

## CAPITULO 5. PLAN MAESTRO

### 5.1 Proyecto de Toda la Cuenca

#### 5.1.1 Control de Sedimentos

##### Escala del Proyecto

El plan maestro está diseñado para controlar todo el sedimento perjudicial en la Cuenca del Río Chama, teniendo como fecha para cumplir tal objetivo el año 2020. Como escala del proyecto para determinar el plan más adecuado, debe seleccionarse una de las características de diseño del objetivo, a saber: (1) el caudal anual de sedimentos, o (2) el caudal de sedimentos durante una inundación extraordinaria. Para el proyecto de toda la cuenca, el caudal anual de sedimentos fue seleccionado como la característica de diseño del objetivo para la formulación del plan de control del sedimentos. La selección estuvo basada en las siguientes consideraciones.

- La secuencia del movimiento de sedimentos, a saber, la producción, el transporte y la acumulación tomarán un largo tiempo en la Cuenca del Río Chama con una gran área de captación superior a los 3.500 km<sup>2</sup>.
- El movimiento de sedimentos que ha de ser tomado en cuenta en el plan de control de sedimentos, ocurre varias veces al año, aun durante inundaciones ordinarias.

##### Método Aplicable

Considerando los tres movimientos de sedimentos antes mencionados, los métodos aplicables para el control de sedimentos fueron seleccionados de la siguiente manera.

#### (1) Produccion de Sedimentos

El sedimento es producido por la erosión de las laderas y pendientes, fallas en las laderas y erosión del torrente, así como la erosión de los principales canales del río. Los métodos

aplicables para controlar la erosión en laderas o torrentes son la reforestación, los trabajos en los flancos de las colinas, las soleras de fondo y trabajos de control de los torrentes, mientras que los de la falla de laderas son reforestación y el muro de contención. Las soleras de fondo y la presa sabo son aplicables para la erosión del canal principal.

### (2) Transporte de Sedimentos

El sedimento es transportado a lo largo de los canales principales de los tributarios y del Río Chama. Los métodos aplicables para controlar el transporte de sedimentos y para regular el caudal del sedimento con la presa sabo y la solera de fondo.

### (3) Acumulación de Sedimentos

El sedimento es depositado en el abanico aluvial aguas abajo de El Vigía. Para evitar la acumulación de sedimentos, se pueden aplicar los trabajos de canalización, el vaso captador de arrastres y el canal de derivación.

## Casos de Estudio Alternativo

A partir de los métodos aplicables antes mencionados, un estudio con respecto a los casos alternativos de control de producción, regulación del caudal y reducción del depósito fue llevado a cabo con las siguientes conclusiones.

### (1) Control de la Producción

Entre los métodos aplicables, la reforestación, los trabajos en los flancos de las colinas y los trabajos de control del torrente fueron seleccionados para el control de la producción. La reforestación se realizará en dos etapas: sembrar la tierra desnuda y plantar los retoños de la familia de legumbres a usar. Las semillas necesarias son 10 kg/ha y los retoños son 10.000 plantas/ha.

Los trabajos en los flancos de las colinas serán de mampostería instalada al extremo de las hondonadas. Este trabajo

es económico debido a los abundantes cantos rodados y a la abundante grava que se encuentran alrededor de los sitios del proyecto. Los trabajos de control en forma continua en más o menos 10 sitios a lo largo del torrente devastado.

## (2) Regulación del Caudal

La presa sabo fue seleccionada como una medida para la regulación del transporte de sedimentos a lo largo de los canales principales en los tramos superiores/medios. Una presa sabo de alta y gran capacidad es efectiva para regular el transporte de sedimentos. La presa sabo también tiene una función de tamiz para permitir que el sedimento sea transportado sin depositarse en el canal del río.

## (3) Reducción del Depósito

Los trabajos de canalización fueron seleccionados como un enfoque más realista entre los métodos aplicables para la reducción del depósito de sedimentos en los canales aguas abajo de El Vigía. Los trabajos de canalización son realizados normalmente con un revestimiento de concreto a fin de incrementar la capacidad de transporte de sedimentos de los ríos y una solera de fondo continua para estabilizar el lecho del canal. Los del canal principal del Chamo desde El Vigía hasta la desembocadura consisten en un canal amplio de 100 metros revestido de concreto y soleras de fondo continuas a intervalos de aproximadamente 50 metros que pueden ser capaces de transportar todo el caudal de sedimentos desde la zona fr aguas arriba.

La tasa de inversión necesaria que se define como el costo de inversión dividido por el caudal controlable de sedimentos, fue estimada para los respectivos métodos, de la siguiente manera:

Método de Control Inversión	Características	Tasa de
Reforestación	Siembra de Eragrostis: 10 kg/ha Plantación de Acacia : 10.000 plantas/ha	820 Bs/m <sup>3</sup>
Trabajos de Torrente/Flancos de las Colinas	Muro de Contención : Mampostería en húmedo 5 sitios/hondonada  Presas baja continua : 1 sitio/120 m	237 Bs/m <sup>3</sup>
Presas Sabo	Hormigón Ciclópeo	145 Bs/m <sup>3</sup>
Trabajos de canalización	Revestimiento de concreto : 100 m de ancho Sección simple  Solera de Fondo : 50 m de intervalo	669 Bs/m <sup>3</sup>

Las siguientes consideraciones deben ser tomadas en cuenta en la formulación del plan de control de sedimentos de toda la cuenca que se aplica a los métodos de control anteriormente enumerados.

- La reforestación o los trabajos de los torrentes/flancos de las colinas pueden controlar únicamente la producción de sedimentos, de manera que las presas sabo o las soleras de fondo se requieren en forma adicional a fin de controlar la erosión del canal.
- La presa sabo tiene la función de regular el caudal de sedimentos además de prevenir la erosión del canal. En consecuencia, con 10 presas sabo, 2.580.000 m<sup>3</sup>/año del caudal afluente sedimentos excedentes de 3.730.000 m<sup>3</sup>/año serán regulados y 3.750.000 m<sup>3</sup>/año de la erosión del canal serán controlados. El volumen restante de 1.150.000 m<sup>3</sup>/año tendrá que ser controlado utilizando algunos otros métodos adicionales.
- Con los trabajos de canalización, el caudal total de sedimento de proyecto de 9.600.000 m<sup>3</sup>/año será transferida al Lago Maracaibo.

A juzgar por las tasas de inversión en el cuadro anterior, la reforestación y los trabajos de canalización son mucho más costosos que

los otros trabajos. Junto con las consideraciones anteriores, se concluyó que una combinación de trabajos de torrente/flancos de las colinas para el control de la producción y la presa sabo para la regulación del caudal es más adecuada para el plan de control de sedimentos de toda la cuenca.

#### Selección del Método Optimo

Del cuadal de sedimentos perjudiciales de 7.480.000 m<sup>3</sup>/año, la erosión del canal de 3.750.000 m<sup>3</sup>/año será principalmente controlada mediante los trabajos de control de la erosión que consisten en la presa sabo o la solera de fondo. Los restantes 3.730.000 m<sup>3</sup>/año serán tratados por una presa sabo o mediante trabajos en los torrentes/flancos de las colinas, o una combinación de ambos métodos.

Para enfrentar estas circunstancias, el plan de control de sedimentos que consiste en una combinación de la regulación del caudal de sedimentos y el control de la producción mediante las presas sabo y los trabajos en los torrentes/flancos de las colinas antes mencionados, tiene tres alternativas que son las siguientes:

Alternativa A: Solera de fondo + trabajos de control en torrentes/flancos de las colinas.

Alternativa B: Presa Sabo

Alternativa C: Presa Sabo + trabajos de control en torrentes y flancos de las colinas.

Los trabajos de control de la erosión serán construidos sobre las porciones erosionadas de dos tramos del río, a saber, desde el Vigía hasta la confluencia con el Río Mocotíes y desde Estánquez hasta la confluencia con el Río Nuestra Señora. Un estudio comparativo con respecto a los costos unitarios de una presa sabo y soleras de fondo para controlar la erosión en un tramo del río de 2.000 metros de longitud, muestra que la presa sabo es más barata que la solera de fondo en un 71%, con un costo de Bs 58.800.000 y Bs 100.800.000 respectivamente. Además, la presa sabo tiene la función adicional de regular el caudal de sedimentos.

En vista de la anterior consideración, la Alternativa A es eliminada del plan. En cuanto a la alternativa B, los sitios adecuados de la presa sabo están limitados en la corriente principal del Chama y en los tributarios principales que tienen una anchura de río más extensa, haciendo imposible construir una presa sabo en todos los canales donde ocurre la erosión.

Para cumplir ambas funciones de regulación del caudal y control de la erosión, se han seleccionado los sitios más efectivos para las presas sabo. En forma correspondiente, la Alternativa C es seleccionada como el plan óptimo de control de sedimentos. Se seleccionaron diez sitios para presas sabo en total, y las alturas y longitudes fueron determinadas tal como se presentan en Cuadro 5.1-1 y en Fig. 5.1-1.

Con diez presas sabo, el caudal anual de sedimento de 2.580.000 m<sup>3</sup> será regulada y tamizada para su transporte seguro a través del canal de aguas abajo. Los restantes 1.150.000 m<sup>3</sup> serán controlados por trabajos en los flancos de las colinas y en los torrentes. En Fig. 5.1-2 se presenta un diagrama esquemático del plan de control de sedimentos y el caudal de sedimento a ser tratado mediante los trabajos preventivos.

Considerando la proporción del volumen de la producción de sedimento entre la erosión del torrente y la erosión de las laderas que fue estimada en 8:9, los volúmenes de diseño del sedimento para los trabajos en los torrentes y en los flancos de las colinas fueron evaluados en 530.000 m<sup>3</sup>/año y 620.000 m<sup>3</sup>/año, respectivamente. Todos los trabajos en los torrentes y en los flancos de las colinas han de ser empleados para el área donde la producción de sedimento es predominante; a saber, las sub-cuencas 8, 9, 12, 13, 14, 15 y 16 como se presentan en Cuadro 5.1-2. Como se muestra en Fig. 5.1-3, se resume esquemáticamente el método óptimo del plan de control de sedimentos en toda la cuenca, junto con los caudales de sedimentos controlables.

## Disposición Estructural

### (1) Presa Sabo

El estudio de campo, el levantamiento topográfico y el reconocimiento geológico adicionales fueron realizados para determinar los sitios más adecuados para las presas. Las dimensiones estructurales de las presas sabo fueron determinadas y sus eficiencias funcionales fueron expresadas mediante la proporción capacidad del sedimento y volumen de la presa, tal como se presenta en Cuadro 5.1-1.

### (2) Trabajos en los Torrentes

Para los torrentes, las presas bajas continuas serán empleadas en una longitud de torrente de 12.600 m para el área desnuda. Se requirió un total de 110 sitios debido a que la distancia efectiva de una presa baja de 4 metros de altura fue calculada a sólo 90 a 120 metros.

Entre las subcuencas, la Cuenca del Río San Pablo ofrece el caudal más grande de sedimentos de 1.746.000 m<sup>3</sup>/año y la Cuenca del Río Nuestra Señora ocupa el segundo lugar con 1.456.000 m<sup>3</sup>/año. La subcuenca 15 (La Joya y otras), la subcuenca 12 (Arbolete y otras), la subcuenca 14 (Maruchi, El Molino, El Anís y otras), y la subcuenca 13 (La Vizcaína) siguen a las dos primeras subcuencas (Referirse al Cuadro 5.1-3).

El número necesario de sitios para la presa baja fue estimado en proporción a los volúmenes de producción de sedimento de las sub-cuencas. Entre las principales subcuencas de producción de sedimentos, la subcuenca 16 (San Pablo) debería tener el mayor número de presas bajas en 30 sitios, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Número de la Subcuenca	Nombre de los Tributarios	No. de los sitios de la Presa Baja
8	Alto Nuestra Señora	18
9	Bajo Nuestra Señora	9
12	Arbolete, etc.	15
13	La Vizcaína	6
14	Maruchí, El Molino, El Anís	14
15	La Joya, etc.	18
16	San Pablo	30
Total		110

### (3) Trabajos en los Flancos de las Colinas

Los trabajos en los flancos de las colinas se emplean únicamente para las sub-cuencas productoras de sedimentos con un área total de 1.345,8 km<sup>2</sup>, específicamente para hondonadas en el área desnuda de 147,0 km<sup>2</sup>. Para los trabajos se adoptaron para las obras un muro de contención de mampostería de húmedo, considerando la disponibilidad de materiales alrededor de los sitios de trabajo, la eficiencia de la construcción y el costo. Con la condición de que se construyan cinco muros de contención por hondonada de 5 m de ancho y 325 metros de largo como promedio, se necesitarán 1.400 sitios para muros de contención para 280 hondonadas, a fin de controlar el volumen de sedimentos de 620.000 m<sup>3</sup>/año derivado de la erosión de las laderas.

El número necesario de muros de contención fue estimado en proporción a los volúmenes de producción de sedimento de las sub-cuencas tal como se hizo con los trabajos en los torrentes. El número de muros de contención para cada subcuenca se muestra en el siguiente cuadro.



Número de la Subcuenca	Nombre de los Tributarios	No. de los Muros de Retención
8	Alto Nuestra Señora	230
9	Bajo Nuestra Señora	110
12	Arbolete, etc.	190
13	La Vizcaína	80
14	Maruchi, El Molino, El Anís	180
15	La Joya, etc.	230
16	San Pablo	380
<b>Total</b>		<b>1,140</b>

### 5.1.2 Control de Inundaciones

#### Escala del Proyecto

Considerando las medidas óptimas de control de inundaciones, la escala del proyecto se selecciona primeramente en base a la empleada en proyectos similares. Ejemplos de estos proyectos son la Mejora en el Río Zulia, la Mejora en el Río Catatumbo y el Canal de Derivación del Escalante que están todos localizados al sur del Lago de Maracaibo y que fueron ejecutadas con la probabilidad de un período de retorno entre 50 y 100 años. Otro proyecto en el Canal de Derivación del Mucujepe que fue propuesto con la probabilidad de un período de retorno de 100 años.

Puesto que el uso de la tierra y las condiciones de vida en los tramos inferiores de la Cuenca del Río Chama son bastante similares a las de las proximidades de los proyectos antes mencionados, los requisitos sociales en la Cuenca del Río Chama se supone que están al mismo nivel que estas áreas de proyectos. Por lo tanto, una probabilidad de un período de retorno de 100 años fue aplicada como escala del proyecto. El caudal probable en un período de 100 años del Río Chama en El Vigía es de 2.300 m<sup>3</sup>/s.

#### Método Aplicable

Para el proyecto de toda la cuenca, se pueden aplicar diversos métodos, a saber, (1) mejoras en el canal del río, (2) canal de derivación, (3) embalse moderador y presa y reservorio. En vista de la condición topográfica, el embalse moderador queda virtualmente eliminado.

A través de los estudios comparativos conducidos desde los años 60 en los otros tres métodos, se llegó a la conclusión de que el canal de derivación tenía una ventaja económica sobre los otros dos métodos. Sin embargo, no había mucha diferencia en el costo entre el canal de derivación del río y la mejora del canal del mismo, mientras que los presas y reservorios eran muy costosos comparados con la mejora del canal del río y el canal derivación. La ventaja económica del canal de derivación puede ser reducida debido al reciente desarrollo de la tierra.

En vista de lo anterior, el canal de derivación y la mejora del canal del Río Chama se estudiaron para determinar el método óptimo de control de inundaciones.

### Estudios de Caso Alternativos

#### (1) Estudios de Caso Posibles

Los planes de mejora del río y del canal de derivación fueron identificados como los métodos aplicables para el control de inundaciones. Para seleccionar el método óptimo, los siguientes puntos fueron estudiados: (a) diseño de alineación, (b) diseño del perfil longitudinal, y el diseño de la sección transversal.

##### (a) Caso de la Mejora del Río Chama

El canal actual del Río Chama tiene las siguientes características:

- Tal como se mencionó anteriormente, el curso del río no ha cambiado en forma drástica en los últimos 20 años, excepto por cambios menores en los puntos tortuosos.
- La capacidad de conducción de aproximadamente  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  es bastante pobre comparada con el caudal de diseño esperado de  $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$ , y se presume que el caudal de crecidas fluya hacia abajo a lo largo de la línea central del curso de meandros del canal del río (Referirse a la Fig. 5.1-6).
- El gradiente del lecho del río todavía está inclinado incluso en las tierras bajas, tal como se muestra en

Fig. 5.1-7; la velocidad del flujo del caudal de diseño es muy rápida.

Según las características anteriores, el canal del río será diseñado en base a los siguientes principios:

- La nueva alineación será diseñada a lo largo de la línea central de la parte tortuosa del curso actual del río, ya que el caudal de crecidas fluye hacia abajo a lo largo de este curso de la línea central que ha permanecido estable durante los últimos 20 años. Como resultado, la longitud del río desde la desembocadura hasta El Vigía es medida en 53 km, aunque es de 73 km al ser medida a lo largo del curso tortuoso.
- El perfil longitudinal está diseñado en base a la nueva alineación.
- Para seleccionar la sección transversal adecuada basado en los aspectos técnicos y económicos, se examinarán los siguientes casos:
  - CASO 1: Para un mantenimiento más fácil se propone una sección simple con suficiente anchura del río, de manera que el curso tortuoso del canal pueda ser desarrollado sin erosión sobre el dique.
  - CASO 2: Para disminuir el costo de adquisición de la tierra, se propone una sección transversal con una anchura de río más angosta que en el Caso 1, de modo que es probable que se tenga que colocar un muro de contención para la preparación del terraplén que recibe el choque frontal del agua.
  - CASO 3: Para asegurar la estabilidad del canal del río y la seguridad del terraplén, se propone una compleja sección transversal con una anchura de río mucho más angosta, que también puede disminuir el costo de adquisición de la tierra.

(b) Caso del Canal de Derivación

El canal de derivación está diseñado bajo los mismos principios que la mejora del canal del río, considerando los resultados de los estudios previos con respecto al canal de derivación, que son los siguientes:

- Se adopta el diseño de alineación a partir de los resultados de los estudios previos.
- El perfil longitudinal está diseñado tomando en cuenta la altura del suelo a lo largo de la alineación de diseño.
- Para seleccionar la sección transversal adecuada se examinan los mismos casos alternativos.

De acuerdo con los principios anteriores, se consideran los siguientes casos de estudio:

Plan Alternativo	Alineación	Perfil Longitudinal	Sección Transversal	Total
Mejora del Canal del Río Chama	1 caso	1 caso	3 casos	3 casos
Canal de Derivación	1 caso	1 caso	3 casos	3 casos

En estos casos de estudio, la sección transversal óptima del canal de derivación coincidirá con la de la mejora del canal del Río Chama, debido a la similitud de las características del canal, tales como gradiente del río, tortuosidad, condición del suelo, condición del uso de la tierra, etc. Por conveniencia, la sección transversal óptima de la mejora del Río Chama se selecciona primero, y un estudio comparativo entre la mejora y el canal de derivación será examinada usando la sección transversal óptima entre los tres casos.

(2) Esbozo de las Características de Diseño de los Casos de Estudio

Las características de diseño con el caudal de  $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$  para los casos de estudio en la mejora del Río Chama se encuentran en Cuadro 5.1-4. En este cuadro, la anchura del río y las estructuras necesarias están diseñadas según las consideraciones siguientes:

(a) Caso 1

Puesto que la amplitud de la tortuosidad del canal actual del río está dentro de los 600 metros, tal como se muestra en Fig. 5.1-8, se adopta la anchura del río de 1.400 metros, incluyendo cierto margen de tolerancia (Referirse a la Fig. 5.1-9). Se proporcionan espolones en el tramo donde la velocidad del agua es superior a 2 m/s y el muro de contención se coloca en el punto de tortuosidad donde el agua choca de frente para proteger la presa de la erosión. La solera de fondo se coloca en la sección del Puente de la Carretera Panamericana para evitar la degradación del lecho del río.

(b) Caso 2

Los niveles de la marea alta en la fotografía aérea del área de El Vigía muestran que el ancho del Río Chama se había extendido hasta 600 metros aproximadamente, y se había formado un dique natural. Por lo tanto, se adoptan los 600 metros por término medio como el ancho del diseño debido a que es posible confinar el caudal de crecidas dentro de este ancho del río mediante un terraplén, y la velocidad del caudal de crecidas puede ser mantenida alrededor de 2 m/s (Referirse a la Fig. 5.1-10). Los espolones y el muro de contención y una solera de fondo que se proporciona en la misma forma que en el Caso 1.

(c) Caso 3

En esta compleja sección transversal, el canal de estiaje está diseñado con una capacidad de conducción correspondiente a un

caudal de 2 a 3 años de probabilidad. El canal de crecida está diseñado para no exceder la velocidad de 2 m/s y de esta manera, un ancho de río de 150 a 200 metros se aplica al diseño. El revestimiento se coloca en el canal de estiaje para asegurar la estabilidad de la sección tortuosa del curso del río. Los espolones y una solera de fondo son proporcionados en la misma manera que en el Caso 1. (Referirse a la Fig. 5.1-11.)

### Selección del Método Optimo

#### (1) Selección de la Sección Transversal Optima de la Mejora del Río Chama.

La comparación de costos se muestra en el Cuadro 5.1-5. A juzgar por el cuadro, se destacan las siguientes características:

- Entre los tres casos de estudio, el Caso 3, con una compleja sección transversal es demasiado costoso comparado con los otros casos debido a un volumen de excavación grande.
- No existe mucha diferencia de costo entre el Caso 1 y el Caso 2; sin embargo, una extensión ancha de tierra cultivada de aproximadamente 3.000 ha que es equivalente al 60% del área de inundación anual promedio de aproximadamente 5.000 ha., será perdida por el área del río en el Caso 1.

Aquí, el Caso 1 no es realista ya que el propósito de este proyecto es mitigar los daños de inundación en el área propensa a la crecida para asegurar la producción agrícola. Entonces, el Caso 2 es seleccionado como la sección transversal óptima de la mejora del Río Chama.

#### (2) Selección del Plan Optimo de Control de Inundaciones

De acuerdo con los resultados de la sección transversal óptima de la mejora del Río Chama, el plan de derivación del canal está diseñado en la misma manera que la mejora del Río Chama (Referirse al Cuadro 5.1-12).

El Cuadro 5.1-6 muestra la comparación de costos entre la mejora del Río Chama y el canal de derivación. A juzgar por este cuadro, se destacan las siguientes características:

- El plan de canal de derivación tiene una ventaja en el costo de adquisición de la tierra, comparado con el plan de mejora del canal del río, debido a la diferencia en las condiciones de uso de la tierra. Sin embargo, la diferencia no es tan grande, puesto que la tierra tiene que ser adquirida para todo el tramo en caso del canal de derivación, mientras el área actual de todo el tramo no necesita ser adquirida y, por lo tanto, excluida de todo el tramo en caso del plan de mejora del canal del río.
- En cuanto al canal de estiaje, es necesario excavar únicamente una pequeña porción para la mejora del canal del río. Por otra parte, un nuevo canal de estiaje debe ser excavado en el caso de una derivación y, de esta manera, el costo de excavación es más alto.

Como conclusión, el plan del canal de derivación no tiene ventajas sobre las mejoras del canal del río en el aspecto económico.

### (3) Consideración de Otros Aspectos

Se destacan las siguientes diferencias en los otros aspectos.

- En relación con la estabilidad del canal de río, el Río Chama ha cambiado su curso únicamente en pequeñas porciones; por lo tanto, no puede ser difícil confinar el caudal de crecidas dentro del canal propuesto a lo largo del curso actual del río. Por otra parte, es difícil predecir qué curso tomará el nuevo canal de derivación; por lo tanto, puede que haga falta más trabajo de mantenimiento para confinar el caudal de crecidas en forma segura.
- Desde el punto de vista ambiental, un proyecto de un canal de derivación puede afectar en forma desfavorable las

condiciones de vida de la gente a lo largo del curso del Río Chama debido a descenso del nivel del agua subterránea. Además, un canal de derivación impedirá la fácil comunicación entre los habitantes a ambos lados del canal.

- Desde el punto de vista de la eficiencia económica de la inversión, la mejora del canal del Río Chama tiene una ventaja ya que se espera un beneficio inmediatamente después del proyecto en proporción al coste de inversión, mientras que el proyecto de derivación espera un beneficio derivado del proyecto únicamente después de completar el canal de desvío.

A partir de las consideraciones anteriores, es conveniente seleccionar el plan de mejora del canal del Río Chama como el caso óptimo. El alineamiento de diseño perfil longitudinal y las típicas secciones transversales del plan de mejora del canal del Río Chama se muestran en las Figuras 5.1-11, 5.1-12 y 5.1-13.

### 5.1.3 Diseño Preliminar

Los diseños preliminares de estructuras, tales como la presa sabo, la presa baja continua y el muro de contención para el control del sedimento, así como el dique, el revestimiento, el espolón, la solera de fondo y el puente para el control de crecidas fueron preparados desde el punto de vista de la disponibilidad de los materiales de construcción en los sitios del proyecto, la economía, la eficiencia de la construcción, la estabilidad estructural, etc.

#### Control de Sedimentos

##### (1) Presa Sabo

Para la regulación del caudal de sedimentos y el control de la erosión, se propusieron diez presas sabo en el plan maestro; nueve presas (C-1 a C-9) sobre el Río Chama y una presa (N-1) sobre el Río Nuestra Señora.



Entre los diferentes tipos de presas, la presa de tipo gravedad que normalmente se usa debido a su ventaja técnica es el que aplica a la presa C-1, C-2 y N-1 con una altura de 22 metros.

Por otra parte, para las presas restantes desde el C-3 hasta el C-9, las presas con alturas entre 9 y 11 metros propuestos en los sitios de la Falla activa de Bocono, se adopta el tipo de presa con borde de acero para hacer frente a la transformación de la topografía debido a la falla.

El diseño preliminar de estas presas sabo está basado en las siguientes condiciones y suposiciones.

- Los mapas topográficos a la escala de 1/25.000 e intervalo de líneas de nivel de 20 metros están a la disposición para el diseño preliminar.
- Se emplea una inundación de un período de retorno de 100 años para determinar las dimensiones de la sección vertedero, subpresa, solera y el muro lateral.
- La estructura de cada presa sabo consta de una presa principal, una subpresa, una solera y un muro lateral. Las dimensiones principales de la presa principal son de 3,0 metros de ancho de la coronación del vertedero y una pendiente de aguas abajo de 1:0,2. La pendiente de aguas arriba está determinada por el análisis de estabilidad de la estructura. El cuerpo de presa está empotrado 2,0 metros por debajo del lecho existente del río.
- Para evitar una caída de la presa causada por la erosión hidráulica a través del impacto del agua que cae desde la presa principal, se proporcionan una subpresa y una solera de homigón ciclópeo. El diseño de la subpresa se hace en la misma manera que la presa principal. El muro lateral es construido de mampostería en húmedo para estabilizar la ribera del río.

La Fig. 5.1-16 muestra la estructura típica de una presa sabo y las dimensiones principales de cada presa propuesta, tales como

la altura, talud aguas arriba de la presa principal, el volumen de la estructura, etc.

### (2) Presa Baja Continua

Las presas bajas continuas en número de 110 y de 4 metros de altura son proporcionados en la pequeña cuenca del río situada en el área entre Estánquez y la unión del Río Chama con el Río Nuestra Señora, y en la Cuenca del Río Nuestra Señora. Las presas bajas continuas con homigón ciclópeo están diseñadas en la misma manera que la presa sabo. Las secciones típicas de las características de diseño se muestran en la Fig. 5.1-17.

### (3) Muro de Contención

El muro de contención de hormigón ciclópeo que usa piedras disponibles en el sitio, es útil para la prevención de la erosión de la hondonada y no será barrido por una arremetida violenta del agua. La Fig. 5.1-18 muestra las secciones típicas.

## Control de Inundaciones

### (1) Excavación del Lecho del Río

La excavación del lecho del río es propuesta para incrementar la capacidad de conducción del canal de estiaje y obtener los materiales de construcción para el dique.

### (2) Dique

El dique es construido de tierra que puede obtenerse a través de las excavaciones del canal existente del río a un costo relativamente bajo.

La sección transversal típica del dique se muestra en la Fig. 5.1-19. Las pendientes del dique son de 1:2 desde el punto de vista de la estabilidad del suelo. Es necesario cubrir de césped las pendientes o laderas del dique para evitar la erosión por lluvias o aguas del río.

La carretera pavimentada con grava de 3 m de ancho se construye en la parte superior del dique para permitir el movimiento del equipo de mantenimiento.

### (3) Revestimiento

El revestimiento que se usa para proteger el dique en la parte donde choca el agua, de la erosión producida por el agua del río, es de mampostería en húmedo que usa guijarros disponibles en los sitios de los proyectos. Frente al revestimiento, se colocan piezas de acolchado de gavión para proteger la base del revestimiento de erosión hidráulica. La Fig. 5.1-20 muestra el dibujo estándar del revestimiento.

### (4) Espolón

Los espolones se usan para derivar corrientes fuertes de más de 2 m/s en la parte de aguas abajo del Río Chama. En consecuencia, se emplean espolones cortos semi-permeables contruidos de cilindro de gavión, y se colocan en ángulo recto con respecto al eje de la corriente.

La sección transversal estándar del espolón se muestra en la Fig. 5.1-21. El espacio entre los espolones fue determinado como dos veces la longitud del espolón.

### (5) Solera de Fondo

Se coloca una solera de fondo de hormigón ciclópeo para evitar que la base del Puente sobre el Chama contra la erosión hidráulica causada por el agua fluyente. La elevación de la cresta es igual a la elevación del lecho del río. El revestimiento de concreto a los lados derecho e izquierdo de la solera de fondo, así como el acolchado de gavión se colocan en los tramos inferiores para proteger contra la erosión hidráulica. El perfil estructural se muestra en la Fig. 5.1-22.

## 6) Extensión del Puente Puerto Chama

El Puente Puerto Chama existente es de 10,9 metros de ancho por 137 metros de longitud, y consta de 1 tramo de acero y 2 tramos de concreto. En consonancia con la construcción del dique a lo largo de cada lado del río, es necesario extender el puente existente en 480 metros. La porción de prolongación es de 16 tramos de concreto, cada uno de los cuales es de 30 metros de largo. El perfil de la extensión propuesta del puente se muestra en la Fig. 5.1-23.

### 5.1.4 Estimaciones de Costo

#### Costo del Proyecto

El costo del proyecto, que consiste de un costo de construcción directa, costo de compensación, costo de servicios de ingeniería, costo de administración gubernamental y contingencias físicas, se estima en base a las siguientes condiciones y suposiciones, y se expresa en bolívar (Bs), la moneda de Venezuela.

- El costo para todos los trabajos se estima en base al nivel de precios de enero de 1989.
- Las tasas de conversión de la moneda son US\$1.00 = Bs40 = ¥130.
- Los trabajos del proyecto deberán realizarse a través de un contrato.
- El costo se estima en base al costo unitario, que consiste en los costos directos e indirectos. El costo directo consta del costo de la mano de obra, materiales y equipo y planta de construcción. El costo indirecto consta de la administración y supervisión de campo, gastos corporativos y ganancia, seguridad y control de seguridad, así como costos incidentales del contratista. El 30% del costo directo fue estimado como costo indirecto.

- El salario, enumerado en Cuadro 5.1-9, fue preparado en base a los datos recogidos por las oficinas gubernamentales y los contratistas.
- Los precios de los materiales de construcción que se muestra en Cuadro 5.1-10 fueron obtenidos a través de los proveedores y los contratistas.
- El costo directo de construcción se estima multiplicando las cantidades de trabajo por el costo unitario.
- El costo de administración gubernamental es estimado al 5% del costo directo de construcción y el costo de adquisición de la tierra, y el costo de servicios de ingeniería para el diseño detallado y la supervisión de la construcción se estima en un 10% del costo directo de construcción.
- La contingencia física se estima en 10% del costo total.

El costo global del proyecto de toda la cuenca propuesto se estima en 3.503 millones de bolívares tal como se tabula abajo. La estimación detallada se muestra en Cuadro 5.1-11.

Renglón de Costo	Control del Sedimento	Control de Inundación	Total
I. Costo Directo	1.014	1.657	2.671
II. Adquisición de Tierras	-	108	108
III. Servicios de Ingeniería, Costo de Administración y Contingencia Física	269	455	724
<b>Total</b>	<b>1.283</b>	<b>2.220</b>	<b>3.503</b>

#### Costo OMR

El costo anual OMR está dividido en cuatro componentes principales, a saber, (1) gastos administrativos de personal; (2) costo de equipo para el propietario, incluyendo salario del operario, cargas de combustible y gastos de equipo; (3) costos de construcción y

mantenimiento para edificios de oficinas; y (4) costo de materiales de estructuras que necesitan ser reemplazadas.

Como resultado, el costo OMR anual fue estimado en 7,4 millones bolívares después de completar la totalidad del proyecto. Esta cantidad es equivalente a 0,21% del costo global del proyecto.

## 5.2 Proyecto Local

### 5.2.1 Control de Sedimentos

El objetivo del proyecto local para el control de sedimentos es proteger las carreteras y casas del flujo de escombros/sedimento, fallas en las laderas y erosión de las riberas. El área del proyecto ha sido especificada como Ruta No. 2 y No. 7 de la red de carretera.

#### Escala del Proyecto

Con respecto a la escala del proyecto del plan maestro, el período de retorno de 100 años fue adoptado en consonancia con el adoptado para el plan de control de inundación, tanto para prevenciones de toda la cuenca como para desastres locales, que fue determinado a partir de los aspectos de índole social y técnica.

#### Métodos de Prevención

Dependiendo de los tipos de desastre por sedimento, los trabajos de prevención fueron seleccionados de la siguiente manera:

##### (1) Flujo de Escombros/Sedimento

Todos los flujos de escombros/sedimento han tenido lugar en pequeños ríos que se desbordan hacia las carreteras troncales. Los lechos empinados y pendientes de los ríos aceleran la velocidad del flujo ocasionando la erosión de la ribera y del lecho del río. El método de prevención debe ser una presa de detención que pueda estabilizar la ribera y el lecho del río, así como controlar el caudal de sedimentos.

## (2) Desprendimiento de la Ladera

Todas las laderas cortadas a lo largo de la carretera troncal Ruta No. 7 han sido bien tratadas con siembra de césped, concreto a soplete o chapa de protección de alambre, pero las laderas naturales a lo largo de la Ruta No. 2 han sido dejadas sin ningún trabajo de protección. Los muros de contención han sido propuestos para estabilizar las laderas.

## (3) Erosión de la Ribera

Algunas porciones de la carretera han sido erosionadas por el flujo del agua. Se observaron algunas erosiones graves a lo largo de la corriente principal del Chama en sus puntos tortuosos. Debido a que las porciones erosionadas se encuentran situadas a lo largo del límite de las terrazas del río, el revestimiento es adecuado como trabajo de protección.

### 5.2.2. Control de Inundación

#### Escala del Proyecto

La inundación con un período de retorno de 100 años ha sido adoptada como la escala del proyecto para los ríos Albarregas y Portuguesa, considerando el requisito social, tal como se hizo en el proyecto de control de la inundación a toda la cuenca. En cuanto a la Qda. Milla donde se está llevando a cabo la mejora del río, se aplica una inundación con un período de retorno de 50 años, de acuerdo con la escala de proyecto en marcha.

#### Selección del Método Optimo

El proyecto local consistirá de medidas de control de inundación para proteger a las áreas urbanas de desastres por inundaciones. La mejora del río fue considerada debido a que el canal de derivación, embalse moderador y reservorio no son realistas a causa de las condiciones topográficas y de daños por inundación de la cuenca.

(1) Sección de Mejora del Río

La sección para la mejora del río a fin de mitigar los daños por inundaciones en las ciudades de Mérida y Ejido fue decidida a partir de las condiciones de inundación, de la siguiente manera:

- Río Albarregas : Entre 11,9 km y 12,9 km desde la confluencia con el Río Chama.
- Qda. Milla : Entre 0,0 km y 3,04 km desde la confluencia con el Río Albarregas.
- Río Portuguesa : Entre 2,0 km y 3,4 km desde la confluencia con el Río Chama.

(2) Capacidad de Conducción de los Ríos

La capacidad de conducción media en las secciones de los ríos Albarregas y Portuguesa fue calculada mediante el método de cálculo de corriente uniforme a 150 m<sup>3</sup>/s en base a los resultados del estudio en 1986 (Referirse al sector en la parte designada Control de Inundaciones correspondiente al Informe de Apoyo).

(3) Condiciones de Diseño para la Mejora del Río

Las características del plan de mejora del río son de la siguiente manera (Referirse a las Figuras 5.2-1 y 5.2-2).

(a) Río Albarregas

- Caudal de Diseño : 180 m<sup>3</sup>/s (período de 100 años de retorno)
- Tramo de la Mejora : 1.000 metros
- Sección Transversal Estándar : Ancho de 6 metros y profundidad de 3,5 metros
- Forma de hacer la Mejora : Terraplén



(b) Qda. Milla

Caudal de Diseño : 60 m<sup>3</sup>/s (período de 50 años de retorno)

Tramo de la Mejora : 3.040 metros

Forma de hacer  
la Mejora : Excavación

(c) Río Portuguesa

Caudal de Diseño : 130 m<sup>3</sup>/s (período de 100 años de retorno)

Tramo de la Mejora : 1.400 metros

Sección Transversal : Ancho de 5 metros y profundidad  
Estándar de 2,5 metros

Forma de hacer : Ampliación del canal del río  
la Mejora y excavación

### 5.2.3 Diseño Preliminar

#### Control del Sedimento

Se proponen presa de detención, muro de contención y revestimiento. Sus secciones transversales típicas se muestran en las Figuras 5.2-3 y 5.2-5, respectivamente.

Una presa de detención que consta de una presa, una solera y un muro lateral está básicamente diseñado en la misma manera que la presa sabo descrito en la Subsección 5.1-3. En general, la altura de la presa de detención es menos de 5 metros. El muro de contención es hecho de hormigón.

Se propone un revestimiento con mampostería en húmedo. La altura de diseño será de 1 metro sobre el nivel de inundación de diseño en la sección del río donde el revestimiento ha de ser construido. La longitud será dos veces la porción erosionada.

## Control de la Inundación

Los trabajos de mejora del río tales como excavación del canal existente y un parapeto de concreto adicional, han sido propuestos para el control de las inundaciones. El parapeto de concreto adicional, de 1 metro de altura, debe ser construida sobre el parapeto existente.

### 5.2.4 Estimaciones de Costo

El coste global de proyecto del proyecto local fue estimado en la misma manera que la Subsección 5.1.4. en 48 millones de bolívares, tal como se muestra en el siguiente cuadro. El desglose del costo se muestra en Cuadro 5.2-1.

Renglón de Costo	(Unidad: Millones de Bs)		
	Control de Sedimento	Control de Inundación	Total
I. Costo Directo	19	19	38
II. Servicios de Ingeniería, Costo de Administración y Contingencia Física	5	5	10
Total	24	24	48

### 5.3 Programa de Construcción

El programa de construcción para el plan maestro fue determinado considerando la prioridad de los componentes del proyecto, a saber, volumen de trabajo, capacidad de los contratistas, etc.

#### 5.3.1 Componentes del Proyecto

Los componentes del plan maestro son los siguientes:

Sub-Proyecto	Elemento de Meta	Objetivo	Componente	Cantidad
Proyecto de Toda la Cuenca	Areas Agrícolas y Residenciales en los tramos inferiores	Control Sedimento	Presa Sabo	10 sitios
			Presas Bajas Continuas	110 sitios
			Muro de Contención	1400 sitios
		Control de Inundación	Mejora en el Canal del Río	53,4 km
Proyecto Local	Rutas 2 & 7 de la Carretera Troncal	Control de Sedimento	Presa de Detención	88 sitios
			Muro de Contención	6 sitios
			Revestimiento	6 sitios
	Area urbana de Mérida y Ejido	Control de inundación	Mejora del canal del Río	5,44 km

#### Prioridad entre los Proyectos de Toda la Cuenca y los Locales

La mitigación de desastres es muy esencial en toda la Cuenca del Río Chama; por lo tanto ambos proyectos de toda la cuenca y locales serán puestos en práctica simultáneamente, sin dar prioridad alguna frente al otro.

#### Fijación de Prioridades para los Componentes del Proyecto de Toda la Cuenca

La prevención de desastres por inundaciones en los tramos inferiores puede ser lograda mediante la mejora del canal del río y mediante el control de sedimentos. Por lo tanto, las estructuras de control del sedimento deben ser construidas conjuntamente con los trabajos de mejora del canal del río.

## (1) Control de Sedimentos

La prioridad del plan de control de sedimento es designada enfocando los componentes del plan maestro que serán puestos en práctica en cada período de 10 años. El volumen de trabajo necesario en cada período está generalmente considerado como un tercio del plan maestro, mientras que los trabajos en sí mismos serán seleccionados a partir de los puntos de vista de la superioridad económica.

Por otra parte, los trabajos de control de sedimentos en el proyecto de toda la cuenca son para prevenir el elevamiento del canal del río aguas abajo de El Vigía, de manera que el Bajo Chama no produzca ninguna inundación sobre los tramos inferiores. Por lo tanto, el volumen de trabajo de control de sedimentos en cada período de 10 años será determinado por la que el canal de aguas abajo sea mejorado en el plan maestro de control de inundaciones.

A partir de lo anterior, el volumen necesario de los trabajos de control de sedimentos será determinado para reducir al mínimo el levantamiento del canal basado en las siguientes condiciones.

- La sección del canal a ser mejorada en el primer período de 10 años es de aproximadamente 25 km con un terraplén de un lado que corresponde al 25% de la longitud total del terraplén. Luego, los tramos inferiores de 31c km serán mejoradas en el segundo período de 10 años. En el último período de 10 años, la porción restante del terraplén será llevada a cabo.
- El caudal de sedimentos que ha sido depositada en la planicie de inundación, se estima que será confinada en el canal del río en proporción al progreso de la mejora del río.

De acuerdo con las condiciones anteriores, más de una cuarta parte del caudal de sedimentos que será confinada debido a la mejora del río, estará controlada por los trabajos de control de sedimentos en cada período de 10 años. A partir de esto, se

determinó el volumen necesario de los trabajos de control de sedimentos en cada período de 10 años fuera un tercio del plan maestro.

(a) Presa Sabo

Con referencia a la eficiencia de los 10 presas sabo, tal como se discutió en la parte anterior (Referirse a Cuadro 5.1-1), la presa C-1 es la más eficiente y la C-5 va de segundo. Para asegurar un tercio de todas las funciones de las 10 presas sabo, tales como la regulación del sedimento y el control de la erosión, la capacidad de la C-1 y C-5 no será insuficiente para la capacidad necesaria. Consecuentemente, la N-1 será incluida en el primer período de 10 años ya que la presa sabo será efectiva no sólo para regulación y control, sino también como retención de sedimento del Río Nuestra Señora.

Por lo tanto, las presas sabo C-1, C-5 y N-1 serán construidas en el primer período de 10 años, y en consecuencia, tres presas C-2, C-3 y C-4 en el segundo período de 10 años, y las restantes C-6, C-7, C-8 y C-9 serán puestas en funcionamiento en el último período de 10 años.

(b) Trabajos en los Torrentes

Entre 7 sub-cuencas, la Sub-cuenca 16 (Río San Pablo) tiene la producción más intensa de sedimento y la Sub-cuenca 8 (Alta Nuestra Señora) tiene la segunda más intensa, aunque la última está más devastada que la primera. Esto se debe a las lluvias que son más intensas en la Sub-cuenca 16.

Puesto que la Presa Sabo C-5 cumple la función de retener el caudal de sedimentos de la Subcuenca 16, la Subcuenca 8 será el área prioritaria para los trabajos de control de los torrentes en el plan maestro. Por lo tanto, el número total de 18 presas bajas continuas estará construido en el primer período de 10 años a lo largo de tres torrentes, a saber, el Mucusás con 10 sitios, el Mucusurú con 5 sitios y el Mucusós con 3 sitios. Luego, los 44 presas bajas en el bajo Nuestra

Señora, Arbolote, Maruchi, La Vizcaína, El Molino, El Anís, etc., estarán contruidos en el segundo periodo de 10 años, y los restantes 48 presas se harán en el último período de 10 años.

(c) Trabajos en los Flancos de las Colinas

Tal como se discutió para los trabajos de control de los torrentes, se dará prioridad a la Subcuenca 8 (Alto Nuestra Señora), junto con la Subcuenca 8 (Alto Nuestra Señora), junto con la Subcuenca 9 (Bajo Nuestra Señora). Por lo tanto, los muros de contención de 340 sitios, es decir, 230 sitios en la Subcuenca 8 y 110 sitios en la Sub-cuenca 9, serán contruidos en el primer período de 10 años. En el segundo período de 10 años, 450 sitios de muros de contención en el Arbolote, La Vizcaína, Maruchi, El Molino, El Anís, etc., serán contruidos, y los tres restantes 61-0 sitios se harán en el último período de 10 años.

(2) Control de Inundaciones

Considerando los aspectos técnicos y económicos, las prioridades para la mejora del canal del río fueron tomadas de acuerdo con las siguientes consideraciones. Las prioridades de construcción basadas en estas consideraciones se muestran en la Fig. 5.3-1.

- El terraplén debe ser proporcionado para el tramo donde el daño por inundación es grave. Puesto que el daño por inundación se acentúa con respecto al plátano, se le dará una gran prioridad al área donde la plantación de plátano es predominante en el uso de la tierra.
- También se le da una gran prioridad al área donde la zona residencial pueda verse ampliamente afectada por el área probable de inundación, tal como El Vigía y La Fortuna.
- En las otras áreas, se da prioridad al tramo trecho desde la parte superior a la inferior, tal como se promociona

generalmente, en los trabajos del terraplén, ya que el agua de la inundación está apenas confinada en el canal del río solamente por el terraplén en la parte baja.

- Sin embargo, el terraplén del área más alta debería ser proporcionado en forma cuidadosa, ya que el sedimento de los tramos superiores afectará en forma adversa el mantenimiento del lecho de diseño del río, a menos que las estructuras de control de sedimentos sean completadas en los tramos superiores.

### Proyecto Local

#### (1) Protección de la Carretera (Ruta 2 & 7)

Aunque los sitios de la obra del proyecto local para el control de sedimentos están dispersos en toda la cuenca, el volumen total del proyecto es más bien pequeño en comparación con el proyecto de toda la cuenca para el control de sedimentos. Por lo tanto, todas las obras de control de sedimentos del proyecto local pueden ejecutarse en el primer período de 10 años, es decir, hasta el año 2000.

Entre las obras tales como las presas de detención en 88 arroyos, muros de retención en 6 cuevas inestables y revestimientos en 6 orillas erosionables del río, la prioridad de construcción debe darse en primer lugar al muro de retención, y en segundo lugar a la presa de detención, considerando la urgencia y peligro a las vidas humanas.

#### (2) Protección del Area Urbana de las Ciudades de Mérida y Ejido

La prioridad para la protección de las áreas urbanas será dada de acuerdo con la magnitud del daño previsto. En este contexto, la protección de la ciudad de Mérida tendrá una más alta prioridad en vista del uso de la tierra existente.

### 5.3.2 Programa de la Construcción

#### Renglones de Construcción

Los objetivos y los renglones de trabajos de los proyectos de toda la cuenca y locales son tal como se resumen en el siguiente cuadro.

Sub-Proyecto	Objetivo	Renglones de Trabajo
Proyecto de Toda la Cuenca	Control de Sedimento	(1) Presas sabo C-1, C-5 y N-1; trabajos en torrentes en 18 sitios; trabajos en los flancos de las colinas en 340 sitios.
		(2) Presas sabo C-2 hasta C-4; trabajos de torrentes en 44 sitios; trabajos en los flancos de las colinas en 450 sitios.
		(3) Presas sabo C-6 hasta C-9; trabajos en torrentes en 48 sitios; trabajos en los flancos de las colinas en 610 sitios.
	Control de Inundación (Fig. 5.3-1)	(1) Reforzamiento del dique existente (10,4 km), terraplén para la plantación de plátano en un tramo de 24,7 km y construcción de solera de fondo.
		(2) Terraplén para la otra área, incluyendo plantación de plátanos en el tramo de 31,4 km y extensión del Puente Puerto Chama.
		(3) Terraplén para el área restante, incluyendo el área más abierta.
Proyecto Local	Control de Sedimento para proteger la carretera nacional	(1) Presas de detención en 88 sitios; muros de contención en 6 sitios, revestimientos en 6 sitios.
	Control de inundación para proteger las ciudades de Mérida y Ejido	(1) Mejora de río de 1,0 km en el Albarregas y de 3,04 km en la Qda. Milla en Mérida y 1,4 km del Río Portuguesa en Ejido.



### Cronograma de la Construcción

De acuerdo con los renglones de trabajo antes mencionados, el cronograma de construcción de todo el proyecto, que se muestra en la Fig. 5.3-2, fue preparado considerando lo siguiente:

- El período de ejecución es de 30 años.
- Las horas diarias de trabajos quedan fijadas en 8 horas, de lunes a viernes, y los días anuales de trabajo para la construcción se estiman en 220 días para los trabajos de concreto y de piedra; 190 días para los trabajos de excavación y 165 días para los trabajos del terraplén, excluyendo Sábados y Domingos, días de fiesta y días lluviosos.

Aunque el plan de control de crecidas para el plan maestro es formulado con la escala de proyecto de período de retorno de 100 años, se supone que el plan de acción correspondiente al volumen de trabajo de los primeros 10 años aplique un período de retorno de 10 años como se mencionó en el Capítulo 6. A este respecto, el trabajo de elevación de nivel de dique del período retorno de 10 años al de 100 años se ejecutará en los últimos 10 años entre 2011 y 2020.

#### 5.3.3 Programa de Desembolso

De acuerdo con el cronograma de la construcción que se muestra en la Fig. 5.3-2, los programas de gastos durante 10 años para la fase 1, 2 y 3 fueron obtenidos de la siguiente manera:

(Unidad: en Millones de Bs)				
Renglón del Costo	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Total
<u>Proyecto de la Cuenca Amplia</u>				
I. Costo Directo				
A. Control de Sedimentos	410	283	321	1,014
B. Control de Inundación	<u>394</u>	<u>810</u>	<u>452</u>	<u>1,656</u>
Sub-Total	804	1,093	773	2,670
II. Adquisición de la Tierra	33	28	47	108
III. Costo de Administración				
Costo de Servicios de Ingeniería y Contingencia Física	<u>218</u>	<u>294</u>	<u>213</u>	<u>725</u>
Total	1,055	1,415	1,033	3,503
<u>Proyecto Local</u>				
I. Costo Directo				
A. Control de Sedimentos	19	-	-	19
B. Control de Inundación	<u>19</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>19</u>
Sub-Total	38	-	-	38
II. Costo Administrativo, Costo de Servicios de Ingeniería y Contingencia Física				
Total	<u>10</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>10</u>
Total	48	-	-	48

En cuanto a los gastos de operación, mantenimiento y reposición, se obtuvieron los siguientes gastos suponiendo el personal necesario, maquinaria, etc.

(Unidad: 10 <sup>3</sup> Bs)					
Año	Gastos de Personal	Maquinaria	Oficina	Materiales	Total
2001-2010	1,300	800	100	1,300	3,500
2011-2020	1,500	1,600	100	2,200	5,400
2021-2050	1,700	2,500	100	3,100	7,400

#### 5.4 Evaluación del Proyecto

Los estudios económicos y financieros fueron llevados a cabo para el Plan maestro que fue formulado con el período de diseño de 2020 para resolver los principales problemas causados por el agua de inundación y el caudal de sedimentos. Las condiciones básicas para los estudios se mencionan en las siguientes subsecciones, y todos los cálculos en términos monetarios están basados en el nivel de precios de enero de 1989. La vida del proyecto (para evaluación económica) está fijada en 60 años considerando la vida de las estructuras que van a ser construidas para el proyecto.

##### 5.4.1 Viabilidad Económica del Plan Maestro

El beneficio del proyecto se define como la diferencia en el daño por el agua de la inundación y el caudal de sedimentos ante las situaciones con proyecto y sin proyecto. Por lo tanto, el daño de ambas situaciones tiene que ser estimado para cuantificar el beneficio del proyecto en términos monetarios, considerando el cambio futuro del uso de la tierra en la áreas probables de inundación, así como el incremento del volumen de tráfico, aunque las estimaciones pueden poco seguras hasta cierto punto.

El daño en la Cuenca del Río Chama puede ser clasificado en tres categorías, tal como se discute más adelante.

##### (1) Daño Debido a Hundimiento por Aguas Desbordadas

El daño debido a hundimiento por aguas desbordadas afecta principalmente la tierra cultivada, principalmente las plantaciones

de plátano en los tramos inferiores, y algunas propiedades consistentes en casas y efectos personales en Mérida y Ejido en los tramos superiores. Una vasta tierra de pastoreo y pequeñas parcelas de plantaciones de vegetales se extiende por los tramos inferiores, pero la primera está lejos de ser vulnerable a daños por inundación, y el área de la última es tan pequeña que los daños no pueden ser estimados.

Los índices de daños para plátano fueron estimados de acuerdo con la profundidad y duración de la inundación, basado en una profundidad de inundación de 20 cm y una inundación de 3 días de duración (ver Cuadro 5.4-1). El pronóstico de la tierra cultivada en los tramos inferiores se encuentra en Cuadro 5.4-2.

### (2) Daño Causado por Interrupción de Tráfico por Desastre Sedimentario

Los daños debidos a interrupción de tráfico debido a sedimento proveniente del desprendimiento de ladera, flujo de escombros, etc. incluye el aumento del costo de operación de vehículos afectados por el desvío y el hecho de ir muy lentamente, así como la pérdida de productividad de gente que puede perder su tiempo para actividades económicas. Esto tiene lugar en los tramos superiores/medios.

El Cuadro 5.4-3 presenta el volumen estimado de tráfico en los años 2000, 2010 y 2020 en los 28 puntos donde es probable que ocurran desastres, el daño estimado por la interrupción de tráfico, así como las cifras detalladas utilizadas para el cálculo.

### 3) Daño Indirecto

El daño indirecto incluye influencia la pérdida de ingreso y ventas de la gente afectada, económica adversa hacia la nación, deterioro de las condiciones sanitarias, etc.

Se presume que el daño indirecto corresponda al 20% del total de los daños antes mencionados.

### Beneficio Medio Anual

Los daños debido a aguas de inundación e interrupción de tráfico se estiman con respecto a diversas precipitaciones probables o caudales, aplicando las condiciones de cálculo expuestas en Cuadro 5.4-4. El beneficio medio anual es deducido a partir de la siguiente fórmula.

$$B = \sum_{i=1}^n 1/2 [D(Q_{i-1}) + D(Q_i)] \times [P(Q_{i-1}) - P(Q_i)]$$

donde,

B : beneficio medio anual

$D(Q_{i-1}), D(Q_i)$  : daño de inundación causado por las inundaciones con caudales  $Q_{i-1}$  y  $Q_i$ , respectivamente.

$P(Q_{i-1}), P(Q_i)$  : probabilidades de ocurrencia de los caudales  $Q_{i-1}$  y  $Q_i$ , respectivamente.

n : número de inundaciones aplicadas

El plan maestro ha sido formulado en base a la escala de una inundación con un período de retorno de 100 años y se espera que su beneficio medio anual se incremente a 126, 170 y 231 millones de bolívares en los años 2000, 2010 y 2020 respectivamente, suponiendo que el proyecto sea completado para el año 2020. El desglose del beneficio medio anual en 2020 se muestra en Cuadro 5.4-5.

### Costo Económico del Proyecto

Los costos económicos del proyecto son cifras nominales que reflejan debidamente el valor económico verdadero de las mercancías y servicios implicados. Estos costos fueron usados únicamente para la evaluación económica del proyecto.

Los renglones de transferencia, tales como impuestos y derechos gravados con respecto a los materiales de construcción y el equipo, incluyendo subsidio gubernamental y beneficio del contratista, deberían

ser excluidos de los elementos del costo financiero. Se estima que aproximadamente 20% del costo financiero de construcción esté implícito en los renglones de transferencia.

La tierra tiene que ser adquirida para la ejecución del proyecto, y se considera que su valor económico corresponde a la productividad antecedente al proyecto, que es reflejada por el precio.

Los costos económicos del proyecto para el plan maestro se estiman en 2.866 millones de bolívares.

#### Viabilidad Económica del Plan Maestro

La viabilidad económica del plan maestro fue evaluada utilizando tres indicadores: tasa interna de ingreso (IRR), relación coste/beneficio (B/C) y valor neto actual (NPV). Los cálculos se hicieron considerando el flujo anual de dinero efectivo preparado a partir del costo económico del proyecto y el beneficio medio anual discutido. La viabilidad económica del plan maestro es tal como se muestra abajo y su flujo anual de dinero es efectivo es tal como se muestra en Cuadro 5.4-6.

IRR : 10,7%

B/C : 1,22

NPV : 244,20 millones de bolívares

(Nota: La tasa de descuento es de 8% para B/C y NPV.)

#### 5.4.2 Consideración Financiera

La tasa anual de crecimiento del PBI en los años recientes resultó en un 3,3% como promedio, que es casi equivalente a la tasa proyectada en el Séptimo Plan Nacional de Desarrollo. Como promedio, aproximadamente 22% del PBI ha sido destinado para el presupuesto nacional en estos cinco años, 3% del cual es asignado al MARNR (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables). Esta asignación está creciendo a un ritmo aproximado del 10% anual por termino medio. La inversión pública para los proyectos de desarrollo y/o conservación en el Estado de Mérida y la región al sur del Lago Maracaibo es realizada principalmente por la Oficina de Zona 16 del

MARNR y la oficina regional del MARNR para la región al sur del Lago de Maracaibo. La inversión pública de estas oficinas representa aproximadamente un 2% del presupuesto total. (Referirse al Cuadro 5.4-7.)

A fin de pronosticar el fondo disponible para la inversión pública en estas áreas, se examinan dos casos según las distintas combinaciones entre la tasa de crecimiento del PBI y la proporción de la asignación presupuestaria del MARNR. Uno es 3% y 3% como el caso mínimo, y el otro es 4% y 4% como caso máximo, respectivamente. La inversión pública examinada de esta manera para el período 1991-2020 oscila desde los 5.100 millones de bolívares hasta los 8.300 millones de bolívares. (Vea Cuadro 5.4-8.)

El costo total del plan maestro se estima en 3.551 millones de bolívares. En caso de que el plan maestro sea ejecutado bajo el presupuesto del MARNR, la tasa de asignación de la inversión pública llegará hasta un 70% en el caso mínimo antes mencionado, tal como se muestra en Cuadro 5.4-8. Bajo estas circunstancias, el presupuesto del MARNR puede que esté en capacidad para manejar todos los fondos para el proyecto.

Suponiendo que el 50% del costo requerido sea financiado por una agencia financiera internacional en las condiciones del interés anual de 8% y del período de reembolso incluyendo un período de gracia de 5 años, se calculó el desembolso anual para el plan maestro como se muestra en Cuadro 5.4-9.

#### 5.4.3 Impactos Socioeconómicos

La ejecución del proyecto podría ejercer una influencia favorable no solamente con respecto a la Cuenca del Río Chama, sino también con respecto a toda la nación. Los impactos favorables han sido resumidos de la siguiente manera:

- Las carreteras nacionales que conducen a las otras ciudades principales quedarán libres de interrupción de tráfico a causa del caudal del sedimento. La circulación de mercancías a escala

nacional estar asegurada, lo que originará la estabilización de las condiciones de vida de la gente en todo el país.

- Debido a no-inundación en los tramos inferiores donde se encuentran las tierras fértiles, se hace posible la producción de más plátano y otras cosechas con una productividad más alta que la tierra de pastoreo, aun en las actuales áreas con riesgos de inundaciones.
- Será necesario un número de ingenieros, técnicos, trabajadores, etc., para la ejecución del proyecto, de manera que se espera un incremento en las oportunidades de trabajo, por lo menos durante el período de construcción.

La influencia ambiental mediante la ejecución del proyecto está evaluada en forma general a partir de la calidad del agua, la flora y la fauna y el aspecto estético. Las estructuras propuestas en el proyecto puede más bien ejercer influencia favorable sobre la calidad del agua, pero no dan efecto desfavorable a cualquiera de estos ítems.

#### 5.4.4 Justificación del Proyecto

Para los proyectos de infraestructura, tales como la generación de electricidad, transporte y trabajos de suministro de agua, la justificación del proyecto se basa generalmente en la viabilidad económica. La Tasa Interna de Ingreso (IRR) del plan maestro es del 10,8%, y otros indicadores también muestran altos valores. Por lo tanto, desde el punto de vista económico, el plan maestro que fue formulado en base a la escala de proyecto de una inundación con un período de retorno de 100 años, es justificablemente viable para la ejecución.



## CAPITULO 6. PLAN DE ACCION

### 6.1 Proyecto de Toda La Cuenca

De acuerdo con el Capítulo 4, Principios de Formulación de Proyecto, se formuló el plan de acción con los proyectos incluidos en el programa de construcción de los primeros 10 años del plan maestro.

#### 6.1.1 Control de Sedimentos

##### Escala del Proyecto

El plan de acción para el control de sedimentos en toda la cuenca adopta el caudal medio anual de sedimentos en consonancia con la escala del proyecto del plan maestro.

##### Casos del Estudio Alternativo

La presa sabo, la presa continua de poca altura y el muro de retención se eligieron como los métodos óptimos para las obras de control de sedimentos de toda la cuenca en el plan maestro a través del estudio alternativo. Por consiguiente, 3 presas sabo, 18 presas continuas de poca altura y 340 muros de retención se incluyeron en el método óptimo para el plan de acción. Se realizará el estudio alternativo para elegir el tipo estructural y materiales más adecuados que se apliquen a dicha estructura. Los casos de estudio se muestran en Cuadro 6.1-1 y la manera de selección de los casos óptimos se describen a continuación.

##### Selección de los Casos Optimos

#### (1) Presa Sabo

##### (a) Tipo de Estructura

Entre los cinco tipos de presas sabo, a saber, gravedad, materiales sueltos, bóveda, armazón de acero y bloque de hormigón, se consideró lo siguiente en la selección del tipo óptimo de estructura para las tres presas sabo en los sitios C-1, C-5 y N-1.

- A juzgar por las condiciones topográficas y geológicas de los sitios, puede que una presa bóveda no sea factible.
- Una presa de materiales sueltos no es apropiada puesto que el río es demasiado estrecho para construir un aliviadero para el gran caudal de proyecto y es difícil derivar crecidas por medio de un canal o túnel de derivación.
- Una presa de gravedad tiene ventajas técnicas sobre los otros tipos como la armazón de acero y el bloque de hormigón si se requiere una presa de gran altura superior a 15 m. Sin embargo, no es aplicable a los sitios en la Falla Bocono que se dice tiene una transformación de 1 cm por año como promedio.
- Tanto el tipo de armazón de acero como el tipo de bloque de hormigón son aplicables en los sitios sobre la falla a causa de la flexibilidad a la transformación. Sin embargo, desde el aspecto económico, el primer tipo tiene una ventaja sobre el segundo.

Considerando lo susodicho, los tipos óptimos de la presa sabo se seleccionaron como sigue:

- El tipo de gravedad se selecciona para las presas C-1 y N-1, cuyos sitios se encuentran lejos de la Falla Bocono.
- El tipo de armazón de acero con una altura de 9 m se selecciona para la presa C-5 que está ubicada en la Falla Bocono.

Para el tipo de gravedad de las presas C-1 y N-1, los gastos de construcción según el material son como se muestra en el siguiente cuadro. La comparación de los gastos conduce a la selección del hormigón ciclópeo como el tipo más apropiado.

Presa Sabo	Material	Gastos de Construcción (10 <sup>6</sup> Bs)
C-1	Hormigón	202
	Hormigón Ciclópeo	149
	Mampostería	159
N-1	Hormigón	196
	Hormigón Ciclópeo	135
	Mampostería	163

## (2) Obras de Protección contra Torrentes

Las obras de protección contra torrentes consistentes en 18 presas continuas de poca altura se proporcionan en los tres torrentes; 10 en Mucusás, 3 en Mucusós y 5 en Mucusurú.

### (a) Tipo de Estructura

Hay tres tipos aplicables de obras de protección contra torrentes; gravedad, armazón de acero y bloque de hormigón. El estudio comparativo ha seleccionado el tipo de gravedad de presa desde el aspecto económico, puesto que la condición geológica que requiere un tipo sostenible de presa contra la cimentación poco resistente no se identificó en los sitios de construcción propuestos.

### (b) Materiales

Los materiales del lecho del río en los tres torrentes están compuestos principalmente de la pizarra que es fácil de erosionarse. Por lo tanto, estos materiales del lecho del río no son aplicables como agregado concreto, sino sólo como bolones dentro del cuerpo de presa. Por consiguiente, se seleccionó la mampostería en húmedo con escombros dentro del cuerpo de presa como el material óptimo para la presa continua de poca altura, aunque los materiales duros deben traerse del otro sitio para la mampostería en húmedo.

### (3) Trabajos a Media Ladera

#### (a) Tipo de Estructura

Como se muestra en Cuadro 6.1-1, los tipos de gravedad y anclaje de trabajos a media ladera son aplicables a los muros de retención. El tipo de gravedad que tiene ventajas económicas sobre el tipo de anclaje se seleccionó como el tipo óptimo de estructura.

#### (b) Materiales

Entre los materiales aplicables a los muros de retención del tipo de gravedad, se empleó la mampostería en húmedo debido a la disponibilidad en los sitios de la estructura y en las cuestas empinadas de las cárcavas.

### 6.1.2 Control de Crecidas

El este control de crecidas del plan de acción, las presas se proporcionan en el tramo de 24,7 km, se muestra en Fig. 6.1-1, según el programa de construcción del primer período de 10 años del plan maestro.

#### Escala del Proyecto

Para el plan de acción de control de crecidas en toda la cuenca en que una parte de las presas debe proporcionarse urgentemente para la protección de las áreas de alta prioridad, se emplea una crecida de período de retorno de 10 años como la escala del proyecto. Esta escala del proyecto urgente se determinó bajo las siguientes consideraciones. El Cuadro 6.1-2 muestra la característica de diseño del dique.

- Para facilitar la realización del proyecto, la escala del proyecto de período de retorno de 5 a 10 años se aplica generalmente a los planes de acción para el control de crecidas.
- La eficiencia económica en la Cuenca del Río Chama tiende a aumentar en proporción con la probabilidad de la crecida de proyecto de hasta el período de retorno de 30 años, como se discutió en el Capítulo 5; por eso, se espera una alta eficiencia económica con una mayor escala del proyecto.

- Aunque se proporcione un dique parcial bajo el plan de acción, aún ocurrirán inundaciones por crecidas en el tramo donde un dique no esté provisto. Sin embargo, se espera que el caudal de punta de  $2.300 \text{ m}^3/\text{s}$  de una crecida de período de retorno de 100 años se reduzca a menos que el caudal de una crecida de período de retorno de 10 años por la función de retardo del área de inundación.

#### Casos del Estudio Alternativo

Las estructuras principales aplicadas al control de crecidas incluyen dique, revestimiento, espigón y solera de fondo. Para la selección del tipo de estructura óptima y de los materiales apropiados, se hicieron estudios alternativos con las siguientes condiciones. En Cuadro 6.1-3 se muestran los casos del estudio.

- En el caso de la construcción de diques, se debe hacer el estudio sólo para confirmar la aplicabilidad de los materiales de tierra que sean obtenibles en los sitios de construcción, puesto que el material de tierra es el único material aplicable desde los puntos de vista técnicos y económicos.
- Para la protección del dique contra la erosión, son aplicables dos clases de estructuras; a saber, revestimiento y espigón, según la sección de dique a protegerse, es decir, la sección cuya parte delantera choque con el agua, y la sección con alta velocidad de la corriente. En este plan de control de crecidas, se aplica el revestimiento a aquella y el espigón a ésta, y luego se hizo un estudio para seleccionar el material más apropiado para cada clase de estructura.
- En cuanto a la solera de fondo, se hizo un estudio para la selección de los materiales apropiados así como los para revestimiento y espigón.

## Selección del Caso Optimo

### (1) Dique

De acuerdo con las condiciones establecidas para la selección del tipo de estructura y de los materiales óptimos discutidos arriba, se confirmó la disponibilidad de los materiales de tierra que puedan obtenerse en los sitios de construcción, poniendo énfasis en los siguientes aspectos:

- El material puede resistir a los cambios de las condiciones meteorológicas.
- El material no contiene materia orgánica.
- El material se compacta con facilidad.

El Río Chama aguas abajo de El Vigía puede dividirse generalmente en dos tramos separados por el abanico aluvial. El lecho del río del tramo superior está compuesto de arena y grava, mientras el del tramo inferior es principalmente arcilla limosa. Por medio de la investigación de campo, se identificó que ambos materiales pudieran usarse para el dique por sí mismos o agregando una pequeña cantidad de arena o arcilla.

### (2) Revestimiento

Entre los cinco casos de los materiales aplicables para el revestimiento, se hizo una comparación desde los aspectos técnicos y económicos como se muestra en Cuadro 6.1-4. A juzgar por este cuadro, se seleccionó como el material más apropiado la mampostería en húmedo, la cual tiene una alta fiabilidad para la protección del dique y ventajas económicas.

### (3) Espigón

Para seleccionar los materiales apropiados para el espigón, se hizo también una comparación entre los tres materiales, como se muestra en Cuadro 6.1-5. Los salchichones se eligieron a causa de ventajas económicas, puesto que no hay mucha diferencia en función según el material.

#### (4) Solera de Fondo

En cuanto a los materiales aplicables para la solera de fondo, se seleccionó el hormigón ciclópeo por su ventaja económica como se muestra en el siguiente cuadro.

Material	Costo (10 <sup>6</sup> Bs)
Hormigón Ciclópeo	22,1
Hormigón	25,4
Bloque de Hormigón	25,4
Tejido de Hormigón	23,5

#### 6.1.3 Proyecto Preliminar

##### Control de Sedimentos

##### (1) Presa Sabo

##### (a) Condición Sísmica

Ya que la Cuenca del Río Chama fue formada por la Falla Bocono activa, los sitios de construcción de las presas sabo propuestas están ubicados en la zona de desastre sísmico más probable. A este respecto, la fuerza sísmica es esencial al diseño de la presa. Por consiguiente, un mayor coeficiente sísmico de  $K = 0,18$  se emplea con referencia a la "Propuesta de Normas para el Diseño Sismorresistente de Puentes", así como a los resultados del análisis de los datos sísmicos desde 1910 hasta 1970.

##### (b) Sección Vertedero

Se proporciona una sección vertedero en tal posición y dirección que el agua de rebose pueda concentrarse fácilmente en el centro de aguas abajo para asegurar la estabilización del canal de corriente. La anchura del fondo de la sección

vertedero es la misma que la del río para minimizar la profundidad del agua sobre la coronación del vertedero. Las profundidades de rebose estimadas para cada sitio de presa sabo son como sigue:

Sitio de Presa	Caudal de Proyecto (m <sup>3</sup> /s)	Anchura del Fondo (m)	Anchura en Coronación (m)	Profundidad de Rebose (m)
C-1	2.300	100	105,4	5,4
C-5	1.950	75	80,9	5,9
N-1	610	100	102,3	2,3

(c) Presa Principal

Para la anchura de coronación de la presa principal, se emplea 3 m desde el punto de vista de la estabilidad de la coronación de presa y de la seguridad contra la erosión por sedimentos. Para la cuesta hacia abajo, el gradiente de 1:0,2 se emplea y no debe ser más empinado que la lámina vertiente del caudal de sedimentos desde la sección vertedero para que no sea dañada por sedimentos. Los gradientes de las cuestas de aguas arriba; es decir, 1:1,1 para la presa C-1, 1:0,7 para la presa C-5 y 1:1,1 para la presa N-1, fueron obtenidos por el Análisis de Estabilidad. El cuerpo de presa debe emportarse más de 2 m debajo del lecho del río existente.

Ya que la cimentación de la presa está compuesta de depósitos aluviales, es necesario estimar la seguridad contra el sifonamiento. Un estudio fue hecho por la velocidad crítica de Justin y por consiguiente, ningún sifonamiento se prevé en cualquiera de los sitios de presa.

(d) Subpresa y Solera

Ya que el lecho del río es formado por depósitos aluviales profundos, es necesario proporcionar una subpresa, solera, muro lateral aguas abajo de la presa principal, de manera que el lecho del río no sea socavado por el impacto del agua que



cae de la sección vertedero. Las dimensiones principales de la subpresa y solera se estimaron para cada presa sabo como se muestra en el siguiente cuadro. El plano, vista del frente y sección transversal normal de cada presa se muestran en Fig. 6.1-2 a 6.1-4.

Sitio de Presa	Longitud de Solera L (m)	Altura del Muro Lateral H (m)	Altura de la Subpresa D (m)	Espesor de Solera t (m)
C-1	53	10	4,5	2,5
C-5	46	9	2,7	2,0
N-1	29	5	2,7	2,0

### (2) Presa Continua de Poca Altura

Las dimensiones principales y disposición de las presas continuas de poca altura se muestran en Fig. 6.1-5 a 6.1-7. En el plan de acción, se seleccionaron tres sitios para las presas continuas de poca altura, la Qda. Mucusurú (5 presas), la Qda. Mucusás (10 presas) y la Qda. Mucusós (3 presas). Como en las presas sabo, las presas continuas de poca altura se componen de la presa principal, sección vertedero, solera y subpresa. Se diseñan en las mismas condiciones que las presas sabo. Todas las presas tienen 4 m de altura y sus secciones vertedero tienen una capacidad de conducción correspondiente a la crecida de período de retorno de 100 años. El cuerpo de la presa principal se emporta 1 m debajo del lecho del río existente.

### (3) Muro de Retención

El muro de retención se diseña para el tipo de mampostería en húmedo usando piedras disponibles en el sitio. La altura del muro de retención es de 2 m, y se emporta 1 m debajo de la base de la cárcava. En Fig. 5.1-18 se muestra la sección típica.

## Control de Crecidas

### (1) Dique

La sección transversal normal del dique para el plan de acción de toda la cuenca para el control de crecidas es la misma que el plan maestro, pero la altura de proyecto corresponde al período de retorno de 10 años, de manera que la anchura del fondo del dique se reduce por casi 2,5 m desde la del plan maestro. El dique para el plan de acción se construirá a lo largo de la línea del pie del talud delantero del dique para el plan maestro con objeto de evitar la inversión doble para el revestimiento y el espigón cuando se aumenten la altura y anchura del dique hasta las de proyecto del plan maestro. (Referirse a Fig. 6.1-8.)

### (2) Revestimiento

Se emplea la mampostería en húmedo para el revestimiento en la parte delantera con que el agua choca. La estructura del revestimiento consiste en un revestimiento y una protección del pie.

La protección del pie del espigón se proporciona en la base para proteger el revestimiento contra la erosión del lecho del río. En cuanto a la altura del revestimiento, la altura de proyecto del plan maestro se adopta en el plan de acción para evitar la inversión doble en caso de que se aumente la altura del dique hasta la del plan maestro. Los detalles estructurales se muestran en Fig. 5.1-20.

### (3) Espigón

El espigón de cilindros de salchichones se proporciona en la porción donde la velocidad de la corriente es superior a 2 m/s. Se emplea el espigón en ángulo recto para detener sedimentos y acelerar su depósito. La altura, longitud e intervalo de espigones fueron calculados por fórmulas empíricas como se muestra abajo, y sus detalles estructurales se muestran en Fig. 5.1-21.

Altura del Espigón : 1,57 m  
Intervalo del Espigón: 20 m  
Longitud del Espigón : 10 m

#### (4) Solera de Fondo

Se propone la solera de fondo sobre la anchura entera del río 10 m aguas abajo del Puente Chama para prevenir la erosión hidráulica del lecho del río en la vecindad de su cimentación. En Fig. 5.1-22 se muestra el perfil estructural.

La elevación de coronación de la solera de fondo es igual que la elevación de proyecto del lecho del río, y se emporta 3 m desde el lecho del río. Para prevenir la erosión hidráulica, se proporcionan los revestimientos de hormigón en ambos lados de la solera de fondo.

Las soleras de colchón de concreto del espigón se construyen aguas arriba de la solera de fondo en una longitud de 7 m y aguas abajo en una longitud de 20 m para la protección contra la erosión hidráulica. El colchón de concreto se pone también alrededor de la pila del puente para prevenir la erosión hidráulica local.

## 6.2 Proyecto Local

### 6.2.1 Control de Sedimentos

Hay 88 arroyos pequeños, 6 cuevas inestables y 6 porciones de orilla del río a lo largo de la carretera troncal Rutas No. 2 y No. 7, que puedan tener colada de derrubios/sedimentos, desprendimiento de ladera y erosión de las orillas con un aguacero de un período de retorno de 100 años. Como se mencionó en la Subsección 5.3.1, todas las obras preventivas tales como presa de detención, muro de retención y revestimiento para dichos sitios de desastre pueden ejecutarse en 10 años porque el volumen de cada obra es pequeño. Por lo tanto, todas las obras de control de sedimentos del proyecto local se pondrán en el plan de acción para la ejecución pronta.

### Presa de Detención

La presa de detención, que controla la colada de derrulios/sedimentos desde pequeñas corrientes, se seleccionó de entre los materiales para el tipo de presa de gravedad tales como hormigón, hormigón ciclópeo, mampostería y salchichones. Ya que las condiciones topográficas y geológicas son similares entre los sitios de construcción, no hay diferencia en las condiciones de diseño para distinguir los materiales para la presa. Se seleccionaron los materiales óptimos desde los puntos de vista de gastos de construcción.

Comparando los gastos de construcción, se seleccionó la mampostería en húmedo como el óptimo como se muestra en el siguiente cuadro:

Materiales	Costo Unitario de Construcción (Bs/presa)
Hormigón	117.000
Hormigón Ciclópeo	75.000
Mampostería en Húmedo	61.000
Salchichones	63.000

### Muro de Retención

El muro de retención para el proyecto local es del tipo apoyado en cuesta, hecho de hormigón. Este muro se prolongará más que la distancia de contacto entre la cuesta de derrumbe y el camino. Debido al volumen de hormigón requerido, el tipo apoyado es más económico que el tipo aislado. La altura del muro de retención se fija 2 m sobre la superficie de carreteras. En Cuadro 6.2-1 se presentan las dimensiones del muro de retención propuesto.

### Revestimiento

Como se discutió en la Subsección 6.1.2 para el Control de Crecidas, cuatro clases de materiales aplicable para el revestimiento se estudiaron para proteger las orillas del río contra la erosión causada por el caudal de crecidas. Son de hormigón, mampostería en húmedo, salchichones y tejido de hormigón.

Los salchichones requieren revoques algo más fuertes o cubiertas de hormigón para proteger las salchichones contra cantos rodados y guijarros. En consideración a estas obras adicionales de protección, los gastos de construcción para dichos cuatro materiales de revestimiento se compararon como se muestra en el siguiente cuadro, conduciendo a la selección de la mampostería en húmedo que muestra el costo más bajo. La ubicación y dimensiones de las obras en 6 sitios se presentan en Cuadro 6.2-2.

Materiales	Gastos de Construcción (Bs/m)
Hormigón	18.300
Mampostería en Húmedo	8.350
Salchichones	9,330
Tejido de Hormigón	11.820

#### 6.2.2 Control de Crecidas

Con objeto de formular el proyecto local para las obras de control de crecidas, se tomaron en consideración lo siguiente:

- Como de observó de los gastos de construcción y del volumen de obra para el plan maestro, las de los proyecto locales de control de crecidas son inferiores al 1% de las del proyecto de toda la cuenca. Así, todas las obras de control de crecidas del proyecto local formulado bajo el plan maestro pueden ejecutarse en la etapa del plan de acción, puesto que no afectarán la factibilidad del Proyecto de Conservación de la Cuenca del Río Chama.
- Aunque la escala del proyecto de control de crecidas de toda la cuenca se reduzca a un período de retorno de 10 años para facilitar la ejecución del mismo, el costo para los proyectos locales no afectará el costo total. Por eso, es recomendable aplicar la escala del proyecto del plan maestro al plan de acción para asegurar la seguridad contra desastres por crecidas y para evitar inversiones dobles.

- Ya que los datos disponibles para la formulación del proyecto se usaron para el estudio sobre el plan maestro, más modificación del contenido del plan no es necesaria cuando se aplican al plan de acción la misma escala del proyecto y el mismo tramo de mejoramiento del río.

En vista de las susodichas consideraciones, el plan de control de crecidas del proyecto local bajo el plan maestro se aplicó al plan de acción. De acuerdo con el contenido del plan maestro, las características del proyecto del plan de acción se resumen como sigue:

(a) Río Albarregas

Caudal de Proyecto : 180 m<sup>3</sup>/s (período de retorno de 100 años)  
Tramo de Mejoramiento : 1.000 m  
Sección Transversal Normal: 6 m ancho x 3,5 m profundidad  
Tipo de Mejoramiento : Dique

(b) Qda. Milla

Caudal de Proyecto : 60 m<sup>3</sup>/s (período de retorno de 50 años)  
Tramo de Mejoramiento : 3.040 m  
Tipo de Mejoramiento : Excavación

(c) Río Portuguesa

Caudal de Proyecto : 130 m<sup>3</sup>/s (período de retorno de 100 años)  
Tramo de Mejoramiento : 1.400 m  
Sección Transversal Normal: 5 m ancho x 2,5 m profundidad  
Tipo de Mejoramiento : Ensanchamiento y excavación del canal

### 6.2.3 Proyecto Preliminar

Ya que el proyecto local del plan de acción es el mismo que el plan maestro, el diseño preliminar que es también el mismo que el plan maestro se refiere a los en Fig. 5.1-1 a 5.1-5.

### 6.3 Programa de Construcción y Presupuesto de Gastos

En esta sección, se estudian el programa de construcción y presupuesto de gastos para el plan de acción, considerando la priorización de los componentes de proyecto, cantidades de obra, métodos de construcción, etc.

#### 6.3.1 Componentes de Proyecto y Priorización

##### Componentes de Proyecto

Los componentes del plan de acción son como sigue:

Subproyecto	Objetivo	Componente	Cantidad
Proyecto de Toda La Cuenca	Control de Sedimentos	Presa Sabo	3 sitios
		Presas Continuas	18 sitios
		Muro de Retención	350 sitios
	Control de Crecidas	Mejoramiento del Canal de Corriente	24,7 km
		Refuerzo del Dique Existente	10,4 km
		Solera de Fondo	1 en número
Proyecto Local	Control de Sedimentos	Presa de Detención	88 sitios
		Muro de Retención	6 sitios
		Revestimiento/Muro	6 sitios
	Control de Crecidas	Mejoramiento del Canal de Corriente	5,44 km

## Proyecto de Toda La Cuenca

Aunque los desastres de crecida pueden ser prevenidos por el mejoramiento del canal de corriente, el control de sedimentos es indispensable para asegurar la capacidad del canal de corriente que lleve recidas seguramente al Lago de Maracaibo. Por lo tanto, facilidades de sedimentos deben proporcionarse simultáneamente con las obras de mejoramiento del canal de corriente.

### (1) Control de Sedimentos

Las estructuras de control de sedimentos incluyendo las presas sabo, obras a media ladera, etc., se proporcionan para controlar el caudal de sedimentos excedentes en el canal de corriente. La prioritización de facilidades se decidieron como sigue:

#### (a) Presa Sabo

Entre las tres presas sabo, es decir, C-1, C-5 y N-1, se dará la primera prioridad de construcción a C-1 cuyo sitio está más cerca del área objetivo y es más eficiente para controlar el caudal de sedimentos. La segunda prioridad se dará a C-5 que es la segunda eficiente y efectiva para controlar la erosión del canal a lo largo de la corriente media. N-1 en el Río Nuestra Señora tendrá la tercera prioridad, puesto que es la mayor fuente de sedimentos afluentes al área objetivo.

#### (b) Obras de Protección Contra Torrentes

Entre las tres torrentes, a saber la Qda. Mucusás, Qda. Mucusurú y the Mucusós, se dará la prioridad de construcción al torrente más devastado, la Qda. Mucusás, con 10 presas con-tínuas de poca altura. La Mucusurú será la segunda, seguida por la Mucusós, con cinco y tres presas de poca altura respectivamente.



(c) Obras a Media Ladera

Entre la Subcuenca 8 y Subcuenca 9 de la Cuenca del Río Nuestra Señona, se dará una prioridad más alta a la Subcuenca 8 (cuenca superior) que tiene un mayor volumen de producción de sedimentos que la Subcuenca 9 (cuenca inferior). Por lo tanto, los muros de retención en 230 sitios se construirán primero, seguidos por los muros de retención en 110 sitios.

(2) Control de Crecidas

Según los resultados del estudio sobre el plan maestro, el costo y el beneficio de proyectos esperado por el dique de río con la escala de proyecto de una crecida de período de retorno de 10 años son como sigue:

Tramo del Dique	Beneficio (1) (10 <sup>9</sup> Bs)	Costo (2) (10 <sup>9</sup> Bs)	(1)/(2)
No. 3km - 9km	51,0	80,5	0,63
No. 10,4km - 16,7km	16,25	80,3	0,20
No. 17,9km - 22,3km	12,94	56,7	0,22
No. 35,0km - 43,0km	4,37	103,8	0,04
No. 43,0km - 53,4km	4,98	48,3	0,10

A juzgar por este cuadro, la eficiencia económica expresada por la relación entre el coste directo y el beneficio muestra una tendencia a ser más alta en los tramos inferiores, excepto el tramo entre 43,0 km y 53,4 km donde el dique existente se refuerza. Por lo tanto, la prioridad de mejoramiento del río se juzgará a base de esta eficiencia económica.

En cuanto a la construcción de la solera de fondo, se dará una alta prioridad a la construcción de la misma cerca del Puente de Chama que se propone para prevenir la erosión del lecho del río, puesto que tal erosión puede aparecer inmediatamente con la construcción de las estructuras de control de sedimentos en los tramos medios y superiores.

Aunque la eficiencia económica del refuerzo del dique existente no es alta en comparación con el mejoramiento del río en los tramos inferiores, la alta prioridad debe darse para asegurar la seguridad del dique existente, de manera que la zona urbana de la ciudad de El Vigía pueda liberarse de la amenaza del desastre por crecidas.

El orden de construcción de las estructuras de control de crecidas son como sigue:

- Dique para el tramo entre 3,0 km y 9,0 km y construcción de la solera de fondo.
- Dique para el tramo entre 10,4 km y 16,7 km y ejecución del dique existente entre 43,0 km y 53,4 km.
- Dique para el tramo entre 18,2 km y 22,3 km.
- Dique para el tramo entre 35,0 km y 43,0 km.

#### Proyecto Local de Prevención de Desastres

##### (1) Control de Sedimentos

La primera prioridad de obras de protección se dará a la construcción del muro de retención en la cuesta inestable. El desprendimiento de ladera ocurre más bien repentinamente y puede ser más peligroso a las vidas humanas. La segunda prioridad se dará a la presa de detención para controlar la colada de derrubios/sedimentos y la tercera es la porción de orillas del río que pueden ser erosionadas por el caudal de crecidas.

##### (2) Control de Crecidas

La prioritización de proyectos seguirá la del plan maestro; a saber, mejoramiento del Río Albarregas como la primera prioridad, la Qda. Milla como la segunda prioridad, y el Río Portuguesa como la tercera prioridad.

### 6.3.2 Programa de Construcción

El programa de construcción del plan de acción se determinó de acuerdo con la priorización de componentes de proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones (Ver Fig. 6.3-1).

- El período de ejecución del proyecto es de 10 años.
- De acuerdo con la condición de caída pluvial, los siguientes se adoptan como los días laborables: entre 138 y 214 días para obras de tierra; entre 220 y 243 días para obras de roca; y, entre 216 y 243 días para obras de hormigón.
- La jornada laboral diaria es principalmente de 8 horas del lunes al viernes. La jornada laboral total por semana no es superior a 48 horas por la Ley de Trabajo.

### 6.3.3 Gastos de Construcción

Como en el plan maestro, el costo de proyecto para el plan de acción se estimó considerando los gastos directos de construcción, costo de compensación, gastos de estudio, gastos de administración de gobierno y contingencia física. Los precios unitarios se basaron en el nivel de precios de enero de 1989; el tipo de cambio es de US\$1,00 = Bs40 = ¥130.

Los costos totales para los proyectos propuestos de toda la cuenca y locales se estimaron en 1.103 millones de bolívares como se muestra en el siguiente cuadro. Los detalles de estimación se muestran en Cuadros 6.3-1 y 6.3-2.

(Unidad: Millón de Bs)			
Subproyecto/ Item de Costo	Control de Sedimentos	Control de Crecidas	Total
<u>Proyecto de Toda da Cuenca</u>			
I. Costo Directo	409.6	393.9	803.6
II. Adquisición de Tierra	0	33.0	33.0
III. Servicios de Ingeniería	20.5	21.3	41.8
IV. Costo de Administración	41.0	39.4	80.4
V. Contingencia Física	<u>47.1</u>	<u>48.8</u>	<u>95.9</u>
Sub-Total	518.2	536.5	1,054.7
<u>Proyecto Local</u>			
I. Costo Directo	19.3	18.5	37.8
II. Adquisición de Tierra	0	0	0
III. Servicios de Ingeniería	1.0	0.9	1.9
IV. Costo de Administración	1.9	1.9	3.8
V. Contingencia Física	<u>2.2</u>	<u>2.1</u>	<u>4.3</u>
Sub-Total	24.4	23.4	47.8
Total	542.6	559.9	1,102.5

Nota: Las cifras pueden sumarse al total debido al redondeo.

#### 6.3.4 Gastos de Operación, Mantenimiento y Reposición

Los gastos anuales de operación, mantenimiento y reposición (OMR), que se requieren después de la terminación del Proyecto, se dividen en cuatro principales componentes de gastos; es decir, (a) gastos de administración para el personal del gobierno; (b) gastos de equipo del propietario, incluyendo sueldo del operador, precios de combustible y gastos de equipo; (c) gastos de construcción y mantenimiento para el edificio de oficina; y, (d) costo de los materiales de las estructuras que deban reponerse. Los gastos anuales de OMR son equivalentes a 0,3% del costo para el plan de acción como se muestra en el siguiente cuadro:

(Unidad: 1.000 BS)					
Año	Gastos de Personal	Maquinaria	Oficina	Materiales	Total
Después de la Terminación del Plan de Acción	1.300	800	100	1.300	3.500

[Nota] (1) Se presume que el personal necesario para esta obra sea un director, un ingeniero jefe, cinco técnicos, dos choferes, una mecanógrafa y una secretaria.

(2) Se supone que la maquinaria necesaria sea un bulldozer, un retroexcavador, un cargador sobre neumáticos, dos camiones de volteo, dos coches de estación, un camión de reparto, una hormigonera, y una apisonadora vibratoria.

#### 6.3.5 Plan de Pagos

De acuerdo con el programa de construcción de los proyectos de toda la cuenca y locales para la prevención de desastres del plan de acción mostrado en Fig. 6.3-1, los planes de pagos anuales se determinaron como se muestra en Cuadros 6.3-3 y 6.3-4.

#### 6.4 Evaluación del Plan de Acción

El plan de acción para la prevención de desastres por sedimentos y crecidas se formula para el año objeto 2000. Las condiciones básicas para los estudios económicos y financieros son las mismas que el plan maestro. Para la evaluación económica, la vida útil del proyecto se fija en 30 años después de la construcción.

##### 6.4.1 Viabilidad Económica del Plan de Acción

El beneficio de proyecto se define como la diferencia en daño por el caudal de agua de inundación y sedimentos entre las situaciones con el proyecto y sin el proyecto. Por lo tanto, el daño en ambas situaciones debe estimarse para cuantificar el beneficio de proyecto en términos monetarios, considerando el cambio futuro del uso de la tierra

en las áreas de inundación probable y el aumento del volumen de tráfico en el año de 2000. En vista de esta consideración, el daño en la Cuenca del Río Chama puede clasificarse en tres categorías, como se discute a continuación.

(1) Daños Debido a La Sumersión por Crecidas

Las propiedades vulnerables al daño debido a la sumersión por crecidas son tierras cultivados, principalmente plantaciones de plátanos, en los tramos inferiores y casas/efectos de la casa en Mérida y Ejido en los tramos superiores. Los índices de daño para plátanos se estimaron según la profundidad y duración de inundación como se presentó en Cuadro 5.4-1, y las tierras cultivadas en los tramos inferiores en el año 2000 se muestran en Cuadro 5.4-2.

(2) Daños Debido a La Interrupción de Tráfico por el Desastre Sedimentario

El daño debido a la interrupción de tráfico por el caudal de sedimentos, desprendimiento de ladera, colada de derrubios, etc., incluye el aumento de los gastos de operación de vehículos afectado por el desvío y la disminución de velocidad, así como la pérdida de productividad de la gente que pueda perder su tiempo para las actividades económicas. Esto ocurre en los tramos superiores/medios. Se estimó el volumen de tráfico para el año 2000 en los 28 puntos de desastre probable, como se muestra en Cuadro 5.4-3 junto con el daño estimado debido a la interrupción de tráfico y las cifras detalladas usadas para el cálculo.

(3) Daños Emergentes

Los daños emergentes incluyen la influencia económica desfavorable a la nación, el empeoramiento de las condiciones sanitarias, los efectos estéticos negativos del caudal de crecidas/derrubios, etc. Se supone que los daños emergentes corresponden al 20% del total de los daños mencionados arriba.

### Beneficio Medio Anual

El daño debido a las crecidas y a la interrupción de tráfico se estima para varias precipitaciones o caudales probables aplicando las condiciones de cálculo en Cuadro 5.4-4. El beneficio medio anual se calculó según la misma fórmula usada en el plan maestro.

El beneficio medio anual del plan de acción se estima en 126 millones de bolívares en el año 2000. Se muestra el desglose en Cuadro 5.4-1.

### Costo Económico del Proyecto

Los costos económicos del proyecto son las cifras nominales que reflejan debidamente el valor económico real de los bienes y servicios interesados. Estos costos se usan sólo para la evaluación económica del proyecto. Los ítems de transferencia tales como impuestos y derechos cargados sobre los materiales y equipos de construcción, así como las subvenciones del estado y las ganancias del contratista, se excluyen de los elementos del costo financiero, y el índice de salario de cuenta debe también aplicarse a los trabajadores no especializados.

El CORDIPLAN realizó un estudio sobre los factores de conversión del costo financiero al costo económico y también sobre el tipo de salario de cuenta para los trabajadores no especializados. A este respecto, los gastos de construcción para el plan de acción se clasificaron como se presenta en Cuadro 6.4-2, y los siguientes tipos se aplicaron al cálculo del costo económico. La moneda extranjera y otros ítems de trabajo se tuvo en cuenta como se estima.

- Peones Comunes (trabajadores no especializados)	: 0,55
- Aceite Ligero (gasoil)	: 4,06
- Lubricante	: 1,46
- Hormigón	: 0,76
- Otros Materiales	: 0,80
- Equipo de Construcción	: 0,73

Se debe adquirir la tierra para la ejecución del proyecto, y su valor económico se considera para corresponder a la productividad sin el proyecto, que es reflejada por el precio.

Los costos económicos del proyecto para el plan de acción se estiman en 907 millones de bolívares, y el desglose se presenta en Cuadro 6.4-3.

#### Viabilidad Económica del Plan de Acción

La viabilidad económica del plan de acción se evaluó usando tres indicadores; tasa de rentabilidad interna (IRR), relación coste/beneficio (B/C) y valor actual neto (NPV). Se hicieron cálculos en consideración al flujo de caja anual preparado del costo económico del proyecto y del beneficio medio anual discutido anteriormente. La viabilidad económica del plan de acción es como se muestra abajo y su flujo de caja anual se muestra en Cuadro 6.4-4.

IRR : 13,2%

B/C : 1,58

NPV : 346,52 millones de bolívares.

(Nota: La tasa de descuento es de 8% para B/C y NPV.)

#### 6.4.2 Consideración Financiera

Los fondos disponibles del MARNR para la inversión pública se pronostica como se discutió en la Subsección 5.4.2, oscilando de 1.230 a 1.780 millones de bolívares para el período 1991-2000 como se muestra en Cuadro 5.4-7.

El MTC del Estado de Mérida gasta una cantidad considerable de su presupuesto para mantener caminos y carreteras, el cual comparte alrededor del 8% de su presupuesto para todos los proyectos como promedio durante estos cinco años. Una gran parte de estos gastos de mantenimiento se ahorrará por medio de la ejecución del plan de acción, de manera que el MTC puede también ser una fuente para financiar el plan.

En el supuesto de que el 50% de los gastos de mantenimiento de carreteras puedan asignarse a este plan, se estima que los fondos



disponibles estén en un alcance de 200 millones a 220 millones de bolívares como se presenta en Cuadro 6.4-5. Por consiguiente, los fondos disponibles totales son el total de los del MARNR y del MTC, el cual es de 1.480 millones a 1.980 millones de bolívares. El costo total del plan de acción se estima en 1.103 millones de bolívares. El MARNR debe asignar así su presupuesto para la inversión pública tanto como el 50% al 70%, como se muestra en Cuadro 5.4-7. En estas circunstancias, el presupuesto del MARNR no puede manejar todos los fondos para el proyecto.

Suponiendo que el 50% del costo requerido sea financiado por una agencia financiera internacional en las condiciones del interés anual de 8% y del período de reembolso de 20 años incluyendo un período de gracia de 5 años, se calculó el desembolso anual para el plan de acción como se muestra en Cuadro 6.4-6.

#### 6.4.3 Impactos Socioeconómicos y Ambiente

La ejecución del proyecto pudo ejercer una influencia favorable no sólo sobre la Cuenca del Río Chama, sino también sobre toda la nación. Se resumen los impactos favorables como sigue:

- Las carreteras nacionales que van a las otras ciudades principales se liberarán de la interrupción de tráfico causada por el caudal de sedimentos. La circulación de mercaderías a escala nacional se asegurará conduciendo a la estabilización de condiciones de vida de la gente en todo el país.
- Debido a no inundación en los tramos inferiores donde existen tierras fértiles, será posible producir más plátanos con una productividad más alta que las tierras de pasto, aun en las áreas de riesgo de crecida actual.
- Muchos ingenieros, técnicos, trabajadores, etc. se requerirán para la ejecución del proyecto, de manera que se espera el aumento de oportunidades de empleo, por lo menos durante el período de construcción.

Las influencias ambientales por la ejecución del proyecto se evalúan generalmente según la calidad del agua, fauna/flora y paisaje

estético. La turbiedad del agua del río puede disminuir impidiendo los sedimentos fluir hacia abajo los tramos inferiores. Al construir unas estructuras en un canal de corriente, el asunto que interesa más desde el punto de vista ambiental es la vida de los peces que suben y bajan las corrientes.

El Río Chama abunda en truchas, pero se crían en viveros artificiales que toman el agua del río. Por lo tanto, las estructuras a construirse no empeorarán la actual situación. Las estructuras de control de sedimentos, que contienen el desarrollo de erosión de tierras, pueden contribuir al crecimiento de la vegetación en esta situación. No darán ninguna influencia desfavorable sobre la fauna y darán influencia favorable sobre la flora en la cuenca.

#### 6.4.4 Justificación del Proyecto

Para los proyectos de infraestructura tales como obras de generación de la energía eléctrica, transporte y suministro de agua, la justificación del proyecto se basa generalmente en la viabilidad económica. La IRR del plan de acción es de 13,2%, y otros indicadores también muestran valores altos: 1,58 de B/C y 347 millones de bolívars de NPV. Por consiguiente, desde el punto de vista económico, el plan de acción que se formula a la escala de proyecto de crecida con un período de retorno de 10 años es justificadamente viable para la ejecución.

#### 6.5 Organización para La Ejecución del Proyecto

Varias agencias están relacionadas con el Proyecto de Conservación de la Cuenca del Río Chama, y puede ser difícil adoptar la organización existente para realizar este proyecto debido al personal y a las limitaciones técnicas. Por lo tanto, es deseable establecer una nueva oficina de proyecto que atenderá a su realización.

En el establecimiento de la oficina de proyecto se consideran los siguientes puntos:

- Como en las otras para esta clase de proyecto, la oficina de proyecto tendrá las siguientes funciones: (1) planificación y

diseño, (2) construcción, (3) equipo y materiales, y (4) operación y mantenimiento.

- El proyecto se dividirá en dos subproyectos: (1) el proyecto de toda la cuenca y (2) el proyecto local. Ambos proyectos cubrirán el control de sedimentos y el de crecidas, aunque el segundo es para el control de sedimentos en caminos y el control de crecidas en las zonas urbanas.
- Se establecerá un comité coordinador para asegurar el fondo y presupuesto para la realización del proyecto y coordinar las actividades de las agencias relacionadas tales como el MARNR, MTC y MAC.

Desde las susodichas consideraciones, se proponen dos clases de organizaciones. Una pone énfasis en las funciones de planificación, diseño, construcción, etc., y la otra en el campo de ingeniería tales como control de crecidas y el de sedimentos como se muestra en Fig. 6.5-1 y 6.5-2. La primera clase es recomendable porque el personal dedicado al mismo campo de ingeniería puede compartirse en una función, aunque pueda haber alguna dificultad en la coordinación del mismo campo de ingeniería tales como el proyecto local para la protección de carreteras, el proyecto de toda la cuenca para el control de sedimentos, etc.

## 6.6 Medidas No Estructurales

En la sección anterior se estudiaron las medidas estructurales a aplicarse en el proyecto de conservación de la cuenca fluvial. Ya que puede requerirse mucho tiempo para terminar las medidas estructurales, mientras la cuenca fluvial sufre continuamente desastres, es necesario proporcionar ciertas medidas para mitigar el desastre hasta cuando se terminen las medidas estructurales.

En este sentido, se hace el estudio sobre las medidas no estructurales para hacer frente a esta situación y también para usarse como medidas suplementarias de prevención de desastres aun después de la terminación de las medidas estructurales propuestas.

## 6.6.1 Proyecto de Toda la Cuenca

### Control de Sedimentos

Las medidas estructurales para la prevención de desastres por sedimentos en toda la cuenca con objeto de controlar el caudal de sedimentos al área de aguas abajo de El Vigía se proporcionan sólo para reducir la producción de sedimentos en el área de aguas arriba. Ya que la construcción de carreteras y el desarrollo agrícola han acelerado erosiones de ladera, estas actividades se regularán para no agravar el problema de sedimentos. Una medida no estructural útil debe tener una regulación de uso de la tierra en áreas que se supone causen más producción de sedimentos.

Como se describió en el Informe de Apoyo sobre Socioeconomía, la administración de una cuenca se ha llevado a cabo con algunas legislaciones sobre el uso de la tierra, pero se aplican sólo a los tramos superiores desde la Ciudad de Mérida. Por consiguiente, se recomienda que las legislaciones se extiendan para incluir otras áreas de aguas arriba de El Vigía.

### Control de Crecidas

Entre varias medidas no estructurales que incluyen pronóstico y alarma de crecidas, combate contra crecidas, reubicación de las propiedades, impenetrabilidad de crecidas, regulación del uso de la tierra, política de inversión pública, etc., se consideraron fundamentalmente las siguientes medidas como las aplicables a juzgar por las condiciones de desastre en los tramos inferiores.

- Regulación del uso de la tierra
- Pronóstico y alarma de crecidas; y
- Consolidación de la administración de estructuras fluviales y del combate contra crecidas.

En esta cuenca, las medidas no estructurales se aplicarán de la siguiente manera:

## (1) Regulación del Uso de la Tierra

El área propensa a crecidas en los tramos inferiores se clasifica en tres categorías: área fluvial, área de inundación probable y otras áreas. Entre ellas, el uso de la tierra en el área fluvial y el área de inundación probable debe regularse como sigue:

### (a) Area Fluvial

En este estudio, se propuso el área fluvial como se discutió en el Capítulo 5, y esta área fluvial propuesta debe adquirirse y delimitarse del uso privado.

### (b) Area de Inundación Probable

El área de inundación de crecida registrada se ha aclarado en este estudio y esta área se usa actualmente para la plantación de plátanos, pastos, etc. Entre ellos, la plantación de plátano que cubre más del 50% del uso de la tierra en el área de inundación de crecida no es tan duradera contra los daños por inundación de crecida. Por lo tanto, es deseable controlar el uso de la tierra para la plantación de plátanos y promover la diversificación de cosechas a las más fuertes como frutos arbóreos.

En caso de la urbanización y construcción de los establecimientos públicos, deben proporcionarse en la tierra sobre el nivel máximo de crecidas supuesto, la cual puede requerir terrenos ganados al río.

## (2) Pronóstico y Alarma de Crecidas

Para establecer un sistema modernizado global de pronóstico y alarma de crecidas, es deseable proporcionar muchas estaciones de observación hidrológica junto con un sistema de telemida. Sin embargo, se requiere un fondo enorme para instalar nuevos establecimientos y llevar a cabo un estudio preciso que necesitará gran cantidad de datos hidrológicos, y tal sistema modernizado puede no ser realista en esta cuenca.

Es recomendable un sistema conveniente que puede realizarse con una menor inversión usando las instalaciones existentes. A este respecto, los siguientes principios se considerarán para su formulación:

- El nivel del agua en los tramos inferiores se pronostica a base de la correlación del nivel del agua con el de los tramos superiores.
- Como la red de observación hidrológica, se requieren una nueva estación de medición del nivel de agua con un observador en el punto de confluencia del Río Chama con el Río Mocotíes y otra estación en la Cuenca del Río Mocotíes. (Refiérase a Fig. 6.6-1.)
- Se informa por teléfono el nivel del agua en los tramos superiores a la oficina de Zona No. 5.
- Después del procesamiento de datos para el pronóstico del nivel de agua basado en los datos observados, la Oficina de Zona No. 5 transmite por teléfono la información al Departamento de Defensa Civil, si es necesario.

### (3) Consolidación de la Administración del Río y Combate Contra Crecidas

#### (a) Administración del Río

El propósito principal de la administración del río es mantener las estructuras y el canal de corriente en condición normal, de manera que puedan desempeñar su función de prevención de desastres en caso de necesidad.

Las obras de mantenimiento implicarán los siguientes ítems: (1) Restauración de diques, (2) dragado del canal de corriente, (3) regulación de la construcción de estructuras en el área fluvial, y (4) regulación del uso de la tierra en el área fluvial.

Aunque la Oficina de Zona No. 5 está tratando de hacer todo lo posible para encargarse de todas estas obras, quizás su

capacidad sea insuficiente como se observa desde el hecho de que el derrumbamiento de las orillas en septiembre de 1988 se ha dejado sin restaurarse por mucho tiempo debido a la falta del financiamiento, y el área fluvial se usa ilegalmente para la plantación de productos agrícolas, conduciendo a la reducción de la capacidad de conducción y al incremento de daños por crecidas. Por consiguiente, es necesario consolidar las obras de mantenimiento por medio de la asignación de fondos suficientes y del aumento del personal.

(b) Combate contra Crecidas

Los habitantes esperan que las agencias públicas tomen algunas medidas para prevenir la propagación de la inundación a la zona urbana, las cuales no se han llevado a cabo nunca hasta ahora. Por consiguiente, es deseable consolidar las obras de combate contra crecidas a través del MARNR en cooperación con el Departamento de Defensa Civil.

Organización para La Operación

(1) Regulación del Uso de La Tierra

Las agencias interesadas en la administración del uso de la tierra en este país son como sigue:

- Area Fluvial : MARNR
  
- Areas Propensas a Crecidas
  - Area Agrícola : MAC, IAN, MARNR
  - Zona Urbana : MINDUR
  
- Establecimientos Públicos : MARNR, MTC, Gobiernos de Estado

Con respecto a la administración de las áreas propensas a crecidas, se hace el intercambio de información, pero no periódicamente a través de las actividades de las agencias interesadas, y el comité coordinador no se reúne periódicamente para la regulación del uso de la tierra en el área propensa a

crecidas. A este respecto, se recomienda que se establezca un comité coordinador consistente en los representantes de estas agencias para vigilar cualquier desorden en el desarrollo de tierras y dar instrucciones sobre el uso apropiado de las mismas.

### (2) Pronóstico y Alarma de Crecidas

Aunque el pronóstico y alarma de crecidas no se ejecutaron nunca en la Cuenca del Río Chama, datos hidrológicos han sido recogidos por el MARNR, y el Departamento de Defensa Civil del Ministerio de Relaciones Interiores tiene la responsabilidad de las obras de combate contra crecidas y de salvamento. A este respecto, es posible hacer frente a las obras de pronóstico y alarma de crecidas por estas agencias existentes mediante la consolidación de la organización y de los esfuerzos de alarma de crecidas.

### (3) Combate contra Crecidas

Como en las obras de pronóstico y alarma de crecidas, el combate contra crecidas se encarga al MARNR y al Departamento de Defensa Civil, y es necesario consolidar la organización presente para el combate contra crecidas.

## 6.6.2 Proyecto Local

### Protección de Carreteras

Como se describió en las antedichas medidas estructurales, el plan local de prevención de desastres se pone principalmente en el desastre por sedimentos a lo largo de la Ruta 2 y Ruta 7 del camino troncal. Hasta la terminación de las obras de prevención, los 171 sitios de desastre potencial estarán siempre bajo la amenaza de los daños por la colada de derrubios/sedimentos, el desprendimiento de ladera y la erosión de las orillas, que pueden traer no sólo daños en el camino mismo, sino también la pérdida de la vida humana y las lesiones como se experimentó antes.

En vista de esta situación, se proporcionarán algunas medidas no estructurales primero para evitar peligros para la vida humana que están



expuestos en el transporte a lo largo del camino. A través de la experiencia y ejecución de tales proyectos no estructurales para la prevención de desastres en Japón, hay dos medidas aplicables a la prevención local de desastres a lo largo del camino troncal. Una es un sistema de alarma para difundir informaciones sobre la condición de tráfico, y la otra es establecer el reglamento de las estructuras de caminos y casas.

#### (1) Sistema de Alarma

El objetivo de un sistema de alarma es proporcionar la información sobre desastres inminentes a lo largo de los caminos troncales y permitir las agencias responsables preparar las acciones necesarias tales como obras provisionales de prevención y control del tráfico.

El sistema se instalará como una red integrada que consiste en sistema de observación meteorológica, sistema de transmisión de datos, sistema de difusión y un centro de alarma.

El sistema de observación meteorológica está compuesto principalmente de estaciones pluviométricas equipadas con el sistema de transmisión de datos. Las estaciones transmiten datos pluviométricos de intervalos cortos tales como de cada hora y de cada 3 horas.

El sistema de transmisión de datos incluye enlaces entre las estaciones de observación y el centro de alarma, y entre los dispositivos/estaciones de alarma y el centro de alarma.

El sistema de difusión consiste en dispositivos o estaciones para difundir alarma/información directamente a la gente y a las agencias relacionadas con el tráfico vial.

El centro de alarma que se ubicará en la Cuenca del Río Chama recogerá datos, analizará el grado de peligro y difundirá alarma/información a la gente y a las agencias interesadas.

Ya que el sistema de alarma se instalará inmediatamente para asegurar el tráfico sin peligro a lo largo del camino troncal, como

el primer paso, se propone un sistema más bien sencillo y barato como sigue (Fig. 6.6-2).

- Centro de Alarma : Se ubicará en la Oficina de Zona No.16 del MARNR.
- Sistema de Observación: 10 estaciones pluviométricas equipadas con dispositivos de transmisión.
- Sistema de Transmisión: Telemida símplex entre el centro y las estaciones pluviométricas; línea telefónica existente entre el centro y la estación de alarma.
- Sistema de Difusión : Se instalarán bajo el MTC cuatro estaciones de control del tráfico con personal.

## (2) Reglamento para Estructura

La mayoría de las porciones susceptibles de daños del camino troncal Ruta No. 2 que atraviesa rios pequeños no está provista de alcantarillas o puentes diseñados para permitir caudales de sedimento pasar. A veces, se construyen casas en o alrededor de cuevas empinadas e inestables que están siempre bajo la amenaza de desprendimientos y deslizamientos con caídas de lluvias fuertes.

Se establecerán estatutos y reglamento para todas las estructuras a construirse en el área de desastre potencial por sedimentos, a saber, cierto código de estructuras para puentes de carretera y alcantarillas a eliminar daños por sedimentos se preparará, y la zonificación y el anuncio público referente a las áreas de desastre potencial por sedimentos se llevarán a cabo para conseguir el desarrollo de la vivienda sin peligro.

La regulación del uso de la tierra se aplicará también a las áreas que tienen una alta posibilidad de desastres por sedimentos. Particularmente, las casas en tales áreas se reubicarán bajo esta regulación.

## Protección para las Ciudades de Mérida y Ejido

### (1) Medidas Aplicables y Su Aplicación

Las medidas aplicables para los desastres por crecidas en las ciudades de Mérida y Ejido son la regulación del uso de la tierra, el sistema de alarma de crecidas y la evacuación de los habitantes. Se propone que estas medidas se empleen como sigue:

#### (a) Regulación del Uso de la Tierra

Un mapa del uso de la tierra para el año 2000 que cubre las ciudades de Mérida y Ejido ha sido preparado por el MINDUR y los municipios. Se han delimitado las áreas a protegerse de la urbanización tales como bosques, áreas de deslizamiento de tierras potencial y áreas fluviales. Sin embargo, aun estas áreas se urbanizan, conduciendo al incremento de los desastres por crecidas. A este respecto, es necesaria la consolidación de la inspección por las agencias interesadas.

#### (b) Sistema de Alarma de Crecidas

Además del sistema de alarma de desastres por sedimentos a lo largo de la carretera nacional Rutas 2 y 7, un sistema de alarma de crecidas debe instalarse para mitigar daños en efectos de casa y prevenir la pérdida de la vida humana. El sistema de alarma consistente en el sistema de observación pluviométrica, sistema de transmisión de datos, sistema de difusión y sistema de alarma se caracteriza como sigue (Referirse a Fig. 6.6-1):

- Se propone que tres estaciones pluviométricas equipadas con los dispositivos de transmisión se instalen como el sistema de observación pluviométrica en los tramos superiores de las Cuencas de los Ríos Albarregas y Portuguesa y de la Qda. Milla.

- Se transmiten los datos por la teledifusión símplex a la Oficina de Zona No. 16 del MARNR.
- Se transmiten los datos al Departamento de Defensa Civil del Ministerio de Relaciones Interiores como el centro de alarma.
- El alarma de crecidas es dada por el centro de alarma a los habitantes por la sirena según la magnitud de la precipitación.

(c) Evacuación de los Habitantes

Ya que el área dañada por crecidas no es tan grande, puede ser posible evitar los daños por crecidas en efectos de casa y la pérdida de la vida humana por medio de la evacuación a lugares más altos contiguos al área de daños por crecidas posibles. A este respecto, se recomienda que el sistema de evacuación en el área dañada por crecidas se establezca, fijando las reglas, ruta y lugar de evacuación.

(2) Organización para Operaciones

Las agencias relacionadas con los susodichos trabajos son como sigue:

- Regulación del Uso de la Tierra : MINDUR y municipios
- Sistema de Alarma de Crecidas : MARNR y Departamento de Defensa Civil
- Evacuación de los Habitantes : Departamento de Defensa Civil

Para efectuar los trabajos, una nueva organización no es necesaria, pero se necesita el aumento del personal de la organización existente.

## CAPITULO 7. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

1. En plan maestro para el Proyecto de Conservación de la Cuenca del Río Chama consistente en el control de sedimentos y crecidas se formuló con su año objetivo fijado en 2020. En el marco del plan maestro, el plan de acción para proyectos urgentes, que se eligió de los componentes del plan maestro, se formuló con miras a la realización rápida con el año objetivo de 2000.

Los resultados del estudio muestran que el plan de acción es técnicamente seguro, financieramente viable y económicamente factible con la tasa de rentabilidad interna (IRR) de 13,2%, y la ejecución del proyecto dará impactos favorables a la sociedad. Por lo tanto, se recomienda fuertemente que el proyecto se promueva hasta la etapa de diseño detallado lo más pronto posible.

Ya que se encuentra difícil ejecutar este plan de acción sólo con el presupuesto asignado actualmente al MARNR, se requiere el fondo especial o un préstamo de la agencia financiera internacional. A este respecto, se recomienda también que el arreglo necesario para buscar el fondo sea emprendido por el gobierno a través del establecimiento de un comité para este propósito.

2. El plan óptimo de medidas no estructurales se propuso en el plan de acción para mitigar desastres hasta cuando se completen las medidas estructurales. Estas medidas no estructurales pueden servir de medidas suplementarias para la prevención de desastres aun después de la terminación de las medidas estructurales propuestas. Ya que las medidas no estructurales pueden introducirse a una menor carga financiera y con un tiempo más corto, se recomienda que se proporcionen en la primera etapa de la ejecución del proyecto.
3. A consecuencia del estudio alternativo para los métodos aplicables, no se propone la repoblación en la cuenca desde el punto de vista económico. En su lugar, se recomienda que se conserven regiones forestales no sólo para prevenir los desastres por sedimentos, sino también para asegurar las condiciones ambientales favorables. A

este respecto, es deseable promover la repoblación en áreas con menos vegetación de la Cuenca del Río Chama mediante un proyecto de conservación ambiental.

4. El caudal de sedimentos de proyecto para la formulación del plan de control de sedimentos se estimó según las fórmulas experimentales usadas generalmente en otros países, puesto que los datos observados sobre el caudal de sedimentos que son necesarios para estudios futuros no son suficientes para determinar la fórmula o coeficiente específico en esta cuenca. A este respecto, es deseable proporcionar una cuenca experimental en las cuencas superiores del Río Nuestra Señora tales como las Qdas. Mucusurú, Mucusás y Mucusós para recoger los datos observados sobre la producción y caudal de sedimentos, junto con los datos hidrológicos.
5. Los datos hidrológicos, por ejemplo, precipitación, nivel del agua, inundación de crecida, etc. son también insuficientes. Por consiguiente, es necesario instalar estaciones hidrológicas y recoger datos para usarlos en la siguiente etapa de análisis y diseño.
6. Actualmente, algunas tierras ribereñas se usan ilegalmente, conduciendo al aumento de los daños por crecidas. Este uso ilegal de la tierra debe disuadirse mediante las inspecciones diarias. A este respecto, la organización para el mantenimiento e inspección debe consolidarse para la ejecución suave del plan de acción y la reducción de daños por crecidas. Además, los programas futuros de uso de la tierra y del desarrollo regional deben definirse, teniendo en cuenta la ubicación de la planicie de inundación que se aclaró por medio del estudio.
7. En caso de que se ejecute el plan de acción, el mejoramiento del río en los tramos inferiores desde El Vigía debe promoverse, confirmando el efecto e influencia de las obras de control de sedimentos en los tramos superiores/medios. Es también importante conocer el efecto e influencia del espigón y revestimiento para la protección del dique.

A este respecto, se recomienda que se lleven a cabo las observaciones periódicas sobre las condiciones fluviales tales como el meandro del curso del río y el elevamiento del lecho del río.

8. Se eligió la mampostería en húmedo mediante el estudio comparativo para la protección de taludes del dique en vista de su fiabilidad. Sin embargo, otros materiales que son menos fiables o menos durables, pero obtenibles en la localidad pueden emplearse en el plan de acción si hubiera restricción de créditos o dificultades en la adquisición de los materiales propuestos para la mampostería en húmedo.

## BIBLIOGRAFIA

### Meteorology and Hydrology

- ULA, "Estudio Integral de las Cuencas de los Ríos Chama y Capazon Sub-Proyecto No. 11, Climatología e Hidrología"
- MARNR, "COPLANARK Hydrogramas Unitarios de Ríos de Venezuela"
- MARNR, " Estudio Hidrologico del Río Chama (Preliminar)"
- MARNR, "Río Mocotíes Estudio Hidrologico"
- MARNR, "Estudio Preliminar de la Problemática de Inundaciones en las Cuencas Situadas entre los Ríos Motatan y Chama"
- ULA, " Investigación de la Variabilidad y Distribución de la Precipitación en Cuenca de los Ríos Chama y Mocotíes", Marzo de 1976
- ULA, "Aplicación Preliminar de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (GUPS) en Una Cuenca Montañosa Tropical (Río Nuestra Señora, Estado Mérida)"
- ULA, "El Paisaje Semiárido de la Cuenca Mérida del Río Chama (Andes Venezolanos)"
- MARNR, Dirección de Hidrología, "Lluvias Extremas de 1, 3, 6, 8, 12 y 24 Horas de 823 Estaciones Escogidas"
- United Nations, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, "Storage Function Model: Proceedings of the Expert Group Meeting on Improvement of Flood Loss Prevention Systems Based on Risk Analysis and Mapping"
- MARNR, "Estimación de la Disponibilidad de Agua Superficial en la Cuenca del Río Chama", Diciembre de 1982"
- MARNR, "Actualización del Estudio Hidrologico de la Zona Sur del Lago de Maracaibo, Estado Zulia, Volumen 1", Noviembre de 1987



### Topography and Geology

- ULA, "Geomorfología del Area de Mucuchies", 1966
- ULA, "Estudio Teomofologico del Valle Medio e Inferior del Río Mucujún", 1971
- ULA, "Características del Valle del Río Chama entre los Araques y los Alrededores de la Confluencia del Mocotíes", 1970
- MTC, "Información General de la Obra Carretera Mérida- Panamericana", 1988
- MTC, "Mapa Geologico de Carretera Mérida - Panamericana (1=5000)

### Sediment and Hydraulic Analysis

- MARNR, "Transporte de Sedimentos y Erosion en la Cuenca Superior del Río Onia" 1971
- MARNR, "Evaluación Producción Sedimentos en Region Occidental Lago de Maracaibo", 1983
- MARNR, "Estudio Sobre el Transporte de Sedimentos en Río Chama con Referencia Especial al Sitio de Presa Mocacay", 1968
- MARNR, "Los Embalses en las Cuencas Andinas y su Impacto Ambiental en los Llanos Occidentales"
- MARNR, "Implementación de un Algoritmo para la Estimación de la Producción de Sedimentos", Agosto de 1987
- MOP, "Transporte de Sedimentos en Ríos de Venezuela", Junio de 1970
- ULA, "El Paisaje Semiarido de la Cuenca Media del Río Chama (Andes Venezolanos)", 1970
- MARNR, "Actualización del Estudio Hidrologico de la Zona Sur del Lago de Maracaibo, Estado Zulia", Nob. de 1987

Sediment and Flood Disaster Prevention Projects

- MARNR, "Proyecto Zona Sur del Lago Maracaibo"
- MARNR, "Problemática de las Inundaciones en la Zona Sur del Lago de Maracaibo, Region Zuliana"
- MARNR, "Desviación del Río Chama hacia el Cauce del Río Mucujepe Control de Crecientes"
- MARNR, "Estudio General de los Ríos Chama y Mucujepe", Febrero 1980
- MARNR, "Hacia un Plan de Ordenación del Territorio Zona Sur del Lago de Maracaibo"
- MARNR, "Tierras Saneadas por Efecto de las Obras de Infraestructura Zona Sur del Lago de Maracaibo"
- CIDIAT, "Estudio de Alternativas para el Control de Crecientes en la Cuenca Baja del Río Chama"
- CIDIAT, "Informe de Inundaciones Significativas Sector Chama-Mucujepe-Capazon"
- MARNR, "Política Objetiva Creación, Organización y Fundaciones"
- MARNR, "Inundaciones Significativas Zona Sur del Lago de Maracaibo", 1982
- MARNR, "Informe de Inundaciones Significativas Sector Chama-Mucujepe-Capazon", 1988
- MARNR, "Hacia Una Solución Integral a la Problemática del Río Chama"
- MARNR, "Proyecto de Control de Torrente Qda. El Barro Zanjón Corral de Piedra Sta. Cruz de Mora - Edo Mérida", Junio de 1987
- MARNR, "Proyecto de Control Torrente Los Granates Cacute Edo Mérida", Dec. de 1981
- MARNR, "Proyecto Yacambu Quihor", Mayo 1977

Ing. Jauregui, "Revisión de Drenaje Transversal Progresia 33+500 de la Carretera Mérida-Panamericana, en Funcion de Transporte de Sedimentos", Sep. de 1986

#### Reforestation and Soil Conservation

ULA, "Florula de la Zona Xerofila Ejido-Estanques del Estado Mérida"

ULA, "Estudios Ecologicos en los Páramos Andinos"

ULA, "Estudios Integral Cuenca del Chama"

ULA, "Introducción al Estudio del Clima del Páramo en las Cuencas Altas del Chama"

ULA, "Establecimiento de Prioridades para el Manejo Conservacionista de las Sub-Cuencas del Alto Chama"

MAC, "Conclusiones Preliminares Sobre Algunas Plantaciones Llevadas Acabo en el Estado Mérida"

MARNR, "Sistemas Ambientales Venezolanos" 1982

#### SOCIOECONOMY

Banco Central de Venezuela, "Anuario de Cuentas Nacionales, 1982-1985"

Banco Central de Venezuela, "Boletin Mensual", Enero de 1989

Banco Central de Venezuela, "Boletin de Indicaciones Semanales", Semana No. 29, 1989

Banco Central de Venezuela, "Anuario de Estadisticas, Precios y Mercado Laboral", 1984, 1986 y 1987

Banco Central de Venezuela, "Anuario de Estadisticas, Sector Financiero", 1987

Banco Interamericano de Desarrollo, "Informe Annual", 1988

Panamericana, Dirección de Obras Especiales Carretera  
Mérida-Panamericana, "Estudio de las Alternativas del Tramo Estanquez  
- Panamerica", 1978

Ofisina de Estudios de Transporte y Urbanismo, "Características del  
Transito Actual y del Influencia de la Carretera, Estudio de Transito  
Carretera Mérida - Panamericana", 1979

Ofisina de Estudios de Transporte y Urbanismo, "Análisis de la Demanda  
de Transito y la Sección Típica, Estudio de Transito Carretera Mérida  
- Panamericana", 1979

OCEI, "Anuario Estadístico de Venezuela", 1987

OCEI, "Proyecciones de Población, 1980-2000"

Grupo Roraima, "A Proposal to the Nation, The Roraima Project", 1985

MARNR, "Sistemas de Tratamiento la Mariposa y Maracay - Taiguagai",  
1988

Corporación de los Andes, "Estadísticas del Estado Mérida", 1984

Banco Central de Venezuela, "Anuario de Estadísticas Internacionales",  
1987

Corporación de los Andes, "Conversion de la Division Politico  
Territorial de los Estados de la Region de los Andes", 1988

OCEI, "Situación Habitacional en Venezuela, 1986"

CORDIPLAN, "VII Plan de Nación 1984-1988, Lineamientos Generales"

Oficina Central de Presupuesto, "Ley de Presupuesto para el Ejercicio  
Fiscal 1988"

Universidad Sur del Lago, "Una Vision Integral y Proposiciones Para Su  
Desarrollo", 1984

**CUADROS**



Cuadro 2.1-1(1/2) REGISTROS DEL DESPRENDIMIENTOS DE LADERA Y COLADA DE DERRUBIOS  
EN CUENCA DEL RIO CHAMA

No.	Location	Type of Failure	Year/ Month/ Date	Scale of Collapse and Debris Flow		Geological Condition
				L*W*D (m)	V(m3)	
1.	Cacute	Slope	1988	(1) 30*15*3	1,350	talus deposit
		failure		(2) 40*15*3	1,800	seems to be still active
		Bank	1988	(1) 80*10*4	3,200	talus deposit
		erosion		(2) 30*2*10	600	damage to road
2.	Tabay	Debris	1988 Sep.	50(?)*2*2	200(?)	talus deposit
		flow		28*6*7	1,176	with boulders of 1 m in max. alluvial deposit damage to road
3.	Mesa de la Virgen	Slope		(1) 150*5*0.5	375	granite
		failure		(2) 50*100*0.8	4,000	seems to de still active
4.	Qda. Los Higueros	Debris flow	1988 Aug.	1,500*8*4	48,000	granite, fan deposit with boulders of 2 m in max
5.	Confluence of R.Chama & R.Nuestra Senora	Slope	1987	(1) 100*100*1.5	15,000	mica schist, quartz schist
		failure		(2) 100*100*1.5	15,000	bedding:N50E/40N, joint:N60E/45S seems to be still active
6.	Qda. Los Limos	Debris flow		1,500*10*1.5	22,500	green schist; damage to bridge with boulders of 2 m in max.
7.	Qda. Maciquai	Debris		(1) 100*4*1.5	600	green schist; damage to bride & road
		flow		(2) 60*4*1.5	360	with boulders of 1.5 to 2 m
8.	Arraquares	Debris flow		30*5*3	450	green schist with boulders of 2 m in max.
9.	Qda. La Jaya	Debris flow		1,000*12*1	12,000	green schist with boulders of 2 m in max.
10.	Qda. El Diablo	Bank erosion		5*10*1	50	sandstone and shale
11.	La Honda	Slope failure	1988	100*20*8	16,000	sandstone damage to road
12.	La Palmita	Slope failure	1989 Jan.6	90*20*5	9,000	sandstone damage to road
13.	La Providencia	Slope failure	1988 Dec.	10*40*1	400	sandstone damage to road
14.	Carabanchel	Debris flow		20*5*2	200	sandstone damage to road
15.	Qda. Romero	Slope failure	1988 Sep.	15*4*1	60	crystalline schist damage to road

Cuadro 2.1-1(2/2) REGISTROS DEL DESPRENDIMIENTOS DE LADERA Y COLADA DE DERRUBIOS  
EN CUENCA DEL RIO CHAMA

No.	Location	Type of Failure	Date	Scale of Collapse and Debris Flow		Geological Condition
				L*W*D (m)	V(m3)	
16.	Qda. Cubalibre	Debris flow	1988	(1) 30*10*1	300	crystalline schist damage to road
			Sep.	(2) 100*8*1	800	
17.	Qda. Tabacal	Debris flow		200*15*2	6,000	crystalline schist damage to road
18.	Qda. Silencio	Debris flow	1988	(1) 150*15*2	4,500	granite damage to road
			Sep.	(2) 50*10*1	500	
19.	Qda. Caciquito	Debris flow		1,000*20*1	20,000	granite damage to road
20.	Qda. Penon II	Debris flow	1988 Sep.	100*9*1	900	granite damage to road & check dams



Cuadro 2.2-1 REGISTROS METEOROLOGICOS MENSUALES

Area/Station	Unit	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave./ Total
<b>Upper Reaches</b>														
	3112 Mucuchies (Alt. 3,100m)													
Temperature	C.Deg.	11.0	11.3	11.6	11.7	11.7	11.4	11.0	11.2	11.3	11.4	11.2	11.1	11.3
<b>Middle Reaches I</b>														
	3047 Merida Aeropuerto (Alt. 1,470m)													
Temperature	C.Deg.	18.0	18.4	19.1	19.2	19.5	19.3	19.1	19.4	19.4	19.0	18.8	18.3	19.0
Relative Humidity	%	78	77	77	81	82	81	79	78	78	82	83	81	79.8
<b>Middle Reaches II</b>														
	3170 San Juan de Lagunillas (Alt. 1,050m)													
Temperature	C.Deg.	22.1	22.4	22.7	22.7	22.3	22.5	22.4	22.8	23.1	22.5	22.4	21.9	22.5
Evaporation	mm	183	176	186	164	160	153	167	170	163	157	161	167	2,007
<b>Middle Reaches III</b>														
	3141 Tovar (Alt. 952m)													
Temperature	C.Deg.	20.9	21.1	21.7	22.1	22.7	22.6	22.4	22.5	22.3	22.0	21.6	20.9	21.9
Relative Humidity	%	77	74	73	75	75	73	69	71	71	74	75	74	73.4
Evaporation	mm	97	90	103	95	109	111	120	127	112	99	93	93	1,249
<b>Lower Reaches</b>														
	3035 El Vigia (Alt. 130m)													
Temperature	C.Deg.	26.6	27.1	27.8	27.8	28.5	28.9	28.1	28.9	28.5	27.9	27.6	26.9	27.9
Evaporation	mm	113	112	130	117	136	130	141	150	148	137	118	109	1,541

Note: The figures of temperature and relative humidity present the daily mean.

Cuadro 2.3-1 RESULTADOS DEL ESTUDIO POR MUESTREO PARA TORRENTES

No.	Name	River				Geology		Sediment Volume (m <sup>2</sup> /section)			Grain Size (cm)	
		C.A. (km <sup>2</sup> )	Slope (Deg.)	Width (m)	Length (m)	Rock	Condition	Ero- ded	Resi- dual	Sum	Max.	Mean
1.	Mucujun	57.90	5.7	30	11,900	Gneiss	Debris Deposits	15	300	315	200	30
2.	Mucuy	71.90	6.5	40	12,800	Gneiss	Debris-flow Deposits	32	316	348	200	30
3.	Desbarran- cadero (Mucuy)	17.60	13.2	50	8,900	Quartz and Sand Schist	Debris-flow Deposits	1,270	500	1,770	300	30
4.	N. Senora I	266.20	0.94	17	40,000	Meta-black Shale	Debris Deposits	14	20	34	150	40
5.	Mucusuru I (N. Senora)	60.60	3.7	24	14,000	Meta-black Shale	Debris Deposits	8	40	48	100	30
6.	Mucusuru II (N. Senora)	91.00	3.7	15	14,200	Meta-black Shale	Debris Deposits	11	19	30	200	40
7.	N. Senora II	604.50	2.0	50	49,300	Sand Schist	Debris Deposits	4	56	60	100	30
8.	Gonzalez II	90.30	7.0	15	24,500	Sandstone	Terrace Deposits	15	300	315	100	20
9.	Gonzalez I	108.50	3.0	5	31,500	Sandstone Shale	Debris Deposits	25	450	475	300	50
10.	Tabacal (Mocoties)	2.55	6.0	4	2,250	Sandstone	Debris-flow Deposits	12	8	20	30	10
11.	Casiguito (Mocoties)	4.20	10.0	10	3,150	Sandstone	Debris-flow Deposits	10	10	20	50	10

Cuadro 2.3-2 RESULTADOS DEL ESTUDIO POR MUESTREO PARA DESLIZAMIENTO EN MASA

No.	Location of Sampling Pt.	Slope (Deg.)	Depth of Top Soil (m)	Geology	Vegetation	Mass Wasting (m)			Sediment Volume (m <sup>3</sup> )		
						Type	Depth	Length	Total	Residual	Expanded
1.	Qd. Portuguesa	35	1.0	Granite sand stone	High forest Dense	Slide	38	300	28,500	10,000	25,000
2.	S. Onofre (Chama R.)	35	0.2	Debris deposits	Bare land	Debris flow	50	200	8,400	4,000	20,000
3.	Higuerones (Chama R.)	45	0.2	Debris deposits	Low forest Sparse	Debris flow	12	500	50,000	24,000	26,000
4.	Rio Negro (Chama R.)	50	0.2	Debris deposits	Glass land Sparse	Glide	40	200	400,000	4,000	25,000
5.	Gonzalez (Chama R.)	20	0.2	Debris deposits	Bare land	Debris flow	40	400	48,000	36,000	54,000
6.	Qd. Agua Caliente (Gonzalez R.)	25	1.0	Granite Sand stone	High forest Dense	Slide Glide	90	20	4,500	900	2,500
7.	Pte. Real (Chama R.)	40	0.2	Debris deposits	Glassland Sparse	Glide	40	50	20,000	5,000	5,000
8.	Pte. Viejo (Chama R.)	35	0.2	Debris deposits	Glassland Sparse	Debris flow	40	200	319,500	21,300	290,000
9.	Pte. Chama 3 (Chama R.)	50	0.2	Debris deposits	Glassland Sparse	Glide	5	300	150,000	1,500	10,000
10.	El Guano (Sucia R.)	15	0.3	Meta-black shale	High forest Dense	Slide	8	300	144,000	100,000	100,000
11.	Qd. Delicious (Sucia R.)	20	0.2	Meta-black shale	High forest Dense	Slide	20	500	750,000	370,000	200,000

Cuadro 2.5-1 DESASTRES PASADOS EN CUENCA DEL RIO CHAMA

No .	Place	River	Date	Cause	Situation of Disaster
1.	Cacute	Chama	1988	Land Failure & Bank Erosion Debris Flow	1-day interception of Route 7
2.	Tabay	Qd.La Pueblo	1979	Debris	1 week interception of Route 7; Destruction of 1 gas station, 4 houses and graveyard;
3.	Ivega Farm	Chama	1988	Flood	2 day inundation of 15 ha farm; 2 day interception of domestic water and electricity; 0.5 m inundation of 15 houses.
4.	Capilla del Carmen	Chama	1987 & 88	Slope Failure	3 hours interception of Route 7
5.	Andres Eloy Milla	Chama	1975	Flood	0.5 m inundation of 5 houses
6.	El Rincon	El Rincon	1987 & 88	Flood	1 m inundation of 5 houses
7.	San Jacinto	Qd La Fria	1987 & 88	Flood	0.5 m inundation of 3 houses
8.	La Pedre- gosa	Qd La Resbalosa		Flood	0.5 m inundation of 10 houses 1 day inundation of 3 ha farm 3 houses interception of electricity
9.	Urbanizacion Carabobo	La Gavidia	1987 & 88	Flood	1.3 m inundation of houses
10.	Ejido	Portuguesa	1988	Flood	0.3 m inundation of 1 houses and 1 gas station
11.	San Onofre	Chama	1987	Slope Failure	1 day interception of Route 7; 1 hour interception of electri- city; Destruction of 2 houses.
12.	Rio Negro	Chama	1988	Bank Erosion	Half day interception of Route 7
13.	La Gonzalez	Chama	1988	Slope Failure	Half day interception of Route 7
14.	Chichy	Chama	1988	Flood	One day inundation of 4 ha farm 0.5 m inundation of 2 houses
15.	La Honda	Chama	1987 & 88	Slope Failure	Mud inundation of 12 ha pasture 3 hours interception of Route 2
16.	La Provi- dencia	Chama	1988	Slope Failure	2 to 3 hours interception of Route 2
17.	Carabanchel	Chama	1988	Slope Failure	2 to 3 hours interception of Route 7
18.	Qd. Romero	Mocoties	1988	Slope Failure	2 to 3 hours interception of Route 7
19.	Tabacal	Qd.Cubalibre	1988	Debris Flow	2 to 3 hours interception of Route 7
20.	Tabacal		1988	Debris Flow	2 to 3 hours interception of Route 7
21.	Balero	Qd.Silencio	1988	Debris Flow	2 to 3 hours interception of Route 7
22.	Tovar	Penon II	1988	Debris Flow	2 to 3 hours interception of Route 7

Cuadro 2.5-2 OBRAS DE PREVENCIÓN DE DESASTRES POR SEDIMENTOS (1984-1988)

No.	Work Item	Work Volume	Total Cost (Bs)	Location
1.	Sediment Control Works -Check Dam -Groundsill	470 ha	5,243,840	Manon Romero, Granates, Barro, Chorro
2.	Retaining Works -Retaining Wall -Embankment	3.95 km	11,779,544	Albarregas, Milla, Resbalosa
3.	Channeling Works -Excavation -Embankment	---	4,590,000	Mocoties, La Sucia
4.	Reforestation and Maintenance	10 ha	150,000	San Juan De Lagunillas
5.	Tree Nursery	---	---	---
6.	Soil Conservation	---	---	---
<b>Total</b>			<b>21,763,384</b>	

Cuadro 2.7-1 INDICES ECONOMICOS PRINCIPALES DEL SEPTIMO  
PLAN NACIONAL DE DESARROLLO

I T E M	1984	1985	1986	1987	1988
1. Annual Growth Rate of GDP (%) *	-1.5	4.3	5.3	4.4	4.0
2. Unemployment Ratio (%)	14.5	12.3	10.8	9.9	9.3
3. Increase Rate of Living Cost (%)	15.0	13.0	12.0	11.0	10.0
4. Operating Reserve (thousand million US\$)	3.5	2.5	1.9	2.1	2.7
5. Foreign Exchange Reserve (thousand million US\$)	12.2	11.4	12.2	12.4	13.0
6. Public Debts (thousand million US\$)	26.0	24.5	24.0	23.2	22.3

NOTE \*: Excluding the sector of Central Government.

SOURCE: VII PLAN DE LA NACION, 1984-1988

Cuadro 2.7-2 CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS DE CUENCA  
DE LOS RIOS CHAMA - MOCOTIES

COVERAGE	AREA (km <sup>2</sup> )	POPULATION (Thousand)			ANNUAL GROWTH RATE	POPULATION DENSITY IN 1988
		1981	1984	1988		
1. Venezuela	921,050	15,484.7	16,851.2	18,757.4	2.8%	20
2. Merida State	11,300	498.0	538.6	594.4	2.6%	53
3. Upper & Middle Reaches (Merida State)	4,480 *	366.1	401.5	451.2	3.0%	101
- Alberto Adriani Dist.	561	50.1	57.1	67.5	4.4%	120
- Pinto Salinas Dist.	392	18.8	19.6	20.6	1.3%	53
- Campo Elias Dist.	798	40.3	42.1	44.4	1.4%	56
- Libertador Dist.	1,086 *	176.7	198.0	228.1	3.7%	210
- Miranda Dist.	381 *	18.7	19.9	21.6	2.1%	57
- Rangel Dist.	837	19.8	20.8	22.0	1.5%	26
- Rivas Davila Dist.	137 *	9.0	9.5	10.2	1.8%	74
- Tovar Dist.	288	32.7	34.5	36.8	1.7%	128
4. Lower Reaches (Zulia State)						
- Urbarre Municipality	965	18.6	19.5	20.8	1.6%	22

NOTE \*: Total areas of the municipalities in which the Chama-Mocoties River basin is located.  
SOURCE: "Proyecciones de Poblacion, 1980-2000", OCEI  
"Conversion de la Division Politico Territorial de los Estados de la Region de Los Andes", CORPOANDES

Cuadro 2.7-3 PRODUCTO BRUTO REGIONAL DEL ESTADO DE MERIDA Y DISTRIBUCION POR SECTOR

Unit: million Bs. at 1963 constant price

SECTOR/ACTIVITIES	1970	(%)	1973	(%)	1976	(%)	1979	(%)	Annual Growth
1. PRIMARY SECTOR	113.1	18.6%	102.3	16.8%	105.4	14.5%	121.2	12.3%	0.8%
- Agriculture	112.7	18.6%	101.7	16.7%	104.7	14.4%	118.3	12.0%	0.5%
- Mining	0.5	0.1%	0.6	0.1%	0.8	0.1%	2.9	0.3%	21.6%
2. SECONDARY SECTOR	128.1	21.1%	178.2	29.3%	199.8	27.4%	301.4	30.5%	10.0%
- Manufacturing	55.4	9.1%	69.7	11.5%	84.4	11.6%	107.3	10.9%	7.6%
- Construction	64.7	10.7%	104.0	17.1%	84.1	11.5%	147.7	15.0%	9.6%
- Electricity & Water Supply	8.0	1.3%	4.4	0.7%	31.2	4.3%	46.4	4.7%	21.6%
3. TERTIARY	365.9	60.3%	327.9	53.9%	424.2	58.2%	565.3	57.2%	5.0%
- Commerce	78.6	12.9%	76.7	12.6%	82.3	11.3%	122.0	12.3%	5.0%
- Transport & Communication	45.2	7.4%	61.0	10.0%	80.8	11.1%	145.0	14.7%	13.8%
- Services	242.1	39.9%	190.2	31.3%	261.1	35.8%	298.2	30.2%	2.3%
T O T A L	607.1	100.0%	608.4	100.0%	729.4	100.0%	987.9	100.0%	5.6%

NOTE: Figures may not add up to totals due to rounding.

SOURCE: CORPOANDES, "Estadísticas del Edo. Merida", 1984



Cuadro 2.7-4 PRODUCTOS AGRICOLAS Y SU DISTRIBUCION EN ESTADO MERIDA, ZULIA Y TACHIRA

Agricultural Products	National Production (TM)	* States' Production (TM)	Contribution to the National (%)	Distribution Volume (TM)	Distribution Ratio (%)
Vegetables	114,610	21,200	18.5	15,703	74.1
Tubers	596,230	26,100	4.4	14,571	55.8
Fruits					
- Plantain	448,570	208,100	46.4	180,000	86.5
- Bananas	1,003,980	153,100	15.2	5,856	3.8
- Other Fruits	---	32,000	---	25,000	78.1

NOTE \*: Including the states of Merida, Zulia and Tachira.  
SOURCE: CORPOANDES

Cuadro 2.7-5 RELACION DE DISTRIBUCION DE PRODUCTOS AGRICOLAS POR REGION

Region	Unit: %				
	Plantain	Banana	Other Fruits	Vegetables	Tubers
Maracaibo	20	14	9	3	---
Caracas	29	28	16	2	32
Centro	17	10	20	23	4
Barquisimeto	9	40	9	5	24
Oriente	10	1	---	---	---
Region los Andes	15	7	46	67	40
T o t a l	100	100	100	100	100

Source: CORPOANDES

Cuadro 2.7-6 TASA DE ALZA GRADUAL INTERANUAL DE PRECIOS  
EN CIUDADES PRINCIPALES

Unit: %

MAJOR CITIES	INTERANNUAL PRICE ESCALATION RATES				AVERAGE
	1983-1984	1984-1985	1985-1986	1986-1987	
METRO CARACAS AREA	---	11.4	11.6	28.1	16.8
BARINAS	15.6	14.1	11.3	35.2	19.7
BARQUISIMETO	10.3	10.8	11.0	21.3	14.3
COIDAD GIAUAMA	---	12.1	10.6	36.9	19.3
MARACAIBO	13.9	15.2	11.4	21.1	15.8
MERIDA	12.7	15.4	11.9	25.9	17.6
PUERTO LA CRUZ-BARCELONA	12.4	14.3	11.5	25.0	16.8
SAN CRISTOBAL	12.6	12.7	12.7	27.1	17.3
VALENCIA	12.8	13.2	11.8	26.9	17.1
VALERA	14.8	14.9	12.3	26.5	17.7
AVERAGE	13.1	13.4	11.6	27.4	17.2

SOURCE : ANUARIO ESTADISTICO DE VENEZUELA 1987, OCEI

Cuadro 2.7-7 USO DE TIERRA EN ESTADO DE MERIDA EN 1983

C A T E G O R Y	Area*(ha)	Ratio(%)
1. Agriculture & Cattle Raising	264,663	24.4%
- Vegetal Agriculture	47,443	4.4%
- Cultivated & Natural Pasture	145,898	13.4%
- Agriculture & Livestock Raising (for the residents living)	71,322	6.6%
2. Natural Vegetation (including forests & bleak plains)	812,697	74.8%
3. Urban & Industrial	7,859	0.7%
4. Infrastructure	1,033	0.1%
<b>T O T A L</b>	<b>1,086,252</b>	<b>100.0%</b>

Note \*: The total area does not include 43,748 ha of rivers, lakes, etc.  
 Source: Comision de Ordenacion del Territorio "Plan de Ordenacion del Territorio del Estado Merida", 1988.

Cuadro 2.7-8 ASIGNACION MONETARIA DE PRESUPUESTO NACIONAL, 1984-1988

Unit: thousand million Bs. at current price

BRANCH/MINISTRY	1984	1985	1986	1987	1988	ANNUAL GROWTH
1. EXECUTIVE	75.74	101.59	120.68	156.17	180.75	24.3%
Presidential Secretary Office	1.08	1.01	1.67	1.81	3.1	30.2%
Interior Relations	11.56	16.13	18.45	21.31	26.3	22.8%
Exterior Relations	0.46	0.76	0.74	1.33	1.63	37.2%
Finance	24.67	41.17	42.56	59.9	56.21	22.9%
Defense	4.95	6.08	6.61	8.72	12.31	25.6%
Promotion	0.22	0.17	1.08	3.29	2.63	85.0%
Education	14.01	15.71	16.86	19.85	28.08	19.0%
Sanitary & Social Assistance	4.72	5.24	6.47	8.99	12.64	27.9%
Agriculture & Animal Husbandry	3.44	3.01	5.35	7.19	7.75	22.5%
Labor	0.14	0.87	0.87	1.2	1.65	85.3%
Transport & Communications	3.89	4.22	8.42	8.76	10.99	29.6%
Justice	0.71	0.76	0.83	1.12	1.49	20.4%
Energy & Mining	0.16	0.2	0.21	0.27	0.34	20.7%
Environment & Natural Resources Conservation	1.83	1.89	4.35	4.6	6.35	36.5%
Urban Development	2.85	3.27	5.45	6.86	9.2	34.0%
Information & Tourism	0.15	0.22	---	---	---	---
Juvenile	0.9	0.88	0.76	0.97	0.08	-45.4%
2. LEGISLATIVE	0.66	0.55	0.66	0.79	1.54	23.6%
3. JUDICIAL	0.65	0.71	0.94	1.06	2.83	44.5%
<b>T O T A L</b>	<b>77.04</b>	<b>102.84</b>	<b>122.28</b>	<b>158.02</b>	<b>185.12</b>	<b>24.5%</b>

NOTE: Figures may not add up to totals due to rounding.  
SOURCE: National Budgetary Office

Cuadro 2.7-9 ASIGNACION PORCENTUAL DE PRESUPUESTO NACIONAL, 1984-1988

BRANCH/MINISTRY	1984	1985	1986	1987	1988	ANNUAL GROWTH
1. EXECUTIVE	98.31%	98.78%	98.69%	98.83%	97.64%	98.45%
Presidential Secretary Office	1.40%	0.98%	1.37%	1.15%	1.67%	1.31%
Interior Relations	15.01%	15.68%	15.09%	13.49%	14.21%	14.69%
Exterior Relations	0.60%	0.74%	0.61%	0.84%	0.88%	0.73%
Finance	32.02%	40.03%	34.81%	37.91%	30.36%	35.03%
Defense	6.43%	5.91%	5.41%	5.52%	6.65%	5.98%
Promotion	0.29%	0.17%	0.88%	2.08%	1.42%	0.97%
Education	18.19%	15.28%	13.79%	12.56%	15.17%	15.00%
Sanitary & Social Assistance	6.13%	5.10%	5.29%	5.69%	6.83%	5.81%
Agriculture & Animal Husbandry	4.47%	2.93%	4.38%	4.55%	4.19%	4.10%
Labor	0.18%	0.85%	0.71%	0.76%	0.89%	0.68%
Transport & Communications	5.05%	4.10%	6.89%	5.54%	5.94%	5.50%
Justice	0.92%	0.74%	0.68%	0.71%	0.80%	0.77%
Energy & Mining	0.21%	0.19%	0.17%	0.17%	0.18%	0.19%
Environment & Natural Resources Conservation	2.38%	1.84%	3.56%	2.91%	3.43%	2.82%
Urban Development	3.70%	3.18%	4.46%	4.34%	4.97%	4.13%
Information & Tourism	0.19%	0.21%	---	---	---	---
Juvenile	1.17%	0.86%	0.62%	0.61%	0.04%	0.66%
2. LEGISLATIVE	0.86%	0.53%	0.54%	0.50%	0.83%	0.65%
3. JUDICIAL	0.84%	0.69%	0.77%	0.67%	1.53%	0.90%
<b>T O T A L</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>

NOTE: Figures may not add up to totals due to rounding.

SOURCE: National Budgetary Office

Cuadro 2.7-10 DESEMBOLSOS PRESUPUESTARIOS NACIONALES E INVERSIÓN PÚBLICA DEL MARNR

I T E M	UNIT	1984	1985	1986	1987	1988	AVERAGE
1. Gross Domestic Product (GDP)	million Bs.	409,487	464,620	493,765	719,423	---	521,824
- Real Growth Rate	%	---	1.8	-4.7	13.8	---	3.3
2. National Budget	million Bs.	77,041	102,844	122,283	158,018	185,122	129,062
- Proportion to GDP	%	18.8	22.1	24.8	22.0	---	21.9
3. Budget of MARNR		1,835	1,894	4,353	4,596	6,350	3,806
- Public Investment	million Bs.	313	320	1,014	803	1,237	737
- Population of the Nation	thousand persons	16,851	17,317	17,791	18,272	18,757	17,798
- Per Capita Investment	Bs.	19	18	57	44	66	41
3.1 Zone 16 Office							
- Public Investment	million Bs.	10	12	9	22	31	17
- Population of Merida State	thousand persons	539	552	566	580	594	566
- Per Capita Investment	Bs.	19	22	16	38	52	29
3.2 Office for the South Region of Maracaibo Lake							
- Public Investment	million Bs.	4	73	75	72	63	57
- Population of the Region	thousand persons	145	147	148	150	151	148
- Per Capita Investment	Bs.	28	497	507	480	417	386

SOURCE: Central Budgetary Office, OCEI, MARNR, Zone 16 Office and Office for the South Region of Maracaibo Lake of MARNR

Cuadro 3.1-1 RESUMEN DE CONSTANTES DEL MODELO DE FUNCION DE ALMACENAMIENTO  
PARA TRAMOS SUPERIORES/MEDIOS

No. Sub-Basin	A (km <sup>2</sup> )	L (km)	h (m)	1/i	K	p	Tl (hr)	f
1. Upper Mucuruba	365.0	3.33	2,160	15.4	11.0	0.333	1.01	0.60
2. Chama Mucuruba-Merida	134.2	9.5	2,240	4.2	16.3	0.245	0	0.60
3. La Mucuy	102.4	18.0	2,400	7.5	13.7	0.281	0.29	0.60
4. Mucujun	205.7	30.3	3,040	10.0	12.5	0.301	0.86	0.60
5. Tabay-La Penta Left Bank	192.7	12.0	2,960	4.1	16.4	0.244	0	0.60
6. Albarregas	130.0	28.0	3,200	8.8	13.0	0.292	0.76	0.60
7. Chama Lower Ejido	98.0	12.0	2,720	4.4	16.0	0.248	0	0.61
8. Upper Nuestra Senora	304.8	32.0	3,280	9.8	12.6	0.299	1.88	0.60
		(52.0)						
9. Lower Nuestra Senora	338.0	28.0	3,200	8.8	13.0	0.292	0.76	0.61
10. Las Gonzales	118.6	30.5	3,200	9.5	12.7	0.297	0.87	0.61
11. La Sucia	63.2	15.5	2,000	7.8	13.5	0.284	0.17	0.61
12. Upper Laguillas Left Bank	58.8	8.8	2,040	4.3	16.1	0.247	0	0.65
13. Vizcanina	136.6	23.8	2,760	8.6	13.1	0.290	0.56	0.61
14. Laguillas-Chiguara Right Bank	191.5	15.0	1,760	8.5	13.2	0.289	0.15	0.68
15. Lower Laguillas Left Bank	45.4	10.5	2,200	4.8	15.6	0.253	0	0.67
16. San Pablo	270.7	25.5	2,640	9.7	12.6	0.298	0.64	0.61
17. Santo Domingo	74.7	16.3	2,120	7.7	13.6	0.283	0.21	0.62
18. Upper Mocoties	241.0	25.0	2,640	9.5	12.7	0.297	0.62	0.60
19. Lower Mocoties	173.5	8.8	2,800	3.1	17.8	0.228	0	0.60
20. Mejias	119.9	19.3	3,040	6.3	14.4	0.270	0.35	0.60
21. Upstream of El Vigia	152.3	13.0	1,800	7.2	13.8	0.278	0.05	0.60
<b>Total</b>	<b>3,517.0</b>							

River Channel	K	p	Tl	Tlz
A Upper Chama	0	0.5	0	0.56
B Middle Chama I	0	0.5	0	0.69
C Middle Chama II	36.4	0.6	0.189	0.83
D Mocoties	0	0.5	0	0.82

Cuadro 3.1-2 CAUDAL DIARIO MEDIO MENSUAL POR SUBCUENCA

(Unit: m3/s)

Sub-basin	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
BASIN- 1	2.1	1.2	1.4	7.8	13.0	8.5	4.6	5.9	10.4	15.4	15.8	7.3	7.8
BASIN- 2	0.8	0.4	0.5	2.9	4.8	3.1	1.7	2.2	3.8	5.7	5.8	2.7	2.9
BASIN- 3	0.6	0.3	0.4	2.2	3.7	2.4	1.3	1.7	2.9	4.3	4.4	2.1	2.2
BASIN- 4	1.2	0.7	0.8	4.4	7.3	4.8	2.6	3.3	5.8	8.7	8.9	4.1	4.4
BASIN- 5	1.1	0.6	0.7	4.1	6.9	4.5	2.4	3.1	5.5	8.1	8.3	3.9	4.1
BASIN- 6	0.7	0.4	0.5	2.8	4.6	3.0	1.6	2.1	3.7	5.5	5.6	2.6	2.8
BASIN- 7	0.6	0.3	0.4	2.1	3.5	2.3	1.2	1.6	2.8	4.1	4.2	2.0	2.1
BASIN- 8	1.0	0.6	0.6	3.6	6.0	3.9	2.1	2.7	4.8	7.1	7.3	3.4	3.6
BASIN- 9	1.1	0.6	0.7	4.0	6.6	4.3	2.4	3.0	5.3	7.9	8.0	3.7	4.0
BASIN-10	0.7	0.4	0.5	2.5	4.2	2.8	1.5	1.9	3.4	5.0	5.1	2.4	2.5
BASIN-11	0.4	0.2	0.2	1.4	2.3	1.5	0.8	1.0	1.8	2.7	2.7	1.3	1.4
BASIN-12	0.2	0.1	0.1	0.7	1.2	0.8	0.4	0.5	0.9	1.4	1.4	0.6	0.7
BASIN-13	0.4	0.2	0.3	1.6	2.7	1.8	1.0	1.2	2.1	3.2	3.2	1.5	1.6
BASIN-14	0.6	0.3	0.4	2.3	3.8	2.5	1.3	1.7	3.0	4.4	4.6	2.1	2.3
BASIN-15	0.1	0.1	0.1	0.5	0.9	0.6	0.3	0.4	0.7	1.1	1.1	0.5	0.5
BASIN-16	2.6	1.5	1.5	6.0	9.7	6.6	3.8	4.6	7.7	11.2	11.9	6.2	6.1
BASIN-17	0.7	0.4	0.4	1.6	2.7	1.8	1.0	1.3	2.1	3.1	3.3	1.7	1.7
BASIN-18	2.3	1.4	1.4	5.3	8.6	5.9	3.4	4.1	6.8	10.0	10.6	5.5	5.4
BASIN-19	1.7	1.0	1.0	3.8	6.2	4.2	2.4	2.9	4.9	7.2	7.6	3.9	3.9
BASIN-20	1.2	0.7	0.7	2.6	4.3	2.9	1.7	2.0	3.4	5.0	5.3	2.7	2.7
BASIN-21	1.5	0.9	0.9	3.4	5.5	3.7	2.1	2.6	4.3	6.3	6.7	3.5	3.4
Total	21.6	12.3	13.5	65.6	108.5	71.9	39.6	49.8	86.1	127.4	131.8	63.7	66.1



Cuadro 3.2-1 PRODUCCION ANUAL DE SEDIMENTOS

Year	Rainfall (mm)		Sediment Production (1000 m3)		
	Annual Total	Maximum Daily	Annual Total *	Coarse Material	Maximum Daily
1967	1,129.7	17.1	25,282	5,596	772
1968	1,246.6	21.4	40,026	8,611	1,540
1969	1,432.4	31.6	69,372	14,579	2,674
1970	1,165.4	8.7	21,408	4,826	572
1971	1,327.8	22.5	24,650	5,434	1,135
1972	1,172.5	19.4	27,690	6,094	889
1973	1,165.0	19.1	21,037	4,707	650
1974	1,125.6	16.2	11,554	2,642	510
1975	1,287.7	11.1	17,267	3,849	782
1976	1,124.0	24.3	21,768	4,722	1,202
1977	923.6	22.7	17,901	3,932	1,074
1978	1,208.7	16.8	14,379	3,256	491
1979	1,337.7	10.6	34,734	7,782	957
1980	875.4	10.8	11,525	2,599	491
1981	1,436.9	17.7	47,366	10,036	1,339
1982	1,184.4	19.6	19,238	4,248	582
1983	986.4	14.8	19,962	4,403	721
1984	1,082.2	8.0	32,097	2,713	680
1985	1,227.8	10.5	16,442	3,703	656
1986	1,159.1	16.4	14,004	3,178	451
1987	941.8	26.5	28,985	3,174	1,446
Total	24,540.7	---	536,687	110,084	---
Maximum	1,436.9	31.6	69,372	14,579	2,674
Average	1,168.6	17.4	25,557	5,242	934

Note \*: Including fine and coarse materials.

Cuadro 3.2-2 CONSTANTES PARA CURVA DE CAUDALES DE MATERIALES  
TRANSPORTADOS DEL LECHO DEL RIO POR PUNTO DE BASE

Base Point	Constants		Base Point	Constants	
	A	B		A	B
BP-1	1,395	1.05	BP-18	2,829	0.96
BP-2	2,113	1.01	BP-19	2,878	0.88
BP-3	1,315	1.01	BP-20	575	1.00
BP-4	2,113	1.01	BP-21	559	1.13
BP-5	1,304	0.99	BP-22	2,878	0.88
BP-6	845	1.06	BP-23	2,878	0.88
BP-7	2,113	1.01	BP-24	746	0.96
BP-8	674	1.07	BP-25	844	1.00
BP-9	497	1.03	BP-26	1,277	0.97
BP-10	1,232	0.98	BP-27	714	1.01
BP-11	2,905	0.90	BP-28	169	1.07
BP-12	1,640	0.99	BP-29	2,961	0.90
BP-13	1,128	1.05	BP-30	501	1.00
BP-14	662	1.01	BP-31	224	1.04
BP-15	559	1.13	BP-32	1,243	1.07
BP-16	559	1.13	BP-33	379	1.01
BP-17	575	1.00			

Note:  $Q_s = A \cdot Q^B$

where;  $Q_s$  : Sediment discharge (m<sup>3</sup>/day)  
 $Q$  : Water discharge (m<sup>3</sup>/s)

Cuadro 3.2-3 FUERZA TRACTORA CRITICA CAUDAL CRITICO EN PUNTO DE BASE

Base Point	dm (mm)	U*c (cm/s)	hc (m)	n	I	Qc (m <sup>3</sup> /s)
BP-1	210	41	0.26	0.04	1/15	11.6
BP-2	200	40	0.17	0.04	1/10	4.2
BP-3	150	35	0.25	0.04	1/20	7.6
BP-4	300	49	0.25	0.04	1/10	15.2
BP-5	130	32	0.27	0.04	1/25	7.9
BP-6	190	39	0.39	0.04	1/25	26.9
BP-7	200	40	0.17	0.04	1/10	4.2
BP-8	190	39	0.47	0.04	1/30	41.8
BP-9	120	31	0.50	0.04	1/50	30.9
BP-10	200	40	0.50	0.04	1/30	51.4
BP-11	200	40	0.17	0.04	1/10	4.2
BP-12	140	34	0.24	0.04	1/20	6.6
BP-13	190	39	0.31	0.04	1/20	15.6
BP-14	110	30	0.45	0.04	1/50	21.7
BP-15	230	43	0.47	0.04	1/25	50.2
BP-16	200	40	0.41	0.04	1/25	31.8
BP-17	90	27	0.59	0.04	1/66	3.9
BP-18	200	40	0.13	0.04	1/8	2.1
BP-19	200	40	0.08	0.04	1/5	0.7
BP-20	84	26	0.69	0.04	1/66	3.9
BP-21	200	40	0.41	0.04	1/25	31.8
BP-22	230	43	0.10	0.04	1/5	1.5
BP-23	230	43	0.10	0.04	1/5	1.5
BP-24	40	18	0.33	0.04	1/66	3.9
BP-25	150	35	0.43	0.04	1/44	26.6
BP-26	120	31	0.30	0.04	1/30	9.3
BP-27	100	28	0.41	0.04	1/50	15.9
BP-28	130	32	0.64	0.04	1/150	58.7
BP-29	130	32	0.11	0.04	1/10	1.0
BP-30	100	28	0.83	0.04	1/100	83.9
BP-31	25	14	0.31	0.04	1/80	2.1
BP-32	120	31	0.15	0.04	1/150	1.8
BP-33	25	14	0.31	0.04	1/100	2.1

Note; dm : Mean diameter of armor coat materials  
U\*c: Critical tractive force  
hc : Critical water depth  
n : Manning's roughness coefficient of riverbed  
I : Riverbed slope  
Qc : Critical discharge

Cuadro 3.2-4 CAUDAL Y BALANCE DE SEDIMENTOS ANUALES

(Unit: 1000m3)

Year	Inflow	Outflow	Balance	River Runoff
1967	5,596	7,846	-2,250	1,712,405
1968	8,611	13,938	-5,327	3,021,149
1969	14,579	13,558	1,021	2,939,155
1970	4,826	13,331	-8,505	2,891,851
1971	5,434	8,606	-3,172	1,879,546
1972	6,094	7,237	-1,143	1,576,800
1973	4,707	7,117	-2,410	1,551,571
1974	2,642	6,267	-3,625	1,368,662
1975	3,849	8,462	-4,613	1,844,856
<b>Total</b>	<b>56,338</b>	<b>86,362</b>	<b>-30,024</b>	<b>18,785,995</b>
<b>Average</b>	<b>6,260</b>	<b>9,596</b>	<b>-3,336</b>	<b>2,087,333</b>

Cuadro 3.3-1(1/2) RESULTADOS DEL CALCULO DE INUNDACION DE CRECIDA  
(CONDICIONES ACTUALES)

DAY	STRETCH 1			STRETCH 2			STRETCH 3			STRETCH 4			STRETCH 5		
	Q. (m3/s)	I.D. (cm)	F.D. (hr)	Q. (m3/s)	I.D. (cm)	F.D. (hr)	Q. (m3/s)	I.D. (cm)	F.D. (hr)	Q. (m3/s)	I.D. (cm)	F.D. (hr)	Q. (m3/s)	I.D. (cm)	F.D. (hr)
(2-yr. return peirod)															
1st	---	0	0	---	0	0	---	0	0	210	8	1	149	5	16
2nd	---	0	0	---	0	0	---	0	0	210	10	5	152	5	24
3rd	682	20	5	394	7	18	370	11	19	359	14	20	330	23	24
4th	723	23	6	412	8	19	395	12	22	379	14	24	354	25	24
5th	682	20	5	395	7	18	372	11	19	364	14	20	333	24	24
6th	---	0	0	---	0	0	---	0	0	215	10	5	160	6	24
7th	---	0	0	---	0	0	---	0	0	211	8	1	151	5	20
(5-yr. return peirod)															
1st	310	2	1	230	4	1	220	5	2	215	8	2	202	10	16
2nd	311	2	3	231	5	6	222	8	10	217	10	10	209	11	24
3rd	851	32	7	470	10	19	450	15	18	424	16	16	388	29	24
4th	1,170	47	8	622	12	20	583	16	22	552	20	24	504	40	24
5th	851	32	7	470	10	19	451	15	20	430	16	24	406	31	24
6th	311	2	3	231	5	6	222	8	11	210	11	20	222	12	24
7th	310	2	1	230	4	1	220	5	2	210	8	2	209	11	24
(10-yr. return peirod)															
1st	445	5	2	292	8	2	281	8	3	270	10	3	249	15	16
2nd	448	7	7	295	10	10	282	11	14	273	12	17	260	16	24
3rd	969	40	8	524	12	19	495	14	21	470	16	23	430	33	24
4th	1,443	74	9	762	15	20	704	20	22	660	25	24	598	43	24
5th	969	40	8	524	12	19	495	16	22	476	20	24	449	35	24
6th	448	7	7	295	10	10	290	13	17	366	16	24	271	17	24
7th	445	5	2	292	8	2	288	8	3	362	10	3	261	16	24
(30-yr. return peirod)															
1st	668	15	3	387	8	3	330	10	5	311	11	4	302	22	16
2nd	668	20	13	387	10	19	361	13	22	358	16	24	337	24	24
3rd	1,182	55	14	629	15	20	580	18	22	556	20	24	504	40	24
4th	1,845	80	17	980	20	24	893	26	24	831	32	24	742	46	24
5th	1,182	55	14	629	15	20	580	18	22	561	20	24	526	41	24
6th	668	20	13	390	10	19	360	13	22	350	16	24	346	25	24
7th	667	15	3	387	8	3	328	10	5	305	11	4	296	25	24
(50-yr. return peirod)															
1st	780	8	3	415	8	4	350	10	8	340	14	15	333	24	16
2nd	781	10	13	418	10	19	401	13	22	385	16	24	358	26	24
3rd	1,288	59	14	678	16	20	632	19	22	595	22	24	540	41	24
4th	2,012	101	17	1,061	25	24	970	31	24	901	36	24	802	48	24
5th	1,288	59	16	678	16	23	630	19	24	601	22	24	563	42	24
6th	781	10	14	441	10	20	410	15	22	388	20	24	386	29	24
7th	781	8	3	438	8	4	350	10	8	342	18	24	331	28	24
(100-yr. return peirod)															
1st	969	20	4	524	10	5	480	13	10	465	16	15	417	32	16
2nd	969	27	13	524	12	19	490	15	22	474	17	24	440	34	24
3rd	1,423	72	14	749	18	20	705	21	23	651	24	24	590	42	24
4th	2,239	110	16	1,173	34	23	1,072	37	24	995	40	24	883	50	24
5th	1,423	72	14	749	18	24	705	22	23	658	25	24	613	43	24
6th	969	27	14	524	12	20	490	15	22	476	17	24	448	35	24
7th	969	20	4	524	10	5	480	13	10	474	17	24	440	34	24

NOTE: Q.- discharge D.- depth P.- period (flood duration)  
"---" in the column of Q. means no overtopping river water.

Cuadro 3.3-1(2/2) RESULTADOS DEL CALCULO DE INUNDACION DE CRECIDA  
(DESPUES COMPLETAMIENTO DE PLAN ACCION)

Return Period (Year)	STRETCH 1	STRETCH 2	STRETCH 3	STRETCH 4	STRETCH 5
	Q. (m3/s)	Q. (m3/s)	Q. (m3/s)	Q. (m3/s)	Q. (m3/s)
100	2,239	1,393	1,220	1,096	1,057
50	2,012	1,260	1,094	984	953
30	1,845	1,161	1,000	903	876
10	1,443	922	788	713	692
5	1,170	759	648	590	574
2	723	490	436	398	391

Cuadro 5.1-1 CARACTERISTICAS DE PRESAS SABO

No.	Dam Name	Height (m)	Length(m)		Dam Volume (m3)	Capacity (10 <sup>6</sup> m3)	Efficiency (Ca/Dv)
			Top	Bottom			
1	C-1	22	170	100	62,500	6,825	109
2	C-2	22	120	60	40,500	3,520	87
3	C-3	11	150	80	17,100	1,620	95
4	C-4	11	200	150	27,000	2,540	94
5	C-5	9	230	70	14,600	1,510	103
6	C-6	11	200	130	25,100	2,330	93
7	C-7	11	200	100	22,000	2,190	100
8	C-8	11	150	80	17,100	1,510	88
9	C-9	11	250	120	27,200	2,090	77
10	N-1	22	180	120	65,000	1,344	21
<b>Total</b>					<b>318,100</b>	<b>25,479</b>	

Note: Efficiency is expressed in the following equation.

$$\text{Efficiency} = \text{Capacity} / \text{Dam Volume}$$

Caudro 5.1-2 CAUDAL DE SEDIMENTOS POR CADA SUBCUENCA

Sub-Basin Number	Name of Tributaries	Sediment Discharge (m3)	Flow Discharge (m3/s)	
			Mean	Max.
1.	Upper Chama	122,800	7.3	58.3
2.	Mucuruba, El Cardenillo, etc.	11,700	2.7	21.4
3.	La Mucuy	64,300	2.1	16.4
4.	Mucujun	5,900	4.1	32.4
5.	San Jacinto, Mucunutan, etc.	0	3.9	30.8
6.	Albarregas	0	2.6	20.8
7.	La Gavidia, etc.	58,500	2.0	15.7
8.	Upper Nuestra Senora	900,900	3.7	26.8
9.	Lower Nuestra Senora	427,000	3.4	29.7
10.	La Gonzalez	76,100	2.4	18.9
11.	La Sucia	0	1.3	10.1
12.	Arbolote, etc.	743,000	0.7	5.2
13.	La Vizcaina	315,900	1.5	12.0
14.	Maruchi, El Molino, El Anis	702,000	2.1	16.8
15.	La Joya, etc.	895,000	0.5	4.0
16.	San Pablo	1,456,700	6.8	42.7
17.	Sto. Domingo	76,100	1.9	11.8
18.	Upper Mocoties	0	6.1	38.0
19.	Lower Mocoties	0	4.4	27.3
20.	Mejias	0	3.0	18.9
21.	La Sucia, Hocacay	0	3.8	24.0