

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN:

**PROYECTO SINREM, CUENCA DEL RÍO ATULAPA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA,
COMISIÓN TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO Y UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA, GUATEMALA.**

MARIO ALBERTO FONG GARCÍA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN:

**PROYECTO SINREM, CUENCA DEL RÍO ATULAPA, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA,
COMISIÓN TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO Y UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA, GUATEMALA.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

MARIO ALBERTO FONG GARCÍA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR MAGNÍFICO

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Agr. MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	P. Forestal Axel Esaú Cuma
VOCAL QUINTO	P. Contador Carlos Alberto Monterroso González
SECRETARIO	Ing. Agr. MSc. Edwin Enrique Cano Morales.

Guatemala, noviembre de 2010

Guatemala, noviembre de 2010

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación realizado en la cuenca del río Atulapa, Esquipulas, Chiquimula, Comisión Trinacional del Plan Trifinio y Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Mario Alberto Fong García

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mis abuelos: Ana Margarita Flores y Mario Roberto Fong Najarro

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO.

A Dios: por darme fuerzas, por ser mí ayuda, mi proveedor.

A mi patria Guatemala

A mi madre: Thelma Iliana García Flores de Fong

A mi padre: Mario Alberto Fong Véliz

A mis hermanos: Mario Roberto y Marlon Ricardo

A mi novia: Karla Mancilla

A mis abuelos: Ana Margarita Flores, German García Vinén, María Teresa Veliz y Mario Roberto Fong Najarro.

A mis tíos y primos: Edgar Antonio García Flores, Edgardo, Ana Julieta, Norma Josefina García Flores de Reyes, Jorge, Henry, Lissy, Henrito, Hesler, Jorge (Chain), Mario, Vannessa, Odeth, Jason, Gianna, Belther Humberto García Flores.

A mis amigos: Federico Monzón, Ángel Chacón, Gabriela Sotovando, Luis Fernando Martínez, Juan Pablo Ovando, Alejandro Molina, Edwin Lemus, Walter Iguardia, Mónica González, Deina Sánchez, Saraida Archila, Raúl Maselli, Ana Silvia Balsells Orellana, Ana Cristina Fulladolsa, Alejandro Gil, Loren López, Abner Martínez, Julia Camel, Henry Arredondo, Flor Calderón, Carlos Aguirre, Paco Flores, Vannessa Franco, Regina Valiente, Miguel Argueta, Gustavo Rosal, Sori Nájera, Javier Díaz, Oscar Oliva, Julio Cesar Schonder.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de Trabajo SINREM Ing. Hugo Tobías, Ing. Guillermo Santos, Inga. Lily Gutiérrez, Luis Sáenz, Ing. Mario Buch, Ing. Mario Orellana, Ing. Alfonso Carranza, Dr. Jacques Imbernom, Dr. Jean Phillippe Tonneau, Inga. Claire Balay, Inga. Ana Meneses, Lic. Javier Jover,

A la comisión Trinacional del Plan Trifinio: Ing. Juan Carlos Montufar, Ing. Mario Buch, Ing. Ulises Orellana, Ing. Abner Jimenez, Lic. Maritza Vidal, Lic. Ivan Cerón, Sandra Espino, Gaby Gonzalez y Sandrita.

A la municipalidad de Esquipulas: Señor alcalde Juan Ramón Peralta y Karla García.

A mi asesor: Ing. Hugo Antonio Tobías Vázquez por su paciencia y su excelente asesoría dedicada en este trabajo.

A mi supervisor: Ing. Guillermo Santos Mancilla por el acompañamiento en todo el proceso de realización del Ejercicio Profesional Supervisado y sus conocimientos compartidos.

A mis catedráticos de la Facultad de Agronomía: Especialmente al Ing. Juan Carlos Fuentes, Ing. Waldemar Nufio, Ing. Juan Herrera, Ing. Carlos López, Ing. Juan José Castillo, Ing. Rolando Lara, Ing. Aníbal Sacbajá, Inga. Mirna Ayala, Ing. Johnny Toledo, Ing. Mario Alberto Mendez, Lic. Pedro Celestino.

A la Familia Pacheco de Esquipulas: Hector Pacheco, Thelma, Thelma Elisa, Rocio Alejandra, Cristel, Mario Pacheco, Dunia, Heydilin, Marissa, Gaby, Ruben Pacheco, Suyapa de Pacheco, Sindy, Suyapita, Daniel, Carlos, Kevin, Fernando, Sofi, Isis, por haberme hecho sentir parte de la familia.

A mis primos: Henry y Jorge Reyes, estoy agradecido con ustedes por apoyarme en muchas oportunidades y cuando más lo he necesitado.

A la familia Maselli: Carolina de Maselli (Madrina) y Raulito Maselli (Padrino), por sus consejos y apoyo incondicional.

A la familia Cruz: por ser instrumentos útiles en las manos de Dios y ayudarme.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
CAPÍTULO I	
DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA ESQUIPULAS, CHIQUMULA, GUATEMALA 2007.....	
1	
1.1. PRESENTACIÓN.....	2
1.2. MARCO REFERENCIAL.....	2
UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	2
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. GENERAL	7
1.3.2. ESPECIFICOS	7
1.4. METODOLOGIA.....	7
1.4.1. PRIMERA FASE DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	7
1.4.2. SEGUNDA FASE DE ELABORACIÓN DEL TALLER	8
1.5. RESULTADOS.....	9
1.5.1. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA.....	9
1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	11
1.5.3. ACCIONES EJECUTADAS Y PROYECTOS EN MARCHA	13
1.6. CONCLUSIONES.....	15
1.7. BIBLIOGRAFIA	16
1.8. ANEXO.....	17
CAPÍTULO II	
PROPUESTA DE UN PLAN GENERAL PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA, ESQUIPULAS....	
21	
2.1. INTRODUCCIÓN	23
2.2. MARCO REFERENCIAL.....	25
2.2.1. LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA (GEOGRÁFICA Y POLÍTICA):.....	25
2.2.2. UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA Y VÍAS DE ACCESO:	26
2.2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	28
2.3. MARCO CONCEPTUAL	46
2.3.1. PLAN DE ORDENAMIENTO	46
2.3.2. EL AGUA.....	46
2.3.3. DESARROLLO SOSTENIBLE:.....	47
2.3.4. CUENCA HIDROGRÁFICA.....	48
2.3.5. LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA.....	48
2.3.6. LAS PARTES DE UNA CUENCA.....	49
2.3.7. DIVISIÓN DE UNA CUENCA	50
2.3.8. EL SISTEMA HÍDRICO	50
2.3.9. FUNCIONES DE LA CUENCA	51
2.3.10. MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS.....	52
2.3.11. LA CUENCA COMO UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	52
2.3.12. ASPECTOS HIDROMORFOLÓGICOS.....	53
2.3.13. ASPECTOS LINEALES DE LA CUENCA	53
2.3.14. ASPECTOS DE SUPERFICIE.....	54
2.3.15. ASPECTOS DE RELIEVE	55
2.3.16. MÉTODO DE LA CURVA HIPSOMÉTRICA.....	56

2.3.17.ASPECTOS DEL RECURSO HÍDRICO	57
2.3.18.MÉTODOS DE AFORO	57
2.3.19.DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA.....	58
2.3.20.CALIDAD DE AGUA:	58
2.3.21.CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	58
2.3.22.CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA.....	59
2.4. OBJETIVOS.....	63
2.4.1.OBJETIVO GENERAL	63
2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	63
2.5.METODOLOGÍA	64
2.5.1.ETAPA PRELIMINAR DE GABINETE	64
2.5.2.ETAPA DE CAMPO	64
2.5.3.ETAPA FINAL DE GABINETE	67
2.6.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	69
2.6.1MORFOMETRÍA DE LA CUENCA:.....	69
2.6.2CALIDAD DEL AGUA	74
2.6.3CANTIDAD DE AGUA.....	79
2.6.4.UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA.....	82
2.6.5USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO ATULAPA:.....	84
2.6.6USO DE LA TIERRA:.....	86
2.6.7. ÁREAS PRINCIPALES DE RECARGA HÍDRICA NATURAL	89
2.7.ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	91
2.7.1.CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	91
2.7.2.IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CONFLICTOS	97
2.8.PROPUESTA DE UN PLAN GENERAL PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA	98
2.9.ANÁLISIS DE RESULTADOS	121
2.9.1.CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA	121
2.9.2.CALIDAD DEL AGUA	121
2.9.3.CANTIDAD DE AGUA.....	121
2.9.4.LOS USUARIOS	122
2.9.5.FUENTES DE CONTAMINACIÓN	122
2.9.6.CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA	122
2.9.7.APLICACIÓN DEL MARCO LEGAL.....	123
2.9.8.RECARGA HÍDRICA.....	123
2.9.9.SOBRE EL PLAN QUE SE HA ELABORADO	124
2.10. CONCLUSIONES.....	125
2.11. RECOMENDACIONES	126
2.12. BIBLIOGRAFÍA.....	127

CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA, MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS Y LA COMISIÓN TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO, ESQUIPULAS, CHIQUIMULA, GUATEMALA.	130
3.1. PRESENTACIÓN.....	131
3.2. SERVICIO: ELABORACIÓN DE UN ATLAS TEMÁTICO PARA LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA	132
3.2.1.OBJETIVOS	132
3.2.2.METODOLOGÍA	132
3.2.3.RESULTADOS.....	133
3.3. SERVICIO: CAPACITACIONES	134
3.3.1.OBJETIVOS.....	134

3.3.2.METODOLOGÍA.....	134
3.3.3.RESULTADOS	134
3.4. SERVICIO: ELABORACIÓN DE UNA MAQUEA	136
3.4.1.OBJETIVOS	136
3.4.2.METODOLOGÍA.....	136
3.4.3.RESULTADOS	136
3.5. CONCLUSIONES.....	137
3.6. RECOMENDACIONES	137
3.7. BIBLIOGRAFIA	138

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
Cuadro 1. Coordenadas geográficas dentro del cual se localiza la cuenca del Río Atulapa.....	2
Cuadro 2. Coordenadas del cuadrante dentro del cual se localiza la cuenca del río Atulapa.	25
Cuadro 3. Centros poblados cuenca río Atulapa.	30
Cuadro 4. Grupos de edad en porcentaje de la población total.	32
Cuadro 5. Datos de salud generales para el municipio de Esquipulas.	43
Cuadro 6. Número de alumnos en las escuelas por comunidad.....	43
Cuadro 7. Orden de corrientes del río Atulapa, Esquipulas Chiquimula.	69
Cuadro 8. Longitud media por orden de corrientes y longitud acumulada.	71
Cuadro 9. Resumen de las características morfométricas de la cuenca.	73
Cuadro 10. Calidad físico – química del agua.	74
Cuadro 11. Análisis de Agua superficial en el río Atulapa.	76
Cuadro 12. Relación entre cloro residual libre y sus respectivos límites permisibles.....	77
Cuadro 13. Monitoreo de cantidad de Cloro residual de los sistemas municipales de abastecimiento de agua potable de Esquipulas.	77
Cuadro 14. Resultado de Análisis Bacteriológico de muestras de agua 2007, en las comunidades de la cuenca del río Atulapa.....	79
Cuadro 15. Resultados de los caudales de los ríos de la cuenca del río Atulapa en litros por segundo y metros cúbicos por segundo.	79
Cuadro 16. Caudal de los principales manantiales de la cuenca del río Atulapa.....	82
Cuadro 17. Uso de la tierra de la cuenca del río Atulapa	86
Cuadro 18. Composición de la pulpa (% en base seca).....	93
Cuadro 19. Composición química del mucílago de café.....	93
Cuadro 20. Resumen descriptivo de caficultores con beneficiado.....	94
Cuadro 21. Identificación y caracterización de los principales conflictos dentro de la cuenca del río Atulapa.	97
Cuadro 22. Distribución de beneficios de café en comunidades de la cuenca del río Atulapa.....	118
Cuadro 23A. Cuadro de asistencia para capacitaciones ambientales.	139
Cuadro 24A. Cuadro de asistencia capacitación en uso de pluviómetros	140

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1. Ubicación general de la cuenca del río Atulapa.....	2
Figura 2A. Mapa de curvas de nivel de la cuenca del río Atulapa	17
Figura 3A. Mapa de ubicación de escuelas oficiales en la cuenca del río Atulapa	18
Figura 4A. Mapa de red vial y red hídrica de la cuenca del río Atulapa.....	19
Figura 5A. Mapa de zonas de vida de la cuenca del río Atulapa.....	20
Figura 6. Mapa de ubicación de la cuenca del río Atulapa.....	27
Figura 7. Número de habitantes por poblado, de la cuenca del río Atulapa, para el año 2002.....	31
Figura 8. Total de Población Económicamente Activa, dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.....	31
Figura 9. Distribución de la población dentro de la Cuenca del río Atulapa, para el año 2002.....	32
Figura 10. Porcentaje de grupos de edad para el año 2002.....	32
Figura 11. Población total por género dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.....	33
Figura 12. Número de habitantes por nivel de escolaridad dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.....	34
Figura 13. Nivel de analfabetismo en rangos de edades dentro de la cuenca del río Atulapa para el año 2002.....	35
Figura 14. Producción de los rubros productivos agrícolas en el municipio de Esquipulas.....	38
Figura 15. Principales canales de comercialización del café. Fuente: ANACAFE, 2006.....	41
Figura 16. Flujograma para la edición del mapa de áreas de recarga hídrica.....	68
Figura 17. Log Nu vrs. U.....	70
Figura 18. Nu (numero de corrientes) vrs u (orden de corrientes).....	70
Figura 19. Mapa de calidad de agua de la cuenca del río Atulapa 2007.....	75
Figura 20. Tanque de monitoreos de cloro residual en el caserío La Planta.....	78
Figura 21. Mapa de ubicación de medición de los principales caudales del río 2007.....	81
Figura 22. Mapa de localización de fuentes de agua en la cuenca del río Atulapa.....	83
Figura 23. Mapa de uso de la tierra 2007, cuenca del río Atulapa. Escala 1:50,000	87
Figura 24. Mapa de áreas de recarga hídrica. Escala de trabajo 1:50,000.....	90
Figura 25. Mapa de ubicación de los beneficios de café en la cuenca del río Atulapa	95
Figura 26. Excavación de la fosa y Construcción de las piletas de entrada y salida.....	120
Figura 27. Preparación de la bolsa para el digestor, La tubería de la entrada de PVC se inserta en un extremo del tubo de plástico y Protección y cierre.....	120
Figura 28. Biodigestor finalizado.....	120
Figura 29. Mapa base de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	141
Figura 30. Mapa geológico de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	142
Figura 31. Modelo de elevación digital de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	143
Figura 32. Mapa de serie de suelos de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	144
Figura 33. Mapa de unidades fisiográficas de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	145
Figura 34. Mapa de zonas de vida de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	146
Figura 35. Mapa de ubicación de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	147
Figura 36. Mapa de turismo y ecoturismo potencial y actual en la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.....	148

“TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN: CUENCA DEL RÍO ATULAPA, MUNICIPIO DE ESQUIPULAS, CHIQUIMULA, Y EN LA COMISIÓN TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO –CTPT-”

RESUMEN

El Plan Trifinio es una iniciativa de los presidentes de las repúblicas de Guatemala, El Salvador y Honduras, quienes después de varios años de actividades preparatorias, lograron la suscripción de un convenio específico en el año de 1,988. La región denominada Trifinio, abarca aproximadamente 7,500 km², de los cuales corresponden el 44.7% a Guatemala, el 15.3% a El Salvador y el 40% a Honduras. Está conformada por 45 municipios fronterizos, 8 de El Salvador, 15 de Guatemala y 22 de Honduras, ubicados alrededor del bosque nuboso del macizo de Montecristo. Este plan tiene como misión la de impulsar el mejoramiento de la calidad de vida a nivel local y de la región, para orientar así, mediante un esfuerzo conjunto, los beneficios directos e indirectos de la integración trinacional.

La región del Trifinio es muy rica en recursos hídricos. Se distingue por ser parte relevante de uno los sistemas hídricos más importantes de América Central, de esta manera para la cuenca alta del río Lempa, se crea el Programa Trinacional de la Cuenca Alta del Río Lempa (PTCARL). En esta, se realizó una selección de 23 cuencas que tienen un área estimada de 131,000 ha; de las cuales 42,345 ha. corresponden a 8 cuencas transfronterizas, mientras que del área restante 27,692 corresponden a 6 cuencas de El Salvador (27,692), 5 cuencas de Guatemala (37,639 ha.) y 4 cuencas a Honduras (23,411ha.)

Dentro de las cinco cuencas que se ubican dentro del territorio de Guatemala, se encuentra la cuenca del río Atulapa, que pertenece a la cuenca del río Olopa, ubicada en el municipio de Esquipulas, del departamento de Chiquimula. El criterio más importante para que se haya seleccionado como parte del proyecto SINREM (Synchronising Information for Local-National Participatory Natural Resources Management), radica en que la cuenca presenta los mayores problemas de contaminación por vertido de aguas mieles, por los beneficios de café que se ubican dentro de la cuenca. Este hecho, hace relevante la inclusión de esta cuenca por la problemática que representa para la población de Esquipulas, uno de los principales centros poblados del área Trifinio.

En apoyo al Programa Trinacional del Plan Trifinio (PTPT), se encuentra establecido desde el 2006 el proyecto SINREM en la cuenca río Atulapa. Este proyecto es una iniciativa de un

conjunto de universidades que tiene como áreas de enfoque la región del Trifinio, en el cual, convergen los países de El Salvador, Guatemala y Honduras. Cuenta con la participación de las Universidades siguientes: Universidad de El Salvador (UES), Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Universidad de Castilla la Mancha de España (UCLA) y el Centro de Investigaciones para el desarrollo Agrícola de Francia (CIRAD). Las instituciones antes citadas, desarrollan sus actividades con el apoyo financiero parcial de la comunidad europea.

Es importante mencionar que la cuenca del río Atulapa tiene una marcada importancia ya que es abastecedora de agua para los 23 caseríos que se encuentran dispersos dentro de la misma, así también, del 60% de la población que habita en el casco urbano del municipio de Esquipulas (10,000 habitantes aproximadamente). Es por ello que el plan de ordenamiento estará enfocado hacia el recurso hídrico.

La cuenca del río Atulapa, drena superficialmente hacia la cuenca del río Olopa en la parte alta del río Lempa, el cual, a su vez tiene una superficie de 43 km² y se sitúa al Sur del municipio de Esquipulas; se ha estructurado un plan para el ordenamiento de los recursos hídricos el cual plantea acciones en el corto, mediano y largo plazo, a través de la implementación de programas y proyectos que garantizan la sostenibilidad de los recursos hídricos de la cuenca del río Atulapa

El documento que se presenta a continuación es el producto del Ejercicio profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía, realizado en el periodo de febrero del 2007 a noviembre de 2007, dividiéndose en tres capítulos el diagnóstico, la investigación y los servicios comunitarios.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA ESQUIPULAS, CHIQUIMULA,
GUATEMALA 2007.**

1.1. PRESENTACIÓN

El Plan Trifinio es una iniciativa de los presidentes de las repúblicas de Guatemala, El Salvador y Honduras, quienes después de varios años de actividades preparatorias, lograron la suscripción de un convenio específico en el año 1988. La región denominada Trifinio, abarca aproximadamente 7,500 km², de los cuales corresponden el 44.7% a Guatemala, el 15.3% a El Salvador y el 40% a Honduras. Está conformada por 45 municipios fronterizos, 8 de El Salvador, 15 de Guatemala y 22 de Honduras, ubicados alrededor del bosque nuboso del macizo de Montecristo. Este plan tiene como misión la de impulsar el mejoramiento de la calidad de vida a nivel local y de la región, para orientar así, mediante un esfuerzo conjunto, los beneficios directos e indirectos de la integración trinacional.

La región del Trifinio es considerada estratégica para los tres países que lo comparten, por la riqueza de sus recursos naturales renovables. Cuenta con las cabeceras de las cuencas de los ríos Lempa, Grande, Motagua y Ulúa, además de grandes reservas forestales con una biodiversidad compleja y valiosa.

El tratado para la ejecución del Plan Trifinio, en su capítulo I, objeto del tratado, artículo 2, dice: “El plan trifinio comprende todos los programas, subprogramas, proyectos y acciones coordinados de forma trinacional a ejecutarse en la región del trifinio”. En el artículo 3, se menciona que “el plan trifinio es un área de especial interés para los tres países, que representa un territorio ecológico e indivisible en la que sólo la acción conjunta y coordinada podrá dar solución satisfactoria a los problemas de las poblaciones y al manejo sostenible de los recursos naturales.” (CATIE-CTPT, 2005)

Como una de las acciones estratégicas del Programa Trinacional Plan Trifinio (PTPT), se perfiló un proyecto tendiente a la integración y aprovechamiento de las zonas de fragilidad ecológica que son mayoritarias en la región, en busca de la sostenibilidad de los recursos naturales y del mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural. En particular se dirige al pequeño agricultor, quien, mientras carezca de alternativas y mejores oportunidades para mitigar su situación de pobreza, seguirá incidiendo, para subsistir, en el deterioro de los recursos naturales renovables y de la ecología de la región del trifinio.

La región del Trifinio es muy rica en recursos hídricos. Se distingue por ser parte relevante de uno los sistemas hídricos más importantes de América Central, en el sistema destacan tres cuencas: La cuenca trinacional del río Lempa, la cuenca binacional del río Motagua (entre

Honduras y Guatemala) y la cuenca nacional del río Ulúa en Honduras. La cuenca del río Lempa es la mayor de las cuencas hidrográficas comunes de la región, por lo que el manejo coordinado de sus recursos naturales es prioritario para los tres gobiernos. (CTPT-PNUD-IIIICA, 1993).

Cada cuenca fue zonificada, con el fin de diferenciar zonas homogéneas en cuanto a potencialidades y problemas comunes, a manera de identificar prioridades productivas de cada zona, que permita concentrar acciones directas y ordenar las intervenciones del programa.

La priorización se realizó para reducir el riesgo de “atomización de inversiones”. Para realizar este proceso, se ha considerado como unidad de diferenciación de áreas a las “cuencas”. A través de las cuales, se plantea concentrar geográficamente las inversiones del programa. Las cuencas prioritarias constituyen las áreas con mayor nivel de prioridad en términos sociales, económicos, ambientales y políticos, complementados con aspectos de interés, participación y nivel organizativo de las comunidades locales.

De esta manera para la cuenca alta del río Lempa se crea el Programa Trinacional de la Cuenca Alta del Río Lempa (PTCARL). En esta se realizó una selección de 27 cuencas, basada en criterios de balance por país, carácter binacional, precipitación media mensual, acceso, susceptibilidad a inundaciones y susceptibilidad a erosión. Se realizó este estudio de factibilidad en el año 2,000. Finalmente se tomaron en cuenta 23 cuencas que tienen un área estimada de 131,000 ha., de las cuales 42,345 ha. corresponden a 8 cuencas transfronterizas, mientras que del área restante 27,692 corresponden a 6 cuencas de El Salvador (27,692), 5 cuencas de Guatemala (37,639 ha.) y 4 cuencas a Honduras (23,411ha.)

Dentro de las cinco cuencas que se ubican dentro del territorio de Guatemala, se encuentra la cuenca del río Atulapa, que pertenece a la cuenca del río Olopa, ubicada en el municipio de Esquipulas, del departamento de Chiquimula. El criterio más importante para que se haya seleccionado como parte del proyecto SINREM, radica en que presenta los mayores problemas de contaminación por aguas mieles, por los beneficios de café que se ubican dentro de la cuenca. Este hecho, hace relevante la inclusión de esta cuenca por la problemática que representa para la población de Esquipulas, uno de los principales centros poblados del área Trifinio.

En apoyo al Programa Trinacional del Plan Trifinio (PTPT), se encuentra establecido desde el 2006 el proyecto SINREM en la cuenca río Atulapa. Este proyecto es una iniciativa de un conjunto de universidades que tiene como áreas de enfoque la región del Trifinio, en el cual, convergen los países de El Salvador, Guatemala y Honduras. Cuenta con la participación de las Universidades siguientes: Universidad de El Salvador (UES), Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Universidad de Castilla la Mancha de España (UCLA) y el Centro de Investigaciones para el desarrollo Agrícola de Francia (CIRAD). Las instituciones antes citadas, desarrollan sus actividades con el apoyo financiero parcial de la comunidad europea.

1.2. MARCO REFERENCIAL

UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

La cuenca del río Atulapa se sitúa al sur del municipio de Esquipulas, perteneciente al departamento de Chiquimula, concretamente a la Región III, quedando incluida en su totalidad en terrenos pertenecientes a dicho municipio.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas del cuadrante dentro del cual se localiza la cuenca del Río Atulapa

Ubicación	Coordenadas	
	X (mts.)	Y (mts.)
Norte	894354	1614121
Sur	894354	1603357
Este	899538	1608878
Oeste	888854	1608878

Fuente: Hojas topográficas (6), escala 1:50,000

Desde la ciudad de Guatemala al municipio de Esquipulas, se recorren 222 km. de la forma siguiente: de la ciudad de Guatemala, se transitan 132 km. por la carretera asfaltada CA-9, hasta llegar al entronque del municipio de río Hondo (Zacapa), de este entronque, con dirección Noreste se recorren 90 km. por la carretera asfaltada CA-10, pasando por la cabecera departamental de Chiquimula, y por la cabecera municipal de Quetzaltepeque. Para llegar al punto de aforo de la cuenca hay que recorrer 2.5 kilómetros de carretera asfaltada a partir de la basílica del Cristo Negro.

La cuenca del río Atulapa se localiza en las hojas cartográficas de Esquipulas (2359 IV) y Cerro Montecristo (2359 III); se ubica entre las coordenadas:

- Latitud Norte $14^{\circ}34'12''$ y $14^{\circ}28'48''$
- Longitud Oeste $89^{\circ}17'24''$ y $89^{\circ}23'24''$

Algunas características morfométricas de la cuenca del río Atulapa:

- Perímetro de la cuenca: 39.37 km^2 .
- Área total de la cuenca: 43.10 km^2 .
- Pendiente media de la Cuenca: 16.47%
- Pendiente del Cauce Principal: 5.11%
- Altura Máxima de la Cuenca: 2,100 m.s.n.m.
- Altura Mínima de la Cuenca: 900 m.s.n.m.

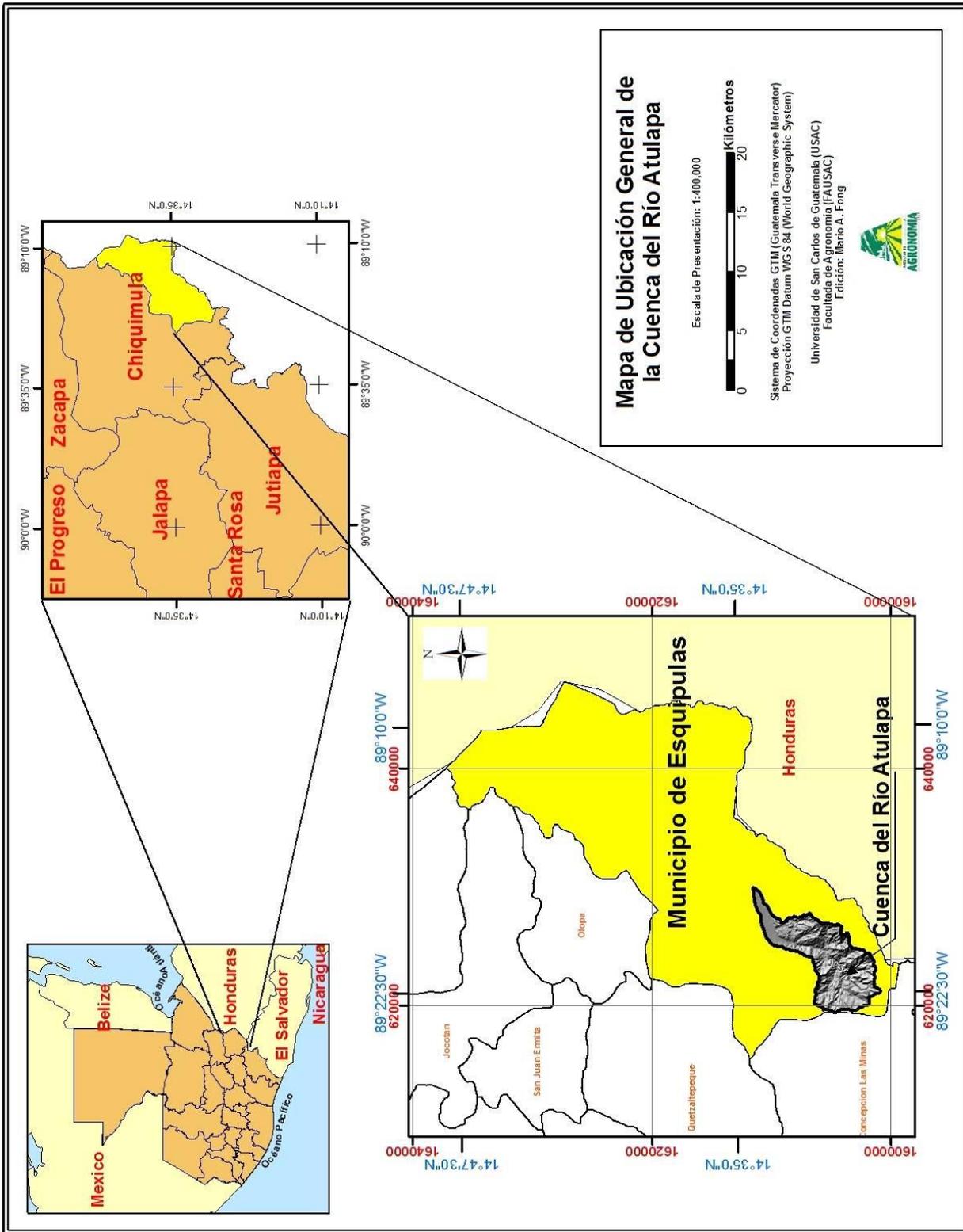


Figura 1. Ubicación general de la cuenca del río Atulapa.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. GENERAL

- Determinar a nivel general la situación actual de la cuenca del río Atulapa del municipio de Esquipulas del departamento de Chiquimula, Guatemala.

1.3.2. ESPECIFICOS

- Describir de forma general la problemática que actualmente afecta a los recursos naturales dentro de la cuenca.
- Describir las acciones ejecutadas y los proyectos en marcha dentro de la cuenca.

1.4. METODOLOGIA

El proceso metodológico que se utilizó para el diagnóstico de la cuenca se dividió en dos partes:

- Primera fase de Investigación documental y Análisis de Información.
- Segunda fase de elaboración de taller regional para consulta a actores locales.

1.4.1. PRIMERA FASE DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para esta primera fase se realizó el siguiente procedimiento:

A. FASE INICIAL DE GABINETE

Identificación y localización de material cartográfico e imágenes satelitales para la delimitación de la cuenca. El espacio geográfico de la cuenca, está contenido en las hojas cartográficas de Esquipulas y Montecristo.

Se adquirió información en diferentes instituciones, entre las que se pueden mencionar: Documentación del la Comisión Trinacional Plan Trifinio, Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Nacional de Bosques (INAB), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Municipalidad de Esquipulas, Cooperativas de la región y el Centro de salud.

Se practicó trabajo de interpretación de imágenes para confirmar algunos mapas, tales como el mapa de uso de la tierra y la preparación de un mapa de pendientes y otros mapas auxiliares

necesarios en la realización del estudio morfométrico de la cuenca como el mapa de zonas de vida, mapa de serie de suelos de Simmons, mapa de curvas a nivel, mapa de geología, mapa de infraestructura y red vial.

B. FASE DE CAMPO

Se realizaron varias visitas de campo al área de estudio con el objetivo de reconocer los aspectos biofísicos, socioeconómicos e identificar algunos problemas socio-ambientales. Se tomaron las fotografías del área de estudio, para elaborar el informe de las características presentes en el lugar.

C. FASE FINAL DE GABINETE

En esta fase se analizó la información adquirida en el área de estudio; con la información recopilada, se procedió a la identificación de problemáticas de tipo socio-ambiental que a criterio del equipo técnico son de gran importancia. Finalmente se procedió a la elaboración del documento final del diagnóstico.

1.4.2. SEGUNDA FASE DE ELABORACIÓN DEL TALLER REGIONAL PARA CONSULTA A ACTORES LOCALES

A. DESARROLLO DEL TALLER

La metodología consistió en aplicar un análisis sistémico que permitiera a los/as participantes la identificación de:

- Conflictos y oportunidades entre los grupos de actores en el manejo del recurso hídrico.
- Posibles soluciones y contribuciones a la problemática que afecta los recursos naturales.
- Identificación de posibles alianzas y las capacidades institucionales para el manejo de la información a nivel local y regional.

Para ello se realizó un análisis de la situación actual con causas y efectos para poder partir de estos e identificar las posibles contribuciones o aportes que el proyecto SINREM pueda proporcionar; los métodos y técnicas aplicados se fundamentan en el trabajo en grupos con enfoque participativo y técnicas de visualización y documentación de todo proceso de planificación y gestión.

Los instrumentos utilizados facilitaron el proceso de toma de decisiones consensuadas en grupo, la integración, comunicación entre los diferentes actores.

B. INVITADOS AL TALLER

Dentro de los invitados al taller realizado en la ciudad de Esquipulas el día 21 de febrero de 2007, están los presidentes de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) de las comunidades ubicadas dentro de la cuenca, así también el alcalde de Esquipulas, presidentes de cooperativas, cafetaleros de la región, con el fin de integrar la opinión pública y determinar problemas por parte de los actores locales.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. PROBLEMÁTICA IDENTIFICADA COMO PARTE DE LAS ACTIVIDADES DE REVISIÓN DOCUMENTAL Y ANÁLISIS DE DOCUMENTOS E INFORMACIÓN EXISTENTE.

A. DEFORESTACIÓN

Esta es una de las actividades que pone en mayor riesgo el estado de los suelos en la cuenca, ya que da inicio a un proceso de degradación a causa del incremento del impacto de la gota de lluvia y por consecuencia la erosión de los suelos por la falta de cobertura boscosa, la pendiente de la cuenca es alta (16.47%) y el avance de la frontera agrícola es cada vez mayor; provocando la disminución de la cobertura forestal.

La causa principal de la deforestación es el avance de la frontera agrícola y precisamente la implementación del cultivo de café, el cual, año con año sigue abarcando la mayor parte de la cobertura de la tierra (55% al año 2006).

B. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación del agua superficial es uno de los problemas mas graves que afrontan los pobladores que habitan dentro de la cuenca e incluso los habitantes del municipio de Esquipulas. Esto se debe a las aguas servidas de los caseríos, aldeas, y fincas que drenan hacia el río Atulapa y por los vertidos de subproductos del beneficiado húmedo del café que contaminan las aguas superficiales del río.

La mayor fuente de contaminación del río Atulapa proviene de los beneficios de las fincas cafetaleras que vierten sus aguas mieles al río sin un proceso de renovación o reciclaje, generando así uno de los principales problemas que afectan tanto a seres humanos como a especies animales que habitan dentro del río. Este problema demanda fuerte atención de todos los habitantes del área de la cuenca ya que el agua que es utilizada como potable, es traída y

desviada a la planta de tratamiento y utilizada por algunos pobladores dentro de la cuenca y el 60% de la población del casco urbano de Esquipulas.

En el año 2,004 se integró una comisión que velará por reducir el problema citado. El hecho de que el 20% de la población no poseen drenajes sanitarios con su respectivo sistema de tratamiento evidencia que el nivel de contaminación del agua podría llegar a ser mayor con el paso del tiempo.

C. EXTINCIÓN DE ESPECIES FAUNA Y FLORA

Para análisis de prioridades de conservación a nivel nacional, la presencia de especies reconocidas como amenazadas puede ser importante, aunque los criterios utilizados por cada país pueden variar mucho y no siempre son apoyados con datos biológicos. Guatemala lista 8 especies de aves (de las que ocurren en Montecristo) en su lista oficial de especies amenazadas, pero una aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) generó una lista de 63 especies.

Algunas de las especies que se mencionan en peligro de extinción son: *Plectrohyla guatemalensis* (en peligro crítico) y el quetzal centroamericano (*Pharomachrus mocinno*). Es una especie clasificada en dos subespecies (*P. m. mocinno* y *P. m. costaricensis*) distribuidas en los bosques nubosos de los siete países de mesoamérica. El quetzal es una especie símbolo, que es común en el bosque nuboso. Un estudio genético realizado recientemente recomendó que la población de Montecristo sea considerada preliminarmente como independiente ya que presentó holotipos únicos no compartidos entre otras localidades.

D. DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos de tierra se aprecian con facilidad sobre todo en la parte media y alta de la cuenca; según el informe del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), esta serie de deslizamientos se ha incrementado como consecuencia de la creciente inestabilidad de la parte alta de la cuenca por pérdida o cambio de cubierta vegetal frondosa hacia un bosque abierto, por un cambio en el uso de la tierra, al convertir los bosques de fuerte pendiente en sistemas agroforestales y/o agropecuarios en general.

Una de las causas principales por la cual suceden estos fenómenos es por la pérdida de cobertura vegetal de la tierra por la siembra de café, lo cual deja el suelo susceptible a la degradación por erosión hídrica, también señala el INSIVUMEH la concentración de altos

eventos de lluvia (intensidad de la lluvia) sobre todo en los meses de agosto y septiembre del año 2006.

1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA SEGÚN LOS ACTORES LOCALES

Con el propósito de validar y ampliar la problemática, se realizó un taller con actores locales, este se llevó a cabo en la ciudad de Esquipulas el día 21 de febrero de 2007. A continuación se describen los principales problemas identificados por los habitantes del área:

A. CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA

El tipo de contaminación más importante dentro de la cuenca es la producida por los beneficios de café, dichos beneficios como parte de su proceso, vierten aguas mieles sobre el río Atulapa, contaminando así este vital recurso, uno de los efectos observados por los comunitarios son los daños a la salud humana, es decir problemas gastrointestinales, así también, la disminución de la fauna y la flora, son efectos de la contaminación por parte de las aguas mieles vertidas sobre el cauce del río.

La incidencia del problema radica en el proceso que se utiliza para la obtención del café, de allí surge este problema que afecta casi toda la cuenca del río Atulapa, actualmente el café es la principal actividad económica en la cuenca (mayor a un 55% del área total) ya sea en asocio con una especie forestal o simplemente en monocultivo.

A través de un recorrido por la cuenca se logró identificar varios beneficios de café que poseen al menos una fosa de oxidación, pero que muchas de estas, no se utilizan adecuadamente, por lo que las hace muy poco útiles a la hora de reducir el impacto de la contaminación en el agua.

Así también se identificó que muchos caficultores de la región no cuentan con las condiciones necesarias para transportar su café a un beneficio en particular, esto hace que los caficultores de la parte alta de la cuenca realicen su propio proceso y esto representa contaminación del río desde las partes altas de la cuenca (en comunidades como Plan de la Arada y El Duraznal).

Otra fuente de contaminación son los desechos sólidos del beneficiado húmedo del café, tales como la pulpa del café y el mucílago productos del beneficiado húmedo; en recorridos efectuados en la cuenca se observó varios beneficios que descargan estos desechos a un lado del beneficio sin darle un tratamiento adecuado para su descomposición, producto de esto son los malos olores que rodean a todos los beneficios de café durante la época del beneficiado húmedo.

B. APROPIACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA

La apropiación de las fuentes de agua es otro de los problemas identificado por los actores locales dentro de la cuenca, es decir, que el agua no es un bien público en algunas partes. Este problema se debe a que los dueños de tierras cierran el paso a fuentes de agua que están dentro de su terreno viéndose así restringidos todos aquellos que están aguas abajo. Existe también problemas con el derecho de paso en dichas fincas y los pobladores no cuentan con este bien por restricciones de derecho de paso en propiedades privadas.

C. FALTA DE PROTECCIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA

La falta de protección a las fuentes de agua fue otro problema determinado durante la realización del taller, este problema es más visible en la parte alta y media alta de la cuenca, en muchos puntos en donde se ubican fuentes de agua, según los actores locales no existe protección alguna que garantice la sostenibilidad de las fuentes de agua, esto debido a la falta de presencia de las autoridades del agua en la cuenca.

D. COMPETENCIAS INSTITUCIONALES

La falta de presencia institucional es uno de los problemas con mayor relevancia, debido a que instituciones como el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-, la Asociación Nacional de Café -ANACAFE- entre otras no ejercen sus funciones institucionales dentro del área, esto por consiguiente provoca un desorden en el manejo de los recursos naturales de la cuenca.

La población que vive dentro de la cuenca, no encuentran un respaldo institucional al momento de hacer denuncias de los deforestadores y cazadores del área, quienes realizan prácticas ilegales dentro de la cuenca.

E. FALTA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL

La falta de educación y sobre todo de tipo ambiental, así como, la capacitación en el tema puede verse reflejado en el mal uso del agua. Muchos de los actores locales hicieron ver, que uno de los problemas por los que se da mal uso al agua, es por falta de educación ambiental, dentro de la falta de capacitación se mencionaron dos aspectos importantes, la falta de capacitación a los caficultores y a los miembros de los consejos comunitarios de desarrollo. Los actores locales reconocieron que uno de los efectos que puede causar este problema es que aumentan los costos del agua y disminuye la posibilidad de generar algún ingreso por causa del turismo.

F. APLICACIÓN DE LA LEGISLACIÓN

La falta de la aplicación y uso de las herramientas legales constituye un descuido institucional que facilita el proceso de deterioro de los recursos naturales. Tanto la falta de conocimiento de las leyes por parte de los pobladores así como la falta de aplicación de la misma por parte de las autoridades permiten que haya una menor sincronización del manejo y uso de los recursos naturales que hay dentro de la cuenca.

1.5.3. ACCIONES EJECUTADAS Y PROYECTOS EN MARCHA DENTRO DE LA CUENCA DEL RIO ATULAPA

Hasta el momento tanto instituciones como los pobladores han desarrollado una serie de acciones que han sido tomados a partir de la manifestación de los efectos causados por los problemas dentro de la cuenca, en este taller se identificó la siguiente lista de acciones que hasta el mes de abril del 2007 se han llevado a cabo en la cuenca:

A. ESTUDIO DE VALORACIÓN DE COSTO DE AGUA

Este documento fue elaborado por el Ing. Edgar Colindres a finales del año 2006, en el cual se concluyó que el costo que tiene el agua es mayor al pago que efectúa cada persona mensualmente.

B. MONITOREO AMBIENTAL POR LA MUNICIPALIDAD

Actualmente la municipalidad cuenta con un guarda recursos que monitorea la parte alta de la cuenca; dicho monitoreo permite llevar un control del manejo de los recursos y un control sobre personas que ilegalmente hacen uso inapropiado de los recursos.

C. DIAGNÓSTICO Y MONITOREO AMBIENTAL

Se han elaborado informes sobre el monitoreo ambiental que se hace. Estos informes se llevan a cabo por la municipalidad de Esquipulas.

D. FOSAS INDIVIDUALES PARA OXIDACIÓN DE AGUAS MIELES

Esta iniciativa pretende disminuir el impacto de la pulpa de café sobre el río, debido a que esta es una de las fuentes principales de contaminación del río Atulapa las fosas pretenden amortiguar dicho impacto sobre el recurso hídrico. Estas fosas de oxidación están alrededor de toda el área de la cuenca, por los distintos beneficios de café.

E. MEJORAMIENTO DE ACCESO A PUNTOS DE ACOPIO

Por parte de la municipalidad de Esquipulas, se han llevado a cabo acciones para el mejoramiento de los accesos a las fincas de café dentro de la cuenca, esto facilita al caficultor el transporte de los granos de café a un beneficio tecnificado de café, para su adecuado procesamiento, evitando así que el beneficiado húmedo se lleve a cabo en la parte alta de la cuenca en un beneficio artesanal.

F. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

Estos análisis permiten ver cuál es el estado del agua, si hay peligro por exceso de sales o si el agua simplemente no es apta para el consumo humano.

G. TRATAMIENTO DEL AGUA PARA EL CONSUMO

Actualmente existen 7 plantas de tratamiento en la parte baja de la cuenca, que permiten procesar el agua y hacerla apta para el consumo humano, estas plantas son los únicos puntos en donde el agua es apta para el consumo humano.

H. PROYECTOS DE LETRINIZACIÓN

La municipalidad de Esquipulas cuenta con varios proyectos de letrización, dichos proyectos permiten reducir la contaminación directa que puede haber al recurso hídrico de la cuenca por el lavado que generan las primeras lluvias en época lluviosa.

I. COMPRA DE FUENTES DE AGUA POR LA MUNICIPALIDAD

Debido a los problemas que existen en cuanto a la apropiación de fuentes de agua, la municipalidad ha contado con la iniciativa de adquirir fuentes de agua para poder proveer de la misma a los pobladores, garantizando así el agua como un bien público.

1.6. CONCLUSIONES

- En cuanto a aspectos biofísicos la cuenca del río Atulapa es de orden 4, con patrón dendrítico medio, posee tres zonas de vida: bosque húmedo subtropical templado, bosque muy húmedo montano bajo y bosque muy húmedo subtropical frío, su temperatura media es 21.5 C°, existen 13 poblados dentro de la cuenca pertenecientes a cinco aldeas; los ingresos per cápita promedio son de treinta y cinco quetzales diarios, tasa de analfabetismo es de 39.25%, población económicamente activa de 67.74%, el principal cultivo es el café con aproximadamente el 70% de la cobertura total.
- En la cuenca del río Atulapa, como toda unidad productiva en donde hay interacciones antropogénicas y ambientales, se logró observar problemas como: presencia de un basurero clandestino dentro de la cuenca, alta deforestación en la zona, avance de la frontera agrícola y el más importante es por contaminación de las corrientes de agua superficial por el vertido de las aguas mieles, que son subproducto del beneficiado húmedo de café, falta de presencia institucional de los entes que apliquen las medidas necesarias para reducir el impacto sobre los recursos naturales, el cambio de uso de la tierra en área con vocación forestal para siembra de cultivos perennes que provoca deslizamientos y la falta de prácticas de conservación que permita reducir la pérdida por erosión hídrica de los suelos, son parte de la problemática que afecta a los recursos naturales de la cuenca del río Atulapa.

1.7. BIBLIOGRAFIA

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2004. Plan de Manejo del Parque Nacional Montecristo.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2005. Programa Trinacional de Desarrollo Sostenible para la Cuenca Alta del Río LEMPA. Plan Estratégico Trinacional. 86 p.
- Comisión Trinacional del Plan Trifinio, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2004. Priorización de Subcuencas Estratégicas para la ejecución del PTCARL.
- Comisión Trinacional del Plan Trifinio, Consorcio NORPLAN /CTPT. 2005. Diagnóstico Ambiental y Socio-económico del Área Protegida Trinacional Montecristo. 136 p.
- Gerardo Borjas, Gustavo A. Cruz, Knut Eisermann, Knut Eisermann, José L. Linares. 2,005. Evaluación Ecológica Rápida en la Propuesta Área Protegida Trinacional Montecristo en Territorio Guatemalteco y hondureño. 30 p.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). Hojas Cartográficas de Esquipulas (2359 IV) y Cerro Montecristo (2359 III). Guatemala. s.p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2,002. Censos nacionales de habitación y de población. Guatemala. 1 CD.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). Tarjetas de registro climatológicos de la estación Esquipulas, 1,990-2,005. Guatemala. s.p.
- Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula, GT. Diagnóstico Municipal. Información general del municipio. 45 p.
Disponible en <http://www.inforpressca.com/esquipulas/diagnostico.php>
- Suriano B, A. 2,003. Evaluación Hidrogeológica del Valle de Esquipulas, Chiquimula. Tesis de Grado. Centro Universitario del Norte –CUNOR- Universidad de San Carlos de Guatemala. 82 p.

1.8. ANEXO

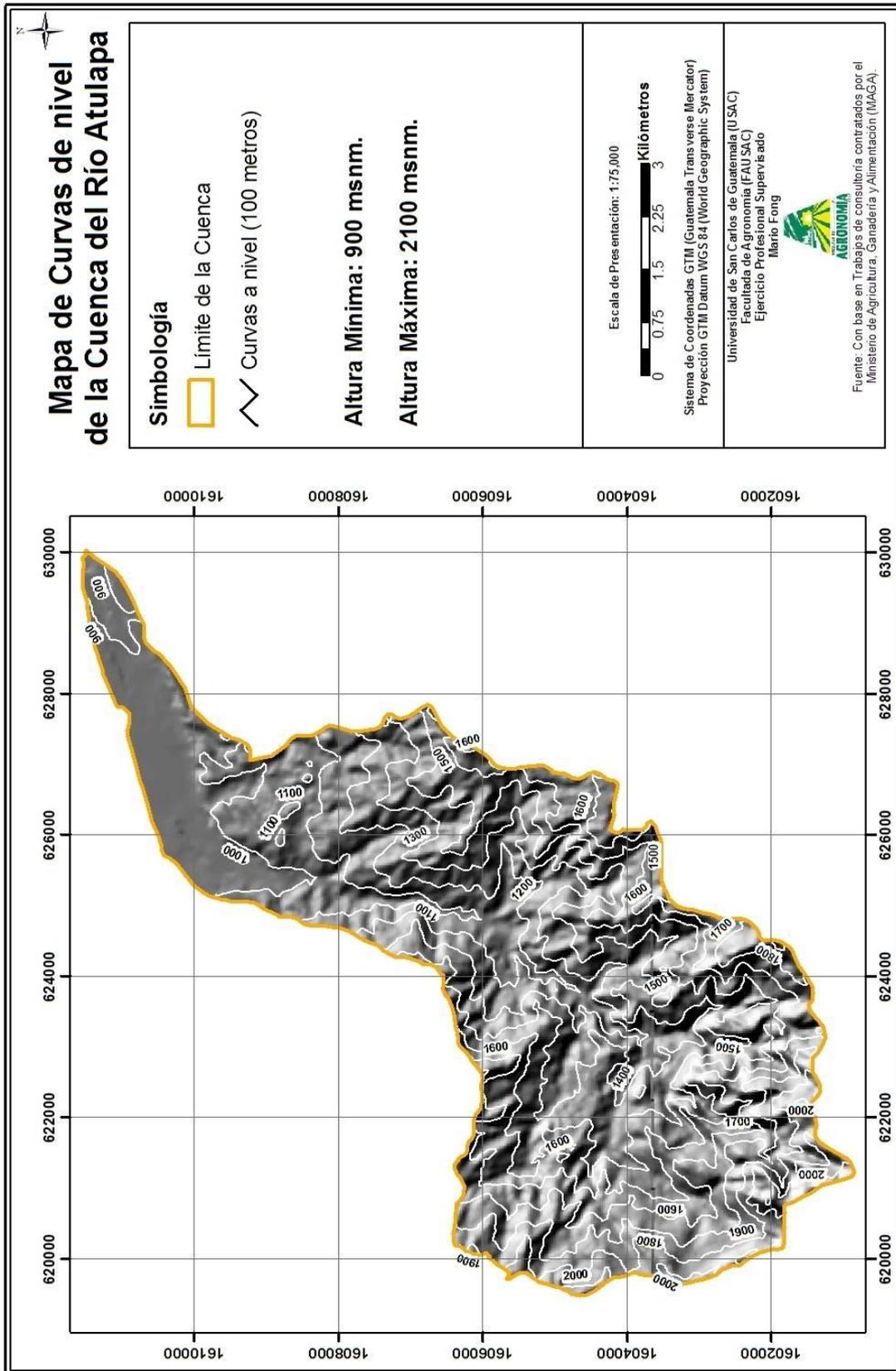


Figura 2A. Mapa de curvas de nivel de la cuenca del río Atulapa

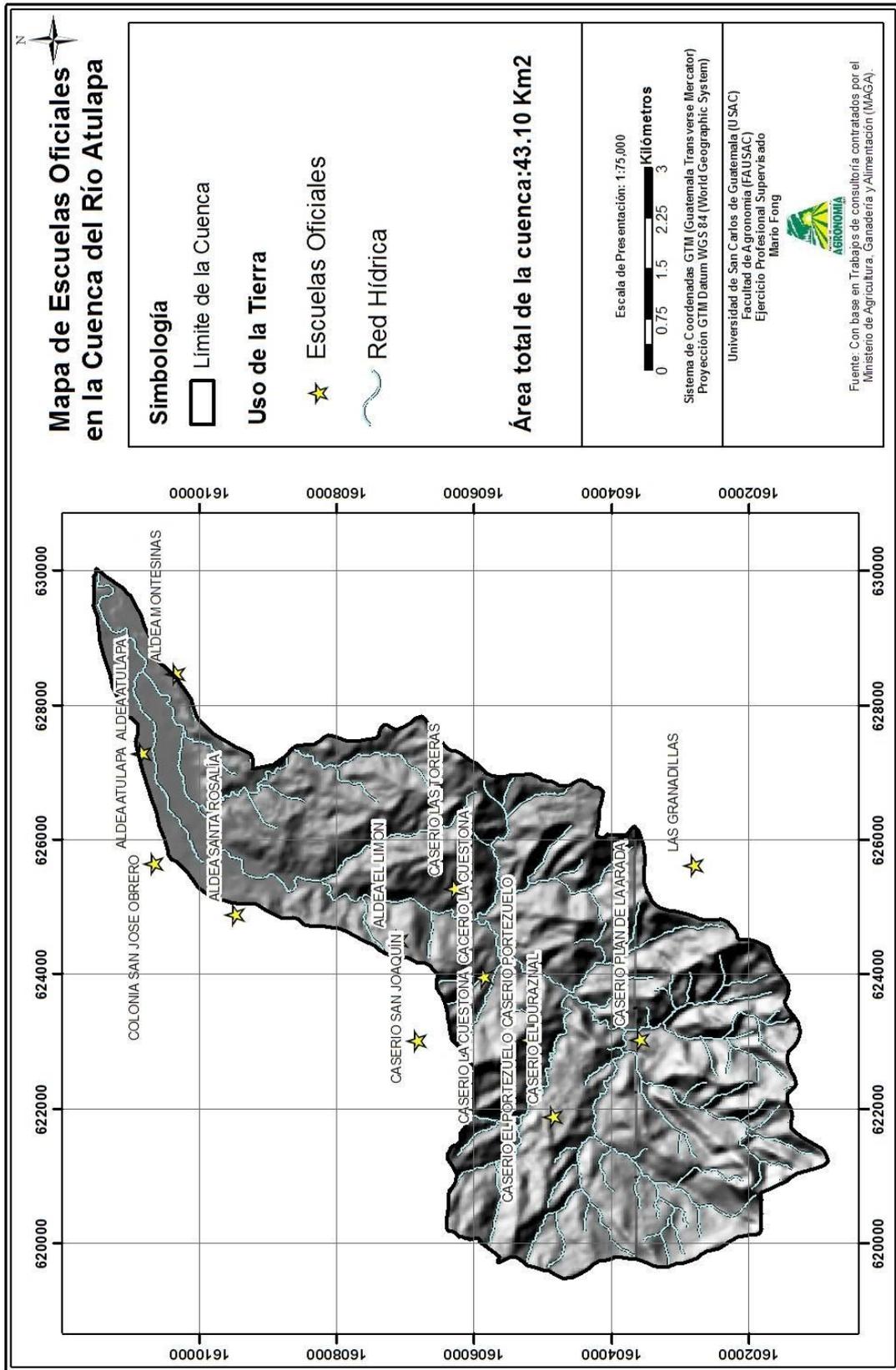


Figura 3A. Mapa de ubicación de escuelas oficiales en la cuenca del río Atulapa

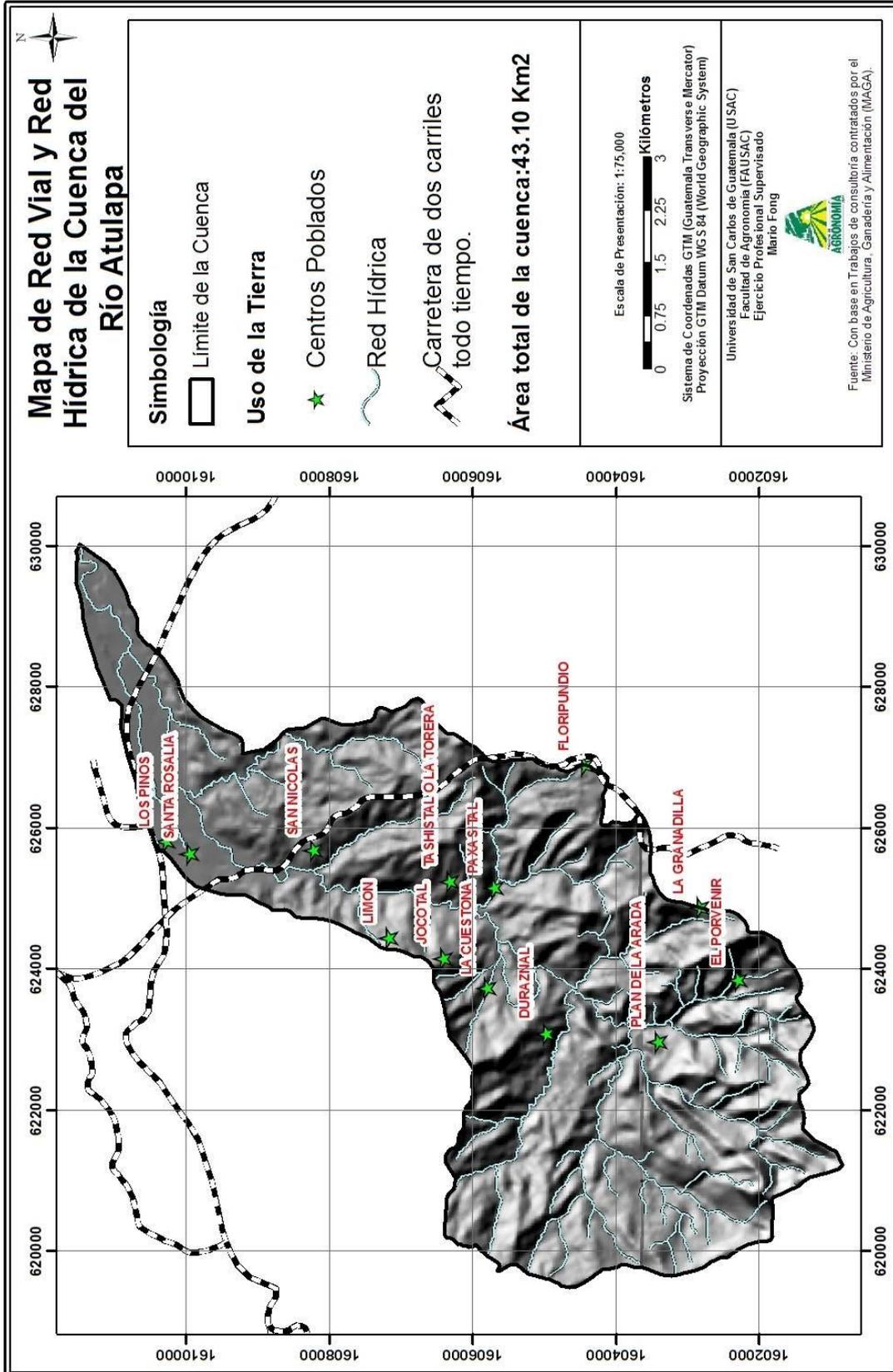


Figura 4A. Mapa de red vial y red hídrica de la cuenca del río Atulapa.

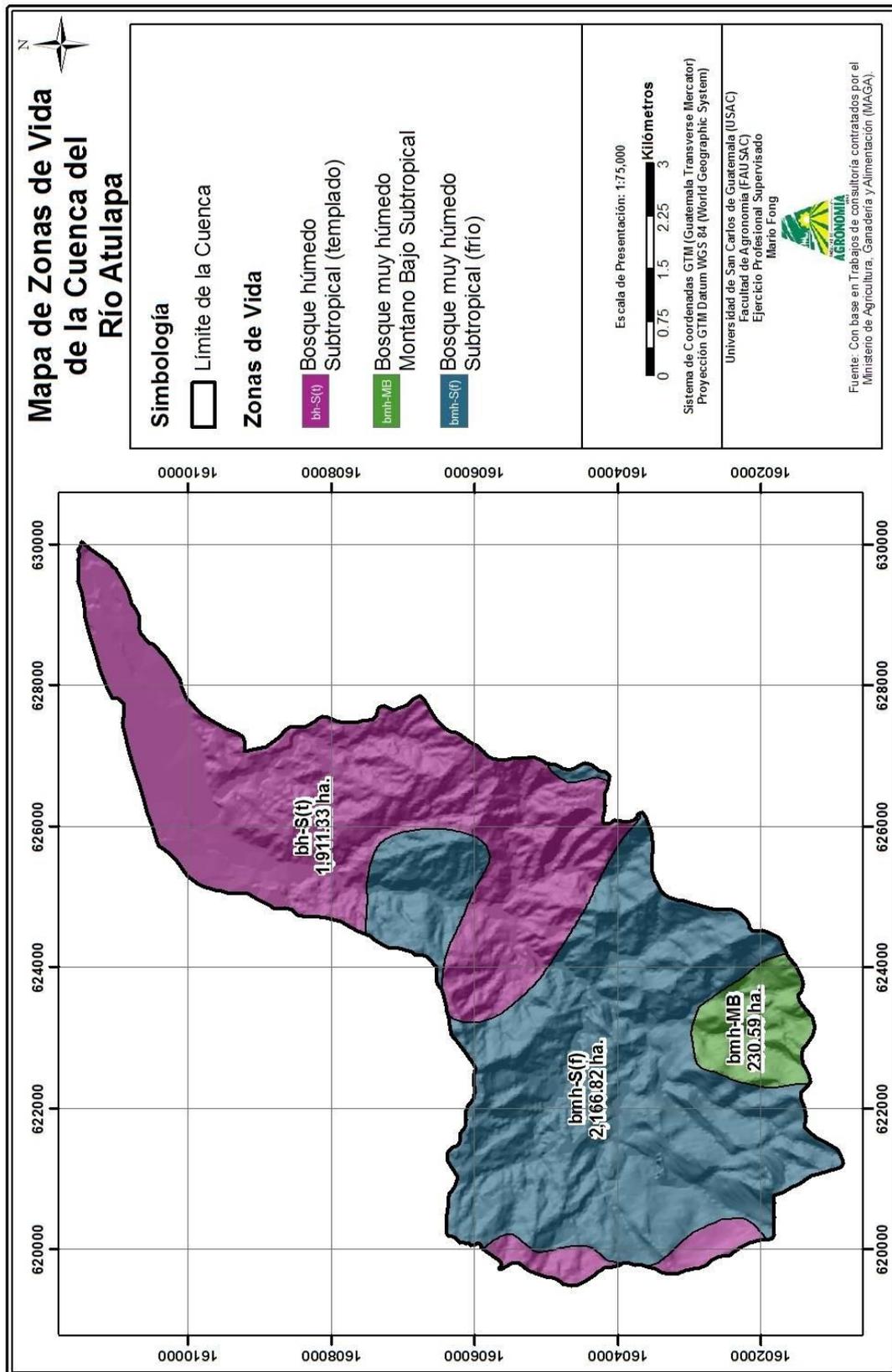


Figura 5A. Mapa de zonas de vida de la cuenca del río Atulapa.

CAPÍTULO II

**PROPUESTA DE UN PLAN GENERAL PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS
HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA, ESQUIPULAS. GUATEMALA 2007.**

La información que se presenta en este documento es propiedad del proyecto SINREM (Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, Universidad de El Salvador –UES-, Universidad Nacional Autónoma de Honduras –UNAH-, La Recherche Agronomique pour le Développement –CIRAD-, Universidad de Castilla La Mancha –UCLM-, Comisión Trinacional del Plan Trifinio –CTPT-, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo –CCAD-) y se reproduce con la autorización correspondiente.

2.1. INTRODUCCIÓN

El manejo integrado de cuencas puede ser definido como el conjunto de acciones que se realizan para proteger, conservar, mantener o mejorar los recursos naturales, propiciando su uso racional y sostenible con el fin de mejorar la calidad de vida de la población local.

A nivel mundial (en donde Guatemala no es la excepción) el manejo de cuencas ha evolucionado, y en los últimos años se acentúa el enfoque antropocéntrico, con una clara tendencia a la participación directa de la población en el planteamiento de problemas y sus soluciones. Es decir, que sean las comunidades partícipes en las etapas de diagnóstico y en la formulación de un plan de manejo.

El Plan Trifinio es una iniciativa de los presidentes de las repúblicas de Guatemala, Salvador y Honduras, quienes después de varios años de actividades preparatorias, lograron la suscripción de un convenio específico en el año 1988. La región denominada Trifinio, abarca aproximadamente 7,500 km², de los cuales corresponden el 44.7% a Guatemala, el 15.3% a El Salvador y el 40% a Honduras. Está conformada por 45 municipios fronterizos, 8 de El Salvador, 15 de Guatemala y 22 de Honduras, ubicados alrededor del bosque nuboso del Macizo de Montecristo. Este plan tiene como misión la de impulsar el mejoramiento de la calidad de vida, a nivel local y de la región, y orientar así, mediante un esfuerzo conjunto, los beneficios directos e indirectos de la integración trinacional.

La región del Trifinio es considerada estratégica para los tres países que lo comparten, por la riqueza de sus recursos naturales renovables. Cuenta con las cabeceras de las cuencas de los ríos Lempa, Grande, Motagua y Ulúa, además de grandes reservas forestales con una biodiversidad compleja y valiosa.

El proyecto SINREM está dirigido a propiciar una mayor participación de los actores en el manejo de los recursos naturales (MRN): a través de la circulación de la información en distintos niveles de decisión. SINREM moviliza metodologías adaptables para definir información sensitiva en el sistema social y proveer un acercamiento exclusivo para unificar trabajos en una red y sistemas de información a escala local y nacional. Se hace énfasis en aportar poder y gobernabilidad a nivel municipal y a la articulación de un análisis del manejo de los recursos naturales con planes de desarrollo. Esto es hecho a través de: 1) capacitaciones y trabajo en red; 2) una base de datos obtenidos al compartir los sistemas de información

existentes; 3) espacios para el diálogo y negociación de procesos de consolidación; 4) un planeamiento ambiental estratégico. En su diseño, SINREM contribuye a la implementación de un marco con normas para un concertado e informado manejo de los recursos naturales en Centro América y particularmente para las organizaciones regionales. Proyectar a las universidades nacionales con la capacidad para convertir el conocimiento ambiental en planes de desarrollo local, en relación con instituciones europeas.

Es importante mencionar que la cuenca del río Atulapa tiene una marcada importancia ya que es abastecedora de agua para los 23 caseríos que se encuentran dispersos dentro de la misma, así como también, del 60% de la población que habita en el casco urbano del municipio de Esquipulas (10,000 habitantes aproximadamente). Es por ello que el plan de ordenamiento estará enfocado hacia el recurso hídrico.

La cuenca del río Atulapa, drena superficialmente hacia la cuenca del río Olopa en la parte alta del río Lempa el cual a su vez tiene un área de 43.10 km² y se sitúa al Sur del municipio de Esquipulas, perteneciente al Departamento de Chiquimula, esta cuenca forma parte de las cuencas prioritarias que abarcan áreas transfronterizas (Guatemala-Salvador-Honduras) y áreas nacionales, de las cuales se encargan la comisión Trinacional del Plan Trifinio (CTPT) y el proyecto SINREM (Synchronising Information for Local-National Participatory Natural Resources Management) que está constituido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Autónoma de Honduras, Universidad Nacional del Salvador, la Universidad de Castilla La Mancha de España (UCLA) y el Centro de Investigaciones para el Desarrollo Agropecuario de Francia (CIRAD).

El documento de investigación que a continuación se presenta, constituye un plan general para el ordenamiento de los recursos hídricos de la cuenca río Atulapa, en donde se ven reflejadas tanto las condiciones y características socioeconómicas (Demografía, Ingresos Económicos, Educación, Salud, etc.) como las biofísicas (Clima, recursos hídricos, coberturas y usos de la tierra, etc.) en que se encuentra el área en estudio. Esto se realiza con el fin de tener una visión lo más integral y actualizada posible acerca del estado de la cuenca, para que de esta forma se genere información sustancial sobre su funcionamiento y sobre todo que sirva para formular una propuesta de plan de ordenamiento para los recursos hídricos dentro de la cuenca.

2.2. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA (GEOGRÁFICA Y POLÍTICA):

La Cuenca del río Atulapa forma parte de la cuenca del río Olopa que a su vez corresponde a la parte alta de la cuenca mayor del río Lempa. En esta vertiente las cuencas hidrográficas están caracterizadas por tener pendientes pronunciadas en las partes altas y que disminuyen al caer a la zona baja de inundación.

Se localiza en las hojas cartográficas correspondientes a Esquipulas (2359 IV) y Cerro Montecristo (2359 III); se ubica entre las coordenadas geográficas:

- Latitud Norte 14°34'12" y 14°28'48"
- Longitud Oeste 89°17'24" y 89°23'24"

Cuadro 2. Coordenadas UTM del cuadrante dentro del cual se localiza la cuenca del río Atulapa.

UBICACIÓN	COORDENADAS	
	Longitud Oeste	Latitud Norte
Norte	894354.96	1614121.44
Sur	894354.96	1603357.91
Este	899538.14	1608878.69
Oeste	888854.05	1608878.69

Fuente: Hojas topográficas (IGN 1961), escala 1:50,000

El municipio de Esquipulas limita al Norte con los municipios de Jocotán, Camotán y la República de Honduras; al Sur con el municipio de Concepción Las Minas y la República de El Salvador; al Este con la República de Honduras; al Oeste con los municipios de Quezaltepeque y Olopa. El cauce del río Atulapa se encuentra ubicado al Sur de la ciudad de Esquipulas, siguiendo la carretera que conduce a la Aduana de Agua Caliente en la frontera con Honduras (Municipales Esquipulas 2005).

Con base en la clasificación hidrológica por vertientes del país, la cuenca del río Atulapa drena a la vertiente del Océano Pacífico en la república de El Salvador por medio del río Lempa. Se caracteriza por fuertes pendientes; las planicies están restringidas a pequeñas áreas ubicadas en las aldeas Atulapa, Santa Rosalía y San Nicolás (parte baja).

El río Atulapa tiene sus cabeceras en el caserío Plan de La Arada, de la aldea Santa Rosalía, en la confluencia de las quebradas del El Raspado y la quebrada de Cruz de Piedra. En su paso por la Granadilla recibe la Quebrada Paxashtal. Corre de Sur a Este y descarga en el río

de Olopita. Entre Santa Rosalía y San Nicolás cuenta con un puente vehicular de 48 metros que facilita el paso. Este surte del vital líquido a la ciudad de Esquipulas y a todos los caseríos cercanos, así como a varios turicentros privados que se encuentran a sus orillas. Se considera que surte del vital líquido al 60% de la población urbana de Esquipulas, que cuenta con el servicio de agua entubada. (Municipalidad Esquipulas, 2005)

2.2.2. UBICACIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA Y VÍAS DE ACCESO:

De acuerdo a la división administrativa del país, la cuenca del río Atulapa se encuentra ubicada en la región III, de la cual únicamente abarca parte del municipio de Esquipulas, del departamento de Chiquimula.

Este municipio consta de XII regiones administrativas, de las cuales la cuenca abarca las regiones II (Aldeas Santa Rosalía y San Nicolás), III (Aldea Cruz Alta), y IV (Aldea Atulapa). La cuenca río Atulapa colinda al Norte con la cuenca río Olopa y el río Zepoctún, al Sur con el río Frío o Sesecapa, al Este con la cuenca del río Olopa y la cuenca del río Lempa y al Oeste con el río Chacalapa.

Desde el parque central de la ciudad de Guatemala se recorren 222 km. hasta el parque central de la ciudad de Esquipulas, de la forma siguiente: De la ciudad de Guatemala, se transitan 132 Km. Por la carretera asfaltada CA-9, hasta llegar al entronque del municipio de río Hondo (Zacapa). De este entronque, con dirección Noreste se recorren 90 Km. por la carretera asfaltada CA-10, pasando por la cabecera departamental de Chiquimula, y por la cabecera municipal de Quetzaltepeque. Para llegar al punto de aforo de la cuenca hay que recorrer 5 kilómetros de carretera asfaltada a partir de la Basílica del Cristo Negro.

La red de caminos que conduce hacia los diferentes caseríos ubicados dentro de la cuenca son en su totalidad de terracería, es por ello que la mayoría quedan incomunicadas durante la época lluviosa por falta de infraestructura como puentes y problemas de anegamientos.

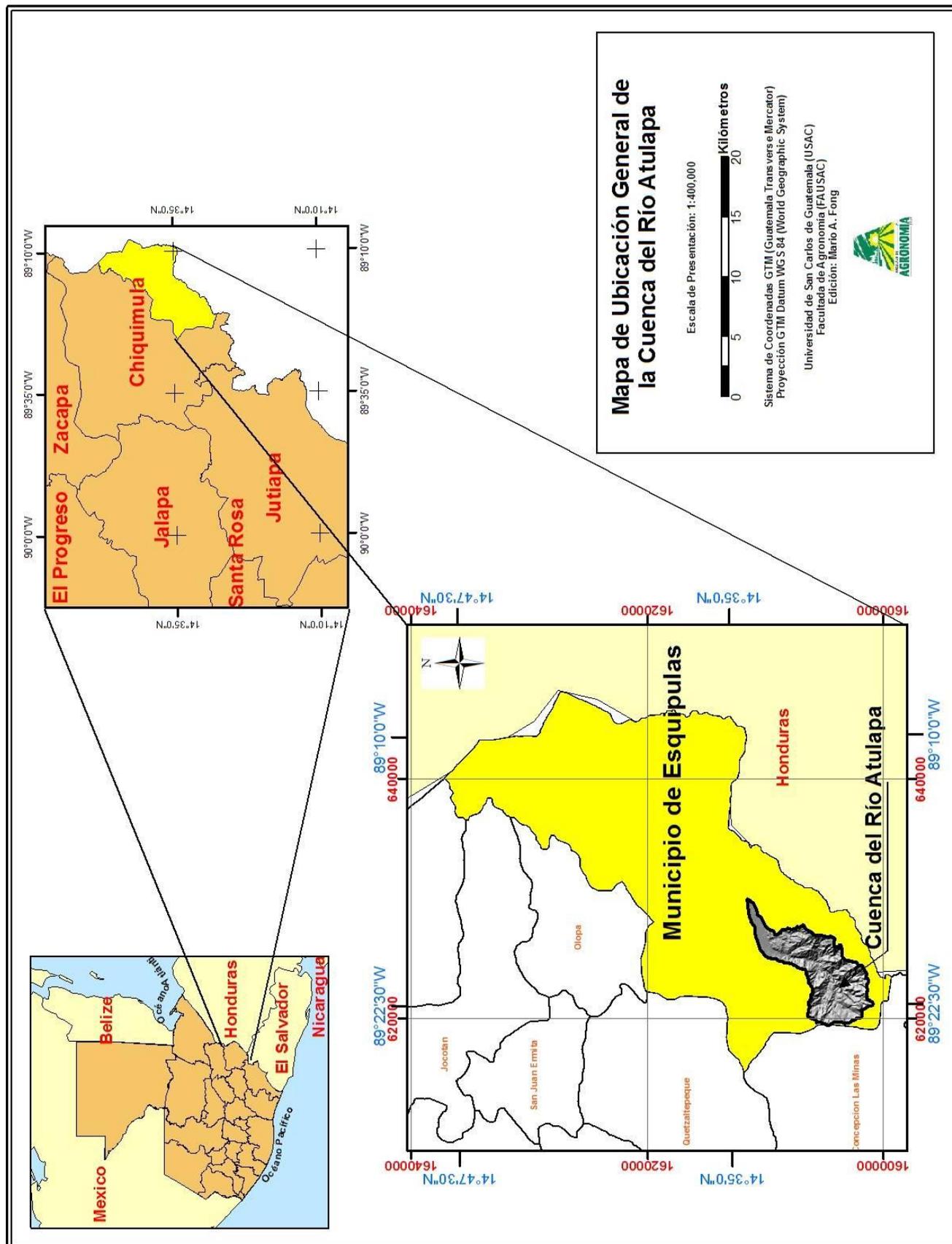


Figura 6. Mapa de ubicación de la cuenca del río Atulapa.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

A. ANTECEDENTES HISTÓRICOS:

Antes de la conquista, el municipio de Esquipulas era reconocido con el nombre de Yzquipulas. Según libro del Cabildo, en su folio 162, Yzquipulas fue conquistada por primera vez en el año de 1525, por los capitanes españoles Juan Pérez Dardón, Sancho de Barahona y Bartolomé Becerra, quienes fueron enviados por don Pedro de Alvarado.

En abril del año 1,530 hubo un levantamiento de los esquipultecos contra la autoridad del rey, por lo que el gobernador interino Francisco de Orduña envió a los capitanes Pedro de Amalín y Hernándo de Chávez, a reconquistar a Yzquipulas, ante quienes el cacique de Yzquipulas se rindió después de tres días de sangrientos combates, indicando que esto lo hacía: “Más por la paz y tranquilidad pública, que por temor a las armas castellanas”.

De todo el departamento de Chiquimula y prácticamente de todo el corregimiento de Chiquimula de la Sierra, con excepción de los valles de Zacapa y Santa Catarina Mita, la población española en los valles de Esquipulas fue la más numerosa. Tomando como referencia el primer libro de bautizos del año 1,692 a 1,716, se tiene que la comunidad española empezaba a gestarse con una población de 198 españoles, y ya entre los años de 1,810-1,825 había 851 españoles, lo que deja como saldo que a lo largo de un siglo ya había aumentado la población española por casi cinco veces.

En el año de 1,813 la Comunidad Española alcanzaba el 30% de la población del municipio de Esquipulas. Lo que atrajo a muchos españoles fueron sus valles tan deliciosos y fértiles, así también la hermosa imagen del Cristo Negro de Esquipulas. “En el año de 1,726, hubo un informe que decía que en Esquipulas había una tierra templada con frutas y comercio. Labran maíz, tienen trapiches de caña dulce con que hacen rapaduras, siembran maíz, frijol y además hay crianza de ganado, caballo y mular”. Los españoles atraídos por la fertilidad de las tierras se asentaron en haciendas fuera del pueblo principalmente en los valles de Olopita, Atulapa, Jagua y Jupilingo.

B. DATOS DE LA CIUDAD

Entre los años 1,560 y 1,570 fue fundada la Villa de Esquipulas, por los españoles y poblada en sus inicios por los toltecas que dieron origen a los indígenas Chortí. Luego, tras haberse asentado en valles del municipio muchas familias españolas se establecieron, de esta forma aumentó la población de mestizos y mulatos.

El nombre de Esquipulas según la etimología que proporciona el cronista Francisco Fuentes y Guzmán podría derivar del Náhuatl, que significa "*Tierras Floridas*". Antiguamente según la lengua Chortí fue llamada Esquipulas cuyas raíces son "kip – ur" se traduce "en levantado", "elevado"; "kip" significa quemar, mientras que las dos últimas sílabas del nombre también pudieron haber sido "orha", o sea "or", "cabeza" y "ha", "curso de agua", es decir, "nacimiento de río".

Esta villa fue elevada a la categoría de ciudad el 11 de octubre de 1968 y su templo fue situado como Basílica por Bula del Papa Juan XXIII el 16 de abril de 1961, fecha en que también recibió la categoría de Ciudad Prelaticia.

Por su importancia turística y religiosa a nivel de Región Centroamericana, ser sede de varios acontecimientos especiales, la ciudad de Esquipulas ostenta varios títulos como: Capital de la Fe Centroamericana, sede del Trifinio y puerta abierta hacia la paz.

La ciudad de Esquipulas celebra su fiesta patronal del 10 al 15 de enero en honor al Señor de Esquipulas, del 11 al 16 de julio celebra las fiestas Julias, en honor al patrón Santiago y la Semana Santa, fechas en que la catolicidad Centroamericana y del sur de México, realiza romerías para visitar El Cristo Negro que se encuentra en el templo de Esquipulas. (Municipalidad Esquipulas, 2005)

C. DEMOGRAFÍA:

La categoría de los centros poblados del país, la determina el Instituto Nacional de Estadística (INE), los centros poblados que se encuentran dentro de la cuenca se presentan en el cuadro 3 se tienen en total 5 aldeas y 23 caseríos. (Municipalidad Esquipulas 2005. INE, 2002)

Cuadro 3. Centros poblados cuenca río Atulapa.

Aldea	Caserío
<i>Aldea Atulapa</i>	1. Amatal
	2. La Casona
	3. Zompopero
	4. Montesina
<i>Aldea Santa Rosalía</i>	5. El Limón
	6. El Jocotal
	7. La Cuestona
	8. El Duraznal
	9. Las Toreras
	10. San Francisco Buena Vista
<i>Aldea San Nicolás</i>	11. Plan de la Arada
	12. El Chaguiton
	13. Paxashtal
	14. Miramundo
<i>Aldea Cruz Alta</i>	15. San José Curruchú
	16. Las Palmas
<i>Aldea La Granadilla</i>	17. La Granadilla
	18. El Sillón
<i>Esquipulas, Ciudad</i>	19. San Joaquín
	20. Jesús y María
	21. Tizaquín
	22. Vega Grande

Elaborado a partir de información de: Municipalidad Esquipulas 2,005

D. POBLACIÓN TOTAL:

De acuerdo al censo realizado por el centro de salud de Esquipulas en el año 2,005 y al INE 2002, la población que se encuentra dentro de la cuenca del río Atulapa, es de 6,473 habitantes, lo que corresponde al 13% de la población total del municipio.

Dentro de este marco debe tomarse en cuenta que existen caseríos que no están directamente dentro del límite de la cuenca, pero que hacen uso de los recursos presentes en la misma y por lo tanto deben incluirse en la población total.

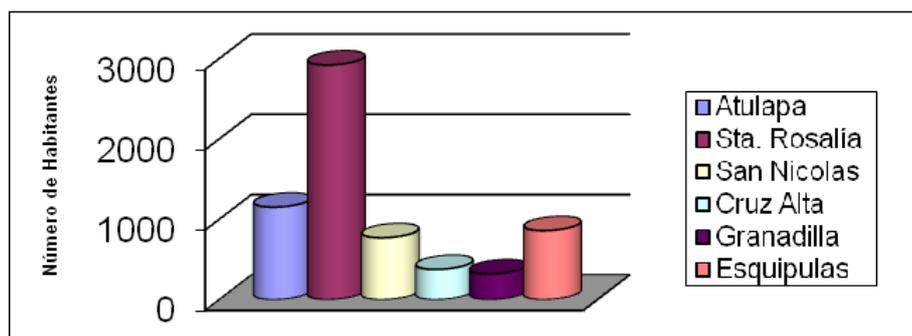


Figura 7. Número de habitantes por poblado, de la cuenca del río Atulapa, para el año 2002.

E. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA:

De acuerdo con el INE (2002), en el área de estudio, la población económicamente activa (PEA) de 7 años y más de edad por rama de actividad económica como agricultura, caza, silvicultura, construcción, transporte, y servicios prestados a empresas, enseñanza, servicios comunales, sociales, personales y organizaciones extraterritoriales; se compone de un total de 2,524 personas que corresponde al 39% del total de la población de la cuenca río Atulapa.

De estos, 1,602 son hombres (63.5% del total de la PEA en el área de estudio) y 922 son mujeres (36.5% del total de la PEA).

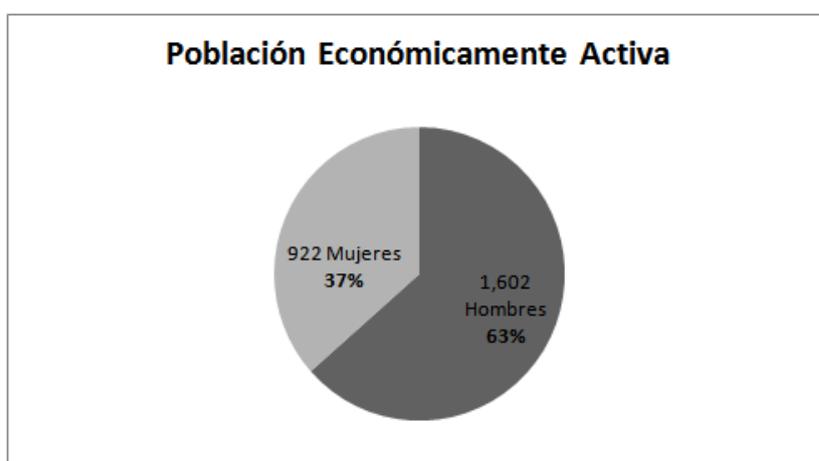


Figura 8. Total de Población Económicamente Activa, dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.

F. DENSIDAD DE POBLACIÓN:

La cuenca cuenta con una extensión de 43.10 Km² y con un número de habitantes de 6,473. (INE, 2002). Con base en lo anterior, se tiene que la densidad poblacional en el área de estudio es de 147 habitantes por kilómetro cuadrado.

Este dato es elevado, pero debe tomarse en cuenta que existen caseríos y poblados que no están directamente dentro del límite de la cuenca, pero que si hacen uso de los recursos presentes en la misma.

G. POBLACIÓN POR GRUPOS ETÁREOS:

La distribución etárea de la población se analizó desde las edades de cero a mayor de 65 años que son los rangos planteados por el INE (2002) y que fueron utilizados en las boletas del diagnóstico municipal.

Cuadro 4. Grupos de edad en porcentaje de la población total para el año 2002.

	GRUPO DE EDAD (AÑOS)			
	0-06	07-14	15-64	>65
Total	1554	1477	3199	180
Porcentaje	24%	22.81%	49.42%	2.8%

Fuente: INE 2002.

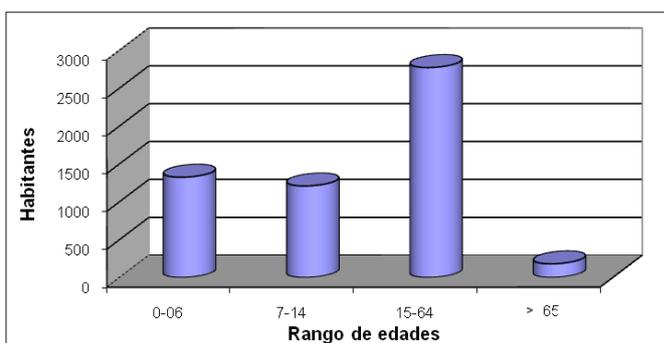


Figura 9. Distribución etárea de la población dentro de la Cuenca del río Atulapa, para el año 2002.

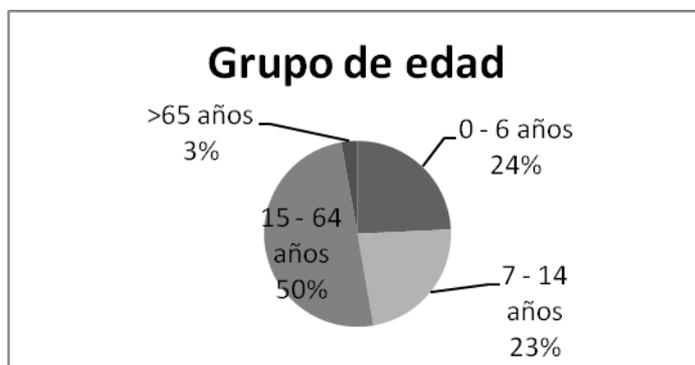


Figura 10. Porcentaje de grupos de edad para el año 2002.

H. POBLACIÓN POR GÉNERO:

En la figura 9 se observa que el total de la población masculina es de 3,157 equivalente al 48.77% y el restante 51.23% es población femenina, esto demuestra que no existe una diferencia muy significativa entre las poblaciones de ambos géneros, lo cual permite visualizar patrones de fecundidad y mortalidad, así como la disponibilidad de la mano de obra.

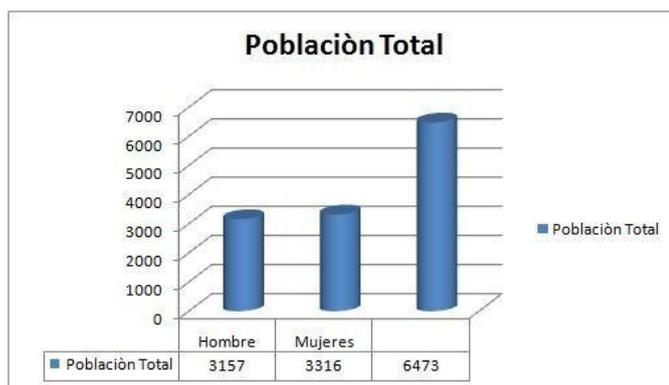


Figura 11. Población total por género dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.

I. NIVEL DE INGRESOS ECONÓMICOS:

a. Salarios mínimos

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el salario mínimo es la suma mínima que deberá pagarse al trabajador por el trabajo o servicios prestados dentro de un lapso determinado, bajo cualquier forma que sea calculado, por hora o por rendimiento, que no puede ser disminuida ni por acuerdo individual ni colectivo, que está garantizada por la ley y puede fijarse para cubrir las necesidades mínimas del trabajador y su familia, teniendo en consideración las condiciones económicas y sociales de los países.

Para el área de estudio el salario mínimo en trabajos agrícolas es de Q.40.00 por jornal, exceptuando al área de El Limón y Santa Rosalía, en la cual el salario es de Q.50.00 por jornal. Se trabaja únicamente de lunes a viernes.

En lo referente a los trabajos no agrícolas (en la cuenca consisten principalmente en mecánicos, meseros, oficinistas, maestros de obras, albañiles o ayudantes de albañil) el salario mínimo es de Q.50.00 diarios tomando en cuenta que la mayoría de trabajadores no tienen las Prestaciones de Ley. (Municipalidad Esquipulas, 2005)

b. Ingreso promedio mensual y anual:

El ingreso familiar promedio es de Q1,000.00 mensuales, para los que se dedican al trabajo de campo o agrícola en combinación con la participación en actividades comerciales y para los que trabajan en obras en construcción el salario promedio es de Q1,200.00 (Municipalidad Esquipulas, 2005).

Considerando que cada familia posee alrededor de cinco miembros en promedio. En todo ese contexto es difícil sobrevivir y mantener con los servicios básicos a una familia. Esto indica que mientras no se diseña una política macroeconómica coherente entre el crecimiento económico

y el desarrollo social, seguirá siendo necesario negociar en el corto plazo ajustes remunerativos de los trabajadores tanto en las áreas urbanas como rurales sobre bases lo más apegadas a la realidad con el objeto de realizar ajustes equitativos y justos.

J. EDUCACIÓN:

El nivel de educación de una población le permite ampliar sus capacidades y le proporciona oportunidades de acceso a una mejor calidad de vida, además, sirven para medir el desarrollo de un país, así como su integración social y desarrollo humano, factores fundamentales para lograr una verdadera reducción de los niveles de pobreza, elemento existente en muchos pueblos del mundo, especialmente, en mayor o menor grado, en todas las comunidades rurales del país.

En la ciudad de Esquipulas únicamente se cuenta con un edificio escolar oficial, el que atiende a más de 1,600 alumnos en tres jornadas, mismo que se encuentra en malas condiciones, especialmente sanitarias, se tiene también un instituto de educación básica y una escuela de educación pre-primaria.

En el sector privado se cuenta con educación pre-primaria, primaria, básicos, nivel medio y educación superior con las siguientes opciones: magisterio, perito contador, perito en administración de empresas, secretariado comercial y oficinista, secretariado bilingüe y administración de empresas e informática.

En el área rural funcionan 52 centros educativos de nivel primario y 7 de nivel pre-primario. Las escuelas de nivel primario cuenta con poca cantidad de alumnos (INE, 2002). En la figura siguiente de muestra el nivel de escolaridad de los habitantes de la cuenca.

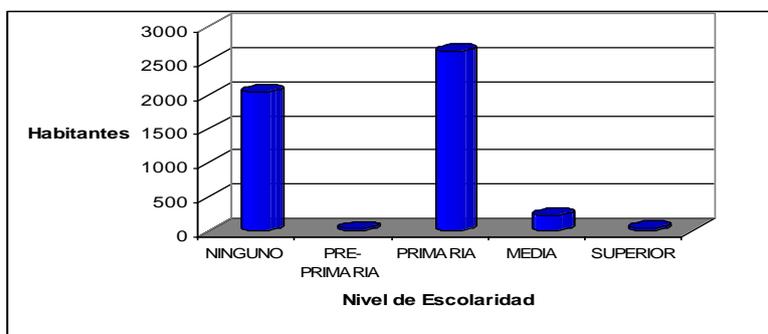


Figura 12. Número de habitantes por nivel de escolaridad dentro de la Cuenca del río Atulapa para el año 2002.

El municipio de Esquipulas cuenta además con 14 escuelas por parte del Programa Nacional de Autogestión para el Desarrollo Educativo (PRONADE) con un promedio de 50 alumnos por centro educativo.

Los niveles de educación especialmente en el área rural son incompletos ya que las personas generalmente abandonan la escuela para dedicarse a la agricultura y otras que no asisten.

a. Nivel educativo por género:

En cuanto a educación, existe una precaria inversión con respecto a centros escolares, ya que en el área bajo estudio, de los 28 poblados que abarca la cuenca, solamente en 6 de ellos existen centros escolares, lo cual hace aún más difícil la asistencia de niños a éstos por motivos tales como la distancia, caminos en mal estado, etc.

Existe un 41% de hombres y mujeres que son analfabetos y el 59% son alfabetos; demostrando que el nivel de escolaridad es bastante bajo y que es necesario una inversión social para aumentar el nivel de educación de la población bajo estudio. Además, se observa que del 100% de la población analizada, el 27.36% de los hombres es alfabeto y el 21.45% es no alfabeto; mientras que en las mujeres el 33.39% es alfabeto y el 17.8% es no alfabeto.

b. Nivel educativo por edad

Los porcentajes de población no alfabeto se distribuyen en diferente grado como se presenta en la figura 2.2.9.2.1. en la que se puede observar que el 44% de la población no alfabeto se encuentra en edades menores de 5 años, siendo niños que no han ingresado a la escuela por la poca edad que tienen; además no existen suficientes escuelas de nivel preprimaria y la población únicamente tiene la posibilidad de ingresar al nivel primario.

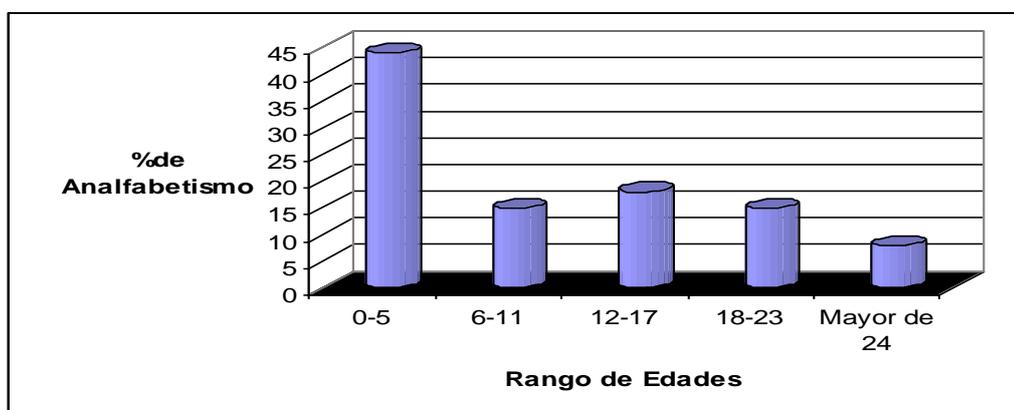


Figura 13. Nivel de analfabetismo en rangos de edades dentro de la cuenca del río Atulapa para el año 2002.

Analizando la figura anterior se observa que existen personas jóvenes y adultas que no han ingresado a la escuela y por ende no saben leer ni escribir. Del total de la población el 41% es analfabeto.

La razón que puede considerarse influyente en que los niños no asistan a las escuelas es el bajo nivel económico con que cuentan las familias, por lo que estos son utilizados como mano de obra en los oficios del hogar o en el campo. Los niños principalmente colaboran en tareas agrícolas, representando cierto porcentaje de la población económicamente activa.

K. RECOPIACIÓN DE PROYECTOS DESARROLLADOS EN LA CUENCA AL 2007 SEGÚN FUENTE DE FINANCIAMIENTO

PROYECTOS DE LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL	
NOMBRE DEL PROYECTO	DONDE SE DESARROLLA
Escuela de párvulos	Santa Rosalía
Escuela El Duraznal	El Duraznal
Circulación de escuela Santa Rosalía	La Planta
Instalación de bomba de agua	Las Minas
Reparación y mejoramiento de los tanques y sistemas de agua	El Limón
Implementación de agua y letrización	Plan de La Arada
Rehabilitación de carreteras	Las Crucitas
mejoramiento del camino	La Granadilla

PROYECTOS DEL FONDO DE INVERSIÓN SOCIAL	
NOMBRE DEL PROYECTO	DONDE SE DESARROLLA
Escuela El Cerron	Atulapa
Escuela La Aradona	Plan de La Arada
Ampliación de Escuela Bojorquez	San Nicolás
Agua potable	San Joaquín
Implementación de letrinas	La Cuestona
Construcción de puentes	Portezuelo
	El Limón

L. TENENCIA DE LA TIERRA

Según el Instituto Nacional de Estadística (2002) la tierra a nivel del municipio de Esquipulas está distribuida en seis formas distintas: Tierra propia o a modo de propietario, En arrendamiento, En colonato, En usufructo, Ocupada (Invasada), Otra forma mixta de tenencia de la tierra.

El municipio de Esquipulas, cuenta con 1,417 fincas, de las cuales 1,104 son de propiedad privada, lo cual equivale al 78% del total, correspondiéndole una superficie de 24,044.30 ha. que equivale al 87% del total de tierras disponibles en fincas propias.

El 96% de tierras en propiedad, corresponde a actividades productivas de carácter familiar y multifamiliar mediana, lo que es importante considerando que es de esas unidades de donde proviene la mayor parte de la producción agropecuaria. Las microfincas representan el 70% de las fincas en propiedad, pero poseen únicamente el 4% de tierras disponibles en fincas en propiedad.

Según las encuestas realizadas, la forma de tenencia en las comunidades El Limón, La Granadilla, La Cuestona, El Duraznal y El Jocotal el 90% de los asistentes tiene tierras propias, el 10% es arrendado.

Se puede afirmar que el arrendamiento de tierras en el municipio de Esquipulas, no tiene mayor relevancia por cuanto que la superficie en de éstas, equivale únicamente al 8% del total de tierra disponible en fincas.

M. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

a. Agricultura

De la producción agrícola de la cuenca del río Atulapa, los cultivos más comunes son: café, maíz y frijol. Durante el año se logra tener una cosecha de maíz y/o frijol, en la que no se tiene un sistema de riego para los cultivos; únicamente se aprovecha la humedad residual de la época lluviosa.

La actividad productiva de la mayoría de la población está dedicada a la producción de café con fines de exportación; mientras que los cultivos de maíz y frijol, se utilizan para el consumo familiar. Se considera que por familia se tiene un promedio de 2.48 ha. de las cuales 1.5 ha. son utilizadas para la producción de café, seguidos por el maíz con 0.47 ha. y luego el frijol. En la figura 2.2.12.1.2 se observan los porcentajes de producción cosechados en el año 2,005 por cultivo.

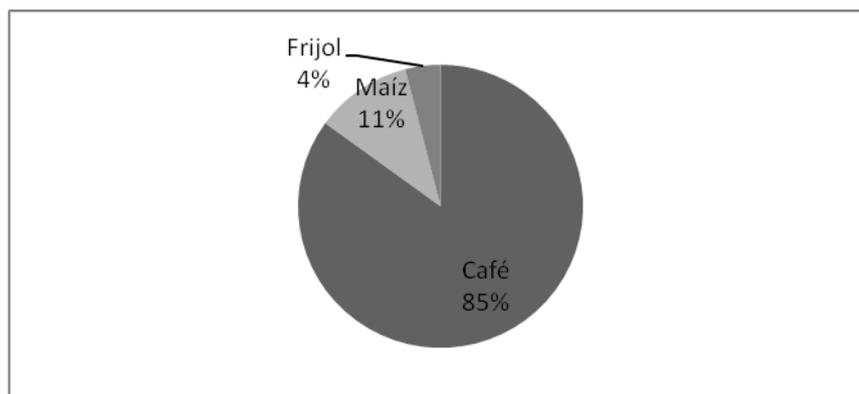


Figura 14. Producción de los diferentes rubros productivos agrícolas en el municipio de Esquipulas.

El cultivo predominante en la cuenca río Atulapa es el café, con un 85%, del total de la producción agrícola en la misma. El café es la principal fuente de ingresos económicos; ya que los demás cultivos únicamente son producidos para el consumo familiar.

En la actualidad, a nivel general el municipio de Esquipulas tiene la media mayor de producción de café en el país, con un dato aproximado de 2,636 kilogramos de café pergamino por hectárea, según datos del año 2006, esto significa mucho para los agricultores desde un punto de vista económico; pero se debe tener en cuenta que la producción de café además de ser una fuente de ingresos importante, también es una fuente de contaminación debido al vertido de aguas mieles a los ríos, ya que generalmente no se cuenta con técnicas adecuadas para el manejo de aguas servidas. Los problemas de contaminación por vertido de aguas mieles en el caso del río Atulapa, son de suma gravedad ya que hay que considerar que la captación de agua que aquí se ubica proporciona el 60% del agua que consume la población de Esquipulas, por lo que estaría en juego la salud de un elevado porcentaje de la población, además la pérdida de suelo causada por la erosión hídrica aumenta el impacto negativo al no manejar sistemas agroforestales.

De acuerdo a la producción y área cultivada por los cafetaleros, se puede hablar de tres tipos:

Pequeño productor:

Compuesto por agricultores que poseen de 3 a 20 ha. de café, su producción máxima es de 9,090.90 kilogramos de café pergamino y el proceso de beneficiado es manual en el 60% de los casos, de tal manera que utiliza poca agua y prácticamente la contaminación es mínima. El 40% restante aunque no utiliza técnicas para tratar las aguas servidas, la contaminación es mínima en comparación a los demás grupos.

Mediano productor:

Compuesto por agricultores que poseen alrededor de 20 a 100 ha. de café y su producción máxima es de 45,454.50 kilogramos de café pergamino. El 8% de ellos da tratamiento a las aguas servidas y el resto no lo hace.

Gran productor:

Lo forman los agricultores que cuentan con más de 100 ha. de café con una producción que supera los 45,454.50 kilogramos (1,000 quintales) de café pergamino. Por su gran cantidad de producción y por el hecho de no contar generalmente con tecnología adecuada para efectuar el proceso de beneficiado en un menor tiempo y con menor cantidad de agua, constituyen el grupo más contaminante.

Otro problema a mencionar en el sector agrícola, es que en esta área es muy común emplear tierras no aptas para la agricultura intensiva o semi-intensiva, sin considerar que estos no tienen calidad suficiente para sostenerlos, perdiéndose por erosión hídrica ambos recursos (suelo y bosque). (Municipalidad Esquipulas, 2006)

b. Ganadería:

Con base a la encuesta realizada por la municipalidad en el año 2005, se tiene que la población de la cuenca del río Atulapa no se dedica a actividades ganaderas. Aunque en la parte baja de la cuenca existen varias parcelas de pastos cultivados en donde se alimenta ganado en forma estacional. (Municipalidad de Esquipulas, 2005)

c. Industria:

En el área de la cuenca río Atulapa no se desarrolla ningún tipo de actividad industrial, sin embargo un pequeño porcentaje de la población de la misma se desenvuelve en este campo como obreros en pequeñas fábricas de dulces típicos, fabricación de calzado, elaborado de imágenes religiosas, que se encuentran ubicadas en el municipio de Esquipulas.

Según información del Instituto Nacional de Estadística (2002), tanto dentro de los poblados de la cuenca, como en el municipio de Esquipulas, se tiene que el 0.77% de la población se dedica a oficios relacionados con la actividad industrial.

d. Artesanía:

Se tienen datos de que el 6.44% del total de la población presta sus servicios como oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios relacionados a la artesanía; obteniendo productos como: dulces típicos, tejidos típicos de algodón, muebles de madera, candelas, cuero, teja y ladrillo de barro y tejamanil. Estos productos son vendidos en el municipio, debido la afluencia de turistas que se tiene todo el año, especialmente en épocas de semana santa y en su feria titular celebrada en el mes de enero donde asisten aproximadamente 1.6 millones de turistas nacionales y extranjeros durante una semana.

El hecho de que Esquipulas sea una ciudad fronteriza, que cuenta con una Basílica, hace que se convierta en una ciudad turística-religiosa, en la que se ha desarrollado una importante actividad artesanal encaminada a lo religioso, tal como esculturas religiosas en yeso, madera y cuero, así como dulces típicos y otros productos de parafina y cera, constituyendo gran parte de las actividades productivas del municipio. Muestra de todo esto es la existencia de un mercado de artesanías situado junto a la Basílica que cuenta con alrededor de 400 comerciantes y también un mercado de verduras, ambos fuertemente estimulados por el turismo.

El comercio de artesanías se desarrolla de manera diferente a los productos agrícolas, porque muchos artesanos son propietarios de sus tiendas. Generalmente venden directamente a turistas y compradores nacionales. Por otra parte, tienen la oportunidad de participar en ferias nacionales y algunos atienden pedidos de tiendas ubicadas fuera de la región. Otros artesanos están organizados y producen para la cooperativa, la cual se encarga de comercializar los productos. En donde la mayoría se destina para mercados del exterior (Europa y Estados Unidos de Norte América). (Municipalidad de Esquipulas, 2005).

e. Mercados:

El comercio de productos agrícolas y no agrícolas en la cuenca río Atulapa y en el municipio de Esquipulas en general, conforma una red compleja que se inicia desde los puntos de producción y se dirige hacia los centros de consumo, tanto en el ámbito local, en la región trinacional (Guatemala –Salvador –Honduras) como fuera de ella. Por otra parte se dan también los flujos de productos que salen de la región y después regresan, transformados o sin transformar, con costos más altos, por el transporte que requieren y los márgenes de utilidad de los intermediarios mayoristas. Esto denota deficiencias en el sistema de comercialización de

los productos de la región, que requieren ser analizados, para evitar en lo posible los incrementos mencionados y hacer más eficiente el sistema, para beneficio mutuo de productores y consumidores.

El café es el único producto que cuenta con canales de comercialización establecidos, aunque en estos muchas veces resultan ineficientes, ya que debido a su “longitud” hacen que el café tenga un elevado precio cuando llega al consumidor final. (Municipalidad de Esquipulas, 2005) La Figura No. 2.2.12.5.1 muestra los canales típicos de comercialización del café. Así, la mayoría de los productores cosechan el café y lo procesan individualmente en sus casas (despulpado, lavado y secado). Los compradores principales son los torrefactores y las centrales de beneficiado, quienes lo procesan para el consumo nacional o la exportación. Algunos productores asociados a las cooperativas comercializan el café a través de estas organizaciones (Municipalidad de Esquipulas, 2,000)

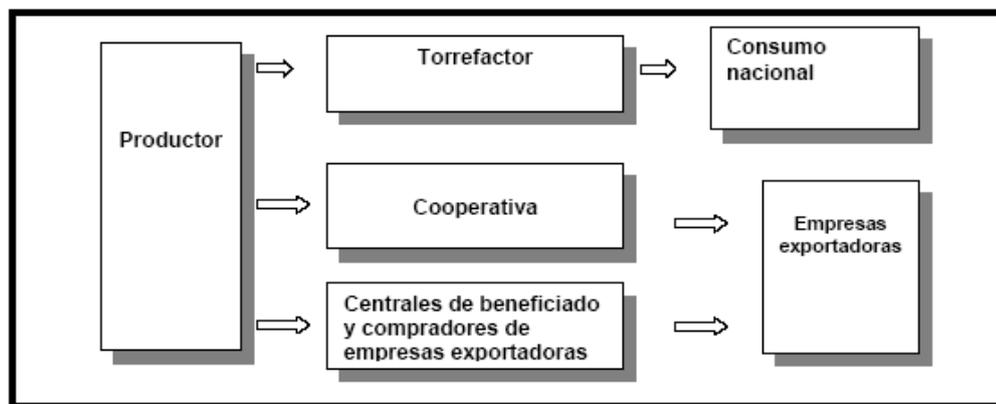


Figura 15. Principales canales de comercialización del café. Fuente: ANACAFE, 2006.

f. Turismo

La cuenca de Atulapa cuenta con varios centros turísticos privados, los principales son:

- Turicentro La Planta:
Ubicado en la parte media de la cuenca, en la aldea Santa Rosalía. Se encuentra a una distancia de tres kilómetros de la ciudad de Esquipulas, cuenta con piscinas alimentadas con la corriente del río Atulapa, áreas verdes para acampar y restaurante.
- Turicentro Atulapa:
Ubicado en la aldea Atulapa, a cuatro Kilómetros de la ciudad de Esquipulas sobre la ruta a Honduras, a la orilla del río Atulapa. Cuenta con restaurante, áreas con hornillas para acampar y piscina que también se alimentada con la corriente misma del río.

- Turicentro Esquilandia:
Ubicado a dos kilómetros de la ciudad de Esquipulas sobre la ruta a Honduras, cuenta con piscinas y pista para patinetas.
- Parque ecológico Chatún Coosajo R.L.:
Está ubicado en la aldea Atulapa, a orillas del río de Atulapa, a 4 kilómetros de la ciudad de Esquipulas. Cuenta con una superficie de 9.9 hectáreas y está dotado de varios ambientes como: laguna artificial, piscinas, área para acampar, jardines, churrasqueras, juegos infantiles, área para piñatas, senderos de montañas para excursiones ecológicas y teatro al aire libre.

Estos turicentros son usuarios directos del río Atulapa. Cabe señalar que en Junio del año 2006 se desbordó el río Atulapa, produciendo deslizamientos e inundaciones, lo cual afectó la infraestructura de los turicentros “Chatún” y “Atulapa”, fue a partir de este fenómeno que las autoridades administrativas de estos turicentros han tomado acciones para reducir riesgos futuros de deterioro dentro de sus propiedades.

N. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y SERVICIOS

a. Hospitales (centros o puestos de salud):

Dentro de los 23 caseríos que se encuentran dentro de la cuenca no se tiene ningún hospital o puesto de salud, únicamente se tienen promotores de salud que son personas que eventualmente están en servicio efectuando tareas únicamente de prevención de enfermedades. Esto obliga a que las personas tengan que viajar frecuentemente hasta el Centro de Salud de Esquipulas. (Centro de Salud de Esquipulas, 2005)

Actualmente solo se cuenta con un Centro de Salud a nivel de municipio, no existe ninguno dentro de la cuenca río Atulapa, por lo cual los datos que se tienen son los siguientes:

Cuadro 5. Datos de salud generales para el municipio de Esquipulas.

Resumen de datos de salud en Esquipulas	total
Número Centros de Salud	1
Total de comunidades de su área de salud	139
Número de comunidades con medico ambulatorio	138
Número de comunidades con vigilantes de la salud	138
Número de vigilantes de la salud	216
Número de comadronas adiestradas	99
Número de médicos ambulatorios	3

Fuente: Memoria de labores del Centro de Salud de Esquipulas 2005.

b. Escuelas:

En el área de estudio, se encuentran cinco establecimientos educativos de nivel primario, ubicados en las comunidades: El Duraznal, Plan de la Arada, Atulapa, El Limón y Santa Rosalía; en las cuales la población estudiantil de nivel primario se distribuye de la siguiente forma:

Cuadro 6. Número de alumnos en las escuelas por comunidad.

Comunidad	No. de alumnos
El Duraznal	50
Plan de la Arada	29
Atulapa	72
El Limón	54
Santa Rosalía	119

Fuente: Municipalidad Esquipulas 2,005

Además se tiene una escuela de nivel pre-primario en la aldea Atulapa, con un total de 31 alumnos.

O. SERVICIO DE AGUA DOMICILIAR:

El servicio de agua entubada o domiciliar llega de forma aceptable hasta un 71% de las aldeas y un 32% de los caseríos del municipio de Esquipulas. La ciudad cuenta con 5 captaciones de agua, siendo la captación situada dentro de la Cuenca del Atulapa la que mayor cantidad de agua aporta con un 60%.

El porcentaje de la población del casco urbano del municipio de Esquipulas que cuenta con servicio de agua potable es de aproximadamente el 39% de las familias.

Se tiene el problema de que la red de conducción de agua no cuenta con los planos que permitan mejorarla y solucionar problemas de obstrucción parcial en la tubería, siendo uno de

los puntos críticos en época lluviosa, ya que es necesario cerrar las llaves para evitar que la tubería se obstruya con los sedimentos conducidos, quedando la población sin agua en la mayoría de los casos. (Municipalidad de Esquipulas, 2005)

P. VÍAS DE COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE:

En el caso del interior de la cuenca de Atulapa sólo se cuenta con caminos de terracería que en la mayoría de los casos se trata de caminos vecinales de acceso únicamente en época seca. El transporte hacia estas zonas es difícil, ya que no existe el servicio privado para prestar servicio y poder viajar a cualquier comunidad, por lo tanto la única forma de hacerlo es a través de vehículos particulares. (Municipalidad Equipulas, 2005)

Q. TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN

a. *Labranza:*

En el área en estudio las técnicas de producción de los cultivos como el maíz, y frijol son tradicionales (con instrumentos de labranza manuales) debido a esto su rendimiento es de poca cuantía. La labranza se realiza manualmente, es decir con el uso de azadón para la preparación de la tierra para el cultivo de maíz y frijol. En lo que respecta al riego, este se realiza en su mayoría a mano por medio de pozos artesanales, ríos y nacimientos de agua.

De la misma manera para la producción de café, el laboreo y riego se realiza de forma manual, mientras que con arado únicamente lo hace el 0.49% de la población. (Municipalidad de Esquipulas, 2005)

b. *Uso de agroquímicos:*

El uso de insecticidas, herbicidas, fungicidas, fertilizantes, etc., ha dado como resultado el aumento de la producción agrícola. Sin embargo, el uso excesivo e indiscriminado de estos agroquímicos representa uno de los principales problemas ambientales en el país.

En el área de estudio los fertilizantes que más comúnmente se utilizan para el cultivo de café son las formulaciones 15-15-15, 20-20-0 y urea.

En cuanto a la tecnología de procesamiento de la producción de café, se tienen las siguientes categorías de beneficios:

- Beneficios Tradicionales: Estos beneficios requieren de abundante agua, aproximadamente de 2,000 a 3,000 litros de agua por kg. de café pergamino.
- Beneficios Semi-tecnificados: Este tipo de beneficio funciona igual al anterior con la diferencia que este reduce a un 50 % el volumen del agua, o sea 1000 ó 1500 litros de agua

por kg. de café pergamino, en este se utiliza la recirculación del agua o la inclusión de lavadoras o desmucilagadoras mecánicas.

- Beneficios Tecnificados: En este tipo de beneficio, el desarrollo tecnológico ha permitido minimizar el uso del agua hasta un 90% en comparación con el sistema tradicional.

Mediante el análisis espacial de orthofotos llevado a cabo y visitas de campo, se determinó que al mes de noviembre del año 2007 hay aproximadamente 174 beneficios en el área de la cuenca del río Atulapa, de los cuales 5 son tecnificados, 25 son semitecnificados y 42 son beneficios artesanales.

Es importante mencionar que el 37% de los productores de la cuenca no tienen beneficio, venden el café en cereza o maduro y se desconoce que tipo de beneficio tiene quien lo compra o si el proceso de beneficiado lo realizan en el área de estudio. (Municipalidad de Esquipulas, 2000).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. PLAN DE ORDENAMIENTO

El Plan de Ordenamiento es un instrumento que permite establecer las directrices y lineamientos, así como los criterios para asignar la zonificación, los usos y las normas que regirán y regularán las actividades que puedan ser desarrolladas, tanto por el sector público como privado, dentro de un área determinada. (INAPARQUES, 1993)

2.3.2. EL AGUA

El agua es vital, pues constituye una necesidad básica de todo ser humano, es necesaria para la supervivencia y central para el mejoramiento de la salud, la productividad y la calidad de vida tanto en áreas rurales como en áreas urbanas.

El agua es una parte fundamental de todos los ecosistemas, y un requisito para la integridad y sustentabilidad del medio ambiente y de la biodiversidad. El agua también es un factor esencial en todos los sectores del desarrollo económico y social, así como un insumo necesario para todo tipo de actividad económica y formas de ganarse la vida. La disponibilidad adecuada y confiable del agua constituye un requisito previo para la inversión, el crecimiento y la mitigación de la pobreza. La asignación del agua entre diferentes usos, y las políticas y prácticas que se utilizan para gestionar, suministrar y financiar este recurso, crean incentivos y desincentivos para actividades económicas específicas en determinadas áreas geográficas. Dichos incentivos influyen sobre la estructura de la economía, y refuerzan e inducen patrones espaciales de crecimiento específicos, los cuales, a su vez, tienen un impacto global sobre los caminos tomados por el desarrollo nacional, el crecimiento económico a nivel local, la equidad distributiva y la transformación del medio ambiente. Estos impactos del manejo del agua, que son de amplio alcance, así como el valor de la aportación que este recurso hace a todos los aspectos del desarrollo, no solamente deben ser reconocidos por los ministros del agua, sino que deben ser demostrados particularmente a los ministros de finanzas y de hecho, a todas las autoridades gubernamentales. (INAPARQUES, 1993)

2.3.3. DESARROLLO SOSTENIBLE:

El desarrollo sostenible puede ser definido como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades" Esta definición fue empleada por primera vez en 1987 en la Comisión Mundial del Medio Ambiente de la ONU, creada en 1983.

También se puede decir que es el mejoramiento de la calidad de vida de las presentes generaciones, con desarrollo económico, democracia política, equidad y equilibrio ecológico, sin menoscabo de la calidad de vida de las generaciones futuras.

Comprende cuatro dimensiones: sostenibilidad social, sostenibilidad económica, sostenibilidad ecológica y sostenibilidad técnica. (MARN 2005)

- A. La sostenibilidad social está ligada a la equidad como elemento prioritario. La equidad, en un proceso de desarrollo que permite a todos los sectores de la población:
 - En lo económico: Distribución equitativa de la riqueza, acceso y control de los medios de producción y los recursos naturales;
 - En lo político: Acceso y control de los procesos de toma de decisiones (en la familia, en la comunidad, en la sociedad).
 - En lo social: Igualdad de acceso a los servicios sociales como salud, educación, comunicación e información.
 - En lo cultural: Respeto a la cultura y el territorio.
- B. La sostenibilidad económica Implica el desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad: significa no solamente el crecimiento de la producción, de la productividad y de las capacidades productivas, sino también el desarrollo de la eficiencia económica de los diferentes actores del proceso.
- C. La sostenibilidad ecológica Implica la equidad entre las generaciones de hoy y las futuras, en lo que se refiere al uso de los recursos naturales. Estos son limitados y por lo tanto no pueden ser explotados indiscriminadamente. Se prioriza entonces la conservación de los ecosistemas en su calidad y sus funciones, a través de un manejo racional que evite su depredación o agotamiento.
- D. La sostenibilidad técnica Implica para la población local equidad en el acceso al y el control de la tecnología. Esto significa la apropiación de las técnicas y la capacidad de generar innovaciones por parte de todos los actores del desarrollo. (MARN 2005)

2.3.4. CUENCA HIDROGRÁFICA

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. (MARN 2005)

En la cuenca hidrográfica se encuentran los recursos naturales y la infraestructura creada por las personas, en las cuales desarrollan sus actividades económicas y sociales generando diferentes efectos favorables y no favorables para el bienestar humano. No existe ningún punto de la tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica. (MARN 2005)

- A. Por su tamaño geográfico: Las cuencas hidrográficas pueden ser grandes, medianas o pequeñas. Por ejemplo para Centroamérica la cuenca del río Lempa (El Salvador), Chixoy (Guatemala), Reventazón (Costa Rica) pueden considerarse cuencas grandes, en el contexto de Centroamérica, sin embargo, éstas en tamaño son pequeñas si se comparan con la cuenca del río Amazonas o la cuenca del Plata en Sudamérica. De allí que en cuanto a tamaño y complejidad, los conceptos de pequeñas cuencas o microcuencas, pueden ser muy relativos cuando se desarrollen acciones, se recomienda entonces utilizar criterios conjuntos de comunidades o unidades territoriales manejables desde el punto de vista hidrográfico.
- B. Por su Ecosistema: Según el medio o el ecosistema en la que se encuentran, establecen una condición natural, así tenemos, las cuencas áridas, cuencas tropicales, cuencas húmedas y cuencas frías. Ejemplo: Cuenca tropical, Cuenca del Canal de Panamá, Cuenca árida, Cuenca del río Cañete en Perú, Cuenca Fría, Cuenca Lago Titicaca, entre Perú y Bolivia.
- C. Por su Objetivo: Por su vocación, capacidad natural de sus recursos, objetivos y características, las cuencas pueden denominarse: hidroenergéticas, para agua poblacional, agua para riego, agua para navegación, ganaderas, hortícolas, municipales y de uso múltiple. Ejemplo: Cuenca hidroenergética, Cuenca río Chixoy en Guatemala. Ejemplo uso múltiple, Cuenca Lago Arenal. Considerando el relieve y accidentes del terreno, las cuencas pueden denominarse planas, cuencas de alta montaña, cuencas accidentadas o quebradas. (MARN 2005).

2.3.5. LA CUENCA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA

Para comprender por qué la cuenca hidrográfica es un sistema, es necesario explicar que:

- A. En la cuenca hidrográfica existen *entradas y salidas*, por ejemplo, el ciclo hidrológico permite cuantificar que a la cuenca ingresa una cantidad de agua, por medio de la precipitación y otras formas; y luego existe una cantidad que sale de la cuenca, por medio de su río principal en las desembocaduras o por el uso que adquiera el agua.

- B. En la cuenca hidrográfica se producen interacciones entre sus elementos, por ejemplo, si se deforesta irracionalmente en la parte alta, es posible que en épocas lluviosas se produzcan inundaciones en las partes bajas.
- C. En la cuenca hidrográfica *existen interrelaciones*, por ejemplo, la degradación de un recurso como el agua, está en relación con la falta de educación ambiental, con la falta de aplicación de leyes, con las tecnologías inapropiadas, etc. (MARN 2005)

El sistema de la cuenca hidrográfica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- a. *Biológico*: Que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.
- b. *Físico*: Integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).
- c. *Económico*: Integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (camino, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- d. *Social*: Integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal.

Los elementos que integran los subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que se ubique la cuenca y al nivel de intervención del factor humano. (MARN 2005)

2.3.6. LAS PARTES DE UNA CUENCA

Una cuenca hidrográfica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice, por ejemplo:

- A. Criterio 1 Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura, se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.

- B. Criterio 2 Topografía: Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce. (MARN 2005)

2.3.7. DIVISIÓN DE UNA CUENCA

La cuenca hidrográfica puede dividirse en espacios definidos por la relación entre el drenaje superficial y la importancia que tiene con el curso principal. El trazo de la red hídrica es fundamental para delimitar los espacios en que se puede dividir la cuenca. A un curso principal llega un afluente secundario, este comprende una subcuenca. Luego al curso principal de una subcuenca, llega un afluente terciario, este comprende una microcuenca, además están las quebradas que son cauces menores. (MARN 2005)

2.3.8. EL SISTEMA HÍDRICO

También a la cuenca hidrográfica se le reconoce como un área de terreno conformada por un sistema hídrico, el cual tiene un río principal, sus afluentes secundarios, terciarios, de cuarto orden o más. El sistema hídrico refleja un comportamiento de acuerdo a cómo se están manejando los recursos agua, suelo y bosque; y qué actividades o infraestructuras afectan su funcionamiento.

Todo punto de la tierra puede relacionarse con el espacio de una cuenca hidrográfica, a veces corresponde a las partes altas, laderas, lugares ondulados, sitios planos y zonas bajas, que pueden localizarse hasta en las zonas costeras, cuando la cuenca conduce su drenaje a un océano o mar.

Algunos lugares que pertenecen a pequeños cauces o drenajes y que no forman un río mayor, que pueden desembocar directamente al océano o a otro cauce mayor, se denomina zonas de "intercuencas" y pueden asociarse físicamente con la cuenca, subcuenca o microcuenca limítrofe.

En las zonas planas o "llanura", es difícil configurar el límite de las cuencas. Allí los ríos meándricos pueden formar cauces erráticos, de zonas inundables, a veces muy sedimentada que dificultan la delimitación de la cuenca. La orientación del drenaje será determinante o por medio de una carta topográfica con curvas de nivel de menor equidistancia.

Por el sistema de drenaje y su conducción final, las cuencas hidrográficas se denominan arréicas, exorréicas, criptorréicas y endorréicas:

- A. Son Arréicas: Cuando no logran drenar a un río, mar o lago. Sus aguas se pierden por evaporación o infiltración sin llegar a formar escurrimiento subterráneo.

- B. Son Criptorréicas: Cuando sus redes de drenaje superficial no tienen un sistema organizado o aparente y corren como ríos subterráneos (caso de zonas cársticas).
- C. Son Endorréicas: Cuando sus aguas drenan a un embalse o lago sin llegar al mar.
- D. Son Exorréicas: Cuando las vertientes conducen las aguas a un sistema mayor de drenaje como un gran río o mar. (MARN 2005)

2.3.9. FUNCIONES DE LA CUENCA

Los procesos de los ecosistemas que describen el intercambio de materia y flujo de energía a través de la vinculación de los elementos estructurales del ecosistema pueden ser vistos como un sistema: Dentro de la cuenca, se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cuyas funciones a continuación se describen:

A. FUNCIÓN HIDROLÓGICA

- Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
- Descarga del agua como escurrimiento.

B. FUNCIÓN ECOLÓGICA

- Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.
- Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua

C. FUNCIÓN AMBIENTAL

- Constituyen sumideros zonas de fijación de CO₂.
- Alberga bancos de germoplasma conserva la Biodiversidad.
- Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos y tierras.

D. FUNCIÓN SOCIOECONÓMICA

- Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad. (Robledo, 2000)

2.3.10. MANEJO INTEGRADO DE CUENCAS

Es un proceso interactivo de decisiones sobre los usos y las modificaciones a los recursos naturales dentro de una cuenca. Este proceso provee la oportunidad de hacer un balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los recursos naturales y los impactos que éstos tienen en el largo plazo para la sustentabilidad de los recursos. Implica la formulación y desarrollo de actividades que involucran a los recursos naturales y humanos de la cuenca. De ahí que en este proceso se requiera la aplicación de las ciencias sociales y naturales. Asimismo, conlleva la participación de la población en los procesos de planificación, concertación y toma de decisiones. Por lo tanto el concepto integral implica el desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación. El fin de los planes de manejo integral es el conducir al desarrollo de la cuenca a partir de un uso sustentable de los recursos naturales. (Robledo, 2000)

2.3.11. LA CUENCA COMO UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL

La cuenca constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada, y disponible como oferta de agua.

Con frecuencia las cuencas hidrográficas poseen no solo integridad edafobiológica e hidroclimática sino que, además, ostentan identidad cultural y socioeconómica, dada por la misma historia del uso de los recursos naturales. En el ámbito de una cuenca se produce una estrecha interdependencia entre los sistemas biofísicos y el sistema socioeconómico, formado por los habitantes de las cuencas, lo cual genera la necesidad de establecer mecanismos de gobernabilidad.

Por esta razón, la cuenca hidrográfica puede ser una adecuada unidad para la gestión ambiental, a condición de que se logren compatibilizar los intereses de los habitantes de sus diferentes zonas funcionales y las actividades productivas de las mismas.

2.3.12. ASPECTOS HIDROMORFOLÓGICOS

Los conceptos de morfometría que a continuación se describen son descritos en el Manual de Hidrología (Herrera, 1995) e incluye lo siguiente: cuenca hidrográfica, parte aguas, tipos de corriente, orden de una corriente.

A. CUENCA HIDROGRÁFICA

Cuenca hidrográfica es el territorio en que las aguas convergen hacia los puntos más bajos de la superficie del mismo se unen en una corriente resultante o río principal. Sus límites suelen coincidir con línea de cimas que marca la divisoria de las aguas entre vertientes.

B. PARTE AGUAS

Línea divisoria entre cuencas que corresponde igualmente al límite de una cuenca, es decir, son partes que poseen la mayor altura en una cuenca. También se dice, que es la extensión comprendida entre dos valles próximos y separa a dos vertientes pertenecientes a dos valles distintos.

C. TIPOS DE CORRIENTES SUPERFICIALES

- a. *Permanente*: Es aquella que siempre lleva agua o tiene un caudal en cualquier época del año.
- b. *Intermitente*: Es aquella clase de corriente que lleva agua en alguna época del año, como en época seca o lluviosa.
- c. *Efímera*: Es aquella que sólo lleva agua cuando ocurre una precipitación, corriente típica de zanjones y surcos.

D. ORDEN DE UNA CORRIENTE

Es la medida de las ramificaciones del cauce principal en una cuenca hidrográfica, y el número de orden va con relación al número de bifurcaciones de una corriente.

2.3.13. ASPECTOS LINEALES DE LA CUENCA

A. ORDEN DE CORRIENTES

Es la clasificación de cauces de acuerdo al número de orden de un río, como una medida de la ramificación del cauce principal en una cuenca hidrográfica.

B. LONGITUD MEDIA DE CORRIENTES (LU)

Es un indicador de pendientes, que indica que las cuencas con longitudes cortas reflejan pendientes muy escarpadas y las cuencas con longitudes largas reflejan pendientes suaves o planas.

$$Lu = \frac{\text{Longitud acumulada de corrientes de orden } u}{Nu}$$

C. GRÁFICA LOGARÍTMO LU VERSUS U

Es una relación de sentido positivo, donde la gráfica debe coincidir con una recta. Se coloca en el eje las abscisas u (orden de corrientes) y en el eje de las ordenadas $\text{Log } Lu$ (longitud media de corrientes) en papel semilogarítmico.

2.3.14. ASPECTOS DE SUPERFICIE

A. ÁREA DE LA CUENCA (AK)

Esto indica la superficie del área drenada, en donde nace el cauce principal hasta el sitio donde se encuentra la estación medidora de caudal que va a servir de base para el estudio hidrológico de la cuenca y cubre el perímetro de la cuenca. Generalmente, se indica en kilómetros cuadrados o hectáreas. El área de la cuenca se calcula con planímetro polar o por los métodos de la cuadrícula o el de la pesada.

B. RELACIÓN DE FORMA (RF)

La forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo. La mayoría de las cuencas tienden a tener la forma de una pera; sin embargo, los contornos geológicos conducen a numerosas variaciones a partir de esta forma.

$$Rf = \frac{Ak}{Lc^2}$$

Donde:

Ak = Área de la cuenca en estudio en km^2 .

Lc = Longitud del cauce principal, medida desde el nacimiento del cauce hasta la salida en la cuenca (punto de aforo) en km.

C. DENSIDAD DE DRENAJE (D)

Es una característica física importante, que se debe tener en cuenta al hacer la evaluación hidrológica de una cuenca. Esta es indicativa de la relación entre la infiltración y la escorrentía, es decir, de las condiciones de permeabilidad de acuerdo a la textura del suelo.

Por densidad de drenaje se entiende la mayor o menor facilidad que presenta una cuenca hidrográfica para evacuar las aguas provenientes de las precipitaciones y que quedan sobre la superficie de la tierra, debido al grado de saturación de las capas del subsuelo.

$$D = \frac{La}{Ak}$$

Donde:

La = Longitud acumuladas de las corrientes en km.

Ak = Área de la cuenca en km².

La longitud total de los cauces dentro de una cuenca, dividida por el área total de drenaje, define la densidad de drenaje o longitud de canales por unidad de área.

Una densidad alta refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder relativamente rápido al influjo de la precipitación; una cuenca con baja densidad refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta. En sitios permeables y donde el relieve es bajo ocurren densidades de drenaje bajas. Los valores altos de la densidad reflejan generalmente áreas con suelos fácilmente erosionables o relativamente impermeables, con pendientes fuertes y escasa cobertura vegetal.

D. FRECUENCIA O DENSIDAD DE CORRIENTES (FC)

La frecuencia de drenaje indica la eficiencia hidrológica de una cuenca, a mayor número de corrientes, mayor frecuencia y mayor eficiencia de drenaje.

$$F_c = \frac{N_{tc}}{A_k}$$

Donde:

Ntc= Número total de corrientes.

Ak = Área de la cuenca en km².

2.3.15. ASPECTOS DE RELIEVE

La topografía o relieve de una cuenca puede tener más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma de la misma. Por lo tanto, los aspectos de relieve, se refieren al comportamiento altitudinal, lineal y de superficie de la cuenca.

A. PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA (SC):

Primer parámetro que da una idea del relieve es su pendiente media. Esta es posible determinarla mediante un plano de curvas de nivel (a escala conveniente) de la cuenca, así como con la ayuda de un planímetro y un curvímetro. Este aspecto, tiene una relación importante con la infiltración, el escurrimiento, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea.

- Método de Alvord

Es un método para calcular la pendiente media de la cuenca.

$$S_c = \frac{(D \times L)}{A_k} \times 100\%$$

Donde:

D = Diferencia vertical entre curvas de nivel en km.

L = Longitud de las curvas de nivel dentro de la cuenca en km.

Ak = Área de la cuenca en km².

B. PENDIENTE DEL CANAL O CAUCE PRINCIPAL (SCP)

La pendiente de un canal influye sobre la velocidad de flujo y juega un papel importante en la forma del hidrograma. Los perfiles típicos de los cauces naturales, son cóncavos hacia arriba; además, todas las cuencas con excepción de las más pequeñas tienen varios canales cada uno con un perfil diferente.

- Método analítico

Se determina de acuerdo a las diferencias de altura entre curvas de nivel y la longitud del cauce principal.

$$S_{cp} = \frac{\Delta H \times 100}{dH}$$

Donde:

ΔH = diferencia de nivel entre la curva más alta y la baja que toca el cauce principal en metros.

dH = Longitud o distancia horizontal del cauce principal en metros.

C. ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA (EM)

Uno de los parámetros de mayor importancia de encontrar en la cuenca es la elevación media, ya que da el grado de madurez de la misma.

Este aspecto relaciona también a la temperatura y la precipitación. A su vez la variación de la temperatura influye en la variación de las pérdidas de agua por evaporación, y por esta razón en hidrología se utiliza como parámetro representativo la elevación media de la cuenca.

2.3.16. MÉTODO DE LA CURVA HIPSOMÉTRICA

La curva hipsométrica se construye midiendo con un planímetro polar el área entre contornos de un mapa topográfico y representando gráficamente el área acumulada por encima o debajo de una cierta elevación usando de preferencia porcentajes de área. Posteriormente, en el papel aritmético se colocan los porcentajes de área en el eje "X" y en el eje "Y" se colocan los valores de la elevación.

Para ello se usa un mapa topográfico con curvas de nivel definidas. Se marcan contornos de la cuenca con variaciones de elevación de 20 en 20 metros, 50 en 50 metros, 100 en 100 metros ó 200 en 200 metros, según la escala del mapa topográfico utilizado; y se mide el área entre estos contornos, y se calcula el porcentaje de esta área, con relación al área total de la cuenca. Estos resultados se llevan a un gráfico, que indica elevaciones contra el porcentaje por encima

del límite inferior, el que recibe el nombre de “Curva Hipsométrica o Curva de Área - Elevación”. (Herrera, 1995).

2.3.17. ASPECTOS DEL RECURSO HÍDRICO

A. RECURSO HÍDRICO

Se recomienda realizar un estudio de cursos de agua, cuerpos de agua, uso actual del recurso, calidad de agua y uso potencial del recurso. Este aspecto es de mucha importancia en lo que se refiere al manejo de cuencas, se deben contemplar dos características fundamentales que son: la cantidad y la calidad disponible de agua en la cuenca (MAGA, 2001).

B. CANTIDAD DISPONIBLE:

Debe ser suficiente para satisfacer las necesidades de los distintos proyectos a emprender o para impulsar medidas que tiendan a aprovechar mejor el recurso (aplicación de distintas técnicas de cosecha y aprovechamiento de agua de lluvia), entre otras (MAGA, 2001).

2.3.18. MÉTODOS DE AFORO

De acuerdo con Herrera (1995), los métodos prácticos de aplicación más frecuentes son:

- Método Volumétrico
- Método de Sección-Velocidad
- Método de Vertederos y Orificios
- Medidor Parshall

A. MÉTODO DE SECCIÓN – VELOCIDAD

De acuerdo con Herrera (1995), en este método se determinan separadamente la sección transversal del cauce y la velocidad del agua; la sección se determina por medio de sondeos o algún otro procedimiento topográfico y la velocidad por cualquiera de los métodos con molinete, flotador o pendiente hidráulica.

De tal manera que el caudal del río estará dado por:

$$Q = \text{Área (m}^2\text{)} \times \text{Velocidad media, (m}^2\text{/s)}$$

R. Determinación del área de la sección

El método para determinar el área de la sección, depende de las condiciones del cauce. Si el cauce es estable el área se determinará con nivel montado y estadal; determinando las áreas correspondientes a cada nivel del agua con el fin de obtener una tabla de altura de escala-áreas, para que al practicar aforos posteriores, únicamente sea determinada la velocidad media (Herrera, 1995).

Para cauces variables donde el nivel del agua no sufre cambios apreciables durante el aforo, el área de la sección se determinará por medio de sondeos antes de medir las velocidades. Las varillas del molinete pueden utilizarse para determinar la profundidad de la corriente en la sección donde se quiere conocer el área (Herrera 1995).

La determinación del área de la sección es como sigue:

- a. Una vez determinada la zona donde se efectuará la medición se deberá sembrar dos estacas, una en cada orilla y fijándose que la línea que las une, sea perpendicular a la dirección del río para determinar el ancho del mismo.
- b. Dividir el ancho del cauce en tramos.
- c. Obtener la profundidad al principio y al final de cada dos tramos.

2.3.19. DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD MEDIA

La velocidad se calcula con molinete en diferentes tramos a lo ancho del río a una profundidad de 0.6 de altura de la profundidad total de la sección o tramo.

2.3.20. CALIDAD DE AGUA:

La calidad del agua natural depende fundamentalmente de su contenido en materiales disueltos o dispersos que se ponen en contacto con ella por interacción con su entorno ecológico a través de los ciclos biológicos no alterados antropogénicamente, por lo tanto no existe un patrón universal de calidad natural debido a que los componentes físicos, químicos y biológicos del entorno constituyen factores de variabilidad (Fuentes, 2005). Sin embargo, existen indicadores físicos, químicos y biológicos que permiten establecer cuando un cuerpo de agua se aleja de las condiciones normales que sus propios ecosistemas definen. Se deben considerar tres aspectos fundamentales:

2.3.21. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Se refiere al contenido de sólidos en suspensión en el agua, aspecto importante tanto para el consumo humano, como para la ejecución de obras de infraestructura, mismas que traerán problemas y restricciones para el uso, así como, daños e inoperabilidad de la infraestructura (Fuentes, 2005).

2.3.22. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

Se refiere al contenido de sales, metales u otro elemento o sustancia química, que sea limitante para su uso doméstico o en la agricultura (Fuentes, 2005).

A. PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS:

Los parámetros fisicoquímicos que se analizan son los siguientes:

- a. Temperatura: Esta característica es importante debido a su efecto sobre la solubilidad del oxígeno y, en general, sobre el efecto en las tasas de metabolismo, difusión, y reacciones químicas y bioquímicas (Ciaccio, 1973). El aumento de temperatura disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Acelera la putrefacción. Agua natural a muy altas temperaturas debido a procesos geoquímicos, es aprovechada para la creación de centrales térmicas y nucleares.
- b. pH: está relacionado con la acidez o alcalinidad de un vertido. No es medida lineal o directa de estas, pero puede usarse como controlador de acidez o alcalinidad excesiva. Describe la concentración del ión H^+ , representado por el logaritmo de su inversa. Valores extremos de pH pueden causar la muerte rápida de los peces, alteraciones drásticas en la flora y la fauna, y reacciones peligrosas secundarias (cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.). El pH debe mantenerse dentro de un rango normal para la vida biológica, entre 6.5 – 8.0 (Fuentes, 2005).
- c. Conductividad eléctrica: Es una medida de la capacidad de una solución para transmitir corriente eléctrica. Los iones en solución son los responsables de esta propiedad, y la conductividad eléctrica es directamente proporcional a la concentración de iones responsables de esta propiedad. (Ciaccio, 1973). Los iones, a su vez, son producto del desdoble de las sales al entrar en solución con el agua. La importancia de su estudio radica en que grandes concentraciones de sales en el agua son perjudiciales para la producción y la vida de las plantas (Illescas Sandoval, 1989).
- d. Sólidos en suspensión: Son importantes por razones estéticas y debido a que conducen al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaeróbicas (Corbitt, 1990). Además, interfieren con los procesos industriales, y provocan espumas en calderas, así como incrustaciones. Sus depósitos afectan la vida acuática, sobre todo de organismos bénticos y si son orgánicos, pueden sustraer oxígeno de la

zona (en ocasiones con gran déficit, sobre todo por estratificación). Además de efectos tóxicos por su composición (solución de agua) pueden matar peces y moluscos por abrasión, obstrucción de agallas (hidróxido de aluminio, hierro) y de los pasos respiratorios (Fuentes, 2005).

- e. Sólidos sedimentables: Se clasifican como orgánicos o inorgánicos, pueden ser arenas, grasa, aceite, alquitrán y trozos de restos de animales y vegetales. Estos materiales sedimentan tarde o temprano. Pueden ser biodegradables lenta o rápidamente. Determinan la turbidez, reducen la penetración de la luz y afectan a la actividad fotosintética de las plantas (Fuentes, 2005). En los ríos proporciona información sobre la carga de sedimentos que transportan (Pérez Sabino, 2003).
- f. Nitrógeno: Tres son las fuentes potenciales del Nitrógeno en las aguas: a) el nitrógeno orgánico del suelo; b) los fertilizantes inorgánicos y orgánicos; y, c) los desechos de origen animal y domésticos (estiércol y aguas servidas) (Aravena, R., 2004). El nitrógeno como amonio es un indicador de la contaminación reciente de un cuerpo de agua o de la cercanía de una fuente de contaminación, ya que es la primera especie degradada a partir de la materia orgánica por los microorganismos. (Pérez Sabino, F., 2003). La concentración de amonio en aguas naturales superficiales se encuentra generalmente por debajo de 0.2 mg/L. Es considerado como un indicador de la contaminación del agua por bacterias, aguas residuales o desechos de origen animal. Su presencia puede originar la formación de nitritos y ocasionar problemas de sabor y de olor en el agua (CEDUCA, 1995).
- g. Elementos menores: El hierro, el manganeso, el zinc, el cobre, el boro y el molibdeno, entre otros, son clasificados como elementos menores pues los organismos biológicos los requieren en pequeñas cantidades denominadas trazas. El pH es el elemento que más influye en el comportamiento químico de estos elementos. Todos, excepto el molibdeno, son más solubles en medios fuertemente ácidos. En condiciones neutras o alcalinas, estos elementos forman óxidos o hidróxidos insolubles (Fuentes, 2005).
- h. Sólidos totales disueltos: pueden ser arenas, grasa, aceite, alquitrán y trozos de restos de animales y vegetales, que pueden ser biodegradables lenta o rápidamente. Son importantes por razones estéticas y debido a que conducen al desarrollo de depósitos de lodos y condiciones anaeróbicas. Sus depósitos

afectan la vida acuática, sobre todo de organismos bénticos y si son orgánicos, pueden sustraer oxígeno de la zona (en ocasiones con gran déficit, sobre todo por estratificación). Además de efectos tóxicos por su composición (solución de agua) pueden matar peces y moluscos por abrasión (Fuentes, 2005).

- i. El Fósforo total: El fósforo total es la suma del fósforo contenido en todas las especies químicas presentes en una muestra (ortofosfatos, poli fosfatos o fósforo orgánico). El *Fósforo de ortofosfato* ($P-PO_3^{2-}$), es la forma asequible del fósforo para intervenir en los procesos bioquímicos en el agua. El fósforo de ortofosfato es generalmente el factor limitante de la productividad en cuerpos de agua, por lo que su análisis es importante para evaluar los procesos de eutrofización y contaminación en aguas naturales. El fosfato es el componente mayor de los fertilizantes, por lo que al aplicarse éstos en exceso, se altera el ciclo del fosfato. Los ortofosfatos son fosfatos inorgánicos solubles en agua y son arrastrados a las aguas superficiales por el agua de escorrentía (CEDUCA, 1995). En el agua, el ortofosfato se convierte en bifosfato (HPO_3^-) el cual en presencia de Ca^{2+} o Mg^{2+} precipita en forma de $Ca(HPO_3)_2$ o $Mg(HPO_3)_2$, con lo cual se reducen los niveles de Fósforo total que se detectan en las aguas.
- j. Demanda química de oxígeno (DQO): Para evaluar el daño que pueden llegar a producir las aguas residuales, se mide la cantidad de carbono presente en las mismas, en forma directa, midiendo el carbono orgánico total, (COT), o indirectamente, midiendo la capacidad reductora del carbono a través de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO). Con estas técnicas se determina la cantidad de materia orgánica putrescible que se encuentra en el agua contaminada. En principio, entre estos parámetros, no hay relación en cuanto a los resultados, pues los efectos que se producen en el agua varían al aplicar cada técnica, de unas aguas contaminadas a otras. *La Demanda Química de Oxígeno (DQO)*, es la cantidad de oxígeno en mg/L consumido en la oxidación de las sustancias reductoras que están en el agua. Se emplean oxidantes químicos, como el dicromato potásico. Con la (DQO) se mide el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. Es más preciso, exacto y rápido que la (DBO) (CEDUCA, 1995).

- k. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): Se define como la cantidad de oxígeno en mg/L necesaria para descomponer la materia orgánica presente mediante acción de los microorganismos aerobios presentes en el agua. Normalmente se emplea la (DBO_5) , que mide el oxígeno consumido por los microorganismos en cinco días. Resulta el parámetro de contaminación orgánica más ampliamente empleado. La determinación del mismo está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. La (DBO_5) , mide el peso de oxígeno disuelto utilizado por microorganismos para oxidar o transformar los compuestos presentes en el agua durante un período de 5 días, a 20° C de temperatura. Normalmente representa un 30-40 % de la demanda total de oxígeno de la mezcla. (CEDUCA, 1995).
- l. Grasas y aceites: Según la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla (2000), los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos, de nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas, 40-60%, hidratos de carbono, 25-50%, y las grasas y aceites, 10%.

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Conocer el estado actual de la cuenca hidrográfica y formular un plan de ordenamiento de los recursos hídricos en la cuenca del río Atulapa, Esquipulas, buscando el desarrollo sostenible del recurso hídrico dentro de la cuenca del río Atulapa.

2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Estimar los aspectos lineales, de superficie y de relieve de la cuenca del río Atulapa.
- Identificar las principales fuentes de agua dentro de la cuenca.
- Determinar las características físico-químicas y microbiológicas de las principales corrientes de agua de la cuenca para conocer la calidad del agua.
- Determinar la cantidad disponible de agua de las principales corrientes de la cuenca.
- Describir los distintos usos que tiene el recurso hídrico de la cuenca.
- Editar un mapa de uso de la tierra de la cuenca.
- Proponer lineamientos generales para el ordenamiento de los recursos hídricos en la cuenca.

2.5. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo las diferentes actividades de esta investigación, se ordeno de la siguiente forma

2.5.1. ETAPA PRELIMINAR DE GABINETE

A. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN GENERAL:

Se procedió a recabar información bibliográfica y cartográfica del área, se consultó en los archivos de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio, así como los de la Oficina Municipal de Planificación de Esquipulas, así también entrevistas a informantes clave del área, con el fin de conocer en forma general la situación de la cuenca.

2.5.2. ETAPA DE CAMPO

A. RECONOCIMIENTO PRELIMINAR:

Este procedimiento consistió en reconocer el área de estudio por medio del análisis cartográfico y caminamientos en el campo con actores locales, con el propósito de reconocer y establecer relaciones con población del área, también se hicieron entrevistas al guarda recursos de la zona de amortiguamiento del Área Protegida Trinacional Montecristo y Presidentes de algunos Consejos Comunitarios de Desarrollo.

B. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA DE LA CUENCA:

La delimitación de la cuenca se realizó en las hojas cartográficas de Esquipulas (2359 IV) y Cerro Montecristo (2359 III) a una escala 1:50,000; siendo una escala de semidetalle. También se delimitó la cuenca de forma digital, a través de la utilización del software Arcgis 9.2. Para la delimitación política administrativa, se utilizó como apoyo la información digital generada por la municipalidad de Esquipulas.

C. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS:

La información socioeconómica con que se cuenta fue obtenida por medio de la recolección de datos en diversas instituciones, entre las que se encuentran:

- a. Instituto Nacional de Estadística (INE): Se obtuvo información correspondiente a demografía, nivel de ingresos económicos, educación, idiomas y tenencia de la tierra para cada uno de los 23 caseríos que están presentes dentro de la cuenca. Esta información según el XI censo de población y VI de habitación 2002.

- b. Municipalidad de Esquipulas, departamento de Chiquimula. Se efectuaron varias visitas, en donde se obtuvo información correspondiente al número de poblados que se ubican en la cuenca, demografía, nivel de ingresos económicos, educación, idiomas, migraciones, organización social, actividades productivas, e infraestructura física y servicios. Para ello se contó con un diagnóstico municipal presentado en el año 2005.
- c. Centro de salud del municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula. Se efectuó una visita, en donde se obtuvieron datos y estadísticas acerca de la infraestructura física de los servicios de salud y sanidad pública (a través de una memoria de labores), resultados de análisis de la calidad físico-química y bacteriológica del agua.

Se realizaron talleres comunales dentro de la cuenca con los actores locales con los siguientes objetivos:

- Informar y promover en la población, la importancia que tiene el manejo sostenible de los recursos naturales que se encuentran presentes en la cuenca, especialmente del bosque y agua.
- Identificar la problemática (causas y efectos) presente en cuanto a los recursos naturales de la cuenca, especialmente los relacionados al recurso hídrico, por medio de la participación directa de los actores locales.
- Identificación de las posibles soluciones a la problemática propuestas por la población.
- Completar, corregir e identificar algunos aspectos de las características socioeconómicas para la mejora de nuestro diagnóstico. (se realizaron entrevistas y encuestas a las personas presentes en el taller).

D. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

a. Clima:

Se obtuvieron los registros climáticos en el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrológica (INSIVUMEH), correspondientes a la Estación meteorológica de Esquipulas. Esta es la única estación cercana a la cuenca río Atulapa, ya que dentro de la misma no se encuentra establecida ninguna estación.

b. Clima y zonas de vida:

Con base en los registros meteorológicos, se preparó un clima-diagrama, este se realizó con los datos de humedad relativa, precipitación media, evapotranspiración y temperatura media, registrados en la estación Esquipulas.

Para la determinación de las zonas de vida, se utilizó el mapa de zonas de vida propuesto por De la Cruz con la metodología de Holdridge, realizando una descripción de sus características bioclimáticas.

c. Recurso hídrico

Para los aspectos lineales y de relieve se utilizó primeramente el material cartográfico disponible y luego se llevaron a cabo todos los procedimientos de forma digital con ayuda del programa de computación ArcMap 9.2.

d. Hidrometría:

Para el drenaje superficial se efectuó aforos en lugares estratégicos de las corrientes principales de la cuenca. Se realizaron dos aforos, uno en época seca (Noviembre) y una en época lluviosa (Junio) utilizando el método del flotador, se calculó el caudal en base a la fórmula:

Caudal = Área (Sección transversal) por Velocidad (flujo superficial del agua) ($Q=AV$)

Área= Área de la sección del canal (m^2)

Velocidad= Velocidad media del Agua (m/seg)

e. Fuentes de Agua

S. Se llevó a cabo varios recorridos con población que conoce el área para georeferenciar las principales fuentes de agua así como la medición del caudal de la fuente.

f. Fuentes de contaminación

Las fuentes de contaminación de las aguas superficiales se identificaron a través de la elaboración de talleres comunales y visitas de campo, además de esto geográficamente se localizó todos los beneficios de café que existen dentro de la cuenca con la ayuda del ArcMap 9.2, ya que estos son considerados como las principales fuentes de contaminación dentro de la cuenca.

g. Calidad de agua

Para evaluar la calidad del agua se realizó una serie de análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Los análisis físicos y químicos consideraron parámetros para consumo humano y riegos, además se cuenta con el monitoreo de Cloro residual que lleva a cabo el Centro de Salud del municipio de Esquipulas. Para los análisis bacteriológicos se contó con el apoyo del Centro de Salud del municipio de Esquipulas para determinar Coliformes fecales por cada 100 ml. de agua.

Dichos muestreos se llevaron a cabo durante la época seca y la época lluviosa para estimar el impacto de la caficultura en el agua, se ubicó estratégicamente los lugares para realizar los muestreos.

h. Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra

Se definió y cuantificó las áreas con cobertura forestal a partir de orthofotos mediante el uso de herramientas de análisis espacial con el software de ArcMap 9.2, luego se procedió a visitas de campo para actualizar las ediciones hechas.

Para la clasificación del uso de la tierra se usó la leyenda de “Uso Actual de la Tierra” propuesta por la Unión geográfica Internacional (UGI), adecuada por el Ing. Agr. Gilberto Daniel Alvarado Cabrera de la Secretaria de Planificación de la Presidencia (SEGEPLAN, 1,996)

2.5.3. ETAPA FINAL DE GABINETE

A. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez terminada la fase de campo, se procedió al análisis de la información recopilada, y en base a los datos obtenidos se describió cada uno de los problemas principales de la cuenca, los cuales son, la contaminación del agua superficial, descripción y caracterización de conflictos y alternativas para el proceso más limpio del café, así como el análisis del cumplimiento legal en torno a los recursos naturales, los diferentes usos que se le dan al agua dentro de la cuenca y las potencialidades para el pago por servicios ambientales dentro de la cuenca.

B. ELABORACIÓN DE MAPAS

La elaboración de los mapas se llevó a cabo en los laboratorios de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, se utilizó el software de ArcMap 9.2.

C. MAPA DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA

Para llevar a cabo este proceso, se recopiló información biofísica de la cuenca con la cual se pudo reclasificar mediante el uso de las herramientas que brinda los sistemas de información geográfica para determinar áreas de distintos tipos de recarga hídrica potencial en la cuenca.

Este proceso llevado a cabo en los laboratorios de la USIG (Unidad de Sistemas de Información Geográfica) en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, permitió mediante la combinación de las capas de Fisiografía, Geología, Uso de la Tierra y el Balance Hídrico de la cuenca, la determinación del mapa de Recarga Hídrica para la Cuenca.

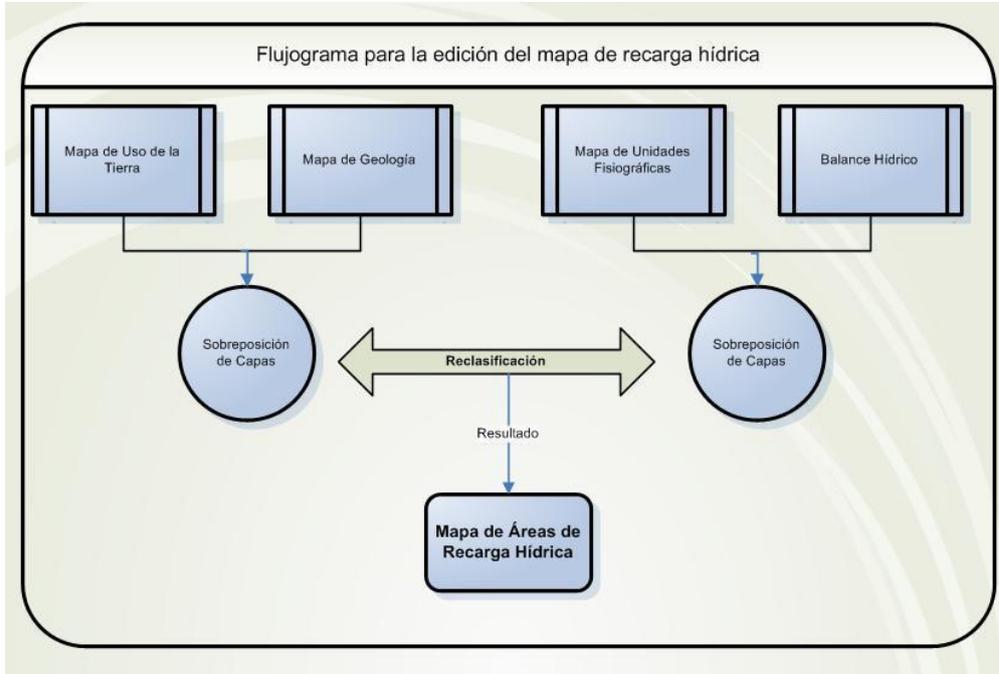


Figura 16. Flujograma para la edición del mapa de áreas de recarga hídrica.

Para este proceso se ha clasificado la recarga hídrica en tres categorías distintas:

- Recarga Alta
- Recarga Media
- Recarga Baja

Con el software de ArcMap 9.2 se hizo una reclasificación de las propiedades de cada mapa, dichos valores de reclasificación consistieron en la asignación numérica a cada una de las propiedades del mapa y este valor fue el elemento clave para la combinación de variables.

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1. MORFOMETRÍA DE LA CUENCA:

A. ASPECTOS LINEALES:

Se refieren fundamentalmente a dimensionamiento de las corrientes o canales del drenaje natural dentro de la cuenca, por lo que se trabaja con todas las corrientes señaladas e identificadas.

a. Perímetro de la cuenca:

Se realizó con la utilización del software ArcMap 9.2; calculando un área de 39.37 km.

b. Clase de corrientes:

Dentro de la cuenca del río Atulapa, existen tres tipos de corrientes superficiales:

- Permanentes: Atulapa y sus afluentes río Quebrada de Cruz de Piedra y El Volcán.
- Intermitentes: Quebrada Liquidámbar, Quebrada El Duraznal, La Quebradona, Quebrada El Paso y otras.
- Efímeras: Son corrientes que se trazan en base a las curvas de nivel y que no están marcadas en las hojas cartográficas, Existen varias dentro de la cuenca.

c. Orden de corrientes:

Es la medida de las ramificaciones del cauce principal en una cuenca hidrográfica, y el número de orden va en relación el número de bifurcaciones de una corriente. La cuenca del río Atulapa, es de orden 4; existiendo un total de orden 1 de 39, de orden 2 existen 11 y de orden 3 existen 3. Esta corriente de orden 4 se refiere al cauce principal del río Atulapa. En el cuadro 7 se presenta el orden de corrientes y la longitud.

Cuadro 7. Orden de corrientes del río Atulapa, Esquipulas Chiquimula.

Orden de Corrientes	Número de Corrientes	Longitud de Corrientes
1	39	42.76
2	11	13.76
3	3	2.81
4	1	13.17

Fuente: Informe SINREM 2007

El cuadro anterior muestra el orden de corrientes, número de corrientes y la longitud para cada una de ellas, en la que se observa que existe una mayoría de corrientes de orden 1 y así también para la longitud, según Horton la clasificación de cauces se da de acuerdo al número de orden de un río, en este caso será de orden 4 con 39 corrientes, lo que indica que es un

tributario importante de agua. Para verificar el grado de relación entre el orden de corrientes identificadas y la cantidad correspondientes, se generó la figura de Log Nu vrs. u, la que se presenta a continuación.

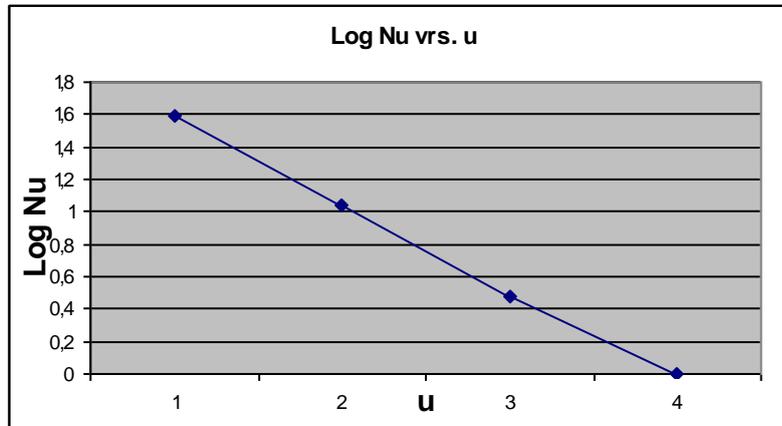


Figura 17. Log Nu vrs. U

La figura anterior, muestra una relación en sentido negativo entre el orden de corrientes y la cantidad de corrientes identificadas; la figura corresponde a una recta de pendiente casi homogénea típica de una relación adecuada, por lo que se concluye que el conteo de corrientes fue realizado correctamente.

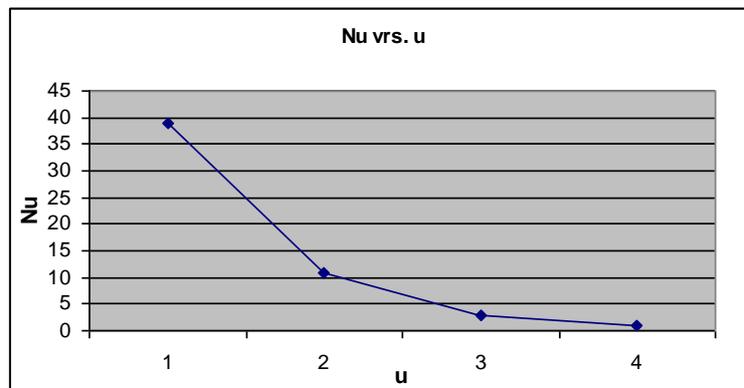


Figura 18. Nu (numero de corrientes) vrs u (orden de corrientes)

En esta figura se presenta el resultado de combinar el número de corrientes (Nu) y el orden de cada corriente (u).

d. Radio de bifurcación medio:

Las relaciones de bifurcación dentro de una cuenca, tienden a ser de la misma magnitud; generalmente valores entre 2 y 4 con un valor promedio de 3.5. En la cuenca del río Atulapa se obtuvo un valor de 3.4, lo que indica que la relación entre el número de corrientes y el número de corrientes de orden superior siguiente está dentro de los parámetros normales anteriormente mencionados.

e. Longitud media de corrientes:

Es el indicador de pendientes de tal manera que las cuencas con corrientes de longitudes cortas reflejan pendientes muy escarpadas y las cuencas con longitudes largas van a reflejar pendientes suaves o planas.

Cuadro 8. Longitud media por orden de corrientes y longitud acumulada.

ORDEN U	LONGITUD DE CORRIENTES LU	LONGITUD EN KM.
Lū1	42.76	1.10
Lū2	13.76	1.25
Lū3	2.81	0.94
Lū4	13.17	13.17
Lū	--	16.45
LA	--	72.5

Fuente: Calculado con datos generados en estudio morfométrico.

El cuadro anterior, indica que la corriente número tres por su corta longitud tendrá una pendiente escarpada, la corriente dos una pendiente suave y las corrientes una y cuatro son planas.

B. ASPECTOS SUPERFICIALES:

El análisis de superficie se realizó en un plano bidimensional de la cuenca, con el cual se obtiene información que combinada con los aspectos lineales dan una clara idea de las características generales de la cuenca.

a. Superficie de la cuenca:

La cuenca del río Atulapa tiene una extensión de 43.10 Km² (4,310 hectáreas), obtenida mediante el programa ArcMap 9.2.

b. Forma de la cuenca:

El cauce principal en la cuenca del río Atulapa tiene una longitud total de 42.76 kilómetros con lo que se obtiene un factor de forma de 1.02 el cual es un indicador de una forma alargada según Horton. Por la forma que presenta esta cuenca se puede inferir una débil capacidad para concentrar intensidades de lluvias, con lo cual el riesgo a desbordamientos del cauce del río es mayor.

c. Densidad de drenaje:

La densidad de drenaje es bastante baja, existen 1.65 kilómetros de drenajes por cada kilómetro cuadrado; este valor refleja una baja respuesta hidrológica, lo cual ligado a una capa subsuperficial impermeable que en parte es toba volcánica y a una textura pesada en el primer

estrato susceptible a la erosión, aunque este valor es indicativo de que el suelo es muy permeable por tener texturas gruesas (franco arenosas), sin embargo este dato de densidad se ve modificado por la cobertura vegetal que disminuye la velocidad del flujo superficial impidiendo el desarrollo de canales de drenaje recientes. Es por ello tan importante conservar la cobertura vegetal del área con bosque lo cual impide la erosión del suelo favoreciendo una mayor recarga del acuífero.

d. Frecuencia o densidad de corrientes:

La frecuencia de drenaje dentro de la cuenca es baja (1.23 corrientes/Km²) y esto refleja una débil eficiencia hidrológica, es decir, responde lentamente al flujo de superficie (escorrentía superficial).

C. ASPECTOS DE RELIEVE:

Los aspectos de relieve se refieren al comportamiento altitudinal lineal y de superficie de una cuenca. La configuración topográfica es uno de los factores que determinan la hidrografía de una cuenca ya que la topografía o relieve tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que la forma misma.

La pendiente media de la cuenca es baja (16.47%); además la baja pendiente del cauce principal (5.11%), indican que la velocidad de flujo es baja a media, lo que explica que el caudal total, recibe una alta contribución de las aguas subterráneas, esto ocurrida en la medida en que exista recarga hídrica.

a. Pendiente media de la cuenca:

Según el método propuesto por Alvord, la cuenca tiene una pendiente media de 16.47% y pendientes máximas de 110 % en las laderas escarpadas. Esto refleja que es una cuenca joven que aún está en un período de formación. Por ser una cuenca muy escarpada, con una baja infiltración y una textura arcillosa susceptible a erosión en los estratos superiores se infiere que el peligro de erosión es bastante alto.

b. Pendiente del cauce principal:

Con el auxilio del método analítico se determinó que la pendiente media del cauce principal desde su nacimiento en las partes altas de Plan de la Arada y el Duraznal hasta el punto de aforo donde se une con el río Olopa, es de 5.11% lo que indica una velocidad de flujo que va de media a baja y considerando las fuertes pendientes de la cuenca, se puede concluir que el caudal total recibe una alta contribución de aguas subterráneas.

Cuadro 9. Resumen de las características morfométricas de la cuenca.

No.	Aspectos Lineales	
1	Perímetro	39.37 km
2	Clases de corrientes	
2.1	Permanente	Una corriente
2.2	Intermitentes	19 corrientes
2.3	Efímeras	42 corrientes
3	Orden de corrientes	
3.1	Orden 1	39 corrientes
3.2	Orden 2	11 corrientes
3.3	Orden 3	3 corrientes
3.4	Orden 4	1 corriente
4	Radio de Bifurcación Medio (Rb)	3.4
5	Longitud media de corrientes (Lu)	1.10 km
6	Longitud acumulada de corrientes (La)	72.5 km

No.	Aspectos de Superficie	
1	Área de la cuenca (Ak)	43.10 km ²
2	Forma de la cuenca	
2.1	Relación de forma (Rf)	0.19
2.3	Radio de elongación (Re)	0.41
3	Densidad de drenaje	1.65 km/km ²
4	Densidad de corrientes (Fc)	1.23 cauces/km ²

No.	Aspectos de Relieve	
1	Pendiente media de la cuenca	
1.1	Método de Alvord	16.47%
2	Pendiente del canal o cauce principal (Scp)	
2.1	Método analítico	5.11%

2.6.2. CALIDAD DEL AGUA

Dentro de la cuenca del río Atulapa los usos del agua varían, estos pueden ser para fines de riego, consumo humano, recreación, uso agrícola y agroindustrial parte para el proceso del beneficiado húmedo del café.

Cuando el agua es para consumo humano, se utilizan los parámetros de COGUANOR-NGO 2901 (Comisión Guatemalteca de Normas), para este caso, el normativo tiene por objeto fijar los valores de las características que definen la calidad del agua potable. Para fines de riego agrícola, se aplica del método de laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Análisis que se realizaron:

- Físico químicos con fines de riego
- Físico químicos con fines de consumo humano
- Cloro residual libre con fines de consumo humano
- Microbiológicos con fines de consumo humano.

A. CON FINES DE RIEGO:

Cuadro 10. Calidad físico – química del agua.

Punto de muestreo	Coordenadas (Metros) N	pH	uS/M C.E.	meq / litro				PPM				RAS	CLASE
				Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
El Duraznal	622692 1603953	7.1	44	0.37	0.10	0.17	0.023	0.0	0.0	0.0	0.0	0.35	C1S1
La Cuestona	624843 1606290	7.0	58	0.37	0.12	0.26	0.092	0.0	0.0	0.03	0.0	0.53	C1S1
Pto. De Aforo	628312 1610660	7.3	57	0.37	0.21	0.24	0.038	0.0	0.0	0.1	0.0	0.44	C1S1

Muestras Analizadas en: Laboratorio de suelo y agua de la facultad de Agronomía 2007.

Según los análisis fisicoquímicos con fines de riego, las 3 muestras pertenecientes a la parte alta, media y baja de la cuenca, son aptas para riego de la mayor parte de cultivos, ya que según la metodología de United States Department of Agriculture (USDA), estas aguas tienen un bajo nivel de salinidad (C1), también son aptas para cualquier tipo de suelos ya que es muy poco probable que desarrolle salinidad, así también es agua baja en Sodio (S1) y según USDA puede usarse en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

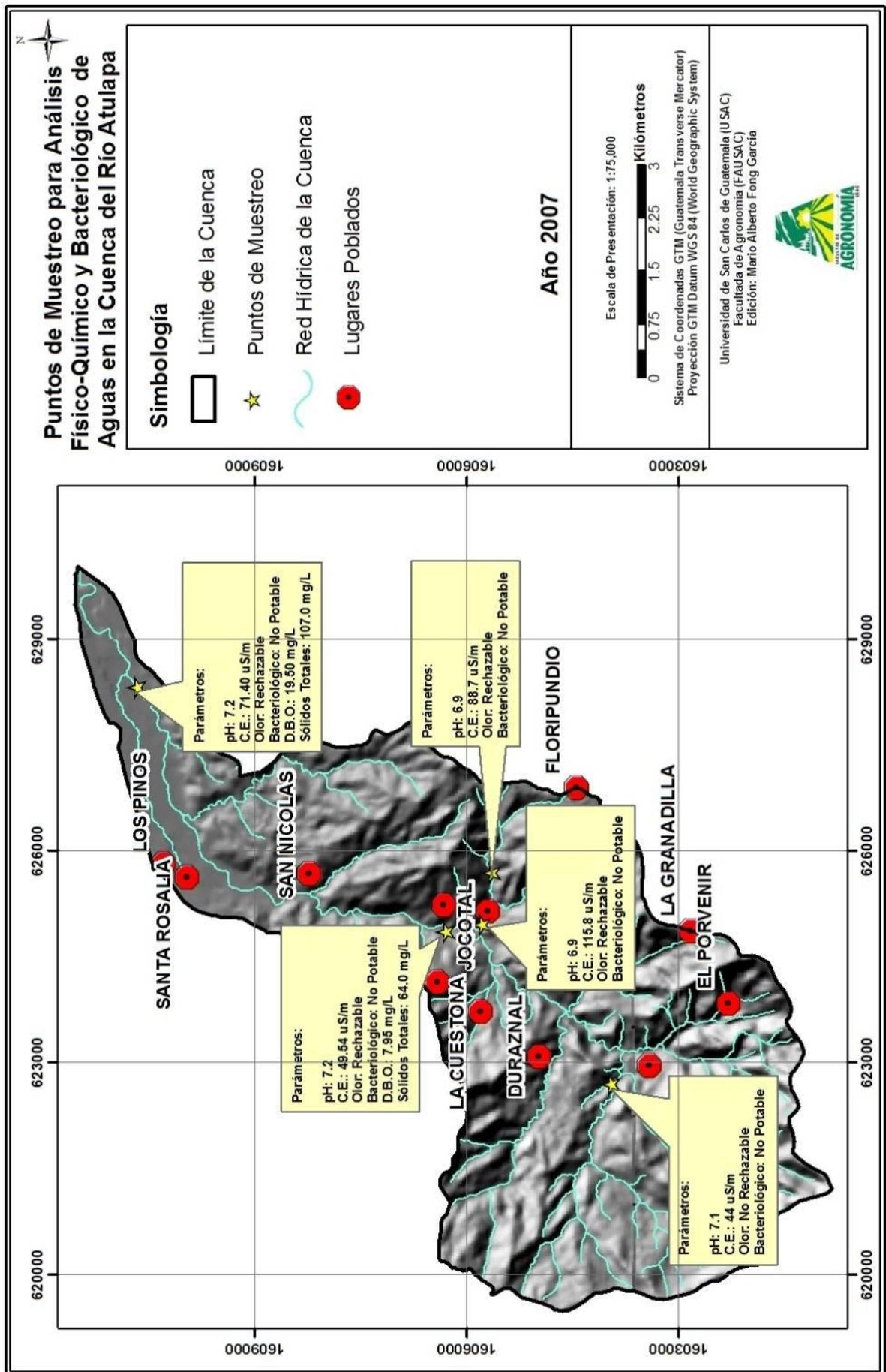


Figura 19. Mapa de calidad de agua de la cuenca del río Atulapa 2007.

B. ANÁLISIS DE LOS CURSOS DE AGUA SUPERFICIAL:

En el cuadro 11 se presentan los resultados de 2 muestras de agua analizadas para consumo humano procedente de la cuenca del río Atulapa durante el mes de septiembre 2007 (Época donde no hay beneficiado húmedo del café) y el mes de febrero 2008 (Época donde hay beneficiado húmedo de café).

Cuadro 11. Análisis de Agua superficial en el río Atulapa.

Parámetro	Unidad	Norma COGUANOR	Río La Arada 624843-1606290		Río Atulapa 628312-1610660	
			13/09/2007	11/02/2008	13/09/2007	11/02/2008
		LMA - LMP				
Aspecto		Claro	Incolora	Incolora	Ligera coloración parda	Coloración parda
Olor		No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	Rechazable
pH		6.5 – 9.2	7.06	7.2	6.94	7.2
Temperatura	°C	15 - 34	21	22	22	22
Conductividad	µS/cm	50 – 1500	49.7	49.54	57.6	79
Sólidos sedimentables	ml/L	10	<0.1	<0.10	0.1	<0.10
Sólidos en suspensión	mg/L	3500	0.33	16	28	32
Sólidos totales	mg/L	500 - 1000	53	64	250	107
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	200	10.5	7.95	7.2	19.5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	350	160	120	170	165
Nitrógeno Total	mg/L	14	0.5	<0.50	1.5	<0.50
Fósforo Total	mg/L	7	0.3	<0.50	0.7	0.6
Grasas y Aceites	mg/L	15	0.14	0.05	0.09	0.107

Análisis efectuados en: Unidad de Análisis Instrumental, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC, muestreo practicado el 13 de septiembre del 2,007 y el 11 de febrero de 2,008.

El análisis de los parámetros físicos tanto aspecto como olor, indican que en el río la Arada no hay ningún problema es decir los parámetros indican que no hay contaminación evidente, pero en el río Atulapa la coloración del líquido se torna ligeramente parda, esto evidencia cierta contaminación que la hace rechazable, si se considera la conductividad eléctrica, aumenta ligeramente en el río Atulapa durante la época donde se vierten desechos sólidos y aguas miel pero aun así están dentro de los límites admisibles.

El análisis del nitrógeno total es de vital importancia, ya que considera adicional al fósforo un elemento primario esencial para la salud y el funcionamiento del sistema, además es un nutriente primario para las plantas así como el fósforo y el potasio, tratándose de cuerpos de agua, el nitrógeno juega un papel importante, ya que favorece el crecimiento de algas, conjuntamente con la presencia de fósforo ocurriendo lo que se conoce por eutrofización. Al observar los resultados tanto de fósforo total y nitrógeno total, se puede concluir en que no hay ningún problema de exceso. Durante el mes de febrero en el río Atulapa, la muestra de agua presenta un olor rechazable, esto debido al proceso de descomposición de desechos sólidos (pulpa de café) que son vertidos por los distintos dueños de beneficios de café dentro de la cuenca; esta característica física se presentó únicamente en la muestra que se practicó en la

parte baja de la cuenca, en la parte alta de la cuenca (río La Arada) no se presenta dicha característica debido a que no hay beneficios de café cercanos al área de muestreo.

C. ANÁLISIS DE CLORO RESIDUAL:

La cloración de los abastecimientos públicos de agua, representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada, es decir, “potable”. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en el cuadro 13 se muestran los resultados de los análisis de agua residual llevados a cabo por el centro de salud de la municipalidad de Esquipulas, así también hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que sea libre y que sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica.

Cuadro 12. Relación entre cloro residual libre y sus respectivos límites máximos aceptables y límites máximos permisibles

Substancia	LMA	LMP
Cloro residual libre	0.3 – 0.5 mg/L	0.6 – 1.0 mg/L

Cuadro 13. Monitoreo de cantidad de Cloro residual de los sistemas municipales de abastecimiento de agua potable de Esquipulas.

MES	Cloro Residual (mg/L)		
	Tanques		
	La Planta 625425-1608649	Las Minas 623813-1610016	Tizaquín 625303-1609106
ENERO	0.3	0	0
FEBRERO	0.3	0	0
MARZO	0.7	0.3	0.4
ABRIL	3	1.5	1
MAYO	1	0.5	1
JUNIO	1	1	0.5
JULIO	1	0	3

Fuente: Centro de Salud de Esquipulas 2007.

- El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de *Escherichia coli*.
- En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben

de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.

- En el mes de abril y julio los valores para el cloro residual sobrepasan el límite máximo permisible, esto debido a la poca dilución que hay en estos meses de poca lluvia.



Figura 20. Tanque en donde se llevan a cabo monitoreos de cloro residual en el caserío La Planta.

D. MICROBIOLÓGICOS:

Se llevaron a cabo 5 análisis bacteriológicos en distintas comunidades de la cuenca del río Atulapa, con el fin de determinar colonias de coliformes fecales, que establecen según las normas COGUANOR si el agua es apta para consumo humano. Estos muestreos se llevaron a cabo en tres comunidades de la cuenca del río Atulapa; cabe mencionar que el muestreo se llevó a cabo en un punto antes de entrar a la comunidad descrita y el otro se realizó a pocos metros después de que entran las aguas al perímetro poblacional. Se ha utilizado la metodología de membranas filtrantes. Los análisis se llevaron a cabo con el apoyo del Centro de Salud de Esquipulas en el laboratorio de Saneamiento Ambiental en Chiquimula.

Según las normas de COGUANOR 29001 con 2 colonias de bacterias en 100 ml. el agua no es apta para el consumo humano y al ver los resultados se evidencia claramente que no es agua apta para consumo humano.

Cuadro 14. Resultado de Análisis Bacteriológico de muestras de agua 2007, en las comunidades de la cuenca del río Atulapa.

Comunidad	Coordenadas (metros)	Sitio de Captación	Mes		Condición del agua (consumo humano)
			Abril	Septiembre	
			Coliformes Fecales	Coliformes Fecales	
El Duraznal	624950-1605781	Quebrada	8	5	No apta para consumo
El Duraznal	622692-1603953	Perímetro poblacional	18	Incontables	No apta para consumo
La Cuestona	625686-1605651	Quebrada	5	6	No apta para consumo
La Cuestona	624843-1606953	Perímetro poblacional	incontables	12	No apta para consumo
Atulapa	628312-1610660	Punto de Aforo	incontables	Incontables	No apta para consumo

Análisis efectuados por: Centro de Salud Esquipulas 2007.

2.6.3. CANTIDAD DE AGUA

Se llevaron a cabo dentro de la cuenca aforos para medir el caudal de río en época seca y en época lluviosa.

Cuadro 15. Resultados de los caudales de los ríos de la cuenca del río Atulapa en litros por segundo y metros cúbicos por segundo.

Coordenadas GTM (Kilómetros) de los puntos de aforo	Altitud (metros sobre el nivel del mar)	Punto de Aforo	Enero		Junio	
			l/s	m ³ /s	l/s	m ³ /s
621.698 – 1604.248	1,431	La Quebradona	15.9	0.016	228.02	0.228
622.830 – 1603.813	1,346	El Volcán	28.5	0.029	310	0.31
623.149 – 1603.781	1,341	La Arada	52.3	0.052	582.8	0.582
623.375 – 1604.679	1,345	El Duraznal	12.3	0.012	182.1	0.182
624.369 – 1605.650	1,095	Las Minas	41.6	0.041	830	0.830
624.939 – 1606.633	1,090	El Paso	113.3	0.113	1,860	1.86
625.327 – 1608.762	991	La Planta	105.3	0.105	2,070.8	2.07
628.221 – 1610.702	890	Aldea Atulapa	120	0.12	3,120	3.12

En el cuadro 15 se observa que la disponibilidad del recurso hídrico superficial de la cuenca del río Atulapa en la época de lluvia se incrementa en todos los puntos, debido a la intensidad y duración de la precipitación pluvial que existe en el área, sobre la parte alta de la cuenca existen varias quebradas que alimentan el cauce principal del río, estas son las de La Quebradona, Quebrada de Cruz de Piedra más conocida por el Volcán y la quebrada del río la Arada que durante la época seca aportan aproximadamente 52 litros por segundo y en la época lluviosa aportan 583 litros por segundo, seguido a estas quebradas se encuentran la quebrada del Duraznal y la de Las Minas las cuales aportan al río unos 54 litros por segundo

durante la época seca y 1,000 litros por segundo, Por lo tanto, el río Atulapa tiene un caudal promedio de 113.3 litros por segundo durante la época seca y 1,860 litros por segundo en la época lluviosa cuando este llega a la parte llamada El Paso, es necesario mencionar que en el tramo comprendido de El Paso y La Planta se encuentra ubicada las presas municipales en donde se extrae agua para el proyecto de distribución municipal de agua, por lo tanto durante la época seca se ve un leve descenso en el caudal principal del río Atulapa el cual disminuye unos 8 a 15 litros por segundo, en cambio en la época lluviosa el impacto es menor pero el caudal se mantiene un tanto constante, al llegar al punto de aforo, el caudal del río Atulapa es de unos 120 litros por segundo en época seca y de unos 3,120 en época lluviosa.

Es necesario mencionar que la época de corte del café dentro de esta área comienza a mediados de noviembre y concluye hasta el mes de marzo, lo cual implica una demanda muy alta de agua para el proceso de beneficiado húmedo que se da en distintos beneficios artesanales alrededor del río Atulapa y sus quebradas.

El proceso de beneficiado húmedo del café (ANACAFE 2007) en beneficios artesanales demanda aproximadamente 2,500 litros de agua por quintal de Café en Pergamino, este impacto se ve reflejado en el bajo caudal que lleva el río en esta época, ya que la mayoría de estos beneficios artesanales se abastecen de agua de manantiales y muchas veces del mismo caudal del río.

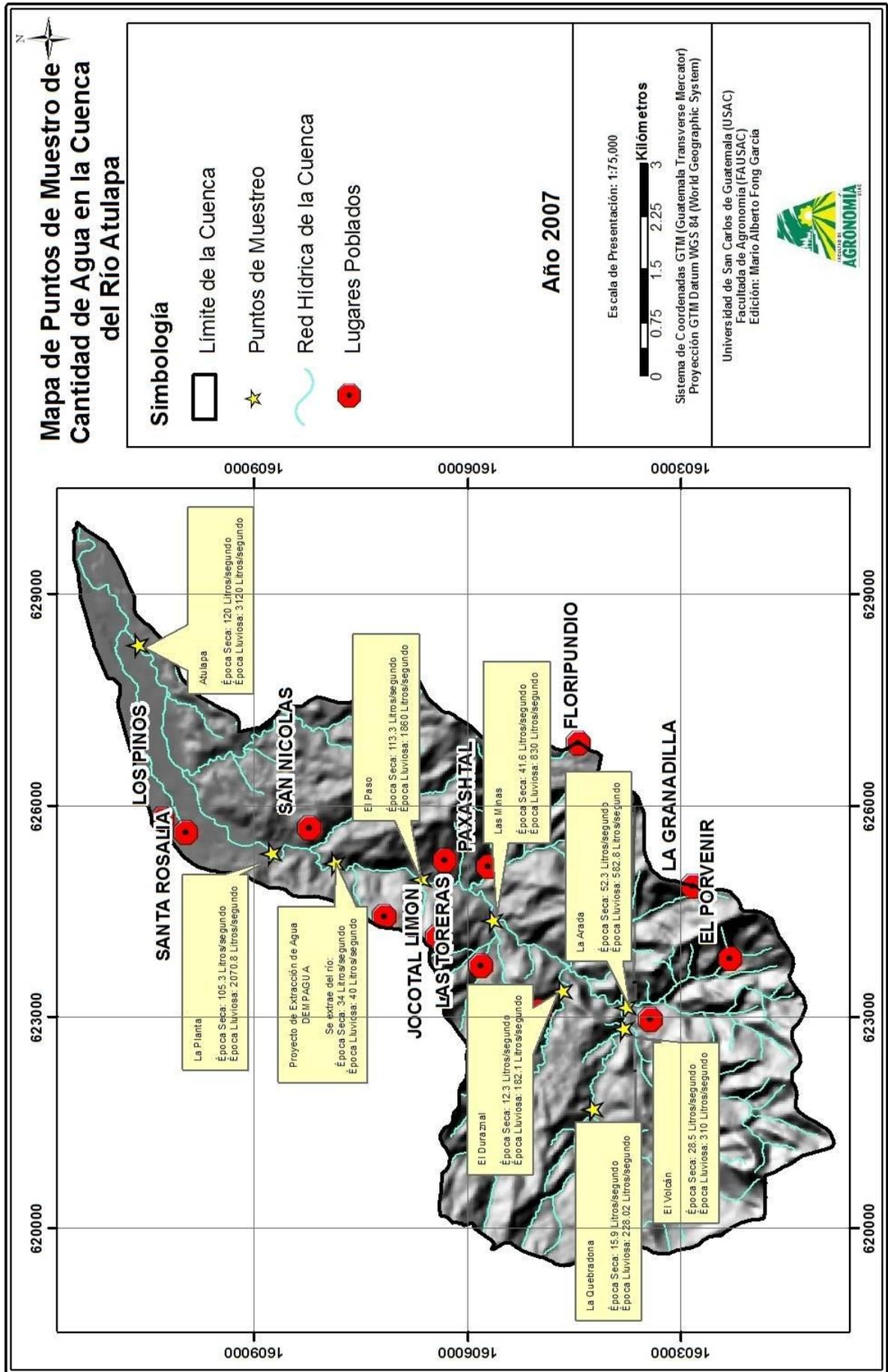


Figura 21. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo de cantidad de agua en las principales corrientes de agua superficial de la cuenca del río Atulapa (2007).

2.6.4. UBICACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA, IDENTIFICACIÓN DE LOS PROPIETARIOS DE LAS FUENTES:

Cuadro 16. Caudal de los principales manantiales de la cuenca del río Atulapa

Código	Lugar/propietario	Coordenadas UTM (m)		Altitud Msnm	Caudal		Libre (L) o Captado (C)
		Este	Norte		l/s	m³/día	
1	Finca Jacobo Chinchilla	14.49187	-89.35422	1322	1.1	95.04	L
2	Finca Jacobo Chinchilla	14.49003	-89.35353	1340	1.52	131.328	L
3	Finca Jacobo Chinchilla	14.49099	-89.35384	1344	1.72	148.608	L
4	Finca Jacobo Chinchilla	14.49151	-89.35409	1346	0.85	73.44	L
5	Finca Santos Soto	14.51007	-89.36317	1370	No	No	L
6	Finca locho Guerra	14.49106	-89.35377	1343	0.7	60.48	L
7	Finca de Joaquín Pinto	14.49298	-89.35289	1344	0.42	36.288	L
8	Finca de Joaquín Pinto	14.49277	-89.35282	1356	0.5	43.2	L
9	Finca locho Guerra	14.50278	-89.36162	1355	1.5	129.6	L
10	Finca Santos Soto	14.51114	-89.36441	1364	1	86.4	C
11	Finca Braulio Trigueros	14.51149	-89.36463	1345	82.1	7093.44	C
12	Finca de los Rosas	14.51141	-89.36485	1345	3.1	267.84	L
13	La Laguneta/Río	14.5145	-89.36356	1410	No	No	L
14	Contacto Chalino	14.51417	-89.36285	1409	No	No	L
15	Finca de Domingo Zamora	14.51423	-89.36106	1417	4.5	388.8	L
16	Finca de Nazario Mendez	14.51436	-89.35907	1430	2.2	190.08	L
17	Finca de Jacobo Chinchilla	14.51556	-89.35229	1355	45.3	3913.92	L
18	Finca Los Payes	14.52129	-89.35118	1335	67.4	5823.36	L
19	Finca de Marcial T.	14.52199	-89.34946	1298	12.4	1071.36	L
20	Fuente El Roble	14.51975	-89.35714	1396	320	27648	C
21	Fuente La Cascada	14.49765	-89.36436	1415	480	41472	L
22	Finca Don Toribio	14.49758	-89.36428	1415	55	4752	C
23	F. Finca Don Toribio	14.49908	-89.36403	1399	12.2	1054.08	C
24	El Duraznal	14.50572	-89.3719	1431	136.9	11828.16	L
25	Río El Volcan	14.50338	-89.37359	1462	470.8	40677.12	L
26	Finca Braulio Trigueros	14.50405	-89.37421	1420	310	26784	L
27	Finca de Tito Guerra	14.52224	-89.3499	1288	2.5	216	L
28	Fuente El Limón	14.52918	-89.3455	1381	127.3	10998.72	L
29	Fuente El Pito	14.5099	-89.37018	1510	0.08	6.912	L
30	Fuente El Tanque	14.51087	-89.37029	1500	1.48	127.872	L
31	Fuente Liquidambar	14.51131	-89.37028	1504	0.15	12.96	L
32	Fuente Chiquicastal	14.51214	-89.37531	1583	1.7	146.88	L
33	Fuente Toreras Escuela	14.52509	-89.33909	1510	0.12	10.368	L
34	Finca Elvira Hernandez	14.5252	-89.34821	1408	No	No	L
35	Aldea el Limón	14.52686	-89.34759	1382	No	No	L
36	Finca Elvira Hernandez	14.525334	-89.34801	1410	No	No	L
TOTAL					2,144.54		

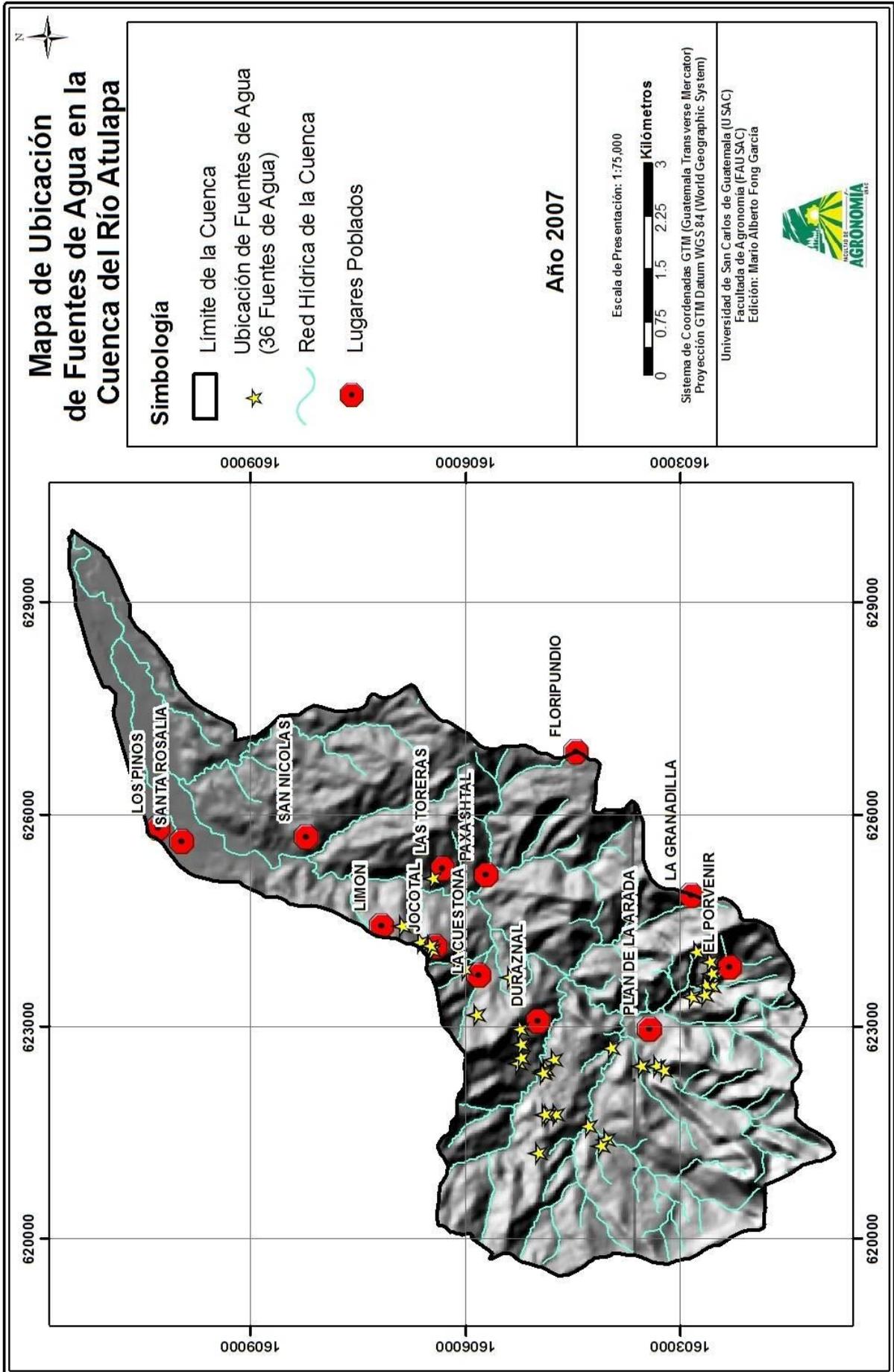


Figura 22. Mapa de localización de fuentes de agua en la cuenca del río Atulapa.

2.6.5. USUARIOS DEL RECURSO HÍDRICO DEL RÍO ATULAPA:

A. DESCRIPCIÓN DE LOS USUARIOS EN EL INTERIOR Y EXTERIOR DE LA CUENCA

Dentro de la cuenca del río Atulapa se encuentran 5 grupos principales de usuarios de agua, estos son los siguientes:

a. Usuarios urbanos y rurales:

Quienes demandan agua potable todo el año, según el Departamento Municipal de Agua (DEMPAGUA) dentro del sistema de abastecimiento de agua municipal a enero de 2008 hay 4,832 usuarios conectados, la demanda de agua aproximadamente es de unos 3,500 metros cúbicos de agua diarios (24 horas) que se extraen directamente del caudal del río Atulapa en época lluviosa, esto no causa un impacto evidente en el caudal del río, pero en época seca, esta demanda puede llegar a ser fácilmente un tercio del caudal total del río. Dentro de la cuenca del río Atulapa existen 830 viviendas con un total de 6,473 habitantes lo que hace un promedio de 8 personas por vivienda, de estas 830 viviendas solo el 40% cuenta con abastecimiento municipal de agua; el 60% restante corresponde 518 viviendas que hacen uso de agua proveniente de manantiales cercanos al área, aproximadamente son unas 4,144 personas que consumen un promedio de 150 litros de agua al día, lo que hace un total de 621.6 metros cúbicos de agua al día para consumo de usuarios dentro de la cuenca.

b. Empresa municipal agua:

Caudal de agua todo el año y libre de contaminantes. El Departamento Municipal de Agua (DEMPAGUA) alimenta su sistema de distribución de agua con 4 proyectos de agua, siendo estos: El proyecto del río Atulapa, el del río Frío, proyecto de Las Minas y el proyecto Chortí. El proyecto del río Atulapa es el más importante ya que abastece de agua aproximadamente a unos 2,000 usuarios de los 4,832 que posee actualmente el sistema municipal de agua (Municipalidad de Esquipulas, 2007).

c. Centros turísticos:

Dentro de la cuenca del río Atulapa se encuentran 4 centros turísticos importantes, estos son turicentro La Planta, turicentro Chatún, turicentro Esquilandia, turicentro Atulapa, además existen dos balnearios importantes en la aldea Atulapa, dichos turicentros requieren de un caudal de agua limpia para actividades acuáticas de recreación, además un servicio de agua potable todo el año para consumo y mantenimiento de animales y áreas verdes. El mantenimiento de las piscinas se lleva a cabo todos los días lunes donde se limpia y se realiza el clorado para su uso durante el resto de la semana, tanto el turicentro La Planta como el turicentro Chatún usan entre 150 y 250 metros cúbicos para el llenado y mantenimiento de sus

piscinas, los demás turicentros usan menos de 100 metros cúbicos para el llenado de sus piscinas. Todos los turicentros dependen del sistema municipal de agua, además de esto tienen tanques de agua que extraen directamente del cauce del río Atulapa.

d. Pequeños productores de café:

Agua para aplicación de agroquímicos durante todo el año y lavado de café en época de cosecha (noviembre - marzo), muchos caficultores pequeños poseen beneficios artesanales dentro de sus fincas en los que lavan el café cerezo o maduro para transformarlo en café pergamino, este proceso se le conoce por el beneficiado húmedo y consiste en el despulpado del grano de café y el lavado del mucílago, según la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ) este proceso en un beneficio artesanal ocupa 2,500 litros de agua por quintal de café pergamino procesado.

e. Beneficios de café mayoristas:

Los beneficios de café mayorista o grande, se dedican al proceso del beneficiado húmedo, aunque también compran a caficultores café en pergamino. El proceso de beneficiado húmedo en estos beneficios tecnificados permite hacer más eficiente el uso del agua, según ANACAFÉ estos beneficios utilizan 1,500 litros de agua para producir un quintal de café pergamino, lo que evidencia una eficiencia del casi 40% con respecto a un beneficio artesanal. Para este proceso la disponibilidad de agua debe ser en la época de cosecha (noviembre – marzo).

2.6.6. USO DE LA TIERRA:

El estudio de uso de la tierra permite determinar las diferentes formas de utilización del territorio en la cuenca. La identificación y descripción de las unidades de uso de la tierra se realizó sobre orthofotos con chequeos de campo para actualizar el uso del área. La escala de elaboración de este mapa es de 1:50,000, también se procedió a recopilar información de campo. La información obtenida fue agrupada en categorías de uso, utilizándose como referencia la clasificación de uso de la tierra propuesta por La Unión Geográfica Internacional (UGI).

En el cuadro 17 se muestra que el uso de la tierra de la cuenca del río Atulapa tiene tres usos principales: Agrícola, bosque y asentamientos humanos. El principal uso de la tierra es el cultivo de café (*Coffea arabica L.*) con un 55.17% del área total, esto significa 2,378 hectáreas, esto se debe a que el cultivo del café se ha popularizado últimamente, aunado a esto el precio del café ha mejorado durante los últimos años lo cual incita al campesino o agricultor a cultivar café, le sigue la cobertura de bosque en general con un 35.55% del área total lo cual es 1,532 hectáreas.

Cuadro 17. Uso de la tierra de la cuenca del río Atulapa para el año 2007.

No.	Categoría	Área (hectáreas)	Porcentaje
1.	Asentamientos Humanos	99	2.29
2.	Tierras con bosques	1,532	35.55
3.	Tierras con cultivos		
3.1	Anuales	59	1.37
3.2	Permanentes (café)	2,378	55.17
4.	Tierras con pastos	242	5.61
	Total	4,310	100

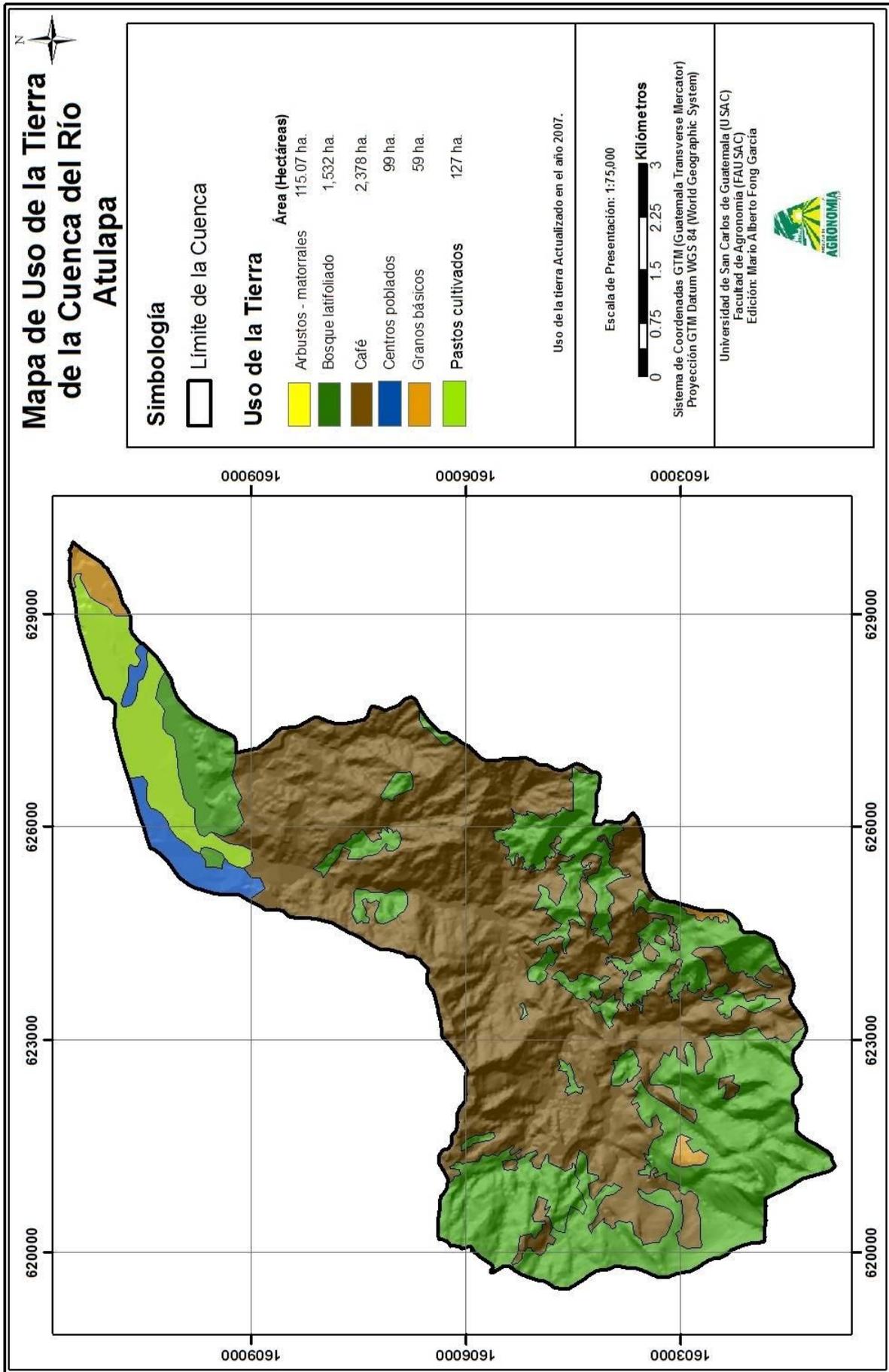


Figura 23. Mapa de uso de la tierra 2007, dentro de la cuenca del río Atulapa. Escala 1:50,000

La causa principal de deterioro y destrucción de los bosques tiene su origen en algunos procesos socioeconómicos, una alternativa en los últimos años ha sido la siembra de café y para esto los agricultores han talado anualmente pequeñas parcelas de bosque que poco a poco van impactando el área total del bosque.

Actualmente el bosque dentro de la cuenca del río Atulapa tiene una extensión de 1,532 hectáreas. Es un bosque natural en su mayoría con especies tales como el Liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* L.), encinos (*Quercus spp.*), pinos (*Pinus pseudostrobus* Lindl.), pino de ocote (*Pinus tecunumanii* (Schw.) Equiluz et Perry), cipres (*Cupressus lusitánica* Miller), guarumo (*Cecropia sylvicola*).

Dentro de los cultivos anuales los cuales ocupan únicamente 59 hectáreas se cultiva maíz (*Zea mays* L.) el cual es para consumo propio.

En el de la figura 23 se observa que el bosque natural ha sido sustituido por el café principalmente, quedando en algunos lugares remanentes de bosques aislado, sobre todo en la parte media de la cuenca, aún así, estos están siendo constantemente amenazados por el avance de la frontera agrícola, en muchas áreas no se maneja el cultivo de café como un sistema agroforestal asociándolo con alguna especie forestal el cual permitiría a la planta del café mantener su rendimiento durante más tiempo, reduciría el impacto de la erosión sobre el suelo, mantendría el equilibrio ecológico.

2.6.7. ÁREAS PRINCIPALES DE RECARGA HÍDRICA NATURAL

Se utilizó los valores de recarga del balance hídrico anual y se comprobó con los valores de recarga estimados en las partes ubicadas a mayores elevaciones donde el balance hídrico anual reporta mayor recarga arriba de los 1,600 metros sobre el nivel del mar.

También en la parte media de la cuenca donde predomina el cultivo de café existen áreas de alta recarga hídrica así como también áreas de mediana recarga; no siendo así en la parte baja de la cuenca donde existe una capa geológica impermeable de aluvión compactado que impide la recarga.

Además de valores del balance hídrico se utilizaron las capas de la geología del área, la pendiente a través de las unidades fisiográficas y los distintos tipos de uso de la tierra o cobertura vegetal en donde el cultivo de café predomina con un 55% y le sucede el bosque con un 35%.

Las áreas de recarga hídrica se clasificaron de la siguiente manera: Recarga alta, Recarga media y Recarga baja. Una de las principales características de la cuenca son las pronunciadas pendientes y las altas precipitaciones de agua en la parte media y alta de la misma; es por eso que la cobertura vegetal y sobre todo cobertura boscosa es muy importante dentro del área, actualmente, en la parte media de la cuenca entre los 1,300 y los 1,600 metros sobre el nivel del mar, el avance de la frontera agrícola mediante el cultivo del café ha ocasionado serios daños al recurso suelo, debido a la poca capacidad de amortiguamiento de la gota de lluvia, las pronunciadas pendientes, la poca profundidad radicular de la plántula de café y la falta del manejo de un sistema agroforestal adecuado, han creado las condiciones necesarias para que el impacto de la erosión hídrica sea evidente; todo esto crea un escenario para que la recarga de acuíferos disminuya.

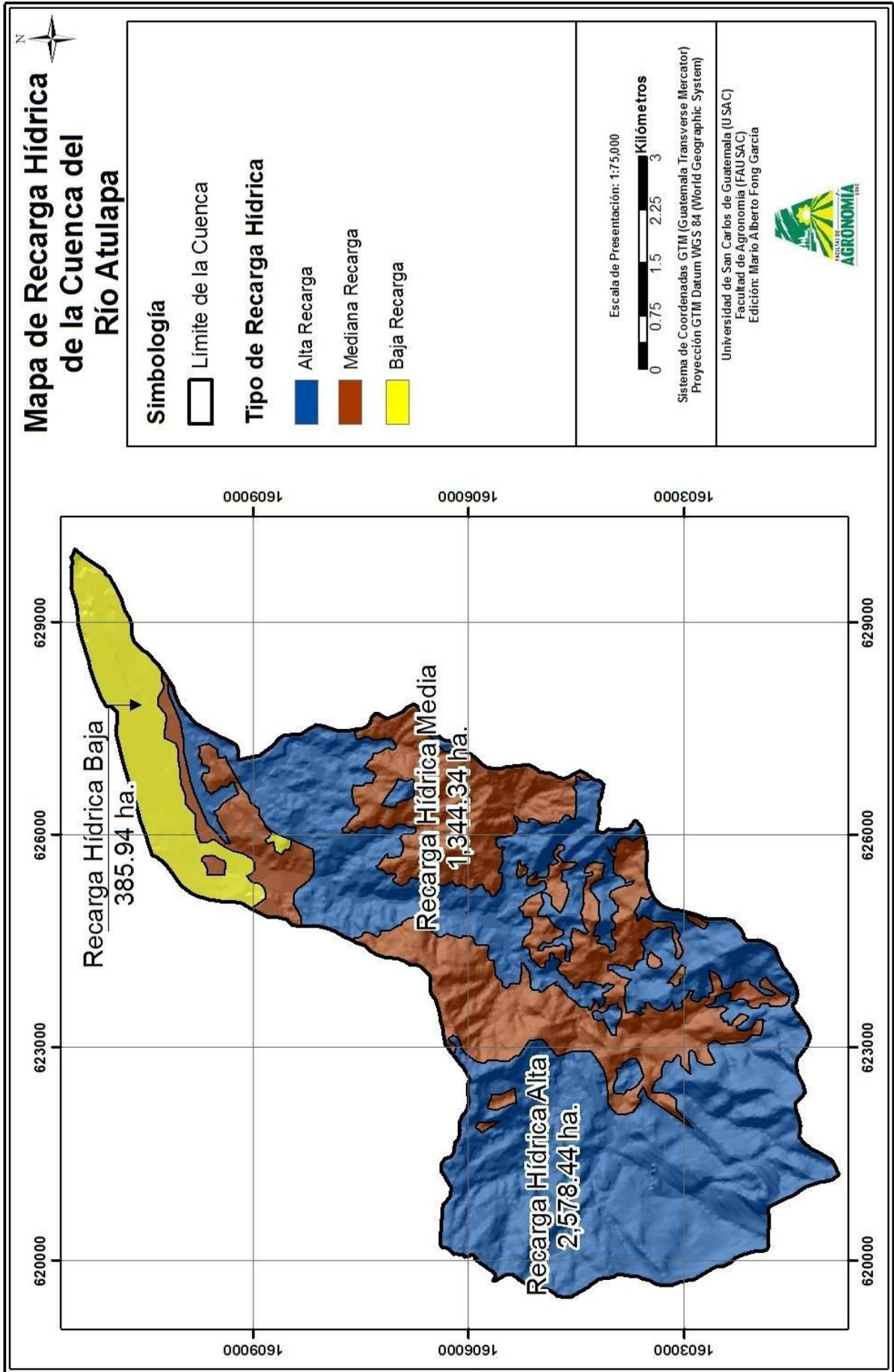


Figura 24. Mapa de áreas de recarga hídrica dentro de la cuenca del río Atulapa. Escala de trabajo 1:50,000

2.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2.7.1. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES POR EL BENEFICIADO DE CAFÉ EN LA CUENCA RÍO ATULAPA:

A. ANTECEDENTES:

La Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ) inicia sus actividades dentro de la cuenca río Atulapa a principios de la década de los años 80, asesorando a pequeños productores, incorporando variedades mejoradas, distanciamientos de siembra, establecimientos de árboles de sombra, el uso de fertilizantes químicos, etc. a finales de esta década las comunidades donde se producía café se habían alejado de la extrema pobreza, en ese entonces se producían aproximadamente 455 toneladas de café cerezo (10,000 quintales) ya que no contaban con beneficios donde procesarlo y no tenían un mercado definido, por lo que lo vendían al municipio de Olopa. (ANACAFÉ, 1998). Paralelamente a esto la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA) incorpora en la región representantes agrícolas quienes capacitaban a caficultores y trabajaban simultáneamente con ANACAFÉ incorporando nuevas variedades de café.

A finales de la década de los años 80 ANACAFÉ incorpora el beneficiado húmedo, lo cual transforma completamente la vida en el área rural. Según datos proporcionados por la Asociación Nacional del Café, en la cuenca se registra una producción de 20,000 quintales de café pergamino, de 630 hectáreas, desde ahí se incrementan 175 ha. por año hasta 1,993 - 1,994, luego se incrementan 315 ha. por año hasta el año 2000. (Municipalidad Esquipulas, 2005).

B. EL BENEFICIADO DEL CAFÉ Y LA CONTAMINACIÓN:

El problema de la contaminación producido por el proceso de beneficiado del café se conoce en casi todos los países productores de café lavado y aunque es reconocido por su alta calidad en Latinoamérica, una de las características de estos cafés, después de la variedad, es el proceso del fruto llamado beneficiado húmedo de café, proceso que conlleva una etapa del lavado del mucílago con agua después de un proceso de fermentación natural o de desprendimiento por fricción.

Partiendo de la composición del fruto de café, el proceso de beneficiado produce los siguientes productos y subproductos:

- El café oro: es el núcleo del fruto del café, es el que tiene mayor importancia económica y representa el 20 % del fruto.
- La pulpa o cáscara: representa el 40 % del fruto.
- El mucílago: representa el 22 % del fruto
- La cascarilla o pergamino: este representa el 18 % del fruto.

La contaminación en el beneficiado húmedo se genera de una serie de subproductos que representan el 62% del fruto y que se consideran nulos o con poco valor económico y por esa razón se consideran como desechos. (Galeano, 2000).

C. CARACTERIZACIÓN DE LOS DESECHOS DEL CAFÉ:

Dependiendo de la tecnología de beneficiado empleada, el proceso consiste en 4 o más etapas, las cuales pueden ser:

- Ingreso al beneficio (pesado y revisión general).
- Despulpado o eliminación de la pulpa.
- Desmucilaginado, tradicionalmente realizado en un proceso de fermentación natural.
- Lavado del café para la eliminación de los restos del mucílago, que es necesario para mantener la calidad del grano, al mismo tiempo se procede a la clasificación mecánica de los granos de café.

Existen dos etapas principales, en las cuales se generan los desechos del beneficiado húmedo:

- a. Pulpa y agua de despulpado: se produce al momento de separar la pulpa del grano de café, por medio de pre-despulpadores, utilizando agua en el transporte del fruto al mismo y para trasladar la pulpa a patios, fosas o a ríos.
- b. Agua de lavado en el desmucilaginado o lavado: este se produce después de un proceso de fermentación natural, se lleva a cabo la separación del mucílago del fruto empleando cantidades de agua, también este proceso es combinado con una clasificación del grano por densidad.

La pulpa al ser esta vertida a los ríos, provoca contaminación de las aguas superficiales, dando así hasta una carga de 20 Kg. de materia orgánica por quintal de café oro producido. (Galeano, 2000).

Cuadro 18. Composición de la pulpa (% en base seca)

Composición de la pulpa (% en base seca)	
Componente	Contenido
Nitrógeno	1.5 - 1.75%
Fósforo	0.1 - 0.20%
Potasio	2.5 - 5.50%
Calcio	0.4 - 0.50%
Magnesio	0.07 - 0.12%

Fuente: Diagnóstico municipal cuenca río Atulapa, año 2005.

D. AGUAS RESIDUALES:

Son aguas ricas en azúcares y fácilmente biodegradables por las enzimas presentes en la pulpa y el mucílago fermentado. En condiciones aeróbicas, esta facilidad de degradación por microorganismos aeróbicos provoca fácilmente el agotamiento del oxígeno en el agua que entra en condiciones anaeróbicas.

Además de azúcares fácilmente biodegradables, el agua del despulpado tiene cierta concentración de polifenoles, que entre otras causan un color oscuro en las aguas, en general estos compuestos sólo afectan la calidad del agua en el aspecto organoléptico (cambia de color), sin embargo las taninas y otros compuestos polifenólicos presentes en las aguas pueden afectar en ciertas condiciones procesos de tratamientos para reducir las concentraciones de materia orgánica.

Cuadro 19. Composición química del mucílago de café.

Componente	% Base Húmeda	% Base seca
Substancias pépticas	--	35.8
Azúcares totales	4.1	45.8
Azúcares reductores	--	30
Azúcares no reductores	--	20
Celulosa + cenizas	--	17
Agua	84.2	--
Proteína	8.9	--
Ácido péptico	0.91	--
Cenizas	0.7	--

Fuente: Galeano, 2000

Cuadro 20. Resumen descriptivo de caficultores con beneficiado.

No.	UBICACIÓN	ÁREA CAFÉ ha.	TIENE BENEFICIO					EVITA CONTAMINACION					
			PRODC. Kg. PERG.	TRADC.	SEMI TECN	TECN. TECN.	NO TIENE	FOSAS		RECIRC.		USA PULPA	
								SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Quebrada Raspada	131.00	314,634.00	28	0	1	14	25	18	2	41	17	26
2	Quebrada De Piedra	62.30	91,852.00	3	1	0	1	4	1	1	4	4	1
3	Río Atulapa El Duraznal	175.52	251,199.00	24	2	0	32	18	40	2	56	20	38
4	Río Atulapa, Q.Toreras	177.27	379,203.00	21	3	2	12	25	13	3	35	23	15
5	Quebrada Paxashtal	112.70	254,692.00	4	3	1	1	6	3	3	6	5	4
6	Río Atulapa La Cuestona	114.27	240,540.00	30	1	1	14	24	22	2	44	22	24
7	Atulapa	28	54,431.00	0	0	5	-	-	-	-	-	-	-
8	Jocotal	34.3	47,627.00	20	0	0	-	-	-	-	-	-	-
9	El Limón	31.5	102,058.28	40	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	719.60	1,532,098.0	170	10	10	74	102	97	13	186	91	108

Fuente: ANACAFÉ 2005

Según la descripción del cuadro anterior, hay 174 beneficios de café en las principales zonas productoras de la cuenca del río Atulapa, de estas solo 10 son tecnificadas y 10 semitecnificadas, además cabe mencionar que casi el 50% de estas personas no cuentan con una fosa de absorción la cual ayuda a amortiguar el impacto de las aguas mieles que se vierten sobre la corriente principal del río, más del 50% de los caficultores no utilizan la pulpa, esto representa un peligro en aquellos beneficios donde la pulpa es trasladada a la corriente del río.

También cabe mencionar que el rendimiento promedio de producción de café pergamino dentro de las distintas comunidades oscila entre 4.2 a 6.5 toneladas/ha. dato que varía según el lugar y las condiciones ambientales.

Dentro de las estimaciones que tiene ANACAFÉ se dice que para obtener un quintal Pergamino de café se deben utilizar aproximadamente 2,500 litros de agua en un beneficio artesanal, mientras en un beneficio tecnificado se utilizan aproximadamente 1,250 litros de agua, esto representa a su vez una alta demanda del recurso, es necesario mencionar que este proceso de beneficiado húmedo se da en los meses de época seca que comprende desde sus primeras cortas en el mes de noviembre hasta las últimas en el mes de abril cuando el caudal es más bajo.

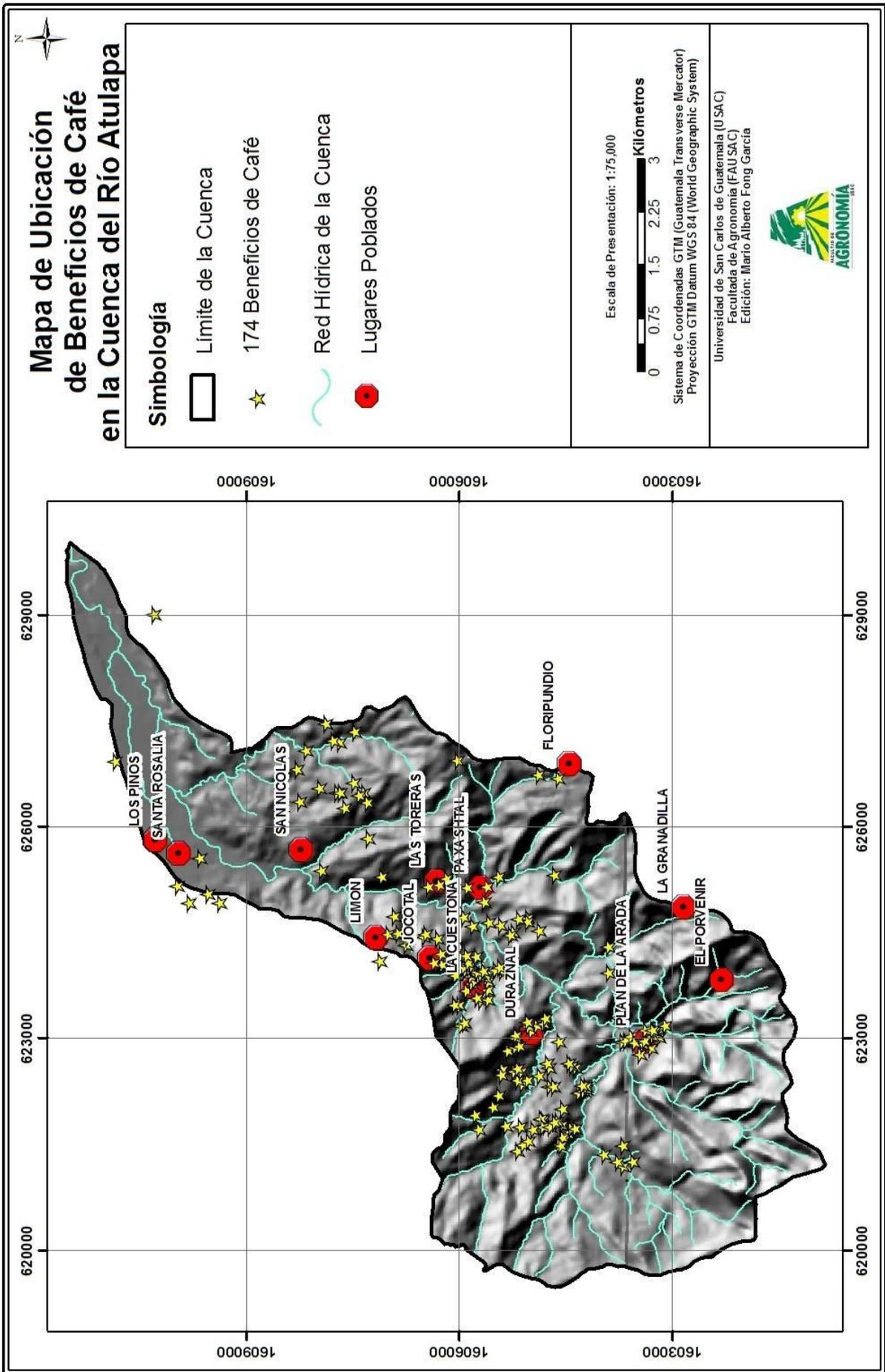


Figura 25. Mapa de ubicación de los beneficios de café en la cuenca del río Atulapa (2007).

E. DINÁMICA FORESTAL:

La extracción de madera de los bosques de la zona, es fundamentalmente para abastecimiento de leña para consumo propio y también madera aserrada para construcción local.

Por lo general el manejo del recurso forestal se realiza sin criterios técnicos y son frecuentes los casos de deforestación de áreas para cambiar de uso de la tierra pasando a cultivos agrícolas, quedando los árboles apeados abandonados sobre el terreno sin ser aprovechados, lo que indica el escaso valor que la población de la zona le da a estos recursos. No se puede olvidar que además muchos de estos cultivos agrícolas, instalados sobre estos terrenos, no alcanzan una productividad mínima rentable ya que se trata de suelos de poca calidad para estos cultivos, que en muchos casos tampoco cumplen requisitos en cuanto a altitud, pendientes, precipitaciones, etc. (Municipalidad Esquipulas, 2005).

F. ACTORES DE LA DEFORESTACIÓN:

Dentro de este grupo se encuentran los caficultores, es un grupo de personas propietarios de fincas quienes proceden a la tala de los bosques para implementar en monocultivo plántulas de café, lo hacen de dos formas, la más sencilla consiste en prenderle fuego a una buena extensión de tierra para tener permiso legal de talar bajo el motivo de incendio forestal, la otra forma del cambio de uso de la tierra se da por tala de los árboles con motosierra. El único fin de estas personas es el establecimiento de nuevas áreas de producción e café.

2.7.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES CONFLICTOS DENTRO DE LA CUENCA:

Cuadro 21. Identificación y caracterización de los principales conflictos dentro de la cuenca del río Atulapa.

Partes en Conflicto	Descripción	Implicaciones
Los pobladores de las áreas urbanas de la ciudad de Esquipulas y los caficultores	Las fuentes de agua se contaminan por el vertido de aguas mieles y desechos orgánicos (pulpa) producto del beneficiado húmedo de café. Esta contaminación ocurre principalmente por los beneficios artesanales que se encuentran a los alrededores del río Atulapa el cual abastece de agua a la ciudad de Esquipulas principalmente.	El olor, el color y el sabor del agua domiciliar se afecta especialmente en la época de procesamiento de café. Mal olor en el ambiente por la descomposición de los materiales orgánicos (pulpa de café). Agua con coloración parda en las corrientes principales del río. Agua de las corrientes del río con olor a desechos del café.
Caficultores y las autoridades locales (alcaldes municipales).	La falta de atención a las necesidades de los productores de café dentro de la cuenca causa molestias entre caficultores y el alcalde, falta de carreteras y vías de acceso a sus fincas.	Indiferencia a los cuidados del ambiente por parte de los caficultores. Construcción de beneficios artesanales dentro de la cuenca del río Atulapa. Poca colaboración con las autoridades municipales.
Propietarios de centros turísticos y caficultores	El agua que llega a la parte baja de la cuenca donde se encuentran los centros recreativos es de mala calidad para sus fines. La falta de un proceso que permita la descomposición de los materiales orgánicos como la pulpa, genera malos olores que llegan hasta los centros recreativos. Vertido de aguas mieles en la corriente principal del río.	Afecta el sector turístico por las bajas en las visitas a dichos centros, especialmente por el malestar que ocasiona los olores producto de la descomposición orgánica y por el color del agua del río. Los propietarios tienen que hacer uso de fuentes subterráneas de agua para completar los requerimientos del agua.
Pobladores del área urbana y la administración Municipal del Agua –DEMPAGUA-.	La población reclama la prestación del servicio de agua domiciliar, no solo en la calidad y la cantidad, puesto que pagan un servicio Mala coordinación municipal. Falta de planes estratégicos para el mantenimiento del servicio público.	La calidad del agua influye sobre el funcionamiento hidráulico de la tubería. Servicio irregular de agua durante todo el año.
Cazadores y dueños de fincas privadas	Habitantes de la región cazan animales principalmente silvestres, entre las principales especies se encuentran tepezcuintles, osos hormigueros, conejos, venados y algunas aves.	Disminución de la población de fauna propia del área Discrepancias entre propietarios de fincas con población de dichas áreas. Esto ha obligado a poner rótulos advirtiendo la prohibición.

2.8. PROPUESTA DE UN PLAN GENERAL PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA

En la cuenca del río Atulapa se ha hecho evidente la falta de una cultura hídrica que favorezca el estado actual de dicho recurso, tanto la calidad del agua como la cantidad disponible se ven claramente afectados por todas aquellas actividades económicas que se llevan a cabo dentro de la cuenca, la mala planificación del uso de la tierra en áreas de alta recarga hídrica propicia un escenario crítico para los recursos hídricos, la pérdida de cobertura forestal por el cambio de uso de la tierra que amortigua el impacto de la gota de lluvia sobre la tierra para evitar la erosión hídrica por las altas precipitaciones dentro de la parte alta y media de la cuenca, además de esto la disponibilidad de agua para el consumo de más de 2,000 usuarios del área urbana de la ciudad de Esquipulas se ve amenazado constantemente, sobre todo en la época no lluviosa en donde la demanda de agua es fácilmente un tercio de la oferta de agua que conduce el caudal del río.

Con la formulación y ejecución del plan de ordenamiento de los recursos hídricos, los actores locales contarán con una herramienta para el desarrollo local y el fortalecimiento institucional de la municipalidad de Esquipulas, así como con una garantía para la recuperación y conservación de los recursos hídricos dentro de la cuenca.

Durante el proceso de diagnóstico del estado de los recursos naturales y específicamente, el estado de los recursos hídricos se evidenció el deterioro que se ha dado a los mismos por parte de las actividades económicas llevadas a cabo, una de ellas es el cultivo de productos agrícolas (Café), el cultivo de café corresponde a un 55% del uso de la tierra en 43.10 Km² que tiene la cuenca de superficie y específicamente el beneficiado húmedo tiene un fuerte impacto en la calidad del agua disponible durante la época no lluviosa en la cuenca a causa de los subproductos (pulpa de café y aguas miel).

En la parte baja de la cuenca, en las comunidades de Santa Rosalía, Los Pinos, la colonia San José Obrero y la aldea Atulapa, la disponibilidad de agua es irregular la mayor parte del año, la pérdida de la cobertura forestal en zonas de alta y mediana recarga hídrica representan un alto riesgo para la disponibilidad de agua y la contaminación por coliformes fecales de las fuentes de agua afecta la calidad de dicho recurso para el consumo humano.

La propuesta que se presenta en este documento se ha organizado en programas y proyectos que pueden ayudar a solucionar la problemática identificada en los procesos de consulta. Es necesario tomar acciones de forma coordinada con actores locales de la región, así también la

creación de un organismo de cuenca que lleve a cabo la parte administrativa y operativa de la cuenca para la sostenibilidad de los recursos naturales en el río Atulapa y así facilitar todos los procesos para el ordenamiento del recurso hídrico.

Propósitos del plan general de ordenamiento de los recursos hídricos:

- Inducir el desarrollo sostenible de los recursos naturales con énfasis en los recursos hídricos.
- Mejorar la gestión y administración de los recursos hídricos.

Objetivos del plan:

- Proveer un instrumento general de ordenamiento de los recursos hídricos para el desarrollo sostenible de la cuenca del río Atulapa, basado en programas y proyectos que contemplen acciones en beneficio de los pobladores que habitan la cuenca y la región.

Qué se espera del plan:

- Control sobre el uso de los recursos hídricos.
- Integración social y geográfica.
- Mejoramiento de la calidad y cantidad de los recursos hídricos.
- Orientación al desarrollo sostenible.

Por qué se hace:

- Por el inadecuado uso que se le da al utilizarse como fuente transportadora de desechos de la producción de café del beneficiado húmedo (Mucílago y pulpa de café).
- Por el deterioro de la calidad de vida al poner en riesgo la salud de los pobladores a causa de los coliformes fecales.
- Por la alta demanda y dependencia de dicho recurso por parte de los actores locales dentro y fuera del área geográfica de la cuenca.

Finalidad:

- Mejorar las condiciones de vida de los pobladores que hacen uso del recurso hídrico.
- Proteger, conservar y recuperar los recursos hídricos para garantizar la sostenibilidad de dicho recurso.

EJES ESTRATEGICOS

En base a la importancia del ordenamiento de los recursos hídricos se proponen los siguientes ejes y programas estratégicos.

- **Eje 1: Fortalecimiento institucional para el desarrollo sostenible de la cuenca.**
 - Programa para la promoción de un organismo de cuenca para el ordenamiento de los recursos naturales dentro de la cuenca.
 - Programa de Educación ambiental urbano y rural.
- **Eje 2: Protección, conservación y recuperación de los recursos hídricos en la cuenca.**
 - Sistemas de captación, almacenamiento y aprovechamiento de agua de lluvia para el uso del beneficiado húmedo del café para amortiguar el impacto en las fuentes de agua.
 - Implementación de un sistema de tratamiento de aguas miel, subproducto del beneficiado húmedo del café.
 - Programa de recuperación de la cubierta vegetal de áreas prioritarias de recarga hídrica.
- **Eje 3: Diversificación de actividades productivas y empresariales para la reutilización de los residuos del beneficiado húmedo del café.**
 - Plantas para la producción y comercialización de abono orgánico tipo “Lombricompost”.
 - Programa de implementación de biodigestores para el reciclaje de subproductos del beneficiado húmedo en los beneficios de café.

2.8.1. PROGRAMA PARA LA PROMOCIÓN DE UN ORGANISMO DE CUENCA PARA EL ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES DENTRO DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

En el manejo de los recursos naturales y el desarrollo sostenible, se requiere de una entidad que coordine los diferentes procesos desde la planificación, la ejecución, seguimiento y evaluación de las actividades; con normas, medidas regulatorias, autoridad para coordinar o resolver conflictos. Por el momento no se tienen normativas para la planificación, no existe la certificación de un buen manejo de cuencas, no hay instancias y regulaciones para la resolución de conflictos y demandas, y mucho menos para aprovechar y potenciar las oportunidades que existen dentro de la cuenca.

Una alternativa viable es la conformación de un organismo de cuenca, conformada por los actores locales, que lleve a cabo todos aquellos procesos que logren la armonía entre el uso y manejo de los recursos naturales para así lograr el desarrollo sostenible de la cuenca del río Atulapa.

La conformación de un organismo de cuenca, basado en una estrategia definida, acorde a las necesidades de los actores locales, conlleva todas las actividades dentro de la cuenca pero a su vez, involucra las responsabilidades de cada uno que la conforma, para así alcanzar los beneficios y ventajas de realizar el manejo de cuencas en el corto, mediano y largo plazo. Esto dependerá de una gestión articulada entre los actores locales y las autoridades del gobierno local vinculadas con los distintos procesos que se llevan a cabo dentro de la cuenca.

Inicialmente este programa pretende conformar un organismo de cuenca que se vincule prioritariamente al manejo del agua, pero con el tiempo participe en el control de los recursos hídricos y el ambiente ya que su deterioro por la alta demanda que ejercen los actores locales y el mal uso de la misma, han ido logrando que dicho recurso pierda su calidad como agua de consumo humano y su cantidad para el abastecimiento de los pobladores.

El organismo que se propone, es independiente, con representación de todos los sectores sociales, incluyendo las autoridades locales. Genéricamente se dice organismo de cuenca, pero este puede ser un comité de cuenca u otra forma que sugieran los actores que hacen uso de los recursos de la cuenca, cuyo nombre podría ser Comité para el manejo de la cuenca hidrográfica del río Atulapa.

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Promover el desarrollo sostenible de los recursos naturales de la cuenca del río Atulapa, mediante el establecimiento formal de un ente denominado "Organismo de Cuenca"	<p>Talleres para la conformación del Organismo de la cuenca con los actores locales.</p> <p>Talleres para la elaboración participativa del Manual de Funcionamiento y Plan Estratégico del Organismo de la cuenca.</p> <p>Talleres para el proceso de legalización del organismo de la cuenca en la gobernación departamental.</p>	<p>Conformación de un Organismo de Cuenca que regule el uso y manejo de los recursos naturales.</p> <p>Socialización del diagnóstico de los recursos naturales dentro de la cuenca.</p> <p>Obtener el plan estratégico para el desarrollo sostenible y sustentable de la cuenca.</p> <p>Regulación en el uso de los recursos hídricos.</p>
Fortalecer el proceso participativo y organizativo para el manejo, uso y conservación de la cuenca.	Desarrollo de talleres comunales con los actores locales involucrados en el organismo y el desarrollo de los instrumentos de administración	Involucrar a los actores locales con los procesos de consulta para el manejo, uso y conservación de los recursos hídricos.
Coordinar con entidades internacionales, nacionales y locales, la búsqueda de recursos y la ejecución en general de los proyectos que permitan mejora el estado de los recursos hídricos.	<p>Desarrollo de reuniones para llevar a cabo los procesos de gestión y negociación con ONG's, municipalidad, cooperativas y asociaciones.</p> <p>Gestión de cooperación técnica y financiera para el funcionamiento futuro del organismo de cuenca.</p>	Gestiones y negociaciones realizadas para la búsqueda de implementación de planes de trabajo.
Apoyar el desarrollo socioeconómico, educativo y cultural de las comunidades que se encuentra dentro de la cuenca.	<p>Talleres para la formulación y validación de planes operativos relacionados con la cuenca hidrográfica y el funcionamiento del Organismo.</p> <p>Jornadas de capacitación para los actores locales de la cuenca y los directivos del Organismo.</p> <p>Socialización de la información generada con los estudios.</p>	<p>Conocimiento detallado de los diferentes procesos socioeconómicos que se desarrollan actualmente en la cuenca.</p> <p>Vincular a los actores locales con el desarrollo sostenible del recurso hídrico.</p>

C. PERIODO DE EJECUCIÓN:

El proceso de conformación del organismo de cuenca se desarrollará en un periodo de 12 meses hasta su legalización como tal, a manera que, se logre vincular a todas aquellas instituciones que garanticen el desarrollo sostenible de los recursos hídricos de la cuenca.

D. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Para la implementación del comité u organismo de cuenca se procederá de la siguiente manera:

Actividad	Número de Mes												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Reuniones y entrevistas con actores locales.	■												
Consultas preliminares y socialización del diagnóstico de la cuenca.		■	■										
Talleres de consulta y validación con actores locales.		■	■	■	■								
Sistematización de un diagnóstico de la cuenca.			■	■	■								
Procesos de gestión para la legalización de la cuenca.						■	■	■	■	■			
Procesos de gestión para la cooperación técnica y financiera del organismo de cuenca.										■	■	■	

E. NÚMERO DE BENEFICIARIOS:

Los beneficiarios serán todas aquellas personas vinculadas con el recurso hídrico dentro y fuera de la cuenca, en el campo o en la ciudad, es decir, municipalidad de Esquipulas, comunidades rurales dentro de la cuenca, organizaciones locales y población en general del área urbana de Esquipulas que depende del recurso hídrico.

2.8.2. IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁREA URBANA Y RURAL DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

Actualmente dentro de la cuenca del río Atulapa los problemas y conflictos ambientales son cada vez más evidentes, la calidad de los recursos naturales se degrada cada día debido al sobre uso que se le da a la tierra, el avance de la frontera agrícola que incentiva el cambio de uso de la tierra en áreas donde son estrictamente para uso forestal y conservación de la vida silvestre, las fuentes de agua se contaminan por el vertido de aguas mieles y desechos orgánicos (pulpa) producto del beneficiado húmedo de café, esta contaminación ocurre principalmente por los beneficios artesanales y tradicionales que se encuentran a los alrededores del río Atulapa el cual abastece de agua a la ciudad de Esquipulas principalmente y la deforestación de áreas de recarga hídrica, constituyen en su mayoría los problemas que evidencian la falta de una cultura ambiental que propicie el desarrollo sostenible de dichos recursos en la cuenca.

Debido a todos estos problemas se hace necesaria la implementación de un programa orientado a la educación y formación de principios y valores para fomentar una cultura ambiental y sobre todo hídrica en los pobladores tanto dentro de la cuenca del río Atulapa como los pobladores de la ciudad de Esquipulas.

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Sensibilización ambiental en los pobladores que viven dentro de la cuenca y en la ciudad de Esquipulas para el cuidado de los recursos naturales, en las distintas escuelas y colegios de las comunidades y ciudad.	Desarrollar campañas en escuelas públicas de las comunidades y colegios de la ciudad, a niños de nivel primario y básico. Introducir temas específicos en los programas de las asignaturas oficiales de las escuelas y colegios. Elaboración e impresión de manuales para impartir la educación ambiental. Elaboración de afiches con mensajes ambientales.	Disminuir la contaminación por desechos sólidos y líquidos dentro de las corrientes y fuentes de agua. Mejorar el entorno para obtener un ambiente más sano y limpio.
Formar principios y valores dirigidos al cuidado del agua y el ambiente en los niños que asisten a las escuelas y colegios.	Mediante los profesores de las escuelas. Desarrollo de dinámicas enfocadas a la conciencia ambiental. Reforestación de áreas cercanas al centro de estudio, sembrando dos arbolitos por estudiante y llevando su cuidado a lo largo del ciclo escolar.	Formar una cultura ambiental y sobre todo hídrica en la población.
Dar a conocer la problemática ambiental del agua en la cuenca del río Atulapa	Platicas expositivas mediante el uso de material audio visual dando a conocer el estado actual de los recursos naturales, esto por medio de los maestros de los distintos tipos de centro de estudio en reuniones con los padres.	Concientizar tanto a los pobladores de la cuenca como a los pobladores de la ciudad de Esquipulas en el deterioro que actualmente tiene el agua en la cuenca.

C. BASE TÉCNICA:

El programa de educación ambiental se llevará a cabo en las escuelas públicas ubicadas en las comunidades de Plan de la Arada, El Duraznal, El Portezuelo, La Cuestona, Las Toreras, El Limón, Aldea Atulapa, Las Granadillas, San Joaquín, Aldea Santa Rosalía, San Jose Obrero y Aldea Montesinas; así también se llevaran a cabo en escuelas y colegios dentro de la ciudad de Esquipulas (colegio San Benito, colegio Montessori, colegio El Renacimiento, colegio Betel, colegio Shalom, Instituto Básico de Ciencias Comerciales, escuelas oficiales urbanas).

D. PERIODO DE EJECUCION:

La ejecución de este proyecto será permanente debido a la importancia del cuidado del medio ambiente y la formación integral de la niñez.

2.8.3. IMPLEMENTACIÓN DE ESTRUCTURAS PARA LA CAPTACIÓN, ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA EL SUMINISTRO DE USO EN EL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ, EN LAS COMUNIDADES DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, dentro de la cuenca del río Atulapa se encuentran ubicados alrededor de unos 174 beneficios de café, los cuales durante la época de corte (Noviembre a Marzo) demandan una cantidad significativa de agua para el proceso del beneficiado húmedo (unos 30,000 m³ de agua aproximadamente), así también, en la parte baja de la cuenca, se ubican unos 4 centros turísticos dedicados a la recreación de todos aquellos visitantes que llegan a Esquipulas durante estas fechas lo cual requiere de una alta cantidad de agua para el abastecimiento de dichos parques.

La cuenca del río Atulapa debido a su alta importancia para el abastecimiento de agua a las comunidades dentro de su área geográfica como a la población urbana de la ciudad de Esquipulas y a los productores de café en la región requiere de una especial atención para amortiguar el impacto antropogénico que de causa en su recurso hídrico; para esto se hace necesario implementar lineamiento que ayuden a reducir el uso directo de las fuentes de agua. Para mitigar esta problemática y mejorar las condiciones del estado de los recursos hídricos dentro de la cuenca, con el apoyo del Comité Comunitario de Desarrollo y los beneficiarios, se propone implementar un sistema de Estructuras de captación de agua de lluvia del tipo aquaplast y/o cisternas con la finalidad de amortiguar el impacto de uso que tienen los recursos hídricos en la cuenca.

El sistema podrá captar agua por medio de la lluvia (mayo a octubre), haciendo uso para ello de los techos de las casas como sistemas de captación y aprovechamiento para su uso en el beneficiado húmedo el cual representan una solución para abastecer en un 50 a 60% la cantidad de agua demandada por los beneficios artesanales y tradicionales ya que estos son los que están mayormente distribuidos en la parte media y alta de la cuenca

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

Objetivo	Actividades	Resultados esperados
Implementar estructuras para el almacenamiento y aprovechamiento de agua de lluvia en las comunidades de la cuenca del río Atulapa para uso del beneficiado húmedo de café en beneficios artesanales.	Capacitación sobre uso de tinacos y construcción de cisternas. Compra de materiales. Acarreo de materiales. Instalación de canaletas Conexión de tubos. Ubicación e instalación de tinacos y cisternas.	Se espera contar con la instalación de tinacos de 4,000 lts. y cisternas para el almacenamiento de agua con capacidad de 10,000 lts.

C. ORGANISMO EJECUTOR

El organismo ejecutor será la municipalidad e Esquipulas y aporte comunitario.

INSUMOS	UNIDAD MEDIDA	PRECIO unitario (Q)
Tinacos tipo Aquaplast (4,000lts.)	Tinaco	3,000.00
Cisternas de cemento	Cisterna 10m ³	7,000.00
Canal redondo	Canal	50.00
Canal redondo liso con tope	Canal	55.00
Pescante Redondo	Pescante	15.00
	TOTAL	10,120.00

D. DURACIÓN

Para la implementación de las estructuras, el proyecto se desarrollará de la siguiente manera:

ACTIVIDADES	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Capacitación para el uso de tinacos y cisternas.	■															
Desembolso para la compra de insumos y equipo.		■	■													
Compra de equipo y materiales.			■	■												
Acarreo de material.			■	■												
Construcción de bases para los tinacos y fosas para las cisternas.				■	■	■	■									
Instalación de tinacos y terminado de cisternas.								■	■	■	■	■	■	■		
Entrega del proyecto.															■	■

E. BENEFICIARIOS:

Los beneficiarios de dicho proyecto serán todos aquellos usuarios directos del agua del río Atulapa ya que el amortiguamiento del impacto causado por el uso del agua será de un 50% a un 60% que podrá ser verificado en el caudal del río durante la época seca por medio de la realización de aforos.

2.8.4. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES, SUBPRODUCTO DEL BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

La contaminación por aguas residuales del beneficiado húmedo de café, se ha convertido en uno de las principales problemas que afectan a los pobladores de la cuenca, ya que actualmente se utilizan las corrientes superficiales de agua como fuente transportadora de aguas miel (aguas residuales); por las características de las operaciones y los materiales que están contenidos en las aguas miel, estas contienen una alta carga orgánica que provoca una alta demanda de oxígeno (DBO y DQO), diferentes tipos de sólidos (suspendidos y sedimentables) y además un pH con características ácidas (pH=3.5 – 5.5).

Debido a las características usuales de las aguas residuales generadas en el beneficiado húmedo, se recomienda aplicar un tratamiento físico y químico a las aguas residuales, el tratamiento físico incluye el uso del tanque recolector decantador y filtros; en el tratamiento químico se recomienda aplicar una solución de carbonato de calcio (cal) para la neutralización de las aguas residuales.

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

Objetivo	Actividades	Resultados esperados
<p>Implementar un sistema para el tratamiento de aguas residuales (aguas miel) en los distintos beneficios ubicados dentro de la cuenca del río Atulapa.</p> <p>Reducir la acides de las aguas residuales y precipitar la carga orgánica mediante procesos físicos y químicos.</p>	<p>Contrucción de 3 piletas de un metro cúbico cada una en desnivel para la circulación de las aguas residuales por gravedad.</p> <p>Compra de materiales para la construcción de las piletas. Acarreo de materiales. Conexión de tubos.</p> <p>Aplicación de solución de carbonato de calcio (cal) a las tres piletas de tratamiento. Se aplicará una medida que lleve al punto de equilibrio a la solución.</p>	<p>Se espera con esto disminuir la carga contaminante de las aguas residuales producto del beneficiado húmedo de café.</p>

C. ORGANISMO EJECUTOR

El organismo ejecutor será el comité de cuenca quien llevará todos aquellos trabajos para cumplir con el programa con el apoyo de la municipalidad de Esquipulas.

D. BENEFICIARIOS:

Los beneficiarios del proyecto serán todas aquellas personas dentro y fuera de la cuenca que se abastecen del recurso hídrico ya que la carga contaminante se disminuirá y no afectará la calidad del agua. Así también se reducirá el número de casos reportados por enfermedades gastrointestinales en la parte media y baja de la cuenca.

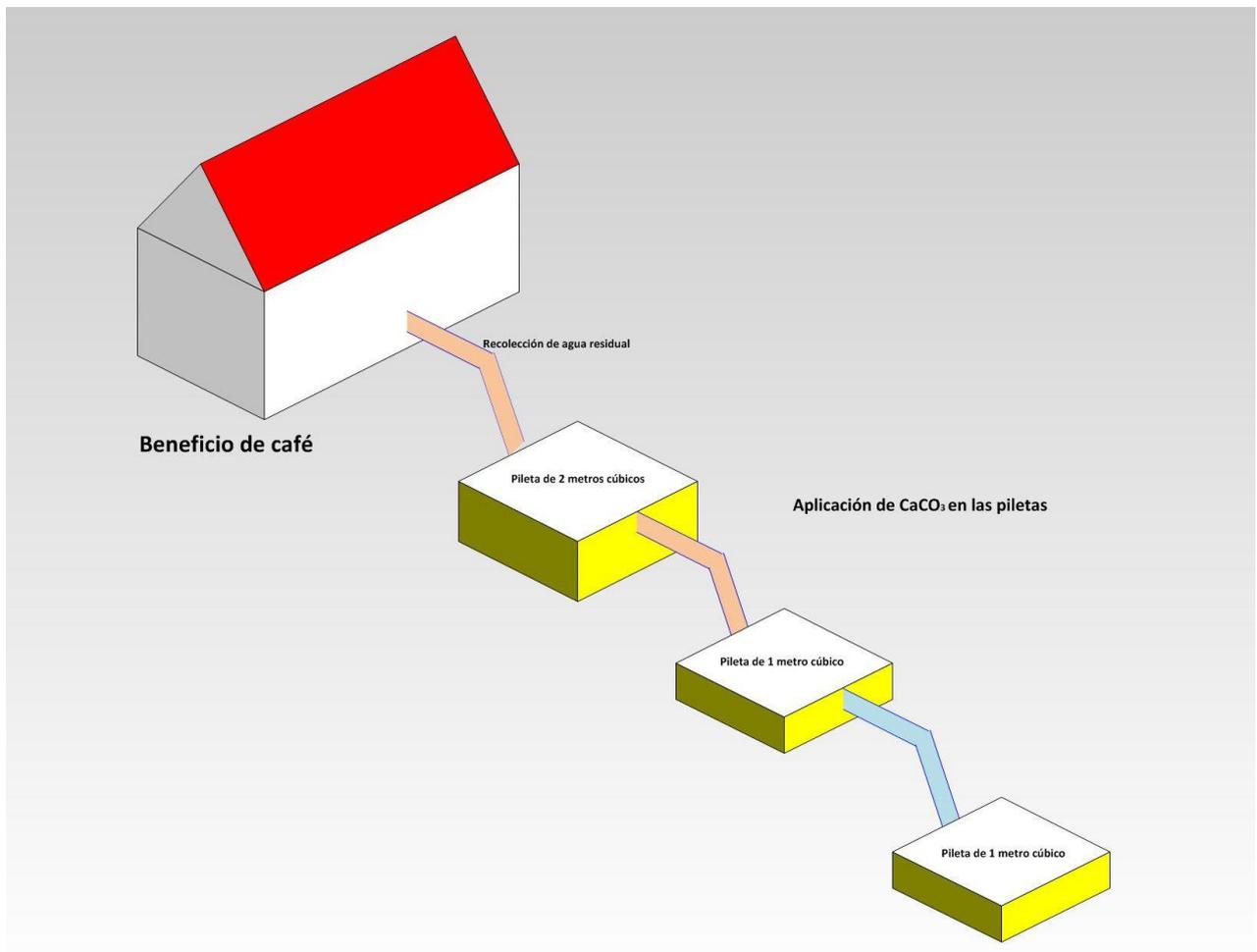


Figura 26. Diseño preliminar de piletas de tratamiento de aguas residuales.

2.8.5. PROGRAMA DE RECUPERACION DE LA COBERTURA BOSCOSEA DE ÁREAS DE RECARGA HÍDRICA EN LAS COMUNIDADES DE LA PARTE MEDIA Y PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

Generalmente las áreas de recarga hídrica están ubicadas en lugares con relieves accidentados y con suelos permeables los cuales facilitan la infiltración del agua a los acuíferos. Dicha infiltración puede producirse no solo por las aguas de lluvia, sino también por las aguas que circulan superficialmente en las corrientes de los ríos.

Uno de los factores que ayuda a retener el agua de lluvia y por ende a incrementar la filtración de agua, son los áreas boscosas que no solo amortiguan el impacto de la gota de lluvia sino que, la estructura radicular de los arboles facilita la filtración del agua en el suelo; debido a la importancia que tienen los bosques en el proceso de la recarga hídrica, se hace importante dar los lineamientos necesarios para el adecuado manejo y conservación de áreas que actualmente sirven para la recarga hídrica y para restituir aquellas áreas en las que se ha perdido el bosque a causa del avance de la frontera agrícola y por lo mismo se pone en riesgo la recarga hídrica de los acuíferos.

La recuperación de áreas de recarga hídrica es una actividad que se debe llevar a cabo con mayor prioridad debido a que en toda la cuenca, el cultivo del café ocupa un 55% de la superficie total, amenazando constantemente con incrementar su porcentaje debido a la actual demanda de café que existe en la región.

Las especies a utilizar para reforestar de preferencia deben ser las nativas como pino colorado (*Pinus oocarpa*), pino candelillo (*Pinus maximinoii*) y cipres (*Cupressus lusitánica*) que se desarrollan muy bien en la parte media de la cuenca y en la parte alta se puede reforestar con liquidámbar (*Liquidambar sp.*)

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Proponer mecanismos para recuperar la cubierta boscosa y lograr el incremento de la recarga hídrica para mantener los caudales del río Atulapa y sus afluentes.	Establecimiento de un área de manejo equivalente al 25% del área total de la cuenca, a partir de la isolinea 1,400 msnm ya que es en donde el avance de la frontera agrícola es mayor, debido al café. Prácticas Agroforestales. Conservación de Suelos Sensibilidad social.	Lograr recuperar en un 15% la recarga hídrica a través del manejo de 10,000 ha. Equivalentes a un 25% del área total de la cuenca.
Restauración de áreas deforestadas con alto potencial de recarga hídrica en la cuenca mediante la implementación de viveros forestales.	Implementación de un vivero forestal. Limpieza del terreno. Circulación del vivero. Trazo y diseño de vivero Semillero. Preparación mezcla de sustrato. Llenado de bolsa y colocación en bancales. Cuidados culturales. Curso de capacitación. Sembrado de las plantas.	Un vivero forestal en producción de 100,000 plantas, 75,000 de pino y ciprés, y 25,000 plantas de liquidámbur sp. Representantes de grupos capacitados a nivel de campo para el seguimiento del proyecto.
Sensibilizar a los actores locales sobre la importancia de las áreas de recarga hídrica y su cuidado.	Coordinar esfuerzos entre la municipalidad y el comité de cuencas propuesto para sensibilizar a los actores locales de la importancia del cuidado de las áreas de recarga hídrica. Capacitación en función de: Vínculo hidrológico-forestal. Manejo forestal. Buenas prácticas agrícolas. Incendios Forestales.	Población directamente involucrada a la conservación de los recursos naturales.

C. BASE TÉCNICA:

El área de manejo se implementara a partir de la isolinea 1,400 msnm tomando en cuenta las comunidades de El Limón, San Nicolás, Las Toreras, El Duraznal, El Porvenir, Plan de la Arada y Las Granadillas, el acceso se hace por medio de la carretera de terracería transitable todo el año (doble tracción), desde la carretera principal que va de Esquipulas hacia la frontera con Honduras entrando en el kilometro 224 hasta las aldeas de la parte alta de la cuenca.

D. UNIDAD (ES) EJECUTORA(S):

El organismo ejecutor del proyecto será la municipalidad de Esquipulas a través del financiamiento de organizaciones presentes en la región para el cuidado y protección del medio ambiente como lo es el comité de cuenca, quienes serán los actores directos de la implementación de este proyecto.

E. PERIODO DE EJECUCION:

El establecimiento del programa se desarrollará en 12 meses de la siguiente manera:

ACTIVIDADES Mes	PRIMER CUATRIMESTRE				SEGUNDO CUATRIMESTRE				TERCER CUATRIMESTRE			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Capacitación de personas	■											
Compra de insumos.	■											
Implementación del vivero.	■	■	■									
Identificación de zonas a reforestar.		■	■	■								
Desarrollo de actividades para protección y manejo de áreas de recarga hídrica.		■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Actividades de reforestación									■	■	■	
Evaluación final del proyecto.											■	■

Luego de la implementación del programa se llevará a cabo el cuidado necesario para el desarrollo permanente de la recuperación de la cubierta boscosa.

F. NÚMERO DE BENEFICIARIOS:

Los beneficiarios de este proyecto serán todas aquellas personas dentro y fuera de la cuenca del río Atulapa en Esquipulas, así también a los miles de visitantes que hacen uso de los recursos hídricos de la cuenca ya sea en un centro turístico como en su estadía en la ciudad.

2.8.6. PROGRAMA DE PLANTAS PARA LA PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE ABONO ORGÁNICO TIPO “LOMRICOMPOST” EN LOS BENEFICIOS DE CAFÉ DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

Dentro de la cuenca del río Atulapa, el 55% de la cobertura vegetal pertenece al cultivo del café, esto significa que existen aproximadamente 2,300 ha. cultivadas con café dentro de la cuenca y con más de 170 beneficios de café, la contaminación por los subproductos del café es más que evidente; según ANACAFE un 24% del fruto maduro del café lo conforma la pulpa con un 80% de humedad, esto significa que si la producción de café maduro (cerezo) fuese de unos 250,000 quintales solo de pulpa habría unos 60,000 quintales de los cuales muy pocos productores aprovechan para la elaboración de abonos orgánicos, prueba de esto son los malos olores que despiden la descomposición de dicha pulpa cuando solo se vierte este subproducto sobre el cauce del río, sumado a esto al verter la pulpa de café sobre el cauce del río, la demanda biológica de oxígeno se incrementa dejando así sin oxígeno disuelto el agua del río y terminando con la vida acuática de la región.

Existen dos maneras inadecuadas de eliminar la pulpa del proceso del beneficiado húmedo: La primera es acumulándola en el suelo o bien desechando la pulpa en una fuente de agua; parte del impacto de acumularlo sobre el suelo incluye malos olores, crecimiento de insectos, lixiviación al suelo de agua mieles, contaminación visual, proliferación de mosquitos y riesgo de contraer enfermedades; mientras que el impacto de verterlo en la fuente de agua es la creación de condiciones de biodegradación con una alta demanda de consumo de oxígeno en el agua (DBO y DQO), y la producción de compuestos con mal olor.

La implementación de sistemas para la producción de abono orgánico tipo “lombricompost” tomando como materia prima la pulpa de café permitirá al caficultor obtener un abono de mejor calidad a la vez que reduce el costo de los abonos químicos comunes, sumado a esto mejorará la capacidad de los suelo a través de la incorporación de este abono a sus parcelas de café obteniendo así un café de tipo orgánico de alta calidad, siempre que esta práctica se desarrolle por varios años.

A través de la implementación del proyecto de producción de lombriabono, con lombriz coqueta roja (*Eisenia foetida*), se estará aprovechando los desechos sólidos orgánicos provenientes del beneficiado húmedo del café; por lo que se espera reducir en parte los altos costos que los

agricultores tienen por concepto de compra de fertilizantes químicos, mejorar la economía familiar, incrementar la producción de café, mejorar la calidad de las tierras en las que se producen y lo más importante amortiguar el impacto producido por el vertido de pulpa a la fuentes de agua.

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Aprovechar los residuos sólidos producidos por el beneficiado húmedo del café en la cuenca del río Atulapa, evitando que llegue a las quebradas y ríos y se incremente la contaminación.	Producción de abono orgánico tipo "Lombricompost" aprovechando la pulpa derivada del beneficiado húmedo del café. Preparación del terreno. Construcción de galera. Construcción de nichos. Preparación del sustrato y siembra de lombriz. Mantenimiento de nichos. Cosecha de abono.	Reducir el impacto producido por el vertido de pulpa de café sobre el suelo y en las fuentes de agua. Producir abono orgánico.
Mejorar las características físico-químicas del suelo de las unidades productivas para la mejora de la producción agrícola	Incorporando el abono producido en los terrenos de los productores.	Mejorar la estructura del suelo, capacidad de infiltración y la fertilidad del suelo. Generar ingresos económicos por excedentes de lombricompost.

C. BASE TÉCNICA:

Las plantas productoras de abono orgánico se establecerán en los distintos beneficios de café ubicados dentro de la cuenca del río Atulapa, actualmente existen unos 174 beneficios de café distribuidos en toda la cuenca. El acceso a las aldeas se hace por medio de la carretera de terracería que inicia en la aldea Santa Rosalía y se dirige a los caseríos de Plan de la Arada, El Porvenir y Las Granadillas en la parte alta de la cuenca.

El proyecto consiste en la construcción de lechos (plantas productoras) con dimensiones de 0.90 metros de ancho por 2.50 metros de largo por 0.90 metros de alto, elevadas a 0.10 metro del suelo. Los lechos tienen un área de 2.25 metros cuadrados (2.5 X 0.90 metros), capacidad de 2 metros cúbicos, desnivel de 2.5%, construidas de madera. En su interior se colocará plástico de polyetileno negro, en la parte inferior se conectará una manguera para recolectar los efluentes. Cada lecho estará bajo techo (galera) para evitar la entrada de depredadores y tendrá 2 pies (para iniciar la producción) de cría de lombriz coqueta roja. Cada pie de cría tiene aproximadamente 2,000 lombrices, por lo que cada nicho contará con 4,000 lombrices, que en condiciones normales transforman 100 libras de material orgánico pre descompuesto en 20 – 25 kilogramos de abono orgánico, en unos 90 días (lombricompost). Adicionalmente, se aprovecharán los líquidos efluentes que se recolectarán en un recipiente plástico, que serán utilizados como fertilizante foliar.

D. PERIODO DE EJECUCIÓN:

El funcionamiento de la producción de abono orgánico será de forma permanente mientras haya beneficiado húmedo de café, para el establecimiento de las lombricomposteras se llevará a cabo en tres meses de la siguiente manera:

E. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Actividad Semana	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Capacitación	■											
Construcción de galera	■											
Circulación de galera	■											
Construcción de nichos		■										
Instalación de piso de nichos		■										
Preparación del sustrato			■									
Siembra de lombriz			■									
Riego con agua			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Incorporación de sustrato					■			■			■	
Asistencia técnica	■	■	■		■			■				■
Cosecha												■

Una vez establecidas el programa se desarrollará de forma permanente en toda la cuenca.

F. NUMERO DE BENEFICIARIOS:

Este proyecto beneficiara a todos los productores de café que tienen beneficios así como a incrementar la capacidad productiva de los suelos y al reducir sus costos de producción con este tipo de abono e indirectamente a los usuarios del agua ya sea por medio del sistema municipal de abastecimiento de agua como para los usuarios del área rural de la cuenca; se realizarán al menos una lombriabonera por cada beneficio de café, en los casos en donde haya mayor producción de desechos del beneficiado húmedo se implementarán dos lombriaboneras para el mejor aprovechamiento de los desechos.

G. PRESUPUESTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA LOMBRIABONERA:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	MONTO Q.
Lombriz coqueta roja (<i>Eisenia foetida</i>)	Kilogramo	1	250.00

H. CONTRIBUCIÓN COMUNITARIA:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	MONTO Q
Construcción de galera	Techo de plastico	477.00
Tabla de lepa (8 pies de largo) Tabla de lepa (6 pies de lardo)	Pie tablar Pie tablar	56.00
Párales 3" x 3" de 10' largo. Párales 3" x 3" de 8' largo.	Pie tablar Pie tablar	81.00
Clavo de 3"	Libra	12.00
Manejo de lechos	Jornal	47.00
Mano de obra calificada	Jornal	94.00/2días
	TOTAL POR ABONERA	767.00

2.8.7. PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE BIODIGESTORES PARA EL RECICLAJE DE SUBPRODUCTOS DEL BENEFICIADO HÚMEDO EN LOS BENEFICIOS DE CAFÉ DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA.

A. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

Una de las principales fuentes de contaminación del agua superficial lo constituyen los subproductos del beneficiado húmedo del café (Aguas miel y Pulpa), ya que dentro de la cuenca al menos un 55% del área total de la tierra se utiliza para la producción cafetalera, aproximadamente son unos 60,000 quintales de pulpa la que resulta del proceso de beneficiado húmedo de café, mientras que la demanda de agua por este proceso es de unos 20,000 m³ solo en beneficios artesanales y tradicionales, por temporada.

Debido a toda esta problemática, el programa de implementación de biodigestores en los beneficios de café pretende reciclar tanto la pulpa de café (en un 40%) como las aguas miel resultantes de el beneficiado húmedo ya que son fuentes importantes de biomasa, la biomasa es toda aquella materia orgánica que proviene de plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía, es decir que todos aquellos residuos provenientes de la agricultura (pulpa de café y aguas miel), pueden ser utilizados para producir energía mediante un proceso anaerobio en donde se produce gas metano, este gas puede ser usado directamente en estufas de cocina para preparar alimentos, para producir vapor, generación de electricidad, calefacción, para calentar agua o simplemente quemándola en hogueras a cielo abierto.

El uso de biodigestores permite reciclar desechos del beneficiado húmedo, reduce el impacto ambiental de dichos residuos y brinda varios beneficios a una vivienda.

B. OBJETIVOS, ACTIVIDADES Y RESULTADOS ESPERADOS

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS ESPERADOS
Reducir el impacto sobre el recurso hídrico generado por el vertido de aguas miel y pulpa de café sobre las fuentes de agua.	Construcción y puesta en funcionamiento de biodigestores en los beneficios de cafés tradicionales y artesanales, mediante la asesoría de técnicos que supervisarán esta labor.	Disminuir en un 80% la contaminación de los mantos acuíferos por parte de los subproductos del beneficiado húmedo del café.
Implementar soluciones para el manejo de residuos producto del beneficiado húmedo del café	Capacitación a los caficultores en el manejo aguas miel y pulpa de café. Capacitación a las amas de casa para el uso del gas metano producido por los biodigestores que se implementarán.	Eliminar los malos olores producidos por la descomposición de materia orgánica sin manejo. Reducir la contaminación de los cuerpos de agua por el vertido de las aguas miel.
Generar energía limpia a partir de desechos orgánicos en la cuenca.	Recolección de desechos orgánicos para uso en los biodigestores. Carga de desechos en depósitos para el procesamiento. Descarga de residuos líquidos y sólidos. Mantenimiento de los biodigestores por parte de los usuarios.	Obtener fuentes de energía limpia que permitan la disminución del uso de leña a la vez que se reciclan desperdicios producto del beneficiado húmedo del café. Óptima producción de gas metano a la vez que se descompone la pulpa de café y aguas miel.

C. BASE TÉCNICA:

Los biodigestores se implementarán dentro de la cuenca del río Atulapa en los beneficios artesanales y tradicionales ya que estos son los usuarios que mayores cantidades de agua utilizan en su proceso de beneficiado húmedo, la construcción de los biodigestores se llevará a cabo por parte de los usuarios permitiendo así reducir los costos considerablemente, existen alrededor de unos 147 beneficios de café de este tipo y están ampliamente distribuidos por toda la cuenca, para acceder a la cuenca se necesita de vehículo de doble tracción y la carretera tiene acceso a todos los beneficios de café ya que estos lo necesitan para transportar su producción. A continuación se presenta la distribución de los beneficios dentro de la cuenca.

Cuadro 22. Distribución de beneficios de café en comunidades de la cuenca del río Atulapa.

COMUNIDAD DONDE SE UBICÁN LOS BENEFICIOS	CANTIDAD DE BENEFICIOS
El Duraznal. La Quebradona	29
El Duraznal. El Río.	17
El Duraznal. La Quebradita	7
El Duraznal. Quebrada Cruz de Piedra	3
Las Toreras. río Atulapa.	9
Las Toreras. Paxasthal.	4
Toreras. Antes de la Captación	11
La Cuestona. río Atulapa.	29
San Nicolas. Quebrada Liquidambar	5
Aldea Santa Rosalía	3
Aldea La Granadilla	27
TOTAL	147

Las dimensiones de la fosa del biodigestor serán de 2 metros de ancho, 10 metros a 15 metros de largo y 1.5 metros de profundidad, en el caso de beneficios tradicionales con alta producción de residuos se implementarán de 2 a 5 biodigestores.

D. PERIODO DE EJECUCION:

La construcción de los biodigestores se llevará a cabo durante la época sin corte de café ya que las actividades propias del cultivo durante esta época son menores, además, durante la época de corte de café es prioridad que los biodigestores estén finalizados. La construcción de biodigestores se podrá llevar a cabo en un periodo de 3 años en los casi 147 beneficios de café en toda la cuenca del río Atulapa.

E. NUMERO DE BENEFICIARIOS:

Los beneficiarios directos serán todas aquellas familias de los caficultores que obtendrán la producción del gas metano para utilización en el hogar. Indirectamente se beneficiará a todas aquellas personas que hacen cualquier uso del recurso hídrico, ya sea para recreación, para consumo u desarrollo de otro tipo de actividades, así también se beneficiarán todas aquellas personas que visitan la ciudad de Esquipulas ya que los malos olores se reducirán significativamente.

F. PRESUPUESTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN BIODIGESTOR:

DESCRIPCIÓN	UNIDADES/BIODIGESTOR	MONTO Q.
Tubería de PVC de ½"	20 metros	135.00
Llaves de plástico ½"	4	150.00
Flange de Plástico ½"	2	40.00
Codos de PVC ½"	4	6.00
Niple de PVC Hidráulico	2	6.00
Tee PVC ½"	4	10.00
Teflón	2	4.00
Codo Metálico de ½"	2	7.00
Tubos Metálicos de 7cm. ½"	2	12.00
Tubería PVC 6"	2metros	100.00
Liga de Caucho	60 metros	100.00
Polietileno Color Negro	16m	600.00
	TOTAL	1,170.00



Figura 26. Excavación de la fosa y Construcción de las piletas de entrada y salida.



Figura 27. Preparación de la bolsa para el digestor, La tubería de la entrada de PVC se inserta en un extremo del tubo de plástico y Protección y cierre.



Figura 28. Biodigestor finalizado.

2.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.9.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

La cuenca del río Atulapa se puede considerar como una unidad hidrográfica pequeña (43.10 km²), de forma alargada, con muy baja densidad de drenaje (1.65 km./km²), con una velocidad de flujo de baja a media lo cual explica el caudal total (120 litros por segundo en enero y 3,120 litros por segundo en junio), con respuesta hidrológica muy lenta y poca eficiencia de drenaje; la pendiente media de la cuenca es muy pronunciada (16.47% método de Alvord), por ser una cuenca muy escarpada con baja filtración y suelos con una textura arcillosa susceptible a la erosión en los estratos superiores se infiere en que el peligro por deslizamientos es bastante alto.

2.9.2. CALIDAD DEL AGUA

Según los análisis de laboratorio sobre los parámetros fisicoquímicos los cuales se encontraron dentro del límite máximo aceptable según la norma COGUANOR 29001 de agua para consumo humano, así se determinó que el agua en los distintos puntos de la cuenca no representan ningún daño para la salud, entre tanto lo demostrado por los análisis bacteriológicos realizados, los cuales mostraban la presencia de varias colonias de coliformes fecales, por lo cual no son aguas potables. Los monitoreos de cloro residual llevados a cabo por el inspector de salud del municipio de Esquipulas indican que en la mayoría de los casos el agua mantiene sus niveles óptimos de cloro, con excepción del mes de Abril el cual presenta valores muy altos, esto es debido a la poca dilución del cloro en los tanques, causada por la temporada no lluviosa.

2.9.3. CANTIDAD DE AGUA.

El río Atulapa en época “no lluviosa” registró un caudal total de 120 litros por segundo, mientras que en época “lluviosa” se observa un caudal de 3,120 litros por segundo, estos valores se determinaron en el punto de aforo, el cual se encuentra bajo el puente en la aldea Atulapa, estos datos, en época seca, evidencian claramente la demanda que tiene el agua del río en época seca, influenciado principalmente por la caficultura, la cual está en su etapa de cosecha y los turicentros los cuales están en su temporada de mayor afluencia. Se necesita una especial atención por parte del Departamento Municipal del Agua en áreas ubicadas fuera del casco urbano de Esquipulas, ya que el servicio es irregular y la calidad del agua muchas veces evidencia falta de cloración y/o tratamiento previo a la distribución. Además de esto la re-estructuración del

Departamento Municipal de Agua, permitiría brindar un mejor servicio a todas aquellas comunidades que se ubican alrededor del casco urbano.

2.9.4. LOS USUARIOS

Dentro de los usuarios del agua más importantes por su cantidad está la población de la ciudad de Esquipulas quienes dependen del abastecimiento de agua por medio del Departamento Municipal de Agua (DEMPAGUA), actualmente hay más de 4,500 usuarios conectados al sistema municipal de agua, este sistema alimenta sus tanques de captación de varios proyectos de agua, uno de los principales es el proyecto de agua ubicado directamente en el río Atulapa, el cual aporta al sistema municipal con un promedio de 35 litros por segundo, este caudal derivado representa aproximadamente el 60% del consumo de la ciudad de Esquipulas. Así también, dentro de la cuenca del río Atulapa habitan 6,473 habitantes (Centro de Salud, 2005) y existen 830 viviendas, de las cuales 518 (60%) viviendas no cuentan con el Sistema Municipal de Administración de Agua, esto significa que 4,144 personas consumen aproximadamente 150 litros de agua por día, en total equivalente a 621.6 metros cúbicos de agua al día que se extrae de las fuentes de agua cercanas a las poblaciones. Se encuentran cuatro centros turísticos importantes los cuales consumen alrededor de 100 a 250 metros cúbicos de agua para actividades acuáticas semanalmente, todos los turicentros dependen parcialmente del sistema municipal de agua.

2.9.5. FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Se determinó que una de las principales fuentes de contaminación inorgánica del agua, lo constituyen los beneficios de café, ya que debido al proceso del beneficiado húmedo surgen como subproductos las aguas residuales (aguas mieles) que contienen el lavado del mucilago del grano de café y además la pulpa o cascarilla del grano de café, además, la contaminación fecal (producida por los cortadores de café), que es arrastrada hasta el cauce de las quebradas y posteriormente al río en los primeros días de la época lluviosa. Además de esto las aguas grises y basureros clandestinos alrededor de los caseríos incrementa la contaminación sobre el río Atulapa.

2.9.6. CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA

La pérdida de la cobertura forestal es un tema de preocupación, ya que de los 4,310 hectáreas que posee en extensión la cuenca, el 55% es decir, casi 2,400 hectáreas son

propiamente del cultivo de café, ya sea con sombra o sin sombra; de todo esto únicamente el 36% (1,552 ha.) de la cobertura vegetal son bosques, aunque en los últimos años, los proyectos de reforestación en la cuenca han logrado mantener este 30 a 36% de cobertura forestal, se ve claramente como el cambio de uso de la tierra amenaza los bosques, debido a la alta demanda del café y los precios que actualmente se paga por quintal de café, la tendencia se dirige a disminuir la cubierta boscosa.

2.9.7. APLICACIÓN DEL MARCO LEGAL

En la cuenca del río Atulapa al igual que en el resto de cuencas de nuestro país, la implementación, divulgación y cumplimiento del marco legal no se observa cómo debería ser, uno de los acuerdos más importantes es el Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo No. 236-2006), este es uno de los normativos que más impacto tendría a la hora de aplicarse dentro de la cuenca, ya que en gran parte, la contaminación por el vertido de aguas mieles en quebradas y el cauce del río Atulapa es la que mayor impacto causa en la cuenca, con base al análisis del marco legal, se evidencia la falta aplicación de las herramientas legales para proteger los recursos naturales, en la mayor parte de los casos, la población del área rural desconoce de leyes que regulan el uso adecuado de los recursos naturales. Otra de las debilidades en torno al tema jurídico es la falta de presencia institucional de los entes que deben hacer cumplir dichas leyes, entre ellos se encuentra: Instituto Nacional de Bosques (INAB), Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Policial Nacional Civil (PNC), Ministerio Público (MP); la cuenca del río Atulapa cuenta con un 11% de su área ubicada en la Zona Natural de Reserva de la Biosfera Trifinio y un 30% de su área en la zona de Amortiguamiento, actualmente existe un guarda recursos en la Zona Natural de Reserva quien representa al Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

2.9.8. RECARGA HÍDRICA

Las principales áreas de recarga hídrica natural son las que se ubicaron en la categoría alta, que en conjunto representan el 55% de la recarga potencialmente alta de la cuenca y se localizan arriba de la altitud 1,400 m.s.n.m; en la parte media y alta, que es donde se concentran las principales fuentes de agua, así también son las áreas donde se encuentra la mayor cobertura forestal (35% de la superficie total). En la parte alta de la cuenca, a partir de los 1,700 msnm las condiciones climáticas limitan la producción de

café por lo que la cobertura boscosa se mantiene más estable, dicha área posee un 35% de la superficie total de la cuenca con bosque latifoliado y el 100% de esta área posee una categoría de recarga hídrica alta. El plan de ordenamiento propuesto dispone de un programa para la recuperación de la cubierta boscosa a través del establecimiento de manejo forestal en un 25% del área total de la cuenca, establecimiento de viveros forestales de especies de pino y liquidámbar; así también capacitaciones en función de buenas prácticas agrícolas, manejo forestal, vínculo hidrológico forestal e incendios forestales.

2.9.9. SOBRE EL PLAN QUE SE HA ELABORADO

El plan de ordenamiento que se ha elaborado presenta una serie de programas y proyectos priorizados con el propósito de inducir el desarrollo sostenible de los recursos naturales con énfasis en los recursos hídricos, además de mejorar la gestión y administración de los recursos hídricos, ya que durante el proceso de diagnóstico del estado de los recursos naturales y específicamente, el estado de los recursos hídricos se evidenció el deterioro que se ha dado a los mismos por parte de las actividades económicas llevadas a cabo en la cuenca, es fundamental coordinar esfuerzos entre los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES) de cada comunidad, la municipalidad de Esquipulas y organizaciones orientadas a la conservación de los recursos naturales en la cuenca, para promover la conservación y el manejo de dichas áreas de recarga, este proceso participativo permitirá integrar un círculo de acción local que puede generar muchos cambios positivos en la conservación de los recursos naturales en la cuenca y sobre todo en aquellas áreas de recarga hídrica que están constantemente amenazadas por el cultivo del café. La conformación de un organismo de cuenca permitiría la coordinación, concertación, análisis y la resolución de conflictos relacionados con el uso de los recursos naturales de la cuenca en las diferentes etapas de planificación, ejecución, monitoreo, evaluación de las acciones de manejo de la cuenca.

2.10. CONCLUSIONES

- Se determinó con en base a los aspectos lineales, de superficie y de relieve que la cuenca del río Atulapa es de forma alargada con respuesta hidrológica muy lenta y poca eficiencia de drenaje, susceptible a la erosión, con alto riesgo por deslizamientos en la parte alta de la cuenca e inundaciones en la parte baja de la misma.
- Se logró identificar y ubicar geográficamente 36 fuentes de agua superficial con coordenadas dentro de la cuenca del río Atulapa.
- Según los análisis físico-químicos obtenidos, el agua superficial de la cuenca del río Atulapa es apta para consumo humano y cumple con las normas COGUANOR; según los análisis microbiológicos en todas las muestras realizadas existe presencia de varias colonias de coliformes fecales, lo que hace del agua un recurso no apto para consumo humano.
- Con base en los aforos se determinó que la oferta de agua en época lluviosa al punto de aforo es de 3,120 litros por segundo, lo cual representa unos 269,580 metros cúbicos de agua al día, en época no lluviosa (Caudal de estiaje) la oferta de agua puede llegar a ser de unos 10,368 metros cúbicos de agua al día.
- Los usuarios que mayor presión ejercen sobre el recurso hídrico son todos aquellos que reciben agua del sistema municipal de agua (municipalidad de Esquipulas), en total unos 4,832 usuarios que diariamente requieren de unos 3,500 metros cúbicos de agua, le sigue los centros turísticos y los más de 170 beneficios de café.
- De acuerdo con el mapa de uso de la tierra, se determinó que 2,378 ha. (55%) del área de la cuenca es dedicada al cultivo del café, 1,532 ha. (35%) con cobertura boscosa, 242 ha. (6%) dedicadas a pastos cultivados, 99 ha. (2.3%) del área pertenece a centros poblados y un 59 ha. (1.7%) dedicado a cultivos anuales.
- Se estructuró un plan para el ordenamiento de los recursos hídricos el cual plantea acciones en el corto, mediano y largo plazo, a través de la implementación de programas y proyectos que garantizan la sostenibilidad de los recursos hídricos de la cuenca del río Atulapa.

2.11. RECOMENDACIONES

- Es urgente conformar un organismo de cuenca para la coordinación, control, concertación, análisis y la resolución de conflictos relacionados con el uso de los recursos naturales de la cuenca; los aspectos que se plantean en el presente documento pueden considerarse y analizarse en el seno del comité de la cuenca en las diferentes etapas de planificación, ejecución, monitoreo, evaluación de las acciones de manejo de la cuenca del río Atulapa.
- Se considera fundamental la restauración de los bosques de galería de los ríos de la cuenca con especies endémicas para que sirva de protección en la época seca de las fuentes de agua y de esa manera asegurar cantidad, disponibilidad del agua y la conservación del suelo y fauna silvestre, puede realizarse como iniciativa de los propietarios o bien aprovechando los programas de incentivos que ofrece el Instituto Nacional de Bosques (INAB) estos son incentivos forestales para la reforestación de áreas estratégicas, para generar servicios ambientales y para generar empleo en el área rural.

2.12. BIBLIOGRAFÍA

- ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
- CALAS (Centro de Acción Legal Ambiental y Social de Guatemala, GT). 2004. Legislación ambiental Guatemalteca. Ed. por Pedro Rafael Maldonado y Yuri Melini. 2 ed. Guatemala. 212 p.
- Castillo Orellana, S. 1989. Análisis y calidad del agua con fines de riego. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 108 p.
- CATIE, GT. 2004. Plan de manejo del parque nacional Montecristo. Guatemala. 122 p.
- CATIE, GT. 2005. Priorización de subcuencas para la ejecución del programa trinacional de desarrollo sostenible de la cuenca alta del río Lempa. Guatemala. 37 p. (Serie de documentos base para la formulación del plan estratégico trinacional PTCARL no. 5).
- CEDUCA (Consejo de Educación Continua y Actualización, GT). 1995. Curso de especialización "estudios de impacto ambiental" módulo I: la legislación guatemalteca y los tratados internacionales en torno al medio ambiente. Guatemala, Colegio de Ingenieros de Guatemala. s.p.
- Centro de Salud municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, GT. 2006. Memoria de labores año 2006. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
- Ciaccio Leonard, L. 1973. Water and water pollution handbook. New York, US, Marcel Dekker. 98 p.
- COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2001. Norma NGO 29 001 agua potable. Guatemala. 14 p.
- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT); SET-CTPT (Secretaría Ejecutiva de la Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT). 2007. Convenio de coadministración de la reserva de biosfera Trifinio, ubicado en la jurisdicción municipal de Esquipulas y Concepción las Minas, departamento de Chiquimula, Guatemala. Guatemala. 10 p.
- Cruz S, JR. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- CTPT (Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT). 1991. Diagnóstico cuenca del río Atulapa: proyecto T-6. Guatemala. 63 p.
- CTPT (Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT); PNUD, GT; IICA, GT. 1993. Proyecto de desarrollo rural sostenible de zonas de fragilidad ecológica en la región del Trifinio: subproyecto integrado de desarrollo de la zona semiárida de Esquipulas Guatemala. Guatemala. 85 p.

- FAUSAC (USAC, Facultad de Agronomía, GT); CTPT (Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT). 2007. Diagnóstico preliminar de la cuenca del río Atulapa. Guatemala. 130 p.
- FAUSAC (USAC, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Análisis de Suelo Agua y Planta "Salvador Castillo Orellana", GT). 2007. Análisis de agua de río Atulapa. Guatemala.
- Fuentes Montepeque, JC. 2005. Determinación de las principales áreas de recarga hídrica natural y de la calidad de agua en la microcuenca del río Cotón, Baja Verapaz. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 199 p.
- Galeano F, JC. 2000. Evaluación de tres formas de preparación y cuatro proporciones de pulpa de café para la elaboración de abono orgánico, en la región cafetalera, municipio de Palin, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 56 p.
- Herrera Ibáñez, IR. 1995. Manual de hidrología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 223 p.
- _____. 2002. Manual de hidrogeología. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 345 p.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Mapa geológico de la república de Guatemala: hoja Esquipulas, no. 2359-IV-G. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa geológico de la república de Guatemala: hoja Cerro Montecristo, no. 2359-III-G. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Esquipulas, no. 2359-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cerro Montecristo, no. 2359-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida de La república de Guatemala: según el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1 : 600,000.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI censo nacional de población, iv de habitación. Guatemala. 1 CD.
- INPARQUES (Instituto Nacional de Parques, VN). 1993. Plan de ordenamiento y regalmento de uso del parque nacional Sierra Nevada. Venezuela. 31 p.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2007. Tarjetas de registro de datos climatológicos de la estación Esquipulas, no. 9 del municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula. Guatemala.

- MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2001. Atlas temático de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000. Color. 1 CD.
- MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, SV). 2005. Iniciativas nacionales de reducción de desastres. El Salvador. 41 p.
- MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de Área de Salud de Chiquimula, municipio de Esquipulas, GT). 2007. Análisis bacteriológicos de agua. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
- Municipalidad de Esquipulas, Chiquimula, GT. 2005. Diagnóstico municipal: información general del municipio. Guatemala. 45 p.
- Pérez Sabino, JF. 2003. Carga de nutrientes y sedimentos del río Polochic y su impacto sobre la integridad ecológica del lago de Izabal. Tesis MSc. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades, Maestría en Estudios Ambientales. 251 p.
- Raymundo Raymundo, E. 2005. Fuentes y niveles de contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río San Pedro, de la cuenca del río Selegua, Huehuetenango. Tesis MSc. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 212 p.
- Robledo Hernández, WI. 2003. Pago de servicios ambientales en sistemas agroforestales en áreas críticas de cuencas generadoras de energía eléctrica en María Linda y en Los Esclavos, Guatemala. Tesis MSc. Costa Rica, Escuela de Postgrado CATIE. 130 p.

CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA, MUNICIPALIDAD DE
ESQUIPULAS Y LA COMISIÓN TRINACIONAL DEL PLAN TRIFINIO, ESQUIPULAS,
CHIQUMULA, GUATEMALA.**

3.1. PRESENTACIÓN

El Proyecto SINREM es una iniciativa de un conjunto de universidades que tiene como áreas de enfoque la región del Trifinio, en el cual convergen los países de El Salvador, Guatemala y Honduras. Este proyecto que ha iniciado labores en el año 2006, para el desarrollo de sus actividades en el área de los tres países, se cuenta con el financiamiento otorgado por la comunidad europea.

Esta iniciativa de las universidades centroamericanas y centros europeos de investigación, pretende establecer procesos para mejorar la implementación de estrategias para armonizar el uso sostenible de los recursos naturales y contribuir al desarrollo territorial en las áreas remotas de Centro América, incluyendo a los grupos de propietarios y organizaciones del sector público en varios niveles, a través del diálogo, coordinación y la apertura de espacios para la innovación. El enfoque del proyecto es desarrollar un proceso innovador de aprendizaje construido desde expectativas sociales, percepciones, necesidades y requisitos en varios niveles de decisión. Se desarrolla en colaboración con universidades de tres países centroamericanos y como respaldo a dos organizaciones regionales.

El proyecto SINREM está dirigido a propiciar una mayor participación de los actores en el manejo de los recursos naturales (MRN): a través de la circulación de la información en distintos niveles de decisión. SINREM moviliza metodologías adaptables para definir información sensitiva en el sistema social y proveer un acercamiento exclusivo para unificar trabajos en una red y sistemas de información a escala local y nacional. Se hace énfasis en aportar poder y gobernabilidad a nivel municipal, y a la articulación de un análisis del manejo de los recursos naturales con planes de desarrollo. Esto es hecho a través de: 1) capacitaciones y trabajo en red; 2) una base de datos obtenidos al compartir los sistemas de información existentes; 3) espacios para el diálogo y negociación de procesos de consolidación; 4) un planeamiento ambiental estratégico. En su diseño, SINREM contribuye a la implementación de un marco con normas para un concertado e informado manejo de los recursos naturales en Centro América y particularmente para las organizaciones regionales. Proyectar a las universidades nacionales con la capacidad para convertir el conocimiento ambiental en planes de desarrollo local, en relación con instituciones europeas.

Tomando en cuenta las líneas estratégicas del proyecto SINREM se presenta en este capítulo el apoyo en el desarrollo de bases de datos para compartir la información así como las capacitaciones y el fortalecimiento de la municipalidad de Esquipulas.

3.2. SERVICIO: ELABORACIÓN DE UN ATLAS TEMÁTICO PARA LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA

3.2.1. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un atlas temático para la cuenca del río Atulapa que apoye los procesos de planificación de la municipalidad de Esquipulas, para la ejecución de proyectos que promuevan la conservación de los recursos naturales.

B. OBJETIVO ESPECIFICO

- Apoyar a la oficina municipal de planificación de Esquipulas en sus procesos de planificación mediante la elaboración de la cartografía base de la cuenca.
- Recopilar los datos generados en campo por el proyecto SINREM y publicarlos a través de mapas, tales sea, calidad y cantidad de agua, uso de la tierra, ubicación de beneficios de café, identificación de áreas potenciales para desarrollo ecoturístico y ubicación de fuentes de agua.

3.2.2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada se llevo en tres fases para su adecuada elaboración:

A. PRIMERA FASE DE GABINETE

Se llevó a cabo esta primera fase para tener un primer acercamiento al área de estudio, elaborando así, en el laboratorio de sistemas de información geográfica de la facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos, los mapas base del estudio.

Verificación de los límites de las unidades de mapeo, mapa de uso de la tierra, mapa de calidad y cantidad de agua, mapa de ubicación de fuentes de agua y beneficios de café. Mediante caminamientos, se verificaron los limites de las unidades de mapeo corrigiendolos en campo.

Para los mapas de cantidad y calidad de agua se llevaron a cabo aforos y muestras de agua, además se georeferenciaron beneficios de café y fuentes de agua para su representación cartográfica.

Se procedió a las verificaciones y/o modificaciones de las unidades de cobertura y uso de la tierra predominante en cada una de las unidades definidas previamente, esto a traves de los

caminamientos y observaciones que se realizaron en campo para la realización del mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra.

B. SEGUNDA FASE DE GABINETE

a. Elaboración del mapa de áreas potenciales para ecoturismo

Con la ayuda y participación de los actores locales se georeferenciaron áreas potenciales para el desarrollo ecoturístico, esto con el fin de proponer nuevas alternativas que promuevan el desarrollo sostenible de los recursos naturales dentro de la cuenca.

b. Edición final de mapas

Se procedió a la edición final de mapas con ayuda del programa Arcmap 9.2.

3.2.3. RESULTADOS

A. ENTREGA DE ATLAS TEMÁTICO:

Se procedió a la entrega del atlas temático a la municipalidad de Esquipulas, a la Comisión Trinacional del Plan Trifinio, a la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, para poder aportar observaciones sobre la cartografía.

B. PRESENTACIÓN FINAL

La presentación de los mapas fue a escala 1:50,000 en hojas de 11 X 17 plg. emplastificados y engargolados. En total se entregaron 4 atlas temáticos con un total de 14 mapas temáticos.

3.2.4. EVALUACIÓN:

La evaluación de este servicio se llevó a cabo a través del alcance de los objetivos trazados, ya que se fortaleció a la Oficina Municipal de Planificación con cartografía que apoya las actividades de planificación que se llevarán a cabo dentro de la cuenca del río Atulapa.

3.3. SERVICIO: CAPACITACIONES A LOS ACTORES LOCALES DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA

3.3.1. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Apoyo al proyecto SINREM en materia de desarrollo de capacitaciones a los actores locales de la cuenca del río Atulapa.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar a conocer el estado actual de los recursos naturales en la cuenca del río Atulapa con especial énfasis en los recursos hídricos.
- Capacitar a los pobladores de las distintas aldeas en materia de uso, manejo y recolección de datos de hidrómetros e higrómetros para el monitoreo hidrometeorológico dentro de la cuenca del río Atulapa.
- Sensibilizar a los pobladores en la importancia de la conservación de los recursos naturales para el desarrollo sostenible de la cuenca.

3.3.2. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de las capacitaciones se procedió de la siguiente manera:

A. PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Se preparó el material a utilizar, carteles con dibujos, presentaciones digitales, fotografías y videos del área, así también equipo especial para la medición de precipitación y temperatura.

B. CONVOCATORIA DE LOS AGRICULTORES

Con el apoyo de los presidentes de los consejos comunitarios de desarrollo se logro convocar a la gente que habita dentro de la cuenca a las distintas reuniones para capacitación.

3.3.3. RESULTADOS

A. PRIMERA CAPACITACIÓN EN RECURSOS NATURALES:

Se realizó la presentación a los comunitarios asistentes sobre la importancia del cuidado de los recursos naturales con especial énfasis en el agua, su uso adecuado, cuidados dentro del

consumo y como puede la gente contribuir al desarrollo del recurso, así también de presentó un breve diagnóstico del estado actual de los mismos. Se presentó a 26 pobladores que habitan dentro de la cuenca los lineamientos del proyecto SINREM y se dió a conocer algunos avances que se han tenido al momento en cuanto a los objetivos del proyecto.

B. SEGUNDA CAPACITACIÓN EN RECURSOS NATURALES:

Como parte de las actividades desarrolladas con los actores locales, se llevó a cabo una reunión organizada por la municipalidad de Esquipulas y el Consejo de Seguridad Ciudadana, en dicha reunión se convocaron a mas de 200 pobladores de 3 las aldeas El Limón, Jocotal y Plan de la Arada (parte media de la cuenca) para platicar temas de seguridad ciudadana, participación y organización comunitaria, así como la importancia que desempeña la mujer en el cuidado del agua como recurso en el hogar. Se tuvo la oportunidad capacitar a las mujeres en el valor del agua como recursos proporcionado por la cuenca, el uso adecuado que se le debe dar dentro del hogar y el peligro que representa la contaminación de las fuentes de agua.

C. CAPACITACIÓN EN MANEJO DE PLUVIOMETROS

Dentro del componente IV de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio (CTPT) que incluye la mitigación de riesgos y desastres naturales; está contemplado implementar un sistema de alerta temprana dentro de la cuenca, dicho sistema tiene como objetivo prevenir a la gente de las comunidades de la cuenca sobre riesgos y desastres naturales que puedan ocurrir, como el caso del 29 de julio del año 2,006 en donde altas precipitaciones de lluvia en la parte media y alta de la cuenca formaron un gran caudal en la corriente principal del río Atulapa, inundando así la parte baja de la cuenca ocasionando pérdidas económicas en la agricultura e infraestructura.

Con el fin de tener gente capacitada para la toma de datos de estaciones pluviométricas se procedió a la capacitación. De 10 personas para el uso y manejo de hidrómetros e higrómetros dentro de la cuenca.

3.3.4. EVALUACIÓN

A través del desarrollo de dinámicas con la participación de los pobladores para demostrar lo aprendido en las capacitaciones se logró evaluar el servicio implementado.

3.4. SERVICIO: ELABORACIÓN DE UNA MAQUETA A ESCALA DE LA CUENCA DEL RÍO ATULAPA PARA LA MUNICIPALIDAD DE ESQUIPULAS

3.4.1. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una maqueta de la cuenca del río Atulapa a escala, que represente en tres dimensiones la superficie, cobertura vegetal y uso de la tierra actualizada para la cuenca, en apoyo a la

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Simbolizar mediante el uso de diferentes colores la cobertura vegetal y uso de la tierra que tiene la cuenca del río Atulapa en la maqueta.
- Identificar los lugares poblados sobre la maqueta y las carreteras de acceso.

3.4.2. METODOLOGÍA

A. IMPRESIÓN A ESCALA DE LA MAQUETA:

Para la elaboración del molde en el que se levantó la maqueta se imprimió a escala 1:10,000 en horizontal la cuenca del río Atulapa y a escala 1:20,000 en vertical.

B. ELABORACIÓN DE LA MAQUETA:

Se llevó a cabo la elaboración de la maqueta tipificando curvas a nivel de cada 100 metros sobre el nivel del mar con láminas de material de duroport y cubriéndolas con papel periódico y simbolizando cada uso distinto de la tierra con un color diferente.

3.4.3. RESULTADOS

Se elaboró una maqueta representando en tres dimensiones la cuenca del río Atulapa, en donde se identificó las rutas de acceso, lugares poblados, cobertura vegetal y uso de la tierra, además de la red de drenaje de agua superficial. Luego se procedió a la entrega de la maqueta a la Oficina Municipal de Planificación de la ciudad de Esquipulas.

3.4.4. EVALUACIÓN

La maqueta se entregó oficialmente a la municipalidad de Esquipulas, se contó con la presencia de miembros de la Oficina Municipal de Planificación, miembros de la unidad de Catastro y el Señor Alcalde.

3.5. CONCLUSIONES

- Con la realización del atlas temático la oficina municipal de planificación cuenta con una herramienta para la planificación estratégica de proyectos que vinculen el uso y manejo de los recursos naturales renovables dentro de la cuenca del río Atulapa.
- A través del apoyo proporcionado por la Comisión Trinacional del Plan Trifinio se llevaron a cabo las actividades propias de las capacitaciones, logró socializar la información generada por el proyecto SINREM con los actores locales para la conservación de los recursos naturales y sobre todo los recursos hídricos, tal es el caso de la capacitación del estado actual de los recursos hídricos que consistió en una serie de presentaciones con fotografías y videos que mostraba a los actores locales diversos escenarios, entre ellos escenarios críticos por la falta de conservación del agua y escenarios ideales en donde se logra el desarrollo de actividades económicas sin degradar el estado de los recursos naturales, todo esto comparado con la realidad de la cuenca del río Atulapa y la posibilidad de poder lograr el desarrollo sostenible de los recursos naturales de la cuenca.
- Se logró capacitar a diez personas para facilitar la implementación de estaciones hidrometeorológicas en sus viviendas. Estas personas cuentan con el apoyo de la municipalidad de Esquipulas y el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Esquipulas.

3.6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades que tienen en sus manos este documento tomar en cuenta las propuestas realizadas para la conservación de los recursos naturales en la cuenca y en especial los recursos hídricos.

3.7. BIBLIOGRAFIA

- CATIE, GT. 2005. Priorización de subcuencas para la ejecución del programa trinacional de desarrollo sostenible de la cuenca alta del río Lempa. Guatemala. 37 p. (Serie de documentos base para la formulación del plan estratégico trinacional PTCARL no. 5).
- Centro de Salud municipio de Esquipulas, departamento de Chiquimula, GT. 2006. Memoria de labores año 2006. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala.
- Cruz S, JR. 1982. Clasificación de reconocimiento de las zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- CTPT (Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT). 1991. Diagnóstico cuenca del río Atulapa: proyecto T-6. Guatemala. 63 p.
- FAUSAC (USAC, Facultad de Agronomía, GT); CTPT (Comisión Trinacional del Proyecto Trifinio, GT). 2007. Diagnóstico preliminar de la cuenca del río Atulapa. Guatemala. 130 p.
- IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Mapa geológico de la república de Guatemala: hoja Esquipulas, no. 2359-IV-G. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa geológico de la república de Guatemala: hoja Cerro Montecristo, no. 2359-III-G. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Esquipulas, no. 2359-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- _____. 1972. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Cerro Montecristo, no. 2359-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.

3.8. APENDICE

Cuadro 23A. Cuadro de asistencia para capacitaciones ambientales.

	NOMBRE	COMUNIDAD	CONTACTO
1	Asunción Perez	Duraznal	No tiene
2	Genove Ramos	San Nicolás	5676-4472
3	Israel Morales	La Cuestona	5365-3828
4	Eduardo de Jesús Ramos	San Joaquín	5329-5682
5	Felipe de Jesús Méndez	El Portezuelo	No tiene
6	Toribio Trigueros	El Limón	5776-1553
7	Vicente Lopez Trigueros	Duraznal	5302-0819
8	Benedicto Trigueros	Duraznal	No tiene
9	Angel Lazaro Gil	Duraznal	5906-5019
10	Mario Gutierrez	Cuestona	5629-22-24
11	Jose Salvador Gutierrez	Cuestona	5435-0615
12	Amadeo Zamora Hernández	Cuestona	No tiene
13	Flaviano Trigueros	Limón	5559-9660
14	Guillermo Antonio Vidal	Granadilla	5205-6410
15	Iris Sucely Polanco	Granadilla	5304-5249
16	Toribio Trigueros	Limón	5776-1553
17	Fabio Solís	Granadilla	7861-2430
18	Armando García	Granadilla	No tiene
19	Angel Antonio Juarez	Granadilla	No tiene
20	Victoriano Rosa	Granadilla	5809-8466
21	Olga Aracely Morales	Limón	5354-8235
22	Blanca Carolina Canan	Limón	No tiene
23	Any del Rosario Trigueros	Limón	No tiene
24	Brenda Trigueros	Limón	5924-2402
25	Marco Tulio Morales	Jocotal	5111-7344
26	María Guillermina Rosa	Granadilla	5991-0099

Cuadro 24A. Cuadro de asistencia capacitación en uso de pluviómetros

No.	Nombre	Teléfono
1	Guillermo A. Vidal	(502) 5205-6410
2	Deysi Marilu Rosa	(502) 5209-9187
3	Maria Josefina Tobar	(502) 5307-0331
4	Fabio Solis	(502) 7861-2430
5	Jose Maria Pineda	(502) 5307-0331
6	Angel Antonio Juarez	No tiene
7	Victoriano Rosa	(502) 5809- 8466
8	Lenin Dos Santos	No tiene
9	Pedro Sandoval	(502) 5308-1429
10	Rosa Ester Lemus	No tiene

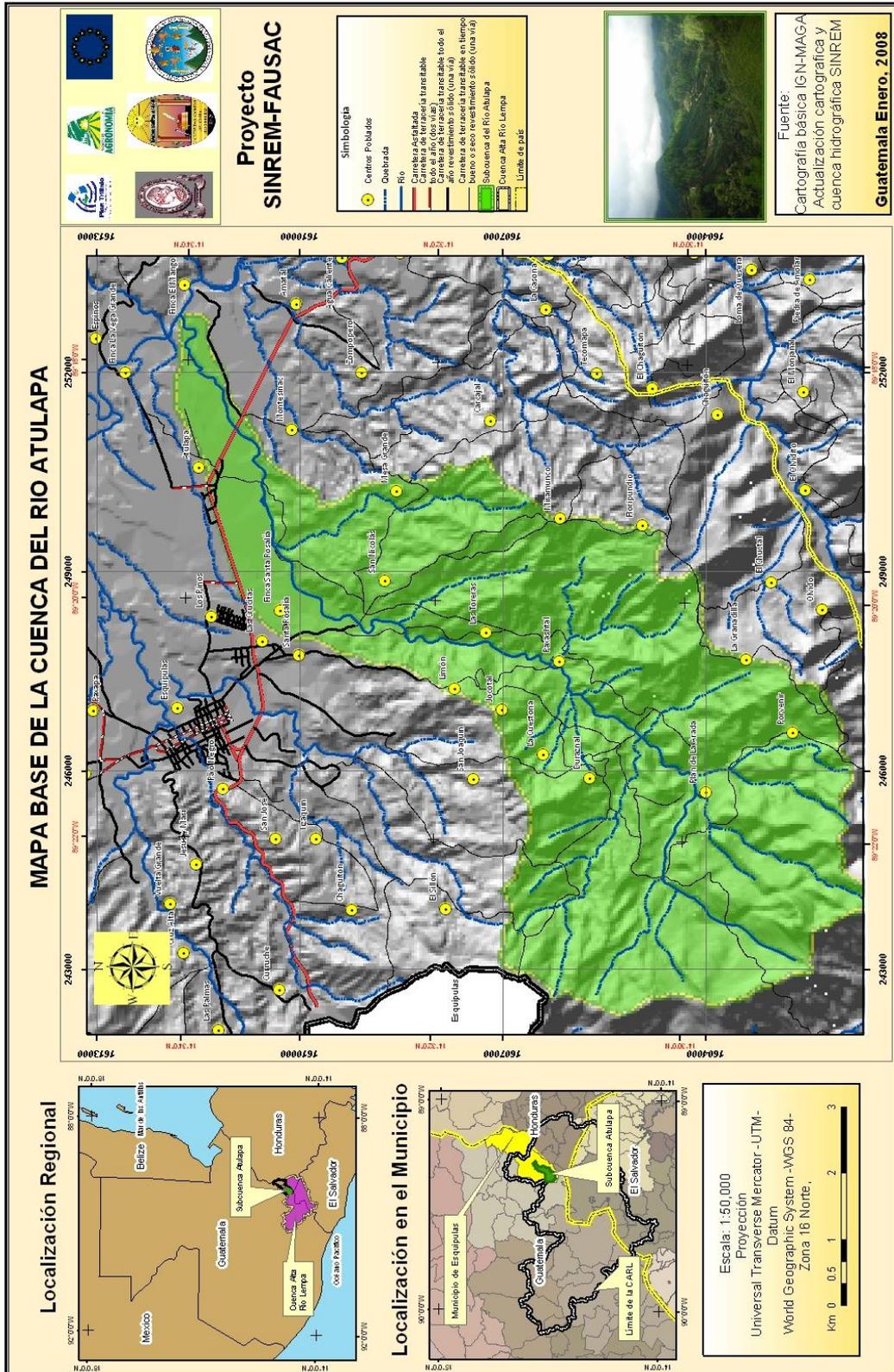


Figura 29A. Mapa base de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.

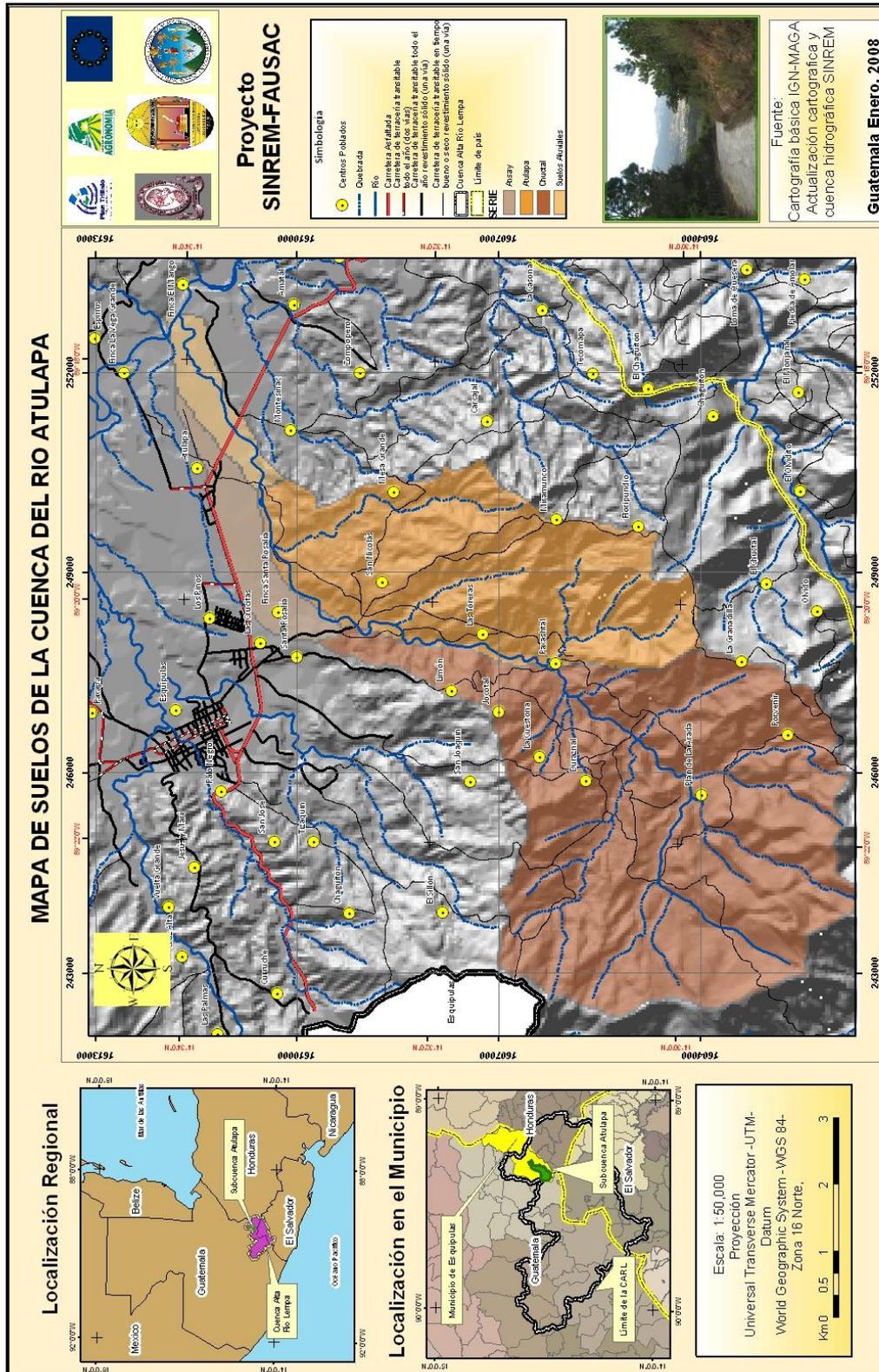


Figura 32A. Mapa de serie de suelos (Simmons) de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.

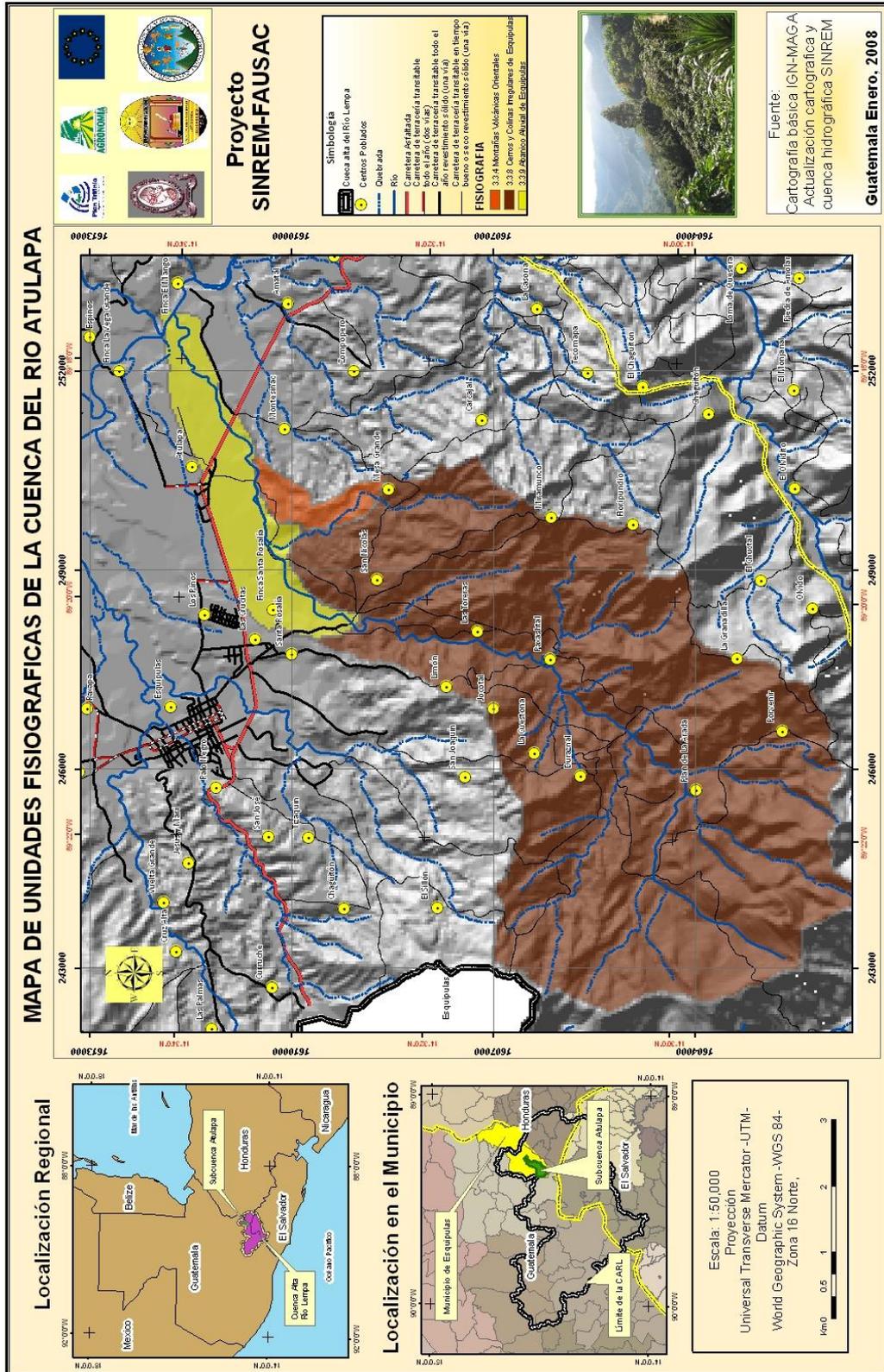


Figura 33A. Mapa de unidades fisiográficas de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.

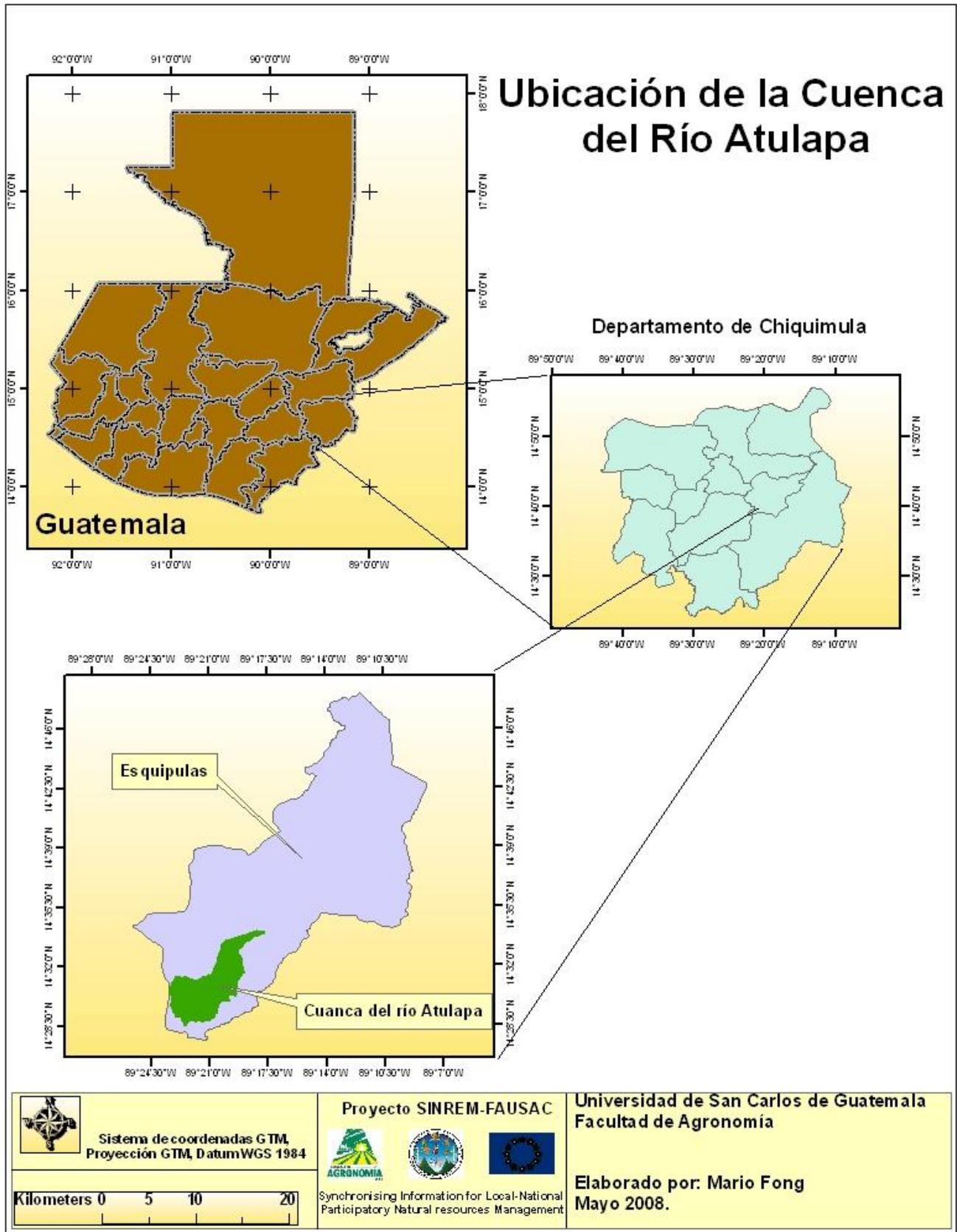


Figura 35A. Mapa de ubicación de la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.

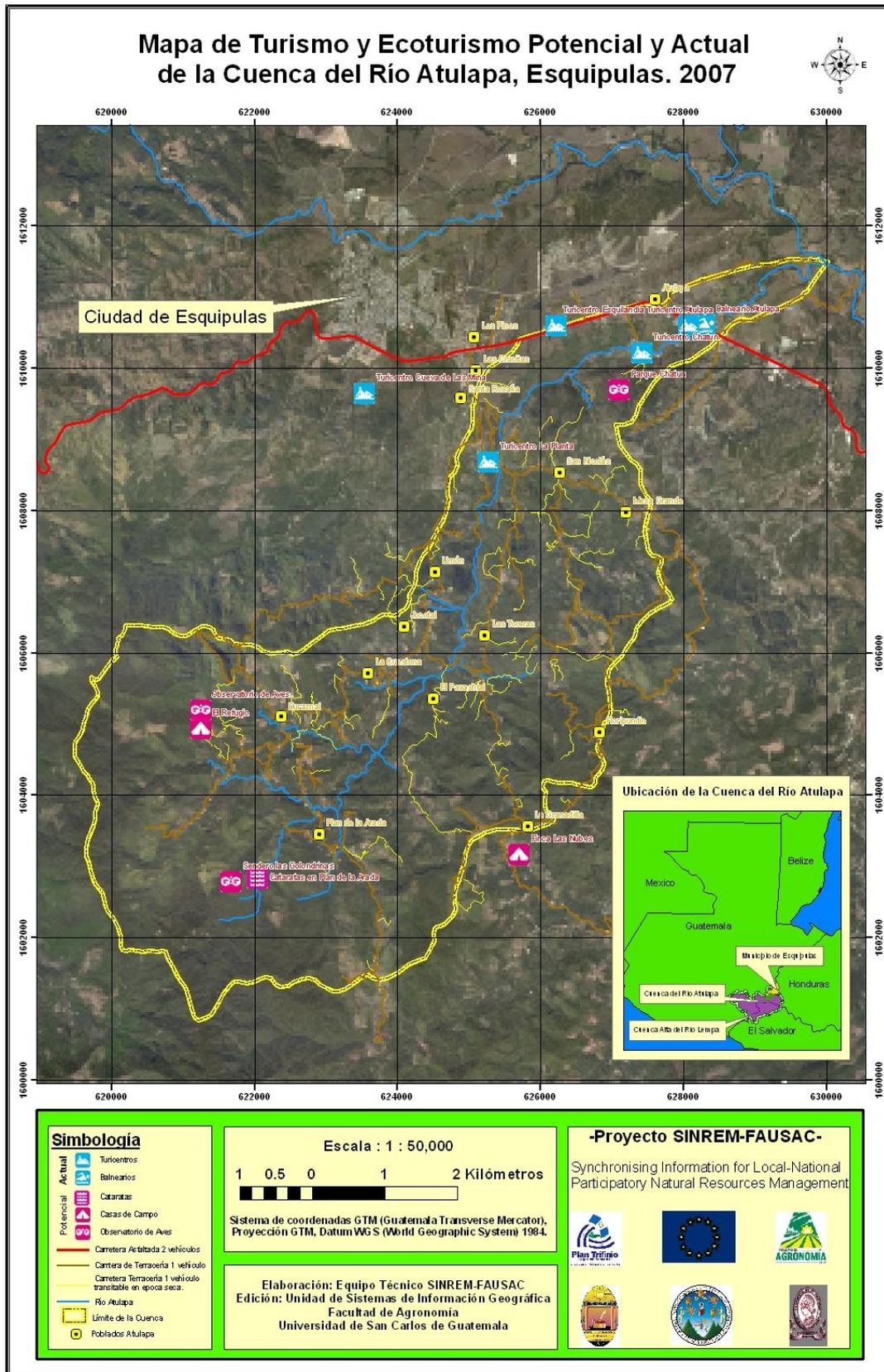


Figura 36A. Mapa de turismo y ecoturismo potencial y actual en la cuenca del río Atulapa, Atlas SINREM 2007.