

**CAPITULO 4**  
**PLAN MAESTRO**

## CAPITULO 4 PLAN MAESTRO

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El Plan Maestro para la prevención de desastres en el área metropolitana de Tegucigalpa consta de tres componentes: medidas de mitigación de daños por inundaciones, medidas de mitigación de daños por desplazamientos y medidas no estructurales comunes para la mitigación de daños por inundación y por desplazamiento.

Tanto el plan de mitigación de daños por inundaciones como el plan de mitigación de daños por deslizamiento de tierra fueron preparados mediante el análisis del mecanismo para ambos desastres. Las soluciones alternativas tanto estructurales como no estructurales fueron estudiadas para solucionar los problemas.

Se seleccionaron las medidas estructurales sólo cuando son realistas, considerando el costo de la obra civil comparado con los beneficios resultantes así como la adquisición de terreno y los problemas de reasentamiento que acompañarían las obras civiles.

Se seleccionaron las medidas no estructurales cuando son más realistas teniendo en cuenta el costo de las medidas estructurales, dificultades para la adquisición de terreno y reasentamiento para las medidas estructurales.

Se solicitaron las opiniones del Departamento Meteorológico, ENEE, COHDEFOR y otros donantes tales como el BID, Banco Mundial, USAID, USGS, Cuerpo de Ingenieros y se incorporaron en el plan final.

El Proyecto de Plan Maestro propuesto se muestra en la *Tabla 4.1*. El mapa de localización de los proyectos del Plan Maestro (medidas estructurales) aparece en la *Figura 4.1*.

#### **Plan de Mitigación de Daños por Inundaciones**

El plan de mitigación de daños por inundaciones empezó por el análisis de las características del río y la simulación hidrológica/hidráulica durante el Huracán Mitch. Para entender las características del río, se realizó un extenso reconocimiento del río, a lo largo del río. El ancho, el perfil y la capacidad actual de cada sección del río fueron estudiados para una longitud de 30 km, incluyendo los ríos Choluteca, Guacerique, Chiquito y Sapo. Este estudio mostró claramente las características hidráulicas del río.

El proceso de establecimiento del modelo hidráulico se realizó a base de dos informaciones importantes. Una es el registro de precipitación por hora en la estación de Toncontín y la otra es el alto nivel de agua durante el Huracán Mitch. El modelo hidráulico se construyó usando el resultado del reconocimiento del río con un registro de precipitación y calibrado en base al resultado del reconocimiento de alto nivel de agua. Mediante el uso del modelo se hizo una simulación hidráulica correspondiente a distintos fenómenos de lluvias con distintos períodos de retorno.

Mediante el análisis de configuración del río y la simulación del modelo hidráulico, se ha aclarado el mecanismo de inundaciones en la Ciudad de Tegucigalpa.

Después de entender el mecanismo de inundaciones, se hizo un estudio alternativo para hacer una selección apropiada de una inundación de diseño. Aquí se seleccionó la inundación de

diseño teniendo en cuenta las limitaciones en la adquisición de terreno y el reasentamiento necesarios para la ampliación del río. Se planearon las obras de la mejora del río de tal forma de acomodar con seguridad la inundación de diseño en el curso del río.

Se hizo de nuevo la simulación hidráulica suponiendo que se hayan terminado las medidas estructurales propuestas y se identificó el área de inundación para la venida de una tormenta de escala mayor que la inundación de diseño. Se planearon medidas no estructurales analizando el área de inundación a lo largo del río incluso después de terminar las medidas estructurales propuestas.

Se preparó un plan de manejo de cuenca a través del análisis de erosión de cada sub-cuenca del Área del Estudio.

### **Plan de Mitigación de Daños por Deslizamiento de Tierra**

Se planearon las medidas de mitigación de daños por deslizamientos a través de dos aspectos; uno es el entendimiento de las características geológicas de toda el área y el otro es la observación del fenómeno de deslizamiento que se produjo durante el Huracán Mitch.

El nuevo mapa geológico con la escala de 1/10,000 se preparó para cubrir toda el Área objeto de prevención de desastres. El estudio geológico reveló características topográficas y geológicas del área propensa a deslizamientos.

Los desastres provocados por los movimientos de suelo y rocas se clasifican en Japón como “deslizamientos de tierra”, “derrumbamientos de talud” y “flujo de escombros”. Como los “deslizamientos de tierra” y los “derrumbamientos de talud” son los predominantes en el Área objeto, estos dos fenómenos se consideraron por separado en el Estudio.

Para los problemas de “deslizamientos de tierra”, se hizo un análisis de fotos aéreas para identificar características topográficas típicas de las masas de deslizamiento. Fueron clasificadas en tres categorías según el grado de peligrosidad teniendo en cuenta la observación de campo y el registro de deslizamientos durante el Huracán Mitch. Se identificaron diecisiete masas de deslizamiento en la categoría A, que significa el riesgo más alto. Todas las masas de deslizamiento en el Área objeto con sus grados de riesgo aparecen en el mapa de amenaza de deslizamiento de tierra. Después de clasificar las masas de deslizamiento, se estudiaron las medidas no estructurales y estructurales para cada bloque de alto riesgo. Se determinó que la mayoría de los bloques no es apropiada para las medidas estructurales y por lo tanto se propusieron medidas no estructurales. Fueron seleccionados tres bloques de deslizamiento de categoría A para las obras de prevención de medidas estructurales y fueron propuestas las obras civiles.

Para los problemas de “derrumbamiento de talud” se hizo un análisis de pendiente junto con las características geológicas de todos los derrumbamientos de talud reales ocurridos durante el Huracán Mitch y se determinaron los valores límite de pendiente peligrosa para cada clasificación geológica en el Área objeto. Con el uso de los valores límite para cada clasificación geológica y el mapa geológico, se creó un mapa de amenaza de derrumbamientos de talud para el Área objeto. Las medidas estructurales no fueron apropiadas para hacer frente a estas vastas áreas de riesgo de derrumbamientos de talud y sólo se propusieron medidas no estructurales.

## 4.2 PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIONES

### 4.2.1 GENERALIDADES

Se construyó un modelo hidráulico del río Choluteca basado en el levantamiento del río. Después de completar el modelo hidráulico, se hizo un cálculo de simulación. Se hizo un estudio alternativo para seleccionar la descarga de inundación de diseño para el plan de control de inundaciones. Después de determinar la descarga de la inundación de diseño, se hizo un plan de mejoras del río para acomodar la descarga de diseño. Se estudiaron las medidas no estructurales para hacer frente a inundaciones de una escala mayor que la descarga de diseño para los trabajos de mejora del río.

### 4.2.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

#### (1) Análisis de Frecuencia de Lluvias

Primero se realizó un análisis de frecuencia para los datos de precipitación de 1 día en la estación Toncontín de 1951 a 1999. La precipitación máxima por día en la estación Toncontín aparece en la *Tabla 4.2*. Después se calculó y analizó la precipitación máxima de 2 días. La precipitación máxima de 1 día y de 2 días y el período de retorno en la estación Toncontín aparecen en la *Figura 4.2* y *Figura 2.19* respectivamente.

El patrón de lluvia horario en la estación Toncontín durante el Huracán Mitch tuvo su pico de 120 mm el 30 de octubre de 1998 y la precipitación total de 72 horas fue de 256 mm. El patrón de lluvias aparece en la *Figura 2.18*.

El patrón de lluvias de diseño para cada período de retorno en la estación Toncontín se preparó a partir del patrón de lluvias horario para el Huracán Mitch. La máxima precipitación de diseño de 2 días en cada período de retorno aparece a continuación;

**Tabla 4.3 Precipitación Máxima de Diseño de 2 Días en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa**

Período de retorno (Año)	Precipitación máxima de diseño de 2 días (mm)
500 – 600 (Mitch)	240.70*
5	109.21
10	128.98
25	153.95
50	172.48

Nota: El asterisco (\*) indica datos medidos durante el Huracán Mitch y no es el valor calculado.

Se utilizaron las precipitaciones máximas de diseño con el patrón de lluvias sintético en el análisis de precipitación - escorrentía para toda la cuenca del río incluyendo la cuenca de los ríos Grande, San José, Guacerique, Chiquito y Choluteca.

#### (2) Análisis de Precipitación - Escorrentía

El análisis de las precipitaciones de precipitación - escorrentía fue conducido usando un método de función de almacenamiento estándar.

Los datos de precipitación por hora en la estación de Toncontín durante el Huracán Mitch se usaron para construir el patrón de precipitación de diseño para toda la cuenca del río. Los datos medidos en las estaciones de precipitación de las sub-cuencas no se usaron para calcular la escorrentía en estas cuencas, porque los datos registrados no fueron suficientemente largos.

Las precipitaciones sintéticas fueron incorporadas en el modelo de precipitación - escorrentía para el cálculo de escorrentía.

Se calculó la escorrentía del año objetivo 2015 de acuerdo con el pronóstico del plan de uso de suelo del Área del Estudio, pero la relación de precipitación y escorrentía no tuvo diferencia importante, por tanto la relación entre precipitación y escorrentía actual se utilizó para el Plan Maestro.

### (3) Calibración del Modelo

El modelo de función de almacenamiento se calibró usando el flujo real en la represa de Concepción durante el Huracán Mitch con las siguientes condiciones:

- Pico de flujo en la represa fue de 827 m<sup>3</sup>/s,
- El volumen de almacenamiento fue a su capacidad completa, por lo que se consideró que fue el mismo que el flujo de salida, y
- El área de drenaje encima de la represa fue 139.51 km<sup>2</sup>.

### (4) Escorrentía en Toda la Cuenca

Los parámetros de la calibración se usaron en la calibración para toda la cuenca del río de 819.65 km<sup>2</sup>.

Usando la máxima precipitación de 2 días en cada período de retorno como se mencionó en la sección anterior, se construyó un patrón de precipitación y se incorporó en el modelo para calcular el pico de escorrentía en toda la cuenca en cada período de retorno.

La relación entre la precipitación y la hidrografía simulada del método de función de almacenamiento se muestra en la *Figura 4.3*. La hidrográfica simulada durante el Huracán Mitch se muestra en la siguiente *Figura*. La relación de la escorrentía (pico de la hidrografía simulada) y el período de su retorno se muestra en la *Figura 4.4* y un resumen se muestra también en la siguiente *Tabla 4.4*.

**Tabla 4.4 Escorrentía en la Cuenca del Río Choluteca en Tegucigalpa**

Período de Retorno (Año)	Escorrentía (m <sup>3</sup> /s)
Mitch	3,954
5	1,508
10	1,867
25	2,328
50	2,673

#### 4.2.3 SIMULACIÓN HIDRÁULICA

La simulación hidráulica se hizo usando un software llamado MIKE 11, un programa de flujo inestable unidimensional, desarrollado por el Instituto Hidráulico Danés.

Se preparó un modelo de río para el Río Choluteca y sus afluentes utilizando principalmente el levantamiento del río en abril del 2001 y como complemento el mapa topográfico de 1996.

#### (1) Casos de Simulación

La simulación se hizo para los dos casos siguientes:

**Tabla 4.5 Casos de Simulación**

Caso	Nombre	Configuración del Río	Descarga
I	Sin proyecto	2001 (Resultado de levantamiento de río)	5,10,25,50 años y Mitch
II	Con proyecto	Secciones transversales de diseño	5,10,25,50 años y Mitch

**Caso-I Sin proyecto en 2001 (Luego de Mitch)**

El modelo de río se estableció a partir del reconocimiento de río en abril de 2001. Este caso es equivalente a la situación actual sin el proyecto para el control de inundación, y la configuración de río (curso del río y secciones transversales) es posterior al Huracán Mitch.

**Caso -II Con proyecto (Secciones de Diseño)**

El modelo de río se estableció usando secciones transversales de diseño para el control de inundación, que se describirá en 4.2.4. Este caso es equivalente a la condición de río después de que las medidas estructurales se hayan implementado completamente, y la configuración de río (curso del río y secciones transversales) se haga como la del diseño.

En cada caso, la simulación se hizo para cinco diferentes períodos de retorno; 5, 10, 25 y 50 años, y durante el Huracán Mitch.

**(2) Análisis de Establecimiento del Modelo****1) Red del Ríos**

El modelo de red de ríos se estableció a partir de las coordenadas de río y las secciones transversales a lo largo del río. Las secciones transversales se establecieron para que sean compatibles con los siguientes casos de cálculo:

**Tabla 4.6 Preparación de Red de Ríos**

Caso	Nombre	Preparación de Sección Transversal
I	Sin proyecto	Se ajustó aproximadamente el lecho de río basando en la condición actual.
II	Con proyecto	Las secciones de diseño se prepararon basando en la descarga

El modelo de río se muestra en la *Figura 4.5*.

**2) Calibración del Modelo**

Calibrar los parámetros en el modelo para hacer menos errores entre el nivel de agua simulada y nivel de agua observada en los puentes Mallol y Chile durante el Huracán Mitch. El nivel de agua en estos puentes durante el Huracán Mitch fue como sigue:

**Tabla 4.7 Nivel de Agua durante el Huracán Mitch**

Localización	Nivel de Agua(m)
Puente Mallol	927.9
Puente Chile	924.5

La investigación del nivel alto de agua se realizó en el Estudio en julio de 2001. El resultado se utilizó para la calibración.

**3) Parámetros y Condición Limitantes**

Los parámetros y condición limitantes en el modelo son:

- Aspereza de Manning,  $n = 0.036$  de acuerdo con el reconocimiento de material del lecho

de río y calibración,

- Al final del agua arriba, hidrografías del río Grande, San José, Guacerique y Chiquito durante el Huracán Mitch (con el mismo patrón que en la *Figura 4.3*, pero con magnitud diferente) se utilizaron como condición limitante,
- Al final del agua abajo, se determinó el flujo libre como la condición limitante,
- Paso de tiempo en el cálculo = 5 segundos.

#### 4) Establecimiento del Colapso de la Represa en la Laguna del Pescado

Se informó que la represa natural en la Laguna del Pescado se colapsó durante el Huracán Mitch sobre las 22:00-23:00 del día 30 de octubre, 1998.

Según la investigación de campo, la salida de la Laguna del Pescado luego del colapso de la represa tenía un ancho de aproximadamente 20 m y profundidad de 8 m.

El flujo de la laguna fue estimado según la siguiente ecuación:

$$Q = CBH^{3/2}$$

Donde Q = velocidad de caudal, m<sup>3</sup>/s, B = ancho de compuerta, m,

H = nivel de agua, m, C = constante = 2.65

Según esta ecuación, la máxima velocidad de caudal es la siguiente:

$$Q_{max} = 1,139 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con este pico de flujo y el volumen de almacenamiento, se estima que la Laguna descargaría todo el agua en 10.4 minutos. Sin embargo, como el flujo saliente desde la Laguna no fue constante en el pico todo el tiempo y las otras dimensiones fueron estimadas aproximadamente, tiempo en el cálculo se ajustó para aproximadamente una hora.

La hidrografía de esta Laguna también se incluyó en la simulación hidráulica.

### (3) Resultados de la Simulación Hidráulica

El flujo de pico en cada sub-cuenca puede resumirse como sigue:

**Tabla 4.8 Flujo de Pico en las Sub-cuencas de la Simulación Hidráulica**

Sub-cuenca/Localización	Flujo de Pico en las Sub-cuencas (m <sup>3</sup> /s)					
	Mitch	5-años	10- años	15- años	25- años	50- años
Agua arriba Choluteca (Grande)	1,459.8	473.9	584.7	646.4	727.4	834.3
Luego de confluencia con San José	2,092.0	825.7	1,010.7	1,147.1	1,249.6	1,428.8
Luego de confluencia con Guacerique	3,337.6	1,318.3	1,603.9	1,700.4	1,971.8	2,261.7
Agua abajo Choluteca	3,878.3	1,505.8	1,823.8	1,905.6	2,231.5	2,601.5

Hay que tener en cuenta que estos flujos de pico se calcularon con la simulación hidráulica considerando los tiempos de pico. El flujo de pico luego de cualquier confluencia no fue necesariamente la suma de los flujos de pico de estas sub-cuencas antes de la confluencia.

Un resumen del nivel del agua en los Casos I y II durante el Huracán Mitch en el río Choluteca se muestra en la *Figura 4.6*.

#### 4.2.4 ESTUDIO ALTERNATIVO PARA EL CONTROL DE INUNDACIÓN

##### (1) Generalidades

Se hizo un estudio alternativo para un plan de control de inundación. Se generaron cinco alternativas de inundación de diseño con diferentes valores pico y se preparó el plan de mejora de río correspondiente para acomodar la descarga pico. Los valores de descarga pico están relacionados con sus períodos de retorno de la tabla preparada por separado

Los planes de mejora de río se hicieron considerando métodos como el dragado del río, ampliación del ancho de canal, construcción de parapetos y construcción de muros de contención. Se estudió también la adquisición de terrenos requeridos y se compararon las distintas alternativas.

##### (2) Instalaciones de Control de Inundaciones Consideradas

Para el control de inundación, se consideró no solamente la mejora del curso del río, sino también la estructura de almacenamiento de agua de inundación.

##### Estanque de Retardación

De acuerdo con los resultados del reconocimiento de río y de la investigación de la inundación durante el Huracán Mitch, no hay espacio adecuado y abierto a lo largo del río para el almacenamiento de la inundación que pueda servir como estanque de retardación. Por consiguiente, la idea de un estanque de retardación fue abandonada como una alternativa.

##### Represa

Se estudió la Represa de Sabacuante respecto al almacenamiento de inundación aguas arriba. En el Estudio del Sistema de Suministro del Agua Potable en el Área Urbana de Tegucigalpa por JICA en 2001, la represa fue estudiada como represa de un sólo propósito para el suministro del agua. No fue adoptado en el Plan Maestro de suministro del agua, pero en el curso del estudio, se propuso la idea de convertirla en un proyecto multi-propósito. Por consiguiente, en este Estudio, se hizo un estudio preliminar para que la represa de Sabacuante fuera de multi-propósito.

La represa de Sabacuante planeada es como sigue;

- Área colectora	; 80 km <sup>2</sup>
- Capacidad de Almacenamiento Bruto	; 36,700,000 m <sup>3</sup>
- Capacidad de Almacenamiento Efectivo	; 24,000,000 m <sup>3</sup>
- Capacidad de Almacenamiento para Control de Inundación	; 12,00,000 m <sup>3</sup>
- Capacidad de Almacenamiento para Suministro del Agua	; 12,000,000 m <sup>3</sup>
- Reducción de Descarga del Pico de Inundación	; 411m <sup>3</sup> /s a 75m <sup>3</sup> /s (período de retorno 15 años)
- Costo de Construcción	; US\$34,500,000
- Costo Asignado para el Control de Inundación	; US\$17,250,000

Como el sitio está río arriba y el área colectora representa tan sólo una décima parte de toda el área colectora, la capacidad de control de inundación del dique es limitada. El efecto de la represa es reducir el pico de descarga en 336 m<sup>3</sup>/s. El costo del control de inundación es mucho más grande que el incremento de costo por el aumento de la capacidad del río a través de la operación de dragado.



### **Mejora de la Salida de la Laguna del Pescado**

De acuerdo con la simulación hidráulica, el efecto del colapso de la represa natural en la salida de la Laguna del Pescado es importante aguas arriba. Se estudió el tratamiento de la salida y se determinó que la obra civil no es tan difícil para prevenir la repetición de incidentes. Por lo tanto, se planeó modificar la salida de la Laguna de manera que la inundación causada por el colapso de la presa natural sea eliminada por alguna medida.

#### **(3) Descargas de Inundación de Diseño Alternativo**

El pico de descarga de la inundación en el punto A (el final de aguas abajo del Área del Estudio) es de 4,000 m<sup>3</sup>/s según la simulación de descarga. Y se sabe que el período de retorno de 2 días de precipitación durante el Huracán Mitch viene cada aproximadamente 500 años.

Por otra parte, la capacidad total del lecho del río Choluteca en el punto A es 2,000 - 3,000 m<sup>3</sup>/s. Considerando el área edificada a lo largo del río Choluteca en las áreas Centro y Comayagüela, es difícil ampliar el ancho de río en gran escala.

Por consiguiente, como descarga pico de la inundación fueron seleccionadas cinco alternativas de 1000, 1500, 2000, 2500 y 3000 m<sup>3</sup>/s para el estudio.

La distribución de la inundación de diseño fue preparada para cada alternativa basada en la proporción de simulación de descarga. La *Figura 4.7* muestra la distribución de inundaciones de cada diseño.

#### **(4) Perfil de Diseño del Río Choluteca**

El perfil longitudinal del río Choluteca fue diseñado basándose en el perfil de río existente. Las pendientes del lecho del río planeadas son 1/200, 1/250, 1/190 a 2.7-5.1km, 5.1-11.4km, 11.4-15.5km respectivamente. El perfil de diseño se muestra en la *Figura 4.8*.

#### **(5) Secciones Transversales de Diseño del Río Choluteca**

Las secciones transversales de diseño fueron planeadas para acomodar cada inundación pico de diseño (1,000 m<sup>3</sup>/s - 3,000 m<sup>3</sup>/s) teniendo en cuenta el perfil de diseño seleccionado antes y las secciones transversales de diseño para la descarga de inundación pico de diseño. El ancho de los canales de cada caso se muestra como sigue;

**Tabla 4.9 Ancho de los Canales**

Alcance	27-51	51-56	56-67	67-93
Descarga (m <sup>3</sup> /s)	Ancho del río (m)			
1,000	35	36	32	24
1,500	48	49	45	32
2,000	61	63	56	39
2,500	73	76	68	47
3,000	86	89	80	54

#### **(6) Alineación Planeada del Río Choluteca**

La alineación de diseño del río Choluteca siguió la alineación existente del río, excepto C48 y C49 (el curso del río adyacente al deslizamiento de Berrinche), donde el ancho de río es muy angosto y la capacidad de canal es pequeña. Entre C48 y C49, se planeó desviar el curso del

río a la derecha fijando la periferia izquierda del río para no interferir con la gran masa de deslizamiento de Berrinche. (Consulte la *Figura 4.9(1)*)

### (7) Selección de Descarga de la Inundación de Diseño

Se compararon cinco alternativas en términos de período del retorno, cantidad de obras civiles y adquisición del terreno. La *Tabla 4.10* muestra la comparación de cada alternativa.

La cantidad de obras civiles es proporcional a la cantidad del pico de descarga y el costo de proyecto es también proporcional al pico de descarga.

Por otra parte, el problema de adquisición de terreno varía de un caso a otro. Como el río estrecho de Berrinche es la sección para el control del flujo del río, es necesario ampliar esa porción específica para acomodar un pico de descarga seguro. Como se explicó antes, la ampliación del curso del río se ve limitada por la posición de la masa de deslizamiento de Berrinche y el río debe ser ampliado hacia el lado derecho. Sin embargo, hay un área edificada a lo largo del lado derecho del río y es necesario adquirir un nuevo terreno para un nuevo curso del río. El Huracán Mitch y el deslizamiento de Berrinche causaron un daño severo al área y justo después del huracán, el Departamento de Planificación de la Ciudad de Tegucigalpa preparó una regulación estableciendo que la porción dañada del terreno sería adquirida como área del río. Por consiguiente, es más fácil utilizar esa área para el nuevo curso del río, mientras que la adquisición de terreno adicional es más difícil considerando las estructuras existentes tales como una iglesia, un colegio y una estación de policía.

Este problema fue discutido con la autoridad municipal quien está a cargo de la planificación urbana y se concluyó que las alternativas 4 y 5 son sumamente difíciles en términos de adquisición de terreno. Por consiguiente, la alternativa 3 con pico de descarga de 2,000 m<sup>3</sup>/s se seleccionó como Plan Maestro para el control de inundación. El período de retorno correspondiente es de 15 años.

Las secciones transversales de diseño del río en la alternativa 3 aparece en la *Figura 4.9(2)*.

**Tabla 4.10 Comparación de las Descargas de Inundaciones de Diseño Alternativo**

No	Q (m <sup>3</sup> /s)	Período de Retorno (año)	Excavación (m3)	Adquisición de Terreno	Evaluación Total
1	1,000	1	320,000	Preparada	
2	1,500	5	520,000	Preparada	
3	2,000	15	750,000	Preparada	X
4	2,500	35	920,000	Difícil	
5	3,000	80	1,420,000	Difícil	

## 4.2.5 PLAN DE MEJORA DE RÍO PARA EL RÍO CHOLUTECA

### (1) Generalidades

El Plan de mejora de río para el río Choluteca está compuesto de los siguientes ítems;

- Excavación del lecho del río                      L = 7 km,    V =750,000 m<sup>3</sup>
- Ampliación del río                                      L = 200 m (con pilote de hormigón)
- Construcción de muro de contención            L = 9 km
- Construcción de Dique                                L = 3 km

- Reconstrucción de puente 1 puente

Cada ítem se explica a continuación.

## **(2) Excavación del Lecho del Río**

La excavación se planeó para obtener la sección transversal y perfil del río requerido requeridos. Sin embargo, en el río abajo entre el número 0 y el número 27 de la sección transversal (aproximadamente 3 km) fue eliminado de este trabajo ya que no hay viviendas o terrenos agrícolas a proteger en el área.

Por lo tanto, la excavación del lecho del río se planeó entre el número 27 y el número 93 de la sección transversal. El largo total del río para el trabajo es de aproximadamente 7 km y el volumen de excavación total es de 750,000 m<sup>3</sup>, de los cuales 40,000 m<sup>3</sup> es excavación en roca.

El material excavado se planea ser acarreado aguas abajo del río para rellenar a lo largo del río Choluteca. En ese lugar, el río forma un valle ancho y la acumulación de tierra no producirá ningún efecto adverso sobre las inundaciones en aguas arribas.

## **(3) Ampliación del Ancho del Río en Berrinche**

El único lugar donde la ampliación del río es necesaria es la vecindad del deslizamiento de Berrinche. El ancho requerido para acomodar las inundaciones de diseño es de 61 metros y son necesarios 40 metros de ampliación adicional. El largo total de ampliación a lo largo del río es de aproximadamente 200 m metros y el volumen de excavación es de 50,000 m<sup>3</sup>.

Es necesario proteger el lado izquierdo del río contra el deslizamiento de Berrinche. En este proyecto de Plan Maestro, el relleno de contrapeso (C45-C46.5) y los trabajos de pilote (C46.5-C50) fueron planeados para prevenir la desestabilización del banco izquierdo del Río Choluteca. El diámetro de pilote de hormigón es 4.0 metros y el largo promedio de pilote es 16 metros. Se planea construir el pilote de hormigón con un intervalo a lo largo del río en 400 metros y el número total de pilotes son 52. El volumen del relleno de contrapeso es 40,000 m<sup>3</sup>. La distribución de las estructuras se muestra en la *Figura 4.10*.

El lado derecho del río se planea proteger con un muro vertical con anclas de tierra para minimizar el área de adquisición de terreno.

## **(4) Muro de Contención**

El muro de contención a lo largo del río es necesario para estabilizar el banco contra erosión y deslizamiento donde hay áreas edificadas justo al lado del río. Se planea una estructura de muro de contención de mampostería que es una práctica común en Tegucigalpa. La altura de la estructura es de aproximadamente 8 m. El largo total de la estructura a lo largo del río es de 9 km. Las posiciones del muro de contención se muestran en las *Figuras 4.11 a 4.15*. La distribución de las estructuras se muestra en la *Figura 4.16*.

## **(5) Dique**

Conforme a la simulación hidráulica, hay algunas partes a lo largo del río donde la elevación del terreno está baja y es necesario protegerlo con la construcción de un dique. La estructura propuesta es con muros de parapeto de hormigón a lo largo del río con un largo de 3 km. Las posiciones de los diques se muestran en las *Figuras 4.11 a 4.15*.

## (6) Reemplazo del Puente

Como el actual Puente Mallol está obstaculizando el flujo de inundación debido a su estructura voluminosa, se planeó su reconstrucción de forma que la inundación se descargue corrientemente en ese punto. La posición del puente actual y del nuevo puente propuesto aparece en la *Figura 4.17*. El nuevo tipo propuesto fue tomado del Puente Carias río abajo del Puente Mallol.

Se discutió esta idea en la reunión con la contraparte así como en el comité ejecutivo y con el Instituto Hondureño de Antropología e Historia. Se llegó a un acuerdo sobre la idea de reconstrucción del puente, pero se concluyó en que sobre el nuevo tipo de puente debe seguir discutiendo en una etapa posterior del proyecto, probablemente en la etapa de factibilidad cuando se haya hecho la evaluación de impacto ambiental.

### 4.2.6 PLAN DE CONTROL DE SEDIMENTOS

#### (1) Plan de Control de Erosión (Manejo de Cuenca)

Si predomina la erosión del suelo en la cuenca y aumenta la cantidad de sedimentos en el río, se desequilibra el balance de la entrada y salida de sedimentos en el río y se acumulan sedimentos en el curso del río. Esto reduce secciones del río y baja la capacidad de descarga del río provocando daños por inundaciones.

Según la observación de campo y el estudio de fotos aéreas, está en marcha un proyecto de desarrollo de viviendas en gran escala especialmente en la cuenca del Río Chiquito que no fue designado como cuenca de conservación de recursos de agua.

Se analizaron las características del suelo, patrones de uso de suelo, características de talud e intensidad de lluvias en cada sub-cuenca del Área de Estudio. (Consulte el Apoyo I) Se encontraron seis micro-cuencas donde la erosión potencial es alta y es necesario un plan de control de erosión. Estas micro-cuencas son Choluteca, Chiquito, Sabacuante, Quebrada Grande, Laguna del Pescado y Mololoa tal como aparecen en la *Figura 4.18*.

De las seis micro-cuencas anteriores, se seleccionó el Chiquito como micro-cuenca piloto para el proyecto de control de erosión del Plan Maestro. Fue elegida esta micro-cuenca porque la erosión potencial del suelo es alta y se esperan proyectos de desarrollo de nuevas viviendas en la cuenca.

Las medidas propuestas son la forestación y la construcción de la micro-presa Sabo. La propuesta aparece en la *Tabla 4.11*.

#### (2) Transporte de Sedimento en el Río

Es importante hacer una planificación del río que establezca la configuración del río para un largo plazo en el futuro. Si es necesario un dragado constante para mantener la configuración del río planeada, el costo de mantenimiento será alto y convertirá en una carga del gobierno de Honduras.

La capacidad de transporte de sedimentos se calculó a lo largo del río tomando la configuración actual y la planeada del río. La capacidad se evaluó de acuerdo con la capacidad de transporte de sedimentos con una descarga máxima anual de 1,000 m<sup>3</sup>/s y el sedimento modelo con un diámetro de  $d_{60} = 30$  mm.

El resultado del cálculo se muestra en la *Figura 4.19*. Se muestra que en el río actual, la capacidad de transporte de sedimentos es baja en el agua arriba del área de Berrinche, donde la

capacidad del río es muy baja. Por otra parte, en el perfil del río planeado, la capacidad de sedimento es uniforme a lo largo del río. Por consiguiente, la mejora de la capacidad de inundación del río también mejora la capacidad de transporte de sedimentos del río.

La variación del lecho del río se simuló usando el modelo de sedimentos y la descarga máxima anual para 100 años, para el río planeado. El resultado se muestra en la *Figura 4.20*. Se muestra que la subida o bajada del lecho del río por el transporte de sedimento está dentro del alcance de 1 a 2 metros en 100 años. Quiere decir que el perfil del río planeado se mantiene sin dragado artificial periódico.

#### **4.2.7 PLAN DE MEJORA DEL RÍO PARA AFLUENTES**

##### **(1) Quebrada de Sapo**

La quebrada de Sapo es una corriente afluyente pequeña de la izquierda que fluye en el Río Choluteca en C-50. El área colectora es de aproximadamente 3 km<sup>3</sup>. La capacidad de descarga de la porción de alcantarilla es 15 m<sup>3</sup>/s, el período de retorno está en alrededor de 50 años y su capacidad es suficiente para descargar la inundación de diseño.

Por consiguiente, el dragado del Río Choluteca y su exposición total a la salida recuperarán la capacidad de flujo de la quebrada de Sapo y resolverá el problema de inundación a lo largo del río. Sin embargo, es necesario prevenir la obturación en la entrada de la alcantarilla por la basura y educar al pueblo y crear su conciencia a lo largo del río para preservar el curso del río. También es necesario para el gobierno municipal chequear la capacidad de alcantarilla periódicamente y mantenerla.

##### **(2) Quebrada de Cacao**

Se propuso una mejora de la alineación del río para mitigar la inundación y daños por flujo de escombros de la quebrada de Cacao. Como fuente de escombros a lo largo del río hay varias masas de deslizamiento con un ancho de 60-250m y largo de 80-200m y no es práctico detener estos deslizamientos. Se propone definir el área a lo largo del río como área de riesgo de flujo de escombros y promover el reasentamiento de la gente.

##### **(3) Laguna del Pescado**

La geología alrededor de la salida de la laguna consiste en lava de ignimbritas y tobas. Aunque la roca en el banco derecho parece ser una formación de roca básica, es una gran roca que resbaló gradualmente desde arriba durante un largo período de varias decenas de miles de años. Probablemente la gran roca parece estable en un corto plazo. Sin embargo, gran cantidad de material talus depositado alrededor de la roca sugiere su deterioro a largo plazo.

En el banco izquierdo, la lava de ignimbritas está distribuida a lo largo del borde y depósitos de material talus río abajo. El material talus parece incluir el material del banco derecho además de las del banco izquierdo. Esta observación sugiere que la salida está sujeta a bloqueos frecuentes por el colapso del banco derecho.

Existen pocas posibilidades de que vuelvan a producirse deslizamientos de tierra en el futuro cercano, pero son necesarias observaciones periódicas del talud para detectar síntomas de derrumbamiento de talud o deslizamiento de tierra en el banco derecho de la desembocadura.

Se propone mejorar la salida de la Laguna del Pescado para prevenir deslizamientos adicionales y evitar que se llene la salida y se rompa la presa natural. El concepto de mejora de la salida se muestra en la *Figura 4.21*.

#### 4.2.8 PRONÓSTICO DE INUNDACIÓN/ALERTA/EVACUACIÓN

COPECO, CODEM y SERNA están trabajando para preparar un sistema de pronóstico y alerta de inundación en Tegucigalpa con la ayuda de USAID. Se ha establecido un buen concepto de sistema y sólo se hacen algunas recomendaciones en este Plan Maestro como sigue;

- Se recomienda instalar tres estaciones adicionales para medir precipitación/nivel del agua con sistema telemétrico, como suplemento a la actual red de observaciones. Esto se debe a que el actual sistema abarca toda la cuenca del río Choluteca y la densidad de distribución de las estaciones de observación en el Área de Estudio no es suficiente.
- Reorganizar las instituciones/organizaciones para el pronóstico/alerta/evacuación de Tegucigalpa para que CODEM tenga un papel más importante en el trabajo.

La ubicación de las nuevas estaciones de observación propuestas y el sistema propuesto aparecen en las *Figuras 4.22 y 4.23*.

Con la implementación de la propuesta será posible obtener datos más precisos de las precipitaciones y descarga en el Área de Estudio y también será posible para CODEM actuar más rápidamente para hacer frente a emergencias por inundación.

COPECO está preparando un plan de emergencia detallado para los desastres naturales incluyendo un plan de evacuación. Para su referencia, se preparó un plan de evacuación básico basado en la simulación de inundación de este Estudio. La *Tabla 4.14* y la *Figura 4.24* muestran el destino de evacuación de cada área de inundación probable para cuando vuelva a producirse una tormenta de la escala del Huracán Mitch.

La *Tabla 4.13* muestra los nombres de las colonias y el número de familias en peligro en cada colonia. Es posible identificar los nombres de las colonias con un número comparativamente grande de familias en peligro y dar prioridad a las colonias que deben advertirse durante desastres naturales.

#### 4.2.9 MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN

Se preparó el mapa de amenaza de inundación para tormentas de escala de 5, 10, 25 y 50 años, como aparece en la *Figura 2.28*. Este mapa de amenaza muestra la situación sin proyecto. El área inundada en caso de con proyecto se muestra en la *Figura 4.25*. Este mapa debe ser utilizado para educar y enseñar a la gente a tener conciencia sobre el peligro de inundación.

Para el método de publicación del mapa de amenaza, se propone lo siguiente;

- Preparar un folleto simple con una versión simplificada del mapa de amenaza y distribuirlo a todas las comunidades de la ciudad.
- Preparar un mapa de amenaza a gran escala (1/10,000) y distribuirlo a los líderes de la comunidad en áreas peligrosas.
- Preparar un mapa de amenaza a gran escala y dejarlo en las oficinas municipales para que pueda ser estudiado por todos los interesados.
- Crear una versión digital del mapa de amenaza y publicarlo en el sitio oficial de Internet del gobierno de Honduras. El sitio de Internet de COPECO es un candidato apropiado.

#### 4.2.10 REGULACIÓN DE USO DE SUELO

Después de completar el plan de mejora del río, se volvió a hacer una simulación hidráulica para visualizar el área de inundación esperada por una tormenta de la escala del Huracán Mitch con el Proyecto del Plan Maestro.

#### Capítulo 4 : Plan Maestro

La *Figura 4.25* muestra el resultado de la simulación. De acuerdo con la superposición del mapa en el mapa base del área, se encontró que el número total de casas afectadas por la inundación es 1,700. Están distribuidas a lo largo del río y cuando se compara con la designación del área definida para la preservación del río de 100 m, la mayoría está dentro del área designada.

Por lo tanto, se considera que ese Estudio del Plan Maestro agrega al decreto de 1997 un nuevo significado desde el punto de vista de prevención de desastres por inundación. Se propone que el decreto de área de reserva del río de 1997 debe aplicarse estrictamente para eliminar todas las estructuras dentro del límite de un largo plazo.

El METROPLAN, el departamento de planeamiento del gobierno municipal, está a cargo de la zonificación y planeamiento del uso de suelo dentro del territorio del gobierno municipal. Se recomienda referirse siempre al mapa de amenaza de inundación cuando se prepare una nueva zonificación y plan de uso de suelo.

En el Estudio se preparó el plan de uso de suelo del Área objeto basándose en la siguiente política teniendo en cuenta las áreas peligrosas de deslizamiento y derrumbamiento de talud tal como se describe a continuación;

- Se estableció un área de reserva del río a lo largo del río Choluteca con un ancho de 100 m y no se permite construir estructuras.
- El futuro aumento de la población y su reasentamiento se distribuye en áreas vacías sin peligro de deslizamiento de tierra o inundación, y
- Las solicitudes de desarrollo de viviendas entregadas actualmente al gobierno municipal deben consultar los mapas de amenaza y controlarse correctamente.

La proyección de futuro uso de suelo aparece en la *Tabla 4.14* y *Figura 4.26*.

**Tabla 4.14 Futuro Uso de Suelo en el Área objeto**

Categoría de uso de suelo	(há)	Porcentaje
Comercial	311.3	3.0%
Área de protocolo y negocios	27.5	0.3%
Instalaciones públicas	124.2	1.2%
Residencial: R-1 a R-5	3,244.1	31.0%
Área industrial	135.1	1.3%
Instalaciones militares	130.6	1.2%
Aeropuerto	58.8	0.6%
Carreteras y calles	1,782.6	17.0%
Parques y áreas verdes	210.6	2.0%
Área verde prevención de desastres	2,163.1	20.6%
Cementerio	25.4	0.2%
Campo de deportes	51.6	0.5%
Bosques y arbustos	543.9	5.2%
Área de reserva del río	380.1	3.6%
Reserva	46.1	0.4%
Espacio vacío	1251.0	11.9%
Total	10,486.0	100.00%

Clasificación de área residencial	Área (ha)	Porcentaje
R-1: Residencial 250 hab/há	2,427.9	74.8%
R-2: Residencial 400 hab/há	527.6	16.3%
R-3: Residencial 500 hab/há	143.7	4.4%
R-4: Residencial 800 hab/há	117.4	3.6%
R-5: Residencial > 800 hab/há	27.5	0.9%
Total	3,244.1	100.0%

Nota: La clasificación de área residencial se basa en los actuales criterios de planeamiento por el Metroplan de Municipalidad.

#### 4.2.11 APLICACIÓN DEL CÓDIGO DE ESTRUCTURAS

COPECO está trabajando en la revisión del código de estructuras teniendo en cuenta los daños del Huracán Mitch. El trabajo de revisión todavía no se terminó y no puede incluirse en este Plan Maestro. Por lo tanto, en este plan se propone un ejemplo de aplicación de un código de estructuras para discusiones adicionales en el futuro.

La *Figura 4.27* muestra el mapa de inundación simulado en el área central de la ciudad. Muestra la profundidad de la inundación por una tormenta de la escala del Huracán Mitch con el Plan Maestro de mejora del río.

Basado en este mapa de inundación, se propuso un ejemplo de aplicación del código de estructuras. La *Figura 4.28* muestra las zonas donde se aplica el código de estructuras. En la figura hay dos zonas propuestas. Una es el área donde las nuevas estructuras deben tener un nivel de piso 1 m más alto que el nivel del suelo y la otra es el área donde el nivel del piso debe ser 0.5 a 1 m más alto que el nivel del suelo.

Este código de estructuras debe aplicarse junto con la restricción del Área de Reserva del Río mencionado en 4.2.10.

### 4.3 PLAN DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR DESLIZAMIENTO DE TIERRA

#### 4.3.1 GENERALIDADES

Conforme al análisis geológico, hay 17 bloques de deslizamiento clasificados en categoría A, donde el peligro de deslizamiento es grande. El número de casas encima y dentro del área afectada del bloques de clasificación A es de aproximadamente 1,500. Por otra parte, el 25 % del área total en el Área objeto pertenece al área con el peligro de derrumbamiento de talud y el número estimado de casas en talud peligroso es de aproximadamente 25,000. Por consiguiente, 26,500 casas en total están en peligro. La población total será de 133,000 que representan el 14 % de la población total de Tegucigalpa.

Considerando que el área es grande y hay una proporción grande de la población afectada por el deslizamiento incluyendo derrumbamientos de talud, la parte central del plan debería ser no estructural.

Entre las distintas medidas no estructurales contra daños por deslizamientos, la forma más efectiva y permanente es un reasentamiento permanente fuera de las áreas peligrosas. Sin embargo, el número de familias en esas áreas es tan grande que no es realista hacer un plan de reasentamiento contando con la esperanza de recibir préstamos extranjeros. Por consiguiente, las principales medidas no estructurales son la prohibición del desarrollo de viviendas en áreas peligrosas de inundación y deslizamiento. Otras medidas no estructurales son el pronóstico/alerta/evacuación, publicación de mapa de riesgo, educación, enseñanza de residentes y regulación de uso de suelos basada en el mapa de riesgo.

Para las medidas estructurales, se seleccionaron tres bloques de deslizamiento de los diecisiete bloques de deslizamiento de categoría A. Estos bloques pertenecen a Berrinche, Reparto y Bambú. Para los otros catorce bloques de deslizamiento de categoría A y todas las áreas peligrosas de derrumbamientos de talud se planea hacer frente con medidas no estructurales.

En el caso de problemas de derrumbamiento de talud, todos los casos se planearon con medidas



no estructurales ya que las medidas estructurales son comparativamente costosas para el número de casas a proteger.

#### **4.3.2 SELECCIÓN DE BLOQUES DE DESLIZAMIENTOS PARA MEDIDAS ESTRUCTURALES**

La *Tabla 4.15* muestra todos los bloques de deslizamientos de categoría A con sus características y posibles contramedidas. De acuerdo con la tabla, la mayoría de los bloques no pueden solucionarse con medidas estructurales por el gran número de casas en las masas de deslizamiento en sí y es inevitable reubicar las casas para la implementación de los trabajos de ingeniería. Por otra parte, es diferente en el caso de Berrinche, Reparto y Bambú.

Para el deslizamiento de Berrinche son imprescindibles las medidas estructurales ya que el movimiento del bloque puede volver a cerrar el flujo del Río Choluteca e inundar el centro de la ciudad. Afortunadamente todas las casas fueron evacuadas del área donde pueden hacerse trabajos estructurales y no es necesario mover casas a otros lugares.

En el caso de Reparto, todavía hay casas en la masa de deslizamiento y será necesario reubicar algunas casas pero serán pocas. El gobierno municipal trató una vez de reubicar las casas debajo de la masa de deslizamiento pero no tuvo éxito ya que el número de casas afectadas es muy grande.

El caso de Bambú es similar a Reparto y no es necesario mover las casas para los trabajos de ingeniería aunque el número de casas afectadas es muy grande.

Debido a las razones arriba mencionadas se seleccionaron los tres bloques de Berrinche, Reparto y Bambú fue seleccionado como bloque planeado para medidas estructurales.

La parte hondureña hizo comentarios sobre el borrador del informe final en los que dice que las cuatro áreas, es decir, Zapote Norte, Campo Cielo, Nueva Esperanza y Covespul, son importantes y desea darles prioridad. Si se toman medidas estructurales para estos cuatro bloques, se mejorará definitivamente la seguridad contra deslizamiento y no hay objeciones para su implementación cuando la parte hondureña está dispuesta a realizar los proyectos.

#### **4.3.3 INSTALACIONES PARA LA PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA**

##### **(1) Berrinche**

El deslizamiento de Berrinche tiene un ancho de 400 m y un largo de 800 m teniendo un volumen de 3 millones m<sup>3</sup>. Es una de las masas más grandes de deslizamiento en el área. Se movió abajo durante el Huracán Mitch y llenó el Río Choluteca causando inundación en el área central de la ciudad.

Los principales puntos del mecanismo de deslizamiento de tierra cuando se planean medidas estructurales son los siguientes:

- la filtración de agua de lluvia en la masa de tierra y el aumento de aguas subterráneas provocaron el movimiento
- el área se divide en distintos bloques de deslizamiento de tierra y se clasifica en bloques de deslizamiento de gran escala a grandes altitudes y bloques de deslizamiento de pequeña escala a lo largo del Río Choluteca

La idea básica de la prevención de deslizamiento es la siguiente:

- evitar la entrada de agua de lluvia en la masa de deslizamiento
- eliminar el agua subterránea en la masa de deslizamiento
- reducir la fuerza de impulsión del deslizamiento eliminando la cabeza de la masa de deslizamiento
- aumentar la fuerza de resistencia del deslizamiento aplicando un contra relleno y trabajos de disuasión de deslizamiento (trabajos de pilotes o de anclaje)

La idea básica de la prevención de deslizamientos de tierra es la siguiente:

Los bloques de deslizamiento se clasificaron en dos categorías, es decir, pequeños bloques de deslizamiento cerca del Río Choluteca y grandes bloques de deslizamiento que cubren toda el área de deslizamiento. El factor de seguridad del plan para los pequeños bloques de deslizamiento de tierra después de terminar las medidas estructurales fue diseñado para que sea un 20% mayor que para el estado sin ninguna medida. Por otro lado, el factor de seguridad del plan para los bloques de deslizamiento grandes después de terminar todas las medidas estructurales se diseñó para que sea un 10% mayor que para el estado sin ninguna medida. Los cálculos de estabilidad detallados aparecen en los Apoyos F, G y Libro de Datos.

En el caso de Berrinche, las instalaciones planeadas son las siguientes;

- Terraplén
- Extracción de tierra
- Drenaje de la superficie
- Drenaje de sub/superficie
- Drenaje de pozo
- Drenaje de perforación horizontal
- Pilotes de concreto

El mapa de ubicación de las instalaciones está en la *Figura 4.29*.

## **(2) Reparto**

El deslizamiento de Reparto es un deslizamiento ocurrido en un área de 30,000 m<sup>2</sup>, 200 m de largo y 150 m de ancho. La altitud de la parte superior de la masa de tierra es EL 1,130m y la altitud del pie es EL 1,070m. La parte oeste del talud empinado que desciende del área alta al oeste de El Picacho se convierte en cerros ondulados suavemente en un camino que va en dirección al Picacho, y precipicios empinados yacen más hacia el este con arroyos. La geología a lo largo del camino es de toba y las áreas más bajas que el camino están cubiertas de materiales de deslizamiento viejo. Se interpreta el deslizamiento de Reparto como un bloque de masa de tierra.

Los principales puntos del mecanismo de deslizamiento cuando se planean medidas estructuras son los siguientes

- se había rellenado una quebrada natural por la construcción de un nuevo camino y subió el nivel de aguas subterráneas en el área y se desestabilizó el bloque
- la filtración de agua de lluvia en la masa hizo que subiera el nivel de aguas subterráneas durante el Huracán Mitch e impulsó el movimiento.

La idea básica de la prevención de deslizamiento es la siguiente:

- evitar la entrada de agua de lluvia en la masa de deslizamiento
- eliminar el agua subterránea en la masa de deslizamiento

#### Capítulo 4 : Plan Maestro

- reducir la fuerza de impulsión del deslizamiento eliminando la cabeza de la masa de deslizamiento

El factor de seguridad del plan para los pequeños bloques de deslizamiento de tierra después de terminar las medidas estructurales fue diseñado para que sea un 20% mayor que para el estado sin ninguna medida. Los cálculos de estabilidad detallados aparecen en los Apoyos F, G y Libro de Datos.

Las instalaciones planeadas son las siguientes:

- Extracción de suelo
- Drenaje de superficie
- Drenaje de sub- superficie
- Drenaje de pozo

La ubicación y los ítems de medidas estructurales en Reparto se muestran en la *Figura 4.30*.

### (3) Bambú

La masa de deslizamiento presenta una topografía típica de deslizamientos viejos compuestos de pequeñas masas de deslizamiento fracturadas por los movimientos de largo tiempo. El tamaño de esas fracturas es pequeño y el espesor de la capa es de unos pocos metros.

Los principales puntos del mecanismo de deslizamiento cuando se planean medidas estructuras son los siguientes

- la filtración de agua de lluvia en la masa hizo que subiera el nivel de aguas subterráneas durante el Huracán Mitch e impulsó el movimiento.
- el movimiento del agua superficial arrastró pequeños bloques de deslizamientos de tierra y creó un flujo de escombros

La idea básica de la prevención de deslizamiento es la siguiente:

- evitar la entrada de agua de lluvia en la masa de deslizamiento
- descargar rápidamente el flujo de la quebrada río abajo sin provocar erosión de los bloques de deslizamiento de tierra.

Área de medidas de prevención de desastres propuestas son las siguientes:

- canales abiertos
- gavión

La *Figura 4.31* muestra la localización de las obras civiles.

#### 4.3.4 MAPA DE AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA Y DE DERRUMBAMIENTO DE TALUD

Se preparó un mapa de amenaza de deslizamientos que muestra el área de riesgo en términos de deslizamiento y derrumbamientos de talud por lluvias con la escala del Huracán Mitch como se presenta en la *Figura 2.39*. Este mapa de amenaza muestra la situación sin proyecto incluyendo Berrinche, Reparto y Bambú. Este mapa debe ser utilizado para educar y enseñar a la gente, para que tengan conciencia del peligro de deslizamiento. El método de publicación del mapa debe ser el mismo que el caso del mapa de amenaza de inundación.

Este mapa debe ser utilizado al máximo por la autoridad a cargo de los permisos de desarrollo

en el gobierno municipal. Cuando una solicitud de desarrollo se haga entrando en alguna de las áreas indicadas en el mapa de amenaza, la autoridad tiene que hacer una investigación más detallada del sitio desde el punto de vista de la estabilidad de talud contra la acción del desarrollo. Cuando se determina que el desarrollo es peligroso, no debe aceptarse la solicitud, considerando la seguridad de la gente que va a vivir en el área.

#### **4.3.5 PROMOCIÓN DEL REASENTAMIENTO**

Hay un gran número de casas que están en peligro de deslizamiento y derrumbamiento de talud en el área. Sin embargo, el número total de casas se estima en 26,500. Con las medidas estructurales sólo se salvan 800 del riesgo de deslizamiento y el resto debe solucionarse con medidas no estructurales.

La solución más efectiva es un reasentamiento permanente de casas ubicadas en las áreas peligrosas. Es muy difícil y poco realista hacer un reasentamiento de gran escala de áreas peligrosas a lugares seguros en un corto plazo. La idea realista es prohibir el desarrollo de viviendas adicionales en áreas peligrosas controlando los permisos de desarrollo por METROPLAN.

En el Plan Maestro se planearon tomar algunos bloques de deslizamiento especiales como proyecto piloto de reasentamiento. Los proyectos piloto son para bloques de deslizamiento donde el riesgo es alto y el reasentamiento es urgente. Se seleccionaron Nueva Esperanza y Zapote Centro. El número total de familias a reasentar es de aproximadamente 200.

El proceso de reasentamiento debe promoverse de la siguiente forma:

- Preparación de un mapa de riesgo
- Publicación del mapa de riesgo para la gente que vive en áreas de riesgo
- Educación y enseñanza de los residentes en las áreas
- Preparación del terreno de las áreas de destino de reasentamiento
- Preparación de servicios públicos para el destino de reasentamiento
- Promoción de nuevos empleos para la gente que se va a reasentar
- Reasentamiento de la gente
- Consulta y cuidado de la gente reasentada

#### **4.3.6 REGLAMENTACIÓN DE USO DE SUELO**

Basándose en el mapa de riesgo preparado, debe aplicarse estrictamente el reglamento de uso de suelo. Como es muy difícil reubicar a la gente una vez asentada, es importante evitar el desarrollo de viviendas en áreas peligrosas. El mapa de amenaza muestra el área peligrosa sin ninguna medida estructural. Por lo tanto, es posible eliminar las tres áreas de Berrinche, Reparto y Bambú excepto las masas de deslizamiento en sí del mapa de amenaza después de completar las medidas estructurales.

El METROPLAN, que está a cargo de la reglamentación de uso de suelo en la ciudad, debe hacer un plan de uso de suelo apropiado refiriéndose al mapa de amenaza preparado en el Estudio.

En el Estudio, se propone la siguiente reglamentación de uso de suelo;

- El bloque de categoría A de áreas de riesgo de deslizamiento se define como “área verde de prevención de desastres” donde no se permiten casas y se fomenta la plantación de vegetales.

- Toda el área de riesgo de derrumbamiento de talud se define como “área verde de prevención de desastres” donde no se permiten casas y se fomenta la plantación de vegetales.

Basado en esta propuesta, se preparó un plan de futuro uso del suelo y aparece en la *Figura 4.26*. Este mapa muestra una situación ideal donde todas las áreas peligrosas se hayan convertido en "área verde de desastres" después de haber reubicado todas las casas en las áreas peligrosas.

#### **4.3.7 PRONÓSTICO/ALERTA/EVACUACIÓN**

##### **(1) Preparación del Destino de la Evacuación**

COPECO está preparando un plan de emergencia detallado para hacer frente a desastres naturales incluyendo el plan de evacuación. Para su referencia se preparó un plan de evacuación aproximado basándose en la simulación de inundación en este Estudio. La *Tabla 4.16* muestra el destino de la evacuación de cada área de riesgo de deslizamiento de categoría A.

La *Tabla 4.13* muestra los nombres de las colonias y el número de familias en peligro en cada colonia. Es posible identificar los nombres de las colonias con un número comparativamente grande de familias en peligro y dar prioridad a las colonias que deben advertirse durante desastres naturales.

##### **(2) Preparación de Pronóstico/Aleta por Cantidad de Lluvias**

Información básica para el pronóstico de alerta para deslizamiento y áreas de derrumbamiento de talud son: (1) síntomas (2) velocidad de movimiento en la superficie del suelo y (3) cantidad de lluvias.

###### Síntoma

En el caso de deslizamiento de tierra o derrumbamiento de talud, frecuentemente hay algunos síntomas observados por la gente que vive en el área, antes de que se produzca un gran movimiento de tierra ay roca. Los siguientes son fenómenos comunes.

- Desarrollo de grietas o ruidos en el suelo
- Desarrollo de grietas en las estructuras
- Caída repentina del agua de pozo o aparición de nuevos manantiales
- Vibración del suelo o sonidos de la tierra

Debe tenerse en cuenta que los derrumbamientos de talud pueden producirse sin que se produzcan los síntomas anteriores.

Debe prepararse un manual de alerta basado en los ítems descritos arriba.

###### Velocidad del movimiento de la superficie del suelo

La medición del movimiento de la superficie del suelo es un método directo y más fiable. A continuación se dan los instrumentos de medición del movimiento de la superficie del suelo.

- Extensiómetro
- Inclinómetro del suelo
- Reconocimiento (reconocimiento del suelo, reconocimiento por GPS)

Un ejemplo de valores límite de monitoreo son los siguientes:

- Un movimiento de 1 mm/hora continúa durante tres horas o más: preparación de emergencias
- 4 mm/hora o más: evacuación

#### Cantidad de lluvias

Se considera que un método un sistema de alerta que utiliza los datos de precipitaciones es el método más práctico. Sin embargo el valor límite de cantidad de lluvias relacionado con el movimiento de cada masa de tierra no está determinado en esta etapa ya que no hay suficiente información acumulada. Por lo tanto, se recomienda instalar un sistema de observación de lluvias en el área y recoger información precisa que pueda estar relacionada al movimiento de tierra y a la cantidad de lluvias en el área. De acuerdo con ejemplos del Japón, la cantidad de lluvias por hora de 10 a 20 mm o un total de lluvias continuas de unos 50 mm es el valor límite común para ordenar la alarma para evacuación. Estos valores deben utilizarse como referencia porque los patrones de lluvias son diferentes de un lugar a otro.

Actualmente no hay un sistema en funcionamiento y en este Plan Maestro se proponen cuatro estaciones de medición de precipitaciones para el sistema de alerta de deslizamientos. La *Figura 4.32* muestra la ubicación de las estaciones de observación junto con las estaciones para el sistema de alerta de inundación.

### **(3) Preparación del Manual de Advertencia**

En el caso de deslizamientos o derrumbamientos de talud, frecuentemente hay algunos síntomas observados por la gente que vive en el área antes de que se produzca un gran movimiento de tierra y rocas. Algunos de los fenómenos comunes se describen abajo.

- Desarrollo de grietas o ruido del suelo
- Desarrollo de grietas en estructuras
- Repentina caída de agua del pozo o aparición de nuevos manantiales
- Vibración del suelo o sonido de la tierra

Se debe tener en cuenta de que derrumbamientos de talud pueden ocurrir sin los síntomas mencionados. Se debe preparar el manual de alerta basado en los ítems mencionados.

## **4.4 OTRAS MEDIDAS NO ESTRUCTURALES**

### **4.4.1 EDUCACIÓN/ENSEÑANZA Y CAPACITACIÓN**

Se preparó un plan de educación/enseñanza y capacitación con dos propósitos: capacitación de los oficiales relacionados y educación del público sobre desastres naturales. La capacitación se realizará a las autoridades del gobierno, personal educativo/maestros y líderes de la comunidad a cargo de la prevención de desastres y se implementará la educación pública para todos los residentes.

El contenido de la educación/enseñanza/capacitación es el siguiente

- educación y enseñanza de administradores de prevención de desastres (refuerzo de capacidad)
- educación y enseñanza de maestros de escuela (transferencia sistemática de conocimientos de desastres)
- educación y enseñanza de administradores de planeamiento urbano (planeamiento urbano considerando la prevención de desastres)
- educación y enseñanza del público (conocimiento de áreas peligrosas y síntomas, respuestas frente a emergencias)

#### 4.4.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES

El cuello de botellas de las actividades de prevención de desastres es el gran número de organizaciones involucradas en la toma de decisiones e implementación del plan. El primer paso para una buena coordinación entre agencias relacionadas es compartir una misma información sobre la prevención de desastres.

Basado en esta idea, se propuso un sistema de información de administración de desastres como un sistema para compartir información entre agencias relacionadas. El sistema se compone de una combinación de un hardware y la organización. El hardware se compone de aparatos para recoger, procesar y compartir información de estaciones de medición de nivel del agua, sistema telemétrico, computadora, fibras ópticas, etc. La organización creada es la que hará funcionar el sistema.

La *Figura 4.33* muestra el flujo de información sobre desastres.

Se propone que el sistema sea administrado por COPECO, que está administrando toda la información de forma de desastre en todo el país. Las organizaciones a conectar al sistema son todas las organizaciones contraparte del estudio (SOPTRAVI, SETCO, COPECO, SANA, SERNA y AMDC), COHDEFOR, ENEE y otros.

#### 4.5 PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

##### 4.5.1 INSTALACIONES DEL RÍO

Tal como se describió antes, no es necesario realizar dragado constante del lecho del río para mantener el perfil del río. Es necesario mantener las estructuras del río tales como los muros de contención y diques. Por consiguiente, el 0.5 % de costo de construcción del muro de contención y el dique fue incluido en el costo de mantenimiento para las instalaciones del río.

Es importante mantener el flujo del río de afluentes pequeños eliminando la basura del curso del río. Este trabajo será realizado por la oficina municipal.

##### Mantenimiento de los trabajos de anclaje

El propósito del mantenimiento de los trabajos de anclaje es confirmar la función planeada. Es necesario reparar cuando la función del trabajo de anclaje es insuficiente. Cuando se hace el mantenimiento, es necesario disponer el registro de anclaje y mantenerlo. Los ítems de observación y de medición de anclaje son los siguientes.

- Carga y desplazamiento causados en la barra de anclaje
- Desplazamiento y movimiento de la estructura
- Movimiento y condiciones de erosión de la cabeza de anclaje
- Nivel de aguas subterráneas
- Otros

La verificación, observación y medición para el mantenimiento debe continuarse durante el anclaje.

##### 4.5.2 INSTALACIONES PARA PREVENCIÓN DE DESLIZAMIENTO

Es importante mantener la función de drenaje para la prevención del deslizamiento. Los

canales y zanjas deberían dragarse constantemente para mantener la capacidad de drenaje de las instalaciones. Para el mantenimiento de las instalaciones, el 0.5 % del costo de construcción fue asignado como costo de mantenimiento.

El propósito del mantenimiento de las instalaciones de contramedidas de deslizamiento es prevenir el deterioro de las funciones de las mismas contra la reactivación de deslizamiento. Las instalaciones de contramedida de deslizamiento de Berrinche son obras de canal de agua, perforación horizontal, pozo de drenaje, pilotes, etc. En caso de que algunas de estas instalaciones funcionen mal, deben ser recuperadas mediante una investigación y reparación.

Particularmente, la función de drenaje del filtro del hoyo de captación del pozo de drenaje deteriora en varios años después de la construcción, porque el filtro queda tapado con la tierra. En ese caso, el filtro debe ser lavado. Y, los tubos de drenaje horizontales derivados del pozo de drenaje también deben ser chequeados regularmente.

### **4.5.3 INSTALACIONES DE OBSERVACIÓN**

Las estaciones de observación de precipitaciones, estaciones de medición de nivel del agua con telémetros se mantienen actualmente por SERNA. SERNA también mantiene el inclinómetro y el piezómetro en Berrinche. Después de completar la instalación del equipo de monitoreo propuesto en el Estudio, se propone que las agencias relacionadas discutan y combinen la operación de mantenimiento.

El mantenimiento de las instalaciones de monitoreo se compone de protección contra vandalismo/inspección diaria e inspección periódica profesional y medición de las instalaciones. La primera parte del trabajo puede confiarse a un representante de los residentes y la última parte del trabajo puede hacerse por ingenieros profesionales de las correspondientes agencias del gobierno.

#### **(1) Estaciones de Medición de Precipitaciones**

Es importante el mantenimiento de las estaciones de medición de precipitaciones para obtener un valor preciso de las lluvias. Las estaciones deben estar ubicadas en un lugar donde no haya interrupción de la lluvia por quedar atrapada en los árboles. Los árboles y arbustos alrededor de las estaciones deben ser cortados y eliminados constantemente. El equipo de medición y el equipo de transmisión deben inspeccionarse periódicamente para que no haya error de medición y transmisión de datos.

#### **(2) Estación de Medición de Nivel de Agua**

La estación medidora de nivel de agua utiliza frecuentemente un medidor de presión automático por poros. Es necesario verificar las condiciones de instalación del medidor para mantener una lectura de nivel de agua preciso. Un constante reconocimiento de sección transversal y medición periódica de la descarga son esenciales para obtener una relación precisa entre el nivel de agua y la descarga. Las estaciones de observación de precipitación existentes las mantiene SERNA y se recomienda que todas las estaciones de observación sean mantenidas por una sola organización para estandarizar el nivel de mantenimiento.

#### **(3) Instrumentos de Observación de Deslizamientos de Tierra**

Los instrumentos de observación de deslizamientos son inclinómetros y medidores de presión por poros. SERNA está a cargo de los instrumentos instalados en Berrinche por el Cuerpo de Ingenieros. Los instrumentos de observación instalados en este Estudio deben ser mantenidos



y observados por SOPTRAVI. Los datos de observación obtenidos por distintas organizaciones deben compartirse por las agencias relacionadas con el sistema de información de administración de desastres propuesto que será discutido posteriormente.

## **4.6 PLAN DE ORGANIZACIÓN**

### **4.6.1 PLAN DE ORGANIZACIÓN PARA PREVENCIÓN DE DESASTRES**

En general, un Plan Maestro integral de prevención de desastres está compuesto de un “plan de preparación de desastres”, “plan de acción de emergencias” y “plan de rehabilitación”. Este Plan Maestro es básicamente un “plan de preparación contra desastres”.

Sin embargo, en el plan de organización del estudio, se estudiaron también una organización para el plan de acción de emergencia y una organización para el plan de rehabilitación. Se mantuvo una deliberación en el taller participativo con la contraparte y también se presentaron algunos ejemplos del Plan Maestro de prevención de desastres integrado de municipios en Japón.

Las *Tablas 4.17 a 4.19* muestran el plan de organización para cada etapa del “plan de preparación contra desastres”, “el plan de acción de emergencias” y “el plan de rehabilitación”.

Para que la instalación arriba mencionada funcione como se planeó es necesario conformar a un plan de coordinación entre las agencias involucradas. El plan de coordinación para cada una de las etapas anteriores aparece en la *Figura 4.34*.

### **4.6.2 PLAN DE ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN MAESTRO**

Todas las actividades relacionadas con desastres deben planearse de acuerdo con la creación organizacional propuesta descrita en 4.6.1. En consecuencia, la organización para la implementación del Plan Maestro es la siguiente;

#### **(1) Coordinación General**

Como se trata de un proyecto interministerial, es necesaria una entidad a cargo de la coordinación general. Se propone que CODEM-DC es la organización inter-institucional más apropiada para la reducción de desastres en el área Metropolitana. El comité ejecutivo del Estudio comentó sobre esta propuesta en el borrador del informe final, indicando que debe formarse un nuevo comité ejecutivo compuesto por todas las agencias contraparte para este trabajo de coordinación general. El establecimiento de la organización para la implementación del proyecto debe seguirse discutiendo por la parte hondureña de ahora en adelante.

#### **(2) Medidas Estructurales para el Control de Inundación**

Esta parte del Plan debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otras organizaciones relacionadas, especialmente SOPTRAVI, que tiene una larga historia de experiencia en trabajos de mejora del río en todo el país. Tienen suficiente personal técnico y equipos para la implementación de proyectos. Actualmente, SOPTRAVI está a cargo del mismo tipo de proyectos, tales como la rehabilitación/reconstrucción de estructuras de control de inundación y prevención de desastres dañados por el Huracán Mitch, bajo el Plan de Reconstrucción Nacional en curso.

#### **(3) Medidas Estructurales de Prevención de Deslizamientos de Tierra**

Esta parte del Plan debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otras organizaciones relacionadas, especialmente SERNA, ya que ha trabajado para el problema del

deslizamiento de Berrinche desde el inicio del suceso durante el Huracán Mitch. Como carecen de experiencia en trabajos de ingeniería de gran escala, es necesario colaborar con SOPTRAVI en la implementación de los proyectos.

#### **(4) Manejo de Cuenca**

El manejo de cuenca debe tener a AMDC como organizador con la cooperación de otras organizaciones relacionadas, especialmente SANAA, SERNA y COHDEFOR.

#### **(5) Plan de Uso de suelo (incluyendo el Reglamento de Uso de suelo, Reasentamiento y Códigos Estructurales)**

El plan de uso de suelo debe tener a AMDC como organizador con la colaboración de COPECO/CODEM-DC.

#### **(6) Preparación y Publicación del Mapa de Riesgo**

La preparación y Publicación del Mapa de Riesgo debe tener a CODEM-DC como organizador con la colaboración de COPECO, SOPTRAVI y SERNA.

#### **(7) Educación/Enseñanza**

La educación/enseñanza de la gente debe tener a CODEM-DC como encargado ya que ha preparado un programa de educación/enseñanza y capacitación con la cooperación de COPECO.

#### **(8) Pronóstico/Alerta/Evacuación**

El pronóstico, alerta y evacuación de la gente debe estar a cargo de COPECO y CODEM-DC como organización regional de COPECO con la colaboración de SERNA y el Servicio de Meteorología Nacional (SMN). Este Plan Maestro propone un papel más importante para CODEM.

### **4.7 ESTIMACIÓN DE COSTO**

#### **4.7.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN**

El costo de construcción de las obras civiles fue estimado a través del cálculo del volumen de trabajo y el cálculo de precios unitarios de cada ítem de trabajo. El resultado de la estimación del costo se muestra en la *Tabla 4.20*.

#### **4.7.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El costo de operación y mantenimiento del proyecto del Plan Maestro fue estimado proporcionalmente al costo de construcción de cada ítem considerando la naturaleza del proyecto. Se asignó un 0.5 % del costo de construcción como costo de mantenimiento anual para los trabajos del río excepto el dragado.

Para las estructuras del río, el costo de reemplazo del muro de contención y dique fue considerado tomando el 10 % del costo de construcción una vez cada 15 años.

El costo de mantenimiento del sistema de alerta y el sistema de información de administración de desastres fue incluido en el plan, tomando el 0.5% del costo de instalación y el costo de reemplazo para cada 10 años.

## **4.8 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN**

El programa de implementación para el proyecto de Plan Maestro fue preparado para terminar todos los programas en el año objeto de 2015. El programa de implementación se muestra en la *Tabla 4.21*. El calendario de ejecución detallado se muestra en el Apoyo K.

## **4.9 SELECCIÓN DE PROYECTOS PRIORITARIOS**

### **4.9.1 GENERALIDAD**

Entre los Proyectos del Plan Maestro, se seleccionaron Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad. Se hizo la selección de los Proyectos Prioritarios basándose en los criterios prefijados y mediante discusiones con los miembros del equipo de contraparte así como el comité ejecutivo de la parte hondureña.

Como resultado, una parte de las medidas estructurales de reducción de daños por inundación, todas las medidas estructurales de reducción de daños por deslizamiento y una parte de las medidas no estructurales fueron seleccionadas como Proyectos Prioritarios.

### **4.9.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA PROYECTO(S) PRIORITARIO(S)**

Los criterios de selección para los Proyectos Prioritarios son los siguientes;

- Importancia
- Urgencia
- Consecuencias inmediatas
- Economía

### **4.9.3 MEDIDAS ESTRUCTURALES DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN**

En términos de prevención de daños por inundación, la causa principal del problema es el cuello de botella del canal principal en la localidad de Berrinche y la gran cantidad de sedimentos producidos por el cuello de botella. Por lo tanto, la ampliación del Río Choluteca adyacente al deslizamiento de Berrinche es el proyecto más importante. El siguiente proyecto importante es la eliminación de una gran cantidad de sedimentos con la combinación de construcción de muros de contención y diques. La reconstrucción del puente Mallol es menos importante en términos del efecto de la capacidad de descarga del río. La mejora de la Laguna del Pescado también es importante considerando su gran impacto sobre la inundación río abajo.

En términos de urgencia, la excavación del Río Choluteca tiene primera prioridad, ya que la falta de capacidad del Río Choluteca en el centro de la ciudad está reduciendo el factor de seguridad contra inundación de la capital. La excavación del río también es crítica para resolver el problema de inundación a lo largo del Río Sapo que se produce casi todos los años. Otros proyectos son menos urgentes comparado con éste.

Una consecuencia inmediata para los problemas se logrará por todas las medidas estructurales excepto la reconstrucción del Puente Mallol, donde es necesaria una discusión de largo plazo. Se excluyó la reconstrucción del Puente Mallol de los Proyectos Prioritarios ya que es menos importante y la solución de los temas ambientales requiere mucho tiempo.

La justificación económica debe considerar el área a salvar de la inundación después de completar los proyectos.

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes proyectos como Proyecto Prioritario; “ampliación del río en Berrinche”, “excavación de río”, “una parte de la construcción de muro de contención/dique” y “mejora de la salida de la Laguna del Pescado”. Para determinar la extensión de la construcción de muro de contención/dique, fue determinada un área de inundación a lo largo del Río Choluteca por un periodo de 15 años. La *Figura 4.35* presenta el área de inundación. Según la figura, el área entre C40 y C60 es el área de inundación donde la densidad de población es alta. Por consiguiente, C40-C60 fue seleccionado como proyecto prioritario para la construcción de muro de contención/dique. Otras áreas fluviales con excavación de lecho de río y sin muro de contención serán protegidas por gaviones zapata temporalmente.

#### Mejora del Río Choluteca

- Ampliación del ancho del río en Berrinche                      200 m
- Una parte de la excavación del lecho del río                       $V=C23 - C93; 750,000 \text{ m}^3$
- Una parte de la construcción del muro de contención  $L= 3 \text{ km}$
- Una parte de la construcción del dique                               $L= 1 \text{ km}$

#### Otros Proyectos

- Mejoras en la salida de la Laguna del Pescado

### **4.9.4 MEDIDAS ESTRUCTURALES DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR DESLIZAMIENTO**

En términos de prevención de desastres por deslizamiento de tierra, el componente más importante del Plan Maestro son las medidas no estructurales, ya que la mayoría de las masas de deslizamiento o área de talud empinado donde vive un enorme número de personas que no pueden resolverse con medidas estructurales.

Sin embargo, la medida no estructural más efectiva, es decir el reasentamiento no puede lograrse rápidamente y es necesario resolver el problema con medidas estructurales. Tres bloques de deslizamiento en el Plan Maestro son todos urgentes porque el riesgo es grande. Las medidas estructurales propuestas en el Plan Maestro son rápidas en el sentido que no necesitan el reasentamiento de casas.

La justificación económica se hace contando el número de casas salvadas del peligro de deslizamiento mediante medidas estructurales.

Los lugares para los Proyectos Prioritarios propuestos son los siguientes;

- Berrinche
- Reparto
- Bambú

### **4.9.5 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES**

Las medidas no estructurales del Plan Maestro se componen del manejo de cuenca, reglamentación de uso de suelo, aplicación de código de estructuras, alerta/evacuación, educación y sistema de información de administración de desastres.

Aquellas medidas no estructurales que den una consecuencia inmediata son el pronóstico, alerta y evacuación. El manejo de cuenca, reglamentación del uso de suelo y aplicación de código de estructuras no dan una solución rápida a los problemas de inundación o problemas de deslizamiento. Deben ser considerados como soluciones a largo plazo. Las medidas de pronóstico/alerta/evacuación son los proyectos más importantes ya que están destinada al gran

#### Capítulo 4 : Plan Maestro

número de hogares en peligro.

La educación y el sistema de información de administración de desastres son partes urgentes de la solución que debe empezar lo antes posible.

Por lo tanto, se seleccionaron los siguientes proyectos como Proyectos Prioritarios;

- Pronóstico/alerta/evacuación
- Educación/enseñanza/capacitación
- Sistema de información de administración de desastres

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

## **CAPITULO 5**

### **EVALUACION DEL PLAN MAESTRO**

#### **5.1 GENERALIDADES**

Se hizo la evaluación del Plan Maestro propuesto desde el punto de vista económico, financiero, administrativo, técnico ambiental y social. La evaluación general del Plan Maestro se realizó integrando todos los aspectos de la evaluación.

#### **5.2 ASPECTO ECONÓMICO**

##### **5.2.1 BENEFICIO ECONÓMICO**

El beneficio del proyecto de prevención de desastres se define en general como una diferencia económica entre situaciones “con el proyecto” y “sin el proyecto”.

Hay dos tipos de beneficios, es decir, beneficios tangibles y beneficios intangibles. Además, los beneficios tangibles se pueden clasificar en beneficios directos y beneficios indirectos.

Los beneficios directos/tangibles del proyecto se consideran como reducción de los daños en los bienes tales como edificios, enseres domésticos, ganado, cosechas, infraestructura y otras instalaciones. Y los beneficios indirectos/tangibles también se consideran como reducción de los daños derivados o secundarios de los daños directos del proyecto. Debido a que es difícil estimar el beneficio intangible apropiado, la cantidad de beneficios intangibles no se incluyen en la evaluación económica de este Estudio.

El método de cálculo de la reducción de daños es el siguiente:

##### **(1) Reducción de Daños por Inundación**

Se hizo una simulación de inundación con el modelo hidráulico establecido y se identificó el área de inundación para las inundaciones con períodos de retorno de 5, 10, 50 años e inundaciones de la escala del Mitch. Se hizo la simulación para el caso con proyecto y el caso sin proyecto.

El área de inundación se superpuso sobre el mapa base de GIS con distribución de casas en el área. El valor de las casas compuesto de la estructura y los muebles se estimaron de acuerdo con el reconocimiento de daños realizado en el Estudio. Los daños se calcularon integrando todos los daños causados por cada inundación con proyectos y sin proyectos. Se calculó la reducción de daños como la diferencia de los daños entre los casos con proyectos y sin proyectos.

##### **(2) Reducción de Daños por Deslizamiento**

El Plan Maestro contiene medidas estructurales contra deslizamiento para tres masas de deslizamiento: Berrinche, Reparto y Bambú. Las medidas estructurales se planearon contra una tormenta de escala del Huracán Mitch. Por lo tanto, se considera que con los proyectos, estos tres bloques podrán resistir contra una tormenta con un período de retorno de 500 años. Por otro lado, en caso de no implementar los proyectos, los tres bloques se deslizarán y sufrirán daños en las áreas consideradas como área de riesgo.

Por lo tanto, se supone que, sin los proyectos, todas las casas en el área los tres bloques de deslizamiento quedarán destruidas por una tormenta de cada 500 años, mientras que todas las casas en la misma área de los tres bloques de deslizamiento están seguras contra la tormenta de

cada 500 años en caso de ejecutar los proyectos.

### (3) Cantidad de Reducción de Daños

La cantidad de reducción de daños por inundaciones y deslizamientos de tierra se calcula como se muestran en la *Tabla 5.1*.

**Table 5.1 Reducción de Daños por Inundaciones/Deslizamientos**

Período de retorno (años)	Reducción del daño (US\$ millón)
5	14.30
10	20.58
15	23.60
50	36.08
Mitch (500)	139.19

#### 5.2.2 COSTOS ECONÓMICOS

Se aplican las siguientes condiciones preliminares y supuestas para el cálculo de los costos económicos en este Estudio.

- No se incluye el factor inflacionario
- Se aplican factores de pago por transferencias tales como los impuestos y tasas a los bienes y servicios adquiridos localmente en los siguientes porcentajes:
  - Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA): 12%
  - Impuesto a la Renta 10%
  - Impuesto a las importaciones 10% (promedio)
- Se aplica el factor de conversión estándar de 0.9634 como precios contables para todos los costos excepto los bienes importados, conforme a las estadísticas de comercio exterior de Honduras y el valor usado para otros estudios.
- No se aplica el factor de ajuste para los costos de mano de obra no calificada.
- Se supone que la tasa de cambio real está fija debido a que, hasta ahora, el gobierno no ha introducido medidas de protección especiales para el comercio y para su moneda.

Con las precondiciones y supuestos mencionados anteriormente, los costos económicos del proyecto se estiman a partir de los costos del proyecto indicados en el Capítulo 4.

#### 5.2.3 ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO

La vida económica del proyecto es de 50 años desde el inicio del proyecto. Se supone que los beneficios junto con el costo OM crecen a lo largo de la vida del proyecto después de completarse los trabajos de construcción. Se debe considerar el beneficio parcial y el costo OM durante el período de construcción en este análisis.

El EEIR estimado del Plan Maestro indica el 10.49% y se puede decir que el proyecto es económicamente factible desde el punto de vista del coste de oportunidad del capital (OCC) en Honduras.

La *Tabla 5.2* muestra el valor actual neto (NPV) y la relación de coste-beneficio (B/C) del Proyecto con una tasa de descuento diferente.



**Tabla 5.2 Valor Actual Neto y Costo-beneficio para el Proyecto del Plan Maestro**

Tasa de descuento	NPV (millones de US\$)	B/C
4% (interés real de los bonos estatales de Honduras)	47.40	2.11
8 %	9.30	1.28

### 5.3 IMPACTO SOCIOECONÓMICO INTANGIBLE DEL PROYECTO

Tal como se confirmó en la sección anterior, los proyectos propuestos pueden producir efectos económicos directos y la conclusión es que estos proyectos son económicamente factibles. Además, se espera que el proyecto tenga varios efectos intangibles, reduciendo los siguientes daños socioeconómicos:

#### Difusión de enfermedades infecciosas

Los desastres naturales producen frecuentemente una difusión de enfermedades infecciosas debido a la destrucción de instalaciones de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado.

#### Escasez de bienes

Los desastres naturales pueden causar la escasez de bienes dentro y alrededor del área afectada debido a los daños en los productos y fábricas, paralización de sistema de distribución de artículos y corte de red vial, y aumenta la demanda de equipos y materiales provocada por los daños en edificios, enseres e instalaciones públicas.

#### Alza de precios

La escasez de bienes dentro y la paralización de tráfico y sistema de distribución de productos causarían alza de precios dentro y alrededor del área. Además, hay posibilidad de que tal alza se extienda por todo el país.

#### Reducción en las actividades administrativas y educacionales

Las actividades administrativas y educacionales en el área afectada pueden caer debido a los daños en las oficinas públicas y escuelas.

#### Disminución de las comunicaciones

Las comunicaciones entre las áreas afectadas y las demás áreas disminuirán debido a los daños en las instalaciones de telecomunicaciones y paralización del tráfico.

#### Disminución del nivel de vida

Los habitantes en las áreas afectadas sufrirán inevitablemente una disminución en su nivel de vida debido a los daños en sus enseres y en las instalaciones públicas, escasez de bienes, alza de precios, reducción de las actividades administrativas y educacionales, etc.

#### Retraso del desarrollo social y económico

Los distintos factores negativos mencionados anteriormente pueden provocar un retraso en el

desarrollo social y económico dentro y alrededor del área afectada por desastres naturales. Además, existe la posibilidad de que el retraso se extienda a todo el país, porque el área tiene el mayor potencial socioeconómico del país.

## **5.4 ASPECTO FINANCIERO**

### **5.4.1 RECABAR EL FONDO DEL PROYECTO**

Para examinar la viabilidad financiera del proyecto, debe tenerse en cuenta la necesidad de recabar fondos para la construcción en esta sección.

El costo del proyecto excepto el costo O/M para el proyecto del Plan Maestro se estima en total de US\$ 63.05 millones. Se supone que los fondos para el proyecto se recabarán de dos fuentes de fondos locales y deuda externa, con las siguientes condiciones:

- La deuda externa cubrirá todo el costo del proyecto excepto los costos de administración del Gobierno y de adquisición de terreno. El costo de administración del gobierno y el costo de adquisición de terreno deben prepararse con fondos locales.
- Se consideran las siguientes condiciones para el préstamo, basándose en las condiciones en la práctica de los préstamos del BID para Honduras.
  - Período de pagos: 40 años
  - Período de gracia: 10 años (sólo para el pago de principal)
  - Taza de interés: el 1% para los primeros 10 años y el 2% en adelante
- Durante el período de gracia, sólo se paga el interés y el pago de la deuda con intereses se hará después del período de gracia.
- El desembolso se hará en el primer año del proyecto prioritario y el remanente del proyecto del Plan MAestro, respectivamente.
- El pago de principal se calculó con el método de pago por cuotas iguales.

De acuerdo con el programa de pagos preparado en este Estudio, el máximo desembolso de US\$ 37.46 millones será obtenido en el 2006, que es el año inicial del proyecto y el pago máximo será US\$ 2.91 millones en 2027.

### **5.4.2 PAGO DE DEUDA EXTERNA**

De acuerdo con las estadísticas de pago de la deuda externa de Honduras, la cantidad de pago anual promedio para los préstamos multilaterales es de aproximadamente US\$ 240 millones en los últimos 8 años.

El máximo reembolso anual de US\$ 2.91 millones en 2027 para este proyecto será el 1% del pago anual total de Honduras. El monto total del costo del proyecto es de US\$ 64 millones y es pequeño en comparación con los daños causados en Tegucigalpa durante el Huracán Mitch (US\$ 500 millones aprox.). El costo total del proyecto es equivalente al presupuesto anual de la Municipalidad de Tegucigalpa (US\$ 50 millones aprox.).

Se considera posible recabar los fondos del proyecto con préstamos externos, desde el punto de vista del monto de pago máximo.

## **5.5 ASPECTO ADMINISTRATIVO**

El Plan Maestro se compone de medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas

estructurales consisten en proyectos para el control de inundación y proyectos para la prevención de desastres. Las medidas no estructurales se componen de proyectos inter-ministeriales tales como pronóstico/alerta/evacuación. Por consiguiente, la administración de la ejecución de proyectos del Plan Maestro es bastante compleja y difícil. Sin embargo, es necesario hacer frente a los problemas administrativos resolviendo el problema de prevención de desastres y debería aceptarse este desafío.

El plan de organización y coordinación se propuso en el Capítulo 4. Si la coordinación general se completa como planeado, el manejo del proyecto será a cargo de los gobiernos municipales y CODEM.

### **(1) Capacidad de Implementación de la Organización**

La organización propuesta es un equipo conjunto compuesto de organizaciones nacionales y locales. Esta combinación dará facilidades a la organización para la movilización de ingenieros con experiencia en los trabajos civiles de gran escala y oficiales de gobiernos locales que están familiarizados con los residentes locales y condiciones locales. Por lo tanto, la capacidad de implementación de la organización propuesta es suficientemente buena si la coordinación de todas las partes propuestas marcha bien.

### **(2) Independencia y Viabilidad de la Organización**

Entre las organizaciones propuestas en el plan maestro, COPECO y CODEM son organizaciones comparativamente nuevas. Sin embargo, están recibiendo un fuerte apoyo de organizaciones internacionales como el BID y el Banco Mundial. USAID también se une a una serie de proyectos para reforzar a COPECO y CODEM.

Por lo tanto, se espera que CODEM sea reforzada con estos proyectos de apoyos de BID, Banco Mundial y USAID, como organización central para la prevención de desastres en la ciudad de Tegucigalpa y la organización propuesta es sostenible e independiente.

### **(3) Factibilidad de la Institución Propuesta**

En la propuesta institucional del plan maestro, se tuvo en cuenta la facilidad de su implementación. No se propuso ninguna ley nueva pero se propuso la aplicación o refuerzo de las leyes y reglamentos vigentes. No se propuso ninguna nueva organización pero se propuso el refuerzo o coordinación de las organizaciones existentes.

Por ejemplo, se introdujo el concepto de "área de reserva del río" en 1992 y se consideró buena la efectividad de la idea. Este plan maestro dio un significado de ingeniería al concepto de área de reserva del río desde el punto de vista de la mitigación de daños por inundación. Cuando se considera el hecho de que el METROPLAN tuvo éxito en la regulación del uso del suelo para la tierra en el área de Comayagüela a lo largo del Río Choluteca, es posible imponer este concepto más estrictamente como parte de la reglamentación del uso del suelo para la prevención de desastres.

Por lo tanto, la institución propuesta en el plan es realista y factible.

## **5.6 ASPECTO TÉCNICO**

La mayoría de las obras civiles incluidas en el Plan Maestro es una combinación de trabajos simples aunque el volumen de cada obra sea enorme. El proceso de excavación, levantamiento y eliminación de sedimentos es simple pero son operaciones repetidas. El trabajo de construcción

de muro de contención y dique necesita la excavación estructural y obras de hormigón en el curso del río y requiere encoframiento y deshidratación. Estas operaciones de encofrado y deshidratación deberían limitarse a la estación seca para que no tengan problemas técnicos difíciles.

La reconstrucción de puentes se está haciendo actualmente en la ciudad y no presentan problemas técnicos difíciles.

Se ha observado que Honduras no tiene experiencia en la construcción de pilote de hormigón, construcción de pozo de drenaje y perforación de drenaje horizontal. Se requiere asistencia técnica de consultores y contratistas extranjeros y la importación de los materiales, pero es posible realizarlo en Tegucigalpa. La perforación de drenaje horizontal no es común en Honduras, pero hay algunas empresas extranjeras de perforación en Tegucigalpa que tienen experiencia. Por consiguiente, es posible introducir algunas empresas extranjeras de perforación para hacer la operación.

En general, es necesario obtener asistencia y cooperación técnica de consultores extranjeros y constructores extranjeros para implementar Proyectos del Plan Maestro.

## 5.7 ASPECTO AMBIENTAL

De acuerdo con el estudio de la literatura y entrevistas con expertos ambientales locales, no hay especies de flora o fauna en peligro de extinción en el área de los Proyectos del Plan Maestro.

Existe el temor de que la inclusión de metales pesados en los sedimentos del río de la descarga urbana, se hizo una investigación en la etapa del Estudio de Factibilidad. Como resultado, no se detectaron metales pesados en cantidades que superen los reglamentos y se eliminó el problema.

En general, no hay problemas ambientales importantes en el área del Proyecto del Plan Maestro. Las *Tablas 5.3 y 5.4* muestran el estudio y alcance de los temas ambientales para los Proyectos del Plan Maestro.

## 5.8 ASPECTO SOCIAL

### (1) Adquisición del Terreno/Reasentamiento

El terreno a adquirir para la obra civil es el siguiente.

**Tabla 5.5 Adquisición del Terreno y Reasentamiento**

Proyecto	Terreno a adquirir (m <sup>2</sup> )	Número de viviendas a reasentar
Ampliación de río en Berrinche	12,000	0
Mejora de salida del Laguna del Pescado	1,000	0
Prevención de deslizamiento de tierra en Reparto	3,000	10
Total	16,000	10

El terreno para la ampliación del río en Berrinche, 12,000m<sup>2</sup>, fue designado como un área del río en 1999 por el Departamento de Planificación de la Oficina Municipal de Tegucigalpa y no hay problema de adquisición. La salida de la Laguna del Pescado está en manos privadas y el terreno debe adquirirse o alquilarse temporalmente. El dueño del terreno está dispuesto a colaborar con el proyecto según la conversación inicial mantenida con del equipo de Estudio. En el deslizamiento de Reparto, aproximadamente diez casas tienen que reubicarse para

construir el canal de drenaje en la superficie. No ha habido contacto con los dueños de casas, pero ellos tienen que trasladarse a un sitio más seguro de todas maneras. Se considera que es posible reasentarlos con una compensación apropiada.

Por consiguiente, aunque hay problemas, la adquisición del terreno y el reasentamiento relacionados con los proyectos del Plan Maestro pueden solucionarse conversando prudentemente con los dueños de los terrenos.

### **(2) Conservación de Paisaje Histórico**

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 Área Histórica de Tegucigalpa/Comayagüela y Áreas Vecinas".

Un proyecto relacionado con este tema es la reconstrucción del Puente Mallo. Tal como se indicó en el Capítulo 4, ya se llegó a un acuerdo sobre la reconstrucción del puente. El tipo del nuevo puente se discutirá en la etapa de factibilidad del proyecto en el futuro.

### **(3) Aceptabilidad Social de la Organización, Institución y Sistema Propuestos**

Como se indicó antes, la organización/institución/sistema propuesto es una combinación y refuerzo de las existentes y su aceptabilidad es bastante alta. La idea de área de peligro fue aceptada por ciudadanos que sufrieron daños graves por el Huracán Mitch.

### **(4) Beneficios del Grupo Pobre**

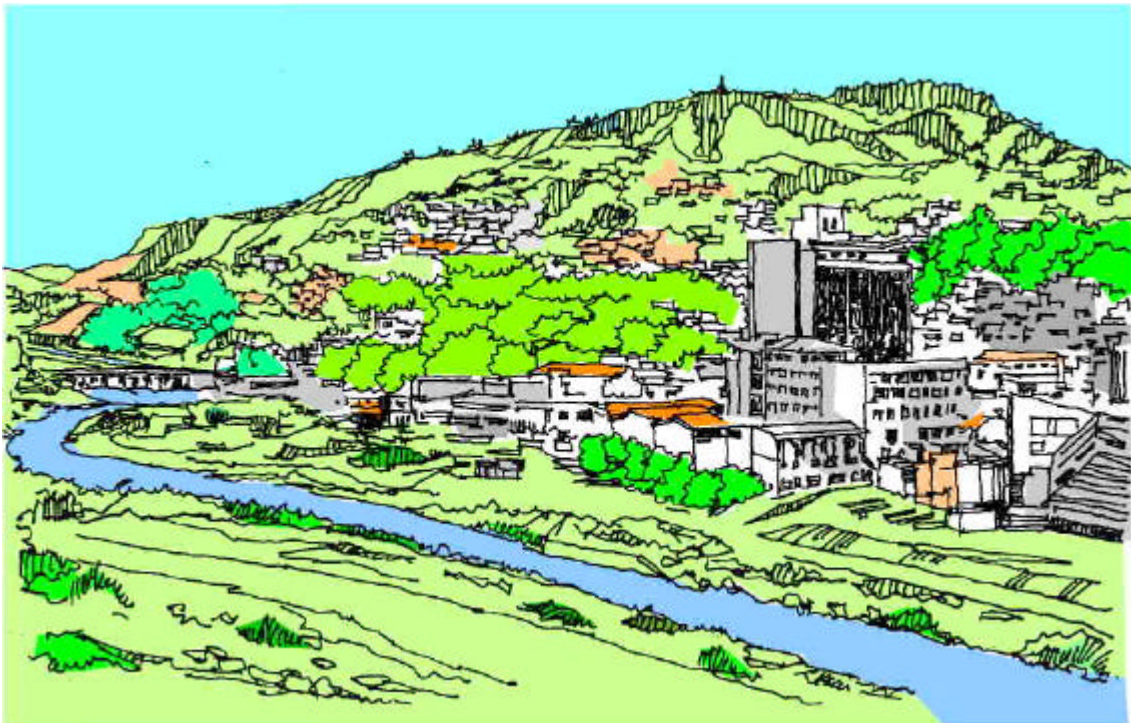
Una gran parte de la gente que vive en áreas peligrosas pertenece a grupos pobres ya que emigraron a tierras donde no vivía gente rica debido a que son áreas peligrosas. Por lo tanto, la implementación del plan maestro dará gran beneficio a los grupos pobres en el área.

### **(5) Impacto Negativo a los Residentes**

No se esperan impactos negativos a los residentes ya que los problemas de adquisición de terreno y reasentamiento por trabajos civiles son mínimos.

## **5.9 EVALUACIÓN GENERAL**

De acuerdo con cada aspecto de la evaluación, los Proyectos del Plan Maestro propuestos son factibles. La implementación de los proyectos dará definitivamente grandes beneficios a la ciudad de Tegucigalpa. Como los problemas técnicos, ambientales y sociales no son importantes, el tema crítico es la administración del proyecto. Un fuerte liderazgo del gobierno central y local producirá una buena coordinación de estas tareas complejas y difíciles.



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

## CAPITULO 6

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTOS PRIORITARIOS

#### 6.1 GENERALIDADES

Los Proyectos Prioritarios seleccionados para el Estudio de Factibilidad aparecen en la *Tabla 6.1*

**Tabla 6.1 Proyectos Prioritarios**

	Mitigación de daños por inundación	Mitigación de daños por deslizamiento de tierra	Común
Medidas estructurales	- Mejora del Río Cholulteca - Mejora de la salida de la Laguna del Pescado	- Deslizamiento Berrinche - Deslizamiento Reparto - Deslizamiento Bambú	-
Medidas no estructurales	- Pronóstico/Alerta/Evacuación	- Pronóstico/Alerta/Evacuación	-Educación/Enseñanza/Capacitación -Sistema de información de administración de desastres

La *Figura 6.1* muestra el mapa de ubicación de la parte estructural de los Proyectos Prioritarios.

En el Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios, se hizo un reconocimiento topográfico adicional para cubrir todos los lugares del proyecto con la escala de 1/500. (Apoyo A). Se hicieron perforaciones geológicas en los sitios de Berrinche y Reparto con el fin de planear las medidas estructurales para la mitigación de daños por inundación y por deslizamiento de tierra. La evaluación de impacto ambiental se hizo para todas las medidas estructurales de los Proyectos Prioritarios para evaluar el impacto del proyecto.

Se hizo un estudio alternativo de medidas estructurales después de una investigación más detallada del sitio, incluyendo el reconocimiento topográfico y un reconocimiento geológico. Los beneficios y costos de los proyectos se calcularon con mayor precisión y se utilizaron para la evaluación económica de los proyectos.

Se hizo una evaluación de proyecto del aspecto económico, financiero, ambiental y social y se concluyó que Proyectos Prioritarios eran económica y financieramente factibles así como desde el punto de vista de los aspectos ambiental y social.

#### 6.2 RECONOCIMIENTO TOPOGRÁFICO

Se hizo un reconocimiento topográfico con la escala de 1/500 para el área de los Proyectos Prioritarios. Se utilizó el mapa topográfico para preparar un plan más detallado para los Proyectos Prioritarios.

#### 6.3 INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA

Se hicieron investigaciones por perforación en los sitios de Berrinche y Reparto. Se llevó a cabo un reconocimiento de campo detallado para Berrinche, Reparto, Bambú y la salida de la Laguna del Pescado para el plan de prevención de deslizamiento de tierra. El lugar y la cantidad de investigación por perforación aparecen en la *Tabla 6.2* y *Figura 6.2* respectivamente.

Se describe a continuación el resumen de la investigación geológica. El resultado detallado del reconocimiento geológico se describe en el Apoyo G.



### 6.3.1 BERRINCHE

#### (1) Topografía y Geología

El deslizamiento de tierra de Berrinche es un deslizamiento producido en un área de 320,000 m<sup>2</sup>, un ancho de 400m y una longitud de 800m. La parte superior de la masa del deslizamiento de tierra es de unos EL 1,060 m y el pie de la masa es de EL 920 m en la altitud del fondo del Río Choluteca.

El resultado del reconocimiento geológico reveló que en el borde este del Barrio El Chile y Colonia El Porvenir, está expuesta la limonita, limo y roca arcillosa de la Formación Río Chiquito de la era Mesozoica a una altitud de 1,015 m, y se ven tobas del Terciario encima de 1,015 m. En el talud empinado ubicado desde Colonia Cielo hasta Barrio El Berrinche y Colonia El Porvenir, pueden verse rocas volcánicas de ignimbritas sobre las tobas. Las tobas afloran al oeste del Bloque C y D. La Formación del Río Chiquito aflora al este.

El área puede dividirse en varios sub-bloques de deslizamiento como aparece en la *Figura 6.3* de acuerdo con el estudio del mecanismo del deslizamiento de tierra.

#### (2) Resultado de la Perforación

En el área, el Cuerpo de Ingenieros de los EE.UU. realizó una investigación por perforación en 2000. Los lugares de la investigación de perforación aparecen en la *Figura 6.2 (1)*. En el Estudio se hicieron perforaciones adicionales para hacer más estudios de la geología del sitio. La *Figura 6.2 (1)* muestra la localización de perforaciones adicionales.

El resultado de la perforación se resume en la *Figura 6.4*. Mediante la observación del testigo de sondeo, se identificó la superficie resbaladiza del deslizamiento durante el Huracán Mitch. La superficie resbaladiza identificada del perfil B-4 en particular se describe en la *Figura 6.6*.

#### (3) Resultado del Monitoreo del Inclínómetro y Piezómetro

SERNA ha estado monitoreando el comportamiento de la masa de tierra utilizando inclinómetros y piezómetros desde 2001. Los lugares de observación aparecen en la *Figura 6.2 (3)*. La medición del inclinómetro muestra un movimiento en BS-4 de 2mm/mes a una profundidad de unos 38 m. En las otras ubicaciones no se ha detectado movimiento aparente.

La variación estacional del nivel del agua subterránea es grande en el lado montañoso de BS-3, BS-4 y BS-7 mientras que la del lado del río en 6 BS-1, BS-2, BS-5 y BS-6 es pequeña.

En el Estudio se instalaron tres piezómetros y ocho inclinómetros y se hicieron observaciones durante dos meses. No se observó ningún movimiento de masa de tierra en el período ya que se hizo durante la estación seca. Los instrumentos de medición se entregaron a SOPTRAVI para un monitoreo continuo del movimiento de la masa de tierra. Los datos obtenidos aparecen en el Libro de Datos.

#### (4) Mecanismo de Deslizamiento de Tierra

- El agua recolectada en la zona de precipicio del deslizamiento y áreas de cerros fluyó en la zona de tensión del deslizamiento (zona superior) y está bajo presión en condiciones artesianas dentro de la zona de disgregación de la Formación Chiquito.
- A juzgar por los movimientos de tierra junto con el desplazamiento de la superficie del suelo, se considera que la superficie resbaladiza es de tipo extremo cerrado y de tipo forma escalonada.

Basado en la investigación geológica, el resultado del monitoreo y el reconocimiento de campo, el mecanismo de deslizamiento de Berrinche durante el Huracán Mitch se interpreta de la siguiente forma;

- El bloque A1 empezó a deslizar debido a la subida del agua subterránea después de lluvias fuertes
- El bloque A1 empujó el bloque B y formó una topografía de compresión
- El bloque A1 empujó el bloque A2 y el bloque A3 empezó a deslizarse
- El extremo del bloque A3 penetró en el Río Choluteca formando una barrera.
- El bloque A1 empujó el bloque B y el bloque B empezó a deslizarse
- El extremo del bloque B penetró en el Río Choluteca y lo cerró
- Los bloques C y D se movieron hacia abajo con el movimiento del bloque A1

Por lo tanto, se interpreta que el bloque A empezó a deslizarse primero y empujó el bloque ubicado en una altitud menor hacia el Río Choluteca y lo cerró.

### **6.3.2 REPARTO**

#### **(1) Topografía y Geología**

El deslizamiento de Reparto es un deslizamiento ocurrido en un área de 30,000 m<sup>2</sup>, 200 m de largo y 150 m de ancho. La altitud superior de la masa de tierra es de EL 1,130m y la altitud del pie es de EL 1,070m. Las partes oeste de taludes empinados hacia abajo del área de tierras altas al oeste de El Picacho cambian gradualmente en colinas onduladas en el camino a El Picacho, y precipicios empinados yacen más al este con arroyos. La geología a lo largo del camino es de tobas y el área inferior al camino está cubierta de materiales de un deslizamiento viejo. El deslizamiento de Reparto se interpreta como un bloque de masa de tierra.

En el río abajo del deslizamiento, los taludes se formaron con tierra de escombros arrastrados.

#### **(2) Resultado de la Perforación**

En el Estudio se hicieron 6 nuevas perforaciones para investigar la geología del área. El mapa de ubicación de la perforación aparece en la *Figura 6.2 (2)*. El resultado de la perforación como registro de perforaciones aparece en la *Figura 6.7*. Se consideró la superficie resbaladiza durante el Huracán Mitch por el resultado de la perforación mostrado en la *Figura 6.8*.

#### **(3) Monitoreo del Inclínómetro y Piezómetro**

En el Estudio se instalaron tres piezómetros y tres inclinómetros y se hicieron observaciones durante dos meses. No se observó ningún movimiento de masa de tierra en el período ya que se hizo durante la estación seca. Los instrumentos de medición se entregaron a SOPTRAVI para un monitoreo continuo del movimiento de la masa de tierra. Los datos obtenidos aparecen en el Libro de Datos.

#### **(4) Mecanismo de Deslizamiento**

De acuerdo con el resultado de la perforación y el reconocimiento de campo, el mecanismo de deslizamiento de Reparto es el siguiente;

- El arroyo en el lado este que drenó el agua subterránea fue bloqueado por la construcción de la carretera al pie de la masa de deslizamiento y se crearon nuevos estanques.
- Durante el Huracán Mitch, lluvias fuertes produjeron un gran flujo de agua superficial en la masa de deslizamiento junto con el agua procedente del camino a El Picacho.

- El agua superficial subió el nivel freático de la masa provocando un movimiento del bloque.
- Los daños se convirtieron en segundo desastre debido al flujo de escombros de los bloques de deslizamiento que se expandieron a una gran área.

### 6.3.3 BAMBÚ

#### (1) Topografía y Geología

Esta masa de deslizamiento presenta una topografía de deslizamiento viejo típica compuesta de pequeñas masas de deslizamiento fracturadas y cortadas por movimientos de largo periodo. La masa de deslizamiento existe en un valle abierto con pendiente de 25 a 35 grados. Tiene un ancho de 180 m y largo de 250 m. El espesor es de 5 a 15 m. La geología de la masa es de la Formación Río Chiquito (Krc), que se superpone sobre Tpm (tobas livianas). La masa de deslizamiento está asentada encima del valle y su forma es de herradura con un cuello de botella angosto. El precipicio de deslizamiento es de 5 a 10 m y nuevo. La masa deslizante es muy débil y la toba liviana erosionada se convierte en arcilla arenosa.

La superficie resbaladiza está en el límite de Krc y Tpm y el movimiento de la masa creó la topografía del valle actual, después de que la lluvia había penetrado y la roca se había erosionado convirtiéndose en arcilla arenosa.

#### (2) Mecanismo de Deslizamiento de Tierra

Durante el Huracán Mitch, las lluvias pesadas se concentraron en el centro del bloque y una parte de la masa de deslizamiento se colapsó y se arrastró. Se consideró que el flujo de escombros de la parte de la masa de deslizamiento destruyó algunas casas y cerró la quebrada de Bambú provocando la inundación en el área baja.

### 6.3.4 SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO

#### (1) Topografía y Geología

La geología alrededor de la salida de la laguna se compone de lava de ignimbritas y tobas. Aunque la roca en el banco derecho parece ser una formación de roca básica, es una gran pieza de roca que se deslizó hacia abajo gradualmente desde arriba del cerro durante un largo período de varias decenas de miles de años. En el banco izquierdo, la lava de ignimbritas está distribuida por el borde y los depósitos de material de talus en el lado de río abajo. El material de talus parece incluir el material del banco derecho además del material de talus del banco izquierdo. Esta observación sugiere que la salida ha estado expuesta a frecuentes bloqueos por los colapsos del banco derecho. La *Figura 6.9* muestra el bosquejo geológico del sitio.

#### (2) Mecanismo de Inundación Repentina

De acuerdo con el reconocimiento de campo detallado, el mecanismo de inundación repentina durante el Huracán Mitch se estimó de la siguiente forma;

- Antes del Huracán Mitch, la elevación de la cresta de la salida era más alta que el nivel de suelo actual en 4.5 metros, protegida por una estructura de hormigón con ancho de 0.5m.
- Durante el Huracán Mitch hay una gran cantidad de troncos arrastrados del río arriba y se acumularon en la salida.
- Una parte del banco derecho se colapsó y junto con los troncos aumentó la elevación de la cresta de la salida en otros 3.5 m y una gran cantidad de agua se acumuló en la laguna.
- El nivel del agua subió más alto que el nivel de la cresta y arrastró toda la masa de tierra

colapsada, troncos, estructuras de hormigón y el material del lecho del río ocasionando una inundación repentina río abajo.

#### 6.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Se estudió el impacto ambiental de los Proyectos Prioritarios. El resultado detallado se describió en el Informe de Apoyo E.

Los principales puntos de la EIA son los siguientes;

- Posibilidad de contaminación del material del lecho del río por metales pesados
- Problemas de reasentamiento provocados por medidas estructurales de los proyectos

#### 6.5 PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN

##### 6.5.1 AMPLIACIÓN DEL RÍO EN BERRINCHE

En la ampliación del río en Berrinche, se planearon medidas de prevención de deslizamiento para que no se quede afectada la masa de deslizamiento de Berrinche. Se planearon medidas de prevención suponiendo la superficie resbaladiza en los pies de los bloques B1, B3 y Bloque E. Se consideró que la superficie resbaladiza observada es la que actualmente aparece en la *Figura 6.6*.

Se planearon las medidas de tal forma que el factor de seguridad después del proyecto se vuelva  $F_s=1.2$  del actual factor de seguridad  $F_s=1.0$ . Se compararon los ejes de hormigón, pilotes de acero y relleno de contrapeso. La *Tabla 6.3* muestra la comparación. Se utilizó un relleno de contrapeso en el bloque E, ya que es el método más confiable y es el lugar del deslizamiento contra el curso del río. Para los bloques B y A3, es imposible el relleno de contrapeso por su topografía y los ejes de hormigón y pilotes de acero se compararon. La geología en el lugar dificulta la construcción de pilotes de acero y se seleccionó el eje de hormigón. En los bloques B y A3 se planearon perforaciones de drenaje horizontal ( $K=50m$ ) para bajar el nivel el agua subterránea.

**Tabla 6.3 Comparación de Medidas de Prevención de Deslizamiento para la Ampliación del Río**

Nombre del bloque	Geología	Tipo de Estructuras			
		Eje de RC	Pilote de acero	Relleno de contrapeso	Anclaje de tierra
E	Depósito de lecho del río, capa de Chiquito y suelo de deslizamiento	-	-	X	-
A3	Suelo de deslizamiento y escombros	X	-	-	-
B	Suelo de deslizamiento y gravas	X	-	-	-

Se seleccionó el diámetro del eje de hormigón después de comparar algunos casos. Basado en la comparación del costo y planeamiento de construcción, se adoptó un diámetro de 4,0 m. En el banco derecho se propuso un sistema de anclaje de tierra para reducir la adquisición de terreno. (*Figuras 6.10 y 6.11*)

### 6.5.2 EXCAVACIÓN DEL LECHO DEL RÍO

El volumen de excavación del río en el Proyecto Prioritario es de unos 475,000m<sup>3</sup> entre C40 y C65. La excavación se hará con una excavadora de capacidad y se llevará la tierra al banco de río abajo (C0-C10). El acarreo se hará con camiones volquete de 10 t y 20 t según el lugar de la excavación. Si el lugar de la excavación es río abajo del puente Carias es posible usar camiones de 20 t ya que no obstaculizarán el tráfico, pero si el lugar es río arriba del Puente solo se utilizarán camiones de 10 t para el acarreo.

Se estudió el efecto del banco de escombros en el nivel de agua tanto en el lugar exacto como río arriba. Se encontró que el nivel de agua en el lugar del banco de escombros no subiría mucho pero se planeó proteger los terrenos privados en el lado opuesto del río donde está instalada una granja de pollos.

### 6.5.3 MURO DE CONTENCIÓN Y DIQUE

Se estudió en detalle el lugar del muro de contención y diques basándose en la topografía a lo largo del río. Las Figuras 6.12 a 6.15 muestran el lugar exacto del muro de contención. Entre C52 y C56, se modificó la sección de canal para acomodarse al nuevo terminal de autobuses planeado en el lado izquierdo del río.

### 6.5.4 MEJORA DE LA SALIDA DE LA LAGUNA DEL PESCADO

Se planearon las siguientes contramedidas para evitar el cierre de la salida de la Laguna del Pescado.

- Colocación de gaviones zapata con un ancho de 15 m, largo de 60m y espesor de 0.5m en la salida.
- Colocación de la pared de gaviones con 2m de ancho, 3m de alto y 60m de largo en el pie de talud de los lados izquierdos y derecho.
- Corte del talud que está en peligro de colapso en el lado derecho del talud.

### 6.5.5 PRONÓSTICO/ALERTA

Se estudió en detalle el hardware para el sistema de pronóstico/alerta de inundación y se estimó el costo. Aparecen ejemplos de sistema de medición de precipitaciones, medición de nivel de agua y sistema telemétrico en la Tabla 6.4.

**Tabla 6.4 Sistema de Pronóstico/Alerta de Inundación**

Ítem	Especificación	Número
Medidor de precipitaciones	Unidad 0.2 mm	3
Medidor de nivel de agua	Tipo presión de agua	3
Telemetro		3

Nota: Se incluyó la instalación del sistema en el costo de los proyectos.

## 6.6 PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE DAÑOS DE DESLIZAMIENTO

### 6.6.1 BERRINCHE

Se planearon las siguientes medidas estructurales;

- eliminación de la parte superior de la masa de deslizamiento
- canal de drenaje superficial

- canal de drenaje sub-superficial
- pozo de drenaje

La ubicación de las estructuras aparece en la *Figura 4.29*. Las *Figuras 6.16* y *6.17* muestran cada una de las estructuras planeadas. La tierra extraída se transporta al mismo banco de escombros de la excavación del lecho del río.

Se diseñó el canal de drenaje de la superficie para una capacidad de precipitaciones de diseño de 20 mm/hora, que es equivalente a las máximas precipitaciones por hora durante el Huracán Mitch. El área colectora de diseño para el sistema de drenaje de la superficie cubra una parte de la llanura Cerro Grande.

### 6.6.2 REPARTO

La mejor medida de defensa es drenar rápida y fácilmente el agua superficial y agua subterránea que pone en peligro la estabilidad de talud. Para estabilizar el talud, se eliminarán los bloques de tierra en la cabeza del talud actualmente extremadamente inestable y la tierra se colocará en el pie del talud, como contrapeso. El reemplazo de la parte blanda en el pie del talud puede ser necesario antes de colocar el contrapeso.

Las medidas estructurales planeadas son las siguientes;

- eliminación de la parte superior de la masa de deslizamiento
- canal de drenaje superficial
- canal de drenaje de sub-superficie
- pozo de drenaje

La ubicación de las estructuras aparece en la *Figura 4.30*. La tierra extraída se transportará al mismo banco de escombros de la excavación del lecho del río.

Se diseñó el canal de drenaje de la superficie para una capacidad de precipitaciones de diseño de 20 mm/hora, que es equivalente a las máximas precipitaciones por hora durante el Huracán Mitch. El área colectora de diseño para el sistema de drenaje de la superficie cubre el talud encima del camino a Picacho.

### 6.6.3 BAMBÚ

Las estructuras planeadas son las siguientes;

- canal de drenaje superficial
- gaviones zapata

La *Figura 4.31* muestra la ubicación de las estructuras y la *Figura 6.18* representa el concepto de las estructuras.

### 6.6.4 PRONÓSTICO/ALERTA

Se estudió el hardware para el sistema de pronóstico/alerta y se estimó el costo. Aparecen ejemplos de sistema de medición de lluvias y sistema telemétrico en la *Tabla 6.5*.

**Tabla 6.5 Sistema de Pronóstico/Deslizamiento de Tierra**

Item	Especificación	Número
Medidor de lluvias	Unidad 0.2 mm	4
Telemétrico		4

Nota: La instalación del sistema se incluye en el costo de los proyectos.

## **6.7 OTROS PROYECTOS NO ESTRUCTURALES**

### **6.7.1 EDUCACIÓN/ENSEÑANZA/CAPACITACIÓN**

Se preparó un programa de educación/enseñanza/capacitación para las autoridades del gobierno encargadas de la prevención de desastres y para los maestros de las escuelas.

#### **(1) Educación/Enseñanza/Capacitación de Autoridades del Gobierno y Maestros**

Se propuso una capacitación para reforzar la capacidad de oficiales de CODEM. El contenido de la capacitación debe ser un conocimiento básico para la prevención de desastres con recolección/procesamiento/transición de datos para desastres. Se propuso también capacitar a oficiales en el departamento de planeamiento del municipio sobre el planeamiento del uso de suelo y el reglamento de uso de suelo basado en el mapa de riesgo.

Se propuso un programa de capacitación para la prevención de desastres para los maestros. Como la educación en las escuelas es la principal parte de la educación preventiva, se propuso elevar el nivel de conocimientos de maestros como primer paso.

#### **(2) Educación/Enseñanza/Capacitación para el Público**

Se propuso realizar una educación pública a través de la educación en escuelas y la educación comunitaria. Un propósito de la educación en escuelas es la transferencia de la memoria de desastres a la siguiente generación a través de la educación de desastres del pasado. Otro propósito es el entendimiento científico del mecanismo de desastres.

En la enseñanza comunitaria, se propuso realizar una educación de nivel básico sobre la relación entre las precipitaciones e inundación/deslizamiento, sobre la actividad de las municipalidades para el pronóstico/alerta/evacuación y sobre el método de auto-protección a través del conocimiento del síntoma de desastres por deslizamiento. Se propuso enseñar al público para que se mueva de áreas peligrosas y no se construyan nuevas casas en las áreas peligrosas.

### **6.7.2 SISTEMA DE INFORMACIÓN DE ADMINISTRACIÓN DE DESASTRES**

En el curso del Estudio, se resaltaron los siguientes dos problemas para la prevención de desastres en Tegucigalpa.

- La coordinación de las agencias relacionadas a la prevención de desastres no se hizo bien por falta de información básica común de desastres. Por ejemplo, el mapa de inundación en la ciudad fue creado por separado por SOPTRAVI, SERNA y AMDC. Los datos de monitoreo del deslizamiento de Berrinche obtenidos por SERNA no se comparten con otras agencias.
- Se teme que el mapa de amenaza GIS creado en el Estudio no se utilice bien, ya que los instrumentos GIS se procesan sólo por una pequeña parte de todas las agencias de administración de desastres concernientes.

Para hacer frente a esta situación y tener éxito en la transferencia de tecnología del resultado

del Estudio, se propuso la construcción de un sistema de información de administración de desastres compartido con las agencias relacionadas. Este sistema se compone de los siguientes sub-sistemas.

- Sistema de recolección y transmisión de información
- Sistema de base de datos
- Sistema de procesamiento de información
- Sistema de apoyo a las decisiones
- Sistema de distribución de información

La información relacionada con desastres empieza por el pronóstico/alerta de inundación/deslizamiento establecido antes, incluyendo la información de desastres en una emergencia. El mapa de base GIS utilizado para crear el mapa de amenaza en el Estudio debe aplicarse como mapa de base de este sistema de información de administración de desastres.

Todas las agencias del gobierno relacionadas con la prevención de desastres deben conectarse entre sí con una red de fibras ópticas. De esta manera, será posible intercambiar información en una emergencia e implementar políticas de prevención de desastres coordinadas basándose en una base de datos común.

## 6.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El plan de operación y mantenimiento para los Proyectos Prioritarios es el mismo que para los Proyectos del Plan Maestro.

## 6.9 ESTIMACIÓN DE COSTOS

Se hizo la estimación de costos detallada para los Proyectos Prioritarios. El resultado de la estimación de costos aparece en la *Tabla 6.6*.

## 6.10 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

Se preparó un programa de implementación para los Proyectos Prioritarios y aparece en la *Tabla 6.7*. Se consideraron los proyectos para iniciar en 2002 para el diseño detallado y preparación de finanzas. De acuerdo con este cronograma, se completarán todos los Proyectos Prioritarios para el año 2007.

## 6.11 EVALUACIÓN DE PROYECTOS

### (1) Aspecto Económico

Se hizo la evaluación económica sólo para los Proyectos Prioritarios. El método de evaluación es el mismo que el de los Proyectos del Plan Maestro. La *Tabla 6.8* muestra el resultado de la evaluación económica.

**Tabla 6.8 Reducción de Daños por Inundación/Deslizamiento**

Período de retorno (años)	Mitigación de daños (millones US\$)
5	14.30
10	13.56
15	22.33
50	36.08
Huracán Mitch (500)	139.19



La tasa rendimiento interno económico (EIRR) se calculó como el 13.44 %. La *Tabla 6.9* muestra el Valor Actual Neto (NPV) y la Relación de Costo Beneficio (B/C) del proyecto.

**Tabla 6.9 Valor Actual Neto y la Relación de Costo Beneficio para el Proyecto Prioritario**

Relación de descuento	NPV (US\$ millón)	B/C
4 % (Ingreso real de bonos del estado de Honduras)	55.73	2.94
8%	16.91	1.71

## (2) Aspecto Financiero

El costo total de los Proyectos Prioritarios es de 37 millones US\$ y es lo suficientemente pequeño comparado con el daño total de Tegucigalpa por el Huracán Mitch; aproximadamente 500 millones US\$. Además, es también pequeño comparado con el reembolso anual promedio (aproximadamente 90 millones US\$). Se considera que los problemas financieros son pequeños cuando se pueden implementar los proyectos por préstamos extranjeros.

## (3) Aspectos Medioambiental Natural y Social

De acuerdo con la EIA realizada por consultores locales, los resultados del análisis de los dos aspectos arriba mencionados son los siguientes;

### 1) Metal Pesado

Los metales pesados verificados en el Estudio son Cr (cromo), Ni (níquel), Cu (cobre), Zn (cinc), Cd (cadmio), Hg (mercurio), Pb (plomo) y As (arsénico). La cantidad de metales pesados contenidos en el material del lecho del río es suficientemente pequeña comparada con el estándar de EPA y no hay problemas de excavación, acarreo y depósitos de materiales del lecho del río en el proyecto.

### 2) Reasentamiento

De acuerdo con el plan detallado de medidas estructurales, el único lugar donde es necesario el reasentamiento de la gente es Reparto y el número de casas afectadas son 10. Aunque no hay entrevistas directas con los residentes relevantes, el líder de la comunidad de Reparto dijo que los residentes del área están conscientes del peligro del área y mucha gente quiere moverse del área a un lugar más seguro, si fuera posible. Por lo tanto, es posible resolver el problema de reasentamiento mediante serias consideraciones del destino del reasentamiento y servicios básicos en la nueva área de reasentamiento con una suficiente cantidad de compensación.

Por lo tanto, se considera que los efectos adversos de los Proyectos Prioritarios en el ambiente natural y social son pequeños.

**CAPITULO 7**  
**CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO 7 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIÓN**

Se ha completado “El Estudio para el Control de Inundaciones y Prevención de Deslizamientos de Tierra en el Area Metropolitana de Tegucigalpa en la República de Honduras”. Hay tres propósitos en el Estudio: el establecimiento del Plan Maestro, el Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios y la transferencia tecnológica.

Se preparó un Plan Maestro de prevención de desastres que incluye un plan de mitigación de daños por inundaciones y de daños por deslizamientos de tierra con medidas estructurales y no estructurales para una tormenta de escala del Huracán Mitch. La implementación del Plan Maestro propuesto permite a la Alcaldía Municipal de Tegucigalpa crear una ciudad segura en términos de inundaciones y deslizamientos de tierra.

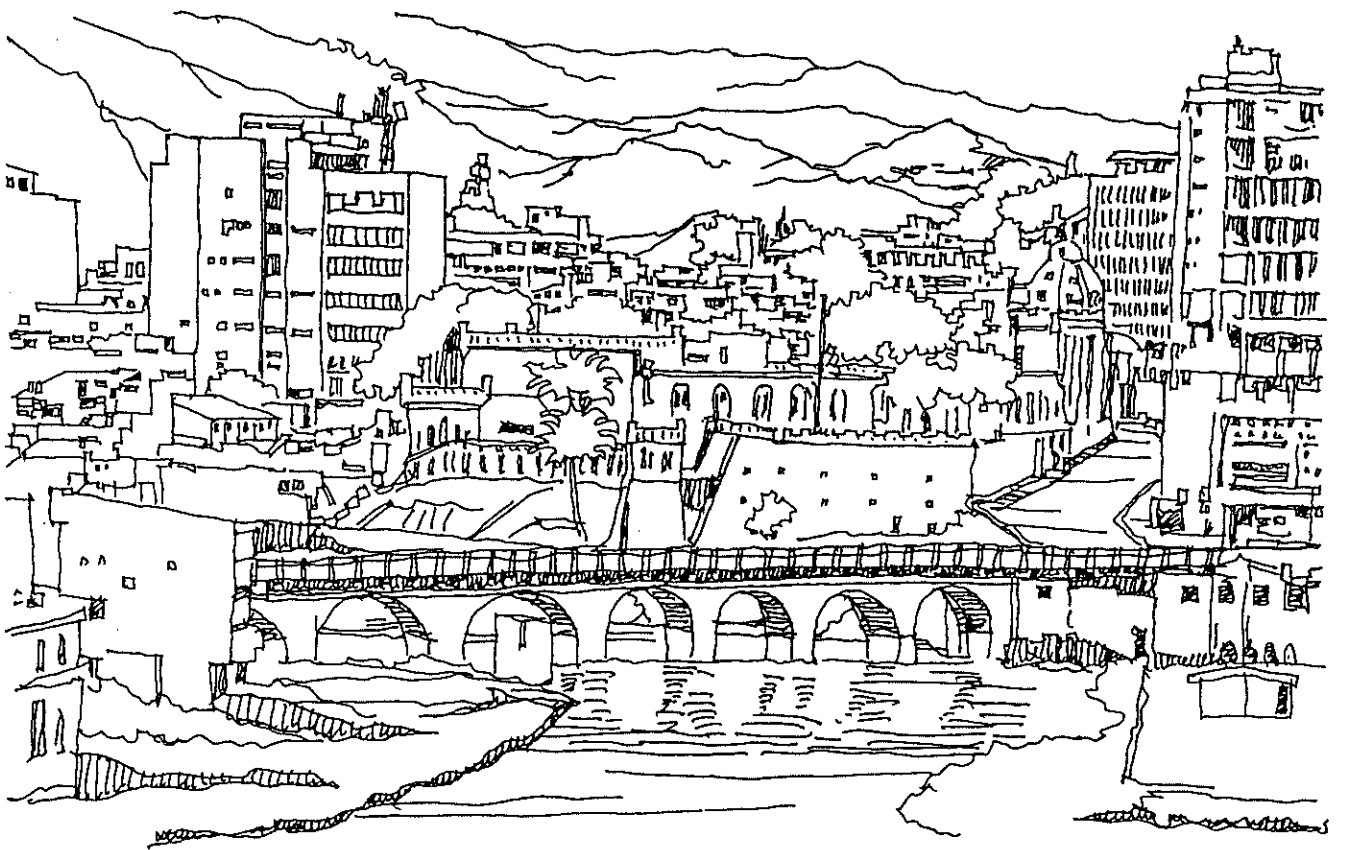
El Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios muestra que los proyectos son factibles desde los aspectos económico, financiero, del medio ambiente y social. Se llegó a la conclusión de que la implementación de Proyectos Prioritarios dará gran beneficio a la ciudad.

Se hizo la transferencia tecnológica a través del Estudio. Se hizo la capacitación en el trabajo mediante discusiones sobre distintos problemas en los proyectos, viajes de estudio de los miembros del equipo de contraparte acompañando los miembros del Equipo de Estudio y mediante talleres participativos de los miembros de la contraparte.

### **7.2 RECOMENDACIONES**

Se recomienda que;

- (1) El Plan Maestro propuesto en este Estudio debe designarse como plan maestro oficial de mitigación de desastres para la ciudad de Tegucigalpa por los gobiernos central y local de Honduras,
- (2) Para crear una capital segura contra tormentas, debe implementarse el plan maestro de prevención de desastres de acuerdo con el programa propuesto,
- (3) Los Proyectos Prioritarios deben implementarse urgentemente para lograr las consecuencias inmediatas del plan,
- (4) Es necesario actualizar el Plan Maestro con el desarrollo de la ciudad para hacer frente a los cambios en los antecedentes naturales y sociales del plan, y
- (5) Todas las partes concernientes deben cooperar para hacer de la ciudad de Tegucigalpa una capital segura.



**TABLAS**

**Tabla 2.1 Tabla de Estratigrafía en el Area objeto**

Edad	Periodo	Epoca	Símbolo	Características
Cenozoico	Cuaternario	aluvial	<b>dt</b>	Sedimentos de detritos (basado en deslizamiento, derrumbamiento de talud, etc.). Se compone de escombros y tierra y arena.
			<b>Qa1</b>	Sedimentos aluviales más recientes. Se compone de arcilla, arena y cantos.
			<b>Qe3</b>	Sedimento de terraza inferior: Abanico de arenas y cantos rodados.
		Pleistoceno	<b>Qe2b</b>	Sedimentos de terrazas de categoría media: Se compone de arena y piedras. Una matriz no es sólida. Un viejo abanico o los sedimentos en el fondo de un río. Se compone principalmente de roca volcánica después del Terciario. El color es de gris oscuro a gris.
			<b>Qe2a</b>	Sedimentos de terrazas de categoría media: Se compone de arena, piedras y limo. Tiene buen apriete aunque una matriz no es sólida. Un viejo abanico o fondo del río y sedimentos de un lago. Se compone principalmente de roca del grupo Valle de Angeles y roca volcánica después del Terciario. El color es de marrón oscuro a marrón negro.
			<b>Qe1</b>	Sedimento de terraza más alto: Se compone principalmente de arena y piedras y se inserta la capa de tobas. Depósitos de terraza más viejos, la matriz se consolida débilmente.
			<b>Qb</b>	Lava de basalto (feldespato inclinado de olivino y escoria)
			<b>Qan2</b>	Está distribuida en la colina de Cerro Grande. Se compone de lava andesita. Aunque la roca en sí es dura precisa, la junta continua y es fácil de disociarse masivamente. En la parte del borde una gama, este estrato sirve como roca de tapa y tiende a ser causas deslizamiento.
	<b>Qan1</b>	Está distribuida sobre una gama baja de Qa2. Se compone de tobas andesíticas y riolítica. Progresa una estructura de banda. Está débil por erosión y se deteriora fácilmente. Es raro que se convierta en causa de deslizamiento		
	<b>Odt</b>	Se distribuye principalmente cerca de un área de Villa Nueva. Se compone de escombros de piedras que hizo del sujeto riolita con un diámetro de 20 cm – 3 m y tiene su origen en el grupo Valle de Angeles. Media matriz es sólida, el apriete es bueno.		
	Terciario	Mioceno (Grupo Padre Miguel)	<b>Tpm3</b>	Secuencia ignimbrítica, miembro superior: toba de riolita de muchos colores. Algunas rocas sedimentarias tienen escombros volcánicos, tobas de andesita de cuarzo y tobas andesítica. Esta roca es maciza y sólida. Cuando un estrato con intensidad débil está distribuida sobre la categoría baja de este estrato, se genera fácilmente un deslizamiento.
			<b>Tep</b>	Se compone de toba riolítica y conglomerado, piedra arenisca y limo. Se deposita en lugares bajo agua, como en un río. La estructura estratificada progresa horizontalmente. Es fácil de disociarse del lado del estrato y puede convertirse en la causa de deslizamiento en la parte donde se inclina el estrato.
			<b>Teg</b>	Miembro del Cerro Grande: Lava de ignimbrita y riolita equipado con la matriz de cristales de cuarzo vidriado y feldespato de cristal de color violeta. La roca en sí es muy dura y tiene una erosión fuerte y tiende a formar un precipicio escarpado. La lógica continua y es fácil de disociarse. Cuando esta roca está distribuida en una capa de baja intensidad, esta roca sirve como roca de tapa y se generan fácilmente deslizamientos. La acción de deterioro se recibe localmente y en la parte, la intensidad falla en gran medida y se genera fácilmente un derrumbamiento de talud
			<b>Tpm2</b>	Miembro medio de secuencia ignimbrítica: Toba con andesita de cuarzo dividida por clase en estilo riolita. La estructura en banda continua y se convierte en la causa de deslizamiento de la capa.
			<b>Tpm1</b>	Miembro de la secuencia ignimbrítica de baja categoría: Tobas de riolita de muchos colores. Algunas rocas sedimentarias con escombros volcánicos, tobas de andesita de cuarzo y tobas andesíticas.
<b>Tpml</b>			Lahar (tobas de flujo de escombros) con clastos de rocas volcánicas del terciario y sedimentos cretáceos. Se compone de escombros y piedra arenisca consolidada. Es raro que sea causa de un deslizamiento por macizo y duros.	
Oligoceno (F. Matagalpa)		<b>Tl</b>	Roca intrusiva riolítica que es intrusiva en el grupo Valle de Angeles. Generalmente con dislocación, está distribuida, se da deterioro en el Grupo Valle de Angeles y se convierte fácilmente en causa de derrumbamiento de talud.	
	<b>Tm</b>	Formación Matagalpa: Se compone de toba, brecha de toba y lava de andesita que tiene color verde en su base. Es fácil de erosionar y cambia en arcilla fácilmente cerca de la superficie de la tierra. Por esta razón, se vuelve fácilmente la causa de deslizamientos.		
Mesozoico	Cretáceo (Grupo de Valle de Angeles)	<b>Krc</b>	Formación del Río Chiquito: Se compone de roca arcillosa, limolita, capa de conglomerados finos y capa de piedra caliza fina. Se forma una estructura estratificada. Sus colores son marrón negro. Es fácil de erosionar y cambia a simplemente tierra y arena. Es el estrato donde se generan fácilmente deslizamientos y derrumbamiento de talud.	
		<b>Kvn</b>	Formación Villa Nueva: Conglomerado de capas siliciclásticas (con clásto metamórfico y roca volcánica y piedra caliza). Piedra arenisca marrón a rojo claro y algunas tobas volcánicas. La estructura estratificada continúa parcialmente. Sus colores son rojo fino y morado oscuro. Aunque es fuerte comparado con Krc, se generan deslizamientos locales.	

**Tabla 2.12 Condiciones de Banco y Terreno Posterior a lo Largo del Río Choluteca (1/3)**

No. de Sección	Lado Izquierdo			Lado Derecho		
	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior
0	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
1	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
2	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
3	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
4	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
5	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
6	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
7	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
8	No hay		Area de Inundación	No hay		Fábrica
9	No hay		Area de Inundación	No hay		Pendiente
10	No hay		Area de Inundación	No hay		Area de Inundación
11	No hay		Area de Inundación	No hay		Area de Inundación
12	No hay		Pendiente	No hay		Area de Inundación
13	No hay		Pendiente	No hay		Area de Inundación
14	No hay		Pendiente	No hay		Area de Inundación
15	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
16	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
17	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
18	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
19	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
20	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
21	No hay		Precipicio	No hay		Area de Inundación
22	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
23	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
24	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
25	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
26	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
27	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
28	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
29	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
30	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
31	No hay		Precipicio	No hay		Precipicio
32	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
33	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
34	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
35	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
36	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
37	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
38	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
39	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
40	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
41	No hay		Area de Inundación	No hay	Erosión	Pendiente
42	No hay		Area de Inundación	No hay	Erosión	Pendiente
43	No hay		Area de Inundación	No hay	Erosión	Area de Inundación
44	No hay		Area de Inundación	No hay	Erosión	Area de Inundación
45	Hay		Precipicio	Hay		Pendiente
46	Hay		Precipicio	Hay		Pendiente
47	No hay		Precipicio	Hay		Pendiente
48	No hay		Precipicio	Hay		Pendiente
49	No hay		Precipicio	Hay		Pendiente
50	No hay		Precipicio	Hay		Pendiente
51	No hay		Area comercial	Hay		Area comercial
52	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
53	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
54	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
55	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
56	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
57	Hay		Area comercial	Hay		Area comercial
58	No hay		Area comercial	Hay		Cancha
59	No hay		Area comercial	Hay		Cancha
60	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
61	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
62	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
63	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
64	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
65	Hay		Area comercial	Hay		Precipicio
66	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
67	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
68	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
69	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
70	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
71	No hay		Area comercial	No hay		Precipicio
72	Hay		Area comercial	Hay		Area residencial

**Tabla 2.12 Condiciones de Banco y Terreno Posterior a lo Largo del Río Choluteca (2/3)**

No. de Sección	Lado Izquierdo			Lado Derecho		
	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior
73	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
74	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
75	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
76	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
77	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
78	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
79	No hay		Area comercial	Hay		Area residencial
80	No hay		Espacio abierto	Hay		Area residencial
81	No hay		Espacio abierto	Hay		Area residencial
82	No hay		Espacio abierto	No hay		Camino
83	No hay		Espacio abierto	No hay		Camino
84	No hay		Espacio abierto	No hay		Camino
85	No hay		Espacio abierto	No hay		Camino
86	No hay		Espacio abierto	No hay		Camino
87	No hay		Precipicio	No hay		Camino
88	No hay		Pendiente	No hay		Camino
89	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
90	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
91	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
92	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
93	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
94	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
95	No hay		Espacio abierto	No hay		Precipicio
96	No hay		Espacio abierto	No hay		Area residencial
97	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
98	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
99	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
100	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
101	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
102	No hay		Precipicio	No hay		Camino
103	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
104	No hay		Camino	No hay		Area residencial
105	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Area residencial
106	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Area residencial
107	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Precipicio
108	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Pendiente
109	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Pendiente
110	No hay		Precipicio, Area residencial	No hay		Pendiente
111	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
112	No hay		Area Comercial	No hay		Precipicio
113	No hay		Area Comercial	No hay		Precipicio
114	No hay		Area Comercial	No hay		Espacio abierto
115	No hay		Espacio abierto	No hay		Espacio abierto
116	No hay		Espacio abierto	No hay		Precipicio
117	No hay		Fábrica	No hay		Area residencial
118	No hay		Fábrica	No hay		Area residencial
119	No hay		Fábrica	No hay		Area residencial
120	No hay		Camino	No hay		Camino
121	No hay		Pendiente	No hay		Area residencial
122	No hay		Pendiente	No hay		Area residencial
123	No hay		Pendiente	No hay		Area residencial
124	No hay		Pendiente	No hay		Area residencial
125	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
126	No hay		Precipicio	No hay		Precipicio
127	No hay		Precipicio	No hay		Precipicio
128	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
129	No hay		Camino	No hay		Camino
130	No hay		Camino	No hay		Camino
131	No hay		Camino	No hay		Camino
132	No hay		Camino	No hay		Camino
133	No hay		Camino	No hay		Camino
134	No hay		Camino	No hay		Camino
135	No hay		Camino	No hay		Camino
136	No hay		Camino	No hay		Camino
137	No hay		Precipicio	No hay		Camino
138	No hay		Precipicio	No hay		Precipicio
139	No hay		Precipicio	No hay		Precipicio
140	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
141	No hay		Area residencial	No hay		Pendiente
142	No hay		Area residencial	No hay		Precipicio
143	Hay		Area residencial	No hay		Precipicio
144	Hay		Area residencial	No hay		Precipicio
145	Hay		Area residencial	No hay		Precipicio



**Tabla 2.12 Condiciones de Banco y Terreno Posterior a lo Largo del Río Choluteca (3/3)**

No. de Sección	Lado Izquierdo			Lado Derecho		
	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior	Muro de Contención	Erosión de Banco	Terreno Posterior
146	Hay		Area residencial	No hay		Precipicio
147	Hay		Area residencial	No hay		Precipicio
148	Hay		Area residencial	No hay		Area residencial
149	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
150	No hay	Erosión	Area residencial	No hay	Erosión	Area residencial
151	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
152	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
153	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
154	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
155	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
156	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
157	No hay		Area residencial	No hay		Area residencial
158	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
159	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
160	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
161	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
162	No hay		Fábrica	No hay		Area residencial
163	No hay		Fábrica	No hay		Area residencial
164	No hay		Fábrica	No hay		Pendiente
165	No hay		Camino	No hay		Pendiente
166	No hay		Camino	No hay		Pendiente
167	No hay		Camino	No hay		Pendiente
168	No hay		Camino	No hay		Pendiente
169	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
170	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
171	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
172	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
173	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
174	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
175	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
176	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
177	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
178	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
179	No hay		Pendiente	No hay		Pendiente
180	No hay		Pendiente	No hay		Camino
181	No hay		Pendiente	No hay		Camino
182	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
183	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
184	No hay		Precipicio	No hay		Area residencial
185	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
186	No hay		Precipicio	No hay		Pendiente
187	No hay		Pendiente	No hay		Precipicio
188	No hay		Pendiente	No hay		Camino
189	No hay		Precipicio	No hay		Camino
190	No hay		Precipicio	No hay		Camino
191	No hay		Camino	No hay		Camino
192	No hay		Pendiente	No hay		Camino
193	No hay		Pendiente	No hay		Camino
194	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
195	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
196	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
197	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
198	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
199	No hay		Area de Inundación	No hay		Precipicio
200	No hay		Area de Inundación	No hay		Pendiente

**Tabla 2.17 Grado de Peligro de los Deslizamientos de Tierra**

Rango del grado de peligro	Características topográficas y observación
A	<p>Hay evidencias de movimientos actuales o recientes de la masa de deslizamientos de tierra. Los bloques de deslizamientos de tierra que se movieron durante el Huracán Mitch o los que se consideraron que se movieron en los diez años. El precipicio de deslizamiento no está cubierto por ninguna vegetación y aparece pelado. Se observan grietas en los límites y mala alineación de estructuras artificiales. La parte inferior de la masa de tierra se está hinchando o se observan derrumbamientos de taludes pequeña de forma de lengua.</p>
B	<p>Aunque se observaron las características típicas de deslizamiento de tierra se determina que no hubo movimientos en años recientes. (la pared escarpada o grietas laterales están cubiertas por la vegetación). Sin características topográficas típicas de deslizamiento de tierra, se hicieron las siguientes observaciones;</p> <p>hay ejemplos de deslizamientos de tierra recientes con formación geológica similar en el vecindario</p> <p>la estructura de la masa de tierra se compone de tierra o depósitos coluviales y está débil</p>
C	<p>Aunque se observan características topográficas de deslizamientos de tierra, la edad de ocurrencia del deslizamiento es vieja y el bloque está actualmente estable. El precipicio de deslizamiento forma una terraza pero está cubierto por escombros y tierra superficial y no aparece su forma original. Se observó una hinchazón en el fondo pero no hay nuevos colapsos ni deformación de las estructuras en los alrededores. No hay síntomas de deslizamiento de tierra según las entrevistas con los residentes.</p>

**Tabla 2.18 Lista de Datos de Característica Geográfica y Geológica del Terreno de Derrumbamiento de Talud**

No	bed rock	slope angle (degree)	failure height (m)	Deposition distance (m)
1	Tm	18	20	10
2	Tcg	25	28	58
3	Tcg	44	70	30
4	Tcg	37	40	18
5	Qan 2	34	15	
6	Tcg	47	52	
7	Qan 1	27	15	
8	Tm	35	23	
9	Tcg	35	32	
10	Tcg	51	63	20
11	Tcg	29	75	
12	Tcg	43	95	
13	Tcg	32	65	
14	Tcg	32	65	
15	Tcg	43	35	
16	Tcg	40	48	
17	Tcg	48	56	20
18	Tcg	47	51	
19	Tcg	54	20	
20	Tcg	48	111	
21	Tcg	30	42	
22	Tcg	49	55	
23	Tcg	55	65	10
24	Krc	29	17	
25	Krc	35	8	15
26	Tcg	49	75	
27	Tcg	45	40	
28	Tcg	36	20	
29	Tpm 3	19	35	
30	Krc	45	13	7
31	Krc	38	13	10
32	Krc	44	15	8
33	Krc	23	75	
34	Krc	29	40	
35	Krc	35	12	15
36	Krc	46	22	13
37	Krc	37	6	4
38	Krc	53	17	7
39	Tpm 1	32	33	
40	Tcg	41	24	
41	Tcg	44	20	
42	Tcg	50	20	17
43	Tcg	55	22	28
44	Tm	20	32	
45	Tcg	30	28	
46	Tcg	40	20	20
47	Tcg	45	18	13
48	Tcg	34	17	
49	Tcg	62	24	
50	Tcg	62	20	5
51	Tcg	44	23	
52	Tcg	53	20	
53	Tcg	44	48	
54	Tcg	60	50	17
55	Tcg	34	65	
56	Tcg	37	37	47
57	Tcg	62	14	15
58	Tcg	62	27	
59	Tcg	37	17	24
60	Tcg	42	40	22
61	Tcg	44	28	7
62	Tcg	41	40	21
63	Tcg	60	22	
64	Tcg	38	40	
65	Tcg	50	36	10
66	Tcg	52	65	
67	Tpm 1	35	31	40
68	Tpm 1	34	14	
69	Krc	41	15	
70	Krc	56	22	
71	Krc	30	17	
72	Krc	38	32	
73	Tpm 1	42	15	
74	Tpm 1	44	17	
75	Tpm 1	28	12	
76	Tpm 1	33	13	
77	Tpm 1	47	45	
78	Tpm 1	30	15	
79	Tpm 1	44	25	
80	Tpm 1	33	15	8
81	Krc	18	12	
82	Krc	20	11	
83	Krc	20	9	
84	Tpm 1	46	45	
85	Kvn	41	22	
86	Kvn	41	38	
87	Krc	39	11	15
88	Krc	23	20	
89	Krc	28	7	
90	Tpm 1	39	42	32
91	Tpm 1	40	24	13
92	Tpm 1	40	33	
93	Tpm 1	52	38	7
94	Tpm 1	36	37	
95	Tpm 1	32	35	
96	Tpm 1	49	15	10
97	Tpm 1	42	34	7
98	Tpm 1	38	38	
99	Tpm 1	32	27	
100	Tpm 1	33	23	7
101	Tcg	35	48	
102	Tcg	47	44	
103	Tpm 1	28	17	15
104	Tpm 1	55	36	
105	Tpm 1	62	29	13
106	Tpm 1	45	25	23
107	Tep	42	45	18
108	Tep	35	43	20
109	Kvn	34	19	18
110	Kvn	35	20	8
111	Kvn	39	14	
112	Tep	30	15	20
113	Kvn	38	23	
114	Tep	43	50	
115	Tep	37	7	9
116	Tpm 1	37	54	
117	Kvn	34	45	
118	Tpm 1	50	36	14
119	Tep	38	38	
120	Tep	45	19	
121	Qb	50	20	
122	Tpm 1	67	45	
123	Tm	25	18	
124	Tm	30	15	
125	Tm	33	35	
126	Qan 1	28	20	
127	Qan 2	32	20	
128	Is	34	22	
129	Tm	44	18	
130	Tm	27	15	
131	Qan 1	30	15	
132	dt	32	8	
133	dt	31	5	
134	Qan 1	41	15	
135	Tm	27	15	
136	Tm	37	10	
137	dt	30	15	
138	Is	29	18	
139	dt	32	13	
140	dt	25	50	
141	dt	38	10	
142	Is	22	8	
143	Is	33	20	
144	Is	40	18	
145	Qe	36	10	
146	dt	36	33	
147	Is	32	18	
148	dt	36	15	
149	dt	20	23	
150	Is	26	30	
151	dt	34	5	
152	Qe	34	18	
153	Qe	46	12	
154	Qe	30	10	
155	Qe	36	13	
156	Qe	20	15	
157	Qe	24	14	
158	Qe	20	15	
159	Qb	43	23	
160	Qb	28	23	
161	Qb	39	18	
162	Qe	34	13	
163	Qe	59	14	
164	Tep	37	7	
165	Tep	49	6	
166	Is	32	6	
167	Tep	41	15	
168	Is	32	10	
169	Is	20	10	
170	Is	34	22	
171	Kvn	28	13	
172	Kvn	30	18	
173	Kvn	38	7	

**Tabla 2.19 Valores Limite para Peligro de Derrumbamiento de Talud para Cada Geología**

Roca de lecho	Talud peligroso		Notas
	Grado de talud (grado)	Área (m <sup>2</sup> )	
Kvn	30	645,300	
Krc	20	3,183,500	
Tm	20	1,110,300	
Ti	32	200	Se adopta el valor de "Tcg".
Tpml	32	18,900	Se adopta el valor de "Tcg".
Tpm1	28	1,192,700	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm3
Tpm2	28	140,500	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm4.
Tcg	32	1,897,300	
Tep	35	299,800	
Tpm3	28	1,958,600	Se unen y examinan Tpm1, Tpm2, y Tpm4.
Odt	28	14,300	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan2, y Qb.
Qan1	28	265,400	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan3, y Qb.
Qan2	28	272,200	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan4, y Qb.
Qb	28	217,700	Se unen y examinan Odt, Qan1, Qan5, y Qb.
Qe1	20	115,700	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe3.
Qe2a	20	320,200	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe4.
Qe2b	20	79,200	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe5.
Qe3	20	89,100	Se unen y examinan Qe1, Qe2a, Qe2b, y Qe6.
dt	25	187,900	
ls	22	707,300	
área total(m <sup>2</sup> )		12,715,100	-
La velocidad de toda el área		12.1%	-

**Tabla 2.20 Número de Hogares en las Masas de Deslizamiento de Rango A y sus Áreas Afectadas**

Número	Nombre del bloque	Dirección	Área (área de bloque + área afectada) (m <sup>2</sup> )	números de casas en el área de influencia
1	Canaan	COL.CANAAN	147,467	113
2	Reparto	BARRIO EL REPARTO	276,929	452
3	Bambú	BARRIO LA CABANA ,BARRIO EL EDEN No.1, BARRIO LA RONDA,COL.ALTO de LA CABANA	46,801	42
4	Bosque	BARRIO ALTOS DEL BOSQUE o 13 de FEBRERO, BARRIO LA ESTRELLA	49,709	196
5	Buena Vista	BARRIO.BUENA VISTA	10,220	7
6	Berrinche	COL.SOTO	382,494	361
7	Campo Cielo	COL.CAMPO CIELO	6,460	25
8	San Martín	COL.AYESTAS	25,717	74
9	Flor 1	COL.LA FLOR No.1	16,112	21
10	Zapote Centro	CO.ZAPOTE CENTRO , CO.BRISAS DE OLANCHO	29,902	126
11	Zapote Norte	CO.ZAPOTE NORTE	5,355	4
12	Villa Unión	CO. VILLAUNION	6,067	5
13	Brasilia	CO. BRASILIA CO. SAN JUAN DEL NORTE No.2	43,768	61
14	Centro América	RE. CENTRO AMERICA CO. 1 DE DICIEMBRE	6,930	6
15	Nueva Esperanza	CO. NUEVA ESPERANZA	30,907	16
16	Las Torres Este	CO. LAS TORRES	6,881	19
17	Las Torres Oeste	CO. LAS TORRES	5,580	15
<b>Adición</b>			<b>1,097,299</b>	<b>1,543</b>

**Tabla 2.26 Proyectos de Prevención de Desastres Relacionados**

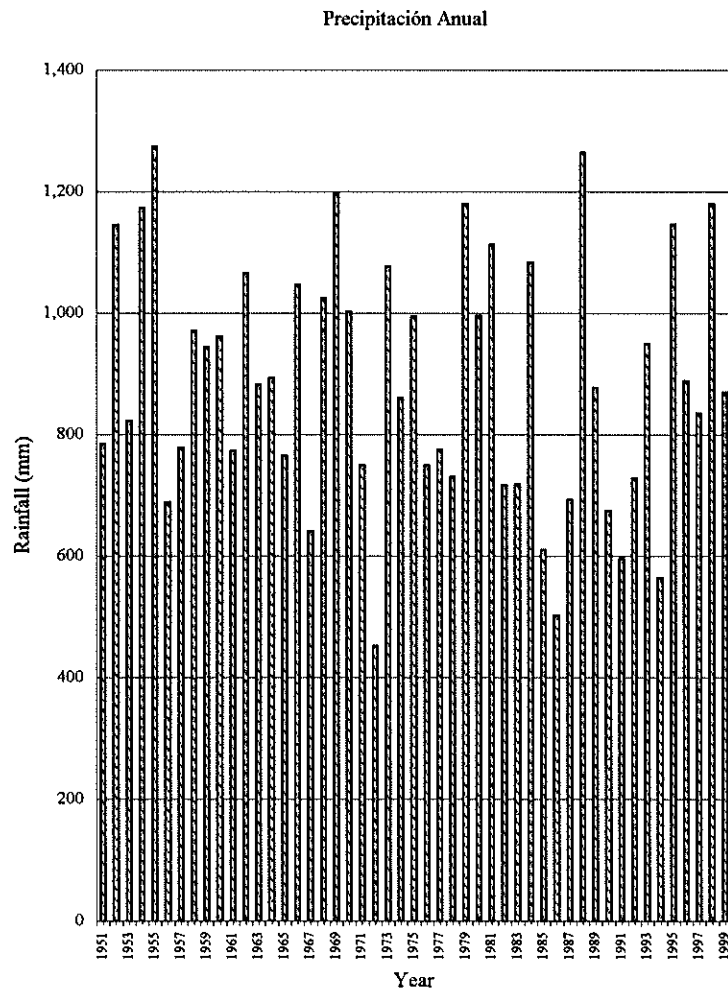
Campo	Nombre del proyecto	Organización hondureña	Organización donante	Contenido	Salida	Area meta	Término	Categoría
Inundación	Estudio de inundación	SOPTRAVI		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Inundación	Estudio de inundación	SERNA		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Inundación	Estudio de inundación	AMDC		Preparación de mapa con reconocimiento de campo	Mapa de inundación	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Deslizamiento	Identificación de bloque de deslizamiento	SOPTRAVI	Japón	Preparación de mapa con foto analisis	Mapa de bloqueo de deslizamiento	Area urbana de Tegucigalpa	1998	Rehabilitación de emergencias
Camino	Rehabilitación de puentes	SOPTRAVI	Japón	Reconstrucción de dos puentes	Puente	Area urbana de Tegucigalpa	2000 - 2003	Rehabilitación
Camino	Construcción de puente	SOPTRAVI	Suecia	Construcción de puente	Puente	Area urbana de Tegucigalpa	2002-	
Camino	Construcción de terminal de autobuses	SMDC		Construcción de un nuevo terminal de autobuses a lo largo del Río Choluteca	Terminal de autobuses	Area urbana de Tegucigalpa		
Deslizamiento	Mecanismo/ contramedidas de bloque de deslizamiento de Ferrinche	SERNA	WB	Investigación del mecanismo de deslizamiento y propuesta de contramedidas	Medidas de prevención de desastres	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Administración de cuenca	Rehabilitación de cuenca de Concepción	IHPEI (ONG)	Servicio de Ayuda Católica	Plantación de árboles, construcción de micro-presas Sabo	Reforestación de micro presa Sabo	Cuenca de la presa Concepción	1999 - 2002	Administración de cuenca
Administración de cuenca	Reforestación de Bambú	Eco Bambú (ONG)		Plantación de árboles	Reforestación	Deslizamiento de Bambú	1999 -	Administración de cuenca
Suministro de agua	Rehabilitación de facilidades de abastecimiento de agua	SANAA	BID	Reconstrucción del tubo de agua de Picocho	Tubo de agua	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Suministro de agua	Rehabilitación de facilidades de abastecimiento de agua	SANAA	Japón	Reconstrucción del sistema de distribución de agua	Tubos de agua y tanques	Area urbana de Tegucigalpa	1999 - 2001	Rehabilitación
Institución	Preparación de actos de emergencia	COPECO	USAID/ UNDP	Preparación de instituciones para el sistema de emergencia nacional	Ley de emergencia nacional	Todo el país	2001.3 - 2001.8	Preparación para rehabilitación de emergencias
Educación	Educación primaria para prevención de desastres	COPECO/ Secretaría de Educación/ Cruz Roja	Cruz Roja	Educación para estudiantes de escuela primaria		Todo el país	En curso	
Pronóstico/ alerta	Preparación de sistemas de pronóstico/alerta	SERNA/ SMN/ENEE/ SANAA	USGS	Establecimiento del sistema de alerta de inundación y deslizamiento	Sistema de pronóstico/alerta		2000.1 - 2001.12	Preparación para emergencia
Código estructural	Revisión de código estructural	COPECO	Banco Mundial	Revisión de código estructural para tener en cuenta los desastres naturales	Nuevo código estructural	Todo el país	2000.10 - 2001.9	Preparación
Uso del suelo	Preparación de nueva ley de uso de suelo	SERNA/Secretaría de Justicia		Preparación de la nueva ley de uso de suelo	Nueva ley de uso de suelo	Todo el país		
Mapa de amenaza	Preparación de mapa de amenaza	SERNA	USAID/USGS	Preparación del mapa de amenaza para 40 municipalidades que incluye Tegucigalpa	Mapa de amenaza	40 municipalidades	1999.3 - 2001.11	Preparación
Prevención de desastres	Reducción de vulnerabilidad a desastres naturales	SERNA/COPECO	Banco Mundial	Monitoreo/alerta, refuerzo de organización local	Sistema de monitoreo	Todo el país	200.11 - 2005.4	Preparación para emergencia

**Tabla 4.1 Proyectos del Plan Maestro Propuestos**

	Mitigación de Daños de Inundación	Mitigación de Daños de Deslizamiento	Común
Medidas Estructurales	Mejora del Río Choluteca Mejora de la salida de la Laguna del Pescado	Berrinche Reparto Bambu	-
Medidas no Estructurales	Manejo de Cuenca Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo Aplicación de Código Estructural	Plan de Uso de Suelo/Regulación de Uso de Suelo	Educación/Enseñanza/Entrenamiento

**Tabla 4.2 Precipitaciones Máximas Diaria y Anual en la Estación Toncontin**

Año	Precipitación (mm)	
	Max. /día	Anual
1951	76.20	786
1952	61.20	1,146
1953	47.80	823
1954	54.40	1,173
1955	49.80	1,274
1956	44.20	689
1957	63.20	779
1958	78.70	972
1959	109.00	944
1960	45.50	962
1961	53.10	774
1962	93.00	1,066
1963	47.80	883
1964	69.30	893
1965	77.20	766
1966	79.20	1,047
1967	46.20	641
1968	83.30	1,025
1969	45.00	1,199
1970	65.20	1,003
1971	46.70	750
1972	34.30	453
1973	60.50	1,078
1974	68.10	861
1975	86.00	995
1976	44.50	750
1977	74.50	776
1978	57.60	731
1979	78.10	1,180
1980	62.30	996
1981	54.40	1,113
1982	49.20	718
1983	49.40	719
1984	94.40	1,084
1985	39.90	610
1986	41.00	503
1987	66.10	693
1988	82.00	1,264
1989	36.90	878
1990	73.10	675
1991	38.30	595
1992	54.10	728
1993	43.10	949
1994	75.70	564
1995	56.60	1,146
1996	73.00	889
1997	94.80	835
1998	120.40	1,180
1999	53.00	870





**Tabla 4.11 Volumen Estimado de Control de Erosion/Sedimentos en el Area de Proyecto Piloto**

Quebrada	Material	Altura (m)	No. Presa	Sección (m <sup>2</sup> )*	Ancho (m)	Volumen(m <sup>3</sup> )
<b>A) Micro-presa SABO</b>						
Q.Santa Elena	Albañil seco	1	923	1.0	5.0	5.0
	Albañil seco	2	53	2.3	10.0	23.0
10	Gaviones	3	162	5.0	15.0	75.0
	Gaviones	4	14	7.8	20.0	156.0
Sub-total:			1,152			
Q.Jardinera	Albañil seco	1	574	1.0	5.0	5.0
	Albañil seco	2	236	2.3	10.0	23.0
	Gaviones	3	87	5.0	15.0	75.0
	Gaviones	4	-	7.8	20.0	156.0
Sub-total:			897			
Total:			2,049			
<b>B) Barreras vivas Valerianas</b>						
				Largo (m)	Ancho (m)	
Q. Santa Elena				6,400	100	
Q.Jardinera				5,550	100	
Total:				11,950		

\* Incluye el dissipador de energía

**Tabla 4.12 Area inundada y Logares de evaluación (en Caso de una Tormenta de Escala de Hurricane Mitch)**

<b>Area de inundación</b>	<b>Lugar de evacuación</b>
Barrio El Chile	Tierras altas de Colonia El Porvenir
Barrio Abajo	Barrio Abajo, tierras altas de Barrio Los Dolores, Barrio Buenos Aires
Barrio El Centavo	Tierras altas de Barrio El Centavo
Barrio La Bolsa	Tierras altas de Barrio La Bolsa
Colonia El Prado	Colonia Humuya
Colonia Maradiaga	Barrio La Granja
Campo de Balompié	Tierras altas de Colonia Las Brisas
Colonia San José De La Vega	Tierras altas de Colonia San José De La Vega
Colonia Jardines De Loarque	Tierras altas de Colonia Jardines De Loarque
Colonia Satélite	Tierras altas de Colonia Satélite

**Tabla 4.13 Lista de Colonias con Gran Número de Hogares en Peligro**

No.	Nombre de Colonia	Hogares en Peligro	Población en Peligro	Area en Peligro (ha)
1	Col. Villanueva Sur	1,125	5,679	334,088
2	Bo. Reparto	863	4,357	58,019
3	Col. 3 de Mayo	747	3,771	64,019
4	Col. Villanueva Norte	695	3,510	180,951
5	Col. Villa Unión	656	3,313	111,936
6	Col. Los Pinos	644	3,253	167,657
7	Col. Las Mercedes	615	3,107	13,516
8	Col. Villa Cristina Etapa I, II, III	450	2,270	82,847
9	Col. Canaan	429	2,167	104,681
10	Bo. Bella Vista	421	2,128	51,778
11	Col. Ayestas	395	1,994	45,000
12	Bo. San Pablo	375	1,895	40,142
13	Col. 28 de Marzo	366	1,850	48,310
14	Bo. Las Crucitas No 1 y No 2	343	1,733	31,003
15	Col. La Esperanza	333	1,683	19,771
16	Col. Rodríguez	327	1,653	22,961
17	Col. La Obrera	326	1,647	21,039
18	Bo. El Manchen	324	1,587	47,368
19	Col. La Independencia	309	1,558	48,696
20	Col. La Flor No. 1	304	1,536	58,863
21	Bo. Centro de Comayagua	290	1,465	142,203
22	Col. El Rosario	274	1,383	6,003
23	Bo. Sipile	254	1,283	21,849
24	Col. 21 de Octubre	225	1,104	46,970
25	Col. San Miguel	215	1,052	32,457
26	Col. Nueva Santa Rosa	210	1,058	32,958
27	Col. Pilito José Angel Ulloa	206	1,040	23,219
28	Col. Jardín del Norte	197	993	46,198
29	Col. Campo Cielo	186	937	22,365
30	Bo. Abajo	186	938	68,482
31	Col. Zapote Centro	185	907	18,168
32	Col. Flor de Campo	183	922	27,841
33	Col. San Martín	182	917	19,516
34	Bo. Morazán	181	912	16,708
35	Col. San José de las Vegas I,II Etapa	180	883	14,220
36	Col. Las Torres	173	872	10,695
37	Col. Arturo Duarte Etapa I, II, III, IV	173	874	26,816
38	Col. Rafael Leonardo Callejas	172	867	32,847
39	Col. 1 de Diciembre	172	869	33,951
40	Col. Altos de San Francisco	168	850	34,118
41	Col. Francisco Morazán	166	836	19,540
42	Col. Modesto Rodas Alvarado	165	833	35,150
43	Col. Centro América Oeste	160	782	21,254
44	Col. Rosa Linda	155	785	26,993
45	Col. San Francisco	152	770	15,883
46	Col. Rivera de la Vega	150	737	14,741
47	Bo. El Pastel	150	757	22,731
48	Col. Izaguirre	143	721	30,961
49	Bo. El Chile	141	689	19,232
50	Bo. El Guanacaste	140	709	34,440

**Tabla 4.15 Reasentamiento de Casas para Medidas Estructurales**

No.	Nombre de Bloque	No. de casas afectadas por deslizamientos	No. de casas a reubicar para medidas estructurales	Medidas Estructurales Planeadas
1	Canaan	113	60	Drenaje
2	Reparto	452	10	Drenaje, Excavación
3	Bambu	42	0	Drenaje
4	Bosque	196	40	Drenaje
5	Buena Vista	7	2	Drenaje e
6	Berrinche	361	0	Drenaje, Excavación
7	Campo Cielo	25	15	Drenaje
8	San Martin	74	60	Drenaje, Relleno de contrapeso
9	Flor 1	21	25	Relleno de contrapeso
10	Zapote Centro	126	70	Drenaje, Relleno de contrapeso
11	Zapote Norte	4	6	Relleno de contrapeso, Excavación
12	Villa Union	5	6	Relleno de contrapeso
13	Brasilia	61	40	Relleno de contrapeso
14	Centro America	6	2	Relleno de contrapeso
15	Nueva Esperanza	16	60	Excavación
16	Las Torres Este	19	15	Excavación
17	Las Torres Oeste	15	10	Excavación
<b>Suma</b>		<b>1,543</b>		

**Tabla 4.16 Sitios de Evacuación Propuestos**

Número	Nombre	Sitio de evacuación propuesto
1	Canaan	Las crestas de los lados este y oeste son adecuados. COL. CANAAN
2	Reparto	La cresta en el este es adecuada. COL. GUILLEN
3	Bambú	La cresta oeste es adecuada. Bo. EL EDEN No. 1 Co. ALTOS de LA CABANA
4	Bosque	La planicie al sur es adecuado. Bo. EL BOSQUE
5	Buena Vista	La planicie norte es adecuado. Bo. BUENA VISTA
6	Berrinche	Tanto en el lado superior como inferior del Río Choluteca es peligroso el banco izquierdo. La colina en el sentido del Centro o Cerro Grande es adecuado Bo. LA CHIVERA
7	Canpo Ciero	Las áreas vecinas son peligrosas y está limitada la evacuación. La cresta norte u oeste es comparativamente estable y puede elegirse como área de evacuación. Co. CAMPO CIELO, Co. SAN MARTIN
8	San Martin	Las áreas vecinas están en áreas de peligro y es difícil seleccionar un área de evacuación. La planicie en el sur puede elegirse como un lugar seguro. Co. SAN MARTIN
9	Flor 1	Una pendiente suave encima del talud noreste es adecuada. Co. LA FLOR No. 1
10	Zapote centro	La parte superior noroeste es más segura que la planicie en el pie del talud. Co. FUERZAS ARMADAS
11	Zapote norte	Es mejor evitar el refugio a lo largo del arroyo. La parte superior del pie del talud sur es segura. Co. 3 de MAYO
12	Villa Union	Todos los taludes alrededor son áreas de peligro. La parte superior de la cresta a 300 m en el sentido sudeste es adecuada. Co. FLOR No. 1
13	Brasilia	La tierra baja sur con una pendiente suave. Co. EL CARRIZAL
14	Centro America	Hay muchas planicies en el vecindario. Re. CENTRO AMERICA
15	Nueva Esperanza	La pendiente superior suave es adecuada. Co. NUEVA ESPERANZA, Co. NUEVA ESPERANZA III ETAPA
16	Los Torres este	El altiplano a 50 m del talud. Co. INESTROZA
17	Los Torres oeste	El altiplano al sur es adecuado. Co. INESTROZA

**Tabla 4.17 Matriz de Asignación y Funciones (Preparación contra Desastres)**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		MEDIDAS PREVENTIVAS									
COMITES DE APOYO		GERENCIA GENERAL	INSTALACION Y OBSERVACION DE EQUIPO DE HIDROMETEOROLOGICO	EJERCICIO DE EVACUACION	PRESERVACION DE COMIDA PARA EMERGENCIA	SISTEMA DE COMUNICACION PARA EMERGENCIA	MEJORAMIENTO DE RIO Y CANAL	PRESERVACION DE DESLIZAMIENTO	MONITOREO Y REGLAMENTACION DE USO DE TIERRA	REGLAMENTACION DE VIVIENDA	MANEJO DE CUENCA
1	FFAA			A	A	A	A	A			A
2	BONBEROS			A		A					A
3	CRUZ ROJA HONDURENA			A	A	A					
4	CRUZ VERDE			A	A	A					
5	BOY SCOUTS			A	A	A					A
6	SECRETARIA DE SALUD	A		A	A	A				A	A
7	IHSS										
8	COLEGIO MEDICO										
9	COLEGIO DE ENFERMERAS										
10	UNAH		A	A	A			A	A	A	
11	SOPTRAVI	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
12	MUNICIPALIDAD DC	A		A	A	A	C	C	C	C	C
13	FHIS	A					A	A	A	A	A
14	SERNA	A	C	A			A	A	A	A	A
15	COHDEFOR	A				A	A	A	A		A
6	INA						A	A	A		A
17	SAG				A			A			A
18	SECRETARIA DE EDUCACION	A		A	A		A				A
19	ONGS/OPDS	A			A		A				A
20	CODEM-DC	C	A	C	C	A	A	A	A	A	A
21	ENEE	A	A	A		A					A
22	SECRETARIA DE GOBERNACION								A		
23	POLICIA NACIONAL			A	A	A					
24	SANAA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
25	HONDUTEL			A	A	A					
26	CONATEL					C					
27	R/AFICIONADOS			A	A	A					
28	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL		A	A							A
29	MINISTERIO PUBLICO			A	A		A	A	A		
30	INFOP	A		A	A						
31	SECRETARIA DE RR EE										
32	SETCO	A									
33	IHNFA										
34	IHMA			A	A						
35	BANASUPRO			A	A						
36	SECRETARIA DE TRABAJO										
37	SECRETARIA DE FINANZAS	A			A				A		A
38	CARE/CAMI				A						
39	COPECO	A	A	A	A	A		A	A	A	A
40	PMA				A						
41	COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURENO									A	
42	COLEGIO DE ARQUITECTOS									A	

**Tabla 4.18 Matriz de Asignación y Funciones (Acciones de Emergencia)**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		OPERACION DE EMERGENCIA										
COMITES DE APOYO		MONITOREO Y ALERTA	COMUNICACIONES	BUSQUEDA, RESCATE Y EVACUACION	SEGURIDAD	TRANSPORTE Y MAQUINARIA	ALBERGUES TEMPORALES Y ALIMENTACION	EVALUACION DE DANOS Y ANALISIS DE NECESIDADES	SALUD	MATERIALES PELIGROSOS	PROTECCION FORESTRAL	GESTION DE LA COOPERACION INTERNACIONAL
1	FFAA	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	
2	BONBEROS		A	A					A	A	A	
3	CRUZ ROJA HONDURENA	A	A	A		A	A	A	A			A
4	CRUZ VERDE			A			A	A	A			
5	BOY SCOUTS			A	A		A					
6	SECRETARIA DE SALUD		A			A	A	A	C	A		A
7	IHSS								A			
8	COLEGIO MEDICO								A			
9	COLEGIO DE ENFERMERAS								A			
10	UNAH	A					A	A	A	A		
11	SOPTRAVI					C		A				
12	MUNICIPALIDAD DC	A			A	A	C	A			A	A
13	FHIS					A	A	A				
14	SERNA	A				A		A		C	A	
15	COHDEFOR	A	A			A		A			C	
16	INA					A						
17	SAG					A		A		A	A	
18	SECRETARIA DE EDUCACION						A				A	
19	ONGS/OPDS						A					A
20	CODEM	C	C			A	A	C			A	A
21	ENEE	A	A				A	A			A	
22	SECRETARIA DE GOBERNACION							A			A	
23	POLICIA NACIONAL	A	A	A	C					A	A	
24	SANAA	A	A				A	A			A	
25	HONDUTEL		C		A		A					
26	CONATEL	A	A									
27	R/AFICIONADOS	A	A									
28	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL	A	A								A	
29	MINISTERIO PUBLICO				A					A	A	
30	INFOP						A					
31	SECRETARIA DE RR EE											
32	SETCO		A			A						C
33	IHNFA						A					A
34	IHMA						A					
35	BANASUPRO						A					
36	SECRETARIA DE TRABAJO						A					
37	SECRETARIA DE FINANZAS											A
38	CARE/CAMI											
39	COPECO	A	A	A		A	A	A				A

**Tabla 4.19 Matriz de Asignación y Funciones (Rehabilitación de Desastres)**

		1	2	3	4	5	6	7	8
		OPERACION DE RECONSTRUCCION							
COMITES DE APOYO		RECONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA	REHABILITACION DE INSTALACIONES	ESTABILIZACION DE SITIO DE DESLIZAMIENTO	CONSTRUCCION DE VIVIENDA PARA REFUGIADOS	PREVENCIÓN DE EPIDEMIAS	EDUCACION PARA LOS NIÑOS EVACUADOS	SEGURIDAD	GESTION DE LA COOPERACION
1	FFAA	A			A	A		A	
2	BONBEROS					A			
3	CRUZ ROJA HONDURENA				A	A			A
4	CRUZ VERDE				A	A			A
5	BOY SCOUTS								
6	SECRETARIA DE SALUD				A	C	A		A
7	IHSS					A			
8	COLEGIO MEDICO					A			
9	COLEGIO DE ENFERMERAS					A	A		
10	UNAH		A			A	A		
11	SOPTRAVI	A	A	A	C				A
12	MUNICIPALIDAD DC	C	A	C	A	A	A	A	A
13	FHIS	A	A	A	A				A
14	SERNA	A	A	A	A				A
15	COHDEFOR		A	A	A				
16	INA				A				
17	SAG								
18	SECRETARIA DE EDUCACION						C		A
19	ONGS/OPDS	A	A	A	A	A	A		A
20	CODEM DC	A	C	A	A		A	A	A
21	ENEE		A		A				
22	SECRETARIA DE GOBERNACION							A	
23	POLICIA NACIONAL(Secretaria de Seguridad)				A			C	
24	SANAA	A	A	A	A	A			A
25	HONDUTEL		A		A			A	
26	CONATEL		A					A	
27	R/AFICIONADOS								
28	SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL(SOPTRAVI)		A						
29	MINISTERIO PUBLICO				A			A	
30	INFOP				A		A		
31	SECRETARIA DE RR EE								A
32	SETCO								C
33	IHNFA						A	A	
34	IHMA								
35	SUPLIDORA NACIONAL DE PRODUCTOS BASICOS BANASUPRO								
36	SECRETARIA DE TRABAJO								
37	SECRETARIA DE FINANZAS								A
38	CARE/CAMI								A
39	COPECO		A		A		A		A
40	PMA				A				A
41	COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE HONDURENO	A			A				
42	COLEGIO DE ARQUITECTOS	A			A				
43	OIM				A				