



BIBLIOTECAS UNACH  
CIENCIAS AGRONOMICAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

CAMPUS V



**El Stan y la actividad agropecuaria: Impactos y Medidas de  
prevención para una zona piloto en la Costa de Chiapas.**

## **TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener  
el Grado de**

**MAESTRIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL**

**Por**

**PEDRO JAVIER HERNANDEZ MARTINEZ**

**Villaflores, Chiapas. México; Junio de 2008.**



AUTÓNOMA

ADO. ANO11295

CLASIF. \_\_\_\_\_

SISTEMA BIBLIOTECARIO  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE CHIAPAS.  
DONACION



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**CAMPUS V**




**MAESTRIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL**  
**AGROFORESTERIA PECUARIA**


La presente tesis titulada "EL STAN Y LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA: IMPACTOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA UNA ZONA PILOTO EN LA COSTA DE CHIAPAS", fue realizada por el C. Pedro Javier Hernández Martínez, bajo la dirección y asesorías del Comité indicado para obtener el grado de:

**MAESTRO EN AGROECOLOGIA TROPICAL**

**COMITE DE TESIS**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HERIBERTO GÓMEZ CASTRO**  
**DIRECTOR**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. RENE PINTO RUIZ**  
**ASESOR INTERNO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE NAHED TORAL**  
**ASESOR EXTERNO**

**VILLAFLORES, CHIAPAS. MEXICO; MAYO DE 2008.**



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS GRONOMICAS**  
**CAMPUS V**



**MAESTRIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL**  
**AGROFORESTERIA PECUARIA**

La presente tesis titulada "EL STAN Y LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA: IMPACTOS Y MEDIDAS DE PREVENCION PARA UNA ZONA PILOTO EN LA COSTA DE CHIAPAS", fue realizada por el C. Pedro Javier Hernández Martínez, ha sido aprobada por la Comisión Revisora indicada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN AGROECOLOGIA TROPICAL**

**COMISION REVISORA**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. HERIBERTO GOMEZ CASTRO**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. RENE PINTO RUIZ**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSE NAHED TORAL**

VILLAFLORES, CHIAPAS. MEXICO; MAYO DE 2008.





**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS.**  
**FACULTAD DE CIENCIAS GRONOMICAS**  
**CAMPUS V**



**MAESTRIA EN AGROECOLOGIA TROPICAL**

**AGROFORESTERIA PECUARIA**

El presente trabajo de tesis titulado "EL STAN Y LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA: IMPACTOS Y MEDIDAS DE PREVENCION PARA UNA ZONA PILOTO EN LA COSTA DE CHIAPAS", forma parte del proyecto de investigación "Proyecto Integral para prevención y atención a Inundaciones en la Costa de Chiapas" registrado ante la Coordinación de Investigación y Posgrado de la Facultad de Ciencias Agronómicas, financiado por VI Convocatoria del SIINV-UNACH, como parte de la Línea General de Producción Animal y Ambiente, del cuerpo Académico Agroforestería pecuaria, bajo la dirección del Dr. Heriberto Gomez Castro.

Se agradece a SIINV-UNACH, el financiamiento otorgado al presente trabajo.

## DEDICATORIAS

*A Dios:*

*A Dios por darme la oportunidad de nacer y guiarme en el camino de la vida*

*A mis padres:*

*A mis padres que en paz descansen, por dar todo, enseñanzas, correctivos, amor y dedicación a mi desarrollo, muchas gracias mama y papa, los quiero por siempre.*

*A mi Esposa:*

*A ti Marina, quien fuiste la principal interesada en la culminación de la presente obra. Además por la comprensión en los momentos buenos y malos que pasamos juntos en este proceso, por apoyarme en todo*

*A mis Hijos:*

*Luis Javier, Daniel Andrés e Itzel Marina, con mucho cariño, quienes me han enseñado a ser padre. Además por ser mi inspiración en el proceso profesional y en la vida, porque este esfuerzo vale la pena, para bienestar y estabilidad de nuestra familia.*

*A mis suegros:*

*Germán y Marina, por todo el apoyo incondicional que he recibido de ellos, por el cuidado y enseñanza a mis hijos.*

## AGRADECIMIENTOS

A la Biol. Edda Carolina González del Castillo, por el apoyo, facilidades y la oportunidad prestada para el desarrollo, realización y culminación de la Maestría en Agroecología Tropical.

Agradezco de manera especial a la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V y al SIINV-UNACH, por las facilidades y apoyo económico, brindadas para la realización de esta investigación y la tesis de maestría

El desarrollo de esta investigación no hubiera sido posible sin el apoyo del Dr. Rene Pinto Ruiz, Dr. Heriberto Gómez Castro, M. en C. Adalberto Hernández, por la asesoría, dirección de la tesis y sugerencias respectivamente, y a todos los integrantes del equipo del Grupo Académico Agroforestería pecuaria que de una u otra manera tuvieron que ver en el finiquito de esta tesis. Así mismo, al Dr. José Nahed Toral, por la asesoría, observaciones y sugerencias al trabajo de investigación.

A mis compañeros de maestría: Irma, Alejandra, Wilder, Lenin y Jesús, por todos aquellos momentos felices y tensos que compartimos durante las cátedras y por compartir sus ideas durante las clases. A todos mis profesores, por toda su paciencia y sapiencia, especialmente al Dr. Ernesto Aguilar, Dr. Antonio Gutiérrez, M. en C. Franklin Martínez, M. en C. Adalberto Hernández y la Dra. Pilar Ponce.

A la Biol. Marina Koller, por las sugerencias y correcciones al trabajo de investigación, a Saúl Hernández, por los comentarios y la realización de los mapas.

Finalmente, a todas y cada una de las personas que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de esta investigación, a todo ellos, mis más sinceros agradecimientos.



## INDICE

| CONTENIDO   | Páginas |
|---|---------|
| <b>INDICE DE CUADROS</b>  | ix      |
| <b>INDICE DE FIGURAS</b>  | x       |
| <b>RESUMEN</b>  | xi      |
| <b>I. INTRODUCCION</b>  | 1       |
| <b>1.1 OBJETIVOS</b>  | 3       |
| <b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</b>   | 3       |
| 2.1. Función de la FAO en la reducción de la vulnerabilidad agrícola a las catástrofes relacionadas con huracanes                   | 3       |
| 2.2 Los fenómenos naturales que han afectado a México   | 4       |
| 2.3 Impactos de los fenómenos hidrometeorológicos en la producción agropecuaria   | 8       |
| 2.3.1 Pérdidas de recursos naturales y económicos   | 10      |
| 2.3.2 El sistema agropecuario en la región Soconusco  | 11      |
| 2.3.3 El sistema Agropecuario en el Municipio de Huixtla  | 16      |
| 2.3.4 Consecuencias actuales y potenciales de los daños   | 18      |
| 2.4 Pobreza y medio ambiente  | 20      |
| 2.4.1 Vulnerabilidad e impactos de los fenómenos naturales  | 20      |
| 2.4.2 Uso tecnológico inapropiado de los recursos naturales   | 21      |
| <b>III. MATERIAL Y METODOS</b>  | 21      |
| 3.1 Metodología   | 21      |
| 3.1.1 Caracterización de la cuenca Huixtla  | 22      |
| 3.1.2 Procesamiento digital de imágenes antes y después del huracán Stan.   | 22      |
| 3.1.2.1. Rectificación Geométrica.  | 23      |
| 3.1.2.2. Clasificación supervisada.   | 23      |
| 3.1.2.3. Comparación de coberturas.   | 24      |
| 3.1.2.4. Identificación de áreas y comunidades en alto riesgo.  | 24      |
| <b>IV. RESULTADOS.</b>  | 25      |
| <b>4.1. Caracterización espacial de la cuenca huixtla.</b>  | 25      |
| <b>4.1.1 Descripción geográfica.</b>  | 25      |
| <b>4.2. Características físicas.</b>  | 26      |
| 4.2.1. Fisiografía y Topografía.  | 26      |
| 4.2.2. Hidrografía.   | 28      |
| 4.2.3. Clima.   | 30      |
| <b>4.3. Comparación de coberturas digitales para evaluar el impacto del huracán Stan sobre la parte media de la Cuenca Huixtla.</b> | 32      |
| <b>4.4. Identificación de comunidades y áreas agropecuarias en riesgo.</b>  | 38      |
| <b>V.- DISCUSION</b>  | 45      |
| <b>VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION.</b>  | 51      |
| 6.1. Consideraciones generales para la prevención y mitigación  | 51      |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 6.1.1        | Desastres predecibles de iniciación repentina.   | 53        |
| 6.1.2        | Recomendaciones básicas para la prevención de huracanes.                                       | 54        |
| <b>VII.</b>  | <b>PLAN ESTRATEGICO PARA LA PREVENCION DE DESATRES NATURALES EN LA CUENCA DEL RIO HUIXTLA.</b> | <b>55</b> |
| <b>7.1</b>   | <b>Manejo Integral de Cuencas.</b>   | <b>56</b> |
|              |  | <b>57</b> |
| 7.1.1        | Implementación de Prácticas Agroforestales   |           |
| 7.1.1.1      | Los sistemas agroforestales de cultivos permanentes  | 57        |
| 7.1.1.2      | Las prácticas agroforestales en cultivos anuales   | 58        |
| 7.1.2        | Fomento de Fincas Integrales   | 59        |
| 7.1.3.       | Labranza conservacionista  | 59        |
| <b>7.2</b>   | <b>Intensificación del uso del suelo y reconversión productiva</b>                             | <b>59</b> |
| <b>7.3</b>   | <b>Medidas reguladoras</b>   | <b>60</b> |
| 7.3. 1       | Regulaciones sobre el uso y manejo de la tierra  | 60        |
| <b>7.4</b>   | <b>Medidas Financieras</b>   | <b>62</b> |
| 7.4. 1.      | Incentivos para incrementar la cobertura del suelo   | 62        |
|              |  | 63        |
| 7.4.1.1      | Alternativas para mejorar la cobertura del suelo.  |           |
| <b>7.5</b>   | <b>Medidas Institucionales</b>   | <b>63</b> |
|              |  | <b>63</b> |
| 7.5. 1       | Fortalecimiento del Manejo Local de los Recursos Naturales                                     |           |
| 7.5. 2       | Necesidades de Investigación   | 64        |
| 7.5.3        | Asociaciones de productores a nivel regional y nacional, y su relación con las instituciones   | 65        |
| 7.5.4        | Capacitación y transferencia tecnológica   | 65        |
| <b>7.6</b>   | <b>LINEAS ESTRATEGICAS DE ACCION</b>   | <b>66</b> |
| 7.6.1        | Estudios Técnicos  | 66        |
| 7.6.2        | Proyectos Comunitarios   | 66        |
| 7.6.2.1      | Conservación y Restauración de Suelos  | 66        |
| 7.6.2.2      | Conservación y Restauración de Ecosistemas   | 68        |
| 7.6.3        | Aprovechamiento Sustentable  | 69        |
| 7.6.4.       | Capacitación Comunitaria   | 70        |
| 7.6.4.1      | Gestión  | 70        |
| 7.6.4.2      | Aplicación de nuevas tecnologías   | 71        |
| 7.6.4.3      | Educación Ambiental  | 72        |
| <b>VIII.</b> | <b>CONCLUSIONES.</b>   | <b>73</b> |
| <b>IX.</b>   | <b>LITERATURA CITADA</b>   | <b>75</b> |
| <b>X.</b>    | <b>ANEXO I.- MEMORIA FOTOGRAFICA</b>   | <b>80</b> |
| <b>XI.-</b>  | <b>ANEXO 2. MAPAS</b>  | <b>88</b> |



## INDICE DE CUADROS

| Cuadro No. |  | Página |
|------------|--|--------|
| 1          | Cultivos agrícolas anuales y perennes siniestrados   | 14     |
| 2          | Productores afectados y monto económico que representan las pérdidas ocasionadas por el Huracán Stan al sector pecuario del Soconusco                              | 14     |
| 3          | Estimación de las áreas agrícolas siniestradas y productores afectados y costo real del siniestro por efecto del Huracán Stan, en 7 regiones del estado de Chiapas | 15     |
| 4          | Siniestros de cercas en potreros por el Huracán Stan en diferentes municipios de las regiones económicas del estado  | 17     |
| 5          | Mapas temáticos del INEGI usados en para la caracterización geográfica de la cuenca  | 22     |
| 6          | Clases de uso de suelo y vegetación considerados en la clasificación de las imágenes antes y después del Huracán Stan (2003 y 2005)                                | 33     |
| 7          | Superficie por clases de uso de suelo y vegetación en la clasificación de la imagen Spot del 2003  | 35     |

## INDICE DE FIGURAS.

| Figura No. |   | Pagina |
|------------|---|--------|
| 1          | Localización Huracán Stan   | 7      |
| 2          | Producción agrícola de la región Soconusco  | 12     |
| 3          | Producción pecuaria de la región soconusco  | 13     |
| 4          | Actividad agrícola en el municipio de Huixtla   | 18     |
| 5          | Actividad pecuaria en el municipio de Huixtla, fuente INEGI, 2004                                 | 19     |
| 6          | Modelo de superposición de las capas para obtener la información espacial                         | 24     |
| 7          | Ubicación geográfica de la Cuenca Huixtla   | 26     |
| 8          | Características fisiográficas de la Cuenca Huixtla  | 27     |
| 9          | Delimitación de subcuencas al interior de la cuenca Huixtla                                       | 28     |
| 10         | Mapa hidrológico de la Cuenca Huixtla   | 29     |
| 11         | Mapa climatológico en la Cuenca Huixtla   | 31     |
| 12         | Ubicación del área de estudio dentro de la cuenca Huixtla   | 32     |
| 13         | Mapa de vegetación y uso de suelo en el área de estudio antes del Stan (2003)                     | 37     |
| 14         | Mapa de vegetación y uso de suelo en el área de estudio después del Stan ( 2005)                  | 39     |
| 15         | Tipo de vegetación afectada en la parte media de la cuenca Huixtla después del Stan               | 40     |
| 16         | Clasificación de las zonas de riesgo de inundación en la parte media de la cuenca Huixtla         | 44     |
| 17         | Mancha de inundación del río Huixtla para un tiempo de retorno de 5 y 50 años (Fuente: CNA, 2005) | 51     |

## RESUMEN

El tema de investigación de tesis que se presenta, trata sobre el Huracán Stan y la actividad agropecuaria: medidas de prevención para una zona piloto en la Costa de Chiapas. La finalidad de esta investigación fue conocer como a través del tiempo los fenómenos hidrometeorológicos (1920- 2005) han impactado al país y al Estado de Chiapas. Así como, la evaluación de antes y después del Huracán Stan, y sus efectos a los sistema agropecuarios en la Cuenca media del río Huixtla y desarrollar una propuesta para la prevención y control de los efectos de futuros huracanes a nivel comunitario a corto, mediano y largo plazo por medio del manejo integral de cuencas. Para esto se realizo una evaluación y análisis utilizando imágenes de satélites Spot 5 (2003-2005) las cuales se procesaron con el programa Erdas Image versión 7.3. Mapas temáticos de INEGI los cuales se manejaron con los programas Arc-Info y Arc-Map.

Los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación. El sistema agrícola mas impactado fue el cultivo de caña y los pastizales (pecuaria), debido a los desbordes del río Huixtla, provocando efectos negativos en las áreas por la depositación de sedimentos al azolvar la parte alta de la cuenca del río Huixtla.

Un factor determinante en la pérdida de suelo y cobertura vegetal por el Huracán Stan en el 2005, es la fisiografía y topografía de la cuenca alta, siendo ésta más escarpada, accidentada y abrupta, con corrientes de agua con régimen torrenciales y cauces cortos en la parte alta de la cuenca, provocando inundaciones en la cuenca media del rio Huixtla. Por lo que, la mitigación deben incluir programas y proyectos que reduzcan la vulnerabilidad de los grupos prioritarios. Y las inversiones deben estar orientadas a la mitigación del impacto de huracanes, inundaciones y otros desastres antes de que estos ocurran, por medio de actividades técnicas relacionadas con la resiliencia, son más costo-efectivas que basarse solamente en esfuerzos de atención posdesastre.



## I.- INTRODUCCION.

Este trabajo se inserta dentro de la línea de investigación y planificación de Producción Animal y Ambiente del cuerpo académico "*Agroforestería Pecuaria*" de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Dentro de sus diversas actividades de investigación se aborda el diseño, manejo y gestión de sistemas agro-silvopastoriles, para el mejoramiento de la producción animal reintroducción del componente arbóreo en los pastizales extensivos y conservar los suelos.

Los impactos y daños causados a vidas humanas, capital, flujos económicos e infraestructuras, por los eventos naturales extremos como los huracanes (tifones en el pacifico occidental, ciclones tropicales en el océano indico) también pueden afectar negativamente al patrimonio natural (Luetlich, 2006). Los daños relacionados con el medio ambiente pueden surgir de cambios ambientales negativos o por la incapacidad temporal o permanente de usar los servicios ecológicos.

Los desastres naturales y la calidad del medio ambiente están estrechamente vinculados. La degradación ambiental y las intervenciones humanas en ecosistemas naturales agravan (y en ocasiones generan) los daños causados por los eventos naturales extremos. La actividad humana en el espacio físico, como causa directa, más el crecimiento demográfico relativamente rápido, como efecto intensificador, han magnificado el impacto de los desastres naturales de este tipo.

Esta intervención humana sobre el medio cubre un espectro de impactos antropogénicos amplio, que va desde la roturación de terrenos naturalmente forestados pero marginales para la producción agropecuaria -como las laderas montañosas-, hasta lechos y terrazas primarias de ríos y arroyos, apertura de caminos y construcción de infraestructura vial, urbana, turística o de otro tipo, sin tomar en cuenta las medidas necesarias de mitigación y protección ambiental, o el ordenamiento del territorio, que se requieren para conocer como está estructurado nuestro territorio.

En el Municipio de Huixtla, Chiapas, que se incluye en la presente investigación, los sistemas agrícolas fueron afectados severamente, por el huracán Stan en el año 2005. La actividad agropecuaria antes del Huracán Stan (INEGI, 2004), se caracterizaba por cultivos de ciclo anual, cultivos perennes, ganadería bovina, extensiva, entre otras actividades. Esta región se caracteriza por su productividad y diversidad de productos agropecuarios, los cuales son de suma importancia para el Estado de Chiapas, México y otros países.

En este sentido, es urgente generar las acciones necesarias que eviten en el futuro la repetición de daños similares así como en riesgos innecesarios al volver a ocupar zonas de alta vulnerabilidad lo que significa identificar y poner en marcha programas y acciones preventivas y preactivas de gestión del riesgo. Estas incluyen aspectos estructurales tales como gestión, política, organización institucionales, económico productivas y financieras; así como infraestructuras físicas, ambientales, agropecuarias y de protección ecológica.

En este contexto, la presente investigación aborda los impactos y los efectos del fenómeno meteorológico del Huracán Stan, en los sistemas agropecuarios, de la Región Huixtla, Chiapas. Se realiza un análisis espacial a través de imágenes de satélites, para definir el grado de deterioro, las áreas de vulnerabilidad y riesgo, y el establecimiento de algunas medidas de mitigación o un plan estratégico a mediano y largo plazo, que permitan asegurar rendimientos aceptable en el sector agropecuario y/o fuentes de ingresos alternos como el agroecoturismo y manejo agrosilvopastoril, entre otros. Con el desarrollo de la presente investigación se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

¿En que medida el análisis espacial puede contribuir a evaluar el impacto de los fenómenos hidrometeorológicos (huracanes) en los sistemas de producción agropecuarios?

¿Se puede utilizar la evaluación espacial para tomar medidas preventivas para mitigar los impactos de huracanes en el área de estudio?



## **1.1.- OBJETIVOS**

El objetivo general fue el evaluar el impacto del Huracán "Stan" en los sistemas de producción agropecuarios, en la cuenca media del río Huixtla

De este objetivo general se desprenden los objetivos específicos siguientes:

- Realizar un análisis espacial comparativo de antes y después del fenómeno hidrometeorológico Huracán "Stan" en los sistemas de producción agropecuarios de la cuenca media del río Huixtla.
- Evaluar los impactos y efectos causados por el Huracán Stan a los sistemas de producción agropecuarios en la cuenca media del río Huixtla.
- Desarrollar una propuesta de prevención y control de los efectos de fenómenos hidrometeorológico (Huracanes) para ser aplicada a mediano y largo plazo a través del esquema de manejo integral de cuencas.

## **II. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1 Función de la FAO en la reducción de la vulnerabilidad agrícola a las catástrofes relacionadas con huracanes.**

La FAO desempeña funciones decisivas en la prevención y mitigación de catástrofes, así como en la preparación para las mismas y en las actividades de socorros y rehabilitación después de la emergencia. El Marco Estratégico para la FAO señala esta actividad como una de las actividades importantes para afrontar las necesidades de los Estados Miembros en el contexto de la contribución a la erradicación de la inseguridad alimentaria y la pobreza rural. El Plan a Plazo Medio de la Organización ha articulado las actividades que han de realizarse en el contexto de la estrategia, durante el período del Plan (FAO, 1999)

Al tratar de reducir la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola a las catástrofes, la FAO proporciona asistencia técnica a sus estados miembros para fortalecer su capacidad de prevenir o mitigar el impacto de las tempestades, huracanes, ciclones, inundaciones, corrimientos de tierras y otras catástrofes naturales. La asistencia técnica incluye el establecimiento de plantaciones de protección, la forestación y la ordenación forestal, la ordenación de cuencas hidrográficas, la lucha contra la erosión del suelo, la diversificación de cultivos y la construcción de sistemas de drenaje y diques de control de las (FAO, 1999).

Además, asistencia para mejorar bases de datos y sistemas de información de los Estados Miembros en materia de tierras y aguas, así como su capacidad para planificar y ordenar los recursos de tierras y aguas. Esto incluye el desarrollo y la actualización continua de metodologías e instrumentos que tengan en cuenta los recursos biológicos y aseguren la sostenibilidad de los ecosistemas frágiles.

Tales instrumentos pueden utilizarse para la identificación y cartografía de zonas vulnerables y para evaluar los riesgos en términos físicos y socioeconómicos, con miras a la adopción de decisiones con respecto a los asentamientos humanos y al uso de la tierra en zonas expuestas a tormentas e inundaciones. Se alienta y apoya la utilización de enfoques participativos que permitan a las personas que viven en zonas vulnerables articular sus propias necesidades y preocupaciones, y está cobrando una importancia creciente la planificación de contingencia de base comunitaria, con un mayor reconocimiento de que los actores más importantes en la mitigación de las catástrofes son quienes se hallan más en riesgo.

## **2.2. Los fenómenos naturales que han afectado a México**

A nivel mundial, a lo largo de la historia, la humanidad ha sufrido los embates de diferentes catástrofes como consecuencia del crecimiento constante de sus poblaciones en zonas de riesgo (amenazas y vulnerabilidad), lo que ha provocado impactos de enorme consideración a la economía, al bienestar y al desarrollo de las familias del mundo.



Las catástrofes relacionadas a tormentas no deben considerarse únicamente en términos de sus efectos inmediatos y visibles, sino también en cuanto a sus repercusiones en el proceso de desarrollo a largo plazo. Una catástrofe relacionada con una tormenta puede malograr los resultados de muchos años de desarrollo infraestructural, como la destrucción de carreteras, puentes, sistemas de riego y edificios, y minar gravemente el progreso socioeconómico. Aunque la mayoría de los peligros naturales son inevitables, sus efectos se pueden evitar.

Los huracanes a lo largo del tiempo han afectado al territorio mexicano. Existen registros que muestran que desde 1926 hasta 2006, los huracanes han provocado una serie de impactos y pérdidas económicas, humanas y naturales. Es necesario señalar, sin embargo, que es hasta la década de los 70's, cuando los fenómenos hidrometeorológicos fueron asignados con un nombre, así que en fechas previas únicamente nos referiremos a los años en que ocurrieron estos desastres (<http://www.tvazteca.com/hechos/masarchivos2/9/48932.shtml>).

A partir de 1970, los huracanes fueron identificados por nombre, de esta forma el registro de estos fenómenos hidrometeorológicos es más exacto. Así se registra que en 1976, en los Estados de Baja California Sur y Sonora, el Huracán Liza, deja como saldo la muerte de 600 personas y entre 10 mil y 12 mil damnificados. En 1982 el Huracán Paul, deja como saldo 257 mil damnificados en el Estado de Tamaulipas.

Sin embargo, uno de los más catastróficos fue el Huracán Gilberto que en Septiembre de 1988, en los estados de Yucatán, Campeche, Quintana Roo, Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, ocasiona 250 muertes y 150 mil personas desalojadas. Así también, en 1993 los Huracanes Lidia y Hert provocaron la muerte de 240 pescadores y 82 mil damnificados en conjunto para los estados de Sinaloa, Sonora, Veracruz, Tamaulipas, Hidalgo y San Luis Potosí.

Además de los anteriores existen registros de que Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Oaxaca, Guerrero, Baja California Sur, Colima, Jalisco, Nayarit, Michoacán, Guerrero, fueron afectados por dichos huracanes (<http://www.tvazteca.com/hechos/masarchivos2/9/48932.shtml>).

El aumento en la frecuencia e intensidad de los huracanes ocurridos en el Caribe durante 2002 y 2005 han disparado el interés y la preocupación social por el comportamiento de estos fenómenos. Para valorar adecuadamente lo ocurrido estos dos años hay que realizar un doble ejercicio: mirar hacia atrás examinando los registros históricos y hacia delante, analizando los resultados de los modelos climáticos (<http://www.tvazteca.com/hechos/masarchivos2/9/48932.shtml>).

La ocurrencia de huracanes en Chiapas, ha sido mayor desde 1998 al 2005, dejando una serie de impactos y disturbios naturales, que van desde lo económico, lo social y lo ambiental o ecológico. En 1998 los huracanes Herl, Isis y Javier provocaron fuertes deslaves en las partes altas de la Sierra Madre de Chiapas, inundaciones en las partes bajas de las cuencas del Pacífico de Chiapas, desbordamiento de los diversos ríos y arroyos de la Costa de Chiapas, pérdidas humanas y materiales, que provocaron un déficit económico para el Estado. (<http://www.tvazteca.com/hechos/masarchivos2/9/48932.shtml>).

Sin embargo, el fenómeno meteorológico denominado Stan, huracán de categoría I, en el mes de Octubre del 2005, sembró muertes y sufrimiento en México y Centroamérica. Las torrenciales lluvias provocaron deslizamientos de tierra causando la muerte de miles de personas, y varios quedaron atrapados o desaparecidos entre el lodo y los escombros (Salazar, 2005; Figura 1).



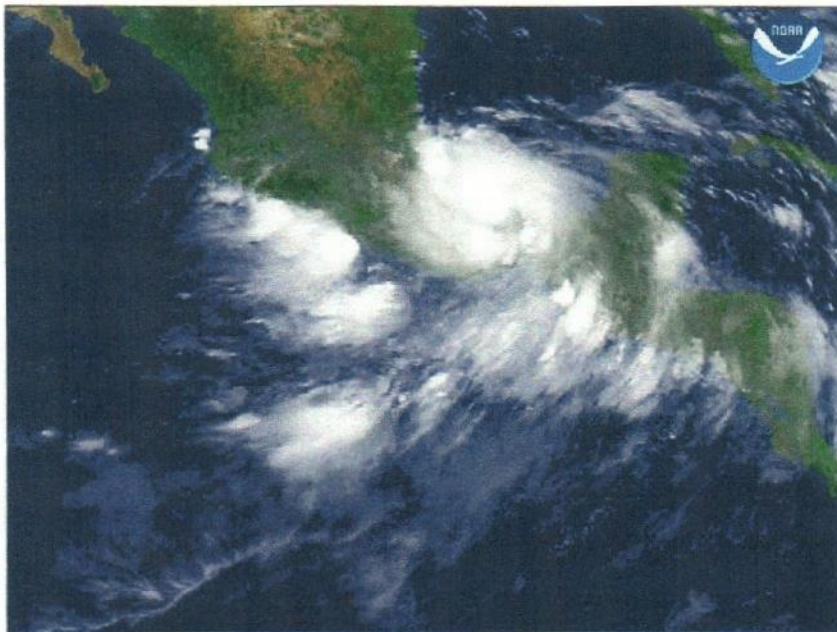


Figura1.- Localización del Huracán Stan en el Sur del País. Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n\\_Stan](http://es.wikipedia.org/wiki/Hurac%C3%A1n_Stan).

El 1º de octubre, las condiciones climáticas se configuraron para la catástrofe que enfrentaría el estado de Chiapas. En el Océano Atlántico, se formó la depresión número 20, que se convirtió rápidamente en tormenta tropical y, luego, en el huracán Stan, cuya humedad se sumó a la ya concentrada en Chiapas. Las regiones Istmo-Costa, Soconusco, Sierra y Frailesca vivieron lluvias torrenciales de carácter extraordinario durante cuatro días. En Pijijiapan, en el transcurso de 24 horas se registró 457 milímetros y en el Soconusco, se registraron precipitaciones del orden de 600 a 700 milímetros en un lapso de 72 horas. Esta cantidad de lluvia representa más del doble de la precipitación media histórica en todo el mes de octubre y casi la tercera parte de la media anual de la región (Salazar, 2005).

Stan golpeó a Chiapas, durante cuatro días y sus noches. La mañana del 4 de octubre, los cauces de los grandes ríos de la Costa, fueron insuficientes para contener los cientos de miles de metros cúbicos de agua provenientes de la Sierra y partes altas de la llanura costera. El torrente provocó el desbordamiento de 98 ríos, que afectaron a 800 localidades de 41 municipios, lo que obligó a la evacuación y traslado de 92 mil personas a refugios temporales (Salazar, 2005).



La declaratoria de emergencia se extendió a 41 municipios: Escuintla, Acapetahua, Villacomaltitlán, Acacoyagua, Mapastepec, Huehuetán, Pijijiapan, Mazatán, Motozintla, Tapachula, Huixtla, Tuzantán, Tonalá, Arriaga, Suchiate, Metapa de Domínguez, Unión Juárez, Frontera Hidalgo, Cacahoatán, Tuxtla Chico, El Porvenir, Siltepec, Mazapa de Madero, Bellavista, Benemérito de las Américas, La Grandeza, Bejucal de Ocampo, Amatenango de la Frontera, Frontera Comalapa, La Concordia, Ángel Albino Corzo, Villacorzo, Villaflores, Suchiapa, Chiapa de Corzo, Montecristo de Guerrero, La Libertad, Catazajá, Chicomuselo, Cintalapa y San Cristóbal de las Casas (Salazar, 2005)..

En materia agropecuaria, fueron afectados 122 mil productores y casi 307 mil hectáreas dedicadas a la actividad agrícola, pecuaria y pesquera de las regiones Soconusco, Costa y Sierra, con una pérdida económica estimada en 3 mil 700 millones de pesos aproximadamente. Estos daños tienen serias consecuencias socioeconómicas para Chiapas, ya que gran parte de la población basa su economía en el sector primario (Salazar, 2005).

### **2.3. Impactos de los fenómenos hidrometeorológicos en la producción agropecuaria.**

El crecimiento demográfico, la desigualdad social y el desorden de los asentamientos humanos, las actividades antropogénicas en sitios inadecuados llevan a la gente más pobre a posesionarse en zonas de mayor inseguridad, sumados a un deficiente manejo de los riesgos, son factores que incrementan los efectos adversos de los fenómenos naturales y los convierten en desastres ([http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05\\_sp\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05_sp_complete.pdf)).

Los terrenos más baratos son aquellos que tienen alguna desventaja, como el riesgo de inundación o deslaves, localizados en terrenos escarpados, con masas compacta de vegetación, áreas inaccesibles, pobreza extrema, alto índice de población rural.

([http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05\\_sp\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05_sp_complete.pdf))

El país, carece de este tipo de ordenamientos del territorio y, en el mejor de los casos, algunos municipios han elaborado mapas de riesgos que mantienen archivados sin aplicarlos en la regulación del uso del suelo. La producción agrícola en América Latina es especialmente vulnerable a los efectos del fenómeno meteorológico El Niño. Esto aunado a la marginalidad económica y social en ciertas áreas el cual produce un efecto climático que genera impactos socioeconómicos y ambientales importantes a diferentes regiones geográficas del planeta, ha llevado, al uso de sistemas que impactan al medio ambiente.

Por el contrario, la capitalización y la tecnificación de la agricultura no garantizan necesariamente la existencia de sistemas de producción sustentables. Dentro de los casos notables de esto está la explotación de extensas áreas cuya productividad declina a los pocos años, o la salinización de importantes áreas irrigadas por carencia de una visión de largo plazo en los programas de puesta en riego ([www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO](http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO)).

El problema que más daños ambientales ha causado en el Estado ha sido el laboreo del suelo en áreas cuya fragilidad no permite esta práctica. Esto ha conducido a cuadros de erosión generalizados e irreversibles en términos de la productividad agrícola. Los sistemas de riego poco eficiente, es responsable de la salinización de los cursos bajos de los ríos y de la sedimentación de cauces, embalses y terrenos agrícolas. Estas prácticas deteriorantes de los recursos están aumentando la vulnerabilidad del medio en que se desenvuelve la agricultura.

Según cifras estimadas por CEPAL, los desastres naturales en los 5 países que integran el (Mercado Común Centroamericano), representan pérdidas equivalentes al 2 a 3% del PIB. El daño producido es relativo a la situación económica y geográfica de cada país. Los países de poca extensión geográfica tienden a presentar un mayor daño relativo en términos de la fracción de su territorio afectado (<http://www.cepal.org./publicaciones/xml/2/20502/L638>)



### 2.3.1. Pérdidas de recursos naturales y económicos.

Sabemos que los desastres naturales además de causar grandes pérdidas humanas, también provocan pérdidas materiales y económicas. Tan sólo en el año 2003 las pérdidas alcanzaron los 55 mil millones de dólares a nivel. El problema no es la pérdida de dinero en sí, sino la desproporción en la que los países se ven afectados respecto a su producto interno bruto, ya que los países en desarrollo sufren más las bajas que los países ricos. Esto hace vulnerables a las entidades en vías de desarrollo, exponiéndolos a la creciente pobreza (OEA, 2005).

Como ejemplo tenemos los recientes huracanes, Karina, ocurrido en los Estados Unidos, y Stan y Filma, ocurridos en México y en partes de Centroamérica. Karina a pesar de ser el huracán más caro de la historia del país americano, ya que podrían superar los 125,000 millones de dólares. En el caso de Stan y Filma, "tan sólo en Chiapas, la entidad más afectada por el huracán Stan, se perdió el equivalente al 15 por ciento del Producto Interno Bruto estatal y se requerirán 2 mil millones de pesos para recuperar causes de los ríos". (<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/index.php?id=politica1131482199.xml>).

Lo que nos hace ver esto es que las condiciones de vida antes de que ocurra un desastre natural, son en gran medida factores relevantes para determinar cuál es la pérdida en los bienes que la sociedad tiene, por ejemplo, si tomamos el caso de una ciudad que no cuenta con la infraestructura necesaria para soportar la venida de un huracán y la comparamos con otra ciudad que en cambio, desde antes de que el huracán llegué, su infraestructura es resistente, a pesar de que el huracán tenga la misma intensidad, los daños ocasionados en la primera ciudad serán mayores que en la segunda ciudad, por lo que al gobierno le costará más recursos económicos reparar la primera que la segunda y las pérdidas materiales serán más grandes.

Pero no tan sólo en las pérdidas de las casas, de los muebles y de los demás bienes que poseen las personas se ven afectadas las economías, sino que también en la pérdida de recursos como lo son la madera, el petróleo, las hortalizas

destruidas, los animales muertos, las industrias destruidas, y de los recursos que se ve forzado el Estado a aportar para que vialidades y servicios, entre otros, lleguen a ser como lo eran antes. Por último concluimos que por las razones mencionadas anteriormente, es importante que se cuente con un fondo de reserva para los desastres naturales, para que se puedan recuperar de manera más rápida todos los países, pero lo más importante es que se controle la contaminación para así evitar el calentamiento global, y con esto, que los desastres naturales sean menos frecuentes (OEA, 2005).

Otra acción importante a tomar es mejorar la infraestructura de las ciudades, en especial, de las que están más expuestas, para poder así soportar en mayor medida y que la pérdida en los recursos económicos y materiales sea menor cuando se avecine un desastre natural.

### **2.3.2. El sistema agropecuario en la región Soconusco.**

Los principales sistemas agropecuarios en la región Soconusco (INEGI, 2004), dadas las condiciones geográficas y ambientales de la región, son los cultivos de ciclo anual y los cultivos perennes. Esta región se caracteriza por su productividad y diversidad de productos agropecuarios, los cuales son de suma importancia para el Estado de Chiapas, el País y algunos países extranjeros.

La región soconusco por su variedad orográfica y diversidad de climas y suelos, propician condiciones extraordinarias para la agricultura, actividad que se dedican 298,508.3 ha, divididas en 281,196.8 ha para los cultivos perennes y 17,311.5 ha para cultivos anuales (Rojas, *et al.*, 2004). La producción agrícola de caña, palma de aceite y café, en 2004 (Figura 2) son los principales productos con un aporte de 854,498, 217,391 y 190,263 ton. respectivamente. Sin embargo, la producción económica más redituable para la región se encuentra en los cultivos de mango y papaya. La producción agrícola de menor escala se encuentra el frijol y la producción de tabaco.



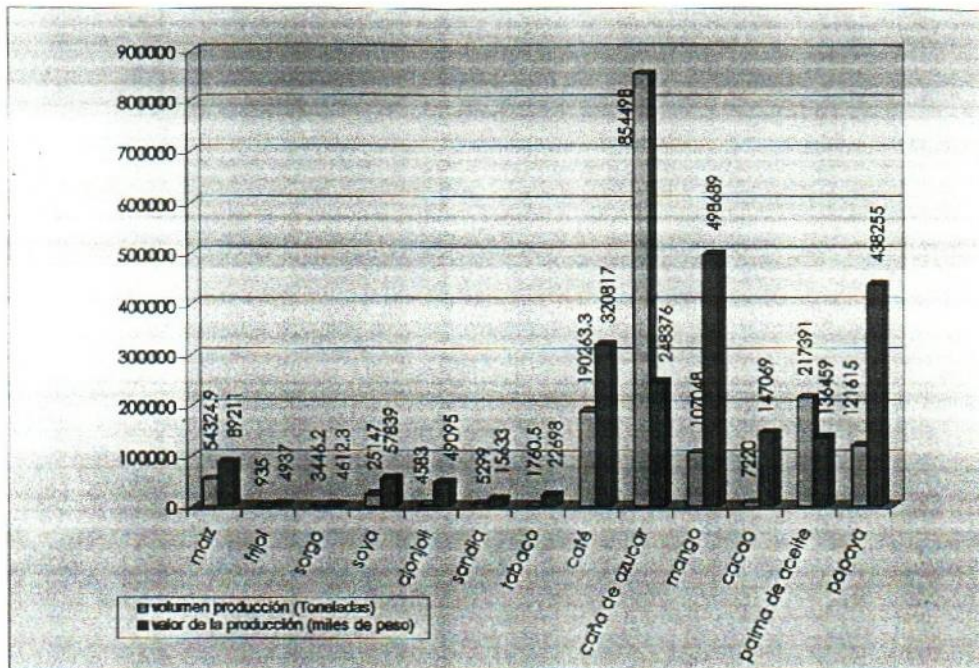


Figura 2. Producción agrícola de la región Soconusco. Fuente: Rojas, *et al.*, 2004.

La actividad pecuaria en los 16 municipios que integra el Soconusco, es la producción bovina, la cual cuenta con cierto grado de especialización ya que existen unidades de producción que se orientan principalmente a la ganadería de doble propósito y en menor medida a la engorda y a la cría de becerros y sementales (COPLADE, 1997).

La superficie para esta actividad primaria no ha variado desde el año de 1999, en que se reportan 199, 776 ha. El hato más importante es el bovino del cual en el ciclo 2003 contabilizo un total de 203, 943 cabezas. El ganado porcino le sigue en importancia y registro en este año un total de 68,998 cabezas. El inventario registrados para las colmenas de abeja (*Apis mellifera*) en la región es de 7,220 unidades (Rojas *et al.*, 2004).



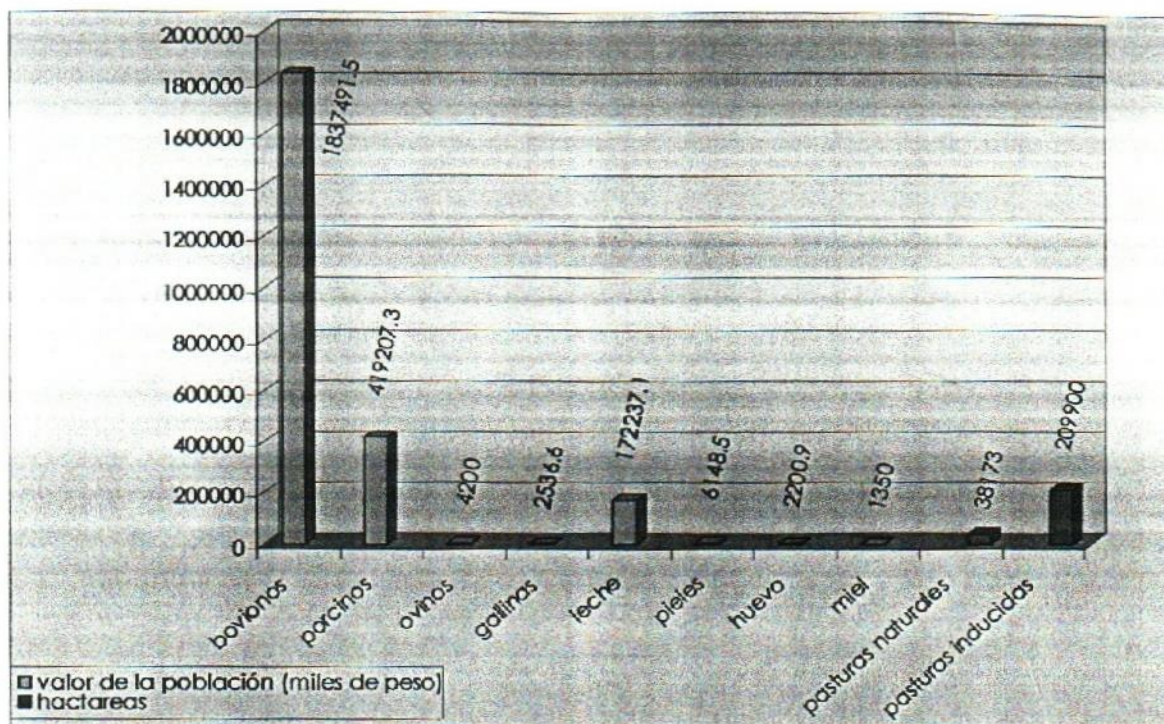


Figura 3. Producción pecuaria de la región soconusco (Rojas, et al., 2004).

En la Figura 3, se observa al relacionar la producción pecuaria con el valor de la población, un incremento mayor de la actividad bovina sobre las otras actividades, así mismo se observa que la producción de leche es de gran importancia, la cual se ve relacionada con las áreas de pasturas, donde predominan los pastos inducidos sobre los naturales.

Esta producción de gran valor productivo y económico se vio afectado por el huracán Stan (2005), donde se afectaron un total de 142,750 productores y 410,888 has de actividades agropecuarias, forestales y pesqueras, con una pérdida económica estimada de 3 mil 707.6 millones de pesos en 41 municipios de las regiones Soconusco, Costa, Sierra, Centro, Fronteriza, Frailesca y Selva. Estos daños tienen serias consecuencias socioeconómicas para un estado como Chiapas que basa su economía en el sector primario (Ruiz, 2005).



En el sector agropecuario 129,750 productores reportan dañadas 311,959 has de cultivos agroindustriales de exportación que generan el 24% del valor total de la producción en el estado. En el cultivo de café, resultaron afectadas 52,705 ha con mayores repercusiones en la región de la sierra en donde el 73% de la población económicamente activa vive de esta actividad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cultivos agrícolas anuales y perennes siniestrados.

| Cultivo        | Total productores afectados | Total has siniestradas | Costo real (\$)         |
|----------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Café           | 52,705                      | 130,634.00             | 1,345,886,590.00        |
| Ajonjolí       | 2,675                       | 6,543.94               | 28,793,336.00           |
| Cacao          | 3,522                       | 6,482.54               | 361,077,617.00          |
| Maíz           | 32,041                      | 53,795.43              | 355,049,871.00          |
| Pasto          | 9,504                       | 65,590.08              | 98,431,020.00           |
| Plátano        | 3,493                       | 14,941.06              | 224,115,825.00          |
| Sorgo          | 288                         | 1,249.25               | 6,246,250.00            |
| Soya           | 594                         | 7,628.53               | 50,348,298.00           |
| Otros cultivos | 12,403                      | 25,094.66              | 346,477,443.00          |
| <b>Totales</b> | <b>117,225</b>              | <b>311,959.49</b>      | <b>2,816,426,250.00</b> |

Fuente: Ruiz, 2005.

En el caso de los Sistemas pecuarios afectados por el fenómeno natural Huracán Stan, en el Cuadro 2, nos muestra que 9,163 productores fueron afectados, con un total de 354,446 cabezas, con un monto valuado en 156,668,817 pesos; además de la pérdida de 2,612 km de cercas y 20,339 ha de praderas (Ruiz, 2005).

Cuadro 2. Productores afectados y monto económico que representan las pérdidas ocasionadas por el Huracán Stan al sector pecuario del soconusco.

| Tipo de ganado | Total productores | Total cabezas siniestradas | Monto real (\$)       |
|----------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|
| Colmena        | 414               | 10,947                     | 7,241,400.00          |
| Avícola        | 1,875             | 294,551                    | 14,593,774.00         |
| Bovino         | 3,997             | 23,907                     | 119,535,000.00        |
| Caprino        | 28                | 207                        | 141,450.00            |
| Equino         | 477               | 796                        | 2,388,000.00          |
| Ovino          | 1,361             | 19,722                     | 9,253,860.00          |
| Porcino        | 1,011             | 4,316                      | 3,513,333.00          |
| <b>Totales</b> | <b>9,163</b>      | <b>354,446</b>             | <b>156,666,817.00</b> |

Fuente: Ruiz, 2005.



Cuadro 3. Estimación de las áreas agrícolas y productores en 4 regiones del estado de Chiapas.

| REGIONES       | MUNICIPIO                  | TOTAL PRODUCTORES AFECTADOS | TOTAL HAS SINIESTRADAS | COSTO REAL (\$)         |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| I CENTRO       | Chiapa de Corzo            | 1,665                       | 2,259.65               | 19,336,420.00           |
|                | Cintalapa                  | 334                         | 540.25                 | 5,807,250.00            |
|                | Suchiapa                   | 301                         | 725.00                 | 4,709,400.00            |
| III FRONTERIZA | Frontera Comalapa          | 1,682                       | 2,426.95               | 20,135,485.59           |
|                | Chicomúselo                | 3,588                       | 6,530.30               | 42,484,952.71           |
| IV. FRAILESCA  | La Concordia               | 3,440                       | 13,004.00              | 110,810,162.65          |
|                | Ángel Albino Corzo         | 3,908                       | 9,158.15               | 111,343,892.11          |
|                | Villacorzo                 | 4,617                       | 12,971.12              | 82,635,210.66           |
|                | Villaflores                | 6,725                       | 12,867.85              | 91,146,782.20           |
|                | Montecristo de Guerrero    | 1,823                       | 6,028.70               | 55,815,181.86           |
| VI SELVA       | Benemérito de las Américas | 28                          | 264.00                 | 1,742,400.00            |
|                | La Libertad                | 5                           | 70.00                  | 105,000.00              |
| VII SIERRA     | Motozintla                 | 8,503                       | 18,733.72              | 212,949,895.40          |
|                | Siltepec                   | 9,113                       | 13,165.55              | 183,511,497.99          |
|                | El Porvenir                | 1,910                       | 2,066.13               | 15,912,488.44           |
|                | La Grandeza                | 176                         | 120.81                 | 1,247,471.27            |
|                | Mazapa de Madero           | 745                         | 645.11                 | 5,812,578.48            |
|                | Bejucal de Ocampo          | 1,157                       | 883.49                 | 6,657,483.90            |
|                | Bellavista                 | 3,308                       | 4,874.53               | 42,634,267.16           |
| VIII SOCONUSCO | Acacoyagua                 | 1,406                       | 3,104.75               | 35,803,684.15           |
|                | Acapetahua                 | 2,558                       | 3,122.06               | 102,893,757.00          |
|                | Escuintla                  | 3,793                       | 9,796.45               | 106,870,588.32          |
|                | Cacahoatán                 | 5,378                       | 7,892.50               | 63,397,226.44           |
|                | Huehuetán                  | 4,288                       | 12,928.47              | 188,395,378.61          |
|                | Huixtla                    | 3,328                       | 11,675.21              | 92,785,402.90           |
|                | Mazatan                    | 4,300                       | 21,054.15              | 158,168,619.00          |
|                | Metapa de Domínguez        | 698                         | 1,317.25               | 8,243,750.00            |
|                | Suchiate                   | 2,459                       | 12,173.81              | 142,532,584.00          |
|                | Tapachula                  | 12,217                      | 39,002.70              | 370,864,895.55          |
|                | Mapastepec                 | 3,523                       | 14,658.46              | 61,387,568.25           |
|                | Tuxtla Chico               | 2,174                       | 4,405.00               | 53,191,045.97           |
|                | Tuzantán                   | 2,873                       | 6,177.81               | 87,790,889.84           |
|                | Unión Juárez               | 2,132                       | 3,526.13               | 29,852,337.15           |
|                | Villa Comaltitlán          | 3,713                       | 13,974.00              | 150,957,940.01          |
|                | Frontera Hidalgo           | 1,153                       | 3,087.50               | 21,953,500.00           |
| IX ISTMO-COSTA | Arriaga                    | 231                         | 977.00                 | 3,446,800.00            |
|                | Tonalá                     | 1,410                       | 4,525.25               | 12,505,522.53           |
|                | Pijjiapan                  | 2,359                       | 14,917.35              | 42,219,938.10           |
|                | <b>Subtotal</b>            | <b>117,225</b>              | <b>311,959.49</b>      | <b>2,816,426,249.62</b> |

Fuente: Ruiz, 2005. [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_chiapas](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_chiapas).

En el sector pesquero, actividad altamente generadora de empleos y de alimentos para nuestro estado y el centro del país, el 40 mil de las 76 mil hectáreas de campos pesqueros fue azolvado afectando directamente a 13 mil pescadores que viven de esta actividad, y que en este momento, no disponen de otra alternativa de ingreso.

El sector forestal reporta pérdida de masa forestal en 58,929 ha en las cuales se perdieron alrededor de 2.5 millones de toneladas de suelo equivalente a 87,823 camiones de volteo. En infraestructura agropecuaria y pesquera se reportan pérdidas de 1,579 km de caminos saca-cosecha, 19 agroindustrias, 109 km de canales de intercomunicación fluvial, 13 km de borderías y 29 pesquerías inundadas entre otros daños.

Los impactos negativos a los sistemas agropecuarios del Huracán Stan por municipios afectados de las regiones Sierra, Istmo-Costa, Centro, Selva, Fronteriza, Frailesca y Soconusco, para el caso del sector agrícola en el Cuadro 3, se describen los productores afectados, hectáreas siniestradas, así como una estimación aproximada del costo real de las pérdidas de las cosechas.

En el sector pecuario se siniestraron cercas o corrales por el Huracán Stan en diferentes municipios del estado, cuyos datos podemos observarlos en el Cuadro 4, donde se describen que un total de 6,362 productores fueron afectados, sobre todo en lo que se refiere a cercos y alambrados donde se dañaron más de 4,060 millones de metros, con un costo estimado de 122 millones de pesos.

### **2.3.3. El sistema Agropecuario en el Municipio de Huixtla.**

Los principales sistemas agropecuarios en el municipio de Huixtla (INEGI, 2004) dadas a las condiciones topográficas y ambientales, se observan tanto los cultivos de ciclo anual como los cultivos perennes. Esta región se caracteriza por su productividad y diversidad de productos agropecuarios, los cuales son de suma importancia para el Estado de Chiapas, el País y algunos países extranjeros.



Cuadro 4. Siniestros de cercas en potreros por Stan en municipios del Estado

| Municipio               | Productores  | Metros           | Monto (\$)            |
|-------------------------|--------------|------------------|-----------------------|
| Chicomúselo             | 375          | 138,310          | 4,149,300.00          |
| Frontera Comalapa       | 134          | 21,075           | 632,250.00            |
| La Concordia            | 351          | 172,975          | 5,189,250.00          |
| Montecristo de Guerrero | 64           | 34,878           | 1,046,340.00          |
| Villacorzo              | 1,505        | 495,501          | 14,865,015.00         |
| Villaflores             | 1,259        | 284,738          | 8,542,125.00          |
| Ángel Albino Corzo      | 49           | 8,209            | 246,270.00            |
| Bellavista              | 81           | 19,450           | 583,500.00            |
| El Porvenir             | 2            | 76               | 2,280.00              |
| Mazapa de Madero        | 1            | 8                | 240.00                |
| Siltepec                | 3            | 823              | 24,675.00             |
| Acacoyagua              | 38           | 47,100           | 1,413,000.00          |
| Acapetahua              | 294          | 942,511          | 28,275,330.00         |
| Escuintla               | 240          | 99,900           | 2,997,000.00          |
| Mazatán                 | 15           | 33,000           | 990,000.00            |
| Tapachula               | 3            | 189              | 5,670.00              |
| Arriaga                 | 120          | 12,100           | 363,000.00            |
| Mapastepec              | 357          | 127,251          | 3,817,530.00          |
| Pijijiapan              | 834          | 1,135,870        | 34,076,085.00         |
| Tonalá                  | 637          | 486,379          | 14,591,355.00         |
| <b>Total general</b>    | <b>6,362</b> | <b>4,060,341</b> | <b>121,810,215.00</b> |

Fuente: Ruiz, 2005.

El municipio de Huixtla por su variedad orográfica y diversidad de climas y suelos, propician condiciones extraordinarias para la agricultura, actividad a la que se dedican 14,723 has, divididas en 12,687 has dedicadas a los cultivos perennes y 2,036 has de cultivos anuales (INEGI, 2004). Dentro de los cultivos perennes destacan la producción de caña con 6,230 has cultivadas, seguida por la producción de café con 4,701 has (Figura 3). Los cuales tienen una producción de 532,265 y 14,526 ton respectivamente. Los cultivos agrícolas anuales destaca la producción de maíz con 2,000 ha cultivadas, teniendo una producción de 2,655 ton anuales (Figura 4).

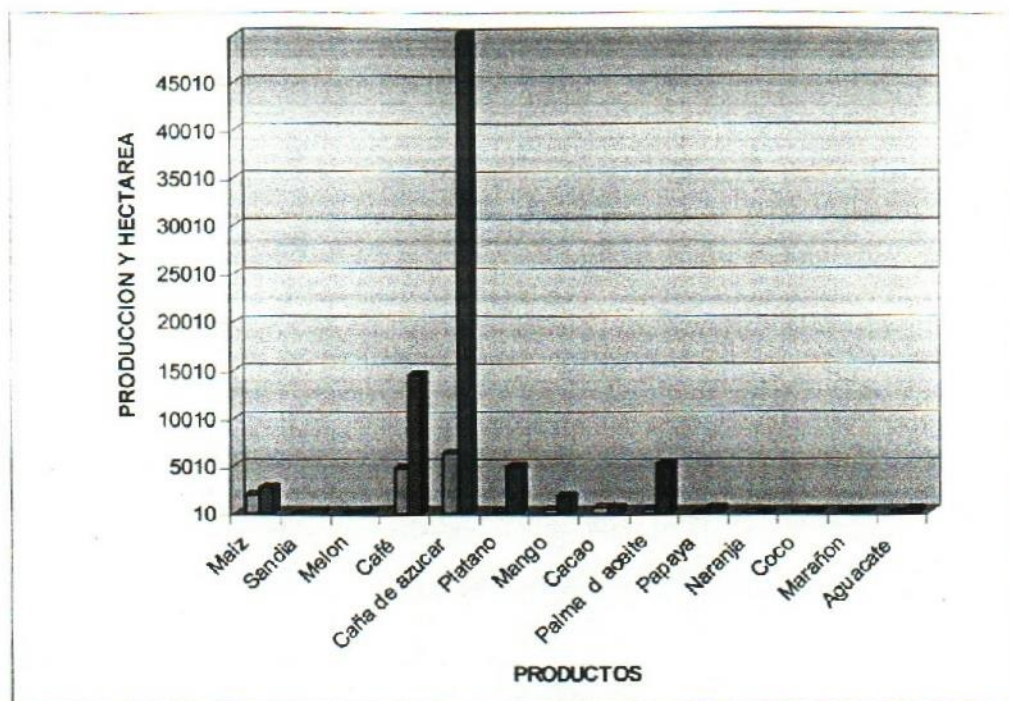


Figura 4. Actividad agrícola en el municipio de Huixtla. Fuente INEGI, 2004.

La actividad pecuaria para el Municipio de Huixtla, destaca la producción de bovinos, la cual cuenta con cierto grado de especialización ya que existen unidades de producción que se orientan principalmente en la ganadería de doble propósito y en menor medida a la engorda y a la cría de becerros y sementales (INEGI, 2004).

La superficie para esta actividad primaria esta compuesta por 2,428 ha de pasturas naturales y 9,712 hectáreas de pasturas inducidas. Esta parte destaca la producción de bovinos, teniendo un valor de la población de 41,603 millones de pesos, seguida de la producción equina con 3,765 millones de pesos para el año 2004 (Figura 5).



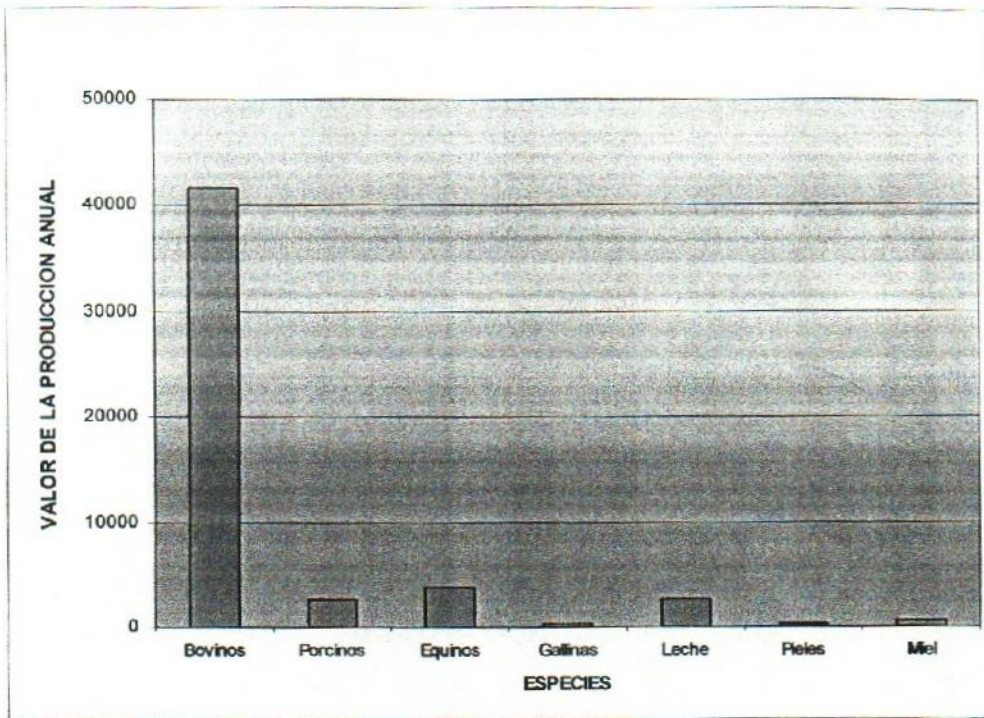


Figura 5. Actividad pecuaria en el municipio de Huixtla. Fuente: INEGI, 2004.

#### 2.3.4. Consecuencias actuales y potenciales de los daños.

La economía de las tres regiones se encuentra afectada por la pérdida de activos e ingresos en los productores. Los daños sufridos total o parcialmente en los caminos saca-cosechas, esta generando serios problemas en la preparación de la cosecha y/o comercialización de los productos como bovinos, cacao, caña, palma de aceite, soya, papaya, café, plátano y otros granos.

Los cultivos de alto valor comercial y la ganadería bovina se encuentran amenazados por problemas sanitarios, que de no atenderse con oportunidad, podrían poner en riesgo el activo fijo de los productores y el acceso a los mercados nacionales y de exportación. La pérdida de masa arbolada y deterioro de los suelos por los escurrimientos en las partes altas de las cuencas, incrementa aún más los riesgos de nuevos desastres naturales en el futuro.

## **2.4. Pobreza y medio ambiente.**

### **2.4.1. Vulnerabilidad e impactos de los fenómenos naturales.**

La vulnerabilidad de los sistemas se ve aumentada en la Región por la localización de las actividades en lugares de riesgo, y la excesiva presión a la que son sometidos los recursos naturales como consecuencia de la marginalidad, la pobreza, la falta de organización social, carencia de políticas para la gestión del ambiente y de ordenamiento territorial, excesivo centralismo y burocracia de los organismos nacionales, poca tecnificación de la agricultura, falta de educación de la población para prevenir y enfrentar los riesgos (FAO, 1993).

El término "vulnerabilidad" se refiere a los daños potenciales que un determinado fenómeno puede provocar a la producción, a la infraestructura, a la vivienda, comercios, flora y fauna, así como a la capacidad de la sociedad o de los ecosistemas para reponerse de estos impactos.

Según Holling (1973), este proceso se conoce como resiliencia, y se refiere a la capacidad de un sistema que semeja una estabilidad y flexibilidad, para dominar las perturbaciones y cambios ambientales y poder equilibrar el comportamiento y la rapidez de recuperación del ecosistema, conceptualizando el término de sustentabilidad a escalas espaciales y temporales (Harrington, 1992).

En este sentido, Holling (1986), describe que los sistemas tienen la capacidad o habilidad para que pueda mantener su estructura y patrones de conducta o comportamiento en una fase de disturbio o transformación, pueden regular los ciclos de organización, impacto y renovarse.



## **2.4.2. Uso tecnológico inapropiado de los recursos naturales.**

La marginalidad económica y social en ciertas áreas, ha llevado, al uso de sistemas que impactan al medio ambiente. Por el contrario, la capitalización y la tecnificación de la agricultura no garantizan necesariamente la existencia de sistemas de producción sustentables. Dentro de los casos notables de esto está la explotación de extensas áreas amazónicas cuya productividad declina a los pocos años, o la salinización de importantes áreas irrigadas por carencia de una visión de largo plazo en los programas de puesta en riego.

El problema tecnológico que más daños ambientales ha causado en la Región ha sido el laboreo del suelo en áreas cuya fragilidad no permite esta práctica. Esto ha conducido en casi todos los países a cuadros de erosión generalizados e irreversibles en términos de la productividad agrícola. La contaminación de las aguas, como producto de la carencia de sistemas de tratamiento en la industria, la minería y los asentamientos humanos llega a ser crítica en sectores cercanos a estas actividades económicas. Los sistemas de riego poco eficientes son responsables de la salinización de los cursos bajos de los ríos y de la sedimentación de cauces, embalses y terrenos agrícolas. Todas estas prácticas deteriorantes de los recursos están aumentando la vulnerabilidad del medio en que se desenvuelve la agricultura.

## **III. MATERIAL Y METODOS.**

### **3.1. Metodología.**

La metodología desarrollada en la presente investigación, incluye de manera general, la caracterización de la cuenca Huixtla, el análisis comparativo (antes del huracán Stan año 2003 y después 2005), coberturas digitales de uso del suelo y vegetación antes y después del huracán Stan, y la identificación de la vulnerabilidad de las áreas y comunidades con alto riesgo de inundación en la parte de la cuenca media del río Huixtla.

### 3.1.1. Caracterización de la cuenca Huixtla.

Para realizar la caracterización geográfica de la cuenca media del río Huixtla, se desarrollaron una serie de mapas temáticos cuya lista se presenta en el Cuadro 5. Así mismo, se digitalizaron los mapas siguientes: Ubicación geográfica de la cuenca en estudio; delimitación de cinco subcuencas al interior de la cuenca en estudio; sistema hidrológico de la cuenca; mapa fisiográfico de la cuenca; mapa climatológico y el mapa con las localidades presentes al interior de la cuenca

Cuadro 5. Mapas temáticos del INEGI usados para la caracterización geográfica de la cuenca.

| Tema               | Fuente                          | Escala     | Proyección                             |
|--------------------|---------------------------------|------------|--|
| Macro localización | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Localidades        | INEGI (censo de población 2005) | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Hidrología         | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Geología           | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Fisiografía        | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Curvas de nivel    | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Climas             | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Edafología         | INEGI                           | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |
| Subcuencas         | CNA                             | 1: 250 000 | UTM NAD 27<br>Esferoide Clarke de 1866 |

### 3.1.2 Procesamiento digital de imágenes antes y después del huracán Stan.

Para esta fase del proyecto se usaron imágenes de satélite Spot 5, multiespectrales y pancromáticas, con una resolución espacial de 5 y 12 m. respectivamente. Las imágenes utilizadas para esta investigación fueron de marzo del 2003 y octubre del 2005, es decir antes y después de la fecha en que se presentó el Huracán Stan. Las imágenes fueron procesadas con el programa Erdas Image Ver. 7.3, a través de los procesos siguientes:



### **3.1.2.1. Rectificación Geométrica.**

Este proceso se llevó a cabo por medio del modelo geométrico Spot, el cual toma en cuenta la curvatura de la tierra, así como los rangos altitudinales del terreno, con modelos digitales de elevación a 50 m. El error medio cuadrático en la corrección fue igual o menor a 1 m.. Para la corrección se utilizó como base geográfica una imagen de satélite Land sat 7 Tm + multiespectral (7 bandas), con una resolución espectral de 15 m, corregida por la NASA. La fecha de la imagen corresponde a Marzo del 2003 y cubre todo el territorio chiapaneco.

### **3.1.2.2. Clasificación supervisada.**

El siguiente paso fue realizar una clasificación supervisada de las imágenes, con la finalidad de establecer clases de uso de suelo y vegetación del área de interés. Este proceso se hizo mediante el establecimiento de firmas espectrales (o zonas de muestreo), las cuales sirvieron como base para correr la clasificación supervisada con el programa Erdas Image Ver. 7.3. El número mínimo de áreas de muestreo fue de 20 zonas, con una unidad mínima cartografiada de 6,250 píxeles por área de muestreo, siendo la escala de trabajo de 1:25,000 y la de presentación de 1:50,000. Las clases de uso de suelo se basaron en el diccionario del uso de suelo y vegetación del INEGI (2000).

Las firmas se supervisaron por medio de gráficas lineales y matrices de error, cuidando que no existiera una mezcla entre ellas, esto debido a la respuesta espectral de las imágenes, lo cual representaría un error en la clasificación. Después de esto se hizo una limpieza y creación de topologías para las coberturas en formato vectorial, dicho proceso se realizó en el programa Arc info. De igual manera se hizo una última verificación visual y la cuantificación de las superficies por clases en el programa Arc Map. En los casos en que existieron dudas en las clases determinadas se procedió a localizar los sitios en campo, para aplicar puntos de control (cotejo de campo), que me permitió corregir y confirmar la clasificación del uso de suelo y vegetación.

### 3.1.2.3. Comparación de coberturas.

Para cuantificar las áreas afectadas al interior de la cuenca se efectuaron superposiciones y comparación de la cobertura del 2003 con la del 2005, para delimitar y cuantificar las superficies afectadas por cada tipo de uso del suelo y vegetación, hidrografía, suelos, climas, geología, etc, la información espacial se representa en forma de "capas" (Figura 6).



Figura 6. Modelo de superposición de capas en el análisis espacial. Fuente: Falconer and Foresman, 2002.

### 3.1.2.4 Identificación de áreas y comunidades en alto riesgo.

Las imágenes de satélite se clasificaron en clases forestales y no forestales, los principales deslaves e inundaciones y se elaboró una cobertura de áreas dañadas. Dicha cobertura fue cruzada con uso de suelo, vegetación, topografía, modelo digital de elevación, pendientes, geología, edafología y exposición, para crear un modelo de áreas susceptibles a deslaves e inundaciones. Dicho modelo fue creado con base a variables establecidas al modelo hidrológico generado por Arc View. Una vez generado, se hizo una sobreposición con la cobertura de poblaciones del INEGI (2005), identificando de esta forma las áreas y localidades con mayor vulnerabilidad ante futuros eventos climatológicos.



## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Caracterización espacial de la cuenca huixtla.

El conjunto de párrafos que se detallan a continuación se ajustan estrictamente al Esquema metodológico descrito en el apartado 3.1 de este documento, siendo presentado lo mas resumido posible, sin entrar en detalles innecesarios.

#### 4.1.1 Descripción geográfica.

El Municipio de Huixtla, se localiza en el límite de la Sierra Madre y la Llanura Costera del Pacífico, predominando el relieve plano. Sus coordenadas geográficas son 15° 08 de latitud Norte y 92° 28' de longitud Oeste. Su extensión territorial es de 385 km<sup>2</sup> que equivale al 7.03% de la superficie de la región soconusco y al 0.50% de la superficie del Estado. Su altitud es de 50 msnm y el clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La vegetación es de selva mediana.

Por otra parte es importante considerar a la cuenca del río Huixtla, para lo cual se caracterizó a través de la cartografía temática generada por el INEGI. Esta cuenca posee una superficie de 83,399 ha, se localiza en la región fisiográfica denominada Planicie Costera del Pacífico, geográficamente ubicada entre los 15° 23' y 14° 53' latitud norte y 92° 45' y 92° 12' de longitud Oeste (Figura 7).

Esta cuenca comprende parte del Municipio de Huixtla y la zona económica del Soconusco. Limita al norte con Escuintla y Motozintla, al este con Tuzantán y Huehuetán, al sur con Mazatán y el océano Pacífico y al oeste con Villa Comaltitlan.

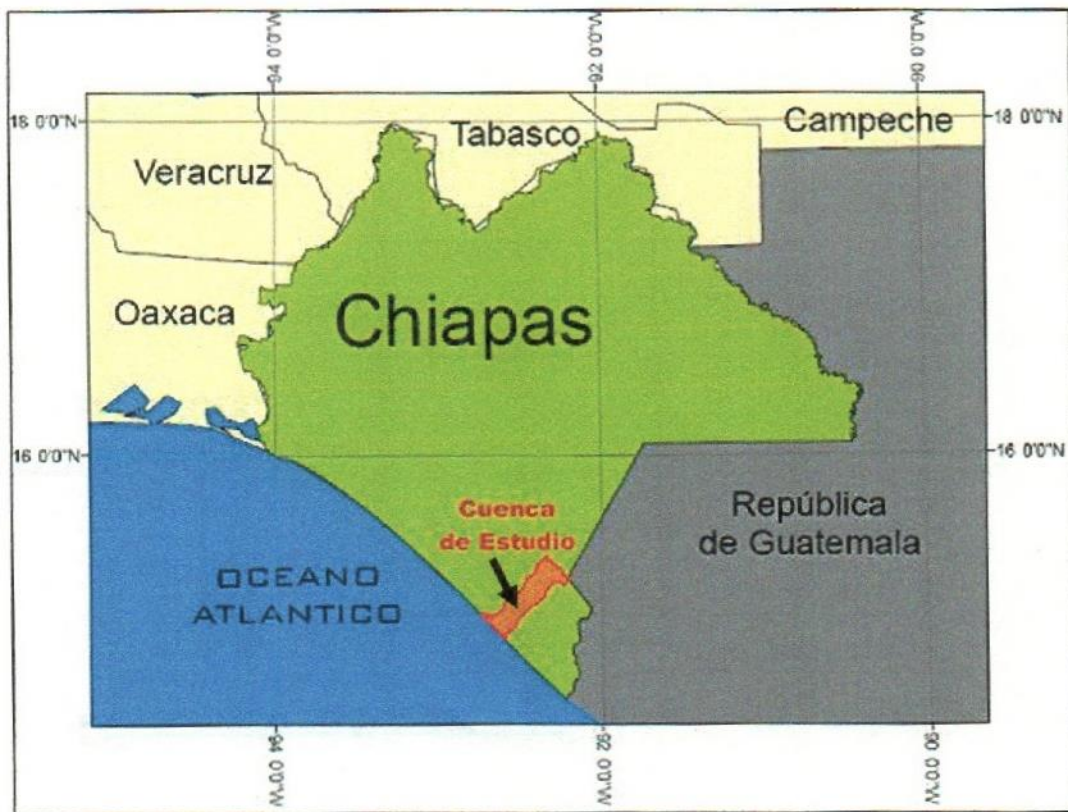


Figura 7. Ubicación geográfica de la Cuenca Media del río Huixtla. Fuente: Hernandez, 2006.

## 4.2. Características físicas.

### 4.2.1. Fisiografía y Topografía.

La cuenca del río Huixtla, fisiográficamente se encuentra ubicada en la región Sierra Madre de Chiapas y la Planicie Costera del Pacífico, la primera es una franja montañosa que corre paralela al sistema costero. En la parte norte de la cuenca en la Sierra (Figura 8), se caracteriza por lo escarpado y quebrado del terreno, alcanzando pendientes mayores al 100%, lo cual predispone a que durante la temporada de lluvias se presenten numerosos derrumbes y deslaves, asimismo es una región susceptible a la erosión (SEMARNAP-INE, 1999 a y b).



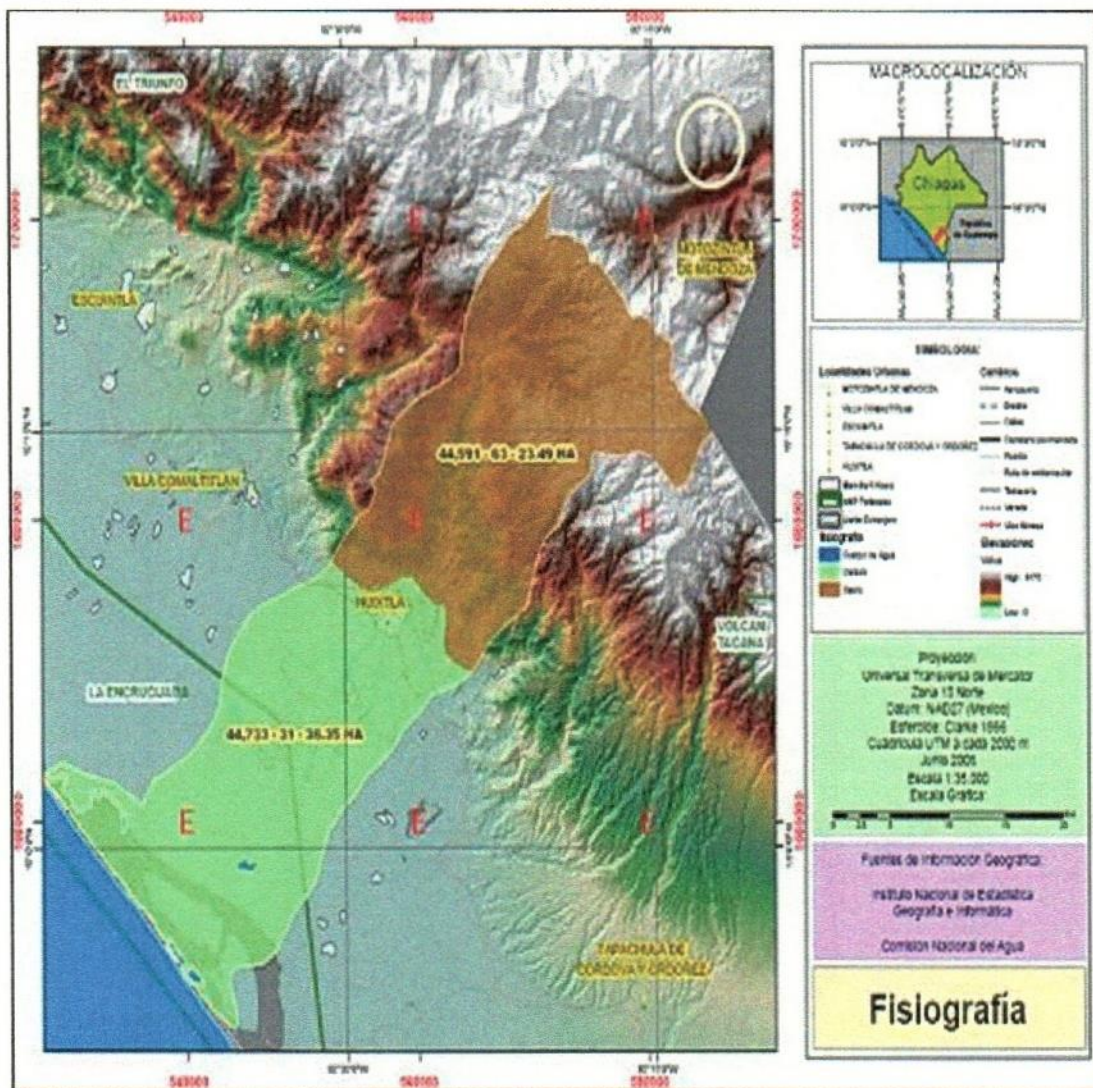


Figura 8. Fisiografía de la Cuenca Huixtla. (INEGI 2003, escala 1: 250 000).

En la Planicie costera del Pacífico, se ha conformado superficialmente por los constantes aportes de material detrítico proveniente de la erosión de la sierra Madre de Chiapas. Esta parte está compuesta de una serie de lomeríos y llanuras en la parte media y baja de la cuenca, donde las pendientes oscilan en un 1 a 30%. Esta planicie recibe los grandes volúmenes de agua provenientes de la sierra y por consecuencia es la zona en donde se presentan la mayor parte de las inundaciones, cuando el caudal sobrepasa los límites de captación de agua de los ríos, a veces asociados por problemas de asolvamiento de material proveniente de las partes altas.







El sistema hidrológico de la Cuenca del río Huixtla, pertenece a la región Hidrológica 23 (INEGI, 1992). Donde encontramos cuatro importantes afluentes como el río Jerónimo, Los negros, Tepuzapa y el más importante de ellos, el Río Huixtla. Las vertientes y los límites de estos ríos se han venido modificando, debido particularmente a la temporada de lluvia y al volumen de agua que transportan actualmente (Figura 10).

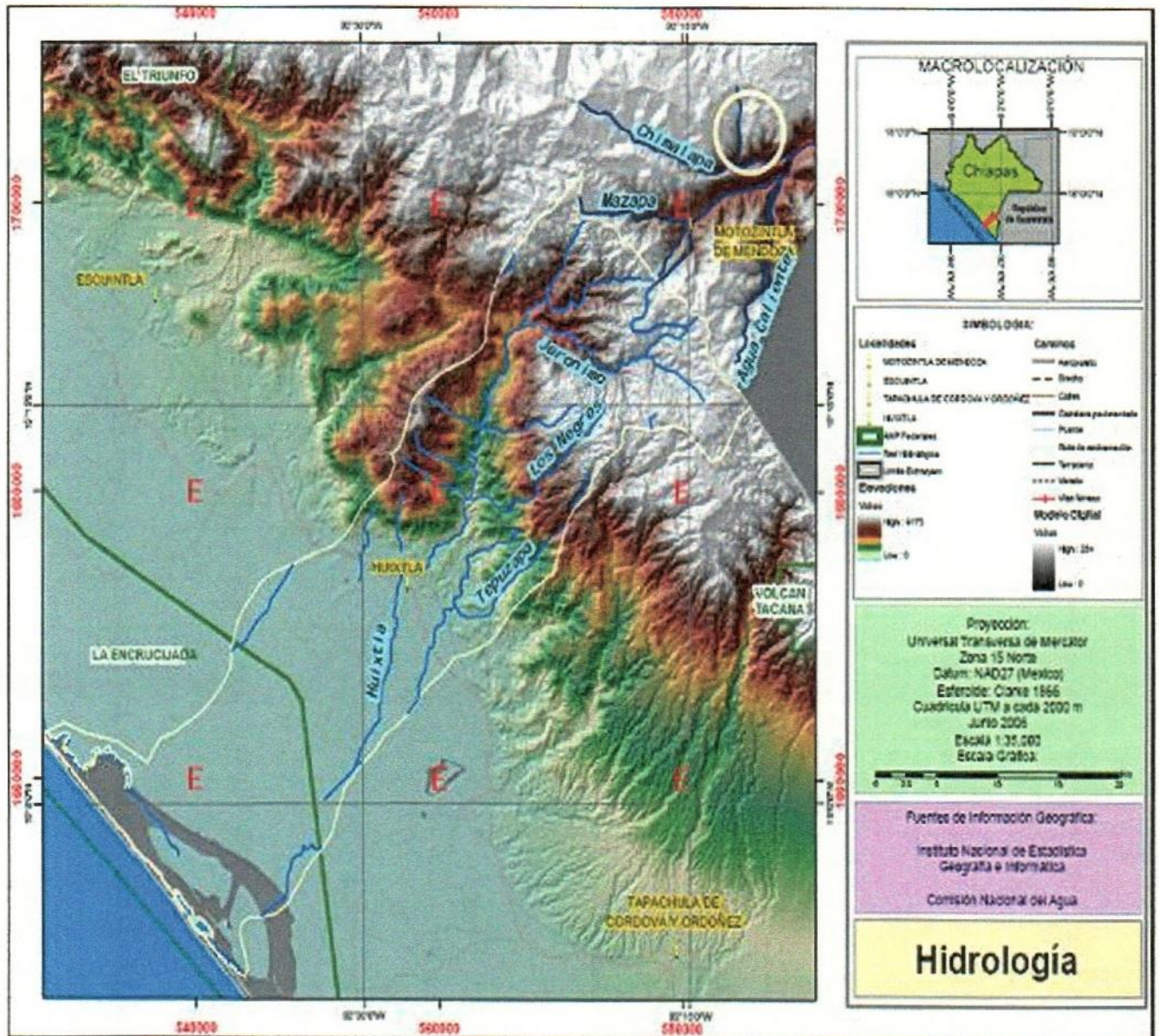


Figura 10. Mapa hidrológico de la Cuenca Huixtla. (Hidrología INEGI 2003 Serie 1 Carta topográfica escala 1: 250 000)



En general, son ríos cuya parte inicial se caracteriza por tener una fuerte pendiente, lechos pedregosos, cauces reducidos y poca profundidad; en la parte media se amplía el cauce, la pedregosidad disminuye o se hace mas pequeña, o aumentan el volumen de agua y la profundidad en algunas zonas

#### 4.2.3. Clima.

Debido a las características fisiográficas de la reserva se presentan los siguientes tipos de climas mas representativos de la zona, iniciamos por la parte de la cuenca alta en la Sierra Madre de Chiapas donde encontramos el clima C(m)(w) Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, con una precipitación anual de 2,500 mm y una temperatura media anual entre los 12° y 18°C (Figura 11). Cabe mencionar que esta zona se han registrados precipitaciones anuales de hasta 4,500 mm de lluvia al año, por lo que están consideradas entre las mas lluviosas de México (SEMARNAP-INE, 1999 c)

En la Figura 11, se observa el tipo de clima Am(w), Calido húmedo con lluvias y canícula en verano con porcentajes de lluvias invernales menor del 5%, precipitación anual entre los 2,000 y 2,800 mm y temperaturas median anuales entre los 24 y 28°C. Este tipo de clima se observa en la parte media de la cuenca del río Huixtla (SEMARNAP-INE, 1999 a). Así mismo, se observa el clima Aw(w) Calido subhúmedo con lluvias y canículas en verano, con porcentajes de lluvias invernales menor al 5%. La precipitación total anual fluctúa entre los 1,200 y 2000 mm. La temperatura media anual varía entre los 24 y 28°C (SEMARNAP-INE, 1999 b).

El clima A(C)m(w), Semicalido húmedo con abundantes lluvias en verano, porcentaje invernal de lluvias inferior al 5% y la precipitación total anual entre los 2000 y 2500 mm. La temperatura media anual entre los 20 y 22°C (SEMARNAP-INE, 1999 b).







### 4.3. Comparación de coberturas digitales para evaluar el impacto del huracán Stan sobre la parte media de la Cuenca Huixtla.

El análisis comparativo de las imágenes de satélite tomadas antes y después del huracán Stan, se realizó sobre un área piloto ubicada en la parte media de la cuenca Huixtla, y cuya superficie es de 14,292.40 ha, la cual corresponde aproximadamente al 16% del total de la cuenca Huixtla.

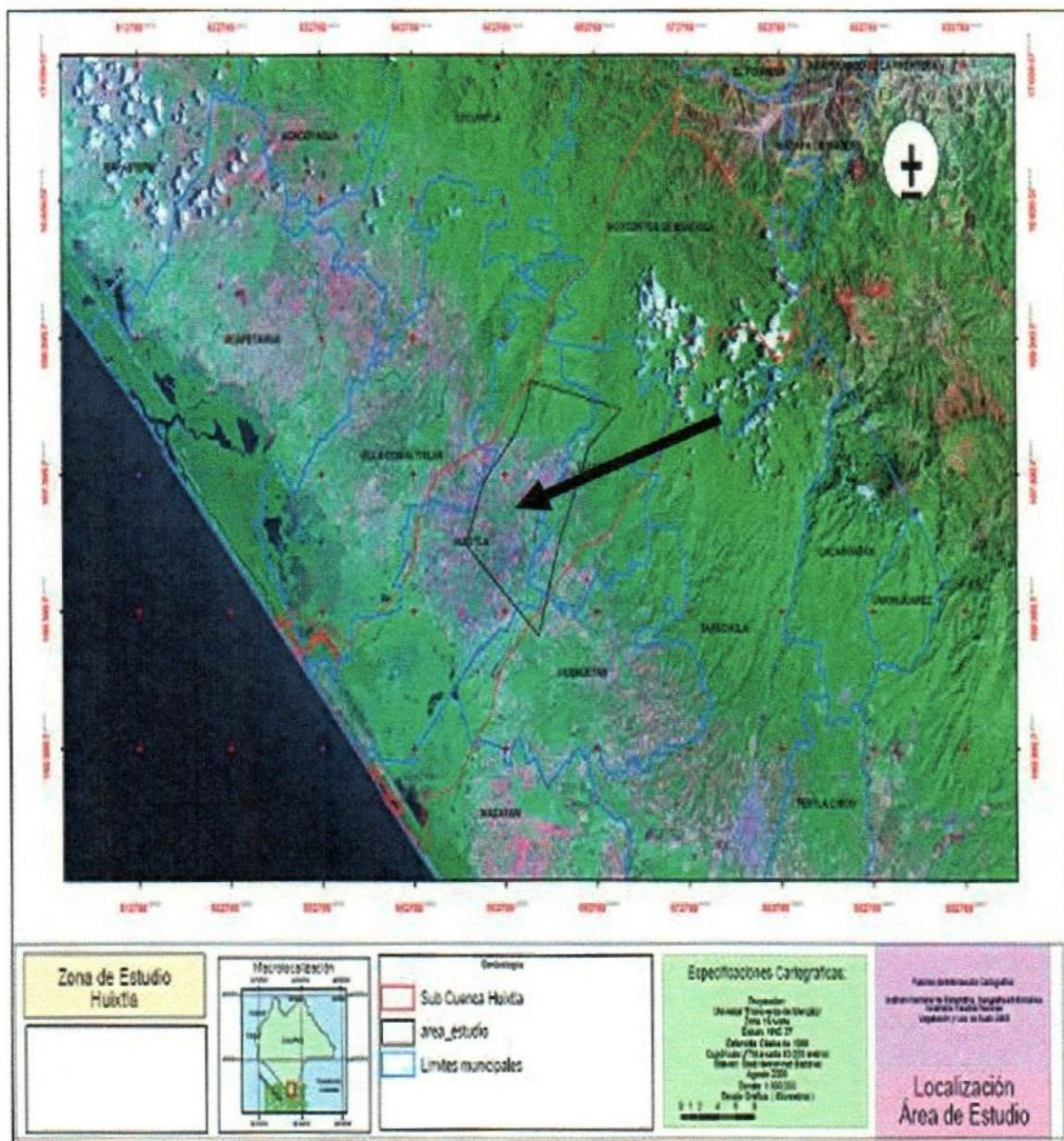


Figura 12. Ubicación del área de estudio dentro de la cuenca Huixtla. (Imagen de satélite Landsat 7 tm 2003)



Está área incluye una parte del municipio de Huixtla, y pequeñas porciones de los municipios de Tuzantán y Huehuetán (Figura 12). A través del estudio de esta área se obtuvo, aunque en pequeña escala, información cuantitativa sobre la extensión de los daños en áreas de cultivos agrícolas y en pastizales de uso ganadero. Esta información es indicador de la magnitud de los daños provocados por el Huracán a nivel regional. Dentro de esta área piloto existe alrededor de 141 asentamientos humanos, dentro de los cuales se encuentra la población de Huixtla con 26,990 habitantes, la cual sufrió graves daños a consecuencia de la inundación provocada por el meteoro.

Las clases utilizadas en la clasificación para el comparativo de las coberturas del 2003 y 2005, se encuentran descritas en el Cuadro 6. Se ven algunas diferencias en las clases, por ejemplo las nubes solo están presentes en la imagen del 2005; mientras que en el 2003 existen áreas sin vegetación aparente que no muestran una diferenciación clara, y que por lo general se relacionan con áreas sin cobertura vegetal, márgenes de ríos, caminos, etc. Cabe decir que en la imagen 2005 se incluye la clase de zonas inundadas, que aunque no se encuentra en el Diccionario de Vegetación y uso de suelo (INEGI, 2000), fue importante delimitarlas para los fines del estudio.

**Cuadro 6. Clases de uso de suelo y vegetación considerados en la clasificación de las imágenes antes y después del huracán Stan (2003 y 2005).**

| <b>Imagen del 2003</b>        | <b>Imagen del 2005</b>        |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Cuerpos de Agua               | Cuerpos de agua               |
| Selva mediana subperennifolia | Selva mediana subperennifolia |
| Vegetación secundaria         | Vegetación secundaria         |
| Pastizales                    | Pastizales                    |
| Zona agrícola                 | Zona agrícola                 |
| Sin vegetación aparente       | Zonas inundadas               |
| Centros de población          | Centros de población          |
| -----                         | Nubes                         |

Fuente: INEGI, 2000. Carta de uso de Suelo y Vegetación.



Con respecto a el análisis espacial comparativo para determinar las superficies, porcentajes de áreas y coberturas presentes antes y después del Huracán Stan (año 2003 y 2005) en el sitio de la investigación, tenemos como resultados que el tipo de uso de suelo predominante es el agrícola con 4, 031 has, que comprenden el 28.20% del área de estudio, seguido por los pastizales con 3, 920 has, correspondiente al 27.43% de la superficie total del área de estudio, es evidente la importancia de la actividad agrícola, cuya relevancia se extiende en toda la región del Soconusco (Rojas et al., 2004). Por otra parte, la cobertura forestal presente, posee una área de selva mediana subperennifolia de 4,398.5 has, que es el 30.77% del total de superficie estudiada.

En lo que respecta al cuerpo de agua, en la cuenca media del río Huixtla, se tiene una superficie para el año 2003 de 143.5 has, representando el 1 % del área de estudio y el centro de población principalmente la cabecera municipal de Huixtla tenía 868.27 (6 %) hectáreas de superficie ocupada.

Con base en la imagen de satélite tomada poco después de la aparición del huracán Stan (octubre del 2005), se analizó el impacto sobre los distintos tipos de uso de suelo (agrícola, pastizales, selva, vegetación secundaria, etc.). De una superficie total de 14.292.4 ha en el área de estudio, se afectaron por inundaciones o deslaves 2,094.77 ha, o sea el 14.66% del área total. En cuanto al impacto en el área agrícola, se estimó una afectación de 329.24 hectáreas, es decir de 4, 031. 73 hectáreas en el 2003, para el 2005 (octubre), se presentó una superficie de 2,807.62 hectáreas, afectándose 329.24 has principalmente de cultivo de caña, que representa el 11.73% de superficie afectada por clase; los pastizales cubrían 3,409.80 has, de las cuales se afectaron 510.2 has, representando el 14.15% de su superficie total.

Por otro lado, en donde se aprecia mejor la magnitud del siniestro, fue en el centro de población de la cabecera municipal de Huixtla, resultando afectadas 370.74 has (42.69%) lo que significa que casi la mitad de su superficie total quedó inundada (Cuadro 7).



Cuadro 7. Superficie por clases de uso de suelo y vegetación en la clasificación de la imagen Spot del año 2003 y 2005; así como su área afectada.

| Clases                        | AÑO 2003         |            | 2005             |             |                           |                             |
|-------------------------------|------------------|------------|------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------|
|                               | Superficie ( ha) | %          | Superficie ( ha) | % del total | Superficie Afectada ( ha) | % de sup afectada por clase |
| Cuerpo de Agua*               | 143.50           | 1.01       | 1,046.93         | 7.32        |                           |                             |
| Selva Mediana subperennifolia | 4398.50          | 30.77      | 4050             | 28.34       | 111.93                    | 2.77                        |
| Vegetación Secundaria         | 850.00           | 5.95       | 1,100.53         | 7.70        | 187.25                    | 17.01                       |
| Pastizales                    | 3920.00          | 27.43      | 3409.80          | 25.24       | 510.2                     | 14.15                       |
| Zona Agrícola (cañales)       | 4031.73          | 28.20      | 2,807.62         | 19.64       | 329.24                    | 11.73                       |
| Centros de población          | 868.27           | 6.07       | 868.27           | 6.07        | 370.64                    | 42.69                       |
| Sin Vegetación aparente       |                  |            | 80.00            | .56         |                           |                             |
| Nubes**                       |                  |            | 226.12           | 1.58        |                           |                             |
| Zona inundada                 |                  |            | 585.51           | 4.10        | 585.51                    | 100                         |
| <b>Total</b>                  | <b>14,292.40</b> | <b>100</b> | <b>14,292.40</b> | <b>100</b>  | <b>2094.77</b>            | <b>14.66</b>                |

\* El cuerpo de agua se incrementó en un 730% con respecto a lo que había en el 2003

\*\*Por su ubicación la mayor cantidad de esta clase se descontó de la selva mediana subperennifolia.

En cuanto a la vegetación secundaria, se encontró un 17% de afectación, situación que era de esperarse puesto que la mayor parte de ésta área corresponde a sitios deforestados, y por consecuencia con menor protección de la cobertura arbórea. Por último, el tipo de uso de suelo que menor afectación fue el de la selva mediana subperennifolia, en donde se alcanzó apenas una afectación menor al 3%, lo cual puede asociarse a la protección que brinda la cobertura forestal.

El análisis de ambas coberturas (2003 y 2005) cuya cuantificación se presenta en el cuadro 7, evidencia un aumento en los cuerpos de agua (Río Huixtla) de 903.43 has, lo que significa 730% mas que lo calculado en el 2003, esto debido a las torrenciales lluvias y deslizamientos de grandes toneladas de diversos sedimentos, que rebasó los límites naturales de ríos y arroyos, que desbordaron de acuerdo a la topografía y fisiográfica del sitio.



Por otra parte, con lo que respecta a la cobertura vegetal, la Selva Mediana subperennifolia tuvo una pérdida considerable, debida a derrumbes y deslizamientos de suelo en la parte alta y media de la cuenca del Río Huixtla, aunado a las zonas que se han abierto a las actividades agrícolas y pecuarias prevaletientes, lo cual también ha generado el incremento que se puede observar en la superficie de vegetación secundaria, siendo que en el 2003 existían 850 has, para el 2005 aparecieron 1,100.5 has (Cuadro 7). Es evidente que el agua desbordada impactó mayormente a zonas sin cubierta forestal provocando el arrastre de suelos, vegetación y materia orgánica. En la Figura 13 y 14, podemos observar que dicho aumento se identifica en la zona media y alta de la cuenca del río Huixtla.

En lo que respecta, a la evaluación y efectos de los daños causados por el Huracán Stan a los sistemas agropecuarios del área de estudio, se observa que los cultivos de mayor presencia en la zona, son la caña de azúcar, la palma de aceite, los frutales (mango y papaya), el café y en menor escala, los cultivos básicos. Por otro lado, también resalta la producción pecuaria, específicamente la ganadería mayor, en especial el ganado bovino en sistemas de doble propósito y la engorda y cría de becerros; así como la ganadería de traspatio.

Se observa que en el año 2003 existe un bloque homogéneo de selva mediana (30.7%) en la parte alta (sierra) del área de estudio, que desafortunadamente para el año 2005 ya presenta importantes manchones de vegetación secundaria (28.34 %; Figura 13 y 14).

La forma en que se distribuyen los tipos de uso de suelo y vegetación se puede observar en la Figura 14, en donde se distinguen claramente las principales clases, esto es, el área agrícola (verde claro con puntos), la selva mediana (de verde oscuro al norte) y el área de pastizales (de amarillo). Así también, se pueden distinguir los cuerpos de agua y los polígonos de los centros poblacionales más importantes. Es evidente que en las partes bajas se ubica principalmente la actividad agropecuaria, mientras que conforme se va incrementando la altitud empieza a aparecer el bloque de selva mediana, con algunos indicios de fragmentación.



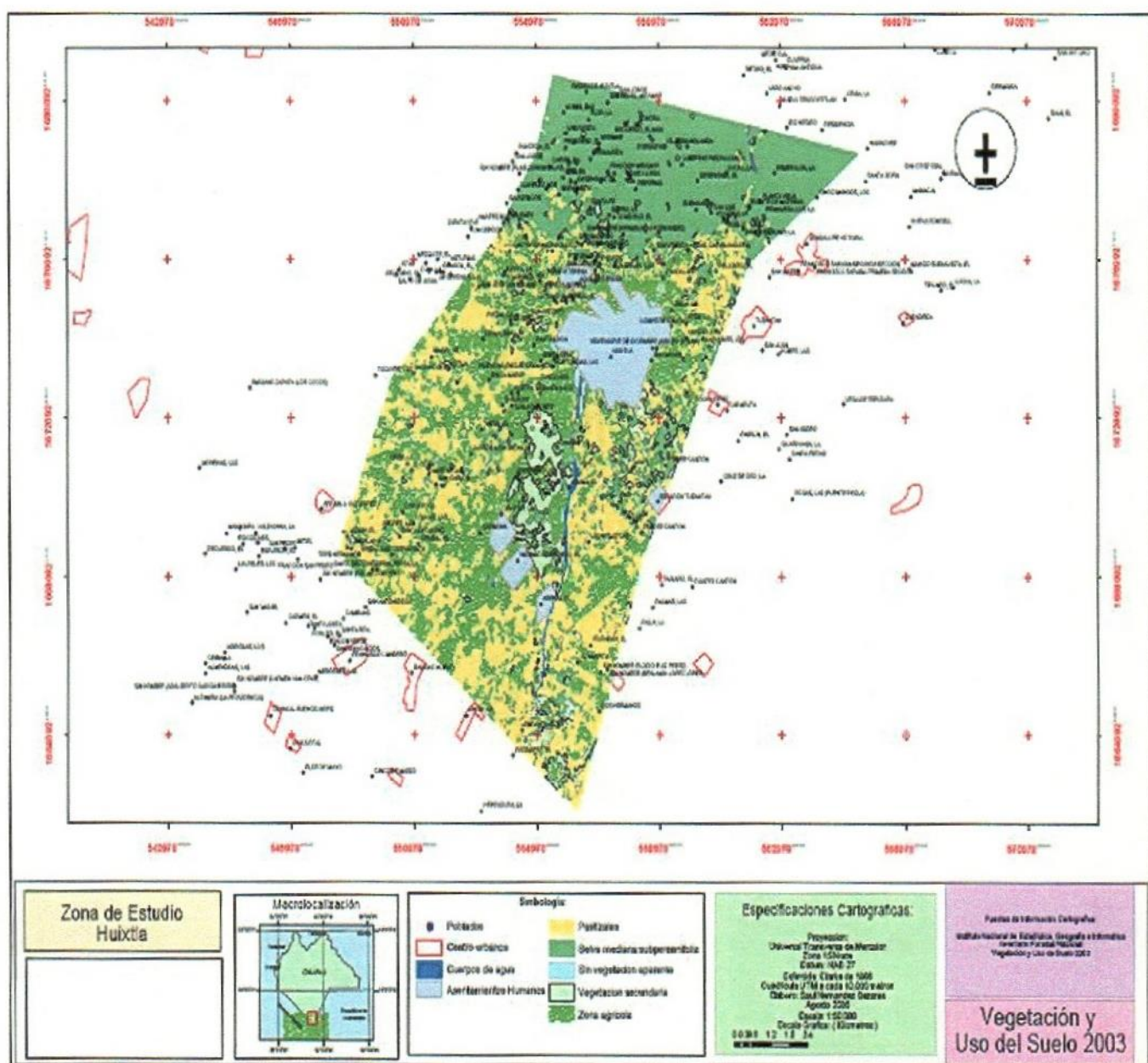


Figura 13. Mapa de vegetación y uso de suelo en el área de estudio antes del Stan año 2003. (Imagen Landsat 2003 multiespectral, resolución espacial de 30 mts).

Otro factor determinante en la pérdida de suelos y cobertura vegetal por el Huracán Stan, es debido a que la fisiografía y topografía de la cuenca alta, siendo ésta más escarpada, accidentada y abrupta, provoca corrientes de agua que son de régimen torrenciales y cauces cortos en la parte alta de la cuenca.

En la Figura 14, podemos observar espacialmente que en la parte de la cuenca media (zona de estudio), el avance de la actividad agrícola. Se observa un incremento de la misma en las comunidades que comparten la cuenca del río Huixtla, dejando al descubierto grandes extensiones de tierra, la cual provoca que los suelos no retengan el agua y permitan recuperar los mantos freáticos; ocasionando que el avance del agua sea mas rápido, ya que no tiene obstáculos y los cauces de los ríos y arroyos sean mas agresivos.

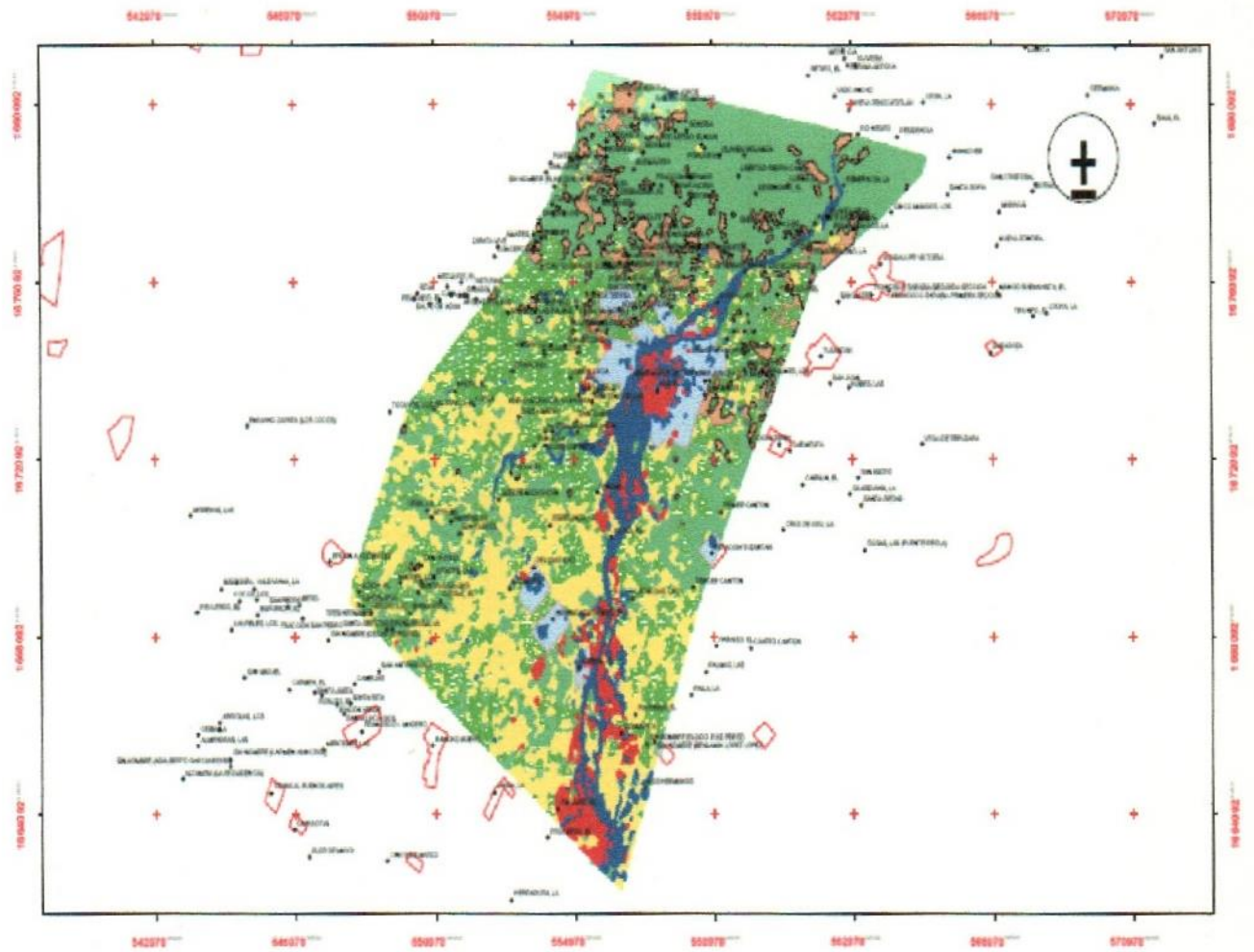
Por otra parte el análisis permite identificar, cambios significativos en el área agrícola, presentando una reducción significativa de la superficie. En el 2003 existía una superficie de 4,031.73 has de cultivos agrícolas específicamente cultivos de cañas y para el 2005 solo quedaban 2,807.62 has, lo cual representa una pérdida de 1,224.11 has de cultivos de cañas principalmente (Cuadro 7), la cual afecta al sector primario, ya que áreas de cultivos de caña, se convirtieron en zonas de arena y grava, la cual promueve la desecación y pérdida de suelo fértil.

En la Figura 15, se realiza un breve análisis de las zonas mas afectadas y que sufrieron impactos por las inundaciones y desbordes del cauce principal del río Huixtla, en este sentido, se observa que las áreas mas impactadas son la zona agrícola y los pastizales en la zona sur del área de estudio, ya que en esta zona se concentra las actividades agropecuarias, específicamente el cultivo de caña y el área de potreros, los cuales están colindando con el cauce principal del río Huixtla.

#### **4.4. Identificación de comunidades y áreas agropecuarias en riesgo.**

Con el propósito de realizar acciones que mitiguen a mediano plazo los efectos ocasionados por huracanes, es importante ubicar y clasificar geográficamente aquellas tierras de actividad agrícola y pecuaria que por sus características tiene mayor probabilidad de ser afectadas por estos siniestros. Cabe señalar y dejar constancia que los alcances del presente documento están acotados por las mismas características que las condiciones y contingencias imponen.





|                                       |                                 |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |
|---------------------------------------|---------------------------------|--|----------------------|------------------------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------|-------|------------------|------------|--|---|---|
| <p><b>Zona de Estudio Huixtla</b></p> | <p><b>Macrolocalización</b></p> | <p><b>Simbología</b></p> <table border="0"> <tr> <td> Alcantarales Humanos</td> <td> Sema Mediana subperennifolia</td> </tr> <tr> <td> Centro urbano</td> <td> Vegetación Secundaria</td> </tr> <tr> <td> Cuerpo de Agua</td> <td> Zona Agrícola</td> </tr> <tr> <td> Hatos</td> <td> Zona Inhabitable</td> </tr> <tr> <td> Pastizales</td> <td></td> </tr> </table> | Alcantarales Humanos | Sema Mediana subperennifolia | Centro urbano | Vegetación Secundaria | Cuerpo de Agua | Zona Agrícola | Hatos | Zona Inhabitable | Pastizales |  | <p><b>Especificaciones Cartográficas</b></p> <p>Proyector: Universal Transverso de UTM<br/>         Zona: 15 Norte<br/>         Datum: NAD 83<br/>         Esfera: Clato de 1984<br/>         Cuadrícula UTM a cada 1000 metros<br/>         Datum: South American Datum<br/>         Año: 2005<br/>         Escala: 1:50,000<br/>         Formato: DXF (AutoCAD)<br/>         10.05 12.18.24</p> | <p>Fuente de Edición Cartográfica:<br/>         Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática<br/>         Instituto Federal de Estadística y Censos 2005</p> <p><b>Vegetación y<br/>         Uso del Suelo 2005</b></p> |
| Alcantarales Humanos                  | Sema Mediana subperennifolia    |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |
| Centro urbano                         | Vegetación Secundaria           |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |
| Cuerpo de Agua                        | Zona Agrícola                   |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |
| Hatos                                 | Zona Inhabitable                |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |
| Pastizales                            |                                 |  |                      |                              |               |                       |                |               |       |                  |            |  |   |   |

Figura 14. Mapa de vegetación y uso de suelo del área de estudio después del Stan año 2005. Fuente: Imagen spot 2005 multiespectral, resolución espacial de 10 mts)

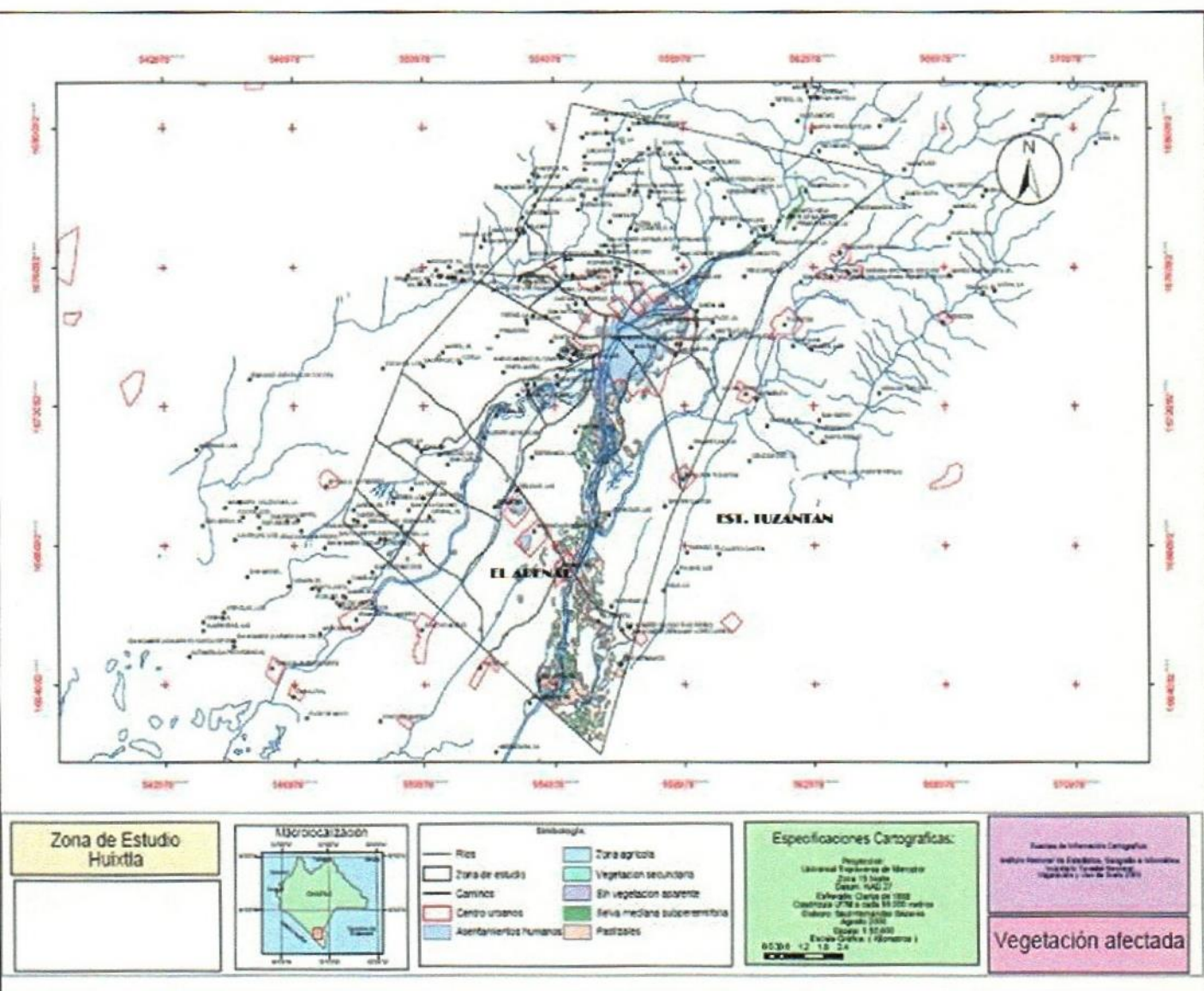


Figura 15. Áreas siniestradas y afectadas en la parte media de la cuenca Huixtla después del Stan. Fuente: Análisis de Imagen Spot multispectral, resolución espacial de 10 mts).



En este sentido, en el presente trabajo se consideró un estudio de riesgo, el cual según Horcajada. *et. al.* (2000), tiene como principal objetivo la clasificación de las zonas inundadas y la estimación de los daños que puedan producirse en función de la probabilidad o expectación de destrucción o deterioro de los elementos de un sistema territorial.

Todo ello como consecuencia de episodios de elevada precipitación en un determinado ámbito territorial, que excede un valor específico (umbrales de tolerancia) y, por tanto, la capacidad de respuesta de los mismos. Lo que se traduce en la manifestación de la condición de debilidad de un componente o de la totalidad del sistema territorial ante dicho evento natural, por lo que la condición de riesgo únicamente se adquirirá cuando su ocurrencia se dé en un área ocupada por actividades humanas que deben afrontar las consecuencias de dicho fenómeno.

Bajo este contexto, se realizó un mapa de riesgo (Hernandez, 2006, Figura 16), donde se identificaron, mediante la sobreposición de las coberturas temáticas, de uso del suelo (2003 y 2005), hidrología, comunidades, topográfica, entre otras, las zonas vulnerables y de riesgo. Según Cardona (1991), el riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un evento, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, o factor interno de selectividad de la severidad de los efectos sobre dichos elementos.

Las medidas estructurales, son aquellos que incluyen el desarrollo de obras de protección y la intervención de la vulnerabilidad de los elementos bajo riesgo, y las medidas no estructurales, consideran la regulación de usos del suelo, la incorporación de aspectos preventivos en los presupuestos de inversión y la realización de preparativos para la atención de emergencias que pueden reducir las consecuencias de un evento sobre una región o una población (Cardona, 1991).

En la Figura 16, se observan que las partes altas de la cuenca, por sus condiciones biofísicas y geomorfológicas, presentan un alto riesgo a cualquier evento natural (deslaves), así mismo, la parte media y baja de la cuenca presenta alto riesgo de inundaciones, así como el cauce principal del río. Además, se observa riesgos



muy alto de erosión y deslaves, ya que se suma la amenaza y vulnerabilidad, por lo escarpado y quebrado del terreno, alcanzando pendientes mayores al 100%, que dan por resultado que durante la temporada de lluvias se susciten numerosos derrumbes y deslaves.

A su vez el riesgo puede ser descompuesto en componentes claramente identificables y estrechamente interrelacionados; como lo son la amenaza y la vulnerabilidad. La primera se refiere a la probabilidad de ocurrencia de las consecuencias del fenómeno, la segunda constituye el factor interno del riesgo que se manifiesta por su fragilidad o debilidad frente al evento natural o sistema territorial (Anderson, 1994)

En este sentido, de acuerdo con la fisiografía, topografía y relieve del área de estudio, se considera que la parte media y baja de la cuenca son de alto riesgo para las inundaciones, debido a la alta probabilidad de desbordamiento de los afluentes y canales de los ríos y arroyos, ya que en esta zona se unen los diferentes arroyos y ríos permanentes e intermitentes que se originan en la cuenca alta de la Sierra, estos desbordamientos de ríos, se han conformado superficialmente por los constantes aportes de material detrítico proveniente de la erosión de la cuenca alta, los cuales han permitido que los caudales se estén transformando y provocando impactos ecológicos, económicos y sociales negativos, por las catastrofes naturales como son los Huracanes, tormentas tropicales, inundaciones. Aunado a esto, según Portilla, *et al.* (2006), también la Biodiversidad se ve afectada de manera directa o indirecta provocando una crisis biológica. <http://www.uv.mx/eventos/inundaciones2005/>.

Así mismo, el incremento de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo, el inadecuado uso y deterioro del suelo, producto de la deforestación y el mal manejo de las cuencas hidrográficas, y las condiciones de pobreza de la población se han constituido en un factor determinante para la mayor frecuencia de los desastres por causa de inundaciones y deslizamientos de los cerros.



De acuerdo al modelo de predicción de riesgos se identifican a 694.17 has con altas posibilidades de inundación futura. La modificación del entorno natural en varios aspectos (topográficos, físico-químico, biológico, climático), según Gutiérrez, 2006, explica en parte el surgimiento de fenómenos meteorológicos cada vez mas violentos, con fuertes impactos sociales, económicos y ambientales, y estos a su vez explican, pero solo en parte, los efectos cada vez mas devastadores e impactantes de las tormentas y huracanes. [http://www.dgpad.gov.co/acerca/fen\\_amenaza.htm](http://www.dgpad.gov.co/acerca/fen_amenaza.htm).

Para fines prácticos se supone que el riesgo está compuesto en un 50% por la vulnerabilidad del sistema y el otro 50% por la amenaza, cuando se realiza una observación mas puntual a nivel de los cultivos se percibe un decaimiento diferenciado de la producción, dependiendo del producto que se trate.

Sin embargo, en el caso de los cultivos básicos, la caída es significativa e incluso drástica en maíz , frijol y marcadamente en Caña de azúcar (Ruiz, 2005), Estos datos han traído como consecuencia, entre otras cosas, la perdida de la autosuficiencia alimentaría, sobre todo en maíz, que es la fuente principal de energía y proteína , como lo demuestra De Walt (1983) que ha elaborado un estudio muy riguroso sobre las estrategias de alimentación de una comunidad rural, encontrándose que del maíz, la gente puede obtener hasta un 71% de sus requerimientos energéticos y hasta un 65% de sus requerimientos proteicos.

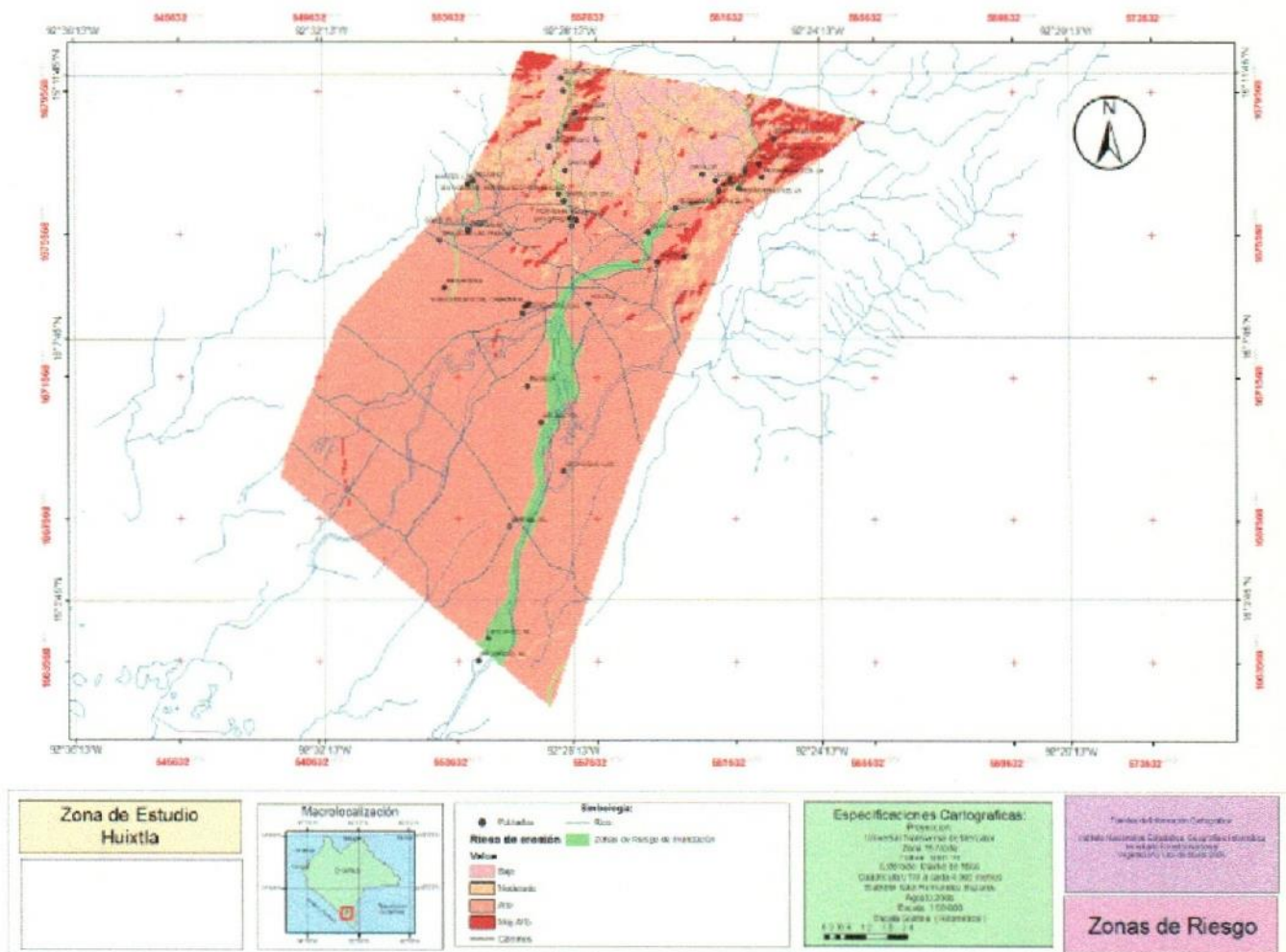


Figura 16.- Clasificación de las zonas de riesgo de inundación en la parte media de la cuenca Huixtla. Fuente: Hernández, 2006; Análisis de Imagen Spot multiespectral, resolución espacial de 10 mts, Modelo digital de elevación a 10 mts)



## V.- DISCUSION.

Mucho se ha discutido sobre el efecto de los huracanes sobre la salud, sucesión, disturbio e incluso cómo una presión de selección natural en muchos bosques de las zonas tropicales y subtropicales del Caribe, el Golfo de México y el Atlántico de América (Crow, 1980; Lugo y Brown, 1981; Weaver, 1989; Gresham et al., 1991; Tanner et al., 1991; Roth, 1992; Imbert et al., 1996); sin embargo este tipo de investigaciones son casi nulas para las costas del Pacífico, donde suceden en promedio hasta 22 ciclones/año (Prieto, 1993). Los huracanes y tormentas tropicales afectan anualmente por igual bosques de selvas lluviosas, selvas arbustivas, selvas secas, palmares, bosques de cipreses y de pinos y manglares (in Tovilla y Orihuela, 2004).

En este sentido, según datos (CONAFOR, 2006), de la superficie degradada, el tipo de erosión mas importante es sin duda la hídrica, que afecta el 37% (73 millones de ha) en el país. Sus efectos son mas evidentes en la formación de cárcavas, las cuales comprenden una extensión del 12% (24 millones de ha), lo que conduce a tener áreas improductivas o de baja productividad para cualquier actividad económica.

El Huracán Stan permitió la presencia de fuertes y prolongados periodos de lluvias, dando como resultado, que en la parte media y baja de la cuenca muchos cultivos agrícolas y áreas de pastizales se vieran inundadas y anegadas de agua por el mismo desbordamiento de los causes hidrológicos (Figura 16).

La perdida en el caso del área de pastizales, fue menor que las áreas agrícolas, ya que perdieron una superficie de 313 hectáreas (Cuadro 7). Las áreas mas afectadas de los sistemas agrícolas y pecuarios se observan en la parte baja de la cuenca, donde el arrastre de sedimentos y la deposición de los mismos han provocado que áreas con actividad agrícola y pecuaria se hayan convertidos en extensiones de grava y arena, donde el agua se evapora de manera mas rápida por el sobrecalentamiento y la evapotranspiración.

Entre los impactos ecológicos, se observó en campo la desecación de árboles y la vegetación riparia por el incremento de grava y arena en las márgenes de los ríos. Así mismo, la disminución de la fauna acuática, por el sobrecalentamiento del agua por el espejo de agua muy superficial y poco profundo. Por otro lado, los impactos económicos y sociales, se recrudecieron en la parte media y baja de la cuenca, con graves inundaciones que provocaron la pérdida de cultivos de caña de azúcar, café y cultivos básicos, así también el impacto sobre las áreas de pastizales, que fueron dañadas por las fuertes corrientes de agua.

La cobertura y uso del suelo proporcionan la base para las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin *et al.* 2001). Aunque existen eventos naturales, tales como los huracanes, que propician variaciones en la cobertura natural, durante las últimas décadas, las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenamiento de la transformación de los ecosistemas (Vitousek *et al.* 1997).

Se estima que la pérdida de bosques desde los albores de la humanidad al presente va de un tercio (Noble y Dirzo 1997) a casi la mitad (Cincotta *et al.* 2000) de la superficie total original. Las consecuencias más obvias son la pérdida del potencial de uso de los múltiples bienes y servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas para el bienestar humano, el calentamiento global, la alteración de ciclos hidrológicos y biogeoquímicos, la introducción de las especies nativas y la pérdida de hábitat en general (Velázquez *et al.* 2002).

Esta acelerada pérdida del capital natural se acentúa en forma alarmante en los bosques y selvas tropicales. Para el periodo 1964-1973 los ritmos de deforestación de los bosques tropicales en el mundo se calculó en 21 ha/minuto, lo que significó una pérdida anual de aproximadamente once millones de hectáreas. Se estima que la conversión de coberturas forestales primarias tropicales a coberturas antrópicas en el mundo alcanzó en promedio 15.5 millones de hectáreas al año en el periodo de 1981-1990, con una tasa anual de pérdida de 0.8% (Velázquez *et al.* 2002)



Bajo este contexto, en la Figura 16, se presenta los tipos de usos de suelo que fueron afectados directamente por la inundación y su ubicación, en donde se observan que las principales áreas impactadas fueron los pastizales, cultivos agrícolas especialmente las áreas de cultivos de cañas, vegetación secundaria y selva mediana subperennifolia. En este caso, existen pocos estudios sobre los impactos adversos y las secuelas que se derivan de huracanes, lluvias torrenciales, heladas, sequías, inundaciones, ondas de calor o de frío, así como de altibajos de la radiación solar y de la humedad en suelos y atmósfera.

Estos impactos frenan temporalmente, o incluso hacen retroceder, el desarrollo socioeconómico en las regiones afectadas, ya que contribuyen a acrecentar la degradación de tierras y la pérdida de suelos productivos, cuya situación actual es alarmante en más de la mitad de las entidades federativas (Oropeza, 2004).

Los efectos de las catástrofes relacionadas con tormentas no se limitan a las consecuencias más inmediatas y visibles de las muertes, heridas, destrucción de sistemas de subsistencia y bienes, escasez de alimentos e inseguridad alimentaria a nivel local o nacional. Las catástrofes relacionadas con tormentas pueden provocar disturbios naturales, que están determinados por la dinámica de los bosques y la diversidad forestal a escalas locales y regionales (Ramírez-Marcial, 2001).

Por otra parte los disturbios antropogénicos, están ligados a la dinámica de regeneración natural, la estructura de los ecosistemas y la composición florística en las tierras bajas y montañas de bosque mesófilo, sin embargo la calidad de la tierra y su futura productividad, tienen que ver como el sistema tiene la capacidad de recuperarse (estabilidad y flexibilidad) utilizando los medios naturales o inducidos, tratando de equilibrar y conceptualizando la estabilidad y resiliencia para una agricultura sustentable (Holling, 1986)

Por ello, la vulnerabilidad de los países y sociedades a las catástrofes relacionadas con tormentas plantea un gran desafío al objetivo mundial de reducir la pobreza y la subnutrición en los países en desarrollo.

Esto exige una estrategia eficaz que incorpore un programa a largo plazo para reducir la vulnerabilidad a las catástrofes relacionadas con tormentas e inundaciones, junto con un programa de preparación que permita actuar en caso de que se produzcan catástrofes (FAO, 1999). Elaborar una estrategia a largo plazo encaminada a prevenir y/o mitigar las consecuencias de tales catástrofes para los sistemas agrícolas vulnerables (incluidos los forestales y pesqueros).

Las medidas de prevención contra los efectos de los desastres deben considerarse como parte fundamental de los procesos de desarrollo integral a nivel regional y urbano, con el fin de reducir el nivel de riesgo existente. Dado que eventos de esta características pueden causar grave impacto en el desarrollo de las comunidades expuestas, es necesario enfrentar la ejecución de medidas preventivas versus la recuperación posterior a los desastres, e incorporar los análisis de riesgo a los aspectos sociales y económicos de cada región o país (Cardona, 1991). Por lo que, se debe de considerar los puntos, que se definen con mas claridad en el apartado VI.  
<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>

La vulnerabilidad de los países afectados por huracanes, es debido a su ubicación geográfica se incrementa por la ausencia de diversidad económica, por lo que los huracanes e inundaciones producen impactos económicos comparables con impactos macroeconómicos y de otro tipo. La mayoría de los países del Caribe depende fuertemente del turismo y de las exportaciones a pequeña escala de productos agrícolas, tales como plátano, azúcar y café. Por encima de esto, los relativamente estrechos parámetros geográficos de la mayoría de los países del Caribe significan que un solo huracán o evento severo de inundación afecta a todo el territorio nacional, produciendo un impacto negativo significativo en el Producto Domestico Global (PDG), por medio de varios canales, incluyendo la caída de los ingresos fiscales, la pérdida de empleo y la perdida de inversión directa extranjera (Benson, C. and Twigg, J. 2004).



En este sentido, los cambios en el uso de la tierra ocurrido en las zonas afectadas de la Costa de Chiapas y la deforestación, son, junto con la fisiografía y el clima, las causas más importantes que tienen mucho que ver con los problemas ambientales que ocurrieron durante los eventos climáticos del 2005. Ya que para ampliar o iniciar potreros o áreas agrícolas se destruyen bosques, fomentando el reemplazo de biodiversidad y de bosques nativos, también se contribuye al deterioro de las fuentes de agua, aumentan los sedimentos que llegan a las cuencas, hay menos regulación de caudales, se dañan cauces y taludes y se erosionan los suelos.

Bajo este contexto la Comisión Nacional del Agua (2005), describe que en la época de eventos hidrometeorológicos extremos o de grandes avenidas, como consecuencia de las altas precipitaciones en la parte alta y baja de la cuenca de Huixtla, suelen ocurrir deslaves, procesos de erosión y transporte de material rocoso y sedimentos, de considerable importancia (debido al deterioro, por efectos principalmente antropogénicos, del entorno natural de la cuenca), que junto a los escurrimientos, se transforman en avalanchas, que suelen provocar inundaciones en la parte baja de la misma.

Analizado desde el punto de vista hidrológico, dichas precipitaciones generan escurrimientos de respuesta rápida, arrastre de materiales y el escurrimiento de grandes volúmenes de agua es potenciado en su movimiento descendente por las grandes pendientes de la parte alta de la cuenca, en dirección radial a la planicie costera, en la cual ocurre el depósito de los materiales granulares y finos (los flujos con alta velocidad proveniente de la montaña pierden energía cinética en su descenso, por lo tanto al encontrar una pendiente menor en la zona baja de la cuenca provocan depositación), formando abanicos aluviales<sup>2</sup> causando además la reducción de la capacidad hidráulica del cauce principal de la cuenca, que luego ocasiona el desborde de los ríos.

---

<sup>2</sup> Procesos geomorfológicos que provocan la formación de conos de deyección, formados por el depósito de materiales granulares y finos, debido a los cambios de pendiente y a la disminución de la velocidad del flujo en el cauce. Estos abanicos aluviales pueden desplazarse de manera lateral, provocando no sólo la reducción hidráulica del cauce, sino además la formación de remansos con perfiles hidráulicos tipo M2 que elevan el tirante hidráulico, causando inundaciones por desbordamiento del cauce.

Una vez desbordados los cauces de los ríos, por falta de capacidad hidráulica, éstos se amplían en decenas o cientos de metros, desviando el sentido del flujo principal en varias direcciones, relleno en el proceso las partes bajas de la topografía (formándose dunas y acumulación de sedimentos), con material granular o azolves finos. Así, ocurren las inundaciones en zonas urbanas y rurales, provocando pérdidas económicas importantes, de mayor valor en función de la altura del tirante hidráulico de inundación (CNA, 2005).

Algunos de los daños específicos motivados por estos procesos influyen directamente en la reducción de la productividad del suelo, pérdida y degradación de la tierra, descenso del nivel freático, sedimentación en embalses, sedimentación en zanjas de drenaje y canales de riego. El estado de Chiapas, por sus características fisiográficas, posee diversas cuencas, distribuidas casi en todo su territorio, por lo cual se realza su importancia. Particularmente, la región Istmo-Costa y Soconusco del Estado, posee una de las cuencas más importantes, la cual se encuentra dentro de la zona afectada por el Huracán Stan en el año 2005.

Los daños provocados por las inundaciones que ocurren al desbordarse el río Huixtla son importantes, según reportes de las distintas instituciones de los gobiernos municipal, estatal y federal que se encuentran en la región. No se cuenta sin embargo con datos fidedignos y precisos de los daños que han ocurrido históricamente en la región. Para cuantificar dichos daños se procedió a hacer estimaciones con base en las inundaciones que resultaron de las simulaciones realizadas con el Infoworks RS (paquete de cómputo). A modo de ejemplo, en la Figura 17, donde se muestra el resultado de la simulación hidráulica del río Huixtla para un Tiempo de retorno de 5 y 50 años.



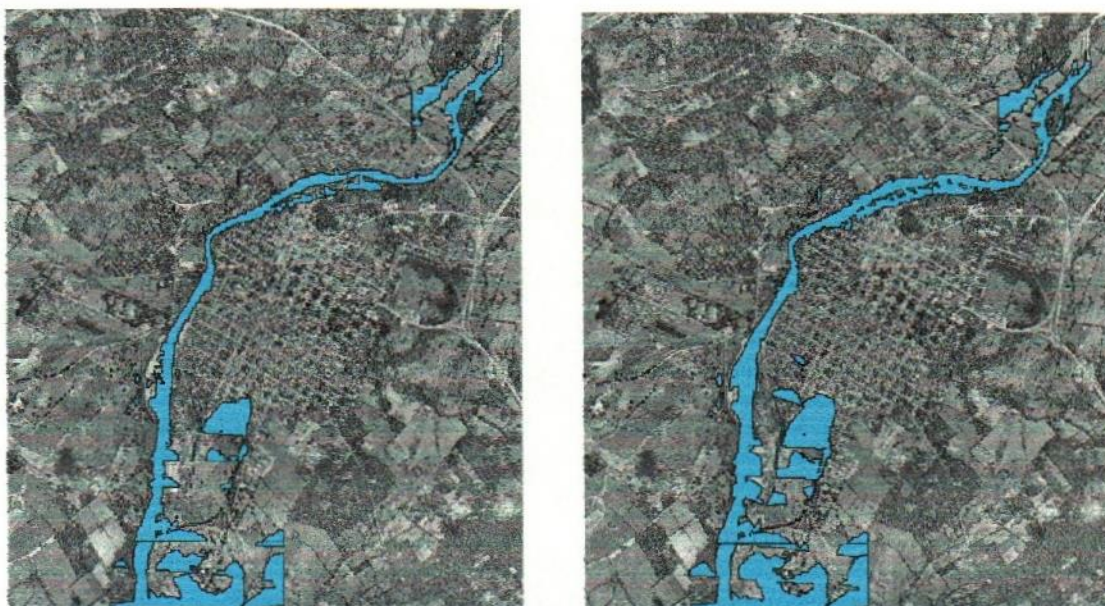


Figura 17.- Mancha de inundación del río Huixtla para un tiempo de retorno de 5 y 50 años (Fuente: CNA, 2005)

La mancha hidráulica (Figura 17), para un Tiempo de retorno de 5 años inunda no sólo sectores agrícolas aledaños a la ciudad, sino además áreas importantes de la zona urbana. Por lo tanto, este hecho implica la reubicación de la población, en caso contrario, para el tiempo de retorno de 50 años una parte de la población al sur de Huixtla se vería afectada y fuertes inundaciones en la zona agropecuaria (CNA, 2005).

## VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION.

### 6.1. Consideraciones generales para la prevención y mitigación.

La evaluación de los costos y beneficios puede variar para diferentes tipos de desastres. Para fines de análisis, existen tres clases: desastres de iniciación repentina predecibles, impredecibles y desastres ambientales de iniciación lenta. En este caso únicamente se describe la de desastres predecibles de iniciación repentina (Anderson, 1994).



Para identificar los costos y beneficios relativos de la prevención y recuperación de desastres, primero tenemos que definir las dos respuestas. La *prevención* es la actividad realizada antes de la crisis para controlar o mitigar su impacto, de tal manera que se impida o reduzca el daño a un nivel en el cual se las pueda arreglar la sociedad. La *recuperación o resiliencia* (Holling, 1983) de un sistema en tener la capacidad de recuperación, esta determinada por un conjunto de actividades realizadas para volver a colocar una economía o una sociedad en las condiciones en que estaba antes del desastre, o "hacer que las cosas regresen a su estado normal". En el mundo real, las actividades de prevención y recuperación se superponen. Casi todos los gobiernos mantienen instituciones permanentes de recuperación de desastres para mitigar los impactos negativos de éstos mediante el rescate y la ayuda (Anderson, 1994).

Estas operaciones se activan después de una catástrofe, pero reciben fondos y apoyo organizacional antes y durante ésta. En este sentido, el estado de preparación para los desastres es una forma de prevención porque se concreta a mitigar el impacto de una crisis dentro de los límites de la capacidad de una sociedad para salir adelante. Análogamente, los gastos para la recuperación rara vez tienen por objeto sólo hacer que las cosas regresen a lo normal, porque este, incluye aquellas condiciones que en primer lugar dieron origen al desastre (OEA; 2005)

Por lo general, la reconstrucción implica mejorar los bienes de capital en una forma que tenga por objeto evitar o atenuar los bienes de capital en una forma que tenga por objeto evitar o atenuar futuros desastres; por ejemplo, remplazando viviendas por otras con mayor resistencia. Los proyectos de recuperación y rehabilitación del Banco Mundial casi siempre apoyan el aumento de capitales para disminuir los daños de futuros desastres. La superposición de las actividades de prevención y recuperación complica el análisis de la relativa eficiencia del costo (FAO, 1999).



### **6.1.1 Desastres predecibles de iniciación repentina.**

En muchos países propensos a los desastres, la severidad de las crisis naturales varía de un año a otro, pero las crisis son estacionales y hasta ese punto predecibles. En tales circunstancias es difícil defender el hecho de no prevenir el desastre cuando hay tecnologías disponibles para hacerlo. Y con frecuencia existen esas tecnologías. Por ejemplo, existen tecnologías para construir viviendas resistentes al viento que impide casi todos los daños de huracanes y tifones.

Las tecnologías para el manejo y control de inundaciones son más costosas, pero existen y se utilizan en muchas partes del mundo. Los vientos y las inundaciones son a veces estacionales y por tanto predecibles. Cuando esas crisis causan daño frecuente y considerable, no hay razón para seguir adelante con el desarrollo como si pudieran no ocurrir (Anderson, 1994)

Los planes técnicos que anticipan y reducen el riesgo de huracanes, inundaciones y demás eventos han sido utilizados desde hace tiempo. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2004), plantea el mapeo de peligros hasta el alineamiento de los resultados de predicciones con mejores prácticas de gestión de tierras y zonificación; adoptando planes de gestión de inundaciones que forman parte de planes generales de gestión de reservorios y cuencas de ríos.

Así mismo, adoptando estándares y códigos de construcción importantes que cubren tanto edificaciones públicas como hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, universidades, puestos y líneas de retransmisión, como también estándares de viviendas privadas y fundamentalmente, asegurando que estos códigos sean efectivamente de uso obligatorio por medio de una serie de prácticas de buen gobierno que es un aspecto clave para la integración de políticas de mitigación de riesgo.

### 6.1.2 Recomendaciones básicas para la prevención de huracanes.

Con respecto al riesgo de inundaciones y daños asociados a los efectos del agua, se deben incluir, entre otras medidas, las siguientes (CEPAL, 2004):

- a) Control del uso de tierras (evitar asentamientos en cauces y zonas con pendientes de máximo de riesgo).
- b) Control de crecidas y protección local contra inundaciones (medidas tanto estructurales como no estructurales).
- c) Mejoramiento de cuencas (reforestación, terraceo y otros).

Las estrategias frente a las alteraciones marítimas resultan importantes para el país, en particular tomando en cuenta los daños sufridos por el sistema nacional de meteorología:

- a) Promover redes de seguimiento e información oportuna a la población local.
- b) Reforzar los programas de cooperación entre los diversos países afectados (con el Centro Nacional de Huracanes de los Estados Unidos y con los mecanismos de cooperación existentes).
- c) Creación de sistemas de alerta temprana.
- d) Desarrollo de la investigación científica en el medio académico nacional, inclusive mediante el uso de modelos climáticos y escenarios alternativos.
- e) Vinculación con fenómenos climáticos globales, cíclicos o nuevos asociados al calentamiento global posible, efecto invernadero, deforestación y emisión de contaminantes, entre otros.

Finalmente, frente a los daños secundarios e indirectos asociados a la vulnerabilidad climática, se sugiere:

- a) Crear/mantener reservas (de productos básicos, agua para riego, pastizales).
- b) Establecer sistemas de control de distribución de productos básicos al ocurrir el fenómeno a fin de garantizar seguridad alimentaria.
- c) Realizar siembras adelantadas en terrenos con riesgo de sequía y desarrollo de zonas alternas de pastoreo.
- d) Introducir mejoras en los sistemas de riego o construir nuevos, reforzando y reparando los afectados por el actual evento.



## **VII. ESTRATEGIAS Y PRIORIDADES PARA LA PREVENCIÓN, RESTAURACIÓN, MITIGACIÓN DE DESASTRES NATURALES EN LA CUENCA DEL RÍO HUIXTLA.**

Un programa de desarrollo a largo plazo para reducir la vulnerabilidad de la agricultura a los desastres relacionados con los huracanes tendría que basarse en la evaluación del uso de la tierra, del análisis y la evaluación de los riesgos, en el inventario de las prácticas comunitarias tradicionales de la ordenación de la tierra y en las estrategias locales para hacer frente a los desastres, así como en el análisis y la identificación de las técnicas de cultivo, de ganadería, de pesca y de silvicultura y de los sistemas agrícolas adecuados a las superficies vulnerables.

Hay muchos ejemplos de planificación del uso de la tierra, y de las prácticas de agricultura, de silvicultura y de pesca que aumentan la resistencia y reducen la propensión a los daños de los huracanes si se aplican en un contexto apropiado, tales como, los ordenamientos del territorio, ordenamientos agroecológicos, la introducción de cultivos más resistentes, los sistemas de cultivos diversificados, la agricultura resistente a la sal, los cortavientos forestales, o cortinas rompevientos, los manglares que pueden servir como cortavientos y zonas de amortiguación así como técnicas de conservación del suelo y gestión del agua para reducir la vulnerabilidad a las inundaciones.

La planeación del desarrollo sólo puede tener consistencia si se llevan a cabo programas económicos y sociales vertidos sobre un espacio geográfico respecto al cual se tiene una clara visión del ordenamiento territorial a mediano y largo plazo. Es decir, si existe una coherencia y simultaneidad de los diversos tipos de planeación y programación sectorial con las diversas escalas de ordenamiento del territorio (Coulaud 1989).

Por lo tanto, el manejo de Cuencas es también un factor que se debe tener en cuenta en la planificación del desarrollo integral de una región, especialmente en los aspectos referentes a la explotación racional de los recursos naturales, ya que el equilibrio ecológico regional está íntimamente ligado a la estabilidad de las cuencas. El proceso de manejo de la cuenca en sí debe ser continuo y permanente (CEPAL, 2004).

## 7.1 Manejo Integral de Cuencas

El deterioro de las cuencas hidrográficas se ha convertido en uno de los problemas ambientales, sociales y económicos más importantes del mundo y de nuestro país. La tala de la vegetación y la contaminación están deteriorando el recurso agua de cuencas enteras, ocasionando costos y pérdidas importantes en infraestructura, vidas humanas y de inversión adicional (Cotler, 2004). En consecuencia, las cuencas deben ser manejadas con alta responsabilidad para evitar problemas graves en el presente y en el futuro (Plan de Manejo Integral de la Cuenca del río Zanatenco, 2003).

Para lo anterior, el proceso de Ordenamiento Territorial como instrumento de racionalización en el uso del suelo y en la ocupación del territorio complementa el círculo virtuoso de la participación y la democratización, generando elementos concretos de comprensión de las potencialidades y limitaciones para hacer más efectivas las acciones para el desarrollo.

El ordenamiento del territorio de, por ejemplo, un municipio de la Costa de Chiapas, deberá estar clasificado según el uso óptimo o sostenible a largo plazo del área. Es decir, se recomienda utilizar los suelos más fértiles para la agricultura, evitar los terrenos muy húmedos ó frágiles para asentamientos. Asimismo, se debe clasificar el suelo agropecuario según su potencial productivo a largo plazo. Si se sabe que un suelo por su ubicación en tierra alta con fuertes pendientes no puede sostener pasturas más que 4-6 años, mejor utilizar tierra marginal para bancos forrajeros, bosque ó sistemas silvo-pastoriles, condiciones bajo las cuales el suelo está cubierto con vegetación permanentemente evitando con ello el pisoteo animal que provoca erosión.

La zonificación es un medio efectivo para controlar el desarrollo en terrenos frágiles a desastres naturales. Al destinar el terreno a la agricultura, los parques y las áreas de conservación, se protege la zona aluvial, y se previenen los usos del terreno que sean vulnerables a los daños causados por las inundaciones.



Como las tierras húmedas cumplen una función natural de control, es de particular importancia implementar zonificación para prohibir las actividades en estas áreas que puedan reducir su capacidad de almacenamiento de agua. Los reglamentos de las ordenanzas de zonificación pueden prohibir, o especificar, los tipos y funciones de las estructuras que pueden ser construidas en el cauce del alivio, o en el terreno aluvial, para reducir el riesgo de inundación. Ante esta situación es apremiante un cambio de paradigma en la gestión de los recursos naturales de un enfoque sectorial hacia una visión más integral. Considerando que los ecosistemas naturales se basan en la interacción continua de todos sus elementos, en el tiempo y en el espacio, es imposible solucionar un problema ecosistémico manipulando sólo uno de ellos: el agua (Cotler, 2004).

### **7.1.1 Implementación de Prácticas Agroforestales**

Las prácticas agroforestales pueden asociarse a otras prácticas para crear sistemas amortiguadores de conservación. Éstos sistemas ayudan a controlar la escorrentía, pérdida de suelo y contaminantes que provienen en agua de lluvias. Existen diversos sistemas agroforestales que se practican en nuestro país y en otras partes del mundo, sistemas que considerados como exitosos por la productividad sostenible y su efecto sobre el mantenimiento de los suelos. Considerando la topografía y el uso agropecuario de la tierra, para la Costa de Chiapas se pueden recomendar las siguientes (Renda, *et al.*, 1997):

#### **7.1.1.1 Los sistemas de cultivos permanentes agroforestales**

Consisten en combinar cultivos permanentes (frutales, industriales, etc) con árboles beneficiosos, especialmente leguminosas, que nitrogenan el suelo y producen materia orgánica para el suelo. Se practican de muchas formas: para la Costa de Chiapas podría recomendarse el cultivo intensivo de café bajo sombra de *Inga spp.*, café con árboles maderables, tal como la Primavera; frutales como el Mango asociados con cultivos anuales. Lo que se describe son alternativas para un buen manejo de los sistemas de producción.

### 7.1.1.2 Las prácticas agroforestales en cultivos anuales

a) *Cultivos en callejones*. EL uso de especies arbóreas, preferentemente leguminosas, con los cultivos anuales de la región (maíz, frijol, soya, etc). Las arbóreas leguminosas poseen efectos positivos para los cultivos, como la producción de sombra rala, soportan la poda para producir materia orgánica y forrajes; aportan mucha materia orgánica y nutrientes al suelo (N, P, K, Ca, Mg); ayudan al control de malezas, por la materia muerta acumulada sobre el suelo; incrementan la producción del cultivo asociado por aporte de nutrientes; y controlan la erosión. Las especies más utilizadas podrían ser las especies de los géneros *Leucaena*, *Gliricidia*, *Inga*, entre otras (Renda, et al. 2004)

b). *Uso de leguminosas arbustivas y rastreras asociadas a cultivos anuales (maíz) como a cultivos perennes (mango, palma de aceite)*. Esta asociación tiene múltiples ventajas como el control de erosión del suelo; aumenta cobertura del suelo; mejora el suelo por aireación y fijación de nitrógeno; produce mucha materia orgánica para la incorporación y reciclaje de nutrientes, etc. Los géneros recomendados podrían ser: *Canavalia*, *Mucuna*, etc.

c). *Las fajas antierosivas*: Son utilizadas en las laderas alternando fajas de plantas leñosas (arbustos, frutales, árboles maderables) con cultivos anuales agrícolas o pastos de uso pecuario, con la finalidad de controlar la erosión.

d). *Los sistemas silvopastoriles*: Consisten en combinar árboles, preferentemente forrajeros con los pastos comunes en la región para uso animal, teniendo con ello efectos múltiples, como el control de la erosión edáfica, sombra, reciclaje de nutrientes y alimento para el ganado, etc. Algunos géneros sugeridos para la región de estudio son: *Leucaena*, *Gliricidia*, *Phitecellobium*, *Guazuma*, *Erythrina*, *Turí*. (Renda, et al. 2004)

e). *Los sistemas de los policultivos o multiestratos*: Consisten en intercalar varios cultivos anuales o cultivos perennes, o se asocian anuales con permanentes, para obtener una producción múltiple y controlar la erosión.



### **7.1.2 Fomento de Fincas Integrales**

Son procesos de producción basados en un sistema complementario de agricultura, ganadería, apicultura, huerto, frutales y especies forestales para una producción múltiple. En la finca integral se usan árboles para linderos; como cercos vivos, cultivos perennes con especies maderables y nitrogenantes, y se asocian árboles en los pastizales como sombra y cercos vivos. El objetivo es abastecerse de leña, postes y materiales de construcción, y es especialmente adecuado para pequeñas parcelas

### **7.1.3. Labranza conservacionista**

Se recomienda impulsar, en las regiones agrícolas de la cuencas localizadas en la región de estudio, la agricultura conservacionista, la cual abarca una serie de técnicas tales como la labranza mínima, labranza de terrazas y labranza de mantillo, todas ellas tienen la finalidad de reducir la pérdida de suelo, aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, la retención de agua, nutrientes en el suelo y reducir la erosión.

## **7.2 Intensificación del uso del suelo y reconversión productiva**

Las acciones de reconversión productiva requieren de un periodo de maduración de varios años, por lo que para su consolidación se requiere imprimir un cambio sustantivo en el enfoque de los programas avícolas y pecuarios vigentes. Además, la aplicación de recursos suficientes, para multiplicar su efecto evitando la dispersión de acciones.

Para ello la reconversión productiva, permite recuperar áreas pecuarias o forestales que han tenido una fuerte presión sobre sus recursos y que actualmente presentan un alto nivel de deterioro; en ambos casos, se recomienda el establecimiento de especies forestales maderables y no maderables de mayor importancia en la región, así como de plantaciones de cultivos perennes tales como árboles frutales, entre otros.

## 7.3 Medidas reguladoras

### 7.3.1 Regulaciones sobre el uso y manejo de la tierra

Para las zonas ganaderas de la región de estudio, se recomienda una clasificación o zonificación de las tierras, la cual se deberá hacer de acuerdo a la pendiente, ajustando el uso y / ó la carga animal máxima a la vulnerabilidad que el suelo tiene a la erosión.

Se sugieren los siguientes usos de acuerdo a la pendiente del terreno:

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Pendientes más de 50%     | Pastoreo totalmente prohibido, uso permisible incluye bancos forrajeros, reforestación ó cultivos permanentes   |
| Pendientes entre 30-50%   | Pastoreo permitido con una carga máxima de 2000 kg de peso vivo por hectárea representados en animales jóvenes (livianos) que no superen los 300 kg de peso vivo cada uno |
| Pendientes menores al 30% | Pastoreo permitido con cargas animales que no superen los 2500 kg de peso vivo por hectárea   |

Se recomienda que, al establecer potreros en la región, no se debe usar mecanización en terrenos con pendientes mayores de 15% ya que se cuenta con suelos clasificados como vulnerables, ante ello, se recomienda diversas prácticas de labranza mínima o de conservación para tal fin. Caso contrario, en pendientes menores al 15% se sugiere la mecanización mínima y solamente una arada a través de la pendiente.

En las regiones comprendidas en este estudio existen una proporción alta de Áreas de Riesgo geofísico por Inundación, las cuales corresponden a zonas próximas a los bordes del litoral marítimo, como quebradas, cauces naturales permanentes, esteros y/o canales, y embalses con riesgo de erosión o socavamiento, producidos por el escurrimiento y velocidad del caudal de agua y los terrenos con afloramientos de aguas subterráneas o capas freáticas. Ante ello, se recomienda que en ellas sólo se permitirán áreas verdes formadas de especies leñosas regionales.



Una vez desarrollados los trabajos de planificación territorial se recomienda regular su uso y manejo, para ello será necesario:

- Resguardar, mediante una participación vinculante (federal, estatal y municipal) y servicios con competencia, los recursos productivos y los procesos de ocupación de suelos, degradación natural y contaminación.
- Establecer normas que permitan regular el uso del suelo bajo criterios de sustentabilidad a fin de preservar los recursos naturales renovables, orientando adecuadamente la gestión del sector privado y público;
- Incentivar y mantener el desarrollo de la inversión público-privada en actividades silvoagropecuarias;
- Aprovechar ventajas comparativas dadas por las condiciones excepcionales del potencial natural agrícola tanto de suelos, clima de la región, además de la especialización de mano de obra e infraestructura agrícola existente;
- Orientar y regular actividades no silvoagropecuarias, haciendo compatibles la demanda del suelo para el desarrollo urbano con aquellas que demanda la mantención del uso silvoagropecuario;
- Debe de generarse una ley como normativa legal para regular el uso del territorio silvoagropecuario, ya que éste posee una relevancia importante en el lugar en estudio por poseer condiciones y aptitudes privilegiadas para la agricultura tanto en clima como en suelo.
- Realizar o actualizar un estudio de Evaluación de Tierras en la que se constituya como insumo para la elaboración del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial.
- Articular el Territorio en función a sus características y capacidades biofísicas, socioeconómicas, culturales y políticas institucionales.
- Generar escenarios alternativos para el uso de la tierra para su posterior incorporación al Plan de Desarrollo Municipal (PDM) y en el Programan Operativo Anual (POA) del Municipio.
- Fortalecer las relaciones interinstitucionales entre los niveles gubernamentales nacional y municipal en temáticas de Ordenamiento territorial.

## 7.4 Medidas Financieras

### 7.4. 1. Incentivos para incrementar la cobertura del suelo

Una medida para incrementar la cobertura del suelo con el fin de disminuir los daños ocasionados por factores climáticos en la región de estudio, considerando pagos por servicios ambientales. Esta estrategia significa la conservación e incremento de cobertura vegetal a costa de la ampliación de áreas agropecuarias. (Fuente: <http://www.conanp.gob.mx/proders/>; <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php>).

Sin embargo, las perspectivas para que los agricultores adopten técnicas alternativas a las convencionales, están actualmente limitadas por una variedad de subsidios - ocultos y explícitos - a los insumos externos inorgánicos de los sistemas convencionales más rentables para el productor, aunque tal vez no para la sociedad ni el ambiente. <http://www.virtualcentre.org/es/dec/Andes/DPPaXsAm.htm>,

La principal opción de política es una estrategia de precios, subsidios e impuestos, formulada de manera general para eliminar subsidios ocultos que favorecen los sistemas menos ambientalmente amigables. La conversión de un sistema productivo a otro sistema alternativo más atractivo desde el punto de vista ambiental puede justificar este incentivo o subsidio puntual. Una situación distinta se presenta cuando se trata de sustraer tierra de la producción para mantenerla improductiva, como por ejemplo con corredores biológicos creados ó mantenidos por regeneración natural. Esta situación puede justificar subsidios continuos para compensar la pérdida en que el productor incurre por no cultivar la tierra en cuestión. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=2>.

Por otra parte, en el marco de la búsqueda de políticas de equilibrio económico que sean anticíclicas parece adecuado proponer instrumentos de transferencia y dispersión del riesgo entre actores y en el tiempo. Más allá de un mayor acceso a seguros y fuentes de reaseguramiento cabe pensar en bonos específicos de riesgo frente a catástrofes que generen recursos frescos, adicionales, para enfrentar los montos de eventuales daños (que la experiencia muestra son recurrentes y hasta estacionales) y, con los remanentes revolventes, financiar acciones de prevención.



#### **7.4.1.1 Alternativas para mejorar la cobertura del suelo**

- a. Creación de corredores biológicos. Consiste en la siembra de leñosas en lugares estratégicos, normalmente deforestados, que conecten áreas aún con vegetación con la finalidad de crear corredores de paso de aves y pequeños mamíferos.
- b. Establecimiento de sistemas silvo-pastoriles. Se refiere a la combinación de pasturas con leñosas en callejones o leñosas dispersas en potrero. Para ello se establecen las leñosas en bandas o hileras en los cultivos de gramíneas sembrados en el espacio intermedio, o bien, sembrando árboles en diferentes puntos de potrero.
- c. Establecimiento de cercas vivas y cortinas rompe-vientos. Consiste en propiciar la siembra de especies leñosas arbóreas o arbustivas para la delimitación de potreros, áreas agrícolas o propiedades.
- d. Fomento de la regeneración natural. Se refiere al fomento del crecimiento sucesional de las especies vegetales en áreas perturbadas por actividades agropecuarias.
- e. Establecimiento de bancos forrajeros. Para uso pecuario, se recomienda la siembra de áreas en las cuales las leñosas perennes o forrajeras herbáceas se cultivan en bloque compacto y a alta densidad.

### **7.5 Medidas Institucionales**

#### **7.5.1 Fortalecimiento del Manejo Local de los Recursos Naturales**

Las políticas inapropiadas de tenencia de la tierra generan presiones negativas sobre las zonas de frontera agrícola y es, por tanto, necesario modificarlas para eliminar la presión sobre los recursos naturales a nivel local.

En la práctica, el fortalecimiento del manejo local de los recursos probablemente significa fortalecer las instituciones que organizan a productores pero puede significar también el establecimiento de nuevas instituciones de nivel primario, tales como asociaciones de ganaderos. Los argumentos para afiliar las instituciones de manejo local de recursos a cuerpos regionales, deben

ser considerados (no solamente por sus funciones de manejo de recursos, si no también por su posible entrega de servicios y sus funciones de defensa).

### **7.5. 2 Necesidades de Investigación**

Las fortalezas y debilidades de las instituciones existentes y del contexto socio-económico para el manejo local de los recursos pueden ser evaluadas usando combinaciones de investigación antropológica, diagnóstico rural participativo y más técnicas especializadas tales como análisis participativos. El diseño de instituciones para el manejo local de los recursos se debe basar en el entendimiento de las dinámicas de los ecosistemas y de las bases teóricas para entender la acción colectiva.

Es importante generar para la región de estudio, mapas de Aptitud de Uso de las Tierras que representen la distribución espacial de las Clases de Aptitud de Uso de las Tierras existentes en la microcuenca hidrográfica, así como también generar Mapas de Uso Actual de las Tierras para representar la distribución espacial del Uso de las Tierras, ambos componentes indicarían de una manera global la forma como la microcuenca está siendo trabajada. Asimismo, la generación de Mapas de Identificación de los Conflictos de Uso de las Tierras, obtenidos por el cruzamiento de los mapas de Aptitud de Uso y Uso de las Tierras, lo que demostraría la distribución espacial del Uso de las Tierras relacionado con la Aptitud Natural de las mismas.

Así mismo, es necesario cuantificar la cantidad de suelos para uso agropecuario por Clase de Capacidad de Uso, disponibles para la agricultura e identificar las Áreas de Interés Silvoagropecuario actual de los municipios para ser incorporadas en un Plan Regulador Interregional.



### **7.5.3 Asociaciones de productores al nivel regional, nacional y la relación con instituciones**

El patrocinio y fortalecimiento de las asociaciones de productores es una forma para el manejo local de recursos naturales dentro de áreas agropecuarias frágiles. Estas asociaciones a un nivel regional o nacional pueden dar a los productores un mayor respaldo a negociaciones con los agricultores mixtos y con autoridades para facilitar el proceso de desarrollar incentivos y reglas para la agricultura y mitigar los impactos ambientales negativos. Las asociaciones son también vías importantes para la distribución de información sobre las reglas e incentivos, necesarios para una implementación eficaz del marco legal para la producción agropecuaria.

### **7.5.4 Capacitación y transferencia tecnológica**

Se considera el desarrollo de modelos de capacitación sobre tecnologías agropecuarias sostenibles y metodologías participativas bajo las condiciones locales. Por ejemplo, escuelas de campo, talleres rurales participativos son prioritarias para su implementación. Se recomienda que los procesos de capacitación y transferencia tecnológica tengan una estrategia de seguimiento a largo plazo, para medir avances de adopción y problemas encontrados.

Bajo este contexto, se necesitan acciones en otros planos., como en lo académico y en la práctica, un esfuerzo interdisciplinario (arquitectos, geólogos, hidrólogos, meteorólogos, economistas, administradores y círculos políticos) para que se pase de la prevención a la mitigación, y se introduzca crecientemente la gestión del riesgo en la "cultura" y reconociendo que hay una cultura nativa y prácticas tradicionales que a veces son tanto o más eficientes para enfrentar las amenazas.

Es decir reconocer que no son solo los modelos "modernos" los apropiados y que la comunidad y sus costumbres tienen aportes sustanciales para garantizar la sostenibilidad.

## **7.6 LINEAS ESTRATEGICAS DE ACCION**

### **7.6.1 Estudios Técnicos**

*I. Programas de Desarrollo Comunitario y/o Microrregional:* Consiste en la elaboración o actualización de programas de desarrollo a nivel comunitario y/o microrregional que contemple un diagnóstico social, ambiental y productivo; un ordenamiento ecológico y un programa de manejo de recursos naturales para el corto y mediano plazos (CONAFOR, 2006).

*II. Estudios para el Monitoreo, Conservación y Manejo de los Recursos Naturales:* Consiste en evaluar y monitorear la situación ecológica de los recursos naturales, así como la elaboración de planes de manejo para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales

*III. Estudios de Prefactibilidad y Factibilidad:* Son estudios para la determinación de la viabilidad técnica, financiera y económica para la obras ecoproductivas. Pueden ser estudios técnicos que justifiquen el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; estudios para introducir nuevas tecnologías en el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y diversificación productiva.

### **7.6.2 Proyectos Comunitarios**

#### **7.6.2.1 Conservación y Restauración de Suelos**

*a) Cultivos de cobertura:* Consiste en el establecimiento de una cubierta vegetal mediante la siembra de cultivos de rápido crecimiento con especies nativas, como leguminosas fijadoras de nitrógeno para las áreas agrícolas y cultivos forrajeros para las áreas de uso pecuario que cubra totalmente el suelo (Proders, 2006).

*b) Establecimiento de barreras vivas:* Es la siembra de plantas arbóreas, arbustivas, gramíneas o pastos, maguey, nopal y otras que se establecen en



los bordos de las terrazas o linderos de las parcelas. Es recomendable la utilización de plantas nativas de fácil reproducción para el uso, de manera inmediata, por los productores.

c) *Establecimiento de barreras o cortinas rompevientos*: Es el establecimiento de líneas de árboles y arbustivas (líneas principal, secundaria y accesoria) para disminuir los riesgos de erosión por el viento y de acame de las plantas.

d) *Recuperación de suelo para uso productivo*: Comprende los trabajos de limpia de áreas agrícolas y/o potreros, fertilización, incorporación de mejoradores del suelo y el establecimiento de cultivos agrícolas y pastos, con el propósito de aumentar la capacidad productiva de los suelos.

e) *Construcción de represas*: Comprende la construcción de presas de gaviones, piedra acomodada, morillos, derivadoras, enramadas, o mampostería de tamaños diversos. Asimismo, incluye los trabajos de remoción de malezas, arbustos y azolves de los taludes. Así como las obras de rehabilitación y restitución de las características hidráulicas originales de las obras.

f) *Construcción de terrazas*: Consiste en el trazo y construcción de bordos siguiendo las curvas de nivel para la formación de terrazas de banco (base angosta o base ancha) o de formación sucesiva, que se combinan con el establecimiento de muros de piedra acomodada o muros vivos mediante la plantación de material vegetativo para proteger y estabilizar los bordos.

g) *Prácticas mecánicas*: Comprende las actividades que se realizan con implementos agrícolas tales como arados, subsoladores, hojas niveladoras, retroexcavadoras, aditamentos especiales, etc. o mano de obra, que consisten en realizar movimientos de tierra, con el fin de disminuir los escurrimientos superficiales y evitar la erosión en terrenos con pendiente. Las prácticas que incluye este rubro son la construcción de bordos, zanjas o acequias de absorción, curvas a nivel, canales de desfogue de escurrimientos, ollas de agua y jagüeyes para el almacenamiento de agua.

### 7.6.2.2 Conservación y Restauración de Ecosistemas

a) *Plantaciones forestales*: Consiste en los trabajos de cajeteo, podas sanitarias y acciones de conservación de suelo y agua en plantaciones establecidas, así como la apertura de cepas y nuevas plantaciones de especies forestales (Proders, 2007).

b) *Enriquecimiento de acahuales*: Consiste en el establecimiento dentro de los acahuales de especies maderables y no maderables, para leña, medicinales y condimentarias o forrajeras con la finalidad de acelerar su capacidad de contención de deterioro de los recursos naturales.

[http://www.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/k14/modelo\\_ecologico.pdf](http://www.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/k14/modelo_ecologico.pdf)

c) *Reforestación*: Consiste en la restauración y conservación de los ecosistemas degradados, su Biodiversidad y la productividad de los mismos a través de la plantación y utilización de especies útiles en terrenos descubiertos de vegetación, así como aquellos que estén en procesos de deterioro.

d) *Saneamiento de ecosistemas*: Incluiría actividades de monitoreo de especies indicadoras de la salud de los ecosistemas y sus poblaciones, así como de limpieza submarina, limpieza de playas, arrecifes, y canales de navegación, instalación y mantenimiento de boyeo de protección.

e) *Confinamiento y disposición final de residuos sólidos*: Consiste en la limpieza de sitios a través de la recolección y transporte de los desechos sólidos para su disposición final en rellenos sanitarios y/o el reciclaje de los mismos, puede incluir la construcción y equipamiento de centros de acopio.

f) *Restauración del hábitat*: Consiste en recuperar la vocación natural de los ecosistemas degradados, mediante la reintroducción de especies nativas de flora y fauna silvestre del hábitat, así como la "remoción o extracción" de especies exógenas introducidas a estos ecosistemas. Asimismo, incluir trabajos de desazolve de humedales, lagunas, ríos y limpieza de esteros.



g) *Centros de cultura para la conservación*: Consiste en la construcción y equipamiento de infraestructura para el establecimiento de centros de interpretación ambiental, parques temáticos, locales para llevar a cabo actividades de educación ambiental, senderos interpretativos, áreas de eclosión y museos comunitarios.

### 7.6.3 Aprovechamiento Sustentable

a) *Establecimiento de unidades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAS)*: Consiste en la construcción de infraestructura para el establecimiento de una UMA extensiva, que comprende la delimitación del espacio utilizando los accidentes geográficos y la construcción de obras para la atracción, cuidado y reproducción de las especies silvestres tales como bordos, acequias, jagüeyes, bancos de alimentos, invernaderos, viveros, corrales, áreas de anidación, áreas de incubación, centros de acopio, casetas de vigilancia y torres de observación.

Proarbol, 2007; <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=2>

b) *Proyectos ecoturísticos*: Podrá incluir la delimitación de un área con potencial turístico, el establecimiento de infraestructura básica que podrá incluir la construcción de cabañas rústicas aprovechando al máximo los materiales de la región, servicios básicos, equipamiento, acondicionamiento de senderos y veredas y la infraestructura de vigilancia, instalación de plataformas flotantes, así como estudios para la identificación de senderos interpretativos de los recursos naturales; producción de material de difusión y promoción del proyecto, etc.

c) *Establecimiento de plantaciones agroforestales*: Consiste en la apertura de cepas y plantación de especies forestales (maderables y no maderables) y/o frutales en líneas intercaladas con espacio para la siembra de cultivos agrícolas y especies forrajeras tales como pastos y leguminosas nativas.

d) *Establecimiento de viveros y huertos comunitarios*: Consiste en la producción de plantas nativas de la región, forestales, maderables y no maderables, hortícolas, frutales, ornamentales, medicinales entre otras.

e) *Talleres para la transformación de recursos naturales*: Es la construcción y equipamiento de locales donde se realicen la transformación de los recursos naturales para su venta, para el aprovechamiento de minerales metálicos y no metálicos, maderas y otras fibras naturales para la producción de artesanías.

#### **7.6.4 Capacitación Comunitaria**

En materia de Capacitación Comunitaria los recursos apoyarán el desarrollo de cursos, talleres teórico-prácticos y eventos de capacitación, organización, y de asistencia técnica (CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, UNACH, CDI, SECTUR entre otros).

##### **7.6.4.1 Gestión**

Cursos o talleres teórico-prácticos que permiten a los Beneficiarios incrementar sus conocimientos, capacidades y habilidades para la realización de actividades asociadas a la planeación y gestión para participar más exitosamente en los procesos de aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales, estos cursos podrán ser:

- Gestión y planeación comunitaria para el desarrollo sustentable.
- Gestión y planeación ambiental regional y microrregional.
- Formulación de planes de manejo comunitarios y de educación ambiental.
- Metodologías para la planeación participativa.
- Fortalecimiento de la organización social.
- Capacitación en ordenamiento territorial y manejo de microcuencas.
- Administración y gestión de proyectos ecoproductivos.
- Capacitación en resolución de conflictos.



- Equidad de género y desarrollo sustentable.
- Formación de Redes Comunitarias para la Conservación.
- Conocimiento y aplicación de herramientas y metodologías para monitoreo y evaluación participativa.
- Capacitación para el desarrollo e integración de cadenas productivas.
- Comercialización de productos finales, intermedios y servicios.

#### **7.6.4.2 Aplicación de nuevas tecnologías**

Cursos o talleres para la adopción o mejoramiento de tecnologías productivas de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales:

- Capacitación en agricultura sustentable y reconversión productiva.
- Capacitación en operación de viveros.
- Capacitación en conservación y uso sustentable del suelo.
- Capacitación en técnicas para la recuperación de recursos forestales maderables y no maderables.
- Capacitación en diversificación productiva de huertos familiares y viveros comunitarios.
- Capacitación en prevención y combate de incendios.
- Capacitación para la restauración de áreas degradadas.
- Capacitación en la elaboración de compostas, estercoleros y lombricompostas.
- Capacitación para la recuperación y manejo de acahuales.
- Capacitación en establecimiento de sistemas agroforestales.
- Capacitación en el manejo de sistemas agrosilvopastoriles.
- Capacitación para la promoción, recuperación y conocimiento de tecnologías tradicionales sustentables.

#### **7.6.4.3 Educación Ambiental**

Para generar pautas de conducta responsable respecto a los aspectos Ambientales y de recursos naturales, que pueden no estar necesariamente en relación con la actividad productiva de la comunidad o región, pero que impactan o pueden impactar negativamente en las condiciones para su desarrollo sustentable.

- Legislación en materia ambiental, agraria y de recursos naturales.
- Contaminación ambiental.
- Conservación y uso sustentable de los ecosistemas y su la biodiversidad.
- Saneamiento de ecosistemas.
- Servicios ambientales.
- Manejo de aguas pluviales.
- Rescate y transmisión del conocimiento tradicional sobre la conservación de los ecosistemas.



## VIII. CONCLUSIONES.

Con base a los resultados obtenidos y bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación se toman y se formula los siguientes puntos como los aspectos mas importantes, producto y a manera de conclusión clave de esta investigación lo siguiente:

El tipo de uso de suelo predominante en la cuenca media del rio Huixtla, es la Selva mediana Subperennifolia con 4,398.5 has, de las cuales fueron las menos afectadas por el Huracán Stan. Seguida de las zonas agrícolas y los pastizales, con una superficie de 3,920 y 4,031 has respectivamente, con superficies dañadas entre 329.24 y 510 has dañadas por el Huracán Stan.

El sistema de producción agropecuario siniestrado al realizar la evaluación de las zonas afectadas por el huracán Stan, fue el sistema agrícola específicamente el cultivo de caña y los pastizales, debido al desbordes del rio Huixtla, provocando efectos negativos en las áreas por la depositación de sedimentos al azolvar las parte alta de la cuenca del rio Huixtla.

Un factor determinante en la pérdida de suelos y cobertura vegetal por efecto del Huracán Stan en el año 2005, se tiene como resultado que la fisiografía y topografía de la cuenca alta, siendo ésta más escarpada, accidentada y abrupta, provocó corrientes de agua que son de régimen torrenciales y cauces cortos en la parte alta de la cuenca, provocando inundaciones en la cuenca media del rio Huixtla

El uso del Sistema de Información Geografica y las imágenes de satélite es una herramienta que permite de una manera más rápida realizar los análisis y evaluaciones sobre los impactos negativos de los disturbios naturales y antropogénicos, y fascilita la evaluación de recursos y la planificación del uso de la tierra. Definiendo diferentes aspectos de la superficie de la tierra que no son independientes entre sí, si no más bien, nos permite tomar decisiones de una forma integrada y multidisciplinaria.

Las opciones de mitigación deben incluir programas y proyectos que reduzcan la vulnerabilidad de los grupos prioritarios, particularmente los pobres. El mejoramiento de la resiliencia de la infraestructura local crítica y de los sistemas productivos esenciales de los planes de desarrollo son críticos en el contexto del fortalecimiento de la democracia, la transparencia y el buen gobierno.

En general, el trabajo de investigación realizada, presenta argumentos que indican que las inversiones orientadas a la mitigación del impacto de huracanes, inundaciones y otros desastres antes de que estos ocurran, por medio de actividades técnicas relacionadas con la resiliencia, son más costo-efectivas que basarse solamente en esfuerzos de atención posdesastre.



## IX. LITERATURA CITADA

- Anderson, M. B. 1994. Ciencias Sociales, desastres: una perspectiva norteamericana. Al norte del río grande. La RED. Red de Estudios Sociales en prevención de desastres en América Latina.
- Base de datos internacional sobre catástrofes y OFDA/CRED. [www.cred.be/emdat](http://www.cred.be/emdat) - Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium.
- Benson, C and Twigg, J. 2004. Measuring Mitigation – Methodologies for assessing natural risks and the net benefits of mitigation – a scoping . ProVention Consortium 2004
- Cardona, O. D. 1991. "Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo", Taller Regional de Capacitación para la Administración de Desastres ONAD/PNUD/OPS/UNDRO, Bogotá, 1991, p. 3.
- CEPAL, 2004. Los efectos socioeconómicos del Huracán Jeanne en la república dominicana. Pp 32-80.
- Cincotta, R.P., J. Winsnewski, y R. Engelman 2000. "Human population in the biodiversity hotspots. Nature. 404:990-991
- Comunicado de prensa UNU - <http://www.laprensa.com>.
- Comisión Federal de Electricidad.  
<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/meteorologico/fenmeteorologicos/>
- COPLADE, 1997. Programa de Desarrollo de la región Istmo-costa 1995-2000. Primera Edición. COPLADE-Gobierno del Estado de Chiapas. 193 pp.
- CONAFOR, 2006. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas.
- CONAFOR, 2007. Programa Proarbol 2007. Comisión Nacional Forestal. Convocatoria y reglas de operación.  
<http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=2>
- CNA, 2005. Estudio de aprovechamiento hidráulico integral y de control de inundaciones en las cuencas de la costa de Chiapas. Sección III: Cuenca Huixtla. Centro de investigación (CI) de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Informe Final.
- Coulaud, P. 1989. "El Esquema de Ordenamiento Territorial", Zona de Influencia Nueva Troncal de Occidente 1990- 2010, Corporación para el Desarrollo de Caldas, Manizales, 1989.

Cotler, 2004. El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente Recursos Naturales. Pp 1-267.

Dato del Indian Meteorological Department (IMD), citado en la contribución de FIIT.

FAO, 1993. El estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Las políticas de recursos hídricos y la Agricultura. FAO, ROMA.

FAO (1999): Geographic Information System Enhancement for Hurricane Preparedness and Impact Mitigation.

Falconer, A. and J. Foresman, 2002. A System for survival. GIS and Sustainable Debelopment. ESRI. Pp. 115.

Gutierrez, El impacto económico en el sector agrícola del Estado de Veracruz. Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz. Pp 135-158.

Harrington, L.W. 1992. Measuring sustainability: issues and alternatives. Journal of farming systems research-estension. 3 (1): 1-20

Hernández S, 2006; Elaboración de mapas y analisis de Imagen Landsat 2003 multiespectral, resolución espacial de 30 mts.

Horcajada, H. T., Simancas, C. M. y P.A. Dorta., 2000. La constatación validación de los mapas de riesgo de avenidas en pequeñas cuencas hidrográficas mediante sistemas de información geográfica. Propuesta Metodológica y aplicación a la ordenación del territorio. Boletin de la A.G.E. No. 30- 2000.

Holling, C. S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review in Ecology and Systematics 4:1-23.

Holling, C. M. 1986. "The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change," in Sustainable Development of the Biosphere. Edited by W. C. Clark and R. E. Munn, pp. 292-317. Cambridge: Cambridge University Press.

[http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05\\_sp\\_complete.pdf](http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol/pdf/HDR05_sp_complete.pdf)

<http://www.tvazteca.com/hechos/masarchivos2/9/48932.shtml>.

<http://www.jornada.unam.mx/ultimas/index.php?id=politica1131482199.xml>

<http://www.cepala.org/publicaciones/xml/2/20502/L638>

<http://www.cocoso.chiapas.gob.mx/documento.php?id=20051111040124>.



<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/meteorologico/fenmeteorologicos/>

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/meteorologico/fenmeteorologicos/lanina/>

[http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_chiapas](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_chiapas).

[www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO](http://www.ideam.gov.co/fenomenonino/DOCUMENTOELNINO).

<http://www.geociencias.unam.mx/bol-e/jgarcia1204.pdf>.

<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/6/23266/L694.pdf>

<http://www.uv.mx/eventos/inundaciones2005/>.

<http://www.virtualcentre.org/es/dec/Andes/DPPaXsAm.htm>.

[http://www.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/k14/modelo\\_ecologico.pdf](http://www.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab/k14/modelo_ecologico.pdf)

<http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?s1=2>

<http://www.conanp.gob.mx/proders/>.

[http://www.dgpad.gov.co/acerca/fen\\_amenaza.htm](http://www.dgpad.gov.co/acerca/fen_amenaza.htm).

IFRC (2000): World Disaster Report, cited from the OFDA/CRED International Disaster Database - [www.cred.be/emdat](http://www.cred.be/emdat) - Université Catholique de Louvain , Brussels, Belgium.

INEGI, 1992. Anuario Estadístico de Chiapas. INEGI y Gobierno del Estado de Chiapas. 254 pp.

INEGI. 1994. VII Censo agrícola-ganadero. Estado de Chiapas, 1991. Resultados definitivos. Tomo I y II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

INEGI, 2004. Anuario estadístico del Estado de Chiapas. INEGI y Gobierno del Estado de Chiapas.

INEGI, 2005. Anuario estadístico del Estado de Chiapas. INEGI y Gobierno del Estado de Chiapas.

International co-operation to reduce the impact of the El Niño phenomenon. Definición tomada de la Enciclopedia Británica. <http://www.idndr.org>.

La Economía de la Mitigación de Desastres en el Caribe: Cuantificación de los Beneficios y Costos de la Mitigación de los Desastres Naturales – Lecciones Aprendidas de la Temporada de Huracanes de 2004.

Lambin, Eric F., B. L. Turner, Helmut J. Geist, Samuel B. Aghola, Arild Angelsen, John W Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fisher, Carl Folke, PS George, Katherine Homewood, Jaques Imbermon, Rik Leemans, Xiubin Li, Emilio F Moran, Michael Mortimore, P.S Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Hill Steffen, Glenn D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Coleen Vogel y Jianchu Xu 2001. The causes of land use and land cover change: moving beyond the myths. *Global environmental Change* 11: 261-269.

Luetlich, R. 2006. Huracanes Asesinos. *National Geographic en español*. Agosto de 2006. Pp 30-31.

OEA, 2005. La Economía de la Mitigación de Desastres en el Caribe: Cuantificación de los Beneficios y Costos de la Mitigación de los Desastres Naturales – Lecciones Aprendidas de la Temporada de Huracanes de 2004.

Oropeza, O. 2004. Evaluación de la vulnerabilidad a la desertificación. En: Martínez, J. & A. Fernández (comp) *Cambio Climático: una visión desde México*. Fig. 1, p. 309.

OECD/DAC, 1994. *Disaster Mitigation Guidelines*. Paris.

Portilla, E. O. Sanchez, H. A. y D. Hernandez. 2006. El impacto de los Huracanes en la Biodiversidad del Estado de Veracruz. *Inundaciones 2005 en el estado de Veracruz*. Pp 101-119.

Plan de Manejo Integral de la Cuenca del río Zanatenco, 2003. Municipio de Tonalá, Chiapas, 2002-2003. Universidad Autónoma de Chapingo.

PRODERS, 2006. Programa de Desarrollo Regional Sustentable. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-SEMARNAT. <http://www.conanp.gob.mx/proders/>

Ramirez-Marcial, N. Gonzalez-espinosa y G Williams-Linera. 2001. Antropogenic disturbance and tree diversity in montane rain Forest in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154 (2001). Pp 311-326.

Renda, A. Clazadilla, E. Jiménez, M. y J. Sanchez. 1997. El silvopastoreo en Cuba. Instituto de Investigaciones Forestales, Cuba. Tomado del libro *La Agroforestería en Cuba*, Red Latino Americana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales, Santiago de Chile 1997.



- Rojas, W. M., Angeles, C. H., Sanchez, V. J., Infante, M. F., Holguin, M. F. Yu, S. M y C. H. Tovilla. 2004. Breve Diagnostico del Soconusco. El Colegio de la Frontera Sur. 30 años de Investigación. 19 Pp.
- Ruiz, M.J. 2005. Programa de reconstrucción del sector agropecuario, forestal y pesca en las Zonas Afectadas por el Huracán Stan. Gobierno del Estado. Secretaria de desarrollo Rural.
- Salazar, 2005. Informe del gobernador Pablo Salazar al H. Congreso del Estado sobre daños provocados por el huracán "Stan". Coordinación de Comunicación social. Gobierno del Estado de Chiapas.
- SEMARNAT-1NE, 1999a. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera La Encrucijada. 183 pp.
- SEMARNAT-1NE, 1999b. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera La Sepultura. 247 pp.
- SEMARNAT-1NE, 1999c. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera El Triunfo. 108 pp.
- Tovilla, C. H y D Rihuela. 2004. Impacto del huracán Rosa sobre los bosques de manglar de la costa norte de Nayarit, México. Madera y Bosques Número especial 2, 004:63-75
- Velázquez, A., J.F Mas, J.L. Palacio, J.R. Diaz, R. Mayorga, C. Alcantara, R. Castro y T. Fernandez. 2002. Analisis de cambio de uso del suelo. Informe tecnico. Convenio INE-Instituto de Geografía, UNAM.
- Velázquez, A., J.F Mas, J.L. Palacio, J.R. Diaz, R. Mayorga, C. Alcantara, R. Castro y T. Fernandez. 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en Mexico..Gaceta ecologica. Numero 062. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, Mexico. Pp 21-37
- Votousek, P.M., H.A. Money, J Lubchenco y J.M. Melillo 1997. Human domination of Earth's ecosystem. Science 277:494-499.
- World Bank (2000): Managing Economic Crisis and Natural Disasters. In: World Development Report 2000/2001. Washington.

## X. ANEXO I.

### MEMORIA FOTOGRAFICA



Foto 1. Parte alta de la cuenca con pendientes escarpadas





Foto 2. Derrumbes en la cuenca alta de la Sierra a consecuencia de las intensas lluvias en las laderas de la sierra.



Foto 3. Vista panorámica del cause del río de Huixtla





Foto 4. Daños sufridos a la infraestructura y vías de comunicación de la cuenca de estudio (Huixtla).

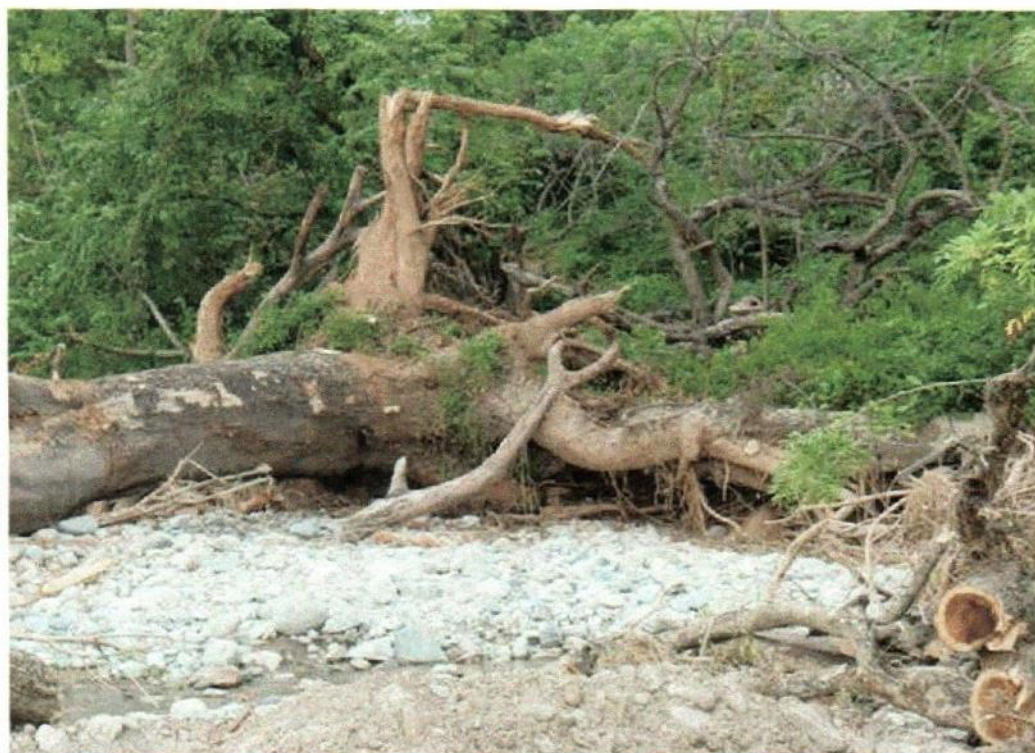


Foto 5. Árboles derribados a consecuencia del desbordamiento de los ríos





Foto 6. Muerte de animales por los efectos del Huracán Stan.



Foto 7. Efecto del desbordamiento del río en Huixtla





Foto 8. Pradera antes del Huracán Stan



Foto 9. Pradera de pasto estrella afectada por las inundaciones a consecuencia del Huracán Stan



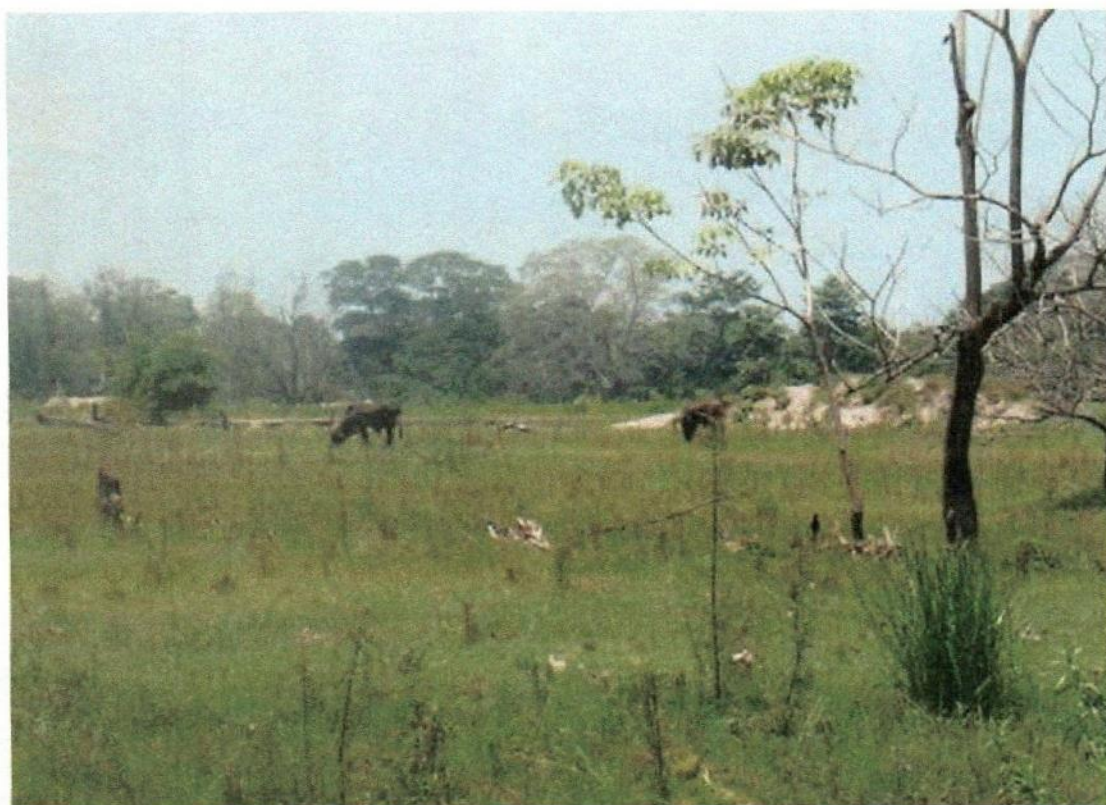


Foto 10. Pradera inundada a consecuencia de las torrenciales lluvias del Huracán Stan



Foto 11. Pastos inducidos en las praderas de la costa Chiapaneca (Huixtla)



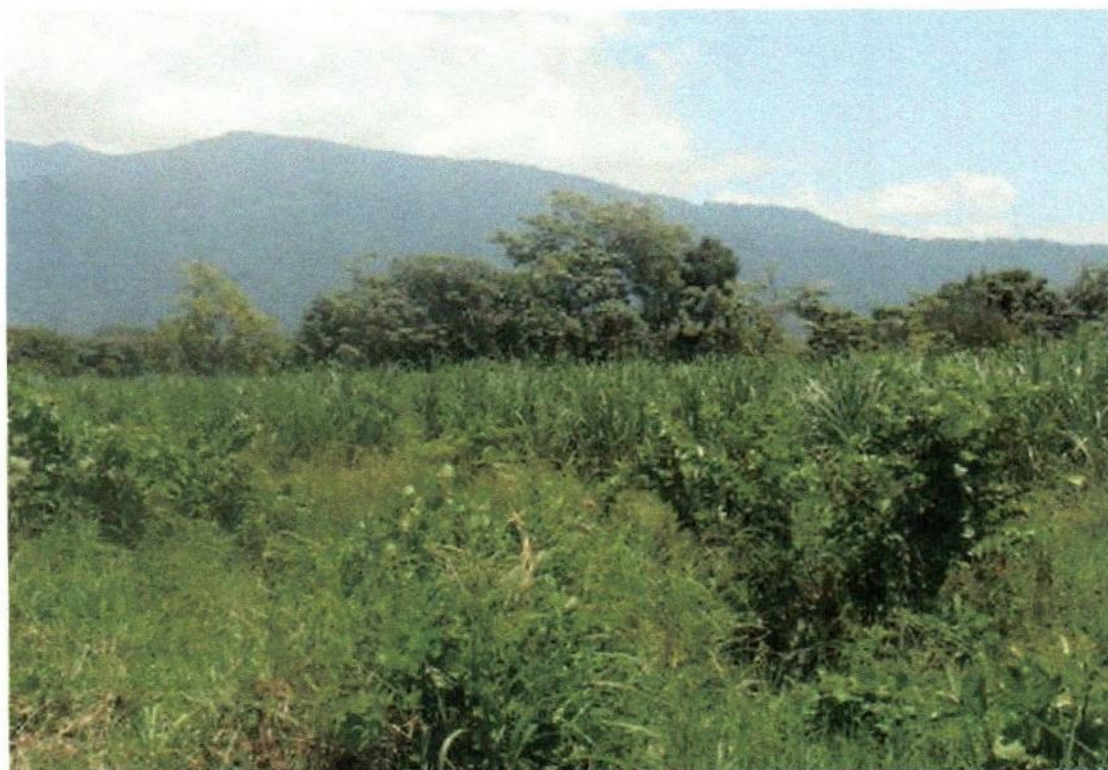


Foto 12. Cultivo de caña de azúcar, una de las actividades agrícolas más importantes de Huixtla.



Foto 13. El cultivo de caña de azúcar afectada por las inundaciones del 2005 a consecuencia del Huracán Stan.





Foto 14.- Afectación de áreas agropecuarias por el Huracán Stan.

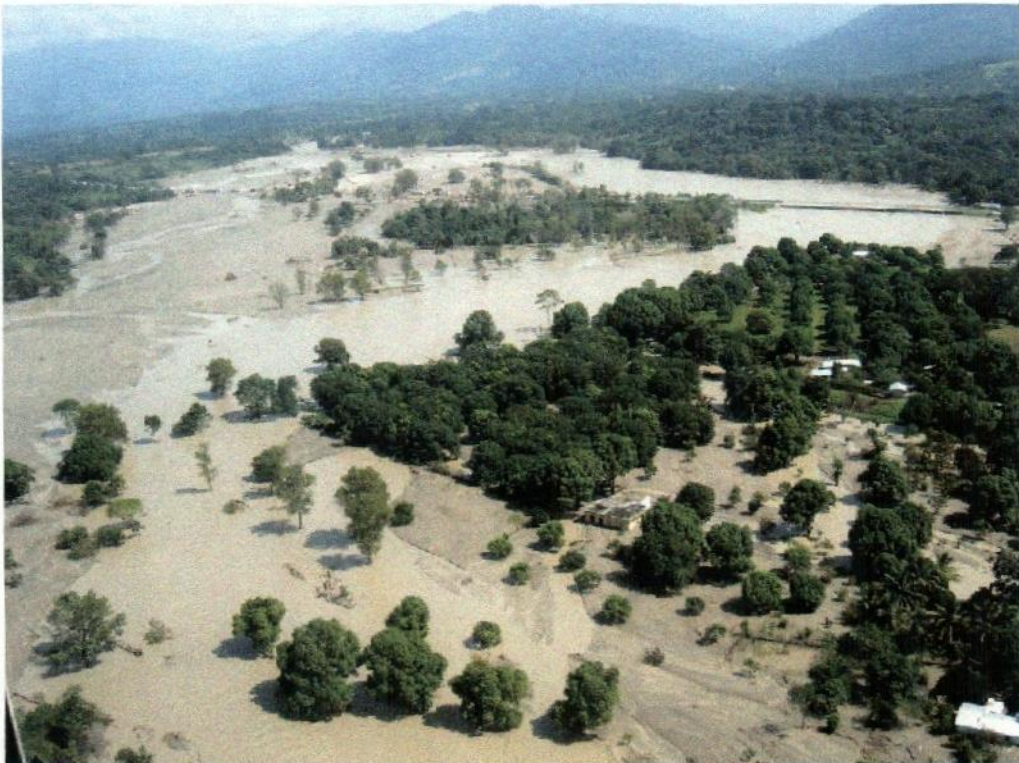
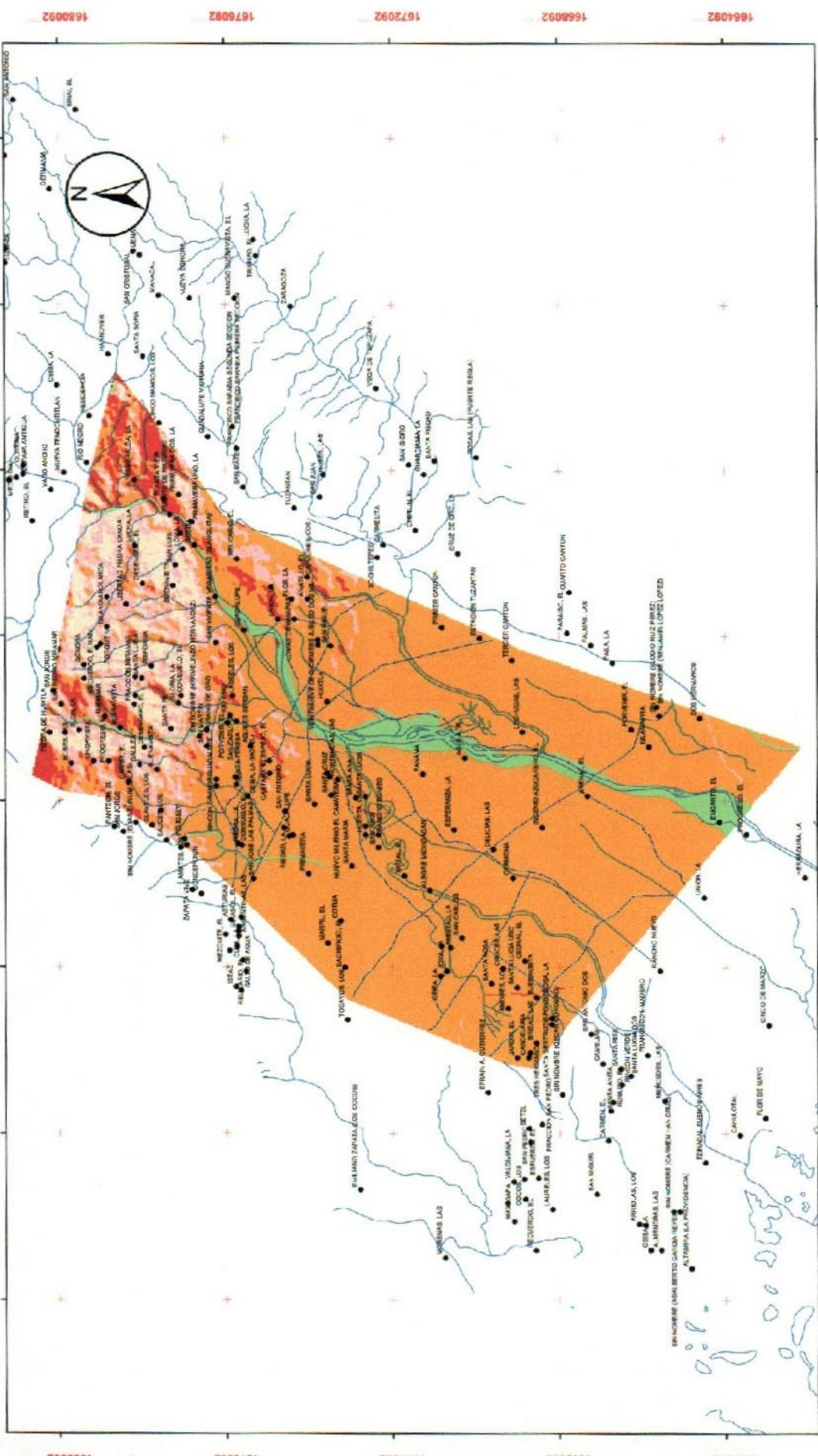


Foto 15.- Afectación de áreas agropecuarias por el Huracán Stan.

**XI.- ANEXO 2.**

**MAPAS**





**Zona de Estudio  
Huixtla**



- Simbología:**
- Ríos
  - Caminos Value
- | Zonas de Riesgo de inundación | Value    |
|-------------------------------|----------|
|                               | Bajo     |
|                               | Moderado |
|                               | Alto     |
|                               | Muy alto |

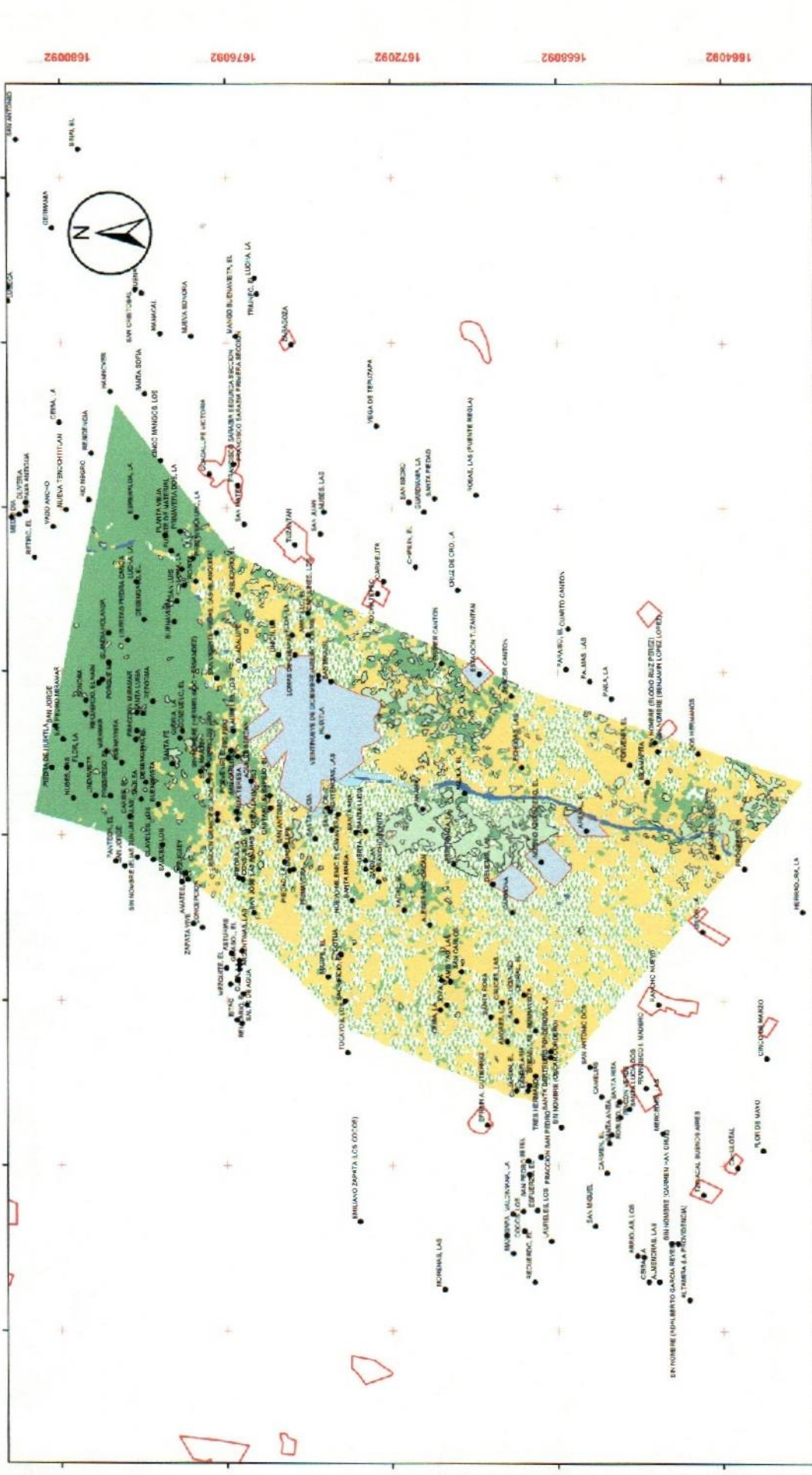
**Especificaciones Cartográficas:**

Proyector:  
Universal Transversal de Merator  
Datum: NAD 83  
Escala: Clave de 1866  
Cualidad UTM a casi 10.000 metros  
Elabor: Sui Hernández Bezares  
Escala: 1:50.000  
Escala Gráfica: (kilómetros)  
0 0.3 0.6 1.2 1.8 2.4

Fuentes de Información Cartográfica:  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
Vegetación y Uso de Suelo 2003

**Zonas de Riesgo**





**Zona de Estudio Huixtla**



**Simbología:**

|  |                         |  |                                 |
|--|-------------------------|--|---------------------------------|
|  | ● Poblados              |  | ■ Pastizales                    |
|  | ▭ Centro urbanos        |  | ■ Selva mediana superintropical |
|  | ■ Cuerpos de agua       |  | ■ Sin vegetación aparente       |
|  | ■ Asentamientos Humanos |  | ■ Vegetación secundaria         |
|  |                         |  | ■ Zona agrícola                 |

**Especificaciones Cartográficas:**

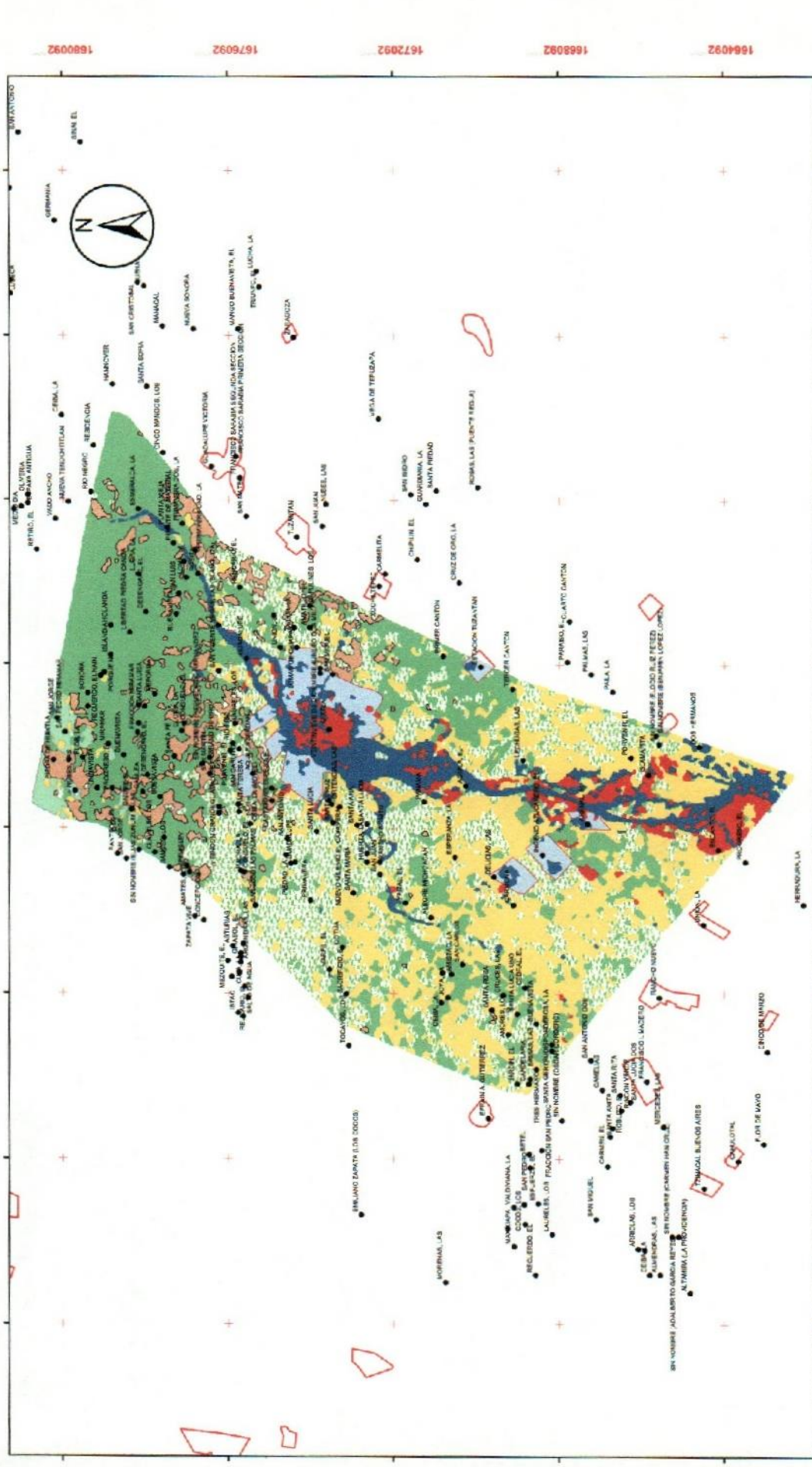
Proyección: Universal Transversa de Mercator  
 Datum: NAD 27  
 Estereografía: Clarke de 1888  
 Escala: 1:50,000  
 Escala Gráfica: (Kilómetros)  
 0 0.5 1 1.5 2.0

Fuentes de Información Cartográfica:  
 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
 Vegetación y Uso de Suelo 2000

1664092 1672092 1680092 1664092 1672092 1680092

542978 546978 550978 554978 558978 562978 566978 570978





**Zona de Estudio**  
**Huixtla**



**Simbología:**

|  |                       |  |                               |
|--|-----------------------|--|-------------------------------|
|  | Asentamientos Humanos |  | Sieva Mecánica Superintensiva |
|  | Centro urbanos        |  | Vegetación Secundaria         |
|  | Cuerpo de Agua        |  | Zona Agrícola                 |
|  | Nubes                 |  | Zona inundada                 |
|  | Pantanos              |  |                               |

**Especificaciones Cartográficas:**

Proyección:  
Universal Transversa de Mercator  
Zona: NAD 83  
Datum: NAD 83  
Escala: Clarke de 1888  
Cuadrícula UTM a cada 10,000 metros  
Elaboró: Saul Hernández Bazaras  
Aguilar, 2006  
Escala Gráfica: (kilómetros)  
0 0.30.6 1.2 1.8 2.4

Fuentes de Información Cartográfica:  
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
Vegetación y Uso del Suelo 2003

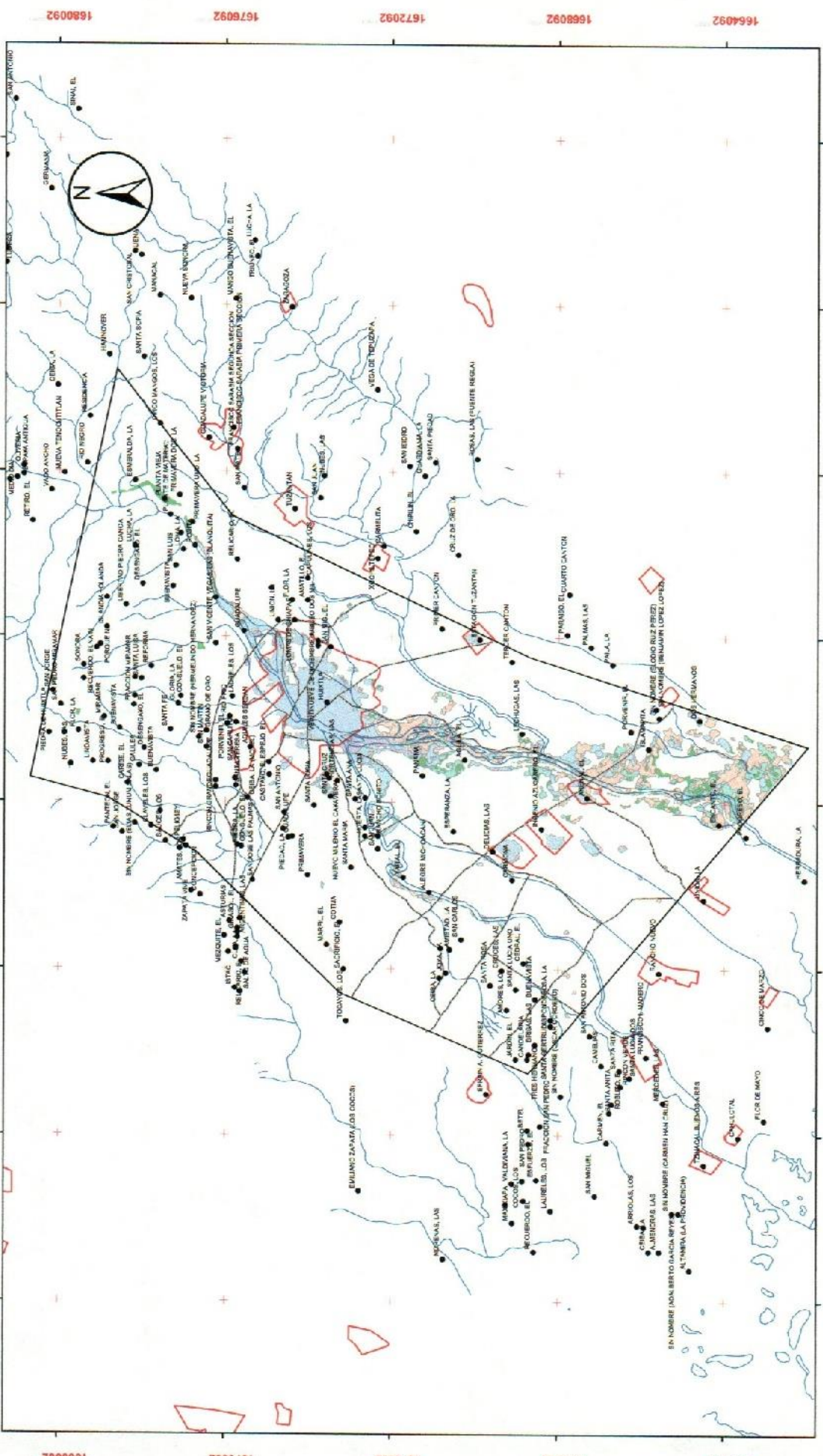
**Vegetación y  
Uso del Suelo 2005**

1664092 1672092 1680092 1688092 1696092

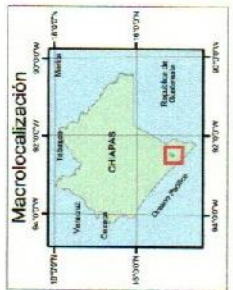
1664092 1672092 1680092 1688092 1696092

542978 546978 550978 554978 558978 562978 566978 570978





### Zona de Estudio Huixtla



**Simbología:**

|  |                       |  |                             |
|--|-----------------------|--|-----------------------------|
|  | Ríos                  |  | Zona agrícola               |
|  | Zona de estudio       |  | Vegetación secundaria       |
|  | Camminos              |  | Sin vegetación aparente     |
|  | Centro urbanos        |  | Selva mediana subperamfilia |
|  | Asentamientos humanos |  | Pastizales                  |

**Especificaciones Cartográficas:**

Proyección: Universal Transversa de Mercator  
 Zona: 18 Norte  
 Datum: 1960 27 866  
 Cuadrícula UTM a cada 10,000 metros  
 Elaboró: Saul Hernández Bozales  
 Agosto 2008  
 Escala: 1:50,000  
 0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 Kilómetros

Fuentes de Información Cartográfica:  
 Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
 Inventario Forestal Nacional  
 Vegetación y Uso de Suelo 2003

## Vegetación afectada 92

542978

546978

550978

554878

558978

562978

566978

570978

1660092

1676092

1672092

1668092

1664092

1680092

1676092

1672092

1668092

1664092