

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)**

**SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA (SOPTRAVI)**

**SECRETARIA TECNICA DE COOPERACION INTERNACIONAL (SETCO)**

**COMISION PERMANENTE DE CONTINGENCIAS (COPECO)**

**SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
(SANAA)**

**SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE (SERNA)**

**ALCALDIA MUNICIPAL DEL DISTRITO CENTRAL (AMDC)**

## **EL ESTUDIO**

**SOBRE EL CONTROL DE INUNDACIONES Y PREVENCION  
DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA  
EN EL AREA METROPOLITANA DE TEGUCIGALPA  
DE LA REPUBLICA DE HONDURAS**

# **INFORME FINAL**

## **INFORME PRINCIPAL**

**MAYO DE 2002**

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
NIKKEN CONSULTANTS INC.**

Tasas de Cambio de Monedas Extranjeras Aplicadas en el Estudio

Moneda	Tasa de cambio/US\$
Lempiras hondureñas (Lps)	15.84
Yenes japoneses (¥)	122.44

(Tasa a noviembre 1, 2001)

## PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno del Japón decidió realizar un Estudio sobre el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa de la República de Honduras y encomendó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA seleccionó y despachó un equipo de estudio dirigido por el Sr. Mitsuo Miura de Pacific Consultants International (PCI) compuesto de miembros del personal de PCI y NIKKEN Consultants, Inc. a la República de Honduras, en dos ocasiones entre enero y diciembre del año 2001. Adicionalmente, JICA organizó un comité asesor encabezado por el Sr. Katsushige Masukura, Centro de Información de Construcción de Japón, entre enero del año 2001 y mayo del año 2002. Dicho comité examinó el Estudio desde el punto de vista técnico y de especialistas.

El equipo mantuvo discusiones con los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras, y realizó inspecciones de campo en el área del Estudio. Tras el retorno del equipo al Japón, se realizaron más estudios y se preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a la promoción de este proyecto y al fomento de las relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Finalmente deseo expresar mi más sincero aprecio a los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras por la estrecha colaboración ofrecida al equipo.

Mayo del 2002



---

Takao Kawakami

Presidente,

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**ESTUDIO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES Y PREVENCIÓN DE  
DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN EL AREA METROPOLITANA DE  
TEGUCIGALPA EN LA REPÚBLICA DE HONDURAS**

Mayo, 2002

Sr. Takao Kawakami  
Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**CARTA DE ENTREGA**

De nuestra mayor consideración:

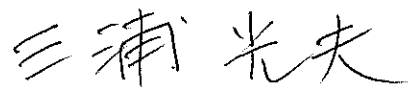
Tenemos el agrado de entregar el informe final bajo el título de "El Estudio para el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Area Metropolitana de Tegucigalpa en la República de Honduras". Este informe fue preparado por el Equipo de Estudio de acuerdo con los contratos firmados el 18 de enero del 2001, 25 de enero del 2002 y 1º de mayo del 2002 entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el Equipo de Estudio Conjunto de Pacific Consultants International y NIKKEN Consultants, Inc.

El informe examina las condiciones existentes relacionadas con las inundaciones y deslizamientos de tierra en el área metropolitana de Tegucigalpa, propone un plan maestro para la mitigación de desastres y ofrece los resultados del estudio de factibilidad de proyectos prioritarios identificados en el plan maestro.

El informe consiste en un Resumen, Informe Principal, Informe de Apoyo, Libro de Datos, Manual de instrucciones de GIS y Mapas. El Resumen describe brevemente los resultados de todos los estudios. El Informe Principal contiene las condiciones existentes, el plan maestro propuesto, los resultados del estudio de factibilidad y las conclusiones y recomendaciones. El Informe de Apoyo incluye los detalles técnicos del contenido del Plan Maestro. El Libro de Datos contiene los datos básicos utilizados en el Estudio. El Manual de instrucciones de GIS incluye explicaciones y manipula la base de datos creada en este Estudio. Los Mapas contienen los principales mapas.

Todos los miembros del Equipo de Estudio desean expresar su agradecimiento a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Comité Asesor de JICA, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte, Embajada de Japón en la República de Honduras y otros donantes y también a los oficiales y personas hondureñas por la ayuda ofrecida al Equipo de Estudio. El Equipo de Estudio espera sinceramente que los resultados del estudio contribuyan a la promoción de la mitigación de desastres del área metropolitana de Tegucigalpa y que las relaciones de amistad en ambos países se estrechen más por esta ocasión propicia.

Saluda atentamente,



---

Mitsuo Miura  
Líder del Equipo

## SUMARIO EJECUTIVO

### PLAN MAESTRO DE MITIGACION DE DAÑOS DE INUNDACIÓN/DESLIZAMIENTO

#### 1. PROBLEMAS EXISTENTES Y OBJETIVOS DEL PLAN MAESTRO

El estudio reveló que el 30% del Área Objeto para la Prevención de Desastres está ocupado por áreas bajo amenaza de inundación y deslizamiento y el 15% de la población total vive en estas áreas peligrosas. El Objetivo del Plan Maestro es minimizar los daños y evitar cualquier pérdida de vida humana por la inundación y deslizamiento aun con un huracán de escala de Mitch. Con el fin de alcanzar esta meta, fue formulado un plan maestro compuesto de medidas no estructurales y medidas estructurales.

#### 2. PROYECTOS DE PLAN MAESTRO

El Plan Maestro fue planeado para lograr los objetivos mediante los proyectos presentados en la Tabla 1.

**Tabla 1 Proyectos de Plan Maestro**

	Mitigación de Daños de Inundación	Mitigación de Daños de Deslizamiento	Común
Medidas Estructurales	Mejora del Río Choluteca (Objetivo: inundación de 15-años)  Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	Berrinche  Reparto  Bambú	-
Medidas No Estructurales	Manejo de Cuenca  Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo  Aplicación de Código Estructural  Pronóstico/Alerta/Evacuación	Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo  Pronóstico/Alerta/Evacuación	Educación/Enseñanza/Capacitación (incluyendo preparación y publicación de mapa de amenaza)  Sistema de Información de Administración de Desastres

#### 3. PLANEAMIENTO DE INSTALACIONES DE MEDIDAS ESTRUCTURALES

El planeamiento de instalaciones mayores para los proyectos estructurales del plan maestro se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2 Sumario de Planeamiento de Instalaciones para Proyectos del Plan Maestro**

Proyectos	Componentes	Descripciones
Mitigación de Daños de Inundación	Mejora del Río Choluteca	Excavación: L=7km, 750,000 m <sup>3</sup> Ampliación de Río: L=200 m (Incluyendo Relleno de Contrapeso, Perforación Horizontal, Pilotes de Concreto) Muro de Contención: L=9 km Dique: L=3 km Reconstrucción de Puente: 1 puente
	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado	Obra de Bordes de Pendiente, Gavión
Mitigación de Daños de Deslizamiento	Berrinche	Extracción de Tierra, Drenaje Superficial, Drenaje Sub-superficial, Pozo de Drenaje
	Reparto	Extracción de Tierra, Drenaje Superficial, Drenaje Sub-superficial, Pozo de Drenaje
	Bambú	Drenaje Superficial

#### 4. COSTO DE PROYECTOS

El costo de Proyectos para el Plan Maestro Propuesto se presenta en la Tabla 3.

**Tabla 3 Costo de Proyectos del Plan Maestro Propuesto**

Nombre de Proyecto	Costo de Proyecto (1,000 USD)
Mitigación de Daños de Inundación	52,437
Mitigación de Daños de Deslizamiento	8,308
Común	3,166
Total	63,911

#### 5. PLAN FINANCIERO

El plan financiero fue elaborado teniendo en cuenta las condiciones de préstamo de BID y estableciendo el periodo de proyecto de entre 2002 y 2015. El monto máximo de desembolso serán USD 37.46 millones en 2006 y el pago máximo anual serán USD 2.91 millones en 2027.

#### 6. PLAN DE ORGANIZACIÓN

Fue propuesto el plan de organización para la implementación de los proyectos del plan maestro.

- Coordinación General: Comit de Coordinación
- Medidas Estructurales de Control de Inundación: AMDC ( SOPTRAVI )
- Medidas Estructurales de Prevención de Deslizamiento: AMDC ( SERNA, SOPTRAVI )
- Manejo de Cuenca: AMDC ( SANAA, SERNA, COHDEFOR )
- Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo/Código Estructural: AMDC ( COPECO, CODEM )
- Educación/Enseñanza/Capacitación: CODEM ( COPECO )
- Preparación y Publicación de mapas de amenaza: CODEM( COPECO, SOPTRAVI, SERNA )
- Pronóstico/Alerta/Evacuación: COPECO, CODEM ( SERNA, SMN )

#### 7. SELECCIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS

Mediante la comparación de los proyectos del Plan Maestro en término de urgencia, significado, cronograma, aspecto económico, fueron seleccionados como proyectos prioritarios, una parte de la mejora del río, todos los proyectos de prevención de deslizamiento, pronóstico/alerta/evacuación, educación/enseñanza/capacitación, y sistema de información de administración de desastres.

#### 8. EVALUACIÓN DE PLAN MAESTRO Y RECOMENDACIÓN

El Plan Maestro propuesto fue considerado desde el punto de vista económica (EIRR=10.49%), financiera, administrativa, técnica, medioambiental y de aspecto social. El Estudio recomendó que las organizaciones hondureñas concernientes deben coordinarse estrechamente para implementar el plan maestro con el fin de crear una capital segura contra desastres naturales.

## **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

### **1. CONTENIDO DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

El contenido de los proyectos prioritarios para el área de estudio de factibilidad es el siguiente:

#### **(1) MEJORA DEL RÍO CHOLUTECA**

Excavación	:	750,000 m <sup>3</sup>
Ampliación del Río	:	200 m
(Incluyendo relleno de contrapeso, perforación horizontal, pilotes de concreto)		
Muro de Contención	:	3 km
Dique	:	1 km

#### **(2) MEJORA DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO**

Obra de Bordes de Pendiente	:	9,000 m <sup>3</sup>
Gavión	:	630 m <sup>3</sup>

#### **(3) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE BERRINCHE**

Pozo de Drenaje	:	8 lugares
Perforación para colección de agua	:	4,000 m
Perforación de Drenaje	:	370 m
Canal de Drenaje	:	1,840 m
Extracción de Tierra	:	184,000 m <sup>3</sup>

#### **(4) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE REPARTO**

Pozo de Drenaje	:	1 lugares
Perforación para colección de agua	:	500 m
Perforación de Drenaje	:	230 m
Canal de Drenaje	:	2,330 m
Extracción de Tierra	:	40,000 m <sup>3</sup>

#### **(5) PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE BAMBÚ**

Gavión	:	690 m <sup>3</sup>
Canal de Drenaje	:	260 m

#### **(6) PRONÓSTICO/ALERTA/EVACUACIÓN**

Estación de Medición de Precipitación/ Nivel de Agua (para la Mitigación de Daños de Inundación)	:	3 lugares
Estación de Medición de Precipitación (para la Mitigación de Daños de Deslizamiento)	:	4 lugares

#### **(7) EDUCACIÓN/ENSEÑANZA/CAPACITACIÓN**

Programa de Educación/Enseñanza/Capacitación para los encargados de administración de desastres, los educadores y el público.

#### **(8) SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRE**

Base de datos de información de mapa de amenaza, información de pronóstico y alerta para inundación/deslizamiento, información de desastres emergentes, y sistema de cable de fibra óptica mediante lo cual las organizaciones responsables conectan a la base de datos.

## **2. COSTO DE PROYECTO Y PLAN FINANCIERO**

El costo total de proyecto está se estima en USD 36 millones. El desglose aparece en la Tabla4.

**Tabla 4 Costo de Proyecto**

Item	Monto (mil USD)
Costo de Construcción Directo	25,020
Costo de Servicio de Ingeniería	3,615
Contingencia Física	6,332
Costo de Compensación	473
Costo Administrativo	1,251
Gran Total	36,691

De la tabla anterior, el costo de compensación y el costo administrativo no están cubiertos por préstamo extranjero o donación. Por tanto, el costo total de proyecto sujeto a préstamo o donación serán USD 35 millones. El remanente USD 1.7 millones debe ser preparado por el Gobierno hondureño.

## **3. EVALUACIÓN DE PROYECTO**

El EIRR=13.44% y el costo total de proyecto son USD 37 millones, por lo que el proyecto es factible económica y financieramente.

Diez casas deben ser reubicadas para la implementación de la obra de prevención de deslizamiento de Reparto, puesto que estas casas están ubicadas en el área peligrosa. Por tanto, se considera que la recompensación para la reubicación de casas será posible porque la reubicación les dará un lugar seguro para vivir.

La Evaluación de Impacto Medioambiental fue realizada y fueron seleccionados factores afectados, y se consideró que todos los ítems pudieran ser atendidos con medidas de mitigación en la etapa de implementación.



## INDICE

Prefacio	
Carta de Entrega	
Sumario Ejectivo	
Indice	
Lista de Tablas	
Lista de Figuras	
Abreviaturas	

	<u>Página</u>
<b>CAPITULO 1 INTRODUCCION .....</b>	<b>1-1</b>
1.1 Antecedentes del Estudio .....	1-1
1.2 Objetivos del Estudio .....	1-2
1.3 Area del Estudio .....	1-2
1.4 Organización del Estudio .....	1-2
1.5 Programa del Estudio .....	1-5
1.6 Contenidos del Informe .....	1-5
1.7 Página de Internet del Estudio.....	1-6
<b>CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 Condiciones Naturales .....	2-1
2.1.1 Topografía y Geología del Area del Estudio.....	2-1
2.1.2 Topografía del Area Objeto para Prevención de Desastres.....	2-1
2.1.3 Geología del Area Objeto para Prevención de Desastre .....	2-1
2.1.4 Hidrología .....	2-5
2.1.5 Medio Ambiente Natural .....	2-7
2.2 Condiciones Socioeconómicas.....	2-8
2.2.1 Generalidades.....	2-8
2.2.2 Población de Area Metropolitana de Tegucigalpa .....	2-8
2.2.3 PIB y Otros Indicadores Económicos .....	2-8
2.2.4 Uso de Suelo .....	2-9
2.2.5 Area Histórica .....	2-11
2.3 Condición del Río .....	2-11
2.3.1 Cuenca.....	2-11
2.3.2 Características del Río .....	2-11
2.3.3 Capacidad del Río .....	2-13
2.3.4 Precipitaciones por el Huracán Mitch.....	2-13
2.3.5 Inundación durante el Huracán Mitch.....	2-14
2.3.6 Simulación de Inundación del Huracán Mitch.....	2-15
2.3.7 Mapa de Amenaza de Inundación .....	2-17
2.3.8 Transporte de Sedimentos en los Ríos .....	2-17

2.4	Deslizamiento de Tierra .....	2-18
2.4.1	Problemas de Deslizamiento en el Area.....	2-18
2.4.2	Problemas de Derrumbamiento de talud en el Area.....	2-20
2.4.3	Mapa de Amenaza de Deslizamientos de Tierra.....	2-21
2.5	Organización .....	2-21
2.5.1	Generalidades.....	2-21
2.5.2	Agencias Claves e Instituciones Relacionadas con la Prevencción de Desastres.....	2-22
2.6	Leyes y Reglamentos Relevantes.....	2-24
2.7	Registro de Desastres .....	2-27
2.7.1	Introducción .....	2-27
2.7.2	Desastre Histórico.....	2-28
2.7.3	Impacto Socioeconómico de Huracán Mitch .....	2-30
2.8	Proyectos por Otros Donantes.....	2-30
2.8.1	Generalidades.....	2-30
2.8.2	Informe del Programa Integrado sobre Manejo de Riesgo (USAID).....	2-30
2.8.3	Proyecto para Reducción de Vulnerabilidad de Desastre Natural (WB) .....	2-31
2.8.4	Preparación del Mapa de Amenaza para Cuarenta Municipios (USGS).....	2-33
2.8.5	Estudio del Deslizamiento de Tierra de Berrinche (Cuerpo de Ingenieros de EE.UU) .....	2-33
2.8.6	Plan de Nuevo Terminal de Autobuses cerca del Río Choluteca .....	2-34
2.8.7	Plan de Nuevo Puente sobre el Río Choluteca.....	2-34
2.9	Definición de los Problemas .....	2-34
2.9.1	Problemas de Inundaciones.....	2-34
2.9.2	Problemas de Deslizamiento de Tierra .....	2-35
2.9.3	Daños por el Huracán Mitch .....	2-35
2.9.4	Aspectos Organizacionales/Institucionales de los Problemas.....	2-35
2.9.5	Proyectos Relacionados .....	2-35

**CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO..... 3-1**

3.1	Concepto del Plan .....	3-1
3.2	Año Objetivo.....	3-1
3.3	Marco Social .....	3-2
3.4	Ítems Considerados en el Plan Maestro .....	3-2

<b>CAPITULO 4</b>	<b>PLAN MAESTRO .....</b>	<b>4-1</b>
4.1	Introducción .....	4-1
4.2	Plan de Mitigación de Daños por Inundaciones .....	4-3
4.2.1	Generalidades.....	4-3
4.2.2	Análisis Hidrológico .....	4-3
4.2.3	Simulación Hidráulica.....	4-4
4.2.4	Estudio Alternativo para el Control de Inundación.....	4-7
4.2.5	Plan de Mejora del Río para el Río Choluteca.....	4-9
4.2.6	Plan de Control de Sedimentos .....	4-11
4.2.7	Plan de Mejora del Río para Afluentes .....	4-12
4.2.8	Pronóstico de Inundación/Alerta/Evacuación .....	4-13
4.2.9	Mapa de Amenaza.....	4-13
4.2.10	Regulación de Uso de Suelo .....	4-13
4.2.11	Aplicación del Código de Estructuras.....	4-15
4.3	Plan de Mitigación de Daños por Deslizamiento de Tierra.....	4-15
4.3.1	Generalidades.....	4-15
4.3.2	Selección de Bloques de Deslizamientos para Medidas Estructurales.....	4-16
4.3.3	Instalaciones para la Prevención de Deslizamiento de Tierra.....	4-16
4.3.4	Mapa de Amenaza de Deslizamientos de Tierra.....	4-18
4.3.5	Promoción del Reasentamiento.....	4-19
4.3.6	Reglamentación de Uso de Suelo.....	4-19
4.3.7	Pronóstico/Advertencia/Evacuación .....	4-20
4.4	Otras Medidas No Estructurales.....	4-21
4.4.1	Educación/Enseñanza de la Gente .....	4-21
4.4.2	Sistema de Administración de Desastres .....	4-22
4.5	Plan de Operación y Mantenimiento.....	4-22
4.5.1	Instalaciones del Río .....	4-22
4.5.2	Instalaciones para Prevención de Deslizamiento .....	4-22
4.5.3	Instalaciones de Observación.....	4-23
4.6	Plan de Organización .....	4-24
4.6.1	Plan de Organización para Prevención de Desastres .....	4-24
4.6.2	Plan de Organización para la Implementación del Plan Maestro .....	4-24
4.7	Estimación de Costo.....	4-25
4.7.1	Costos de Construcción.....	4-25
4.7.2	Costos de Operación y Mantenimiento.....	4-25
4.8	Programa de Implementación.....	4-26
4.9	Selección de Proyectos Prioritarios.....	4-26
4.9.1	Generalidad.....	4-26
4.9.2	Criterios de Selección para Proyecto(s) Prioritario(s).....	4-26

4.9.3	Medidas Estructurales de Mitigación de Daños por Inundación.....	4-26
4.9.4	Medidas Estructurales de Mitigación de Daños por Deslizamiento .....	4-27
4.9.5	Medidas No Estructurales .....	4-27

## **CAPITULO 5 EVALUACION DEL PLAN MAESTRO..... 5-1**

5.1	Generalidades.....	5-1
5.2	Aspecto Económico .....	5-1
5.2.1	Beneficio Económico.....	5-1
5.2.2	Costos Económicos.....	5-2
5.2.3	Análisis de Costo-Beneficio.....	5-2
5.3	Impacto Socioeconómico Intangible del Proyecto.....	5-3
5.4	Aspecto Financiero.....	5-4
5.4.1	Recabar el Fondo del Proyecto .....	5-4
5.4.2	Pago de la Deuda Externa .....	5-4
5.5	Aspecto Administrativo.....	5-4
5.6	Aspecto Técnico.....	5-5
5.7	Aspecto Ambiental.....	5-6
5.8	Aspecto Social.....	5-6
5.9	Evaluación General .....	5-7

## **Capitulo 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS..... 6-1**

6.1	Generalidades.....	6-1
6.2	Reconocimiento Topográfico.....	6-1
6.3	Investigación Geológica.....	6-1
6.3.1	Berrinche.....	6-2
6.3.2	Reparto.....	6-3
6.3.3	Bambú .....	6-4
6.3.4	Salida de la Laguna del Pescado .....	6-4
6.4	Evaluación de Impacto Ambiental .....	6-5
6.5	Proyectos de Mitigación de Daños por Inundación.....	6-5
6.5.1	Ampliación del Río en Berrinche.....	6-5
6.5.2	Excavación del Lecho del Río.....	6-6
6.5.3	Muro de Contención y Dique.....	6-6
6.5.4	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado.....	6-6
6.5.5	Pronóstico/Advertencia.....	6-6
6.6	Proyectos de Mitigación de Daños de Deslizamiento .....	6-6
6.6.1	Berrinche.....	6-6

6.6.2	Reparto.....	6-7
6.6.3	Bambú.....	6-7
6.6.4	Pronóstico/Advertencia.....	6-7
6.7	Otros Proyectos No Estructurales .....	6-8
6.7.1	Educación/Enseñanza/Entrenamiento.....	6-8
6.7.2	Sistema de Información de Administración de Desastres.....	6-8
6.8	Operación y Mantenimiento.....	6-9
6.9	Estimación de Costos .....	6-9
6.10	Programa de Implementación.....	6-9
6.11	Evaluación de Proyectos .....	6-9
<b>Capítulo 7</b>	<b>CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	Conclusion.....	7-1
7.2	Recomendaciones.....	7-1

## LISTA DE TABLAS

### **CAPITULO 1           INTRODUCCION**

### **CAPITULO 2           CONDICIONES EXISTENTES**

Tabla 2.1	Tabla de estratigrafía en el Area objeto .....	T-1
Tabla 2.2	Estaciones de Precipitación en el Area del Estudio.....	2-5
Tabla 2.3	Precipitación Anual en el Area del Estudio.....	2-5
Tabla 2.4	Estaciones de Aforo en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa .....	2-6
Tabla 2.5	Descarga Promedio en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa .....	2-6
Tabla 2.6	Instalaciones de Observación Meteorológica Existentes en el Area del Estudio .....	2-7
Tabla 2.7	PIB de Honduras .....	2-9
Tabla 2.8	Déficit Externo .....	2-9
Tabla 2.9	Indice de Precios al Consumidor.....	2-9
Tabla 2.10	Actual Uso de Suelo en el Area del Estudio.....	2-10
Tabla 2.11	Actual Uso de Suelo en el Area objeto.....	2-10
Tabla 2.12	Condiciones del Banco y Terreno Posterior al Largo del Río Choluteca .....	T-2~4
Tabla 2.13	Precipitaciones Máximas durante el Huracán Mitch.....	2-14
Tabla 2.14	Reconocimiento de Condición y Daños de Inundación durante el Huracán Mitch .....	2-15
Tabla 2.15	Dimensión de la Laguna del Pescado.....	2-16
Tabla 2.16	Parámetros en el Análisis de Precipitación de Lluvias - Escorrentía .....	2-17
Tabla 2.17	Grado de Peligro de los Deslizamientos de Tierra .....	T-5
Tabla 2.18	Lista de Datos de Característica Geográfica y Geológica del Terreno de Eerrumbamiento de Talud .....	T-6
Tabla 2.19	Valores Límite para el Peligro de Derrumbamiento de Talud para Cada Geología .....	T-7
Tabla 2.20	Número de Hogares en las Masas de Deslizamiento de Rango A y sus Areas Afectadas.....	T-8
Tabla 2.21	Distancia de Libre Construcción en Ríos de Tegucigalpa .....	2-27
Tabla 2.22	Resumen de Desastres Históricos en Tegucigalpa.....	2-28
Tabla 2.23	Daños Causados por el Huracán Mitch en los Departamentos de Honduras.....	2-29
Tabla 2.24	Daños por el Huracán Mitch y Costo Estimado de Reasentamiento .....	2-29
Tabla 2.25	Agencias a Cargo del Estudio .....	2-30
Tabla 2.26	Proyectos de Prevención de Desastres Relacionados .....	T-9

### **CAPITULO 3           BASE DEL PLANEAMIENTO**

### **CAPITULO 4           PLAN MAESTRO**

Tabla 4.1	Proyectos del Plan Maestro Propuestos.....	T-10
Tabla 4.2	Precipitaciones Máximas Diaria y Annual en la Estación Toncontin.....	T-11
Tabla 4.3	Precipitación Máxima de Diseño de 2 Días en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa .....	4-3
Tabla 4.4	Escorrentía en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa .....	4-4
Tabla 4.5	Casos de Simulación .....	4-5
Tabla 4.6	Preparación de Red de Ríos .....	4-5
Tabla 4.7	Nivel de Agua durante el Huracán Mitch.....	4-5

Tabla 4.8	Pico de Flujo en las Sub-cuencas de la Simulación Hidráulica.....	4-6
Tabla 4.9	Ancho de los Canales .....	4-8
Tabla 4.10	Comparación de las Descargas de Inundaciones de Diseño Alternativo .....	4-9
Tabla 4.11	Volumen Estimado de Control de Erosion/Sedimentos en el Area de Proyecto Piloto .....	T-12
Tabla 4.12	Area Inundada y Logares de evaluación (en Caso de una Tormenta de Escala de Hurricane Mitch).....	T-13
Tabla 4.13	Lista de Colonias con Gran Número de Hogares en Peligro .....	T-14
Tabla 4.14	Futuro Uso de Suelo en el Area objeto.....	4-14
Tabla 4.15	Reasentamiento de Casas para Medidas Estructurales .....	T-15
Tabla 4.16	Sitios de Evacuación Propuestos.....	T-16
Tabla 4.17	Matriz de Asignación y Funciones (Preparación contra Desastres) .....	T-17
Tabla 4.18	Matriz de Asignación y Funciones (Acciones de Emergencia).....	T-18
Tabla 4.19	Matriz de Asignación y Funciones (Rehabilitación de Desastres) .....	T-19
Tabla 4.20	Costo del Proyecto .....	T-20
Tabla 4.21	Programa de Implementación.....	T-21

## **CAPITULO 5 EVALUACION DEL PLAN MAESTRO**

Tabla 5.1	Reducción de Daños por Inundaciones/Deslizamientos.....	5-2
Tabla 5.2	Valor Actual Neto y Costo-beneficio para el Proyecto del Plan M .....	5-3
Tabla 5.3	Selección (Control de Inundación y Prevención de Deslizamiento) .....	T-22
Tabla 5.4	Alcance.....	T-23
Tabla 5.5	Adquisición del Terreno y Reasentamiento.....	5-6

## **CAPITULO 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

Tabla 6.1	Proyectos Prioritarios .....	6-1
Tabla 6.2	Investigación por Perforación .....	T-24
Tabla 6.3	Comparación de Medidas de Prevención de Deslizamiento para la Ampliación del Río .....	6-5
Tabla 6.4	Sistema de Pronóstico/Alerta .....	6-6
Tabla 6.5	Sistema de Pronóstico/Deslizamiento de Tierra.....	6-8
Tabla 6.6	Costo del Proyecto .....	T-25
Tabla 6.7	Programa de Implementación.....	T-26
Tabla 6.8	Reducción de Daños por Inundación/Deslizamiento.....	6-9
Tabla 6.9	Valor Actual Neto y la Relación de Costo Beneficio para el Proyecto Prioritario .....	6-10

## **CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPITULO 1           INTRODUCCION**

Figura 1.1	Area de Estudio .....	F-1
Figura 1.2	Area Objeto para la Prevención de Desastres.....	F-2
Figura 1.3	Organización del Estudio .....	1-3
Figura 1.4	Programa del Estudio .....	1-5

### **CAPITULO 2           CONDICIONES EXISTENTES**

Figura 2.1	Mapa Geológico del Area de Estudio.....	F-3
Figura 2.2	Topografía del Area objeto para la Prevención de Desastres .....	F-4
Figura 2.3	Mapa de Elevación del Area Objeto para la Prevención de Desastres .....	F-5
Figura 2.4	Distribución de Ángulo de Pendiente en el Area Objeto para la Prevención de Desastres.....	F-6
Figura 2.5	Mapa Geológico del Area Objeto.....	F-7
Figura 2.6	Ejemplos de Perfiles Geológicos.....	F-8
Figura 2.7	Mapa Isoyetal de Area de Estudio.....	F-9
Figura 2.8	Ubicación de Estaciones de Precipitación y Aforo .....	F-10
Figura 2.9	Uso de Suelo Actual en el Area de Estudio.....	F-11
Figura 2.10	Uso de Suelo Actual en el Area Objeto.....	F-12
Figura 2.11	Actual Distribución de Area Edificada en el Area Objeto .....	F-13
Figura 2.12	Mapa de Area Histórica de Tegucigalpa/Comayagua y Areas Vecinas, 1994 .....	F-14
Figura 2.13	Distribución de Potencial de Erosión en el Area de Estudio .....	F-15
Figura 2.14	Río Choluteca con el Número de Mojones del Estudio del Río.....	F-16
Figura 2.15	Ancho del Río Actual.....	F-17
Figura 2.16	Perfil del Río Actual.....	F-18
Figura 2.17	Capacidad de Descarga de Cada Sección del Río .....	F-19
Figura 2.18	Precipitaciones Registradas en Toncontin durante el Huracán Mitch .....	2-14
Figura 2.19	Precipitación Máxima de 2-Días y Periodo de Retorno en la Estación Toncontin .....	F-20
Figura 2.20	Resultados del Estudio de Marca de Agua Alta .....	F-21
Figura 2.21	Ubicación de Secciones Transversales del Río en el Area Central .....	F-22
Figura 2.22(1)	Comparación de Secciones Transversales en Berrinche en 1996 y 2001 .....	F-23
Figura 2.22(2)	Comparación de Secciones Transversales en 1996 y 2001 .....	F-24
Figura 2.23	Nivel de Agua en el Río Choluteca durante el Huracán Mitch Luego del Deslizamiento de Berrinche (Oct. 31, 1998, 6:00) .....	F-25
Figura 2.24	Nivel de Agua en el Curso Arriba.....	F-26
Figura 2.25	Nivel de Agua en el Curso Abajo.....	F-27
Figura 2.26	Simulación de Nivel de Agua en el Río Choluteca durante el Huracán Mitch y Resultados del Estudio de Marca de Agua Alta .....	F-28
Figura 2.27	Comparación de Area de Inundación de Mitch.....	F-29
Figura 2.28(1)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación) (1/2) .....	F-30
Figura 2.28(2)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación) (2/2) .....	F-31
Figura 2.29(1)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación con escala de Mitch) (1/2).....	F-32
Figura 2.29(2)	Mapa de Amenaza (Mapa de Area de Inundación con escala de Mitch) (2/2).....	F-33
Figura 2.30	Capacidad de Transporte de Sedimentos del Actual Río.....	F-34
Figura 2.31(1)	Mapa de Ubicación de Deslizamiento durante el Huracán Mitch .....	F-35
Figura 2.31(2)	Mapa de Ubicación de Derrumbamiento de Pendiente durante el Huracán Mitch .....	F-36



Figura 2.32	Estructura Geológica del Deslizamiento .....	F-37
Figura 2.33	Distribución de Masas de Deslizamiento .....	F-38
Figura 2.34	Distribución de Masas de Deslizamiento (Parte norte del Area).....	F-39
Figura 2.35	Inclinación de Pendiente de Derrumbamiento de Talud.....	F-40
Figura 2.36	Clasificación Geológica de Derrumbamiento de Talud.....	F-41
Figura 2.37	Inclinación de Pendiente según la Clasificación Geológica .....	F-42
Figura 2.38	Relación entre Inclinación y Altura según la Clasificación Geológica .....	F-43
Figura 2.39(1)	Mapa de Amenaza de Deslizamiento .....	F-44
Figura 2.39(2)	Mapa de Amenaza de Derrumbamiento de Talud .....	F-45
Figura 2.40	Mapa de Expropiación de Propiedades por la Ley Especial, 1999 .....	F-46

### CAPITULO 3            BASE DEL PLANEAMIENTO

#### CAPITULO 4            PLAN MAESTRO

Figura 4.1	Ubicación de Proyectos del Plan Maestro (Medidas Estructurales).....	F-47
Figura 4.2	Precipitación Máxima de 1-Día y Periodo de Retorno en la Estación Toncontin .....	F-48
Figura 4.3	Precipitación e Hidrografía Simulada durante el Huracán Mitch.....	F-49
Figura 4.4	Caudal Máximo y Periodo de Retorno en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa .....	F-50
Figura 4.5	Modelo de Río.....	F-51
Figura 4.6	Nivel de Agua en el Río Choluteca durante el Huracán Mitch .....	F-52
Figura 4.7	Distribución de Inundación de Diseño .....	F-53
Figura 4.8	Perfil del Río Planeado.....	F-54
Figura 4.9(1)	Alineación del Río Choluteca Planeada en Berrinche .....	F-55
Figura 4.9(2)	Sección Transversal de Diseño.....	F-56
Figura 4.10	Estructuras Planeadas en el Deslizamiento de Berrinche .....	F-57
Figura 4.11	Medidas de Control de Inundación (1/5).....	F-58
Figura 4.12	Medidas de Control de Inundación (2/5).....	F-59
Figura 4.13	Medidas de Control de Inundación (3/5).....	F-60
Figura 4.14	Medidas de Control de Inundación (4/5).....	F-61
Figura 4.15	Medidas de Control de Inundación (5/5).....	F-62
Figura 4.16	Muro de Contención.....	F-63
Figura 4.17	Nuevo Puente Mallol Propuesto.....	F-64
Figura 4.18	Ubicación de Micro-Cuencas .....	F-65
Figura 4.19	Capacidad de Transporte de Sedimentos.....	F-66
Figura 4.20	Variación de Lecho de Río .....	F-67
Figura 4.21	Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado .....	F-68
Figura 4.22	Ubicación de Estación de Medición Planeada .....	F-69
Figura 4.23	Sistema de Alerta Propuesto .....	F-70
Figura 4.24	Destino de Evacuación.....	F-71
Figura 4.25(1)	Area de Inundación por una Inundación de Escala de Mitch Scale con Proyecto Estructurales del Plan Maestro (1/2) .....	F-72
Figura 4.25(2)	Area de Inundación por una Inundación de Escala de Mitch Scale con Proyecto Estructurales del Plan Maestro (2/2) .....	F-73
Figura 4.26	Proyección de Futuro Uso de Suelo en el Area Objeto .....	F-74
Figura 4.27	Profundidad de Inundación por una Inundación de Escala de Huracán Mitch con Proyectos del Plan Maestro .....	F-75
Figura 4.28(1)	Aplicación de Código Estructural (1/5).....	F-76
Figura 4.28(2)	Aplicación de Código Estructural (2/5).....	F-77

Figura 4.28(3)	Aplicación de Código Estructural (3/5).....	F-78
Figura 4.28(4)	Aplicación de Código Estructural (4/5).....	F-79
Figura 4.28(5)	Aplicación de Código Estructural (5/5).....	F-80
Figura 4.29	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Berrinche .....	F-81
Figura 4.30	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Reparto .....	F-82
Figura 4.31	Medidas de Prevención de Deslizamiento propuestas en Bambu.....	F-83
Figura 4.32	Ubicación de Estación de Medición Planeada.....	F-84
Figura 4.33	Flujo de Información .....	F-85
Figura 4.34(1)	Plan de Coordinación de Preparación contra Desastres .....	F-86
Figura 4.34(2)	Plan de Coordinación del Plan de Acciones de Emergencia .....	F-87
Figura 4.34(3)	Plan de Coordinación de Rehabilitación de Disastres .....	F-88
Figura 4.35	Area de Inundación por Inundación de 15-años con Excavación.....	F-89

## **CAPITULO 5 EVALUACION DE PLAN MAESTRO**

### **CAPITULO 6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

Figura 6.1	Ubicación de Proyectos Prioritarios (Medidas Estructurales) .....	F-90
Figura 6.2(1)	Mapa de Ubicación de Perforación (Berrinche).....	F-91
Figura 6.2(2)	Mapa de Ubicación de Perforación (Reparto) .....	F-92
Figura 6.2(3)	Mapa de Ubicación de Observación por SERNA .....	F-93
Figura 6.3	Subbloques de Deslizamiento en Berrinche .....	F-94
Figura 6.4(1)	Resultados de Perforación en Berrinche (1/3).....	F-95
Figura 6.4(2)	Resultados de Perforación en Berrinche (2/3).....	F-96
Figura 6.4(3)	Resultados de Perforación en Berrinche (3/3).....	F-97
Figura 6.5	Superficie Deslizante del Perfil B-1 .....	F-98
Figura 6.6	Superficie Deslizante del Perfil B-4.....	F-99
Figura 6.7	Resultados de Perforación en Reparto.....	F-100
Figura 6.8	Superficie Deslizante en Reparto .....	F-101
Figura 6.9	Bosquejo Geológico de la Laguna del Pescado.....	F-102
Figura 6.10	Trabajos de Anclaje en el Banco Derrecho en Berrinche (1) .....	F-103
Figura 6.11	Trabajos de Anclaje en el Banco Derrecho en Berrinche (2) .....	F-104
Figura 6.12	Medidas de Control de Inundación (Proyectos Prioritarios) (1/4).....	F-105
Figura 6.13	Medidas de Control de Inundación (Proyectos Prioritarios) (2/4).....	F-106
Figura 6.14	Medidas de Control de Inundación (Proyectos Prioritarios) (3/4).....	F-107
Figura 6.15	Medidas de Control de Inundación (Proyectos Prioritarios) (4/4).....	F-108
Figura 6.16	Conducto .....	F-109
Figura 6.17	Pozo Colector .....	F-110
Figura 6.18	Sistema de Drenaje.....	F-111

## **CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

## ABREVIATURAS

AMDC	: Alcaldía Municipal del Distrito Central
BID	: Banco Interamericano de Desarrollo
COPECO	: Comisión Permanente de Contingencias
CODEM-DC	: Comité de Emergencias Municipal del Distrito Central
COHDEFOR	: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
DECA	: Dirección de Evaluación y Control Ambiental
EIA	: Evaluación del Impacto Ambiental
F/S	: Estudio de Factibilidad
JICA	: Agencia de Cooperación Internacional del Japón
M/P	: Plan Maestro
PIB	: Producto Interno Bruto
SANAA	: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SERNA	: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
SETCO	: Secretaría Técnica de Cooperación Internacional
SOPTRAVI	: Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
UNDP	: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
USAID	: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
USGS	: Servicio Geológico de los Estados Unidos



**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCION**

## CAPITULO 1 INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Tegucigalpa es la ciudad capital de Honduras, con una población de alrededor de 1 millón de habitantes en el año 2001. La parte urbana de la ciudad se localiza en el área montañosa con una altitud entre 900 m y 1,400 m s.n.m. El río Choluteca fluye a través del centro de la ciudad del sur al norte.

Las condiciones naturales que rodean la ciudad son desfavorables desde el principio en términos de inundación y deslizamientos. Los cuatro afluentes con la misma escala en áreas de cuencas y longitudes de río convergen en el centro de la ciudad y la escorrentía de las lluvias también se concentra simultáneamente. La topografía es montañosa y compleja acompañada de los valles de los afluentes. La geología dentro y alrededor de la ciudad también es compleja y está compuesta por el Grupo Valle de Ángeles del período Cretáceo, la Formación Matagalpa en el período Paleógeno, el Grupo Padre Miguel en el período Terciario y los depósitos volcánicos del Cuaternario. Los límites geológicos de estas diferentes estructuras geológicas son frecuentemente débiles y tienen tendencia a originar deslizamientos de tierra en el área.

La capital de Honduras fue trasladada a Tegucigalpa en 1880 de Comayagua, que está a 84 km al noroeste de Tegucigalpa. En el año 1900, el área urbana de Tegucigalpa se confinó a una pequeña área del actual Distrito Centro y Comayagüela. Desde entonces, en los cien años del desarrollo de la ciudad, la población aumentó y el área urbana se expandió hacia el sur, oeste y este. Se crearon nuevas comunidades explotando áreas de cerros y terrazas del río. Este desarrollo incontrolado de la ciudad la hace más vulnerable a los desastres por inundaciones y deslizamientos de tierra.

En octubre de 1998, el Huracán Mitch azotó todo el área de América Central. Honduras fue el país más devastado por el huracán. Se informó que hubo más de 13,000 heridos en todo el país y más de mil personas perdieron sus vidas o desaparecieron en Tegucigalpa.

Después del Huracán Mitch, un gran número de países extranjeros y de organizaciones internacionales proporcionaron distintas ayudas a esta zona. El Gobierno de Honduras ha estado trabajando duramente para recuperar de los daños. Sin embargo, actualmente todavía persisten graves problemas por desastres. Los problemas de capacidad río Choluteca no han mejorado en absoluto. La mayoría de las áreas de deslizamientos de tierra están intactas y aún muchas casas siguen en grave riesgo.

Sin embargo, es imposible resolver apropiadamente todos los problemas de inundación y deslizamientos de tierra solamente con medidas estructurales tales como la mejora del río o trabajos para la prevención de deslizamientos de tierra, debido a las limitaciones presupuestales etc. En consecuencia, urge un plan maestro integrado compuesto de una óptima combinación de medidas estructurales y no estructurales.

Otro punto importante a tener en cuenta en el estudio es el gran número de instituciones gubernamentales involucradas tales como; la Secretaria de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI), Secretaria Técnica de Cooperación Internacional (SETCO), el Comisión Permanente de Contingencias (COPECO), Servicio Autónomo Nacional de

## Capítulo 1 : Introducción

Acueductos y Alcantarillados (SANAA), Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), y la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC), todos los cuales son relevantes para la prevención de desastres.

Además muchos países donantes y organizaciones internacionales tales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), PNUD, USAID, el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), etc. están realizando proyectos de ayuda para la prevención de desastres.

Por consiguiente, es necesario establecer una buena coordinación entre las organizaciones nacionales e internacionales para la preparación y ejecución de un plan maestro integral de prevención de desastres completo.

### 1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del Estudio son:

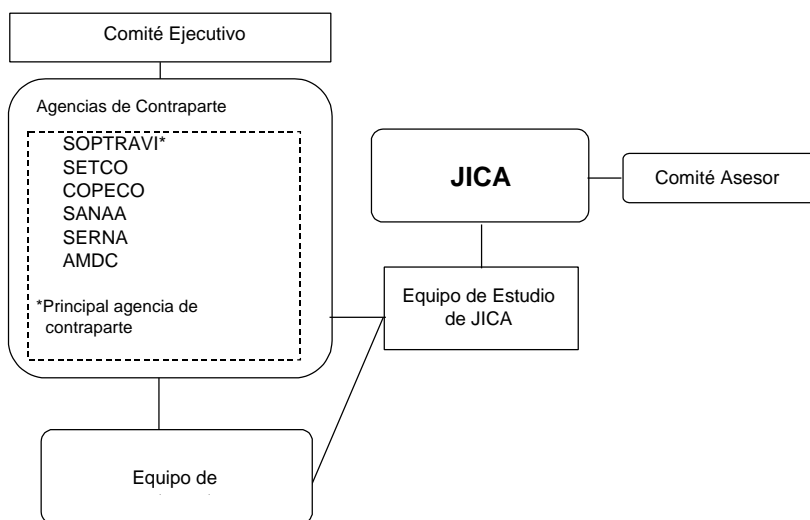
- (1) Formular un plan maestro para la mitigación de daños por inundaciones y la mitigación de daños por deslizamiento de tierra en el Área Metropolitana de Tegucigalpa, República de Honduras,
- (2) Realizar un estudio de factibilidad sobre proyecto(s) urgente(s) y prioritario(s), y
- (3) Transferir la tecnología al personal contraparte de las instituciones participantes tales como SOPTRAVI, SETCO, COPECO, SANAA, SERNA y AMDC en el transcurso del Estudio.

### 1.3 ÁREA DEL ESTUDIO

El Área del Estudio cubre la cuenca del río Choluteca en el curso arriba desde el punto A, según se muestra en la *Figura 1.1*. El Área objeto del Estudio cubre el Área Metropolitana de Tegucigalpa como se muestra en la *Figura 1.2*.

### 1.4 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

El Estudio fue conducido bajo el siguiente esquema organizativo:



**Figura 1.3 Organización del Estudio**

El equipo de Estudio está compuesto de los siguientes dieciséis (16) miembros:

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>
- Sr. Mitsuo MIURA	- Líder del equipo / Planeamiento de prevención de desastres
- Dr. Kozo TAKAHASHI	- Prevención de deslizamientos de tierra.
- Sr. Takuro TERASHIMA	- Control de inundaciones
- Dr. Chaisak SRIPADUNGTHAM	- Hidrología / Hidráulica
- Sr. Kaoru NAKAZATO	- Topografía / Geología para deslizamientos de tierra
- Sr. Hiroshi TANAKA	- Planificación sobre el uso del suelo
- Dr. Valerio GUTIERREZ	- Administración de cuencas hidrológica.
- Sr. Kazuhiro ISHIZUKA	- Investigación geodésica
- Sr. Kouji OOIKE	- GIS(1)
- Sr. Takahiro GOTO	- Diseño de instalaciones / Estimación de costo
- Sr. Ryo MATSUMARU	- Evaluación del proyecto / Socioeconomía
- Dr. Somasundaram JAYAMOHAN	- Medio ambiente
- Sr. Yoshiaki KANEKO	- Organizaciones / Instituciones
- Sr. Hideo SAKURABA	- Intérprete
- Sr. Yoshitaka ISHIKAWA	- Intérprete
- Sr. Kenji MORITA	- Coordinación del estudio / GIS (2)

- El Comité Asesor se compone de siguientes tres (3) miembros;

- Sr. Katsushige MASUKURA	- Presidente del Comité
- Sr. Hidetomi OI	- Miembro del Comité
- Sr. Yasuo ISHII	- Miembro del Comité



## Capítulo 1 : Introducción

El gobierno de Honduras ha organizado un equipo de contraparte que consiste en los siguientes miembros:

<u>Nombre</u>	<u>Organización</u>
- Sr. Martín Pérez	- SOPTRAVI
- Sra. Rosa María Bonilla	- SOPTRAVI
- Sr. Gustavo Suazo	- SOPTRAVI
- Sr. Marcio Figueroa	- SOPTRAVI
- Sr. Rafael Alduvin	- SETCO
- Sr. Mario Aguilera	- COPECO
- Sra. Martha Flores	- COPECO
- Sr. Rodolfo Ochoa	- SANAA
- Sr. Miriam Naraváez	- SANAA
- Sr. Galdis Rojas	- SANAA
- Sr. Adrián E. Oviedo	- SERNA
- Sr. Héctor Fonseca	- AMDC
- Sr. Carlos Gutiérrez	- AMDC

El Comité Ejecutivo se estableció con los siguientes miembros.

<u>Nombre</u>	<u>Organización</u>
- Sra. Yasmina Deras	- SOPTRAVI
- Sra. Juana Elisa Granados	- SOPTRAVI
- Sra. Nora Derez Suazo	- SOPTRAVI
- Sr. Martín Pérez	- SOPTRAVI
- Sra. Yolanda Madrid	- SETCO
- Sr. Hugo Arevalo	- COPECO
- Sr. Marcio Rodríguez	- SANAA
- Sr. Kenneth Rivera	- SERNA
- Sr. Mario Castañeda	- SERNA
- Sr. Rafael Trimino	- AMDC

### 1.5 PROGRAMA DEL ESTUDIO

El programa del Estudio se muestra en la *Figura 1.4* junto con el programa de personal.

Año		2001												2002				
Mes		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Programa del Estudio																		
Items de trabajo																		
Trabajos preparatorios		☐																
Plan maestro de prevención de desastres			■	■	■	■	■	■	■									
Preparación de Informe Intermedio								☐										
Presentación de Informe Intermedio									■									
Estudio de Factibilidad en los proyecto(s) prioritarios										■	■	■	■					
Preparación del Borrador del Informe Final													☐					
Presentación del Borrador del Informe Final																■		
Preparación del Informe Final																		☐
Programa de Informes		IC/R				P/R(1)		IT/R		P/R(2)				DF/R				F/R
Programa del personal																		
Cargo	Nombre																	
Líder de la Misión/Planeamiento de prevención de desastres	Mitsuo MIURA	☐	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	☐
Prevención de deslizamientos de tierra	Kozo TAKAHASHI				■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Control de inundaciones	Takuro TERASHIMA	☐			■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Hidrología/Hidráulica	Chaisak SRIPADUNGTHAM				■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Topografía/geología para deslizamientos de tierra	Kaoru NAKAZATO				■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Planeamiento del uso de la tierra	Hiroshi TANAKA					■	■	■	■	■	■	■	■					
Administración de cuenca hidrológica	Valerio GUTIERREZ		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Investigación geodésica	Kazuhiro ISHIZUKA		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
GIS (1)	Kouji OOIKE					■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Diseño de instalaciones/estimación de costo	Takahiro GOTO					■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Socioeconomía/evaluación de proyecto	Ryo MATSUMARU					■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	■
Medio ambiente	Somasundaram JAYAMOHAN					■	■	■	■	■	■	■	■					
Organizaciones/instituciones	Yoshiaki KANEKO		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Intérprete	Hideo SAKURABA	☐	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	☐	■	■	■	☐
Coordinación del Estudio/GIS (2)	Kenji MORITA				■	■	■	■	■	■	■	■	■					

Figura 1.4 Programa del Estudio

### 1.6 CONTENIDOS DEL INFORME

El Borrador del informe Final está compuesto de los siguientes contenidos:

#### Informe principal

El informe principal contiene todos los resultados del Estudio incluyendo el Plan Maestro y el resultado del Estudio de Factibilidad de los proyectos prioritarios.

#### Informe de apoyo

Cada campo de estudio se describe con detalle en los siguientes diecisiete (17) documentos;

- Apoyo A Mapeo por fotos aéreas /levantamiento del río y tierra
- Apoyo B Reconocimiento geológico
- Apoyo C Análisis hidrológico/hidráulico
- Apoyo D Reconocimiento del material del lecho del río
- Apoyo E Consideraciones del medio ambiente
- Apoyo F Plan de mitigación de daños por inundación
- Apoyo G Plan de mitigación de daños por deslizamientos de tierra

## Capítulo 1 : Introducción

- Apoyo H Mapa de amenaza y mapa de riesgo por GIS
- Apoyo I Administración de cuenca
- Apoyo J Plan de uso de suelo
- Apoyo K Plan de instalaciones/estimación de costos
- Apoyo L Consideración organizacional/institucional
- Apoyo M Taller de trabajo participativo
- Apoyo N Reconocimiento de daños por inundación/deslizamientos de tierra
- Apoyo O Análisis económico/financiero
- Apoyo P Plan de educación/enseñanza y capacitación
- Apoyo Q Sistema de información de administración de desastres

### Libro de datos

El libro de datos contiene los datos obtenidos en el Estudio.

### Manual de instrucciones de GIS

El manual de instrucciones de GIS contiene instrucciones para manipular la base de datos GIS creada en este Estudio.

### Mapas

Los mapas contienen siete mapas importantes creados en este Estudio.

### Sumario

El sumario ejecutivo capta la esencia del Estudio en forma compacta.

## **1.7 PÁGINA DE INTERNET DEL ESTUDIO**

Se creó una página de Internet del Estudio y se puso en el sitio de la red. La página de Internet se transfirió a SOPTRAVI para la utilización en el futuro para la prevención de desastres y el mantenimiento del sitio. La dirección de la página de Internet es la siguiente;

URL:<http://www.hondutel.hn/jica/index.html>

**CAPITULO 2**  
**CONDICIONES EXISTENTES**

## CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

### 2.1 CONDICIONES NATURALES

#### 2.1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL ÁREA DEL ESTUDIO

El Área del Estudio está situada en la cuenca superior del río Choluteca y en un área montañosa con altitud entre 900 m y 2,200 m s.n.m.(Figura 1.1) Es un área de aproximadamente 820 km<sup>2</sup> y está dividida en las sub-cuencas del río Choluteca, *es decir* la cuenca del río Guacerique, la cuenca del río Grande, la cuenca del río San José y la cuenca del río Chiquito.

La geología dentro y alrededor del Área del Estudio está dividida aproximadamente en el Grupo Valle de Angeles del Período Cretáceo, Formación de Matagalpa del Período Paleógeno y Grupo Padre Miguel del Período Terciario y depósito volcánico del Período Cuaternario. Las lavas basálticas del Período de Cuaternario temprano cubren el Grupo Padre Miguel, Formación de Matagalpa y las rocas de base están cubiertas por depósito de terraza, depósito de talud detrítico, y depósito fluvial del período Cuaternario en cantidades limitadas. La Figura 2.1 muestra el mapa geológico del Área objeto del Estudio.

#### 2.1.2 TOPOGRAFÍA DEL ÁREA OBJETO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRES

El Área objeto para la prevención de desastres es el área urbana de Tegucigalpa, como se muestra en la Figura 1.2. El área total es de 105 km<sup>2</sup> y la elevación del área urbana es de entre 900 m y 1,400 m s.n.m. El área tiene cuenca topográfica compuesta de valles del río Choluteca y sus afluentes. La Figura 2.2 muestra la topografía del Área objeto para la Prevención de Desastres.

La Figura 2.3 muestra el mapa de altitudes del área. Se observa un terreno comparativamente plano con altitudes entre 940 m y 1040 m s.n.m., franja donde está la mayoría del área urbana de la ciudad. Fuera del área plana, existen extensiones montañosas con altitudes de más de 1040 m s.n.m., donde la densidad de la población es baja.

La Figura 2.4 muestra distribución de ángulos de taludes del área. El área de taludes con ángulos más de 30 grados ocupa el 8 % del área total. El área con taludes empinados está distribuida a lo largo del tronco principal y afluentes del río Choluteca.

#### 2.1.3 GEOLOGÍA DEL ÁREA OBJETO PARA LA PREVENCIÓN DE DESASTRE

##### (1) Geología General

La geología del Área objeto para la prevención de desastres se compone del Grupo Valle de Anteles en el Período Cretáceo, la Formación Matagalpa en el Período Paleógeno, el Grupo Padre Miguel en el Período Terciario y los depósitos volcánicos del Cuaternario. La sucesión de estratos en el Área objeto es básicamente la siguiente:

- Rocas sedimentarias de la edad Cretácea como base,
- Rocas volcánicas de la edad Terciaria que cubren las rocas Cretáceas y,
- Rocas volcánicas y rocas sedimentarias del Cuaternario que cubren las rocas Terciarias.

##### (2) Estratigrafía

La estratigrafía del Área objeto aparece en la Tabla 2.1. La Tabla 2.1 fue preparada mediante un reconocimiento de campo detallado en esta área. Las características de cada formación se

describen a continuación:

### **Grupo Valle de Angeles**

#### **Formación Villa Nueva (Kvn)**

Estas capas rojas son la formación basal del Grupo Valle de Angeles. Estas capas son principalmente de cuarzos conglomerados de matriz arenosa, con guijas y algunas capas de granos finos intercaladas. Algunos cuarzos conglomerados son muy duros y otros son más blandos. Los colores de estas capas varían de rojo en la parte más fina a morado en el material basto.

El espesor de estas capas varía de 10 cm a 200 cm. La edad se estima como Aptiano a Albiano (Por Finch, 1972). En algunos lugares, se contienen muchas venas de yeso desarrolladas en fracturas y estructuras plegadas. Las estructuras sedimentarias tienen pendiente normal y laminación sencilla. Los materiales de esta capa son fuertes en general. Sin embargo, los límites de capas son frágiles y se convierte en una superficie resbaladiza y potencial de deslizamiento.

#### **Formación Río Chiquito (Krc)**

Estas rocas superponen las capas de Kvn con conformidad. Se diferencian del Kvn debido al tamaño fino del grano.

Estas rocas están inclinadas y plegadas en varias direcciones. La deformación de esta capa la vuelve muy blanda y susceptible de erosión provocando muchos deslizamientos en el Área objeto. El espesor de esta capa varía de 2 cm a 30 cm o más. La edad de esta capa identificada por el polen corresponde al Cretáceo Superior. Las estructuras sedimentarias tienen laminación sencilla y pendiente normal.

Los límites entre Krc y Grupo Padre Miguel son particularmente inestables. A veces, la erosión que afecta esta capa, causa la caída de roca volcánica dura y fracturada de Padre Miguel que lo superpone.

#### **Formación Matagalpa (TM)**

Esta formación se compone de lavas basálticas y andesíticas y algunas capas de tobas básicas. Están ampliamente alteradas por la erosión y la alteración hidrotermal. La mayoría de los afloramientos tiene color verde y algunos son rojizos. Se ha alterado el feldespato para convertirse en arcilla blanca (argilizada), y anfíbol y piroxena han sido alterados a clorita y epidota. Esta formación se identifica por suelos de color gris claro que desarrollan en ella.

Estas rocas son susceptibles a erosión y se vuelve frágil fácilmente. Por lo tanto, la mayoría de los deslizamientos se observa en este tipo de formación y en límites con capas superiores.

### **Grupo Padre Miguel**

Este grupo está compuesto de las rocas más comunes en el área de Tegucigalpa. Estas son principalmente tobas riolíticas volcánicas, lavas riolíticas y capas sedimentarias de composición volcánica.

#### **Miembro Tpml:**

Este miembro es un depósito caótico sedimentario de color amarillo. No se encuentran estructuras sedimentarias en él y los granos bastos y más finos están distribuidos al azar. La matriz está compuesta de limo y ceniza volcánica. Las guijas son principalmente de las tobas riolíticas y dacíticas. Hay menos proporción de guijas de rocas areniscas rojas de Krc, tobas andesíticas gris verdoso(Tm), y Basaltos. Las guijas pueden ser angulares o sub-redondas y el tamaño varía de 0.1 cm a 40 cm con un promedio de 2-4 cm.

El depósito está lleno de una matriz de arenas medianas y finas. Este miembro estaba definido no como “lahar (corriente de barro en laderas de volcanes activos)” sino como flujo fangoso de alta viscosidad, porque los clastos no son básicamente contemporáneos de una erupción volcánica. La matriz está compuesta principalmente de ceniza volcánica y limo, y las piedras erráticas y guijas son principalmente volcánicas y en menos proporción son sedimentarias.

### **Tpm-1:**

Es una secuencia ignimbrítica inferior. En este miembro se encontraron principalmente tobas pómez riolíticas y también dacíticas/andesíticas. A veces, se parece a una toba pómez arenosa. El color varía de blanco, amarillo pálido a verde o rosado pálido.

En este miembro se encontraron principalmente tobas pómez riolíticas y también tobas dacíticas/andesíticas. El color varía de blanco, amarillo pálido a verde o rosado pálido. Estas son tobas masivas cuyo espesor llega de 15 a 20 metros en algunos afloramientos. Los fragmentos pómez tienen espesor promedio de 0.5 a 3.0 cm y se encontraron pocos líticos.

El límite entre esta capa y Krc es susceptible a deslizamientos.

### **Tpm-2:**

Es el miembro mediano de la secuencia ignimbrítica. Estas capas están relativamente blandas y consisten de tobas rayadas que aparecen en muchas áreas de Tegucigalpa. El espesor de esta capa varía de 1 metro a 20 m.

Las capas rayadas en estas rocas son susceptibles a deslizamientos. Se produjeron varios deslizamientos en estas capas rayadas.

### **Tcg:**

Este miembro se caracteriza por lavas riolíticas y tobas compuestas dacíticas. Es el miembro más duro del Grupo Padre Miguel y es fácil de reconocer por sus fracturas verticales existentes. Los flujos de lava riolítica incluidos en este miembro se caracterizan por la prevalencia de estructuras de flujo.

Este miembro forma altos afloramientos y taludes muy empinados. Por lo tanto, la mayoría de los derrumbamientos de taludes ocurrió en este miembro.

### **Tep:**

Es un miembro volcánico del Grupo Padre Miguel. Frecuentemente superpone Tcgy y Tpm con conformidad. Tep se caracteriza por la presencia de estructuras sedimentarias, tales como canales paleo, laminación, imbricación de graduación normal en clastos, laminación transversal y otros, y por buena selección de clastos. Este miembro está bastante estable.

### **Tpm-3:**

Este miembro es litológicamente similar a Tpm-1 y se define como tobas pómez que superpone Tep. Esta capa superpone Tep y Tcg.

El límite entre esta capa y Krc es susceptible a deslizamientos.

### **Cuaternario**

#### **Qa:**

Esta formación está marcada por la presencia de lava andesítica, tobas andesíticas y algunas tobas riolíticas.

Esta lava andesítica tiene color gris oscuro y la mayoría de ellos son porosas. El intervalo de unión varía entre 10 y 40 cm. Se presenta una textura porfirítica y parcialmente cuenta con granos finos. La roca está muy dura y se rompe en piezas afiladas. Las tobas andesíticas tienen diferentes colores desde el amarillo pálido y el amarillo hasta marrón rojizo.

Esta formación se erosiona y deteriora fácilmente. El material de toba se compone principalmente de pómez y ceniza fina. El intervalo de planos rayados es de 30 cm aproximadamente. El espesor de esta formación se estima entre 50 y 100 m. Hay grandes deslizamientos en esta formación.

#### **Qb:**

Esta formación se compone de flujos de lava basáltica con pequeños cristales y algunas escorias piroclásticas.

#### **Depósitos de Terraza:**

Hay muchos depósitos de terrazas localizados en el Área objeto. Dependiendo de su elevación, se dividen en Qe1, Qe2, y Qe3. El Qe2 se divide en dos diferentes unidades porque se compone de diferentes especies de clastos. El Qe2a está marcado por la inclusión de suelos morados cuyo origen es Krc. El Qe2b está marcado por la inclusión de materiales gris o de gris pálido.

#### **Qal:**

Son depósitos aluviales jóvenes, localizados en muchas áreas a lo largo de los ríos.

#### **Dt:**

Estos depósitos están localizados principalmente en taludes altos a lo largo de valle y al pie de taludes.

### **(3) Mapa Geológico del Área Objeto**

Los resultados del estudio de campo geológico fueron compilados como un mapa geológico con la escala de 1/10,000. La *Figura 2.5* muestra el mapa geológico del Área objeto.

La *Figura 2.6* muestra perfiles geológicos típicos del Área objeto.



## 2.1.4 HIDROLOGÍA

### (1) Generalidades

La precipitación anual en el Área del Estudio varía entre 800 mm y 1,500 mm y el promedio del área es de 1,000 mm/año. La *Figura 2.7* muestra un mapa isoyeta del área. De acuerdo con la figura, la cantidad de precipitación es como 1,200 mm hasta 1,400 mm en la cuenca del río Guacerique, el río Grande y en la Montaña La Tigra. Por otra parte, la cantidad de precipitación en el área sudeste, las cuencas del río Sabacuante y el río Canoas es tan poca como 850 mm. La evaporación anual estimada por la precipitación y escorrentía anuales es de 800 mm.

### (2) Precipitación

Los datos de precipitación disponibles en la estación meteorológica de SMN y SANAA en la cuenca son los siguientes:

**Tabla 2.2 Estaciones de Precipitación en el Área del Estudio**

Cuenca	Estación	Dato Registrado	
		Años	Periodo
Grande	Concepción	10	1990 - 1999
	La Brea	15	1972 - 1986
San José	Villa Real	10	1991 - Actual
	El Aguacate	18	1973 - 1990
Guacerique	Batallón	38	1963 - Actual
	Quebra Montes	9	1992 - Actual
Chiquito	Nuevo Rosario	9	1993 - 1999
Tegucigalpa	Toncontín	50	1951 - Actual

Fuente: SMN y SANAA

Los datos de precipitación se registran regularmente cuatro veces al día a las 6:00, 12:00, 18:00 y 24:00. La precipitación diaria es la suma de estos datos registrados.

La máxima, mínima y promedio anual de precipitación se muestran en la *Tabla 2.3*.

**Tabla 2.3 Precipitación Anual en el Área del Estudio**

Cuenca	Estación	Lluvias (mm/año)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Grande	Concepción	1,563	409	920
San José	Villa Real y El Aguacate	1,377	314	846
San José	Villareal y El Aguacate	1,377	314	846
Guacerique	Batallón y Quebra Montes	1,620	316	981
Chiquito	Nuevo Rosario	2,619	1,301	1,719
Tegucigalpa	Toncontín	1,274	453	866

### (3) Nivel de Agua y Descarga

Los datos sobre el nivel de agua y la descarga están disponibles en las estaciones de aforo de SANAA y SERNA en el Área del Estudio, como se muestra en la *Tabla 2.4*.

**Tabla 2.4 Estaciones de Aforo en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa**

Cuenca	Estación	Tipo	Datos registrados	
			Años	Periodo
Grande	Concepción	No-diario	14	1977 - Actual
San José	El Incienso	Diario y No-diario	16 7	1971 – 1986, 1993 – Actual
	El Aguacate	Diario y No-diario	29	1970 – Actual
Guacerique	Batallón	Diario	10	1964 – 1973
	Quiebra Montes	Diario y No-diario	11	1990 – Actual
	Guacerique	Diario y No-diario	19	1982 – Actual
	Los Laureles	Diario	2	1999 – Actual

Fuente: SANAA

La ubicación de estaciones de medición de precipitaciones y caudal se muestra en la *Figura 2.8*.

En general, los datos sobre el nivel de agua se registran regularmente dos veces al día por la mañana y por la tarde, estos datos se llaman datos diarios. Sin embargo, algunas estaciones fueron severamente dañadas por el Huracán Mitch en 1998 y la medición se realizaba irregularmente, estos datos se llaman datos no-diarios.

La descarga máxima anual, promedio y mínima de estaciones principales registradas se muestra en la *Tabla 2.5*.

**Tabla 2.5 Descarga Promedio en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa**

Cuenca	Estación	Descarga (m <sup>3</sup> /s)		
		Máxima	Mínima	Promedio
Grande	Concepción	9.96	0.072	0.895
San José	El Incienso	36.70	0.005	0.359
	El Aguacate	88.80	0.001	0.427
Guacerique	Quibra Montes	10.90	0.040	0.566
	Guacerique II	217.00	0.011	1.393

#### (4) Instalaciones de Observación Meteorológica Existentes

Las instalaciones de observación meteorológica existentes se muestran en la *Tabla 2.6*.

**Tabla 2.6 Instalaciones de Observación Meteorológica Existentes en el Área del Estudio**

colectora	Estación	Item	Duración	Método	Frecuencia
<b>Grande</b>	Concepción	Precipitaciones	1990 - Actual	HMO	Diario
		Nivel de agua	1997 - Actual	HP	No diario
	Labrea	Precipitaciones	1972 - 1986	PV	Diario
	Lepaterique	Precipitaciones	1969 - Actual	PV	Diario
<b>Sabacuante</b>	VillÁreal	Precipitaciones	1991 - Actual	HMO	Diario
	El Aguacate	Precipitaciones	1973 - 1990	HMO	Diario
		Nivel de agua	1970 - Actual	HP	Diario y no diario
<b>Guacerique</b>	Batallón	Precipitaciones	1963 - Actual	HMO	Diario
		Nivel de agua	1964 - 1973	HP	Diario
	Guacerique II	Nivel de agua	1982 - Actual	HP	Diario y no diario
	Quebra Montes	Precipitaciones	1992 - Actual	HMO	Diario
		Nivel de agua	1990 - Actual	HP	Diario y no diario
	Los Laureles	Nivel de agua	1999 - Actual	LN	Diario
<b>Tatumbla</b>	El Incienso	Precipitaciones	1970 - 1990	HMO	Diario
		Nivel de agua	1971 - 1986	HP	Diario
			1993 - Actual	HP	No diario
<b>Chiquito</b>	Nuevo Rosario	Precipitaciones	1993 - Actual	PV	Diario
<b>Choluteca</b>	Toncontín	Precipitaciones	1951 - Actual	HMP	Diario
	Chile	Precipitaciones	2001 - Actual	LN	Diario

Nota

- HMO = Sistema hidro-meteorológico ordinario
- PV = Sistema de pluviómetro
- HMP = Sistema hidro- meteorológico principal
- HP = Sistema hidrométrico principal
- LN = Sistema telemétrico

Los problemas de las instalaciones de observación meteorológica existentes son los siguientes:

- Hay sólo tres estaciones telemétricas en todo el Área del Estudio: la estación Los Laureles en la cuenca del río Guacerique, la estación Concepción en la cuenca del río Grande y la estación de Choluteca en el río abajo, pero estas fueron construidas recientemente y sólo tienen registros de corto plazo.
- Los datos de precipitación y nivel del agua de las demás estaciones se registran con registradores automáticos o manualmente por el personal de SERNA o SANAA. Sin embargo, muchas estaciones fueron dañadas gravemente por el Huracán Mitch y no han sido reparadas todavía.
- Después del Huracán Mitch, el nivel del agua en muchas estaciones se midió manualmente usando medidores con una frecuencia de dos veces al día. Pero estos datos no son útiles para el análisis porque no representan las características de flujo tales como máximo, mínimo o promedio.
- Debido al registro manual, algunos datos faltan o están mal anotados

Considerando la importancia de la información meteorológica para hacer frente a los problemas de inundación y deslizamiento en esta área, es necesario mejorar la red de observaciones meteorológicas.

### 2.1.5 MEDIO AMBIENTE NATURAL

El medio ambiente del río en Tegucigalpa se ha deteriorado severamente. Los ríos en la ciudad son básicamente negros y producen un mal olor ofensivo.

Los ríos de la ciudad, al igual que los de otras ciudades latinoamericanas, sirven como desagües

al aire libre para la descarga de aguas servidas sin tratar, proveniente de todo tipo de usos de origen doméstico, institucional, comercial e industrial. Además, este continuo desagüe de aguas servidas sin tratar en los ríos provocó la contaminación del lecho de los ríos donde la superficie del lecho está cubierta virtualmente por fango de las aguas servidas más que por el suelo natural, especialmente en los tramos del río con baja velocidad de flujo. En efecto, los ríos de la ciudad están básicamente y ecológicamente muertos sin tener otros usos benéficos que como desagües abiertos para la descarga de aguas servidas sin tratar.

Debido a este medio ambiente deteriorado, la flora y la fauna a lo largo del Río Choluteca son pobres en el Área objeto para la prevención de desastres.

## **2.2 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS**

### **2.2.1 GENERALIDADES**

La República de Honduras está ubicada en la región de América Central, y tiene fronteras con la República de Guatemala en el Oeste, El Salvador en el Sur y Nicaragua en el Este y Sudeste. Honduras tiene una extensión de 112.492 km<sup>2</sup> y una población de aproximadamente 6 millones.

Es un país en vías de desarrollo con la agricultura como su base económica. El país tiene uno de los más bajos Producto Interior Bruto (PIB) en Centroamérica. Las exportaciones principales son banano, café y madera. Estas industrias basadas en la agricultura emplean el 60 % de los trabajadores comunes y proporciona el 80 % de la exportaciones del país.

### **2.2.2 POBLACIÓN DE ÁREA METROPOLITANA DE TEGUCIGALPA**

El último dato de población autorizado es el Censo Nacional de Población y familias realizado por la Dirección General de Estadísticas y Censos (DGEC) en 1988. El resultado final del censo del 2001 todavía no se ha publicado. El censo concluyó que la población urbana de Tegucigalpa en 1988 fue de 577.661 habitantes. Luego del censo en 1988, la población se ha proyectado en varias formas, sin embargo, hay una diferencia substancial entre ellas y cada una apenas tiene justificación sólida. Debido a la falta de sistema de registro de residentes apropiado en Honduras, la actual población es sólo un valor estimado.

La última población estimada confiable se presentó en el proyecto titulado “El Estudio sobre Sistema de Suministro de Agua Potable para la zona urbana de Tegucigalpa”, (de aquí en adelante “el Estudio de Suministro de Agua Potable”), realizado por JICA en 2000. El Estudio de Suministro de Agua Potable estima la actual población de Tegucigalpa en aproximadamente 932,000, basado en el número de familias dado por el pre-censo de 2000, que DGEC preparó para el Censo 2000, y el tamaño promedio de cada familia está dado por el Estudio de Cuestionario de Propósito Múltiple Permanente de Familias (EPHPM) realizado por DGEC en marzo de 1999.

### **2.2.3 PIB Y OTROS INDICADORES ECONÓMICOS**

Honduras es un cuarto país más pobre en América Latina con un ingreso per capita anual de US\$ 650 aproximadamente; más del 65 % de su población vive en la pobreza. El PIB per capita en 1999 cayó en un 4.6 % reflejando la empeorada situación económica causada por el Huracán Mitch. La *Tabla 2.7* muestra el PIB de Honduras en los últimos 10 años.

**Tabla 2.7 PIB de Honduras**

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PIB (millones US\$)	3,091	3,191	3,371	3,581	3,534	3,678	3,811	4,004	4,122	4,044
PIB per Capita (US\$)	633.5	634.7	650.7	671.1	643.3	650.6	655.3	669.5	670.5	640.3

Fuente: Sitio de WEB del BID, [www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm](http://www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm)

Para la ciudad de Tegucigalpa, el PIB regional per capita alcanzó casi US\$ 900 en 2000.

Como el gobierno de Honduras no pudo cubrir todo el costo de manejo y desarrollo del país con el ingreso de impuestos a la renta, es necesario introducir recursos financieros externos al país. La *Tabla 2.8* muestra la situación de la deuda externa.

**Tabla 2.8 Deuda Externa**

Unidad: millones de US\$

Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Deuda Total	3,396	3,614	4,077	4,436	4,570	4,533	4,710	5,002
Préstamo público bilateral	1,089	1,163	1,307	1,470	1,455	1,412	1,368	1,404
Préstamo público multilateral	1,658	1,801	1,952	2,062	2,153	2,109	2,312	2,379
Servicio de deuda total	307	377	361	433	553	564	505	505
Servicio de deuda para préstamo bilateral	55	68	73	82	135	69	106	108
Servicio de deuda para préstamo multilateral	186	229	214	262	262	336	219	211

Fuente: Sitio de WEB del BID, [www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm](http://www.iadb.org/int/sta/ENGLISH/brptnet/english/hndbrpt.htm)

La economía hondureña está sufriendo una inflación severa al igual que otros países latinoamericanos. La *Tabla 2.9* muestra la tasa de crecimiento anual del índice de precios al consumidor (IPC). El promedio anual de la inflación durante la década de 1990 fue el 19.0 % al año.

**Tabla 2.9 Índice de Precios al Consumidor**

Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Tasa de crecimiento anual de IPC (%)	23.3	34.0	8.7	10.8	21.7	29.5	23.8	20.2	13.7	11.6
IPC (año 1990 = 100)	100	134	146	161	196	254	315	379	430	480

Fuente: El Estudio sobre Sistema de Suministro de Agua Potable para Área Urbana de Tegucigalpa, JICA, 2000

## 2.2.4 USO DE SUELO

### (1) Uso de Suelo en el Área del Estudio

El último mapa de uso de suelo del Área del Estudio fue elaborado en 1983 como parte del estudio de propiedades del suelo y características de vegetación del Departamento de Francisco Morazán. (Estudio de Suelos a Reconocimiento del Departamento de Francisco Morazán/Informe Técnico de Vegetación del Departamento de Francisco Morazán, 1983,

Dirección Ejecutiva del Catastro Nacional). Basándose en este mapa de uso de suelo y en las fotos aéreas de marzo de 1999, el actual mapa de uso de suelo del Área del Estudio de 820 km<sup>2</sup> se preparó como se presenta en la *Figura 2.9*. En el mapa fue revisada la parte del área urbana conforme a los datos de uso de suelo obtenidos de las ortofotos preparadas en el Estudio. La *Tabla 2.10* muestra el uso de suelo en el Área del Estudio.

**Tabla 2.10 Actual Uso de Suelo en el Área del Estudio**

Categoría de uso de suelo	Área del Estudio	
	Unidad: ha	Porcentaje
Bosque y arbustos	37,534.2	45.80%
Tierras de arbustos	13,152.7	16.05%
Tierras de pastoreo y pasto	18,566.2	22.65%
Tierras agrícolas	4734.0	5.77%
Cuerpos de agua	290.3	0.35%
Área urbana de alta densidad	6,140.7	7.49%
Área de asentamiento	1,488.7	1.82%
Aeropuerto	59.0	0.07%
Total	81,965.8	100.00%

## (2) Uso de Suelo en el Área Objeto

Se investigó el actual uso de suelo del Área objeto para la prevención de desastres basándose en las ortofotos con la escala de 1/10,000 tomadas en febrero de 2001 y el mapa topográfico con la escala de 1/5,000 preparado a partir de las ortofotos.

La *Figura 2.10* muestra el uso de suelo del Área objeto para la prevención de desastres. La *Figura 2.11* muestra la distribución del área edificada en el Área objeto para la prevención de desastres. La *Tabla 2.11* muestra el actual uso de suelo en el Área objeto para la prevención de desastres.

**Tabla 2.11 Actual Uso de Suelo en el Área Objeto**

Categoría de uso de suelo	(ha)	Porcentaje	Clasificación de área residencial	(ha)	Porcentaje
Comercial	310.1	3.0%	R-1: Residencial 250 hab. / há	1,876.2	65.1%
de protocolo y negocios	27.8	0.3%	R-2: Residencial 400 hab./há	643.4	22.3%
Instalaciones públicas	157.0	1.5%	R-3: Residencial 500 hab./há	179.1	6.2%
Residencial: R-1 a R-5	2,880.7	27.4%	R-4: Residencial 800 hab./há	147.2	5.1%
industrial	121.5	1.2%	R-5: Residencial >800 hab./há	34.8	1.2%
Instalaciones militares	132.7	1.3%	Total	2,880.7	100.0%
Aeropuerto	59.0	0.6%			
Carreteras y calles	1,940.5	18.5%			
Parques y áreas verdes	201.8	1.9%			
Cementerio	25.5	0.2%			
Campo de deportes	51.9	0.5%			
Bosques y arbustos	973.5	9.3%			
de reserva del río	389.5	3.7%			
Reserva	46.3	0.4%			
Espacio vacío	3,178.3	30.3%			
Total	10,496.0	100.0%			

Nota: Los valores límite fueron determinados mediante las discusiones con el Metro Plan en la oficina municipal.

### 2.2.5 ÁREA HISTÓRICA

Las ciudades de Tegucigalpa y Comayagüela tienen un gran número de edificios con valor histórico declarados como Monumentos Nacionales por el acuerdo municipal de abril de 1977.

En abril de 1994, la oficina del alcalde municipal del Distrito Central y el Instituto Hondureño de Antropología e Historia firmaron un acuerdo para la “Conservación del Histórica de Tegucigalpa/Comayagüela y Áreas Vecinas” tal como aparece en la *Figura 2.12*.

## 2.3 CONDICIÓN DEL RÍO

### 2.3.1 CUENCA

Como consecuencia de la expansión urbana de Tegucigalpa, existe una deforestación continua en áreas para la construcción de viviendas, industrias u otras instalaciones. Bosques se fueron talando para cubrir las necesidades de leñas en zonas cerca de áreas urbanas. Otros problemas son los numerosos incendios forestales producidos en todas las estaciones secas. Los incendios forestales dejan el suelo sin cubierta vegetal dando lugar a la erosión.

En el Estudio se estimaron las características de erosión utilizando la Ecuación de Pérdida de Suelo Universal (USLE). El Área del Estudio se dividió en 27 micro-cuencas y se aplicó la USLE para cada micro-cuenca, para obtener la distribución de erosión del suelo. (Refiérase el Apoyo I)

La *Figura 2.13* muestra la distribución de la erosión potencial en el Área del Estudio. Hay seis (6) micro-cuencas clasificadas como de erosión potencial grande que son Chiquito, Mololoa, Choluteca, Qda. Grande, Sabacuante y Laguna del Pescado. Por lo tanto, las restantes corresponden a una erosión potencial moderada y ligera. La acumulación promedio de toda el Área del Estudio es de 0.4 mm/año y de acuerdo con esta estimación, el grado de erosión del suelo de la cuenca no es demasiado grave.

### 2.3.2 CARACTERÍSTICAS DEL RÍO

#### (1) Río Choluteca

El Río Choluteca nace en la Ciudad de Tegucigalpa y fluye hacia el norte. El río vuelve al sur en el medio de su curso y finalmente desemboca en el Golfo de Fonseca en el Océano Pacífico. Su longitud total es de 320 km y el área colectora es de 7,465 km<sup>2</sup>.

La parte superior del Río Choluteca en el Área del Estudio fluye del sur al norte en la Ciudad de Tegucigalpa. El curso principal del Río Choluteca se llama Río Grande en su parte superior y tiene afluentes tales como los Ríos San José, Guacerique, Chiquito, Sapo y Cacao. La *Figura 2.14* muestra el río Choluteca en el Área objeto con el número de mojones del levantamiento del río. La condición del banco y los terrenos posteriores que rodean la cuenca del Río Choluteca en le Área objeto se muestran en la *Tabla. 2.12*.

#### (2) Río Grande

Es el principal tronco de la parte superior del Río Choluteca. Su área colectora es de aproximadamente 258 km<sup>2</sup> con una pendiente de 1/30-1/60. La represa de Concepción operada por SANAA está sobre este río. La represa está equipada con un vertedero de flujo libre con la capacidad de 950 m<sup>3</sup>/s. Durante el Mitch, una inundación con su valor de pico de alrededor de 850 m<sup>3</sup>/s se descargó a través del vertedero. Sobre su afluente llamado arroyo Qu La Lagura, hay un lago llamado Laguna del Pescado, creada por un antiguo deslizamiento.

### **(3) Río San José**

Fluye hacia abajo desde el sudeste hacia el Río Choluteca. El área colectora del Río San José es de 169 km<sup>2</sup>. Su pendiente es de 1/10-1/50. No hay presa en esta cuenca, pero SANAA está estudiando construir una presa en Sabacuante.

### **(4) Río Guacerique**

Fluye desde las montañas del oeste hacia el Río Choluteca en el área urbana de Tegucigalpa. Su área colectora es de aproximadamente 244 km<sup>2</sup> y su pendiente es de 1/30. La represa de Los Laureles de SANAA está localizada sobre el río. El vertedero de la presa está equipado con una compuerta de caucho de 3 m de altura y 68 m de largo. Durante el Huracán Mitch, la presa de caucho no se contrajo y el flujo de inundación sobrepasó la represa de caucho así como la presa lateral, causando una descarga pico de 1,200 m<sup>3</sup> /seg. aproximadamente.

### **(5) Río Chiquito**

Fluye desde el lado del cerro del este en la Ciudad de Tegucigalpa. El área colectora del Río Chiquito es de 90 km<sup>2</sup> y su pendiente es de 1/10-1/50. La topografía de la cuenca es bastante plana y no hay plan para presas en la cuenca. Por consiguiente, no se ha nombrado esta cuenca como área de conservación para el desarrollo de recursos de agua y recientemente se están construyendo muchas viviendas.

### **(6) Quebrada de Sapo**

Está localizado en de el área oeste de cerros en la Ciudad de Tegucigalpa. La pendiente del río está muy empinada, de 1/50. Su área colectora es de 3 km<sup>2</sup>. Su parte inferior es un canal de hormigón artificial de 5 m de ancho y 3 m de profundidad. La confluencia con el Río Choluteca está localizada en C51. Su salida es un tubo de alcantarillado, con un diámetro de 3 m. El tubo de alcantarillado tiene 600 m de largo y con una pendiente de 1/80.

Durante el Huracán Mitch, la boca de salida quedó tapada por los sedimentos del Río Choluteca y ocurrió una inundación cerca de la entrada del tubo de alcantarillado. La salida del tubo de alcantarillado está todavía medio sumergida, haciendo la capacidad de descarga de la quebrada de Sapo más pequeña que antes.

### **(7) Quebrada de Cacao**

Su confluencia con el Río Choluteca se localiza aguas abajo del Puente Chile en C39. Su pendiente es de aproximadamente 1/8 y su área colectora es 3 km<sup>2</sup>. La vía fluvial está en su mayoría compuesta de muros de hormigón artificiales y con grava natural y lecho de guijarros. El ancho del canal es de aproximadamente 8m y la profundidad es de 2m. El canal cambia su curso al norte perpendicularmente cerca del Río Choluteca y su mal-formación provoca una repentina disminución de la velocidad del flujo y se depositan sedimentos en el área. Durante el Huracán Mitch, algunas casas en la orilla del río fueron destruidas por el flujo de escombros.

### **(8) Quebrada de Bambú**

Se localiza a 2 km aguas arriba del Río Chiquito desde la confluencia con el Río Choluteca. Su área colectora es de aproximadamente 0.3 km<sup>2</sup>. Se conecta al Río Chiquito por una alcantarilla con 1 m de diámetro aproximado. El largo de alcantarilla es de 400 m. Durante el Huracán Mitch, el agua de inundación reboseó del tubo de alcantarillado y provocó inundación en el área vecina.



## (9) Laguna del Pescado

Es una laguna pequeña de aproximadamente 100,000 m<sup>2</sup> localizada a lo largo del arroyo Qu La Lagura, que es uno de los afluentes del Río Grande, aproximadamente a 1.3 km aguas arriba de la confluencia con el Río. La Laguna del Pescado fue formada por un antiguo deslizamiento que encerró el flujo del río. Durante el Huracán Mitch, se formó una presa natural en la salida de la Laguna por un nuevo deslizamiento, y consecuentemente fue sobrepasada por la inundación. El nivel máximo de agua en aquel tiempo era de aproximadamente 8m más alto que el actual nivel. deEl colapso de la represa y el consecuente flujo violento causaron daños por la inundación aguas abajo.

El área de la laguna se disminuyó de 0.3 km<sup>2</sup> antes del evento a 0.15 km<sup>2</sup> después, encogiéndose a la mitad de su tamaño anterior. Se estima que un volumen de agua de más de 1.5 millones m<sup>3</sup> generó un flujo de descarga máxima de 1,000m<sup>3</sup>/seg..

### 2.3.3 CAPACIDAD DEL RÍO

Para comprender las características del río, se hizo un reconocimiento intensivo a lo largo del río. Se estudió el ancho, el perfil y la actual capacidad de cada sección del río en un largo de 30 km incluyendo los Ríos Cholteca, Cuacerique, Chiquito y Sapo.

La Figura 2.15 muestra el ancho del río actual. Se observa que a 4.8 km y 4.9 km del punto A, el ancho de río es muy angosto comparado con otras partes del río. Estos dos puntos corresponden al curso de río cerca de deslizamiento de Berrinche, donde la masa de deslizamiento está invadiendo el curso del río y apretando el ancho. Excepto estos los dos puntos, el ancho del río es suficiente al comparar con el ancho diseñado que se describirá más adelante.

La Figura 2.16 muestra el perfil del río actual. Se observa que el río original tiene un perfil bastante uniforme con una pendiente de 1/190 a 1/250.

La Figura 2.17 muestra la capacidad de descarga de cada sección del río calculado por un modelo de flujo no-uniforme. Indica que la capacidad del río es comparativamente pequeña a entre 3 y 10 km del punto A. Especialmente, en C48 y C49, la capacidad de descarga es de 300m<sup>3</sup>/s y su período de retorno es menos de un año. Si esto se compara con la Figura 2.15, se ve claramente que la mala capacidad del río no es a causa del ancho angosto del canal, sino a causa de los sedimentos del río excepto C48 y C49, donde el deslizamiento de tierra de Berrinche está invadiendo el río.

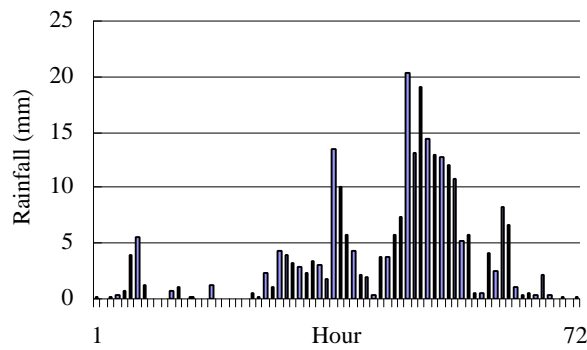
Por consiguiente, dos principales causas de mala capacidad del río son;

- Canal estrecho en Berrinche (a 5 km del punto A, C48-C50) y,
- Sedimento entre 3 km y 10 km del punto A, (C30-C100)

### 2.3.4 PRECIPITACIONES POR EL HURACÁN MITCH

#### (1) Patrón de Precipitaciones

Sólo hay una estación de precipitación en el área donde se obtuvieron los datos de precipitaciones durante el Huracán Mitch. El patrón de precipitaciones por hora en la estación Toncontín durante el Huracán Mitch tuvo en su pico de 120 mm el 30 de octubre de 1998 y el total de precipitaciones en 72 horas fue de 256 mm. El patrón de precipitaciones es el siguiente;



**Figura 2.18 Precipitaciones Registradas en Toncontín durante el Huracán Mitch**

**(2) Distribución de Precipitaciones en el Área**

Aunque el período de la tormenta durante el Huracán Mitch fue de unos 3 días, hubo precipitaciones continuas durante unas 48 horas por toda la región. La distribución de las lluvias para los 2 días en todas las estaciones fue aparentemente uniforme. La comparación de 1 día y de 2 días de las precipitaciones aparece en la *Tabla 2.13*.

**Tabla 2.13 Precipitaciones Máximas durante el Huracán Mitch**

Cuenca	Estación	Lluvia de 1 día (mm)	Lluvia de 2 días (mm)
Grande	Concepción	220.3	289.30
San José	Aguacate y VillÁreal	236.3	275.20
Guacerique	Batallón y Quiebra Montes	215.0	232.80
Chiquito	Nuevo Rosario	145.7	245.40
Choluteca en Tegucigalpa	Toncontín	120.4	240.70

**(3) Período de Retorno de la Cantidad de Precipitaciones**

Como la cantidad de precipitaciones de 2 días es uniforme en el área tal como aparece en la tabla de arriba, se calcularon y analizaron las máximas precipitaciones de 2 días. El análisis de período de retorno en la estación Toncontín aparece en la *Figura 2.19*. De acuerdo con la figura, el período de retorno de las precipitaciones por el Huracán Mitch es de unos 500 años.

**2.3.5 INUNDACIÓN DURANTE EL HURACÁN MITCH**

**(1) Investigación de Nivel de Agua Alto**

En este Estudio, se investigaron los niveles de agua altos durante el Huracán Mitch. El levantamiento se llevó en todas las secciones transversales de levantamiento del río. El intervalo del reconocimiento es cada 100 m y en Comayagüela, donde se inundó un área grande, la profundidad fue estudiada a cada encrucijada del área.

La investigación se hizo a través de entrevistas con los residentes que tuvieron experiencia del Huracán Mitch. Se hizo un reconocimiento de la elevación del nivel de agua alto desde los puntos conocidos a través del levantamiento del río.

El resultado de la investigación de los niveles de agua altos se muestra en la *Figura 2.20*. El resultado del reconocimiento detallado está en el libro de datos.

**(2) Condición de Inundación y Estudio de Daños por USGS**

El USGS implementó un reconocimiento preliminar de daños y condiciones de inundación luego del Huracán Mitch en 1998. La secuencia de daños de la inundación fue como sigue:

**Tabla 2.14 Reconocimiento de Condición y Daños de Inundación durante el Huracán Mitch**

Fecha	Tiempo	Condición y Daño
30 de octubre	22:45	Vertedero de la represa de Los Laureles sobrepasado
30 de octubre	23:00	Laguna del Pescado colapsado
30 de octubre	22:00 – 24:00	Violenta erosión y deslizamiento ocurrido en el puente El País
30 – 31 de octubre	23:00 – 6:00	Flujo saliente en el pico para la represa de Concepción
30 de octubre	24:00	Río Chiquito estuvo en el pico
30 – 31 de octubre	24:00 – 1:00	Deslizamiento ocurrió en muchos lugares
31 de octubre	1:00	Flujo al Puente Chile estuvo en el pico
31 de octubre	Mañana	Deslizamiento ocurrido en Berrinche

Fuente : “Reconocimiento de respuestas sobre el Huracán en Honduras en 1998” por USGS

**(3) Reconocimiento de inundación en el Estudio**

En el Estudio, se realizaron entrevistas con residentes sobre la hora pico de la descarga de inundación en el puente Mallol. Se encontró que el nivel de agua más alto apareció entre 24:00 del 30 y 1:00 del 31 de octubre, mientras que el bloqueo del Río Choluteca por el deslizamiento de Berrinche ocurrió al amanecer del 31 de octubre. Según esta observación, se encuentra que la subida del nivel de agua causado por el deslizamiento de Berrinche fue más menos que el máximo nivel de agua presentado durante el fenómeno de la inundación.

**2.3.6 SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN DEL HURACÁN MITCH**

Se construyó un modelo matemático del actual Río Choluteca y se hizo una simulación del fenómeno de inundación durante el Huracán Mitch. El procedimiento para el modelo se explica en el Apoyo C.

**(1) Modelo de Precipitaciones**

Se utilizó la máxima precipitación de 2 días en la estación Toncontín para el análisis porque:

- La estación Toncontín tiene la más larga serie de datos (50 años) y se considera que sus datos son los más confiables para el análisis de un período de retorno de hasta 50 años,
- El máximo de 1 día de lluvias en la estación Toncontín fue comparativamente bajo. Esto se debe a que el período de 1 día fue establecido para 24 horas de 1 día calendario desde las 0:00 a las 24:00. Sin embargo, el pico de lluvias durante el Huracán Mitch se produjo la noche del 30 de octubre de 1998 y continuó hasta el 31 de octubre de 1998. En ese caso, las lluvias de 1 día no pudieron cubrir el período de lluvias real. En consecuencia, se consideró más aplicable el máximo de lluvias de 2 días porque representa la lluvia real durante el Huracán Mitch.

Se construyó un patrón de precipitación de diseño en cada sub-cuenca durante el Huracán Mitch multiplicando el patrón de precipitación en la estación Toncontín con el porcentaje de la cantidad total de precipitación de 2 días.

**(2) Modelo de Escorrentía**

Se creó un modelo de función de almacenamiento usando el patrón de precipitación de cada sub-cuenca. La descarga pico estimada en el punto A, el extremo inferior del Área del Estudio

es de aproximadamente 4,000 m<sup>3</sup>/s.

### (3) Modelo Hidráulico

Se construyó un modelo hidráulico usando un software llamado MIKE11, un programa de flujo unidimensional inestable, desarrollado por el Instituto Hidráulico Danés.

### (4) Secciones del Río Modelo

Para el modelo hidráulico, se utilizó el reconocimiento de las secciones transversales del río en el Estudio de 2001. Hay un argumento de que la descarga pico durante el Huracán Mitch apareció antes del deslizamiento de tierra de Berrinche y antes de que se hubieran acumulado grandes sedimentos en el río. Sin embargo, la comparación de las elevaciones del lecho del río entre el resultado del reconocimiento del 2001 y las tomadas del mapa topográfico preparado a partir de las fotos aéreas tomadas en 1996 muestra poca diferencia. Por lo tanto, se justifica el uso de las secciones del río de 2001 para simular la inundación durante el Huracán Mitch. (Consulte la *Figura 2.21* y la *Figura 2.22*)

### (5) Efecto del Deslizamiento de Tierra de Berrinche

Se señaló también que la inundación en el centro de la ciudad durante el Huracán Mitch puede ser causada por el bloqueo del Río Choluteca por el deslizamiento de Berrinche. Sin embargo, la simulación en el Estudio mostró que el nivel de la inundación pico en el centro de la ciudad antes del deslizamiento de Berrinche era mayor que el nivel de inundación provocado por la obstrucción formada por el deslizamiento. Esto debe a que, cuando el deslizamiento bloqueó el río, el pico de la inundación ya había terminado y la cantidad de la descarga era mucho menor. Esto coincide con los resultados de las entrevistas con residentes sobre el momento de la descarga pico en el centro de la ciudad. La *Figura 2.23* compara dos niveles de inundación. Por lo tanto se justifica calibrar el modelo hidráulico sin el efecto del deslizamiento de Berrinche con los resultados del reconocimiento de la inundación que indican el nivel de agua más alto observado en el incidente.

### (6) Influencia del Colapso de Presa de la Laguna del Pescado

Ya se informó que la presa natural de la Laguna del Pescado se colapsó durante el Huracán Mitch el 30 de octubre de 1998 a las 22:00-23:00. La descarga de este desastre se tomó en cuenta en el modelo. Según la referencia y mapa topográfico, la dimensión de la Laguna fue la siguiente:

**Tabla 2.15 Dimensión de la Laguna del Pescado**

Laguna	Dimensión
Superficie	88,688 m <sup>2</sup>
Profundidad	8 m
Volumen almacenado	709,504 m <sup>3</sup>

Nota: Superficie medida usando el mapa topográfico

Profundidad, según el Informe de Visita a la Laguna del Pescado en 1999

Según la investigación de campo, la salida de la Laguna después del colapso de la presa tenía un ancho de unos 20 m y profundidad de 8 m. Se calculó la descarga pico de la laguna como de unos 1,000 m<sup>3</sup>/s. La hidrografía de esta Laguna se incluyó también en la simulación hidráulica.

Se comparó la hidrografía río arriba y río abajo durante el Huracán Mitch para verificar el grado del impacto del colapso de la presa, tal como se indica en las *Figuras 2.24* y *2.25*.

La hidrografía río arriba tuvo 2 picos durante 30 - 31 de octubre de 1998, el pico más alto fue a las 23:00 del 30 de octubre, mientras que el pico más alto río abajo fue a las 2:00 del 31 de octubre. Esto puede interpretarse que el impacto del colapso de la presa fue sólo al río arriba antes de la confluencia con la cuenca del río San José.

### (7) Calibración del Modelo

El modelo hidráulico se calibró con el resultado del reconocimiento de la inundación. Los parámetros necesarios en el modelo de función de almacenamiento mostrado en la siguiente *Tabla 2.16* se calibraron usando la condición anterior.

**Tabla 2.16 Parámetros en el Análisis de Precipitación - Escorrentía**

Parámetro	Valor
k	17.0
p	0.3333

### (8) Resultado de la Simulación

Las *Figuras 2.26* y *2.27* comparan la simulación del modelo hidráulico con el resultado del reconocimiento de la inundación. La *Figura 2.26* es la distribución de nivel de agua más alto en el río y la *Figura 2.27* muestra el área de inundación.

#### 2.3.7 MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN

La *Figura 2.28* es el mapa de amenaza del área de inundación a lo largo del río con escalas de 1/5, 1/10, 1/25 y 1/50. Este mapa muestra la condición sin proyecto y con la implementación de la mejora del río propuesta por este Estudio, el área de inundación será menor.

SERNA ha estado trabajando con USGS en la creación de un mapa de amenaza de inundación con el período de retorno de 50 años. Se mantuvieron discusiones entre el equipo de Estudio y USGS para que los mapas de amenaza sean consistentes entre sí.

La *Figura 2.29* es el mapa de amenaza del área de inundación con una escala del Huracán Mitch. El número total de viviendas en esas áreas ( $2 \text{ km}^2$ ) de inundación es de unos 3,000 y el número de residentes se estima en 15,000.

#### 2.3.8 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN LOS RÍOS

Se realizó el reconocimiento del material del lecho del río Choluteca y el río Chiquito a intervalos de 1 km, es decir 12 sitios del Río Choluteca y 3 sitios del Río Chiquito. Se describió el detalle del reconocimiento del material del lecho del río en el Apoyo D. De acuerdo con el resultado del reconocimiento, los materiales del lecho del río son de granos gruesos,  $d_{60}$  es 30 mm y 40 mm respectivamente en los ríos Choluteca y Chiquito. Por lo tanto, ambos ríos tienen la capacidad de eliminar los sedimentos finos de menos de 30-40 mm.

Se calculó la capacidad del transporte de sedimentos a lo largo del río considerando la configuración del río actual. Se evaluó la capacidad para el transporte de sedimentos con una descarga de  $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$  para un período de retorno de 1 año y modelo de sedimento con un diámetro de  $d_{60}=30 \text{ mm}$ . El resultado del cálculo está en la *Figura 2.30*. Indica que en el río actual, la capacidad del transporte de sedimentos es baja río arriba del área de Berrinche (C50 – C55) debido al bajo gradiente de energía del río.

## 2.4 DESLIZAMIENTO DE TIERRA

En Japón, el desastre causado por el movimiento de tierra se clasifica en tres categorías, es decir, "deslizamiento de tierra", "derrumbamiento de talud" y "flujo de escombros" y la misma clasificación se aplicó en este Estudio. En el "deslizamiento de tierra" en general, el movimiento es lento (menos de 1 cm/minuto) y el movimiento dura por largo tiempo o el movimiento se repite. Por otro lado, en el "derrumbamiento de talud" la velocidad del movimiento es de más de 1 m/segundo y el movimiento dura sólo una hora o menos. Hay también diferencias en la escala del movimiento y la gradiente de los taludes originales entre sí.

Vanes (1978) clasificó los movimientos de talud en "derrumbe", "deslizamiento", "desplazamiento", "caída" y "flujo". La clasificación en Japón se concentra en el grado de daños por escala y la velocidad del movimiento de la masa de tierra y no es necesariamente posible comparar con la clasificación de Vanes. Sin embargo, el "deslizamiento de tierra" en el Estudio corresponde básicamente al "deslizamiento" de Vanes. El derrumbamiento de talud en el Estudio corresponde a un "deslizamiento" y "caída" en pequeña escala de Vanes.

En el Área objeto para la prevención de desastres en el Estudio, la mayoría de los desastres de tierra son "deslizamientos de tierra" y "derrumbamiento de talud" y pocos casos de "flujo de escombros". Por lo tanto, este Estudio trata sólo los "deslizamientos de tierra" y "derrumbamiento de talud".

### 2.4.1 PROBLEMAS DE DESLIZAMIENTO EN EL ÁREA

#### (1) Deslizamiento durante el Huracán Mitch

USGS ha analizado deslizamientos de tierra causados por el Huracán Mitch basándose en las aerofotografías tomadas en marzo de 1999. Es un dato bastante preciso ya que las fotos fueron tomadas poco después del desastre y las señales estaban todavía frescas. El mapa de localización de deslizamientos de tierra durante el Huracán Mitch se muestra en la *Figura 2.31*.

#### (2) Interpretación de Fotografías Aéreas

Se examinaron con precisión las fotografías aéreas con la escala de 1/10,000 y ortofotos para interpretar las características topográficas de los deslizamientos de tierra. Se identificaron las características topográficas típicas de deslizamientos de tierra y se definieron como bloques susceptibles de deslizamientos de tierra.

#### (3) Patrón de Deslizamiento de Tierra

Esos deslizamientos en el Área objeto se clasificaron de acuerdo con los patrones geológicos que los provocaron. La *Figura 2.32* muestra varias estructuras geológicas de deslizamiento en el área. Estas estructuras están clasificadas como sigue:

Patrón 1) La capa rayada subyace una capa de tobas compuestas duras. Estas superficies rayadas son propensas a convertirse en una superficie resbaladiza.

Patrón 2) Existen fallas en la roca de base. La falla se convierte en una superficie resbaladiza o la falla bloquea el flujo de agua subterránea y sube el nivel freático, provocando un deslizamiento de tierra.

Patrón 3) Una capa comparativamente dura y de toba ligera (Tpm-3) superpone la formación Chiquito (Krc), que es propenso a erosionarse. Cuando una estructura de talud abrupto forma capas de Krc, se anticipa un deslizamiento de gran escala.



## **(5) Distribución de Deslizamiento**

La *Figura 2.33* muestra la distribución de masas de deslizamiento con su respectiva categoría de peligro.

En la figura, se observa que muchas masas de deslizamiento se distribuyen en el norte del área. La *Figura 2.34* muestra la parte norte del área en una escala mayor y con la distribución de lineamientos. Los lineamientos significan una estructura lineal observada en un mapa topográfico o una foto aérea. A menudo representa fallas o debilidades geológicas. Esta figura muestra que los deslizamientos prominentes tales como los de Berrinche, Campo Cielo, San Martín y Bambú, que se encuentran en la estructura de lineamiento y es conocido que las fallas y zonas fracturadas están causando deslizamientos de tierra.

## **(6) Área Afectada por un Deslizamiento de Tierra**

Cuando se prepara un mapa de amenaza de deslizamientos de tierra, es necesario identificar el área afectada por cada masa deslizada. El área afectada es el área donde parte de la masa de deslizamiento puede alcanzar y destruir casas e infraestructuras.

El área afectada por cada masa deslizada se estimó teniendo en cuenta la configuración de la masa de deslizamiento y la topografía ambiental. (Consulte el Apoyo B)

Como que la estimación del área afectada está basada en la experiencia en Japón, será necesario acumular más datos y mejorar la precisión de la simulación en el futuro.

En el mapa de amenaza de deslizamiento de tierra, se indicaron las áreas afectadas y las masas de deslizamiento en sí y se consideraron como áreas peligrosas.

### **2.4.2 PROBLEMAS DE DERRUMBAMIENTO DE TALUD EN EL ÁREA**

#### **(1) Derrumbamientos de Talud durante el Huracán Mitch**

El USGS analizó los derrumbamientos de talud producidos por el Huracán Mitch basando en las fotos aéreas tomadas en marzo de 1999. El mapa de ubicación de derrumbamientos de talud durante el Huracán Mitch aparece en la *Figura 2.31 (2)*.

#### **(2) Identificación de Área de Peligro de Derrumbamientos de Talud**

Se estudió el fenómeno de derrumbamientos de talud en el Área objeto en términos del pendiente de talud y sus características geológicas. Las *Figuras 2.35* y *2.36* muestran respectivamente estas dos clasificaciones.

De estas dos figuras, se determina que el fenómeno de derrumbamiento de talud se clasifica en patrones con una combinación de características geológicas y pendiente del talud. De esta forma, se seleccionaron derrumbamientos de talud importantes para estudios adicionales. El número total de derrumbamientos de talud seleccionados son 173. Para estos derrumbamientos de talud, el pendiente del talud original, su altura y distancia de llegada de los depósitos por derrumbamiento se midieron con ortofotos.

Los resultados de los datos procesados aparecen en la *Tabla 2.18* y *Figuras 2.37* y *2.38*. Con esta información se establecieron valores límite del peligro de derrumbamiento de talud para cada clasificación geológica. La *Tabla 2.19* muestra el valor límite para determinar el peligro de derrumbamiento de talud. El área afectada por el derrumbamiento de talud se estimó por el análisis de un ejemplo real de derrumbamiento de talud y la amplitud del área afectada. (Consulte el Apoyo B)



Las dos categorías anteriores del peligro de derrumbamiento de talud, es decir, “talud peligroso” y “el área afectada por un derrumbamiento de talud” están indicadas en el mapa de amenaza de derrumbamientos de talud.

Los detalles de este análisis se describen en el Apoyo B.

### **2.4.3 MAPA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA**

El mapa de amenaza combinado aparece en la *Figura 2.39(1)*. En el mapa de amenaza de deslizamientos de tierra, todas las masas deslizadas con los grados A, B y C junto con las áreas afectadas están indicadas. El área total de deslizamientos de tierra de Categoría A y el área afectada ocupa el 1 % de toda el Área objeto. El número de encasas en las masas de deslizamiento de Categoría A y sus áreas afectadas aparecen en la *Tabla 2.20*. El número total de encasas en los deslizamientos de Categoría A son 1,500 y el número de personas afectadas se estima en 7,500.

El mapa de amenaza de derrumbamiento de talud aparece en la *Figura 2.39(2)*. Respecto a los derrumbamientos de talud, “talud peligroso” y “el área afectada por un derrumbamiento de talud” aparecen en la *Figura 2.39(2)*. El área cubierta por estas dos categorías (26km<sup>2</sup>) abarca el 25 % de toda el Área objeto. El número total de casas en estas dos categorías son 25,000 y el número de personas afectadas se estima en 125,000.

## **2.5 ORGANIZACIÓN**

### **2.5.1 GENERALIDADES**

Hay un número importante de agencias gubernamentales y otras instituciones involucradas o concernientes, o que se dedican a las actividades en el sector de prevención de desastres. El grado y la extensión de su participación y la naturaleza de sus actividades varían desde una agencia a otra.

La Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) fue creada en 1991 para la prevención de desastres naturales al nivel nacional, regional y municipal. El Comité de Emergencia Municipal de Tegucigalpa bajo COPECO fue establecida en 1998 unos pocos meses antes del ataque del Huracán Mitch. Durante el Huracán Mitch, aunque existían estas organizaciones para prevención de desastres, se produjeron muchos daños.

Los trabajos de prevención de desastres naturales en Tegucigalpa estaban originalmente bajo la jurisdicción de la Alcaldía Municipal del Distrito Central. Después del Huracán Mitch, SOPTRAVI y SERNA se han hecho cargo de la mitigación de desastres y prevención de deslizamientos en Tegucigalpa. Sin embargo, la demarcación de la jurisdicción de estos sectores (mitigación de inundación, control de sedimentos o prevención de deslizamiento) no está muy claro.

Para la prevención de desastres incluyendo las medidas preventivas, operación de emergencia y rehabilitación en Tegucigalpa, hay muchas agencias relacionadas tales como SOPTRAVI, SERNA, SANAA, COHDEFOR, COPECO, CODEM, AMDC y SETCO.

## **2.5.2 AGENCIAS CLAVE E INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LA PREVENCIÓN DE DESASTRES**

Las siguientes son las principales agencias u organizaciones responsables para la prevención de desastres naturales en el Área Metropolitana. El Apoyo L proporciona los detalles.

### **(1) Comisión Permanente de Contingencia (COPECO)**

La Comisión Permanente de Contingencia (COPECO) fue creada en 1991 por Decreto Legislativo No. 528-91 como sucesor del anterior “COPEN” y es la organización bajo control directo del Presidente de la República, quien está a cargo de la prevención de desastres. El principal objetivo de COPECO es hacer frente a emergencias y desastres causados por la presencia de un fenómeno natural a nivel nacional, regional y de distrito.

El país está dividido en siete regiones para la prevención de desastres al nivel regional y cada región tiene un Comité de Emergencia Municipal (CODEM).

Especialmente después del Huracán Mitch, esta organización fue revisada y reorganizada. Antes del Huracán Mitch, COPECO estaba a cargo sólo de los problemas de emergencia pero actualmente es responsable de medidas preventivas, operaciones de emergencia y medidas de rehabilitación contra desastres naturales.

La competencia de COPECO está orientada a lo siguiente:

- 1) Solicitar al ejecutivo la declaración de un estado de emergencia, desastre o calamidad, en las regiones afectadas.
- 2) Adoptar medidas para orientar al pueblo para la rehabilitación y reconstrucción de las áreas dañadas.
- 3) Diseñar políticas aplicables para la atención y manejo de emergencias en el país.
- 4) Recibir, registrar, coordinar y distribuir materiales, recursos humanos y financieros proporcionados por las organizaciones de cooperación nacional e internacional a través del Presidente.
- 5) Reconocer la magnitud de la emergencia, desastre o calamidad dependiendo de una evaluación de los daños y cómo se establecieron las causas y consecuencias para tomar no sólo las medidas apropiadas para resolver el problema actual, sino también para prevenir eventos futuros.
- 6) Aprobar el Plan Operacional a corto, mediano y largo plazo preparados por el Comité Ejecutivo Nacional.
- 7) Aprobar el presupuesto del Comité Ejecutivo Nacional para una proyección de ingresos y egresos.
- 8) Reconocer, analizar y aprobar los estudios de factibilidad sobre proyectos elaborados y presentados por el Comité Ejecutivo Nacional.
- 9) Otras responsabilidades asignadas en el Artículo 7 de la ley que le sean aplicables.

### **(2) Comité de Emergencia Municipal (CODEM)**

El Comité de Emergencia Municipal (CODEM) fue constituido en julio de 1998 justo tres meses antes del ataque del Huracán Mitch y es una organización a nivel regional para actividades de prevención de desastres. Como organización para la prevención de desastres a nivel regional, CODEM es una subestructura de COPECO y juega un papel importante especialmente en caso de emergencia por desastre natural. Hay siete (7) regiones para CODEM y el CODEM de la Alcaldía Municipal del Distrito Central fue incluido en la Región 7.

El CODEM no es una organización interna del Municipio de Distrito Central sino más bien una organización transversal que incluye varias organizaciones gubernamentales tales como SOPTRAVI, SANAA y otros grupos.

La Región 7 incluye el Departamento de Francisco Morazán y de El Paraíso. La Municipalidad del Distrito Central tiene un área de 1,396.5 km<sup>2</sup> del cual 201.5 km<sup>2</sup> es área urbana y 1,195 km<sup>2</sup> es área rural. En el área urbana hay veintinueve (29) sectores incluyendo barrios y colonias, y en el área rural, hay treinta (30) zonas y sectores incluyendo barrios, colonias, caseríos y aldeas. La población total de la Municipalidad es de 932,288. Bajo el CODEM de esta Municipalidad, hay treinta y nueve (39) CODELs que funcionan a nivel comunitario.

### **(3) Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI)**

La Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI) es la mayor agencia gubernamental en la construcción de infraestructuras. Está compuesto por la Dirección General de Carreteras, Dirección General de Obras Públicas y Programas de Vivienda y Unidad de Proyecto. Es el brazo del Estado para la construcción responsable por la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de instalaciones de infraestructura, especialmente autopistas nacionales, control de inundación y sedimentos, y otras obras públicas de acuerdo con los objetivos de desarrollo nacional. El Departamento de Obras Hidráulicas bajo la Dirección General de Obras Públicas está a cargo de las obras de control de inundación y sedimentos. Bajo la Subsecretaría de Transporte, están el Instituto Geográfico Nacional, Dirección General de Aeronáutica Civil y Dirección General de Transporte. El Servicio Nacional de Meteorología pertenece a la Dirección General de Aeronáutica Civil. ENEE, que es responsable de las observaciones hidrológicas para las presas, está también incluido en SOPTRAVI.

El número de empleados de SOPTRAVI es de aproximadamente 3,600. El presupuesto anual del año 2000 fue de aproximadamente 2,100 millones de Lempiras. El fondo nacional representa aproximadamente el 72 % del presupuesto total y el fondo externo, el 28 %. Las obras de construcción de control de inundación y sedimentos están incluidos en las obras públicas y el presupuesto de la dirección de obras públicas es 290,000 dólares americanos.

### **(4) Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA)**

La Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) fue creada en 1996 por el Decreto No. 218 como una organización para la producción, manejo, implementación y evaluación en cuanto al uso y conservación de recursos hídricos, minerales y energía reutilizable. También está a cargo de la conservación del medio ambiente, ecosistema, plantas y animales en las reservas naturales y parques nacionales. Por lo tanto, cualquier tipo de investigación ambiental y control de contaminación será ejecutado por SERNA. SERNA consiste en las subsecretarías de Ambiente y Recursos Nacionales/Energía.

El servicio en el sector de prevención de desastres pertenece a la Sección de Regulación Territorial (AOT) bajo la Unidad de Planificación y Evaluación de Gestiones (UPEG) que evalúa daños por inundación y deslizamiento.

El número total de empleados de SERNA es de 594 y el presupuesto del año 2000 es 547,000,000 de Lempiras.

### **(5) Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)**

SANAA fue establecido por el Decreto Gubernamental No. 91/61 para integrar las

competencias en el campo del suministro del agua potable y aguas residuales en una organización centralizada. El decreto atribuye las facultades necesarias para el servicio de suministro del agua potable y aguas residuales a SANAA, que incluyen el estudio y planificación de recursos hidráulicos, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones relacionadas con el servicio de suministro de agua potable y aguas residuales, formulación y revisión de regulaciones, y determinación y revisión de tarifas.

La División Metropolitana de SANAA es la responsable de los servicios de suministro de agua potable y aguas residuales en Tegucigalpa. Actualmente las Divisiones Financiera y Planificación bajo la gerencia de SANAA realizan las funciones financiera, comercial, y de planificación relacionadas con la División Metropolitana.

En abril de 2000, SANAA tenía 1,788 empleados y entre los cuales, 832 empleados pertenecen actualmente a la División Metropolitana.

#### **(6) Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC)**

Bajo la Dirección de Administración General, hay cuatro secciones: Administración de Desarrollo Urbano, Administración Financiera, Gerencia Administrativa y Administración de Desarrollo Social. Entre ellos, la Administración de Desarrollo Urbano está a cargo de la prevención de desastres naturales. SOPTRAVI está a cargo de proyectos de prevención de desastres a nivel nacional. La prevención de desastres en la Ciudad de Tegucigalpa, sin embargo, está bajo la jurisdicción de AMDC. Luego del Huracán Mitch, esta jurisdicción está bajo revisión porque las obras de prevención de desastres en el distrito central son extremadamente importantes no sólo para la Municipalidad sino para la nación y las medidas contra desastres naturales necesitan un presupuesto enorme.

#### **(7) Secretaría Técnica de Cooperación Internacional (SETCO)**

La Secretaria Técnica de Cooperación Internacional (SETCO) es una organización de administración pública creada recientemente por el Decreto Legislativo No. 218-96. SETCO está a cargo de determinar las prioridades y objetivos del programa de inversiones y gasto público.

### **2.6 LEYES Y REGLAMENTOS RELEVANTES**

#### **(1) Ley de Contingencias (Diciembre de 1990)**

Esta ley es la fundación jurídica de COPECO, creado en 1991. El Artículo 1 define que COPECO es la organización responsable de la coordinación de los esfuerzos de los sectores público y privado para planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar las acciones para prevenir desastres por la alteración de fenómenos naturales en el país y ofrecer ayuda a los sectores de la población amenazados por los desastres. Esta ley está actualmente bajo revisión.

#### **(2) Ley de Municipios (Noviembre de 1990)**

La Ley de Municipios (Artículo 25), faculta a la Alcaldía Municipal, bajo determinadas circunstancias y condiciones, el poder para declarar el Estado de Emergencia Pública o Calamidad bajo su propia jurisdicción, cuando sea necesario, y ordenar medidas apropiadas.

#### **(3) Ley Temporal de Áreas No Habitables (Diciembre de 1998)**

El Artículo 1 de esta Ley prohíbe la construcción de casas, edificios residenciales y fábricas industriales en áreas ubicadas en los lechos de ríos o quebradas y en las áreas con fallas geológicas, cortes, deslizamientos de tierra, colinas con suelos inestables que fueron afectadas

por el Huracán Mitch. La respectiva Municipalidad debe elaborar en tres (3) meses desde la entrada en vigor de esta Ley, un estudio completo para definir áreas no habitables. Este estudio debe ser realizado por especialistas cualificados.

#### **(4) Ley General de Medio Ambiente (Junio de 1993)**

El Artículo 5 de esta ley de medio ambiente general establece que los proyectos, instalaciones industriales o cualquier otra actividad pública o privada, con tendencia a contaminar o deteriorar el medio ambiente, recursos naturales o el patrimonio histórico-cultural, deberán ser precedidos por una Evaluación de Impacto Ambiental que permita reducir los adversos efectos ambientales potenciales. En consecuencia, de acuerdo con estas evaluaciones, es obligatorio tomar medidas de protección de recursos naturales y medioambientales en la fase de ejecución y mientras que duren los trabajos e instalaciones.

Básicamente, con respecto a la mitigación de daños por desastres según el Artículo 28, el Poder Ejecutivo por medio de la Secretaría de Estado en la Oficina del Medio Ambiente y las otras Secretarías de Estado e instituciones competentes descentralizadas, es responsable de lo siguiente:

1. La prevención y control de desastres, emergencias y otras contingencias ambientales que puedan tener un impacto negativo en una parte o todo el territorio nacional;
2. La clasificación de cuencas hidrográficas;
3. La implementación del Sistema Nacional de Cuencas considerando los recursos naturales en general

Además, el Artículo 48 estipula que los terrenos del territorio nacional deben utilizarse de forma racional y compatible con su vocación natural y el Artículo 50 declara que los suelos ubicados en taludes pronunciados, que pueden producir erosión o deslizamientos de tierra, estarán permanentemente cubiertos por vegetación.

Se indica en el Artículo 51 que el uso de suelo urbano será objeto del planeamiento por las respectivas municipalidades. Este planeamiento incluye el reglamento de programas de construcción y desarrollo de programas de viviendas, la ubicación apropiada de servicios públicos y carreras de comunicación urbana, la ubicación de áreas verdes y la forestación de carreteras públicas.

El Artículo 66 describe que los residuos sólidos y orgánicos producidos de las fuentes domiciliarias, industriales o de agricultura, ganadería, minería, usuarios públicos y otros, serán tratados técnicamente para evitar alteraciones en el suelo, ríos, lagos, lagunas y en general aguas marinas y terrestres así como evitar la contaminación atmosférica.

El Artículo 78 estipula que las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas que desean realizar trabajos o actividades propensas a alterar o deteriorar seriamente el ambiente, incluyendo los recursos naturales, están obligados a informar a la autoridad competente sobre el asunto y preparar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de acuerdo con el Artículo 5 de esta Ley. Entre estas actividades están los desarrollos urbanos y asentamientos humanos.

El Artículo 101 establece que los Planes de Clasificación Territorial se desarrollarán para un uso apropiado de suelo forestal, agrícola, ganadero-pasto y costero para garantizar un desarrollo sustentable, conservación, protección y uso apropiado del territorio nacional. La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales será responsable de la preparación de estos planes.

### **(5) Ley de Explotación de Aguas Nacionales (1927)**

De acuerdo con la Ley de Explotación de Aguas Nacionales de 1927 todavía vigente, el Estado tiene control total de los ríos excepto los arroyos pequeños que empiezan y terminan dentro de una misma propiedad privada (Artículo 1). Con respecto al uso de agua, esta vieja ley autoriza el uso libre de las aguas que corren en ríos naturales y públicos ya sea para beber como para lavar ropa, recipientes u otros objetos, para bañarse o para dar de beber a los animales domésticos (Artículo 9).

Hay una nueva ley de recursos de agua que está en proceso de elaboración desde hace varios años. Desde el año pasado se ha presentado un borrador de la Ley General de Aguas para ser estudiado por varias instituciones como SANAA, SERNA, ENEE, SAG y CIEL (Centro de Informática de Estudios Legislativos del Congreso Nacional). Se espera que el Congreso Nacional dé la aprobación final dentro de poco tiempo.

### **(6) Ley Forestal (1972)**

La Ley Forestal fue legislada en 1972. Indica que las zonas forestales de los ríos y arroyos que componen el sistema de agua de Tegucigalpa, son Zonas Forestales Protegidas (Artículo 138). Además, este decreto prohíbe la tala o destrucción de árboles en el cinturón de 150 m en cada lado de los ríos o lagos permanentes (Artículo 95). Más aún, indica que el Estado no debe, en ningún caso, entregar el control de áreas forestales públicas a personas privadas sin el asentimiento de la Administración Forestal del Estado (Artículo 37).

Esta ley también introduce los conceptos de áreas especiales y parques nacionales y hace obligatoria la protección de los bosques contra los incendios y plagas.

En 1974 fue creado COHDEFOR. Se le transfirieron todas las actividades relacionadas con el sector forestal (explotación, industrialización y comercialización), como actividades estatales.

Actualmente se está revisando esta ley en el Congreso Nacional basándose en un proyecto de ley presentado por la Secretaría de Agricultura. El propósito de la nueva ley es evitar la dispersión legal o superposición de reglamentos, para promover un desarrollo forestal sustentable y ofrecer mejores incentivos para la conservación forestal y su industria.

### **(7) Ordenanza de la Ley de Territorio (borrador)**

SERNA envió un borrador de esta ley al Congreso Nacional a mediados de 2001 como un proyecto de ley para su aprobación.

Se determinarán 9 zonas socio-ecológicas-económicas como sigue:

- 1) Áreas de importancia estratégica sobre el ambiente económico, social, turístico, cultura-histórico, biológico y otros.
- 2) Espacios agro-ecológicos para orientar la ubicación de explotaciones agrícolas incluyendo actividades de ganadería, pesca, forestal.
- 3) Áreas de uso sustentable para preparar estrategias y planes de manejo de cuenca.
- 4) Áreas de uso sustentable para preparar estrategias y planes de administración de costas marinas.
- 5) para Áreas para el uso de asentamientos humanos
- 6) Áreas para las instalaciones mineras e industriales
- 7) Lugares para almacenamiento y tratamiento de residuos
- 8) Áreas territoriales bajo reglamentación especial

- 9) Corredores o cinturones territoriales para el sistema de carreteras, transporte de energía, telecomunicaciones, oleoductos, etc.

**(8) Reglamento de Zonificación, Urbanización, División de Lotes y Construcción (1992)**

De acuerdo con el reglamento de la Alcaldía Municipal del Distrito Central, todos los terrenos con una pendiente de menos del 20% y alturas menores a EL 1,150 pueden ser urbanizados excepto las áreas de deslizamientos (Artículo1). Todas las áreas no incluidas en la categoría anterior o las que están dentro de los límites de deslizamientos serán consideradas como áreas de forestación (Artículo 2).

Además, se obliga plantar árboles en las calles correspondientes y mantenerlos por lo menos tres años (Artículo134). También es obligatorio para los constructores de viviendas, que realicen una forestación de colinas con una pendiente de más del 20%, con especies adecuadas que eviten la erosión y sedimentación (Artículo 136).

**(9) Decreto sobre el Área de Reserva de Río (1997)**

El gobierno municipal estableció un Decreto sobre el área de reserva de río en enero de 1977. Los bancos de río especificados por determinada distancia del eje del río, estarán libres de toda actividad de construcción. Las distancias restringidas para los ríos aparecen en la *Tabla 2.21*.

**Tabla 2.21 Distancia de Libre Construcción en Ríos de Tegucigalpa**

Distancia del eje (m)	Ancho Total (m)	Ríos y barrancos
50 m	100 m.	Grande de Choluteca, Chiquito, Guacerique, San José, Sabacuante y Las Canoas
12.5 m	25 m	Guajiniquil, Los Jutes, Jucuapa, Quebrada Grande, Jutiapa, Los Limones, Quebrada Seca, Cucuare, Zepate, Salada, El Cajón, Agua Dulce y La Soledad
7.5 m	15 m	Las Anonas, Salgado, el Guayacan, Monoloa, Las Burras, Las Pilitas, Las Lomas, Seca, Orejona, Zanja del Bocon, Don Pedro, Candelaria, Las Majadas, El Cordoncillo, Las Joyas, y El Sapo

Fuente: La Gaceta No. 26,832, viernes 28 de agosto de 1992

**(10) Ley Especial de Expropiación (1999)**

El objetivo de esta ley es establecer la expropiación de la propiedad de terrenos dentro de las áreas donde los trabajos deben hacerse para reducir daños en el suelo e infraestructura causados en todo el país por el Huracán Mitch y el peligro actual de la ocurrencia de otros desastres naturales. El área ubicada en el lado derecho del Río Choluteca de la Av. Cervantes a la vieja encrucijada Olancho, descrita en los puntos geográficos presentados en la *Figura 2.40* será expropiada conforme a esta ley.

**2.7 REGISTRO DE DESASTRES**

**2.7.1 INTRODUCCIÓN**

Se estudió el registro histórico de desastres naturales. El Estudio hizo un reconocimiento de daños para las áreas de inundación/deslizamiento. El resultado del reconocimiento permitió estimar el monto de los daños con y sin proyectos, junto con los resultados de la simulación de inundaciones y análisis de deslizamientos. El valor estimado de daños y la cantidad de reducción por el proyecto fue la información básica para el análisis económico.

## 2.7.2 REGISTRO DE DESASTRE

### (1) DESASTRE HISTÓRICO

Los desastres históricos del Área del Estudio se resumen a continuación:

**Tabla 2.22 Resumen de Desastres Históricos en Tegucigalpa**

Año	Nombre de Huracán	Resumen de Daños
Oct.-1933		Todo el país fue inundado por la precipitación continua de 30 horas. Destrucción en la capital incluyendo deslizamiento de Berrinche, y aprox. 100 viviendas fueron arrastradas.
Sep.-1974	Fíffí	Unas 90,000 personas afectadas en el todo país. Pérdidas económicas estimadas entre 300-400 millones de dólares americanos
Sep.-1974	Fíffí	Unas 90,000 personas afectadas en todo el país. Pérdidas económicas estimadas entre 300-400 millones de dólares americanos
Sep.-1989	Hugo	Inundaciones en todo el país. Daños en infraestructuras y tierras agrícolas
Sep.-1993	Gert	Inundaciones en todo país, principalmente en la parte norteña. Daños en infraestructuras y tierras agrícolas.
Oct.-1998	Mitch	Daños en todo el país. Más de 13,000 muertos y 1.5 millones de personas afectadas. 250,000 viviendas y 215 puentes destruidos. Pérdidas económicas alcanzaron a US\$ 3,600 millones.

Fuente: Informe de Estudio por ENEE y otros

### (2) Huracán Mitch

#### 1) Daños en Todo el País

En octubre de 1998, el Huracán Mitch azotó todo el país y provocó los peores de los daños causados por un huracán en el país. Fue informado que los damnificados fueron 5,657 muertos, 8,058 desaparecidos, 12,272 heridos y un total de 1.5 millones de personas (de los 6 millones de la población total) afectadas (evacuadas). ECLAC de las Naciones Unidas estimó las pérdidas materiales en unos US\$3,600 millones, de los cuales US\$2,050 millones correspondieron a los sectores productores y el resto a la infraestructura social (US\$ 1,020 millones) e infraestructura económica (US\$ 510 millones).

Los daños en cada departamento aparecen en la *Tabla 2.23*. El detalle de los daños producidos por el Huracán Mitch y el costo estimado de recuperación por sectores aparece en la *Tabla 2.24*.



**Tabla 2.23 Daños Causados por el Huracán Mitch en los Departamentos de Honduras**

Departamentos	Muertos	Víctimas	Personas en refugios	Puentes Destruídos	Carreteras Dañadas
Choluteca	1,200	92,647	136,500	17	4
Fco. Morazán	1,000	404,225	26,000	49	6
Yoro	911	131,620	62,776	19	5
Cortés	709	381,716	116,686	11	3
Valle	625	46,602	4,600	9	3
Atlántida	610	120,516	8,000	9	2
Sta. Bárbara	495	106,307	12,193	14	4
Comayagua	395	71,171	5,000	3	2
El Paraíso	111	85,275	6,000	3	2
Intibuca	11	46,015	4,600	6	2
La Paz	4	32,960	2,000	6	2
Colón	455	96,279	25,000	16	3
Olancho	403	80,099	13,000	16	3
Gracias a Dios	29	10,638	5,000	2	1
Copán	17	96,086	1,054	1	1
Islas de la Bahía	16	11,665	11,000	2	1
Ocotepeque	13	32,842	2,132	2	1
Lempira	3	85,819	3,704	4	2
<b>TOTAL</b>	<b>7,007</b>	<b>1,932,482</b>	<b>445,245</b>	<b>189</b>	<b>47</b>

Fuente: Informe de Estudio por ENEE

**Tabla 2.24 Daños del Huracán Mitch y Costo Estimado de Recuperación**

	Daño Directo	Daño Indirecto	Daño Total	Costos de Recuperación
<b>Total</b>	<b>2,177.4</b>	<b>1,461.1</b>	<b>3,638.5</b>	<b>4,987.7</b>
<b>Sectores Sociales</b>	<b>305.4</b>	<b>719.4</b>	<b>1,024.8</b>	<b>580.5</b>
Vivienda	259.1	675.3	934.4	484.0
Salud	25.6	36.7	62.3	64.5
Educación	20.7	7.4	28.1	31.2
<b>Infraestructura</b>	<b>347.6</b>	<b>164.2</b>	<b>511.7</b>	<b>713.2</b>
Carreteras, Puentes, Telecomunicaciones	314.1	140.0	454.1	571.4
Agua y Sanitario	24.2	7.2	31.3	118.6
Energía	9.3	17.0	26.3	23.2
<b>Sectores Productivos</b>	<b>1,477.6</b>	<b>577.1</b>	<b>2,054.8</b>	<b>3,694.0</b>
Agricultura, Ganado, Pesca y Forestación	1,387.3	274.2	1,661.5	2,990.7
Fábricas	15.8	196.3	212.1	381.8
Comercio, Restaurantes, Hoteles	74.5	106.7	181.2	326.2
<b>Medio Ambiente</b>	<b>46.8</b>	<b>0.4</b>	<b>47.2</b>	<b>No disponible</b>

Fuente: Anexo Técnico para un Crédito Propuesto de SDR 144.3 millones a la República de Honduras para un Proyecto de Emergencia de Huracán, 14 de diciembre de 1998, Banco Mundial

**2) Daños en Tegucigalpa**

No hay información completa de los daños en la Ciudad de Tegucigalpa causados por Mitch. Sin embargo, según el informe preparado por el Banco Mundial, aproximadamente el 40 % de la capital fue dañada, la mitad de su 1 millón de habitantes fueron afectados, y la ciudad quedó incomunicada del resto del país durante casi una

semana.

Sobre la base de la pérdida monetaria en todo país y PIB nacional y PIB regional de Tegucigalpa, los daños en la Ciudad de Tegucigalpa causados por el Huracán Mitch serán estimados en entre US\$ 410 millones y 760 millones.

### 3) Estudio de Daños por Inundación/Deslizamiento de Tierra

El objetivo de la investigación es tener conocimiento de las actuales condiciones de inundación/deslizamiento y bienes ubicados en el área amenazada. La información recopilada fue procesada y utilizada para la estimación de los daños causados por inundaciones/deslizamientos y el beneficio derivado del proyecto.

Los estudios los hicieron las agencias de contraparte del Estudio a través de entrevistas con habitantes que están viviendo en el área de posibles inundación y deslizamiento dentro del Área del Estudio. El cuestionario del Estudio se muestra en el libro de datos. Las agencias a cargo y los números de familias a estudiar son los siguientes:

**Tabla 2.25 Agencias a Cargo del Estudio**

Estudio	Agencias Responsables	Número de Entrevistados
Estudio de Daño de Inundación:	AMDC	330
Estudio de Daño de Deslizamiento:	SANAA	330

## 2.7.3 IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE HURACÁN MITCH

La estimación económica indicó que en 1999 la reducción en el PIB será de alrededor del 2.5 %. La tasa de inflación alcanzó al 10 % durante la segunda semestre del año, mientras que la tasa promedio para todo el año fue el 11.6 %, bajando desde el 13.7 % en 1998. En el año 1999 la economía sufrió el impacto máximo de destrucción en la capacidad productiva y exportaciones, fue también el año en que se hicieron mayores esfuerzos para reconstruir y transformar la economía hondureña, con la cooperación de la comunidad internacional de donantes y agencias financieras de desarrollo.

## 2.8 PROYECTOS POR OTROS DONANTES

### 2.8.1 GENERALIDADES

Hay muchos proyectos en marcha relacionados con desastres por otros donantes. Estos se muestran en la *Tabla 2.26* y proyectos estrechamente relacionados con este Estudio se describen en detalle a continuación.

### 2.8.2 INFORME DEL PROGRAMA INTEGRADO SOBRE MANEJO DE RIESGO (USAID)

Este estudio pretende apoyar la consolidación del sistema de manejo de riesgo nacional y reforzar la capacidad de manejo de riesgo a nivel nacional, regional, municipal y local. Este estudio está todavía en progreso y realizado por USAID. Los principales ítems a estudiar son los siguientes:

- (1) Apoyar la consolidación del sistema de manejo de riesgo nacional
- 1) Reforzar la institución de manejo de riesgo nacional (COPECO)

- promocionar y apoyar el proceso de plan del desarrollo institucional
  - apoyar el desarrollo y ejecución del plan de acción institucional
  - apoyar el desarrollo de recursos humanos dentro de la institución
  - equipar de instalaciones el Centro de Operación de Emergencia Nacional
  - proporcionar equipos de radio de emergencia que comunican los distintos niveles del sistema nacional, regional, municipal y local
  - desarrollar preparativos contra desastres con un GIS incorporando y la información de respuesta como parte del Plan de Emergencia Nacional.
- 2) Apoyar el desarrollo de un nuevo marco legal
    - revisar y proporcionar asistencia técnica/legal para nueva legislación, regulaciones y procedimientos
    - revisar y actualizar convenios de emergencia o de cooperación de acuerdo con el nuevo marco legal
  - 3) Apoyar la revisión, actualización y ejecución del Plan de Emergencia Nacional
  - 4) Apoyar el desarrollo de políticas de mitigación nacional en cooperación estrecha con políticas de mitigación sectorial.
  - 5) Apoyar el desarrollo de Comisión de Emergencia Regional (COERS)
    - establecer roles, procedimientos y conexiones del COERS
    - equipar de instalaciones las oficinas de COERS
  - (2) Apoyar y reforzar las capacidades de manejo de riesgo al nivel municipal
  - (3) Mejora de las capacidades de pronóstico del sistema de manejo de riesgo
  - (4) Manejo de medio ambiente
  - (5) Provisión de información y herramientas específicas para el manejo de riesgo

Se propone que estos trabajos/tareas sean ejecutados de manera coordinada por un equipo compuesto de representantes de distintas agencias de cooperación internacional y agencias del gobierno local.

### **2.8.3 PROYECTO PARA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD A DESASTRE NATURAL (WB)**

Este proyecto empezó en noviembre de 2000 y se espera terminar en abril de 2005. El proyecto comprende tres componentes como sigue;

#### Refuerzo de Monitoreo, Pronóstico, Alerta Temprana y Manejo de Información basado en GIS.

Este componente proporcionará a SERNA una asistencia técnica para desarrollar la capacidad para alerta temprana, monitoreo hidrológico y meteorológico, y pronóstico de amenazas de inundaciones y deslizamientos. Actividades específicas incluyen:

- (1) Diseño de un sistema de pronóstico de inundación nacional integral total y de apoyo de decisión (DSG) para promocionar un pronóstico sostenido y efectivo de inundación y alerta temprana, canales de comunicación efectiva con comunidades locales, así como medidas de mitigación de inundación de largo plazo y manejo de cuenca.

## Capítulo 2 : Condiciones Existentes

- (2) Desarrollo de mapeo temático en GIS e integración de base de datos, construcción sobre la base del sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), para establecer un nodo repositorio de información generada por el ejercicios de mapeo de riesgo municipal y otras actividades del proyecto.
- (3) Estudio de los cambios de la geomorfología fluvial causados por el Huracán Mitch, para determinar el volumen de sedimentos depositado sobre taludes de cerro, planicie aluvial y canales, identificar riesgos de inundación y deslizamiento asociado, erosión, transporte de sedimentos y deposición en áreas pobladas y actividades económicas, y monitorear la recuperación geomorfológica de largo plazo de la cuenca del río.
- (4) Estudio de capacidad para monitorear y mitigar eventos sísmicos para revisar capacidades existentes y para proponer caminos para mejorar capacidad técnica e institucional.

### Refuerzo de Capacidad Nacional para Apoyar la Respuesta a la Emergencia a Nivel Municipal

Bajo este componente, el proyecto financiará estudios y asistencia técnica para reforzar la capacidad de respuesta del Comité de Manejo de Emergencia Municipal (CODEMS) en las 60 ciudades/municipios identificadas como más vulnerables a inundaciones y deslizamientos.

- (1) Un diagnóstico del equipo necesario para comunicación y rescate de emergencia, su costo, incluyendo costos para mantenimiento y capacitación en el uso de equipo.
- (2) Revisión y evaluación comparativa de distintos planes de concientización sobre desastre existentes y programas desarrollados por agencias hondureñas, UNDP, y otras agencias donantes.
- (3) Provisión de capacitación de CODEMS sobre la respuesta a los desastres en los 60 municipios identificados como más vulnerables a inundaciones y deslizamientos.
- (4) Entrega de educación de desastre y campaña de concientización en los 60 municipios prioritarios.
- (5) Asistencia técnica a COPECO para determinar el actual sistema computarizado de seguimiento de recepción y distribución de donaciones a municipios, para identificar y proporcionar desarrollo de software necesario, y para capacitar a empleados de COPECO en su uso.
- (6) Una revisión del borrador del código de construcción para reducir riesgos de derrumbamiento después de eventos de desastre natural incluyendo un estudio de código de edificación existente, de propuestas existentes para la modernización y desarrollo de un plan para actualizar ambos códigos y sus aplicaciones.

### Creación de Capacidad para la Mitigación de Desastre a Nivel de Gobierno Local

Este componente comprende los siguientes ítems;

- (1) Preparación y publicación de materiales para análisis de riesgo y ejercicio participativo de mapeo de amenaza
- (2) Producción de mapas de base de centros municipales y áreas de las afueras de futura expansión para los municipios participantes a una escala apropiada

- (3) Capacitación para ONG interesadas y líderes municipales en análisis de manejo de riesgo participativo y ejercicios de reducción de vulnerabilidad
- (4) Contratación de consultor de ONG y consultores privados para trabajar con oficiales locales y líderes comunitarios en el desarrollo de planes de manejo de riesgo, identificando y controlando las áreas de riesgo, desarrollando el mapeo para un plan de uso de suelo con “prevención de desastre”, e identificando y priorizando trabajos de mitigación.
- (5) Contratación de ONG calificadas e ingenieros para diseñar, ejecutar y capacitar a las comunidades en el uso del sistema de alerta contra inundación administrado localmente.
- (6) Contratación de consultores para trabajar con FHIS para desarrollar estudios de pre-factibilidad de trabajos prioritarios.
- (7) Desarrollo de una base de datos nacional de categorías de vulnerabilidad municipal y pasos tomados para la prevención de desastres incluyendo el mapeo de riesgo, y los planes de acción para la mitigación de desastre.

#### **2.8.4 PREPARACIÓN DEL MAPA DE AMENAZA PARA CUARENTA MUNICIPIOS (USGS)**

El USGS ha estado trabajando en la preparación de mapas de amenaza para 40 municipios de Honduras incluyendo Tegucigalpa desde 1999. Sus actividades terminan a principios de 2002 y los productos para Tegucigalpa son los siguientes;

- ortofoto con una escala de 1/10,000 que cubre el área urbana de Tegucigalpa
- mapa de amenaza de inundaciones con una escala de 1/10,000 para una inundación con un período de retorno de 50 años
- mapa de amenaza de deslizamientos con una escala de 1/10,000 incluyendo áreas susceptibles a deslizamientos de tierra y derrumbamientos de talud.

Su informe final será entregado al gobierno hondureño en enero de 2002.

Como su estudio está estrechamente relacionado con este Estudio de JICA, se realizaron repetidas discusiones e intercambios de información en todo el período del estudio para realizar el estudio con la misma información básica.

#### **2.8.5 ESTUDIO DEL DESLIZAMIENTO DE TIERRA EN BERRINCHE (CUERPO DE INGENIEROS DE EE.UU)**

El Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. ha estado trabajando en el deslizamiento de Berrinche desde 1998. Se suponía que entregarían el informe final a SERNA en 2001 pero todavía no fue entregado en diciembre de 2001. Sus actividades incluyen;

- reconocimiento de campo del deslizamiento de tierra
- perforación geológica del área
- instalación de piezómetro e inclinómetro
- monitoreo del piezómetro e inclinómetro
- estudio del mecanismo de deslizamientos
- estudio de contramedidas estructurales

Este estudio también está estrechamente relacionado con el Estudio de JICA y se hizo un intercambio de información a través de SERNA. Se mantuvieron discusiones entre el Equipo

de Estudio de JICA y el líder del equipo del Cuerpo de Ingenieros sobre el mecanismo del deslizamiento de tierra.

### **2.8.6 PLAN DE NUEVO TERMINAL DE AUTOBUSES CERCA DEL RÍO CHOLUTECA**

AMDC tiene un plan para la construcción de un nuevo terminal de autobuses en el lado izquierdo del actual curso del Río Choluteca entre el Puente Mallol y el Puente Carias. La altitud del terminal de autobuses es de 918 m, que es menor que el nivel de agua de diseño en ese punto que es de 920 m. El ancho del terminal de autobuses es de 40 m.

### **2.8.7 PLAN DE NUEVO PUENTE SOBRE EL RÍO CHOLUTECA**

El Gobierno de Suecia financió el planeamiento de la construcción de nuevo puente entre el Puente Mallol y el Puente Morina. El Puente está planeado con 5 arcos, con una longitud de 150 m y una pendiente de 5.5 %. El puente unirá el área urbana de Comayagüela a tres cuadras río arriba del Puente Mallol y la Calle Coheles.

## **2.9 DEFINICIÓN DE LOS PROBLEMAS**

Del todo el estudio sobre las condiciones actuales, se llegó a la conclusión de que los problemas de inundación y deslizamientos de tierra en el Área objeto son los siguientes;

### **2.9.1 PROBLEMAS DE INUNDACIONES**

El problema de inundación en el Área objeto puede resumirse como sigue;

- La cantidad de lluvias de dos días en Tegucigalpa durante el Huracán Mitch tiene un período de retorno de 500 años.
- La inundación en el área urbana durante el Huracán Mitch fue causada por una precipitación anormal con un período de retorno de 500 años, pero la actual capacidad del río en sí es de menos de una inundación con período de retorno de 1 año entre C48 y C50 debido al ancho reducido del río por el deslizamiento de Berrinche.
- Las causas de la mala capacidad del Río Choluteca son;
  - (1) ancho de canal angosto por el deslizamiento de Berrinche (C48-C50)
  - (2) sedimentos en el río entre C30 y C100
- El colapso de la presa natural de la Laguna del Pescado produjo un impacto importante en la inundación río abajo,
- La inundación en la quebrada de Sapo y en la quebrada de Bambú fue causada por la obstrucción de sus salidas de tubo de alcantarillado por sedimentos en el curso del río principal y por basura,
- La erosión del suelo de toda la cuenca no es tan grande aunque sigue la deforestación en algunas sub-cuencas del área.
- La capacidad de transporte de sedimentos del Río Choluteca y el Río Chiquito son comparativamente uniforme excepto entre C50 y C55.
- El número de hogares en el área de inundación (2 km<sup>2</sup>) de una tormenta con la escala de Huracán Mitch es de aproximadamente 3,000 y el número de personas afectadas es de 15,000.

### **2.9.2 PROBLEMAS DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA**

Los problemas de deslizamiento en el Área objeto se resumen como sigue;

- La topografía montañosa y las estructuras geológicas complejas hacen que el área sea propensa a deslizamientos y derrumbamientos de talud producidos por una gran cantidad de lluvias.
- Las masas de deslizamiento de Categoría A y su área afectada(1km<sup>2</sup>) cubre el 1 % de toda el Área objeto y el número de hogares es de 1,500.
- El área de peligro de derrumbamientos de talud (26km<sup>2</sup>) cubre el 25 % de todo el Área objeto y el número de hogares es de 25,000.

### **2.9.3 DAÑOS POR EL HURACÁN MITCH**

La cantidad de daños y costo de reconstrucción ocasionados por el Huracán Mitch para todo el país se estimaron en US\$3,638.5 millones y 4,987.7 millones respectivamente. Los daños en la ciudad de Tegucigalpa provocados por el Huracán Mitch serán estimados en entre US\$410 millones y US\$760 millones.

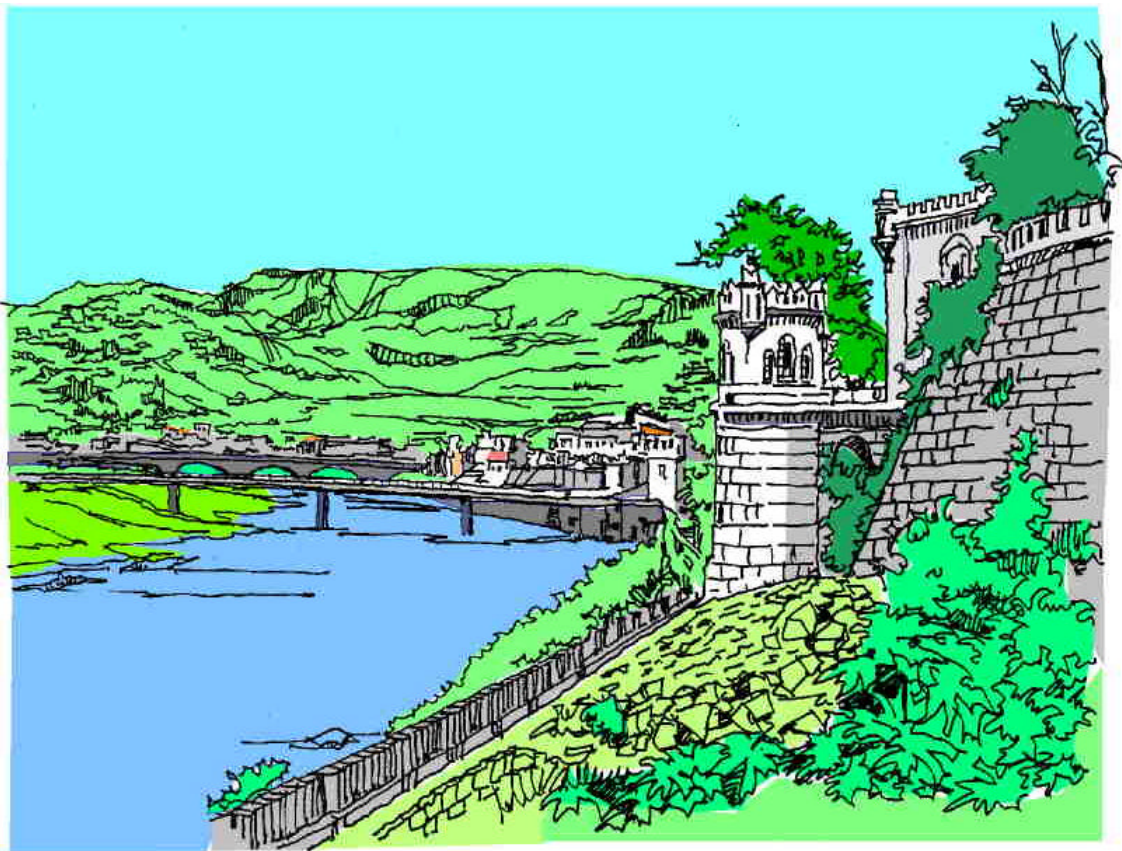
### **2.9.4 ASPECTOS ORGANIZACIONALES/INSTITUCIONALES DE LOS PROBLEMAS**

Hay distintas organizaciones involucradas en la actividad de prevención de desastres para la ciudad de Tegucigalpa. Sin embargo, de acuerdo con la orientación de organigramas recientes del gobierno hondureño, COPECO y CODEM son las organizaciones clave para el plan de prevención de desastres integrado.

En términos de legislación, hay distintas leyes y decretos que son relevantes e importantes para un plan de prevención de desastres completo. Los problemas se deben a que las leyes y decretos relevantes no se implementan correctamente. Una de las razones importantes debe ser la falta de datos concretos cuando sean aplicables los reglamentos.

### **2.9.5 PROYECTOS RELACIONADOS**

Hay muchos proyectos relacionados completados o en las etapas de implementación. El plan maestro de prevención de desastres preparado en el Estudio debe tener en cuenta los resultados finales e intermedios de todos los estudios relacionados. También es necesario hacer recomendaciones para estudios adicionales de los resultados en aquellos proyectos en curso de ejecución.





**CAPITULO 3**  
**BASE DEL PLANEAMIENTO**

## CAPITULO 3 BASE DEL PLANEAMIENTO

### 3.1 CONCEPTO DEL PLAN

Tal como se analizó en el Capítulo 2, enormes daños y gran número de pérdida de vidas humanas en el Área objeto fueron provocados por el Huracán Mitch, intensificado por las condiciones naturales y sociales. Las condiciones naturales desfavorables son una cantidad anormal de precipitaciones, características del río, y características topográficas y geológicas del área. Las condiciones problemáticas sociales fueron causadas por el desarrollo urbano sin control en áreas con peligro de inundación y deslizamientos de tierra. De acuerdo con el Estudio, las áreas peligrosas definidas en el Estudio ocupan el 30% de toda el Área objeto. El número de personas que viven en las áreas peligrosas es de más de 150,000 y es el 15% de la población total. Esta es una realidad de la ciudad de Tegucigalpa.

La solución más efectiva es un reasentamiento permanente de hogares ubicados en el área peligrosa.

Sin embargo, es imposible resolver completamente el problema de un desastre anticipado removiendo las casas ubicadas en el área peligrosa en un corto plazo. Tampoco es posible resolver completamente el problema con trabajos de ingeniería de gran escala para que el área peligrosa sea más segura.

Por lo tanto, la meta del plan se define de la siguiente forma;

- Los daños de un desastre en el Área objeto deben reducirse al mínimo, sin pérdida de vidas humanas incluso en una tormenta de la escala del Huracán Mitch.

Y la estrategia es;

- Debe lograr la meta arriba mencionada con una combinación óptima de medidas estructurales y no estructurales.
- Como el reasentamiento de gran escala de la gente del área peligrosa es poco realista, se concentra principalmente en medidas no estructurales como la prohibición del desarrollo de nuevas casas en las áreas peligrosas y el pronóstico/alerta/evacuación durante emergencias.

### 3.2 AÑO OBJETIVO

Como se trata de un plan maestro, el año objetivo debe ser de largo plazo. Sin embargo, los factores clave para el año objetivo, es decir la distribución de la población y el uso de suelo no pueden proyectarse a largo plazo por falta de un plan de desarrollo regional integrado y un plan de desarrollo urbano que cubra el Área objeto.

La proyección de población más reciente fue elaborada en el proyecto titulado “El Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua para el Área Urbana de Tegucigalpa en la República de Honduras” (2001, JICA) para el año 2015. Como la proyección de la población tiene como respaldo un plan maestro completo para el abastecimiento de agua, es confiable considerando que el suministro de agua es una de las limitaciones más críticas del crecimiento de la población.

Por lo tanto, el año objetivo del Plan Maestro fue establecido para 2015 y se aplicará la misma proyección de población.

### **3.3 MARCO SOCIAL**

Como la base del planeamiento se estableció el marco social, que es la población para el año objetivo. La población urbana total para el año 2015 está estimada en 1,376,822.

Un plan de uso de suelo fue creado en el Plan Maestro desde el punto de vista de la prevención de desastres con el fin de ubicar la futura población apropiadamente en el área.

### **3.4 ITEMS A CONSIDERAR EN EL PLAN MAESTRO**

#### **(1) Plan Realista**

Es necesario preparar un plan realista desde el punto de vista de las finanzas y ambiente social. El costo total del proyecto debe estar dentro de las posibilidades del gobierno central y local. Es imposible una adquisición de terreno o reasentamiento de gran escala, por lo tanto deben planearse las medidas estructurales para minimizar la adquisición de terreno y el reasentamiento.

#### **(2) Integración con Proyectos Relacionados**

Como hay muchos proyectos relacionados en marcha, el Plan Maestro debe tener en cuenta toda la información de estos proyectos. Especialmente los proyectos conducidos por USGS y el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. deben ser coordinados en el Plan Maestro.