



**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades

Centro de Estudios Ambientales



**EVALUACIÓN AMBIENTAL A NIVEL DE  
SEMIDETALLE DE LA SUBCUENCA DEL RIO  
JUPILINGO, CHIQUIMULA, DESPUÉS DEL PASO  
DE LA TORMENTA MITCH EN GUATEMALA**

**ANGELICA ELIZABETH ARÉVALO ALVAREZ**

Magíster Scientiae en Estudios Ambientales

**Guatemala**

**2001**



EVALUACIÓN AMBIENTAL A NIVEL DE SEMIDETALLE  
DE LA SUBCUENCA DEL RIO JUPILINGO, CHIQUIMULA,  
DESPUÉS DEL PASO DE LA TORMENTA MITCH EN  
GUATEMALA

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Centro de Estudios Ambientales**

EVALUACIÓN AMBIENTAL A NIVEL DE SEMIDETALLE  
DE LA SUBCUENCA DEL RIO JUPILINGO, CHIQUIMULA,  
DESPUÉS DEL PASO DE LA TORMENTA MITCH EN  
GUATEMALA

**ANGELICA ELIZABETH ARÉVALO ALVAREZ**

Trabajo de Tesis presentado para optar al grado académico de  
Magister Scientiae en Estudios Ambientales

**Guatemala**

**2001**

**Vo.Bo.:**

(f)

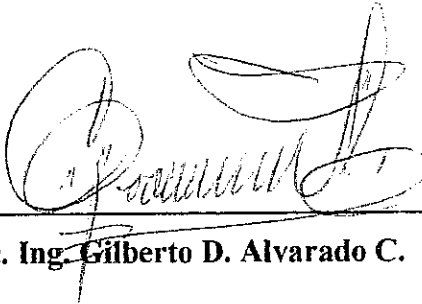


**MSc. Ing. Gilberto D. Alvarado C.**  
**Asesor**

**Tribunal:**

**Vo.Bo.:**

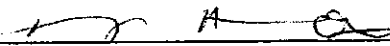
(f)



**MSc. Ing. Gilberto D. Alvarado C.**

**Vo.Bo.:**

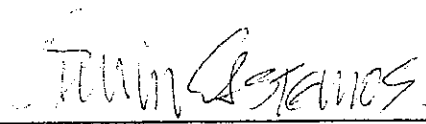
(f)



**Doctora Margaret Dix**

**Vo.Bo.:**

(f)



**Doctor Edwin Castellanos**

**Fecha de aprobación: 5 de abril, 2001**

**DEDICATORIA**

**A DIOS**

**A MIS PADRES**

**A DANY, DANIELA E IZABELA**

**A MI PATRIA GUATEMALA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Del Valle de Guatemala por incentivar el trabajo intelectual en beneficio del Medio Ambiente de Guatemala.

A la Doctora Margaret Dix por aportar sus conocimientos a este estudio.

Al Doctor Edwin Castellanos por su colaboración, especialmente en el trabajo de campo en la subcuenca del río Jupilingo, Chiquimula. También a Gabriela Ponce y Lucía Corral.

Al staff técnico del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfico y Sensores Remotos de la Universidad del Valle de Guatemala (Jorge y Fernando Roldán, Claudia Monzón y Francisco Nieves) por su colaboración en la realización del Mapa de las Unidades Ambientales de Manejo, aporte principal de este trabajo de graduación.

A mi asesor y maestro MSc. Ing. Agr. Gilberto Daniel Alvarado Cabrera por transmitir y aplicar todo su conocimiento, especialmente su experiencia de forma incondicional en la realización de este trabajo profesional.

Al Doctor Adán Pocasangre Collazos por sus sugerencias oportunas, colaboración e inspiración intelectual.

Finalmente a mi madre, Doña Angélica Alvarez Villagrán por su apoyo incondicional.

## **LISTA DE MAPAS ANEXO 1**

<b>Mapa:</b>	<b>Página</b>
1: Vertientes y Cuencas de la República de Guatemala	87
2: Ubicación del Sitio de Estudio	88
3: Poblados afectados por Inundaciones y Deslizamientos en la República de Guatemala	89
4: Recurrencia de Fenómenos Naturales en la República de Guatemala	90
5: Ubicación de Deslizamientos de la República de Guatemala	91
6: Ubicación del área de estudio	92
7: Climatológico e Hipsométrico	93
8: Hidrología	94
9: Geología	95
10: Geología de la República de Guatemala-MAGA-	96
11: Fisiografía y Geomorfología –MAGA-	97
12: Clasificación Taxonómica de Suelos 1era aproximación	98
13: Suelos según Simmons	99
14: Mapa de las Unidades Ambientales	100
15: Clasificación de Reconocimiento de los Suelos	101
16: Densidad de Población según censo, INE 1994	102
17: Ubicación de las fotografías del área de estudio	103

## **LISTA DE CUADROS ANEXO 2**

<b>Cuadro:</b>	
1: Daños reportados al 4 de noviembre debido a Mitch 1998	6
2: Registro actualizado de desastres en América y el Mundo	104
3: Datos Históricos de Inundaciones 1800-1899	105
4: Datos Históricos de Inundaciones 1900-1989	106

5: Desastres de 1530 a 1986 en Guatemala	107
6: Datos meteorológicos de Estaciones INSIVUMEH	108
7: Resultados análisis físico-químico Aldea San Isidro, Esquipulas	72
8: Resultados análisis físico-químico Aldea San Antonio, Esquipulas	72
9: Resultados análisis físico-químico Aldea Brasilar, Camotán	73
10: Lista de especies de flora según zona de vida	109-110-111
11: Lista de especies de fauna	112
12: Leyenda del Uso de la Tierra adaptada de la -UGI-	113-114-115
13: Estadísticas de Población	116
14: Estadísticas sobre servicios	117
15: Leyenda Fisiográfica-Geomorfológica Parte Alta	118
16: Leyenda Fisiográfica-Geomorfológica Parte Media	119
17: Leyenda Fisiográfica-Geomorfológica Parte Baja	120

## LISTA DE FIGURAS

### Figura:

1: Trayectoria Huracán Mitch, 1998	7
2: Clasificación de las Amenazas según su origen	20

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS ANEXO 3

### Fotografía:

1: Fotografía aérea parte alta de la subcuenca	121
2: Fotografía aérea parte media de la subcuenca	122
3: Fotografía aérea parte baja de la subcuenca	123
4: Chanmagua	124
5: Quebrada Las Pozas	124
6: Río Panela	125

<b>7:</b> Timushan, Río Mapa	126
<b>8:</b> Carrizal	126
<b>9:</b> Camino de Cafetales a Carrizal	127
<b>10:</b> Camotán	127

## CONTENIDO

	páginas
RESUMEN .....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. JUSTIFICACIÓN .....	4
III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS .....	10
A. Hipótesis.....	10
B. Objetivo General .....	10
C. Objetivos Específicos.....	10
IV. ANTECEDENTES .....	11
A. Antecedentes .....	11
B. Marco Conceptual .....	15
C. Marco Histórico.....	27
D. Marco Metodológico.....	30
V. METODOLOGIA .....	32
A. Metodología .....	32
B. Método de Gabinete.....	32
C. Método De Campo.....	36
D. Ordenamiento Ambiental.....	38
VI. RESULTADOS .....	43
A. Marco Geográfico .....	43
VII. RESULTADOS DE EVALUACION AMBIENTAL .....	63
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	69
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
A. Conclusiones .....	74
B. Recomendaciones.....	75
X. BIBLIOGRAFÍA Y PAGINAS WEB .....	78
A. Bibliografía .....	78
B. Paginas Web.....	86
XI. ANEXO .....	87
MAPAS ANEXO 1.....	87
CUADROS ANEXO 2 .....	104
FOTOGRAFÍAS ANEXO 3 .....	121

## RESUMEN

La superficie geográfica de la República de Guatemala es susceptible constantemente a la presencia de algunos desastres naturales, cuyas consecuencias se tienen que afrontar.

El presente trabajo de investigación está orientado a realizar la evaluación ambiental a nivel de semidetalle de la subcuenca del río Jupilingo, en el departamento de Chiquimula del oriente del país, después del paso de la tormenta Mitch por el territorio de Guatemala, debido a que esta región fue de las más afectadas por el mencionado fenómeno atmosférico.

Se hizo una caracterización biofísica de la subcuenca con información existente y actualizada mediante la utilización de imágenes satelitales y fotografías aéreas de la región.

La evaluación ambiental se realizó con base en el análisis e interpretación de la información cartográfica básica y temática disponible, principalmente con la aplicación del análisis del drenaje superficial y del análisis fisiográfico-geomorfológico que sustentaron la metodología integral de las Unidades Ambientales de Manejo, denominadas Unidades de: Degradación, Conservación, Rehabilitación, y Contaminación.

Como resultado del presente estudio, se aplicó una metodología que es posible utilizar para el aprovechamiento de la información cartográfica básica y temática inherente a la solución de problemas en casos de desastres tal y como sucedió con el paso de la Tormenta Mitch, en superficies geográficas de riesgo similares. En consecuencia, se pretende contribuir al desarrollo de la región y generar información que contribuya a sustentar los programas y proyectos que conformarían el Plan de Manejo bajo el enfoque del desarrollo sostenible y así fortalecer su aplicación nacional, tal y como lo demandan los acuerdos de paz.

## I. INTRODUCCIÓN

Guatemala tiene una extensión de 108,889 km<sup>2</sup>; se encuentra dividida en tres vertientes hidrográficas principales que son: a) Vertiente del Pacífico con un área de 23,990 km<sup>2</sup>; b) Vertiente del Mar Caribe, con un área de 34,259 km<sup>2</sup> y c) Vertiente del golfo de México con una cobertura de 50,640 km<sup>2</sup> (Pineda 1983). Estas vertientes hidrográficas están formadas a la vez de cuencas, subcuencas y microcuencas.

(Ver Mapa 1 y Mapa 2, Anexo 1)

La cuenca hidrográfica representa la unidad dinámica e ideal para la planificación y manejo integral de los recursos naturales, la población y el ambiente. Tanto la planificación como el aprovechamiento de dichos recursos serán más detallados a nivel de subcuencas y microcuencas.

El presente trabajo estuvo orientado a la realización de una evaluación ambiental de la subcuenca del Río Jupilingo, Chiquimula, en el oriente de la República de Guatemala, utilizando la información existente y utilizando la metodología de las Unidades Ambientales de Manejo para poder determinar las acciones necesarias y tomar decisiones que se enfoquen a la reducción de un posible desastre, como el provocado por fenómenos como la tormenta Mitch.

Esta trabajo es parte de la investigación realizada por el Centro de Estudios Ambientales de la Universidad Del Valle de Guatemala en la Cuenca del Río Grande de Zacapa. Por su importancia, esta cuenca se estudiará dividiéndola en parte alta, media y baja conformada por las subcuencas de los ríos Camotán, San José y Shutaqué; se estudiará específicamente la subcuenca del río Jupilingo, que constituye el afluente principal del río Camotán en el Departamento de Chiquimula.

(VER MAPA 2 ANEXO 1)

El Centro de Estudios Ambientales de la Universidad del Valle de Guatemala, realizó la caracterización biofísica de la subcuenca del Río Jupilingo como parte de un proyecto de la Sociedad de Cooperación Canadiense (SOCODEVI), Jupilingo-Las Cebollas (1999); la información producto de este estudio se utilizó en la presente investigación como base en la descripción natural de la subcuenca del Río Jupilingo.

## II. JUSTIFICACIÓN

Para enfrentarnos de una manera adecuada y eficiente a los daños que provocan los desastres naturales se debe conocer la situación ambiental y el grado de la vulnerabilidad e impacto a que está sujeta la superficie geográfica del territorio de Guatemala, entendiendo por ambiente la relación natural entre el suelo, agua, planta, hombre y espacio.

La frecuencia y gravedad de los desastres y las serias repercusiones que causan sobre la población, los recursos naturales y el ambiente, obligan a realizar evaluaciones ambientales en aquellos sitios afectados para determinar las causas que los originaron. El cambio climático global, el crecimiento de la población, sus necesidades insatisfechas y el inadecuado manejo de las cuencas hidrográficas son causas que provocan un deterioro acelerado.

Debido a la posición geográfica, características geológicas, fisiográficas y tectónicas de la República de Guatemala, se han experimentado desastres a través de la historia tales como terremotos, inundaciones, erupciones entre otros, en diferentes partes del territorio nacional por lo que la probabilidad de un desastre natural en el territorio guatemalteco es alta, ante lo cual se deben tomar medidas ambientales para minimizar el impacto.

Por esta razón es necesario realizar evaluaciones ambientales con base en la información cartográfica y de los sensores remotos, biofísica y de aspectos de la población y el ambiente.

Se considera que la aplicación de una evaluación ambiental oportuna y efectiva constituya una valiosa herramienta para la solución pronta y efectiva a la hora de ser afectado el territorio nacional por la presencia de desastres naturales y así disminuir la presión inducida por el fenómeno a través de las acciones y manejo apropiado de la crisis.

La evaluación ambiental estará sustentada con el análisis e interpretación de la información cartográfica básica y temática (mapas básicos, recursos naturales, población y ambiente) y la delimitación de la superficie afectada con base en las coordenadas en proyección UTM (Universal Transverse Mercator), la infraestructura vial y productiva,

definición de la génesis del medio ambiente afectado (ambiente geológico, volcánico ó calizo), el análisis del drenaje superficial y el análisis fisiográfico-geomorfológico. Otro aspecto relevante lo constituye el conocimiento general de la población afectada (aspectos antropológicos, culturales y económicos) y la deducción de otros aspectos ambientales como: uso de la tierra, prácticas de manejo y conservación. La presente investigación está orientada hacia el análisis de los aspectos anteriormente mencionados.

El paso de la Tormenta Mitch por Guatemala generó daños en toda la República observando los mayores efectos en la región oriental del país cuyo impacto dejó daños socioeconómicos a la población, deterioro de los recursos naturales y alteraciones al ambiente.

En la actualidad, no se cuenta con información como resultado de evaluaciones ambientales de áreas de riesgo potenciales, información que sería de mucha utilidad en el momento de la ocurrencia de un desastre.

La mayoría de los desastres vividos en Guatemala han sido sorpresivos, por lo que, todas las actividades relacionadas a enfrentarlos se realizan bajo la presión del impacto que ocasionan los mismos a los recursos naturales, la población y el ambiente, causando desequilibrio social, económico y ambiental. En realidad, no existen medidas de mitigación encaminadas a reducir el impacto causado por el desastre; a su vez no existe un seguimiento en lo referente a la prevención de desastres naturales.

En nuestro país, uno de los últimos desastres devastadores fue el terremoto de 1976, y aunque ha sido superada la crisis paulatinamente, apenas se han realizado esfuerzos para adecuar a la población para afrontar un fenómeno natural.

La experiencia anterior más el impacto provocado por el Huracán Mitch, cuya presencia a su paso por Guatemala provocó grandes problemas en el deterioro de los recursos naturales así como en aspectos socioeconómicos y culturales de la población, ha dado como resultado el desequilibrio ecológico al alterar el medio ambiente, la infraestructura vial y productiva. Según la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED), se reportan los daños siguientes en el cuadro que se muestra a continuación:

**CUADRO 1. Daños reportados al 4 de noviembre ocasionados  
Por el Huracán Mitch, Región Oriental, 1998**

228	muertos
82,045	evacuados
900,000	personas en situación de riesgo
102,529	damnificados
51	puentes dañados
21	puentes en peligro por inundaciones
64	personas desaparecidas
55	carreteras con daños
16,500	personas incomunicadas
100,000	viviendas destruidas
	daños a siembras de maíz, tabaco, melón, trigo, arroz, tomate, ajonjolí

Fuente: Boletín Informativo Coordinadora Nacional de Desastres (CONRED) noviembre, 1998

Debido a los reportes presentados de daños a la población, y tomando en cuenta la trayectoria que siguió el huracán Mitch a su paso por Centro América (Figura 1), se considera que la región oriental es una de las áreas más afectadas por el paso de la tormenta Mitch, por esta razón la presente investigación se orientó a conformar los elementos básicos para la formulación de la evaluación de la situación de la Subcuenca del Río Jupilingo después del Huracán Mitch.

FIGURA 1



Fuente: Centro de Huracanes de Miami, imagen de Pronóstico de Trayectoria Huracán Mitch, 1998.

Se considera que con la información disponible (cartográfica, imágenes satelitales y fotografía aérea) es posible hacer inferencias emergentes que permitan orientar las primeras acciones a seguir ante la presencia de un desastre natural. Sin embargo se requiere de un equipo técnico que pueda interpretar la misma de acuerdo a las características del desastre. La finalidad fundamental de este trabajo de investigación es realizar una evaluación ambiental utilizando una metodología que nos permita obtener información de una forma rápida y que contribuya a la toma de decisiones oportunamente. Así también poder aplicar esta metodología en todo el territorio nacional en áreas de riesgo similares a la propuesta en este trabajo. Estas áreas de riesgo han sido determinadas por estudios realizados por el Instituto Nacional de Sismología, Hidrología, Vulcanología y Meteorología (INSIVUMEH 1999), institución que ha generado mapas en cuanto a zonas de riesgo de inundaciones, deslizamientos y sismos. Además se generó un Mapa de Recurrencia de Fenómenos Naturales (VER MAPA 4 ANEXO 1), un Mapa

de Poblados Afectados por Inundaciones y Deslizamientos (VER MAPA 3 ANEXO 1) y un Mapa de Ubicación de Deslizamientos de la República de Guatemala (VER MAPA 5 ANEXO 1) realizado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en el Programa de Emergencia por Desastres Naturales. MAGA-BID (enero 2001)

Como antecedente podemos mencionar que el día 21 de octubre de 1998 se formó al Sur del Mar Caribe la depresión tropical número 13 (DT-13) de la temporada de ciclones en el Océano Atlántico. Luego se desarrolló la tormenta tropical "Mitch" con vientos máximos de 75 km/h. Siete días después, "Mitch" se debilitó a huracán de categoría 3 (Escala de Huracanes Saffir-Simpson), con vientos máximos de 200 km/h. moviéndose sobre Honduras hasta convertirse en depresión tropical con vientos máximos de 55 km/h. Después entró a Guatemala, territorio sobre el cual avanzó hasta la tarde del día 1° de noviembre. (INSIVUMEH 1998).

Esta tormenta tropical produjo precipitaciones en la zona oriental del país del orden de los 887 mm según reportes del Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH 1998). Esta cantidad constituye el 80% del total de precipitación registrada en esa misma área durante seis meses de un año con invierno normal, sin embargo se registró en un término de 3 días lo que provocó un impacto en todo el sistema hídrico de la región oriental. Las precipitaciones continuaron hasta desaparecer el 12 de noviembre de 1998.

"Mitch" fue catalogado como un huracán extremadamente peligroso y el más intenso en los últimos diez años. Esta trayectoria se muestra en la Figura 1 del Centro de Huracanes de Miami en 1998. El hecho de permanecer estacionado en las cercanías de las costas durante 18 horas seguidas con sus bandas nubosas afectando el territorio continental, después de 48 horas sobre territorio de Honduras y posteriormente 24 horas sobre Guatemala, dio lugar a lluvias torrenciales en varios estados del Sureste de México, Belice, Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, con inundaciones, deslizamiento

de cerros, desbordamiento de ríos y en general, graves daños en estos países de Centroamérica.

Dada la magnitud, el impacto y el enfoque en la resolución del conflicto ambiental; así como lo percibido y los conocimientos técnico-científicos captados durante la Maestría de Estudios Ambientales se tomó la decisión de adoptar este tema como objeto de esta investigación.

### III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

#### A.Hipótesis

En este trabajo de investigación se plantea la siguiente hipótesis:

“Es factible, mediante la previa evaluación ambiental de áreas de riesgo, tomar acciones para reducir los desastres debido a fenómenos naturales”.

#### B.Objetivo General

Realizar una evaluación ambiental<sup>1</sup> en la subcuenca del río Jupilingo para determinar las acciones acertadas y así reducir posibles desastres como el ocasionado por la tormenta Mitch.

#### C.Objetivos Específicos

1. Desarrollar y aplicar la metodología de evaluación ambiental<sup>1</sup>, utilizando las unidades ambientales de manejo para poder extrapolarla a otras superficies geográficas con características de riesgo similares en el ámbito nacional.
2. Realizar una caracterización biofísica de la subcuenca del Río Jupilingo con objeto de establecer una base de información actualizada para evaluaciones futuras.

---

1. En la presente investigación se entiende por evaluación ambiental: el proceso de revisión, análisis e interpretación del material cartográfico básico y temático, imágenes satelitales y fotografía aérea utilizado en el análisis del drenaje superficial, análisis fisiográfico-geomorfológico; la aplicación de las Unidades Ambientales de Manejo y el análisis de aspectos antropológicos, culturales, sociales y económicos de la población y aspectos ambientales.

## IV. ANTECEDENTES

### A. Antecedentes

La cuenca del Río Grande de Zacapa ha sido objeto de diversos estudios, algunos de ellos son trabajos de tesis de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, investigaciones de profesionales individuales, instituciones nacionales e internacionales que se mencionarán a continuación.

El Proyecto de Reforestación para la Cuenca del Río Grande de Zacapa (Instituto Nacional Forestal 1979). Como resultado de este proyecto se esperaba la protección en gran parte de la cuenca del Río Grande de Zacapa mediante el restablecimiento del equilibrio en el sistema Agua-Suelo-Vegetación, por medio de la reforestación, permitiendo luego optimizar los resultados disponibles; además reducir el proceso de deterioro de los suelos y la cubierta vegetal, restaurando su nivel de productividad y el equilibrio de los ecosistemas.

Después de este estudio, el Informe Evaluativo de la Ejecución del Proyecto de Reforestación de la Cuenca del río Grande de Zacapa, (Rojas y García 1982) determinó que los beneficios directos del proyecto de reforestación no se alcanzaron y la función social del beneficio indirecto se desvirtuó. También se determinó que la priorización del área a reforestarse debió determinarse con base en un estudio de factibilidad en toda el área de la cuenca del río Grande de Zacapa desde el lugar en donde se encuentra la presa de la Unidad de Riego La Fragua hasta los límites fronterizos con la República de Honduras.

Una de las investigaciones más importantes de la Cuenca del Río Grande de Zacapa es la Caracterización Preliminar de la Cuenca del Río Grande de Zacapa (Pineda 1983). Como resultado de esta investigación se obtuvieron las características físicas, bióticas y socioeconómicas de la cuenca, información que constituye la base para posteriores investigaciones.

Según esta investigación, la mayor parte de los suelos de la cuenca son de vocación forestal en un 75% del área total; sin embargo, el uso que se le da a los mismos es inapropiado, pues únicamente el 31% del área posee cubierta forestal. Gran parte del

área de vocación forestal es utilizada para cultivos anuales y pastos. Además la densidad de la población en la cuenca es alta con relación al potencial de sus recursos.

Como resultado de la segunda etapa de investigación sobre caracterización de Cuencas Hidrográficas de la Universidad de San Carlos, se realizó el Estudio de la Zonificación Ecológica y Reconocimiento de la Vegetación de la Cuenca del Río Grande de Zacapa, (Heredia 1984); consistió en el análisis de la información climatológica disponible, fotointerpretación de 274 fotografías aéreas y recorridos de campo para delimitar y caracterizar las zonas de vida de la cuenca. Después de delimitar las zonas de vida se hizo un reconocimiento de la vegetación de cada una de ellas. Las 3 zonas de vida identificadas de la cuenca fueron: Bosque muy seco subtropical, que comprende 255 km<sup>2</sup> dentro de la cuenca, Bosque húmedo subtropical con un área de 1600 km<sup>2</sup> y Bosque seco subtropical con un área de 665 km<sup>2</sup>.

El resultado del estudio determinó que debido a su topografía (accidentada y escarpada en su mayoría), la Cuenca del Río Grande de Zacapa tiene vocación forestal, sin embargo; actualmente sólo una tercera parte se encuentra cubierta de bosque mientras que el resto es usado para cultivos tradicionales y pastoreo. La tala inmoderada de los bosques ha provocado deterioro del suelo y pérdida de la fauna silvestre además de haber eliminado grandes sectores de vegetación arbórea que actualmente están cubiertos de hierbas y arbustos que representan el inicio de una nueva sucesión ecológica. Este estudio (Heredia 1984) recomendó instalar suficientes estaciones meteorológicas dentro de la cuenca que permitan obtener registros climáticos en diferentes áreas. Sugirió utilizar la especie *Tecoma stans* (L.) HBK, (BIGNONIACEAE, Timboque ó Flor Amarilla), como productora de leña y carbón vegetal dadas sus condiciones de rápido crecimiento y gran adaptabilidad dentro de la cuenca.

Peña (1984) en su estudio Levantamiento Semidetallado de Suelos de la Cuenca del Río Grande de Zacapa, Subcuenca del Río San José, delimitó los suelos, los clasificó, hizo un análisis físico y químico del suelo y estableció su capacidad de uso según el manual 210 del USDA. Además, se realizó un estudio del uso de la tierra con apoyo del método de la fotointerpretación de fotografía aérea, análisis e interpretación del material

cartográfico. Este estudio definió el potencial de los suelos para la producción agrícola, pecuaria y forestal.

Camposeco (1987) realizó una Evaluación con fines de riego de las áreas bajo influencia de los proyectos hidroeléctricos sobre el Río Grande de Zacapa. Se evaluó el impacto ambiental que provocarían los embalses que se proyectaron a lo largo de la cuenca del Río Grande de Zacapa. En el momento de realizar el estudio se explotaba la agricultura con cultivos propios de la región (Jupilingo, Camotán, Jocotán y Santa Bárbara) como son maíz, frijol, tabaco, tomate, chile y sandía. Los proyectos hidroeléctricos estuvieron enfocados a la producción, satisfacción y demanda de energía eléctrica de la región. Estos estudios se llevaron a cabo en los siguientes proyectos hidroeléctricos: Jupilingo, Camotán, Jocotán y Santa Bárbara. Camposeco concluyó que entre los tres proyectos hidroeléctricos se conforma el 56% de área de suelos agrícolas, esto se manifiesta en mayor proporción en Jupilingo y Camotán. Indicó, además que al inundar las diferentes áreas, podría surgir una serie de problemas entre los pobladores ya que perderían la única fuente de ingresos y habría un desplazamiento de ellos de las partes bajas en las cuales existen caseríos y aldeas.

Instituciones como el Instituto Interamericano de Ciencia y Cooperación Agrícola (IICA) con motivo de la realización de programas en el área del Trifinio (conformado por los países de Guatemala, El Salvador y Honduras) se plantearon un gran número de proyectos llevados a cabo por la Organización de Estados Americanos (OEA) y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI). Entre estos estudios se puede mencionar el Diagnóstico Preliminar de la Cuenca Hidrográfica Binacional Motagua (Guatemala-Honduras) (González 1988). En este estudio se hace una caracterización biofísica de la Cuenca del Río Motagua.

Debido al Plan Trifinio se realizó una evaluación de los riesgos de Desastres Naturales en la Región del Trifinio (Kuroiwa 1987), en donde se estudiaron los riesgos frente a los desastres naturales de la región del Trifinio, con la finalidad que los proyectos que se ejecuten sean realizados adecuadamente. Se estudió la documentación existente, determinando los datos que faltaban para los fines del estudio, los que fueron luego

recabados en las capitales de los tres países (Guatemala, El Salvador y Honduras), donde además se entrevistaron especialistas funcionarios de los gobiernos y consultores privados. Luego se verificó la coincidencia de la información estudiada con las huellas dejadas por pasados eventos, como daños causados por sismos, historia de daños, reparaciones de iglesias, entre otros. Se determinó que los terremotos constituyen el mayor riesgo para la región por su sismicidad, por lo extenso que suelen ser las áreas macrosísmicas de magnitud grande o intermedia. Además, por ser una zona montañosa y sufrir la influencia de las tormentas tropicales y huracanes, las inundaciones y avalanchas asociadas con las lluvias torrenciales que se desatan, constituyen otros de los mayores riesgos de la región. Agrega el estudio que debido a la deforestación y el sobrepastoreo, el problema de la erosión de suelos se ha agravado en la región.

Entre los estudios más recientes se encuentra el realizado con apoyo del Instituto Interamericano de Ciencia y Cooperación Agrícola (IICA) y la Cooperación Española como parte del Desarrollo de las Cuencas Hidrográficas Lempa y Motagua, llamado Estudio Semidetallado de la Subcuenca del Río Jupilingo, Prediagnóstico, (Alvarado y Aguilar 1993). Como producto del estudio se elaboró un inventario, análisis e interpretación de la información existente sobre la subcuenca, así como la generación de una estrategia para ejecutar las etapas subsiguientes del Plan de Manejo de la región.

El presente estudio pretende contribuir con el desarrollo de la región realizando una Evaluación Ambiental, utilizando la metodología de las Unidades Ambientales de Manejo con base técnico-científico.

## **B. Marco Conceptual**

La interrelación entre el ambiente, la población y los recursos naturales se llevan a cabo físicamente en la cuenca hidrográfica. Para poder analizar estos eventos naturales debemos considerar algunos temas en torno a la cuenca hidrográfica, el cambio climático y las amenazas naturales.

### **1. Cuenca Hidrográfica**

La define Ramakrishna (1997) como un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río. La cuenca se divide en subcuencas y microcuencas. El área de la subcuenca está delimitada por la divisoria de aguas de un afluente, que forma parte de otra cuenca, que es la del cauce principal al que fluyen sus aguas. La microcuenca es una agrupación de pequeñas áreas de una subcuenca o parte de ella.

De la misma forma, se puede definir como la unidad geográfica natural que ofrece el marco apropiado para la planificación del desarrollo económico-social de una región o país (Seminario 1986). La cuenca hidrográfica es un sistema que contempla los aspectos biofísicos, demográficos, económicos y sociales que se encuentran interrelacionados entre sí. De la cantidad y calidad de estas relaciones depende el desarrollo armónico, basado en el aprovechamiento, protección y conservación de los recursos que en ella se encuentren, asegurando una producción óptima y sostenida (Seminario 1986).

Entre los componentes de una cuenca se encuentran el clima, el relieve, el tipo de suelos, la geología y la vegetación, la cual interviene en el ciclo hidrológico en las fases de precipitación, intercepción, transpiración, evaporación desde el suelo, infiltración y escorrentía.

## **2. Manejo de cuencas**

El Plan de Manejo de cuencas es la gestión que el hombre realiza en una cuenca para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrece con el fin de obtener una producción óptima y sostenida, es decir, alcanzar un uso verdaderamente racional de los recursos naturales en especial el agua, el bosque y el suelo, considerando al hombre y la comunidad como el agente protector o destructor (Basterrechea, 1987). El objetivo del mismo es proporcionar alternativas al encargado de tomar decisiones respecto al uso de los recursos naturales, entendiéndose por recursos naturales no solamente el bosque sino también los cultivos industriales, todos ellos con una importancia directa en la economía de los países.

El Plan de Manejo de una cuenca puede tener diferentes características de acuerdo con el tipo de aprovechamiento que se le está dando, y podría tener énfasis en:

- Prevención
- Mejoramiento
- Rehabilitación Protección y Conservación
- Manejo Integral

Entre los indicadores para determinar un buen manejo de la cuenca están: el régimen hidrológico (caudales máximos, caudales mínimos, fluctuaciones características de hidrograma), calidad del agua, erosión, arrastre y transporte de sedimentos por el agua.

El manejo inadecuado de las cuencas se debe principalmente a un aumento en la población (existen a finales de 1999, 6 millardos de habitantes en el mundo), situación que obliga al crecimiento de las fronteras agrícolas, aumento de la emisión de gases de efecto invernadero por quemas ó incendios forestales, tala inmoderada de los bosques, acciones que dan como resultado el cambio climático. Según la conclusión más importante a que llegó el estudio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), a través del proyecto denominado GEO-2000, es que la pobreza en la que se encuentran la mayor parte de los habitantes del planeta y el consumo excesivo de la minoría, son las dos causas más importantes de la degradación ambiental mundial, esta situación es insostenible, y continuar posponiendo acciones no constituye ya una opción,

agregan. Estos cambios modifican las condiciones meteorológicas lo que ha dado como resultado fenómenos naturales que constituyen una amenaza a la población mundial.

### **3.Cambio Climático**

La contaminación atmosférica tiene una larga historia que habla del uso de los combustibles como su principal causa. Según menciona Flores Rodríguez (1997), en la Edad Media, para proteger la salud de los miembros del Parlamento, el rey Eduardo I de Inglaterra prohibió que se quemara carbón durante las sesiones.

A partir de la Revolución Industrial, la temperatura de la Tierra se ha elevado entre 0.3 °C y 0.6 °C que representa el cambio más rápido registrado. Los niveles promedio de los océanos se han elevado entre 10 cm y 25 cm en los últimos 100 años debido a una expansión térmica del agua producida por el calentamiento de la Tierra. Las actividades de los seres humanos están aumentando las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, razón por la cual se está espesando la capa protectora. Se están absorbiendo más radiaciones ultravioletas y por lo tanto se está calentando más la superficie de la Tierra. El resultado directo podría ser un calentamiento de la atmósfera entre 1 °C y 3.5 °C durante los próximos 100 años, a estos efectos habría que sumar el incremento ya observado de alrededor 0.5 C desde el período preindustrial.

Las emisiones adicionales de gases a la atmósfera causan el aumento en la temperatura, a estos gases se les llama gases de efecto invernadero. Se denominan así ya que su acumulación en la atmósfera provoca un efecto similar a un invernadero, al acumularse se forma una capa que absorbe y refleja los rayos solares nuevamente al planeta. El aumento de energía térmica sobre los niveles normales causa una serie de efectos perjudiciales en el equilibrio del planeta.

Entre los principales gases de efecto invernadero se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), y el vapor de agua (H<sub>2</sub>O). Estos gases representan menos del 1% de la atmósfera que está compuesta principalmente de oxígeno (21%) y nitrógeno (78%) pero sin ellos la tierra sería unos 30 °C más fría de lo normal.

Los impactos a corto plazo en los regímenes de vientos y lluvia con efectos negativos para la agricultura y aumento de los niveles marítimos y costeros podrán causar salinización de fuentes de agua dulce.

Según el reporte de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, en su reporte del Estado del Ambiente y los recursos naturales en Centroamérica (1998), la precipitación en la vertiente del Caribe podría aumentar o disminuir entre un 10 a 20%, mientras que en la vertiente del Pacífico estas variaciones podrían ser entre 10 y 15% del total anual de lluvia. Los cambios en las condiciones climáticas de Centroamérica, los cuales son bastante conservadores, podrían traer serias consecuencias a sectores y recursos importantes como la agricultura, los recursos hídricos y los recursos marinos y costeros.

En el sector de los recursos hídricos, las variaciones en la precipitación afectarían directamente la producción de energía en la región, la cual es principalmente hidroeléctrica. En caso de producirse un aumento en la cantidad de precipitación, el aprovechamiento de ese exceso de agua estaría limitado por las características de construcción y operación de las represas; al mismo tiempo, afectaría la vida media de los embalses a través de los procesos de erosión asociado a un pobre manejo de las cuencas. De suceder lo contrario, una disminución en la lluvia produciría también problemas en el sector hidroeléctrico aumentando el uso de plantas térmicas, emisoras de Gases de Efecto Invernadero, además disminuyendo la disponibilidad de agua potable y la utilización del recurso riego en la agricultura.

Bajo la estructura de la Convención sobre el Cambio de Clima de las Naciones Unidas, abierta para firmarse en la Cumbre de la Tierra de 1992, y ahora ratificada por 155 naciones, los países industrializados están comprometidos a reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero a los niveles de 1990 para el año 2000. Aunque pocos países están en el blanco para realizar esa meta, en 1995 los países miembros decidieron fortalecer el acuerdo.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio de Clima (IPCC) coordinado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización

Meteorológica Mundial (OMM, una agencia de Naciones Unidas), emitió su segundo informe de evaluación en Diciembre de 1995, encontrando “visible influencia humana sobre el clima global”. Basado en el trabajo de 2,000 científicos líderes de 130 países, el IPCC, establecido en 1988, revisa la investigación científica en el cambio del clima.

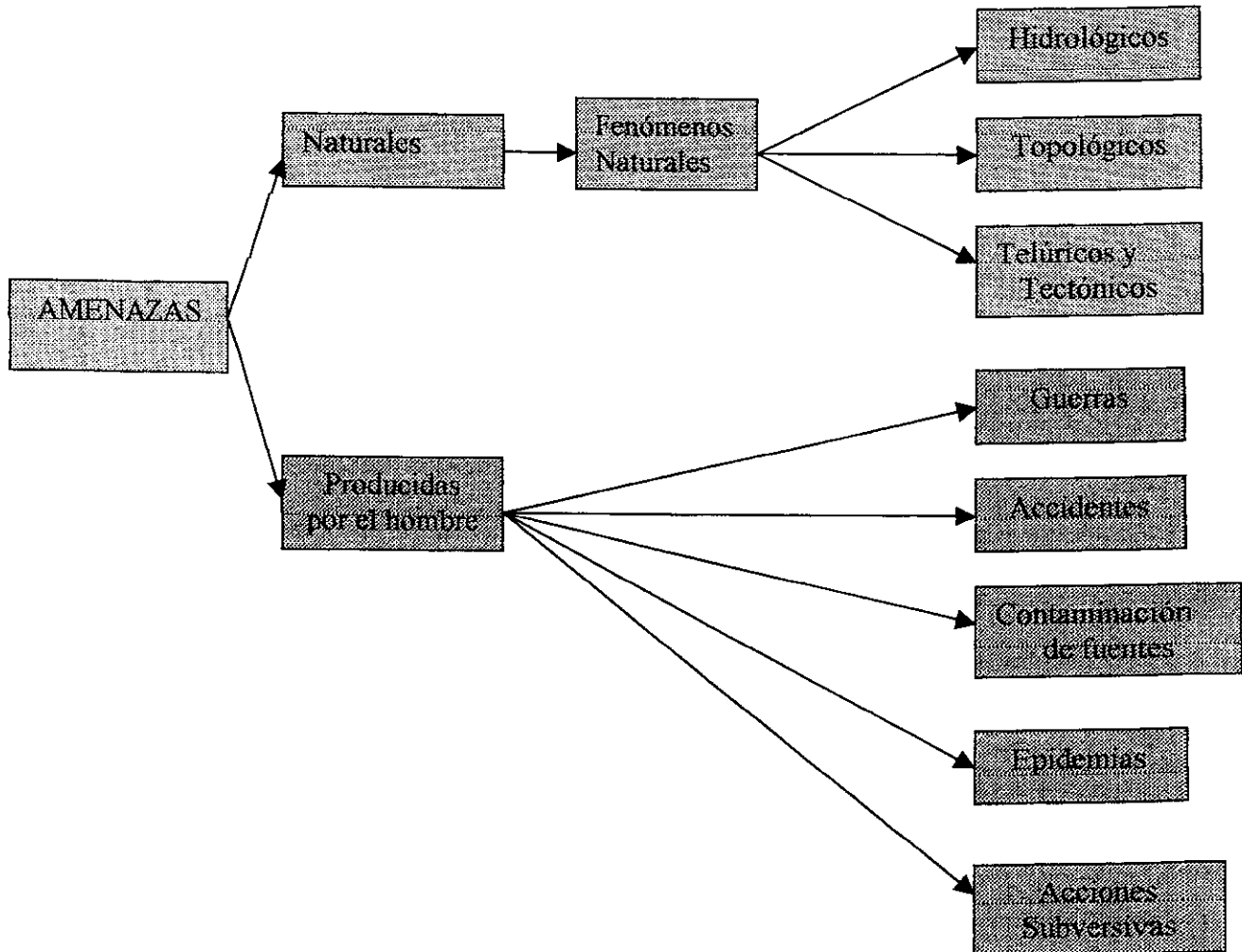
#### **4.Desastres Naturales**

Generalmente es común apreciar una acción pasiva frente a los desastres, debido a la idea tradicional, que se dan en forma inevitable, originados por fuerzas incontrolables. Los desastres no son producto del azar, sino la manifestación de un fenómeno o evento de origen natural o provocado por el hombre, que se presenta en un espacio y tiempo limitado ocasionando trastornos en los patrones normales de vida y pérdidas humanas, materiales y económicas, debido a su impacto sobre poblaciones, edificaciones, recursos vitales o el ambiente. (Plaza, et al. 1998) A estos eventos o fenómenos físicos, cuando se manifiestan sin afectar al ser humano, se les denomina fenómenos naturales. Cuando estos fenómenos del ambiente se tornan peligrosos para el hombre se les llama amenazas naturales, así como todos los fenómenos de origen natural que tienen el potencial de afectar adversamente al ser humano, sus instituciones, infraestructura y actividades. Si esta amenaza ocasiona daños o pérdidas se convierte en un desastre natural. A pesar de que los desastres naturales tienen su origen en fenómenos ocasionados por la naturaleza, no se puede concluir que son un proceso puramente natural, puesto que requieren de la participación activa o pasiva del hombre para que ocurran. Esta misma acción humana, que puede aumentar la frecuencia o intensidad de los fenómenos naturales, y que puede originar la presencia de amenazas naturales donde antes no existían, es también capaz de reducir o eliminar los efectos destructivos de los fenómenos naturales.

#### **5.Tipo de Amenazas.**

De acuerdo con su origen, las amenazas pueden ser de dos tipos: 1) naturales, es decir provenientes de fenómenos físicos originados por la naturaleza y sus elementos, y 2) producidas por el hombre. (VER FIGURA 2)

**FIGURA 2 CLASIFICACIÓN DE LAS AMENAZAS SEGÚN SU ORIGEN**



Fuente: Manual Para la Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable, Galo Plaza, Hugo Yopez/OPS-OMS, 1998.

## **6. Características de las Amenazas**

Como amenazas se pueden mencionar terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, tsunamis o maremotos, huracanes y sequías. A continuación se explicará brevemente cada una de estas amenazas, sin embargo, por objeto de este estudio interesa principalmente la amenaza de los huracanes e inundaciones.

### **a. Terremotos**

Los terremotos tienen varios orígenes, el principal es el movimiento tectónico, es decir, la liberación repentina de la energía acumulada en rocas y fallas de la corteza terrestre ubicadas en la zona de choque de las placas tectónicas.

Los terremotos representan una seria amenaza debido a la irregularidad en los intervalos de tiempo en que ocurren además de la falta de sistemas adecuados de pronóstico y riesgos asociados con los siguientes hechos:

- Los sismos son una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del epicentro del terremoto, a su falla estructural puede constituirse en causa de muchas muertes, especialmente en áreas densamente pobladas.
- Los derrumbes asociados a los sismos son frecuentes en zonas de topografía relativamente inclinada y de poca estabilidad de pendiente.
- La licuefacción activada por un sismo se convierte en una de las amenazas geológicas más destructivas.
- Los lugares con terrenos inundados, terraplenes, aluviones u otros materiales propensos a asentarse, son propicios a hundimientos de tierra o depresiones de la superficie.
- Los tsunamis u olas sísmicas, que son generados mayormente por los terremotos producidos en el subsuelo oceánico, causan inundaciones en zonas costeras.

Los terremotos son medidos por su magnitud y por su intensidad. La magnitud sísmica se mide en dos escalas: Richter y Mercalli (escalas de magnitud y de intensidades respectivamente).

### **b. Erupciones Volcánicas**

Los volcanes son estructuras compuestas de materiales que se acumulan sobre la superficie terrestre y que presentan perforaciones que comunican con la corteza terrestre, de la que escapan a la superficie rocas fundidas y gases. La actividad volcánica que tiene lugar normalmente en la zona de choque de las placas tectónicas varía entre una suave

emisión de lava y explosiones violentas que arrojan grandes volúmenes de fragmentos de roca a gran altura.

Son dos las clases de erupciones que originan las amenazas volcánicas: Erupciones explosivas, las cuales se producen por la rápida disolución y expansión del gas desprendido por las rocas fundidas cuando éstas se aproximan a la superficie terrestre. Las explosiones constituyen una amenaza al diseminar bloques y fragmentos de rocas y lava a una distancia variable del origen, erupciones efusivas, en las cuales el flujo de materiales y no las explosiones en sí, constituyen la mayor amenaza.

Los flujos varían en naturaleza (lodo, ceniza, lava) y cantidad, y su origen puede provenir de diferentes fuentes. Su acción está determinada por la gravedad, la topografía que los rodea y la velocidad del material. Las amenazas relacionadas con las erupciones volcánicas son los flujos de lava, la caída de cenizas y proyectiles, las corrientes de lodo y los gases tóxicos.

### **c. Tsunamis**

Los tsunamis son grandes olas generadas por terremotos, erupciones volcánicas y derrumbes en el suelo marítimo. Las elevaciones de las crestas de estas olas pueden alcanzar los 25 metros sobre el nivel del mar y se producen mayormente en el océano Pacífico. Estas olas son difíciles de detectar y vigilar debido a sus características en mar abierto, tales como longitud (distancia entre cresta y cresta), que puede ser mayor de 100 Km, velocidad de hasta 700 km/hr, y pequeñas elevaciones de cresta en aguas poco profundas. La cantidad de energía en el tsunami se considera aproximadamente en  $10^{23}$  ergios para el de mayor intensidad, y usualmente es de 1% a 10% del total de la energía del terremoto que lo causa. Las características de las inundaciones costeras causadas por tsunamis son las mismas que las causadas por olas ciclónicas (incremento anormal del nivel del mar asociado con huracanes y otras tormentas marítimas.)

#### **d. Sequías**

Las sequías son períodos secos prolongados en ciclos climáticos naturales que se originan en un conjunto complejo de elementos meteorológicos que actúan en el suelo y la atmósfera. Esto determina la alteración en el balance hídrico de una zona y torna insuficientes los recursos hídricos para satisfacer los requerimientos de consumo humano, animal y vegetal, principalmente para riego, generación de energía eléctrica y, lo que es más importante, para agua potable. (Plaza, et al. 1998)

Existen varias definiciones de sequía, entre ellas están la sequía de precipitación, que se refiere a períodos de lluvia en los cuales la caída pluviométrica es inferior a lo establecido como normal de acuerdo con los promedios para dicho período. Tales promedios se establecen con base en datos obtenidos mediante un registro de 30 años como mínimo. En estos casos la sequía puede ser parcial, total o absoluta. Se consideran sequías hidrológicas cuando se toma en cuenta la reducción de caudales, volúmenes almacenados o disminución de la napa freática. (Plaza, et al. 1998)

La sequía no se inicia necesariamente cuando cesa la lluvia, pues podría tenerse agua almacenada en la superficie o el subsuelo para mantener el balance hídrico por algún tiempo. Inclusive, cuando se cuenta con precipitaciones escasas y esporádicas que aportan cantidades insignificantes de agua, y el uso de ésta es mayor, el balance hídrico se ve afectado.

#### **e. Huracanes e Inundaciones**

Los huracanes son grandes depresiones tropicales caracterizadas por fuertes tormentas y vientos centrípetos con velocidades que exceden 115 km/hr, y que pueden alcanzar hasta 300 Km/hr y velocidades de desplazamiento de 50 a 70 km/hr, asociados con altas precipitaciones de lluvia, inundaciones, correntada o avenidas y marejadas. (OPS/OMS, et al. 1982) Estos fuertes temporales se denominan también ciclón tropical, tifón, depresión tropical o tormenta tropical.

Los huracanes se generan sobre aguas cálidas a bajas latitudes y son especialmente peligrosos debido a su potencial destructivo, su zona de influencia, origen espontáneo y

movimiento errático. Sin embargo, actualmente es posible detectarlos con algunas horas de anticipación y predecir su curso. A diferencia de los tornados, que son fuertes temporales locales, sus trayectorias presentan un ancho de grandes dimensiones, y el ojo del huracán puede llegar a tener un diámetro que varía entre 20 y 150 Km.

El huracán se caracteriza porque en su interior las condiciones meteorológicas son muy tranquilas, con vientos débiles y presiones muy bajas. Sin embargo está rodeado de vientos muy fuertes. A medida que el ojo del huracán pasa sobre un lugar, los vientos descienden hasta ser muy débiles o incluso calmarse, pero es solo una fase temporal a la que sigue inmediatamente la reanudación de vientos violentos que soplan en dirección contraria.

La estación invernal no está completamente libre de huracanes, pero pocos tienen lugar antes de julio (Longley 1970). El número de tormentas definidas por año ha variado considerablemente en los últimos años, teniendo lugar las primeras y últimas en el Golfo de México, manteniéndose las tormentas de septiembre en el Atlántico, al Este de las Indias Occidentales. A lo largo de la costa occidental de México y desplazándose hacia el Noroeste, se encuentran algunas tormentas relacionadas con el centro de alta presión de las Bermudas. (Longley, 1970)

Generalmente, las destrucciones ocasionadas por los huracanes se pueden asociar a lo siguiente: vientos muy fuertes que impactan en las estructuras fijas y objetos que vuelan como consecuencia de los mismos, y fuertes precipitaciones de varias horas de duración, antes y después del huracán. La magnitud de los vientos depende de la humedad ambiental, la velocidad y magnitud del mismo y ocasionan saturación de suelos e inundaciones.

En cuanto a las inundaciones se distinguen dos tipos de fenómenos hidrometeorológicos:

- **Desbordamiento de los ríos.** Tiene lugar cuando el volumen de agua originado por las lluvias excede la capacidad de conducción del cauce normal de un río. Las amenazas relacionadas con inundaciones por desbordamiento de los ríos normalmente se presentan cuando el hombre localiza sus asentamientos en las

áreas naturales de inundación o transporte de excesos de agua. Los flujos rápidos y repentinos causan inundaciones locales de gran volumen y cierta duración, producto de lluvias torrenciales sobre un área de drenaje relativamente pequeño. Se originan mayormente en quebradas y ríos pequeños.

- **Inundaciones costeras.** Se deben a las olas ciclónicas que provocan un crecimiento anormal del mar y son ocasionadas por ciclones, huracanes y otras tormentas marítimas. Las inundaciones causadas por las lluvias se agravan por acción de los fuertes vientos, por lo común en la costa. Las destrucciones causadas por olas ciclónicas se pueden atribuir al impacto de las olas y de los objetos asociados con el pasaje del frente de la ola y a los daños ocasionados por las fuerzas hidrostáticas y dinámicas, es decir, el impacto directo de las olas sobre estructuras fijas.

En ambos casos, la influencia de la geología y topografía del terreno es importante, puesto que la escorrentía es modificada por la vegetación y por las características del suelo y roca superficial donde tiene lugar la precipitación pluvial. La humedad del suelo es un factor de mucha importancia, además el caso de las precipitaciones prolongadas disminuye la capacidad de infiltración la cual es mayor al comienzo de una tormenta y decrece conforme llueve en determinada área.

## **7. Experiencias Nacionales e Internacionales**

El aumento en la frecuencia de los desastres naturales se ha generalizado a todo el mundo, además la intensidad con que se han dado estos eventos han llamado la atención en los últimos años. (VER CUADRO 2 ANEXO 2) Este registro tiene relevancia debido a que se determina el incremento en la incidencia de casos de desastres más frecuentes y muestra además qué tipos de fenómenos naturales son los que han venido causando mayor daño en los recursos naturales, la población y el ambiente.

Como experiencias nacionales e internacionales se pueden mencionar algunos casos reportados en documentos publicados de organismos internacionales. Estos estudios contienen un registro de los eventos naturales y de las áreas más vulnerables a los

mismos, además determinan el impacto que un fenómeno natural puede provocar causando contaminación y escasez del agua, destrucción de estructuras y daño a poblaciones. (Plaza, et al. 1998)

- **El caso de México**

En el caso de las inundaciones, México tuvo el mayor desastre natural en el año 1999 por causa del Huracán Irene, se reportaron numerosas pérdidas de vidas de seres humanos, así como pérdidas en la agricultura, en los recursos naturales y en el ambiente.

- **El caso de Turquía**

Un fuerte movimiento telúrico tuvo lugar en Ankara, Turquía provocando la muerte de 675 personas y 4,794 heridos, según el Observatorio Sismológico de Kaynasili, el epicentro del sismo fue situado en Duzce en la provincia al Oeste de Bolu, la magnitud del sismo fue de 5.7 grados en la escala de Richter. En agosto de 1999 ocurrió otro sismo de 7.4 grados en la Escala de Richter registrado en el oeste de Turquía, donde dejó más de 17 mil muertos y 40 mil heridos, así como 500 mil damnificados.

- **El caso de Honduras**

El huracán Mitch provocó cuantiosos daños en la República de Honduras. El cambio de uso de la tierra desde 1940 a 1992 y la pérdida de bosques es de 800km<sup>2</sup> anualmente, ha traído como resultado sequías y almacenamiento de sedimentos en ríos.

En el caso del Mitch se enfrentaron los siguientes problemas, según Montoya (Presidente de AIDIS, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, capítulo Honduras, 1999):

1. Magnitud inesperada del fenómeno
2. Población sin acceso a agua potable, durante y después del evento
3. 420,000 personas refugiadas en 994 albergues temporales
4. Deterioro de las condiciones de saneamiento
5. Alto riesgo de epidemias

6. Dificultad para realizar una rápida evaluación de daños y necesidades
7. Falta de información respecto a los recursos naturales.

Las lecciones aprendidas fueron básicamente las siguientes:

- La intensidad del Huracán Mitch en Honduras estuvo directamente relacionada con la degradación ambiental. Razón de 800 km<sup>2</sup> anuales de deforestación.
- Deben hacerse mayores estudios de vulnerabilidad y planes de prevención.

- **El Caso de El Salvador**

La República del Salvador ha sufrido uno de sus mayores desastres naturales, un terremoto devastador afectó la región central y oriental del país dejando a su paso cientos de muertos y destrucción física. El terremoto ocurrió el 13 de enero del año 2001 con una intensidad de 7.8 grados en la escala de Richter. Provocó deslizamientos de cerros debido a la deforestación y la degradación ambiental causada por el mal manejo de los recursos naturales de la región.

### **C. Marco Histórico**

Guatemala presenta antecedentes históricos de desastres naturales, esto debido a su posición geográfica y tectónica.

Con relación a terremotos según información histórica que tiene el Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH 1975), en el siglo XX se presentaron los siguientes eventos:

➤ **Terremotos:**

Terremoto de 1902: Registrado el 18 de abril a las 20:23 horas, causando daños principalmente en Quetzaltenango y Sololá, en esa oportunidad se reportaron 200 muertos.

- Terremoto de 1913: Registrado el 8 de marzo a las 08:55 horas, causando destrucción total en Cuilapa departamento de Santa Rosa.

- Terremotos de 1917 y 1918: Registrado el 27 de noviembre en Villanueva y el temblor del 26 de diciembre a las 05:21 que destruyó gran parte de centro de la capital. El 4 de

enero de 1918 a las 04:30 y 04:32 horas se dieron sismos que marcaron el final de la actividad sísmica de esos eventos.

- Terremoto de 1942: Registrado el 6 de agosto a las 23:36 horas fue hasta la fecha el de mayor magnitud, generó daños mayores en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, San Marcos, Totonicapán, el Quiché, Sololá, Escuintla y Huehuetenango. (INSIVUMEH 1975)

En cuanto a eventos de erupciones de volcanes el mayor de los eventos reportados es la erupción del volcán Tacaná, primer volcán de la cadena centroamericana de volcanes que se ubica en la frontera México-Guatemala y tiene una altura de 4,030 metros sobre el nivel del mar, el cual corresponde al tipo de estratovolcán formado por capas de material fragmentario y corrientes de lava intercaladas, surgidas en épocas de actividad explosivas. Este volcán ha tenido actividad de explosión freática menor en los años 1855, 1878, 1903, 1949/1951 y en 1968 que presentó una explosión freática mediana y actividad sísmica de enjambre causando pánico en la población. (INSIVUMEH 1975)

#### ➤ Huracanes e Inundaciones

El territorio de Guatemala ha sufrido las consecuencias de huracanes e inundaciones provocadas por los mismos en los últimos años, mencionando algunos de estos eventos a continuación:

- Huracán Francelia en 1969
- Huracán Laura en 1972
- Huracán Fifi en 1974
- Huracán Adrián en 1981
- Huracán Olivia: Reportado sobre las costas de El Salvador el 21 de septiembre de 1972. La lluvia se concentró más hacia la zona central y las costas del Pacífico, principalmente sobre las altas montañas decreciendo apreciablemente en la zona noroccidental. Durante su paso por Guatemala el huracán tuvo núcleos de mayor precipitación en Chimaltenango (60mm), en Sacatepéquez (70mm) y en Jutiapa (30mm). En la región nororiental se localizaron dos núcleos aislados de regular

intensidad, uno sobre Izabal (60mm) y otro sobre el Petén (50mm). (MAGA 1977)

- Inundaciones por crecimiento del río Grande de Zacapa en los departamentos de Zacapa y Chiquimula en los años 1925, 1927, 1934, 1944, 1966, 1968, 1970, 1971, 1988, 1998, saliendo de sus cauces los ríos San José y Shutaqué, dejando derrumbes y pérdidas de viviendas. (INSIVUMEH 1999).

Centros poblados como la Ciudad de Guatemala, Antigua Guatemala y la Ciudad de Quetzaltenango han sido afectados pero en menor grado, sin embargo, puede mencionarse el desbordamiento del río Nimá I en agosto de 1982. Poblados como los situados en la Costa Sur han sido sujetos a daño, tal el caso de poblados que están en el área de influencia del río Achiguate que en julio de 1989 causó daños en San José y Sipacate.

En el estudio presentado por el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central y el INSIVUMEH (1999), se realizó un Mapa de Amenaza de Inundación como parte de un registro histórico de Inundaciones en el país en el período de tiempo de 1900-1989. En este estudio se localizaron los eventos en un mapa de la República de Guatemala a escala 1:250,000 y posteriormente a escala 1:500,000. El objetivo principal del documento es que sea de utilidad para la planificación, prevención y control de las zonas inundables de Guatemala.

En el anexo 2 se presentan los cuadros 3 y 4 de datos históricos de inundaciones de eventos por departamento durante los años 1800-1899 y los años 1900-1989, así como el cuadro 5 de Tipo de Desastres de 1530 a 1986 en Guatemala. (INSIVUMEH 1999).

Además se generó un mapa de Poblados Afectados por Inundaciones y Deslizamientos, (VER MAPA 3 ANEXO 1); el mapa de Recurrencia de Fenómenos Naturales (VER MAPA 4 ANEXO 1) y el mapa de Ubicación de Deslizamientos de la República de Guatemala (VER MAPA 5 ANEXO 1) realizado por el proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información y CATIE, para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación en el Programa de Emergencia por Desastres Naturales MAGA-BID (enero 2001).

#### **D. Marco Metodológico**

Constituye un aspecto importante en el desarrollo de esta investigación tomar en cuenta la experiencia de otros países en el manejo de la información. A continuación se mencionan algunos casos de la metodología utilizada y el enfoque de unidades ambientales aplicada a las evaluaciones ambientales y al ordenamiento territorial ambiental.

- **Caso México**

En investigaciones realizadas por la Universidad Autónoma de México se aplica el concepto de desarrollo sostenible. Es conocido que el desarrollo sostenible pretende lograr una actividad racionalizada en el uso y manejo de los recursos naturales, lo cual sólo puede lograrse si se consideran las relaciones de causa y efecto que se dan entre los componentes del paisaje geográfico, (www. SEMANARP.com Cervantes, 2000). Según el estudio mencionado, se considera el "Paisaje Geográfico", como la interacción de los cuatro grandes elementos que componen y caracterizan el paisaje terrestre: A) El Físico; B) El Biológico; C) El Humano y D) El Cultural.

Como una de las principales conclusiones de este trabajo de investigación se menciona que para la Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAP), las unidades morfológicas del paisaje delimitadas por factores macroclimáticos y fisiográficos, constituyen la regionalización ecológica, que sirve como ordenamiento territorial para la planeación y evaluación ecológica del país (Cervantes 2000).

- **Caso Venezuela**

En Venezuela se ha adoptado el principio de las evaluaciones ambientales con el propósito de lograr una relación armónica entre el hombre y la naturaleza. Según Sebastián, Villaró y Alvarez (2000) en el estudio que realizaron sobre evaluaciones ambientales, mencionan que constituyen un instrumento de coacción para asegurar que las políticas y metas definidas por los Estados, en relación con la protección del

ambiente, realmente se incorporen en los programas y acciones que conlleven a una ocupación del territorio. Se menciona además que la ecología del Paisaje es la suposición de que un espacio específico de un paisaje es una entidad que incluye todos sus componentes heterogéneos, incorporando al hombre como un elemento más del conjunto. Los autores señalan asimismo que el objeto de estudio de la ecología del paisaje es el "paisaje", correspondiendo éste a la heterogeneidad de un área de tierra compuesta por un grupo de ecosistemas interactuantes, que se repite en forma similar a lo largo del espacio (Sebastiani 2000). Los especialistas de las ciencias de la tierra (geógrafos, agrónomos, geomorfólogos, entre otros) y biólogos, utilizan el término paisaje para identificar patrones individuales de superficie definidos en función de unos atributos de la tierra, identificados por cada disciplina en cuestión y para entender la realidad espacial de forma sistemática. Con la última visión de paisaje se han realizado estudios claves en Venezuela para el entendimiento de la heterogeneidad ambiental del país (Sebastián 2000). En la metodología utilizada, en la evaluación ambiental propuesta por este estudio, se realizaron las siguientes actividades:

- recopilación y actualización de la información para el área en estudio,
- caracterización integrada de las unidades de paisaje,
- identificación de elementos ambientales críticos,
- identificación de la sensibilidad ambiental para las unidades de paisaje,
- relación entre la sensibilidad ambiental de las unidades de paisaje y las características del proyecto,
- proposición de lineamientos de localización e identificación de impactos y medidas.

## **V. METODOLOGIA**

### **A. Metodología**

La metodología que se utilizó en la presente investigación consiste en el análisis de la información existente de la región así como de la información cartográfica básica y temática. Entre los aspectos analizados como parte de la metodología se encuentran: drenaje superficial, análisis fisiográfico-geomorfológico, suelos, clima, uso de la tierra, uso potencial de la tierra. Además se aplicaron las unidades ambientales de manejo como la Unidad de Degradación, Unidad de Conservación, Unidad de Rehabilitación y la Unidad de Contaminación. Estas unidades se describirán más adelante en la sección que describe la Situación Ambiental y Ordenamiento Ambiental.

### **B. Método de Gabinete**

#### **1. Recopilación de información básica.**

Se recopiló la información disponible sobre generalidades de toda la cuenca. Esta información se encuentra en diferentes instituciones como Instituto Nacional de Bosques (INAB), Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC), Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Geográfico Nacional (IGN), Proyectos de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Instituto Interamericano de Comercialización Agrícola (IICA), (Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación) FAO, diferentes trabajos, estudios y tesis que se han realizado de la región.

#### **2. Información cartográfica**

Los términos utilizados para la formulación de estudios para el desarrollo dependen de la superficie geográfica que se va a analizar; va desde el nivel de estudio exploratorio (escala 1:1,000,000), general (1:500,000), de reconocimiento (1:250,000), semidetalle (1:50,000), detallado (1:15,000-1:30,000) y muy detallado (> 1:10,000). Esta investigación se realizó a nivel de semidetalle debido a que se estudió a nivel de subcuenca, por lo que se obtuvo la información de los mapas publicados por el Instituto

Geográfico Nacional en 1985 a escala 1:50,000 que cubren la subcuenca del Río Jupilingo siendo estos:

- El Tesoro 2360-I
- Timushan 2360-II
- Chanmagua 2359-I
- Jocotán 2360-III

Se utilizó la hoja a escala 1:250,000 de Chiquimula, ND 16-5

### 3. Información de Fotografía Aérea

Esta información se obtuvo mediante la compra de 10 fotografías aéreas escala media aproximada 1:60,000, en blanco y negro, que cubren la subcuenca en la parte alta, media y baja, de fecha 1987.

Mediante la aplicación de la técnica de la fotointerpretación se derivó la siguiente información:

- **Drenaje Superficial:**
  - a. dendrítico, subdendrítico y trenzado
  - b. paralelo y subparalelo
  - c. Meándrico

En el análisis del drenaje superficial se estudió la dinámica de proceso de erosión, transporte de material y deposición, tomando como base además la fotografía aérea.

- **Geología:** Se separaron los ambientes calizo y volcánico:
  - a. de montaña
  - b. plano y
  - c. pie de monte

- **Fisiografía y Geomorfología**

- **Suelos:**
  - a. cimas
  - b. laderas
  - c. pie de monte

- **Uso de suelo:** Según la Leyenda de Uso de la Tierra de la Unión Geográfica Internacional (UGI) adaptada a la República de Guatemala por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (noviembre, 2000)  
(Ver en anexo 2 Cuadro 12)

#### **4. Información de Imágenes Satelitales**

Se obtuvo una imagen satelital proporcionada por la Universidad Del Valle de Guatemala, del Centro de Estudios Ambientales, proveniente del Centro de Estudios de Instituciones, Poblaciones y Cambio Ambiental de la Universidad de Indiana, tomada en 1996, correspondiente a una escena de la región que comprende el departamento de Chiquimula donde se encuentra la subcuenca del río Jupilingo.

La imagen satelital Landsat TM utilizada en esta investigación contiene 7 bandas, es decir, 7 sensores que captan información en diferentes regiones del espectro electromagnético. Con estas bandas pueden realizarse combinaciones que son de utilidad en diferentes aplicaciones. Esta imagen en particular es compuesta por las bandas 3,4,5, con una resolución de 30 metros.

Se utilizó como referencia la imagen satelital correspondiente al mes de diciembre del año 2000 de la República de Guatemala a escala 1:3,000,000, mosaico realizado por el Centro de Estudios de Informática Aplicada de la Universidad del Valle de Guatemala, y única fuente de imagen satelital disponible en el momento de realizar la presente investigación ya que no fue posible obtener una imagen satelital de resolución adecuada para la investigación.

Imágenes satelitales de la Administración Nacional de la Atmósfera y los Océanos del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América disponibles vía red Internet través del Servicio de Información y Datos y de satélites ambientales nacionales. Estas son imágenes producidas por un satélite ambiental geoestacionario llamado GOES – 8 y por los satélites ambientales de órbita polar llamados POES NOAA-12 y NOAA-14.

## **5. Clima**

Para determinar la región climatológica de la subcuenca se utilizó el mapa climatológico con el sistema Thornthwaite. Para los datos de temperatura, humedad relativa y precipitación se consultaron los registros de las estaciones del Instituto Nacional de Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) que se encuentran disponibles.

## **6. Fisiografía-Geomorfología y Geología**

Para información fisiográfica se utilizó el mapa Fisiográfico-Geomorfológico generado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información, CATIE, para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en el Programa de Emergencia por Desastres Naturales MAGA-BID, de noviembre, 2000. Además se obtuvo la información de Geología generada por el mismo proyecto a escala 1:50,000 de enero 2001.

## **7. Suelos**

La información básica de suelos se obtuvo del Estudio de Suelos de Simmons, Tárano y Pinto (1959).

## **8. Uso Potencial del Suelo y Uso Actual del Suelo**

El Uso Actual y Uso Potencial de la Tierra se determinó por medio de la fotointerpretación (se utilizaron las fotografías aéreas y la imagen satelital disponible), complementada con información recopilada en las visitas de campo y la sobreposición de los mapas de suelos y del uso de la Tierra.

## **9. Flora y Fauna**

En cuanto a la información sobre las especies vegetales de la región se utilizó la información recabada en la investigación sobre bosques realizada por la Universidad de St. Cloud, Minnesota y el Centro de Estudios Ambientales de la Universidad Del Valle

(2000), además los resultados de la vegetación clasificada en el estudio de Zonificación Ecológica y Reconocimiento de la Vegetación de la Cuenca del Río Grande de Zacapa (Heredia 1984). La información que se utilizó sobre la fauna de la región se tomó del Atlas Geográfico de Guatemala (1978)

## **10. Aspectos Socioeconómicos**

En cuanto al aspecto socioeconómico de la población se tomó la información del Instituto Nacional de Estadística (INE) con el Censo de Población realizado en 1994.

### **C. Método De Campo**

#### **1. Uso del Suelo y el Uso Potencial del Suelo**

Se determinó con base en el trabajo de gabinete inicial. Esta actividad consistió en utilizar la técnica de fotointerpretación de las fotografías aéreas disponibles la cual se complementó con la información en el campo. Se determinaron los cultivos y diferentes usos en el área de la subcuenca de acuerdo a la clasificación del Uso Actual de la Tierra adaptada de la Unión Geográfica Internacional (UGI) y revisada en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en noviembre, 2000.

#### **2. Agua**

Para determinar la calidad del agua se tomaron muestras en la parte alta, media y baja de la subcuenca para analizar las características físicas, químicas y bacteriológicas de cada lugar, esto se hizo con el fin de dejar un registro base para futuras comparaciones ya que no existe en este momento un parámetro con el cual se pueda comparar.

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Calidad de Agua del Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

### **a. Características físicas**

Se determinaron los siguientes parámetros:

- Olor en frío
- Olor en caliente
- Color aparente
- Color verdadero
- Conductividad
- pH (en laboratorio)
- temperatura de análisis
- turbiedad
- Sólidos en suspensión
- Sólidos disueltos

### **b. Características Químicas**

- Acidez
- Alcalinidad
- Bicarbonatos
- Cloruros
- Dióxido de Carbono
- Dureza total
- Calcio
- Magnesio
- Hierro Total
- Manganeso
- Nitritos
- Sulfatos

### **c. Características Bacteriológicas**

No se realizaron análisis bacteriológicos de los puntos muestreados.

### **d. Susceptibilidad a la contaminación**

Para determinar la susceptibilidad a contaminación de los cuerpos de agua se determinaron los centros poblados más cercanos así como la participación y área de influencia ya que éstos constituyen aporte importante de contaminación debido al vertido de desechos líquidos y sólidos directamente a las fuentes de agua.

## **D. Ordenamiento Ambiental**

El ordenamiento ambiental es un método propuesto para el impulso del desarrollo sostenible, que se deriva del análisis e interpretación de los estudios de mapeo (realización y actualización de mapas) y clasificación de suelos y del uso del suelo, los cuales permiten inferir y definir cuatro unidades ambientales de manejo. (Alvarado 1994).

Con base en esas unidades ambientales, se aprecian las condiciones naturales que prevalecen dentro de la superficie geográfica en estudio, de los tres macroindicadores del Desarrollo Sostenible: recursos naturales, población y ambiente.

Las unidades ambientales de manejo se fundamentan en las características de génesis, factores y procesos formadores ambientales y en las características antropológicas sociales, económicas y culturales de la población, por lo que constituyen la base técnico-científica para derivar al Uso Potencial. Éste es uno de los resultados que se generan de los estudios de Suelos, del Clima, la Población y del Uso del Suelo, es decir que se aprovecha toda la información existente, generada durante la investigación de gabinete y campo para fundamentar este importante aspecto relacionado con el ordenamiento ambiental.

### **a. Unidades Ambientales de Manejo**

El Ordenamiento Ambiental es un ordenamiento natural que se sustenta en cuatro unidades ambientales de manejo denominadas:

- Unidad de degradación
- Unidad de conservación
- Unidad de rehabilitación
- Unidad de contaminación

Estas unidades constituyen la base fundamental para la conformación del ordenamiento Ambiental del Espacio Geográfico. Es una metodología que se propone para tener un panorama más claro acerca de la problemática que se da en cualquier escenario del medio ambiente.

El pensamiento natural para la planificación que se impulsa, es con apoyo técnico-científico que se basa en el análisis e interpretación de la relación natural: suelo-agua-planta-hombre-medio ambiente.

En la evaluación ambiental que se realizó en el presente trabajo se utilizaron las unidades ambientales de manejo descritas a continuación:

#### **Unidad de Degradación**

Esta unidad se derivó del análisis e interpretación del estudio de los suelos y el clima. Esta zona representa básicamente el área que está en proceso de degradación, es decir, se pierde la calidad que se tuvo en una época o período anterior.

La zona de degradación natural no es provocada por el hombre y se ha dado naturalmente con el paso del tiempo. La zona de degradación no natural se determinó analizando factores como deforestación, crecimiento de la frontera agrícola y erosión causada por la falta de cubierta vegetal. Se utilizó la técnica de la fotointerpretación para determinarlo y además se recopiló más información en las visitas de campo.

### **Unidad de Conservación**

El término conservación se deriva de la palabra conservar, o sea, mantener o preservar. Es sinónimo de administrar, dirigir y este caso en particular, se refiere a las alternativas de cómo administrar la naturaleza existente dentro de la unidad natural denominada cuenca (suelo, agua, vegetación, fauna), para que sean permanentes en el tiempo y espacio, para beneficio de los actuales pobladores y las generaciones venideras. La idea principal para determinar la unidad de conservación es definir y determinar, de acuerdo a la clasificación agrológica de los suelos de la subcuenca, el uso más apropiado o racional y así sugerir las acciones más prácticas tendientes a mitigar la degradación ambiental.

La conservación puede ser preventiva o correctiva.

La unidad de degradación y la unidad de conservación se derivan del análisis e interpretación del estudio de los suelos y clima. La información pedológica (estudio de los horizontes del suelo) y edafológica (estudio del suelo) interpreta estos estudios y es el sustento fundamental, para la concepción y posterior delimitación de las unidades.

Estas unidades además se visualizan mediante el estudio analítico e interpretativo de los factores formadores, como el material geológico, el relieve, el clima, la vegetación y los organismos presentes en el área, y el tiempo.

### **Unidad de Rehabilitación**

La unidad de rehabilitación determinó las áreas de la cuenca que se encuentran en peligro de destrucción, además a aquellos espacios geográficos utilizados por la población para la producción, los cuales requieren de prácticas de manejo preventivas y correctivas. En esta área deben tomarse medidas que permitan el cese de las acciones de depredación y de amenaza que estén causando debilidad y fragilidad en el sistema.

En aquellas áreas donde se observa el avance de la frontera agrícola y pecuaria, esta unidad se combina con la unidad ambiental de Conservación.

## **Unidad de Contaminación**

Esta unidad se determinó localizando los centros poblados y su área de influencia. En este aspecto se estudió la contaminación visual debido a los cambios que ha tenido el paisaje, contaminación biológica por descarga de aguas residuales provenientes de desechos humanos, ganaderos y agrícolas.

Se estudió además la contaminación causada por el arrastre de sustancias provenientes de la utilización de productos en las actividades agrícolas, que en época de lluvias son arrastrados por el agua superficial hacia las corrientes naturales, produciendo sobre el agua esta contaminación.

### **E. Materiales**

Los materiales utilizados para la realización de esta investigación son:

Mapas cartográficos a escalas 1:50,000, 1:250,000

Fotografía aérea a escala media 1:60,000 tomadas en 1987

Materiales y equipo de fotointerpretación (acetatos, estereoscopio de espejos)

Materiales y equipo en dibujo técnico y cartográfico

Materiales y equipo portátil para muestreo de calidad de agua.

### **F. Técnicas**

#### **1. Fotointerpretación**

Con la técnica de la fotointerpretación se dio interpretación a todos los aspectos definidos en la fotografía aérea y se enfocó el resultado de la información a la evaluación ambiental de la subcuenca.

#### **2. Interpretación visual de imagen satelital**

Se realizó la interpretación de las imágenes satelitales correspondientes a la escena de la subcuenca del río Jupilingo derivando información de suelos, vegetación, uso de la tierra.

### 3. Toma de muestras de agua para realizar análisis físicos y químicos

Como primer paso, se determinaron los puntos de muestreo, para lo cual se tomó como criterio la división de la cuenca en parte alta, media y baja. Para cada muestra se realizaron los análisis físicos y químicos. La toma de muestras de agua para determinar las características físicas y químicas consistió en la utilización de un recipiente con capacidad para 1 galón de agua, de material plástico, para su traslado hacia el laboratorio de Calidad de Agua del Instituto de Fomento Municipal. En el momento de tomar la muestra, como medida "in-situ" (en el lugar) se tomó la temperatura del agua, así como la fijación de oxígeno disuelto para su posterior análisis en el laboratorio.

## **VI. RESULTADOS**

### **A. Marco Geográfico**

#### **1. Ubicación Natural**

La subcuenca del Río Jupilingo forma parte de la cuenca del Río Grande de Zacapa que a su vez conforma una subcuenca del río Motagua que es afluente principal de la cuenca mayor del río Motagua. Nace en territorio hondureño donde se observa la parte más alta de la misma y una gran cantidad de tributarios que nacen a diferentes alturas y que son afluentes importantes del río Jupilingo aguas abajo. En territorio guatemalteco continúa la parte alta y lo transita hasta desembocar en el río Camotán. Se le ubica en la parte oriental de la Región Fisiográfica conocida como de las Tierras Altas Volcánicas, que proviene de la Provincia Geológica de las Tierras Volcánicas.

Sus límites naturales se definen por la divisoria de aguas en el Suroeste, que divide a las vertientes del Atlántico con la del Pacífico. Hacia el Norte, encontramos roca caliza, y hacia el sur la influencia de materiales volcánicos y ceniza volcánica. (VER MAPA 2 ANEXO 1)

#### **2. Localización Geográfica**

Se localiza en la región oriental de la República de Guatemala aproximadamente a 250 kilómetros de la ciudad capital y comparte área con la República de Honduras. Debido a lo irregular de la subcuenca y para determinar geográficamente el área de estudio se determinaron los siguientes 4 puntos (tomando en cuenta únicamente el territorio guatemalteco):

##### **COORDENADAS UTM**

(UTM 270000 E -1638000 N, zona 16)      Cuadrícula: UTM zona 16

(UTM 248000 E -1638000 N, zona 16)      Esferoide de Clarke 1866

(UTM 248000 E -1612000 N, zona 16)      Datum Horizontal NAD 27

(UTM 270000 E -1612000 N, zona 16)

## COORDENADAS GEOGRÁFICAS

14°53' latitud norte y 89°14' longitud este

14°43' latitud norte y 89°14' longitud este

14°43' latitud norte y 89°17' longitud este

14°53' latitud norte y 89°17' longitud este

(VER MAPA 6 ANEXO 1)

### **3. Vías de Comunicación**

La vía principal de acceso a la región es la carretera CA-9 que conduce al Este del país y que conecta con la carretera CA-10 que pasa por la cabecera departamental de Chiquimula hacia los municipios de Quetzaltepeque y Esquipulas. Desde la cabecera municipal de Esquipulas se puede llegar a la comunidad de Chanmagua en la parte alta de la cuenca a través de una carretera de terracería en buen estado transitable en todo tiempo viajando una distancia de 18 Km en un tiempo de 30 a 45 minutos.

Desde la cabecera municipal de Quetzaltepeque se puede llegar a las comunidades de Cayur, Piedra de Amolar y La Prensa en la parte media de la cuenca, atravesando primero la cabecera municipal de Olopa a la que pertenecen las comunidades mencionadas. El viaje es por carretera de terracería en buen estado transitable en todo tiempo. Desde Quetzaltepeque las distancias y tiempos de viaje aproximados son: a Cayur, 13 Km (1 hora); a Piedra de Amolar, 14 Km (1 hora 10 min.); y a La Prensa, 17 Km (1 hora 30 min.). Continuando por la misma carretera, a 7 Km de La Prensa se llega a la ribera del río Jupilingo a la altura de la aldea Carboneras. La parte baja de la cuenca, incluyendo la confluencia con el río Camotán es más accesible por la carretera nacional 21 que atraviesa las municipalidades de Jocotán y Camotán hacia el sitio de Copán en Honduras y que está actualmente completamente pavimentada. (VER MAPA 6 ANEXO 1)

### **4. Hipsometría**

La subcuenca del río Jupilingo tiene una topografía irregular que va desde los 300 metros sobre el nivel del mar hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar en la cabecera de la subcuenca. (VER MAPA 7 ANEXO 1)

## 5. Superficie Geográfica

La subcuenca del Río Jupilingo tiene una superficie geográfica de 559 Km<sup>2</sup>, de los cuales 385 km<sup>2</sup> (60%) pertenecen a Guatemala, abarcando parte de la región oriental del departamento de Chiquimula y 174 km<sup>2</sup> (40%) pertenecen a Honduras. En su territorio se encuentra parte de los municipios de Esquipulas (parte alta de la subcuenca), Olopa (parte media de la subcuenca) y Camotán (parte baja de la subcuenca). (VER MAPA 8 ANEXO 1)

## 6. Recursos Naturales

### 6.1 Clima

El Departamento de Chiquimula está localizado, según el mapa climatológico de la República de Guatemala (sistema Thornthwaite) del Instituto Geográfico Nacional, en la región climática denominada A'b'Bi que corresponde a la siguiente descripción: clima cálido con estación fría benigna, húmedo con invierno seco. (VER MAPA 7 ANEXO 1)

#### a. Precipitación

La precipitación en la subcuenca del río Jupilingo está en los rangos de 1300 a 1800 mm al año. La época seca se extiende de noviembre a abril con un pequeño intervalo seco adicional a finales de julio y principios de agosto. (VER MAPA 7 ANEXO 1)

#### b. Temperatura

La región cuenta con las estaciones climatológicas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). (VER MAPA 7 ANEXO 1). Se cuenta con información climática adicional proveniente de estaciones manejadas por el Instituto Nacional de Electrificación INDE que usualmente registran valores de precipitación y caudales de ríos. La temperatura media es de 23 a 25 °C.

**Cuadro 6. Datos Meteorológicos Estaciones Meteorológicas INSIVUMEH**

PARAMETRO	Temperatura			Precipitación	Humedad relati
	Máxima	Mínima	Media	(mm)	(%)
<b>Municipio</b>					
La Unión	25.9	17.9	21.5	1592.1	80
Camotán	31.6	19.9	25.7	963.7	83
Esquipulas	27.4	17.1	21.3	1551.6	83
Ipala	29.8	17.5	24	920.1	69
La Ceibita	28.6	15.3	22.3	974.6	69

### **c. Humedad Relativa**

La humedad relativa promedio en época seca es de 75% y de 86% en los meses de lluvia, según las estaciones meteorológicas del INSIVUMEH.

## **6.2. Suelos**

### **a. Geología**

Según los Mapas Geológicos publicados por el IGN, los grupos y formaciones geológicas de la zona que abarca la cuenca están distribuidos de la siguiente forma (VER MAPA 9 ANEXO 1):

Parte alta de la cuenca (región de Chanmagua):

- **Qc**: Grupo Padre Miguel del Terciario con áreas de toba masiva y toba estratificada; este estrato cubre las partes altas de esta subcuenca.
- **TQt**: Formación Subinal, del Cretácico Superior al Terciario; lutita roja, arenisca y conglomerado con toba interestratificada; se encuentra rodeando las regiones de aluvión Cuaternario en las partes medias de la subcuenca.

donde se localiza el poblado de Chanmagua y los alrededores de la confluencia del río Chanmagua con el Mapa.

Parte Media de la cuenca (región de Cayur, Piedra de Amolar y La Prensa)

- **TQIb**: Grupo Padre Miguel del Terciario, Formación San Jacinto. Se encuentran rocas de basalto y lahar no diferenciadas inmediatamente al Norte de las comunidades mencionadas. Este estrato esta rodeado de una región de toba riolítica.
- **KTs**: Formación Subinal, del Cretácico Superior al Terciario; capas rojas, lajas y conglomerado calizo. Estas capas se localizan en las laderas bajando de La Prensa hacia el valle del Jupilingo.
- **Kc**: Formación Cobán del Cretácico; caliza, lutita y dolomitas. Hay una incrustación de este estrato en el estrato de la Formación Subinal.
- **Ral**: Aluvión del Cuaternario, se localiza en todas las zonas aledañas al río Jupilingo.

Parte Baja de la cuenca (confluencia con el río Camotán)

La estructura geológica es similar a las regiones medias de la cuenca: Grupo Padre Miguel del Terciario en las partes altas, formaciones del Cretáceo en las laderas y Aluvión del Cuaternario en las zonas del río. Hacia el norte de la cuenca se tienen regiones pertenecientes a la formación Cobán del Cretácico.

Según los Mapas Geológicos preparados por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE), para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en el Programa de Emergencia por Desastres Naturales. (MAGA-BID 2001). (VER MAPA 10 ANEXO 1)

Parte alta de la subcuenca (región de Chanmagua):

- **Tv.** Rocas Igneas y Metamórficas. Terciario, rocas volcánicas sin dividir, predominantemente Mio-Plioceno, incluye tobas, coladas de lava, material lahárico (productos de la actividad volcánica) y sedimentos volcánicos.
- **KTsb.** Cretácico-eoceno. Formación Subinal capas rojas, predominantemente terciarias. Parte Media de la cuenca (región de Cayur, Piedra de Amolar y La Prensa)
- **Ksd.** Rocas Sedimentarias CRETÁCICO. Carbonatos Neocamiano-Camaparianos.
- **Qa.** Rocas Sedimentarias, aluviones cuaternarios.
- **Tv.** Rocas Igneas y Metamórficas. Terciario, Rocas Volcánicas sin dividir, predominantemente Mio-Plioceno, incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos.
- **KTsb.** Cretácico-eoceno. Formación Subinal capas rojas, predominantemente terciarias.

Parte Baja de la subcuenca (confluencia con el río Camotán)

La estructura geológica es similar a las regiones medias de la cuenca: Ksd, Qa, KTsb.

### **b. Fisiografía**

El departamento de Chiquimula está localizado en las Tierras Altas Volcánicas, una región que presenta una fisiografía compleja debido a la influencia de actividad volcánica.

Las Tierras Altas Volcánicas son producto de actividad volcánica desde el Paleozoico, intensificado durante el Terciario; en esta región las erupciones de tipo de grieta lanzaron cantidades de material como basalto y riolitas que cubrieron las formaciones de tierra preexistentes, desarrolladas sobre el basamento cristalino y sedimentario que se encuentra hacia el norte. La formación de esta región volcánica fue seguida por fallas causadas por tensión local, la cual quebró y movió el material de la superficie en algunas regiones.

En la parte alta de la subcuenca se encuentra la región fisiográfica de la Depresión Tectónica de Chanmagua, en la parte media se encuentra la región de las montañas volcánicas orientales y en la parte baja las Serranías de Ladera de Fuerte Pendiente.(Proyecto MAGA-BID 2001) (VER MAPA 11 ANEXO 1)

### **c. Geomorfología**

El área donde está ubicada la subcuenca ha sido muy afectada por el proceso de erosión hídrica, debido fundamentalmente a la presencia de material volcánico y de ceniza volcánica, así como de materiales calizos. Las geoformas observadas corresponden a los paisajes de colinas altas, colinas bajas, pie de monte, terrazas inclinadas, onduladas: planicie coluvio-aluvial: terrazas recientes, subrecientes y antiguas.

### **d. Clasificación de suelos**

El sistema de FAO/UNESCO de los suelos del mundo clasifica los suelos de Chiquimula como Cambisoles, es decir, suelos con un ligero cambio de color, estructura o consistencia debido a la intemperización. Los cambisoles son suelos poco o medianamente evolucionados, con horizontes superficiales con buenos contenidos de materia orgánica. En Chiquimula predominan los Cambisoles cálcicos con incrustaciones de Cambisoles crómicos (rojizos) y Vérticos. Estos últimos son los más

productivos, pero usualmente se encuentran en regiones con requerimiento de riego para una buena producción agrícola.

El mapa en el que se presenta el estudio, tiene la base cartográfica del Mapa de Clasificación Taxonómica de Suelos, Primera Aproximación a escala 1:250,000, elaborado por el Proyecto de Asistencia Técnica y Generación de Información (CATIE) para el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), en el Programa de Emergencia por Desastres Naturales, MAGA-BID, Guatemala, 2001.

### **i. Clasificación Genética**

La base genética sustenta la clasificación de las series de suelos ( Simmons, et al 1956). Esta es utilizada como información básica del territorio guatemalteco para la clasificación en el Mapa de Suelos del Mundo, según el Esquema FAO/UNESCO, que fuera publicado en 1970. Este aspecto influyó para que el estudio en mención cobrara actualidad, lo que demuestra el alto valor de su contenido a pesar de haberse ejecutado hace ya mucho tiempo. Posteriormente, basado en el esquema FAO/UNESCO se ha tratado de impulsar la correlación de suelos al Sistema de la Taxonomía Americana; para el efecto se considera que la correlación debe realizarse a nivel de Gran Grupo. En la clasificación genética de los suelos se parte desde su origen o génesis del suelo, su evolución y presencia actual lo que da una clasificación genética integral, para esto se toma en cuenta la geología de la región de estudio y los factores formadores del suelo.

El mapa utilizado para la realización de esta investigación es el mapa de Clasificación de Reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala elaborado con base en el Mapa de Simmons, Tárano y Pinto (1956). (VER MAPA 12 ANEXO 1)

Los suelos de la Cuenca del Río Grande de Zacapa, según la clasificación elaborada por Simmons, Tárano y Pinto (1956), se dividen en tres grupos según su material originario (volcánico, metamórfico y misceláneo) que a su vez definen 13 series de suelos que se diferencian entre otras características por su profundidad, coloración, relieve y drenaje.

En el área de la cuenca del río Jupilingo se encuentran las siguientes Series de Suelos:

### **Tahuainí (Ta)**

Son profundos, bien drenados, desarrollados sobre brecha de toba volcánica o pórfido andesítico, en un clima húmedo seco. Ocupan relieves ondulados en la punta Sureste de la cuenca, forman una faja en la frontera con Honduras. Gran parte del área está forestada con pino y especies decíduas, pero grandes áreas han sido limpiadas para cultivar maíz en forma continua y actualmente se encuentra con maleza, zarzas y helechos. Según la correlación de las Series de Suelos de Simmons (1959), con la Clasificación Taxonómica nivel de suborden (Proyecto MAGA-BID, 2001), este tipo de suelo corresponde a Ustepts-Ustalfs-Orthents.

### **Suelos de los valles no diferenciados (SV)**

Los suelos de los Valles no diferenciados, son una clase de terreno que describe los valles grandes en los cuales ningún tipo de suelo es dominante, en lo que respecta al terreno o a la agricultura. Estas áreas incluyen una variedad amplia de clases de material madre, tipos de suelos y grados de inclinación. En casi todos lugares el material ha sido transportado y depositado por el agua. Gran parte del área es casi plana y apropiada para agricultura mecanizada, pero también están incluidas áreas con pendientes muy inclinadas, como en el sur de Chiquimula. La característica común es el potencial para la agricultura. Según la correlación de las Series de Suelos de Simmons, con la clasificación taxonómica, el nivel de suborden corresponde a orthents-Psamments.

### **Suelos Aluviales (SA)**

Los suelos aluviales no diferenciados, son una clase de terrenos, en la cual están agrupados suelos aluviales jóvenes de características diferentes. En muchos sitios, estos están bien drenados, son arenosos, de reacción neutra a alcalina y son sólo moderadamente oscuros. Pero en otros están pobremente drenados, son pesados y oscuros. En muchos lugares éstos son buenos para la agricultura. Muchas áreas de los

suelos aluviales de magnitud variable, la mayoría de las cuales son discontinuas, se encuentran a lo largo de muchos ríos y arroyos de la cuenca pero sólo en pocos lugares son de tamaño suficiente para ser mostrados en un mapa de suelos. Según la correlación de las Series de Suelos de Simmons, con la clasificación taxonómica el nivel de suborden corresponde a Orthents-Psamments.

### **Jalapa ( JI)**

Los suelos Jalapa son poco profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica cementada de color claro a toba, en un clima seco a húmedo seco y cálido. Ocupan relieves inclinados a altitudes medianas principalmente en la subcuenca de Camotán, en las áreas circunscritas a San Luis Jilotepeque y al Sur de Quezaltepeque, Tiene una vegetación natural abierta, de pinos con una cubierta de pastos.

Según la correlación de las Series de Suelos de Simmons, con la clasificación taxonómica el nivel de suborden, corresponde a Orthents-Ustepts.

### **ii. Clasificación Técnica**

La clasificación técnica de los suelos se basa en la Clasificación Agrológica USDA, en la que se toma en cuenta, básicamente, los factores de pendiente y profundidad, ésta es una clasificación técnica por capacidad de uso de suelo. Está dada en VIII clases agrológicas y tiene cuatro subclases con base en la erosión, clima, drenaje y suelo.

Las clases agrológicas se describen a continuación:

<b>Uso Potencial</b>	<b>Descripción</b>
I	Suelos profundos, fértiles y mecanizables. Buenas características de textura, retención de humedad, permeabilidad y drenaje. Apta para todos los cultivos de la región.
II	Suelos planos o casi planos y profundidad moderada, textura mediana. Limitaciones con respecto a la mecanización. Drenaje imperfecto. Apta para cultivos de la región con prácticas culturales especiales.
III	Suelos poco profundos, presenta microrelieve o pendiente moderada. La

- textura provoca problemas. Tiene limitaciones para la mecanización y su drenaje es deficiente. Apta para cultivos de la región con prácticas intensivas de manejo de suelos.
- IV Suelos poco profundos o muy poco profundos. Textura inadecuada. Presenta una topografía ondulada o quebrada y su pendiente es inclinada. Evidencia problemas de erosión y drenaje. Apta para cultivos de la región, siendo necesarias prácticas intensivas de conservación y manejo de suelos. Mecanización con limitaciones.
- V Suelos profundos o poco profundos, no mecanizables. Textura inadecuada. Su topografía es ondulada fuerte, con pendiente poco fuerte. Drenaje deficiente. Apta para pastos y bosques.
- VI Suelos muy poco profundos, no mecanizables. Textura deficiente. La topografía es ondulada fuerte o quebrada y fuerte pendiente. Drenaje deficiente y no apta para cultivos. Generalmente se usa para pastos y bosques, aunque pueden establecerse algunos tipos de cultivo perenne. Son necesarias prácticas de conservación de suelo.
- VII Suelos muy poco profundos. Textura bastante deficiente. La topografía muy fuerte y quebrada, su pendiente muy inclinada. Serios problemas de erosión y drenaje. No apta para cultivos; no obstante puede considerarse algún tipo de cultivo perenne. Su vocación es forestal o destinada a pastos. La mecanización no es posible y es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos.
- VIII Suelos muy poco profundos de textura muy deficiente. La topografía muy quebrada; escarpada o playones inundables. Con erosión severa y drenaje destructivo. No apta para cultivos, generalmente se destina para uso recreativo. La mecanización es imposible.

### **iii. Susceptibilidad a la erosión**

Debido a la geología que presenta la subcuenca del Río Jupilingo, el tipo de suelo y el cambio de uso del suelo, la susceptibilidad a la erosión es alta.

### **iv. Manejo y Conservación**

Debido a que en la subcuenca del río Jupilingo predominan los suelos tipo III-IV-VI-VII, a continuación se describen las principales prácticas de manejo:

Suelos clase III:

Se considera como tierra apropiada para el cultivo, el suelo de esta clase es laborable y fértil pero queda en pendientes pronunciadas y esto hace que sea necesario combatir la erosión; para esto se necesitan los siguientes procedimientos:

Rotaciones extensas de cultivos en fajas estrechas.

Terrazas y desagües

Zanjas de Desvío

Canales

Cultivo de cobertura

Uso de los residuos y rastrojos

Suelos clase IV:

Se considera como tierra apropiada para cultivos ocasionales y limitados. Presenta erosión severa con cárcavas moderadas; los suelos son susceptibles a erosionarse por haber perdido un 60% a un 80% de horizonte superficial. Estos suelos requieren prácticas intensivas de conservación como:

Cultivos por períodos temporales

No se debe utilizar para cultivos intensivos

Debe conservarse mayormente con vegetación permanente.

Suelos clase VI:

Se considera que son tierras impropias para cultivos, pero adecuadas para praderas y árboles, debido a que tienen una topografía muy quebrada y factores climáticos como cambios bruscos de temperatura, altitud, entre otros. La erosión es de severa a muy severa, no hay un horizonte superficial A (según horizontes del suelo A,B y C), donde se encuentran surcos y cárcavas pronunciadas.

La tierra clase VI es adecuada para vegetación permanente y se usa para bosques.

Debe tomarse las siguientes prácticas de manejo:

- Uso de surcos a nivel
- Canalizaciones
- Atender las necesidades del crecimiento de las plantas más deseables y mantener la cubierta requerida para retener la erosión y pérdidas de agua.
- Rotar potreros y no estabular ganado
- Regular los manantiales

Suelos clase VII:

La tierra no es propia para el cultivo, por lo que debe:

- Restringir principalmente para bosque
- Prevenir incendios
- Seleccionar los árboles que se corten.

## **6.3 Agua**

### **a.Hidrología**

El área en que se encuentra el río Jupilingo es donde se registra la mayor precipitación de la cuenca del Río Grande, en la frontera de Honduras 1500 mm al año. El caudal registrado es de 10.6 m<sup>3</sup>/seg. Las aguas del río Jupilingo arrastran una cantidad considerable de sólidos, por aporte del río El Playón, que viene de territorio hondureño (Camposeco 1987).

#### **b. Hidrografía**

La subcuenca del río Jupilingo cuenta con una extensión aproximada de 385 km<sup>2</sup> y atraviesa parte de los municipios de Camotán, Jocotán, Olopa y Esquipulas en el departamento de Chiquimula (VER MAPA 8 ANEXO 1). Se forma por los afluentes de los ríos Mapa (que a su vez proviene del río Chanmagua), del Playón, Cayur y Piedra de Amolar que, aguas abajo, se unen para formar el río Jupilingo, el que a su vez se une en su parte más baja al río Grande o Camotán para llegar al Río Motagua y eventualmente desembocar en el golfo de Honduras.

#### **c. Cuencas Hidrográficas**

La subcuenca del Río Jupilingo es parte de la cuenca del Río Grande de Zacapa, que a su vez es subcuenca del río Grande o Motagua. El río Motagua desemboca en la vertiente del Caribe que es una de las tres vertientes que conforman el sistema hídrico de la República de Guatemala.

La cuenca del río Motagua tiene una extensión de 15,190 km<sup>2</sup> y está compuesta por dos subcuencas: la subcuenca del río Motagua (12,719 km<sup>2</sup>) y la subcuenca del río Grande de Zacapa (2,471 km<sup>2</sup>) (Azurdia 1984). (VER MAPA 1 ANEXO 1)

#### **d. Características físicas, químicas y bacteriológicas**

Las características físicas, químicas y bacteriológicas se determinaron en trabajo de campo ya que no existen registros en ningún estudio de análisis previos a este trabajo de investigación. Los resultados de los análisis se incluyen en los cuadros 7,8,9 de Resultados de Análisis Físico-químico Río Camotán, Resultados de Análisis Físico-químico Río Mapa, Resultados de Análisis Físico-químico Río Blanco en los cuadros 7,8 y 9.

#### **e. Susceptibilidad a la contaminación**

En la región de la subcuenca del río Jupilingo existe una alta susceptibilidad a la contaminación debido a que está compuesta por aproximadamente 66 poblaciones y 10,392 habitantes. La práctica de la agricultura, la deforestación y la utilización del río

para diversas actividades hacen que la región sea susceptible a un desbalance en su sistema. (VER MAPA 14 ANEXO 1)

## **6.4 Bosque**

### **a. Zonas de Vida**

La cuenca del río Jupilingo presenta tres zonas de vida principales: bosque seco subtropical en las regiones bajas; bosque húmedo subtropical en las regiones de mediana altitud (de 800 a 1,600 msnm); y bosque húmedo montano bajo en las cumbres de montaña. (Heredia 1984).

### **b. Flora y Fauna**

La vegetación natural está representada por las especies mencionadas en el cuadro de especies de flora descritas por su nombre científico, nombre común y familia (Heredia 1984). En este estudio se hicieron parcelas de muestra para clasificarla en los diferentes estratos como son el arbóreo, arbustivo y herbáceo. (VER CUADRO 10 ANEXO 2)

La fauna de la región del departamento de Chiquimula se menciona en el Atlas Geográfico de Guatemala (1978). (VER CUADRO 11 ANEXO 2)

### **c. Uso de la Tierra**

Se entiende por uso del suelo todas aquellas actividades que el hombre realiza en determinadas superficies, con el fin de mitigar sus necesidades sociales y económicas.

Según el análisis realizado en la fotografía aérea y la imagen satelital, además de su confirmación en las visitas de campo realizadas, el uso de la tierra esta distribuido de la siguiente forma:

Bosque denso

Bosque poco denso

Cultivos anuales

Cultivos perennes

Centros Poblados

Cuerpos de Agua (ríos) (VER CUADRO 12 ANEXO 2)

#### **d. Uso Potencial de la Tierra**

Según la Clasificación Agronómica de Suelos, el uso potencial de la tierra va desde la Clase III hasta la clase VII, debido a que la topografía de la región presenta pendientes que van desde 6% a mayor de 32%.

### **7. Población**

#### **7.1. Características Antropológicas**

La Subcuenca del Río Jupilingo está localizada en el territorio habitado por los Ch'ortis'; esta comunidad se localiza en las tierras del Departamento de Chiquimula en donde el ambiente adverso y su poca relación con el desarrollo los ha hecho tener que luchar contra difíciles situaciones, se encuentran en un constante esfuerzo por sobrevivir (Dary, et.al 1998).

En la actualidad los Ch'ortis', son unas 52,000 personas y se distribuyen en 4 municipios: Jocotán, Camotán, Olopa y La Unión en el departamento de Zacapa., por otro lado, existe población Ch'ortis' dispersa y que reconoce a sus antepasados como tales en Esquipulas, San Jacinto, Quezaltepeque y parte de San Juan Ermita y que han habitado desde hace miles de años en la zona oriental de Guatemala, precisamente en la región comprendida por el antiguo sitio Maya Clásico de Copán (300 d.C – 900 d.C) y en la periferia de Quiriguá.

El idioma de los Ch'ortis' pertenece a la rama lingüística ch'ol, de la cual también forman parte los idiomas ch'ol, chontal y ch'olti'.

#### **7.2 Características Culturales**

En el tema de la cosmovisión, existen aún antiguas y tradicionales concepciones sobre el origen de la lluvia, el maíz, la manera de tratar a las plantas, a los animales, así como la causa de determinados fenómenos ambientales. Algunos atribuyen a los ángeles la producción de abundantes lluvias y otros a San Lorenzo, a quienes relacionan con los vientos, así como personajes que representan espíritus o seres sobrenaturales que tienen

propiedad y dominio sobre los accidentes geográficos como las montañas, cerros, volcanes, barrancos, valles y otros. Los derrumbes, deslaves de terrenos y las crecidas de los ríos e inundaciones también eran atribuidas a las fuertes sacudidas de la serpiente o al hecho de que ésta salía del cerro donde estaba encerrada (Dary, et al, 1998).

Sin embargo, y a pesar de costumbres tan arraigadas entre los Ch'ortis se ha llegado a un abandono del idioma, el cambio de traje es cada vez más ostensible ya que muchas mujeres han dejado de utilizar el traje típico debido a su encarecimiento.

Según el Instituto Nacional de Estadística (1994), el grupo étnico se distribuye en un 2.74% indígena y 57.14% no indígena.

### **7.3. Características Socioeconómicas**

Los habitantes de la región se dedican, en su mayoría, a la agricultura, cultivan maíz y frijol, productos que son dieta básica de la población. Existen algunos agricultores que siembran tabaco, comercializado fuera de la región. Un grupo numeroso de habitantes enfoca sus esfuerzos al cultivo de café, desde hace pocos años atrás (algunos desde hace cuatro años y otros desde hace diez años), debido a que la comercialización del mismo representa para ellos mayores ingresos que con otro tipo de siembra, el maíz se convirtió en un producto poco rentable por lo que cambiaron al café. Algunos de ellos están organizados en cooperativas que facilitan la capacitación técnica, manejo y comercialización del café. (Entrevista con pobladores de la Aldea Chanmagua, 1999)

Sin embargo, durante varios meses del año muchas familias de las aldeas subsisten a base de tortillas de sorgo y sal, eventualmente agregando a esto chile y con suerte un huevo duro (Dary, et al, 1998).

#### **a. Cantidad de Habitantes**

La población de las comunidades que conforman la subcuenca del Río Jupilingo es aproximadamente de 10,392 habitantes (INE, 1994), distribuidos en 66 comunidades, siendo algunas de ellas:

## **Poblaciones que comprenden la Subcuenca del Río Jupilingo**

### **Parte alta de la subcuenca:**

- San Isidro
- Valle de Jesús
- Las Peñas
- Fortuna
- Zarzal
- Pedregal
- Las Pozas
- Cafetales
- El Rodeo
- Chanmagua
- Los Varales
- Carrizal

### **Parte media de la subcuenca:**

- Horcones
- Pinalito
- Pasaljá
- Pericos
- Joyitas
- Timushan
- Ojo de Agua
- Llano San Gaspar
- Carboneras
- Colmenas
- Limón
- Mayurcó

- Tular
- Tishinte
- Nearar
- Cayur
- Piedra de Amolar
- La Prensa
- El Tablón

**Parte baja de la subcuenca:**

- Shalagua
- Caulotes
- Las Flores
- Guayabo
- Rodeo

**b. Distribución de la población**

Los habitantes de la subcuenca se distribuyen en 2,231 hombres y 2,227 mujeres aproximadamente. Según cuadro 8 se observa la distribución de la población por comunidad (INE, 1994). Se distribuye en grupos de edad de la siguiente forma:

De 0 a 6 años: 23.87%; de 7 a 14 años: 22.91%; de 15 a 64 años: 50.13% y de 64 a más: 3.09%. (VER CUADRO 13 ANEXO 2)

**c. Educación**

La educación que tiene la población que forma parte de la subcuenca se manifiesta en el grado de escolaridad que presenta. En su mayoría no cuenta con ningún grado de escolaridad y una minoría con educación primaria. El 51.74% no tiene grado de escolaridad, el 0.98% tiene educación pre-primaria, el 43.92% tiene educación primaria, el 3.20% educación secundaria y el 0.16% educación superior.

El 48.36% de la población es alfabeta y el 51.64 % de la población es analfabeta (INE 1994).

#### **d. Salud**

Según estudios realizados por proyectos de PARLACEN (Parlamento Centroamericano y UNICEF (Organización de las Naciones Unidas para la Infancia), la causa de mortalidad más común son las siguientes enfermedades: infecciones intestinales, enterocolitis, gastroenterocolitis, infecciones respiratorias agudas, fiebres y desnutrición. Según estos estudios, en el área del Trifinio tiene influencia el Hospital Nacional de Chiquimula; 12 centros de salud, 37 puestos de salud. Los centros de salud con 1 ó 2 médicos, 1 a 5 enfermeras, 1 a 2 técnicos de salud rural.

#### **e. Servicios a la Población**

En cuanto a los servicios para la población puede mencionarse que la mayoría de las personas cuenta con sistema de agua potable en un 74.57%. Un 20.92% tiene alcantarillado y se utiliza en algunas poblaciones sistemas de saneamiento básico (letrina) (INE 1994). Energía eléctrica tiene un 2.10% de la población.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de la Dirección General de Servicios de Salud, es el responsable principal de prestar los servicios básicos de salud. También existen organizaciones no gubernamentales que brindan ese servicio. (Cuadro 17. Estadísticas de Servicios, INE 1994).

La parte de educación es cubierta básicamente por el Ministerio de Educación Pública, con escuelas en todos los niveles de acuerdo a la localidad. Sin embargo no en todos los casos existen profesores que atiendan dichas escuelas por lo que la organización de las escuelas es bastante irregular en algunas poblaciones.

En cuanto a servicios de saneamiento se encuentran encargados el Instituto de Fomento Municipal y el Ministerio de Salud a través del departamento que antes era llamado la División de Saneamiento del Medio, ahora llamado Departamento de

Regulación de Programas de Salud y Ambiente del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

#### **f. Servicios a la producción**

La actividad de los pobladores se centra en la agricultura, ganadería y actividades forestales. Los principales servicios de apoyo a la producción agrícola los presta el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), que atiende lo relacionado a la agricultura. El Banco de Desarrollo Rural (BANRURAL), atiende lo relacionado con el crédito agrícola.

#### **8. Situación Ambiental**

La cuenca es la unidad ambiental de planificación, que aporta la delimitación natural de su espacio geográfico.

En Guatemala, el principal problema es el índice de pobreza y de extrema pobreza. Se ha detectado, según estudios realizados, que las áreas con más pobreza son las que se encuentran primordialmente en áreas frágiles y de alta degradación ambiental. La incursión constante de la población y el avance de la frontera agrícola impone presión sobre los recursos naturales por lo que los esfuerzos de los diferentes proyectos van hacia el mejoramiento del nivel de vida de la población.

## VII. RESULTADOS DE EVALUACION AMBIENTAL

Los parámetros utilizados para realizar la evaluación ambiental son los que se describen a continuación. Es oportuno señalar que esta evaluación es aplicada a los desastres como la tormenta Mitch, con la salvedad que otro tipo de desastres naturales deberá tomar en cuenta otros parámetros.

La subcuenca del río Jupilingo está inscrita en el área determinada por las siguientes coordenadas UTM:

270000E-1638000N	Cuadrícula: UTM Zona 16
248000E-1638000N	Esferoide de Clarke 1866
248000E-1612000N	Datum Horizontal NAD 27
270000E-1612000N	( VER MAPA 8 ANEXO 1)

Esta superficie geográfica está ubicada en la región oriental de la República de Guatemala conformando parte de la cuenca del río Grande de Zacapa, subcuenca de la cuenca del río Motagua, drenando hacia la Vertiente del Caribe.

El análisis del drenaje superficial determinó que en la subcuenca existen diferentes tipos de drenaje.

La parte alta de la subcuenca presenta relieve complejo dominada por drenaje dendrítico, paralelo y subparalelo, la forma del drenaje depende de las rocas, el suelo, el clima y los cambios realizados al río. El patrón de drenaje dendrítico asemeja a ramas de árbol y el drenaje paralelo sucede cuando la corriente del río fluye en valles que son paralelos entre sí. Esto probablemente suceda por movimientos de las placas de la tierra durante miles de años y ha dejado este patrón que luego se refleja en dichas corrientes. Esta situación hace que las corrientes tengan gran velocidad y sean de alto poder erosivo. En esta región se encuentran pendientes pronunciadas o escarpadas de más de 32%.

Debido a que es un ambiente volcánico, existe una alta susceptibilidad a la erosión por el escurrimiento superficial del drenaje. El escurrimiento superficial es la parte de la precipitación que fluye sobre la superficie del suelo debido a que no logra infiltrarse; los factores que influyen en el escurrimiento superficial en el área son: las características del suelo, su contenido de humedad, la pendiente y la velocidad de la aplicación del agua.

Cuando la velocidad del agua o precipitación sobrepasa la velocidad de infiltración, el agua escurre superficialmente, éste es un factor determinante en el proceso de erosión, sobre todo por el poder de arrastre de partículas. Esta situación aunada a una falta de cobertura forestal en la mayoría del área hace que el río Chanmagua, que se une más abajo con el río Mapa y el río Blanco, acarreen grandes cantidades de materiales, arrastrándolos hacia las partes más bajas y dejando a su paso áreas altamente erosionadas en casos donde la lluvia constituye el factor causante de la recarga del sistema hídrico. Estos ríos tienen alto caudal en época de lluvia además de activarse una serie de quebradas como la quebrada Malcotal, quebrada Colorada, quebrada Aradona, quebrada del Zapotal, quebrada Las Pozas, quebrada Las Cañas entre otras.

En la parte alta de la subcuenca, la mayoría de comunidades (aproximadamente 20) se encuentran cercanas a ríos y quebradas intermitentes (se activan en época de invierno).

Cabe mencionar que varios de los principales afluentes que alimentan el río Jupilingo nacen en territorio de República de Honduras en donde actualmente existe una gran deforestación y en donde el arrastre de materiales hacia la presente subcuenca constituye un gran aporte hacia territorio guatemalteco.

En otra parte de la subcuenca se observa drenaje dendrítico, subdendrítico y trellis con pendientes que van del 15% al 25% en un ambiente volcánico. El patrón de drenaje trellis ocurre cuando una cantidad masiva de placas de rocas sedimentarias se deslizan y forman canales que son paralelos entre sí y contra cuyas corrientes, de forma perpendicular, se unen drenajes de tipo paralelo en ángulo recto. Es un área con un sistema hídrico complejo y que en época de lluvia constituye peligro para los pobladores ya que los ríos más importantes como el Mapa y el Panela, afluentes principales del río Jupilingo se convierten en ríos de alto caudal. Estos ríos acarrearán sedimentos desde la parte alta, además de tener ríos tributarios como los son el río Piedra de Amolar y quebradas importantes como la quebrada Pasaljá, quebrada Camalote y quebrada Timushan.

El río Jupilingo está alimentado por un drenaje dendrítico y subdendrítico con los ríos y quebradas anteriormente mencionadas, así como el Río Cayur y la quebrada Ojo de Agua, quebrada Paicó, quebrada La Calera y quebrada del Pital.

Finalmente en la parte baja se da el drenaje de tipo trezado en sus afluentes principales, además de áreas con material depositado, producto del arrastre que viene de la parte alta de la subcuenca. En la parte baja de las corrientes de agua la descarga de materiales aumenta y la gradiente de la corriente decrece por lo tanto la velocidad de la corriente disminuye provocando este patrón de drenaje, disminuye a su vez la turbulencia y se favorece el depósito de material que viene en suspensión desde la parte alta y media. Se unen a este tipo de drenaje los ríos Shalagua y quebrada San José.

Según el análisis fisiográfico-geomorfológico realizado de la subcuenca se determinó que se encuentra en la región fisiográfica es de las Tierras Altas Volcánicas y que el Gran paisaje lo constituye la subcuenca del río Jupilingo y los paisajes encontrados son las Colinas Altas de cima aguda, las colinas bajas de cima aguda, laderas, pie de monte y terrazas (antiguas, sub-recientes y recientes). El resumen del análisis realizado se muestra en los cuadros 15,16 y 17 en el anexo 2, donde se agrega información como la superficie en Hectáreas, la clasificación taxonómica por paisaje así como el análisis de la Clasificación Agrológica según la capacidad de uso del suelo.

En la clasificación taxonómica de suelos se encontraron las siguientes unidades:

- **Entisoles.** Los suelos Entisoles se encuentran en las colinas altas y bajas de cima aguda. Son suelos con poca o ninguna evidencia de desarrollo de su perfil y, por consiguiente, de los horizontes genéticos. El poco desarrollo es debido a condiciones extremas, tales como el relieve ( el cual incide en la erosión o, en su defecto, en la deposición superficial de materiales minerales y orgánicos) y, por otro lado, las condiciones como el exceso de agua. De acuerdo al relieve, estos suelos están presentes en áreas muy accidentadas (cimas de montañas y volcanes) o en partes planas (Tobías 2001).
- **Inceptisoles.** Suelos incipientes o jóvenes, sin evidencia de fuerte desarrollo de sus horizontes, pero son más desarrollados que los Entisoles. Son suelos muy abundantes en diferentes condiciones de clima y materiales originarios. Tienen poca evidencia de Eluviación o Iluviación (proceso de formación del suelo en el que existe salida o entrada de materiales a una porción del perfil del suelo) (Tobías 2001)

- **Andisoles** Suelos desarrollados sobre ceniza volcánica que tienen baja densidad aparente con altos contenidos de alófono. Generalmente son suelos con alto potencial de fertilidad y adecuadas características físicas para su manejo. En condiciones de fuerte pendiente tienden a erosionarse con facilidad. Una característica de los Andisoles es su alta retención de fosfatos la cual es una limitante para el manejo, por lo que se debe considerar en los planes de fertilidad cuando se someten a actividades de producción agrícola (Tobías 2001).

El uso de la tierra se determinó con base en la nomenclatura dada por la Unión Geográfica Internacional (UGI). (VER CUADRO 12 ANEXO 2)

Se encuentran centros poblados rurales, cuerpos de agua como son los ríos, así como bosque de conífera denso, bosque mixto (conífera y latifoliada), cultivos anuales como maíz, frijol, tabaco, arroz, así como hortalizas de clima templado como: sandía, melón y pepino, cultivos permanentes de clima templado como el café. En algunas otras partes existen superficies o tierras improductivas con escasa vegetación.

El uso potencial de la tierra está basado en la clasificación agrológica del suelo del USDA (I-VIII). En la parte alta de la subcuenca predomina la capacidad de uso tipo VII que consiste en suelos muy poco profundos. La topografía muy fuerte y quebrada representa una pendiente muy inclinada. Este tipo de suelos tiene serios problemas de erosión y drenaje y no es apta para cultivos, su vocación es forestal. Es indispensable efectuar prácticas intensivas de conservación de suelos, sin embargo se encuentran amplias áreas cultivadas de café.

En la parte media de la subcuenca se presenta un uso tipo III-IV-VI. En el tipo III se presentan suelos poco profundos y pendiente moderada, sin embargo es apropiada para cultivos con prácticas intensivas de manejo de suelos. En el tipo IV, se presentan suelos poco profundos, topografía quebrada y pendiente inclinada, evidenciando problemas de erosión y drenaje. En la parte baja de la subcuenca, se presenta una situación similar a la parte media con capacidad de uso tipo III-IV-VI. En las terrazas del río se encuentra una capacidad de usos tipo III.

En la realización de la evaluación ambiental se han definido las cuatro unidades ambientales de manejo mencionadas con anterioridad y las cuales se describen a continuación mostrándolas en el Mapa Generado de las Unidades Ambientales de Manejo (VER MAPA 14 ANEXO 1 Unidades Ambientales), resultado de la Evaluación Ambiental:

- **Unidad de Degradación**

La unidad de degradación está constituida principalmente por áreas en donde la frontera agrícola ha permitido la deforestación de la región, muchas de estas áreas han sido cambiadas de bosque de coníferas a siembras de café y cultivos anuales como el maíz y el frijol. En estas regiones se encuentran las aldeas Cayur, Piedra de Amolar, La Prensa, El Tablón, Camalote, El Carrizal, El Cerrón, El Paternito, El Amatillo, Carboneras, Salagua, Ojo de agua, entre otras, son comunidades altamente susceptibles a la erosión por el cambio de uso del suelo sin un manejo adecuado y con un tipo de drenaje dendrítico, paralelo y subparalelo que presenta así como pendiente escarpada. El área de degradación debe ser considerada como un área de conservación para evitar que siga el proceso de deterioro en el que se encuentra. La mayor parte de la unidad de degradación es no natural, causada por el cambio de uso de la tierra. Representa aproximadamente el 43% del área total de la subcuenca.

En la unidad de degradación se encuentra la región en donde existe mayor número de vías de comunicación (carreteras no pavimentadas en buen estado, así como veredas).

- **Unidad de Conservación**

La unidad de conservación está determinada en la subcuenca por áreas de bosque que deben ser conservadas con las prácticas de manejo más adecuadas a la región y al tipo de vegetación. Constituye parte de la subcuenca que aún puede mantenerse sin mayor deterioro si se actúa de inmediato. Representa aproximadamente el 27% del área total de la subcuenca. Esta unidad se encuentra representada básicamente en la región Este del Río Jupilingo, frontera con la República de Honduras donde las vías de comunicación son

escasas, se encuentran entre otras las comunidades Carrizal, Timushan, El Playón, Llano San Gaspar, Monteros, San Antonio, Pasaljá.

- **Unidad de Rehabilitación**

La unidad de rehabilitación está determinada básicamente por áreas cultivadas y que han comenzado a ser objeto de degradación. Estas unidades deben contar con un plan de manejo para la mejor utilización de áreas cultivadas para así no destruir los horizontes del suelo presente en la región. Representa aproximadamente el 13% del área total de la subcuenca. En esta área se encuentran las comunidades de Chanmagua, Cafetales, Pedregal, Valle de Jesus, Chuctal, Rincón de María, Ceibita y Cañas, entre otras.

- **Unidad de Contaminación**

Las unidades de contaminación están definidas básicamente por los centros poblados y su área de influencia y las vías de comunicación y accesos. Estos centros poblados pueden tener incidencia en la contaminación de ríos y quebradas intermitentes por la descarga de desechos sólidos y líquidos. Se determinaron las posibles áreas de influencia y la trayectoria del río que podría incidir en la contaminación del río Jupilingo aguas abajo como tributarios del mismo. Representa el 17% del área total de la subcuenca. En esta investigación se presentan los análisis de calidad de agua físico-químicos que se realizaron en la parte alta, media y baja de la subcuenca del río Jupilingo. El muestreo se realizó específicamente en el río Blanco (parte alta), río Mapa (parte media) y el río Camotán (parte baja).

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a la situación geográfica en que se encuentra la subcuenca analizada, las tormentas tropicales que se desarrollan en el océano Atlántico tienden a incidir directamente en los Departamentos de Izabal, Zacapa y Chiquimula tal es el caso de la tormenta Mitch cuya trayectoria impactó directamente a estos departamentos causando precipitaciones que sobrepasaron los límites normales en la región en años con invierno normal (de 1300mm a 1800mm al año).

Según los resultados del análisis del drenaje superficial, se determinó que la subcuenca presenta un relieve complejo y, a su vez, un drenaje complejo con alto poder erosivo del drenaje dendrítico del río Chanmagua y el Río Mapá así como la mayoría del drenaje de la subcuenca; además, se presenta el drenaje paralelo de algunas quebradas como la Quebrada Maicotal y el Zapotal, Río Blanco, Quebrada Colorada que se aunaron a los ríos anteriormente mencionados. Estas regiones fueron afectadas ya que las corrientes erosionaron el suelo debido a la fuerza y acarreo de fragmentos de rocas así como la gran cantidad de suelo de los alrededores transportados hacia otra ubicación. Se dieron grandes inundaciones y desborde de muchos de estos ríos debido a que las quebradas provenientes desde la parte alta contribuyeron con sedimentos y alto caudal proveniente de Honduras en donde actualmente existe alto índice de deforestación.

Las pendientes que se presentan en la subcuenca son de 32% y debido a que está localizada en un ambiente volcánico, existe una alta susceptibilidad a la erosión por el escurrimiento superficial. Las comunidades más afectadas por inundaciones y arrastre de materiales según el análisis fueron Pedregal, Cafetales, Encumbrada, Chuctal, Rincón de María, Carboneras, Mojón, El Irayol, El Amatillo. El hecho de que los ríos intermitentes se conviertan en ríos caudalosos provocó que el caudal promedio de los ríos permanentes aumentara considerablemente, esta situación se muestra en la determinación de las áreas de influencia del drenaje superficial sobre las poblaciones cercanas.

En el análisis de la unidad de degradación se determinó que las áreas más vulnerables al impacto de la Tormenta Mitch fueron las regiones donde la deforestación a causa del

crecimiento de la frontera agrícola ha aumentado, además de que las vías de comunicación presentes en la región han, posiblemente, facilitado el acceso del hombre a contribuir al deterioro constante. Por el contrario las áreas menos devastadas por la Tormenta Mitch cuentan con escasos accesos y posiblemente ha sido factor influyente en la disminución del interés por acceder a dicha área. En el análisis de la unidad de conservación se puede inferir que fue un área no tan afectada y en la cual debe implementarse un plan de manejo ambiental que no permita que se convierta en una unidad de degradación y que por lo tanto en caso de un fenómeno como la Tormenta Mitch pueda ser otra de las áreas devastadas por sus efectos.

Como resumen a este análisis ambiental se muestra el Mapa de Unidades Ambientales (VER MAPA 14 ANEXO 1) donde el color rojo representa el área de mayor impacto y en la cual el riesgo para futuros problemas por su alta degradación pueden ser devastadores; con el color amarillo se muestra la región de mediano impacto y donde pueden aún tomarse medidas correctivas en el uso del suelo y en su recuperación y conservación; en color verde se muestra el área menos impactada por la Tormenta Mitch y cuyas prácticas adecuadas de manejo deben contribuir a la conservación. Las Unidades de contaminación se muestran en color café que constituyen principalmente los centros poblados de la cuenca, sin embargo otras fuentes de contaminación como arrastre de fertilizantes de zonas agrícolas, vertido de desechos agrícolas, entre otras, pueden eventualmente constituir parte de las causas de la contaminación en la subcuenca.

En el análisis de los resultados físico-químicos de las muestras tomadas en la subcuenca, (VER CUADROS 7,8,9) se puede mencionar que: para la interpretación se utilizaron las Normas COGUANOR 29001 mostrando entonces que, de los parámetros analizados, los que se encuentran fuera de los límites máximos aceptables (LMA) y límites máximos permisibles (LMP) son:

- el color aparente,
- color verdadero,
- turbiedad,
- hierro total y

- olor en frío,

por lo que el agua muestreada no se considera apta para el consumo humano sin tratamiento previo. En el caso de la turbiedad, muestra que se necesita tratamiento previo en el cual debe incluirse filtración, coagulación, sedimentación y filtración para poder ser apta para el consumo humano. Las causas más comunes del color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución, el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. Normalmente el color aumenta con el incremento del pH. La determinación del olor y el sabor en el agua es útil para evaluar la calidad de la misma y su aceptabilidad por parte del consumidor, en este caso también sobrepasa de los límites aceptables.

El color, la turbiedad y olor están relacionados con el arrastre de sólidos y su concentración es alta en las muestras de las aldeas San Isidro y Brasilar, disminuyendo significativamente en la Aldea San Antonio, esto podría estar relacionado con la cantidad de bosque que se presenta en las laderas cercanas a los ríos. Adicionalmente, según el análisis de los resultados realizados por el Laboratorio Físico-Químico de suelos y agua del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), la clasificación completa del agua representa una muestra sin ningún problema para su uso en riego de cultivos agrícolas.

En las fotografías presentadas en esta investigación puede observarse que la subcuenca del río Jupilingo aún cuenta con cobertura boscosa, tal es el caso de la fotografía 4 (VER ANEXO 3) tomada en el Río Chanmagua donde predomina el bosque latifoliado. Otra fotografía representativa es la fotografía 6 (VER ANEXO 3) tomada en el Río Panela en donde el bosque latifoliado protege las terrazas del río constituyendo parte de una unidad de conservación. La fotografía 7 (VER ANEXO 3) en el río Mapá presenta un sistema de terrazas recientes y subrecientes formadas por las deposiciones del río. Este río aumenta su caudal en la época de lluvias intensas provocando arrastre de piedras y sedimentos a la región baja de la subcuenca del río Jupilingo.

**Cuadro 7 Muestra 1 Aldea San Isidro, Esquipulas**

ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	4510
2	Color Verdadero	Unidades Pt-Co	Nsc	Nsc	940
3	Conductividad	S/cm	100	750	31.3
4	Olor en frio	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Inodora
5	Olor a 60	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Tierra
6	pH (laboratorio)	Unidades pH	7.0-7.5	6.5-8.5	7.1
7	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	1000.0	14.8
8	Sólidos en Suspensión	mg/L	Nsc	Nsc	894
9	Temperatura de análisis	C	15.0-25.0	34	23
10	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	1659
ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
15	Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nsc	Nsc	22
16	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	12
17	Cloruros	mg/L Cl	100.000	250.000	12
21	Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	100.000	500.000	50
22	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	4.85
23	Magnesio Total	mg/L Mn	0.05	0.500	0.2
24	Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100.000	250.000	28
25	Hierro Total	mg/L Fe	0.100	1.000	4.12
26	Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nsc	10	0
27	Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nsc	1	0.67

**Cuadro 8 Muestra 2 Aldea San Antonio, Esquipulas**

ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	359
2	Color Verdadero	Unidades Pt-Co	Nsc	Nsc	242
3	Conductividad	S/cm	100	750	170.5
4	Olor en frio	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Inodora
5	Olor a 60	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Tierra
6	pH (laboratorio)	Unidades pH	7.0-7.5	6.5-8.5	8.1
7	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	1000.0	76.6
8	Sólidos en Suspensión	mg/L	Nsc	Nsc	54
9	Temperatura de análisis	C	15.0-25.0	34	23
10	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	75
ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
15	Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nsc	Nsc	56
16	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	20
17	Cloruros	mg/L Cl	100.000	250.000	4
21	Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	100.000	500.000	70
22	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	4.85
23	Magnesio Total	mg/L Mn	0.05	0.500	0.1
24	Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100.000	250.000	21
25	Hierro Total	mg/L Fe	0.100	1.000	0.64
26	Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 72	Nsc	10	0
27	Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nsc	1	0.02

**Cuadro 9 Muestra 3 Aldea Brasilar, Camotán**

ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	5340
2	Color Verdadero	Unidades Pt-Co	Nsc	Nsc	87
3	Conductividad	S/cm	100	750	221
4	Olor en frío	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Inodora
5	Olor a 60	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	Tierra
6	pH (laboratorio)	Unidades pH	7.0-7.5	6.5-8.5	7.8
7	Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	1000.0	102.5
8	Sólidos en Suspensión	mg/L	Nsc	Nsc	1490
9	Temperatura de análisis	C	15.0-25.0	34	23
10	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	240
ITEM	PARAMETROS FISICOS	UNIDADES	*LMA	*LMP	RESULTADO
15	Alcalinidad Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	Nsc	Nsc	100
16	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	40
17	Cloruros	mg/L Cl	100.000	250.000	14.3
21	Dureza Total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	100.000	500.000	180
22	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	19
23	Magnesio Total	mg/L Mn	0.05	0.500	0.1
24	Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	100.000	250.000	22
25	Hierro Total	mg/L Fe	0.100	1.000	59
26	Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nsc	10	5.28
27	Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nsc	1	0.086

## IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones

1. La aplicación de la metodología de las Unidades Ambientales de Manejo para la realización de la Evaluación Ambiental determinó que es una metodología práctica y de fácil implementación.
2. A pesar de no tener disponibilidad de una imagen satelital Post-Mitch de una resolución adecuada se logró, a través de la metodología propuesta, hacer uso de la información existente en la determinación de las áreas vulnerables a los desastres como la tormenta Mitch en la subcuenca del río Jupilingo.
3. Se determinó que la subcuenca del río Jupilingo cuenta con áreas de riesgo potenciales debido a su topografía escarpada y pendientes de más del 32% sin las prácticas de manejo adecuadas.
4. En el análisis del drenaje superficial se concluye que es un área que presenta drenaje complejo con alto poder erosivo (drenaje dendrítico, paralelo y de trellis).
5. La mayoría de comunidades presentes en la región están ubicadas aledañas a ríos y quebradas que pueden sufrir recarga y desbordamiento en caso de un desastre natural como el Huracán Mitch.
6. En el análisis del uso de la tierra se determinó que el crecimiento de la frontera agrícola sin prácticas de manejo adecuado constituye un riesgo inminente en el área. Tal es el caso del crecimiento en la siembra de café eliminando bosques de conífera en las partes altas y laderas adyacentes a comunidades como Chanmagua, Cafetales y Carrizal.
7. Al producir el Mapa Ambiental de la subcuenca del río Jupilingo se determinó que la distribución de las Unidades Ambientales de Manejo se presentan de la siguiente forma: La Unidad de Degradación abarca aproximadamente un 43% del área total, esta área representa una superficie geográfica con escasa o ninguna vegetación; la Unidad de Rehabilitación con una área aproximada de 13% del área total, esta área representa la región que tiene cultivos y con una degradación inminente si no se cuenta con un adecuado plan de manejo; la Unidad de Conservación con 27% del área total, esta área

representa la región que cuenta aún con vegetación como bosque denso, bosque poco denso así como siembras de café en algunas partes; y por último la Unidad de Contaminación que representa aproximadamente un 17% del área total, principalmente constituida por los centros poblados rurales en la región de la subcuenca. Se concluye, entonces que, existe en la subcuenca del río Jupilingo una alta vulnerabilidad a los desastres naturales debido a, que una gran parte de la superficie, de la misma se encuentra en un proceso de degradación.

8. El resultado de los análisis físico-químicos de las muestras tomadas en la subcuenca del río Jupilingo mostró, que el agua no es apta para el consumo humano sin previo tratamiento debido a que sobrepasa los límites máximos permisibles de olor, color, magnesio y manganeso total, sin embargo de acuerdo a sus características no presenta ningún problema para uso en riego de cultivos agrícolas.

## **B.Recomendaciones**

1. Unidad de Degradación. Debido a que representa la unidad con mayor área, se deben tomar medidas urgentes ya que cuenta con escasa o poca vegetación. En esta área la vulnerabilidad frente a los desastres naturales, específicamente a tormentas y huracanes, representa un riesgo alto para las comunidades que se encuentran en la región. Debido a la escasa vegetación, el tipo de suelo de origen volcánico y un complejo drenaje superficial (dendrítico, paralelo y trellis), constituye un área con gran susceptibilidad a la erosión. Se recomienda realizar proyectos de reforestación con especies adecuadas al tipo de suelo y a la zona de vida que corresponde así como un plan de manejo para la región.

2.Unidad de Rehabilitación. Se recomienda tomar las medidas adecuadas para recuperar los suelos cultivados en todos sus horizontes y así no permitir que se convierta en una Unidad de Degradación. En esta unidad se ha dado en los últimos años un cambio de uso de la tierra al crecer la frontera agrícola (tal el caso de siembra de maíz, frijol, café por bosques de conífera).

3. Unidad de Conservación. En esta unidad que está constituida por siembras de café, bosque mixto y de conífera debe realizarse un plan de manejo y así evitar convertirse a su vez en una Unidad de Degradación.

#### 4. Unidad de Contaminación

- Se recomienda realizar proyecto de manejo integral de desechos líquidos y sólidos en las comunidades con el propósito de disminuir el riesgo de contaminación por el vertido de estos desechos directamente a ríos y quebradas.
- En el caso de residuos agrícolas, como el caso del café, se recomienda realizar capacitación y concienciación entre la población para disminuir la contaminación por el vertido de residuos agrícolas, e implementar sistemas de tratamiento previo a su descarga a quebradas y ríos.
- Realizar proyectos de saneamiento básico en comunidades con población dispersa y a la vez darle apoyo de educación sanitaria para garantizar su éxito.
- Realizar vigilancia periódica de los puntos de muestreo propuesto en esta investigación en la subcuenca del río Jupilingo, para dar seguimiento a la base de datos de calidad de agua que se han dejado en el presente estudio.

5. Al conocer las Unidades Ambientales de Manejo de la subcuenca, deben tomarse las acciones en caso de desastres, como alertar a las comunidades aledañas a ríos caudalosos o áreas donde la densidad por unidad de área del drenaje superficial representa un peligro inminente, tal el caso de comunidades cercanas al río Blanco, río Mapa, río Panela, río Jupilingo, río Piedra de Amolar, Cayur y Shalagua, estas comunidades deben determinar el lugar más adecuado donde deben realizar sus cultivos así como vías alternas para evacuación del área en caso de una emergencia.

6. Debido a que no se encontró disponible información por medio de fotografías aéreas e imágenes satelitales de la región, de resolución y fecha de toma adecuada para esta investigación, se recomienda que las instituciones encargadas de tomar decisiones en momentos de una emergencia de desastres naturales y entidades de investigación

adquieran este tipo de documentos para determinar en un plazo adecuado los daños y la situación en que se encuentra la superficie geográfica del país.

7. Se recomienda introducir en todos los proyectos que se realicen en áreas de riesgo de desastres naturales el componente ambiental para poder determinar las acciones a tomar en caso de que ocurra un desastre natural.

8. Realizar un inventario de proyectos ya realizados en las diferentes áreas de riesgo con el fin de unificar criterios dados en los diferentes aspectos (ambiente, población, conservación, rehabilitación, contaminación, suelos).

9. Realizar un inventario de profesionales en diferentes áreas de estudio tales como expertos en ambiente, conservación de recursos naturales, desastres, expertos en saneamiento e introducción y rehabilitación de servicios de agua potable, entre otros, que puedan actuar en el momento de un desastre para determinar las líneas de acción en el momento adecuado, coordinados por el ente asignado para las acciones en caso de emergencia.

10. Se recomienda realizar vigilancia periódica de los ríos más importantes que contribuyen en la subcuenca del río Jupilingo con el objetivo de conocer el comportamiento de los cuerpos de agua con relación a los cambios provocados en la población, los recursos naturales y el ambiente.

## X. BIBLIOGRAFÍA Y PAGINAS WEB

### A. Bibliografía

- Albert, L. A. 1997: *"Introducción a la Toxicología Ambiental"*, Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, División de Salud y Ambiente, OPS/OMS. 471pp
- Alianza Centroamericana para el Desarrollo Sostenible. 1994: *"Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo"* Editorial Grafos S.A. San José, Costa Rica. 63pp
- Alvarado, G. y Aguilar, M. A. 1993: *"Estudio Semidetallado de la Subcuenca del Río Jupilingo –prediagnóstico–"* Agencia Española de Cooperación, Secretaría Ejecutiva Plan Trifinio, Guatemala. 53pp
- Alvarado, G. 1994: *"Ordenamiento Ambiental y Situación Ambiental de Guatemala, Una Nueva Propuesta"*. Notas de la Clase de Suelos y Conservación de Suelos, Maestría en Estudios Ambientales Universidad Del Valle de Guatemala, Guatemala. 10pp
- Alvarado, G. 1999: *"Situación del Recurso Suelo de la República de Guatemala"*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 44pp
- Azurdía, J. A. 1984: *"Estudio de la Erosión Hídrica en la Cuenca del Río Motagua"*, Instituto de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 50 pp.
- Basterrechea, M. 1986. *"Fundamentos del Manejo de Cuencas"*, Seminario Taller, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Antigua Guatemala, Guatemala. 75pp

- Cabrera, R. O. 1987: "*Identificación de Áreas Críticas con base en criterios biofísicos y análisis básico de la degradación específica transporte de sedimentos en la cuenca superior del río Chixoy, Guatemala*", Universidad de Costa Rica, CATIE. 174pp
- Camposeco, P. A. 1987: "*Evaluación con fines de riego de las áreas bajo influencia de los proyectos hidroeléctricos sobre el Río Grande de Zacapa*", Centro de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 124pp
- Cervantes, J., Alfaro G., 2000: "*La Ecología Del Paisaje En El Contexto Del Desarrollo Sustentable: Ordenamiento Ecológico De La Región De La Pesca, Tamaulipas, México*". Facultad de Arquitectura, Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, México. 24pp
- Comisión Nacional de Ambiente y Desarrollo, 1998: "*Estado del Ambiente y los Recursos Naturales en Centroamérica 1998*". Publicación del Banco Mundial, PNUMA, Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), AID, Gobierno de Suecia, Fundación McArthur, Fundación Ford y World Resources Institute. 179pp
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. 1998: *Boletín Informativo*, noviembre, Guatemala. 2pp
- Conrado, H, 1985: "*Diagnóstico General de la Aldea Las Cebollas, Municipio de Quezaltepeque, departamento de Chiquimula*", Centro de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 15pp

- Dary, C, Elías, S, Reyna, V. 1998: *"Estrategias de Supervivencia Campesina en Ecosistemas Frágiles, Los Chor'tis en las laderas secas del oriente de Guatemala"* FLACSO, Editorial Serviprensa, Centroamérica, Guatemala. 87pp
- DDRMA/OEA/OFDA/AID. 1989: *"Desastres, Peligros Naturales en Guatemala"*, Guatemala. 91pp
- "Diagnóstico de los Recursos Naturales y Ambiente, 1994"*, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Programa Universitario de Investigación de Recursos Naturales, Guatemala. 149 pp.
- Dickson, T.R., 1987: *"Química, Enfoque Ecológico"* Editorial Limusa, México. 406pp
- Gobierno de Guatemala. 1997: *"Programa de Paz: La oportunidad para Guatemala"* *Invirtiendo en la Reconciliación Nacional, Democracia y Desarrollo Sostenible.* Guatemala. Informe para la Reunión del Grupo Consultivo, Bélgica. 31pp
- González, A. 1988: *"Diagnóstico Preliminar de la Cuenca Hidrográfica Binacional Motagua (Guatemala-Honduras) PLAN TRIFINIO"*, Convenio Guatemala-El Salvador-Honduras. OEA-IICA. 57pp
- Heredia, G. 1984: *"Zonificación Ecológica y reconocimiento de la vegetación de la Cuenca del Río Grande de Zacapa"*, Centro de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 110pp
- Instituto Nacional de Estadística. 1994. *Censo Poblacional departamento de Chiquimula*, Guatemala. 17pp

Instituto Nacional Forestal. 1979: "*Proyecto de Reforestación para la Cuenca del Río Grande de Zacapa 1979-1983*". Sector Público Agrícola Instituto Nacional Forestal, Unidad de Evaluación y Promoción, departamento de Socio-Economía, Guatemala 34pp

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología. 1998: "*Boletín Informativo*" Noviembre, Guatemala. 10pp

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología. 1989: "*Principales Eventos Sísmicos del Siglo XX en Guatemala*". 14pp

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología. 1999: "*Mapa de amenaza de Inundación (registro histórico de inundaciones en el país)*", Informe Técnico Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central. INSIVUMEH, Guatemala. 237pp

Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología y Meteorología. 1991: "*Inventario de los Principales deslizamientos ocurridos en la República de Guatemala*", Guatemala. 487pp

"*Interpretación de Fotografías Aéreas para la Clasificación y elaboración de Cartas Geográficas del Suelo*", 1966. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID), México/Buenos Aires. 89pp

Kuroiwa H. J. 1987: "*Evaluación de los Riesgos de Desastres Naturales en la Región del Trifinio*", Plan Trifinio, Convenio Guatemala-El Salvador-Honduras O.E.A./IICA. 59pp

- Longley, R. W. 1970: "*Tratado Ilustrado de Meteorología*"; Universidad de Alberta, EUA. 332pp
- López, M. G. 1994: "*Estudio de las Interacciones entre población, suelo y vegetación, de La aldea Txichim, Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango*"; Instituto de Investigaciones Agronómicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 175pp
- MAGA, DIGESA, DIRENARE, 1974: "*Estudio Meteorológico del Huracán Olivia*"; Ministerio de Agricultura y Ganadería, Guatemala, 22pp
- "*Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en el departamento de Chiquimula (Jupilingo- Las Cebollas)*"; Guatemala. 87pp
- Millar, C.E. Turk, L.M. Foth, H.D. 1978: "*Fundamentos de la Ciencia del Suelo*"; Compañía Editorial Continental, S.A. México. 527pp
- Peña, J. M. 1984: "*Levantamiento Semidetallado de Suelos de la Cuenca del Río Grande De Zacapa, Subcuenca del Río San José*"; Centro de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 124pp
- Pineda, E. E. 1983: "*Caracterización Preliminar de la Cuenca del Río Grande de Zacapa*"; Centro de Investigaciones Agrológicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 93pp
- Plaza, G. 1998: "*Manual para mitigación de los desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*"; Organización Mundial de la Salud/ Organización Panamericana de la Salud, Quito, Ecuador. 110pp

- Priorización de Cuencas. 1987: *"Seminario Taller, Proyecto regional de manejo de cuencas*, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Guatemala. 42pp
- Ramakrishna, B. 1997: *"Estrategia de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y experiencias"*. Proyecto IICA/GTZ, sobre agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible. 75pp
- Romero, J.A. 1996: *"Acuíquímica"*. Departamento de Publicaciones de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Editorial Presencia. Colombia. 226pp
- Romero, J.A. 1999: *"Calidad del Agua"*. 2ª. Edición. Alfaomega grupo editor, S.A. de C. V. México, D. F. 273pp
- Rojas, O. y García, J. 1982: *"Informe Evaluativo de la Ejecución del Proyecto de Reforestación de la Cuenca del Río Grande de Zacapa"*, Guatemala. 36pp
- Sánchez, A, 1979: *"Determinación de Esguerrimiento superficial y Erosión en el Suelo Del Área del Proyecto de Conservación de Suelos Michatoya"*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 54pp
- Sebastián, M., Villaró, M., Alvarez, H. 2000: *"El Enfoque de la Ecología del Paisaje aplicado en las Evaluaciones Ambientales. Caso en estudio: análisis de Sensibilidad Ambiental en un Proyecto de Desarrollo Petrolero en Venezuela, Sur América"*. Departamento de Estudios Ambientales, Instituto de Recursos Naturales Renovables, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. 18pp

- Sánchez Ávila, J.M, Salazar Recinos, R. 1993: *"Conservación de Suelos y Agua"*  
Facultad de ciencias Agrícolas y Ambientales, Universidad Rafael Landívar,  
Guatamala. 145pp
- Sánchez Mendía, A. 1979: *"Determinación de Escurrimiento Superficial y Erosión en el Suelo del Área del Proyecto de Conservación de Suelos Michatoya"* Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 54pp
- Seminario Taller. 1986: *"Proyecto Regional de Manejo de Cuencas"*, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Antigua Guatemala, Guatemala. 32pp
- Simmons, Ch, Tárano J. M, Pinto, J. H. 1956: *"Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala"*, Instituto Agropecuario Nacional, Servicio Cooperativo Inter-Americano de Agricultura, Ministerio de Agricultura, Guatemala. Editorial José de Pineda Ibarra, Guatemala. 1000pp
- Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional –SOCODEVI-. 1999. *"Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en el Departamento de Chiquimula, Jupilingo, Las Cebollas, Caracterización Biofísica dela Cuenca del Río Jupilingo y las Tierras De la Aldea Las Cebollas en el departamento de Chiquimula"*, Universidad Del Valle De Guatemala, 50 pp
- Storie, E. 1970: *"Manual de Evaluación de Suelos"* Universidad de California, Berkely, UTEHA. EUA. 225PP
- Suárez de Castro, F. 1982: *"Conservación de Suelos"*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. 315pp

The World Bank. 1997: *“Expanding the Measure of wealth, Indicators of environmentally Sustainable Development”*. The World Bank, CSD Edition, Draft for Discussion USA. 109 pp

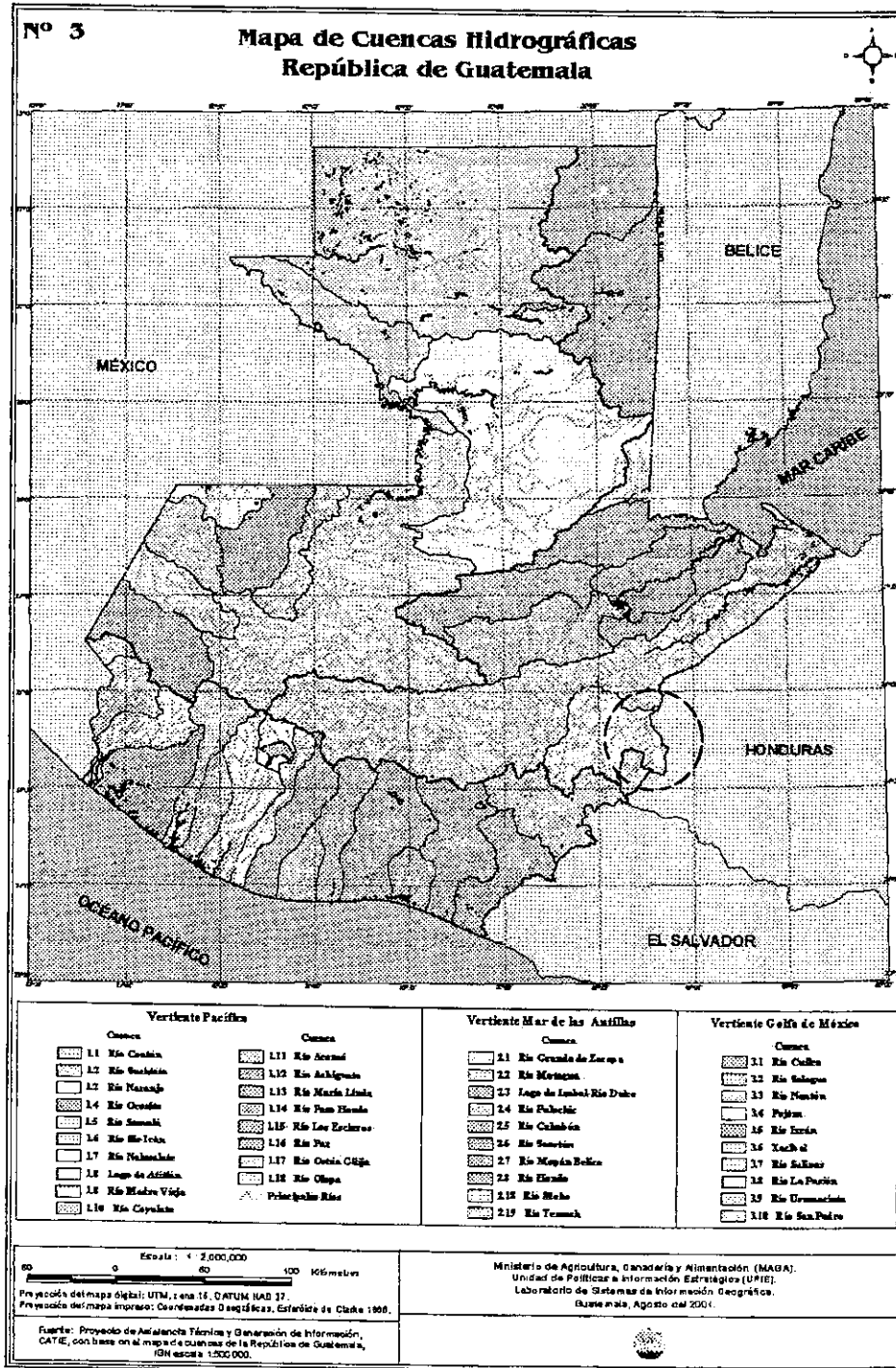
## B.Paginas Web

	Fecha Actualización
<a href="http://www.sinfo.net/cepredenac/mitch/map/guatemala/chiquimula.htm">http://www.sinfo.net/cepredenac/mitch/map/guatemala/chiquimula.htm</a>	
<a href="http://www.pagina.de/insivumeh">http://www.pagina.de/insivumeh</a>	
<a href="http://www.goes.noaa.gov">http://www.goes.noaa.gov</a>	diario
<a href="http://www.osei.noaa.gov/mitch.html">http://www.osei.noaa.gov/mitch.html</a>	11/04/98
<a href="http://www.cna.gob.mx/ciclones/prono99/prono99c.html">http://www.cna.gob.mx/ciclones/prono99/prono99c.html</a>	02/99
<a href="http://www.semarnap.gob.mx/naturaleza/emergencias/huracanes/hur-info-gen.htm">http://www.semarnap.gob.mx/naturaleza/emergencias/huracanes/hur-info-gen.htm</a>	
<a href="http://www.internet.com.mx/editorial/clima/">http://www.internet.com.mx/editorial/clima/</a>	
<a href="http://www.asesores.uv.mx/Gaceta/Abr98/ventabl.htm">http://www.asesores.uv.mx/Gaceta/Abr98/ventabl.htm</a>	
<a href="http://www.tor.ec.gc.ca/earg">http://www.tor.ec.gc.ca/earg</a>	06/01/00
<a href="http://www.grg.sr.unh.edu/ccrc">http://www.grg.sr.unh.edu/ccrc</a>	04/02/01
<a href="http://www.con.ag.gov/epubs/pdf/aer740/AER74od.PDF">http://www.con.ag.gov/epubs/pdf/aer740/AER74od.PDF</a>	
<a href="http://www.shcp.gob.mx/docs/cp97/medamb.html">http://www.shcp.gob.mx/docs/cp97/medamb.html</a>	04/97
<a href="http://www.acude.udg.mx/divulga/jalisciencia/ordena/congreso/index.html">http://www.acude.udg.mx/divulga/jalisciencia/ordena/congreso/index.html</a>	07/99
<a href="http://www.ine.gob.mx/dgoeia/ord_ecol/cosjal.html">http://www.ine.gob.mx/dgoeia/ord_ecol/cosjal.html</a>	
<a href="http://www.fas.usda.gov/pecad/articles/99-03/nic0339.pdf">http://www.fas.usda.gov/pecad/articles/99-03/nic0339.pdf</a>	21/12/00
<a href="http://www.ngdc.noaa.gov/">http://www.ngdc.noaa.gov/</a>	
<a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a>	
<a href="http://www.hurricane.info.usaid.gov/">http://www.hurricane.info.usaid.gov/</a>	
<a href="http://www.ogp.noaa.gov/">http://www.ogp.noaa.gov/</a>	16/05/01
<a href="http://www.spaceimaging.com">http://www.spaceimaging.com</a>	diario
<a href="http://www.hispagua.cedex.es">http://www.hispagua.cedex.es</a>	

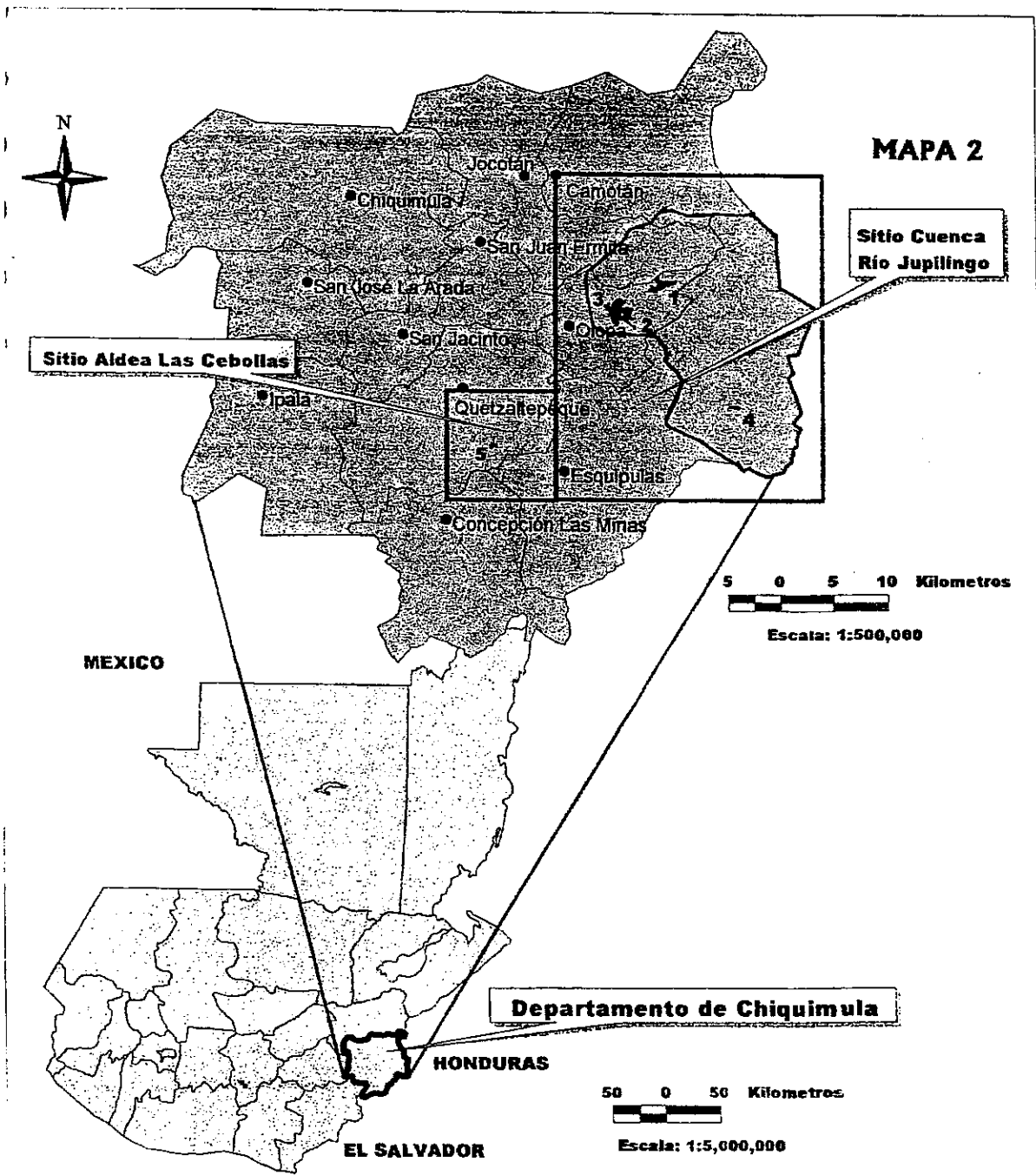
# XI. ANEXO

## MAPAS ANEXO 1

### MAPA 1 VERTIENTES Y CUENCAS DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA (MAGA 2001)



MAPA 2 UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO



Mapa de Ubicación de los Sitios de Estudio

- Leyenda**
-  Areas de Estudio
  -  Limite Departamental

- Poblados**
1. CASERIO LA PRENSA
  2. ALDEA PIEDRA DE AMOLAR
  3. ALDEA CAYUR
  4. ALDEA CRANMAGUA
  5. ALDEA CEBOLLAS

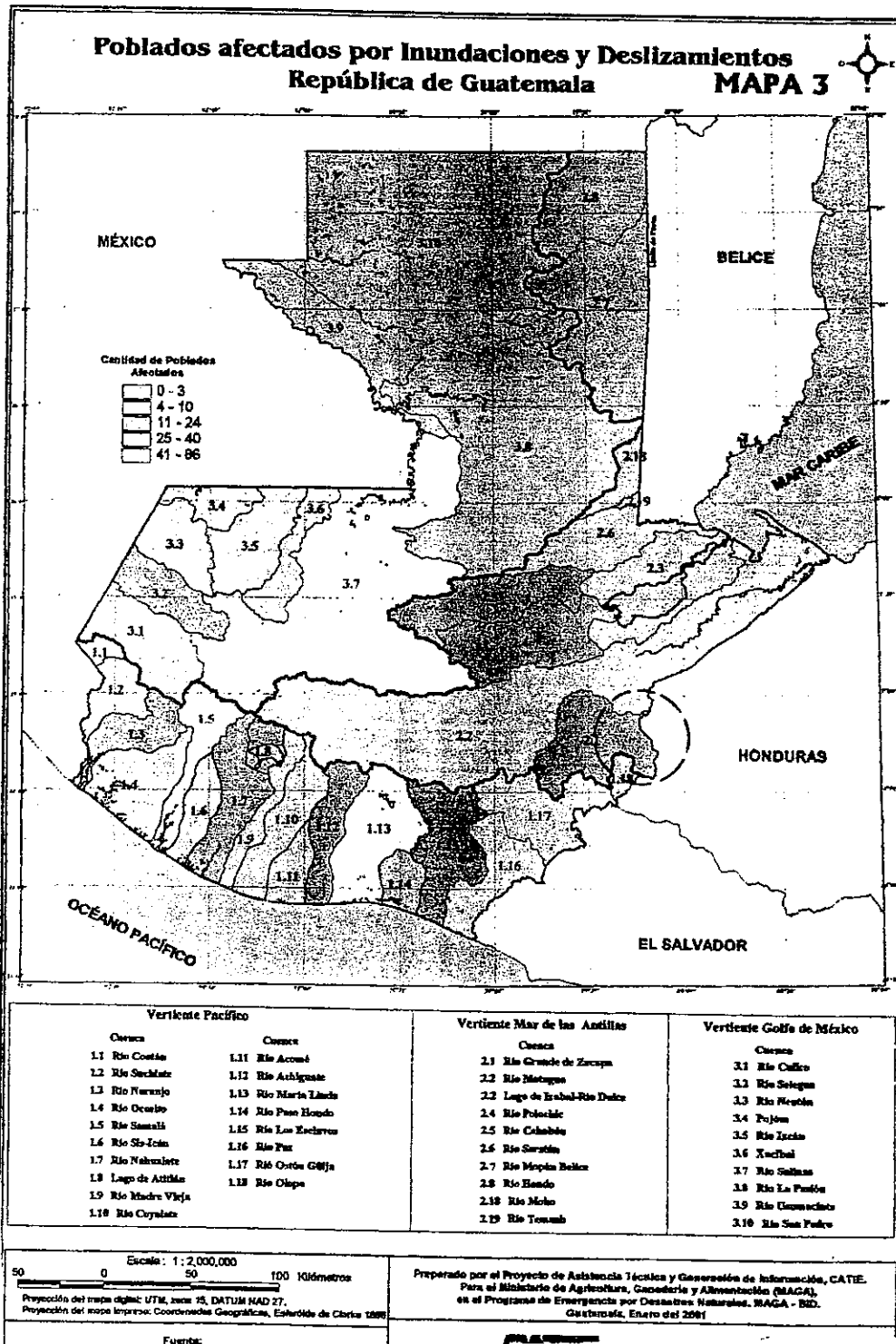
Proyecto: Jupilingo, Las Cebollas

Fuentes: Mapas del IGN

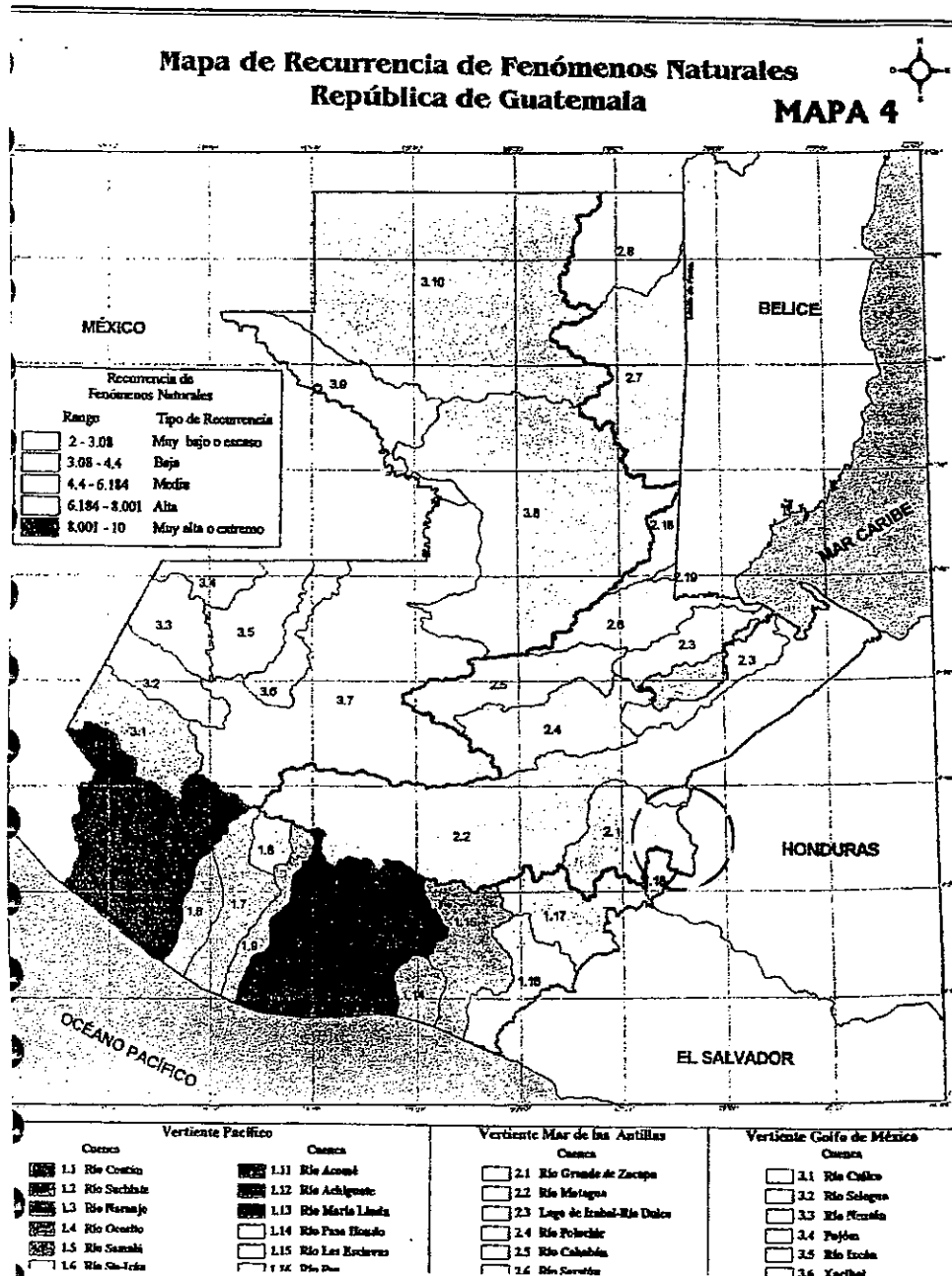
Centro de Estudios en Informática Aplicada y  
 Centro de Estudios Ambientales  
 Universidad del Valle de Guatemala  
 Fecha de Imposición: 12/7/98

Elaborado por:  
 Dr. Edwin Castellanos y Mario Rodríguez

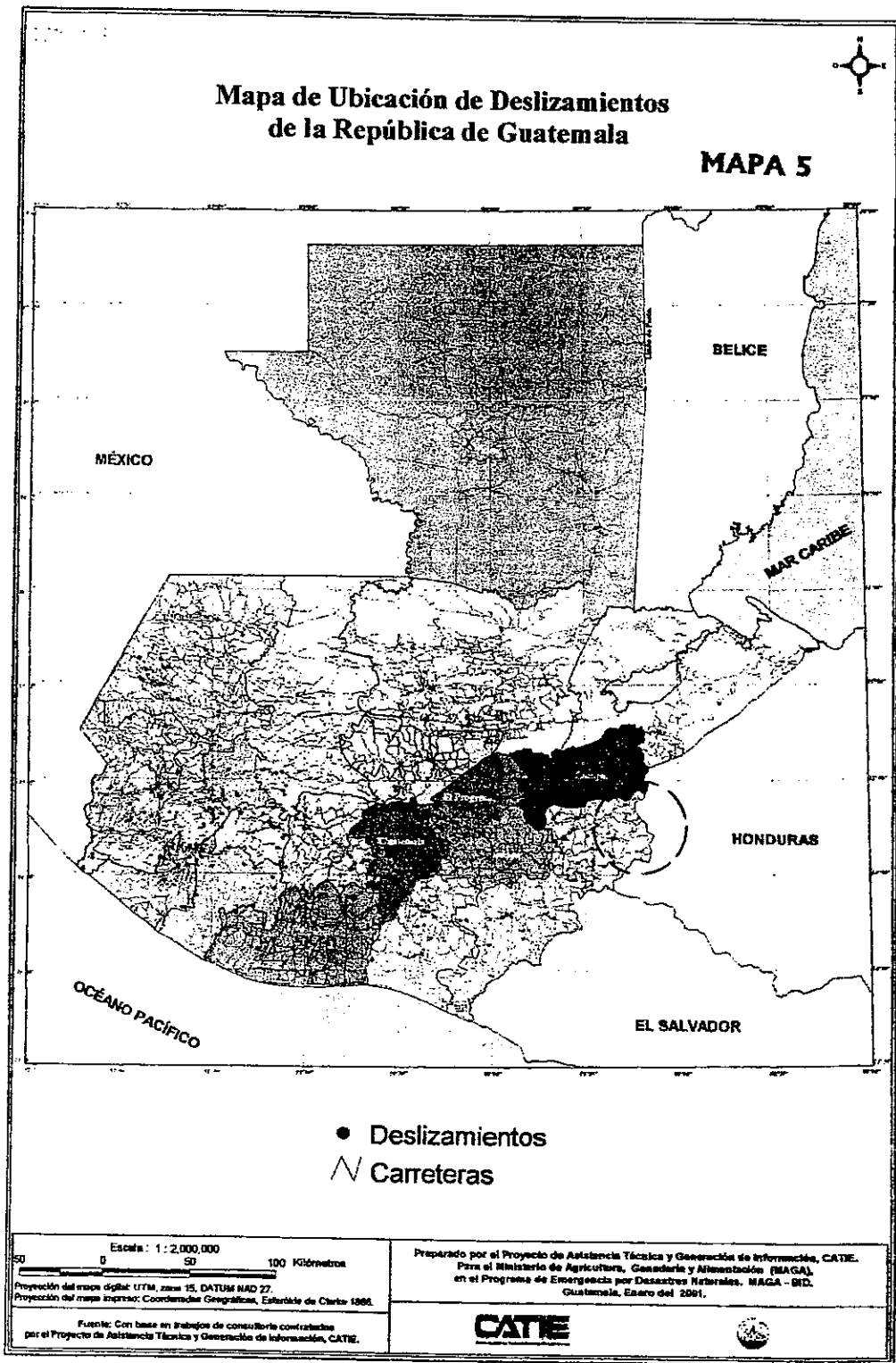
**MAPA 3 POBLADOS AFECTADOS POR INUNDACIONES Y DESLIZAMIENTOS EN LA  
REPUBLICA DE GUATEMALA**



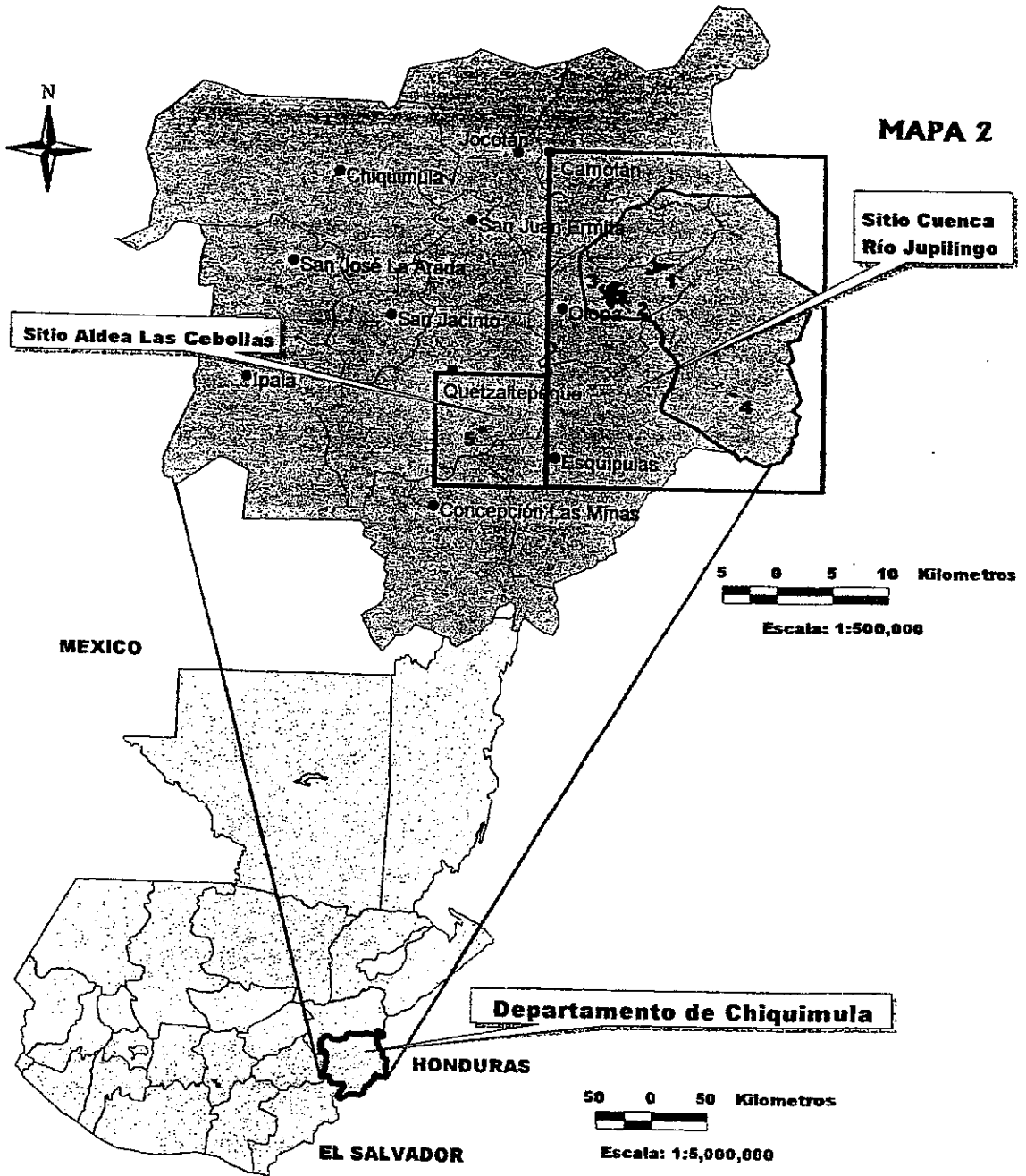
**MAPA 4 RECURRENCIA DE FENÓMENOS NATURALES EN LA  
REPÚBLICA DE GUATEMALA**



**MAPA 5 UBICACIÓN DE DESLIZAMIENTOS DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA**



MAPA 6 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Mapa de Ubicación de los Sitios de Estudio

**Leyenda**  
 [ ] Areas de Estudio  
 [ ] Limite Departamental

- Poblados**
1. CASERIO LA PRENSA
  2. ALDEA PIEDRA DE AMOLAR
  3. ALDEA CAYUR
  4. ALDEA CHANMAGUA
  5. ALDEA CEBOLLAS

Proyecto: Jupilingo, Las Cebollas

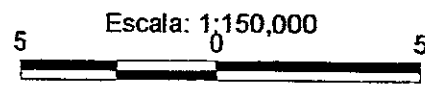
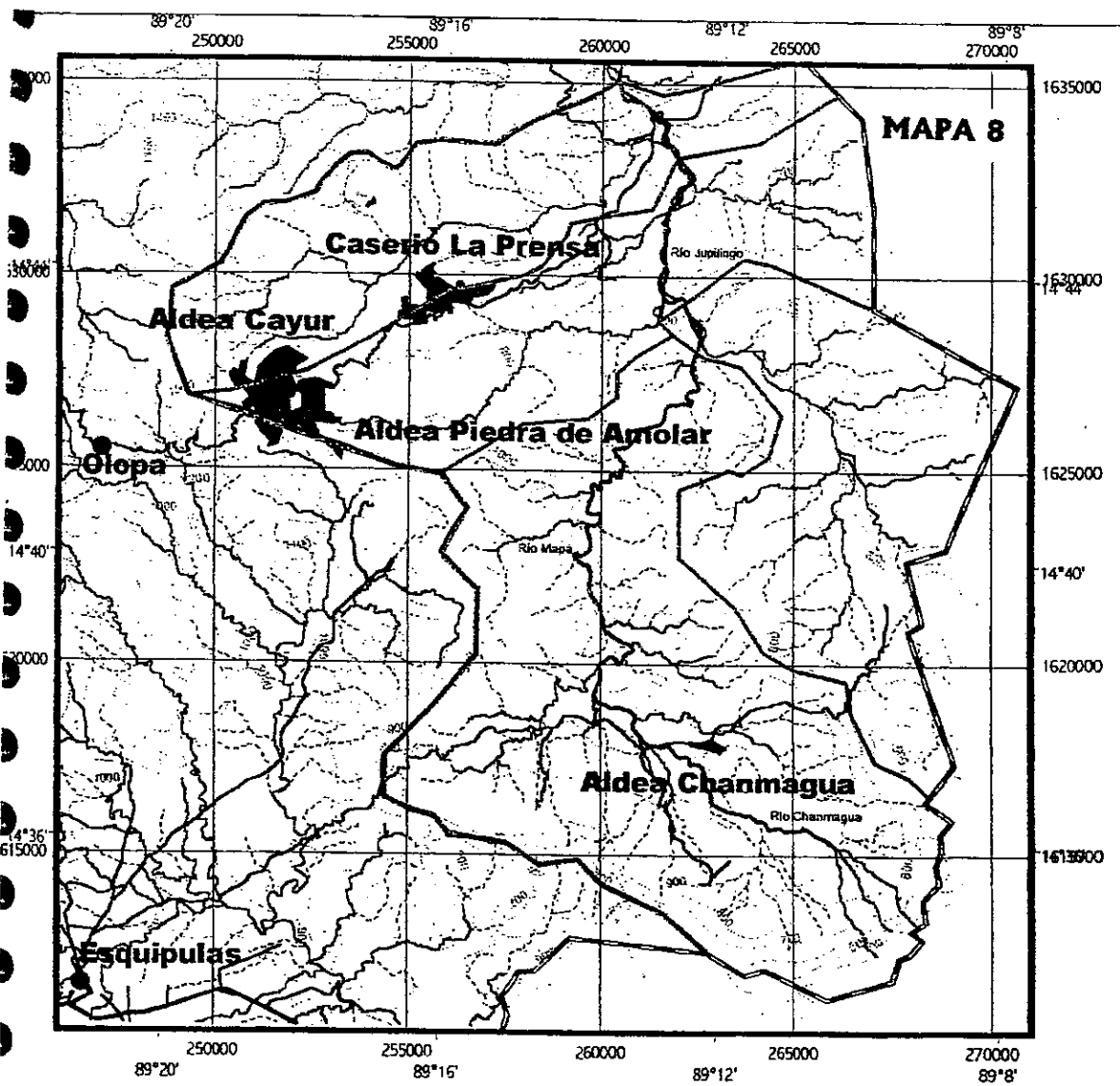
Fuentes: Mapas del IGN

Elaborado por:  
 Dr. Edwin Castellanos y María Rodríguez

Centro de Estudios en Informática Aplicada y  
 Centro de Estudios de Estadística



# MAPA 8 HIDROLOGÍA

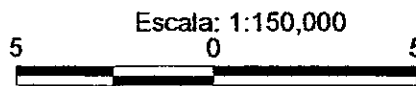
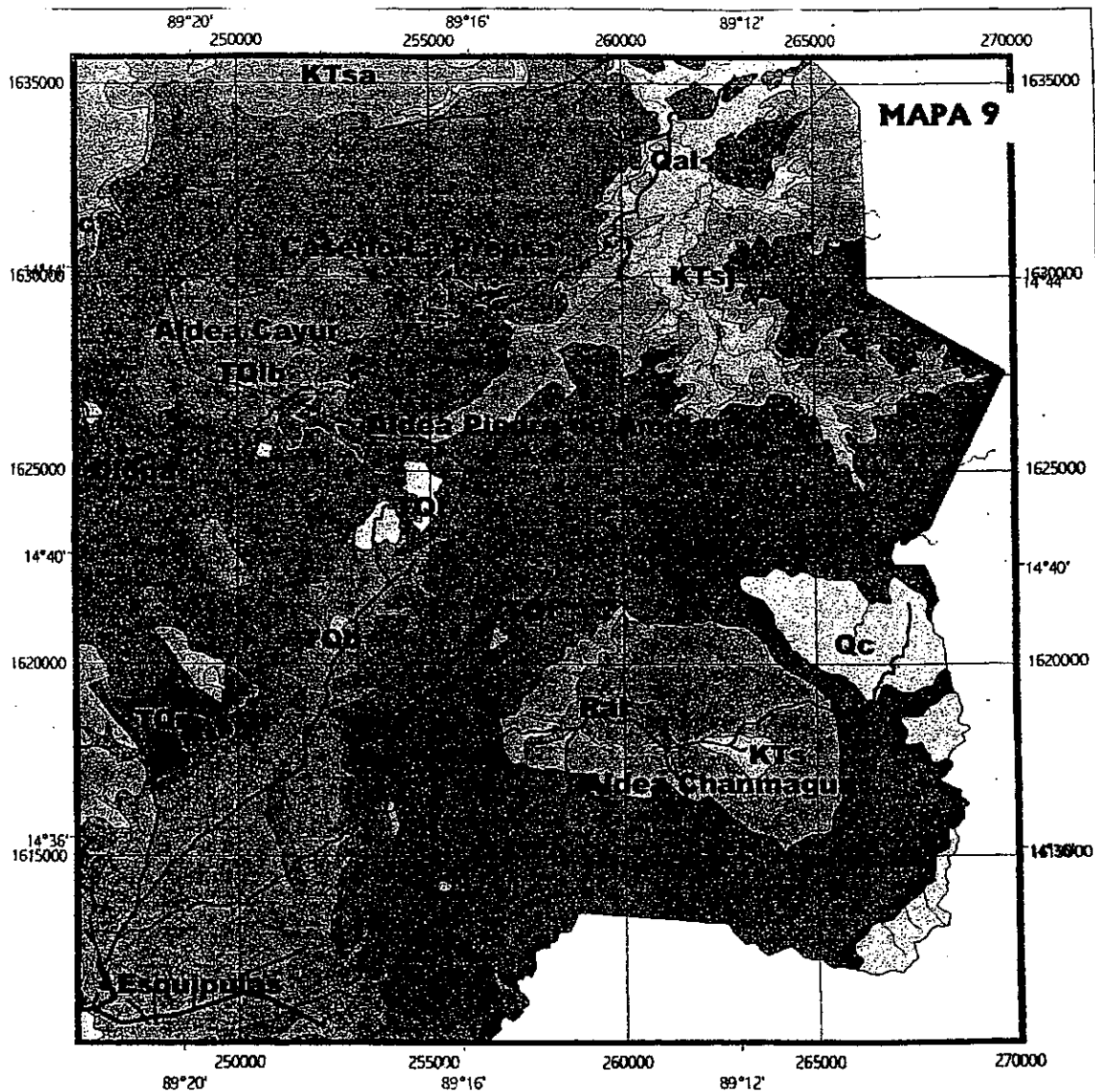


Cuadrícula: UTM Zona 16  
 Esferoide de Clarke 1866  
 Datum Horizontal NAD 27.



Leyenda		Hidrologia Cuenca del Río Jupilingo	
	Subcuencas	Proyecto: Jupilingo, Las Cebollas	
	Limite de Cuenca	Fuentes: Mapas IGN 1:50,000	
	Limite Internacional	Croquis INE 1:25,000	
	Carretera Pavimentada	Centro de Estudios en Informática Aplicada y	
	Carretera de Terracería	Centro de Estudios Ambientales	
	Poblados	Universidad del Valle de Guatemala	
	Cabeceras Municipales	Impreso: 12 de julio de 1999	
	Ríos Permanentes	Elaborado por:	
	Ríos Intermitentes	Dr. Edwin Castellanos y Mario Rodriguez	

# MAPA 9 GEOLOGÍA



5 Kilometros



Cuadrícula: UTM Zona 16  
Esferoide de Clarke 1966  
Datum Horizontal NAD 27.



## Leyenda

- Carretera Panamericana
- Carretera de Tercer orden
- Cabecera Municipal
- Poblados
- Río Permeante
- Capas de Sedimentos:**
- Aluvión reciente
- Resallo y lamar no diferenciados
- Calizas lijas y arenosas
- Capas rojas: arenosas, limos, conglomerados; detritu volcánico
- Coladas Desplazadas
- Coladas rídicicas
- Facies San Andrés/rojas, conglomerado calizo
- Facies San Jorge, capas rojas
- Lohar Basáltico
- Toba Rídicica
- Travertino

## Geología del Area del Río Jupilingo

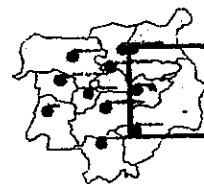
Proyecto: Jupilingo, Las Cebollas

Fuentes: Mapas IGN 2359 I y IV G, 2360 II y III G  
Croquis INE 1:25,000

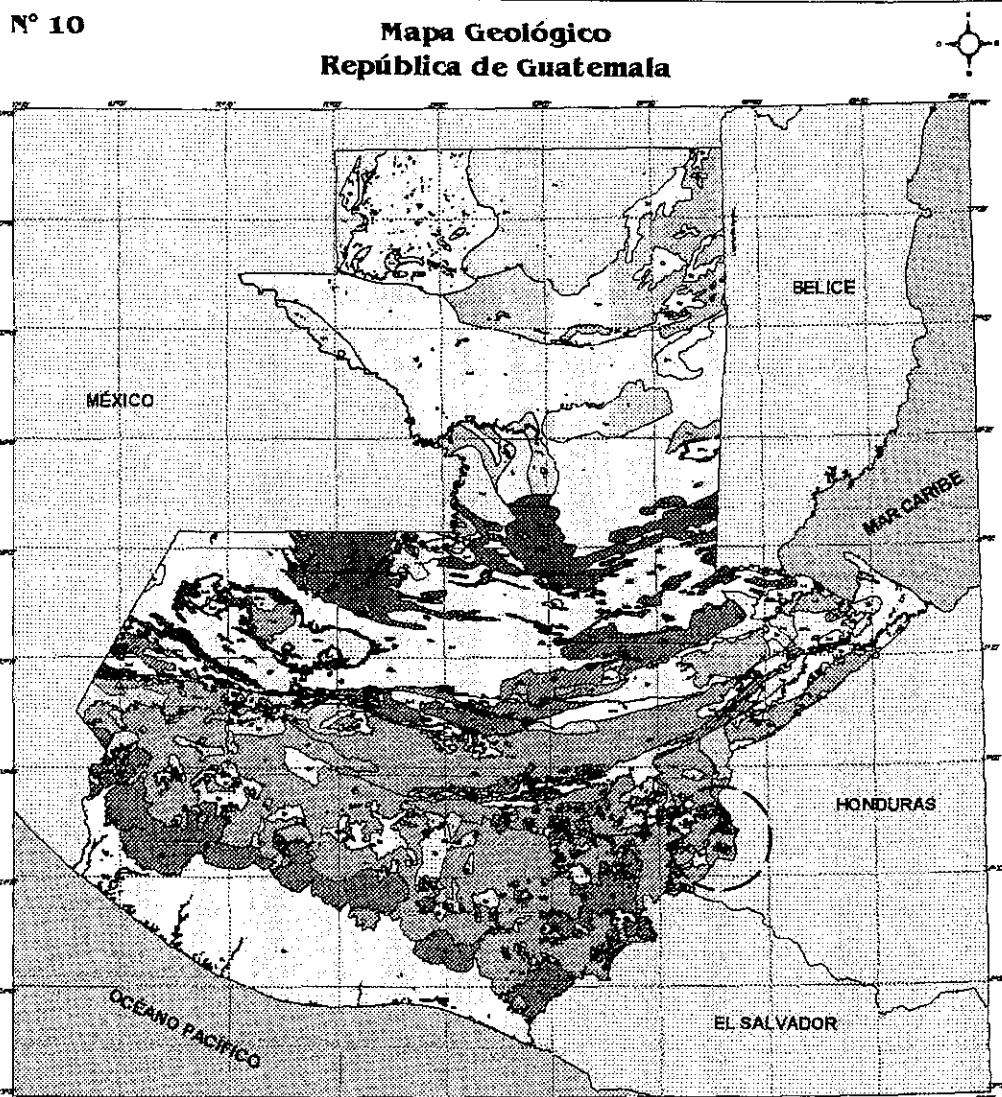
Centro de Estudios en Informática Aplicada y  
Centro de Estudios Ambientales  
Universidad del Valle de Guatemala  
Impreso: 8 de julio de 1989

Elaborado por:

Dr. Edwin Castellanos y Mario Rodríguez



MAPA 10 GEOLOGÍA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA (MAGA 2001)



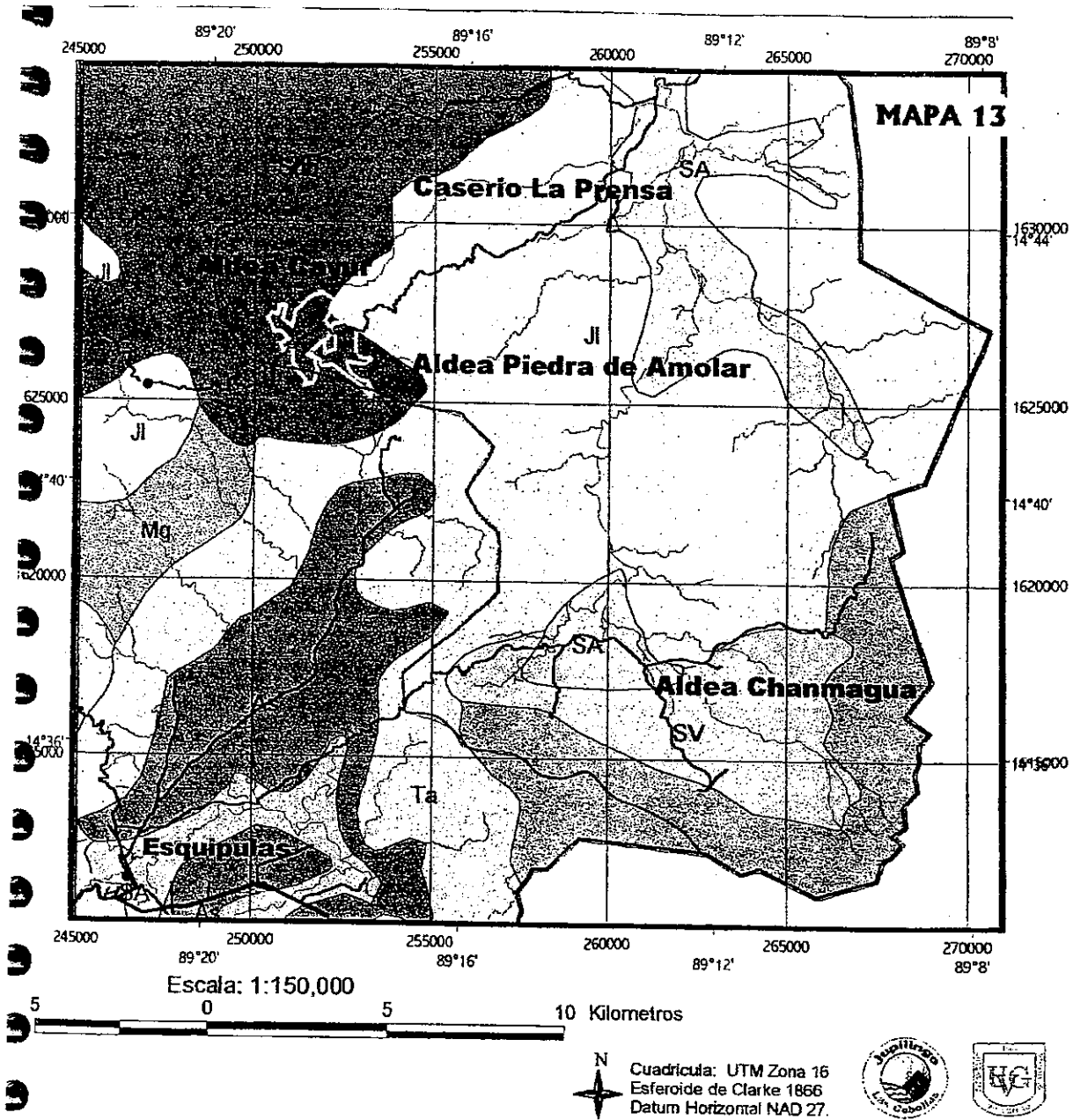
<p><b>Qa</b> <b>ALUVIONES CUATERNARIOS</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>Tq</b> <b>SELICIALES SUPERIORES OLEOCENO-MIOCENO</b> Petrólitos de areniscas, calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>Tod</b> <b>SELICIALES SUPERIORES OLEOCENO-MIOCENO</b> Petrólitos de areniscas, calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>Tk</b> <b>Sedimentos EOCENO</b> Petrólitos de areniscas, calizas, margas, arcillas, y otros.</p>	<p><b>Tpa</b> <b>PALEOCENO-EOCENO</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>KThb</b> <b>CELACENO-EOCENO</b> Firmas de calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>KTi</b> <b>CELACENO-CELACENO</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>Ked</b> <b>CELACENO</b> Sedimentos marinos</p>	<p><b>Jb</b> <b>PLAQUEOCELACENO</b> Firmas de calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>Pc</b> <b>Sedimentos PERMIANO</b> Firmas de calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>CPe</b> <b>Sedimentos CARBONIFERO PERMIANO</b> Firmas de calizas, margas, arcillas, y otros.</p> <p><b>Me</b> <b>MIETANOLITAS CUATERNARIAS</b> Sedimentos marinos</p>	<p><b>Qr</b> <b>LOCASIONES Y METAMORFOSIS CUATERNARIAS</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>Ty</b> <b>LOCASIONES Y METAMORFOSIS TRIASICO</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>I</b> <b>LOCASIONES Y METAMORFOSIS JURASICO</b> Sedimentos marinos</p>	<p><b>Pi</b> <b>LOCASIONES Y METAMORFOSIS PERMIANO</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>Pm</b> <b>LOCASIONES Y METAMORFOSIS MIOCENO</b> Sedimentos marinos</p> <p><b>Agua</b> <b>Agua</b></p>
---	---	---	--	---

Escala: 1:200000  
 0 50 100 Kilómetros  
 Proyección del mapa digital: UTM, zona 15, DATUM NAD 27.  
 Proyección del mapa impresos: Coordenadas Geográficas, Estereográfica de Clarke 1886.  
 Fuente: Mapa Geológico de la República de Guatemala. Instituto Geográfico Nacional, Esc. 1:500,000. Compilado por ICAAT, 1970.  
 Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).  
 Unidad de Políticas e Información Estratégicas (UPIE).  
 Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica.  
 Guatemala, Agosto del 2001.





# MAPA 13 SUELOS SEGÚN SIMMONS



**Leyenda**

- Camino de Ferrocarril
- Poblado
- Caserio Municipal
- Zona Urbana

**Suelos de Suelos de Simmons**

- Arroyo
- Atlapa
- Chuculal
- Jalapa
- Mongoy
- Akuviales
- De Los Valles
- Subisal
- Tahualni

**Proyecto: Jupilingo, Las Cebollas**

**Fuentes:** Mapa de Suelos de Simmons 1:200,000  
Mapas IGN 1:50,000  
Croquis INE 1:25,000

Centro de Estudios en Informática Aplicada y  
Centro de Estudios Ambientales  
Universidad del Valle de Guatemala  
Impreso: 12 de julio de 1999

**Elaborado por:**  
Dr. Edwin Castellanos y Mario Rodriguez

**Mapa 14:**  
**Unidades Ambientales de Manejo**  
 Subcuenca Río Jupilingo, Chiquimula



**Leyenda**

- Ríos
- Curvas de Nivel
- Caminos**
  - Asfaltado
  - No Asfaltado
  - Veredas
- Unidades Ambientales**
  - Unidad de Conservación
  - Unidad de Degradación
  - Unidad de Rehabilitación
- Unidad de Contaminación:**
- Poblados por Número de Habitantes**
  - 0 - 700
  - 701 - 1400
  - 1401 - 2100
  - 2101 - 2815



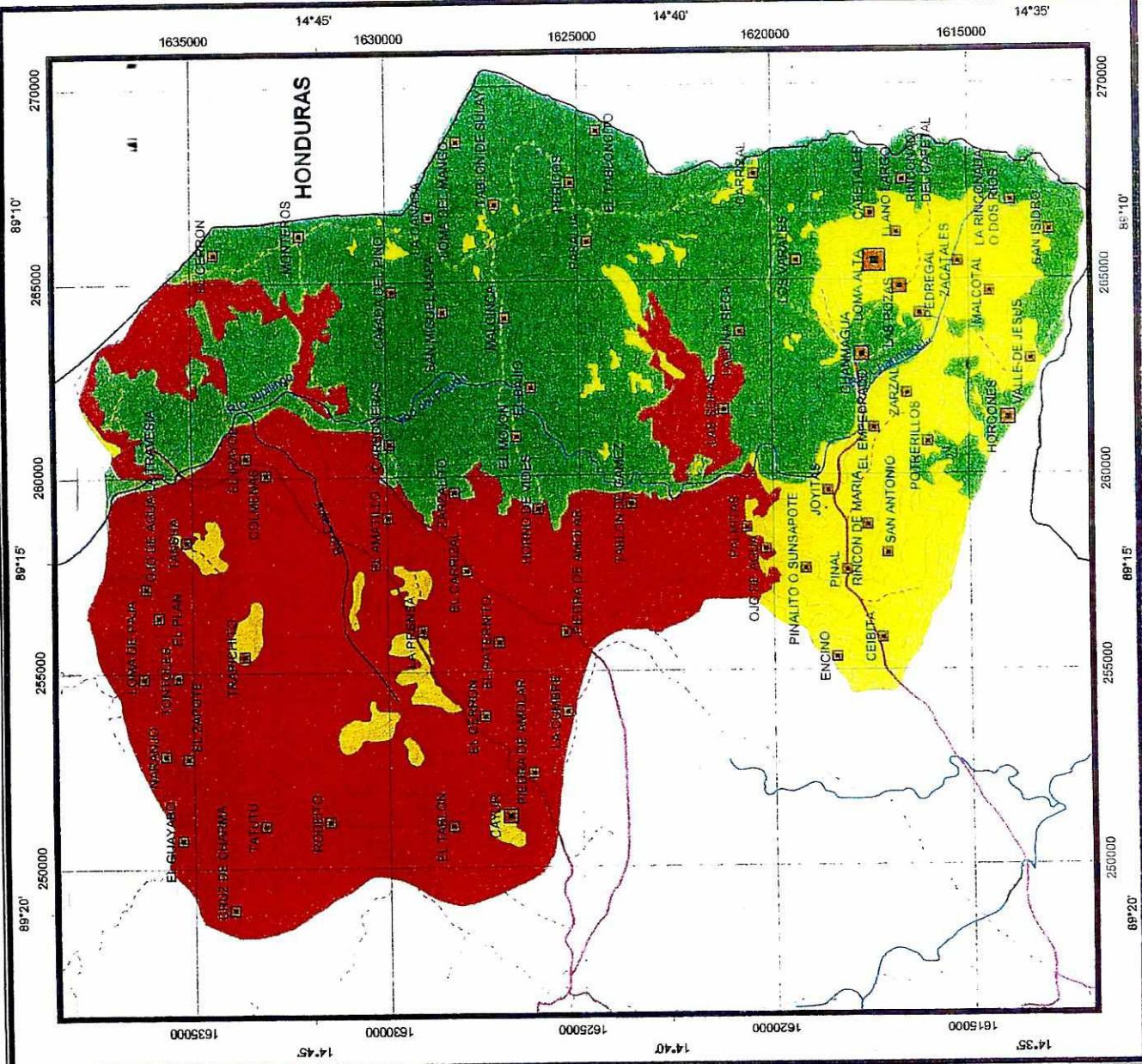
Laboratorio de Sistemas de Información  
 Geográfica y Sensores Remotos  
 Universidad del Valle de Guatemala

Fuente:  
 Mapas IGN Escala 1:50,000  
 Base de Datos MAGA Escala 1:250,000

Elaborado por:  
 Francisco Nieves  
 Claudia Manzón  
 Fernando Roldán  
 Angélica Arévalo  
 Impreso: Septiembre 2002

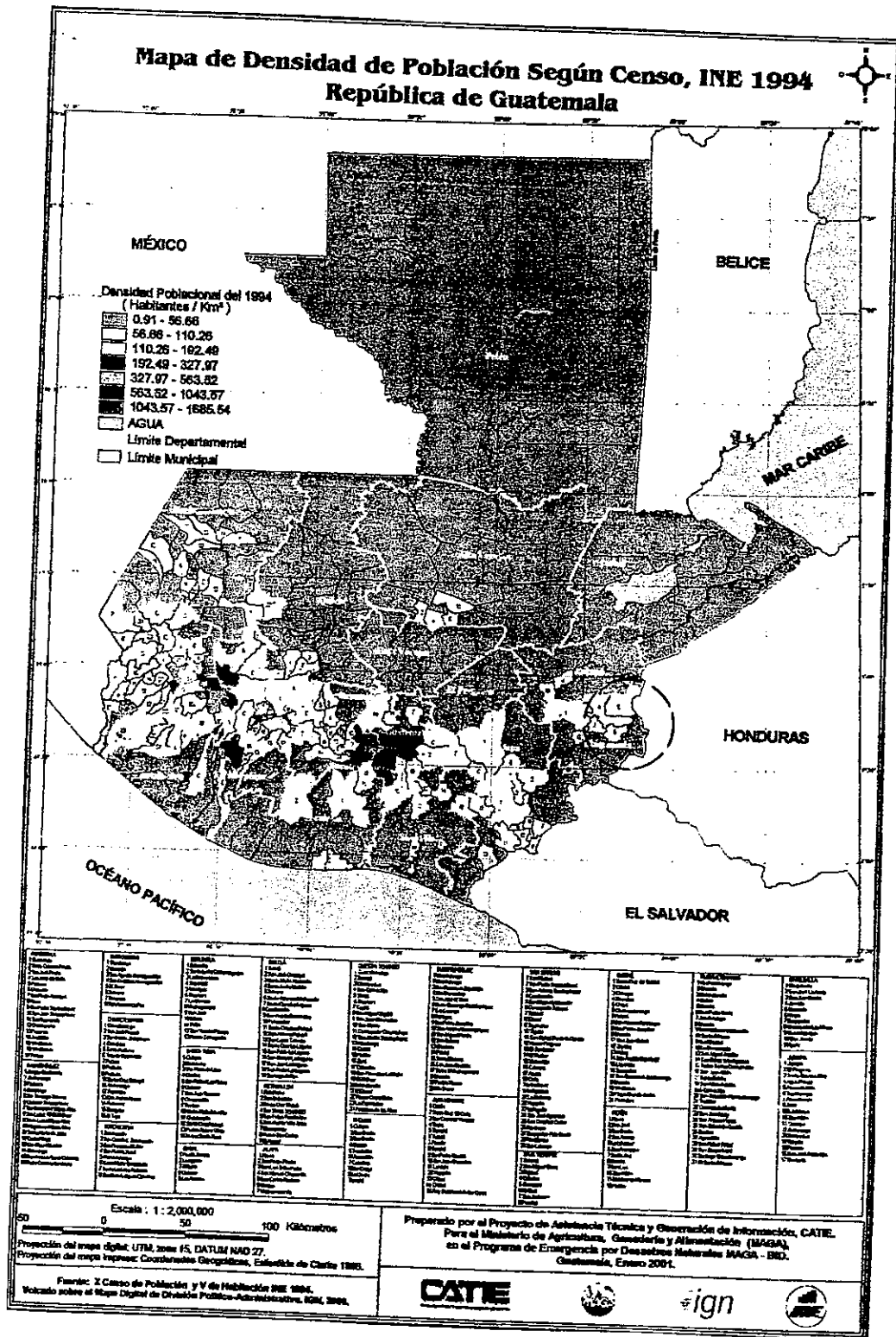


Estereofoto de Clarke 1966  
 Datum Horizontal Nac 1927  
 Zona 16





MAPA 16 DENSIDAD DE POBLACIÓN SEGÚN CENSO INE (1994)



MAPA 17 UBICACIÓN FOTOGRAFÍAS ÁREA DE ESTUDIO



## CUADROS ANEXO 2

CUADRO 2. REGISTRO ACTUALIZADO DE DESASTRES EN AMERICA Y EL MUNDO

AÑO	FENOMENO	NOMBRE	AREAS AFECTADAS
1987	Terremoto		Provincia Napo, Ecuador
1989	Huracán	Hugo	Puerto Rico y Caribe
1989	Terremoto		Loma Prieta, California, EUA
1991	Incendio Forestal		
1991	Terremoto		Lirión, Costa Rica
1992	Huracán	Andrew	Florida, EUA
1993	Inundaciones		EUA
1994	Terremoto		Northridge, California, EUA
1995	Huracán	Luis	Caribe
1995	Terremoto	Trans-Cutucu	Ecuador
1995	Volcán		Sdorriere Hills, Montserrat
1995	Huracán	Marilyn	Puerto Rico
1996	Terremoto		Nasca, Perú
1996	Huracán	Fran	EUA
1997	Terremoto		Cariaco, Venezuela
1998	Incendio Forestal		Guatemala
1998	Incendio Forestal		California, EUA
1998	Terremoto		Aiquile-Totora, Bolivia
1998	<b>Huracán</b>	<b>Mitch</b>	<b>Honduras, Guatemala, Nicaragua</b>
1999	Huracán	Floyd	Florida, Carolina del Norte, EUA
1999	Terremoto		Ankara, Turquía
1999	Terremoto		Atenas, Grecia
1999	Terremoto		Taipei, Taiwan
1999	Inundaciones		Guatemala
1999	Inundaciones		El Salvador
1999	Inundaciones		EUA
1999	Inundaciones		Costa Rica
1999	Tifón	Bart	Sur de Japón
1999	Inundaciones		Florencia, Colombia
1999	Inundaciones		Honduras
1999	Inundaciones		Chiapas, México
1999	Inundaciones	Irene	Hidalgo, Puebla, Veracruz, México
2001	Terremoto		San Salvador, El Salvador
2001	Terremoto		India

Elaboración propia, 2001

**CUADRO 3. DATOS HISTÓRICOS DE INUNDACIONES.  
EVENTOS POR DEPARTAMENTO DURANTE PERÍODO  
1800-1899**

<b>No.</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>	<b>EVENTOS</b>
1	Alta Verapaz	1
2	Baja Verapaz	0
3	Chimaltenango	2
4	Chiquimula	2
5	Escuintla	3
6	Guatemala	7
7	Huehuetenango	0
8	Izabal	1
9	Jalapa	1
10	Jutiapa	1
11	Petén	1
12	El Progreso	0
13	Quetzaltenango	4
14	Quiché	1
15	Retalhuleu	3
16	Sacatepéquez	3
17	San Marcos	2
18	Santa Rosa	0
19	Sololá	1
20	Suchitepéquez	2
21	Totonicapán	0
22	Zacapa	2
	<b>TOTAL</b>	<b>37</b>

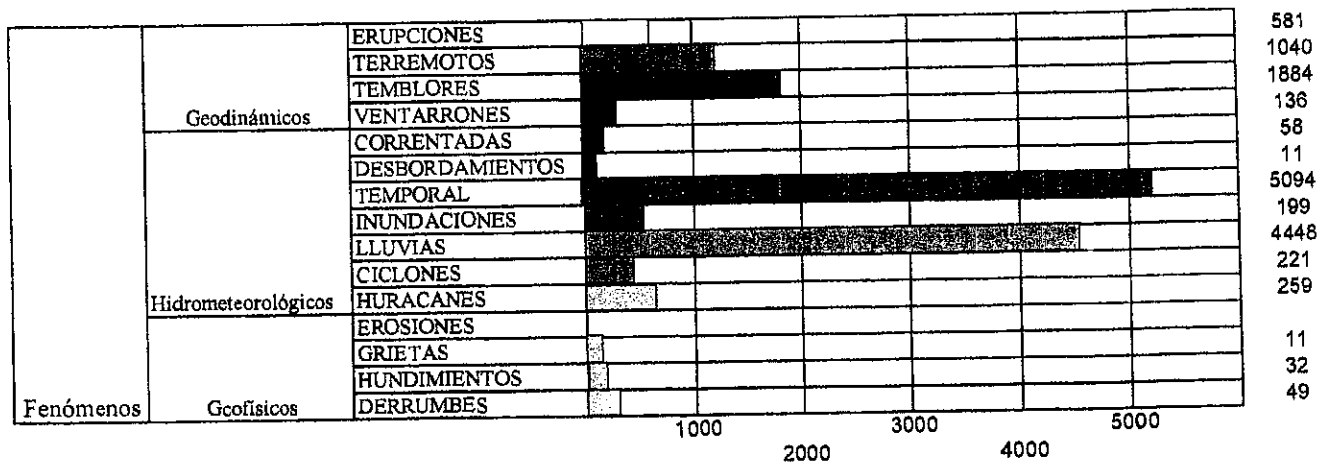
Fuente: INSIVUMEH, 2000

**CUADRO 4. DATOS HISTÓRICOS DE INUNDACIONES. EVENTOS  
POR DEPARTAMENTO DURANTE PERÍODO 1900-1989**

No.	DEPARTAMENTO	EVENTOS
1	Alta Verapaz	41
2	Baja Verapaz	10
3	Chimaltenango	3
4	Chiquimula	12
5	Escuintla	162
6	Guatemala	145
7	Huehuetenango	31
8	Izabal	65
9	Jalapa	7
10	Jutiapa	22
11	Petén	23
12	El Progreso	15
13	Quetzaltenango	65
14	Quiché	12
15	Retalhuleu	27
16	Sacatepéquez	31
17	San Marcos	47
18	Santa Rosa	20
19	Sololá	12
20	Suchitepéquez	18
21	Totonicapán	7
22	Zacapa	14
	<b>TOTAL</b>	<b>789</b>

Fuente: INSIVUMEH, 2000

CUADRO 5 DESASTRES DE 1530 A 1986 EN GUATEMALA



Fuente: Desastres. Peligrns Naturales en Guatemala, DIDRMA/OEA/OFDA/USAID, 1989

**CUADRO 6 . DATOS METEOROLÓGICOS ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS  
INSIVUMEH**

<b>Nombre de la Estación</b>	<b>Departamento</b>	<b>Municipio</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Elevación Msnm</b>
Esquipulas	Chiquimula	Esquipulas	14°33'32"	89°20'31"	950
Camotán	Chiquimula	Camotán	14° 49' 14"	89° 22' 22"	450
Ipala	Chiquimula	Ipala	14°37'00"	89°37'00"	827
La Unión	Zacapa	La Unión	14°58'00"	89°17'34"	1100
La Ceibita	Jalapa	Monjas	14°29'07"	89°10'53"	961

Fuente: INSIVUMEH, 2000

**CUADRO 10 . LISTA DE ESPECIES DE FLORA SEGÚN ZONA DE VIDA**

**Estrato Arbóreo**

<b>Especie</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Familia</b>
<u>Pinus oocarpa</u> Schiede	pino	PINACEAE
<u>Quercus piduncularis</u> Née	roble	FAGACEAE
<u>Curatella americana</u> L.	Chaparro	DILLENiaceae
<u>Cecropia peltata</u> L.	Guarumo	MORACEAE
<u>Cedrela Odorata</u> L.	Cedro	MELIACEAE
<u>Manguijera indica</u> L.	Mango	ANACARDIACEAE
<u>Quercus sapotaefolia</u> Liemb.	Encino	FAGACEAE
<u>Byrsonima crassifolia</u> (L.) HBK.	Nance	MALPIGHIACEAE
<u>Inga patens</u> Harms.	Paterna	MIMOSACEAE
<u>Quercus peduncularis</u> var. Sublandosa roble		FAGACEAE
<u>Miconia do decandra</u> (ders.) Congn.	Sirín	MELASTOMACEAE
<u>Ficus padifolia</u> HBK	amate	MORACEAE
<u>Licania arborea</u> Seem	sunsa	ROSACEAE
<u>Quercus Hondurensis</u> Trelease	encino	FACEAE
<u>Psidium guajavo</u> L.	Guayaba	MIRTACEAE
<u>Achras zapota</u>	zapote	SAPOTACEAE
<u>Liquidambar styraciflua</u>	liquidambar	HAMAMELIDACEAE
<u>Sapindus saponaria</u> L.	guiril	SAPINDACEAE
<u>Calophyllum brasiliense</u> Camb.	marío	GUTTIFERAE
<u>Agave sp.</u>	maguay	AMARYLLIDACEAE
<u>Tabebuia pentaphylla</u>	matilisguate	BIGNONIACEAE
<u>Ardisia revoluta</u> GBK	ciracil	MYRSINACEAE
<u>Talisia olivaeformis</u> HBK	jurgay	SAPINDACEAE

Estrato Arbustivo

Especie	Familia
<u>Vernonia Mollis</u> HBK	COMPOSITAE
<u>Quercus peduncularis</u> Née.	FAGACEAE
<u>Calliandra grandiflora</u>	MIMOSACEAE
<u>Eupatorium glaberrimum</u> DC.	COMPOSITAE
Momosa albida	MIMOSACEAE
Vernonia tortuosa	COMPOSITAE
Psidium guineense	MIRTACEAE
Alibeertia edulis	RUBIACEAE
Byrsonima crassifolia	MALPIGHIACEAE
<u>Pinus oocarpa</u> Schiede	PINACEAE
<u>Curatella americana</u> L.	DILLENACEAE
<u>Montanoa sp.</u>	COMPOSITAE
<u>Lantana camara</u>	VERBENACEAE
<u>Verbena minarum</u> Standl & Steyerf.	COMPOSITAE
Dodonea Viscosa	SAPINDACEAE
Calea zacatechichi	PAPILIONACEAE
Eupatorium odoratum	COMPOSITAE
Perymenium grande	COMPOSITAE

Estrato Herbáceo

Especie	Familia
<u>Calea pringlei</u> Robinson	COMPOSITAE
Paspalum sp	GRAMINEACEAE
Lantana camara	VERBENACEAE
<u>Tajetes erecta</u> L.	COMPOSITAE
<u>Mimosa pudica</u> L.	MIMOSACEAE
<u>Melinis minutiflora</u> Beauv.	GRAMINEACEAE
<u>Eupatorium sp.</u>	COMPOSITAE
<u>Oplismenus burmanni</u> L.	GRAMINEACEAE

<u>Bacharis trinervis</u> Persoon	COMPOSITAE
<u>Kohleria spicata</u> Hanst	GESNERIACEAE
<u>Gnaphalium altenuatum</u> DC	COMPOSITAE
<u>Arracacia bracteata</u> Coult & Ros.	UMBELLIFERAE
<u>Cassia biflora</u> L.	CAESALPINACEAE
<u>Sida acuta</u> Brum.	MALVACEAE
<u>Salvia sp.</u>	LABIATAE
<u>Salvia purpurea</u> L.	LABIATAE
<u>Dalea vulneraria</u> Oerst	PAPILIONACEAE
Gayoides crispum	MALVACEAE
<u>Cyperus flavus</u> Nees.	CYPERACEAE
Calopogonium muconides	PAPILIONACEAE
<u>Asclepias curassavica</u> L.	ASCLEPIADACEAE
Desmodium barbatum	PAPILIONACEAE
<u>Miconia sp.</u>	MELASTOMACEAE
Miconia argentea	MELASTOMACEAE
Perymenium ghiesbreghtii	COMPOSITAE
Dodonea viscosa	SAPINDACEAE
Lamourouxia viscosa	SCROPHULARIACEAE
<u>Eupatorium nubigenum</u> Lat. Seas	COMPOSITAE
<u>Perezia nudicaulis</u> Gray	COMPOSITAE
Lagascea heleantifolia	COMPOSITAE
<u>Ipomoea sp.</u>	CONVOLVULACEAE
<u>Mimosa Skinneri</u> Benth.	MIMOSACEAE
<u>Aeteropteris Beecheyana</u> Juss.	MALPIGHIACEAE

Fuente: Gabriel Heredia Castro, 1986

**CUADRO 11 . LISTA DE ESPECIES DE FAUNA EN EL DEPARTAMENTO DE  
CHIQUIMULA.**

<b>Avifauna</b>	
Frontino	
Chano	
Pato chaparro	
Guachoco	
Carpintero	<u>Colaptes auratus</u>
Cheje	<u>Melanerpes formicivorus</u>
Tecolote	<u>Glaucidium brasilianum</u>
Siguamonta	
Zensontle de Agua	

<b>Mamíferos Silvestres</b>	
Venado	<u>Odocoileus virginianus</u>
Armadillo	<u>Dasyus novemcinctus</u>
Conejo	
Ardilla	<u>Sciurus yucatanensis</u>
Comadreja	
Tacuazín	<u>Didelphis Virginianus</u>

<b>Reptiles</b>	
Zumbadora	
Cantil de agua	<u>Agkistrodon bilineatus</u>
Bejuquillo	
Víbora	
Mazacuata	<u>Constrictor constrictor</u>

Fuente: Atlas Geográfico de Guatemala, 1978

**CUADRO 12. LEYENDA DE USO ACTUAL DE LA TIERRA  
ADAPTADA DE LA UNIÓN GEOGRÁFICA INTERNACIONAL -UGI-**

CATEGORÍAS-UGI-	NIVEL EXPLORATORIO	NIVEL DE RECONOCIMIENTO	NIVEL SEMIDETALLADO
1. Centros Poblados	1. Centros Poblados	1.1 Centros Poblados Urbanos	1.1 Centros Poblados Urbanos
		1.2 Centros Poblados Rurales	1.2 Centros Poblados Rurales
2. Horticultura	2. Horticultura	2.1 Olericultura	2.1.1 Hortalizas de clima frío
			2.1.2 Hortalizas de clima templado
			2.1.3 Hortalizas de clima cálido
		2.2 Fruticultura	2.2.1 Frutales de clima frío
			2.2.2 Frutales de clima templado
			2.2.3 Frutales de clima cálido
3. Cultivos permanentes	3. Cultivos permanentes	3.1 Cultivos de clima frío	3.1.1 Café
		3.2 Cultivos de clima templado	3.2.1 Café
		3.3 Cultivos de clima cálido	3.3.1 Café
			3.2.2 Banano
			3.2.3 Plátano
			3.2.4 Quina
			3.2.5 Mimbres
			3.2.6 Otros
			3.3.1 Hule
			3.3.2 Cacao
			3.3.3 Banano
			3.3.4 Plátano
			3.3.5 Quina
			3.3.6 Mimbres
			3.3.7 Otros

4. Tierras de Cultivo	4. Tierras de Cultivo	4.1 Tierras de cultivo Anual	4.1.1 Maíz
			4.1.2 Frijol
			4.1.3 Arroz
			4.1.4 Trigo
			4.1.5 Sorgo
			4.1.6 Avena
			4.1.7 Ajonjolí
			4.1.8 Algodón
			4.1.9 Maní
			4.1.10 Tabaco
			4.1.11 Pepitoria
			4.1.12 Otros
5. Praderas	5. Praderas o Pastos	5.1 Pastos Cultivados	5.1.1 Pastos Mejorados
		5.2 Pastos Naturales	5.2.2 Pastos no Mejorados
		5.3 Guamil	5.3 Guamil
		5.4 Sabanas	5.4 Sabanas
6. Tierras Boscosas	6. Tierras Boscosas	6.1 Bosque Conifera	6.1.1 Denso
			6.1.2 Poco Denso
			6.1.3 Disperso
		6.2 Bosque Latifoliar	6.2.1 Denso
			6.2.2 Poco Denso
			6.2.3 Disperso
		6.3 Bosque Mixto	6.3.1 Denso
			6.3.2 Poco Denso
			6.3.3 Disperso
		6.4 Bosque Mangle	
		6.5 Bosque Espinoso	
		6.6 Matorral	
		6.7 Otros	
7. Cuerpos de agua	7. Cuerpos de agua	7.1 Lagos	7.1 Lagos
		7.2 Lagunas	7.2 Lagunas
		7.3 Ríos	7.3 Ríos
		7.4 Tierras Inundables	7.4 Tierras Inundables
		7.5 Embalses	7.5 Embalses
8. Pantanos	8. Pantanos	8.1 Humedales (Pantanos, ciénagas)	8.1.1 Permanentes
			8.1.2 Temporales

9. Tierras Improductivas	9. Tierras Improductivas	9.1 Superficies con escasa vegetación	9.1.1 Degradadas
			9.1.2 No degradadas
		9.2 Lava o roca	9.2.1 Reciente
			9.2.3 Subreciente
		9.3 Playas	9.3.1 Lacustres y/o fluviales
			9.3.2 De mar
<b>ESCALA MUNDIAL</b>	<b>ESCALA</b> <b>1: 1,000,000</b>	<b>ESCALA</b> <b>1:250,000</b>	<b>ESCALA</b> <b>1:50,000</b>

Fuente: Ing. Gilberto D. Alvarado C. 2000

### CUADRO 13 ESTADÍSTICAS DE POBLACIÓN

#### SUBCUENCA RIO JUPILINGO.

ESTADÍSTICAS DE POBLACION

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Censo 1994.

MUNICIPIO	COMUNIDAD	CATEGORIA	DISTRIBUCION POBLACION		GRUPOS DE EDAD				GRUPO ETNICO		ALFABETISMO		NIVEL DE ESCOLARIDAD				
			Hombres	Mujeres	0a6	7a14	15a64	65 a más	Indígena	No Indígena	Alfabeta	Analf	Ninguno (Pre-prim)	Primaria	Medio	Superior	
Esquipulas	San Isidro	Aldea	374	374	199	168	367	14	2	745	201	180	281	3	250	15	0
Esquipulas	Valle de Jesús	Aldea	193	186	103	78	182	16	0	377	74	124	179	1	96	0	0
Esquipulas	Las Peñas	Aldea	151	173	68	81	159	18	10	315	100	77	108	1	144	5	0
Esquipulas	Fortana	Caserío	122	104	56	53	110	7	6	220	80	37	65	1	104	0	0
Esquipulas	Zarzal	Aldea	139	150	78	63	136	12	0	289	95	53	62	1	139	8	1
Olopa	El Rodeo	Aldea	165	144	79	67	153	10	125	182	83	80	118	3	104	4	1
Esquipulas	El Tablón	Caserío	7	7	2	3	7	2	0	14	5	4	3	0	7	8	0
Esquipulas	Pedregal	Caserío	28	37	16	21	28	0	0	65	20	8	21	0	27	1	0
Esquipulas	Las Pozas	Caserío	37	47	14	22	47	1	0	83	38	10	15	0	49	69	0
Esquipulas	Cafeteles	Aldea	186	182	82	86	175	5	3	345	118	62	92	2	163	5	4
Esquipulas	Chanmagua	Aldea	679	670	325	293	679	50	11	1334	422	307	436	6	496	81	5
Esquipulas	Los Verdes	Caserío	10	16	5	7	14	0	0	26	2	12	18	0	3	0	0
Esquipulas	Carrizal	Aldea	102	87	44	39	102	4	6	183	70	36	43	2	99	1	0
Esquipulas	Huacanes	Aldea	125	137	51	58	144	9	9	257	84	69	79	18	104	10	0
Esquipulas	Pinalito	Caserío	25	18	8	11	23	1	0	42	16	8	10	0	24	1	0
Esquipulas	Pasajito	Caserío	61	72	43	35	52	3	1	132	12	43	70	0	20	0	0
Esquipulas	Pericos	Caserío	79	78	41	38	72	6	13	143	31	47	74	0	41	1	0
Esquipulas	Joyitas	Caserío	42	42	18	18	44	4	4	79	9	39	52	4	10	0	0
Esquipulas	Timuhán	Aldea	155	144	93	72	123	11	5	293	77	57	106	0	98	2	0
Esquipulas	Ojo de agua	Caserío	15	11	9	4	13	0	1	25	12	1	2	0	15	0	0
Esquipulas	Llano San Gaspar	Caserío	53	39	24	23	43	2	86	3	2	43	63	0	5	0	0
Esquipulas	Carboneras	Aldea	135	139	51	48	155	10	11	249	128	37	50	0	166	0	0
Camotán	Colmenas																
Camotán	Limón	Aldea	191	196	58	84	231	14	235	145	111	134	165	1	149	13	1
Camotán	Mayuroó	Aldea	216	217	84	95	240	14	401	20	148	106	139	3	196	11	0
Camotán	Tular	Aldea	302	265	139	112	291	23	37	512	81	235	291	5	126	6	0
Camotán	Tishinto																
Camotán	Nearar	Aldea	122	111	51	52	126	4	198	34	32	98	149	0	32	1	0
Camotán	Shulagua	Aldea	143	158	77	64	147	13	34	244	74	86	107	4	107	6	0
Camotán	Caulotas	Caserío	90	62	39	36	69	8	3	149	43	34	39	8	66	0	0
Camotán	Las Flores	Finca	29	30	7	13	37	2	53	5	24	15	24	1	30	2	0
Camotán	Guavabo	Caserío	79	81	39	49	75	7	0	165	38	44	75	0	56	0	0
Camotán	Rodeo	Aldea	254	236	130	121	229	10	359	126	98	141	222	0	138	0	0
Olopa	Piedra de Amolar	Aldea	307	259	132	136	292	6	437	120	122	176	273	1	154	5	1
Olopa	Cayur	Aldea	351	369	152	182	369	17	675	32	148	238	353	11	197	7	0
Olopa	La Prensa	Caserío	337	265	166	139	279	18	431	106	79	218	343	2	90	1	0
			5284	5108	2483	2383	5215	321	3157	7069	2677	2859	4129	78	3585	255	13
TOTALES				10392			10402			10226		5536			7980		

## CUADRO 14 ESTADÍSTICAS SOBRE SERVICIOS

### SUBCUENCA RIO JUPILINGO.

ESTADÍSTICAS SOBRE SERVICIOS

Fuente: Instituto Nacional de Estadística. Censo 1994.

MUNICIPIO	COMUNIDAD	CATEGORIA	TIPO DE LOCAL						INSTALACION			
			Casa Formal	Apartamento	Palomac	Rancho	Improvisado	Otro tipo	Agua	Drenaje	Eléctrica	Total Hogares
Esquipulas	San Isidro	Aldea										
Esquipulas	Pedregal	Caserío	11	0	0	0	0	0	11	3	0	11
Esquipulas	Las Pazas	Caserío	12	0	0	2	0	0	13	6	0	13
Esquipulas	Cafetales	Aldea	61	0	0	2	0	0	43	40	10	62
Esquipulas	Chanmagua	Aldea	278	0	0	5	0	0	246	113	6	253
Esquipulas	Los Varales	Caserío	10	0	0	0	0	0	3	0	0	7
Esquipulas	Carrizal	Aldea	47	0	0	1	0	0	32	23	0	44
Esquipulas	Horeones	Aldea	57	0	0	2	0	0	47	0	2	50
Esquipulas	Pinalito	Caserío										
Esquipulas	Pasaljá	Caserío	16	0	0	5	0	0	18	4	0	20
Esquipulas	Pericos	Caserío	17	0	0	7	0	0	10	0	0	22
Esquipulas	Joyitas	Caserío	5	0	0	15	0	0	1	1	1	15
Esquipulas	Timushan	Aldea	56	0	0	6	0	0	42	5	0	52
Esquipulas	Ojo de agua	Caserío	5	0	0	0	0	0	4	2	0	4
Esquipulas	Llano San Gaspar	Caserío										
Esquipulas	Carboneras	Aldea	68	0	0	1	0	0	54	8	1	63
	Colmenas											
Camotán	Caulotes	Aldea	0	0	0	25	0	0	12	0	0	20
Camotán	Las Flores	Finca										
Camotán	Guayabo	Caserío										
Camotán	Rodeo	Aldea										
Olopa	Piedra de Amolar	Aldea	87	0	0	27	2	0	75	3	0	112
Olopa	Cayur	Aldea	100	0	0	48	3	0	52	1	0	133
Olopa	La Prensa	Caserío	41	0	0	82	1	0	82	0	1	118
Esquipulas	Valle de Josus	Aldea										
Esquipulas	Las Peñas	Aldea										
Esquipulas	Fortina	Caserío										
Esquipulas	Zarzal	Aldea										
	Colmenas					0						
Camotán	Limón	Aldea										
Camotán	Mayurco	Aldea										
Camotán	Tular	Aldea										
Camotán	Tishinte											
Camotán	Nearar	Aldea										
Camotán	Shalagua	Aldea										
			871	0	0	228	6	0	745	209	21	999

## CUADRO 15 LEYENDA FISIAGRÁFICA-GEOMORFOLÓGICA

### LEYENDA FISIOGRAFICA GEOMORFOLOGICA

**PROYECTO: EVALUACION AMBIENTAL A NIVEL DE SEMIDETALLE DE LA SUBCUENCA DEL RIO JUPILINGO, CHIQUIMULA DESPUES DEL PASO DE LA TORMENTA MITCH EN GUATEMALA**

#### SUBCUENCA RIO JUPILINGO

##### PARTE ALTA

Prov. Geológica	R. Fisiográfica	Zona Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Símbolo	Sup (Ha)	Clasificación de Suelos			Uso de la Tierra	Cap. De Uso
							Taxonomía	Agrológica	Sup (Ha)		
Provincia Geológica de las Tierras Volcánicas	De las Tierras Altas	h1-nh	Subcuenca Río Jupilingo	Colinas Altas de cima aguda	A11	1701	Entisoles	VII	7020	Bosque de conífera	VII-Villes
	Volcánicas	Bosque Húmedo	Zona de Montaña (A)	Colinas Bajas de cima aguda	A12	2729	Entisoles	VI	700	Cultivos anuales como maíz, frijol, tabaco	VI ca
Qo - TQr - Rd		Montaña Bajo	Pie de Monte (B)	Laderas	B11	2612.88	Inceptisoles	VII			Villes
			Planicie Aluvial (C)	Pie de monte	B12	312.92	Andisoles	III-IV	4250	Cultivos permanentes	III-IV
				Terrazas Antiguas	C11	270		III	558	como el café	III
				Terrazas Sub-recientes	C12		Entisoles			Centros Poblados	
				Terrazas Recientes	C13						
						7626.8				12528	

Elaboración Propia, 2000

## CUADRO 16 LEYENDA FISIOGRAFICA-GEOMORFOLÓGICA

### LEYENDA FISIOGRAFICA -GEOMORFOLOGICA

**PROYECTO: EVALUACION AMBIENTAL A NIVEL DE SEMIDETALLE DE LA  
SUBCUENCA DEL RIO JUPILINGO, CHIQUIMULA DESPUES DEL PASO DE  
LA TORMENTA MITCH EN GUATEMALA**

#### SUBCUENCA RIO JUPILINGO

PARTE MEDIA (M)

Prov. Geológica	R. Fisigráfica	Zona Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Símbolo	Sup (Ha)	Clasificación de Suelos			Uso de la Tierra	Cap. De Uso
							Taxonomía	Agrológica	Sup (Ha)		
TQJb-Jts-Kc-Ral	Tierras Altas Cristalinas	bl-a	Subcuenca	Colinas Bajas de cima aguda	A11	7101	Entisoles	VI-VII	1770	Bosques mixtos	VI-VIIs
	Tierras Altas Volcánicas	Bosque húmedo	Río Jupilingo	Pis de Monte	B11	2772	Ahisoles	IV	216	Centros Poblados	IV
		subtropical	Zona de montaña (A)	Terrazas	C11	1296		III-IV	2655	Cultivos anuales como maíz y frijol	III-IV
			Pis de Monte (B)							Café	
			Planicie Aluvial (C)								
						11169				7641	

PARTE MEDIA (AM)

PARTE MEDIA (AM)

Provincia Geológica	Región Fisigráfica	Zona Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Símbolo	Sup en Ha	Clasificación de Suelos			Uso de la Tierra	Cap. de Uso
							Taxonomía	Agrológica	Sup (Ha)		
TQJb-Jts-Kc-Ral	Tierras Altas Cristalinas	bl-a	Subcuenca	Colinas Bajas de cima aguda	A11	4536	Entisoles	VI-VII	7452	sandía, melón, pepino	VI-VIIs
	Tierras Altas Volcánicas	Bosque húmedo	Río Jupilingo	Pis de Monte	B11	3013.6	Ultisoles y/e Ahisoles	IV	1170	centros poblados	IV
		subtropical	Zona de montaña (A)	Terrazas	C11	333	Inceptisoles	III-IV	360	maíz y frijol	III-IV
			Pis de Monte (B)			945				café	
			Planicie Aluvial (C)								
						10857.6				8982	

Elaboración Propia, 2000

## CUADRO 17 LEYENDA FISIOGRAFICA GEOMORFOLÓGICA

### LEYENDA FISIOGRAFICA GEOMORFOLOGICA

**PROYECTO: EVALUACION AMBIENTAL A NIVEL DE SEMIDETALLE DE LA  
SUBCUENCA DEL RIO JUPILINGO, CHIQUIMULA DESPUES DEL PASO DE  
LA TORMENTA MITCH EN GUATEMALA**

#### SUBCUENCA RIO JUPILINGO

#### PARTE BAJA

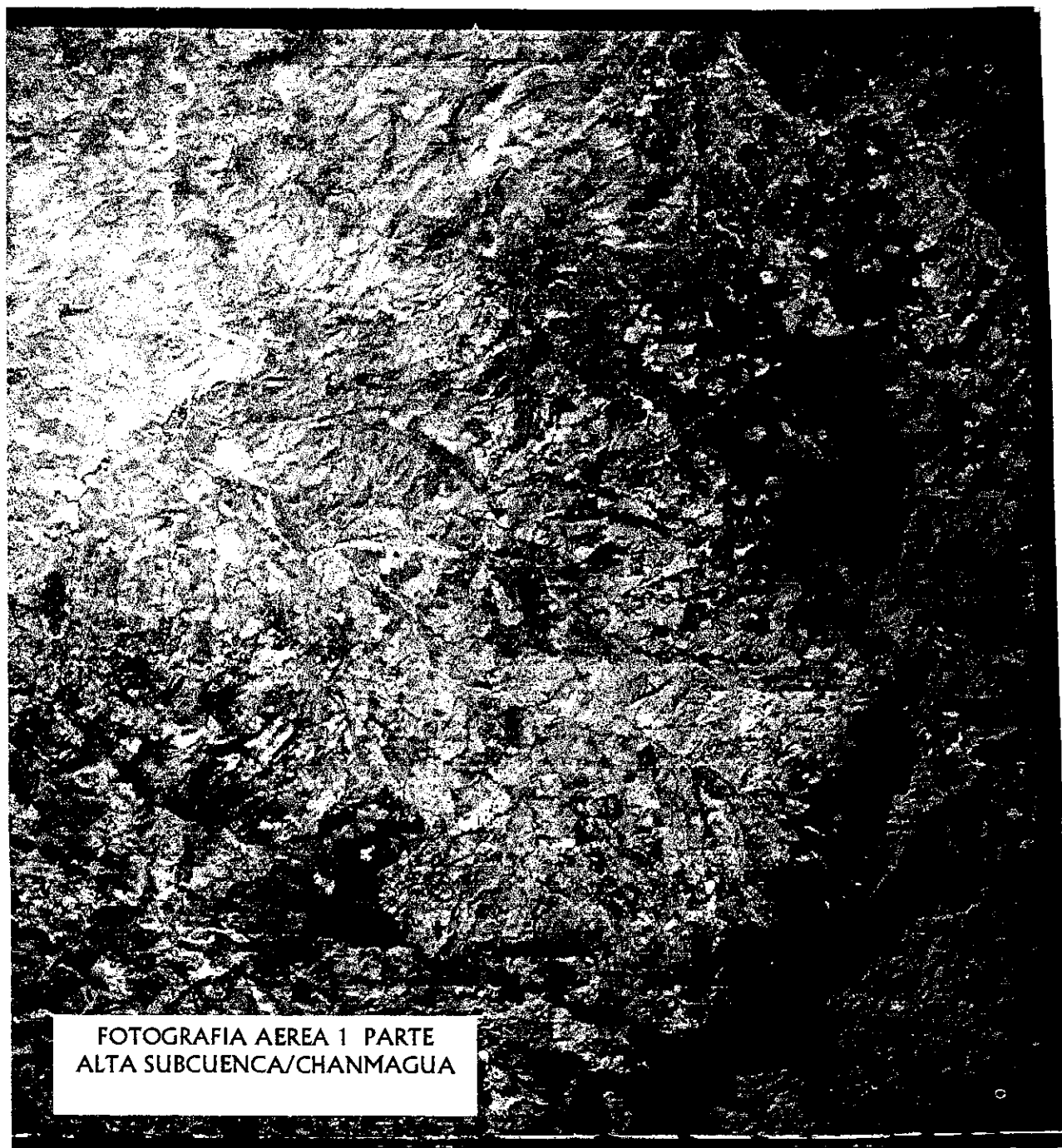
PARTE BAJA (B)

Prov. Geológica	R. Fisiográfica	Zona Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Símbolo	Sup (Ha)	Clasificación de Suelos			Uso de la Tierra	Cap. De Uso
							Taxonomía	Agrícola	Sup (Ha)		
TQIB-Kis-Ral	Tierras Altas Cristalinas	Bs-1	Subcuenca	Colinas Altas de Cima Aguda	A11	2619	Entisoles	VI-VII	3762	Bosques mixtos	Vier-VIIs
		Bosque Seco	Río Jupilingo	Colinas Bajas de Cima Aguda	A12	1403	Entisoles	VI	2052	Centros Poblados	VI
		Subtropical	Zona de montaña (A1)	Llanuras	B11	864	Inceptisoles	III-IV	2700	Cultivos anuales	III-IV
			Pie de Monte (B1)	Pie de Monte	B12	1215	Alfisoles	III	117	cañe maíz y frijol	III
			Planicie Aluvial (C1)	Terrazas	C11	1143				Cañe	
						2244	8631				

Elaboración Propia, 2000

**FOTOGRAFÍAS ANEXO 3**

**FOTOGRAFÍA 1 FOTOGRAFÍA AÉREA PARTE ALTA SUBCUENCA RIO JUPILINGO**



**FOTOGRAFÍA 2 FOTOGRAFÍA AÉREA PARTE MEDIA SUBCUENCA RÍO JUPILINGO**



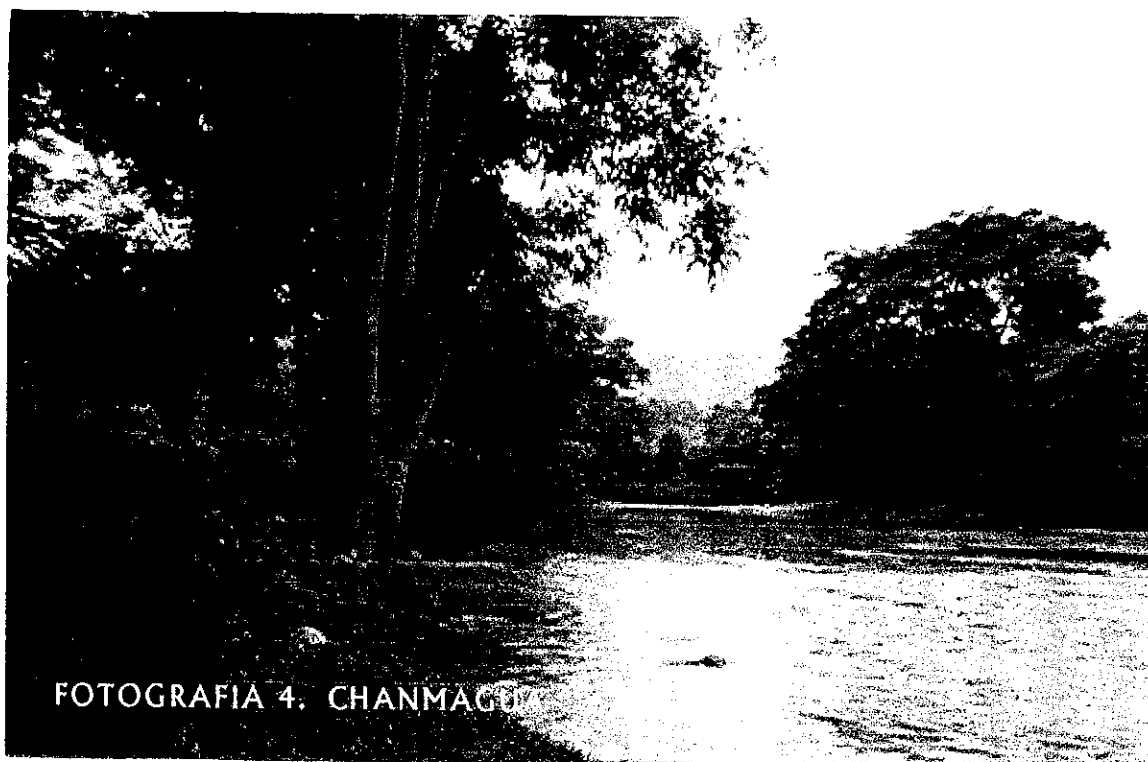
**FOTOGRAFIA AEREA PARTE MEDIA 2  
SUBCUENCA/CAYUR, PIEDRA DE AMOLAR**

**FOTOGRAFÍA 3 FOTOGRAFÍA AÉREA PARTE BAJA SUBCUENCA RÍO JUPILINGO**

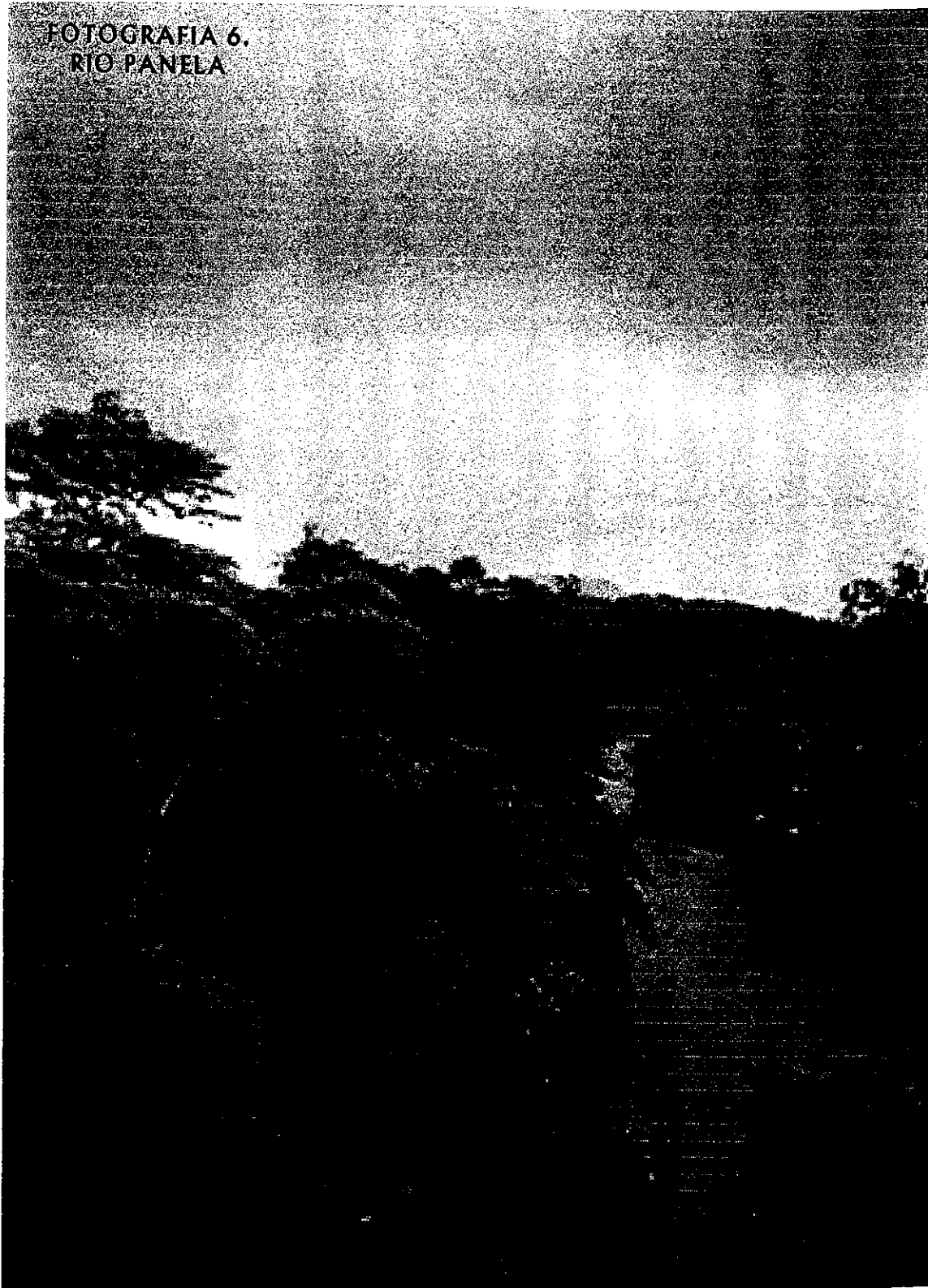


**FOTOGRAFIA AEREA 3.  
PARTE BAJA SUBCUENCA/CAMOTAN**

FOTOGRAFÍA 4 CHANMAGUA, CHIQUIMULA



**FOTOGRAFÍA 6 RÍO PANELA**



FOTOGRAFÍA 7 TIMUSHAN, RÍO MAPÁ



**FOTOGRAFÍA 9 CAMINO DE CAFETALES A CARRIZAL, CHIQUIMULA**



**FOTOGRAFIA 9. CAMINO DE  
CAFETALES A CARRIZAL**

**FOTOGRAFÍA 10 VISTA DESDE CAMOTAN , CHIQUIMULA**



**FOTOGRAFIA 10. CAMOTAN**

