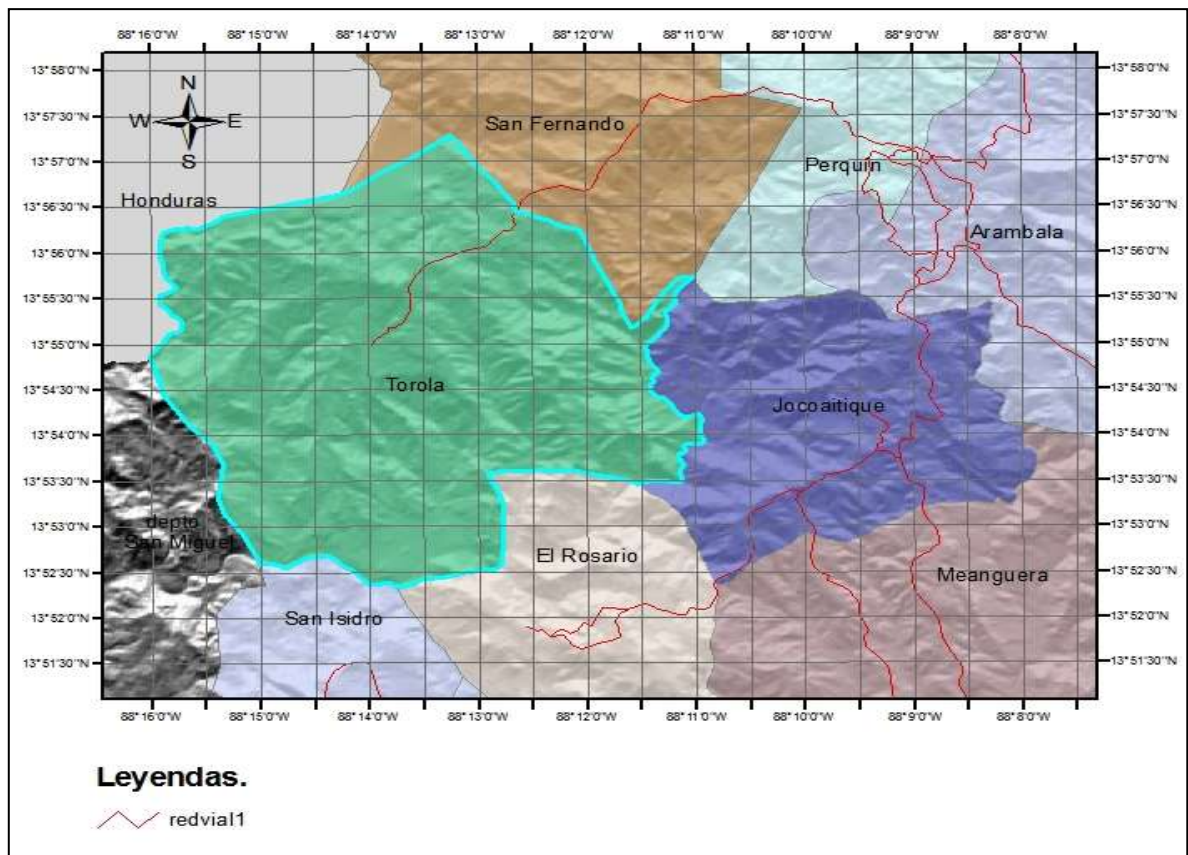


Figura 3.1 Mapa de Límites Geográficos del Municipio de Torola.



La jurisdicción de Torola comprende una superficie territorial de 58.26 km²; el 0.3% de ella es considerada como área urbana; el resto, rural.

La estructura político administrativa del municipio está dividida en cuatro cantones. En ellos se reconoce la existencia de al menos 25 caseríos o asentamientos humanos distribuidos de la siguiente manera: i) cantón Agua Zarca: ocho caseríos; ii) cantón Cerrito: cuatro; iii) El Progreso: cuatro; v) cantón Tijeretas: nueve (ver Figura 3.2).

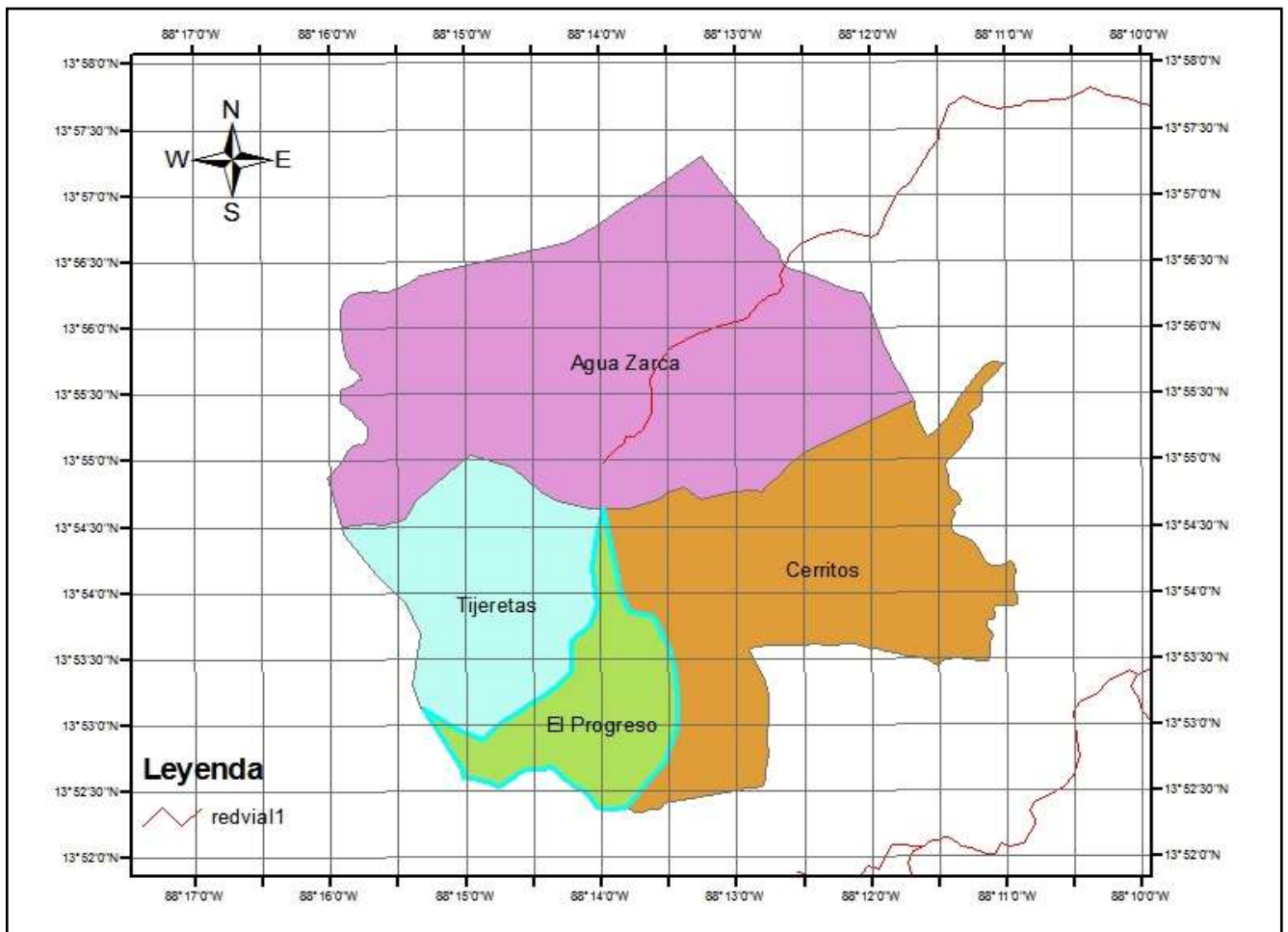


Figura 3.2 División Político-Administrativa, Municipio de Torola



3.2 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL: URBANA Y RURAL

El Municipio de Torola de torola cuenta con una población de 3,042 habitantes de los cuales 219 pertenecen a la zona urbana 2,823 a la zona rural distribuida de la siguiente manera:

Tabla 3.1: Población Por Cantón Del Municipio De Torola, Morazán

CANTONES	NO. DE HABITANTES
Agua Zarca	862
Casco Urbano	219
Cerrito	297
El Progreso	456
Tijeretas	1.208
TOTAL	3,042

Fuente: CENSO 2007

De este número de habitantes 1,539 son hombres, 1503 mujeres. El índice poblacional según el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Unidad de Salud del municipio de Torola es de 1.72%.



3.3 EDUCACIÓN

Según el estudio Mapa de Pobreza 2004, de una muestra de 1,362 personas el 64.8 % del total de la población de Torola no saben leer ni escribir.

Tabla 3.2: Indicadores de Analfabetismo

INDICADORES	TOTAL		HOMBRES		MUJERES	
	No.	%	No.	%	No.	%
ALFABETAS	883	64.8	495	72.7	388	57.3
ANALFABETAS	479	35.2	186	27.3	289	42.7
TOTAL	1,362	100.0	681	100.0	677	100.0

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos. Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, Mapa de Pobreza, 2004, Base de Datos inédita.

Oferta Institucional de servicios:

De acuerdo al Censo Matricular del Ministerio de Educación (MINED), en Torola existe una red educativa compuesta por nueve centros escolares reconocidos oficialmente, distribuidos en tres de los cuatro cantones. En estas escuelas, se imparten clases desde parvularia hasta 7º grado. Únicamente en la localizada en el casco urbano del pueblo se ofrecen los tres ciclos completos hasta 9º grado de los cuales el Complejo Educativo Marcelino García Flamenco tiene hasta bachillerato. Por tanto, en este lugar es donde convergen los jóvenes provenientes de las distintas comunidades, quienes deben caminar entre uno y ocho kilómetros de distancia diarios para ir a recibir clases. (Ver Encuesta de Centros Escolares en Anexo D).



3.4 SALUD

En Torola, el Ministerio de Salud y Asistencia Social (MSPAS) mantiene en funcionamiento una unidad para la promoción, recuperación y rehabilitación de la salud con atención ocho horas diarias 1 medico 1 enfermera graduada 1 auxiliar de enfermería 1 secretaria y tres promotores de salud. Fosalud el fin de semana, también cuenta con una clínica de medicina alternativa o sea medicina natural Las instalaciones están localizadas en el casco urbano del municipio los habitantes de los 25 caseríos diseminados en el área rural se ven en la necesidad de desplazarse hasta el pueblo para acceder a los servicios de salud, la distancia a caminar por los residentes de los distintos caseríos para visitar la unidad de salud oscila entre los dos y los 10 km. En casos de urgencia extrema, el hospital más cercano se encuentra en la cabecera departamental, a más de 2 horas, si se viaja en autobuses del transporte público.

3.5 USO Y TENENCIA DE LA TIERRA

Es un municipio de difícil acceso por las calles de tierra. Está rodeado por montañas, cerros, caídas de agua. Tienen cultivos de granos básicos, tule, caña de azúcar, café, y plantas hortenses y frutículas. Hay ganado vacuno, mular, caballar, porcino y aves de corral. Existe la elaboración de dulce de panela, artículos de loza y jarca.

Según la topografía, son barrancas y quebradas, con pendientes de 100 % o más; la profundidad del suelo es inferior a los 50 cm; la reducida capacidad de retención de agua; la severa y extrema susceptibilidad a la erosión; la severa y extrema rocosidad y pedregosidad del terreno, con más de 50 % de rocas y más de 60 % de piedras, y la muy baja o nula fertilidad aparente.



De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional, en el departamento de Morazán hay un total de 23,328 parcela rurales registradas, el 91% de esta parcelas cuentan con superficies que oscilan entre 1 y 10 hectáreas; el 6% corresponde a parcelas que cuentan con áreas que oscilan entre 10 y 25 has. Y en el restante 3% están incluidas las parcelas con superficie mayor a las 25 ha.

En lo que respeta al carácter de la relación hombre-tierra del total de unidades investigadas un 63% de los productores alquilan tierra para trabajar y el resto (14%) lo hace colono o tenedor.

3.6 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS DEL MUNICIPIO DE TOROLA.

Torola es un municipio cuya base económica es esencialmente agropecuaria. Es ese sector el que genera la principal fuente de empleo e ingresos de la población. En términos proporcionales, al menos tres de cada cinco personas de la población en edad de trabajar realizan actividades de producción o transformación vinculadas directamente al agro. El porcentaje de ocupación agropecuaria en el municipio es de 60.4 % sobretodo en la zona rural. Predomina la explotación de los recursos naturales, como base en torno a la cual se articulan los procesos de producción y los mercados.

En este lugar, tanto la agricultura como la ganadería comparten como rasgos particulares el empleo relativamente intensivo del factor trabajo y los más bajos niveles de ingresos en el municipio: el ingreso es de \$59.84 dólares en promedio al mes para los jornaleros.



Tabla 3.3 Actividades Económicas de Municipio de Torola

RAMA DE ACTIVIDAD	TOTAL
1. Agricultura y ganadería	59.34
2. Pesca	n.d.
3. Minería y canteras	38.89
4. Industria manufacturera	155.02
5. Construcción	143.05
6. Comercio	134.99
7. Transporte, almacenamiento y comunicaciones	90.32
8. Intermediación financiera inmobiliaria.	192.80
9. Administración pública y Defensa	no hay datos
10. Enseñanza	343.77
11. Servicios comunales sociales y de salud	124.09
12. Servicio doméstico	103.86
TOTAL	98.80

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples Ampliada 2005, Mapa de Pobreza.



3.7 VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA E INFORMACIÓN EN CONSTRUCCIÓN

Vivienda.

En municipio de torola el tipo de material predominante en las viviendas es el adobe y bahareque en la zona rural y concreta o mixta en el área urbana con pisos principalmente de tierra y ladrillo de cemento, ver figura 3.3. Con base en lo anterior, aproximadamente sólo dos de cada 25 viviendas en el municipio se consideran adecuadas para habitarlas.



Figura. 3.3 Materiales utilizados para vivienda en el cantón Agua Zarca, municipio de Torola.



3.8 INFRAESTRUCTURA VIAL.

El pueblo de Torola se comunica con San Fernando y Pequín por una calle mejorada, con una superficie de tierra balastada, de 14 Km. de longitud. Es la principal ruta de acceso al municipio, apta para el tráfico vehicular durante todo el año. Un tramo de aproximadamente 1.5 Km. justo donde empalma con el casco urbano, es empedrado. De igual modo, los caminos son de tierra, ya sea para conducirse hacia o para venir desde la ciudad de Jocoaitique, Villa El Rosario y San Isidro; algunos de ellos transitables únicamente por vehículos de doble tracción durante la época de invierno, debido al deterioro causado por las lluvias. En total, según los datos manejados Con relación a la red de calles y caminos construidos para interconectar cantones y caseríos, la situación presenta, signos de graves deficiencias en su dotación. Por ejemplo, en la actualidad, el cantón Cerrito y los caseríos, El Picacho, El Portillo, La Joya del Chongue, Las Anonas, San José, Raíces y Tortolico sólo son accesibles a pie o si se usan bestias de carga para transportarse, porque se llega o se sale de ellos a través de veredas intransitables para los vehículos motorizados, debido a las condiciones del terreno.

Según en el sistema de información geográfica de La Fundación Agencia de Desarrollo Económico Local (ADEL) de Morazán, la red vial del territorio está compuesta por un total de 28.07 km de calles de tierra transitables todo el año; por otros 25.14 Km. de calles de tierra no transitables, sólo en verano; y, 48.04 Km. de caminos o veredas para carretas.



Figura. 3.4 Muestra el estado de los accesos y el transporte utilizado por los habitantes de la mayoría de los cantones y caseríos de Torola



Figura 3.5 Acceso que conduce al cantón el progreso Municipio de Torola

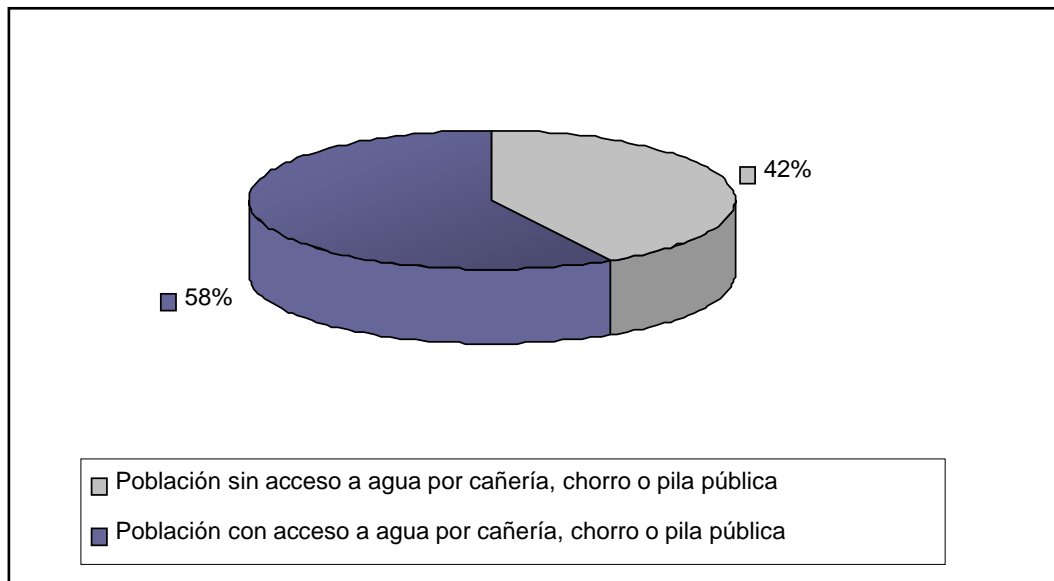


3.9 SERVICIOS BÁSICOS

3.9.1 AGUA:

Al tomar como base los resultados arrojados por el Mapa de Pobreza 2004, en el municipio de Torola se detecta un problema de grandes proporciones en el acceso de los pobladores al servicio de agua por cañería, chorro o pila pública. Cerca de tres de cada cinco personas no cuentan con agua en sus viviendas de habitación, viéndose, por ende, obligadas a abastecerse del preciado líquido en nacimientos naturales. Por ejemplo, la totalidad de habitantes de Cerrito, uno de los cuatro cantones oficiales del municipio, no goza del servicio de agua potable Igual suerte corre la de dos caseríos Agua Zarca y Tijeretas

Figura 3.6 Grafico del acceso a agua potable en El Municipio de Torola.



Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadística y Censos, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples Ampliada Mapa de Pobreza, 2005, base de datos electrónica.



3.9.2 ENERGIA ELECTRICA

En relación al servicio de energía eléctrica, apenas el 12.1 % de la población lo utiliza para el alumbrado en su hogar. El resto de los pobladores (tres de cada cuatro) utiliza lámparas a base de gas, debido a la falta de introducción del tendido en la comunidad o de capacidad de pago para sufragar el costo de la instalación y del consuno mensual de electricidad. Con la excepción del casco urbano y del caserío Managua, cuya cobertura eléctrica alcanza el 90 y 80 % de las viviendas, respectivamente en el cantón Agua Zarca apenas llega al 30 %.



Tabla 3.4 Cobertura de Energía Eléctrica en el municipio de Torola

NOMBRE CASERÍO	TIENE SERVICIO ELÉCTRICO	VIVIENDAS CUBIERTAS POR SERVICIO	DISTANCIA AL TENDIDO MÁS CERCANO
CANTÓN AGUA ZARCA			
Agua Zarca	Sí	30 %	
La Ceiba	Sí	30 %	
Ojos de Agua	Sí	30 %	
CANTÓN CERRITOS			
Los Cerritos	No	0 %	2.5 km
CANTÓN EL PROGRESO			
El Progreso	No	0 %	7.0 km
El Trueno	No	0 %	1.0 km
CANTÓN TIJERETAS			
La Joya	No	0 %	5.0 km
La Caída	No	0 %	1.5 km
Maragua	si	80 %	
Limón	No	0 %	1.0 km
El Picacho	No	0 %	2.0 km
San José	No	0 %	4.0 km
El Portillo	No	0 %	4.0 km
Las Anonas	No	0 %	1.0 km
CASCO URBANO			
	Sí	90 %	

Fuente: Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL), Gerencia de Investigación y Desarrollo.



3.10 ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES SOCIALES PRESENTES EN EL MUNICIPIO DE TOROLA.

Tabla 3.5: Organismos Gubernamentales

ENTIDADES	PRESENCIA	AREAS DE TRABAJO	SERVICIOS PRESTADOS
JUSGADO DE PAZ	■	administración de justicia	- Prestación directa de servicios sectoriales especializados a la población.
PNC	■	Seguridad ciudadana	- Prestación directa de servicios sectoriales especializados a la población.
MSPAS(unidad de salud)	■	Salud Educación Mujer Saneamiento ambiental	- Prestación directa de servicios sectoriales especializados a la población.
MINED(escuelas)	■	Educación	- Prestación directa de servicios sectoriales especializados a la población.
ISDEM(c)	□	Fortalecimiento institucional	- Asesoría administrativa - Asesoría organizacional
FISDL(c)	□	Infraestructura Fortalecimiento institucional	- Asistencia financiera
MAG(PRODENOR)(b)	□	Producción agropecuaria	- Suministro de materiales e insumos - Asistencia técnica a la producción. - Asesoría a la comercialización. - Asistencia crediticia.

FUENTE: Monografía sobre Desarrollo Humano y Objetivos de DESARROLLO DEL MILENIO, Municipio de Torola y Datos proporcionados por la alcaldía Municipal. Simbología: ■= Prestación de servicios en el municipio mediante una oficina allí localizada. □ = Prestación de servicios en el municipio, pero sin tener una oficina allí localizada. Notas: (a) El municipio es atendido por técnicos cuya sede está en una oficina regional o en San Salvador. (b) El municipio es atendido por técnicos cuya sede está en San Francisco Gotera. (c) El municipio es atendido por técnicos cuya sede está en Perquín. (d) Los municipios son atendidos por sus equipos técnicos cuya sede está en Jocoaitique.



Tabla 3.6: Organismos no Gubernamentales.

ENTIDADES	PRESENCIA	AREAS DE TRABAJO	SERVICIOS PRESTADOS
1. ACMM (c)	<input type="checkbox"/>	Mujer Saneamiento ambiental Medio ambiente	Suministro de materiales e insumos Capacitación Asistencia técnica para conservación de suelos
2. ANAES	<input type="checkbox"/>	Medicina alternativa Vivienda Juventud	Capacitación de promotores Consulta médica Construcción de obras Capacitación
3. ASPS (d)	<input type="checkbox"/>	Defensa de intereses Ciudadanos Contraloría social	Capacitación de miembros de las ADESCOS
4. COMURES (a)	<input type="checkbox"/>	Fortalecimiento institucional	Asesoría legal
5. CEBES (c)	<input type="checkbox"/>	Desarrollo de microempresa Tercera edad Seguridad alimentaria	Suministro de alimentos Suministro de materiales y equipo Capacitación Apoyo y acompañamiento a la Organización comunal
6. FECANM (c)	<input type="checkbox"/>	Producción agropecuaria Mujer Juventud Rescate patrimonio	Suministro de materiales e instrumentos Asistencia técnica a la producción cooperativa Asesoría a la comercialización Asistencia crediticia Capacitación Apoyo y acompañamiento a la organización Cooperativa
7. PADECOMSM (c)	<input type="checkbox"/>	Producción agropecuaria	Suministro de materiales e insumos Asistencia técnica a la producción Asesoría a la comercialización Asistencia crediticia



3.11 ORGANISMOS COMUNALES

El tercer segmento institucional señalado es el compuesto por las Asociaciones de Desarrollo Comunal (ADESCO), cuya base poblacional está constituida por los vecinos de los caseríos o de los barrios. En esencia, aquellas funcionan como mecanismos de articulación y comunicación entre las autoridades municipales y la población. Su dinámica de participación está muy ligada a la identificación, priorización y control de los proyectos de inversión.

Según los datos manejados por la alcaldía municipal, hay 11 ADESCO de los caseríos rurales (Agua Zarca, El Limón, El Picacho, El Portillo, El Progreso, El Trueno, Joya El Chongue, La Ceiba, La Joya, Maragua, Ojos de Agua) y dos de barrios del casco urbano (El Centro y El Calvario) dotadas de su correspondiente personería jurídica. Adicionalmente, se ha creado un organismo de cúpula de los habitantes del territorio, en donde están aglutinadas todas las ADESCO del municipio, al cual se le denomina Comité Ciudadano y de Consulta Social (CONSULTORA).



3.12 ANTECEDENTES RELACIONADOS CON ESTUDIOS Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS EN EL MUNICIPIO DE TOROLA.

El municipio de Torola no cuenta con un estudio, ni mucho menos de la construcción de un sistema de captación de agua lluvia para uso agrícola; dada la necesidad que tiene la población de la existencia de un tipo de sistema de captación para enfrentar la amenaza de sequía que presenta la zona.

El Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) en compañía con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) presentaron un informe recomendando al municipio obras de captación y almacenamiento de aguas lluvias para los asentamientos más remotos de la región, debido a que el municipio según estudios se encuentra en una zona de moderada a alta susceptibilidad a sequías y que posee un régimen de lluvias de aproximadamente 2,500mm anualmente, lluvia que en su mayoría escurre directamente a las cauces de agua. El potencial se encuentra en las cantidades que podrían ser captadas para consumo humano y para la agricultura; características favorables que deben presentar para el estudio y construcción de un sistema de captación.

3.13 PLANES ELABORADOS EN GESTIÓN DE RIESGOS

El Salvador es uno de los países con mayor exposición a la ocurrencia de eventos de origen natural (Tormentas Tropicales, terremotos, sequías, deslizamiento, inundaciones, etc.), los cuales causan pérdidas y daños ala población e infraestructura productiva, afectando el desarrollo económico y social del país. Estos fenómenos y su impacto reafirma la necesidad de conocer y analizar los factores que constituyen el riesgo (amenazas y vulnerabilidades) que permita adoptar medidas para reducir el riesgo por amenazas naturales y poner fin al ciclo de destrucción y reconstrucción, convirtiéndolo en prevención y desarrollo.



La micro región Osícala - Perquin la cual pertenece el municipio de Torola según un documento elaborado por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) se encuentra en la zona II de la macro zonificación sísmica de El Salvador, por lo que la magnitud e intensidad de los sismos es menor que en la zona I. Por lo que es una zona más segura para la construcción de obras de infraestructura que aquellos municipios que se encuentran en la zona I de zonificación sísmica. La incidencia de pérdidas y daños por eventos naturales extremos es relativamente poca en la zona. La susceptibilidad por deslizamientos es moderada y de licuefacción es baja.

La micro región no tiene una amenaza por inundación de gran magnitud, por lo que se le considera una zona de relativa seguridad con referencia a este evento natural; por lo que se hace necesario llevar acabo una planificación adecuada del uso de la tierra para no incrementar el nivel de riesgo frente a inundaciones. En cuanto a los peligros por deslizamiento son superficiales con volúmenes moderados a pequeños y cuyos detonantes son las intensas lluvias prolongadas. Por lo que la zona y en cuanto al municipio se refiere es relativamente segura en ese aspecto, es por tal razón la municipalidad y el gobierno no cuentan con un plan de gestión de riesgos que ayuden a la prevención y litigación de dichos eventos naturales en estas comunidades, dándole mas prioridad a otros problemas ambientales como la contaminación, erosión de los suelos, deforestación etc.

Para el ejercicio de consulta con los habitantes de la localidad, convocado por la alcaldía para la elaboración del Plan Participativo de Desarrollo e Inversión Municipal, se abrió junto con los participantes una mesa sectorial de medio ambiente.



Allí se priorizaron los problemas a los cuales había necesidad de prestarles atención para resolverlos o para evitar el empeoramiento de la situación los cuales son: la contaminación ambiental, la erosión de suelos, el peligro corrido por las fuentes de agua por la deforestación y la poca importancia a la protección del medio ambiente. Como puede apreciarse tras una rápida lectura, uno de los problemas medio ambientales identificados tiene como base el mal uso de los recursos naturales, debido a la introducción en el ambiente de elementos nocivos a la vida, la flora o la fauna.

Las principales repercusiones son la degradación de la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo, etc. Por lo general, la manifestación de esos fenómenos es el correlato de la pobreza y de sus expresiones materiales, tales como la precariedad de las viviendas y la carencia de acceso a servicios básicos en los asentamientos poblacionales. Además, con mucha más frecuencia de la deseable, unido a lo anterior se halla la carencia de un marco normativo local o de los órganos ejecutivos encargados de la fiscalización, seguimiento y aplicación de medidas para la conservación del ambiente, así como también la falta de educación o conciencia ciudadana sobre la estrecha relación existente entre bienestar social, cuidado del ecosistema y desarrollo sostenible.



**CAPITULO IV:
DIAGNOSTICO**



4.1 IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION DE AREAS CON POTENCIAL DE CAPTACION DE AGUA PARA USO PRODUCTIVO

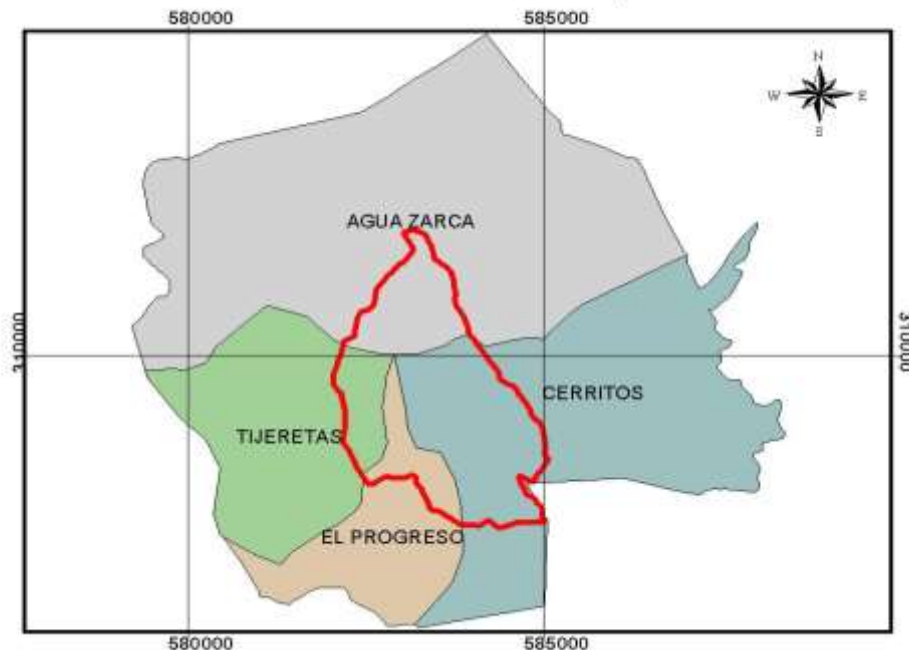
4.1.1 UBICACION.

La ubicación de la micro cuenca se establece bajo tres criterios aceptados normalmente en este tipo de estudios: ubicación geográfica, ubicación política administrativa y ubicación hidrológica. El motivo de esta modalidad responde a la necesidad de precisar todos los elementos a considerar en el área de influencia, de la naturaleza que sean

4.1.2 UBICACION GEOGRAFICA.

El área de estudio esta ubicada en la zona norte del país Municipio de Torola, departamento de Morazán, e incluye una superficie 7.9 km², sus coordenadas geográficas son 13° 55 ' 0 "de Latitud Norte, 88° 14 ' 0 "del oeste. De acuerdo con la cartografía nacional, la zona de estudio se encuentra en la hoja cartográfica 2557 I Jocoaitique. En el mapa 4.1 se observa la ubicación de la micro cuenca.

Mapa 4.1: Ubicación de la micro cuenca, en el Municipio de Torola



Fuente: Grupo de Tesis

**4.1.3 UBICACION POLITICA - ADMINISTRATIVA.**

Administrativamente, la micro cuenca la comparten, mayoritariamente, cuatro cantones, El Progreso, Agua Zarca, Cerritos y una pequeña parte de Tijeretas. Todos los cantones mencionados pertenecen al Municipio de Torola Departamento de Morazán, en el Norte de El Salvador. Un resumen de las áreas de la micro cuenca por cantones se presenta en la tabla 4.1 y en el mapa 4.2 se observa la distribución.

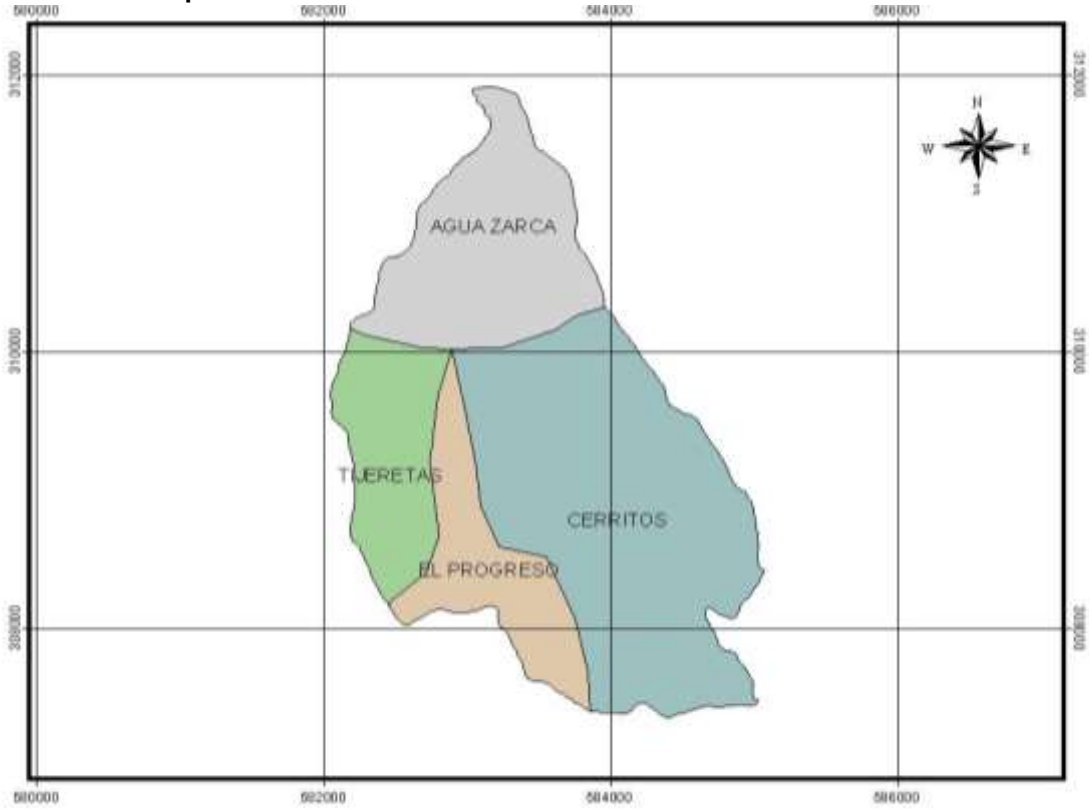
Tabla 4.1 Distribución del área de la micro cuenca, por cantones

Cantón	Área en la micro cuenca (Km²)	Observaciones
Agua Zarca	1.83	Incluye un tramo de la Quebrada de las Marías en la parte alta de la micro cuenca.
Cerritos	3.90	Incluye la Quebrada las Marías en la parte media de la micro cuenca.
El Progreso	1.09	Incluye un tramo de la Quebrada los Jobos en la parte baja.
Tijeretas	1.08	Incluye el inicio de la Quebrada El Burro y la Quebrada los Jobos.
TOTAL	7.9	

Fuente: Grupo de tesis.



Mapa 4.2 División Política Administrativa de la micro cuenca



Fuente: Grupo de Tesis

4.1.4 UBICACIÓN HIDROLOGICA.

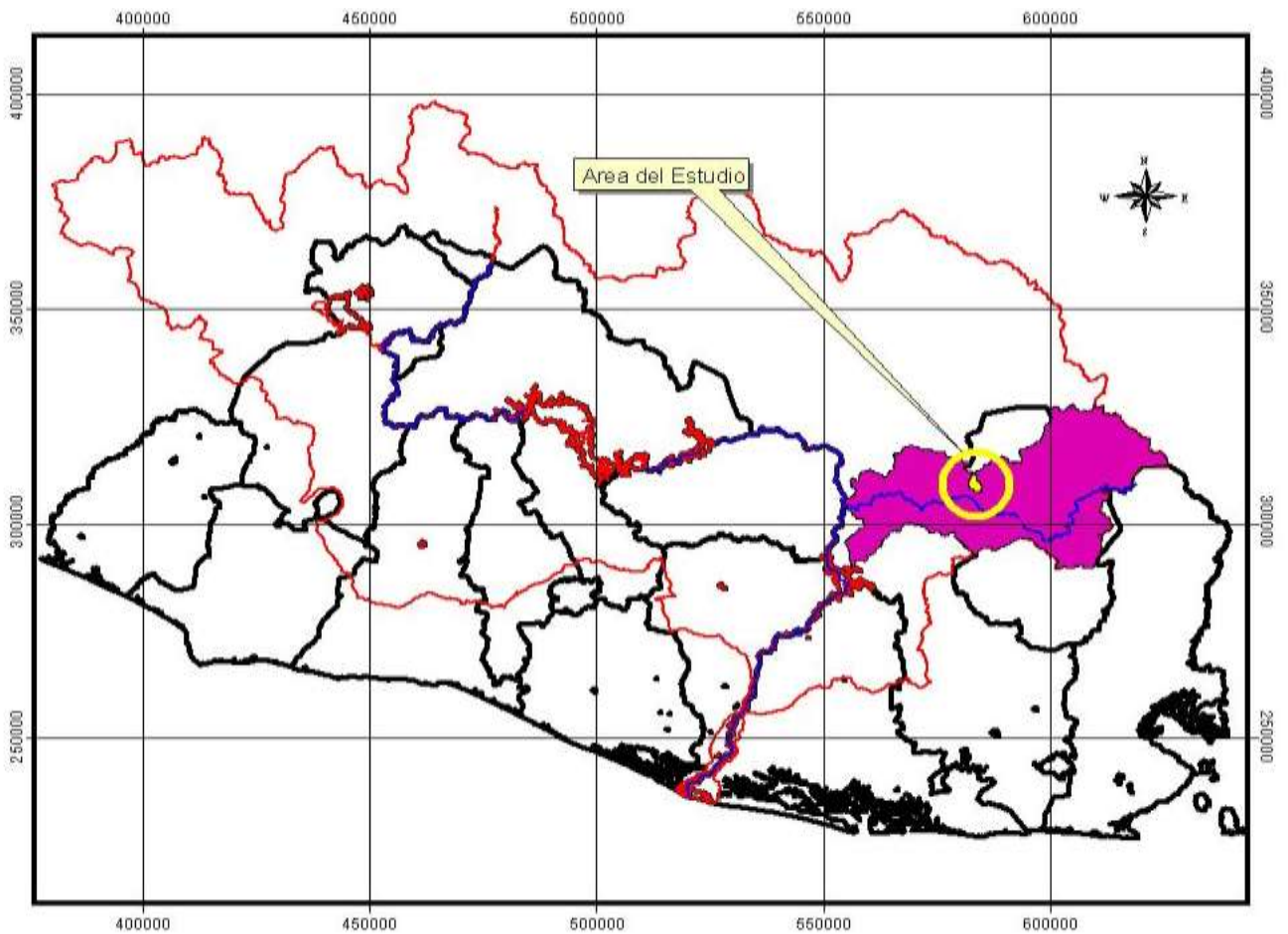
Se encuentra ubicada en la Región Hidrográfica A o cuenca del río Lempa y se extiende desde Guatemala hasta la zona Oriental de nuestro país.

Dentro de la micro cuenca existen 2 corrientes superficiales las cuales son: La Quebrada Los Jobsos y La Quebrada las Marías de agua estacionales, ya que solo mantienen su caudal de mayo a diciembre, en los meses restantes estas quebradas permanecen sin agua. Aunque hay tramos de estas que cuentan con pequeñas pozas que se han formado mediante la erosión del agua en las rocas.



En el mapa 4.3 se observa el área de estudio dentro de la cuenca del río Lempa.

Mapa 4.3 Ubicación Hidrológica del área de estudio



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)



Para el levantamiento de identificación y caracterización del área de estudio se obtuvo la colaboración de miembros de la directiva comunal (ADESCO) así como habitantes de la zona. Se realizaron recorridos en la zona de estudio para reconocer las condiciones biofísicas de la micro cuenca y socioeconómicas de la población mediante la inspección visual, Fichas de caracterización, encuestas, entrevistas con los agricultores y habitantes de la micro cuenca.

La identificación de áreas con potencial de captación se realizó mediante levantamiento con sistema de posicionamiento Global (GPS). A continuación se presentan los criterios considerados para la realización de nuestro estudio.

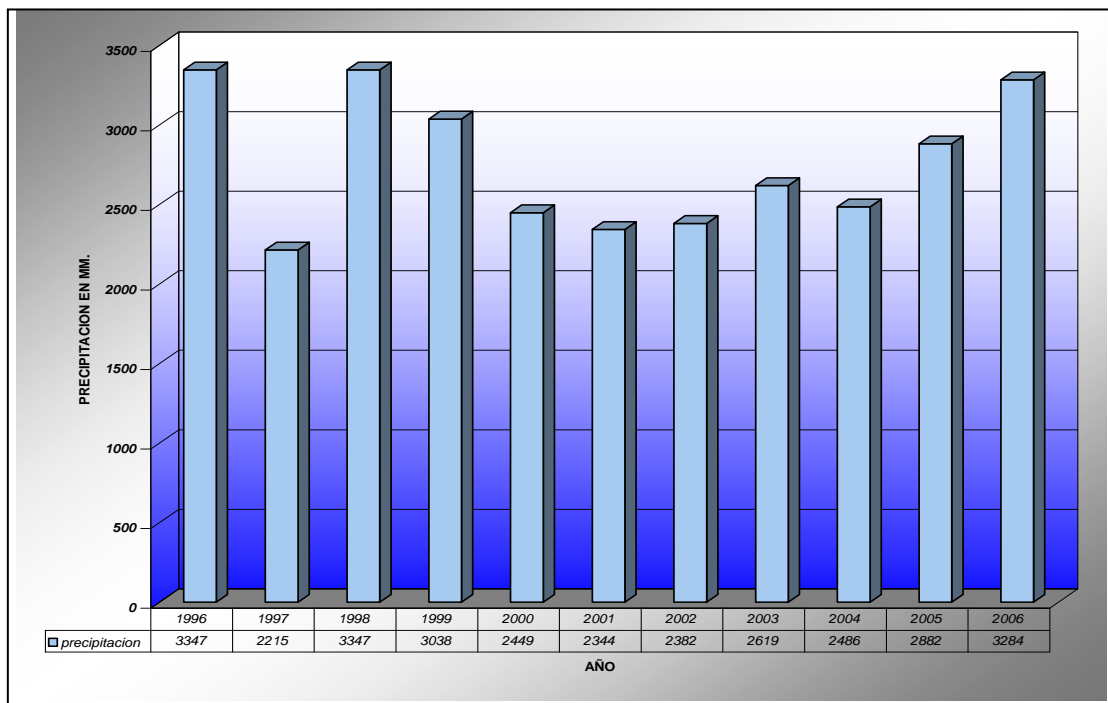
4.2 CRITERIOS BIOFISICOS

4.2.1 PRECIPITACION

Los datos de precipitación son iguales para toda el área de la micro cuenca, los cuales muestran un promedio anual de 2732 mm anualmente. Estos datos son tomados de la estación pluviométrica ubicada en Perquin registrados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), para los periodos de 1996 a 2006 ya que es la estación más cercana al área de estudio. La siguiente figura 4.1 muestra el comportamiento de la precipitación promedio anual para los últimos 11 años de registro, los años más lluvioso fueron los años de 1996 y 1998 con una precipitación anual de 3347 mm y el menos lluvioso fue 1997 de 2215 mm.



Figura 4.1 Gráfico de Precipitación promedio anual (1996 – 2006)



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

4.2.2 EVAPOTRANSPIRACION

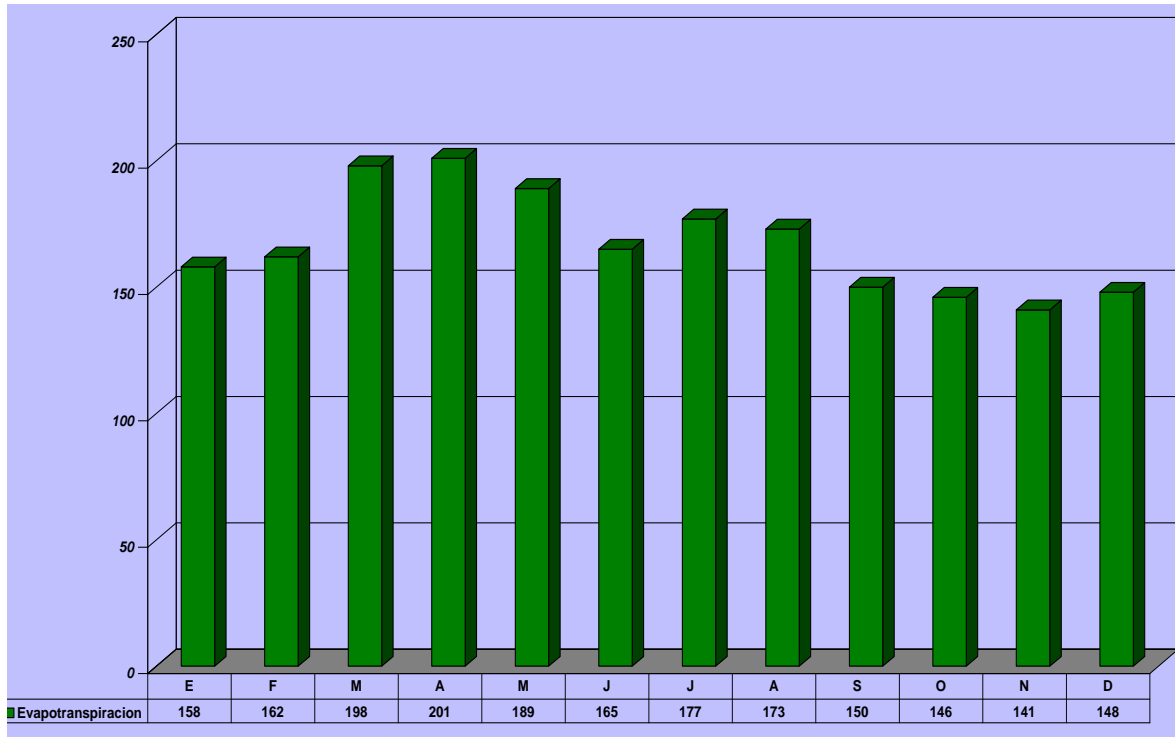
La evapotranspiración real de la zona de estudio, sigue el patrón de comportamiento de todo el territorio nacional, de modo que disminuye con la altitud. Esto se explica por la menor radiación incidente en las partes altas (debido al efecto Albedo) y a la reducción de la temperatura por la expansión de la masa gaseosa húmeda por el ascenso del aire en los relieves altos

En la Figura 4.2 se presentan los datos de la evapotranspiración real¹, los cuales se han sido obtenidos de la estación meteorológica de Perquin.

¹ Según datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales SNET.



Figura 4.2 Gráfico de Evapotranspiración Potencial (en mm) periodo 1970 - 2001



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

4.2.3 ELEVACION MEDIA DE LA MICROCUENCA

La elevación media de la micro cuenca es de 645.0 msnm, ubicada entre las cotas de elevación de 550.01 y 700 msnm. La elevación mayor es de 1060 msnm y la elevación menor es de 260.0 (Ver Mapa Hipsométrico en Anexo H 2/12)

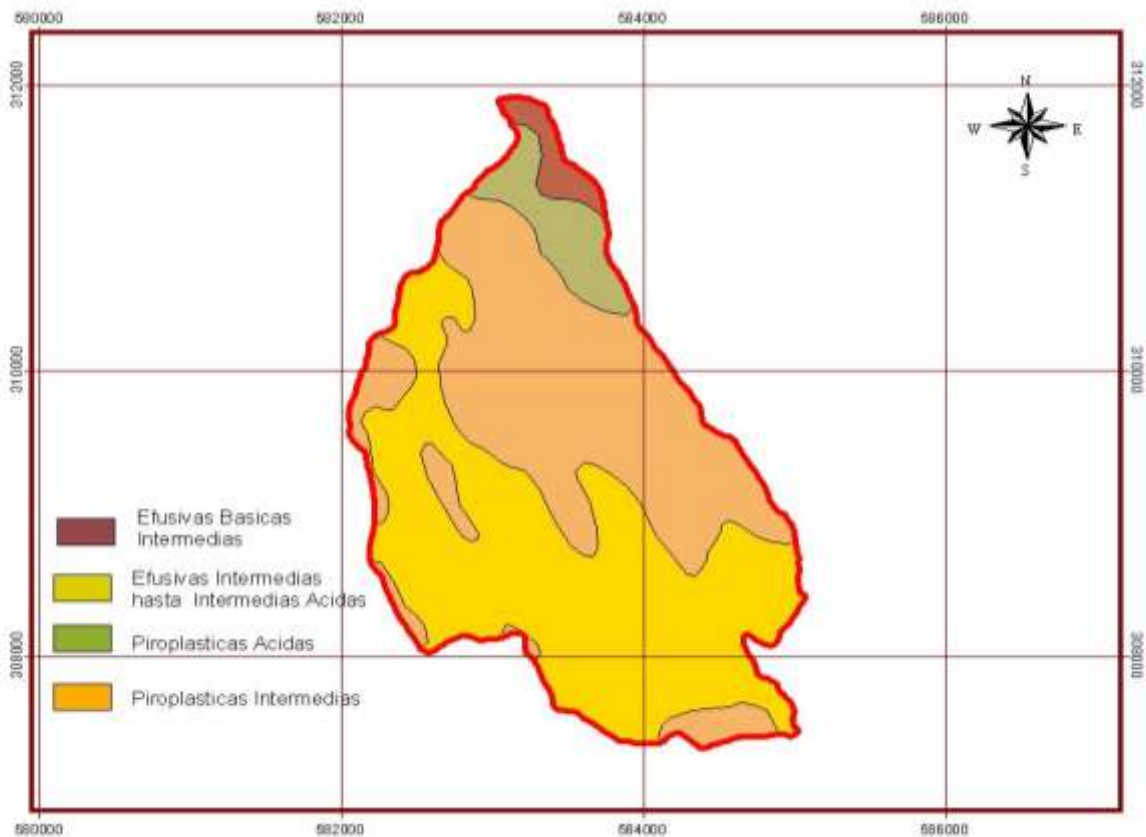


4.2.4 GEOLOGIA

La geología del área que comprende la micro cuenca de estudio, esta conformada en su mayor parte por rocas efusivas intermedias hasta intermedias acidas y por piroplasticas intermedias (ver mapa 4.4) las cuales se encuentran bastantes erosionadas, originando una topografía diferenciada, pequeñas mesetas y colinas, como productos de la erosión preferencial de los materiales mas duros.

En la parte alta de la microcuenca es evidente la existencia de rocas efusivas intermedias y piroplasticas acidas, específicamente en el cantón Agua Zarca.

Mapa 4.4 Mapa Geológico



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)



Fotografía 4.1 rocas existentes en la parte media de la Quebrada los Jobsos, del tipo básicas intermedias de color rojizo con pequeños estancamientos de agua debido a la erosión, tomada el 17 de Mayo de 2008 con pocas precipitaciones de inicio del invierno.



Fotografía 4.2 rocas existentes en la parte media de la Quebrada las Marías, del tipo piroplástico intermedia, la cual se caracteriza por ser de color gris, fotografía tomada en época de verano con fecha de 1 de Abril de 2008.



4.2.5 GEOMORFOLOGIA.

La geomorfología de la micro cuenca ha sido determinada por el volcanismo, el tectonismo, las condiciones climáticas (particularmente las precipitaciones, los vientos y la temperatura) y por fenómenos reductores, en los que estos últimos se han originado por las características de la estructura geológica, movimientos telúricos y por condiciones de precipitación excepcionales integrados a la actividad antrópica. Como resultado de los procesos Geomorfológicos se tiene la red de drenaje que se presenta en el mapa hidrológico (ver mapa Anexo H 3/12), así como las características topográficas que se presentan en el mapa hipsométrico.

El mapa Hipsométrico (ver mapa anexo H 2/12) representa la distribución de las elevaciones con respecto al nivel del mar, por rangos de elevación. Como se puede observar, la variación de la elevación es prácticamente uniformes por tramos coincidentes con algunas fallas, que atraviesan parte de la micro cuenca. En general, las variaciones de las elevaciones son coherentes con la clasificación de los suelos.

Así mismo los mapas descritos anteriormente, nos permiten asegurar que el paisaje Fisiográfico de la zona se tipifica como áreas montañosas caracterizadas por una topografía accidentada y de fuerte disección, ocasionada por el desagüe rápido de la escorrentía superficial y los fenómenos reductores (erosión y deslizamiento) generados por las precipitaciones y los materiales transportados aguas abajo



Fotografía 4.3 Suelos superficiales con pendientes fuertes y sin obras de conservación, al fondo se observa la formación de cárcavas. En primer plano siembra de cultivos de granos básicos.



Fotografía 4.4 Topografía accidentada, se observa al fondo parte aguas al oeste de la quebrada los Jobs con escasa vegetación y con pendientes de 30% - 70% .



4.2.6 CARACTERISTICAS GEOMORFOMETRICAS.

La morfología de una cuenca hidrográfica incluye características físicas, topográficas y geométricas, particularmente importantes para establecer gran parte del comportamiento hídrico superficial y subterráneo, de la misma, por medio de indicadores que tienen que ver con la forma o bien que consideran otros parámetros de importancia de la cuenca, como longitud de drenajes, pendiente media, etc. En la tabla 4.2, se hace un resumen de las características principales de los drenajes de la cuenca en estudio.

Tabla 4.2: Características Geomorfométricas de la micro cuenca de la quebrada de los jobs

Área (km ²)	Perímetro (km)	Pendiente (%)	longitud de la cuenca (km)	Ancho de la cuenca (km)
0.8741	4.98	16	2.23	0.011

Fuente: Grupo de Tesis.

4.2.7 CLIMATOLOGIA

Hablar de un Balance Hídrico en una determinada zona de la Tierra es hablar del comportamiento del ciclo hidrológico en ella, por que la incidencia de algunos elementos que lo determinan es imperiosa. Por ello, la incorporación de los aspectos climáticos, siendo el propósito fundamental de su inclusión entender su interacción y los efectos involucrados en el área específica del estudio.



Las variables principales incluidas en el estudio son la precipitación y la temperatura. Otros elementos climatológicos como radiación y luz solar, humedad relativa, viento y nubosidad, son incorporados de manera general, todo a partir de la información disponible en la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), ya como datos del Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) o como bibliografía sobre el tema.

Los datos obtenidos, por más de 50 años, por el Servicio Meteorológico Nacional, relativos a la temperatura y a la precipitación, permiten afirmar que estos parámetros son, en cada parte de El Salvador, función de la altitud y de la ubicación dentro del territorio, variables que no tienen incidencia con relación a los movimientos atmosféricos generales, tales como las influencias de los "huracanes" y de los "nortes", fenómenos que establecen las condiciones del clima cuando se presentan en la región centroamericana. El Salvador y los otros países de Centro América, en lo relativo a los aspectos climáticos está influenciado sustancialmente por los océanos y los movimientos atmosféricos del norte, siendo los fenómenos locales de menor importancia cuando prevalecen estos eventos generales.

Por otra parte, y por estar ubicado en la parte exterior del cinturón climático tropical, El Salvador registra condiciones de temperatura de muy bajas fluctuaciones durante todo el año, ocurriendo las máximas variaciones en el transcurso de un día ($> 18^{\circ}$ C, entre el día y la noche para la mayor parte de puntos del territorio), contrariamente a lo que sucede en otras latitudes cuyas variaciones extremas se dan entre estaciones climáticas. Generalmente, las máximas temperaturas en el país se registran en los meses de marzo y abril, mientras que las mínimas entre diciembre y enero.

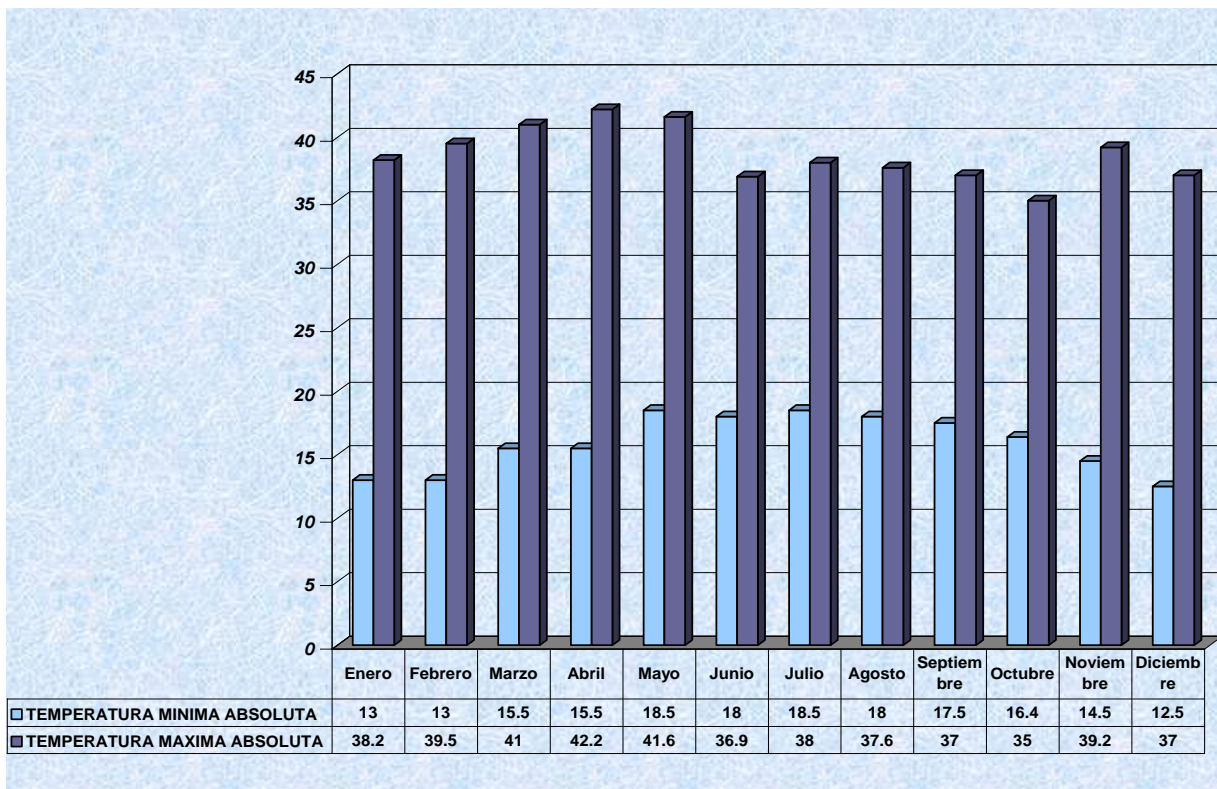


Temperatura.

En general, El Salvador, presenta un régimen de variación anual de temperatura de manera que las máximas se dan en marzo y abril, mientras que las mínimas se registran en diciembre y enero. Esta situación, no es muy diferente en la zona de estudio, donde por término medio la temperatura mínima absoluta observada es de 12.5 ° C y la máxima absoluta es del orden de los 42.2 ° C, en toda la micro cuenca.

La diferencia entre la máxima y la mínima temperatura (considerando los extremos entre el día y la noche, en la época lluviosa), es mayor a los 22° C, lo que explica, en parte, las condiciones de precipitación existente en la zona.

Figura 4.3 Gráfica de Temperaturas Mínimas y Máximas Absolutas



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)



Humedad Relativa del Aire.

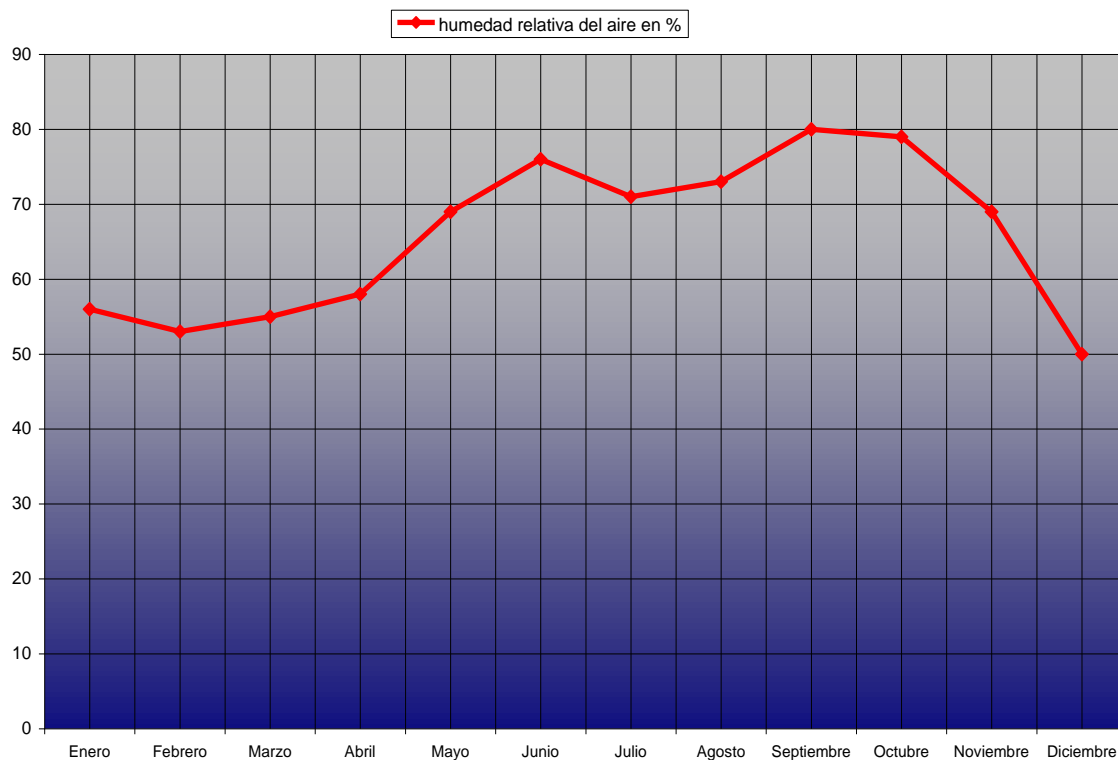
En El Salvador la Humedad Relativa del Aire (HRA), registra los mayores promedios mensuales en las zonas montañosas y en los meses lluviosos, especialmente en septiembre. En la Micro cuenca de estudio, la situación es, prácticamente, similar; mientras que el mes más seco es, febrero. Los mínimos valores suelen ocurrir en cualquier mes de la estación seca, siendo marzo y abril, los que presentan mayor frecuencia al respecto.

En la Figura 4.4, se muestra la variación media mensual de la Humedad Relativa del Aire (HRA), para la Estación de San Francisco Gotera, y como puede verse, las diferencias son mínimas comparados con los valores más altos, variando los promedios máximos mensuales del 79 al 80%, para el mes de Septiembre y Octubre; respectivamente. Los mínimos promedios mensuales varían del 53 al 55 %, entre Enero y Febrero. Esta situación de los máximos se explica por la influencia del océano Atlántico sobre la zona y por la incidencia de los huracanes durante el mes de septiembre, ya que en el período de sus influencias se da la saturación del aire en todo el país, haciendo prevalecer condiciones de bajas presiones y de bajas temperaturas, que favorecen y alimentan la condensación.

Asimismo, la escasa diferencia de los valores mínimos se explica por la altitud, ya que es aquí donde prevalecen las condiciones de mayor elevación sobre el nivel del mar de todo el país.



Figura 4.4 Grafica de Porcentaje de Humedad Relativa.



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

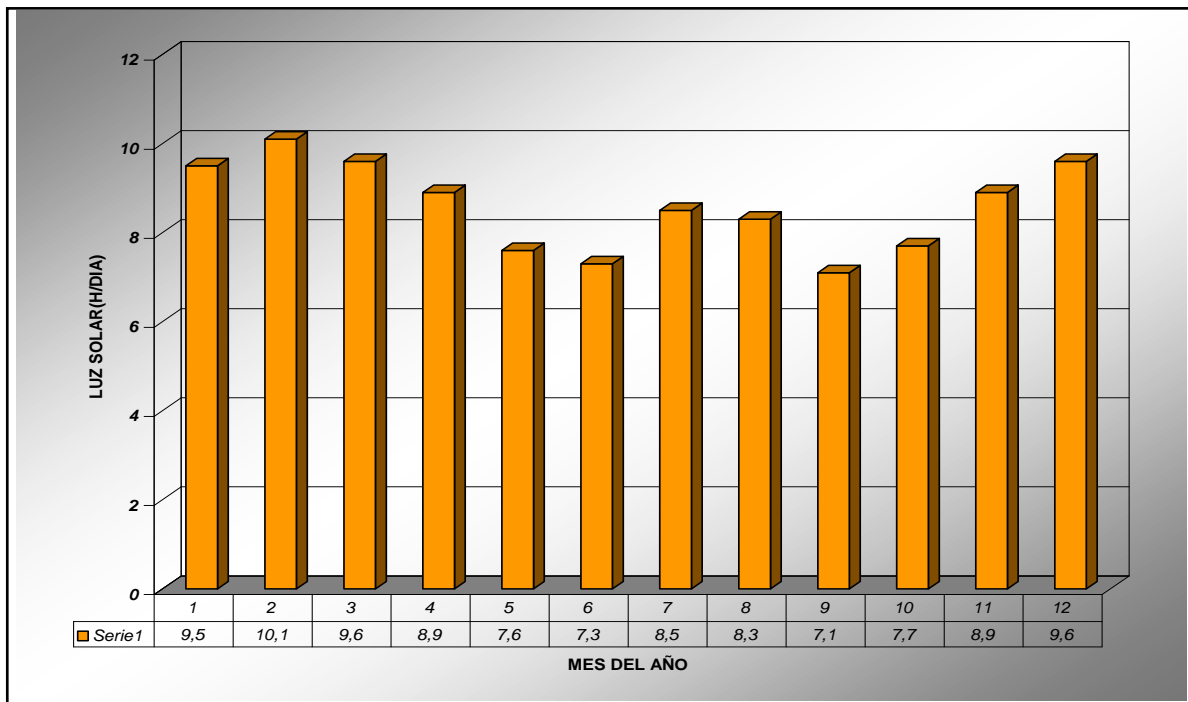
Si se considera la tendencia de la Humedad Relativa del Aire (HRA) en el contexto de los fenómenos climáticos globales, es evidente que los aportes a las precipitaciones serán determinantes del lado del incremento de las mismas. Todo apunta a indicar que las temperaturas máximas y mínimas diarias, se moverán en un rango mayor al actual. Esto es, las temperaturas mínimas serán más bajas; mientras que las máximas serán más altas. Esta situación implica mayor capacidad de absorber vapor de agua cuando se tengas temperaturas altas y una mayor saturación para temperaturas cada vez menores que se dan después de la puesta del sol y, por tanto, mayor capacidad de condensación e incremento de las precipitaciones. Es de esperar que el incremento referido sea proporcional a la modificación experimentada en la radiación, ya que así lo muestran los resultados de los cambios en la temperatura.



Radiación Solar

La radiación es generalmente alta, especialmente durante la estación seca (ver figura 4.5). En los meses de marzo y abril, se superan las 400 cal/cm²/día, de acuerdo con registros de datos contenidos en los anuarios meteorológicos de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR). Con la estación lluviosa establecida, se dan disminuciones importantes en la radiación durante los meses de junio y septiembre, que presentan los menores valores debido al incremento de la nubosidad, ya que se da una mayor reflexión de los rayos solares. No obstante, los datos muestran que la radiación, en la zona de interés, nunca ha sido menor que las 300 cal/cm²/día. Como era de esperarse, la luz solar registra valores menores en las elevaciones mayores, particularmente durante la estación lluviosa, debido a la concentración de nubes y el consiguiente efecto de albedo. Los rayos solares son reflejados y se provoca una pérdida de calor, generándose una temperatura más baja en la superficie por abajo de las nubes.

Figura 4.5 Gráfico de Promedios mensuales de Luz Solar (en hora/ día) hasta 1976



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)



Indudablemente, las diferencias existentes en la actualidad se verán ampliadas, de acuerdo con la tendencia mostrada por los datos y como refieren estudios relacionados con el cambio climático, de modo que los valores máximos de la estación seca tenderán a incrementarse, mientras que los mínimos de la estación lluviosa tenderán a disminuir, ambos en el mismo porcentaje que se establecen para las variaciones de temperatura.



Fotografía 4.5 Imagen de las condiciones de nubosidad debido ala temperatura, Humedad Relativa del Aire (HRA), Presión y dirección de los vientos sobre el Cantón el Progreso, durante la época seca.



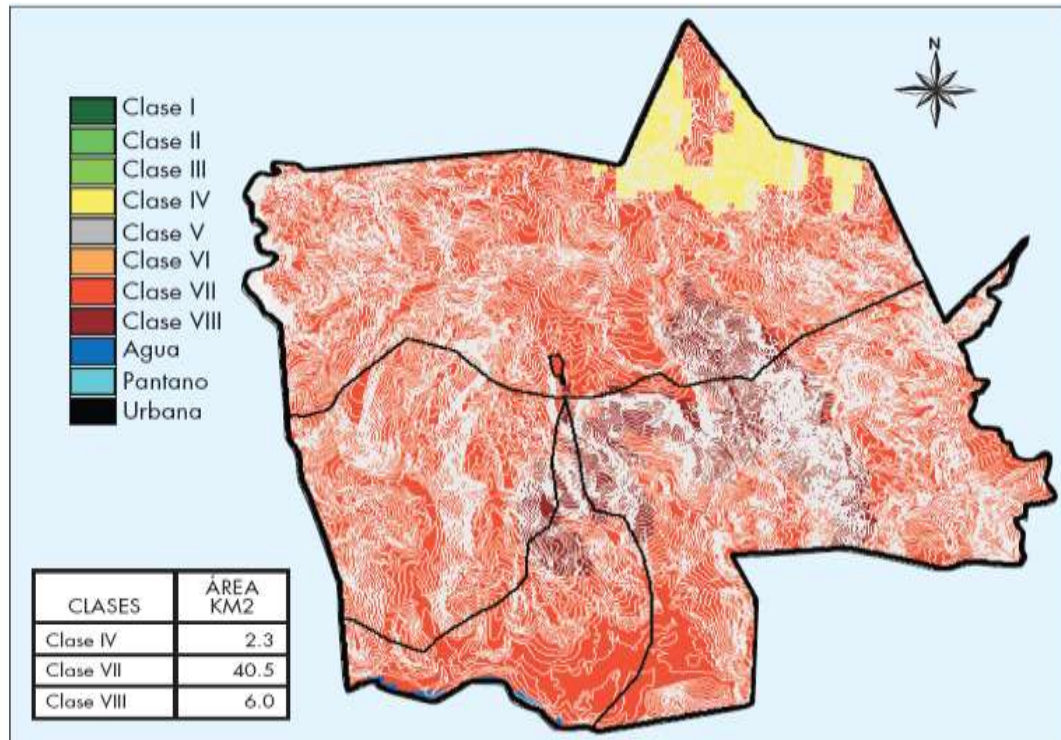
4.2.8 SUELOS

Las condiciones existentes en la Micro cuenca, indican que se tienen severas restricciones para cultivos anuales e intensivos, sobre todo si se consideran cultivos de terreno limpio sin ninguna obra de conservación, como ha sido costumbre en la zona. Siendo casi exclusivamente para cultivos permanentes tales como: árbol frutal y maderable; piñas y pastizales. Sin embargo es recomendable la forestación tipo bosque natural que incluya especies como roble, guachipilín, encino y coníferas.

Clasificación de los suelos en la Micro cuenca.

Los suelos predominantes dentro de la micro cuenca están los Latosoles arcillo rojizos y los Litosoles alfisoles, cuya superficie se tipifica de ondulada a montañosa muy accidentada. El 95% de los suelos de Torola corresponden a las clases VII y VIII, según la clasificación de uso del suelo (Ver mapa 4.5).

Mapa 4.5 Uso del Suelo en el Municipio de Torola



Fuente: Fundación Agencia de Desarrollo Económico Local de Morazán, sistema de Información Geográfica, Mayo 2005



Asociación VII.

Se incluyen en esta unidad de clasificación aquellas áreas muy inclinadas. Son tierras que tienen restricciones por pendiente, textura, o por ambas; las pendientes se encuentran variando del 36 al 70 %; la erosión es severa a extrema; texturas moderadamente gruesas a gruesas; configuración topográfica accidentada a muy accidentada.

Al igual que la clasificación anterior, el uso y manejo, recomendable, en profundidades efectivas de suelo de 0.60 metros o más, es la siembra de frutales. Se puede sembrar café, dependiendo de la altitud (altura sobre el nivel del mar), acompañado con prácticas especiales de conservación de suelos, las cuales actúan en contra de la erosión hídrica y eólica. Para disminuir los procesos erosivos existentes, es recomendable la forestación de cultivos forestales y permitir que el área ocupada por esta asociación de tierras regenere poco a poco la vegetación en forma natural.

Asociación VIII.

Estas tierras se encuentran en áreas muy diseccionadas por quebradas profundas, también se localizan en antiguos conos volcánicos, cauces abruptos de quebradas, farallones, afloramientos rocosos y pendientes fuertes; tienen restricciones por pendiente, textura, o por ambas; las pendientes son mayores al 70 %; la erosión es severa a extrema; texturas moderadamente gruesas a gruesas; configuración topográfica accidentada a muy accidentada.



Las tierras de esta clase no reúnen las condiciones edáficas y topográficas mínimas requeridas para cultivos, pastos o producción forestal, de alto rendimiento económico, por lo que son aptas para vegetación natural permanente de protección y refugio de vida silvestre, como se muestra en las siguientes fotografías.



Fotografía 4.6 Suelos de pendientes altas del tipo VIII con escasa vegetación en Cerro el Tablón del Cantón Cerritos, sin obras de conservación y de malas condiciones requeridas para cultivos de alto rendimiento económico.



Fotografía: 4.7 Suelos con pendientes más suaves en partes de la zona media del cantón El Progreso, al fondo se observa un agricultor de la zona preparando la tierra para cultivo de granos básicos antes de la época invernal.



Fotografía 4.8 Suelos con pendientes accidentadas con poca vegetación sin ninguna obra de conservación. El color del pasto es un indicador de suelos superficiales con poca capacidad de infiltración, en la zona del cantón El Progreso.



Fotografía 4.9 Cultivo de Maíz mediante con sistema de riego por Aspersión en época de verano (1 de Abril), en una pequeña área ubicada en la quebrada Las Marías, el agua es conducida por gravedad por medio de poliducto de un encauzamiento natural.



Compactación del Suelo.

En todo los estratos de la micro cuenca se observa que la compactación se presenta en término medio y en mayor porcentaje en la parte media, en el 50% de las áreas identificadas, es posible que se deba a la erosión de los suelos.

Profundidad del Suelo.

En la parte baja de la micro cuenca los suelos son de poca profundidad entre 50cm y 75cm¹. En la parte media y alta suelos son de profundidad moderada entre 60 y 120 cm. En las áreas con topografía inclinadas y erosionadas los suelos son superficiales hasta observarse roca firme.

Cobertura Vegetal.

Al nivel de regular se presenta en la mayor parte de área de la micro cuenca de forma generalizada, con nivel de mucha únicamente en el 40% de las áreas en la parte alta.

Uso actual del Suelo

Aparte de ser escasa, la tierra tiene múltiples usos alternativos, al igual que cualquier otro recurso de naturaleza económica. En función de su dimensión física, esto último significa, en esencia, que si se destina para el desempeño de una actividad específica en un momento determinado, automáticamente deja de utilizarse al mismo tiempo para otro destino. La distribución de su uso, por ende, refleja no sólo las decisiones tomadas por una sociedad en el presente o en el pasado para satisfacer sus necesidades, sino que también deja entrever cómo afectarán y condicionarán la calidad de vida de las futuras generaciones.

¹ Dato obtenido durante la excavación para la realización de la prueba de infiltración en campo



En la actualidad, gracias al avance de la tecnología satelital y digital, es posible conocer en detalle la situación del uso del suelo en un punto, polígono, micro-región, zona o región geográfica de interés.

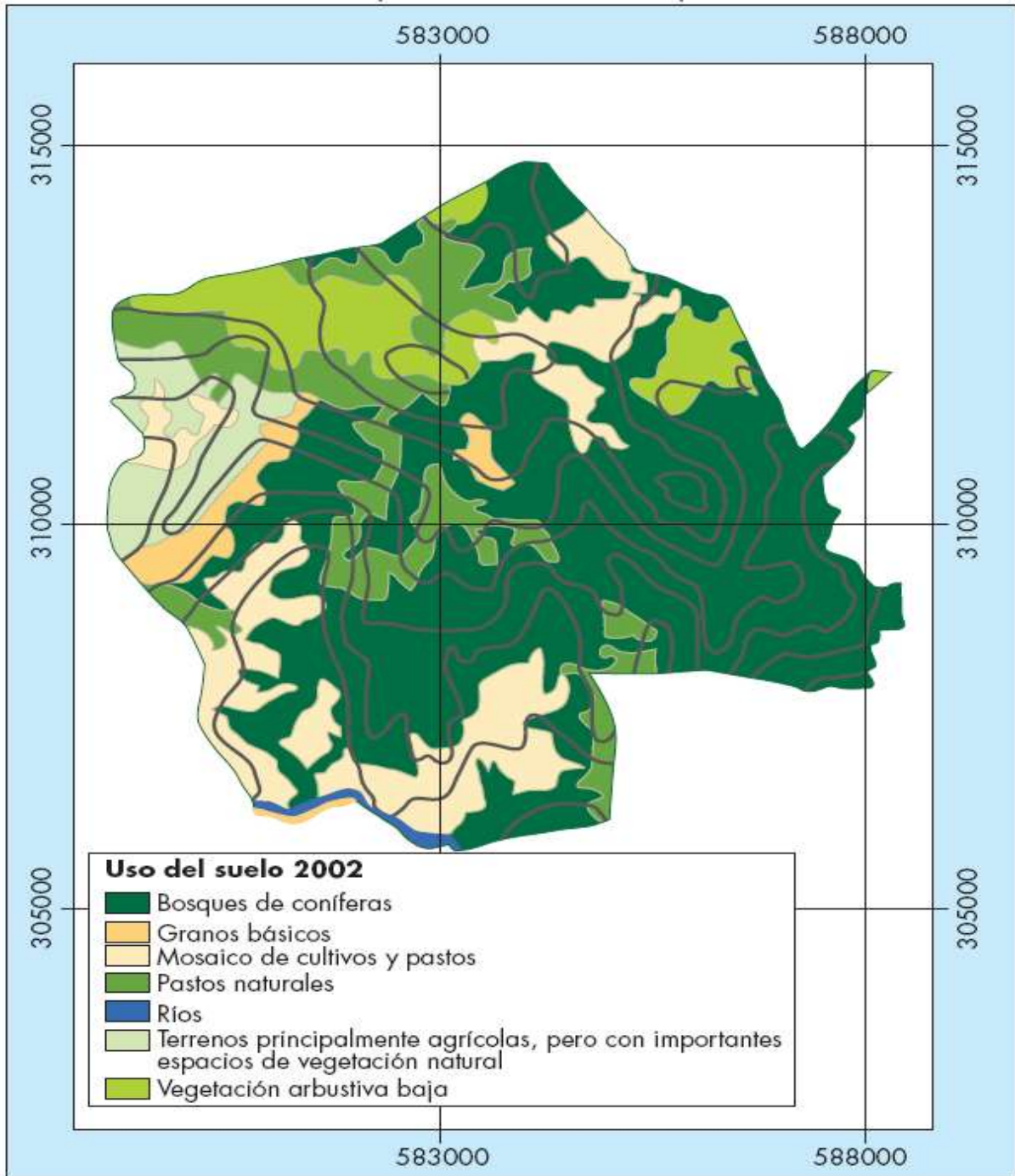
En el año 2002, el Instituto Geográfico Nacional “Pablo A. Guzmán”, del Centro Nacional de Registros (CNR), utilizando la metodología Corine Land Cover, hizo un levantamiento del uso del suelo en el país. Como resultado de este esfuerzo institucional¹, se llegó a determinar que en la superficie del municipio de Torola prevalece un estado de cosas marcado por el siguiente orden de importancia:

- a) Aproximadamente una de cada dos hectáreas en todo el territorio, 49.4 %, está todavía cubierta de bosque de coníferas (Ver mapa 4.6 y Anexo H 5/12), constituyendo un relicto de pino natural en el país.
- b) La segunda categoría de uso proporcionalmente significativa la constituyen aquellas parcelas de terreno donde se presenta un mosaico de cultivos limpios con pastos naturales: 13.7 %, (ver mapa 4.6 y Anexo H 5/12).
- c) La categoría de pastos naturales ocupaba alrededor del 11.5 % de la superficie (ver mapa 4.6 y Anexo H 5/12).
- d) Las otras dos categorías proporcionalmente significativas engloban aquellas parcelas dotadas de una vegetación arbustiva baja, 7.5 %, sin ningún uso especial conocido (ver mapa 4.6); y los terrenos principalmente agrícolas, donde también se conservan incultos importantes espacios con vegetación natural, 4.7 % (ver mapa 4.6).

¹ Este trabajo fue financiado por el Proyecto Regional para la Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano (PRCCBM) y el Proyecto Fortalecimiento de la Gestión Ambiental en El Salvador (FORGAES). Además, contó con la colaboración técnica del Sistema de Información Ambiental (SIA), de la Dirección de Patrimonio Natural del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y del Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) de Francia.



Mapa 4.6 Uso actual del Suelo en el Municipio de Torola, Departamento de Morazán 2002



Fuente: Proyecto Promoción del Desarrollo Económico Local y Apoyo a la Rehabilitación Territorial en el Departamento de Sonsonate, Componente de Ordenamiento Territorial, Sistema de Información Geográfica, PNUD.



4.2.9 USO INADECUADO DEL SUELO

Por motivos socioeconómicos y políticos, históricamente definidos y que aquí no se detallan, gran parte de los cultivos de subsistencia de la población campesina se realizan en terrenos caracterizados por tener pendientes fuertes y considerados generalmente con vocación para cultivos permanentes, terrenos en los que la mayoría de los suelos son poco desarrollados o degradados y por lo tanto, superficiales y pedregosos, características que limitan el uso de los mismos, al tiempo que estimula el deterioro ambiental por la baja productividad que alcanzan, de modo que obliga a los campesinos pobres a ampliar la frontera agrícola para mantener los niveles de producción anual por ellos requerida.

Esa situación que integrada por el alto crecimiento y densidad poblacional, la extrema pobreza, falta de incentivos y falta de créditos blandos y oportunos, han provocado un uso intensivo e inadecuado del recurso suelo, favoreciendo los procesos de reducción de la corteza terrestre (deslizamientos y erosión hídrica, entre otros), a tal grado que en muchas partes de la micro cuenca (y del país) el daño ya es considerado irreversible, lo que a su vez genera otra serie de problemas en el resto de los recursos naturales, principalmente vinculados con los recursos agua y bosque.

El ciclo hidrológico se altera, el agua lluvia no se infiltra, los mantos acuíferos se reducen, la escorrentía superficial se incrementa sustancialmente y corre libremente a gran velocidad, llevándose consigo la capa fértil del suelo que finalmente se deposita en los embalses de las presas hidroeléctricas, en las planicies costeras, en las zonas de estuario o en la plataforma continental, generando en todos los casos procesos importantes de desbordamientos e inundaciones.



Lo que reduce, a su vez, la capacidad productiva de las partes bajas y genera un ciclo interminable de deterioro ambiental y económico social, cuya perduración está garantizado mientras no se corrijan las condiciones existentes de las partes altas de las cuencas hidrográficas, lo que se traduce en un incremento de la pobreza y de desfavorables condiciones de desarrollo humano de grandes contingentes de la población.

4.2.10 DEFORESTACION

Uno de los problemas más graves que debe enfrentarse con mucha responsabilidad en la zona es la deforestación, práctica que cada día agudiza aún más la degradación de los suelos y que alcanza a generar impactos en los otros recursos, principalmente en el agua disponible.

Un dato relativamente conservador y que no habla de la cantidad de leña que se consume en la zona es el indicador referente al porcentaje de viviendas que cocinan con leña, obtenido de encuestas y entrevistas directas con los habitantes. Es realmente significativo del número de familias que dependen de la leña como combustible básico para sus tareas cotidianas; es más, los datos no dicen nada con relación a otros sectores que utilizan la leña como fuente de energía, como es el caso de las ladrilleras y las panaderías, para mencionar algunos casos concretos.

En esta zona existe gran presión sobre los recursos naturales y una sobreexplotación por encima de su capacidad de regeneración en el uso de leña, ya que el 91%¹ de las familias la usan para cocinar.

¹ Dato del resultado de entrevistas y encuestas a los habitantes de la zona



Fotografía 4.10 Pobladores del cantón el Progreso en plena tala de árboles en busca de leña para su uso en la cocina, actividad diaria que realizan las familias de escasos recursos económicos.



Fotografía 4.11 área deforestada en el cantón el progreso, actividad realizada temporalmente por los agricultores de la zona en preparación de la tierra para la siembra de cultivos de granos básicos en el acercamiento de la época de invierno.



4.2.11 SOBREPASTOREO

El sobre pastoreo puede enfocarse en dos dimensiones: por un lado, cuando se excede el número de animales pastando por unidad de área, en terrenos de laderas no es recomendable introducir más de 4 cabezas de bovinos por Hectárea¹; y, por otro, cuando el terreno utilizado ya no es capaz de soportar ninguna carga adicional de animales debido a la reducción significativa de los pastos o de la cobertura vegetal que tiene.

En la micro cuenca se contradice casi siempre con esas condiciones por motivos que van desde la ignorancia, hasta la falta real de condiciones. Todos los motivos de esta práctica inadecuada se sustentan, principalmente, en los indicadores de población en pobreza y en pobreza extrema, ya que, en general, el acceso a la educación y a los bienes de cualquier tipo, incluyendo propiedades, es directamente proporcional a la participación en los ingresos, los que en buena medida dependen de los niveles de empleo, de las remesas familiares de emigrantes en los Estados Unidos, de la concentración de la propiedad y de las políticas sectoriales impulsadas por el gobierno y el sector financiero nacional e internacional.

Por tanto, el sobrepastoreo constituye otro problema de importancia para la zona, debido a la configuración topográfica que prevalece y por la fragilidad de los terrenos donde se realiza, donde en la mayoría de los casos no existen prácticas apropiadas para el manejo de los mismos. En consecuencia, el sobrepastoreo ha contribuido sustancialmente al deterioro de la zona y a la escasez de agua, ya que la remoción de la escasa cobertura vegetal y la compactación provocada por el pisoteo del ganado, han imposibilitado la infiltración y la percolación de las aguas lluvias.

¹ Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)



Entre otros, el sobrepastoreo ha causado los problemas siguientes:

- ✚ Alteración de la cobertura y estructura del suelo.
- ✚ Impermeabilidad.
- ✚ Incremento de la escorrentía superficial.
- ✚ Incremento de la cantidad de energía y cantidad de movimiento del flujo superficial.
- ✚ Incremento de procesos erosivos en los terrenos y en los cauces de las corrientes.
- ✚ Incremento en la sedimentación de las partes bajas



Fotografía 4.12 Ganado bovino pastando en áreas de cultivos en el cantón el Progreso, lo cual genera una degradación de la cobertura vegetal, acciones como estas es muy común observar en la zona.



4.2.13 MATERIAL LOCAL DISPONIBLE.

Sobre los materiales disponibles y útiles para realizar obras de captación de agua, se ha encontrado que en toda la micro cuenca el material disponible es piedra con severa a extrema rocosidad y pedregosidad en los terrenos y quebradas existentes, con más de 50 % de rocas y más de 60 % de piedras.



Fotografía 4.13 área de terreno con mucha pedregosidad en el cantón el Progreso, lo cual no son aptos para la siembra de cultivos de granos básicos.



Fotografía 4.14 Tramo de la quebrada los Jobs con mucha roca y piedra, la existencia de estas características como se observa en la imagen predominan en toda la quebrada



4.2.14 VIAS DE ACCESO.

Con relación a las calles y caminos construidos para interconectar cantones y caseríos, ubicados dentro de la micro cuenca la situación se presenta, por cierto signos manifiestos de graves deficiencias en su dotación. En la actualidad, el cantón Cerrito y los caseríos, el Picacho, El Portillo, La Joya del Chongue, Las Anonas, San José Cureña, Raíces y Tortolico sólo son accesibles a pie o si se usan bestias de carga para transportarse, porque se llega o se sale de ellos a través de veredas intransitables para los vehículos motorizados, debido a las condiciones del terreno¹.

El cantón Progreso esta ubicada a 5Km. del municipio de Torola, departamento de Morazán y a 1Km. del río Araute, que pasa por el sudoeste de la población del mismo nombre, la mayor parte de este acceso esta balastado y es transitable en época de verano.



Fotografía 4.15 Calle que conduce al Cantón el Progreso, la mayor parte esta balastada pero solamente es transitable con vehículos con doble tracción en época de verano, debido que en tramos de esta se encuentran grandes pendientes en mal estado, como la que se muestra en la fotografía.

¹ Datos obtenidos mediante inspección de campo de algunos lugares



4.2.15 TIPOS DE CAPTACION IDENTIFICADOS EN LA MICROCUENCA.

La clasificación se realizó en relación a la oportunidad y potencialidad que ofrece la micro cuenca de manera natural propuesta para captar agua superficial de lluvia. Los tipos de captación identificados en la micro cuenca (ver mapa 10 Anexos) son:

Manantiales: Existen 4 nacimientos naturales en la parte media baja de la micro cuenca.

Quebradas o riachuelos: En las quebradas Los Jobos y las Marías las áreas identificadas son pequeñas pozas, en algunas con abundante agua debido a la cercanía a áreas productivas o de aprovechamiento del recurso.

Pozas Naturales: Existen pozas, la cual contienen agua durante todo el año las cuales son la poza de la Bruja ubicada en la Quebrada las Marías y la poza la Luz en la Quebrada los Jobos.



Fotografía 4.10 Poza la Bruja ubicada en la parte media de la quebrada las Marías con sus coordenadas Geodesias X = 583741 y Y= 309230 al fondo se observa una caída de agua con un caudal de 60 m³/seg en época de verano, utilizado parte de este caudal para riego de cultivos en pequeñas áreas.



Fotografía 4.11 Manantial ubicado en el Cantón el Progreso con coordenadas geodesicas en $X= 583602$ y $Y= 308645$ a una altura de 407 msnm, utilizado por los habitantes para uso domestico en época seca.



Fotografía 4.12 Manantial ubicado a un costado de la quebrada los Jobos en el cantón el Progreso con coordenadas geodesicas de $X= 583691$ y $Y= 307714$ a una altura de 295 msnm, utilizado para consumo domestico y consumo humano en época de verano.



Fotografía 4.13 Manantial ubicado en el cantón el Progreso al costado oriente de la quebrada las Marías con coordenadas geodesicas de $X = 584044$ y $Y = 307795$ a una altura de 324 msnm, utilizado por los habitantes para uso domestico y consumo humano.



Fotografía 4.14 pequeña poza existente en época de verano sobre la quebrada los Jobsos con coordenadas $X = 583057$ y $Y = 308385$, el agua es utilizada por los habitantes para usos domésticos.



4.4 CRITERIOS SOCIOECONOMICOS

Los criterios socioeconómicos son el resultado del levantamiento de información por área identificada y su entorno, realizado en conjunto con informantes claves de los pobladores de la micro cuenca, con los que se obtuvo los siguientes datos:

4.3.1 POBLACION

La población del cantón el Progreso según encuesta elaborada (Ver encuesta en Anexo A) por el grupo de tesis para la población cercanas al área de estudio, corresponde a un promedio de 6 habitantes por vivienda haciendo un total de 201 habitantes, en donde el 51.7% son hombres y el 48.3% son mujeres. Según resultados de la encuesta del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) en 32 municipios en pobreza extrema severa en el año de 2005, la población total para el cantón el progreso es de 281 habitantes, en donde 139 son hombres y 142 son mujeres ocupando el 13.5% de la población total del municipio.

Los cantones mas poblados del municipio de Torola, según el censo para el año 2005 son Tijeretas y Agua Zarca con el 37.2% y 29.3% respectivamente, el menos poblado es el cantón Cerritos con el 8.9%.

4.3.2 POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

Los datos de la Población Económicamente Activa (PEA) ocupada por actividad económica es decir, aquel grupo de personas en edad de trabajar, de 10 años y más, desempeñando un trabajo, sea éste remunerado en dinero, en especie o sin remuneración salta de inmediato a la vista, tal como lo sugieren los datos recopilados.



CAPITULO 4: Diagnostico

La economía local de Torola se mueve y depende de la fuerza gravitacional ejercida por tres ejes de actividad productiva: la agricultura y la ganadería, el comercio al detalle y los servicios domésticos (ver Tabla 4.3). Respectivamente, absorben, en orden descendente, el 60.4 %, el 14.5 % y el 6.6 % (ver Tabla 4.3).

Una información complementaria: la mayor la fuerza laboral con trabajo se encuentra colocada en el segmento del mercado rural, si se da por sentado el hecho de que apenas 61 personas de la PEA con ocupación (el 13.8 %) declararon ejercer su oficio dentro del perímetro urbano. Es decir, en el caso de Torola, arriba de tres de cada cuatro habitantes viven en y del campo.

Tabla 4.3 Composición por sexo de la población económicamente activa ocupada según rama de actividad económica, Municipio de Torola, Departamento de Morazán, 2004

Rama de Actividad	Total	%	Masculino	%	Femenino	%
Agricultura y Ganadería	267	60.4	261	79.6	6	5.3
Pesca						
Minería y Canteras	3	0.7		0.0	3	2.6
Industria Manufacturera	37	8.4	16	4.9	21	18.4
Construcción	21	4.8	21	6.4		
Comercio	64	14.5	15	4.6	49	43.0
Transporte	3	0.7	3	0.9		
Intermediación Financiera						
Administración Publica	3	0.7	3	0.9		
Enseñanza	6	1.4	3	0.9	3	2.6
Servicios comunales, Sociales y Salud	9	2.0	3	0.9	6	5.3
Servicio Domestico	29	6.6	3	0.9	26	22.8
TOTAL	442		328		114	

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadísticas y Censo, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, Ampliada 2004, Mapa de Pobreza.



En valores absolutos, los ocupados en el sector comercio alcanzaron en el 2004 la cantidad de 64 personas, equivalentes a uno de cada siete miembros de la PEA ocupada en Torola (ver tabla 4.3). De éstas, 15 eran hombres y 49 mujeres. El dato muestra el claro predominio del género femenino en el desempeño de estas actividades económicas de compra-venta de mercaderías. Los ingresos promedio mensuales per cápita del sector rondaban los \$135 dólares (ver tabla 4.4), alrededor de más de una tercera parte por encima del ingreso promedio del municipio, equivalente a \$4.50 al día, 15 % por debajo del salario mínimo estipulado¹ en la actualidad para el comercio y los servicios, de \$5.28 dólares diarios.

Tabla 4.4 Ingresos Promedios mensuales per capita en dólares según rama de actividad económica, Municipio de Torola, Departamento de Morazán, 2004

Rama de Actividad	Total	Masculino	Femenino
Agricultura y Ganadería	59.34	59.3	n.d
Pesca	n.d	n.d	n.d
Minería y Canteras	38.89	n.d	38.89
Industria Manufacturera	155.02	164.04	147.21
Construcción	143.05	143.05	n.d
Comercio	134.99	44.95	158.48
Transporte	90.32	90.32	n.d
Intermediación Financiera	192.80	192.80	n.d
Administración Publica	n.d	n.d	n.d
Enseñanza	343.77	402.63	284.94
Servicios comunales, Sociales y Salud	124.09	151.66	110.31
Servicio Domestico	103.86	146.40	96.36
TOTAL	98.80	81.31	138.89

Fuente: Ministerio de Economía, Dirección General de Estadísticas y Censo, Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, Ampliada 2004, Mapa de Pobreza. n.d: no hay datos.

¹ Decreto No. 37 del Órgano Ejecutivo de la República de El Salvador, dado en Casa Presidencial, San Salvador, el 23 de mayo de 2003.

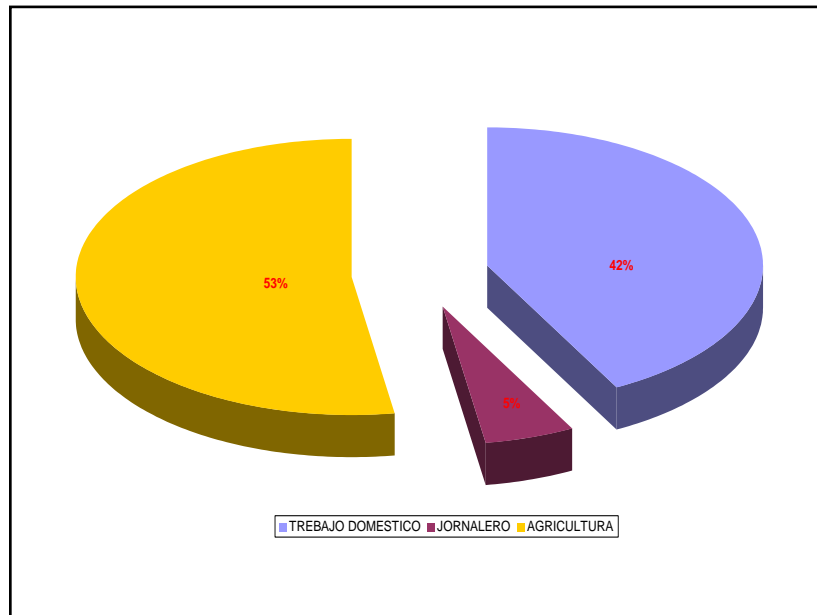


4.3.3 ACTIVIDAD PRODUCTIVA.

La actividad productiva en la micro cuenca en su mayoría está dedicada a la agricultura, con producción de granos básicos principalmente para uso de consumo familiar, pequeñas ganadería en suelos con pastos de mala calidad, producción de granos básicos en la parte alta y parte media y micro riegos en la parte baja con producción de hortalizas.

En el cantón el Progreso mediante los resultados de las encuestas realizadas por el grupo de tesis el 83.87%(ver resultados de encuesta en Anexo B) de la población su actividad económica que realiza en su propiedad es la agricultura, mientras que un 16.22% se dedica a otras actividades entre las cuales tenemos: jornalero, albañilería etc. La ocupación familiar que realizan los habitantes en verano el 53% trabaja en la agricultura, el 42% trabajos domésticos y el 5.26% como se muestra en la Figura 4.6.

Figura 4.6 Gráfico de Ocupación Familiar que realizan los habitantes del cantón el Progreso



Fuente: Grupo de Tesis



En el caso de cantón Tijeretas y el casco Urbano el 98% y el 75% respectivamente de la población se dedica a la agricultura. Por los datos mencionados anteriormente, Torola reúne el perfil de un municipio cuya base económica es esencialmente agropecuaria. En este sector se genera la principal fuente de empleo e ingresos de la población. En términos proporcionales, al menos tres de cada cinco personas de la población en edad de trabajar se hallaban ocupadas en el 2004, en actividades de producción o transformación vinculadas directamente al agro (ver tabla 4.3).

4.3.4 TENENCIA DE LA TIERRA.

La tenencia y uso de la tierra es uno de los aspectos importantes para entender la situación productiva de la localidad. Solo el 36.73%¹ de las personas que se dedican a la agricultura poseen tierra propia. El resto alquila o utiliza tierras prestadas, el costo estimado de tierras es entre \$ 20 y \$ 35 anuales por manzana, que dependiendo el tipo de cultivo, puede ser prohibitivo por algunos agricultores

En el cantón El Progreso 83.9 % de los productores poseen tierra propia y el 16.1% alquila tierra para cultivo.

4.3.5 VIVIENDA

El censo del Fondo Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) en Torola arrojó que el 97.1% de los hogares residen en una casa privada, mientras que solo porcentajes mínimos de hogares residen en una pieza/casa (0.5%), vivienda improvisada (1.8%), temporal (0.2%) y otro (0.4%). En la tabla 4.5 se presentan con sus respectivas coordenadas geodesicas la ubicación de las viviendas dentro de la micro cuenca, identificadas por el grupo de tesis.

¹ Según resultados de investigación de la Fundación Promotora de Productores Salvadoreños (PROESA), 2007 en el Municipio de Torola.



Tabla 4.5: Ubicación de Viviendas del Caserío El Progreso.

Nº	COOR X	COOR Y	P CONTACTO
1	583420	309111	JUANA EVANGELISTA SORTO
2	583418	309109	FATIMA DEL ROSARIO LOPEZ SORTO
3	583417	309064	NARCISO LOPEZ
4	583397	309062	SOLEDAD HERNANDEZ
5	583532	308722	SILVIA ELEONODORA ORTIZ LOPEZ
6	583507	308665	ROSA AMELIA SANCHEZ HERNANDEZ
7	583712	308486	MARIA CONSUELO SANCHEZ
8	583710	308477	JOSE CATALINO VASQUEZ
9	583758	308443	MARIA ISABEL LOVO
10	583761	308433	JOSE VIDAL INTERRANO DIAZ
11	583861	308322	FELIPA DE JESUS ORTIZ
12	583860	308320	MARIA SANTOS RODRIGUEZ
13	583899	308212	MARGARITO RODRIGUEZ
14	583940	308077	JOSE SABLÍ HERNANDEZ SANCHEZ
15	583946	308057	ANA NOMESIA ORTIZ
16	583486	307865	MARIA MARGARITA HERNANDEZ
17	583986	307892	MERCEDES HERNANDEZ
18	583974	307886	ISIDRA HERNANDEZ
19	583995	307891	ROSA EMILIA GOMEZ
20	583460	307761	ORBELINA HERNANDEZ
21	583947	307702	MARIA DE LA PAZ HERNANDEZ
22	583957	307668	OLGA HERNANDEZ IGLESIA
23	583408	307589	REYNA IGLESIAS HERNANDEZ
24	583828	307205	DAGOBERTO HERNANDEZ
25	583763	307148	DORA ESTER ROSA
26	583701	307159	MARIA PLACIDA HERNANDEZ
27	583721	302122	ICLEA HERNANDEZ SANCHES
28	583698	307111	REINA ISABEL HERNANDEZ
29	583595	307074	MARIA TUSTAQUIA MENDEZ
30	583590	307050	RINA HERNANDEZ
31	583080	307035	ROSA EMILIA GOMEZ

Fuente: Grupo de Tesis



Tabla 4.6 Infraestructura del Cantón El Progreso

Estructuras	32
Viviendas	31
Escuela	1
Casa de Salud	0
Iglesias	0
Otros	1

Tabla 4.7 Ubicación de Viviendas del Caserío El Jicaro del Cantón Cerritos

Nº	COOR X	COOR Y	P CONTACTO
1	583813	308447	SEFERINA HERNANDEZ
2	583418	308448	EVARISTO HERNANDEZ
3	583417	308447	MARIANA VASQUEZ
4	583397	308468	ISABEL SANCHEZ
5	583532	308498	OSMIN ORTIZ
6	583507	308415	MARIA NATALIA MARTINEZ
7	583712	308414	SANTOS VILMA HERNANDEZ
8	583710	308417	POLICARPIO ORTIZ
9	583758	308228	LUISA GOMEZ
10	583761	308254	MARIA ROSALINA ORTIZ GOMEZ
11	583861	308175	MARIA CONCEPCION HERNANDEZ
12	583860	308092	MARITZA DEL CARMEN CARRANZA
13	583899	307965	ANTONIA VASQUEZ
14	583940	307967	ELIA MARITZA VELASQUEZ
15	583946	307986	ENRIQUE SANCHES
16	583486	307966	FLORENTINA RAMOS CHICAS
17	583986	307857	MARIA EUGENIA SANCHEZ
18	583974	307801	MARIA EMINA INTERIANO
19	583995	307777	MARIA BALBINA HERNANDEZ
20	583460	309789	MOISES DE JESUS HERNANDEZ
21	583947	309746	ANDREA DE LA PAZ LOPEZ
22	583957	309730	DORA SUSANA LOPEZ HERNANDEZ
23	583408	309727	DILMIA LOTRERA LOPEZ DE ARGUETA

Fuente: Grupo de Tesis



Viviendas según el material de las paredes

En Torola, el adobe y el concreto/mixto son los materiales predominantes en las paredes de las viviendas en que residen las familias. En los cuatro cantones y el casco urbano, el 31.1% de los hogares tiene paredes de concreto/mixto, mientras que el 35.7% son de adobe. Otros materiales como bahareque, madera, lámina, desecho u otros resultaron con menor porcentaje.

Tabla 4.8 Materiales Predominantes de las viviendas, Torola año 2005

Cantones	Material Predominante de las Viviendas								
	TOTAL	C/Mixto	Bahareque	Adobe	Madera	Lamina	Paja/Palma	Desecho	Otro
Agua Zarca	176	75	15	31	26	8		6	15
Cerritos	36	15	6	7	3				5
El Progreso	50	21	5	9	1	2			12
Tijeretas	191	19	29	102	15	1		3	22
Torola(Urb)	107	44	6	51	1				5
TOTAL	560	174	61	200	46	11		9	59
		31.1%	10.9%	35.7%	8.2%	2.0%	0.0%	1.6%	10.5%

Fuente: Censo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL),2005.

Viviendas según el material de los pisos y Techos

El 62.3% de los hogares censados de Torola residen en viviendas que tienen teja de barro o cemento como material predominante en el techo, mientras que el 26.8% lo hace en casas con lámina metálica para el mismo fin. Hay otras viviendas con otro tipo de materiales en los techos tales como losa, asbesto, paja o palma



Tabla 4.9 Materiales Predominantes en los Techos de las viviendas, Torola año 2005

Cantones	Material Predominante del Techo								
	TOTAL	Loza	Barr. Cemento	Asbesto	Metálica	Paja	Palma	Desecho	Otro
Agua Zarca	176		78	31	50		6		1
Cerritos	36		20		15				1
El Progreso	50		30		20				
Tijeretas	191		155	4	29		3		
Torola(Urb)	107	1	66	14	26				
TOTAL	560	1	349	49	150		9		2
		0.2%	62.3%	8.8%	26.8%	0.0%	1.6%	0.0%	0.4%

Fuente: Censo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL),2005.

En cuanto al piso, se obtuvo como resultado el que el 64.5% de los hogares reside en viviendas con piso de tierra. Un 19.6% de los hogares tiene ladrillo de cemento en sus viviendas, y un 13.8%, cemento.

Tabla 4.10 Materiales Predominantes en los pisos de las viviendas, Torola año 2005

CANTONES	Material Predominante del Piso					
	TOTAL	Ladrillo de Cemento	Ladrillo de Barro	Cemento	Tierra	Otros
Agua Zarca	176	47	1	26	102	
Cerritos	36	9		5	22	
El Progreso	50	1		17	32	
Tijeretas	191	17	4	10	160	
Torola(Urb)	107	36	5	19	45	2
TOTAL	560	110	10	77	361	2
		19.6%	1.8%	13.8%	64.5%	0.4%

Fuente: Censo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL),2005.



Fotografía 4.15 Vivienda de tipo de sistema mixto, con techo de lamina ubicada en el cantón El Progreso



Fotografía 4.16 Vivienda de Bambú como material de pared, con techo de teja ubicada en el caserío, El Jicaro, cantón Cerrito.



Fotografía 4.17 Vivienda con Lamina como material de pared y Techo, piso de Tierra ubicada en el cantón El Progreso



Fotografía 4.18 Vivienda con pared cuyo material es el bambú y techo de lamina, en el caserío las Anonas, cantón Tijeretas.



4.3.6 EDUCACION.

De acuerdo al Censo Matricular 2004 del Ministerio de Educación (MINED), en Torola existe una red educativa compuesta por nueve centros escolares reconocidos oficialmente, distribuidos en tres de los cuatro cantones. En uno de ellos y en otros cuatro caseríos no se cuenta con escuelas. Cerritos es el único de los cuatro cantones que no cuenta con un centro escolar y en cuanto a los caseríos son: El Trueno (El Progreso), Maragua, Limón, El picacho (Tijeretas)

En la micro cuenca se identificaron dos centros escolares, uno ubicado en el casco Urbano (Complejo Educativo García Flamenco) y el otro en el cantón El Progreso, el primero se imparten clases desde parvularia hasta bachillerato, contando con una población de 409 estudiantes (Ver Encuesta para Centros Educativos en Anexo D), en donde el 43% son del sexo masculino y un 57% son del sexo femenino, por tanto es en este lugar donde asisten la mayoría de jóvenes provenientes de distintas comunidades, quienes deben de caminar entre uno y ocho Kilómetros diarios para ir a recibir clases.

Por lo tanto en el Centro Escolar del Cantón El Progreso solamente se imparten clases desde parvularia hasta octavo grado, con una población de 106 estudiantes (Ver Encuesta para Centros Educativos en Anexo D) en donde el 53.8% son del sexo masculino y 46.2 son femenino, llevando a una restricción sobre los estudiantes rurales con deseos de continuar una educación superior.



4.3.7 SALUD

En este punto según los resultados del censo del Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) en el año 2005, se puede destacar que:

- ✚ En Torola, los menores de 5 años representan el 27.7% de los hombres que van a un establecimiento de salud.
- ✚ Los mayores de 5 años y menores de 10 son el 19.4% de los hombres que acuden a un centro de salud. El resto de edades representan porcentajes bastante más bajos.
- ✚ Las mujeres, entre 30 y 50 años representan el 20.9% de las que van a un establecimiento de salud, seguidas por las menores de 5 años con 18.5%.

Los resultados mediante entrevista con personal de la unidad de salud de Torola el número de atenciones para el primer trimestre del año 2008 fue de 527 habitantes de los diferentes caseríos del municipio y entre las enfermedades más frecuentes son: las infecciones respiratorias Agudas, Bronquitis, neumonía, Faringitis etc.

Tabla 4.11 Consultas atendidas desde Enero hasta Marzo, 2008

CONSULTA	HABITANTES
ATENCION INFANTIL	165
ATENCION ADOLESCENTE	64
ATENCION ADULTO	216
ATENCION TERCERA EDAD	82
TOTAL	527

Fuente: Unidad de Salud de Torola, 2008.



4.4 CARACTERIZACION INSTITUCIONAL

En la micro cuenca existen organismos comunales compuesto por las Asociaciones de Desarrollo Comunal (ADESCO), cuya base poblacional está constituida por los vecinos de los caseríos o de los barrios (en el caso del casco urbano). En esencia, estas funcionan como mecanismos de articulación y comunicación entre las autoridades municipales y la población para la implementación de proyectos sociales que ayuden en gran parte al desarrollo social de los pobladores. Su dinámica de participación está muy ligada a la identificación, priorización y control de los proyectos de inversión.

4.5 PRUEBAS DE SUELOS REALIZADAS EN EL AREA DE ESTUDIO.

4.5.1 PRUEBA DE INFILTRACION EN CAMPO.

Mediante visitas al área de estudio, se observaron las características del terreno, la forma del drenaje de escorrentía y erosión del suelo, para poder así determinar la delimitación del área del almacenamiento.

Las dimensiones de los pozos excavados son de 1 metro cuadrado de sección y profundidad de 2 metros. En la figura 4.7 y figura 4.8 se presentan las dimensiones de los pozos. Seguidamente en el centro de cada pozo se realizo la excavación de un agujero de prueba con las siguientes dimensiones: una sección cuadrada superficial de $(0.30 \times 0.30) \text{ m}^2$ y una profundidad de 0.40 m.



Figura 4.7 Detalle de Pozo a cielo abierto para prueba de Permeabilidad

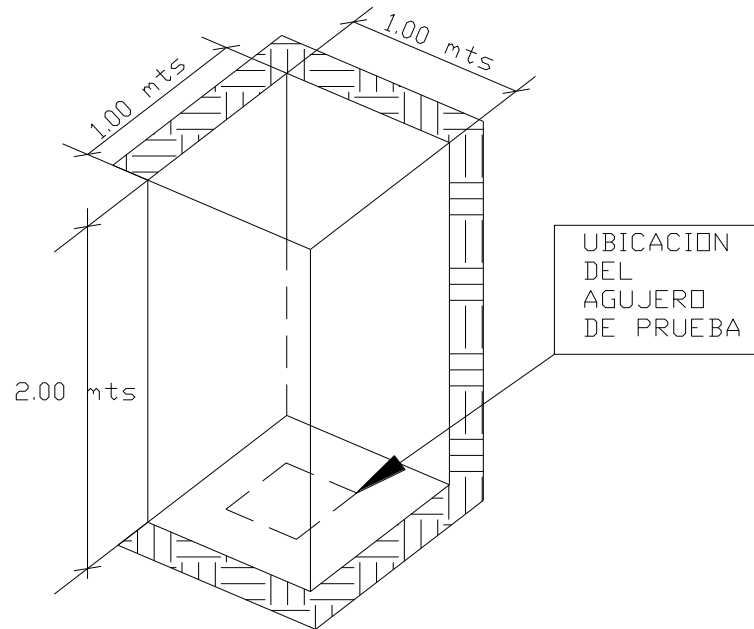
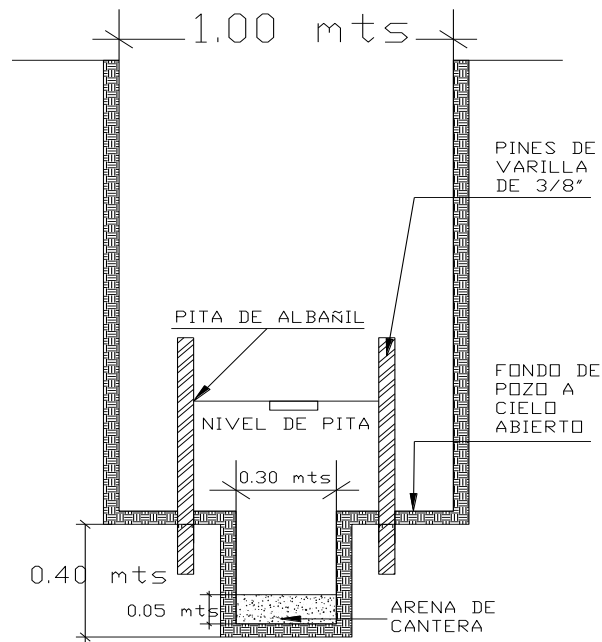


Figura 4.8 Secciones de agujero para prueba de Permeabilidad





Luego se limpiaron y se rasparon las paredes utilizando espátulas y brochas, con la finalidad de proporcionar una superficie natural del suelo en la cual pueda filtrarse el agua sin ninguna dificultad. Posteriormente se le agrego 5 cm. de arena de cantera, esto para dar una superficie horizontal y proteger contra socavaciones y sedimentos en el fondo del agujero de prueba.

Sobre cada agujero de prueba se colocaron niveles fijos de referencia utilizando pines de varilla de 3/8" de unos 75 cms. de longitud a cada lado del agujero como se muestra en la fotografía 4.19. Posteriormente se amarraron pitas en cada pin de tal manera que estas quedaran horizontalmente con la ayuda de un nivel de pita.



Fotografía 4.19 Esta fotografía nos muestra el amarre de pita en cada Pin con ayuda de un nivel de pita para permitir que esta quede Horizontalmente



Fotografía 4.20 imagen donde muestra la pita totalmente horizontal

Luego se lleno de arena de mina con una altura de 5 cm, luego se agrego agua al agujero de prueba hasta una altura de 30 cm medidos a partir de arriba del nivel de arena (ver fotografía 4.21).



Fotografía 4.21 Agujero lleno de agua a una altura de 30 cm



Después de transcurrido las 24 horas se observo que el agujero no tenía agua y el suelo estaba completamente saturado, así que se procedió a llenarlos nuevamente hasta un nivel de 15 cm a partir de arriba del nivel de arena; posteriormente se midieron los descensos a intervalos de 30 minutos durante 2 horas debido a que los descensos que experimentaban eran bien pequeños.

4.5.2 ANALISIS DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PERMEABILIDAD

Las lecturas cada 30 minutos de las pruebas de permeabilidad se muestran en el cuadro así como el cálculo de la permeabilidad utilizando el último dato recolectado al final de las 2 horas.

Tabla 4.12 Calculo de la permeabilidad

TIEMPO (MINUTOS)	LECTURA INICIAL (CM.)	LECTURA FINAL (CM.)	VELOCIDAD $V=\Delta X/T$ (CM. /SEG.)
30	42.0	41.5	2.78×10^{-4}
60	41.5	41.2	8.0×10^{-5}
90	41.2	41.1	1.85×10^{-5}
120	41.1	41.0	1.39×10^{-5}

Fuente: Grupo de Tesis

En la tabla 4.13 se muestran algunos valores que pueden usarse como guías para describir la permeabilidad de los suelos y como orientación para describir la permeabilidad relativa en un estudio no tan preciso.



Tabla 4.13 Valores relativos de la permeabilidad

PERMEABILIDAD RELATIVA	VALOR DE K (CM/SEG)	SUELO TÍPICO
Muy permeable	Mayor que 1×10^{-1}	Grava gruesa
Moderadamente permeable	1×10^{-1} a 1×10^{-3}	Arena fina
Poco permeable	1×10^{-3} a 1×10^{-5}	Arena limosa, Arena sucia
Muy poco permeable	1×10^{-5} a 1×10^{-7}	limo, arenisca fina
Impermeable	menos que 1×10^{-7}	Arcilla

Fuente: Terzagui y Peck

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 4.12 y comparado con los valores de la tabla 4.13 se puede definir que el tipo de suelo donde se pretende implementar el reservorio en el Cantón El Progreso del Municipio de Torola es **Muy Poco Permeable**.

4.5.3 PRUEBA DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

El estudio de mecánica de suelos se realizó con la finalidad de poder determinar las condiciones en que se encuentran los estratos detectados en el subsuelo del terreno en estudio, además de conocer las características físicas y mecánicas de este. El terreno con un área de 6427.50 m^2 ubicado en el cantón El Progreso del Municipio de Torola, Departamento de Morazán.

El alcance del estudio comprende toda el área del terreno donde se pretende implementar el sistema de almacenamiento (reservorio); y en el cual se realizaron 2 sondeos exploratorios con equipo de penetración estándar (S.P.T.), debido a la alta resistencia a la penetración que ofreció el suelo a la hora del ensayo la profundidad



máxima explorada fue de 2.5 metros, detectándose un suelo muy compacto y con presencia de fragmentos de roca y piedra. al final de todos los sondeos.

No se pudo determinar la profundidad del nivel freático y los contenidos de humedad no determinaron la cercanía del mismo. El trabajo de campo se realizó para la obtención de muestras representativas del suelo obtenido con la cuchara partida del equipo de penetración estándar (ver fotografía 4.22).



Fotografía 4.22 Obtención de muestras de suelo en campo, obtenida con la cuchara partida del equipo de penetración estándar a una profundidad de un metro

El estudio de suelos fue realizado en el laboratorio de suelos y materiales de la Universidad de Oriente (UNIVO) el cual presenta los siguientes resultados (ver documento completo en el anexo E).

**Resultados Obtenidos.**

De acuerdo a la información proporcionada por las muestras obtenidas durante la exploración del sub-suelo, de los datos del análisis de las mismas y la información de la inspección de campo realizada durante el proceso de sondeo, se han podido observar los siguientes aspectos importantes:

Estratigrafía

El suelo del lugar esta compuesto por:

- ✚ **ARENA ARCILLOSA (SC)**, Color café oscuro, con presencia de orgánico.
- ✚ **ARENA LIMOSA (SM)**, Color café claro, algunas muestras presentan contaminación con material orgánico.
- ✚ **ARENA CON GRAVA (SP)** Color gris, arenas mal graduadas.

Compacidad o Consistencia del Suelo.

En base al número de golpes de la prueba de Penetración Estándar la consistencia o Compacidad de los suelos puede clasificarse como:

Tabla 4.14 Clasificación de Suelos según la consistencia y Compacidad

SUELOS COHESIVOS		SUELOS FRICCIONANTES	
CONSISTENCIA	N	COMPACIDAD	N
Muy blanda	0 - 1	Muy suelto	0 - 4
Blanda	2 - 4	Suelto	5 - 10
Media	4 - 8	Semi- suelto	11- 20
Firme	9 -15	Semi-compacto	21- 30
Dura	16 - 30	Compacto	31- 50
Muy Dura	Mas de 30	Muy Compacto	Mas de 50

Fuente: Reporte de estudio de mecánica de suelos UNIVO



Contenido de Humedad

Los contenidos naturales de humedad del subsuelo, en la zona estudiada, oscilan entre 22.64% y 29.33% detectándose los valores, según se detalla a continuación.

Tabla 4.15 Tabla de contenidos de Humedad del Suelo explorado

SONDEO Nº	W mínima (%)	W máxima (%)	W promedio (%)
1	22.64%	29.33%	25.99%
2	24.18%	28.43%	26.31%

Fuente: Resultados del estudio de suelos, para un reservorio de aguas lluvias.

Capacidad de Carga

Considerando las cimentaciones de 1.0m de ancho, la capacidad de carga admisible del suelo en kg/cm^2 , para los sondeos, de acuerdo a la profundidad sería:

Tabla 4.16 Capacidades de Carga a cada metro de profundidad en kg/cm^2

SONDEO Nº	Profundidad en metros		
	1.0	2.0	3.0
1	2.1	1.4	-----
2	1.2	9.4	-----

Fuente: Resultados del estudio de suelos, para reservorio de aguas lluvias.



Análisis de Resultados

Acontinuacion se presenta el análisis de los resultados obtenidos en campo y en las pruebas de laboratorio:

- ✚ En el primer sondeo se encontró Compacidad semi compacta a 1.0m de perforación. En el segundo sondeo se encontró Compacidad Compacta a 1.50m de perforación.
- ✚ La resistencia del suelo a la penetración de la cuchara muestrera estándar vario de 3 a 56 golpes, teniendo valores de N que variaron desde 6 hasta 110.

De los resultados obtenidos en el campo y en las pruebas de laboratorio que se practicaron en las muestras obtenidas y de la inspección realizada en el campo, durante el proceso de sondeo se puede decir que:

- ✚ Algunas muestras extraídas presentan contaminación con suelos orgánicos.
- ✚ Los contenidos de humedad establecidas en las muestras recuperadas pueden considerarse como normales.

4.6 IDENTIFICACION DE CONTAMINANTES DEL AGUA.

El estado natural del agua puede ser afectado por procesos naturales; por ejemplo: los suelos, las rocas, algunos insectos y excrementos de animales. Otra forma como se puede cambiar su estado natural es artificialmente, fundamentalmente, por causas humanas; por ejemplo: con sustancias que cambien el pH y la salinidad del agua, producidas por actividades mineras.

La contaminación del agua ocurre en poblaciones que no tienen desagües, sistemas de disposición de excretas o deficientes procesos de recogida y almacenaje de desechos; y arrojar basuras y aguas fecales (o servidas) a los ríos y quebradas.



Otra causa es el exceso de nutrientes: fertilizantes vertidos en agua, especialmente los compuestos por fósforo y sus derivados, hacen que originen algas en exceso, impidiendo la entrada de luz solar al lago o laguna, y la muerte de los peces. Sustancias tóxicas, como los metales pesados (plomo y cadmio), generan bioacumulación. Los residuos urbanos (aguas negras o aguas servidas), que contienen excrementos, también generan contaminación.

Con visitas a la quebrada los jobos, el cual es nuestro punto de interés aguas arriba algunos indicadores observados en campo son:

Contaminantes Físico y Biológicos.

- + No hay procesos termales y volcánicos en las zonas de aguas arriba.
- + No hay cultivos intensivos y que requieran el uso de químicos en la zonas de aguas arribas.
- + Químicamente, no hay emisión de elementos contaminantes ocasionados por actividades volcánicas (sulfuro, arsénicos, etc.)
- + La contaminación física tiene que ver con la temperatura, color, turbidez, transparencia, sabor.

- + Entre los indicadores biológicos que nos dice que son de buena calidad es la observación de la existencia de pequeños peces, libélulas, renacuajos.

Con los indicadores físicos y Biológicos descritos anteriormente, podemos decir el estado actual de las aguas de la quebrada, dando parámetros de ninguna contaminación y como lo muestra la Fotografía 4.24.



Fotografía 4.24: La secuencia de la fotografía muestra a un habitante del cantón el Progreso tomando agua de la quebrada los Jobos, lo cual nos dice que esta práctica es común por los habitantes de la zona. El agua es consumida por la mayoría del lugar para diferentes usos

4.7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.

Permite analizar la sensibilidad ambiental del entorno (natural y humano) donde se pretende ejecutar un proyecto; identificar y valorar cualitativamente los posibles impactos ambientales que las acciones asociadas a la construcción y/o desarrollo, operación, cierre y pos-clausura de un proyecto pueden tener sobre su entorno; determinar si en caso de existir posibles impactos de mayor relevancia que no pueden ser apropiadamente valorados por esta vía, el permiso ambiental del proyecto requerirá de una evaluación ambiental a través de un estudio de impacto ambiental; Sentar las bases técnicas para la emisión de los términos de referencia del estudio de impacto ambiental. De no requerirse un estudio de impacto ambiental, este diagnóstico debe definir las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental, y el plan de gestión ambiental con el programa de seguimiento y control que deberá articular el proyecto a fin de cumplir con las regulaciones ambientales relevantes.



Diagnostico Ambiental Participativo

Todo proceso antes de iniciarse debe ser planificado. En ese sentido el diagnóstico ambiental es un instrumento que permite trabajar la problemática ambiental ocasionado por la realización del proyecto de una forma planificada y participativa. Es una herramienta útil para todas las comunidades que buscan hacer educación ambiental de manera eficiente y sencilla, a través de la generación de aprendizajes significativos en los habitantes.

El diagnóstico ambiental parte de la planificación participativa desde los problemas ambientales. Usualmente se comienza un proceso de planificación desde los objetivos, aunque esta propuesta no sea errónea, es poco eficiente pues a veces puede tomar mucho tiempo identificar los objetivos y muchas veces éstos pueden no reflejar los problemas ambientales que la comunidad considera importantes.

Además existe una tendencia a fijarse más fácilmente en los problemas ambientales esto hace que planificar desde los problemas sea un ejercicio más ágil que permite involucrar a los participantes en las etapas posteriores.



¿Qué es un Diagnóstico Ambiental Participativo?

El Diagnóstico Ambiental Participativo es un instrumento que ayuda a identificar los problemas ambientales que existen en la comunidad cercana al proyecto, permite identificar la situación de partida en la que se encuentra el área de estudio para poder mejorarla. Es un reconocimiento de las potencialidades, los problemas, sus causas y efectos.

Los resultados del Diagnóstico Ambiental Participativo servirán para involucrar a la comunidad, darles educación ambiental, involucrarlo en el desarrollo, realización, mantenimiento, y escuchar sus inquietudes para encontrar soluciones conjuntas tratar de el mitigar los efectos ocasionados por la realización del proyecto



Tabla 4.17: Matriz de Diagnostico Ambiental

Fuente: Grupo de Tesis

	MEDIO FISICO						MEDIO BIOLÓGICO			MEDIO PERCEPTIVO	ECONOMIA Y POBLACION						INFRAESTRUCTURA		
	AGUA			AIRE		SUELOS	FLORA	FAUNA		hábitat	paisaje	medios de transporte	Turismo y comercio	Economía local	Generación de empleos	Valor inmobiliario	vivienda	Redes de servicio	vial
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Calidad del Aire	olores	Nivel sonoro	Características físicas químicas	erosión	Vegetación Existente	Fauna existente										
ETAPA DE CONSTRUCCION DE LA OBRA																			
Mejoramiento de acceso	0	0	0	0	N	0	N	N	N	0	P	P	P	P	P	0	0	0	0
Limpieza y Chapeo	0	0	N	0	0	0	N	N	0	0	N	0	0	0	P	0	0	0	0
Trazo y Nivelación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0	0	0	0
Acopio de Materiales de relleno y Excavación con maquinaria	N	0	N	N	N	0	N	N	0	N	N	0	0	P	P	0	0	0	0
Llenado y compactado de Zanja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0	0	P	P	0	0	0	0
Acopio y Colocación de Tuberías	0	0	0	0	0	0	N	N	N	N	0	0	0	P	P	0	0	0	0
Cerca Perimetral	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	P	0	0	P	P	0	0	0	0
Bocatoma	N	P	0	0	0	0	P	P	P	P	P	0	0	0	P	P	0	0	0
SIMBOLOGIA																			
POSITIVO	P																		
NEGATIVO	N																		
NULO	O																		



Tabla 4.18 Presentación de Resultados de Diagnostico Ambiental

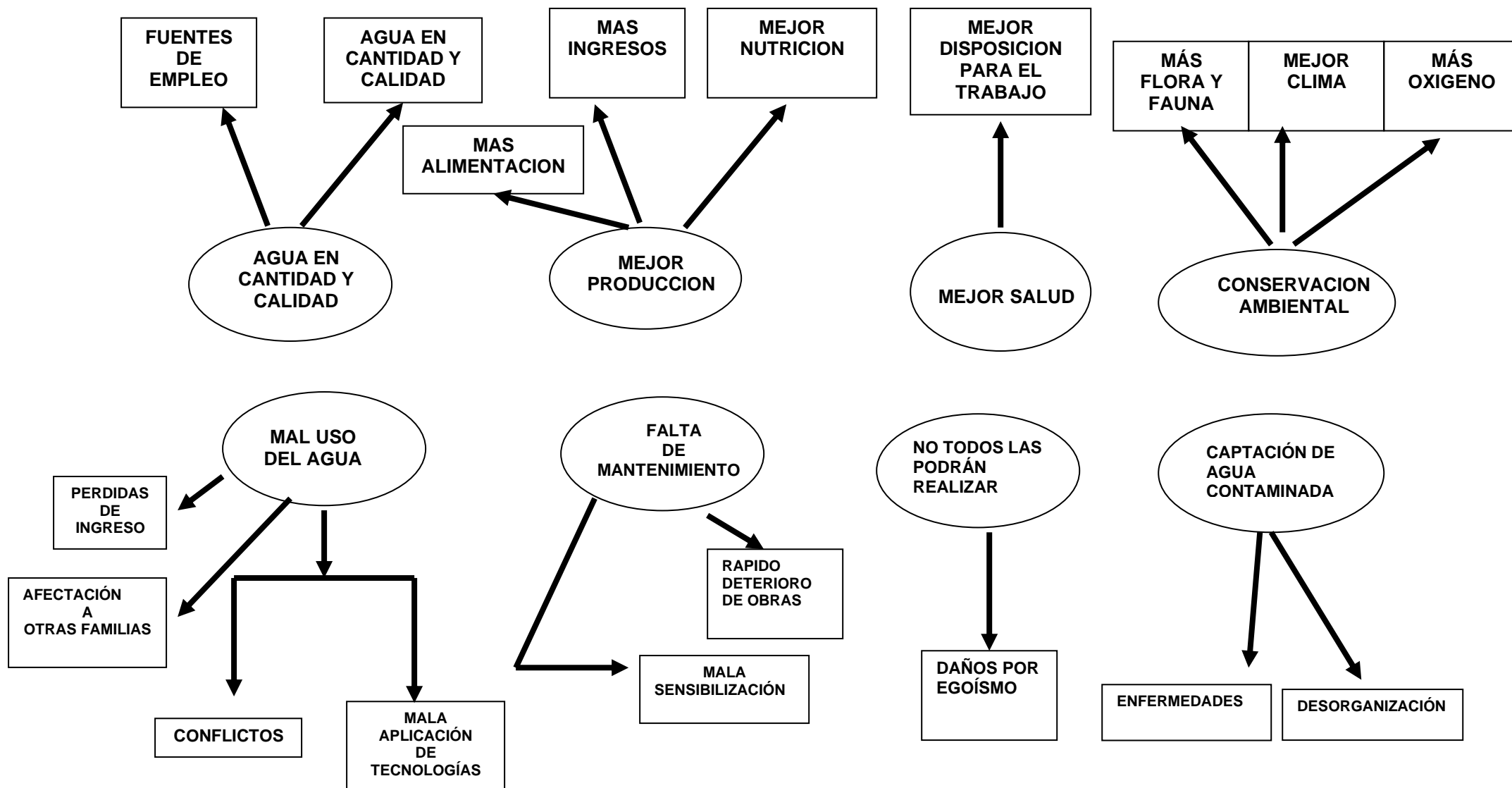
	MEDIO FISICO						MEDIO BIOLOGICO			MEDIO PERCEPTIVO	ECONOMIA Y POBLACION						INFRAESTRUCTURA		
	AGUA			AIRE		SUELOS	FLORA	FAUNA											
	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Calidad del Aire	olores	Nivel sonoro	Características físicas y químicas	erosión	Vegetación Existente	Fauna existente	hábitat	paisaje	medios de transporte	Turismo y comercio	Economía local	Generación de empleos	Valor inmobiliario	vivienda	Redes de servicio	vial
Impactos negativos %	25	0	25	12.5	25	0	50	50	25	25	25	0	0	0	0	0	0	0	0
Impactos positivos % y nulos	75	100	75	87.50	75	100	50	50	75	75	75	100	100	100	100	100	100	100	100

FUENTE: GRUPO DE TESIS

Con los resultados obtenidos de la tabla 4.18 podemos decir que la implementación de sistema de captación y almacenamiento genera pocos impactos negativos los cuales se pueden mitigar mediante obras de conservación y comparando con el beneficio económico a la comunidad el proyecto es viable



Figura 4.9 Diagrama de Impactos, aplicado a Tecnologías de Captación y uso eficiente del agua.





4.8 BALANCE HIDRICO

A continuación se presenta el Balance Hídrico de la micro cuenca Los Jobsos en el Municipio de Torola, Morazán. Para elaborar este balance, se tomaron los datos necesarios de la Estación Meteorológica de Perquin. Dichos datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) los cuales constan de mediciones de precipitación, temperatura, humedad relativa y caudal.

Para el Balance Hídrico, se han tenido en cuenta las variables del ciclo hidrológico: precipitación, evapotranspiración real, evaporación de cuerpos de agua, demandas hídricas en la cuenca, exportaciones y retornos.

4.8.1 Ubicación

La sub cuenca que representa el área de estudio se encuentra ubicada en la Región Hidrográfica A o cuenca del río Lempa (ver Mapa. 4.3) y se extiende desde Guatemala hasta la zona Oriental de nuestro país

4.8.2 Precipitación (P)

Debido a que la Estación Meteorológica más cercana a la Zona de estudio es la de Perquin, se obtuvieron los datos directamente de esta estación (1996 - 2006) proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).

A continuación se muestra la tabla que contiene los datos mensuales de precipitación para los últimos 11 años:



Tabla 4.19: Precipitación Mensual y Anual para el año 1996 – 2006

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
1996	26	31	7	171	409	568	572	307	610	411	235		3347
1997	89	21	60	44	216	712	140	216	442	142	120	13	2215
1998	0	0	96	6	223	510	423	535	379	766	389	20	3347
1999	1	0	29	49	316	520	239	578	692	576	29	9	3038
2000	0	0	3	27	582	358	180	248	559	421	68	3	2449
2001	0	0	18	52	334	128	424	490	631	206	44	17	2344
2002	1	15	0	24	453	360	219	275	548	375	111	1	2382
2003	0	22	113	92	218	505	356	383	486	352	69	23	2619
2004	1	2	5	96	308	186	350	350	614	445	124	5	2486
2005	0	0	145	130	423	520	312	393	519	409	20	11	2882
2006	2	0	6	58	547	582	547	350	446	580	149	17	3284
PROMEDIO	17	10	30	53	362	451	314	378	552	414	142	11	2732
MAXIMA	89.0	31.0	145.0	171.0	582.0	712.0	572.0	578.0	692.0	766.0	389.0	23.0	
MINIMA	0.0	0.0	0.0	6.0	216.0	128.0	140.0	216.0	379.0	142.0	20.0	1.0	

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

4.8.3 Evapotranspiración Potencial (ETP).

Existe una diversidad de métodos para determinar la Evapotranspiración Potencial, entre estos podemos mencionar las formulas de Thornthwaite, Hargreaves, Penman, Penman-Montheith, Blanney-Criddle, entre otras, las cuales fueron calibradas localmente en algunos sitios.

En El Salvador, aunque no se ha calibrado ninguna de las formulas mencionadas, si se realizó en el año 1980 una evaluación de diferentes formulas para el cálculo de la ETP, con relación a la formula de Penman, la cual fue considerada como patrón de referencia debido a la gran cantidad de parámetros climáticos que involucra.



De acuerdo a los resultados obtenidos, la formula de Hargreaves presentó los resultados más cercanos a la formula de referencia. Dado que la formula de Hargreaves utiliza menos parámetros para el cálculo de la ETP, que la de Penman y por su correlación con los resultados de esta ultima, la evapotranspiración de referencia que se calcula por parte del Servicio Meteorológico Nacional del SNET, se hace a través de la formula de Hargreaves, la cual involucra temperatura, radiación solar y humedad relativa.

A continuación mostraremos los valores mensuales y promedio anuales de Evapotranspiración Potencial según Hargreaves (en mm), periodo de 1970 a 2001 proporcionados por el SNET.

Tabla 4.20: Evapotranspiración Potencial Según Hargreaves (en mm). Periodo 1970 – 2001

ESTACION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
PERQUIN	130	129	161	162	149	135	155	149	129	125	120	121	1665

Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

Para el calculo del Balance Hídrico se auxilio de un software llamado InnerSoft - Balance Hídrico versión 0.1 Beta, lo cual los proporcionara al final los resultados del balance hídrico, para cada año para nuestro caso serán los datos de precipitación y evapotranspiración de los años del 1996 hasta 2001.

A continuación se presenta detalladamente el procedimiento a seguir para introducir los datos y los parámetros que se requieren del programa InnerSoft - Balance Hídrico 0.1 Beta.



PROCEDIMIENTO

ENTRADA DE DATOS

- Se completan las filas P y ETP de la tabla de datos, que corresponden a los valores mensuales de precipitación y evapotranspiración potencial respectivamente de la estación meteorologica más cercana.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 4.10 Muestra la ventana inicial del programa antes de introducirle los datos

- Especificar el valor de la capacidad de campo (CDC) del tipo de suelo existente del área de estudio, en la casilla correspondiente que se halla en la esquina superior izquierda que hay en la ventana del programa, usando, obviamente, los valores para unidades idénticas que las usadas para E y ETP



Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
P	26	31	7	171	409	568	572	307	610	411	235	0
ETP	130	129	161	162	149	135	155	149	129	125	120	121

Figura 4.11: La figura muestra la forma en que se introducen los datos de precipitación y Evapotranspiración.

- ✚ Ubicar si al inicio del año hidrológico el suelo está completamente saturado, señalando la casilla correspondiente en caso afirmativo. En ese caso, podrá además elegir el % de saturación respecto a la CDC, representándose el valor absoluto (reserva disponible en el suelo al inicio del primer mes del año hidrológico) en la casilla de la derecha.
- ✚ La entrada de datos se debe de realizar respetando el símbolo decimal que esta usando su sistema operativo, pues en caso contrario los datos no serán aceptados. En la esquina inferior derecha de la ventana del programa se especifica al usuario dicho símbolo.



- ✚ Determinar el mes del calendario que se considera como mes de inicio del año hidrológico desde la lista desplegable que encontrara en la esquina superior derecha de la ventana del programa.
- ✚ Una vez detalladas las entradas, no hay más que pulsar en el botón '**Calcular**' para que el programa realice las operaciones. Ya presentados los resultados, se podrán modificar los datos de P y/o ETP y recalcular.

SALIDA DE DATOS

La salida de datos responde a esta leyenda, que también incluye la entrada de datos.

- ✚ **P:** Precipitación
- ✚ **ETP:** Evapotranspiración potencial
- ✚ **R:** Reserva
- ✚ **AR:** Variación de la reserva
- ✚ **ETR:** Evapotranspiración real
- ✚ **E:** Excedente o escorrentía
- ✚ **D:** Déficit hídrico anual

En la ultima columna se especifican los totales de todas las filas, aunque solo tienen significado físico o utilidad el total para P, ETP, D y E. (ver figura 4.3).



En la zona inferior izquierda de la pantalla se mostrará además el Índice de Aridez (también llamado Índice de Humedad o Índice Hídrico), que responde a la expresión:

$$IH = \frac{100 (E - 60) D}{ETP}$$

y fue propuesto por *Thornthwaite*. Los valores de ETP, D y E responden a los totales anuales (columna de totales) para todo el año.

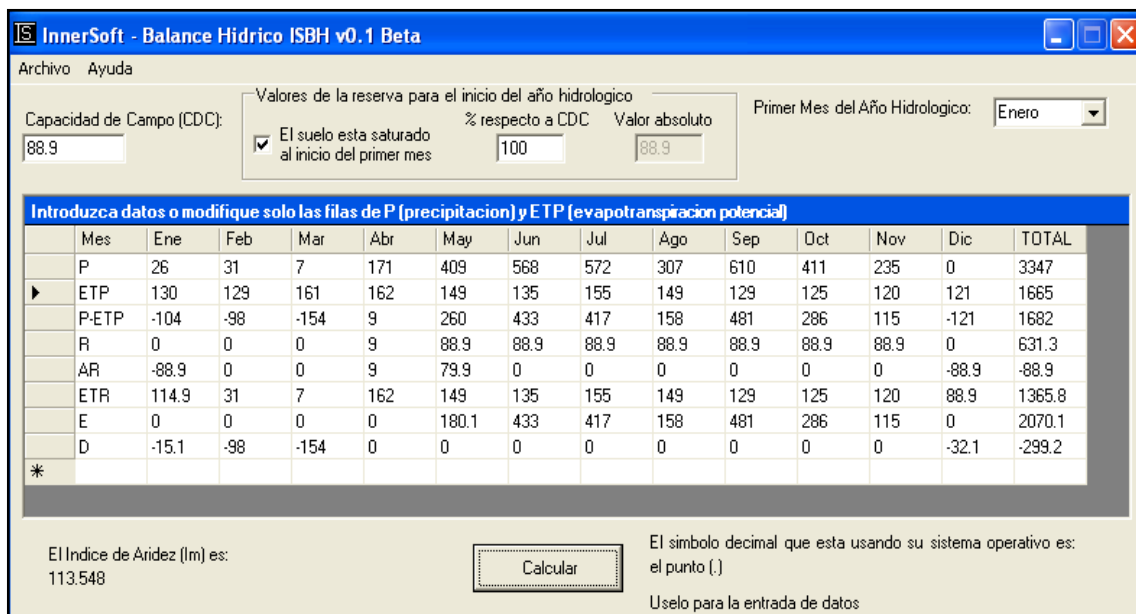


Figura 4.12: Resultados del programa para cada año hidrológico

RESULTADOS

Finalmente, introduciendo los datos de precipitación y de Evapotranspiración en el programa para diferentes años (1996-2001) los resultados obtenidos son los que se presentan en la tabla; observando así la variación de la reserva o cambio de almacenamiento ya sea si es en aumento si el cambio de almacenamiento es positivo o en disminución si resulta negativo. Ver tabla 4.21



Tabla 4.21 Resultados del Balance Hídrico

Años	Precipitación (P)	Evapotranspiración Real (ETR)	Déficit Hídrico Anual (D)	Excedente o Escorrentía (E)	Reserva (R)	Variación de la Reserva (ΔR)
1996	3347	1294.502	-370.498	2070.1	631.3	-17.602
1997	2215	1295.502	-369.498	937.1	585.4	-2.602
1998	3347	1190.502	-474.498	2174.1	607.4	-17.602
1999	3038	1065.502	-599.498	1990.1	533.4	-17.602
2000	2449	1047.402	-615.498	1417.1	570.3	-54.502
2001	2344	1077.402	-585.498	1282.1	539.3	-23.502

Fuente: Grupo de Tesis

El siguiente gráfico ilustra el Balance Hídrico en la zona para cada año desde el 1996 hasta el 2001, podemos apreciar que las salidas suman un valor mayor que el de las entradas, por lo tanto se aprecia un cambio de almacenamiento negativo.

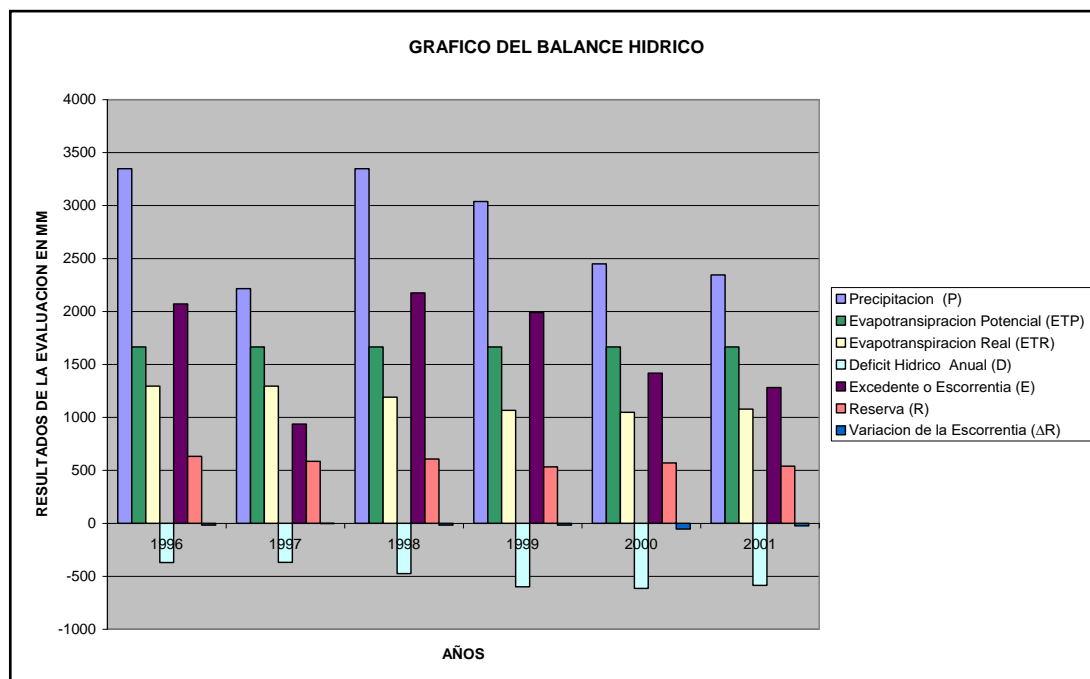


Figura 4.13 Gráfico del Balance Hídrico de la micro cuenca



4.9 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), menciona que la Seguridad Alimentaria y Nutricional se apoya en cuatro pilares fundamentales como condición para que exista seguridad alimentaria:

- ✚ **Acceso físico y económico;** la población debe tener accesibilidad en todo momento a suficientes alimentos no nocivos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimentarias y así llevar una vida activa y sana. Esto tiene relación a empleo y sus ingresos.
- ✚ **Disponibilidad:** debe haber disponibilidad de adquirir alimentos sean con sus propios ingresos o en momentos de emergencia facilitados a las familias. También disponibilidad en cualquier lugar de producción.
- ✚ **Aceptabilidad y consumo:** los alimentos proporcionados o a disponibilidad deben ser los más aceptados por las familias y formar hábitos de consumo. Para esto es necesario la inducción de conocimientos hacia los tipos de alimentos a consumir, en sus proporciones de acuerdo a los grupos de alimentos: formadores (40%) protectores (40%) y energéticos (20%).
- ✚ **Aprovechamiento biológico:** el mismo estado de salud es muy importante para el mejor aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos una persona enferma no asimila todos los nutrientes y no se alimenta lo necesario.

Aunque se considera que la base de estos pilares es el entorno socioeconómico y político, para la situación de la micro cuenca debería considerarse como base primordial y práctica, la disponibilidad de agua en cantidad y calidad para lograr de manera gradual y sostenible los mejores resultados de las iniciativas ejecutadas en el territorio para beneficio de las mejores condiciones de vida de las familias.



Según la FAO (2004), la limitación de los recursos hídricos representa ya un obstáculo al desarrollo en muchas partes del mundo. De acuerdo a las estrategias de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), y la relación del agua con la Seguridad Alimentaria y Nutricional(SAN), se considera que el agua es esencial para la vida por la higiene y abastecimiento de agua potable. Es básica para la producción de alimentos y la disponibilidad de los mismos a la población. El agua por exceso o defecto causa inseguridad alimentaria, afectando la disponibilidad y acceso. Las limitaciones de agua por calidad causan enfermedades graves a las personas, y la escasez o lejanía del agua causa gasto de energía de mujeres y niños en el traslado del agua.

4.9.1 Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en El Salvador.

En El Salvador, el ingreso de los hogares ha sufrido cambios importantes en su composición, lo cual se advierte al observar que las principales fuentes de ingreso de las familias salvadoreñas son de origen no agropecuario, representando alrededor del 85% de su ingreso total. En general, en 2001 los hogares obtuvieron de fuentes agropecuarias apenas el 5% de su ingreso total. Para las familias urbanas estas fuentes representan entre 1 y 3,5%; sin embargo en las áreas rurales su importancia es mucho mayor, llegando al 20%. Este cambio observado en la composición de los ingresos familiares está relacionado con cambios estructurales experimentados por la economía salvadoreña, y sobre todo por la reducción de la importancia relativa de la agricultura dentro del Producto Interno Bruto (PIB) (FUSADES, 2004).

Aunque en los últimos años se ha reducido la importancia en el ingreso de los hogares rurales que tienen las fuentes agropecuarias, éstas continúan siendo importantes para los pobres. Según resultados de encuestas de pobreza rural realizadas por la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), en 2001 las fuentes agropecuarias aportaron alrededor del 26% del



total, pero para los más pobres éstas representaron 43%, y para los no pobres solamente 14%.

Desde esta perspectiva, el sector agropecuario es importante para el desarrollo rural y para la seguridad alimentaria de los hogares que dependen de las actividades agrícolas. En cuanto a la situación de pobreza, la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples de 2004 refleja que existe un 34,6% de hogares que viven bajo situación de pobreza, y de éstos 12,6% se encuentra bajo pobreza extrema y 22% bajo pobreza relativa. La pobreza se acentúa en el área rural donde 19,3% y 24,4% de los hogares se encuentran bajo pobreza extrema y relativa respectivamente (ver tabla 4.22).

Tabla 4.22 Porcentaje de Hogares en pobreza según área geográfica. El Salvador, 1998 y 2004.

Área	Pobreza Total		Pobreza Extrema		Pobreza Relativa	
	1998	2004	1998	2004	1998	2004
Nacional	44.6	34.6	18.9	12.6	25.6	22.6
Urbano	36.0	29.2	12.9	8.6	23.1	20.7
Rural	58.6	43.7	28.7	19.3	29.9	24.4

Fuente: DIGESTYC. EHPM 1998 y 2004.

4.9.2 Situación de la Seguridad Alimentaria en El Municipio de Torola.

El Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local (FISDL) publicó en el año 2005 el Mapa de Pobreza del país (Ver mapa en anexo F-2), en el que se identifican: de los 262 municipios del país, 32 en condiciones de pobreza extrema severa; 68 bajo pobreza extrema alta; 82 con pobreza extrema moderada; y 80 con pobreza extrema baja.



Según estos datos y como se ha dicho anteriormente el Municipio de Torola se considera el mas pobre del país dado un indicador indiscutible de la difícil situación económica que refleja el Municipio.

Una de las manifestaciones más graves de la pobreza es la alimentación y la nutrición inadecuadas, ya que se relacionan con los bajos ingresos de las familias en pobreza extrema y relativa, la inflación acumulada en los costos de la canasta básica de alimentos, y los cambios en los patrones de consumo motivados en parte por la transculturización. En ese sentido, la inseguridad alimentaria y nutricional es resultado, entre otros, de la falta de acceso de las familias a los servicios básicos de salud, educación y saneamiento (agua segura, buena disposición de excretas y basura, y control de insectos transmisores de enfermedades).

Los resultados obtenidos de la encuesta elaborada por nuestro grupo de tesis para identificar el ingreso mensual de los cantones que están ubicados geográficamente en la micro cuenca; nos dice que el mayor porcentaje de las familias reciben un ingreso mensual, menos de \$100.

La tabla 4.23 nos presenta el ingreso promedio mensual de las familias de la zona de estudio.

Tabla 4.23 Porcentaje de Ingresos Promedio Mensual de las Familias de la Micro cuenca

CANTON	Ingreso promedio Mensual		
	Menos \$ 50.0	Entre \$50.0- \$ 100	Mas de \$ 100.0
Tijeretas	36.85	50.88	12.27
Casco Urbano	17.39	65.22	17.39
Agua Zarca	15.6	55.5	6.65
El Progreso	62.50	31.25	6.25

Fuente: Grupo de Tesis.

La falta de acceso a energía eléctrica y agua por cañería, al igual que el acceso a un servicio sanitario, reflejan en gran medida el nivel de bienestar material de los hogares y sus condiciones de vida.



Para el año 2005, 14.7% de los hogares tenía agua por cañería dentro, el 15.1% se abastece por cañería fuera de sus viviendas y un 41.2%.se abastece de agua en ríos, quebradas, o en ojos de agua. Esto significa que las familias deben de utilizar buena parte de su tiempo en el acarreo del líquido.

Las condiciones anteriores, unidas a la falta de orientación apropiada sobre cuidados básicos de su alimentación y nutrición resultan en una dieta energéticamente deficiente y un mal aprovechamiento de los alimentos consumidos, siendo la consecuencia la desnutrición energético-proteica, altos niveles de retardo en talla o desnutrición crónica, y deficiencias nutricionales específicas que afectan el nivel cognoscitivo y de aprendizaje.

Torola siempre ha figurado en las estadísticas nacionales y en los informes de Desarrollo Humano, en posiciones nada envidiables, como uno de los más pobres y menos desarrollados. Según estadísticas del SIBASI en San Francisco Gotera, Torola no ha dejado de figurar entre los municipios con mayores índices de desnutrición, acompañados de las poblaciones de San Francisco Gotera, Arambala, Perquín, Cacaopera, San Isidro, San Simón y Lolotoquillo, acentuada sobre todo en las zonas rurales.

De los cuatro cantones de Torola, dos aparecen con alto índice de desnutrición en el libro "Hacia la gestión por el riesgo" de ADEL Morazán del año 2000; Agua Zarca, con 69%; Tijeretas, con 61% de desnutrición; y El Progreso como Cerritos están sin datos, pero los líderes locales aseguran que en todas las comunidades lo cotidiano es la desnutrición.

Los datos son significativos hasta la fecha si se toma en cuenta que aún no existen programas oficiales o privados que hayan cambiado la situación. El municipio posee una de las tasas más altas de desnutrición infantil y según el informe 262 del



Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el 46% de los niños de cero a los cinco años no asisten a control de niño sano y vacunación.

El 37.1% de los niños matriculados en primaria, presentan retardo en la talla y en el peso. La esperanza de vida para la población de Torola es de 66.3 años, sin embargo se estima que el 12.4% de la población no sobrevivirá hasta los cuarenta años.

Las enfermedades más comunes que registra la unidad de salud son las IRAS o enfermedades respiratorias agudas que reportan el 55.05% de los padecimientos, entre los que el 36.45% lo ocupa las gripes. El 14.25% padece de dolores de cabeza, provocados por estrés, o por otras causas como problema con la visión. El 10.80% tiene padecimientos de dolores en los huesos por artritis y el 8.06% padece de malestares a causa de parásitos.

Las ONG en apoyo a la Seguridad Alimentaria

En Morazán no son ajenos los esfuerzos de las ONG por lograr mejor peso y talla para los niños, nutrirlos para que alcancen su desarrollo normal.

Solidaridad Internacional, Médicos por el Derecho a la Salud y la Fundación para el Desarrollo (FUNDESA) han trabajado desde 2002 en un programa de seguridad alimentaria en poblaciones de Corinto y Cacaopera.

Estas organizaciones han logrado establecer proyectos de producción y comercialización de hortalizas así como enseñar a la gente a cocinar alimentos alternativos, que incluyen la producción de la soya, por lo que los menores de dos años están siendo alimentados también con leche de esta leguminosa; también cultivan loroco y peces en reservorios que fueron creados. Estos proyectos llegan a pocas comunidades y están a punto de finalizar debido a que el financiamiento culminar



**CAPITULO V:
DISEÑO DE
CAPTACION Y
ALMACENAMIENTO**



5.1 DEMANDA DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Para el diseño de Sistemas de Captación y Almacenamiento de agua lluvia, es necesario evaluar la necesidad de agua (Uso Consuntivo) del cultivo seleccionado.

5.1.1 NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Las necesidades hídricas de los cultivos expresan la cantidad de agua que es necesario aplicar para compensar el déficit de humedad del suelo durante su período vegetativo.

Las plantas absorben el agua desde el suelo mediante sus raíces. Ambos, suelo y planta, están sometidos a los efectos de la lluvia, el sol y viento, que generan un mayor o menor grado de evaporación desde el suelo y transpiración de las plantas. Este proceso se conoce como **evapotranspiración**.

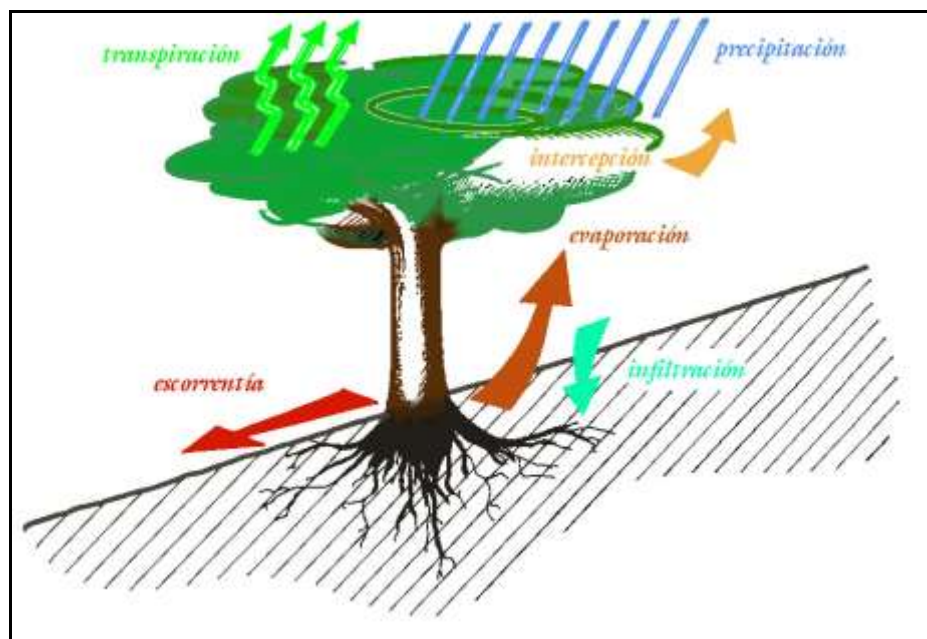


Figura 5.1 Esquema del proceso de Evapotranspiración



Las necesidades de agua se evalúan estableciendo, para un determinado período, un balance entre las cantidades de agua requeridas para la evapotranspiración del cultivo y otros usos especiales, todo lo cual se contabiliza como pérdidas, y las aportaciones naturales efectivas, tales como la precipitación, la humedad precedente del suelo y cualquier otra contribución hídrica (inundaciones, agua subterránea).

5.1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS

Influencia del Clima

Un determinado cultivo que crece en un clima soleado calido necesita mas agua por día que el mismo cultivo desarrollado en un clima frió y nublado. Sin embargo, aparte de la insolación y temperatura, hay otros factores climáticos que influyen con la necesidad de agua del cultivo. Estos factores son humedad atmosférica y velocidad del viento. Cuando el aire esta seco, las necesidades de agua del cultivo son mayores que cuando esta húmedo.

Análogamente, en días con mucho viento, dichas necesidades serán mayores que en días de calma. Las mayores necesidades de agua de los cultivos se producen por lo tanto en áreas calidas, secas, con mucho viento y soleadas. Los valores mas bajos se encuentran en lugares frescos, húmedos y nublados con poco o ningún viento.

De lo anterior se deduce que un cultivo desarrollado en diferentes zonas climáticas tendrá diferentes necesidades de agua. Por ejemplo, una cierta variedad de maíz cultivada en un clima fresco necesitara menos agua por día que la misma variedad de maíz cultivado en un clima mas calido.



Figura. 5.2 Cultivo de Maíz en buenas condiciones



Figura 5.3 Cultivo de Maíz Marchito



Es por lo tanto útil tomar un cierto cultivo estándar o de referencia y determinar cuanta agua necesita este cultivo por día en diversas regiones climáticas.

La Influencia del tipo de cultivos en sus necesidades de agua.

La influencia del tipo de cultivo en sus necesidades de agua es importante en dos aspectos.

- a) En condiciones de pleno desarrollo o, en otras palabras, para la demanda de punta las necesidades diarias de agua varían de un cultivo a otro
- b) Los Diversos cultivos y variedades tienen diferente duración en su periodo vegetativo y consecuentemente necesitaran mas agua por mas tiempo, lo que hace un mayor volumen total.

Es muy importante obtener localmente los datos sobre la duración del ciclo vegetativo de los diversos cultivos para un área determinada. En la tabla 5.1 se presentan algunos valores indicativos o valores aproximados para la duración total del ciclo vegetativo para diversos cultivos.

Tabla 5.1 Ciclo vegetativo de Granos Básicos, Hortalizas y Cítricos

Cultivos	Ciclo Vegetativo (días)
Frijol Verde	60 - 90
Frijol seco	90 - 120
Maíz Dulce	80 - 110
Maíz grano	125 - 180
Maicillo	120 - 130
Tomate	90 - 120
Cebolla	100 - 140
Sandía	80 - 110
Cítrico	240 - 365

Fuente: “Manual de programación de riego” Autor: George H. Hargreaves

Según la Tabla 5.1. es evidente que hay una variación grande de valores no solamente entre cultivos, si no también dentro de un mismo tipo de cultivo. En general, puede suponerse que el ciclo vegetativo de un cultivo es mas largo cuando el clima es fresco y mas corto cuando el clima es calido.



5.1.3 CALCULO DE LAS NECESIDADES DE AGUA DE LOS CULTIVOS.

Los parámetros que intervienen en el balance hídrico son la evapotranspiración del cultivo (ETc), la precipitación efectiva (Pe) durante su período de permanencia en el terreno y el agua aportada por el suelo. La diferencia entre el primer parámetro citado y los dos últimos determinan las necesidades de agua netas de cada cultivo.

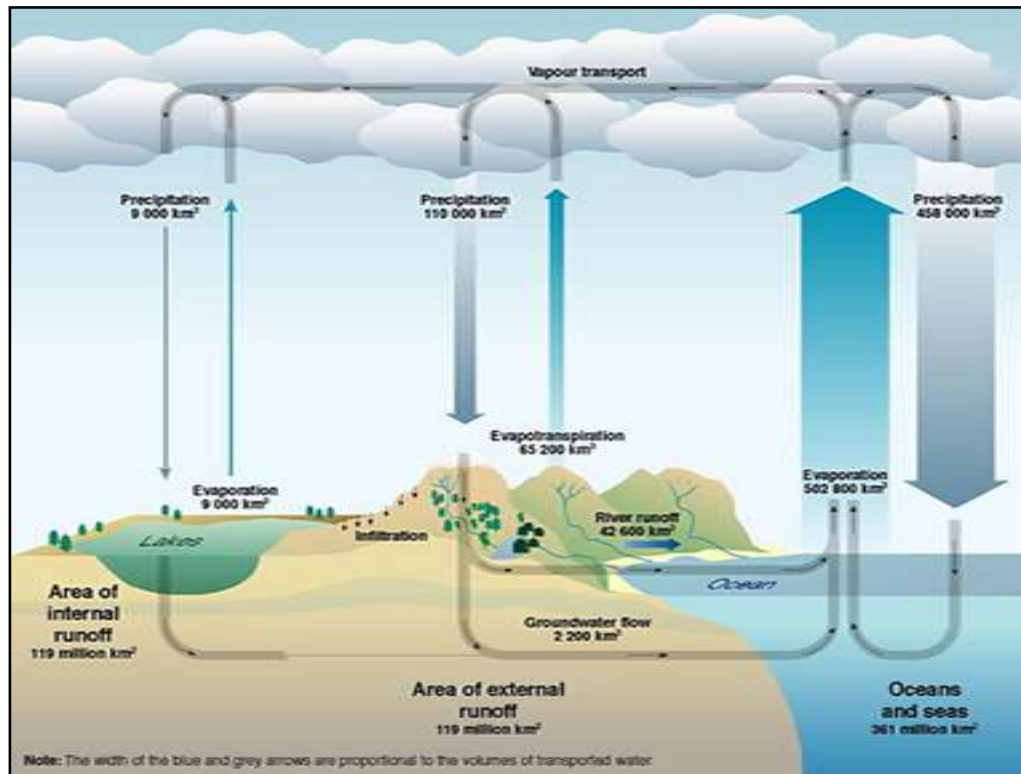


Figura 5.4 La evapotranspiración, condiciones del clima, de los cultivos y de la humedad del suelo.

Evapotranspiración de Referencia (ET_o)

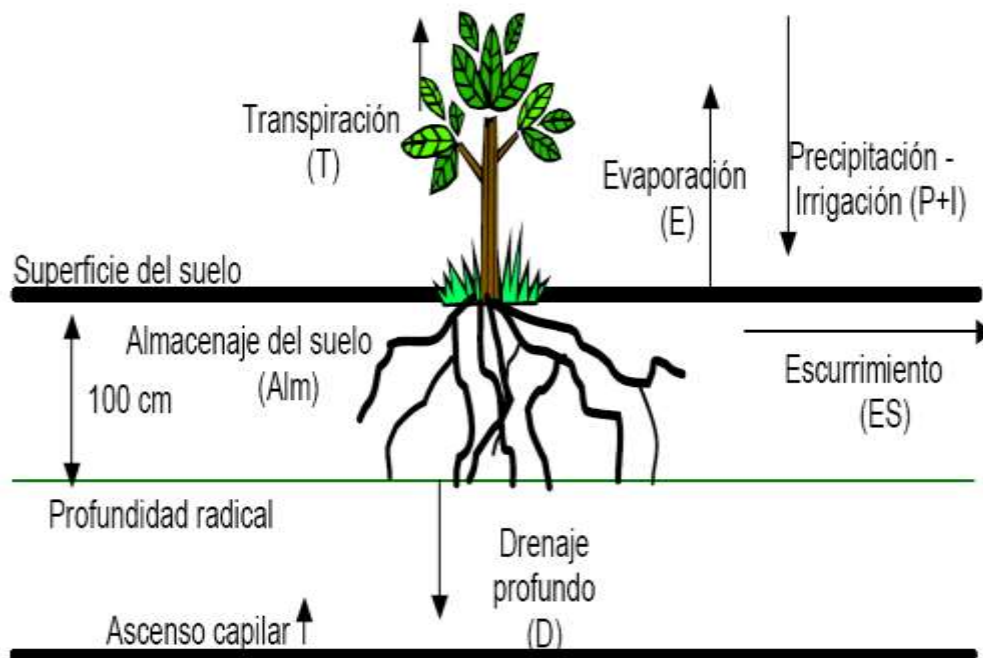
La cantidad de agua que las plantas transpiran es mucho mayor que la que usan para su crecimiento y fotosíntesis. La transpiración puede considerarse, por tanto, como el consumo de agua de la planta. Además, se debe tener en cuenta que hay pérdidas por evaporación del agua desde la superficie del suelo.



Por lo tanto, se considera que las necesidades de agua de los cultivos están dadas por la suma de la evaporación directa desde el suelo más la evapotranspiración y es una cantidad que varía según el clima y el cultivo.

Para medir directamente la evapotranspiración se utiliza el lisímetro, que es un sistema ideado para tal fin, en el cual se mide el consumo de agua de una porción de parcela, de medidas concretas, sembrada de un cultivo determinado (cultivo de referencia).

Figura 5.5 Balance de agua del suelo



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

La evapotranspiración de referencia (E_{To}), como el cultivo es siempre el mismo, variará según las condiciones del clima (radiación, temperatura, humedad, viento, etc.) y se expresa en mm de lámina de agua por día (mm/día). Existen muchos métodos empíricos para el cálculo de la evapotranspiración de referencia, en función de datos climáticos.

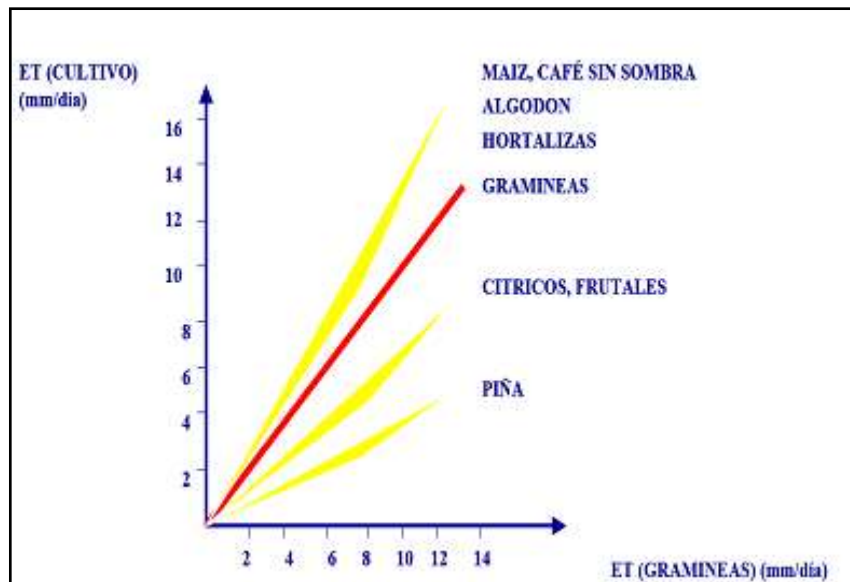
Existen plantas que presentan una buena regulación en la pérdida de agua, a través de mecanismos de cierre de sus estomas durante el día y su apertura en la



noche cuando la temperatura es menor, perdiendo menor cantidad de agua que al abrir los estomas en el día (como las xerofíticas y la piña). Otras plantas, como por ejemplo los cítricos, también presentan buena regulación en la pérdida de agua debido a sus hojas cerosas que igualmente evitan una alta pérdida de agua a través de las estomas.

Por el contrario plantas como los granos básicos, el algodón, las hortalizas y los mismos pastos que son tomados como el cultivo de referencia, presentan un alto grado de pérdida de agua a través de sus hojas, especialmente en el momento de mayor producción, el cual corresponde al periodo de la elaboración de flores, frutos o granos. En la Figura 5.6 se presenta una comparación realizada por la FAO de evapotranspiración diaria de diferentes tipos de cultivo en comparación con las gramíneas, que es un cultivo que se toma como referencia.

Figura 5.6 Magnitudes de la ET_c (cultivo) en comparación de la ET_o (Gramíneas)



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Otro factor importante en la pérdida de agua de las plantas y que se mencionó anteriormente, es el periodo o ciclo vegetativo, ya que las plantas pierden menor cantidad de agua al inicio de su desarrollo (germinación y crecimiento inicial), que cuando están en su fase de mediados del periodo, que corresponde a la etapa de maduración donde presenta un requerimiento hídrico mayor.



Coeficiente de Cultivo

El coeficiente de cultivo K_c . describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la cosecha. Para obtener las Necesidades de agua del cultivo ($ET_{cultivo}$), la evapotranspiración del cultivo de referencia, ET_o , debe ser multiplicada por el factor de cultivo, K_c .

El factor de cultivo (o coeficiente de cultivo) varía de acuerdo con la etapa de crecimiento del cultivo.

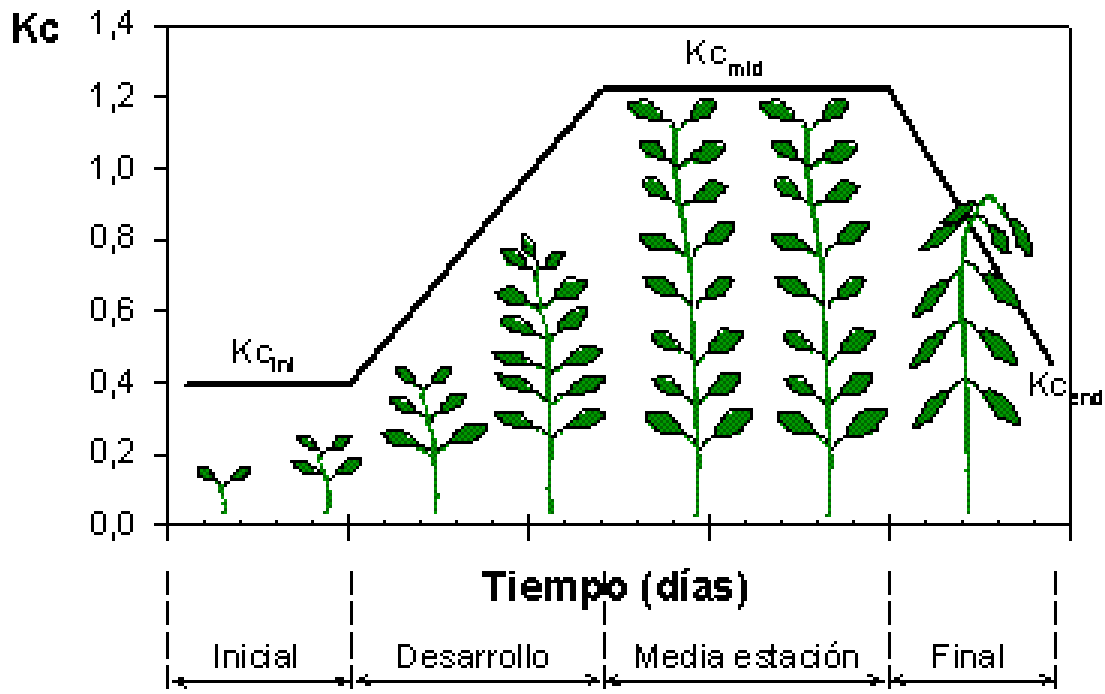
En los cultivos anuales normalmente se diferencian 4 etapas o fases de cultivo:

- ✚ **Etapa Inicial:** Desde la siembra hasta un 10% de la cobertura del suelo aproximadamente, es cuando el cultivo usa poca agua.
- ✚ **Etapa de Crecimiento del Cultivo:** Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo de la planta, cuando el consumo de agua aumenta
- ✚ **Etapa de pleno Desarrollo:** Entre floración y fructificación, correspondiente en la mayoría de los casos al 70-80% de cobertura máxima de cada cultivo, cuando el consumo de agua alcanza un máximo.
- ✚ **Etapa de Maduración:** Desde madurez hasta la cosecha o recolección, cuando el cultivo al madurar necesita menos agua.

El K_c presenta valores pequeños al inicio del desarrollo del cultivo y aumenta a medida que se incrementa la cobertura del suelo. El valor máximo se alcanza durante la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrecen durante la maduración, como se muestra en la figura 5.7. Lo mejor es disponer de valores de K_c . para cada cultivo obtenidos en la zona y para distintas fechas de siembra, pero en ausencia de esta información se pueden usar valores referenciales de K_c ., presentados en la bibliografía especializada.



Figura 5.7 Variación del coeficiente de cultivo (Kc.)

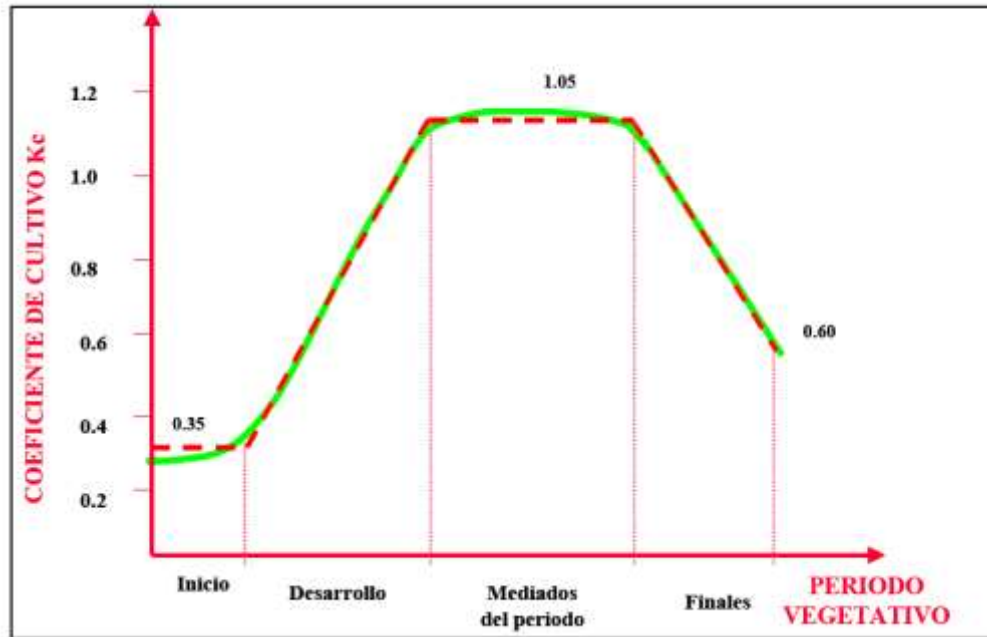


Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

En la Figura 5.8 se presenta un ejemplo de los coeficientes de cultivo para el cultivo del maíz, para sus diferentes etapas vegetativas (tomado de la FAO), donde se puede observar que el consumo hídrico en su mayor requerimiento, supera la cantidad de agua del cultivo tomado como referencia (el K_c del cultivo de referencia es 1, es decir que el maíz en su etapa de mayor consumo de agua, esta 5% por encima que el consumo hídrico de los pastos).



Figura 5.8 Coeficientes de Cultivo para el Maíz, de acuerdo a su período Vegetativo



Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

Con base en datos de diferentes tipos de cultivo, se presenta en la Tabla 5.2 una comparación de los K_c para diferentes tipos de vegetación, y se marcan en rojo los mayores valores correspondientes a la etapa de maduración. Estos valores se han ordenado en forma descendente de acuerdo a esta columna de K_c de mediados de periodo, y de esta forma se puede apreciar, como cultivos como el arroz, la caña de azúcar y granos básicos pueden perder casi el doble de agua que árboles frutales y el cultivo de la piña, asumiendo condiciones similares en cuanto a clima, tipo de suelos y humedad.



Tabla 5.2 Coeficientes de Cultivo para Granos Básicos, Hortalizas y Cítricos

VEGETACION	Kc INICIO	Kc DESARROLLO DEL CULTIVO	Kc MEDIADOS DE PERIODO	Kc FINAL
Arroz	1.1	1.1 - 1.3	1.3	1.3 - 1
Caña de Azúcar	0.6	0.6 - 1.15	1.15	1.15 - 0.85
Café	1.05	1.05 - 1.1	1.1	1.1
Maíz	0.35	0.35 - 1.05	1.05	1.05 - 0.6
Maíz Dulce	0.35	0.35 - 1.05	1.05	1.05 - 0.95
Tomate	0-6	0.6 - 1.05	1.05	1.05 - 0.6
Brócoli	0.7	0.7 - 0.95	0.95	0.95 - 0.8
Papayo			0.8	
Aguacate	0.25	0.2 - 0.75	0.75	0.6 - 0.30
Mango			0.7	
Cítricos			0.6	
Piña	0.3	0.3 - 0.5	0.5	0.5
Sorgo	0.35	0.75	1.1	0.65

Fuente: “Manual de programación de riego” Autor: George h. Hargreaves

Las características climáticas de viento y humedad relativa también inciden en las pérdidas de agua por parte de las plantas. En zonas de mayor viento, se produce mayor pérdida de agua, al igual que en zonas más secas y con temperaturas más elevadas.

Evapotranspiración de Cultivo de Referencia.

El método a emplear se determina por el tipo de datos disponibles y según el nivel de exactitud requerido. Puede usarse el método del tanque Evaporímetro, fórmulas empíricas (Blaney – Criddle, Turc, Thornthwite) o programas informáticos, como el CROPWAT, de la FAO, basado en la fórmula de Penman – Monteith.



Método del Tanque de Evaporación

Los datos proporcionados por los evaporímetros (tanque de evaporación Tipo A) pueden ser confiables, cuando estén ubicados en condiciones adecuadas con una instalación cuidadosa y un registro exacto y periódico de datos.



Figura 5.9 Tanque de evaporación Tipo A

A partir de los valores de la evaporación (E_t), se calcula la evapotranspiración de referencia (ET_0), mediante la siguiente expresión

$$ET_0 = K_p \times E_t \quad \text{Ec 5.1.1}$$

Donde: K_p es un coeficiente que depende de las características del tanque, ubicación, condiciones climáticas, etc.

Método de Blaney y Criddle

Si no existen datos disponibles sobre la evaporación de tanque, el método de Blaney y Criddle puede ser utilizado para calcular ET_0 . Este método es simple y requiere solamente de información de temperatura diaria.



Sin embargo, con este método, solamente se obtienen aproximaciones de ET_o , las cuales podrían ser imprecisas bajo condiciones extremas.

La Formula de Blaney y Cridle es:

$$ET_o = P(0.46 T_m + 8) \quad \text{Ec 5.1.2}$$

Donde:

ET_o = evaporación del Cultivo de referencia (mm/día)

T_m = Temperatura media diaria (°C)

P= Porcentaje medio diario de horas de luz con respecto al total anual.

El método de Blaney y Cridle se refiere siempre a valores promedios mensuales, tanto para la Temperatura, como para el ET_o . Si en una estación meteorológica locales miden las temperaturas mínimas y máximas diarias, la temperatura media diaria se calcula de la siguiente manera:

$$T_{\max} = \frac{\text{Suma de todos los valores de } T_{\max} \text{ diarios durante el mes}}{\text{Numero de días del mes}} \quad \text{Ec 5.1.3}$$

$$T_{\min} = \frac{\text{Suma de todos los valores de } T_{\min} \text{ diarios durante el mes}}{\text{Numero de días del mes}} \quad \text{Ec 5.1.4}$$

$$T_m = \frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} \quad \text{Ec 5.1.5}$$

Para determinar el valor de P, de la ecuación 5.12 es esencial conocer la latitud aproximada del lugar: el número de grados al norte o al sur del Ecuador.



Calculo de ET del Cultivo

Cuando la evapotranspiración se produce sin ninguna restricción de agua en el suelo se conoce como evapotranspiración del cultivo (ET_c) y corresponde a la cantidad de agua que debe ser aportada al suelo estacionalmente mediante lluvia y/o riego.

La evapotranspiración del cultivo se calcula mediante la ecuación:

$$ET_c = ET_o \times K_c \quad \text{Ec 5.1.6}$$

Donde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo, en mm/día, mm/ mes

ET_o = Evapotranspiración de referencia, en mm/día

K_c = Coeficiente de cultivo (adimensional).

5.1.4 PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Además de la evapotranspiración del cultivo, debe tenerse en cuenta la precipitación efectiva (P_e) en la estimación de las necesidades del agua para el riego. Desde el punto de vista agrícola, la precipitación efectiva es aquella parte de la lluvia que se almacena en el volumen de suelo a la profundidad radicular y es consumida por la planta en el proceso de evapotranspiración.

5.1.5 DEMANDA DE AGUA

Con los parámetros definidos anteriormente, el balance hídrico mensual será:

$$D_a = ET_o \times K_c - (P_e + \text{Agua aportada}) \quad \text{Ec 5.1.7}$$

El agua aportada considera los excedentes de la precipitación durante las épocas de lluvia, que quedan almacenados en el suelo y que posteriormente pueden ser aprovechados por los cultivos pero, para efectos de planificación de proyectos de riego, se considera cero dado que el objetivo es conocer la demanda de agua total del proyecto.



Por lo tanto la demanda de agua será:

$$D_a = ET_o \times K_C - P_e \quad \text{Ec 5.1.8}$$

5.1.6 Necesidades Máximas de Agua en los Cultivos.

En El Salvador los requerimientos de ETP oscilan entre 5 y 7 lt/m² de superficie de terreno cada día, para satisfacer las necesidades de la mayoría de los cultivos cuando estos están grandes. Ocupando el menor valor en lugares y zonas frescas y el mayor valor en lugares y zonas calientes.

Según la División de Riego y Drenaje del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) esto constituye la base principal para diseño del Sistema de Riego por goteo.

Evapotranspiración Diaria

$$ETP = 6.00 \frac{lt}{m^2}$$

Área de Riego

$$A_R = 50659.932 m^2 \text{ (Dato de programa Arc view)}$$

Calculo de cantidad neta de agua por día ($V_{\text{agua por día}}$)

$$V = ET \times A_R \quad \text{Ec 5.1.9}$$

Donde:

$V_{\text{Neto de Agua}}$: Cantidad Neta de Agua por día (Lt)

ET: Evapotranspiración Diaria (Lt/m²)

A_R : Área de Riego (m²).



Sustituyendo Valores en Ec 5.1.9

$$V_{Neto\ de\ Agua} = 6.00 \frac{Lt}{m^2} \times 50659.932m^2$$

$$V_{Neto\ de\ Agua} = 303959.592Lt$$

Eficiencia del Sistema de riego por goteo es $e = 90\%$.

$$V_{Total\ de\ Agua} = \frac{V_{agua\ por\ dia}}{eficiencia\ (e)} \quad Ec\ 5.1.10$$

$$V_{Total\ de\ Agua} = \frac{303959.932Lt}{0.9}$$

$$V_{Total\ de\ Agua} = 337733.26\ Lt$$

Longitud total entre área de riego (L_T)

Distancia Total entre lateral = 1.25 m

$$L_T = \frac{A_R}{D_{LATERAL}} \quad Ec.\ 5.1.11$$

Donde:

L_T = Longitud Total entre Área de Riego

A_R = Área de Riego

$D_{LATERAL}$ = Distancia Lateral

Sustituyendo Valores en la Ec. 5.1.11



$$L_T = \frac{50659.932m^2}{1.25m}$$

$$L_T = 40527.95 m$$

Calculo de Cantidad de Goteros

$$D_{Goteros} = 30 \text{ cm}$$

$$D_{Goteros} = 0.30 \text{ m}$$

$$N^0 \text{ de Goteros} = \frac{L_T}{D_{Goteros}} \quad \text{Ec. 5.1.12}$$

$$N^0 \text{ de Goteros} = \frac{40527.95m}{0.3m}$$

$$N^0 \text{ de Goteros} = 135093.152$$

$$N^0 \text{ de Goteros} = 135093.0$$

Descarga Total de Sistema

$$Q_{Descarga \text{ de Gotero}} = 1.0 \frac{Lt}{horas}$$

$$Q_{Descarga \text{ Total del Sistema}} = \frac{N^0 \text{ de Goteros}}{Q_{Descarga \text{ de Gotero}}} \quad \text{Ec. 5.1.13}$$



$$Q_{Descarga\ Total\ del\ Sistema} = \frac{135093.0}{1.0 \frac{Lt}{horas}}$$

$$Q_{Descarga\ Total\ del\ Sistema} = 135093.0 \frac{Lt}{horas}$$

Tiempo Diario de Riego (T_R)

$$T_R = \frac{V_{total\ de\ Agua}}{Q_{Descarga\ Total\ del\ Sistema}} \quad Ec\ 5.1.14$$

Donde:

T_R = Tiempo de Riego

V = Volumen Total de Agua

Q = Caudal de Descarga del Sistema

Sustituyendo valores en la Ec 5.1.11

$$T_R = \frac{337732.88Lt}{135093.0 \frac{Lt}{horas}}$$

$$T_R = 2.5\ horas$$

Tiempo Diario de Riego = 2.5 horas



5.1.7 CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LOS CULTIVOS (RIEGO POR GOTERO).

Para el cálculo de la Demanda de agua de los cultivos se realizara para el sistema de riego por goteo, elaborado por el Dr. George H. Hargreaves, y publicado en el "Manual de Programación de Riego", con el apoyo de la tablas de uso consuntivo de los cultivos (Ver tabla 5.3) y la tabla de la constante K (Ver tabla 5.4) utilizado en diferentes tipos de regiones de nuestro país

Tabla 5.3 Uso Consuntivo (Milímetros / Día) en diferentes regiones de El Salvador.

CULTIVO	SAN ANDRES	ZACATECOLUCA SAN VICENTE	MORAZAN SAN MIGUEL	ACAJUTLA SONSONATE
FRIJOL	4.87	5.27	5.27	5.27
HORTALIZAS	4.47	4.63	5.00	5.30
MAIZ, PLATANO	5.83	6.90	6.30	5.83
HUERTO	5.83	6.90	6.30	5.83
MAICILLO	5.90	6.50	6.50	6.83
ARROZ, TULE	7.53	8.37	8.30	8.40
SANDIA, MELON	4.50	4.63	4.93	4.50
TOMATE	5.23	5.37	5.60	5.30
CITRICO Y LOCAL	3.27	3.27	3.27	3.07
CAÑA Y PASTO	4.77	4.93	5.00	5.03

Fuente: " Manual de programación de riego" Autor George H. Hargreaves

Tabla 5.4 Constante (K) en diferentes Tipos de regiones de El Salvador.

Contante	Gravedad	Aspersión	Mixto	Goteo
K/ POR MANZANA	0.2025	0.135	0.1620	0.101
K= POR HECTAREA	0.2890	0.193	0.2315	0.145
EFICIENCIA/RIEGO	40%	60%	70%	90%

Fuente: " Manual de programación de riego" Autor George H. Hargreaves

El método de cálculo para la necesidad hídrica de los cultivos para el cual se toma un cultivo de referencia, como ejemplo es el Maicillo; ya que según la Tabla 5.1.3 en diferentes regiones de nuestro país, es el que mas agua necesita aparte del Arroz.



Método de Cálculo

Datos:

Cultivo: **Maicillo**

Periodo Vegetativo: **120 – 130 días** (Tabla 5.1)

Uso consultivo: **6.50** $\frac{mm}{dia}$ (Tabla 5.1.3)

Contaste de Riego por Goteo: K: **0.145 (K/ Hectárea)**

Eficiencia/Riego: **90%**

De Programa Arc View 3.2 Obtenemos el Área de Riego (A_R)

A_R : **5.07H_a**

Calculo de la Dotación (Dot)

$$D_{ot} = UC \times K \quad \text{Ec 5.1.15}$$

$$D_{ot} = 6.50 \frac{mm}{dia} \times 0.145$$

$$D_{ot} = 0.9425 \frac{Lt}{segH_a}$$

Caudal de Riego (Q_R)

$$Q_R = D_{ot} \times A_R \quad \text{Ec 5.1.14}$$

$$Q_R = 0.9425 \frac{Lt}{segH_a} \times 5.07H_a$$



$$Q_R = 4.78 \frac{Lt}{seg} \quad (\text{Caudal Diario Regado las 24 Horas})$$

Pasando $Q = 4.78 \frac{Lt}{seg}$ a $\frac{m^3}{horas}$

$$Q = \frac{4.78Lt}{seg} \times \frac{3600seg}{1hora} \times \frac{1m^3}{1000lt}$$

$$Q = 17.21 \frac{m^3}{horas}$$

Para un tiempo de riego de $3.0 \frac{horas}{dia}$

Aplicando regla de tres

$$17.21 \frac{m^3}{horas} \longrightarrow 24 \frac{horas}{diarias}$$

$$q \longrightarrow 3 \frac{horas}{diarias}$$

$$q = \frac{3 \text{ horas} \times 17.21 \frac{m^3}{hora}}{24 \text{ horas}}$$

$$q = 2.15 \frac{m^3}{hora}$$

Encontrando el volumen total de agua a necesitar para riego



$$Q = \frac{V}{t}$$

$$V = Qt \quad \text{Ec 5.1.15}$$

$$\text{Donde } q = 2.15 \frac{m^3}{hora} = Q$$

Para un Periodo de Tiempo de Riego de 5 meses (Enero - Mayo)

$$t = 5.0 \text{meses} \times \frac{30 \text{días}}{1 \text{mes}} \times \frac{24 \text{horas}}{1 \text{día}}$$

$$t = 3600 \text{horas}$$

Utilizando Ecu. 5.15, obtenemos el volumen

$$V = 2.15 \frac{m^3}{horas} \times 3600 \text{horas}$$

$$V = 7740.0 m^3.$$

El mismo procedimiento se realiza para los demás cultivos, en la tabla 5.5 se muestra el resumen de Caudales y Volúmenes.



Tabla 5.5 Cuadro resumen de caudal y volumen necesario para riego por goteo para diferentes cultivos Utilizando 3 horas de riego al día

Cultivo	Caudal ($\frac{m^3}{hora}$)	Volumen (m^3)
FRIJOL	1.743	6274.8
HORTALIZAS	1.660	5976
MAIZ	2.084	7502.4
HUERTA	2.084	7502.4
MAICILLO	2.15	7740.0
SANDIA, MELON	1.63	5871.35
TOMATE	1.85	6669.28
CITRICO, COCAL	1.08	3893.15
CAÑA, PASTO	1.65	5954.715

Fuente: Grupo de Tesis

Para propósitos de Diseño de Sistemas de Captación y Almacenamiento tomaremos el de mayor Volumen de agua requerida del Cultivo en este caso es el Maicillo $V= 7740.0 m^3$.

5.2 CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

5.2.1 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Formula de Kirpich.

$$T_c = \frac{0.000325(L)^{0.77}}{(S)^{0.385}} \quad \text{Ec 5.2.1}$$

Donde:

T_c = Tiempo de Concentración en (horas)

L = Longitud del Cauce mas largo (m)

S = Pendiente Media del Cauce (m/m).



De programa Arc View Gis 3.2 se tomaron los datos de longitud de cada tramo entre curvas de desnivel. A continuación se presenta un ejemplo

Método de Cálculo

De curva 760 m a curva 750 m

De Programa Arc View Gis 3.2 obtenemos los siguientes datos:

Longitud de Tramo (L_{TRAMO})

$L_{TRAMO} = 30.4 \text{ m}$

Diferencia de Altura (ΔH)

$$\Delta H = 760 \text{ m} - 750 \text{ m}$$

$$\Delta H = 10 \text{ m}$$

Pendiente del Cauce (S_{TRAMO})

$$S_{TRAMO} = \frac{\Delta H}{L_{TRAMO}} \quad \text{Ec 5.2.2}$$

Donde:

S_{TRAMO} = Pendiente en un tramo del Cauce

ΔH = Diferencia de altura en metros

L_{TRAMO} = Longitud de tramo entre curvas en metros

Sustituyendo valores en la Ec 5.2.2

$$S_{TRAMO} = \frac{10.0 \text{ m}}{30.4 \text{ m}}$$

$$S_{TRAMO} = 0.328947$$



$$S_{TRAMO} = 0.328947$$

Pendiente Media del Cauce ($S_{MEDIA TRAMO}$)

$$S_{MEDIA TRAMO} = \frac{L_{TRAMO}}{\sqrt{S_{TRAMO}}} \quad \text{Ec 5.2.3}$$

Donde:

$S_{MEDIA TRAMO}$ = *Pendiente Media en un tramo del Cauce*

L_{TRAMO} = *Longitud de tramo entre curvas*

S = *Pendiente Media de un tramo del Cauce*

Sustituyendo valores en la Ec 5.2.3

$$S_{MEDIA TRAMO} = \frac{30.4}{\sqrt{0.328947}}$$

$$S_{MEDIATRAMO} = 53.004$$

$$S_{MEDIA TRAMO} = 53.004$$

El mismo cálculo es para todos los tramos entre el punto de inicio del cauce hasta la divisoria de la cuenca en el punto de interés; sumando al final todas estas pendientes medias ($S_{MEDIA TRAMO}$) y obteniendo así la pendiente media total como lo indica la siguiente ecuación.



Pendiente Media Total (S_{MEDIA})

$$S_{MEDIA} = \left(\frac{L_C}{\sum_{i=1}^n S_{m1} + S_{m2} + \dots S_m} \right)^2 \quad \text{Ec 5.2.4}$$

Velocidad Media (V_m)

$$V_m = \frac{L}{T_C} \quad \text{Ec 5.2.5}$$

Donde:

V_m = *Velocidad Media*

L = *Longitud del Cauce*

T_C = *Tiempo de Concentracion*

Para el calculo de los siguientes tramos se elaboro una tabla en Excel y así se calculo el Tiempo de Concentración. La Tabla 5.6 de Resultados se presenta a continuación:

Tabla 5.6 Resultados de hoja de Excel para cálculo de T_c

Distancia del Origen (m)	Altitud (msnm)	Pendiente (m/m)	Pendiente Media
0	762		
9.39	760	0.213	20.346
39.79	750	0.3289	53.004
69.73	740	0.334	51.806
95.33	730	0.3906	40.96
122.48	720	0.3683	44.736
201.18	710	0.1271	220.781
240.52	700	0.2542	78.028
287.95	690	0.2108	103.295
329.08	680	0.2431	83.414
426.36	670	0.1028	303.414
513.57	660	0.1147	257.543
559.37	650	0.2183	98.016
604.74	640	0.2204	96.639
671.88	630	0.1489	173.969
743.42	620	0.1398	191.348
789.9	610	0.2151	100.207
844.65	600	0.1826	128.108
894.36	590	0.2012	110.832
996.88	580	0.0975	328.256
1110.04	570	0.0884	380.662
1224.6	560	0.0873	387.748
1281.18	550	0.1767	134.584
1371.26	540	0.111	270.36
1415.13	530	0.2279	91.886
1459.57	520	0.225	93.683
1515.43	510	0.179	132.024
1564.91	500	0.2021	110.064
1595.8	490	0.3237	54.291
1627.72	480	0.3133	57.029
1657.48	470	0.336	51.339
1704.01	460	0.2149	100.369
1740.45	450	0.2744	69.561
1767.57	440	0.3687	44.662
1792.65	430	0.3987	39.718
1816.29	420	0.423	36.347
1842.83	410	0.3768	43.237
1870.26	400	0.3646	45.43
1918.11	390	0.209	104.67
1969.18	380	0.1958	115.411
2021.02	370	0.1929	118.031
2067.98	360	0.2129	101.764
2118.37	350	0.1985	113.114
2225.8	341	0.0838	371.165
		TOTAL	5551.85



Pendiente Media Total

$$S_{MEDIA} = \left(\frac{L_c}{\sum_{i=1}^n S_{m1} + S_{m2} + \dots + S_m} \right)^2 \quad \text{Ec 5.2.6}$$

$$S_{MEDIA} = \left(\frac{2225.8}{5551.85} \right)^2$$

$$S_{MEDIA} = 0.1607$$

$$S_{MEDIA} = 0.1607 \times 100$$

$$S_{MEDIA} = 16.07\%$$

Calculo de El Tiempo de Concentración (T_C)

Sustituyendo Valores en la Ec 5.2.1

$$T_C = \frac{0.000325(2225.80)^{0.77}}{(0.1607)^{0.385}}$$

$$T_C = 0.2484 \text{ horas}$$

$$T_C = 14.90 \text{ min}$$

$$\mathbf{T_C = 14.90 \text{ min.}}$$



Velocidad Media (V_m)

Sustituyendo valores en la Ec 5.2.5

$$V_m = \frac{2225.80 \text{ m}}{0.2484 \text{ hrs}}$$

$$V_m = 8960.548 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$V_m = 2.489 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

$$\mathbf{V_m = 2.489 \text{ m/seg.}}$$

Diferencia de Elevaciones (ΔH)

$$\Delta H = \text{Elevacion Mayor} - \text{Elevacion Menor}$$

$$\Delta H = 762.0 \text{ m} - 341.0 \text{ m}$$

$$\Delta H = 421.0 \text{ m}$$

$$\mathbf{\Delta H = 421 \text{ m}}$$



5.2.2 ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN.

Aunque se han utilizado los métodos que tradicionalmente se ocupan para calcular los caudales de diseño, la realidad específica de la zona de estudio; nos obliga hacer otras consideraciones para obtener un caudal de diseño más apegado a la realidad. En tal sentido, a la par de realizar los cálculos en base a los métodos tradicionales se ha creído conveniente incorporar cálculos en base a la realidad física del fenómeno de la precipitación y las características de la zona de estudio.

En el caso de la precipitación se ha incorporado la incidencia del cambio climático en la intensidad de la misma; mientras que en el caso de la característica de la cuenca se ha determinado que el coeficiente de infiltración es casi nulo, lo que nos indica que el coeficiente de escorrentía tiende a uno ($C= 1.0$).

Para las precipitaciones tenemos dos grupos de datos. En 21 años de registro hasta 1985, la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), publicó en el Almanaque Salvadoreño de 1993, para la estación de Perquin los datos presentados en el siguiente cuadro (tabla de datos hasta 1985).

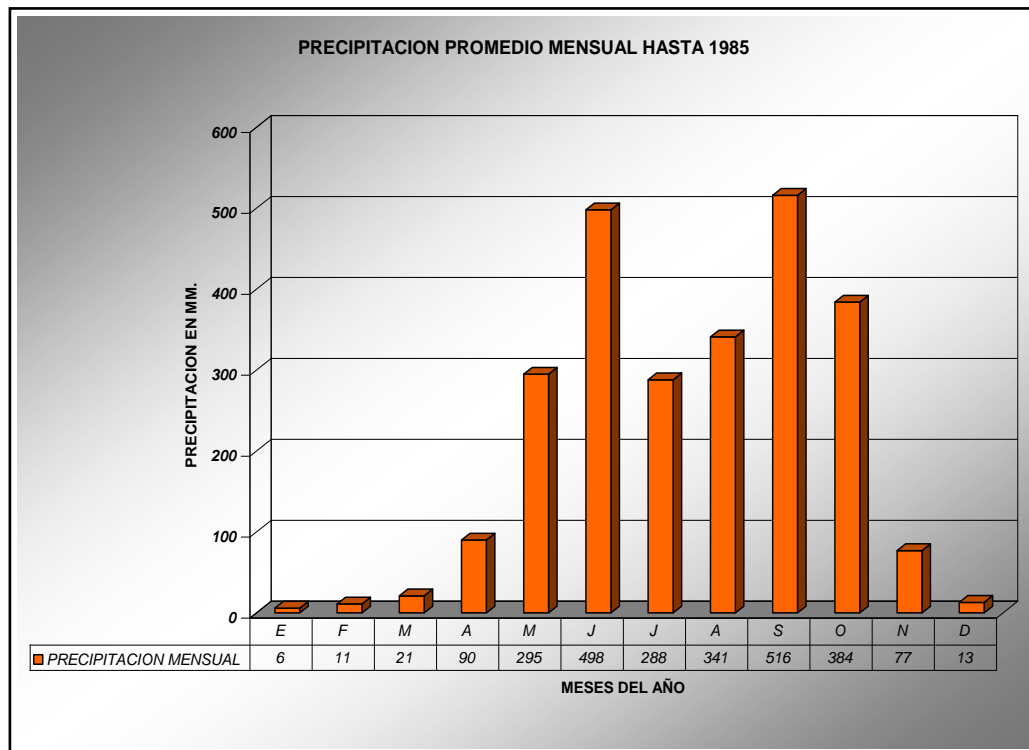
Tabla 5.7 Cantidades Promedios de Precipitación Mensuales y Anuales en mm hasta 1985

ESTACIÓN	MESES												SUMA
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
PERQUIN	6	11	21	90	295	498	288	341	516	384	77	13	2540

Fuente: Almanaque Salvadoreño de 1993 (MAG)



Figura 5.10 Grafica que representa la precipitación promedio mensual hasta 1985



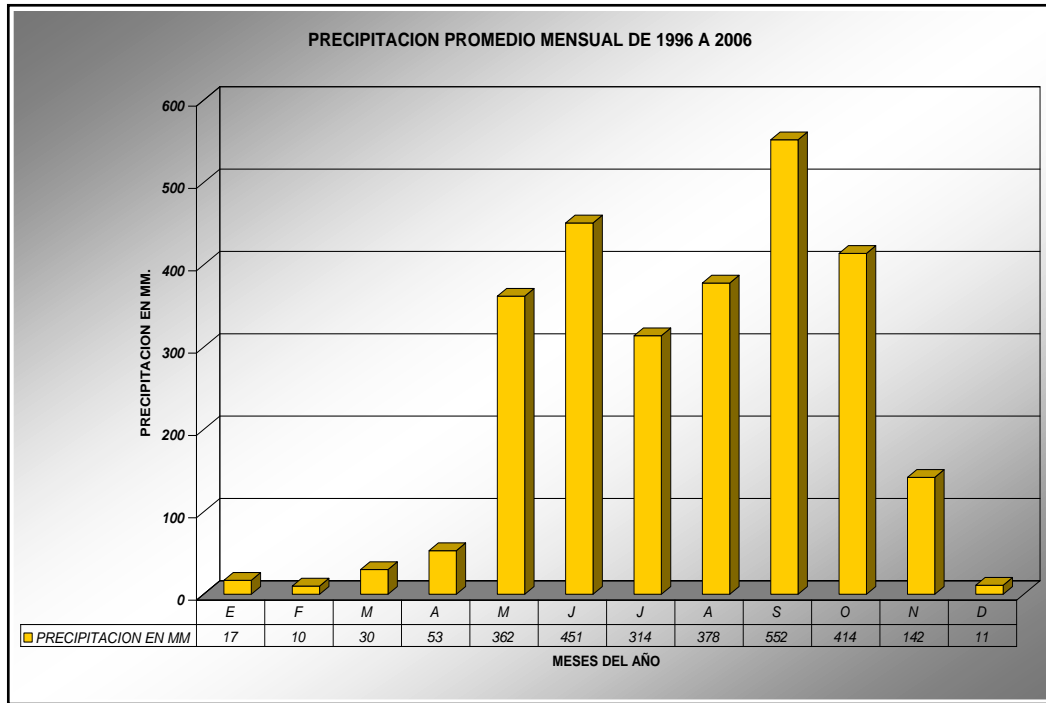
Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

El Grafico nos muestra que en los meses de Junio y Septiembre se dieron las máximas precipitaciones en 21 años de registro los cuales son de 498 mm y 516 mm respectivamente.

Por su parte el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) cuenta con datos de la Estación de Perquin de los años de 1996 a 2006.



Figura 5.11 Grafica de Precipitación Promedio Mensual de 1996 a 2006



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

Al comparar los datos del SNET (ver tabla 5.8), en más del 54 % de los casos se excede el valor promedio de los registros existentes hasta 1985, lo que nos indica un claro incremento de la precipitación anual que puede atribuirse a los efectos del cambio climático.

Si calculamos este promedio de los seis valores que exceden la precipitación media anual en el periodo de registro de 11 años de el SNET (3086.17 mm/año), se obtiene un incremento del 21.50% comparado con el promedio de los registros hasta 1985. En otras palabras y considerando que el número de días con lluvia o el periodo de la estación lluviosa no ha variado (Mayo a Octubre), se puede inducir que las intensidades de la precipitación se han incrementado en la misma proporción.



Los datos obtenidos del SNET para las intensidades de precipitación para diferentes periodos son los mismos que mantenía en los registros la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR) y corresponden a los años de 1973 a 1982 hasta 360 min de duración. Estos son los que se presentan en el Tabla 5.19.

INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA)

En mm/ minuto para diferentes periodos.

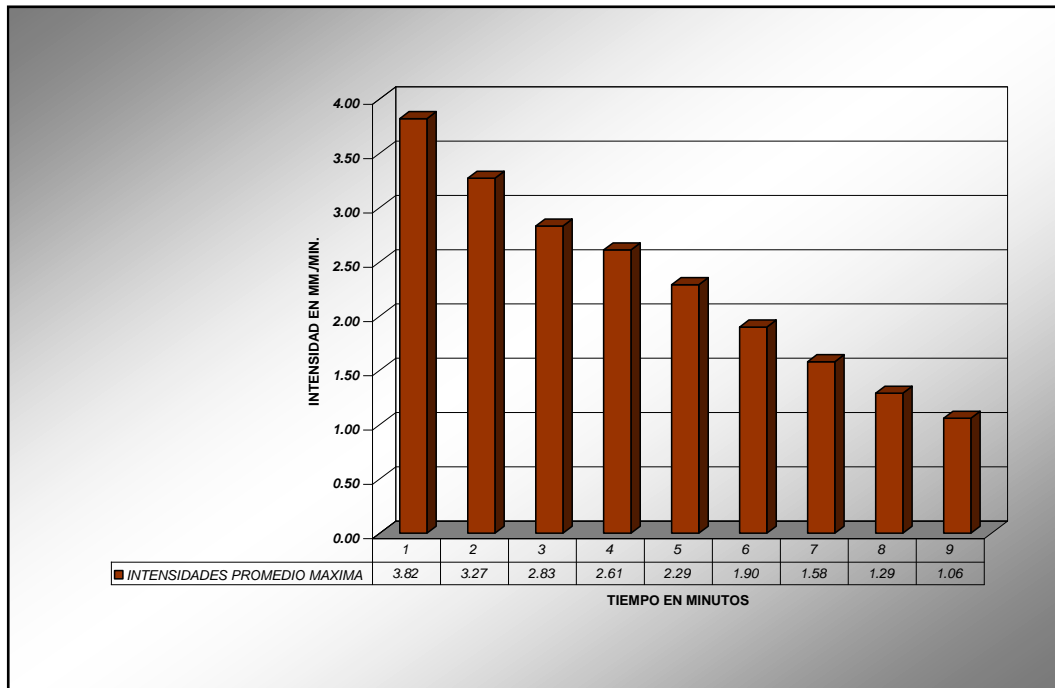
ESTACION: PERQUIN **INDICE:** Z - 3
LATITUD: 13° 57.5'
LONGITUD: 88° 09.7'
ELEVACIÓN: 1225 msnm

Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180	240	360
1973	2.06	2.02	2.01	1.86	1.28	0.89	0.83	0.53	0.44	0.36	0.33	0.26	0.19
1974	3.38	2.63	2.38	2.08	1.79	1.57	1.30	0.91	0.46	0.38	0.33		
1975	3.82	3.27	2.83	2.61	2.29	1.90	1.58	1.29	1.06	0.37	0.29	0.20	0.18
1976	2.60	2.10	1.03	1.75	1.47	1.09	0.83	0.77	0.66	0.52	0.44	0.37	0.24
1977	2.60	2.24	1.49	1.67	1.28	1.01	0.78	0.55	0.54	0.41	0.39	0.29	0.21
1978	2.14	1.95	1.72	1.42	1.34	0.94	0.74	0.59	0.44	0.38	0.33	0.28	0.18
1979	2.40	2.10	1.75	1.45	1.30	1.29	1.04	1.03	0.80	0.64	0.55	0.43	0.29
1980	3.36	2.82	2.51	2.08	1.70	1.24	1.15	0.88	0.68	0.48	0.39	0.28	0.19
1981	2.60	3.20	2.06	1.72	1.21	1.20	1.08	0.79	0.65	0.36	0.30	0.20	0.16
1982	1.70	1.46	1.29	1.06	0.95	0.79	0.78	0.74	0.59	0.48	0.44	0.35	0.17
PROM	2.67	2.29	1.91	1.77	1.46	1.19	1.01	0.81	0.63	0.49	0.38	0.30	0.20
DS	0.67	0.51	0.56	0.43	0.38	0.34	0.27	0.23	0.19	0.16	0.08	0.08	0.04
MAX	3.82	3.27	2.83	2.61	2.29	1.90	1.58	1.29	1.06	0.87	0.55	0.43	0.29
MIN	1.70	1.46	1.03	1.06	0.95	0.79	0.74	0.53	0.44	0.36	0.29	0.20	0.16

Tabla 5.9 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual



Figura 5.12 Grafica de Intensidades Promedios Máximas de 1973 a 1982



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

Los valores de intensidad de Precipitación máxima anual hasta un periodo de 120 min son los que se presentan en la siguiente Tabla 5.10

Tabla 5.10 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual hasta 120 min.

5	10	15	20	30	45	60	90	120
3.82	3.27	2.83	2.61	2.29	1.90	1.58	1.29	1.06

Fuente: Grupo de Tesis

Si multiplicamos el incremento de 21.50% obtenido a los valores de la tabla tomando en cuenta los efectos del cambio climático, entonces los nuevos valores ocasionados por este incremento son.



Tabla 5.11 Datos de Intensidad de Precipitación Máxima Anual incrementados

5	10	15	20	30	45	60	90	120
4.64	3.97	3.44	3.17	2.78	2.31	1.98	1.57	1.29

Fuente: Grupo de Tesis

Con estas intensidades máximas calculadas (Tabla 5.11) se procedió al cálculo del caudal de diseño, para el cual se utilizó el método de las isócronas, dando como resultado un caudal de **58.39 m³/s.**

Asimismo, con los valores de las intensidades máximas, se calcularon las intensidades máximas más probables, para lo cual se utilizó el método estadístico o paramétrico de Gumbel, para un periodo de retorno de 25 años, los cuales solo se han calculado hasta 15min de duración ya que nuestro tiempo de concentración es de 14.9min.

5.2.3 ANÁLISIS DE INTENSIDADES, DURACIÓN Y FRECUENCIA DE LLUVIA.

La información acerca de la lluvia será analizada por el método probabilístico de Gumbel, del cual se preparan las curvas intensidad – duración – frecuencia. Por lo tanto se requiere de datos de intensidad de precipitación máxima anual registrados durante un período determinado.

Los datos que se utilizarán en el estudio Hidrometeorológico corresponden al período de 1996 a 2005, que son las intensidades de precipitación máxima Anual (Absoluta) para diferente periodo; de la estación de Perquin en el Departamento de Morazán dado que es la estación meteorológica más cercana.

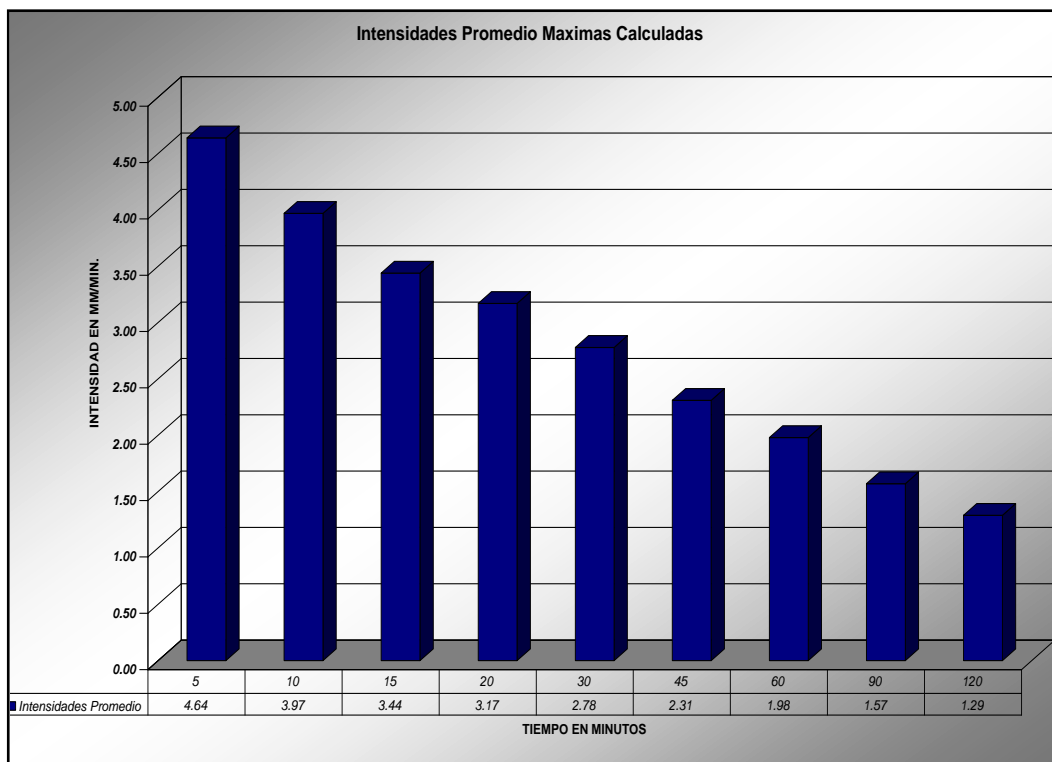


Tabla 5.12 Intensidad de Precipitación Máxima Anual Calculadas

AÑO	5	10	15	20	30	45	60	90	120
1996	2.5029	2.4543	2.44215	2.2599	1.5552	1.08135	1.00845	0.64395	0.5346
1997	4.1067	3.19545	2.8917	2.5272	2.17485	1.90755	1.5795	1.10565	0.5589
1998	4.6413	3.97305	3.43845	3.17115	2.78235	2.3085	1.9197	1.56735	1.2879
1999	3.159	2.5515	1.25145	2.12625	1.78605	1.32435	1.00845	0.93555	0.8019
2000	3.159	2.7216	1.81035	2.02905	1.5552	1.22715	0.9477	0.66825	0.6561
2001	2.6001	2.36925	2.0898	1.7253	1.6281	1.1421	0.8991	0.71685	0.5346
2002	2.916	2.5515	2.12625	1.76175	1.5795	1.56735	1.2636	1.25145	0.972
2003	4.0824	3.4263	3.04965	2.5272	2.0655	1.5066	1.39725	1.0692	0.8262
2004	3.159	2.7945	2.5029	2.0898	1.47015	1.458	1.3122	0.95985	0.78975
2005	2.0655	1.7739	1.56735	1.2879	1.15425	0.95985	0.9477	0.8991	0.71685
PROM.	3.24	2.78	2.32	2.15	1.78	1.45	1.23	0.98	0.77
DS.	0.81	0.62	0.68	0.52	0.46	0.41	0.33	0.28	0.23
MAX.	4.64	3.97	3.44	3.17	2.78	2.31	1.92	1.57	1.29
MIN.	0.67	0.51	0.56	0.43	0.38	0.34	0.27	0.23	0.19

Fuente: Datos proporcionados por el SNET. Compreendido entre 1996 - 2005

Figura 5.13 Intensidades Promedio Máximas Calculadas



Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

**5.2.4 DURACIÓN DE LA TORMENTA.**

Basados en el tiempo de concentración de la Microcuenca Los Jobos $T_c = 14.90$ min, se utilizarán lluvias de duraciones de: 1/12 hr (5 min), 1/6 hr (10 min), 1/4 hr (15 min). Para cada uno de estos se ordenan los valores de las intensidades máximas en forma ascendente e independiente del tiempo; y luego calculamos su frecuencia a partir de la ecuación siguiente:

$$f = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100 \quad \text{Ec 5.2.7}$$

Donde:

f = frecuencia empírica

n = numero total de datos

m = posición del dato.

Tabla 5.13 Valores de Intensidad Máxima Anual Calculada con su Respectiva Frecuencia

Posición	5	10	15	$f = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100$
1	2.07	1.77	1.25	9.09
2	2.50	2.37	1.57	18.18
3	2.60	2.45	1.81	27.27
4	2.92	2.55	2.09	36.36
5	3.16	2.55	2.13	45.45
6	3.16	2.72	2.44	54.54
7	3.16	2.79	2.50	63.63
8	4.08	3.20	2.89	72.72
9	4.11	3.43	3.05	81.81
10	4.64	3.97	3.44	90.91

Fuente: Grupo de Tesis



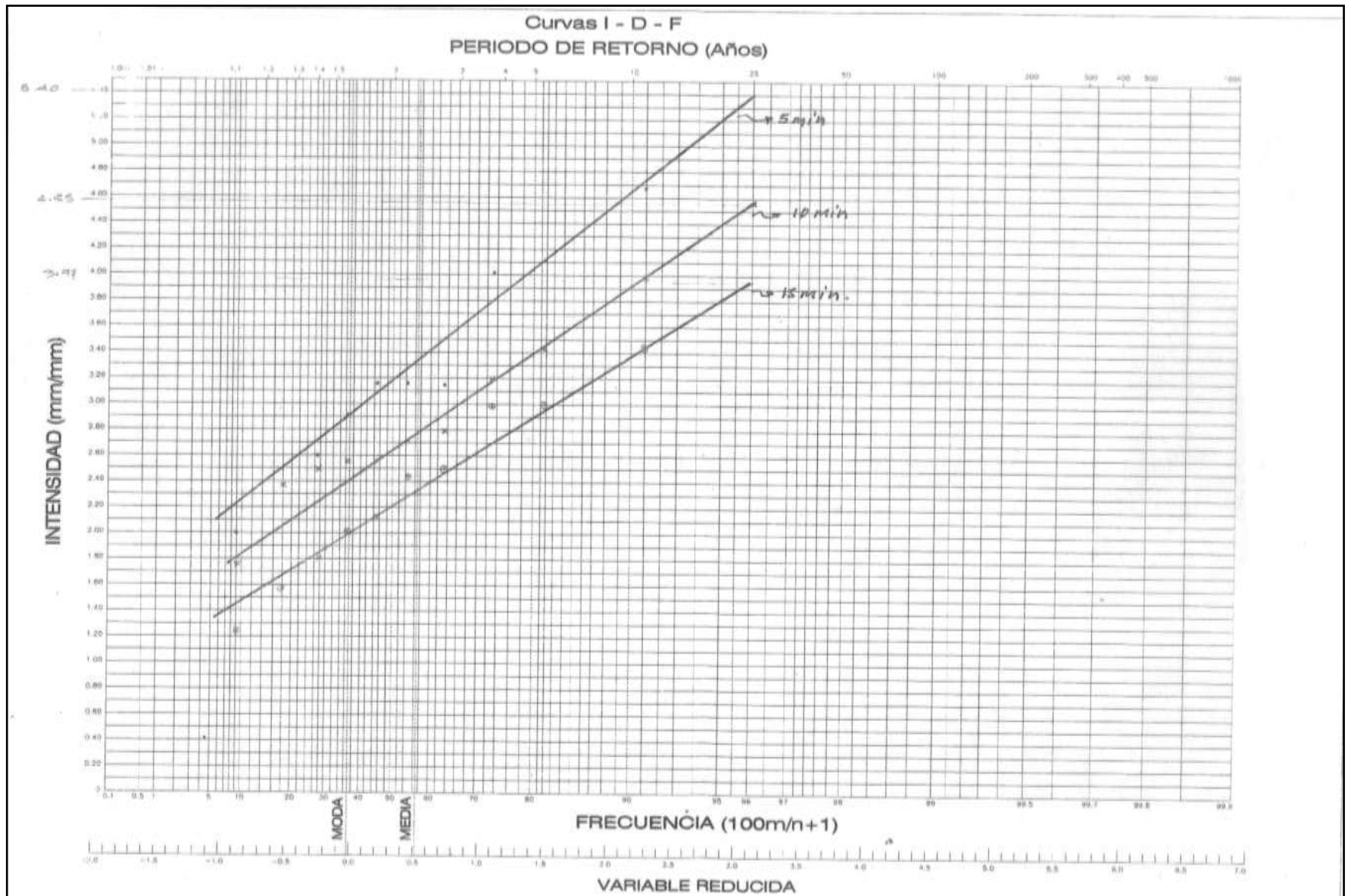
5.2.5 PERIODO DE RETORNO.

Para la elección de los períodos de recurrencia, es importante considerar que el dato más actual con que se cuenta de las intensidades máximas anuales corresponde al año de 1982. Es por ello que evaluaremos para un período de retorno de 25 años.

5.2.6 INTENSIDADES DE LLUVIA PARA EL PERIODO DE RETORNO.

La lluvia ha sido considerada para diferentes duraciones de tormenta con el objeto de encontrar la situación más crítica; por tal motivo las diversas intensidades se han tomado de las curvas de frecuencia acumulada (se ha realizado el ajuste grafico en papel Gumbel), para el período de retorno respectivo.

En la siguiente página se presenta la Grafica de Intensidades en papel Gumbel.





A continuación se presentan los valores de las intensidades máximas en mm/min; para una duración y período de retorno dado, a partir de las curvas de frecuencia acumulada.

Tabla 5.14 Valores de Intensidad Máximas en mm/min

PERIODO DE RETORNO	5 MIN	10 MIN	15 MIN
25	5.40	4.55	3.98

Fuente: Grupo de Tesis

Con los datos de la tabla anterior se grafican estos en papel Logarítmico, la cual se obtiene una grafica la que llamamos Curva de Intensidad, Duración Y Frecuencia.

Con el valor de tiempo de concentración calculado anteriormente el cual fue de $T_c = 14.9$ min. Obtenemos de la curva IDF que la intensidad de diseño para nuestro caso es de: **3.98 mm/min.**

5.2.7 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Debido a las visitas de campo y mapas de la Zona se identifico el tipo de relieve, la cobertura vegetal, tipo de suelo etc.; existentes en la microcuenca, se observo que el tipo de suelo es muy poco permeable lo cual se pudo comprobar con la prueba de infiltración y la SPT realizadas en campo, la extrema pedregosidad y rocosidad en el cauce de la quebrada observadas mediante el recorrido de la quebrada. Es por tal razón para nuestro calculo usaremos un coeficiente de escorrentía igual a uno ($C = 1.0$)



Figura 5.14 Fotografía en la cual se observa estratos rocosos en la quebrada los Jobos, la mayoría de tramos de esta presentan estas mismas características, extrema rocosidad y pedregosidad.

5.2.8 CAUDAL DE DISEÑO.

En nuestro país los métodos mas usados para encontrar este caudal son el Método Racional y el Método del Hidrograma Unitario Triangular. Para nuestro estudio utilizaremos el Método Racional por tomar en cuenta más parámetros, ya que el Racional se utiliza sobre todo para cuencas bastantes pequeñas y proporciona valores muy conservadores; es decir caudales más altos de lo real.



Método Racional.

$$Q = \frac{16.667 CIA}{1000} \quad \text{Ec. 5.2.8}$$

Donde

$$Q = \text{Caudal en } \frac{Lt}{seg}$$

C = Coeficiente de Escorrentía

$$I = \text{Cantidad de Lluvia en } \frac{mm}{min}$$

A = Superficie en m^2 de la Cuenca

Datos

$A = 874145.945 \text{ m}^2$ (dato tomado del programa Arc View Gis 3.2)

$$I = 3.98 \frac{mm}{min}$$

$C = 1.0$

Sustituyendo Valores en Ec. 5.2.8 Tenemos.

$$Q = \frac{16.667 \times CIA}{1000}$$



$$Q = \frac{16.667 \times 1.0 \times 3.98 \frac{mm}{min} \times 874145.947 m^2}{1000}$$

$$Q = 57986.17 \frac{lt}{seg}$$

$$Q = 57.986 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q = 208749.6 \frac{m^3}{hora}$$

Dado que el Caudal de Diseño por el método de las Isócronas nos da **58.39 m³/s** y el caudal por el método racional **57.98 m³/s** se tomara el más desfavorable.

Encontrando el volumen

$$V = Qt_c \quad \text{Ec. 5.2.9}$$

Para un $t_c = 14.9$ min.

$$t_c = 14.9 \text{ min} \times \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$

$$t_c = 0.2483 \text{ horas}$$

Sustituyendo en la Ecu. 5.2.9



$$V = 210204.0 \frac{m^3}{hora} \times 0.2483 \text{ horas}$$

$$V = 52193.65 m^3$$

Comparando Volúmenes

$$V_{\text{Diseño}} > V_{\text{agua requerido del cultivo}}$$

$$52193.65 m^3 > 7740.0 m^3$$

$$V_{\text{excedente}} = V_{\text{Diseño}} - V_{\text{Agua requerida de cultivo}} \quad \text{Ec. 5.2.10}$$

$$V_{\text{excedente}} = 52193.65 m^3 - 7740.0 m^3$$

$$V_{\text{excedente}} = 44453.65 m^3$$

Por lo tanto existe un excedente de agua de $44453.65 m^3$.



5.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACION

5.3.1 DISEÑO DEL MURO DE MAMPOSTERÍA DE PIEDRA.

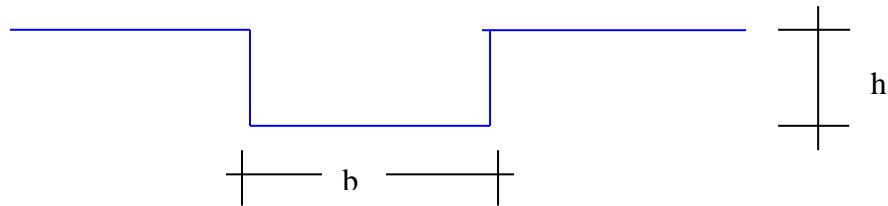
Memoria de Diseño Hidráulico del Vertedero.

Datos

$$Q_d = 58.39 \frac{m^3}{seg}$$

$$n = 0.020 \quad (\text{Para Mampostería de Piedra})$$

$$S = 0.16 \quad (\text{Pendiente del Cauce})$$



Resolviendo.

De Ecuación de Mannig

$$V = \frac{1}{n} R_H^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec 5.3.1}$$

Radio Hidráulico (R_h)

$$R_H = \frac{A}{P_m} \quad \text{Ec 5.3.2}$$

Despejamos A de la Ec 5.3.2



$$A = R_H \times P_m \quad \text{Ec 5.3.3}$$

Perímetro mojado (P_m)

$$P_m = b + 2h \quad \text{Ec 5.3.4}$$

Si consideramos $\frac{b}{h} = 4$ en el límite

$$b = 4h$$

$$h = \frac{b}{4}$$

Sustituyendo b en la Ec 5.3.4

$$P_m = 4h + 2h$$

$$P_m = 6h$$

Entonces de Ec 5.3.2 tenemos

$$R_H = \frac{A}{P_m}$$

$$R_H = \frac{b \times h}{6h}$$



$$R_H = \frac{b}{6}$$

Entonces como

$$A = b \times h \quad \text{Ec 5.3.5}$$

Sustituimos $h = \frac{b}{4}$ en Ec 5.3.5

$$A = b \times \frac{b}{4}$$

$$A = \frac{b^2}{4}$$

Por continuidad tenemos que sustituimos velocidad y Área

$$Q = V \times A \quad \text{Ec 5.3.6}$$

$$Q = \frac{R_H^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n} \times \frac{b^2}{4}$$

$$4nQ = R_H^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times b^2$$



Donde el $R_H = \frac{b}{6}$ sustituimos

$$4nQ = \left(\frac{b}{6}\right)^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times b^2$$

$$4nQ = \frac{b^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times b^2}{(6)^{\frac{2}{3}}}$$

$$4(6)^{\frac{2}{3}} nQ = b^{\frac{8}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$b^{2.67} = \frac{13.2077 nQ}{S^{\frac{1}{2}}}$$

$$b = \left[\frac{13.2077 nQ}{S^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{1}{2.67}}$$

Ec 5.3.7

Sustituyendo Valores en la ecuación Ec 5.3.7 tenemos

$$b = \left[\frac{13.2077 \times 0.02 \times 58.39}{(0.16)^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{1}{2.67}}$$



$$b = 3.93m \approx 4.0$$

$$b = 4.0m$$

Sustituyendo b podemos encontrar h

$$h = \frac{b}{4}$$

$$h = \frac{4.0m}{4}$$

$$h = 1.0m$$

Área del Vertedero

Sustituyendo valores Ec 5.3.5 obtenemos

$$A = 4.0m \times 1.0m$$

$$A = 4.0m^2$$



Dimensiones de el Vertedero

$$b = 4.0 \text{ m}$$

$$h = 1.0 \text{ m}$$

$$A = 4.0 \text{ m}^2$$

Calculando el Volumen de Agua que pasa por el Vertedero

$$V = A \times L \quad \text{Ec 5.3.7}$$

Donde:

V: Volumen

A: Área de Vertedero

L: Altura de agua

Sustituyendo en Ecuación 5.3.7 y asumiendo un espesor de agua de $L = 1.0 \text{ m}$

$$V = 4.0 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$V = 4.0 \text{ m}^3$$

Calculando la Velocidad

Por continuidad obtenemos

$$Q = A \times v \quad \text{Ec 5.3.8}$$

$$v = \frac{Q}{A}$$



$$v = \frac{58.39 \frac{m^3}{seg}}{4.0 m^2}$$

$$v = 14.60 \frac{m}{seg}$$

Perímetro Mojado

$$P_m = b + 2h$$

Sustituyendo obtenemos

$$P_m = 4.0m + (2 \times 1.0m)$$

$$P_m = 6.0m$$

Memoria de Calculo del Muro de Mampostería de Piedra

Datos

$$\gamma_{agua} = 1.0 \frac{ton}{m^3}$$

Ancho del muro ($L = 11.21m$)

$$S = 0.16$$

$$Q = 58.39 \frac{m^3}{seg}$$

$$\gamma_{mamposteria} = 2.20 \frac{ton}{m^3}$$

$$\gamma_{sedimentos} = 1.7 \frac{ton}{m^3}$$



Datos del Vertedero

$$b = 4.0 \text{ m} \quad h = 1.0 \text{ m} \quad A = 4 \text{ m}^2$$

$$V = 4.0 \text{ m}^3 \quad P_m = 6.0 \text{ m} \quad v = 14.60 \frac{\text{m}}{\text{seg}}$$

Calculando Caudal de Sedimento

Para un porcentaje de sedimentos del 60%

$$Q_{T \text{ agua} + \text{ sed}} = \frac{Q}{\text{porcentaje de Sedimentos}} \quad \text{Ec 5.3.9}$$

$$Q_{T \text{ agua} + \text{ sed}} = \frac{58.39 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}{0.6}$$

$$Q_{T \text{ agua} + \text{ sed}} = 97.32 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

Caudal de Sedimento (Q_{sed})

$$Q_{sed} = Q_{T \text{ agua} + \text{ sed}} - Q_{\text{Diseño}} \quad \text{Ec 5.3.10}$$

Donde:

Q_{Sed} = Caudal de Sedimento

$Q_{\text{Agua} + \text{ sed}}$ = Caudal de agua mas sedimentos

$Q_{\text{Diseño}}$ = Caudal de Diseño.



Sustituyendo los valores en Ec 5.3.10

$$Q_{sed} = 97.32 \frac{m^3}{seg} - 58.39 \frac{m^3}{seg}$$

$$Q_{sed} = 38.93 \frac{m^3}{seg}$$

Peso específico de los sedimentos.

$$Q_{T\text{ agua} + Sed} \times \gamma_{\text{agua} + Sed} = Q_{\text{agua}} \gamma_{\text{agua}} + Q_{Sed} \gamma_{sed} \quad \text{Ec 5.3.11}$$

$$\gamma_{\text{agua} + sed} = \frac{Q_{\text{agua}} \gamma_{\text{agua}} + Q_{sed} \gamma_{sed}}{Q_{T\text{ agua} + sed}}$$

$$\gamma_{\text{agua} + sed} = \frac{(58.39 \frac{m^3}{seg} \times 1.0 \frac{ton}{m^3}) + (38.93 \frac{m^3}{seg} \times 1.7 \frac{ton}{m^3})}{97.32 \frac{m^3}{seg}}$$

$$\gamma_{\text{agua} + sed} = 1.28 \frac{ton}{m^3}$$



Calculando la Energía cinética Ocasionada por el Agua mas los Sedimentos (E_c).

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{Ec 5.3.12}$$

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad \text{como } W = mg$$

$$\gamma_{\text{agua} + \text{sed}} = \frac{mg}{V} \quad \text{Ec 5.3.13}$$

Despejando "m" de Ec 5.3.13

$$m = \frac{\gamma_{\text{agua} + \text{sed}} V}{g} \quad \text{Ec 5.3.14}$$

Sustituyendo Ec 5.3.14 en Ec 5.3.12, obtenemos

$$E_c = \frac{\gamma_{\text{agua} + \text{sed}} V v^2}{2g} \quad \text{Ec 5.3.15}$$

Sustituyendo valores en la Ec 5.3.15

$$E_c = \frac{1.28 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 4.0 \text{m}^3 \times (14.60 \frac{\text{m}}{\text{seg}})^2}{2 \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}}$$

$$E_c = 55.63 \text{ton} \times \text{m}$$



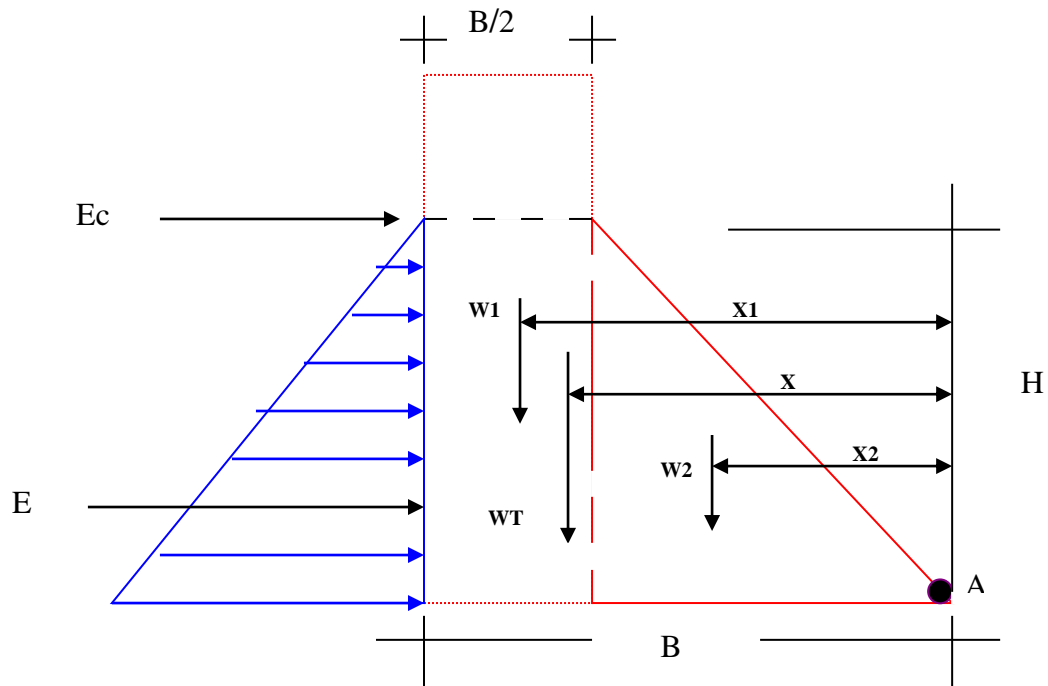
Concentrando la energía en un punto

$$E_{cB} = \frac{E_c}{L_{MURO}}$$

$$E_{cB} = \frac{55.63 \text{ ton} \times m}{11.21 m}$$

$$E_{cB} = 4.96 \text{ ton}$$

Calculando las Fuerzas que actúan en el Muro de Mampostería de Piedra



**Calculando el Centroide del Muro**

$$W_T = W_1 + W_2$$

$$\sum M_A = 0$$

$$XW_T = W_1X_1 + W_2X_2$$

$$XW_T = W_1 \left[\frac{B}{2} + \frac{B}{4} \right] + W_2 \left[\frac{2}{3} \times \frac{B}{2} \right]$$

$$X = \frac{\frac{3}{4}BW_1 + \frac{1}{3}BW_2}{W_1 + W_2} \quad \text{Ec 5.3.16}$$

$$W_1 = mg$$

$$W_1 = \left(\frac{\gamma_m V_{ol}}{g} \right) g$$

$$V = \left(\frac{B}{2} H \times ancho \right)$$

$$W_1 = \gamma_m \left(\frac{B}{2} H \times 1 \right)$$



$$W_1 = \frac{1}{2}BH\gamma_m \quad \text{Ec 5.3.17}$$

$$W_2 = mg$$

$$W_2 = \left[\frac{\gamma_m V}{g} \right] g$$

$$V = (B \times h \times \text{ancho})$$

$$W_2 = \gamma_m (B \times h \times 1)$$

$$W_2 = \frac{1}{4}Bh\gamma_m \quad \text{Ec 5.3.18}$$

Sustituyendo Ec 5.3.17 y Ec 5.3.18 en Ec 5.3.16 tenemos

$$X = \frac{\frac{3}{4}B \left[\frac{1}{2}BH\gamma_m \right] + \frac{1}{3}B \left[\frac{1}{4}BH\gamma_m \right]}{\frac{1}{2}BH\gamma_m + \frac{1}{4}BH\gamma_m}$$

$$X = \frac{\frac{3}{8}B^2h + \frac{1}{12}B^2h}{\frac{1}{2}Bh + \frac{1}{4}Bh}$$

$$X = \frac{B^2 H \left[\frac{3}{8} + \frac{1}{12} \right]}{BH \left[\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right]}$$

$$X = \frac{\frac{11}{24}B}{\frac{3}{4}}$$



$$X = 0.611B \quad \text{Ec 5.3.19}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$M_R = M_{\text{volteo}}$$

$$W_T X = E_C H + E_E H \quad \text{Ec 5.3.20}$$

Energía Cinética (Ec)

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{Ec 5.3.21}$$

Como $m = \frac{\gamma V}{g}$ sustituyendo en la Ec 5.3.21 obtenemos

$$E_c = \frac{\gamma_{\text{agua+sed}} V v^2}{2g} \quad \text{Ec 5.3.22}$$

Energía de Empuje (E_E)

$$E_E = \frac{1}{6} \gamma_{\text{agua}} h^3 \quad \text{Ec 5.3.23}$$

Sustituyendo Ec 5.3.22 y Ec 5.3.23 en Ec 5.3.20



$$m_T g X = \frac{\gamma_{agua+sed} V v^2}{2g} + \frac{1}{6} \gamma_{agua} h^3 \quad \text{Ec 5.3.24}$$

$$\therefore m = \frac{\gamma_{agua} V}{g}$$

Sustituyendo valores en Ec 5.3.20

$$2.2 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \left[\frac{B + \frac{B}{2}}{2} \right] L H (X) = 4.96 \text{ton}(H) + \frac{1}{6} (11.21\text{m}) (1.0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}) H^3$$

$$2.2 \frac{\text{Ton}}{\text{m}} \left[\frac{3}{4} B \right] (11.21\text{m}) H (0.611B) = 4.96 \text{Ton} (H) + 1.87 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} H^3$$

$$B^2 = \frac{4.96H + 1.87H^3}{11.30H}$$

$$B = \left[\frac{4.96H + 1.87H^3}{11.30H} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec 5.3.25}$$

Encontrando la base del muro para una altura de agua de H=1.5 m

$$B = \left[\frac{4.96(1.5) + 1.87(1.5)^3}{11.30(1.5)} \right]^{\frac{1}{2}}$$



$$B = 0.90 m$$

$$B = 1.0 m$$

Encontrando ancho de corona

$$A_{corona} = \frac{B}{2}$$

$$A_{corona} = \frac{1.0m}{2}$$

$$A_{corona} = 0.5m$$

Dimensiones del muro de mampostería de piedra

$$B = 1.0 m$$

$$A_{corona} = 0.5m$$



Calculando la fuerza que actúa en el muro

$$W_1 = \left(\frac{b}{2}\right)(h)(l)(\gamma_{\text{piedra}}) \quad \text{Ec 5.3.26}$$

$$W_1 = \left(\frac{1.0m}{2}\right)(1.5m)(11.21m)\left(2.2\frac{\text{ton}}{m^3}\right)$$

$$W_1 = 18.50 \text{ ton}$$

$$W_2 = \frac{1}{4}(b)(h)(l)(\gamma_{\text{piedra}}) \quad \text{Ec 5.3.27}$$

$$W_2 = \frac{1.0}{4}m \times 1.5m \times 11.21m \times 2.2\frac{\text{ton}}{m^3}$$

$$W_2 = 9.25 \text{ ton}$$

Fuerza de la Energía Cinética

$$FE_{cB} = 4.96 \text{ ton}$$

**Fuerza de Empuje**

$$F_E = \frac{1}{6} \gamma_{\text{agua}} h^2 L_{\text{muro}} \quad \text{Ec 5.3.28}$$

$$F_E = \frac{1}{6} \times 1.0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times (1.5\text{m})^2 \times 11.21\text{m}$$

$$F_E = 4.20 \text{ ton}$$

Calculando las Fuerzas que actúan en la Dirección "X"

$$+ \rightarrow \sum F_x = 0$$

$$F_x - FE_{CB} - F_E = 0 \quad \text{Ec 5.3.29}$$

$$F_x = FE_{CB} + F_E$$

$$F_x = 4.96 \text{ ton} + 4.20 \text{ ton}$$

$$F_x = 9.16 \text{ ton}$$

**Calculando las Fuerzas que actúan en la Dirección "Y"**

$$+\uparrow \sum F_y = 0$$

$$F_v - W_1 - W_2 = 0 \quad \text{Ec 5.3.30}$$

$$F_v = W_1 + W_2$$

$$F_v = 18.50\text{ton} + 9.25\text{ton}$$

$$F_v = 27.75\text{ton}$$

Calculo de los Momentos de los Momentos Resultantes

$$\sum M_R = 0$$

$$M_R = F \times X$$

$$M_R = (18.50\text{ton} \times 0.75\text{m}) + (9.25\text{ton} \times 0.33\text{m}) + (4.96\text{ton} \times 1.5\text{m}) + (4.20\text{ton} \times 0.5\text{m})$$

$$M_R = 26.47 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

**Revisión al Deslizamiento** μ = Coeficiente de fricción μ = 0.60

Tabla 5.15 Parámetros para Estabilidad de Muros para Carga Sísmica y Gravitatoria

EFFECTO	CON CARGA SISMICA	SOLO GRAVITATORIA
DESLIZAMIENTO	1.2	1.5
VOLTEO	1.2	1.5

Fuente: Normas Técnica para Diseño y Construcción Estructural de Mampostería

Revisión por Deslizamiento

$$F_d = \frac{\mu \sum F_y}{\sum F_x} \quad \text{Ec 5.3.31}$$

$$F_d = \frac{0.6(27.75\text{ton})}{9.16\text{ton}}$$

$$F_d = 1.82$$

Comparando F_d con las de la tabla 5.25 tenemos

$$1.82 > 1.5 \quad \text{ok}$$

Calculando el Momento ocasionado por el Volteo.

$$\sum M_v = 0$$

$$M_{VOLTEO} = (4.96\text{ton} \times 1.5\text{m}) + (4.20\text{ton} \times 0.5\text{m})$$

$$M_{VOLTEO} = 9.54\text{ton} \cdot \text{m}$$



Revisión por Volteo

$$F_{VOLTEO} = \frac{\sum M_R}{\sum M_V} \quad \text{Ec 5.3.32}$$

$$F_{VOLTEO} = \frac{26.58 \text{ton m}}{9.54 \text{ton m}}$$

$$F_{VOLTEO} = 2.79$$

Comparando F_{VOLTEO} con las de la tabla 5.25 tenemos

$$2.79 > 1.5 \quad \text{OK}$$

Calculando la Excentricidad

$$e = \frac{\sum M_R - \sum M_{VOLTEO}}{\sum F_Y} \quad \text{Ec 5.3.33}$$

$$e = \frac{26.58 \text{ton m} - 9.54 \text{ton m}}{27.75 \text{ton}}$$

$$e = 0.61 \text{m}$$



Obra de Toma

La obra de toma sobre el cauce de la quebrada consta de un caja de 1.0 m² de área y de 1.55m de altura, de Mampostería de Ladrillo de barro, repellada y afinada a ambos lados; protegido con un Muro Gavión en uno de sus lados con el objetivo de retener la basura y los sedimentos que dañen o obstruir la tubería Galvanizada de 3 pulg. En la parte superior de la caja lleva una tapadera de ángulo 2x2x1/4 de pulgada de acero y lamina lisa N° 26 Ver Detalle en Planos (Anexo I)



5.3.2 Diseño de la Línea de Conducción

Consideraciones Generales

La Línea de Conducción es la tubería así como los accesorios, dispositivos y válvulas que conducen el agua desde la obra de captación hasta el Almacenamiento (Embalse o Reservorio). Entre los Tipos de Líneas de Conducción tenemos:

- a) Por Gravedad
- b) Por Bombeo

Línea de Conducción por Gravedad

Por medio de ella, el agua es transportada aprovechando la energía potencial debido a una diferencia de nivel positiva entre el inicio y el fin del trayecto de la tubería, dependiendo de la topografía del terreno.

Las características de la línea de Conducción por gravedad tenemos:

- ✚ El diseño está sujeto a la topografía, se trata de seguir la secuencia del terreno, sus puntos altos, etc.
- ✚ Debe tomarse en cuenta el caudal a transportar (caudal máximo diario), el tipo y clase de tubería: PVC, Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, etc.
- ✚ La presión estática es la Máxima en cualquier punto de la conducción
- ✚ Las estructuras complementarias son todas aquellas necesarias para el buen funcionamiento de la obra, tales como: Desarenadores, reductores de diámetro, rompe carga, etc.



Línea de Conducción por Bombeo

El agua debe ser transportada desde cotas inferiores donde está situada la fuente de abastecimiento, hasta cotas elevadas donde está el área de consumo. Este sistema genera un agregado que es la energía necesaria para poder conducir el caudal deseado.

Características:

Su diseño está influenciado por consideraciones económicas, ya que se busca la mejor combinación de costos entre las tuberías y los equipos de bombeo. Dentro de estas consideraciones, se tendrán dos alternativas extremas:

- ✚ Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes, con lo cual se tiene un costo mínimo de tubería, pero un costo máximo para los equipos de bombeo y para su operación y mantenimiento.
- ✚ Diámetros grandes y un Equipo de Bombeo de baja potencia, resultando altos costos para la tubería y bajos costos para los equipos de bombeo y para su correspondiente operación y mantenimiento.

Entre estas dos alternativas extremas, existirá una gama de soluciones de acuerdo a los diferentes diámetros comerciales existentes, de cuyo análisis económico se seleccionará el más conveniente. La presión máxima es usualmente mayor que la presión dinámica

Para nuestro sistema se implementara la Línea de conducción por gravedad aprovechando las pendientes del lugar. Las estructuras que soportan las tuberías en los pasos de quebradas, ríos, etc. Deben de presentar una estabilidad permanente y la tubería en los extremos de la estructura debe de proveerse de anclajes y soportes y llevar juntas de expansión, para permitir la dilatación debida a los cambios de temperatura. Las tuberías de PVC no son adecuadas para el paso de ríos o quebradas.



Para Diseñar la línea de Conducción se realizo mediante el programa del Loop, de acuerdo a los parámetros de diseño que para el se requieren. Los resultados obtenidos de la aplicación del programa son los que se presentan en las siguientes tablas (para una tubería de hierro Galvanizado)

LOOP File: TESIS

TITLE: DISEÑO DE TUBERIA DE CONDUCCION P/RIEGO DE CULTIVO
NO. OF PIPES : 7
NO. OF NODES : 8
PEAK FACTOR : 1
MAX HL/KM : 1
MAX UNBALANCED : .01

F1 -Help ESC -Menu TAB -Next Window

1 : Total= 7

LOOP File : TESIS

PIPE No.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	HWC
1	1	2	32	75	100
2	2	3	18.1	75	100
3	3	4	22.65	75	100
4	4	5	38.9	75	100
5	5	6	17.6	75	100
6	6	7	31.75	75	100
7	7	8	10.65	75	100



3 : Total= 8 LOOP File : TESIS

NODE No.	FIX	FLOW (LPS)	ELEV (M)
1		-2	344.39
2		.3729	343.87
3		.2109	343.67
4		.2639	342.36
5		.4532	341.28
6		.2051	341.1
7		3699	339.32
8		.1241	338.1

LOOP File : TESIS

Node(s) with FIXED head(s) and UNKNOWN flow(s)

NODE No.	NODE HEAD
1	344.39

PIPE NO.	FROM NODE	TO NODE	LENGTH (M)	DIA (MM)	HWC	FLOW (LPS)	VELOCITY (MPS)	HEADLOSS (M/KM)	(M)
1	2	1	32.00	100	100	2.00	0.25LO	1.60HI	0.05
2	3	2	18.10	75	100	1.63	0.37	4.43HI	0.08
3	4	3	22.65	75	100	1.42	0.32	3.43HI	0.08
4	5	4	38.90	75	100	1.15	0.26LO	2.34HI	0.09
5	6	5	17.60	75	100	0.70	0.16LO	0.93	0.02
6	7	6	31.75	75	100	0.49	0.11LO	0.49	0.02
7	8	7	10.65	75	100	0.12	0.03LO	0.04	0.00



NODE NO.	FLOW (LPS)	ELEVATION (M) (M)	H G L (M)	PRESSURE
1 R	-2.000	344.39	344.39	0.00
2	0.373	343.87	344.44	0.57
3	0.211	343.67	344.52	0.85
4	0.264	342.36	344.60	2.24
5	0.453	341.28	344.69	3.41
6	0.205	341.10	344.71	3.61
7	0.370	339.32	344.72	5.40
8	0.124	338.10	344.72	6.62



5.3.3 DISEÑO DE ALMACENAMIENTO

Selección del Lugar

Para seleccionar del lugar del reservorio, se realizaron visitas de campo con el fin de reconocer la topografía de la zona y así poder identificar, los valles, vaguadas, quebradas u otro tipo de terreno que presente la mayor posibilidad para la construcción de este tipo de obra, con poca inversión y facilidades para Almacenar la mayor cantidad de agua. Se selecciono un área de 6427.50 m².

El reservorio está diseñado de tal forma que éste puede ser abastecido de agua a través de tubería, captar el agua directo de la lluvia, o por escorrentía, por medio de acequias al agua captada en un reservorio se le puede dar múltiples usos tales como:

- ✚ Alimentar de agua a sistemas de riego (Ej. Riego por goteo)
- ✚ Aguar ganado
- ✚ Actividades domésticas
- ✚ Riego de cultivos de patio

Dimensiones del Reservorio.

El reservorio se construye como si fuera una pila enterrada, dejando una inclinación considerable en las paredes, que le da una forma de trapecio, lo cual ayude a la resistencia de la estructura.

La capacidad de un reservorio depende de muchas condiciones entre las que se destacan el área de cultivo, la topografía del terreno, entre otras.

Para nuestro estudio se tiene un área de cultivo de 50659.932 m² lo cual se requiere una demanda de agua de 7740.0 m³ que según la tabla 5.5 es el cultivo que requiere mas agua en su periodo vegetativo (Maicillo).

Con el fin de cubrir esa demanda de agua para la época de verano de Enero a Mayo se Diseñara un almacenamiento que cumpla con ese requerimiento.

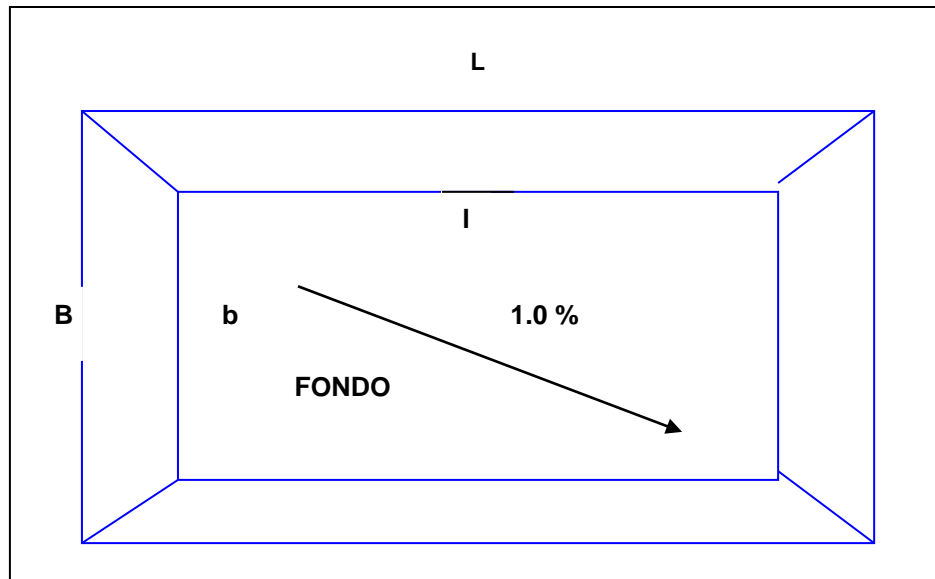


Figura 15: Reservorio en forma de trapecio vista de Planta

Datos

Talud = 1: 1

Altura mayor de agua (H) = 3.0 m

Altura menor de agua (h) = 2.8 m

Borde Libre (B_L) = 0.20 m

Caudal de Entrada (Q_e) = 2.0 Lt/seg (de programa Loop)

Pendiente Transversal de Fondo = 1.0%

El Volumen que requiere almacenar el reservorio es de $V_{req} = 7740.0 \text{ m}^3$ que es la Demanda de agua para un periodo de 5 meses, para un riego de $t = 3.0 \text{ hr}$ al día de el Maicillo.



Para alcanzar ese volumen de agua requerida, se elabora una hoja en Excel y se le da las dimensiones de el reservorio para una profundidad de agua de $h= 2.8$ m, debido ala presencia de Arcillas

La Formula para calcular el Volumen de agua para un reservorio de forma Trapezoidal es:

$$V = \left(\frac{A_S + A_F}{2} \right) \times h \quad \text{Ec 5.3.34}$$

Donde:

V = Volumen de agua

A_S = Área de la base Superior

A_F = Área de la base de Fondo

h = Altura menor de agua

Encontrando el Área de la base Superior A_S

$$A_S = B.L \quad \text{Ec 5.3.35}$$

$$A_S = 52.0 \text{ m} \times 60.0 \text{ m}$$

$$A_S = 3120.0 \text{ m}^2$$

Encontrando el Área de la base Superior A_F

$$A_F = b l \quad \text{Ec 5.3.36}$$

$$A_F = 46.4 \text{ m} \times 54.4 \text{ m}$$

$$A_F = 2524.16 \text{ m}^2$$



Sustituyendo A_s y A_F en Ec 5.3.34 encontramos el volumen de agua

$$V = \left(\frac{3120.0 \text{ m}^2 + 2524.16 \text{ m}^2}{2} \right) \times 2.8 \text{ m}$$

$$V = 7901.82 \text{ m}^3$$

Comparando el volumen de agua almacenada V con el Volumen Demandado V_{req} .

Volumen de Agua > Volumen de agua requerido

$$7901.82 \text{ m}^3 > 7740.0 \text{ m}^3$$

Por lo tanto las dimensiones de el reservorio de forma trapezoidal son :

$$\mathbf{B = 52.0 \text{ m.}}$$

$$\mathbf{b = 46.4 \text{ m.}}$$

$$\mathbf{L = 60.0 \text{ m.}}$$

$$\mathbf{I = 54.4 \text{ m} \quad (\text{Ver Detalles de Planos en Anexo H})}$$



Calculo Hidráulico.

Tiempo de Embalse (T_e)

$$T_e = 100 \left(\frac{V_D}{Q_e} \right) \quad \text{Ec 5.3.37}$$

Donde:

T_e = Tiempo de Embalse en seg.

V_D = Volumen de agua en m^3

Q_e = Caudal de Entrada en Lt/seg.

Para un $Q_e = 2.0 \frac{Lt}{seg}$ sustituimos en la Ec 5.3.36 y encontramos el Tiempo de

Embalse o Tiempo de llenado de el Reservorio.



$$T_e = 1000 \left(\frac{7901.82m^3}{2.0 \frac{Lt}{seg}} \right)$$

$$T_e = 3950910.0 \text{ seg}$$

$$T_e = 3950910.0 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ dia}}{24.0 \text{ h}}$$

$$T_e = 45.7 \text{ dias} \cong 46.0 \text{ dias}$$

5.4 SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA EN TECHOS

Ventajas y Desventajas

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

- ✚ Alta 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.
- ✚ 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.
- ✚ La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación.

Precipitación Comprendida en un Periodo de 1996 - 2006

Precipitación: los registros promedios de precipitación durante los últimos 11 años muestran una acumulación anual de 2732 mm. La presencia de las lluvias durante los meses de un año son irregulares y de mucha intensidad. En la sub.-cuenca 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.

En la comparación de las precipitaciones por año, estas también son irregulares; en la tabla 5.12 se muestran datos máximos de hasta 2732 mm y mínimos de 104 mm, de manera que se puede presentar un año muy lluvioso y el siguiente con bajas precipitaciones, como lo han observado los pobladores en los últimos años.

En la Figura 5.10 se muestra el comportamiento de las precipitaciones; las mayores precipitaciones se registran en los meses de mayo a octubre, El mes con mayor acumulación de precipitación es septiembre con 552 mm, durante el sub periodo de canícula en los meses de julio y agosto las precipitaciones se disminuyen 314 mm y 378 mm, respectivamente.

Posterior a la canícula el mes con mayor precipitación es septiembre con 552 mm. Las condiciones de periodos secos de la canícula o baja precipitaciones así como la irregularidad de las lluvias, afecta los rendimientos de los cultivos, principalmente los granos básicos, por ser estos los de mayor uso de área productiva en el área de estudio.



Tabla 5.16 Coeficiente de Escorrentía para Diferentes Tipos de Materiales para Techos

Material	Coeficiente de Escorrentía
Lamina Metálica	0.9
Teja de Arcilla	0.8 - 0.9
Madera	0.8 - 0.9
Paja	0.6 – 0.7

Fuente: Alternativas tecnológicas de acceso al agua y saneamiento

Calculo de las Necesidades Máximas de Agua

Cultivo de Hortalizas

Para un tiempo de riego calculado de **Tiempo de riego diario = 2.5 horas** y utilizando el método de sistema de riego por goteo para un periodo de riego de 4 meses. Se a calculado el volumen de agua necesaria para los cultivos en las viviendas de la micro cuenca que el promedio de área de cada vivienda es de 1750.0 m²

Calculo de la Demanda de Agua para los Cultivos (método de riego por goteo)

Cultivos: Hortalizas

Datos:

Uso consultivo: $5.00 \frac{mm}{diarios}$ (De Tabla 5.3)

Contaste de Riego K: 0.145

Eficiencia/Riego: 90%

$A_{PR} = 0.125H_a$

$A_{PR} = 1750.0 \text{ m}^2$



Donde:

A_{PR} : Área promedio de riego en las vivienda

D_{ot} = Dotación

Calculo de la dotación

$$D_{ot} = UC \times K \quad \text{Ec. 5.3.8}$$

$$D_{ot} = 5.00 \frac{mm}{diarios} \times 0.145$$

$$D_{ot} = 0.725 \frac{Lt}{segH_a}$$

Calculo de Caudal Diario de Riego

$$Q = D_{ot} \times A_R \quad \text{Ec. 5.3.9}$$

$$Q = 0.725 \frac{Lt}{segH_a} \times 0.125 H_a$$

$$Q = 0.091 \frac{Lt}{seg} \quad (\text{Caudal Diario Regado las 24 Horas})$$

Pasando $Q = 0.091 \frac{Lt}{seg}$ a $\frac{m^3}{horas}$

$$Q = \frac{0.091 Lt}{seg} \times \frac{3600 seg}{1 hora} \times \frac{1 m^3}{1000 lt}$$

$$Q = 0.33 \frac{m^3}{horas}$$



Para un tiempo de riego de $2.5 \frac{\text{horas}}{\text{diarias}}$

Aplicando regla de tres

$$\begin{array}{ccc} 0.33 \frac{m^3}{\text{horas}} & \longrightarrow & 24 \frac{\text{horas}}{\text{diarias}} \\ q & \longrightarrow & 2.5 \frac{\text{horas}}{\text{diarias}} \end{array}$$

$$q = \frac{2.5 \frac{\text{horas}}{\text{diarias}} \times 0.33 \frac{m^3}{\text{hora}}}{24 \text{horas}}$$

$$q = 0.034 \frac{m^3}{\text{hora}}$$

Encontrando el volumen total de agua a necesitar para riego

Como

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. 5.3.10}$$

$$V = Qt \quad \text{Ec 5.3.11}$$

$$\text{Donde } q = 0.034 \frac{m^3}{\text{hora}} = Q$$

Para un Periodo de Tiempo de Riego de 4 meses

$$t = 4.0 \text{ meses} \times \frac{30 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} \times \frac{24 \text{ horas}}{1 \text{ dia}}$$

$$t = 2880 \text{ horas}$$



Utilizando Ec. 5.3.10 Obtenemos Volumen necesario para regar hortalizas durante 4 meses

$$V = 0.034 \frac{m^3}{horas} \times 2880 horas$$

$$V = 97.92m^3$$

Calculando las Dimensiones del Almacenamiento

$$V = a \times h \times L \quad \text{Ec. 5.3.11}$$

Donde:

a: ancho

h: altura

L: largo

Los datos a sustituir en la Ec. 5.3.11 son las dimensiones mínimas que tiene que tener el volumen de el almacenamiento para que satisfaga la demanda de agua de los cultivos en este caso son hortalizas.

Sustituyendo valores en la Ec 5.3.11 tenemos

$$V = 6.5 m \times 2.3 m \times 6.6m$$

$$V = 98.67m^3$$

Calculando las dimensiones mínimas de la cubierta de techo

$$V = I_{promedio} A_T C_T \quad \text{Ec. 5.3.12}$$



Donde:

V : volumen de cubierta de techo

$I_{promedio}$: Intencidad promedio anual

A_T : area de cubierta de techo

C_T : coeficiente de escorrentia para techo de la min a

Los datos a sustituir en Ec 5.3.12 son las dimensiones mínimas del el área de cubierta de techo para el volumen de demanda de agua tomando en cuenta que es de lamina y con las Intensidades de lluvia de la zona.

$$V = 2732 \text{ mm} \times 6.0 \text{ m} \times 7.0 \text{ m} \times 0.9$$

$$V = 103269 \text{ lt}$$

$$V = 103269 \text{ lt} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}}$$

$$V = 103.27 \text{ m}^3$$

Tabla 5.17 Dimensiones de el Almacenamiento Familiar

SISTEMA	Dimensiones		
	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)
Pila Rectangular	6.5	2.3	6.6

Fuente: Grupo de Tesis

Tabla 5.18 Dimensiones la Cubierta de techo Familiar

SISTEMA	Dimensiones	
	Ancho (m)	Largo (m)
Rectangular	6.0	7.0

Fuente: Grupo de Tesis



5.5 MANTENIMIENTO Y SOSTENIBILIDAD

La vida útil de la obra depende del buen manejo y administración; y el buen uso, depende del involucramiento positivo de la comunidad así como de que sus miembros sean capacitados para esta finalidad. Es necesario que los beneficiarios tengan alguna participación en cada etapa del proyecto; tratando de que entiendan lo que el proyecto pretende lograr y el significado de cada estructura, motivándolos a realizar una buena administración y al uso racional, equitativo y sostenible de la obra.

5.5.1 MANTENIMIENTO

Las obras de mantenimiento deben estar consideradas en la planificación de la obra, ya que toda obra de este tipo puede sufrir alguna alteración o daño, especialmente durante las primeras lluvias o escorrentías, debido a que la estabilización del terreno y la vegetación no ha ocurrido. Se debe hacer una inspección minuciosa después de las primeras lluvias o tormentas con la finalidad de identificar y reparar grietas o rompimientos que puedan ocasionar la pérdida de agua y hasta el derrumbamiento o destrucción de algunas de sus obras. En las etapas o estaciones lluviosas subsiguientes el riesgo disminuye pero es necesario el control permanente con la finalidad de superar cualquier eventualidad que pueda afectar negativamente a las diferentes estructuras del reservorio.

5.5.2 SOSTENIBILIDAD

Para que un proyecto de esta naturaleza sea sostenible es importante el involucramiento positivo de la comunidad, y la participación de las autoridades como facilitadores del dialogo entre los agricultores y los encargados del desarrollo de la zona rural y las demás partes interesadas de las comunidades locales procurando darle un buen manejo y protección a la base de los recursos naturales.



5.5.3 MANTENIMIENTO DE OBRAS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL.

Bocatoma

Limpieza del lecho de la Quebrada

- ✚ Cuando el nivel de sedimentos, en el lecho, se encuentre próximo al vertedero o nivel del muro de retención, se deben de retirar todo aquel sedimento que desvie el curso del agua.
- ✚ Retirar del Guarda nivel ubicado a 20 metros del muro de retención todo los sedimentos de gran tamaño detenidos, que dañen la infraestructura de captación

Limpieza de Caja de Inspección

- ✚ Se debe limpiar en forma permanente el fondo y la malla en la entrada de la tubería de conducción, para eliminar la retención de sólidos flotantes, y así evitar la disminución del caudal de llenado del reservorio.
- ✚ Desprender, materiales vegetales (ramas, hojas), sedimentos etc.; del filtro ubicado en la entrada de la caja de inspección que evite el paso de agua hacia la tubería de salida del bocatoma.
- ✚ Mantener cerrada la tapadera de acceso superior de la caja, y evitar así la entrada de materiales externos que obstruyan la tubería.
- ✚ Resanar la parte dañada de las paredes de la caja de filtro, si en esta existen fugas o grietas.
- ✚ Girar la válvula, mensualmente para evitar que esta no se endurezca.



Línea de Conducción.

- ✚ Revisión continúa en las uniones, puntales de la tubería de conducción en la época de invierno. Para reparar daños si existieran y evitar así la fuga, como el fallo del sistema

Reservorio

- ✚ Verificar la impermeabilización del reservorio, por la existencia de grietas.
- ✚ Limpieza del fondo del reservorio para evitar la acumulación de sedimentos.
- ✚ Revisión y mantenimiento de la cerca perimetral.
- ✚ Limpiar de piedras y malezas el perímetro del reservorio.



**ANALISIS
DE
COSTOS**



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Ladrillo de arcilla quemado

Se elaboran con tierra de arcilla, limo y paja, se amasan y depositan en moldes de madera y luego se preparan con leña quemada en hornos artesanales. FAO (1990) dice que las temperaturas oscilan de 900 °C a 1000 °C, se endurecen y se transforman en excelentes materiales de construcción de obras de almacenamiento de agua, riego y otros usos. Se consideran de buena calidad si el sonido es metálico y claro, que mantengan la uniformidad en las medidas (comúnmente son de 10cm de ancho por 20 cm de largo por 6 cm de alto) y que sus bordes no estén deformados. Antes de pegarlos conviene sumergirlos en agua, pues deben estar húmedos para que el agua del mortero no se pase al ladrillo y se dañe la adherencia.

Es conveniente que después de pegar cinco a siete hileras de ladrillo dejar endurecer la mezcla antes de continuar, debido a que los ladrillos pesan y puede crear desnivel, quedando debilitada la obra.

Mortero

Se conoce como mortero a la mezcla de cemento, arena y agua. El proceso de hidratación y endurecimiento puede durar hasta un mes, aunque pareciera que muy rápido se endurece, este es un aspecto importante, para no usar las obras inmediatamente después de finalizadas si no hasta que hay alcanzado el mortero la solidez apropiada (FAO 1990). El uso del mortero con materiales como piedra y ladrillo proporciona gran resistencia y firmeza mucho mayor que la de otros materiales de construcción. Es fácil de preparar en el lugar de uso y transportarlo. Se moldea a la temperatura ambiente que haya en el lugar para elaborarlo y secado. Resiste al fuego, no se deteriora fácilmente y no le afectan el ataque de agentes vivos, como roedores, insectos y otros.



Los componentes del mortero

El cemento debe ser de buena calidad; este se compone de arcillas especiales y de material calizos, que han sido calentados a temperaturas muy altas aproximadamente cerca de los 1500 °C, es un polvo color grisáceo, formado de cristales muy pequeñitos y secos. Para su uso debe estar en buen estado físico (FAO 1990).

El agua debe estar limpia no debe contener sustancias de sales o aguas jabonosas. La proporción de esta en las mezclas debe aplicarse de forma gradual; si se aplica mucha agua, la mezcla se cae y si está muy seca, se puede perder por endurecimiento rápido.

La arena no debe estar sucia o contener impurezas como sales, pedazos de madera y tierra, el tamaño considerado como arena no debe ser mayor a 5 mm en su parte más ancha, para esto se utilizan zarandas metálicas con estas dimensiones. Durante el periodo de endurecimiento debe mantenerse húmedo, este periodo no debería ser menor de 7 días (FAO 1990).

Espesor del mortero

El espesor de la capa usada entre ladrillos es de 2 a 3 cm. Las dosis o proporciones en los morteros generalmente son de uno a cuatro (1:4), esto quiere decir que lleva una parte de cemento y cuatro parte de arena, sin embargo para pegar ladrillos de arcilla piedra y revestimiento en cisternas, en obras de almacenamiento de agua, la proporción será de 1:3, o sea una parte de cemento y tres partes de arena (FAO 1990).



Comercialmente el cemento viene en bolsas de 42 kg esto equivale a 35 litros, se hace la conversión para dosificar bien la mezcla con la arena y el agua. Así mismo, un saco de arena del mismo tamaño de 42 kg equivale a 35 litros, de manera que la proporción será de 35 litros de cemento, 115 litros de arena y 50 litros de agua; el agua se regula gradualmente (FAO 1990).

Pasta

Es una mezcla compuesta de agua y cemento que se usa para afinar las paredes internas en las obras de almacenamiento de agua o de riego para sellar los poros. Se elabora en pequeñas porciones debido a su rápido secado, la cantidad de agua debe ser graduada para que facilite el deslizamiento sobre la superficie, pero no debe quedar con mucha humedad, debido a que se cae la pasta.

Plásticos en las obras de captación y almacenamiento de agua

Los plásticos tienen una gran diversidad de usos en la agricultura, son fáciles de trabajarlos, moldearlos, transportarlos y muy económicos para la plasticultura. Aunque los plásticos no pueden reemplazar a otros materiales si son una alternativa de material que facilita hacer obras muy prácticas.

Ventajas del plástico en la agricultura

- ✚ Son de bajo costo, fácil y rápida instalación, de larga duración y mantenimiento sencilla.
- ✚ Son de mejor calidad y productividad que otros materiales.
- ✚ Se instalan y manejan sin dificultades. Se fraccionan y cortan con facilidad.
- ✚ Fácil de transportar de un lugar a otro
- ✚ Tienen gran resistencia en comparación con otros materiales; además, no necesitan armazones o grandes estructuras.
- ✚ Son elásticos.



- + Se adaptan a las formas deseadas para el uso en obras de captación y almacenamiento.
- + No se pudren y tienen alta resistencia al ataque de insectos, larvas, gusanos y otros microorganismos que hay en el suelo.
- + No se oxidan, ni corroen, no son tóxicos, por lo tanto no transmiten el sabor, el olor, ni color al agua.
- + Son resistentes a los cambios climáticos.
- + Es poco probable, que en los plásticos prosperen algunos tipos de algas o malezas, como ocurre en construcciones con cemento.
- + Son difícilmente alterables con algunos compuestos químicos de uso frecuente en el campo (fertilizantes, pesticidas, abonos) (FAO 1990).

Nombres de los plásticos

En la agricultura los más usados son los llamados poliolefinas, conocidos como plásticos agrícolas. En este grupo tenemos los poli-etilenos o polipropilenos. El polietileno de baja densidad (PBD), sirven para fabricar láminas o mangas de gran extensión destinados a invernaderos, túneles de plástico, recubrimiento de tanques, acequias, canales, pozos, y otros.

El polietileno de alta densidad (PAD), sirve para fabricar tejidos para mallas cortavientos, también se usa como láminas de gran extensión en sombreados de cultivos (FAO 1990).

El cloruro de polivinilo (PVC), es uno de los plásticos del grupo de baja densidad, por lo cual es liviano y fácil de manipular. Un tubo de PVC es más liviano que uno del mismo tamaño, pero de metal. Hay dos tipos de PVC. El PVC; plastificado que sirve para fabricar láminas o películas muy usadas en invernaderos en canales y acequias, entre otros. El PVC rígido (sin plastificante), se usa para cañerías, tuberías, para riegos tecnificados modernos. El polipropileno o PP se usa para preparar tejidos que permitan fabricar mallas, como por ejemplo sacos de yute artificial o sintético (FAO 1990).



Las dimensiones de los plásticos en el grosor o espesor dependen del clima, del cultivo, del lugar y la obra donde se usará. El espesor más frecuente de la lámina o película de plástico varían entre 0,03 mm y 0,2 mm. Hay láminas más finas aún o más gruesas similares a 0,3 mm.

Los anchos habituales de las láminas son de 0,6 m hasta 1,50 m. La comercialización se hace por kilos.

Tuberías

En el caso de las tuberías de PVC, se venden por tubos de 6.0 m de longitud; los diámetros varían de 20 mm a 200 mm. (FAO 1990).



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal

DEPARTAMENTO:
Morazán

FECHA: Julio / 2008

PARTIDA:
ITEM No:1.1

BODEGA

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Cuartón	varas	1.196	1.5	1.794
costanera	varas	1.196	0.8	0.9568
Clavos 2½"	lb	5	0.10	0.50
Lamina Canaleada 32/3	m ²	0.45	7.85	3.5325
SUB - TOTAL\$				2.36

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.048	8	0.13	0.514
CARPINTERO	0.048	15	0.13	0.85
SUB - TOTAL\$				1.364

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
		0.05	2.0961	0.104805
SUB - TOTAL\$				0.11

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		1.48
COSTO INDIRECTOS	25.00%	0.37
PRECIO UNITARIO		1.85



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal
PARTIDA:
ITEM No:1.2

DEPARTAMENTO:
 Morazán
LIMPIEZA Y CHAPEO

FECHA: Julio / 2008

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.008	8	0.13	0.194
				0
			SUB - TOTAL\$	0.194

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
		0.05	0.194	0.0097
			SUB - TOTAL\$	0.0097

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	0.20
COSTO INDIRECTOS 25.00%	0.05
PRECIO UNITARIO	0.25



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal
PARTIDA:
ITEM No:1.3

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

TRAZO Y NIVELACION

UNIDAD:

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Regla Pacha	varas	1.196	0.6	0.7176
Costanera	varas	2.39	0.8	1.912
Clavos de 2½"	lb	5	0.05	0.25
				0
				0
			SUB - TOTAL\$	2.8796

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.005	8	0.13	0.17
Albañil	0.005	15	0.13	0.205
			SUB - TOTAL\$	0.375

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
		0.05	2.8796	0.14398
			SUB - TOTAL\$	0.14398

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		3.40
COSTO INDIRECTOS	25.00%	0.85
PRECIO UNITARIO		4.25



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal
PARTIDA:
ITEM No:1.4

DEPARTAMENTO:
 Morazán
EXCAVACION

FECHA: Julio / 2008

UNIDAD: m³

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
SUB - TOTAL\$				

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB TOTAL\$
Herramientas Menores				0
Retro Excavadora 420E	0.11		65	7.15
SUB - TOTAL\$				7.15

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		7.15
COSTO INDIRECTOS	25.00%	1.79
PRECIO UNITARIO		8.94



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal
PARTIDA:
ITEM No: 1.5

DEPARTAMENTO:
 Morazán
CERCA PERIMETRAL

FECHA: Julio / 2008

UNIDAD: ML

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL\$
Regla Pacha	varas	1.196	0.6	0.7176
Costanera	varas	2.39	0.8	1.912
Clavos de 2½"	lb	5	0.05	0.25
Cemento Pórtland 1	bolsas	0.2	6.75	1.35
Arena	m ³	0.016	20	0.32
Grava N° 1	m ³	0.01	30	0.3
Piedra cuarta	m ³	0.028	25	0.7
Agua	barriles	0.08	1.5	0.12
Tubo Galvanizado Ø 1"	unidad	0.42	31.2	13.104
Hierro Ø 3/8"	qq	0.01	72.94	0.7294
Hierro Ø 1/4"	qq	0.01	70.5	0.705
Malla Ciclón 11x72x2½	m ²	2	5.62	11.24
SUB - TOTAL\$				4.5496

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	1.1	8	0.13	8.93
Albañil	0.06	15	0.13	1.03
Mecánico Estructural	0.03	15	0.13	0.58
SUB - TOTAL\$				10.54

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
		0.05	4.5496	0.22748
SUB - TOTAL\$				0.22748

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	15.32
COSTO INDIRECTOS 25.00%	3.83
PRECIO UNITARIO	19.15



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio Comunal
PARTIDA:
ITEM No: 1.6

DEPARTAMENTO:
 Morazán
REPELLADO Y AFINADO

FECHA: Julio / 2008

UNIDAD: M2

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Cemento Pórtland N° 1	bolsas	0.38	6.75	2.565
Arena	m ³	0.02	20	0.4
Grava	m ³	0.04	30	1.2
Agua	barriles	0.07	1.5	0.105
				0
			SUB - TOTAL\$	4.27

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.04	8	0.13	0.45
ABAÑIL	0.04	15	0.13	0.73
			SUB - TOTAL\$	1.18

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	1.18	0.059
				0
			SUB - TOTAL\$	0.059

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		5.51
COSTO INDIRECTOS	25.00%	1.38
PRECIO UNITARIO		6.89



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.1

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

LIMPIEZA Y CHAPEO

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.008	8	0.13	0.194
			SUB - TOTAL\$	0.194

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
		0.05	0.194	0.0097
			SUB - TOTAL\$	0.0097

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	0.20
COSTO INDIRECTOS 25.00%	0.05
PRECIO UNITARIO	0.25



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.2

DEPARTAMENTO:
Morazán

FECHA: Julio / 2008

TRAZO Y NIVELACION

UNIDAD: ML

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Regla Pacha	varas	1.196	0.6	0.7176
Costanera	varas	2.392	0.8	1.9136
Clavos 2 1/2"	unidad	3	0.05	0.15
			SUB - TOTAL\$	2.7812

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO(días)	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.005	8	0.13	0.17
Albañil	0.005	15	0.13	0.205
			SUB - TOTAL\$	0.375

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	2.7812	0.13906
			SUB - TOTAL\$	0.13906

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		3.30
COSTO INDIRECTOS	25.00%	0.82
PRECIO UNITARIO		4.12



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.3

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

ECHURA Y COLOCACION DE PINES DE HIERRO
 UNIDAD: ML

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Hierro de Ø 1"	ml	1.6	6.39	10.224
				0
				0
				0
				0
			SUB - TOTAL\$	10.224

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO(días)	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.02	8	0.13	0.29
				0
			SUB - TOTAL\$	0.29

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	0.29	0.0145
			SUB - TOTAL\$	0.0145

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		10.53
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.63
PRECIO UNITARIO		13.16

**CAPITULO 5: Diseño del Sistema de Captación y Almacenamiento****ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.4

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

MAMPOSTERIA DE PIEDRA

UNIDAD: m³

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Piedra cuarta	m ³	0.7	5	3.5
Cemento Pórtland N ^o 1	bolsas	2.97	6.75	20.0475
Arena	m ³	0.35	20	7
Agua	barriles	0.56	1.5	0.84
				0
			SUB - TOTAL\$	31.3875

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.9	8	0.13	7.33
Albañil	0.9	15	0.13	13.63
			SUB - TOTAL\$	20.96

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	20.96	0.6288
			SUB - TOTAL\$	0.6288

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		52.98
COSTO INDIRECTOS	25.00%	13.24
PRECIO UNITARIO		66.22



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.5

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

REPELLADO Y AFINADO DE MURO PIEDRA
 UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Cemento Pórtland N° 1	bolsas	0.56	6.75	3.78
Arena	m ³	0.05	20	1
Agua	barriles	0.07	1.5	0.105
				0
				0
			SUB - TOTAL\$	4.885

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.22	8	0.13	1.89
Albañil	0.22	15	0.13	3.43
			SUB - TOTAL\$	5.32

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	4.885	0.14655
			SUB - TOTAL\$	0.14655

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		10.35
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.59
PRECIO UNITARIO		12.94



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.6

DEPARTAMENTO:
Morazán

FECHA: Julio / 2008

PARED DE FILTRO

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Ladrillo de Arcilla	m ²	36	0.15	5.4
Cemento Pórtland N ^o 1	bolsas	0.02	6.75	0.135
Arena	m ³	0.004	20	0.08
Agua	barriles	0.004	1.5	0.006
			SUB - TOTAL\$	5.621

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.16	8	0.13	1.41
Albañil	0.16	15	0.13	2.53
			SUB - TOTAL\$	3.94

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	3.94	0.1182
			SUB - TOTAL\$	0.1182

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		9.68
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.42
PRECIO UNITARIO		12.10



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.7

DEPARTAMENTO:
Morazán

FECHA: Julio / 2008

REPELLO Y AFINADO DE PARED DE FILTRO
UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Cemento Pórtland N° 1	bolsas	0.54	6.75	3.645
Arena	m ³	0.04	20	0.8
Agua	barriles	0.07	1.5	0.105
			SUB - TOTAL\$	4.55

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Albañil	0.22	15	0.13	3.43
			SUB - TOTAL\$	3.43

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	3.43	0.1029
			SUB - TOTAL\$	0.1029

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		8.08
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.02
PRECIO UNITARIO		10.10



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.9

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

PUNTAL DE LINEA DE CONDUCCION
 UNIDAD:

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Piedra cuarta	m ³	0.025	5	0.125
Cemento Pórtland N ^o 1	bolsas	0.25	6.75	1.6875
Arena	m ³	0.04	20	0.8
Agua	barriles	0.05	1.5	0.075
Tubería Galvanizada Ø 2"	ml	1.2	6.52	7.824
Abrazadera de hierro	unidad	1	4.5	4.5
			SUB - TOTAL\$	15.0115

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Albañil	0.03	15	0.13	0.58
Auxiliar	0.03	8	0.13	0.37
			SUB - TOTAL\$	0.95

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	0.95	0.0285
			SUB - TOTAL\$	0.0285

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	15.99
COSTO INDIRECTOS 25.00%	4.00
PRECIO UNITARIO	19.99



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.10

DEPARTAMENTO:
 Morazán
 Aletones

FECHA: Julio / 2008
UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Piedra	m ³	0.35	5	1.75
Cemento Pórtland N ^o 1	bolsas	1.66	6.75	11.205
Arena	m ³	0.19	20	3.8
Agua	barriles	0.27	1.5	0.405
SUB - TOTAL\$				17.16

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Albañil	0.04	15	0.13	0.73
Auxiliar	0.04	8	0.13	0.45
SUB - TOTAL\$				1.18

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	1.18	0.0354
SUB - TOTAL\$				0.0354

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	18.38
COSTO INDIRECTOS 25.00%	4.59
PRECIO UNITARIO	22.97



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: BOCATOMA
PARTIDA:
ITEM No: 2.12

DEPARTAMENTO:
Morazán

FECHA: Julio / 2008

Línea de Conducción Ø 3"

UNIDAD:

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Tubería Galvanizada Ø 3"	ml	0.17	17.47	2.9699
SUB - TOTAL\$				2.9699

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Albañil	0.03	15	0.13	0.58
Auxiliar	0.03	8	0.13	0.37
SUB - TOTAL\$				0.95

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.03	0.95	0.0285
SUB - TOTAL\$				0.0285

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
SUB - TOTAL\$				

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D	3.95
COSTO INDIRECTOS 25.00%	0.99
PRECIO UNITARIO	4.94



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio familiar
PARTIDA:
ITEM No: 3.2

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

TRAZO Y NIVELACION

UNIDAD: ML

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL
Regla Pacha	varas	1.196	0.6	0.7176
Costanera	varas	2.392	0.8	1.9136
Clavos de 2 1/2"	unidad	3	0.05	0.15
			SUB - TOTAL\$	2.7812

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.005	8	0.13	0.17
Albañil	0.005	15	0.13	0.205
			SUB - TOTAL\$	0.375

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	2.7812	0.13906
			SUB - TOTAL\$	0.13906

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		3.30
COSTO INDIRECTOS	25.00%	0.82
PRECIO UNITARIO		4.12



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola

PROYECTO: Reservorio familiar

PARTIDA:

ITEM No: 3.3

DEPARTAMENTO:

Morazán

FECHA: Julio / 2008

EXCAVACION DEL RECERVORIO

UNIDAD: m³

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL
			SUB - TOTAL\$	0

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
Auxiliar	0.71	8	0.13	5.81
			SUB - TOTAL\$	5.81

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB TOTAL
Herramientas Menores		0.05	5.81	0.2905
			SUB - TOTAL\$	0.2905

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		6.10
COSTO INDIRECTOS	25.00%	1.53
PRECIO UNITARIO		7.63



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio familiar
PARTIDA:
ITEM No: 3.4

DEPARTAMENTO:
 Morazán
 REPELLO Y AFINADO

FECHA: Julio / 2008

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
Cemento Pórtland N° 1	bolsas	0.41	6.75	2.7675
Arena	m ³	0.04	20.8	0.832
Agua	barriles	0.07	1.5	0.105
			SUB - TOTAL\$	3.7045

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.09	8	0.13	0.85
ALBAÑIL	0.09	15	0.13	1.48
			SUB - TOTAL\$	2.33

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	3.7045	0.185225
			SUB - TOTAL\$	0.185225

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		6.22
COSTO INDIRECTOS	25.00%	1.55
PRECIO UNITARIO		7.77



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola

PROYECTO: Reservorio familiar

PARTIDA:

ITEM No: 3.5

DEPARTAMENTO:

Morazán

FECHA: Julio / 2008

COLUMNAS

UNIDAD: UNIDAD

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL\$
Cemento Pórtland N° 1	bolsas	0.31	6.75	2.0925
Arena	m ³	0.02	20.8	0.416
Grava	m ³	0.02	25	0.5
Agua	barriles	0.07	1.5	0.105
Hierro Ø 3/8"	qq	0.06	72.94	4.3764
Polin C 4"	unidad	1.01	26.18	26.4418
			SUB - TOTAL\$	33.9317

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.07	8	0.13	0.69
ALBAÑIL	0.054	15	0.13	0.94
MECANICO ESTRUCTURAL	0.012	15	0.13	0.31
			SUB - TOTAL\$	1.94

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	33.9317	1.696585
			SUB - TOTAL\$	1.696585

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		37.57
COSTO INDIRECTOS	25.00%	9.39
PRECIO UNITARIO		46.96



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio familiar
PARTIDA:
ITEM No: 3.6

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

ESTRUTURA DE TECHO

UNIDAD: ML

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL
POLINC 4" CHAPA # 16	unidad	0.33	26.18	8.6394
				0
				0
			SUB - TOTAL\$	8.6394

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.042	8	0.13	0.466
MECANICO ESTRUCTURAL	0.042	15	0.13	0.76
			SUB - TOTAL\$	1.226

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB TOTAL
Herramientas Menores		0.05	1.226	0.0613
			SUB - TOTAL\$	0.0613

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		9.93
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.48
PRECIO UNITARIO		12.41



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola

PROYECTO: Reservorio familiar

PARTIDA:

ITEM No: 3.7

DEPARTAMENTO:

Morazán

FECHA: Julio / 2008

CUBIERTA DE TECHO

UNIDAD: m²

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL
LAMINA CANALEADA 32/3	unidad	0.45	7.85	3.5325
CLAVOS	lb	0.5	3	1.5
				0
			SUB - TOTAL\$	5.0325

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.042	8	0.13	0.466
ALBAÑIL	0.042	15	0.13	0.76
			SUB - TOTAL\$	1.226

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
Herramientas Menores		0.05	5.0325	0.251625
			SUB - TOTAL\$	0.251625

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB - TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		6.51
COSTO INDIRECTOS	25.00%	1.63
PRECIO UNITARIO		8.14



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MUNICIPIO: Torola
PROYECTO: Reservorio familiar
PARTIDA:
ITEM No: 3.8

DEPARTAMENTO:
 Morazán

FECHA: Julio / 2008

CANAL DE AGUA LLUVIA

UNIDAD: MI

A - MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB -TOTAL
Lamina Lisa 30/3	unidad	0.19	7.85	1.4915
Hierro Ø 3/8"	qq	0.019	72.94	1.38586
Alambre de Amarre # 18	lb	0.19	0.73	0.1387
Tubo PVC 4 "	unidad	0.17	11.14	1.8938
			SUB - TOTAL\$	4.90986

B - MANO DE OBRA

DESCRIPCION	TIEMPO	JORNAL	PRESTACIONES	SUB TOTAL
AUXILIAR	0.127	8	0.13	1.146
ALBAÑIL	0.127	15	0.13	2.035
			SUB - TOTAL\$	3.181

C - EQUIPO Y HERRAMIENTAS

DESCRIPCION	TIEMPO	FACTOR	PRECIO \$	SUB TOTAL
Herramientas Menores		0.04	4.90986	0.1963944
			SUB - TOTAL\$	0.1963944

D - SUBCONTRATO

DESCRIPCION	TIPO	CANTIDAD	PRECIO \$	SUB TOTAL\$
			SUB - TOTAL\$	

COSTOS DIRECTO = A + B + C + D		8.29
COSTO INDIRECTOS	25.00%	2.07
PRECIO UNITARIO		10.36



PRESUPUESTO

PRESENTADO POR:
SUBPROYECTO: RESERVORIO DE AGUA LLUVIA
FECHA: JULIO/2008

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL	COSTOS	TOTAL	COSTO
				Mat.	M.O	E. H	COSTOS	IND.	COSTO	DE
							DIREC.		UNIT.	PARTIDA
1.1	BODEGA	20.00	m ²	\$ 2.36	\$1.36	\$0.11	\$ 3.83	\$ 0.96	\$ 4.76	\$ 95.75
1.2	LIMPIEZA Y CHAPEO	3,596.00	m ²		\$0.19	\$0.01	\$ 0.20	\$ 0.05	\$ 0.25	\$ 894.51
1.3	TRAZO Y NIVELACION	10.00	unidad	\$ 2.98	\$0.38	\$0.14	\$ 3.50	\$ 0.88	\$ 4.38	\$ 43.75
1.4	EXCAVACION	8466.24	m ³			\$7.15	\$ 7.15	\$ 1.79	\$ 8.94	\$ 75,667.02
1.5	CERCA PERIMETRAL	236	ml	\$ 4.55	\$10.54	\$0.23	\$15.32	\$ 3.83	\$ 19.15	\$ 4,519.40
1.6	REPELLADO Y AFINADO	3275.56	ml	\$ 4.27	\$1.18	\$0.06	\$ 5.51	\$ 1.38	\$ 6.89	\$ 22,560.42
										\$ -
									TOTAL \$	\$ 103,780.84

**PRESUPUESTO**


PRESENTADO POR:
SUBPROYECTO: BOCATOMA
FECHA: JULIO/2008

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL COSTOS DIREC.	COSTOS IND.	TOTAL COSTO UNIT.	COSTO DE PARTIDA
				Mat.	M.O	E. H				
2.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	8.97	m ²		\$0.19	\$0.01	\$ 0.20	\$ 0.05	\$ 0.25	\$ 2.28
2.2	TRAZO Y NIVELACION	2	unidad	\$ 2.78	\$0.38	\$0.14	\$ 3.30	\$ 0.83	\$ 4.13	\$ 8.25
2.3	COLOCACION DE PINES	11.21	ml	\$10.22	\$0.29	\$0.01	\$10.52	\$ 2.63	\$ 13.16	\$ 147.47
2.4	MAMPOSTERIA DE PIEDRA	16.21	m ³	\$31.38	\$20.96	\$0.60	\$52.94	\$13.24	\$ 66.18	\$ 1,072.70
2.5	REPELLADO Y AFINADO MP	28.03	m ²	\$ 4.89	\$5.32	\$0.15	\$10.36	\$ 2.59	\$ 12.95	\$ 362.99
2.6	PARED DE FILTRO	7	m ²	\$ 5.62	\$3.94	\$0.12	\$ 9.68	\$ 2.42	\$ 12.10	\$ 84.70
2.7	REPELLO Y AFINADO DE PF	14	m ²	\$ 4.55	\$3.43	\$0.10	\$ 8.08	\$ 2.02	\$ 10.10	\$ 141.40
2.7	MURO GAVION PARA FILTRO	1	unidad	\$59.00	\$1.63	\$0.05	\$60.68	\$15.17	\$ 75.85	\$ 75.85
2.9	PUNTAL DE LINEA DE CONDUCCION	58	unidad	\$19.99	\$0.95	\$0.03	\$20.97	\$ 5.24	\$ 26.21	\$ 1,520.33
2.1	ALETONES	6	ml	\$17.16	\$1.18	\$0.04	\$18.38	\$ 4.60	\$ 22.98	\$ 137.85
2.11	MURO GUARDA NIVEL	10	ml	\$38.00	\$1.63	\$0.05	\$39.68	\$ 9.92	\$ 49.60	\$ 496.00
2.12	LINEA DE INDUCCION Ø 3"	171.65	ml	\$ 2.97	\$0.95	\$0.03	\$ 3.95	\$ 0.99	\$ 4.94	\$ 847.52
									TOTAL \$	\$ 4,401.33

**PRESUPUESTO**

PRESENTADO POR:
SUBPROYECTO: SISTEMA DE SCAPT FAMILIAR
FECHA: JULIO/2008

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDA	CANT.	UNIDAD	COSTO DIRECTO			TOTAL	COSTOS	TOTAL	COSTO
				Mat.	M.O	E. H	COSTOS	IND.	COSTO	DE
							DIREC.	UNIT.	UNIT.	PARTIDA
3.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	46.00	m ²		\$0.19	\$0.01	\$ 0.20	\$ 0.05	\$ 0.26	\$ 11.73
3.2	TRAZO Y NIVELACION	4.00	unidad	\$ 2.78	\$0.17	\$0.14	\$ 3.09	\$ 0.77	\$ 3.86	\$ 15.45
3.3	EXCAVACION DEL RESERVORIO	98.67	m ³		\$5.81	\$0.29	\$ 6.10	\$ 1.53	\$ 7.63	\$ 752.36
3.4	REPELLO Y AFINADO	103.17	m ²	\$ 3.70	\$2.33	\$0.19	\$ 6.22	\$ 1.55	\$ 7.77	\$ 802.11
3.5	: COLUMNAS	4.00	unidad	\$ 33.93	\$1.94	\$1.70	\$37.57	\$ 9.39	\$ 46.96	\$ 187.85
3.6	ESTRUTURA DE TECHO	32.00	ml	\$ 8.63	\$1.23	\$0.06	\$ 9.92	\$ 2.48	\$ 12.40	\$ 396.80
3.7	CUBIERTA DE TECHO	42.00	m ²	\$ 5.03	\$1.23	\$0.25	\$ 6.51	\$ 1.63	\$ 8.14	\$ 341.78
3.8	CANAL DE AGUA LLUVIA	6.00	ml	\$ 4.91	\$3.18	\$0.20	\$ 8.29	\$ 2.07	\$ 10.36	\$ 62.18
3.9	BOMBA EMAS - FLEXI	1.00	ml	\$ 63.93	\$15.13	\$0.61	\$79.67	\$ 19.92	\$ 99.59	\$ 99.59
									TOTAL \$	\$ 2,669.83



**CAPITULO VI:
CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES**



6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✚ Las precipitaciones de los últimos 11 años muestran un promedio de **2732 mm** anuales con precipitaciones irregulares, de manera que en el área de estudio de **87.41Ha**, el volumen potencial de captación se aproxima a **7901.82 m³** de agua, aunque este potencial de agua no es suficiente comparado a la necesidad hídrica total, estimado para la mayoría de cultivos tradicionales de la zona como los son: el maíz, frijol, y maicillo lo cual suma **21517m³** de agua en cinco meses de riego lo cual dura la época seca y con tres horas de riego diario para un área de cultivo de **5.07Ha**.

- ✚ La cantidad de agua que oferta el área potencial de captación de estudio únicamente satisface las necesidades hídricas de un cultivo en común, para nuestro estudio se elaboro el diseño para el cultivo, que mas demanda de agua requiere para su total producción. El maicillo es el cultivo que mas volumen de agua requiere y es de 7740.0 m³, por lo que el productor tiene opción de seleccionar uno de los tres cultivos mas preferidos por la población ya que son la base de la alimentación.

- ✚ la zona se caracteriza por tener altas precipitaciones, áreas muy pronunciadas, suelos poco profundos, escasa vegetación y usos inadecuados de los terrenos, incluyendo el mal estado de los accesos a los caseríos. En conjunto se tienen las condiciones que favorecen los fenómenos reductores (deslizamientos, erosión). Los indicadores vinculados con las características geomorfométricas establecen que la micro cuenca tiene pendientes fuertes y relieve pronunciado. De hecho, al relacionar estos índices con la clasificación de uso de los suelos, se tienen 7.76km² del área total de la micro cuenca, que presentan serias restricciones para cultivos de temporada o cultivos extensivos e intensivos.



- ✚ La plantación de árboles frutales, maderables y leña, es una opción que debe de integrarse a la vida económica de la población de la zona. El uso de tecnologías para la conservación de suelos ya probadas en otros lugares y cuyos resultados han sido satisfactorios, es también una necesidad que se deriva del uso actual y futuro del suelo en la micro cuenca. Existen una diversidad de instituciones que pudieran retomar el trabajo de asesoría al respecto, tales como la Dirección General de Recursos Renovables (DGRNR), el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA), Programa para la Agricultura Sostenible en ladera de América Central (PASOLAC) y otros.

- ✚ El aumento de los fenómenos reductores (erosión y deslizamientos) ha disminuido aún más la capacidad de infiltración del agua y ha aumentado la escorrentía; por consiguiente, se tiene un aumento del caudal en la parte baja de la cuenca cuando se dan crecidas importantes. La disponibilidad del agua en la zona tiene claras tendencias a concentrarse como escorrentía superficial.

- ✚ Mediante la identificación de los contaminantes físicos – químicos y calidad del agua para el uso de riego de las aguas superficiales ubicadas en la micro cuenca, estas no presentan contaminantes nocivos para la salud de los habitantes. La concentración de la mayoría de las viviendas están lejos de las quebradas y si lo están, estas la utilizan para el consumo domestico.

- ✚ El acceso a los alimentos es una condición imprescindible para la seguridad alimentaria a escala familiar en la zonas rurales para lo cual existen una vía principal para su logro: Autoproducción para las familias campesinas que producen sus alimentos para consumirlos, para estos es imprescindible contar con los recursos e insumos necesarios (tierras, semillas, agua, fertilizantes,



adecuadas herramientas y técnicas de trabajo) el reservorio es una buena opción para mantener una reserva de agua y poderla utilizar en la época de verano o en invierno cuando se da una canícula (espacio de tiempo en invierno que no llueve) y asegurar que las cosechas ya sean de verano o de invierno reciban el agua que necesitan para su producción, el reservorio puede ser utilizado como criadero de peces el cual asegure la alimentación balanceada o como fuente de trabajo para evitar la emigración interna.

- ✚ La implementación de los diseños de tecnologías de captación y uso eficiente de agua son un paso en la construcción de una cultura de captación, manejo y uso eficiente de agua, a la vez servirán de base para mejorarlos con las experiencias de implementación, y evaluación como parte del proceso de acción-investigación y participación.
- ✚ El área potencial de captación de agua por techo (SCAPT), tiene un promedio de área de techo de 42 m² el cual se almacena un volumen de agua de 99 m³ aproximadamente lo que hace un potencial de captación de 19.8 m³/mensual, con la que podría regarse durante 150 días del periodo seco un área de riego de 1750 m² de cultivo de hortalizas. El uso de esta alternativa es beneficiar a 23 familias, ubicadas en zonas aisladas del cantón el Progreso sin ningún acceso vehicular.
- ✚ Al comparar los sistemas de riego más utilizados en nuestro país que son : riego por Inundación, Aspersión y por goteo, se seleccionó este último debido al mejor aprovechamiento del agua, uso de terrenos con topografía accidentada, suelos pedregosos y de baja infiltración. Explotación de cultivos de alta rentabilidad, mayor uniformidad de riego, acelera el inicio de la producción de cultivos. Mejor aprovechamiento de riego, reduce los problemas de malezas, debido a la menor superficie húmeda, aplicación de fertilizantes, pesticidas y correctores con el agua de riego. Los costos de operación y mantenimiento son mínimos.



6.2 Recomendaciones

- ✚ Para que el reservorio tenga un buen funcionamiento, se debe involucrar a toda la comunidad que se beneficiara con la construcción del reservorio desde el principio del proceso constructivo con la finalidad que no sea abandonado o descuidado por las familias beneficiadas.
- ✚ Es recomendable realizar un estudio en las áreas de difícil acceso en la micro cuenca e implementar la realización de obras de captación y uso eficiente de agua de acuerdo a las características físicas de la zona.
- ✚ Desarrollar programas de forestación con especies propias de la zona, tales como roble, guachipilín y otros, cuya capacidad de retención de suelo y agua, ya ha sido probada en la zona.
- ✚ Crear y apoyar, programas de capacitación vinculados con la agricultura sostenible en laderas.
- ✚ Crear programas de educación ambiental, en todos los niveles educativos sociales etc., a efectos de ir reduciendo la mayor parte de problemas encontrados como la deforestación, el mal uso de los suelos y el uso inadecuado de los recursos hídricos.
- ✚ Hacer pruebas de suelo con la finalidad de determinar que tipo de cultivos sean mejor aprovechados por el tipo de suelo existente en la micro cuenca y que cubra las necesidades alimenticias.
- ✚ Para el mejor aprovechamiento del recurso hídrico, se debe utilizar el sistema de riego por goteo ya que este presenta una mayor eficiencia en la utilización del agua.



- ✚ Crear un reglamento para uso, construcción, manejo y mantenimiento de reservorios en El Salvador, ya que este será una ventaja para las personas Naturales y Jurídicas que deseen implementar este tipo de sistemas.
- ✚ Que el reservorio sea utilizado como almacenamiento de agua para riego y criadero de peces con una coordinación adecuada del servicio de recursos pesqueros y el área división de riego y drenaje del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- ✚ Para evitar que un reservorio sea foco de proliferación del Zancudo, es necesario la protección mediante una malla antivectores en la parte superior del sistema.
- ✚ Implementar obras de conservación de los suelos, por medio de acequias, siembra de árboles etc para evitar la erosión y así aumentar la infiltración en zonas con pendientes muy accidentadas.
- ✚ Monitorear constantemente las obras de captación, conducción y almacenamiento de agua para reparar los daños si en estas existen.
- ✚ Crear una organización de guardabosques, en conjunto con la alcaldía, ONGs, ADESCOS y la comunidad con la finalidad de evitar la caza, la tala de árboles y contaminación del recurso hídrico.
- ✚ Mejorar el acceso principal que comunica el casco urbano del municipio de Torola con el cantón el Progreso, para permitirle a la población el fácil transporte de sus cosechas y su comercialización.



FUENTES DE CONSULTA

BIBLIOGRAFIA

- ✚ **Manual de Captación y Aprovechamiento de Agua Lluvia Tomo I, II**
Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y Alimentación (FAO), 1993
Autores: Ing. Klaus Siegert
Agr. Will Critchley.

- ✚ **Manual para la ejecución de Proyectos de Pequeños Reservorios de Agua Lluvia**
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2003
Autor: Bióloga María Vargas de Mariño.

- ✚ **Diagnostico del Proyecto Reservorios para Agua Lluvia**
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1979
Autor: Ing. Juan Francisco Aquino Márquez
Agr. José Eduardo Ramírez.

- ✚ **Diagnostico Técnicos de los Embalses de Agua Lluvia**
Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2001
Autor: Cesar Méndez Castro

- ✚ **Monografía Sobre Desarrollo Humano y Objetivos de Desarrollo del Milenio Municipio de Torola Departamento de Morazán**
El Salvador 2006, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).



- ✚ **Resultados Censo FISDL en 32 municipios de Pobreza Extrema Severa**
FISDL Municipio de Torola, Departamento de Morazán, Año 2005.

- ✚ **Estrategia de Desarrollo Territorial de Torola, Morazán, 2007**
Fundación Promotora de Productores y Empresarios Salvadoreños.
(PROESA)

- ✚ **VI Censo de Población y V Vivienda, año 2007.**
Republica de El Salvador, Ministerio de Economía Dirección General de Estadísticas y Censos (DIGESTYC) .


- ✚ **Alternativas Técnicas de Acceso al Agua**
Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2003
Autor: Manuel Enrique Cisneros


- ✚ **Protección y Captación de Pequeñas Fuentes de Agua**
Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Proyecto CENTA – FAO - Holanda
"Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera".


- ✚ **Caracterización Física de la Zona Criticas de Oferta Hídrica para el Desarrollo de Proyectos de Captación de Agua Lluvia**
Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA)
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
Autor: Ing. Jesús chevez Guerrero.


- ✚ **Manual de Programación de Riego.**
Autor: George H. Hargreaves.





-  **Estudio Hidrológico de la Subcuenca del río Nunuapa**
Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2003
Autor: José Roberto Handal


-  **Manejo y Aprovechamiento del Agua con fines Agropecuarios**
Guía Técnica N° 532
Programa de Agricultura Sostenible en laderas América Central (PASOLAC).

-  **Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua.**
Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC).

-  **Fundamentos de Hidrológica de Superficies**
Editorial: Limusa
Autor: Francisco Aparicio.

-  **Hidráulica de Canales Abiertos**
Vente Chow
Editorial Diana, México 1986

-  **Hidráulica de Canales Abiertos**
Autor: Richard H. French
Editorial McGraw-hill, México 1988

-  **Diseño de Pequeñas Presas**
Editorial McGraw-Hill, New York 1990.



✚ Hidrología Aplicada

Editorial McGraw-Hill, Bogota 1994

Vente Chow

Autor: David R. Maidment

Larry W. Mays.

✚ Estado de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en El Salvador

Documento preparado por el Consultor Felipe Muñoz, bajo la coordinación de la Representación de la FAO en El Salvador.

TESIS

✚ Aprovechamiento del Agua Lluvia como Fuente de Abastecimiento de Agua Potable para El Cantón “El Progreso”, Departamento de La Libertad

TESIS, Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela de Ingeniería Civil, 2003

Autor: Rudy Hidalgo Ochoa Araniva.

✚ Alternativas de Captación de Agua para uso Humano y Productivo en la Subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua.

Tesis: Sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Autor: Ing. Mauricio José Cajina Canelo.

✚ Clasificación de Tierra con fines de riego de la estación experimental y de practicas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador

TESIS, Universidad de El Salvador Facultad de Ingeniería y Arq. Escuela de Ingeniería Civil. 2003

Autor: Manuel de Jesús Osorio Torres.



SOFTWARE.

- ✚ ArcView Gis 3.2.
- ✚ ArGis 9.0.
- ✚ HCANALES
- ✚ LOOP
- ✚ InnerSoft - Balance Hídrico versión 0.1 Beta.
- ✚ LAND DESKTOP 2007.

ENTREVISTAS.

- ✚ Sr Héctor Ventura (Alcalde de Torola).
- ✚ Ing. José Roberto Handal (Coordinador General de Redes Latinoamericanas de cuencas Hidrográficas para la FAO).
- ✚ Dr. Rudi Alejandro Escobar. (Director de la unidad de Salud de Torola).
- ✚ José Manuel Amaya. (Inspector de Saneamiento Ambiental de Torola).
- ✚ Luís Boigues (Director ONG SABES).
- ✚ Ing. Agronomo Pedro Noel Sierra.
- ✚ Ing. Agronomo Miguel Angel Guerra. (Área de Gestión y Tecnología de Riego Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego).
- ✚ Ing. Agronomo German Emilio Chevez.
- ✚ Dasonomo Amilcar López (Coordinador de la Región II Dirección General de Ordenamiento Forestal).

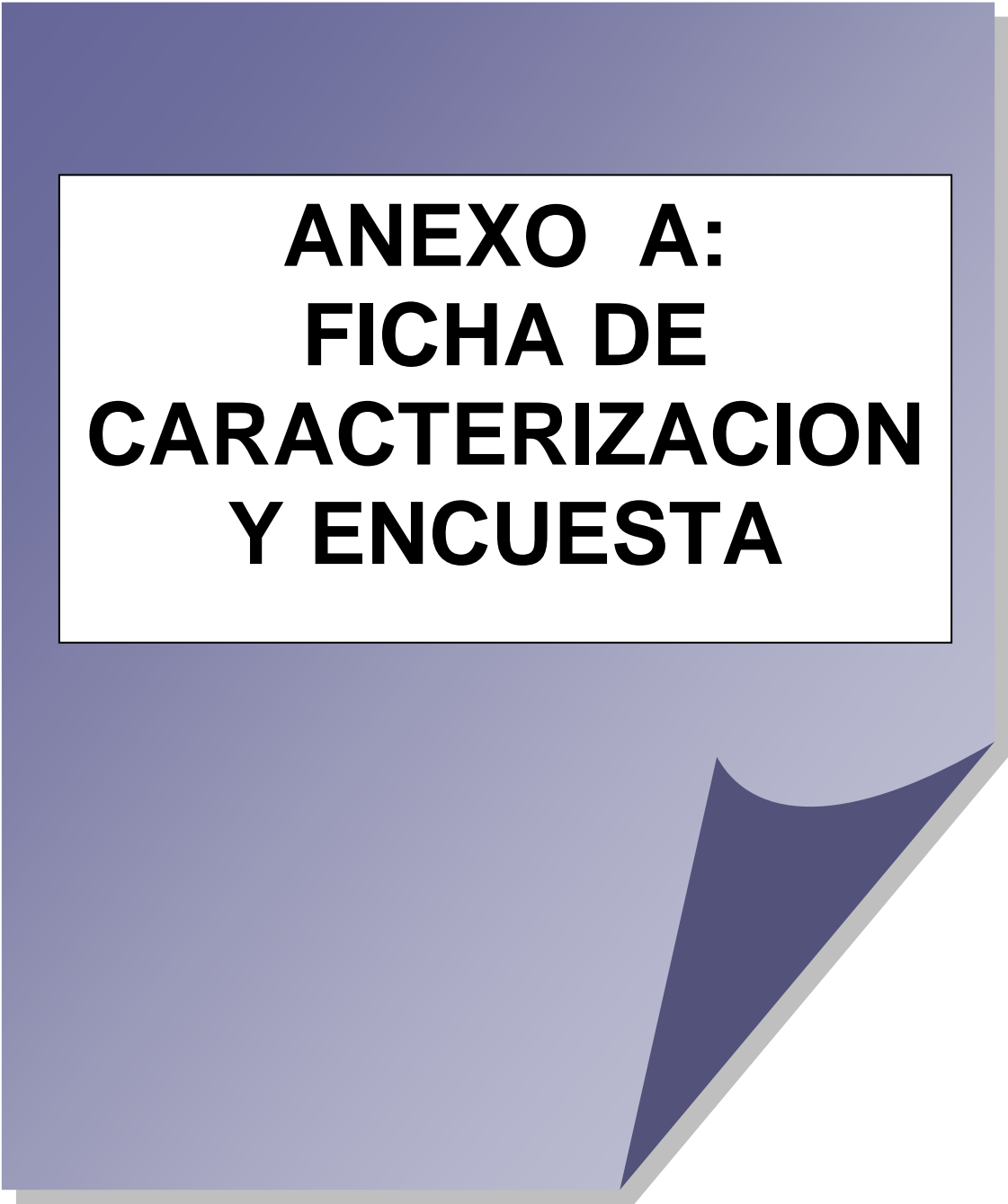


PAGINAS DE INTERNET

-  www.centa.gob.sv/
-  www.pasolac.org.ni/
-  www.mag.gob.sv/
-  www.sica.int/presanca/
-  www.respyn.uanl.mx/iv/2/ensayos
-  es.wikipedia.org/Wiki
-  www.ops.org.sv
-  www.bvssan.incap.org
-  www.rlc.fao.org/iniciativa/pdf/sanes



ANEXOS



**ANEXO A:
FICHA DE
CARACTERIZACION
Y ENCUESTA**



Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Oriente
Departamento de Ing. y Arq.

Anteproyecto: **Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de agua de lluvia.**

Municipio: _____; Departamento: _____

Cantón: _____; Caserío: _____

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LA ZONA

Población Beneficiada: _____ Habitantes

Fuentes de Ingreso:

Jornalero; agricultor; trabajo permanente; otros

Tenencia de la Tierra:

Propia Arrendada

Organización Local:

Municipal Comunitaria ONG's

Uso del Agua:

Consumo humano Domestico Productivo Otros

Actividad Productiva:

Agricultura Ganadería Otros

Infraestructura y Servicios Básicos:

Salud Educación Agua Potable Electricidad Comunicación

Materiales Disponibles en la Zona:

Tierra Piedra Arena

Vías de Acceso:

Carretera primaria Carretera secundaria Caminos vecinales Vereda



Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Oriente
Departamento de Ing. y Arq.

Anteproyecto: Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de agua de lluvia.

Municipio: _____; Departamento: _____

Cantón: _____; Caserío: _____

ASPECTOS BIOFISICOS DE LA ZONA

CLIMA

Temperatura promedio: _____ °C

Precipitación promedio Anual: _____ mm

Meses mas lluviosos: _____ y _____

Meses mas secos: _____ y _____

Evapotranspiración potencial: _____; mm. Y _____; mm.

Humedad relativa promedio: _____ % y _____ % Área de Captación:

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Textura:

Arcilloso Arenoso Limoso

Rugosidad:

Fuerte Media Baja

Compactación:

Fuerte Media Baja

Profundidad:

Superficiales Moderados Pocos Profundos

Cobertura Vegetal:

Mucha Regular Poca

Uso del Suelo:

Cultivos Anuales perennes semi perennes

GEOLOGIA

Formación geológica:

Arena; Grava; Roca compactada

Limos; Arcillas; Arenas arcillosas; Areniscas

TOPOGRAFIA

Altitud: _____ m.s.n.m.

Pendiente natural: _____ %

FAUNA

Animales silvestres más comunes en la zona:

1. _____; 2. _____; 3. _____

4. _____; 5. _____; 6. _____

7. _____; 8. _____; 9. _____

10. _____; 11. _____; 12. _____

Especie de aves que hay en la zona:

1. _____; 2. _____; 3. _____

4. _____; 5. _____; 6. _____

7. _____; 8. _____; 9. _____

FLORA

Especies maderables más comunes

1. _____; 2. _____; 3. _____

4. _____; 5. _____; 6. _____

7. _____; 8. _____; 9. _____

Captación Natural:

Esguerrimiento Manantial Lagunas Pozos

Modalidad de Captación: Individual Comunitaria Colectiva



Universidad de El Salvador
Facultad Multidisciplinaria de Oriente
Departamento de Ing. y Arq.

Anteproyecto: Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de agua de lluvia.

Municipio: _____; Departamento: _____

Cantón: _____; Caserío: _____

ENCUESTA

1. ¿Cuántas personas habitan en la casa donde vive? _____

Rango de Edades (años)	Total	Sexo		Saben leer y escribir	Asisten a Centro Educativo
		Masculino	Femenino		
0 a 3					
3 a 6					
6 a 10					
10 a 12					
12 a 18					
18 a 25					
25 a 40					
más de 40					

2. ¿Posee vivienda propia? si ____ no ____

3. ¿Tiene tierra propia? Si ____ no ____ Área (ha): _____ alquila tierra si ____ no ____

4. ¿Cuánta área trabaja? _____ ¿Qué actividad económica realiza en la propiedad? _____

5. Fuentes de Ingreso:

Jornalero; agricultor; trabajo permanente; otros

6. ¿Cuánto es su ingreso promedio mensual?

1. menos de \$50 _____
2. entre \$50 y \$100 _____
3. entre \$100 y \$200 _____
4. mas de \$200 _____

7. ¿recibe remesas de Estados Unidos? _____

8. ¿Cuáles son los servicios básicos con los que cuenta en el hogar?
Luz Eléctrica____ Teléfono____ Tren de Aseo____ Agua Potable_____

9. ¿Cuál es la ocupación de la familia en verano?

10. ¿Qué cantidad de agua necesita para las labores domesticas diarias?
_____Barriles

11. ¿Esta interesado en un sistema de captación de agua de lluvia?

Si; No; no sabe.

12. ¿En que le beneficiaria que se implementara un proyecto de captación de agua de lluvia?

13. ¿Que tipo de cultivos son mas comunes en la zona?

14. ¿En qué almacenan agua actualmente? (escribir el tamaño en el espacio en blanco)

Cisterna _____ pila _____ barril ____ represa ____ zanjas _____
Laguneta ____ otro _____

15. ¿Cuáles son los medios de captación de agua lluvia que conoce?

Cisterna ___ pila ___ lagunas ___ represa ___ reservorios ___ otro _____

16. ¿Qué puede hacer para evitar la contaminación del agua en su casa o en la fuente?(Marcar todas si se considera necesario)

Limpiar recipientes ___ Tapar los recipientes ___ Clorar el agua ___
Limpiar los pozos___ no tirar basura cerca de las fuentes ___ evitar letrinas
cerca de la fuente ___ otro _____

17. ¿Para Ud quienes deben participar en la implementación de sistemas de captación de agua lluvia?

Familia ___ comunidad ___ lideres ___ promotores ___ instituciones ___
Alcaldía ___ organizaciones ___ Otros ___ (marcar varias opciones)

18. ¿Cómo esta organizada la comunidad donde usted vive?

ADESCO ___ Directiva Comunal ___ Lideres Comunales ___ Ninguna ___

19. ¿Cómo podría la comunidad colaborar o participar en la implementación de sistemas de captación y uso eficiente del agua?

20. ¿Qué necesita como apoyo de las instituciones y organizaciones?

Proyectos ___ materiales externos a la comunidad ___ gestión de recursos ___
Financiamiento ___ fondos ___ Accesoría técnica ___ otro ___
(marcar varias opciones).

21. ¿Qué uso le daría al agua lluvia que se almacene?

Consumo humano ___ (beber) Uso Domestico ___ (lavar ropa, lavar trastes,
bañar) Otros _____

Productivo; (ganadería ___ granos básicos ___ hortalizas ___ peces ___
Viveros frutales y forestales ___ otro _____)

Conservación ambiental; (reforestación ___ viveros ___ limpiar la casa ___
para uso de especies silvestres ___ otro _____)

22.¿Cuales son los meses críticos o difíciles para tener agua suficiente en el hogar? _____

14. ¿Existen fuentes de abastecimiento de agua en su comunidad?

Red Municipal _____ Red de ANDA _____ Proyecto Privado _____
Manantial _____ Pozo _____ Río _____ Otros _____

23. ¿Considera que los sistemas de captación de agua lluvia mejoraría sus condiciones de vida? Si ___ no ___ ¿Por qué?

24. ¿Qué ventajas económicas y sociales se obtendrán al realizar las alternativas de captación y uso eficiente de agua?

Más ingresos ___ Más empleo ___ Más producción ___ Más alimento _____
Mejor Nutrición ___ otro _____

25. ¿Considera que las alternativas de Captación y Almacenamiento de agua contribuiría a la conservación ambiental? Si ___ no ___ ¿Por qué?

26. ¿Qué especies de animales Domésticos existen en la Zona?

27. ¿Qué especies de animales silvestres se observan en la Zona?

28. ¿Qué tipo de producción pecuaria (Crianza de animales) realiza en la propiedad?

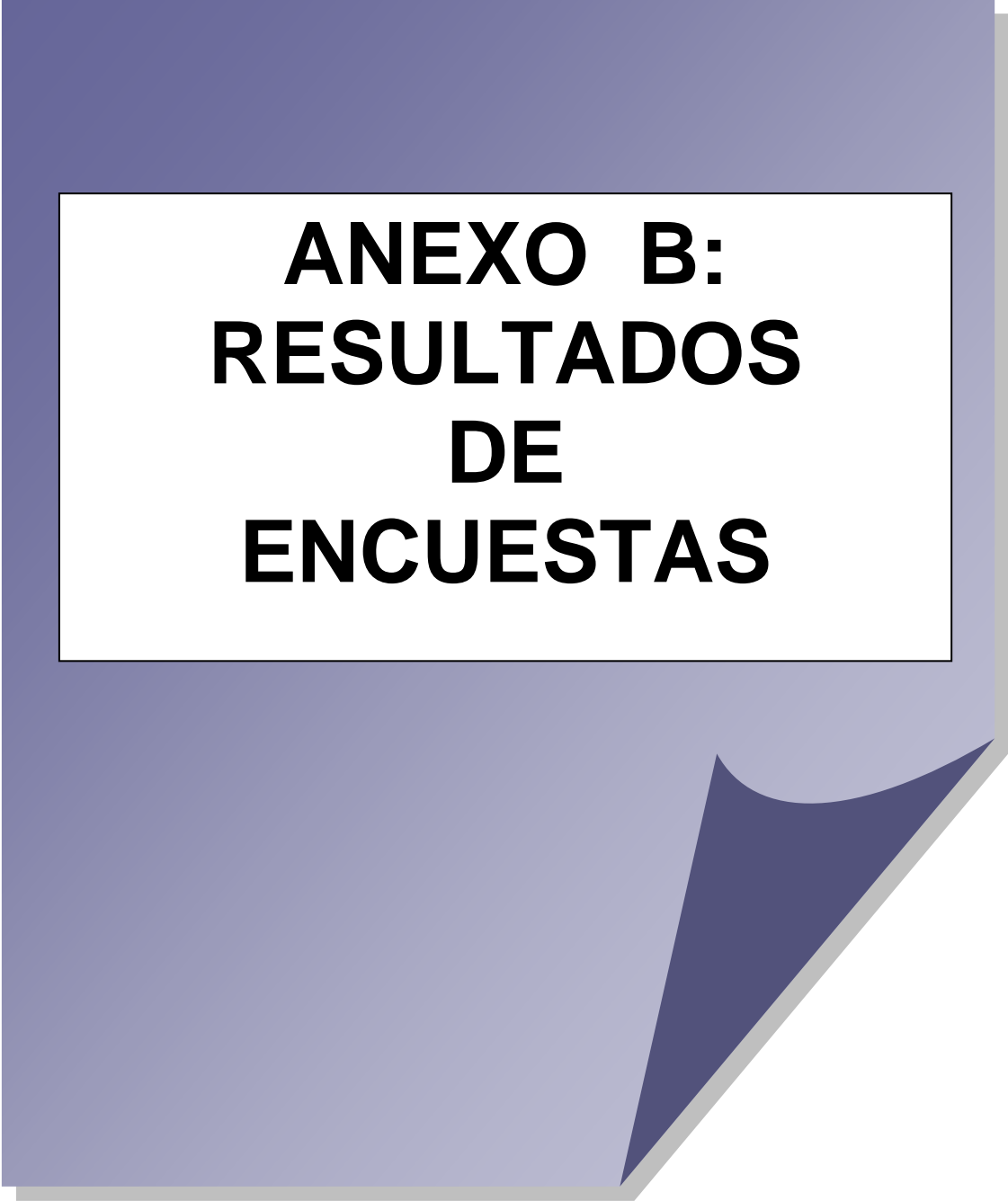
Bovino ___ Porcino ___ Equino ___ Aves ___ Abejas ___ Peces ___ Venado ___
Otros _____

29. ¿Usa agua para riego? Si ___ o No _____

30. ¿Cuánto tiempo al día riega el terreno?

31. ¿Cuanta Área riega ? _____ Mz

32. ¿Qué tipo de árboles son mas comunes en la zona?



**ANEXO B:
RESULTADOS
DE
ENCUESTAS**

Anexo B: Resultado de muestras tomadas por cantón.

Cuadro B-1

Resultados de muestras tomadas por cantón.

DEPARTAMENTO:		MORAZAN			
MUNICIPIO:	TOROLA				
CANTÓN:	PROGRESO				
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	X= 583420; Y= 309111				
NUMERO DE VIVIENDAS:	31				
Nº DE HABITANTES POR VIVIENDA	6				
RANGO DE EDADES(AÑOS)	TOTAL	SEXO		SABE LEER Y ESCRIBIR	
		M	F	SI	NO
0-3	11	5	6		
3-6	8	7	1		
6-10	27	15	12		
10-12	18	5	13		
12-18	42	27	15		
18-25	20	9	11		
25-40	27	11	16		
MAS DE 40	48	25	23		

Cuadro B-2

POSEEN VIVIENDA PROPIA	
	TOTAL(FAMILIAS)
SI	96.77 %
NO	6.45%
POSEEN TIERRA PROPIA PARA CULTIVO	
	TOTAL
SI	83.87%
ALQUILA	16.13%
ACTIVIDAD ECONOMICA QUE REALIZA EN LA PROPIEDAD	
AGRICULTURA	80.65%
OTROS	19.35%
FUENTES DE INGRESO	
JORNALERO	29.03%
AGRICULTOR	64.52%
TRABAJO PERMANENTE	6.45%
OTRO	0

Cuadro B-3

INGRESO PROMEDIO MENSUAL	
MENOS DE \$50	62.50%
ENTRE \$50-\$100	31.25%
ENTRE \$100-\$200	0%
MAS DE \$200	6.25%

Cuadro A-4

SERVICIOS BASICOS DISPONIBLES EN LA VIVIENDA	
AGUA POTABLE	26.19%
ENERGIA ELECTRICA	23.81%
TELEFONO	23.81%
NINGUNO	26.19%

Cuadro B-5

OCUPACION FAMILIAR REALIZA EN VERANO	
DOMESTICO	42.11%
JORNALERO	5.26%
AGRICULTURA	52.63%

Cuadro B-6

ESTA INTERESADO EN UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA

SI	93.55%
NO	6.45%
NO SABE	0%

Cuadro B-7

EN QUE LE BENEFICIARIA UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA DE LLUVIA	
AGRICULTURA	48.39%
USO DOMESTICO	45.16%
GANADERIA	0%
PISICULTURA	0%
RESERVA DE AGUA	0%
MAS EMPLEO	0%
OTROS	6.45%

Cuadro B-8

CULTIVOS MAS COMUNES EN LA ZONA	
MAIZ	32.61%
MAICILLO	25.00%
FRIJOL	17.39%
ARROZ	6.52%
CAÑA DE AZUCAR	5.43%
HORTALIZAS	5.43%
YUCA	7.51%

Cuadro B-9

TIPOS DE ALMACENAMIENTOS DE AGUA QUE POSEE	
PILA	71.38%
BARRIL	25.00%
CISTERNA	0%
OTROS	3.13%

Cuadro B-10

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA QUE CONOCE	
CISTERNA	15.00%
REPRESA	11.67%
RESERVORIO	1.67%
PILA	50.00%
LAGUNA	13.33%
POZO ARTEZANAL	6.67%
OTROS	1.67%

Cuadro B-11

QUE SE PUEDE HACER PARA EVITAR LA CONTAMINACION DEL AGUA EN LA CASA O EN LA FUENTE.	
Clorar el agua	19.01%
Evitar letrina cerca de la fuente	16.20%
Limpiar los pozos	16.90%
Limpiar recipientes	16.20%
No tirar basura cerca de la fuente	16.20%
Tapar los recipientes	15.49%

Cuadro B-12

SEGÚN USTED QUIENES DEBERÍAN PARTICIPAR EN LA IMPLEMENTACIÓN DE CAPTACION AGUA DE LLUVIA	
Alcaldía	16.15%
Comunidad	19.23%
Grupo familiar	16.92%
Instituciones	15.38%
Lideres comunales	13.08%
ONGs	10%
Promotores	9.23%

Cuadro B-13

COMO ESTA ORGANIZADA LA COMUNIDAD DONDE USTED VIVE	
ADESCO	33.90%
DIRECTIVA COMUNAL	28.81%
LIDERES COMUNALES	37.29%
NINGUNA	0.0%

Cuadro B-14

USO QUE LE DARIA AL AGUA LLUVIA QUE SE ALMACENA	
CONSUMO HUMANO	6.86%
USO DOMESTICO	26.47%
PRODUCTIVO	66.67%
CONSERVACION AMBIENTAL	0.00%

Cuadro B-15

EXISTEN FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD	
RED MUNICIPAL	16.28%
RED DE ANDA	0.00%
PROYECTO PRIVADO	4.65%
MANANTIAL SUPERFICIAL	18.60%
POZO ARTESANAL	27.21%
RIOS Y QUEBRADAS	23.26%

Cuadro B-16

CONSIDERA QUE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA MEJORARIA SU SISTEMA DE VIDA	
SI	85.71%
NO	14.29%

Cuadro B-17

QUE VENTAJAS ECONOMICAS Y SOCIALES TENDRA CON LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CAPTACION	
MAS PRODUCCION	26.67%
MAS ALIMENTO	24.44%
MAS INGRESO	14.44%
MAS EMPLEO	15.56%
MEJOR NUTRICION	18.89%

Cuadro B-18

CONSIDERA QUE LA CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA CONTRIBUYE A LA CONSERVACION AMBIENTAL	
SI	93.55%
NO	6.45%

Cuadro B-19

ANIMALES DOMESTICOS EXISTENTES EN LA ZONA	
PERRO	
GATO	
AVES DE CORRAL	
CERDO	
GANADO	
CABALLO	
PERICO	

Cuadro B-20

ANIMALES SILVESTRES DE LA ZONA: VENADO, GARROBO, CUSUCOS, CONEJOS, ZORROS, CULEBRAS, COYOTES, ARDILLA, TEPESCUINTLE, MAPACHE, GUATUZAS.

Cuadro B-21

QUE TIPO DE PRODUCCION PECUARIA REALIZA EN LA PROPIEDAD	
BOVINO	23.08%
PORCINO	15.93%
AVES	43.59%
EQUINO	2.56%
PECES	2.56%
ABEJAS	12.82%
OTROS	0.00%

Cuadro B-22

USA AGUA PARA RIEGO	
SI	30.00%
NO	70.00%

Cuadro B-23

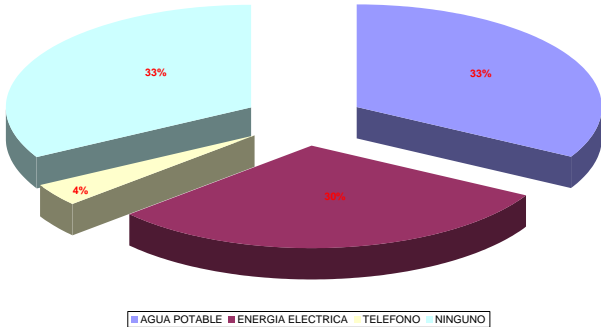
VEGETACION EXISTENTES	
JOCOTE	PAPAYO
CEDTRO	ALMENDRO
CAULOTE	CARAO
NARANJO	TAMARINDO
CAOBA	MARAÑON
CEIBO	CONACASTE
GUAYABO	NANCE
MANGO	CACAO
QUEBRACHO	LIMON
LAUREL	ACEITUNA
ROBLE	COPINOL
AGUACATE	ANONA
ZAPOTE	IZOTE



**ANEXO C:
GRAFICOS
DE
ENCUESTA**

ANEXO C: GRAFICOS DE RESULTADOS DE ENCUESTA

C-1: SERVICIOS BASICOS DISPONIBLES EN LA VIVIENDA



C-2: OCUPACION FAMILIAR QUE SE REALIZA EN VERANO

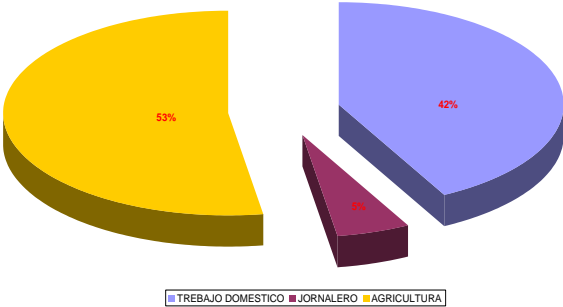


GRAFICO C-3: INTERES QUE TIENE LA POBLACION DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA

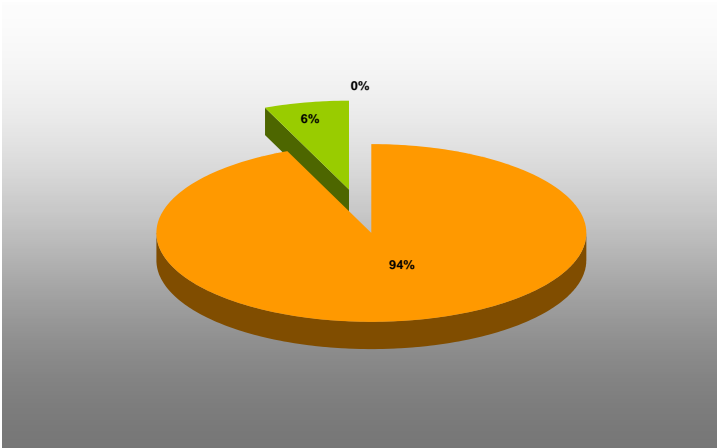


GRAFICO C-4: BENEFICIOS DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA

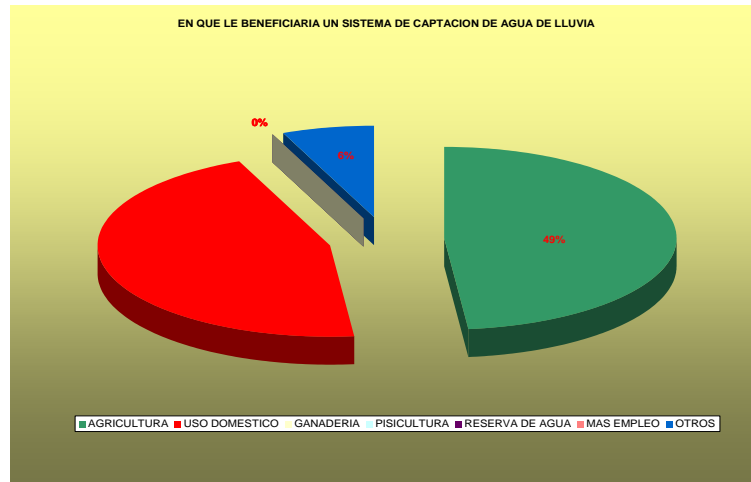


GRAFICO C-5: CULTIVOS MÁS COMUNES EN LA COMUNIDAD

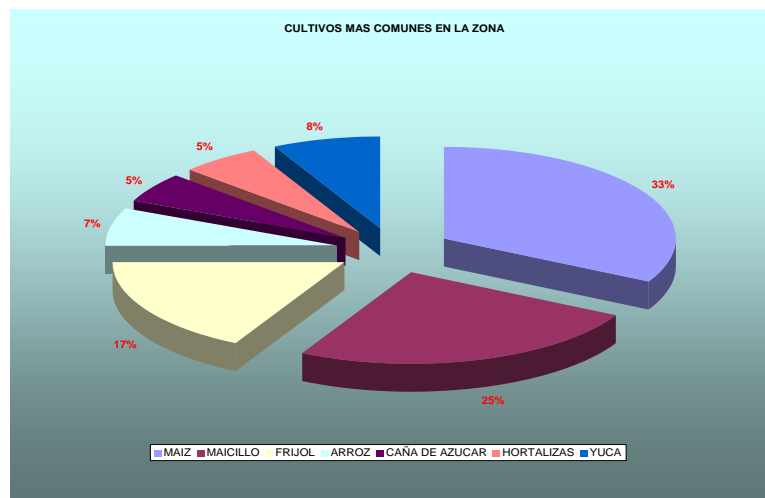


GRAFICO C-6: DIFERENTES TIPOS DE ALMACENAMIENTO EN LA ZONA

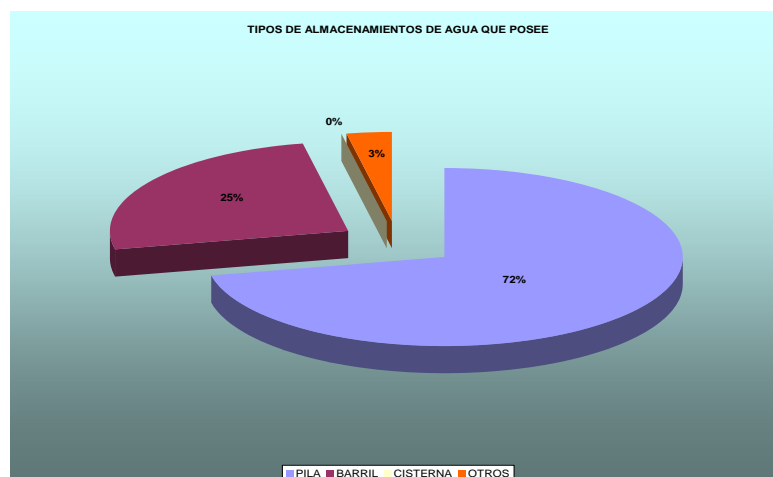


GRAFICO C-7: SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO MÁS CONOCIDOS EN LA ZONA.

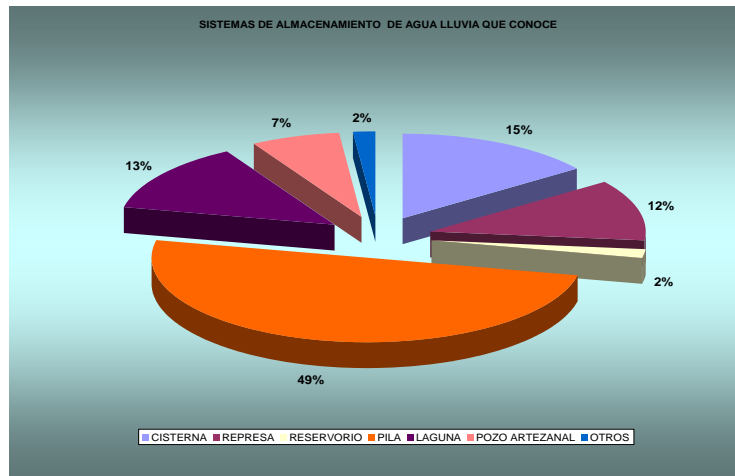


GRAFICO C-8: MEDIOS PARA EVITAR LA CONTAMINACION EN LA FUENTE DE AGUA.

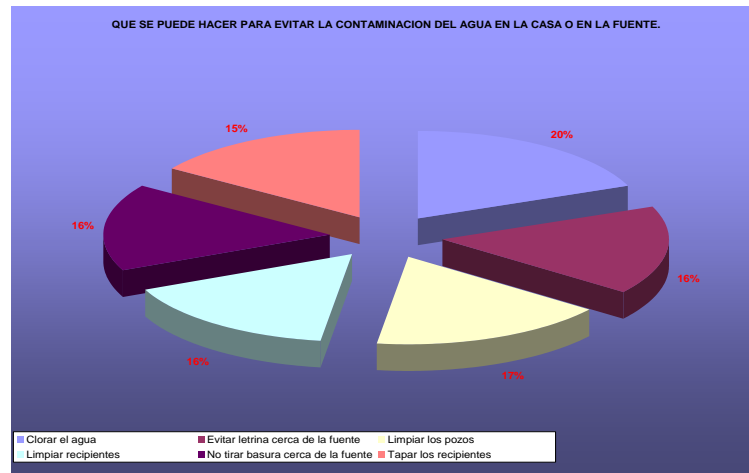


GRAFICO C-9: PERSONALIDADES QUE SEGÚN LA POBLACION DEBEN INTERVENIR EN LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA.

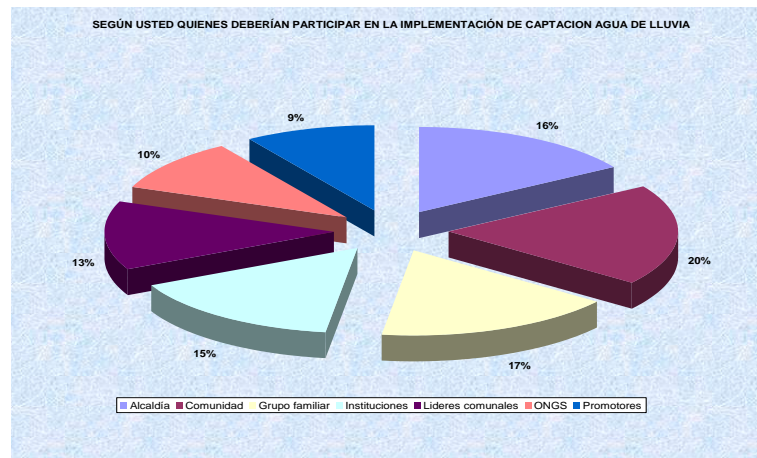


GRAFICO C 10: ORGANISMOS PRESENTES EN LA COMUNIDAD

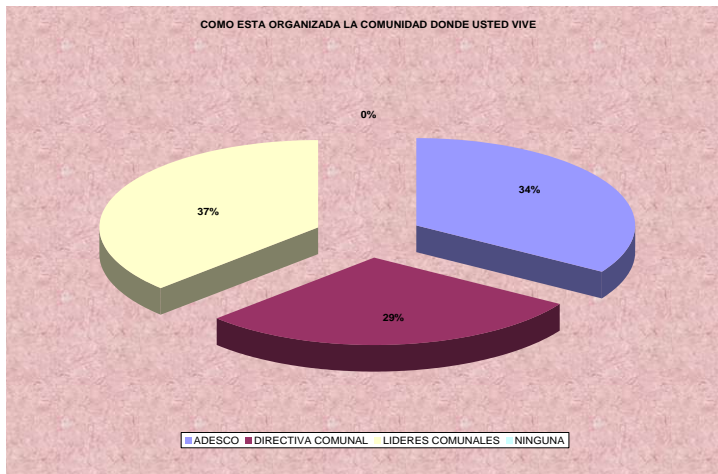


GRAFICO C-11: FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

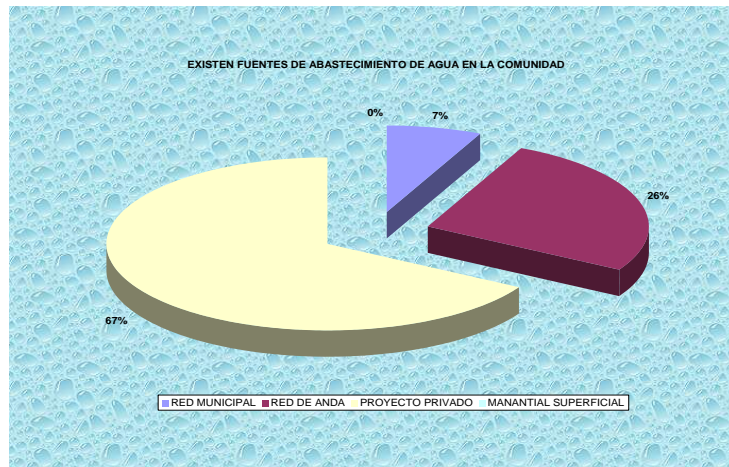


GRAFICO C-12: CANTIDAD UTILIZADA PARA RIEGO EN LA ACTUALIDAD

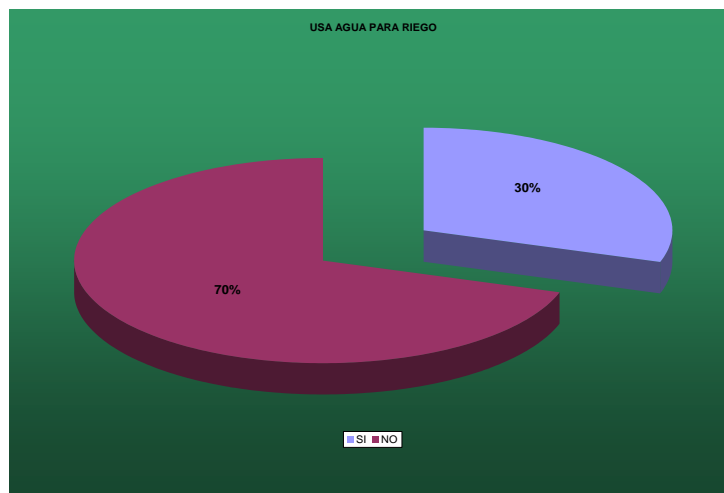


GRAFICO C-13: BENEFICIOS ECONOMICOS QUE TRAERIA A LA ZONA UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA

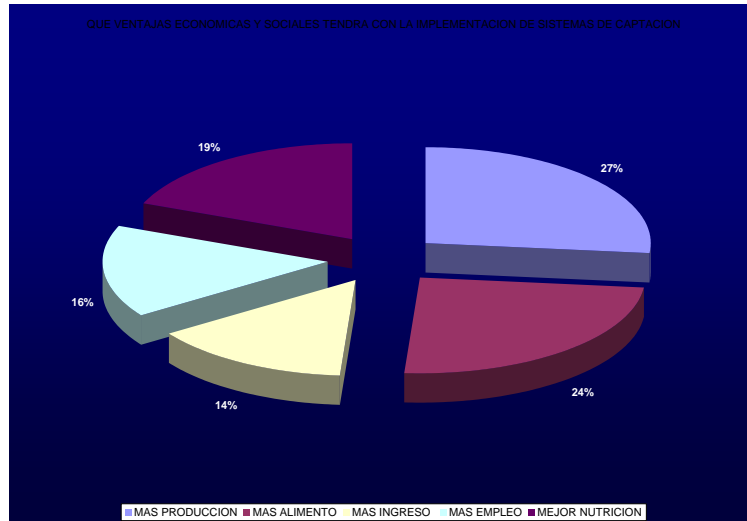


GRAFICO C-14: POBLACION QUE CONSIDERA QUE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA CONTRIBUYE A LA CONSERVACION AMBIENTAL.

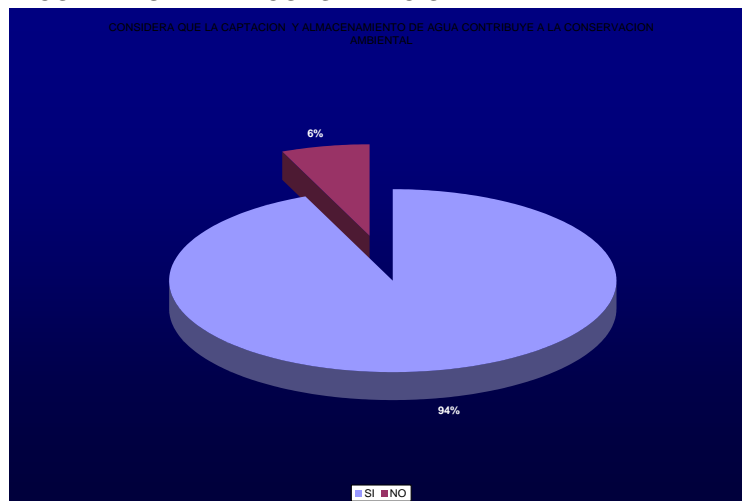
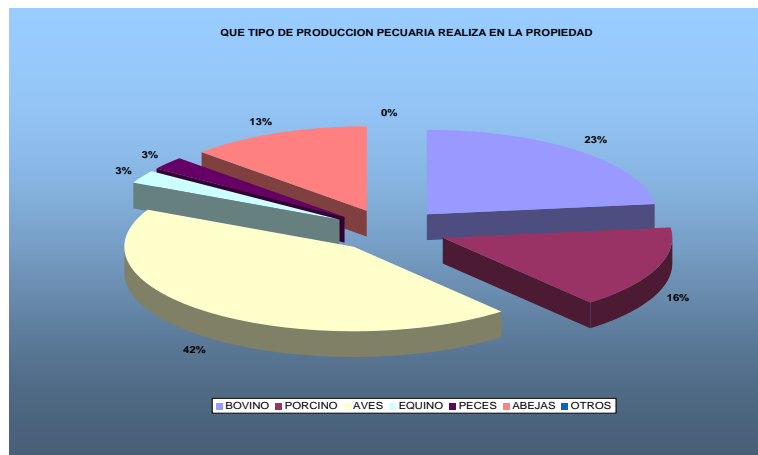


GRAFICO C-15: PRODUCCION PECUARIA QUE REALIZA EN LA PROPIEDAD





**ANEXO D:
ENCUESTA
A
C. ESCOLARES**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Encuesta para Centros Educativos
 Proyecto: Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de agua lluvia

1. Nombre del Centro y dirección: Complejo Educativo Marcelino García Flamenco
 (Hacer esquema al dorso si no hay dirección específica) ¿Es público? Años de Servicio:

2. Distribución de Profesores y alumnos:

Grado o Curso	No. de Profesores	Sexo		No. de Alumnos	Sexo	
		Masculino	Femenino		Masculino	Femenino
Párvulos	1		X	33	13	20
Primero	1	X		38	19	19
Segundo	1		X	45	15	30
Tercero	1	X		37	17	20
Cuarto	1			27	10	17
Quinto	1		X	24	10	14
Sexto	1	X		23	12	11
Septimo	1		X	46	20	26
Octavo	1		X	28	12	16
Noveno	1	X		31	15	16
Primer Año de Bachillerato	1		X	27	10	17
Segundo Año de Bachillerato	1	X		24	11	13
Tercer Año de Bachillerato	1			26	12	14
Director	1					
Totales	14					

3. Área del terreno: 125 m². Área de las Edificaciones: 100 m² ¿Es propietario? MINED

4. Tipo de Construcción: Tipo de letrina: Tipo de cocina: Tipo de piso:

Mixta <input checked="" type="checkbox"/>	Lavar <input type="checkbox"/>	Eléctrica <input checked="" type="checkbox"/>	Cerámica <input type="checkbox"/>
Adobe <input type="checkbox"/>	Rosa <input type="checkbox"/>	Gas <input type="checkbox"/>	Terrazo <input type="checkbox"/>
Behanque <input type="checkbox"/>	Otra <input type="checkbox"/>	Leña Mejorada <input type="checkbox"/>	Cemento <input type="checkbox"/>
Otros <input type="checkbox"/>	No tiene <input type="checkbox"/>	Leña común <input checked="" type="checkbox"/>	Hierro <input checked="" type="checkbox"/>
			Tierra <input type="checkbox"/>

¿Cuánto consume de leña en un día? lbs
 5. ¿Cuánto consume de agua para todos los usos en un día? 2 m³

Fuente de abastecimiento: Red Municipal Manantial Camión Sistema
 Red de ANDA Pozo Otra
 Proyecto Río

¿Tiene agua todo el año? No

¿Cuáles son los meses críticos o difíciles para tener agua suficiente?
 Todo el año Enero Febrero Marzo Abril

¿Estaría dispuesto a pagar más por recibir servicio de agua suficiente, de buena calidad y durante todo el año? Si
 ¿Cuánto más estaría dispuesto a pagar? lo que me autorice el MINED

6. ¿Tiene servicio de Electricidad? Si No

¿Cuánto Paga al mes?

Menos de \$ 1.00	<input type="checkbox"/>	Entre \$ 6.00 y \$ 12.00	<input type="checkbox"/>
Entre \$ 1.00 y \$ 2.00	<input type="checkbox"/>	Entre \$ 12.00 y \$ 17.00	<input type="checkbox"/>
Entre \$ 2.00 y \$ 3.00	<input type="checkbox"/>	Entre \$ 17.00 y \$ 20.00	<input type="checkbox"/>
Entre \$ 3.00 y \$ 4.00	<input type="checkbox"/>	Entre \$ 20.00 y \$ 30.00	<input type="checkbox"/>
Entre \$ 4.00 y \$ 5.00	<input type="checkbox"/>	Entre \$ 30.00 y \$ 50.00	<input type="checkbox"/>
Entre \$ 5.00 y \$ 6.00	<input type="checkbox"/>	Más de \$ 50.00	<input checked="" type="checkbox"/>

8. Recibe ingresos por el servicio que presta Estimación de ingresos mensuales

9. Observaciones:
 (escribir al dorso, por favor)

 *F. P. H. Vasquez*
 Ivier Alexander Veroy
 Director.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE ORIENTE
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Encuesta para Centros Educativos
 Proyecto: Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de agua lluvia

1. Nombre del Centro y dirección: C.E. CANTON EL PROGRESO J/ TOROLA.
 (Hacer esquema al dorso si no hay dirección específica) ¿Es público? SI Años de Servicio: 17 años

2. Distribución de Profesores y alumnos:

Grado o Curso	No. de Profesores	Sexo		No. de Alumnos	Sexo	
		Masculino	Femenino		Masculino	Femenino
Párvulos	1		X	12	8	4
Primero	1		X	7	4	3
Segundo	1	X		8	6	2
Tercero	1	X		14	5	9
Cuarto				13	7	6
Quinto		X		2	4	3
Sexto				8	1	7
Septimo				23	13	10
Octavo				14	7	5
Noveno						
Primer Año de Bachillerato						
Segundo Año de Bachillerato						
Tercer Año de Bachillerato						
Totales	4			106	57	49

3. Área del terreno: 2229.72 m². Área de las Edificaciones: _____ m² ¿Es propietario? MANEJ.

4. Tipo de Construcción: Tipo de letrina: Tipo de cocina: Tipo de piso:

Mida <input type="checkbox"/>	Lavar <input type="checkbox"/>	Eléctrica <input checked="" type="checkbox"/>	Cerámica <input type="checkbox"/>
Adobe <input type="checkbox"/>	Tosa <input type="checkbox"/>	Gas <input type="checkbox"/>	Terrazo <input type="checkbox"/>
Bahareque <input type="checkbox"/>	Otra <input type="checkbox"/>	Leña Mejorada <input type="checkbox"/>	Cemento <input checked="" type="checkbox"/>
Otros <input checked="" type="checkbox"/>	No tiene <input type="checkbox"/>	Leña común <input checked="" type="checkbox"/>	Barro <input type="checkbox"/>
			Tierra <input type="checkbox"/>

¿Cuánto consume de leña en un día? 3 T. Lbs 5 m³

5. ¿Cuánto consume de agua para todos los usos en un día? _____ m³

Fuente de abastecimiento: Red Municipal Manantial Camión Cisterna
 Red de ANDA Pozo Otra
 Proyecto Río

¿Tiene agua todo el año? Si No ¿Cuáles son los meses críticos o difíciles para tener agua suficiente?
 Todo el año Enero Febrero Marzo Abril

¿Estaría dispuesto a pagar más por recibir servicio de agua suficiente, de buena calidad y durante todo el año? E.
 ¿Cuánto más estaría dispuesto a pagar? E.

6. ¿Tiene servicio de Electricidad? Si No ¿Cuánto Paga al mes?

Menos de \$ 1.00 <input type="checkbox"/>	Entre \$ 8.00 y \$ 12.00 <input checked="" type="checkbox"/>
Entre \$ 1.00 y \$ 2.00 <input type="checkbox"/>	Entre \$ 12.00 y \$ 17.00 <input type="checkbox"/>
Entre \$ 2.00 y \$ 3.00 <input type="checkbox"/>	Entre \$ 17.00 y \$ 25.00 <input type="checkbox"/>
Entre \$ 3.00 y \$ 4.00 <input type="checkbox"/>	Entre \$ 25.00 y \$ 35.00 <input type="checkbox"/>
Entre \$ 4.00 y \$ 5.00 <input type="checkbox"/>	Entre \$ 35.00 y \$ 50.00 <input type="checkbox"/>
Entre \$ 5.00 y \$ 8.00 <input type="checkbox"/>	Más de \$ 50.00 <input type="checkbox"/>

8. Recibe ingresos por el servicio que presta SALARIO Estimación de ingresos mensuales _____

9. Observaciones:
 (escribir al dorso, por favor)



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
DIRECCION GENERAL DE ORDENAMIENTO FORESTAL, CUENCAS Y RIEGO
AREA FORESTAL**

REN-MAG-DGFCR/AF/RII-107.08

Soyapango, 08 de mayo de 2008

Señores:

- Ada Patricia Sánchez – Egresada
 - Marlon Iván Campos Martínez – Egresado
 - César Javier Romero Mejía – Egresado
 - Ing. Luis Clayton Martínez – Docente Director
 - Ing. Uvin Edgardo Zuniga – Jefe del Dpto. de Ing. Y Arq.
- Presentes

En atención a nota con fecha 06 de mayo de 2008 y recibida en el Área Forestal el día 08 de mayo del 2008, en la cual solicitan se les proporcionen imágenes satelitales georeferenciadas en formato digital con una resolución correspondiente al departamento de Morazán.

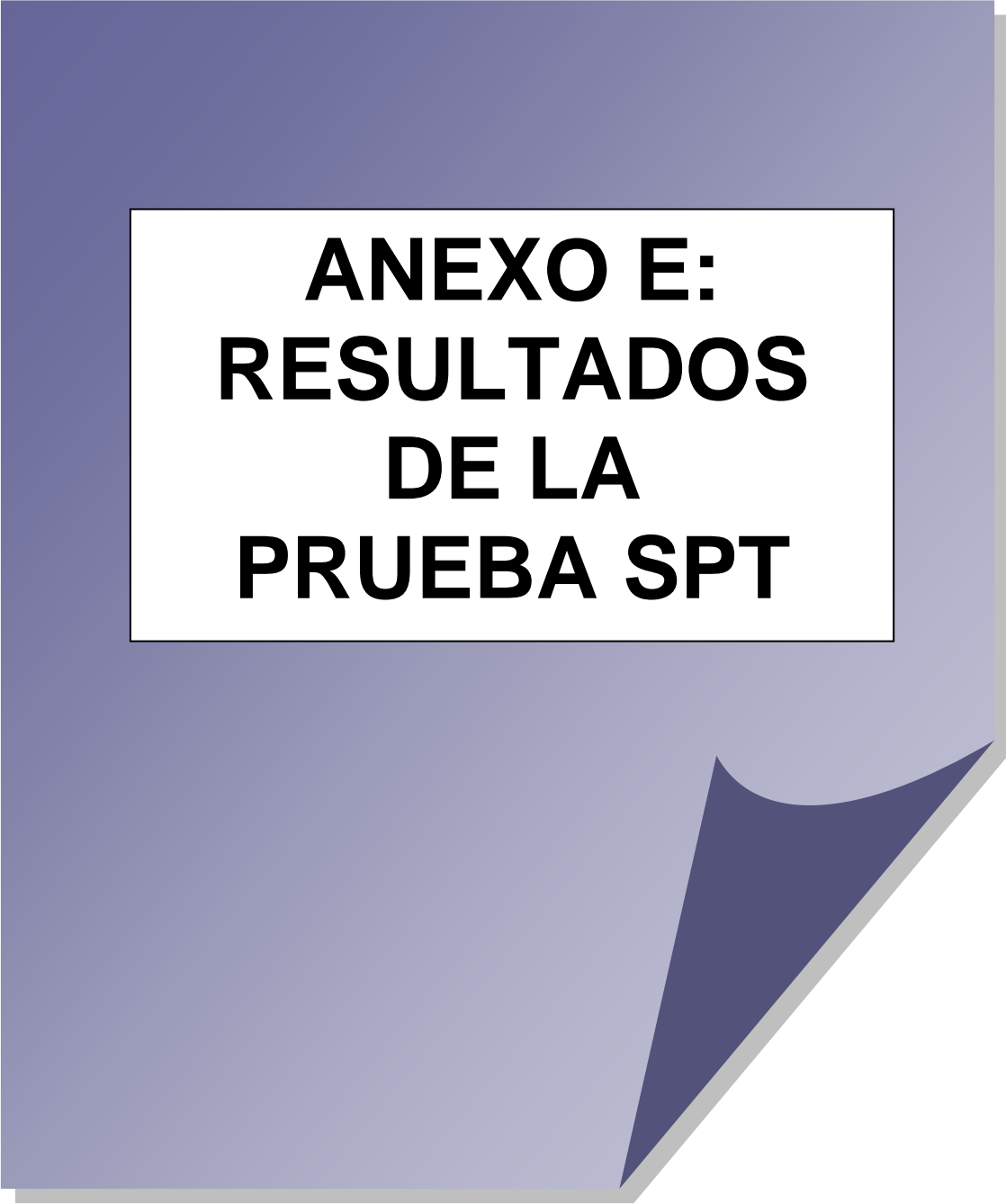
Al respecto, les manifiesto que se les hará entrega de tres imágenes IKONOS (multiespectrales) de resolución de 1 metro y una imagen IRS pancromática de resolución de 5 metros. Dichas imágenes son entregadas a los señores Cesar Javier Romero Mejía y Marlón Iván Campos Martínez.

Esperando haber dado pronta respuesta a lo solicitado, se suscribe.

Atentamente,


Das. Amilcar Antonio Lopez
Coordinador de la Región II





**ANEXO E:
RESULTADOS
DE LA
PRUEBA SPT**



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

1

San Miguel, 29 de Abril de 2008.

At'n: SR. CESAR JAVIER ROMERO

Presente.

Estimado Señor Romero:

Adjunto a la presente remitimos a usted nuestro informe sobre el resultado de la investigación del subsuelo (ES-2008-036) que hemos realizado en el Proyecto **Propuesta de Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de Aguas Lluvias para Riego de Cultivos en Cantón El Progreso, Municipio de Torola, Morazán.**

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes quedando a sus órdenes para cualquier ampliación a los conceptos vertidos en el presente informe.

Muy Atentamente



Ing. Patricia Bares de Rivera
Coordinadora Laboratorio de Suelos y Materiales
UNIVO.



LABORATORIO DE SUELOS Y
MATERIALES
UNIVO

2

***ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS
LLUVIAS PARA RIEGO DE CULTIVOS EN CANTÓN
EL PROGRESO,
MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZÁN***

(ES-2008-036)

ABRIL DE 2008.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

3

CONTENIDO.

1. *INTRODUCCIÓN*
2. *DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LUGAR*
3. *TRABAJO DE CAMPO*
4. *ENSAYOS DE LABORATORIO*
5. *RESULTADOS OBTENIDOS*
 - 5.1 *ESTRATIGRAFÍA*
 - 5.2 *COMPACIDAD O CONSISTENCIA DE SUELOS*
 - 5.3 *CONTENIDO DE HUMEDAD*
6. *ANÁLISIS DE RESULTADOS*
7. *CONCLUSIONES*
8. *RECOMENDACIONES*
9. *ANEXOS*



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

4

INTRODUCCIÓN.

*Por este medio presentamos los resultados de la investigación del sub-suelo realizada en el terreno destinado al Proyecto **Propuesta de Diseño de un Sistema de Captación y Almacenamiento de Aguas Lluvias para Riego de Cultivos en Cantón El Progreso, Municipio de Torola, Morazán.***

El propósito de la investigación exploratoria es determinar las condiciones del sub-suelo y las características físicas y mecánicas de los estratos detectados, definir el valor de N.

Para tal fin se realizaron 2 sondeos exploratorios, con una profundidad máxima perforada de 2.50 metros, con equipo de penetración estándar.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

5

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL LUGAR.

Los sondeos se realizaron en una zona con abundante vegetación montosa, y algunos árboles, a una distancia aproximada de 700 mt de acceso vehicular.

TRABAJO DE CAMPO.

Se realizaron 2 sondeos exploratorios con equipo de Penetración Estándar, con el objeto de obtener muestras representativas y continuas para su identificación, determinar su contenido de humedad y la resistencia presentada por el suelo a la penetración de una cuchara partida de 1 ½" (38.1 mm) de diámetro externo, hincada con un martillo de 140 lbs (63.5 Kg.) que se deja caer desde una altura de 30" (76 cm.) contándose los golpes necesarios para penetrar un pie (30.5 cm.), según se establece en la norma ASTM D-1586-84 "Prueba de Penetración Estándar y Muestreo de Suelos con Cuchara Partida".



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

6

2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las muestras obtenidas se trasladaron al laboratorio, efectuándose ensayos de acuerdo a los procedimientos establecidos en las normas ASTM:

D-2487-83 *Clasificación de suelos para propósitos de Ingeniería.*

D-2488-84 *Descripción e Identificación de Suelos. Procedimiento visual-manual*

D-2216-80 *Determinación del contenido de humedad en el laboratorio.*

3. RESULTADOS OBTENIDOS.

De acuerdo a la información proporcionada por las muestras obtenidas durante la exploración del sub-suelo, de los datos del análisis de las mismas y la información de la inspección de campo realizada durante el proceso de sondeo, se han podido observar los siguientes aspectos importantes:

3.1 ESTRATIGRAFÍA.

El suelo del lugar está compuesto básicamente por:

ARENA ARCILLOSA (SC), *Color café oscuro, con presencia de orgánico.*

ARENA LIMOSA (SM), *Color color café claro, algunas muestras presentan contaminación con material orgánico.*

ARENA CON GRAVA (SP), *Color gris, arenas mal graduadas.*



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

7

3.2 COMPACIDAD O CONSISTENCIA DEL SUELO.

En base al número de golpes de la prueba de Penetración Estándar la consistencia o Compacidad de los suelos puede clasificarse como:

SUELOS COHESIVOS		SUELOS FRICCIONANTES	
CONSISTENCIA	N	COMPACIDAD	N
Muy blanda	0 - 1	Muy suelto	0 - 4
Blanda	2 - 4	Suelto	5 - 10
Media	4 - 8	Semi-suelto	11 - 20
Firme	9 - 15	Semi-compacto	21 - 30
Dura	16 - 30	Compacto	31 - 50
Muy Dura	Más de 30	Muy compacto	Más de 50

5.3 CONTENIDO DE HUMEDAD

Los contenidos naturales de humedad del subsuelo, en la zona estudiada, oscilan entre 22.64% y 29.33%, detectándose los valores, según se detalla a continuación:



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

8

Tabla de contenidos de Humedad del Suelo explorado.

SONDEO No.	W mínima (%)	W máxima (%)	W promedio (%)
1	22.64%	29.33%	25.99%
2	24.18%	28.43%	26.31%

6.0 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos en campo y en las pruebas de laboratorio:

6.1 En el primer sondeo se encontró Compacidad semi compacta a 1.0 mt de perforación. En el segundo sondeo se encontró Compacidad Compacta a 1.50 mt de perforación.

6.2 La resistencia del suelo a la penetración de la cuchara muestrera estándar varió de 3 a 56 golpes, teniendo valores de N que variaron desde 6 hasta 110.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

9

6.3 CAPACIDAD DE CARGA: Considerando cimentaciones de 1.00 mt de ancho, la capacidad de carga admisible del suelo en kg/cm^2 , para los sondeos, de acuerdo a la profundidad sería:

**TABLA DE CAPACIDADES DE CARGA A CADA METRO DE PROFUNDIDAD
EN kg/cm^2**

SONDEO No.	Profundidad en metros		
	1.0	2.0	3.0
SONDEO #1	2.1	1.4	—
SONDEO # 2	1.2	9.4	—

7.0 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el campo y en las pruebas de laboratorio que se practicaron en las muestras obtenidas, y de la inspección realizada en el campo, durante el proceso de sondeo podemos concluir:

7.1 SUELO ORGANICO.

Algunas muestras extraídas presentan contaminación con suelos orgánicos.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

10

7.2 *CONTENIDO DE HUMEDAD*

Los contenidos de humedad establecidos en las muestras recuperadas pueden considerarse como normales.

8.0 **RECOMENDACIONES.**

Tomando en consideración los resultados obtenidos y conclusiones anteriores recomendamos:

- 8.1 *De acuerdo a las capacidades de carga encontradas, y de acuerdo a los valores de N encontrados se recomienda: Para el primer sondeo restituir material desde 1.0 mt de profundidad con una arena limosa o tierra blanca. Para el segundo sondeo restituir desde 1.50 mt de profundidad.*
- 8.2 *Los últimos 0.30 mt deberán recompactarse con suelo-cemento en proporción 20:1.*
- 8.3 *A todas las capas de compactación deberá realizarse la prueba de densidad, por el método del cono de arena. Dicho material compactado deberá tener un 90% del Proctor T-99.*
- 8.4 *Se sugiere mantener inspecciones por parte de un Laboratorio de Suelos especialmente en los trabajos de compactación y control de colados, las cuales deberán ser hechas por un inspector de suelos.*



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

11

Sin otro particular nos suscribimos de usted quedando a sus órdenes para cualquier ampliación a los conceptos vertidos en el presente informe.

Atentamente



*Ing. Patricia Bares de Rivera
Coordinadora de Laboratorio de Suelos
y Materiales UNIVO*



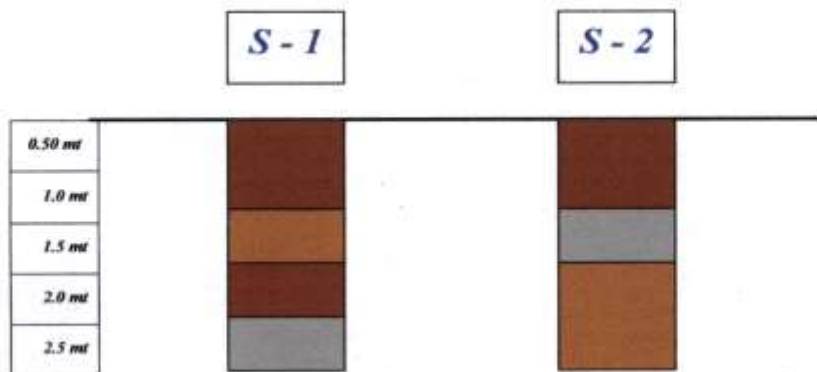
LABORATORIO DE SUELOS Y
MATERIALES
UNIVO

12




ANEXOS



Perfiles Estratigráficos



SIMBOLOGÍA

-  ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
-  ARENA LIMOSA CONTAMINADA CON ORGANICO.
-  ARENA MAL GRADUADA, MEZCLADA CON GRAVA.



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

14

REGISTRO DE EXPLORACION SUB-SUPERFICIAL

PROYECTO: *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA RIEGO DE CULTIVOS EN CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZAN.*

FECHA INICIAL: SABADO 26 DE ABRIL DE 2008.

SONDEO No. 1

HERRAMIENTA AVANCE: Penetración Normal CUADRILLA: Salamanca, De la O, Martínez.

HERRAMIENTA DE MUESTREO: Cuchara Partida

PESO MARTILLO: 140 Lbs.

Prof. en mts	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN VISUAL
	20	15	15	"N"		
0.50	3	4	5	9	27.48%	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
1.00	8	10	12	22	22.64%	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
1.50	15	14	12	26	29.33%	ARENA LIMOSA CON ORGANICO
2.00	9	7	8	15	25.71%	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
2.50	18	35	56	91	26.56%	ARENA CON FRAGMENTOS DE GRAVA
3.00						
3.50						
4.00						
4.50						
5.00						
5.50						
6.00						
6.50						



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

15

REGISTRO DE EXPLORACION SUB-SUPERFICIAL

PROYECTO: *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA RIEGO DE CULTIVOS EN CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZAN.*

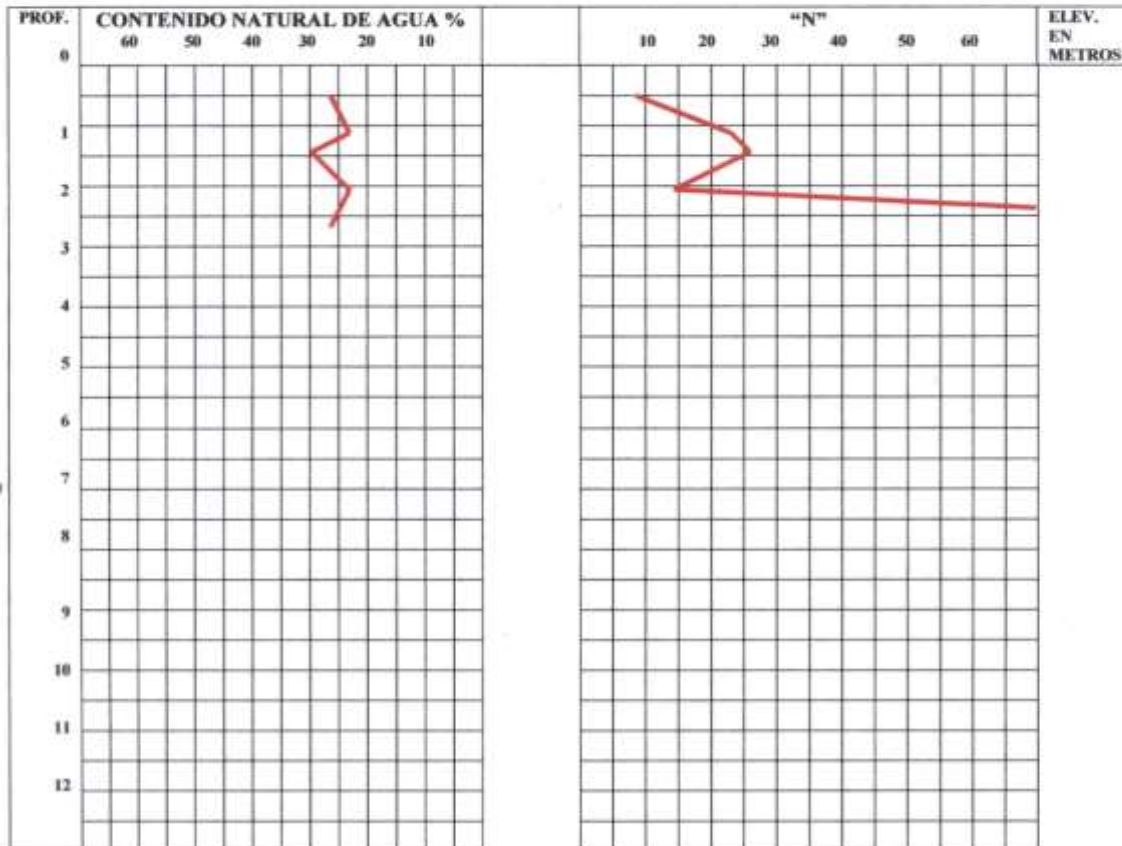
FECHA INICIAL: SABADO 26 DE ABRIL DE 2008.

SONDEO No. 1

HERRAMIENTA AVANCE: Penetración Normal CUADRILLA: Salamanca, De la O, Martínez.

HERRAMIENTA DE MUESTREO: Cuchara Partida

PESO MARTILLO: 140 Lbs.





LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

16

REGISTRO DE EXPLORACION SUB-SUPERFICIAL

PROYECTO: **PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA RIEGO DE CULTIVOS EN CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZAN.**

FECHA INICIAL: **SABADO 26 DE ABRIL DE 2008.**

SONDEO No. 2

HERRAMIENTA AVANCE: **Penetración Normal** CUADRILLA: **Salamanca, De la O, Martínez.**

HERRAMIENTA DE MUESTREO: **Cuchara Partida**

PESO MARTILLO: 140 Lbs.

Prof. en mts	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN VISUAL
	20	15	15	"N"		
0.50	4	3	3	6	28.43%	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
1.00	5	6	7	13	26.14%	ARENA ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO
1.50	41	24	21	45	27.63%	ARENA CON FRAGMENTOS DE GRAVA
2.00	28	44	52	96	24.18%	ARENA LIMOSA CON ORGANICO
2.50	51	54	56	110	25.59%	ARENA LIMOSA CON ORGANICO
3.00						
3.50						
4.00						
4.50						
5.00						
5.50						
6.00						
6.50						



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES UNIVO

17

REGISTRO DE EXPLORACION SUB-SUPERFICIAL

PROYECTO: *PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS PARA RIEGO DE CULTIVOS EN CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, MORAZAN.*

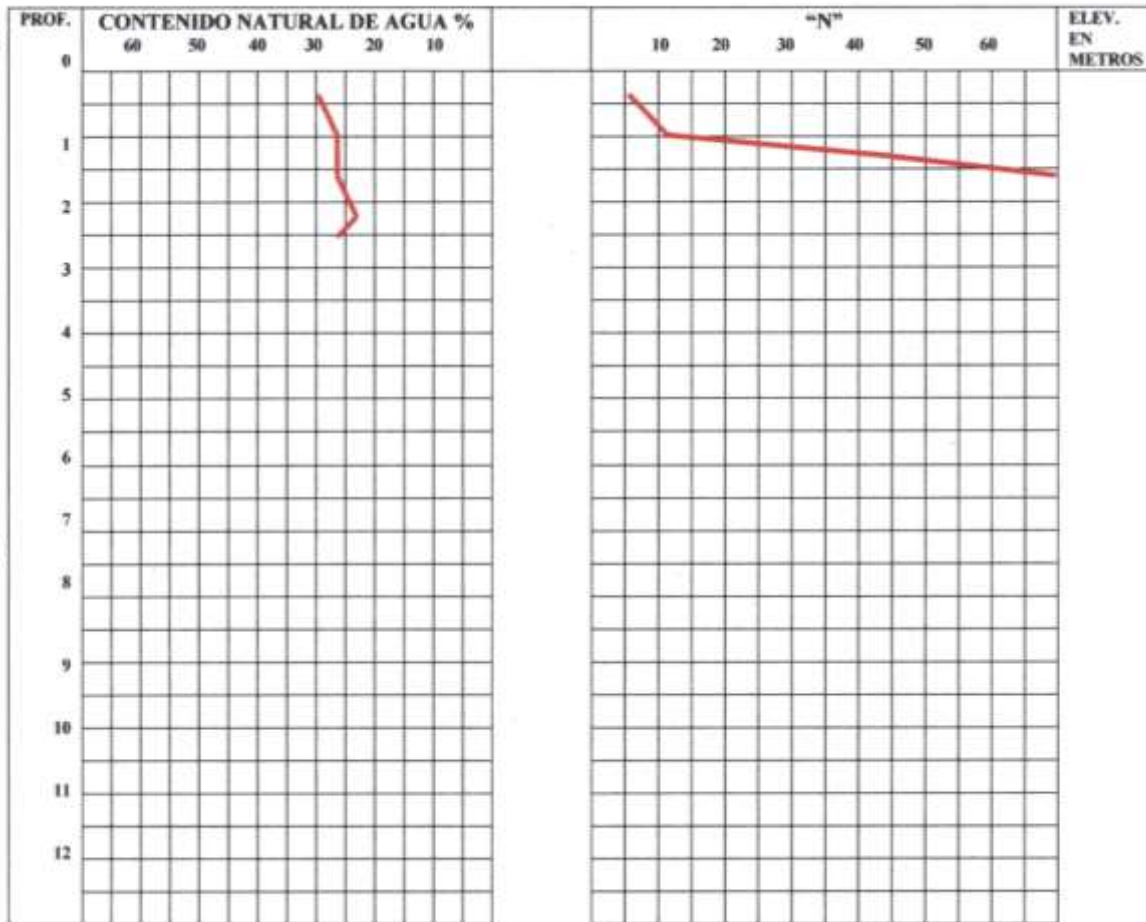
FECHA INICIAL: SABADO 26 DE ABRIL DE 2008.

SONDEO No. 2

HERRAMIENTA AVANCE: Penetración Normal CUADRILLA: Salamanca, De la O, Martínez.

HERRAMIENTA DE MUESTREO: Cuchara Partida

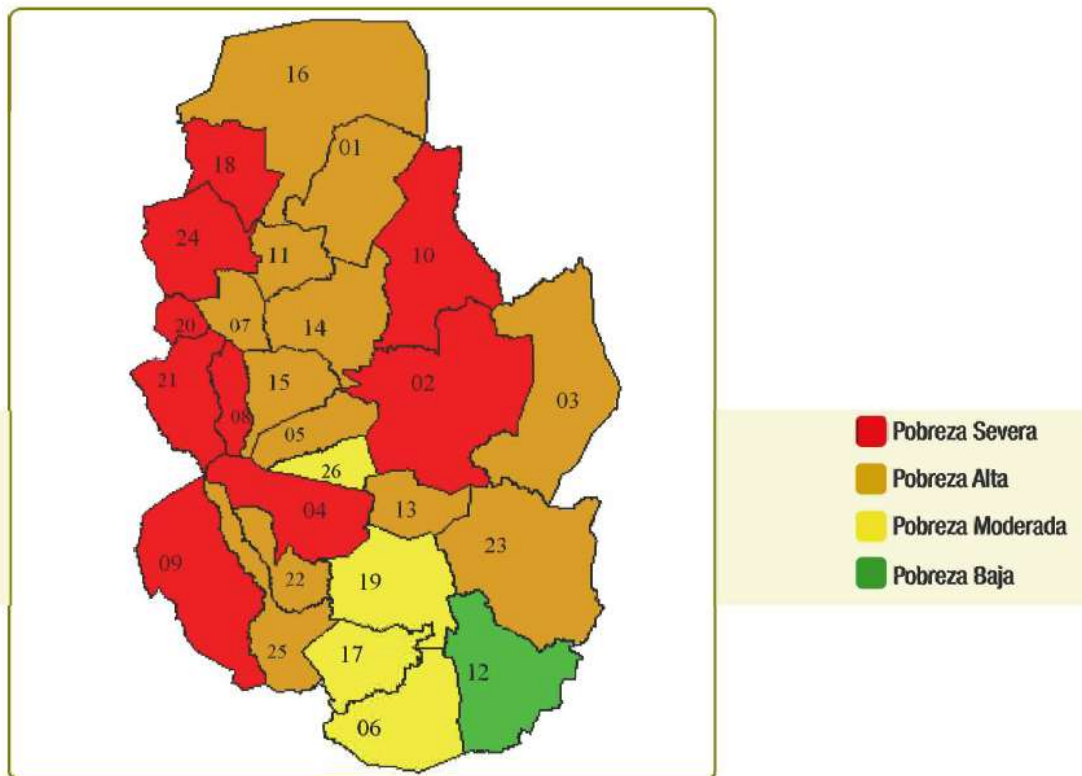
PESO MARTILLO: 140 Lbs.





ANEXO F:

ANEXO F-2: MAPA DE POBREZA DEL DEPARTAMENTO DE MORAZAN



Código	Municipio	Tasa de pobreza total	Cluster de pobreza total	Código	Municipio	Tasa de pobreza total	Cluster de pobreza total
01	Arambala	58,30	Alta	14	Meanguera	58,10	Alta
02	Cacaopera	68,50	Severa	15	Osicala	57,20	Alta
03	Corinto	65,10	Alta	16	Perquín	54,10	Alta
04	Chilanga	65,50	Severa	17	San Carlos	46,10	Moderada
05	Delicias de Concepción	59,80	Alta	18	San Fernando	66,70	Severa
06	El Divisadero	47,60	Moderada	19	San Francisco Gotera	42,10	Moderada
07	El Rosario	63,30	Alta	20	San Isidro	73,70	Severa
08	Gualococti	80,30	Severa	21	San Simón	70,10	Severa
09	Guatajiagua	78,20	Severa	22	Sensembra	63,70	Alta
10	Joateca	74,00	Severa	23	Sociedad	52,70	Alta
11	Jocoaitique	60,20	Alta	24	Torola	88,50	Severa
12	Jocoro	30,40	Baja	25	Yamabal	63,50	Alta
13	Lolotiquillo	63,20	Alta	26	Yoloaiquín	46,70	Moderada

ANEXO G: GLOSARIO

Azolve.

Acumulación de material sólido y sedimentos en las presas, pozos, cajas de captación, etc., los cuales obstruyen el componente.

Abiótico

Sin vida. Azoico

Abonos

Sustancias orgánicas que se agregan al suelo de cultivo para mejorar su productividad agrícola..

Absorción

Proceso mediante el cual una sustancia es incorporada e incluida en otra, tal como le ocurre al agua en el suelo, o bien a los gases, el agua, los elementos nutrientes, etc., cuando son incorporados por las plantas. Capacidad que tienen ciertos elementos o compuestos a mantener otros elementos o sustancias, para realizar procesos físicos, químicos y biológicos, propios de la naturaleza. El suelo es capaz de absorber agua y nutrientes; las plantas son capaces de absorber dióxido de carbono.

Acarreo

Material de cualquier clase transportado y depositado en otro lugar por virtud de la acción de procesos de orden geomorfológico.

Aclareo (Clareo)

Remoción de árboles inmaduros para obtener mejores condiciones de crecimiento y producción de madera para los que queden en pie.

Aclimatación

Adaptación de los organismos a un clima o ambiente diferente.

Actividad tectónica

La formación de la corteza de la Tierra por movimientos a gran escala de masas de tierra a lo largo de la historia geológica

Acueducto

Canal artificial a tubería por donde se conduce el agua.

Acuíferos

Formaciones de rocas que permiten que el agua pase a través de ellas, en condiciones normales, y son capaces de suministrarla por gravedad o por bombeo. Un acuífero está constituido por materiales que presentan una permeabilidad alta, por lo que generalmente son materiales granulares enterrados o aflorando en la superficie. Cuando son enterrados pueden ser capas de sedimentos o de materiales piroclásticos, entre cuyos espacios vacíos fluye el agua por acción de la gravedad..

Adaptación

Capacidad de un organismo para ajustarse fisiológicamente a determinado ambiente.

Afluentes

Cursos secundarios de aguas superficiales que desembocan en una corriente de agua principal.

Agua de Gravedad

Agua que fluye libremente, ya sea entre los huecos del suelo o en la superficie del terreno, por influencia de la gravedad.

Agua de infiltración

Agua proveniente de las lluvias y que se filtra verticalmente en el suelo en virtud de la permeabilidad de éste.

Agua Metamórfica

Agua que interviene en las reacciones químicas de transformación de las rocas metamórficas.

Aguas arriba

Es la dirección contraria al curso de las aguas de un río, por oposición aguas abajo es la dirección del curso de las aguas. Impermeables. Parte del agua que se ha depositado es una depresión (olla o cubeta) y está situada bajo un estrato impermeable; estas aguas ascienden por la diferencia de presión que existe entre el punto de entrada y el de descarga. Son aguas que se extraen de pozos artesianos.

Aguas de escurrimiento

Son las aguas que corren por la superficie de los terrenos y por los cauces de los cursos fluviales, desde las partes altas de la divisoria de aguas hasta la desembocadura, como resultado de deshielos, radiación sobre nevadas y de tormentas.

Aguas meteóricas

Las que, procedentes de la atmósfera, llegan a la superficie de la Tierra en forma de vapor, lluvias y nevadas.

Aluvión

Arena, arcilla, rocas y otros sedimentos depositados en la tierra por las corrientes. Los aluviones antiguos constituyen los grandes valles y terrazas; los aluviones recientes forman el lecho de los ríos.

Aljibe: Dispositivo destinado a guardar agua procedente de la lluvia.

Arbusto

Planta leñosa perenne, de poca altura y con varios tallos

Arcilla

Roca sedimentaria constituida principalmente por silicatos hidratados de aluminio que con frecuencia contienen partículas diminutas de otros minerales. Es plástica y al mezclarse con el agua forma una pasta moldeable.

Arena

Formación rocosa de estructura floja y finamente fragmentada debido a la acumulación no consolidada de sedimentos detríticos, consistentes en granos suelos redondos o puntiagudos de diferentes minerales (cuarzo, feldespato, etc.), la magnitud de los granos oscila entre y 0.02 y 2.0 mm. Por su procedencia, las arenas representan productos de destrucción, acarreo y sedimentación de rocas preexistentes.

Arena secas

Depósitos de arena, con baja capacidad de retención de agua, en los cuales no se han desarrollado claramente las características del suelo desde su deposición.

Areniscas

Roca sedimentaria detrítica, formada por la consolidación de arenas de origen distinto por un cemento silíceo, calcáreo o ferruginoso. Si el cemento está muy consolidado por acciones de metamorfismo se constituyen las llamadas cuarcitas, en las que los granos de cuarzo pierden sus contornos primitivos.

Arenosol

Suelos de textura gruesa y de baja capacidad para tener nutrientes. Excesivamente lavados, de uso exclusivamente para pastos y de muy baja capacidad de producción agrícola.

Aridez

Sequedad del suelo por falta de precipitaciones.

Arroyos

Torrentes de cursos mansos que han cesado de excavar; es decir, que en cierto modo han alcanzado su perfil de equilibrio.

Agricultura de secano

Es aquella en la que no se hace aportación de agua por parte del hombre, utilizando únicamente la que proviene de la lluvia. Las aceitunas provenientes de los olivos de secano tiene mayor rendimiento que las de regadío. Ya que la aceituna no tiene tanta cantidad de agua y, por lo tanto, mas porcentaje de aceite.

Avenamiento: Extracción del exceso de agua superficial o exceso de agua en el interior del suelo, por medio de drenes superficiales o subterráneos. Procedimiento para eliminar del suelo el agua de precolación y que lo satura.

Avenida: Creciente impetuosa de un río o arroyo formado con los escurrimientos superficiales de las aguas de lluvia recogidas en sus cuencas.

Basalto

Roca volcánica que es de color oscuro y normalmente fluida en estado líquido.

Biodegradación

Descomposición de materia orgánica o sintética por la acción de microorganismos existentes en el suelo o en el agua.

Bosque de coníferas

Comunidades vegetales arbóreas constituidas por los diferentes géneros del orden Coniferales, de los cuales Pinus y Avicennia son los de mayor importancia.

Canícula

Período del año en que es más fuerte el calor

Periodo de tiempo que no llueve en invierno como un mínimo 15 días

Captación de aguas superficiales.

Componente del sistema de abastecimiento de agua de fuente superficial destinado a la captación del agua necesaria para el abastecimiento de la población.

Otros términos utilizados: captación de quebrada, obras de toma.

Cárcavas.

Zanjas provocadas por la erosión debido al escurrimiento de agua no permanente, como en el caso de lluvias en pendientes pronunciadas. Se caracterizan por la remoción de grandes cantidades de terreno e incremento de la erosión.

Otros términos utilizados: barrancos, zanjas, hoyas, zanjones, zanjas, huaycos.

Caliza

Roca sedimentaria compuesta por carbonato cálcico que se forma en el agua marina a partir de los esqueletos de invertebrados que son los que proporcionan la base principal de los sedimentos.

Capa permeable

Se llama así a la roca que contiene agua y la deja circular a su través, ya como las areniscas, por sus porosidad mediante verdadera filtración; ya como las calizas, por las oquedades que abundan en su masa, algunas de gran tamaño.

Características químicas del suelo

Las más importantes son: acidez, contenido de carbonato de cal, riqueza e fertilidad, concentración de sales solubles, etc.

Caudal Ambiental.

Cantidad mínima de agua en la época de estiaje que debe correr por un cauce y que es capaz de permitir el desarrollo de comunidades de seres vivos y el desplazamiento libre de los organismos acuáticos.

Caudal

Cantidad de agua que mana o corre; se aplica al volumen de agua de los manantiales o ríos que pasa por unidad de tiempo.

Cementación

Condición que ocurre cuando los granos o agregados del suelo se adhieren firmemente y se mantienen juntos por medio de algún material que actúa como agente cementante.

Ceniza volcánica

Material sólido y polvoriento lanzado por los volcanes durante una erupción explosiva, caracterizada por la acumulación de gases y compuestos ácidos, en las cámaras magmáticas.

Clástica

Nombre que se da a las rocas sedimentarias compuestas de fragmentos provenientes de la disgregación, producida por la erosión mecánica de las rocas preexistentes.

Clima del suelo

Condiciones de humedad y temperatura existentes dentro del suelo.

Cobertura vegetal

Conjunto de plantas que cubren el suelo. Se habla igualmente de tapiz vegetal.

Coefficiente de permeabilidad

Velocidad, comúnmente expresada en centímetros por hora, de penetración o desplazamiento del agua lluvia o del agua de irrigación, en el suelo.

Cohesión

Medida de la aglomeración de los suelos arcillosos, que participa en la resistencia mecánica al corte.

Condensación

El proceso por el cual una sustancia cambia de la fase de vapor a la fase líquida o a la sólida, lo contrario a la evaporación.

Conducción

La transmisión de calor por contacto directo a través de una sustancia material; se diferencia de la convección, la advección y la radiación.

Conservación del suelo

Uso eficiente y adecuado de un suelo necesario para su óptima productividad, de conformidad con sus recursos de fertilidad potencial, agua, unidades de cultivo, bosques, etc. Las prácticas de conservación de suelos buscan reducir los procesos de degradación cuando se utiliza la tierra con fines agrícolas. Entre las más utilizadas están las barreras vivas, barreras muertas, acequias de laderas y cortinas rompevientos. Con ellas se busca manejar las corrientes de aguas y aire, sobre extensiones específicas, de modo que se reduzcan los efectos destructivos sobre el suelo y mantener un nivel de nutrientes necesarios para la producción.

Contaminación

Presencia en el medio ambiente de uno o más contaminantes, o cualquier combinación de ellos, que perjudiquen o molesten la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y la fauna, o degraden la calidad del aire, del agua, de la tierra, de los bienes, de los recursos de un país o de los particulares. La contaminación resultante de las actividades humanas genera desequilibrios importantes que de no detenerse puede causar la extinción de ciertas especies y de ciclos vitales en áreas específicas de la superficie terrestre.

Contaminante

Toda materia o sustancia, o sus combinaciones o compuestos, o derivados químicos y biológicos, tales como humus, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos, desperdicios y cualesquiera otros, que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, pueden alterar o modificar sus características naturales o las del ambiente; así

como toda forma de energía, como calor, radioactividad, ruidos, que al operar sobre, o en el aire, agua o tierra, altera su estado normal, provocando desequilibrios importantes.

Contaminación de las aguas

Contaminación de las aguas corrientes por una proporción cada vez mayor de aguas residuales procedentes de la industria y los hogares.

Corrosión

Deterioro o destrucción gradual por oxidación de una sustancia o material. Generalmente la corrosión actúa sobre materiales que contienen hierro o sus compuestos

Costra

Capa de suelo delgado, quebradizo y duro, que se forma en la superficie de muchos suelos cuando se secan

Convección

Un flujo vertical y circular de un medio fluido debido al calentamiento de la parte inferior del mismo. Cuando un material se calienta, se vuelve menos denso y se eleva, mientras que el material más frío y más pesado se hunde, creando una corriente que no cesa hasta que no desaparece la fuente de calor.

Degradación

Reducción de la capacidad productiva de los suelos como resultado de cualquier mecanismo físico o químico. Entre los procesos de reducción que afectan a los suelos pueden mencionarse la erosión, deslizamientos, derrumbes e intemperización.

Desnudación

A veces se utilizan como sinónimo de erosión; en sentido más restringido sería el arranque y acarreo de tierra firme realizado por cualquier tipo de agente móvil, lo que ocurre cuando existe suficiente diferencia de nivel entre dos superficies y no hay cobertura vegetal.

Derrumbe

Desprendimiento de tierras, rocas o ambas, desde lo alto de las pendientes escarpadas y cuyo movimiento puede ser rápido, moderado o lento, según los casos. De ordinario, el agua y las vibraciones, producen los desprendimientos, debido al aflojamiento de las tierras y a la generación de planos de fallas. Otras veces los producen las raíces de los árboles.

Descontaminación

Eliminación de las impurezas, por cualquier método efectivo, perjudiciales al desarrollo humano, existentes en el aire, agua y suelo.

Deshidratación

Extracción de la humedad, pérdida de agua

Desintegración

Descomposición de una roca en sus minerales constitutivos consecuencia de los cambios de temperatura, absorción de agua, etc.

Desertificación

Degradación de las tierras secas provocada por diversos factores, como las variaciones climáticas y la actividad del hombre.

Deslizamiento

Movimiento hacia abajo de una masa de suelo en condiciones de humedad o saturación; pequeño pedazo de tierra que al deslizarse produce un micro relieve en los suelos.

Deslizamiento de ladera

Movimiento rápido pendiente abajo de materiales de la Tierra, generalmente activado por un terremoto.

Dragado

Cualquier forma de excavación bajo el agua o limpieza del fondo de puertos, canales, arroyos, etc., se suele realizar en periodo de aguas bajas o durante la época seca.

Desaguadero

Canal de desagüe.

Estrés Hídrico

Cuando la demanda de agua es más importante que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. El estrés hídrico provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobreexplotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación de la materia orgánica, intrusión salina, etc.).

Edafización

Proceso climático mediante el cual los materiales del suelo sufren alteraciones de color, textura y composición.

Efecto invernadero

El efecto de calentamiento del planeta que produce la atmósfera cuando es mayor la energía a la entrada de la radiación solar que a la salida de la radiación de onda larga (infrarroja).

Embalse

Lago artificial formado por la retención de la corriente de uno o varios cursos fluviales, haciendo uso de infraestructura, como diques y represas.

Energía cinética

La energía que posee un cuerpo en movimiento como consecuencia de éste.

Erosión

Pérdida progresiva del suelo que se produce en los terrenos por la acción físico-química del agua, del viento y de agentes biológicos.

Erosión eólica

Erosión provocada por el viento.

Erosión fluvial

Trabajo de las aguas corrientes en la superficie de la corteza terrestre. Es llamada también erosión normal por los geomorfólogos.

La erosión fluvial es de gran importancia, pues por su estudio se pueden obtener valiosas conclusiones de orden morfológico.

Erosión hídrica

Erosión producida por efecto del agua. Este tipo de erosión la producen dos fenómenos: uno físico y otro químico; es decir, el acarreo y la disolución del suelo por medio del agua. Tiene su origen en los escurrimientos superficiales de las aguas o en una prolongada filtración hacia las capas profundas de los terrenos.

Escorrentía

Parte de la precipitación caída en la tierra que corre sobre el terreno y la acción misma de que corra. El agua total que recibe el terreno se divide en tres fracciones: la que se infiltra en el suelo, la que se evapora y la que es recogida por cursos fluviales.

Extrusiva

Roca volcánica ígnea que es la lanzada sobre la superficie de la Tierra desde un centro o una línea o una región, de erupción.

Evaporación

Paso de moléculas de agua de la fase líquida a la fase gaseosa. Transformación de un líquido en gas. Cuando la energía molecular de un líquido crece en virtud de la temperatura de la masa de la cual es parte.

Evapotranspiración

La suma del agua transpirada por la vegetación y la pérdida por evaporación, en un área determinada, durante cierto lapso. Pérdida de agua de un suelo por evaporación y por transpiración de las plantas.

Estiaje.

Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río, estero, laguna, etc., por causa de la sequía.

Falla

La rotura de las rocas causada por los movimientos tectónicos o procesos geomorfológicos.

Flujo ambiental

Cantidades de líquidos y gases, que permiten la existencia de las comunidades de seres vivos, sin crear condiciones de desequilibrio del ecosistema que las obliguen a su desaparición

Gaviones.

Muros flexibles compuestos por mallas de alambre de acero rellenas de piedras. Se colocan a pie de obra desarmados y, una vez en su sitio, se rellenan con piedras del lugar. Son muy recomendados para obras de protección de riveras de cauces afectados por socavación lateral de ríos y quebradas.

Hábitat

Condiciones naturales que rodean a una especie vegetal o animal y el lugar mismo en que dicha especie vive dentro de un biotopo.

Hidratación

Penetración de agua en las rocas, facilitada por la permeabilidad o por la existencia de fisuras en las mismas. La hidratación provoca en las rocas un aumento de volumen: las aguas que circulan en el interior de ellas se pueden considerar el factor más importante en la descomposición química. Acción y efecto de combinarse con los elementos del agua alguno o algunos elementos que las rocas contienen.

Humedad relativa

La proporción entre la cantidad de humedad en el aire y la cantidad de humedad que el aire podría contener a esas mismas presión y temperatura si estuviera saturado. Se expresa normalmente como un tanto por ciento.

Impermeable

Se dice del terreno o roca a través del cual no penetra el agua.

Infiltración

Movimiento descendente del agua en el suelo; penetración del agua meteórica o superficial por las grietas y espacios huecos de las rocas del suelo, convirtiéndose así en aguas subterráneas.

Insolación

Radiación solar que recibe la Tierra. La palabra es una contracción de Ingreso solar por radiación.

Intemperismo

Todos los cambios físicos y químicos producidos por los agentes atmosféricos en las rocas, minerales y materiales del suelo en o próximos a la superficie de la tierra.

Intemperización

Alteración de las rocas provocada por influencia externas. Pueden ser de orden físico o químico

Lisimetro

Aparato utilizado para medir la evapotranspiración.

Litosol

Suelos de menos de un decímetro de espesor que descansa sobre roca o talpetate. Estos suelos no son aptos para cultivos, por lo que en ellos se recomienda como su uso los pastos. Esencialmente, son suelos con poco desarrollo edáfico, por lo que se observa sólo partes de masas de rocas intemperizadas combinadas con fragmentos no atacados por la acción de los elementos y la temperatura.

Lava

Magna fluido después de haber brotado a la superficie

Litosfera

Capa rígida exterior del manto con un grosor característico de 100 kilómetros, cuyo movimiento depende de la corteza continental y de la corteza oceánica y esta á dividida en porciones llamadas placas.

Manantial.

Fuente de agua subterránea que emana a la superficie de forma natural.

Otros términos utilizados: afloramiento, nacimiento, ojo de agua.

Meteorización

Descomposición de las rocas y todo tipo de minerales debido a la acción de los agentes atmosféricos.

Micro cuenca Hidrográfica

Un área de terreno delimitada naturalmente por las partes más altas (divisoras de agua) y en donde todas las aguas superficiales y subterráneas van a un desaguadero común, llámese: río, riachuelo, quebrada, ojo de agua, arroyo

Permeabilidad

La capacidad para trasladar un fluido a través de grietas, poros y espacios interconectados dentro de una roca.

Porosidad

El tanto por ciento de una roca formada por los espacios de los poros, situados entre el cristal o los granos, que generalmente están llenos de agua.

Precipitación

Resultado de la condensación que cae desde las nubes en forma de lluvia, nieve, granizo o llovizna

Reservorio.

Componente destinado al almacenamiento de agua antes de su distribución. Su función es regular las variaciones en el consumo de la población en el transcurso de un día. En los reservorios se realiza generalmente la desinfección del agua.

Otros términos utilizados: tanque de reserva, almacenamiento, distribución o compensación.

Reforestación

Proceso de reponer la vegetación arbórea que existió en un área específica del territorio.

Región hídrica

Extensión superficial de la corteza terrestre determinada por fenómenos geomorfológicos y climáticos, particulares que permiten o no la disponibilidad del recurso hídrico.

Sedimentación

Proceso mediante el cual se depositan materiales que han sido arrastrados por el viento y las aguas. Cuando una corriente de agua pierde su energía se da el proceso de sedimentación mecánica.

Sedimento

Material resultante de la destrucción de las rocas y de los suelos, debido a los agentes atmosféricos. La clasificación de los sedimentos es función del medio donde se realiza la sedimentación y del tipo de sedimento, así, pueden ser depósitos fluviales, lacustres, volcánicos, marinos, y otros.

Sequía

Período sin lluvias y seco, que provoca déficit de humedad en el suelo y el retardamiento en el crecimiento o el marchitamiento de las plantas y cultivos. En la zona oriental de El Salvador, la falta de precipitación en 15 días continuos provoca la pérdida de hasta el 90 % de los mismos, cuando no se dispone de un sistema de riego.

Suelo Degradado

Suelo al que le han sido destruidos los horizontes superiores, es decir, es aquel al que la cantidad de nutrientes disponibles le han sido disminuidas por fenómenos, generalmente, físicos, y por consiguiente ha perdido en parte o totalmente su capacidad productiva.

Suelos Aluviales

Suelos originados por aluviones recientes, es decir por el arrastre de las corrientes de agua.

Socavación.

Erosión causada por el agua por debajo de una estructura que produce el asentamiento del terreno, deja la unidad sin apoyo, la desestabiliza y causa daños estructurales.

Sostenibilidad.

Mantenimiento de un nivel de servicio aceptable de abastecimiento de agua y saneamiento a lo largo de la vida útil o de diseño de los sistemas. Involucra los aspectos: técnico, social, económico/financiero, ambiental e institucional.

Tubería de rebose.

Dispositivo empleado para evacuar el agua de un reservorio, captación, etc., que excede el nivel máximo de almacenamiento.

Talud

Inclinación natural o artificial de un terreno

Textura

Término que indica el grosor o finura de las partículas del suelo. De acuerdo con la textura los suelos se clasifican como: Gravas, Arenas, Limos y Arcillas

Turbidez

Condición del agua causada por la presencia de material en suspensión. Provoca la dispersión y absorción de la luz.

Uso potencial del Agua

Representación o descripción del uso más adecuado que debe tener el agua sin importar su uso actual.

Vertedero.

Estructura hidráulica destinada a permitir el paso, libre o controlado, del escurrimiento del agua superficial.

Otros términos utilizados: **vertedor.**

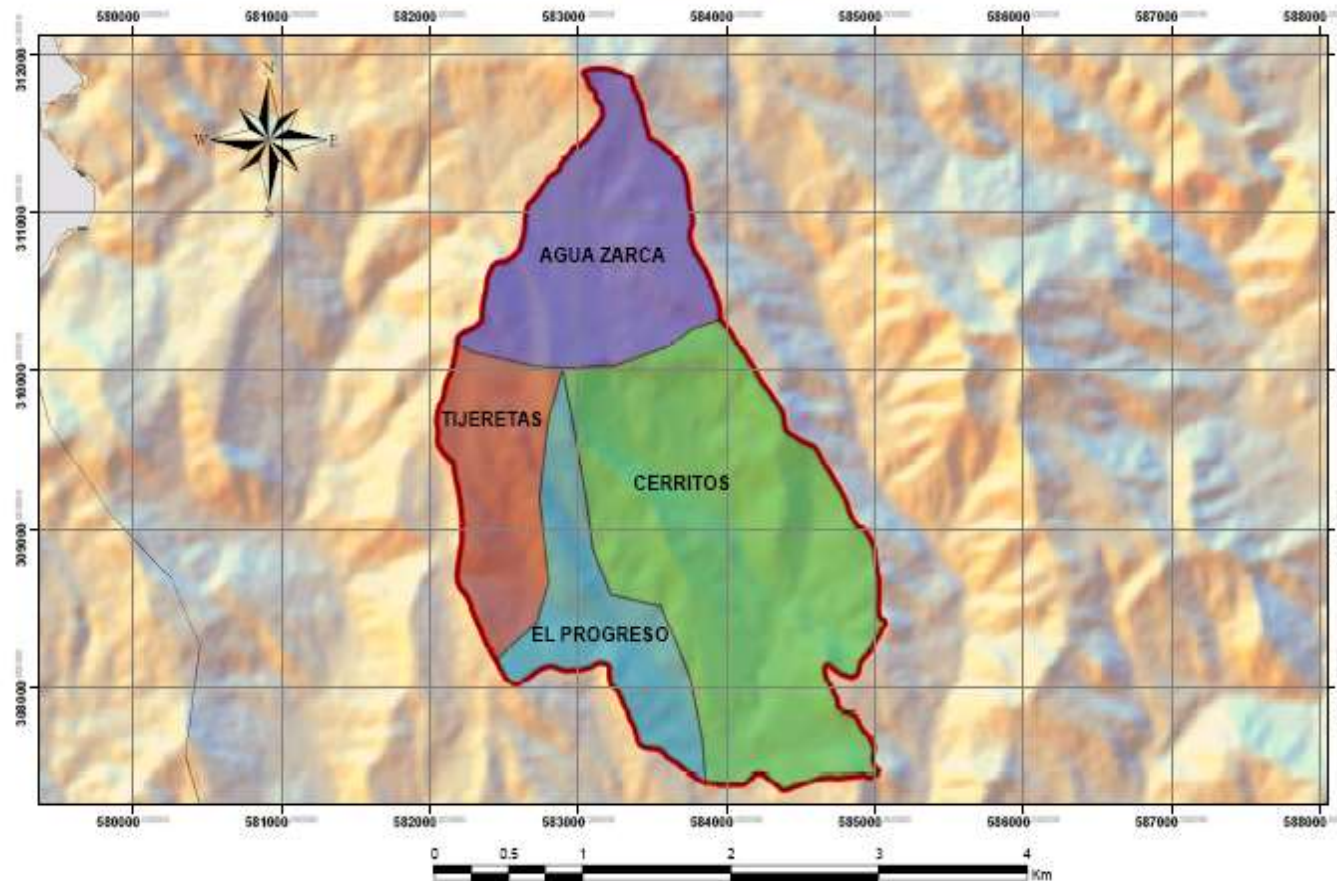


ANEXO H
MAPAS Y PLANOS

DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA DE LA MICROCUENCA

EL SALVADOR 1:30,000

MUNICIPIO DE TOROLA



INFORMACION GENERAL

Cantones de la Microcuenca CANTON

- AGUA ZARCA
- CERRITOS
- EL PROGRESO
- TJERETAS

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

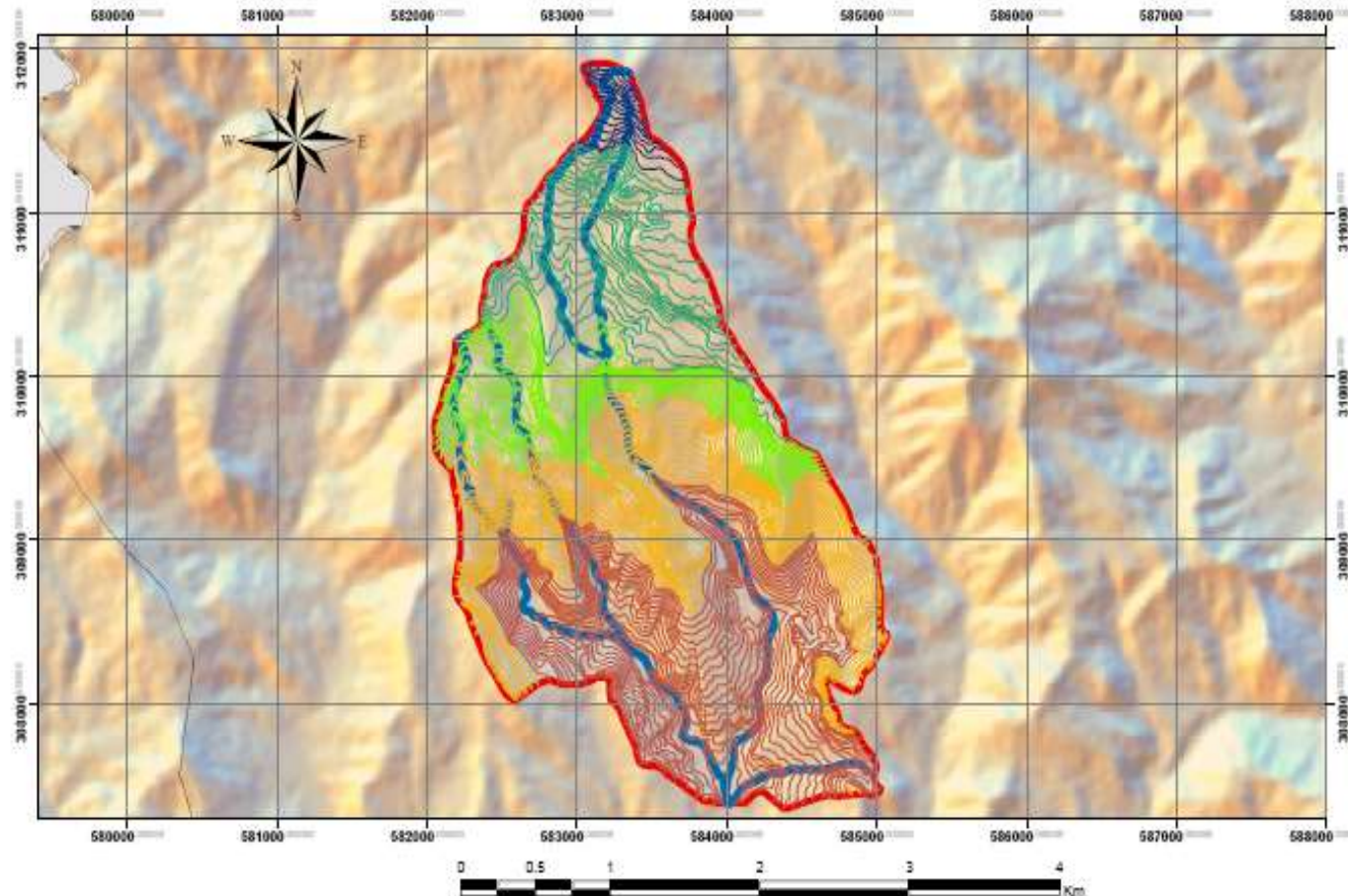
PRESENTAN
DR. MARLON IVAH CAMPOS MARTINEZ
DR. CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
DR. ADA PATRICIA GARCIA

JULIO 2008
HOJA 1/12

MAPA HIPSOMETRICO

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

curvas microcuencia ALTITUD

- 260.00 - 420.00
- 420.01 - 550.00
- 550.01 - 700.00
- 700.01 - 880.00
- 880.01 - 1060.00
- Quebradas de la Microcuencia
- microcuencias

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAN:
BR. MAILON SAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJA
BR. ADA PATINCA SANCHEZ

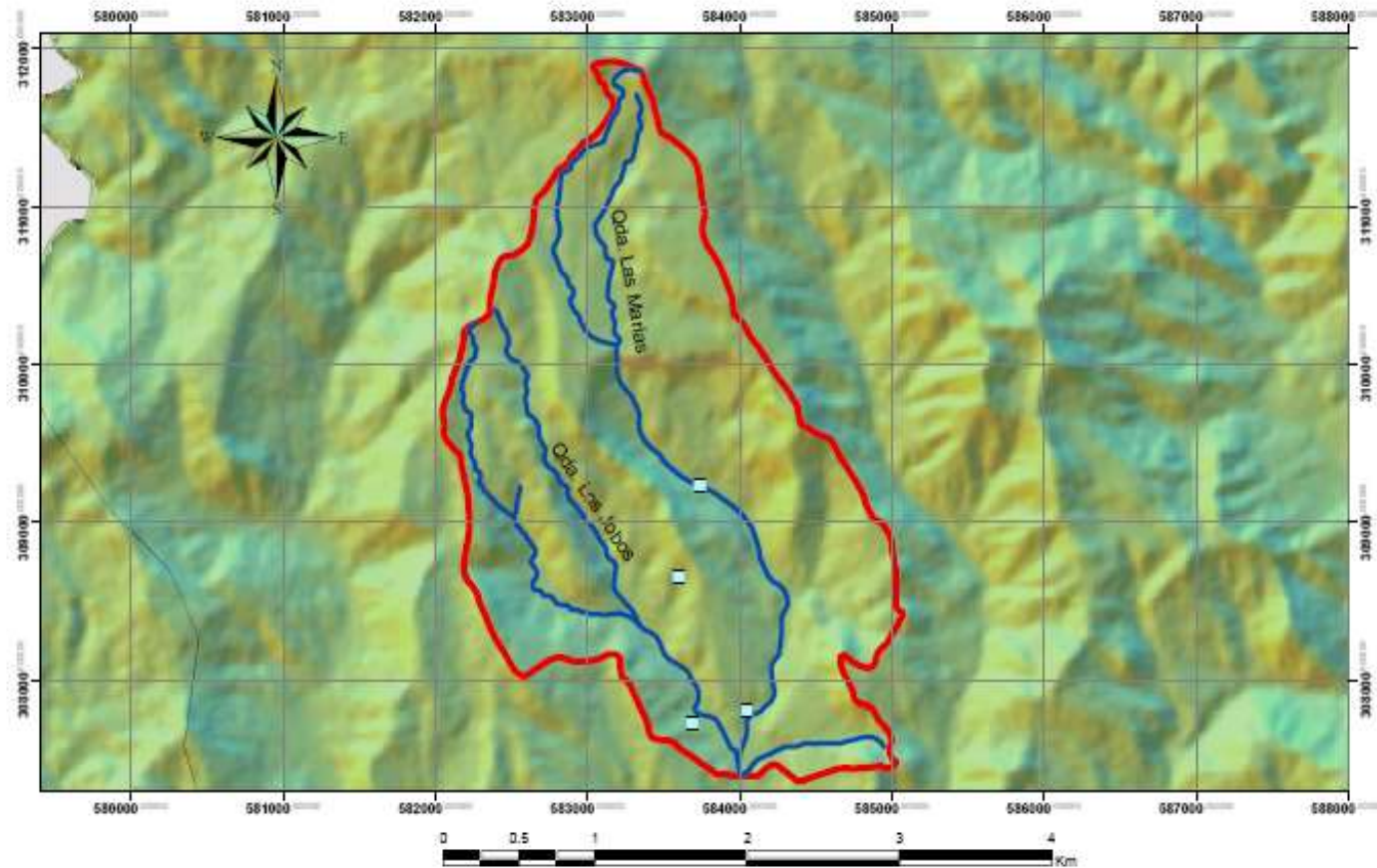
JULIO 2008

HOJA 2/12


MAPA HIDROLOGICO DE LA MICROCUENCA

EL SALVADOR 1:30,000

MUNICIPIO DE TOROLA



INFORMACION GENERAL

-  Manantiales
-  Quebradas de la Microcuenca
-  microcuencas

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAR:
BR. MARLON NIAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

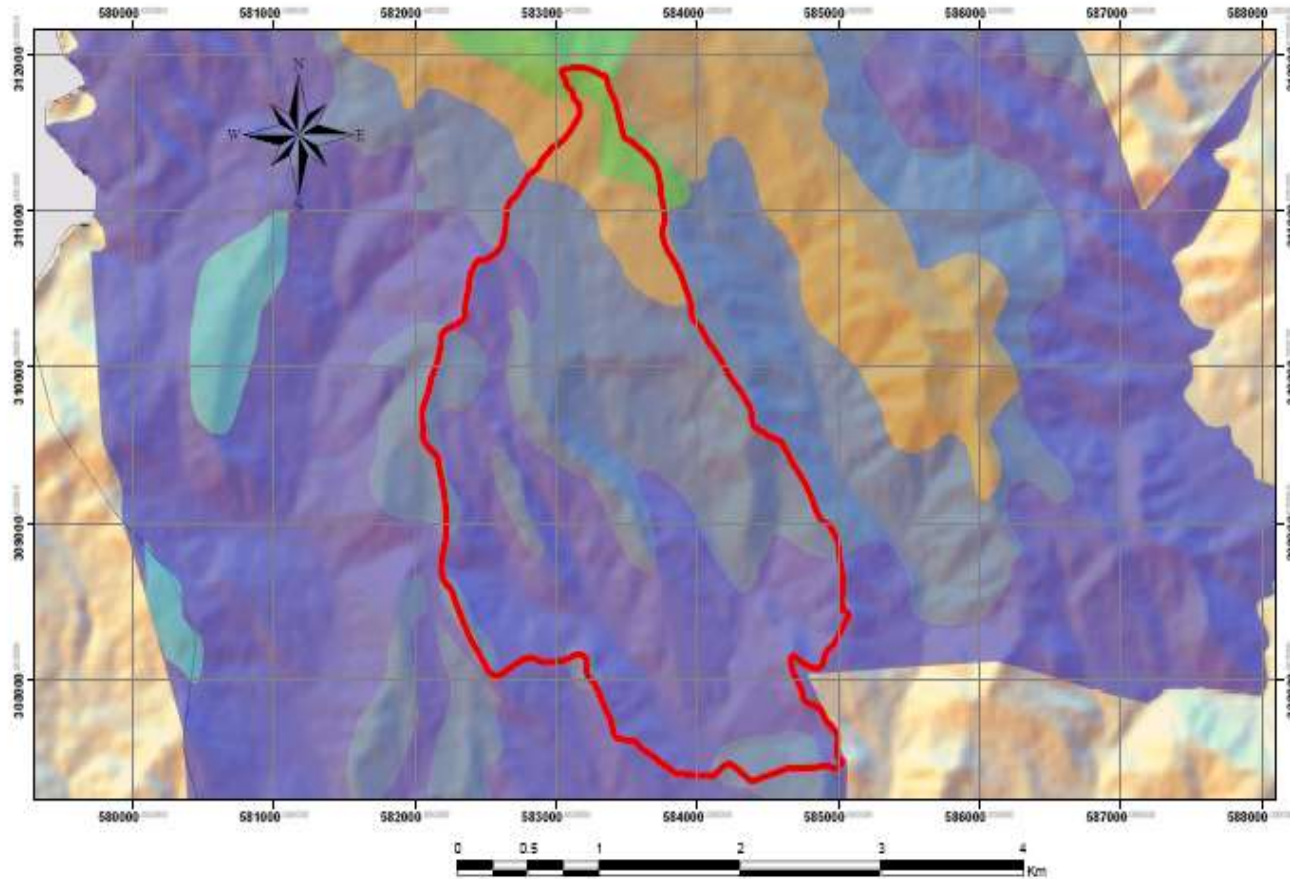
JULIO 2008

HOJA 3/12

MAPA GEOLOGICO

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

geologico

LITOLOGIA

- Depósitos sedimentarios del Cuaternario
- Efusivas intermedias hasta intermedias-ácidas piroclásticas subordinadas (alteración regional por influencia hidrotermal)
- Efusivas-básicas-intermedias
- Piroclásticas intermedias hasta intermedias-ácidas, epiclastitas volcánicas, efusivas subordinadas
- Piroclásticas ácidas, epiclastitas volcánicas
- Piroclásticas ácidas, ignimbritas, epiclastitas volcánicas, localmente efusivas ácidas intercaladas

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAR:
DR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
DR. CESAR JAVIER ROMERO MEJA
DR. ADA PATRICIA SANCHEZ

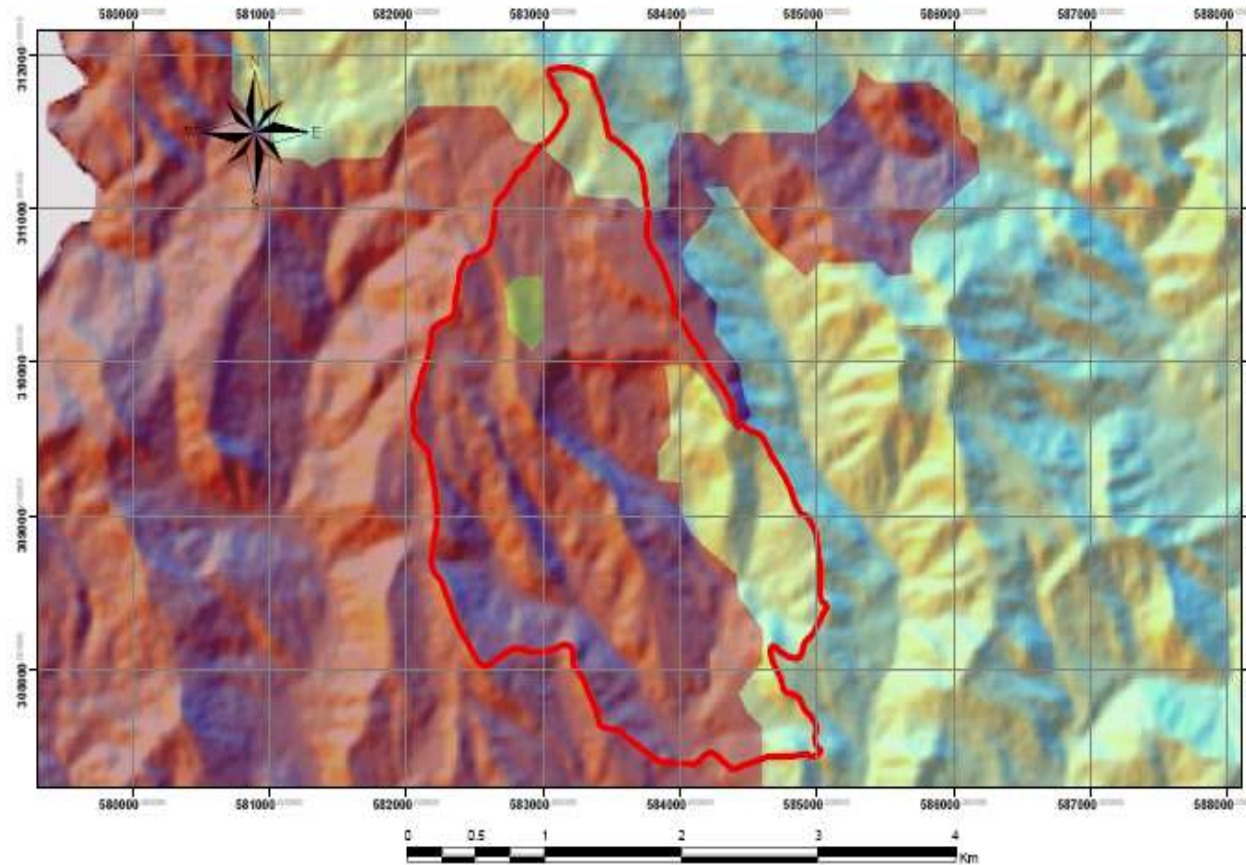
JULIO 2008

HOJA 4/12

USO DE SUELOS

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

TIPO USO

-  Areas urbanas
-  Bosques naturales
-  Bosques salados
-  Cafe
-  Caña de azucar
-  Centros turisticos
-  Coco
-  Cuerpo de agua
-  Frutales
-  Hortalizas
-  Kenaf
-  Lava
-  Musáceas
-  No apta
-  Pastos y granos básicos

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA

PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUALLUVIA PARA REGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAN:

BR. MARLON NAV CAMPOS MARTINEZ
BR. CEDAR JAVIER ROMERO MEJIA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

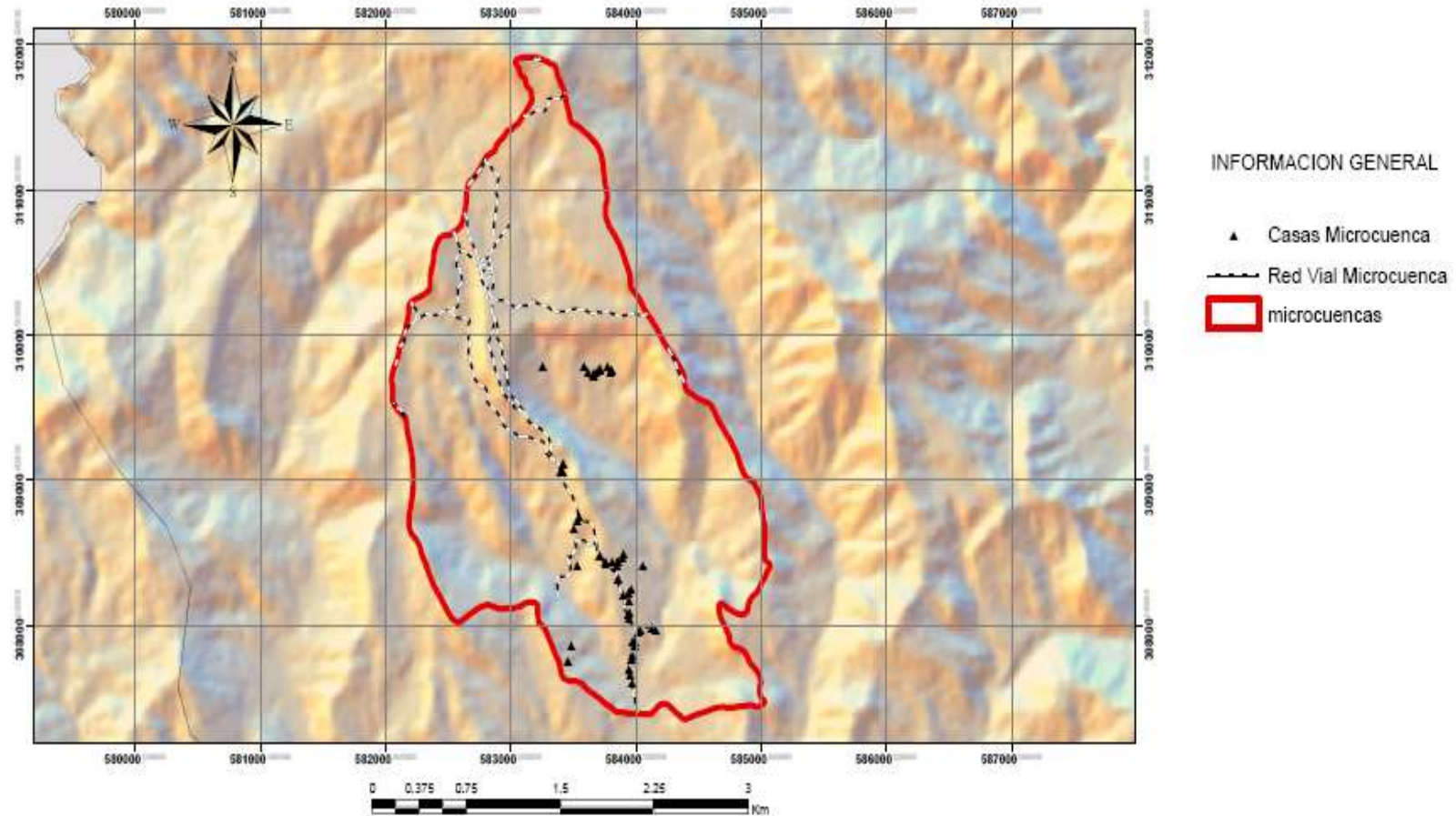
JULIO 2008

HOJA 5/12

RED VIAL Y VIVIENDA DE LA MICROCUENCA

EL SALVADOR 1:30,000

MUNICIPIO DE TOROLA



UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA REGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

PRESENTAN:
DR. MARLON JUAN CAMPOS MARTINEZ
DR. CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
DR. ADA PATRICIA SANCHEZ

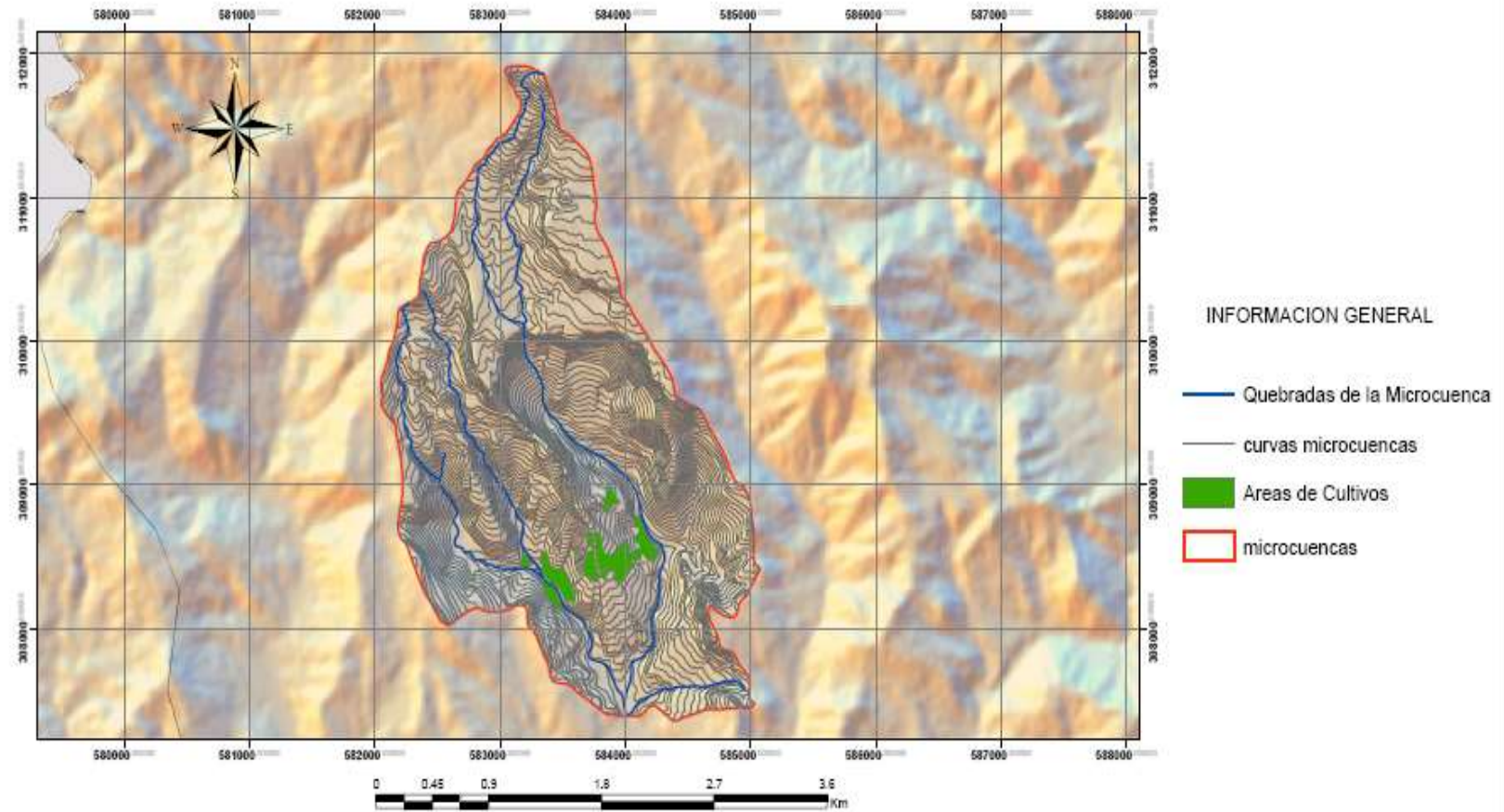
JULIO 2008

HOJA 6/12

ZONAS DE CULTIVOS DE LA MICROCUENCA

EL SALVADOR 1:30,000

MUNICIPIO DE TOROLA



UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA

PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA REGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAN:

BR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

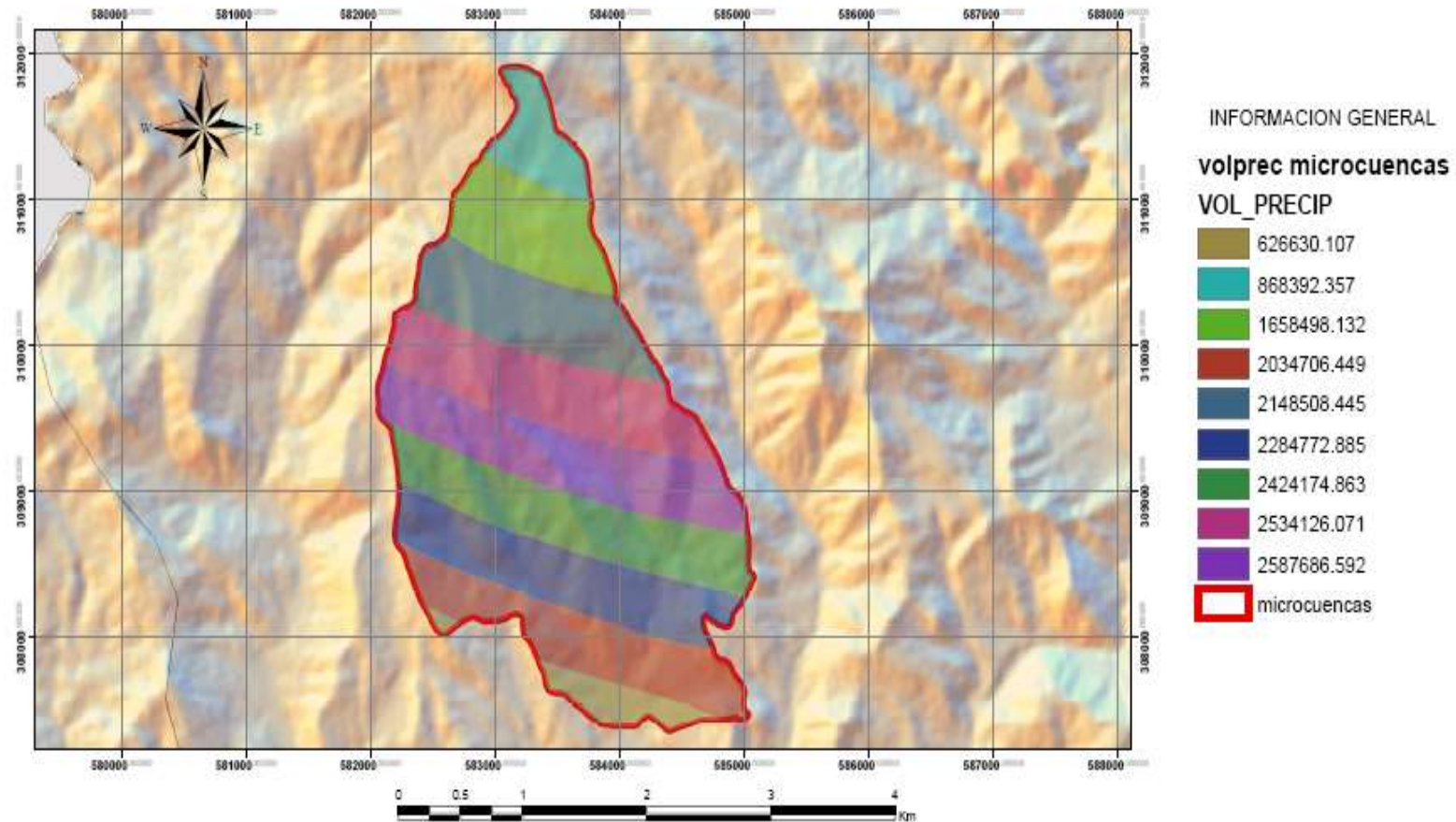
JULIO 2008

HOJA 7/12

MAPA ISOYETAS

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA,
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAR:
DR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
DR. CEDAR JAVIER ROMERO MESA
DR. ADA PATRICIA SANCHEZ

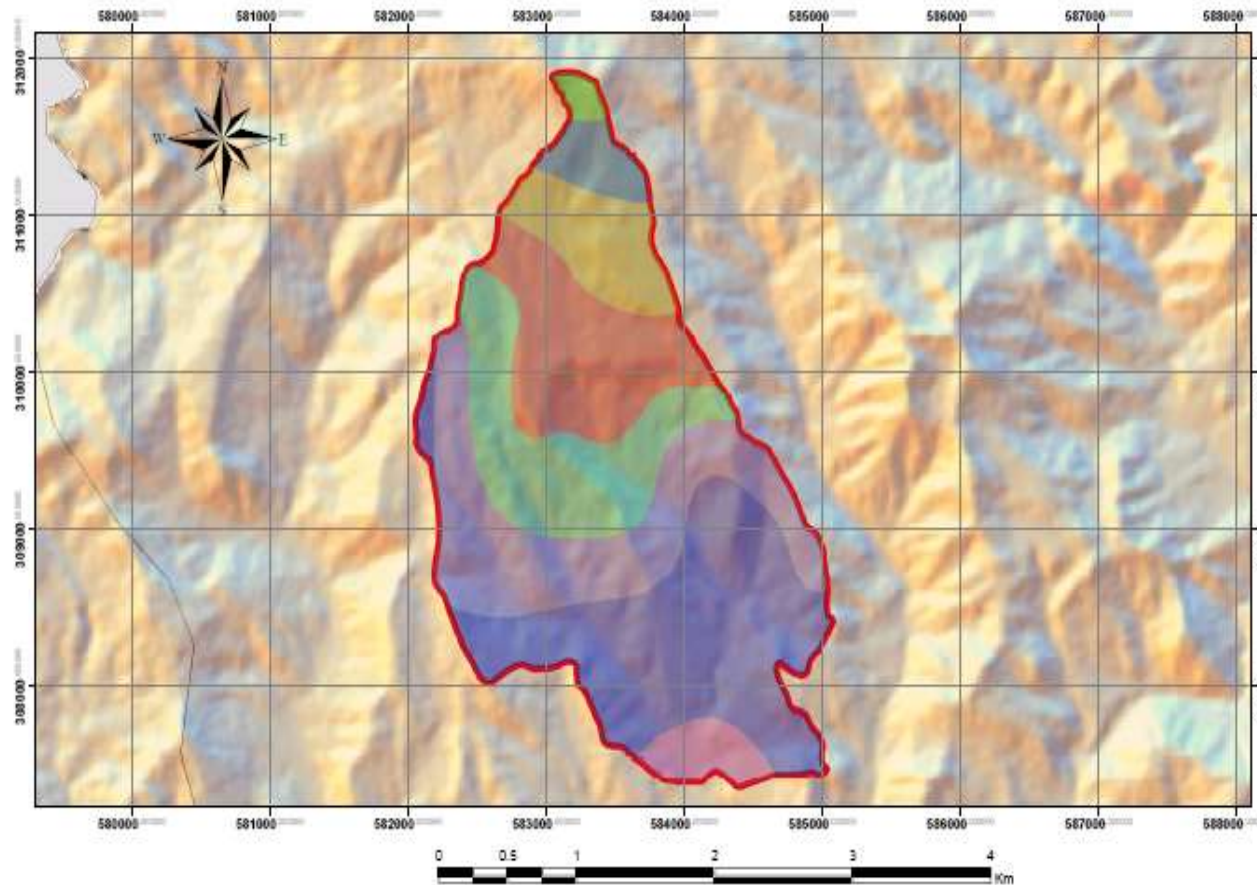
JULIO 2008

HOJA 8/12

MAPA DE EVAPOTRANSPIRACION

EL SALVADOR 1:30,000

MUNICIPIO DE TOROLA



INFORMACION GENERAL

volevapo microcuencas

VOL_EVAPOT



UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAN
BR. MARLON SAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

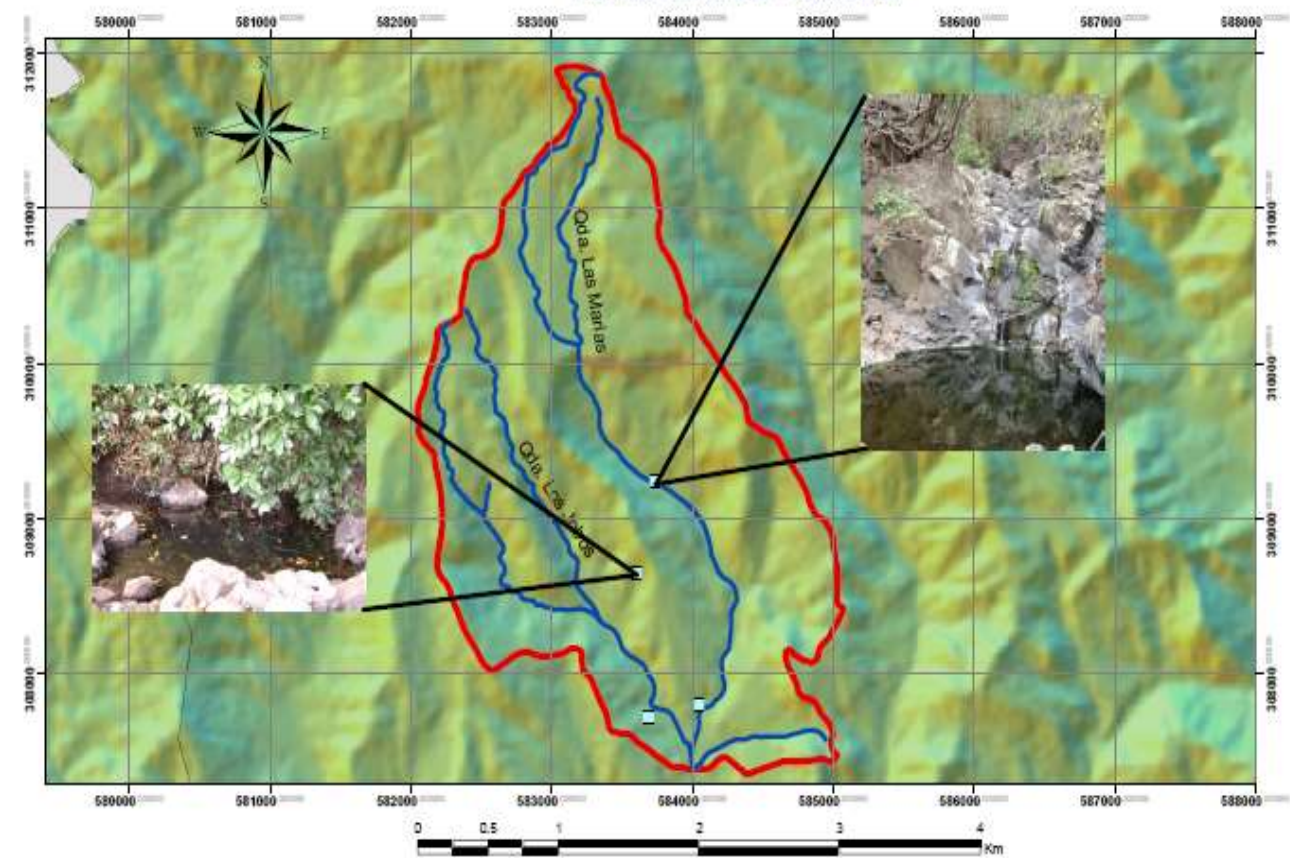
JULIO 2008

HOJA 9/12

UBICACION DE AREAS CON POTENCIAL DE CAPTACION DE AGUA EN LA MICROCUENCA

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

- Manantiales
- Quebradas de la Microcuenca
- microcuencas

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

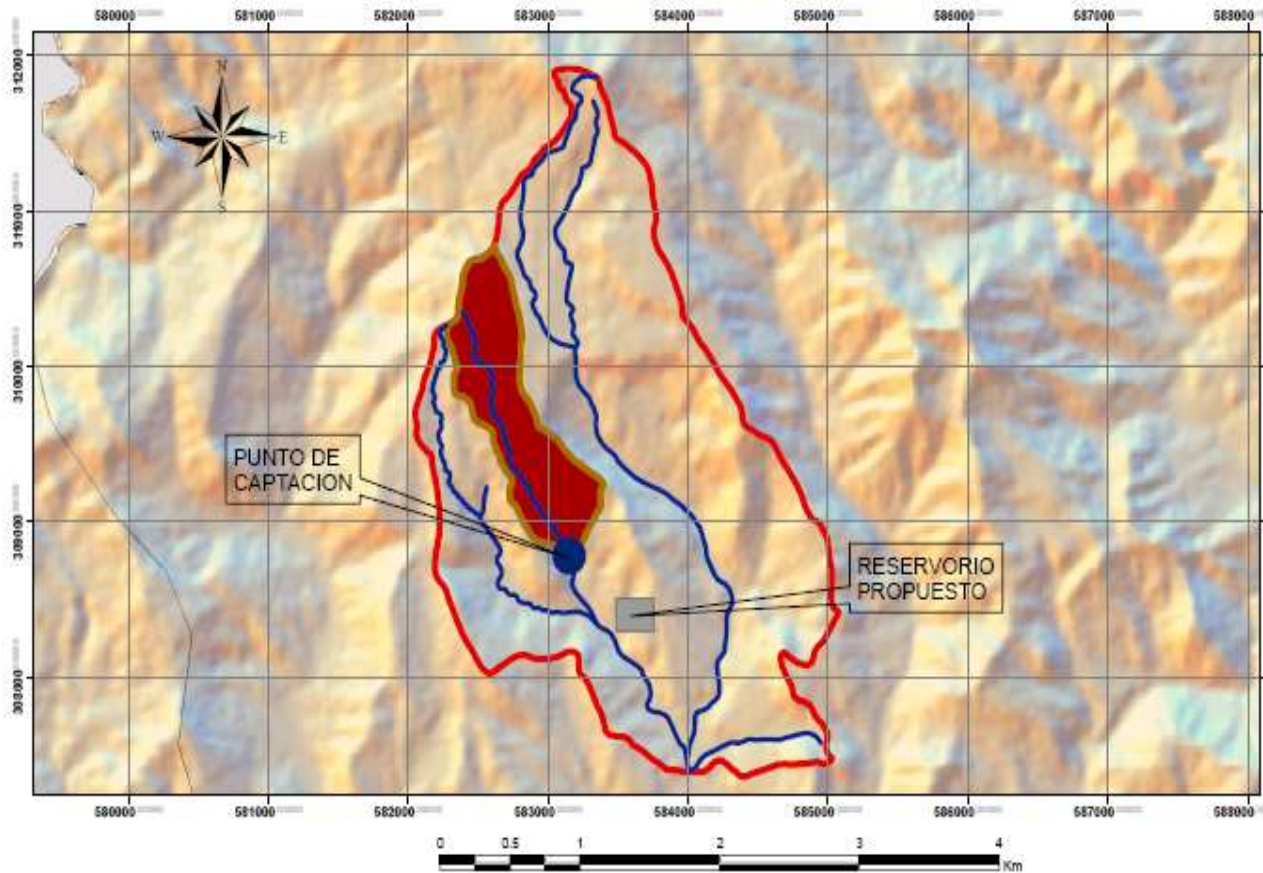
TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DEPARTAMENTO DE MORAZAN

PRESENTAN:
DR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
DR. CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
DR. ADA PATRICIA SANCHEZ

JULIO 2008
HOJA 10/12

DELIMITACION DE AREA DE ESTUDIO PUNTO DE CAPTACION Y RESERVORIO PROPUESTO MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

-  Quebradas de la Microcuenca
-  Area de Estudio
-  microcuenca
-  Punto de Captacion
-  Reservorio Propuesto

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUALLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

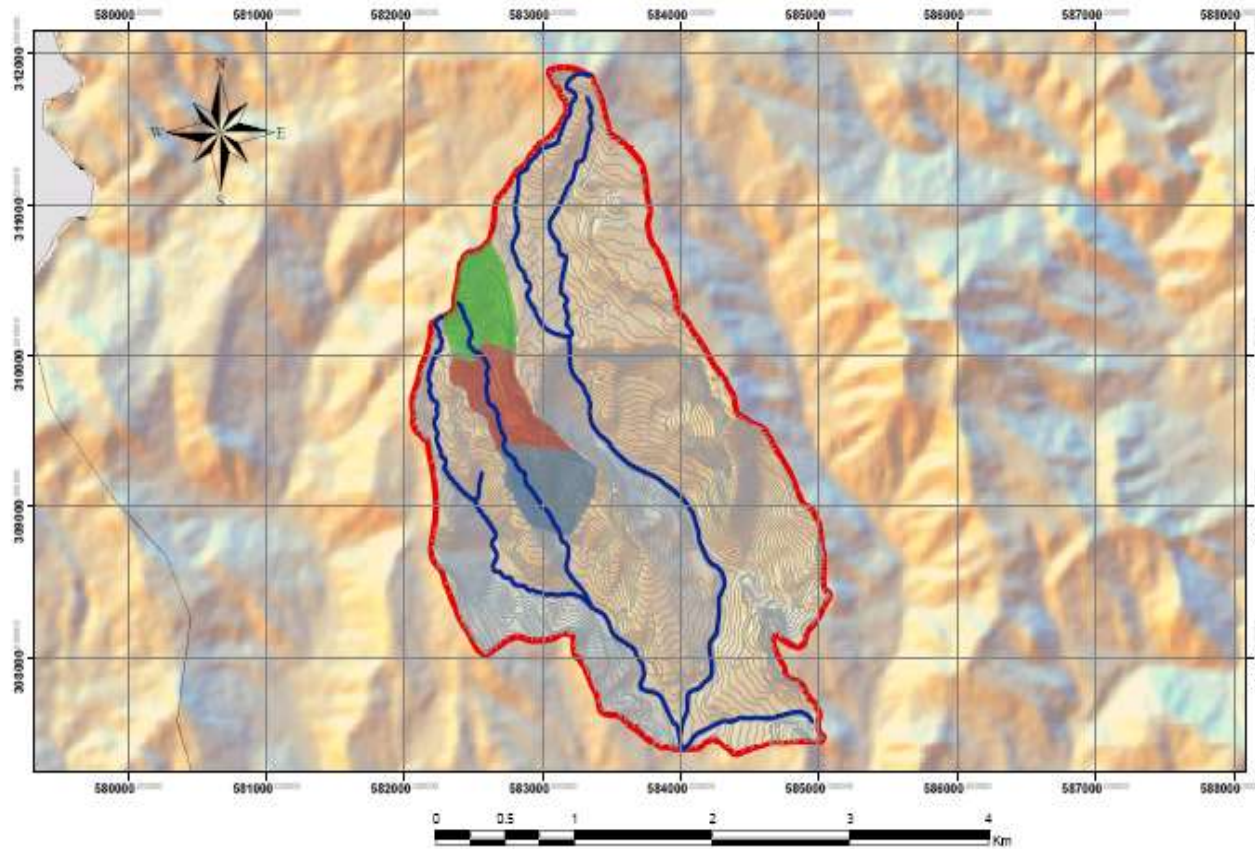
PRESENTAN:
BR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEJA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

JULIO 2008
HOJA 11/12

MAPA DE ISOCRONAS

MUNICIPIO DE TOROLA

EL SALVADOR 1:30,000



INFORMACION GENERAL

Isocronas

CAUDAL M3

16.8415489845

18.9336441272

21.7474002096

— Quebradas de la Microcuenca

— curvas microcuencas

□ microcuencas

UNIVERSIDAD
DE
EL SALVADOR

UES



FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA
ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
Y ARQUITECTURA

TEMA
PROPUESTA DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION
Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVOS
EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA
DEPARTAMENTO DE MORAZAN

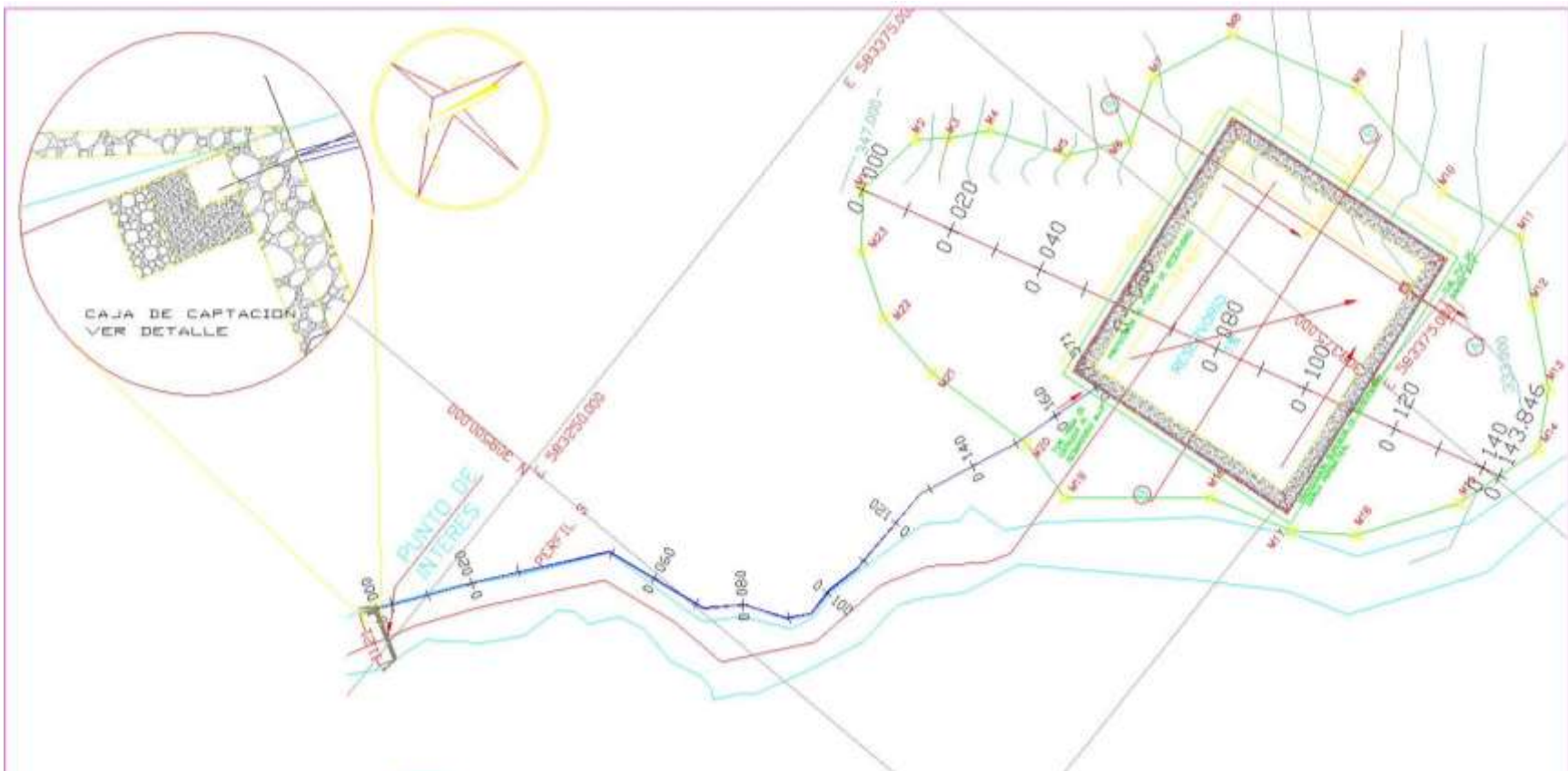
PRESENTAN:
BR. MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
BR. CESAR JAVIER ROMERO MEZA
BR. ADA PATRICIA SANCHEZ

JULIO 2008

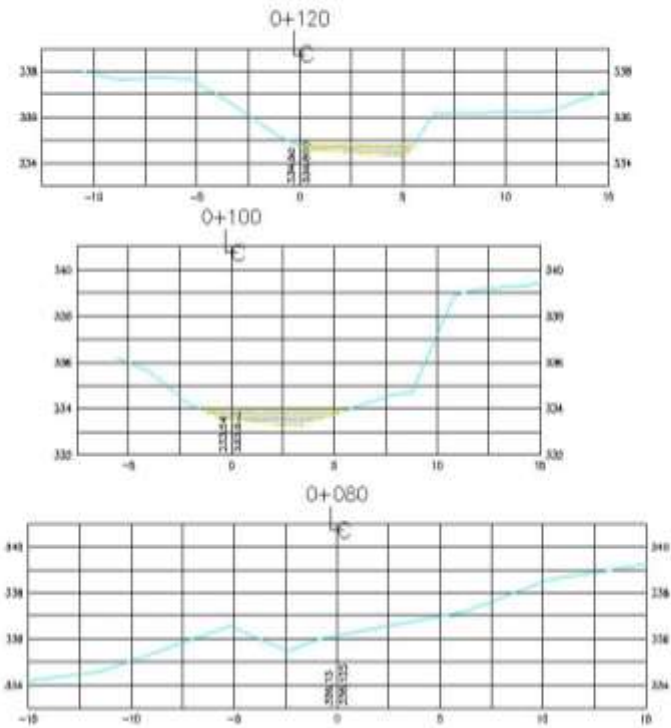
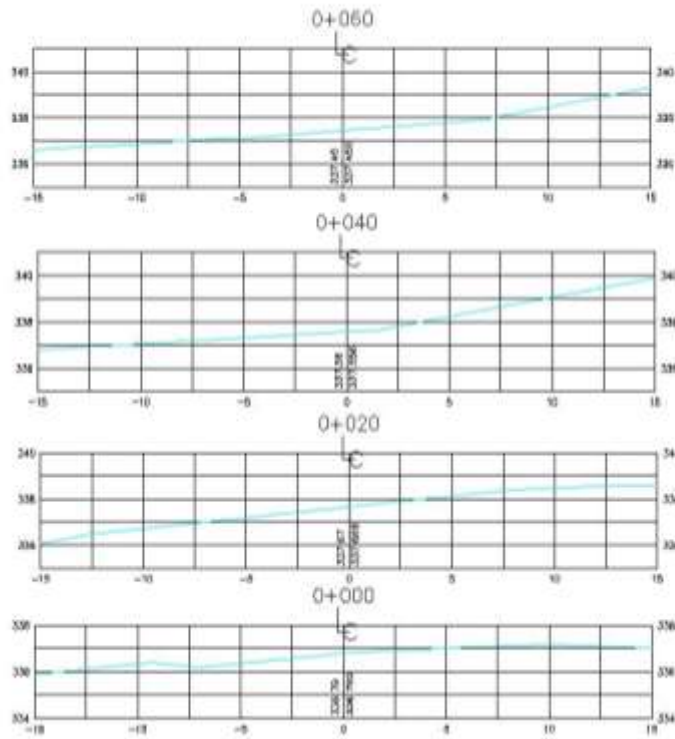
HOJA 12/12



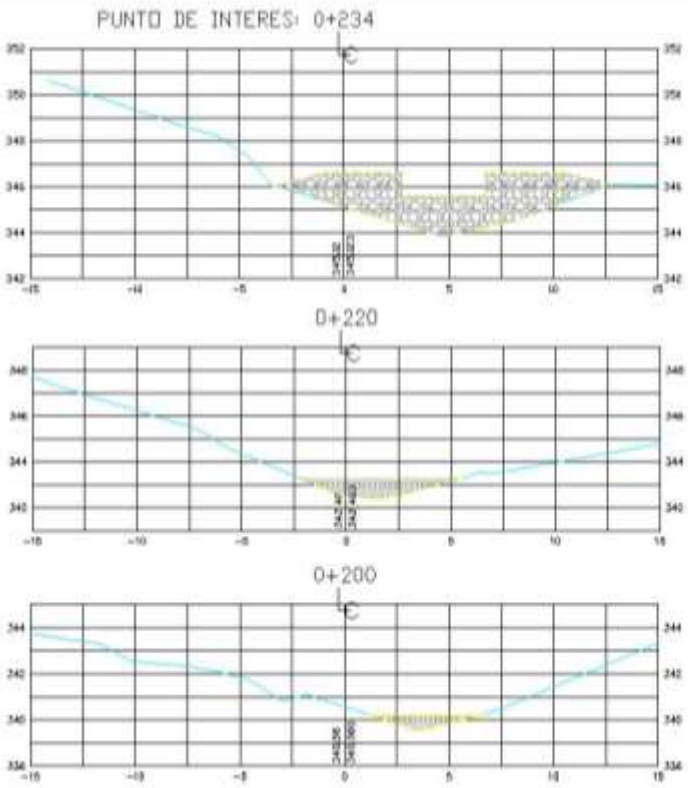
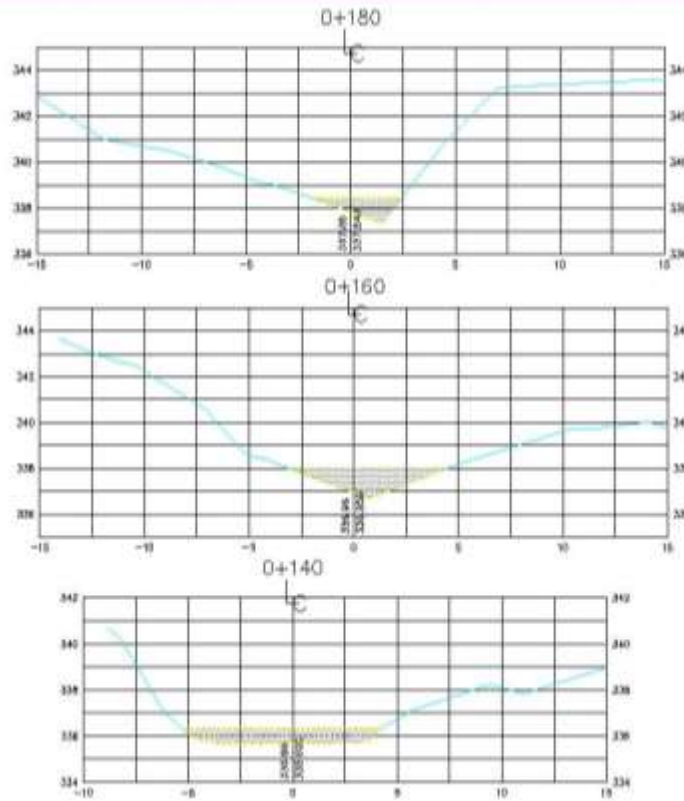
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		UBICACIÓN CANTÓN EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TORDILA, DPTO. DE MORAZÁN	No. de Hoja 1/16
TÍTULO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTÓN EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TORDILA, DPTO. DE MORAZÁN		ESCALA HOR: 1:1000	FECHA JULIO DE 2008
AUTOR DR. LUIS CLAYTON MARTÍNEZ RIVERA		PRESENTA HARLON IVAN CAMPOS MARTÍNEZ CESAR JAVIER RIVERA HEJJA ADA PATRICIA SANCHEZ	
CONTENIDO PLANIMETRÍA Y ALINEAMIENTO HORIZONTAL CENTRAL DE LA GUEBRADA			



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR	 UBICACION CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN	No. de Hoja 3/16
PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN	ESCALA HCR: 1:1000	FECHA JULIO DE 2008
AUTOR: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA	PRESENTA MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO MEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ	
OBJETIVO PLANIMETRIA Y ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA TUBERIA DE CONDUCCION		



 <p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p>	UBICACION: CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TORDLA, DPTO. DE MORAZAN		No. de Hoja 4 / 16
	TITULO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TORDLA, DPTO. DE MORAZAN	ESCALA: HDR: 1:200 VERT: 1:200	
ASESOR: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA	PRESENTA: HARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO MEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ		
CONFIADO: SECCIONES TRANSVERSALES DE SUPERFICIE DE LA BUENPADA			



UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR



UBICACION
CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA,
DPTO. DE MORAZAN

No. de Hoja

5/16

PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CAPTACION DE AGUA LUVIA PARA RIEGO
DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO,
MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN

ESCALA
HOR: 1/200
VERT: 1/200

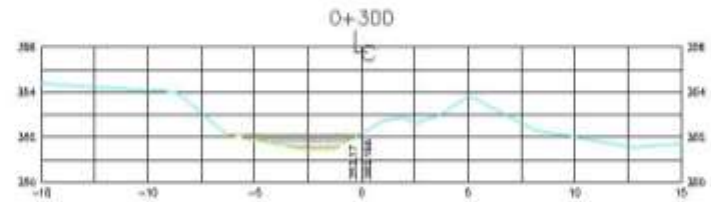
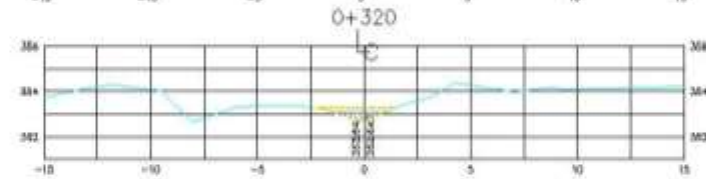
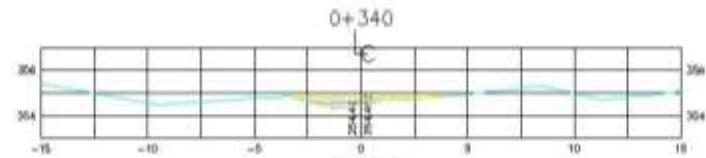
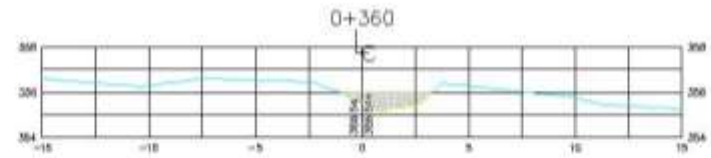
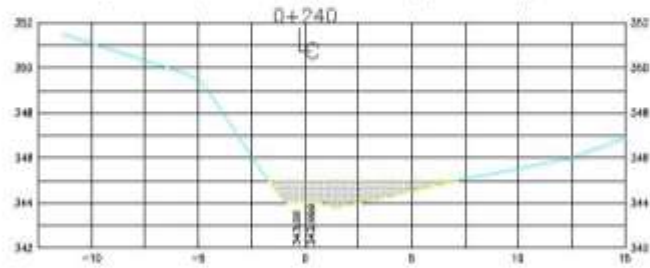
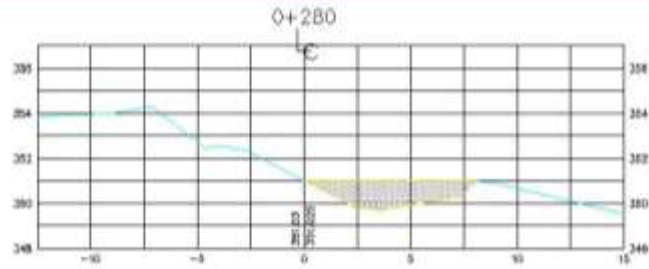
FEDM
JULIO DE 2008

AUTOR ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

PRESENTA

MARLEN IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER ROHERO HEJIA
ADA PATRICIA SANCHEZ

CONFINDO SECCIONES TRANSVERSALES DE SUPERFICIE
DE LA OUBRADA Y PUNTO DE INTERES



UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR



UBICACION:
CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOMOLA,
DPTO. DE MORAZAN

No. de Hoja

PROYECTO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO
DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO,
MUNICIPIO DE TOMOLA, DPTO. DE MORAZAN

ESCALA:
HOR: 1:200
VERT: 1:200

FECHA:
JULIO DE 2008

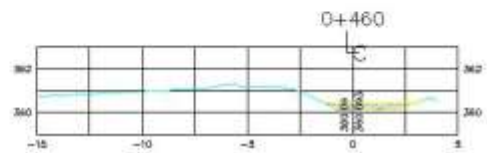
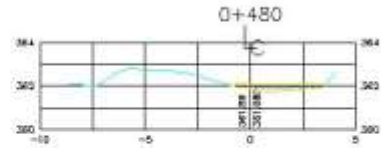
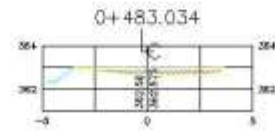
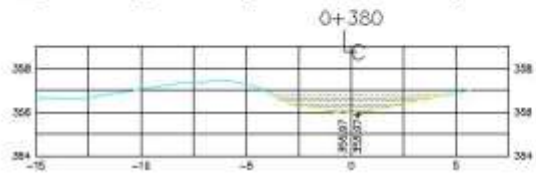
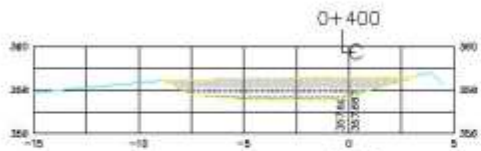
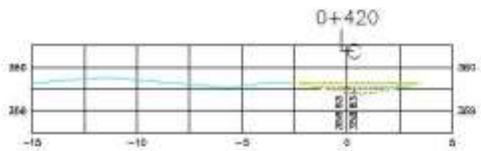
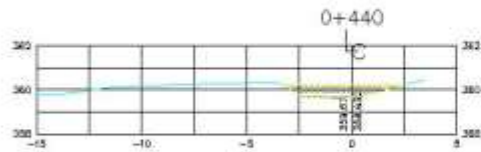
6/16

ANEXO: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

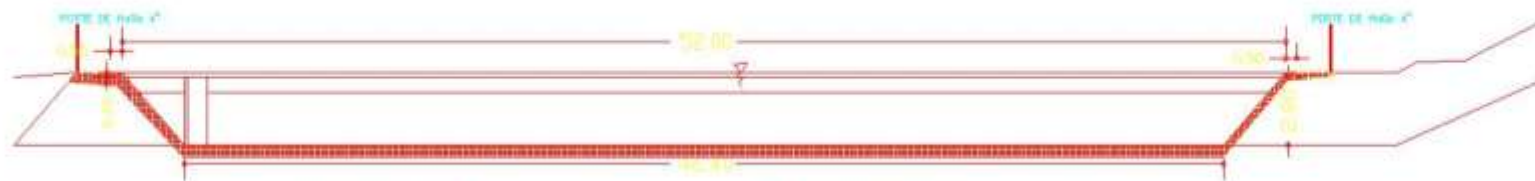
PRESENTA

HARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER ROJERO HEJIA
ADA PATRICIA SANCHEZ

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES DE SUPERFICIE
DE LA QUEBRADA

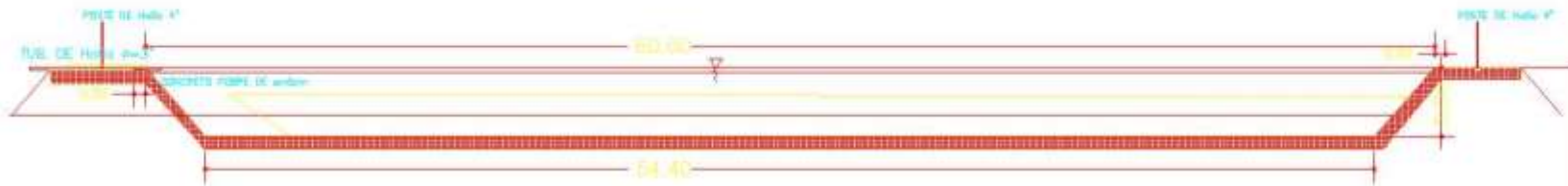


<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p> 	<p>UBICACION CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>	<p>No. de Hoja 7/16</p>
<p>PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLOVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>	<p>ESCALA HORIZ: 1:200 VERT: 1:200</p>	<p>FECHA JULIO DE 2009</p>
<p>AUTOR ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA</p>	<p>PRESENTA HARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO NEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ</p>	
<p>CONTENIDO SECCIONES TRANSVERSALES DE SUPERFICIE DE LA QUEBRADA</p>		



CORTE A-A

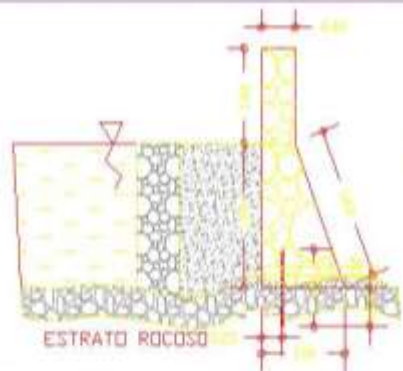
RESERVORIO



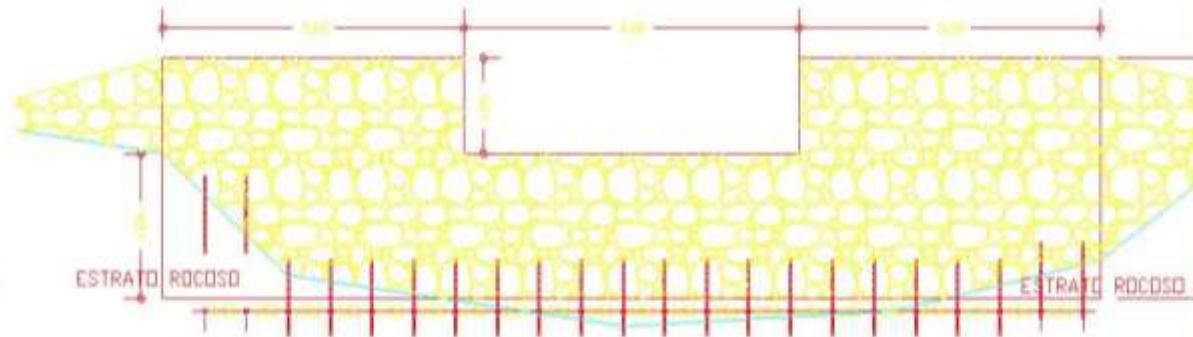
CORTE B-B

RESERVORIO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		UBICACIÓN CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		No. de Hoja
PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		ESCALA INDICADAS	FECHA JULIO DE 2008	8/16
DISEÑO: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA		PRESENTA  HARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO MEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ		
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE COMPONENTES DE RESERVORIO				

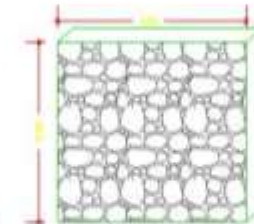
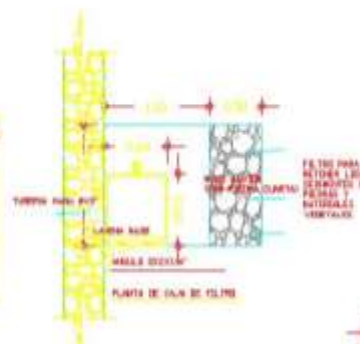
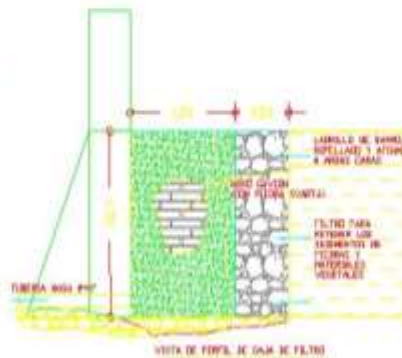
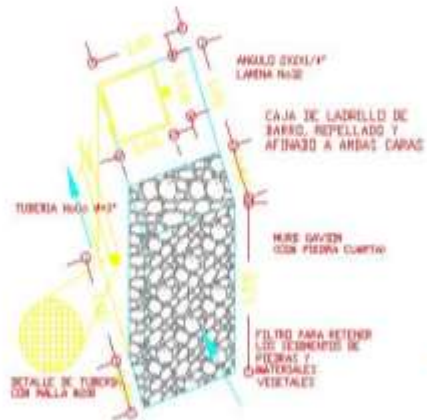


DETALLE LATERAL DE MURO DE RETENCION Y CAPTACION DE AGUA

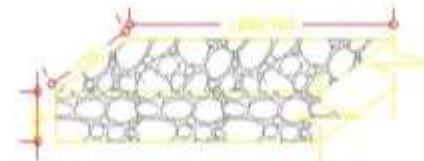


PIN DE HIERRO CORRUGADO DE 1" EMPOTRADA EN ROCA PARA UNION CON MAMPOSTERIA DE PIEDRA

DETALLE FRONTAL DE MURO DE RETENCION Y CAPTACION DE AGUA



DETALLE LATERAL DE MURO DE RETENCION

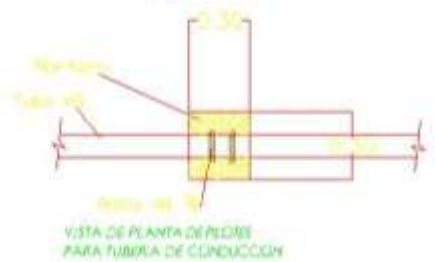
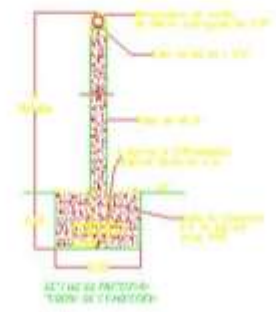
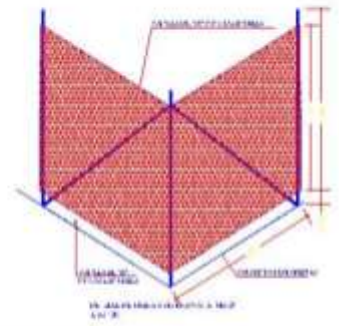
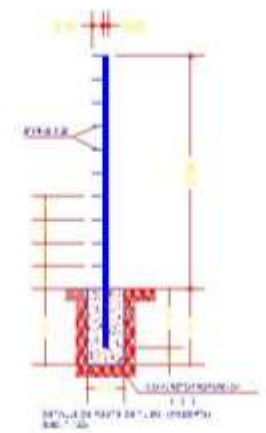
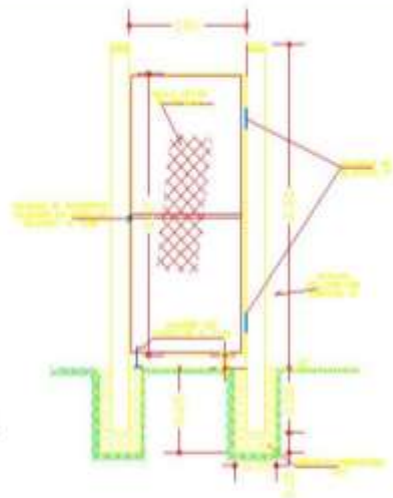
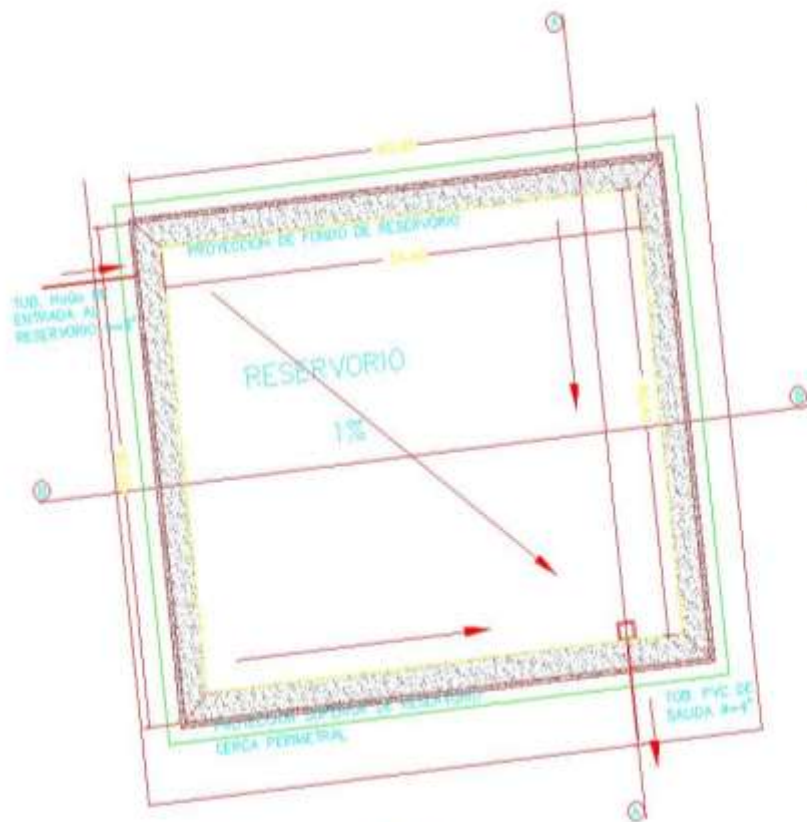


DETALLE DE GUARDANIVEL

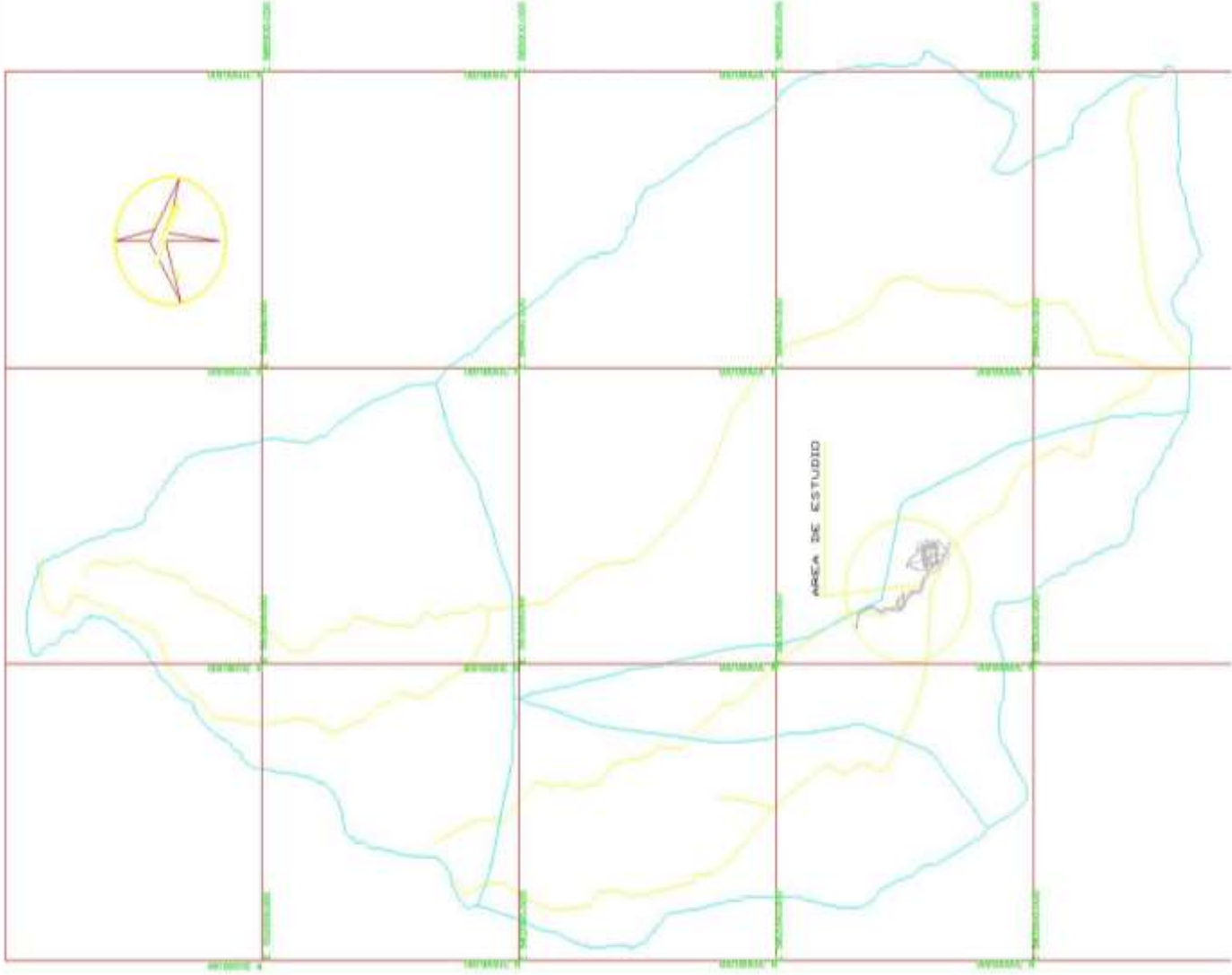


DETALLE DE VALVULA DE CONTROL

<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p> 	<p>UBICACION CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>		<p>No. de Hoja 9/16</p>
<p>PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>	<p>ESCALA INDICADAS</p>	<p>FECHA JULIO DE 2008</p>	
<p>AUTOR ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA</p>		<p>PRESENTA</p>	
<p>CONTENIDO DETALLES CONSTRUCTIVOS DE COMPONENTES DE SISTEMA DE CAPTACION Y MURO DE RETENCION, GUARDANIVEL</p>		<p>MARLON EVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO NEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ</p>	



 UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR		FECHA: CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		No. de Hoja 10/16
PROYECTO: PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		ESCALA: INDICADAS	FECHA: JULIO DE 2008	
AUTORES: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA		PRESENTA: MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROHERO MEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ		
CONTENIDO: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE RESERVORIO Y ANCLAJE DE TUBERIA				



UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE ASESORIA TECNICA Y CONSULTORIA
UNIDAD DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE ASESORIA TECNICA Y CONSULTORIA
MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE HORAZAN

ALUMNO: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ REVERA

TITULO: UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

LESION:

CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA,
DPTO. DE HORAZAN

ESCALA:

INDICADAS

FECHA:

JULIO DE 2009

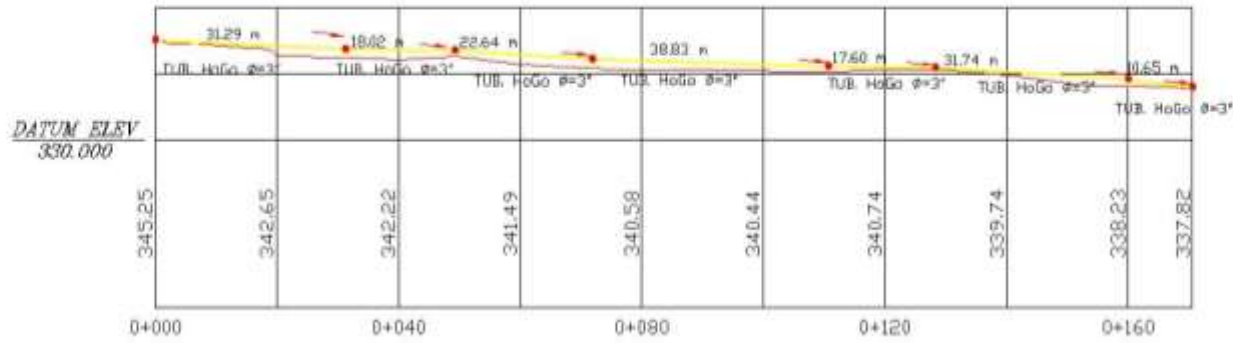
PRESENTE.

MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
ADA PATRICIA SANCHEZ

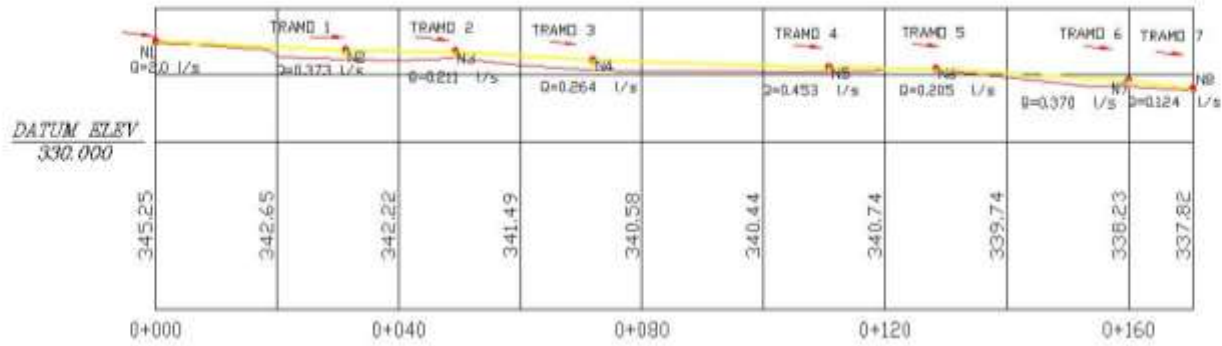
NO. DE HOJA:

11/16

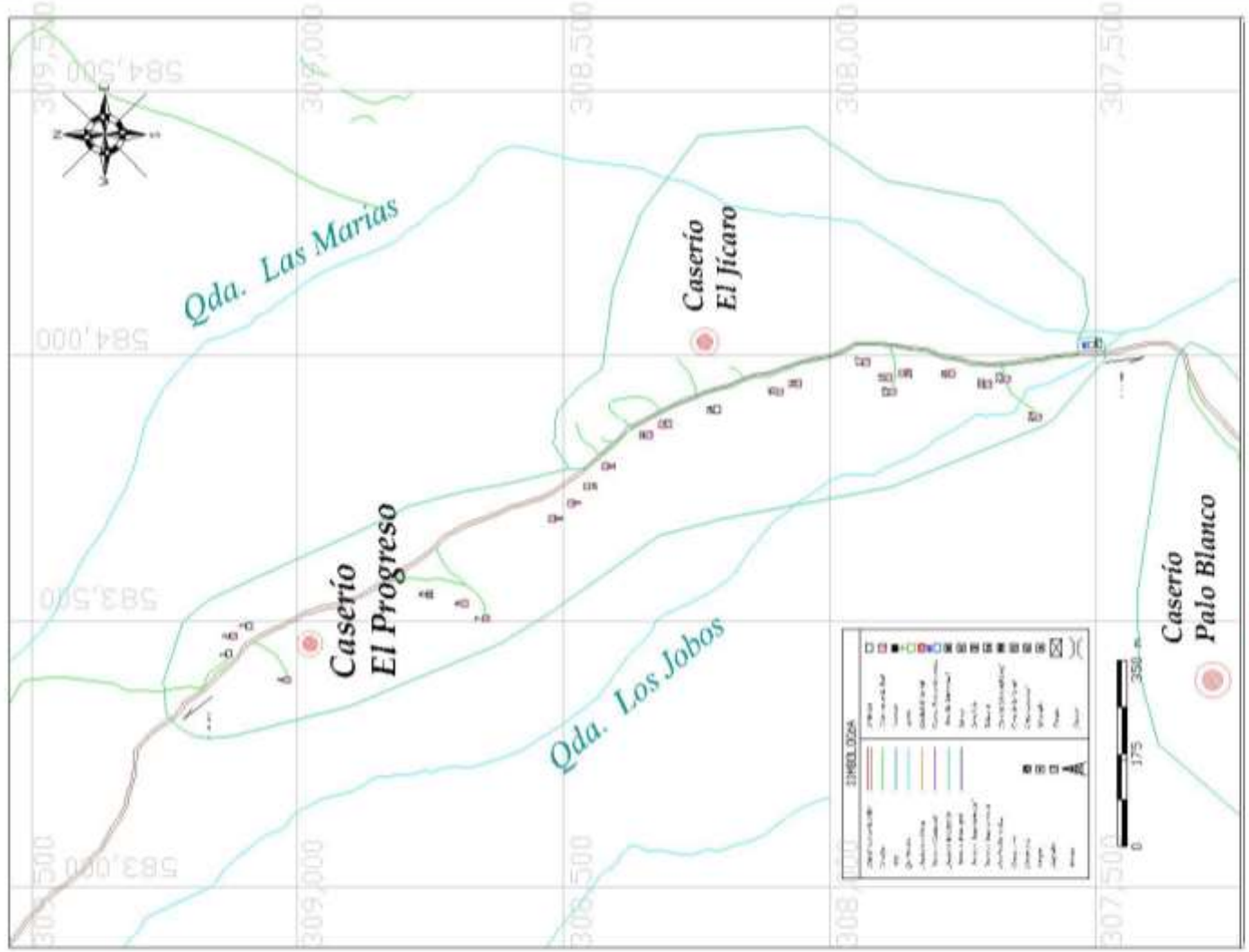
PERFIL 3



PERFIL 3



 <p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p>	UBICACION: CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		No de Hoja 12/16
	PROYECTO: PROPUESTA DE BISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN		
ASESOR: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA		ESCALA: INDICADAS	FECHA: JULIO DE 2008
CONTENIDO: PERFIL DE TUBERIA DE CONDUCCION HASTA EL RESERVOIRIO		PRESENTA: MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROHERO MEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ	



UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR

PROYECTO DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE EN EL CANTÓN EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DEPTO. DE MORAZÁN.

ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

MAPA DE LA INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA DEL CANTÓN EL PROGRESO

SECTOR:
CANTÓN EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DEPTO. DE MORAZÁN

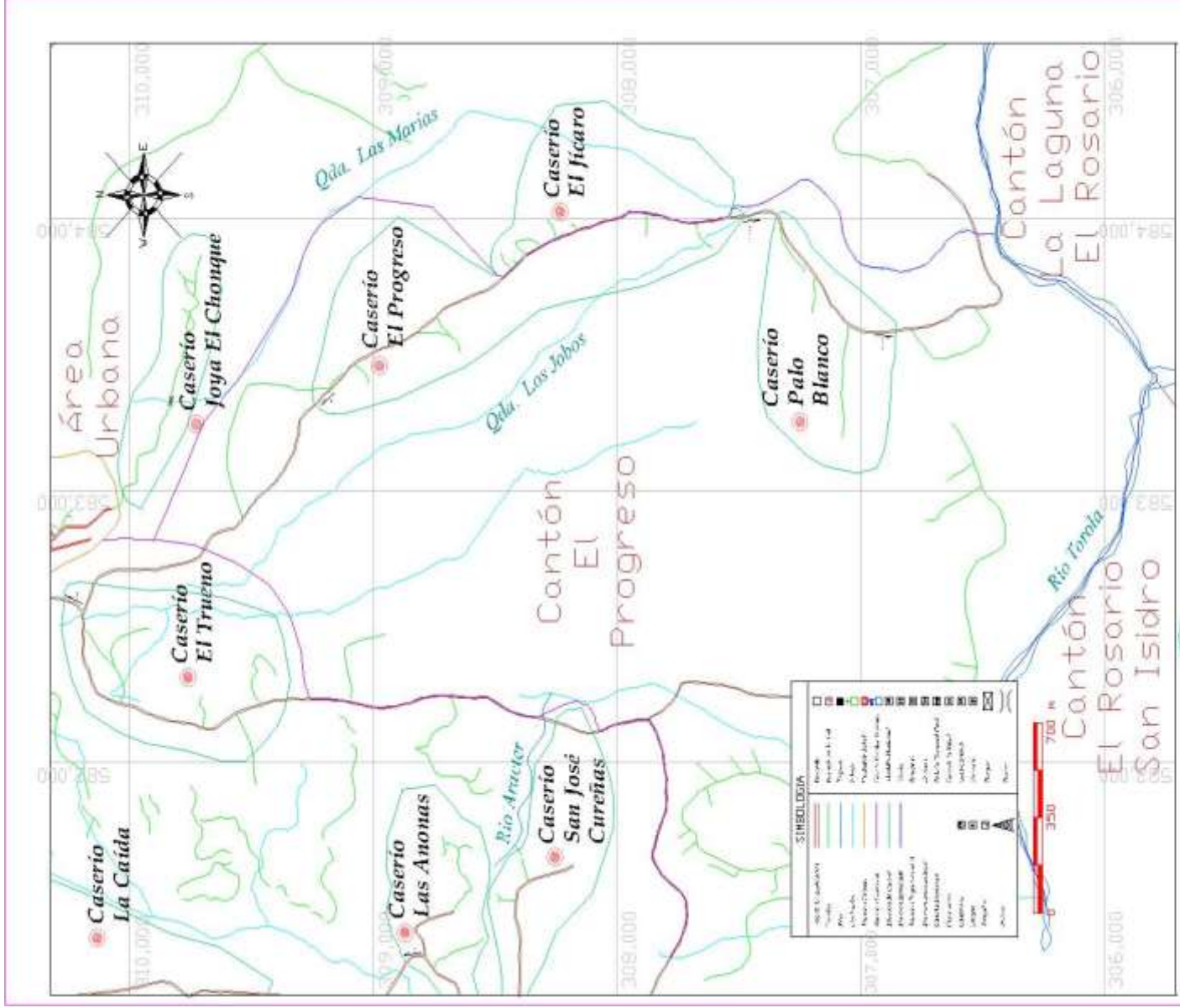
FECHA:
INDICADAS

PROYECTANTE:
MARDIN IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER RIVERA MEJIA
ASA PATRICIA SANCHEZ

No. de Hoja

13/16

FECHA:
JULIO DE 2008



UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR

PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CAPTACIÓN DE AGUA LLUVIA PARA SECCION
DE CULTIVO EN EL CANTÓN EL PROGRESO,
MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN

AUTOR: ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

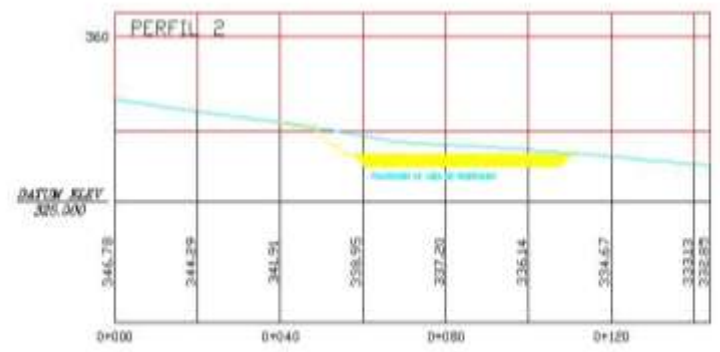
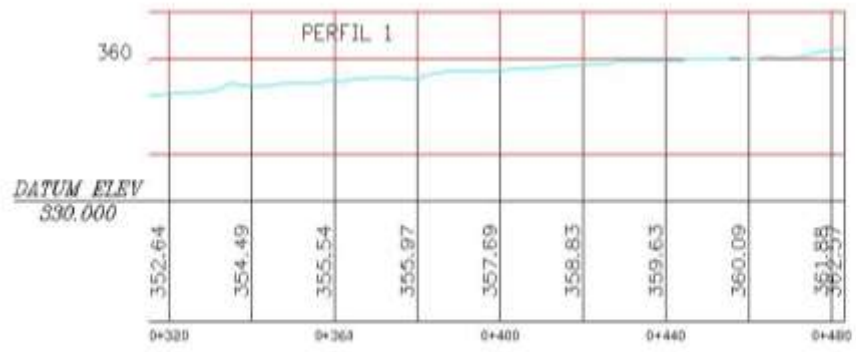
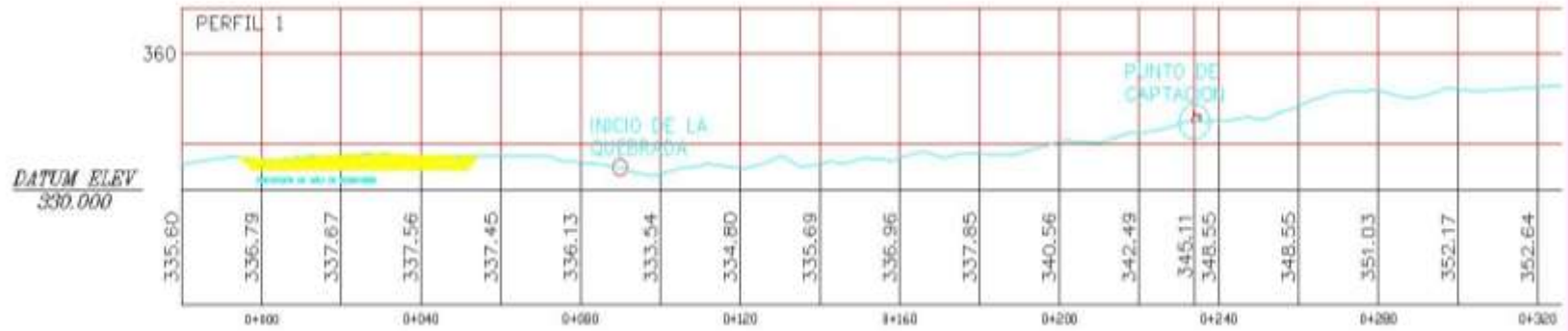
CUADRANTE DEL CANTÓN EL PROGRESO

UBICACION:
CANTÓN EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA,
DPTO. DE MORAZAN

FECHA
INDICADAS: JULIO DE 2008

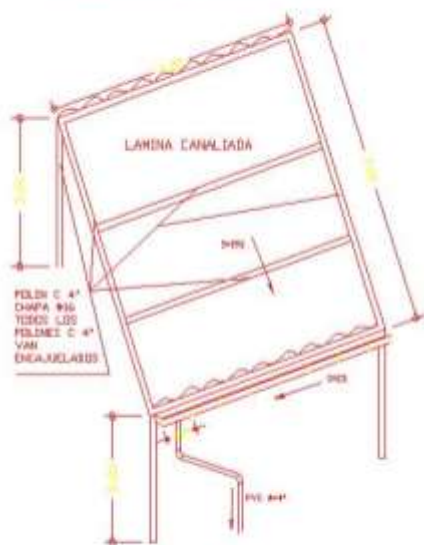
PRESENTA:
MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER BONEIRO MELJIA
ADA PATRICIA SANCHEZ

Nº. de Hoja
14/16

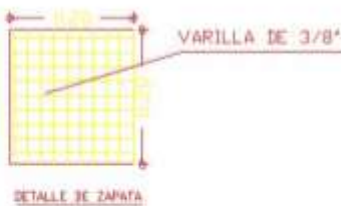
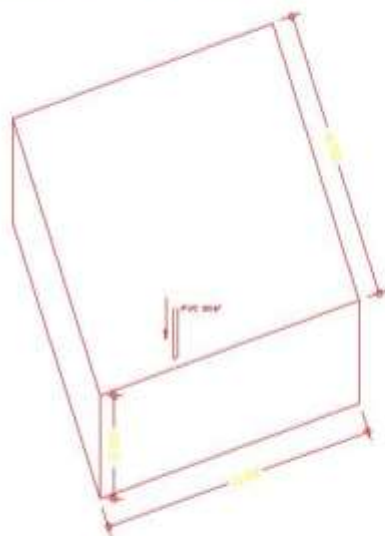


 <p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR</p>		<p>UBICACION CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>		<p>No. de Hoja 15/16</p>
<p>OBJETO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA FIEBOS DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN</p>		<p>ESCALA INDICADAS</p>	<p>FECHA JULIO DE 2008</p>	
<p>AUSENTE ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA</p>		<p>PRESENTA MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ CESAR JAVIER ROMERO NEJIA ADA PATRICIA SANCHEZ</p>		
<p>CONTIENE PERFILES DE UBICACION DE RESERVORIO</p>				

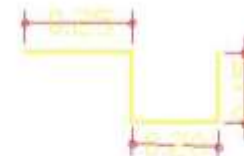
DIMENSIONES DE LA CUBIERTA DE TECHO



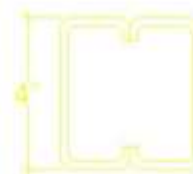
DIMENSIONES DEL RESERVOIRIO FAMILIAR



DETALLE DE ZAPATA



DETALLE DE GANCHO



DETALLE DE PÓLVIZ "C" ENCAJELLADO

UNIVERSIDAD
DE EL SALVADOR



UBICACION
CANTON EL PROGRESO, MUNICIPIO DE TOROLA,
DPTO. DE MORAZAN

No. de Hoja

16/16

PROYECTO PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE
CAPTACION DE AGUA LLUVIA PARA RIEGO
DE CULTIVO EN EL CANTON EL PROGRESO,
MUNICIPIO DE TOROLA, DPTO. DE MORAZAN

ETAPAS
INDICADAS

FECHA
JULIO DE 2008

ASESOR ING. LUIS CLAYTON MARTINEZ RIVERA

PRESENTA

MARLON IVAN CAMPOS MARTINEZ
CESAR JAVIER ROMERO MEJIA
ADA PATRICIA SANCHEZ

CONTENIDO DETALLES CONSTRUCTIVOS DE
COMPONENTES DE SISTEMA SCAPT