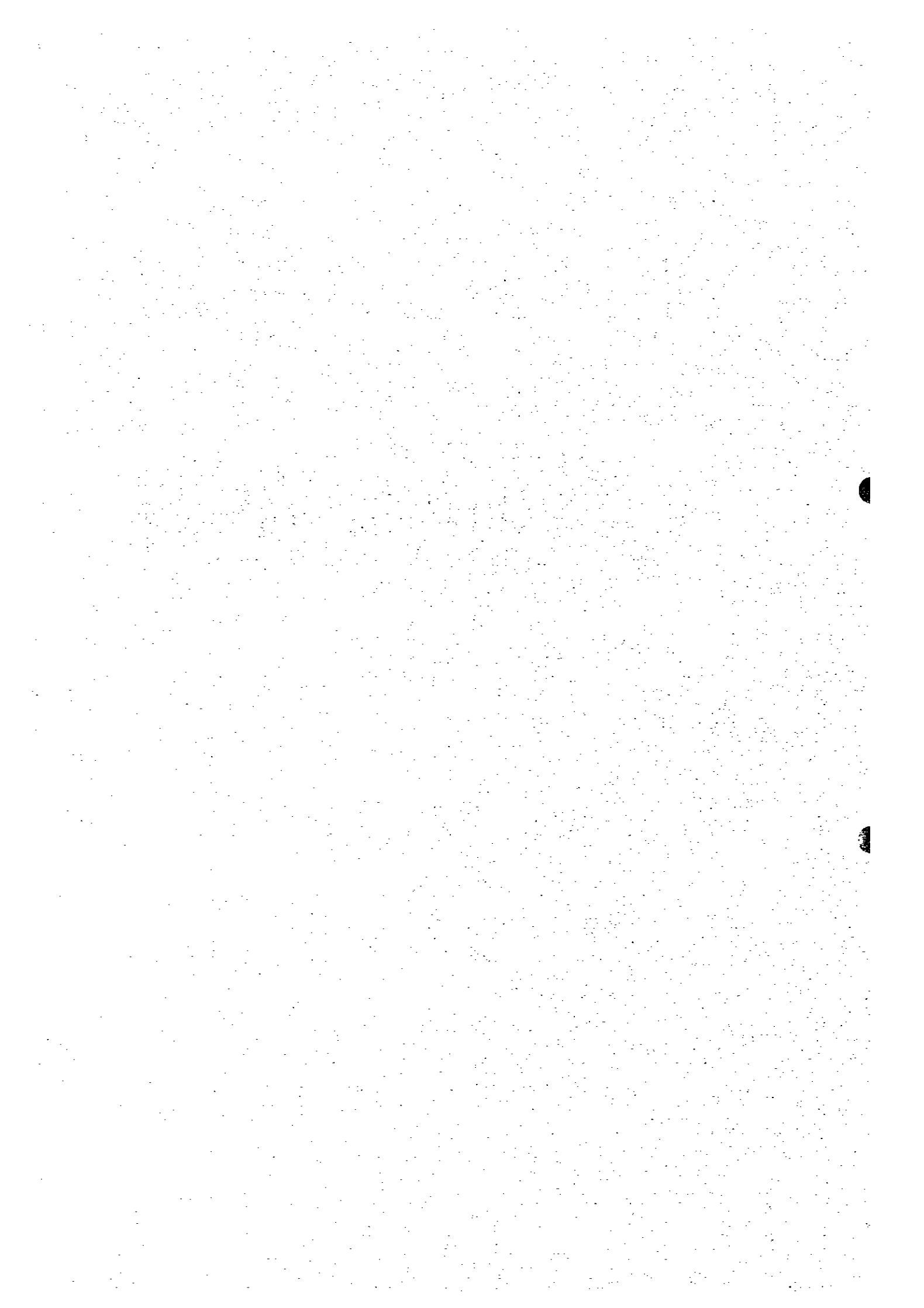


**3: PLAN MAESTRO PARA EL
CONTROL DE INUDACIONES**



3. PLAN MAESTRO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

3.1 Fundamentos para la Planificación

3.1.1 Año Meta

El plan maestro para el control de inundaciones, se prepara acorde a las condiciones socioeconómicas del Area de Estudio cuando se alcance el año meta.

El año meta propuesto es el 2020 por las siguientes razones:

- El Plan de Desarrollo Nacional fue preparado hasta el año 1999. La población futura es proyectada hasta el año 2020.
- El Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de San Miguel, propuesto en 1992, tiene como meta un período de alrededor de veinte años.

3.1.2 Marco Socioeconómico

(1) Población en el Area de Estudio

La población en el Area de Estudio en 1992 era de 474,000 habitantes y para el año 2020 se ha proyectado una población de 1,041,000.

(2) PIB regional del Area de Estudio

El PIB regional per capita en el Area de Estudio en 1993 para el sector agrícola fue de 2,340 Colones, y está supuesto a aumentar a 3,987 Colones en el año 2020. Los proyectos propuestos para el control de inundaciones contribuirán a este crecimiento económico.

(3) Plan para el Uso de Suelos

El uso de suelos en el Area de Estudio para el año 2020 se propone de la siguiente manera:

- Las áreas urbanas se expandirán de acuerdo a la población proyectada en 2020.
- Se propone reforestar cincuenta (50) % del área con potencial para la producción forestal.

El uso futuro de suelos en el Area de Estudio se muestra en la Fig. 3.9.

El uso futuro de suelos del área de inundaciones se fija asumiendo que el área de

pastizales, 4,900 ha, será usada para la agricultura como es el deseo de los agricultores.

3.1.3 Áreas a ser Protegidas

Las áreas a ser protegidas por la propuesta del proyecto para el control de inundaciones estarían ubicadas dentro del área con potencial de inundación (áreas de inundaciones máximas en el pasado: 181 km²). En algunas áreas, es difícil y no es económico el convertirlas en áreas libres de inundaciones, debido a su baja topografía. Estas áreas se estudiaron y se identificaron usando mapas topográficos preparados por el Equipo de Estudio. El resultado se muestra en la Fig. 3.1.

Se propondrá que algunas áreas alrededor de la Laguna El Jocotal, Laguna de Olomega y Laguna de San Juan (19 km² en total) se excluyan de las áreas a ser protegidas. Por lo tanto el área a ser protegida es de 162 km².

3.1.4 Inundación Diseño

(1) Período de Retorno Diseño para las Inundaciones

El período de retorno diseño para las inundaciones en el Plan Maestro se ha propuesto para diez (10) años, tomando lo siguiente en consideración:

- Aunque el potencial del área inundada es tierra agrícola y proyectada para su mejoramiento, aún así es considerada zona rural, con excepción del área cerca de la Ciudad de San Miguel. Por lo que el potencial de daños por inundación es menor que en las áreas urbanas.
- El tamaño del río es mediano y los daños causados por una inundación mayor a la diseñada no serían graves, exceptuando en el caso de los diques.
- Por lo tanto, la inversión a gran escala no sería económica.

La altura de los diques deberá tener un margen de seguridad contra una inundación con período de retorno de 10 años, con una borda libre de 1.2m.

(2) Precipitación Diseño

La descarga diseño se evalúa por medio de una precipitación diseño que consiste en distribuciones pluviales de la cuenca y a lo largo del tiempo, con profundidades pluviales en cierta duración. La precipitación diseño se propone de la siguiente manera:

- El total de las profundidades pluviales consecutivas para la duración de los 7 días se adoptó basándose en el lapso de tiempo entre la precipitación y la inundación en el

tramo bajo (Las Conchas), y las profundidades pluviales de las mayores inundaciones anteriores.

- Para el tramo aguas arriba (Moscoso), la duración de casi 6 horas afecta la descarga de la inundación pico, por lo que se adopta una profundidad pluvial de 6 horas en la precipitación diseño,
- Para la distribución de la precipitación en la cuenca y a lo largo del tiempo, se usaron las distribuciones actuales de lluvia de la inundación de 1988 como patrón de la precipitación diseño.

(3) El Uso de Suelos de la Cuenca para el Cálculo de la Descarga Diseño

El uso futuro de suelos en el Area de Estudio se asume de la siguiente manera:

- Se utiliza básicamente el mapa del Uso Actual de Suelos preparado por MAG en 1996.
- Las áreas urbanas se expanden para el año 2020, basándose en el marco económico propuesto.
- Por seguridad, los efectos de la reforestación en la escorrentía de inundación no se toman en consideración para la descarga diseño.

(4) Distribución de la Descarga Diseño

La “descarga diseño básica” se define como las distribuciones de una descarga diseño para varias probabilidades bajo las condiciones tales que si el uso de suelos de la cuenca fuese el propuesto para el futuro, los ríos se mejorarían y no habría almacenamiento de crecidas por inundación ni embalse.

Las distribuciones de las descargas diseño básicas se muestran en la Fig. 3.2.

3.2 Medidas Alternas para el Control de Inundaciones

Las medidas alternas para el control de inundaciones aplicables al Río Grande de San Miguel son: el manejo de cuencas hidrográficas y el manejo de planicies inundables como medidas no estructurales; el mejoramiento del lecho del río, presas, aliviaderos de crecidas y embalses retardadores como medidas estructurales, como se muestra en la Fig. 3.3. Para el Río Grande de San Miguel, las medidas no estructurales son también esenciales, aparte de las medidas estructurales debido a la deforestación en la Cuenca Alta, los problemas hídricos en las áreas inundables, etc.

3.2.1 Medidas Estructurales

(1) Estudio de las Alternativas

1) Mejoramiento del Lecho del Río

El mejoramiento del lecho del río es un procedimiento básico para el control de crecidas y principalmente se puede llevar a cabo por medio de dos métodos:

- Método de dragado/excavación, y
- Método de diques

El primero es efectivo para reducir el nivel de crecidas y aún en el caso de que una inundación mayor a la diseñada se presente, el daño no sería tan grave. Los deméritos de este método son: el problema de la sedimentación en la desembocadura del río y el inconveniente para las tomas de agua debido a la profundización del lecho del río.

El segundo método es conveniente para las tomas de agua y en este caso, la sedimentación en la desembocadura del río no es tan problemática. Sin embargo, el problema existe con las aguas internas ó tributarias pues su drenaje es difícil y peligroso, especialmente si la inundación supera a la diseñada.

En general el método de dragado/excavación es costoso para los ríos de gran escala y por lo tanto, es aplicable a ríos pequeños ó medianos. Ambos métodos mencionados anteriormente serán aplicados en el Río Grande de San Miguel.

Existen dos tipos de secciones transversales de río como se muestra a continuación (ver Fig. 3.4):

- Sección transversal sencilla
- Sección transversal compuesta

La sección transversal compuesta es recomendable al tomar en cuenta la estabilidad del lecho del río; la sección de tipo sencilla es azolvada nuevamente. Debido al importante papel que juega el mejoramiento del río en la fijación del curso del río, algunos bancos de protección en las orillas serán necesarios para ambos tipos de secciones transversales.

2) Aliviadero de San Felipe

Un método alterno para desviar las aguas de inundación de un punto del río hacia otro del mismo, es considerado en el sitio de San Felipe, que se encuentra localizado en la Cuenca Baja del río. La construcción de este aliviadero de inundación requeriría la excavación de un volumen de 2 millones de metros cúbicos, incluyendo grandes

cantidades de materiales rocosos, y por lo tanto, el costo sería mucho más elevado que el costo del mejoramiento del lecho del río en su curso actual.

Además, el aliviadero tendría en la orilla, una pendiente de cerca de 35 m y cambiaría las condiciones existentes del río, luego de su construcción. Después de su construcción, se anticipan problemas en el uso del agua y mantenimiento. Por lo tanto, el aliviadero de inundación no es recomendable.

3) Aliviadero de Olomega

El Aliviadero de Olomega, propuesto en 1967, no se recomienda en este Plan Maestro por las siguientes razones:

- Al desviar todo el agua del Río Grande de San Miguel hacia la laguna, le ocasionaría contaminación y sedimentación.
- El drenaje del área de captación de Olomega es difícil debido al dique propuesto a lo largo de la orilla de la laguna.

4) Presa Multipropósito de San Esteban

La presa multipropósito en el sitio de San Esteban tiene un área de captación de 825 km² y se considera efectiva en el control de inundaciones, además de poseer los beneficios de la generación de energía hidroeléctrica y del riego. Otras presas propuestas para riego, poseen pequeñas áreas de captación que representan menos de 80 km² y no son efectivas en el control de inundación.

Por lo tanto, la presa de San Esteban se estudia como una medida alterna para el control de inundaciones.

Para el propósito de la generación de energía hidroeléctrica, riego y control de inundación, la presa multipropósito de San Esteban se asume de la siguiente manera:

- Se asume la operación del embalse propuesta por CEL para el cálculo del volumen de almacenamiento requerido para la generación de energía hidroeléctrica.
- El volumen de almacenamiento requerido para riego se obtiene al asumir que el área agrícola de 11,000 ha será regada, como lo ha propuesto MAG.
- Los efectos del control de inundaciones en el embalse se calculan con la diferencia entre la afluencia y el efluente del aliviadero. Se asume el hidrograma de inundación diseñado en un período de inundación de 10 años para la afluencia del

embalse.

- El volumen de sedimentación se calcula asumiendo que $1,000 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$ de sedimentos de la presa de captación se acumularán en 100 años.
- El costo total de la presa multipropósito se distribuye a cada propósito asumiendo que el costo para cada uno de ellos es proporcional al costo de una presa para un propósito.

5) Almacenamiento de Crecidas en la Laguna de Olomega

La Laguna de Olomega tiene un área de 20 km^2 y se puede almacenar en ella un volumen de agua de inundación por 20 Millones de m^3 para una profundidad efectiva de 1.0 m. El almacenamiento del agua de inundación por medio de un embalse retardador, requiere de la adquisición de grandes extensiones de tierra de uso agrícola, lo que hace difícil encontrar un lugar apropiado.

El uso de la Laguna de Olomega se estudia como una medida alterna.

En el área de la laguna y sus alrededores, los agricultores quieren desarrollar las áreas propensas a inundaciones para la agricultura y también los pescadores quieren mantener alto el nivel del agua de la laguna para la pesca. El nivel del agua de la Laguna de Olomega durante la época seca es más alto que antes, debido a que se llena el canal de desagüe. Esta era una contramedida para prevenir la expansión del área agrícola en el área de la laguna durante los años anteriores extremadamente secos.

La idea de usar la Laguna de Olomega para el control de inundaciones es como sigue:

- Mitigar el daño por inundación en las tierras agrícolas por medio del mejoramiento del río.
- Almacenar crecidas del Río Grande de San Miguel en la Laguna de Olomega, cuando el nivel del río sube mucho, por medio de desviación.
- El nivel del agua de la laguna se mantendrá bajo durante la época de inundaciones para el almacenamiento de crecidas y se mantendrá en cierto nivel durante la estación seca para la pesca. El nivel del agua de la laguna se controlará por medio de una pequeña compuerta en el desagüe de la laguna.
- La variación del nivel de la laguna se mantendrá dentro de cierto rango, para reducir el daño por inundaciones y el daño a la pesca. Este rango es entre los 64.0 m y 65.5 m.s.n.m. (referirse a la Fig. 3.5 y Fig. 3.6).

6) Uso de la Laguna El Jocotal

El uso de la Laguna El Jocotal no es recomendado, debido a que el área ha sido designada como un área de protección ambiental. También es difícil convertir esta área en libre de inundaciones por las áreas de depresión a lo largo del Río Grande de San Miguel, cerca de la laguna. Debido a que el efecto del almacenamiento de crecidas se extiende solamente aguas abajo, un embalse retardador en esta cuenca sería efectivo sólo para áreas limitadas. Una cuenca retardadora no es recomendable tampoco.

(2) Selección de Alternativas

Los casos alternativos de las medidas estructurales a ser estudiados en más detalle, son combinaciones del mejoramiento del río con y sin almacenamiento de las crecidas en una presa multipropósito y/o el uso de la Laguna de Olomega.

Caso-1: Mejoramiento del río sin presa y sin almacenamiento en Olomega.

Caso-2: Mejoramiento del río sin presa y con almacenamiento en Olomega.

Caso-3: Mejoramiento del río con presa y con almacenamiento en Olomega.

Caso-4: Mejoramiento del río con presa y sin almacenamiento en Olomega.

La comparación de estos casos alternativos, desde el punto de vista económico, financiero, social, técnico y ambiental, se muestra en el Cuadro 3.1.

El Caso-2 se recomienda desde el punto de vista del control de inundaciones basándose en lo siguiente:

- 1) El monto total del costo del control de inundaciones es el más bajo y económico.
- 2) El impacto social negativo es pequeño.
- 3) Los impactos positivos ambientales son grandes.
- 4) Técnicamente, no tiene mucha dificultad.
- 5) El daño por inundación en la mayoría de las áreas propensas a inundaciones será mitigado y estas áreas podrán ser desarrolladas para propósitos agrícolas.

3.2.2 Medidas no Estructurales

(1) Manejo de Planicies Inundables

Los proyectos para el manejo de planicies inundables aplicables a la cuenca del Río Grande de San Miguel son los siguientes:

- ① designación de las áreas a ser inundadas
- ② regulación del uso de suelos
- ③ prevenir las inundaciones con embanques o pisos elevados en las viviendas
- ④ pronóstico de inundaciones y alerta
- ⑤ combatir inundaciones
- ⑥ educación a los residentes

- ① : área permitida a ser inundada después de completar las medidas estructurales y
- ② y ③: necesarios contra inundaciones mayores que la diseñada
- ④ y ⑥: se está llevando a cabo por COEN
- ⑥ : aplicable por COEN y el MAG usando los mapas de riesgo de inundaciones.

(2) Manejo de Cuencas Hidrográficas

Las medidas generales para el manejo de cuencas hidrográficas son las reservas forestales, el control de la erosión y escorrenría por medio de la regulación del uso de suelos, infiltración de aguas lluvias y tratamiento de suelos y áreas permitidas a ser inundadas.

En el Plan Maestro, la reforestación y el control de la erosión/escorrenría se han adoptado en áreas utilizadas inapropiadamente, desde el punto de vista topográfico y geológico, resultando en el incremento de la sedimentación y escorrenría de inundación.

3.3 Propuesta del Plan Maestro para el Control de Inundaciones

El Plan Maestro para el Control de Inundaciones propuesto consiste en los siguientes componentes (proyectos):

- Mejoramiento del Río Grande de San Miguel desde la desembocadura hasta el Puente Urbina (L=89 km)
- Almacenamiento de las aguas de inundación en la Laguna de Olomega
- Manejo de planicies inundables en las áreas con potencial a inundarse, incluyendo la regulación del uso de suelos, prevención de inundaciones, pronóstico/advertencia de inundaciones y educación a residentes.
- Manejo de cuencas hidrográficas incluyendo control de sedimentación y escorrenría de tormentas.

El Plan Maestro se presenta en la Fig. 3.7. Las características principales de los proyectos se describen a continuación (referirse al Cuadro 3.2):

(1) Mejoramiento del Río / Almacenamiento de Crecidas en la Laguna de Olomega

Dragado / excavación	: L = 89 km, 15.0 millones m ³
Dique	: L = 48 km, 1.8 millones m ³
Revestimiento	: L = 6,000 m
Esclusa de drenaje	: 15 lugares
Reborde	: L = 348 m, 4 lugares
Vertedero de desviación	: L = 62 m, 1 lugar
Compuerta de control de Olomega	: Tramo Efectivo = 20 m, 1 lugar
Reconstrucción del Puente	: 5 lugares

(2) Manejo de Planicies Inundables

1) Objetivos

Los objetivos del manejo de planicies inundables son los siguientes:

- Uso efectivo de la Laguna de Olomega para el almacenamiento de aguas de inundación.
- Una operación bien balanceada del nivel de agua de la laguna, para mitigar los daños por inundaciones en la pesca y la ecología de la laguna.
- Prevención del incremento del potencial de daños por inundación debido a la expansión desenfrenada de las áreas urbanas de San Miguel.
- Prevención del aumento del potencial de daños por inundaciones en las áreas del delta debido a los desarrollos agrícolas y pesquero.

2) Contenido del Proyecto para el Manejo de Planicies Inundables

El proyecto para el manejo de planicies inundables propuesto es de la siguiente manera:

- ① pronóstico/advertencia de inundaciones (cinco estaciones hidrométricas y advertencia a residentes)
- ② regulación del uso de suelos
- ③ prevenir las inundaciones con pisos elevados en las viviendas, etc.
- ④ educación a los residentes

El contenido por área es el siguiente:

- Areas cercanas a la Ciudad de San Miguel -

Las áreas urbanas de la Ciudad de San Miguel se están expandiendo hacia las áreas propensas a inundación a lo largo del Río Grande de San Miguel. Las áreas

urbanas existentes a lo largo del río no están funcionando muy bien debido a las inundaciones y deberían estar localizadas fuera del área del río requerida para el control de inundaciones. Se propone la regulación en el uso de suelos.

- Laguna de Olomega y sus Alrededores -

Es necesario establecer una regulación operativa del nivel del agua en la laguna tomando en consideración lo siguiente:

- Mantener un nivel alto de agua para la pesca, durante la temporada seca.
- Mantener un nivel bajo de agua para el almacenamiento de las aguas de inundación, durante la estación lluviosa.
- Controlar los niveles de agua del río y de la laguna para minimizar el daño causado por inundaciones, incluyendo una mayor a la diseñada.

Se propone el pronóstico /advertencia de inundaciones, la regulación en el uso de suelos y la prevención de inundaciones. Para una ejecución sin problemas, se requiere la educación a los residentes acerca del proyecto, para su comprensión.

- Laguna El Jocotal y sus Alrededores -

Para estas áreas se propone el pronóstico/advertencia de inundaciones, la regulación en el uso de suelos y la prevención de inundaciones.

- Area de Manglares del Delta -

Se propone la regulación en el uso de suelos y la prevención de inundaciones.

El manejo de planicies inundables propuesto se presenta en la Fig. 3.8.

(3) Manejo de Cuencas Hidrográficas

1) Objetivos

Los objetivos del manejo de las cuencas hidrográficas son los siguientes:

- Reducir el volumen de erosión de los suelos
- Incrementar la corriente del río durante la temporada seca
- Reducir la descarga pico de inundaciones
- Mantener limpia el agua del río
- Proteger las tierras agrícolas
- Conservar la naturaleza

2) Contenido del Proyecto para el Manejo de Cuencas Hidrográficas

La propuesta para el manejo de las cuencas hidrográficas se describe a continuación:

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|------------------------|
| ① | Reforestación | : | 300,000 ha |
| ② | Control de la erosión y escorrentía | : | 20,000 ha |
| ③ | Control de arrastre | : | rebordes en 30 lugares |

Los puntos más importantes del plan para cada subcuenca se describen a continuación:

- Cuenca Alta -

La cuenca alta es un área importante tanto para los recursos hídricos como para el almacenamiento de aguas de inundación. Extensos pastizales se localizan en pendientes muy empinadas, las cuales deben convertirse en bosques por medio de la reforestación.

Existen áreas de depósito de lodo en la parte alta de la cuenca del Río San Esteban que producen mucha descarga de sedimentación. Es necesario reforestar estas áreas.

- Cuenca Media -

El área de reserva forestal en la pendiente del Volcán de San Miguel debe mantenerse como bosque. Las faldas de las montañas del área de captación de la Laguna de Olomega deberán ser reforestadas para reducir el flujo de sedimentación y contaminación hacia la Laguna.

- Cuenca Baja -

La extensa área de lodo entre los Volcanes de San Miguel y Usulután produce mucha sedimentación y afecta la estabilidad del lecho del río. Las áreas de depósito de flujo de lodo con mucha pendiente, deberán ser reforestadas. En las áreas con potencial agrícola, debe controlarse la erosión y escorrentía.

El agua de la Laguna El Jocotal depende del agua subterránea filtrada en el área de captación con alta permeabilidad. Esta condición debe preservarse así.

La propuesta para el manejo de las cuencas hidrográficas se muestra en la Fig. 3.6.

3.4 Costo del Proyecto

3.4.1 Medidas estructurales

El costo total del Proyecto para el Plan Maestro basándose en precios de diciembre de 1997 es de 1,097 millones de Colones y con la escalación de precios es de 1,578

millones de Colones (Cuadro 3.3).

Las medidas estructurales consisten en el mejoramiento del río Grande de San Miguel y la desviación de crecidas y retardación en la Laguna de Olomega, los costos se estimaron de la siguiente manera:

- (1) Costo de Construcción: estimación basada en los datos obtenidos del MAG, MOP, CEL y agencias relacionadas.
- (2) Adquisición de Tierra / Costo de Indemnización: estimación basada en los datos de precios unitarios obtenidos por MAG.
- (3) Costo Administrativo: asumido a ser 5 % del total de (1) y (2).
- (4) Costos de los Servicios de Ingeniería: asumidos a ser 15 % del total de (1) y (2).
- (5) Contingencia: se asume el 10 % del total del (1) al (4) para la contingencia física.
- (6) Contingencia de Precio: estimación asumida en la escalación del precio anual, 3 % en la moneda extranjera y 6 % en la moneda local.

3.4.2 Medidas No Estructurales

(1) Manejo de Planicies Inundables

El costo del Manejo de Planicies Inundables se estima en 8.1 millones de Colones para un sistema de pronóstico de inundaciones y advertencia. Esto se relaciona mucho con la operación del nivel del agua de la Laguna de Olomega, por lo que el monto se incluyó en el costo de las medidas estructurales. El costo de la regulación del uso de suelos y prevención de inundaciones no está incluido, pues éste sería un proyecto independiente ejecutado por el gobierno, por medio de la aplicación de subvención, etc. Sin embargo, el costo de la educación a los residentes está incluido en el costo administrativo de las medidas estructurales.

(2) Manejo de Cuencas Hidrográficas

El costo del Manejo de Cuencas Hidrográficas consiste en los costos de reforestación, incluyendo plántulas de vivero y plantaciones, obras para el control de la erosión en terrenos elevados y obras para el control de arrastre (sabo). El costo total se estima en 208 millones de Colones.

La reforestación de las 7,000 ha de áreas protegidas (21 millones de Colones), las 23,000 ha de áreas con pendientes empinadas y las obras de rebordes para el control de la erosión serán ejecutadas por el MAG como obras públicas. El control de la erosión en 20,000 ha de pastizales planos (100 millones de Colones, básicamente se llevará a

cabo por los dueños de las tierras bajo la dirección del MAG y se aplicarán incentivos, tales como préstamos, transferencia tecnológica, etc.

3.5 Plan de Operación y Mantenimiento / Organización e Instituciones

3.5.1 Plan de Operación y Mantenimiento

Las instalaciones para el control de inundaciones a ser construidas de acuerdo al Plan Maestro deberán ser operadas y mantenidas por la Oficina de proyecto de San Miguel, junto con la Oficina de Sitio de Olomega, la cual será provista durante la etapa de construcción. COEN llevará a cabo las actividades de emergencia para el manejo de las planicies inundables.

3.5.2 Organización e Instituciones

1) Medidas Estructurales

La organización a cargo durante la etapa de construcción será el MAG. La Oficina de Proyecto de San Miguel, la cual consistirá de empleados del MAG y del MOP, ejecutará el proyecto. La operación y mantenimiento de las instalaciones las llevará a cabo la Oficina de Proyecto de San Miguel, incluyendo la Oficina de Sitio de San Miguel, provista durante la etapa de construcción.

2) Medidas No Estructurales

La organización a cargo del manejo de planicies inundables será el la Oficina del MAG de San Miguel y el sistema existente del COEN, incluyendo el STAR 4.

El MAG tendrá a cargo la implementación del proyecto del manejo de cuencas hidrográficas. La Oficina de San Miguel, junto con la Oficina del CENTA en Morazán, ejecutará el proyecto. La reforestación y las obras de rebordes para el control de la erosión las ejecutará directamente el MAG. El control de la erosión de las áreas planas de pastizales será llevado a cabo principalmente por los dueños de las tierras, bajo la dirección del MAG y aplicando incentivos de acuerdo a lo planificado en el Programa Ambiental de El Salvador (PAES)-

3.6 Evaluación del Proyecto

3.6.1 Medidas Estructurales

(1) Evaluación Económica

1) Beneficios Económicos

El beneficio del proyecto para el control de las inundaciones generalmente se define como la diferencia económica entre la situación “con el proyecto” y “sin el proyecto”.

Dentro del beneficio económico, el beneficio directo/tangible del proyecto se evalúa como la reducción de los daños en bienes tales como edificios, efectos de vivienda, ganadería, cultivos agrícolas, infraestructura y otras instalaciones. Por otra parte, el beneficio indirecto/tangible se evalúa como el uso de suelos eficaz en el área propensa a inundaciones, tal como el urbano, agrícola, etc., después de completarse el proyecto. Sin embargo, en el estudio actual, este beneficio no está incluido en la evaluación del proyecto.

El beneficio económico promedio anual se estima en 156.9 millones de Colones para los efectos directos/tangibles.

2) Costo Económico

Para propósitos de la evaluación económica, el costo del proyecto se convierte en el costo económico, el cual excluye porciones de inflación y pagos de transferencia, tales como impuestos y aranceles. Aparte de estas porciones excluidas, el costo económico se estima tomando en cuenta precios sombra. Los precios sombra se basan en la tasa de conversión standard (TCS) y los costos de oportunidad de artículos tales como la adquisición de tierras y el salario de mano de obra no calificada.

Como resultado, el costo económico del proyecto se ha estimado en 998.3 Millones para el costo de construcción y 4.03 millones de Colones para el costo de operación y mantenimiento anual (costo O/M).

3) Evaluación Económica

La evaluación económica del proyecto se hace en términos de la Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y la proporción Beneficio/Costo (B/C). Los resultados son los siguientes:

TIR	=	14.6 %
VAN	=	99.5 Millones de Colones (con una tasa de descuento del 12 %), y
B/C	=	1.20 (con una tasa de descuento del 12 %)

Los valores anteriores indican que este proyecto es económicamente factible.

(2) Aspectos Financieros

El presupuesto del Gobierno Nacional para 1996 es de 14,815 millones de Colones, como resultado del incremento anual del 24.4 % durante los dos años, de 1994 a 1996. El gobierno ha estimado en el Plan de Desarrollo Nacional, un presupuesto de 198.5 millones de Colones para el Proyecto del Control de Inundaciones de San Miguel. Alrededor del 90 % del presupuesto se espera que sea financiado con ayuda extranjera.

Un proyecto de esta naturaleza, público y no lucrativo, requiere de asistencia financiera de una agencia internacional de fondos.

(3) Evaluación Ambiental Inicial (EAI) (IEE=Initial Environmental Examination)

Los resultados de la EAI se presentan en el Cuadro 3.4. Los impactos más importantes del Proyecto son los siguientes:

1) Impactos Sociales

- Adquisición de tierras, 779 ha. para el mejoramiento del Río Grande de San Miguel, (-)
- Compensación de 20 viviendas, (-)
- Molestias en las comunidades durante las obras de construcción, (-)
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias debido a la disminución de inundaciones. (+)

2) Efectos en el Medio Ambiente Natural

- Mitigación de aguas de inundación contaminadas del Río Grande de San Miguel, que fluyen hacia la Laguna El Jocotal,
- Estabilización de la producción pesquera en la Laguna de Olomega.

(4) Efectos Socioeconómicos

- Mejoramiento del desarrollo regional y estabilización de la región.
- Incremento de las oportunidades de empleo por las obras del proyecto
- Mejoramiento del ambiente para actividades socioeconómicas en las comunidades

(5) Evaluación

Las medidas estructurales son evaluadas a ser factibles por las siguientes razones:

- Económicamente viable,
- Técnicamente no tiene dificultades,

- Enormes efectos ambientales positivos y pequeños impactos negativos, y
- Grandes efectos sociales tales como la contribución al desarrollo regional debido al uso efectivo de suelo, mejoramiento en el ambiente de las comunidades locales, incremento de oportunidades de empleo, etc.

3.6.2 Evaluación de las Medidas No Estructurales del Proyecto

(1) Manejo de Planicies Inundables

Los efectos sociales del proyecto son los siguientes:

- Desarrollo sin problemas de la Ciudad de San Miguel,
- Reducción de daños por inundación,
- Incremento de la seguridad,
- Optimización del uso de la Laguna de Olomega.

El manejo de planicies inundables es importante para apoyar el proyecto de medidas estructurales.

(2) Manejo de Cuencas Hidrográficas

Los impactos más importantes son los siguientes:

- Incremento de la producción agrícola,
- Reducción de la erosión de suelos,
- Estabilización del caudal,
- Estabilización del lecho del río.

El manejo de cuencas hidrográficas contribuirá al desarrollo y estabilización de la región.

3.7 Programa de Implementación

El programa de implementación del proyecto para el Plan Maestro se prepara de la siguiente manera (referirse a la Fig. 3.14):

- (1) El proyecto está planeado para ser terminado en el año 2020.
- (2) El proyecto de las medidas estructurales se propone dividirse en dos etapas para una implementación eficaz del proyecto.

Se ha programado para la primera etapa, el hacerle frente a una inundación con


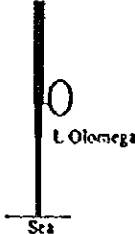
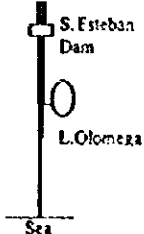
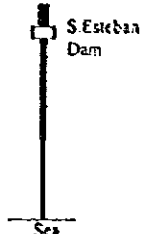
un período de retorno de 2 años y para la segunda etapa, el resto del proyecto del Plan Maestro para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años.

- (3) Los proyectos para el Manejo de Planicies Inundables y para el Manejo de Cuencas Hidrográficas se han programado a ser implementados en una etapa inicial, independientemente de las medidas estructurales.
- (4) Las estaciones para el nivel del agua requeridas para el pronóstico/advertencia de inundaciones en el manejo de planicies inundables, serán provistas en el año 2005.

Programa de Implementación del Plan Maestro para la Cuenca del Río Grande de San Miguel

Descripción	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2020
Medidas Estructurales	1. Proceso de Préstamo (1)													
Proyecto Prioritario	2. Diseño Detallado (1)													
	3. Adquisición de Tierras (1)													
Etapa 1	4. Licitaciones (1)													
	5. Construcción para inundación con periodo de retorno de 2 años													
Medidas Estructurales	6. Estudio de Factibilidad													
El Resto del Plan Maestro	7. Proceso de Préstamo (2)													
	8. Diseño Detallado (2)													
	9. Adquisición de Tierra (2)													
Etapa 2	10. Licitación (2)													
	11. Construcción para una inundación con un periodo de retorno de 10 años													
Medidas No Estructurales	1. Manejo de Planicies Inundables													
	Regulación del Uso de Suelos Prevención de Inundaciones													
	Pronóstico/Advertencia de Inundaciones													
	Educación a los residentes													
	2. Manejo de Cuencas Hidrográficas													
	Reforestación													
	Control de Erosión													

Cuadro 3.1 COMPARACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS (COMBINACIÓN DE MEDIDAS)

Description	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
SCHEMATIC DESCRIPTION OF ALTERNATIVE SCHEMES	 Channel improvement only	 Channel improvement + L. Olomega	 Channel improvement + L. Olomega + San Esteban dam	 Channel improvement + San Esteban dam
TECHNICAL ASPECTS				
• Difficulty	• Easier: Mainly channel improvement works	• Easier: Mainly channel improvement works	• More difficult: Dam construction and channel improvement works	• More difficult: Dam construction and channel improvement works
• Construction period	• Approx. 5 years	• Approx. 5 years	• Approx. 10 years	• Approx. 10 years
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 3	• 3
FINANCIAL ASPECTS				
• Project cost(Ratio to Case-1)	• 1.00	• 0.69	• 0.83(multi-purpose)	• 0.89(multi-purpose)
• Ranking (Wt=0.40)	• 4	• 1	• 2	• 3
ECONOMIC ASPECTS				
• Benefit	• Reduction of flood damage • Enhancement of production	• Reduction of flood damage • Enhancement of production • Stable fishery in Lake Olomega	• Reduction of flood damage • Enhancement of production • Stable fishery in Lake Olomega	• Reduction of flood damage • Enhancement of production
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 1	• 1
SOCIAL IMPACT				
• Land acquisition	• 3.7 km ²	• 4.5 km ²	• 35.5 km ²	• 34.7 km ²
• Re-settlement	• 18 houses	• 20 houses	• 1,301 houses	• 1,299 houses
• Ranking (Wt=0.15)	• 1	• 1	• 3	• 3
ENVIRONMENTAL ASPECTS				
• Positive effects	• Stabilization of water level in Lake Jocotal	• Stabilization of water level in Lake Jocotal and Lake Olomega	• Stabilization of water level in Lake Jocotal and Lake Olomega	• Stabilization of water level in Lake Jocotal
• Negative effects			• Ecological changes in reservoir area	• Ecological changes in reservoir area
• Ranking (Wt=0.15)	• 2	• 1	• 3	• 4
OVERALL EVALUATION				
• Summary of ranking	• $1 \times 0.15 + 4 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 + 2 \times 0.15 = 2.35$	• $1 \times 0.15 + 1 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 + 1 \times 0.15 = 1.00$	• $3 \times 0.15 + 2 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 3 \times 0.15 + 3 \times 0.15 = 2.30$	• $3 \times 0.15 + 3 \times 0.4 + 1 \times 0.15 + 3 \times 0.15 + 4 \times 0.15 = 2.85$
• Overall ranking	• 3	• 1	• 2	• 4

REMARKS:

- 1) Quantities presented in this table are for the facility plan based on 10-year provable flood.
- 2) Wt: Weight for overall evaluation
- 3) F.C: Flood control

Cuadro 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLAN MAESTRO

MEJORAMIENTO DEL RIO

Costo del Proyecto (¢ millones): (incluye escalación de precios)		1,577.6
Obras de Construcción	Periodo de Construcción:	10 años del 2001 al 2010
	Excavación (m ³)	14,956,000
	Embanque (m ³)	1,843,000
	Revestimiento (m ³)	6,000
	Reborde (sitios)	4
	Vertede/Comprta.sitio	2
	Esclusa (sitios)	15
	Puente (sitios)	5
Reducción del Area de Inundación: para una inundación con un periodo de retorno de 10 años (km ²)	San Miguel:	0.4
	Olomega:	61.8
	El Jocotal:	28.2
	Usulután:	13.6
	Total:	104.0
Beneficiados en las Areas Protegidas: para una inundación con un periodo de retorno de 10 años para 2020(personas)	San Miguel:	200
	Olomega:	27,900
	El Jocotal:	12,700
	Usulután:	6,100
	Total:	46,900
Impacto Social	Impacto positivo:	<ul style="list-style-type: none"> • Permitirá un uso de suelo eficaz y el desarrollo de la cuenca, • Asegurará un sustento para la gente la población de la cuenca, • Asegurará una pesca estable en las Lagunas de Olomega y El Jocotal, • Creará oportunidades de empleo durante la construcción, y • Mejorará las condiciones sanitarias.
	Impacto Negativo:	779 ha
	• Adquisición de tierra	viviendas
	• Compensación de viviendas	• Disturbios en las comunidades durante la construcción
Impacto Ambiental:		<ul style="list-style-type: none"> • Mitigación de la afluencia contaminada y con sedimento en el Río Grande de San Miguel • Estabilización del nivel del agua en las Lagunas de Olomega y El Jocotal
Viabilidad Económica: TIR (%):		14.6

MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES

Area del Estero	Regulación del uso de suelos y prevención de inundaciones
Area de El Jocotal	Regulación del uso de suelos, prevención de inundaciones, pronóstico de inundaciones/alerta para mitigar daños en tramos sin diques.
Area de Olomega	
Cerca de la Ciudad de San Miguel	Regulación del uso de suelos para mitigar daños en el área urbana.
Costo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Oficina y equipo: 8,100,000 • Operación y Mantenimiento: 720,000/año

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Cuenca Baja	Reforestación, control de erosión y obras de rebordes
Cuenca Media	
Cuenca Alta	
Costo del Proyecto:	¢ 208,000,000

Cuadro 3.3 COSTO DEL PROYECTO PARA EL PLAN MAESTRO

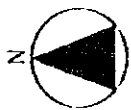
Items	Unit		Quantity	Amount(¢ million)		
	Unit	Cost(¢)		Total	L.C.	F.C.
1. Construction works						
1.1 Channel works				705.1	306.2	398.9
Earth excavation(1)	m ³	45	8,087,000	363.9	149.2	214.7
Earth excavation(2)	m ³	20	6,266,000	125.3	51.4	73.9
Rock excavation	m ³	173	603,000	104.3	42.8	61.5
Embankment	m ³	42	1,843,000	77.4	31.7	45.7
Revetment	m	5,700	6,000	34.2	31.1	3.1
1.2 Structure works				34.7	25.6	9.1
Diversion weir	l.s.			10.9	9.4	1.5
Control gate	l.s.			9.4	5.8	3.6
Drainage sluice				8.0	5.0	3.0
Type-A	nos	426,000	7	3.0	1.9	1.1
Type-B	nos	586,000	6	3.5	2.2	1.3
Type-C	nos	754,000	2	1.5	0.9	0.6
Ground sill	m	18,269	348	6.4	5.4	1.0
1.3 Appurtenant works				67.7	37.5	30.2
Intake gate(Type-B)	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2
Bridge				58.2	30.3	27.9
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4
Bridge(90m)	nos	12,600,000	3	37.8	19.7	18.1
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4
Rural road	m	160	5,140	0.8	0.8	0.0
Telemetry system	l.s.			8.1	6.1	2.0
(Sub-total : 1.1+1.2+1.3)				807.5	369.3	438.2
2. Land and house				23.8	23.8	0.0
Land acquisit.(1)	10 ³ m ²	2,150	728	1.6	1.6	0.0
Land acquisit.(2)	10 ³ m ²	5,720	845	4.8	4.8	0.0
Land acquisit.(3)	10 ³ m ²	2,570	1,067	2.7	2.7	0.0
Land acquisit.(4)	10 ³ m ²	720	1,695	1.2	1.2	0.0
Land acquisit.(5)	10 ³ m ²	3,580	3,181	11.4	11.4	0.0
Land acquisit.(6)	10 ³ m ²	7,150	270	1.9	1.9	0.0
House compensat.	house	12,000	20	0.2	0.2	0.0
3. Administration	l.s.	-		41.6	41.6	0.0
4. Engineering service	l.s.	-		124.7	46.1	78.6
5. Physical contingency	l.s.	-		99.8	48.1	51.7
(Sub-total : 1+2+3+4+5)				1,097.4	528.9	568.5
6. Price contingency	l.s.	-		480.2	321.3	158.9
Total				1,577.6	850.2	727.4

Cuadro 3.4 RESULTADOS DE LA EAI

No.	Cuestiones Ambientales	Discreción	Actividad				Comentario
			1	2	3	4	
Ambiente Social							
A	Restablecimiento	Reposición al ocupar la tierra (Transferencia de derechos de residencia, propiedad de tierra)	D	B	D	A	(2) Adquisición de tierras para el canal (4) Restablecimiento de aprox. 7,000 personas en el área.
B	Actividades Económicas	Pérdida de la base de producción (tierra, etc.) y cambio de la estructura económica	D	D	D	B	(4) Pérdida de tierra para cultivo
C	Tráfico e Instalaciones Públicas	Impacto en tráfico actual, escuelas, hospitales, etc. (e.g. congestionamiento de tráfico, accidentes)	D	D	D	B	(4) Escuelas, caminos en el área sumergida
D	División de Comunidades	Separación de comunidades regionales al obstaculizar el tráfico regional	D	D	D	B	
E	Propiedades Culturales	Pérdida o deterioro de propiedades culturales, tales como templos, iglesias, bienes arqueológicos, etc.	D	D	D	D	
F	Derechos de Agua y Derechos comunes	Obstrucción de derechos de pesca, derechos de riego, derechos de agua	D	B	D	D	(2) Derechos de pesca de aprox. 2,000 pescadores
G	Condiciones de Salud Pública	Empeoramiento de condiciones de salud y sanidad debido a la creación de basura y la aparición de insectos dañinos, incremento de productos químicos agrícolas	D	D	D	D	
H	Agua	Creación de desechos de construcción, tierra de sobra, desechos domésticos, cieno, etc.	A	B	D	A	Creación de basura y tierra
I	Peligros (Riesgo)	Incremento en riesgos por derrumbe de cuevas, fallas de terrenos y accidentes	D	D	D	D	
Ambiente Natural							
A	Topografía y Geología	Cambio en topografía y geología valiosa debido a excavaciones y rellenos	D	D	D	D	
B	Tierra y Suelos	Erosión de la capa de suelo por precipitación después de reclamar la tierra o deforestación, acumulación de sales por riego, degradación de la fertilidad del suelo	D	D	D	D	
C	Agua Subterránea	Reducción del nivel freático debido al exceso succión de agua y aguas turbinas causadas por obras de construcción	B	D	D	B	(1) Reducción del nivel freático
D	Situación Hidrológica	Cambio en la descarga y calidad de agua debido a la reclamación y drenaje	A	A	D	A	(1), (2) Impacto en pesca y cambio en la forma del canal (2) Efectos en el nivel del agua
E	Fauna y Flora	Interrupción de la reproducción y extinción de especies debido al cambio de las condiciones de hábitat	D	B	D	D	
F	Meteorología	Cambio en micro-climas, tales como temperatura, viento, etc., debido a la reclamación en escala grande y construcción	D	D	D	D	
G	Paisaje	Deterioro de armonía estética debido a estructuras y cambios topográficos por la reclamación	B	B	D	A	Danos al paisaje por la construcción de diques, canal y presa
Contaminación							
A	Aire	Contaminación causada por gases de escape o tóxicos de vehículos y fábricas	D	D	D	D	
B	Agua	Contaminación del agua del río y subterránea causada por perforar para fodo y petróleo	D	B	D	D	(2) Afluencia de sedimentos en las lagunas
C	Suelos	Contaminación causada por descargas y dilución de aguas negras y sustancias tóxicas	D	D	D	D	
D	Ruido y Vibraciones	Creación de ruido y vibración debido a perforaciones y operación de máquinas de hombre	D	D	D	B	(4) Ruido por la operación de equipo de construcción
E	Hundimiento de Suelo	Deformación de la tierra y hundimiento debido a la reducción del nivel freático	D	D	D	D	
F	Olores ofensivos	Creación de olores ofensivos y gases de escape	D	D	D	D	
Evaluación General:							
EAI es necesario para la implementación del proyecto							
Actividades:							
(1) Mejoramiento del canal de río							
(2) Laguna de Olomega como embalse retardador							

(3) Manejo de Cuenecas
(4) Presa de San Esteban

Clasificación de Mareas: A: Impacto importante, B: Algo de impacto, C: Desconocido, D: Sin impacto



Area to be Protected
unit: km²

Area	Maximum Flooded Area	Flood Area under M/P	Protected Area under M/P
San Miguel	7.0	2.1	4.9
Olomega	98.4	7.6	90.8
Joecotai	44.4	2.8	41.6
Usulután	31.3	6.6	24.7
Total	181.1	19.1	162.0

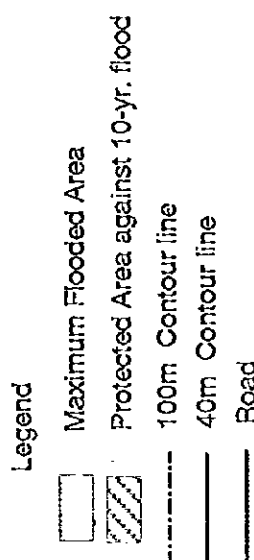
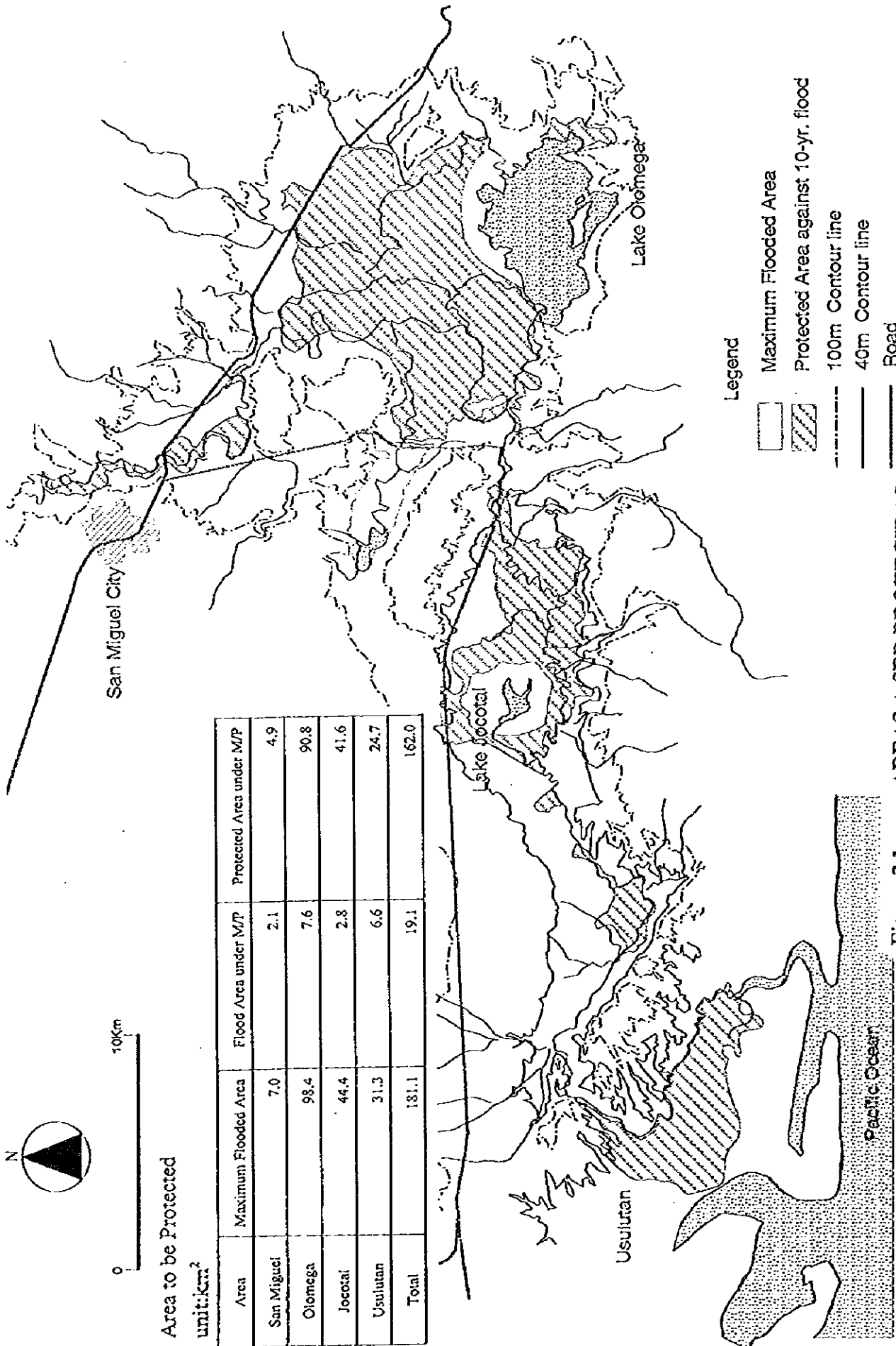
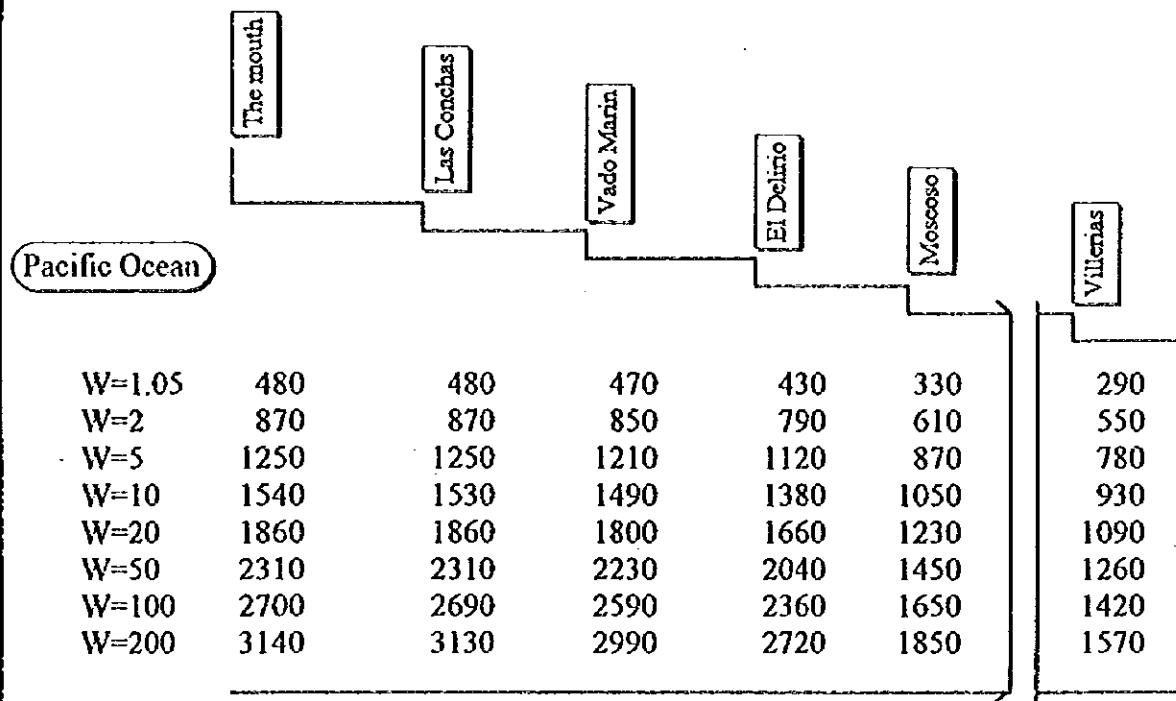
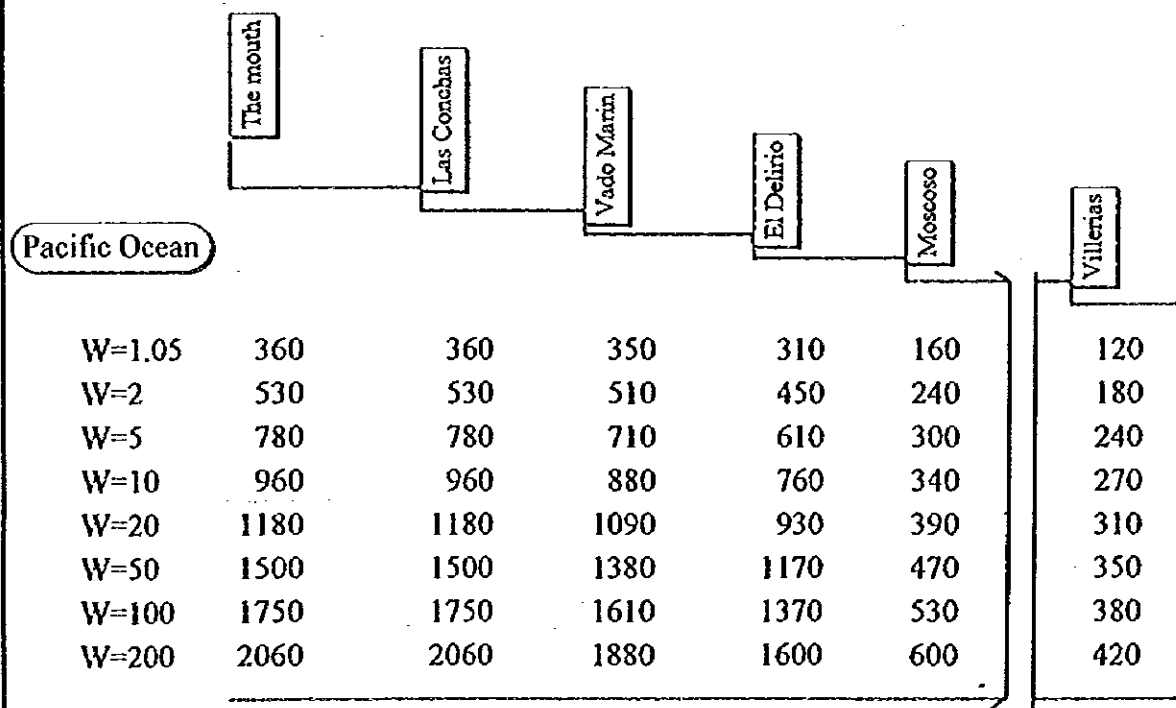


Figura 3.1 AREAS A SER PROTEGIDAS



Discharge Distribution without inundation(unit; m³/s)



Discharge Distribution with Dam (unit; m³/s)

Figura 3.2

DISTRIBUCIÓN PROBABLE DE DESCARGA

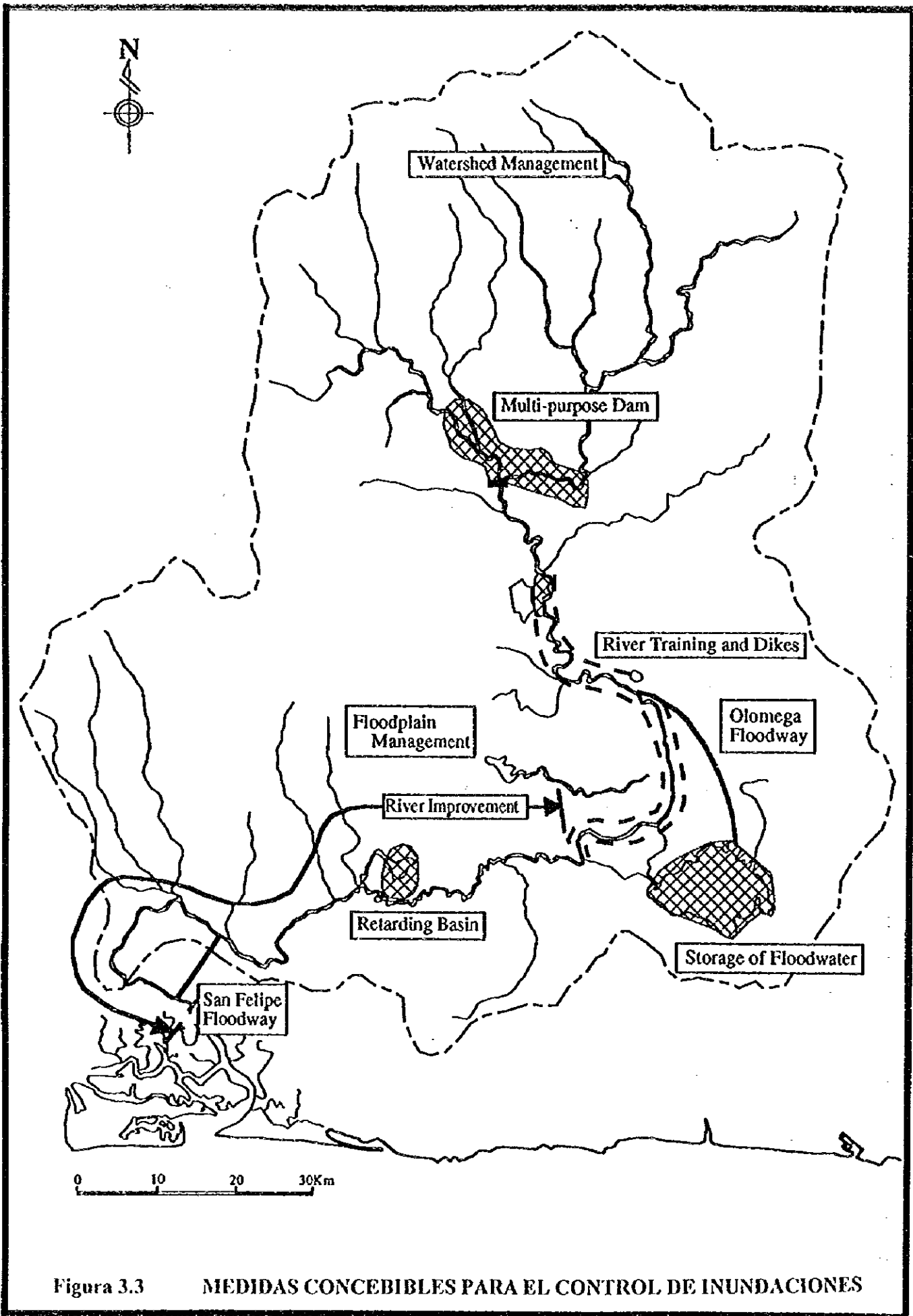


Figura 3.3 MEDIDAS CONCEBIBLES PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES

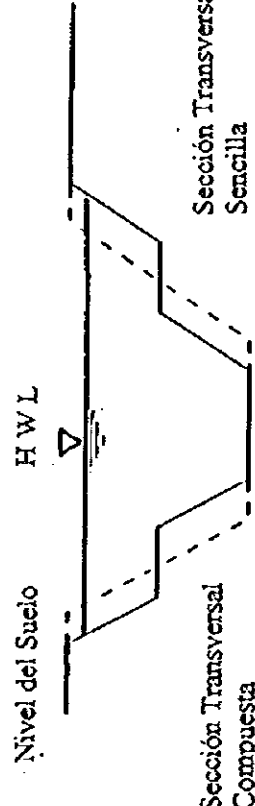
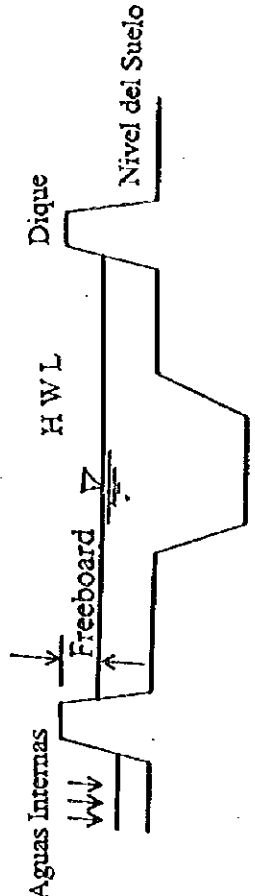
METODO DE DRAGADO / EXCAVADO	METODO DE DIQUE
 <p>* H W L (Máximo Nivel de Inundación) debe ser menor que el nivel del suelo.</p>	 <p>* H W L + Freeboard son requeridos</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las aguas internas pueden ser drenadas por el flujo de la gravedad. 2. El daño por crecidas es mayor que el diseñado y no incrementaría mucho. 3. El costo de construcción es alto, pero el costo de adquisición del terreno es bajo. 4. Existen inconvenientes para las bocatomas debido a que el lecho del río es bajo. 5. La sedimentación en la bocana del río sería problemática si se dragara profundamente. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las aguas internas no pueden ser drenadas por la gravedad. Se requerirían diques para los ríos tributarios o para las estaciones de bombeo. 2. Es peligroso cuando existen grandes inundaciones 3. El costo de construcción es menor y el costo de adquisición es alto. 4. Conveniente para tomas de agua. 5. No existe problema con la sedimentación de la bocana del río.

Figura 3.4 COMPARACIÓN DEL MÉTODO PARA EL MEJORAMIENTO DEL RÍO

Figura 3.5

NIVEL DEL AGUA DE LA LAGUNA Y PESCA (LAGUNA DE OLOMEGA)

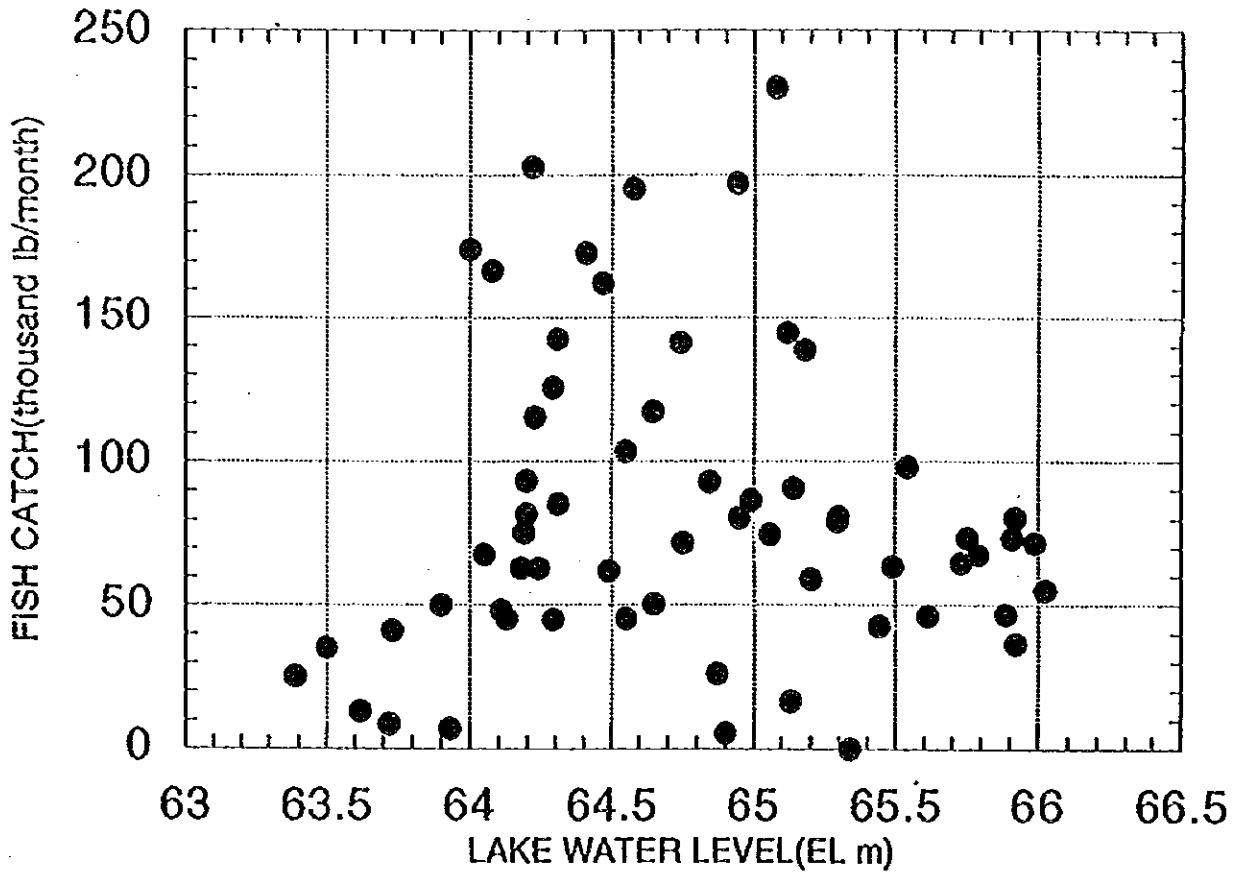
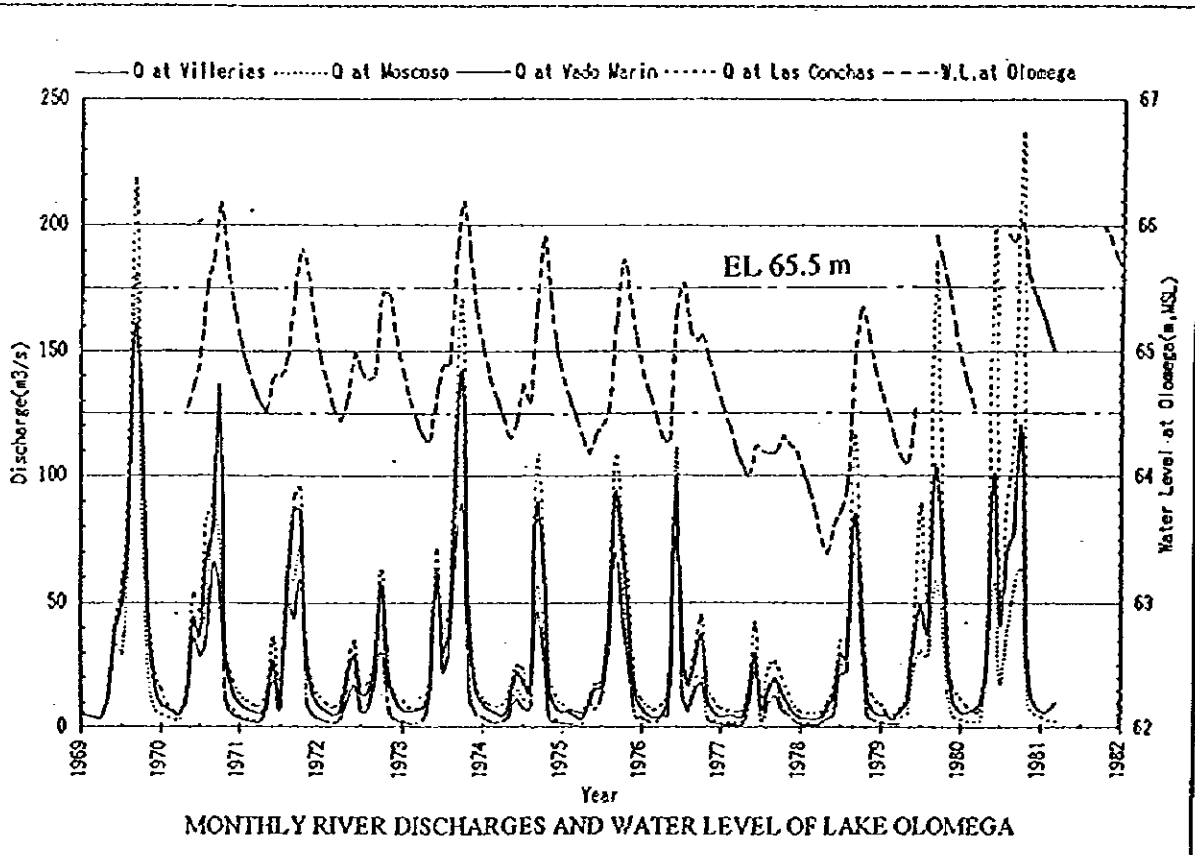


Figura 3.6

DESCARGAS MENSUALES DEL RÍO Y NIVEL DEL AGUA DE LA LAGUNA DE OLOMEGA



Watershed Management
 /Reforestation for Protection Forest 70Km² [diagonal lines]
 /Reforestation for Pasture in Steep Slope Area and Water Source Area 156Km² [cross-hatch]
 /Reforestation in Mud Flow Deposit Area for Production Forest 74Km² [vertical lines]
 /Erosion Control in Mud Flow Deposit Area for Upland Field 200Km² [horizontal lines]

Dike and Excavation Length in Master Plan		
Area	Dike Length(km)	Excavation Length(km)
Lower Reach	24.1	46.1
Middle Reach	12.5	43.5
Omega Drainage	8.0	5.3
Omega Diversion	4.3	5.9
Total	48.9	100.9

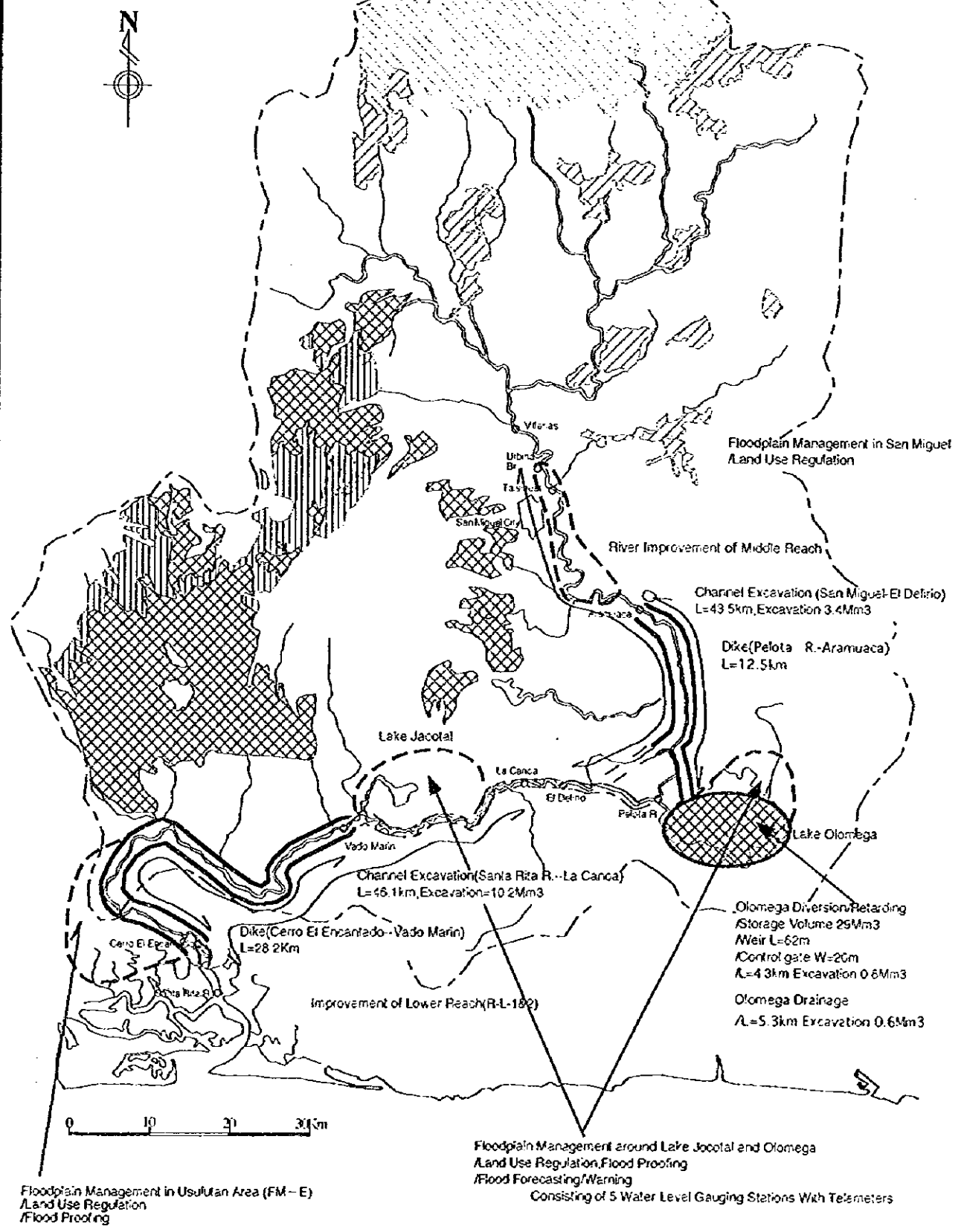
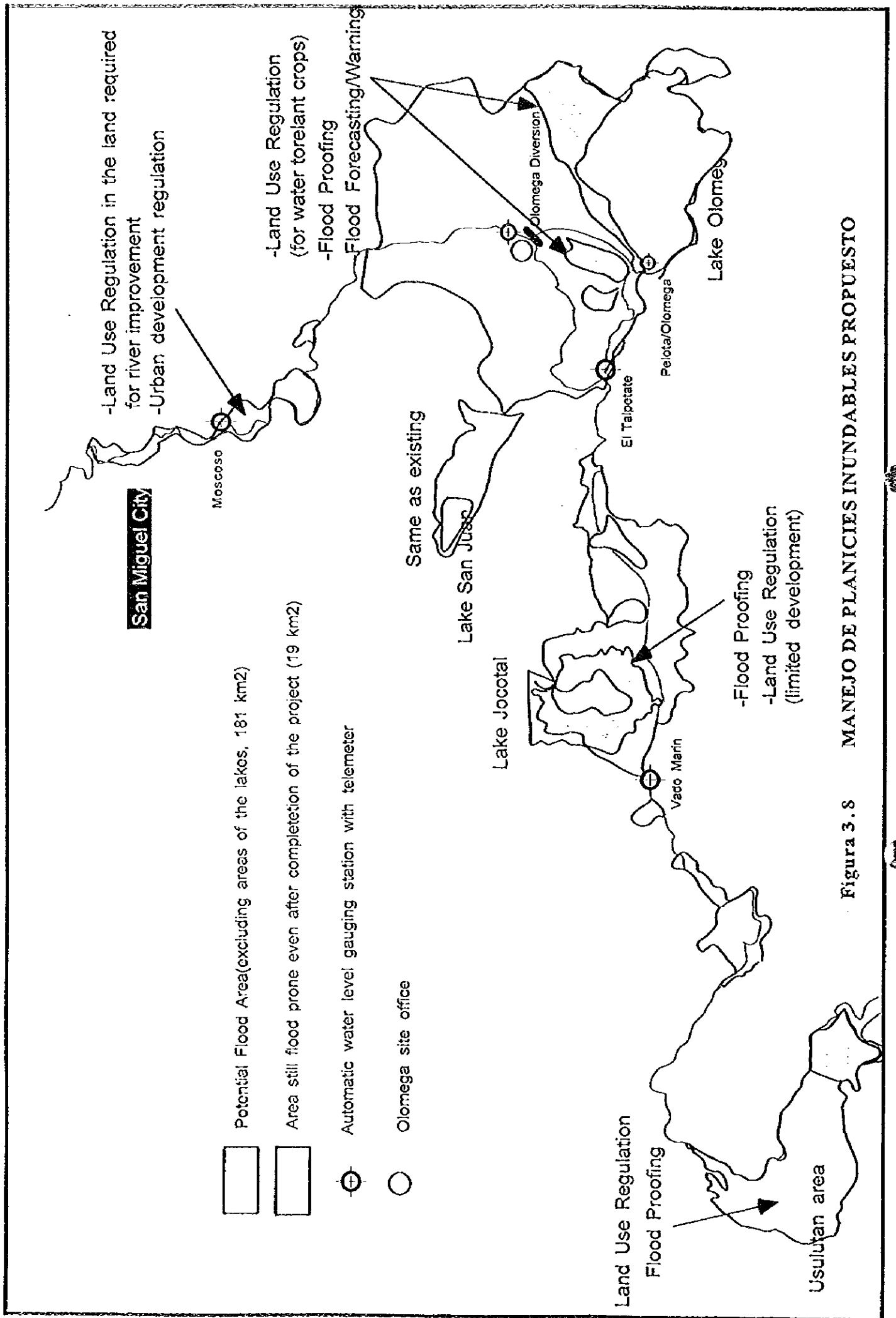
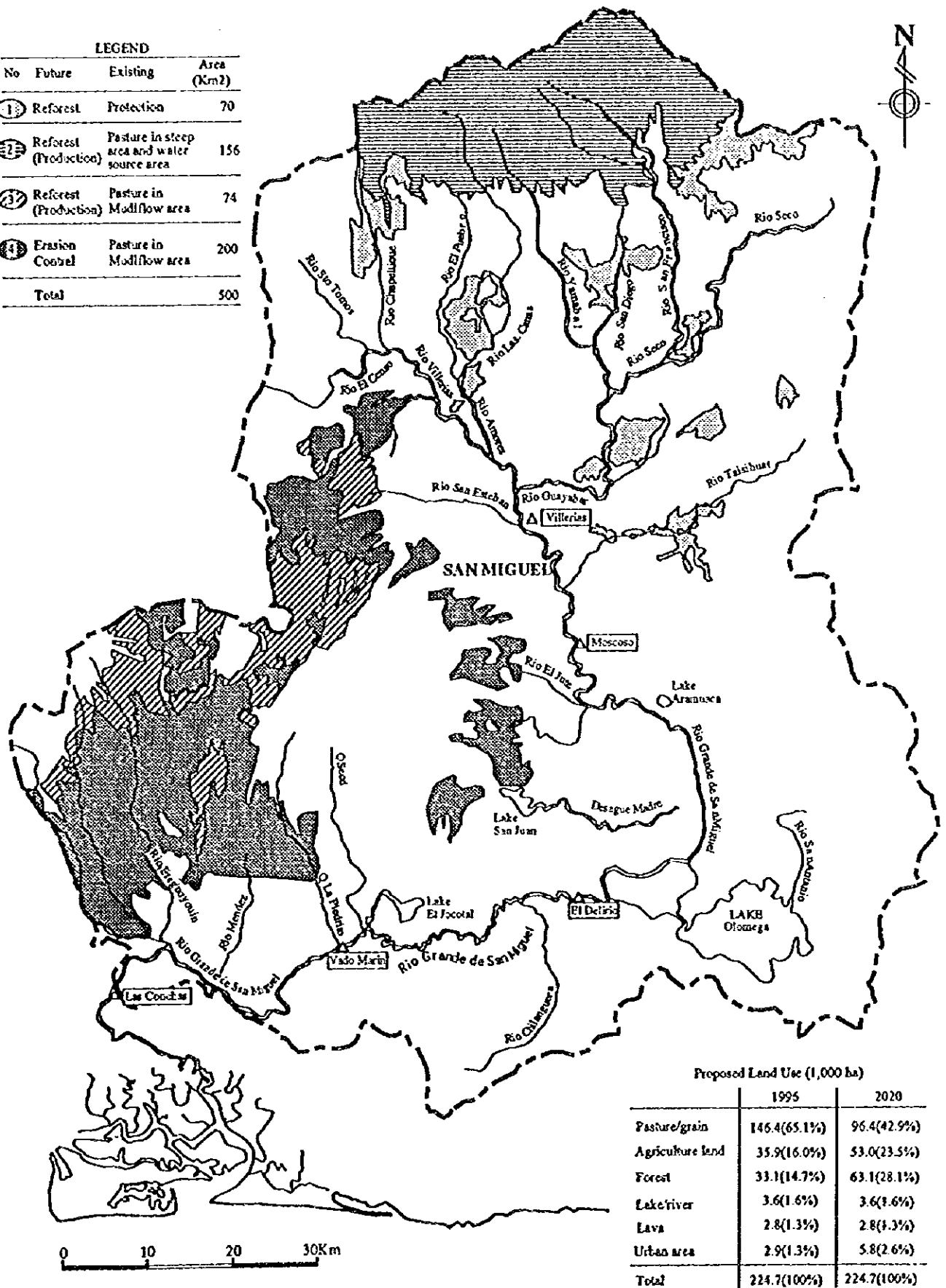


Figura 3.7
ESQUEMA GENERAL DEL PLAN MAESTRO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES



LEGEND			
No	Future	Existing	Area (Km ²)
1	Reforest	Protection	70
2	Reforest (Production)	Pasture in steep area and water source area	156
3	Reforest (Production)	Pasture in Modiflow area	74
4	Erosion Control	Pasture in Modiflow area	200
Total			500



	Proposed Land Use (1,000 ha)	
	1995	2020
Pasture/grain	146.4(65.1%)	96.4(42.9%)
Agriculture land	35.9(16.0%)	53.0(23.5%)
Forest	33.1(14.7%)	63.1(28.1%)
Lake/river	3.6(1.6%)	3.6(1.6%)
Lava	2.8(1.3%)	2.8(1.3%)
Urban area	2.9(1.3%)	5.8(2.6%)
Total	224.7(100%)	224.7(100%)

Figura 3.9

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS PROPUESTO

**4: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
DE LOS PROYECTOS
PRIORITARIOS**

4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

4.1 Selección de Proyecto(s) Prioritario(s)

4.1.1 Criterio para la Selección

Meta Económica: TIR es mayor que el valor del Plan Maestro, el cual es 14.6 %

Meta Financiera: El costo total es menos de 800 millones Colones.
El período de construcción es menos de 5 años.

Meta Social: El impacto negativo es pequeño y aceptable,
El impacto positivo (área beneficiada) es muy grande.

Meta Ambiental: El impacto negativo ambiental es pequeño.

Meta Técnica: No existe dificultad notable ni en la ingeniería ni en la construcción.

4.1.2 Proceso de Selección

1) Medidas Estructurales

Se estudió una implementación en fases, primero con un proyecto de pequeña escala y después el resto para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años, pues el costo del proyecto cubierto en el Plan Maestro es alto. En el proyecto de la primera fase, se compararon los mejoramientos del río para hacerle frente a inundaciones con un período de retorno de 2 años, 5 años y 10 años. El TIR fue de 18.1 %, 15.9 % y 15.2 %, respectivamente.

Se seleccionó la inundación con un período de retorno de 2 años en vista del tamaño del costo del proyecto y la eficiencia en la reducción del área de inundación, como se compara en la Fig. 4.1.

Por lo tanto, el proyecto del Plan Maestro se ha subdividido en los siguientes proyectos:

Mejoramiento del Río Grande de San Miguel, Tramo Bajo (Desembocadura - El Delirio)

Mejoramiento para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 2 años

El Resto del Mejoramiento para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años

Mejoramiento del Río Grande de San Miguel, Tramo Medio (El Delirio -Aramuaca) :
 Mejoramiento para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 2 años

El Resto del Mejoramiento para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años

Mejoramiento del Río Grande de San Miguel, tramo alrededor de la Ciudad de San Miguel

(Aramuaca-Puente Urbina)

Desviación / Retardación en Olomega

La reducción del área de inundación con cada uno de los proyectos de mejoramiento contra una inundación con un período de retorno de 10 años se resume a continuación:

Proyecto	Reducción del Área de Inundación	
Tramo Bajo 1 (R-L-1, inundación c/ período de retorno de 2 años)	26.6 km ²	(25.9 %)
Tramo Medio 1 incluyendo Desviación/ Retardación de Olomega (R-M-1 / O-F, inundación c/ período retorno de 2 años)	53.9 km ²	(51.8 %)
Subtotal:	80.5 km ²	(77.7 %)
Tramo Bajo 2, El Resto (R-L-2, inundación c/ período retorno de 10 años)	15.2 km ²	(14.6 %)
Tramo Medio 2, El Resto (R-M-2, inundación c/ período retorno de 10 años)	7.9 km ²	(7.6 %)
Tramo Alto 2, El Resto (R-U, inundación c/ período retorno de 10 años)	0.4 km ²	(0.3 %)
Total	104.0 km ²	(100.0 %)

Las proporciones de reducción del área inundada en los tramos Medio y Bajo, para los proyectos del mejoramiento del río son grandes y pueden cubrir el 78 % del valor del Plan Maestro. Como se muestra en el Cuadro 4.1, los impactos positivos socioeconómicos y ambientales de estos proyectos son altos mientras que los impactos negativos son bajos.

El Mejoramiento del Río en los Tramos Bajo y Medio y el Almacenamiento de Aguas de Inundación en la Laguna de Olomega para hacerle frente a inundaciones con un período de retorno de 2 años, se recomiendan como proyectos prioritarios para las medidas estructurales.

2) Medidas No Estructurales

Los proyectos de las medidas no estructurales para el Plan Maestro son las siguientes:

Manejo de Cuencas Hidrográficas

Manejo de Cuencas Hidrográficas, Cuenca Alta (Reforestación)

Manejo de Cuencas Hidrográficas, Cuenca Media (Reforestación/Control de Erosión)

Manejo de Cuencas Hidrográficas, Cuenca Baja (Reforestación /Control de Erosión)

Manejo de Planicies Inundables

Manejo de Planicies Inundables, Area del Estero

Manejo de Planicies Inundables, Area El Jocotal

Manejo de Planicies Inundables, Area de Olomega

Manejo de Planicies Inundables, Area de la Ciudad de San Miguel

La selección de los proyectos prioritarios de las medidas no estructurales se basa en lo siguiente:

- Entre los proyectos para el manejo de planicies inundables, se seleccionaron como prioritarios, el pronóstico de inundaciones/advertencia, regulación del uso de suelos y prevención de inundaciones en las áreas de la ciudad de San Miguel, El Jocotal y Olomega, así como la educación a residentes, considerando su urgencia.
- Entre los proyectos para el manejo de cuencas hidrográficas, la reforestación y el control de la erosión para la protección del área agrícola han sido planeados principalmente por el MAG y se ha llevado a cabo parcialmente por CEL en la cuenca de la presa. A pesar de que estos proyectos son deseables para el control de inundaciones, el propósito principal es la reforestación y la conservación de la naturaleza. Por lo tanto, estos proyectos no se seleccionaron como prioritarios para el Estudio de Factibilidad. Sin embargo, los proyectos de reforestación y control de erosión serán requeridos para el desarrollo y estabilidad de la región. Los proyectos deberán empezarse en la etapa inicial y continuar regularmente.

Los proyectos prioritarios seleccionados como las medidas no estructurales son los siguientes:

Manejo de Planicies Inundables, Area El Jocotal

Manejo de Planicies Inundables, Area de Olomega

Manejo de Planicies Inundables, Area de la Ciudad de San Miguel

Las principales características de los Proyectos Prioritarios se muestran en el Cuadro 4.2. La Fig. 4.2 muestra el esquema general del Proyecto Prioritario y la Fig. 4.3 muestra el área a ser protegida por la implementación del Proyecto Prioritario.

4.2 Perfil de los Proyectos Prioritarios

4.2.1 Proyecto de Medidas Estructurales Propuestas

Mejoramiento del Río (del estero hacia Aramuaca)

- Dragado / excavación : 7,444 x 10³ m³ (L = 70 km)
- Dique : 1,173 x 10³ m³ (L = 29 km)
- Revestimiento : 6,000 m
- Reborde : 4 lugares, 229 m
- Puente : 3 lugares
- Esclusa : 1 lugar

Desviación / Retardación en la Laguna de Olomega

- Excavación / dragado : 591 x 10³ m³
- Vertedero desviador : 1 lugar
- Compuertas de control : 1 lugar, claro efectivo 2.0 m

Las obras propuestas para el control de inundaciones para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 2 años, se relacionan al mejoramiento del Río Grande de San Miguel y a la desviación de las aguas de inundación / retardación en la Laguna de Olomega. La distribución de la descarga diseño y el diseño hidráulico de la desviación / retardación de las aguas de inundación se muestra en la Fig. 4.4 y 4.5 respectivamente.

Los lineamientos propuestos, perfiles longitudinales y secciones transversales típicas de los ríos se muestran en la Fig. 4.6, 4.7 y 4.8, respectivamente. Los diseños típicos de las estructuras más importantes se muestran en la Fig. 4.2.

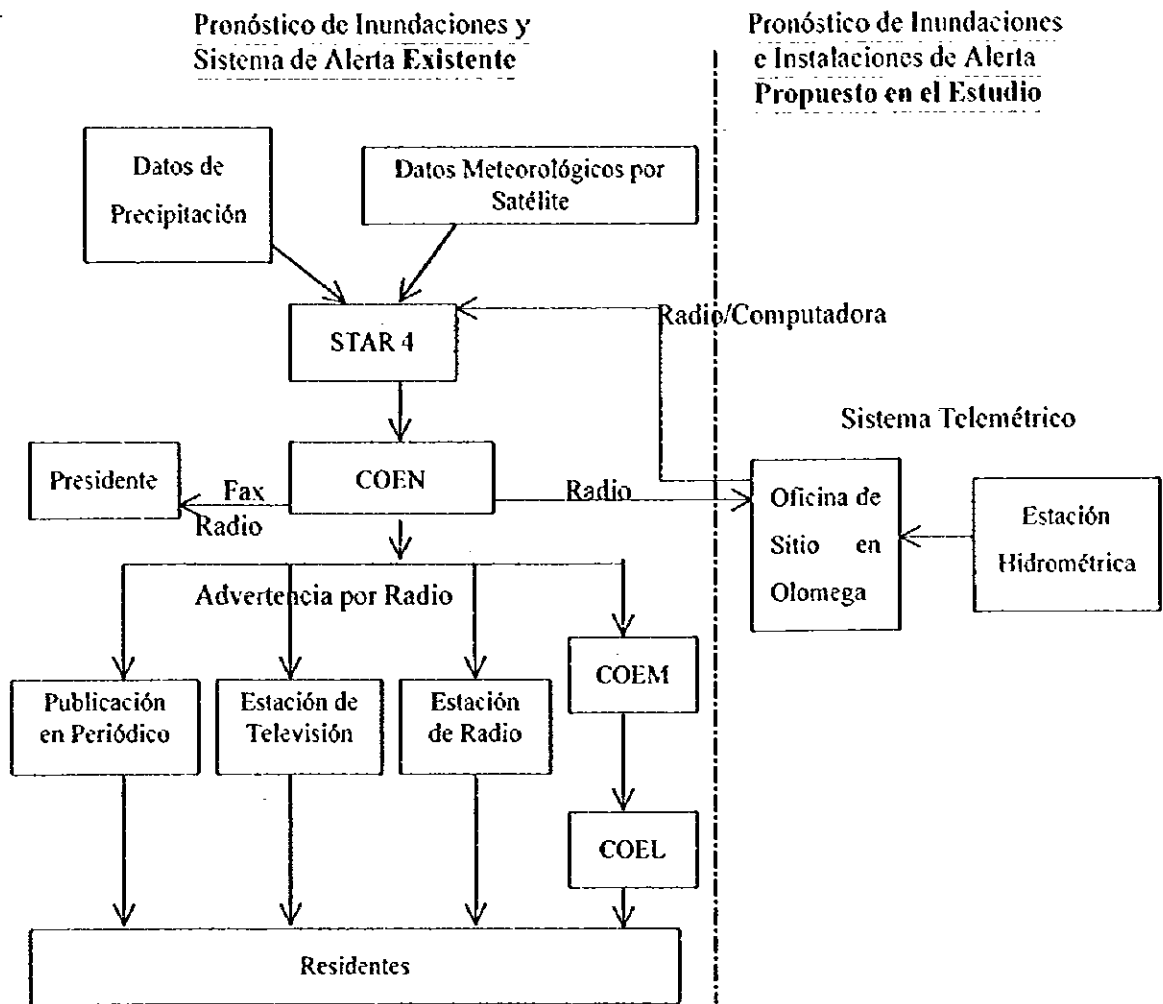
4.2.2 Proyecto de Manejo de Planicies Inundables Propuesto

(1) Mapa de Riesgo de Inundaciones

El Proyecto Prioritario para las medidas no estructurales en las áreas de San Miguel, Olomega y El Jocotal es el manejo de planicies inundables, el cual incluye el pronóstico/advertencia de inundaciones, regulación del uso de suelos, prevención de inundaciones y educación a los residentes.

1) Pronóstico de Inundaciones / Método de Advertencia

El pronóstico de inundaciones / método de advertencia se ha propuesto basándose en el siguiente cuadro:



2) Regulación del Uso de Suelos y Prevención de Inundaciones

El plan para el manejo de planicies inundables recomendado, utilizando los mapas de riesgo de inundación, se muestran en la Fig. 4.10. Las áreas se han clasificado en tres categorías como se muestra a continuación:

- ① Áreas que no se anticipan a inundarse con un período de retorno de 10 años:
Se pueden desarrollar para cualquier propósito
- ② Áreas que no se anticipan a inundarse con un período de retorno de 2 años, pero inundadas con un período de retorno de 10 años:
Se pueden desarrollar para usos agrícolas y residenciales, si se toman las medidas para prevenir la inundación.
- ③ Áreas que se anticipen a inundarse con un período de retorno de 2 años:
Se pueden usar solamente para propósitos con un bajo potencial de daño.

La Oficina Central del MAG, en San Salvador, se encargará de la regulación del uso de suelo/prevención de inundaciones utilizando los mapas de riesgo de inundación preparados por este Estudio, hasta que la Oficina de Proyecto de San Miguel sea construida.

3) Educación a los Residentes

Esto sería para los residentes en el área que sufre de inundaciones con un período de retorno de 10 años. El contenido sería información acerca del proyecto entero, áreas de inundación con/sin proyecto, concepto de la regulación del uso de suelo y prevención de inundaciones, método de pronóstico/advertencia de inundaciones y evacuaciones. La educación a los residentes la llevará a cabo la Oficina de Proyecto de San Miguel por medio de representantes de los residentes en el COEL. Se ha propuesto que la educación se hará después de que el diseño detallado sea terminado y al finalizar las obras de construcción de las medidas estructurales.

4.3 Estimación de Costos

El costo del Proyecto Prioritario estructural al nivel de precios de Diciembre de 1996, se estimó como se resume a continuación:

Unidad: Millones de Colones

Costo	Moneda Local	Moneda Extranjera	Total
1. Construcción	210.3	223.4	433.7
2. Adquisición de Tierra / Indemnización	19.2	0	19.2
3. Administración	22.6	0	22.6
4. Servicios de Ingeniería	25.1	42.8	67.9
5. Contingencia Física	27.7	26.6	54.3
(Subtotal)	(304.9)	(292.8)	(597.7)
6. Escalación de Precios	123.4	54.8	178.2
Total	428.3	347.6	775.9

El desglose de las cantidades de obras y los costos se muestran en los Cuadros 4.3 y 4.4.

El costo del proyecto de las medidas no estructurales es de 8.1 millones de Colones incluyendo cinco (5) estaciones hidrométricas, el sistema telemétrico y la Oficina de Sitio en la Laguna de Olomega, está incluido en el costo de proyecto arriba mencionado.

4.4 Plan de Operación y Mantenimiento

La operación y mantenimiento de las instalaciones para el control de inundaciones, después de ser construidas, se llevarán a cabo por MAG y COEN como se describe a continuación:

- Operación y mantenimiento de las instalaciones, tales como los bancos del río, diques, revestimientos, estructuras de desviación y estaciones medidoras, las llevará a cabo el MAG.
- Se ha propuesto una oficina de Proyecto del MAG en San Miguel para el manejo de las instalaciones.
- La Oficina de Sitio de Olomega operará y mantendrá la compuerta de control.

4.5 Organización e Instituciones

(1) Medidas Estructurales

1) Organización en la Etapa de Construcción

La organización propuesta para las actividades durante la etapa de construcción, las cuales incluyen las obras preparativas, el diseño detallado, licitaciones, adquisición de tierra/indemnización, supervisión de construcción y coordinación con las agencias relacionadas, consiste en lo siguiente (referirse a la Fig. 3.10):

- Oficina Central del MAG y del MOP en San Salvador
- Oficina del Proyecto en San Miguel
- Asesor(es)

2) Organización para la Operación y Mantenimiento

La operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto las llevará a cabo el MAG. Las instalaciones serán los canales y bancos del río, revestimientos, diques, rebordes, estructuras de desviación, equipo telemétrico, etc.

(2) Medidas No Estructurales

La organización e instituciones para el Manejo de Planicies Inundables son casi las mismas que las existentes. MAG es la agencia ejecutora de los proyectos, con la asistencia de los gobiernos locales, las Organizaciones No Gubernamentales y los residentes, para todas las etapas de la planificación, ejecución y administración. Para el Manejo de Planicies Inundables, COEN será responsable de las actividades de

emergencia incluyendo el pronóstico de inundaciones (por medio de STAR 4), advertencias de alerta, combatir inundaciones, etc.

El organigrama propuesto se muestra en la Fig. 4.11.

4.6 Evaluación del Proyecto

(1) Evaluación Económica

- 1) El beneficio directo del proyecto para el control de inundaciones es la diferencia económica del daño por inundaciones entre situaciones “sin el proyecto” y “con el proyecto”, o sea, la reducción de daños por inundación en bienes, tales como edificios, efectos domésticos, ganado, cultivos agrícolas, infraestructura y otras instalaciones, así como a actividades socioeconómicas. Por ejemplo, el área de inundación al sufrir una inundación con un período de retorno de 10 años, se reducirá por 8,100 ha con el proyecto. Y en las áreas aún inundadas, se reducirá la duración y profundidad de inundación.

El beneficio económico directo, la reducción del daño anual promedio de inundaciones se estima en 105.4 millones de Colones.

2) Costo Económico

Para propósitos de la evaluación económica, el costo del proyecto se convierte en el costo económico, el cual excluye porciones de inflación y pagos de transferencia, tales como impuestos y aranceles. Aparte de estas porciones excluidas, el costo económico se estima tomando en cuenta precios sombra. Los precios sombra se basan en la tasa de conversión standard (TCS) y los costos de oportunidad de artículos tales como la adquisición de tierras y el salario de mano de obra no calificada.

El costo económico del Proyecto se estima en 540.1 millones de Colones para el costo de construcción y en 2.15 millones de Colones/año para el costo O/M.

3) Evaluación Económica (Cuadro 4.5).

TIR	=	18.1 %
VAN	=	161 Millones de Colones (con una tasa de descuento del 12 %), y
B/C	=	1.49 (con una tasa de descuento del 12 %)

Asumiendo que el incremento del costo sea del 10 % y la reducción del beneficio 10 % debido a causas inesperadas, TIR aún es 14.6 % mayor que el

costo de capital de oportunidad del 12 %. El proyecto es económicamente factible, y no es sensitivo al incremento del costo ni a la reducción de beneficios.

(2) Aspectos Financieros

Asumiendo un préstamo para el 75 % del costo del proyecto, con una tasa de interés anual del 6 %, de una agencia de fondos internacionales, la cantidad máxima del desembolso anual se estima en US\$ 17.86 millones. Esto equivale a menos del 3 % del total del servicio de deuda actual del Estado, y no se espera ninguna dificultad en el pago de éste.

(3) Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) (EIA = Environmental Impact Assessment)

En la evaluación del Cuadro 3.4, se muestran los impactos negativos del Proyecto, tales como la adquisición de 676 ha, indemnización de 20 viviendas, molestias en las comunidades durante la construcción, etc. Los impactos positivos son el mejoramiento de la ecología en la Laguna El Jocotal, la estabilización de la producción pesquera en la Laguna de Olomega (la gente relacionada a la pesca es de alrededor de 10,000), mejoramiento en las condiciones de sanidad en las áreas propensas a inundaciones, etc. Los impactos positivos son grandes mientras que los negativos son pocos.

(4) Efectos Socioeconómicos

- Aumento del desarrollo regional y estabilidad de la región.
- Incremento de oportunidades de empleo por las obras del proyecto
- Mejoramiento del ambiente para actividades socioeconómicas en las comunidades

(5) Evaluación General

El Proyecto es económicamente viable e indispensable para el desarrollo y estabilidad de la región. El impacto social y ambiental negativo es bajo,

4.7 Programa de Implementación

El programa de implementación para el proyecto se ha propuesto de la siguiente manera:

- (1) El proyecto será finalizado en el año 2005.
- (2) Se han asignado un año para la obtención del fondos y dos años para el diseño detallado y licitación.
- (3) El período de construcción es de cinco años.

- (4) Las obras para el almacenamiento de crecidas en la Laguna de Olomega serán finalizadas antes de las obras para el mejoramiento del río en los tramos aguas arriba.
- (5) Para los otros tramos del Río Grande de San Miguel, las obras del mejoramiento del río serán implementadas, en principio, empezando aguas abajo y continuando aguas arriba, para prevenir los efectos de inundación en las áreas aguas abajo.
- (6) El pronóstico de inundaciones y el sistema de advertencia se instalarán para su utilización, cuando las estructuras correspondientes sean completadas.

Programa de Implementación para el Proyecto Prioritario

Descripción		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Medidas Estructurales	1. Loan Process	█							
	2. Detailed Design		█						
	3. Land Acquisition			█	█	█	█		
	4. Tendering			█					
	5. Construction to cope with 2-year flood				█	█	█		
	Improvement of Lower Reach				█	█	█		
	Diversion and Retarding in Lake Olomega				█	█	█		
Improvement of Middle Reach						█	█	█	
Medidas No Estructurales (Manejo de Planicies Inundables)	1. Land Use Regulation Flood Proofing								
	2. Flood Forecasting/Warning								
	Design and Install of Waterlevel Gauges								
	3. Education to the residents								

Cuadro 4.1 COMPARACIÓN PRIORITARIA DE LOS PROYECTOS

Nombre del Proyecto	Costo (Millones de \$)	Reducción del Área Inundada por una inundación con un periodo de retorno de 10 años (Población Salvada)	Impacto Socio-económico	Impacto Ambiental	Ejecución del Proyecto y Manejo	Aspectos Financieros	Selección
Mejoramiento en el Rio Grande de San Miguel Cuenca Baja 1 (a emprenderse con un periodo de retorno de 2 años)	376	37.3 km ² (9,700 en 1960/17,100 en 2020)	(*) Incremento en el desarrollo potencial de tierra (*) Reducción de daños por inundación (*) Adquisición/compensación de tierra	alto alto bajo	(*) Mejoramiento de la ecología en la Laguna de El Jocotal	alto El costo del proyecto es mediano y es posible implementarlo	Si
Mejoramiento en el Rio Grande de San Miguel Cuenca Baja 2 (resto de los proyectos del PMA)	141	17.1 km ² (700 / 1,300)	(*) Incremento en el desarrollo potencial de tierra (*) Reducción de los daños por inundación	medio medio	medio Construcción de Fase 1 y 2 tomara un periodo largo	medio bajo El costo de las Fases 1 y 2 es alto	No
Mejoramiento en el Rio Grande de San Miguel Cuenca Media 1 (incl. almacenamiento en Olomega (periodo retorno: 2 años))	314	42.7 km ² (8,500 / 15,100)	(*) Incremento en el desarrollo potencial de tierra (*) Efectos por inundación en la cuenca baja (*) Adquisición/compensación de tierra	alto medio bajo	(*) Stabilization of fishery in Olomega	alto El costo del proyecto es mediano y es posible implementarlo	Si
Mejoramiento en el Rio Grande de San Miguel Cuenca Media 2 (resto proyectos PMA)	157	2.7 km ² (5,000 / 7,000)	(*) Incremento en el desarrollo potencial de tierra (*) Efectos por inundación en la cuenca baja	bajo bajo	medio PFF es requerido	medio El costo de las Fases 1 y 2 es alto	No
Mejoramiento en el Rio Grande de San Miguel Cuenca Alta	63	6.0 km ² (1,300 / 2,400)	(*) Suavizar el desarrollo urbano (*) Efectos por inundación en la cuenca baja (*) Adquisición/compensación de tierra	medio bajo bajo	medio PFF es requerido	medio El costo es alto comparado con el efecto	No
Manejo de Planicies inundables, cerca de la Ciudad de San Miguel	-	-	(*) Suavizar el desarrollo urbano (*) Reducción de daños por inundación	alto alto	alto El estudio se necesita urgentemente debido al rapido desarrollo	alto Costo bajo	Si
Manejo de Planicies inundables, Area de Olomega y Area del Jocotal	5.6	-	(*) Reducción de daños por inundación (*) Contribución a la solución de los problemas en laguna	alto alto	medio Muy relacionado con el mejoramiento del rio the lizas	alto Costo bajo	Si
Manejo de Planicies inundables, Area del Estero	-	-	(*) Desarrollo suave (*) Reducción de daños por inundación	medio medio	medio Puede ejecutarse sin SF	alto Costo bajo	No
Manejo de Cuencas Cuenca Alta	68	Pequeño	(*) Efecto en control de inund. y recursos acuáticos (*) Incremento en la producción forestal	alto alto	alto Los propietarios están relacionados Puede ser estudiado y ejecutado por MAG No es control puro de inundaciones	medio bajo El costo es mediano en tamaño El costo del proyecto sera del gobierno y de los propietarios	No
Manejo de Cuencas Cuenca Media	50	Pequeño	(*) Efecto en control de inund. y recursos acuáticos (*) Incremento en la producción forestal y agrícola	medio alto	alto Los propietarios están relacionados Puede ser estudiado y ejecutado por MAG No es control puro de inundaciones	medio bajo El costo es mediano en tamaño El costo del proyecto sera del gobierno y de los propietarios	No
Manejo de Cuencas Cuenca Baja	90	Pequeño	(*) Efecto en control de inund. y recursos acuáticos (*) Incremento en la producción forestal y agrícola	medio alto	alto Los propietarios están relacionados Puede ser estudiado y ejecutado por MAG No es control puro de inundaciones	medio bajo El costo es mediano en tamaño El costo del proyecto sera del gobierno y de los propietarios	No

Nota: alto, medio, bajo m las columnas significan prioridad

Cuadro 4.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO PRIORITARIO

RIVER IMPROVEMENT

Project Cost (€ million): (Including price escalation)		775.9
Construction Works	Construction Period	5 years from 2001 to 2005
	Excavation(m ³):	8,035,000
	Embankment(m ³):	1,173,000
	Revetment(m ³):	6,000
	Ground sill(site)	4
	Weir/gate(site):	2
	Sluice(site):	1
	Bridge(site):	3
Reduction of Flooded Area: for 10-yr. flood (km ²)	San Miguel:	0.0
	Olomega:	53.9
	Jocotal:	13.0
	Usulután:	13.6
	Total:	80.5
Beneficiary in the Protected Area: for 10-yr. flood in 2020 (persons)	San Miguel:	0
	Olomega:	24,400
	Jocotal:	5,900
	Usulután:	6,100
	Total:	36,400
Social Impact	Positive Impact:	<ul style="list-style-type: none"> - To enable effective land use and development of the basin, - To ensure the people's livelihood in the basin, - To ensure stable fishery in lakes of Olomega and Jocotal, - To create employment opportunities during construction, and - To improve sanitary conditions.
	Negative Impact: - Land acquisition: - House comp.:	<p>676 ha 20 houses</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disturbance of communities during construction
Environmental Impact		<ul style="list-style-type: none"> - Mitigation of inflow of polluted and sediment contained water of the San Miguel River - Stabilization of water level in lakes of Olomega and Jocotal
Economic Viability: EIRR (%)		18.1

FLOODPLAIN MANAGEMENT

Jocotal Area	Land use regulation, floodproofing and flood forecasting/warning to mitigate damage in non-dike reaches
Olomega Area	
Near S. Miguel City	Land use regulation to mitigate damage in urban area
Project Cost	<ul style="list-style-type: none"> - Office and equipment: € 8,100,000 - Operation and maintenance: € 720,000/yr.

Cuadro 4.3 CANTIDAD DE OBRAS PARA EL PROYECTO PRIORITARIO

From		To		Station	Stretch code	Length dX(km)	Excavation (m ³)	Embankment(m ³)	Land (1,000m ²)	House (nos)
Location	Station	Location	Station							
LOWER REACHES										
River mouth	SR0	Santa Rita R.	SR21+0.20k			10.00				
Santa Rita R.	SR21+0.20k	End of farm land	SM1		L1-1	0.86	0	0	0	0
End of farm land	SM1	Cerro El Encantado	SM7		L1-2	2.65	146,900	0	299	1
Cerro El Encantado	SM7	Limon R.	SM13		L1-3	3.36	77,600	239,300	429	0
Limon R.	SM13	Ereguatquin R.	SM30+0.05k		L2	9.33	207,300	266,200	845	3
Ereguatquin R.	SM30+0.05k	Vado Marin Br.(old)	SM58		L3	15.51	213,000	0	1,067	11
Vado Marin Br.(old)	SM58	Jocotal Drainage	SM63		L4-1	2.17	824,100	0	191	0
Jocotal Drainage	SM63	Brazo de S.M.	SM79+0.15k		L4-2	6.30	1,597,600	0	711	0
Brazo de S.M.	SM79+0.15k	Chianguera R.	SM91+0.32k		L4-3	4.37	1,220,900	0	526	0
Chianguera R.	SM91+0.32k	La Canoa	SM95+0.38k		L4-4	2.42	263,100	0	267	0
La Canoa	SM95+0.38k	El Delirio	SM103		L4-5	6.74	0	0	0	0
						63.71	4,550,500	505,500	4,335	15
						Sub-total				
MIDDLE REACHES										
El Delirio	SM103	Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k		M1	0.71	80,800	0	62	0
Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k	Start of COC/G.Sill	SM113		M2-1	5.36	0	0	0	0
Olomega D./S.M.R.	SM104+0.14k	End of COC	OL1+0.80k		O1-1	0.85	167,900	0	96	0
End of COC	OL1+0.80k	Start of COC/G.Sill	SM113		COC	2.10	556,500	0	289	0
Start of COC/G.Sill	SM113	WL drop	SM117		M2-2	2.39	320,100	0	184	0
WL drop	SM117	Pelota R.	SM120-0.26k		M2-3	2.05	216,700	103,400	171	0
Pelota R.	SM120-0.26k	L. Aramuaca	SM135		M3	10.47	775,000	427,400	654	3
L. Aramuaca	SM135	Moscoso Br.	SM157		M4	13.10	0	0	0	0
Moscoso Br.	SM157	Taisihuat R.	SM165+0.17k		M5	4.25	0	0	0	0
Taisihuat R.	SM165+0.17k	Urbina Br.	SM170-0.06k		M6-1	2.23	0	0	0	0
						43.51	2,117,000	530,800	1,456	3
						Sub-total				
OLOMEGA DRAINAGE										
End of Drainage	OL1+0.80k	Pelota R.	OL6+0.10k		O1-2	4.11	468,700	0	351	0
Pelota R.	OL6+0.10k	Olomega Outlet	OL6+0.30k		O2	0.20	91,700	0	18	0
Olomega Outlet	OL6+0.30k	Lake Olomega	W0+0.95k		W0	0.95	30,400	0	50	0
						5.26	590,800	0	419	0
						Sub-total				
OLOMEGA DIVERSION CHANNEL										
Olomega D.	OL6+0.10k	Diversion weir	PL2+0.44k		P1	1.55	0	0	0	0
Diversion weir	W1+0/PL2+0.4	San Miguel R.	SM120-0.26k		P2	3.21	688,900	98,600	126	0
Lake Olomega	W1-1.10k	W1+0/PL2+0.44k	W1-0.00k		W1	1.10	88,000	37,600	423	2
						5.84	776,900	136,200	549	2
						118.32	8,035,200	1,172,500	6,759	20
						Grand total				

Cuadro 4.4 COSTO DEL PROYECTO PRIORITARIO

Items	Unit		Quantity	Amount(\$ million)		
	Unit	Cost(\$)		Total	L.C.	F.C.
1. Construction works						
1.1 Channel works				366.9	167.5	199.4
Earth excavation(1)	m ³	45	3,977,000	179.0	73.4	105.6
Earth excavation(2)	m ³	20	3,906,000	78.1	32.0	46.1
Rock excavation	m ³	173	152,000	26.3	10.8	15.5
Embankment	m ³	42	1,173,000	49.3	20.2	29.1
Revetment	m	5,700	6,000	34.2	31.1	3.1
1.2 Structure works				24.7	18.8	5.9
Diversion weir	l.s.			10.5	9.0	1.5
Control gate	l.s.			9.4	5.8	3.6
Drainage sluice				0.6	0.4	0.2
Type-A	nos	426,000	0	0.0	0.0	0.0
Type-B	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2
Type-C	nos	754,000	0	0.0	0.0	0.0
Ground sill	m	18,269	229	4.2	3.6	0.6
1.3 Appurtenant works				42.1	24.0	18.1
Intake gate(Type-B)	nos	586,000	1	0.6	0.4	0.2
Bridge				33.0	17.2	15.8
Bridge(105m)	nos	13,400,000	1	13.4	7.0	6.4
Bridge(90m)	nos	12,600,000	1	12.6	6.6	6.0
Bridge(40m)	nos	7,000,000	1	7.0	3.6	3.4
Rural road	m	160	2,640	0.4	0.4	0.0
Telemetering system	l.s.			8.1	6.1	2.0
(Sub-total : 1.1+1.2+1.3)				433.7	210.3	223.4
2. Land and house				19.2	19.2	0.0
Land acquisit.(1)	10 ³ m ²	2,150	728	1.6	1.6	0.0
Land acquisit.(2)	10 ³ m ²	5,720	845	4.8	4.8	0.0
Land acquisit.(3)	10 ³ m ²	2,570	1,067	2.7	2.7	0.0
Land acquisit.(4)	10 ³ m ²	720	1,695	1.2	1.2	0.0
Land acquisit.(5)	10 ³ m ²	3,580	2,424	8.7	8.7	0.0
Land acquisit.(6)	10 ³ m ²	7,150	0	0.0	0.0	0.0
House compensat.	house	12,000	20	0.2	0.2	0.0
3. Administration	l.s.			22.6	22.6	0.0
4. Engineering service	l.s.			67.9	25.1	42.8
5. Physical contingency	l.s.			54.3	27.7	26.6
(Sub-total : 1+2+3+4+5)				597.7	304.9	292.8
6. Price contingency	l.s.			178.2	123.4	54.8
Total				775.9	428.3	347.6

Cuadro 4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO PRIORITARIO

Priority Project-Alt.I (O+J+U)				Unit : Cols. Million		
Year	Economic Cost			Economic Benefit (B)	Net Benefit (B)-(C)	
	Construction	OM	Total (C)			
1	1999	21.45	0.00	21.45	0.00	-21.45
2	2000	9.99	0.00	9.99	0.00	-9.99
3	2001	103.46	0.00	103.46	0.00	-103.46
4	2002	103.46	0.43	103.89	21.08	-82.81
5	2003	103.46	0.86	104.32	42.17	-62.15
6	2004	99.19	1.29	100.48	63.25	-37.23
7	2005	99.14	1.72	100.86	84.34	-16.52
8	2006	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
9	2007	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
10	2008	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
11	2009	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
12	2010	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
13	2011	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
14	2012	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
15	2013	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
16	2014	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
17	2015	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
18	2016	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
19	2017	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
20	2018	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
21	2019	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
22	2020	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
23	2021	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
24	2022	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
25	2023	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
26	2024	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
27	2025	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
28	2026	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
29	2027	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
30	2028	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
31	2029	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
32	2030	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
33	2031	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
34	2032	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
35	2033	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
36	2034	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
37	2035	0.00	2.15	2.15	105.42	103.27
38	2036	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	2037	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
40	2038	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
41	2039	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	2040	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total		540.15	68.80	608.95	3,373.44	2,764.49

Discount Rate (%)	B/C	PV(Cols. Million)		NPV (Cols. Million)
		Cost	Benefit	
20	0.90	241.50	218.32	-23.18
15	1.21	292.16	352.29	60.13
12	1.49	330.34	491.65	161.31
10	1.75	360.10	629.53	269.44
5	2.87	456.22	1,309.23	853.01

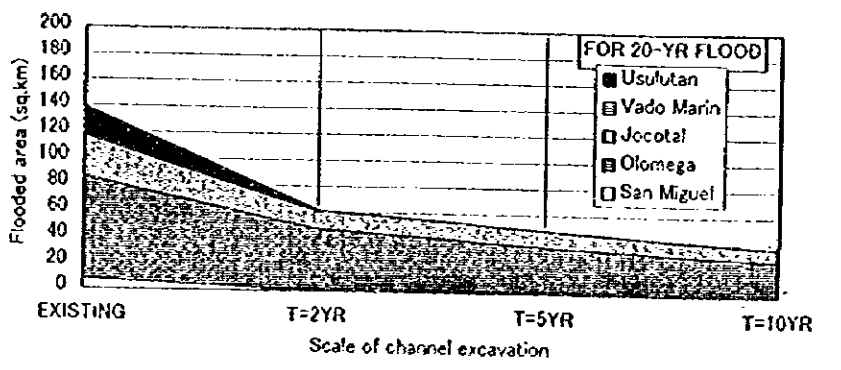
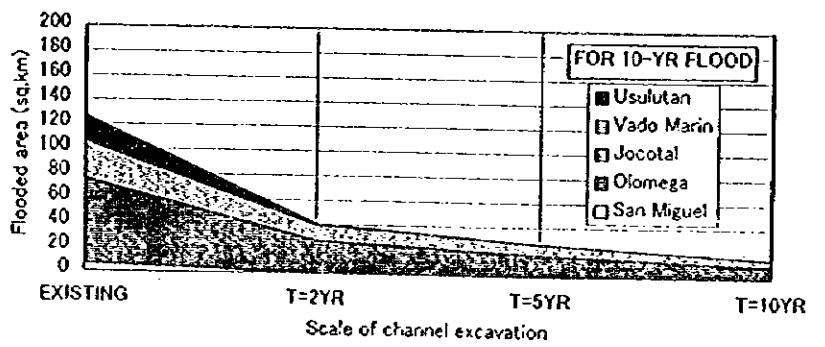
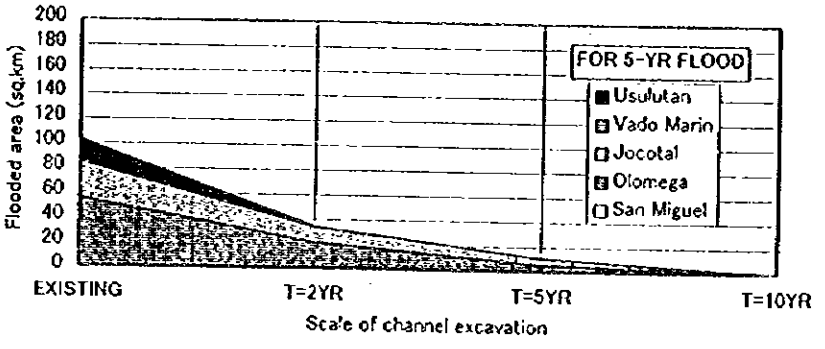
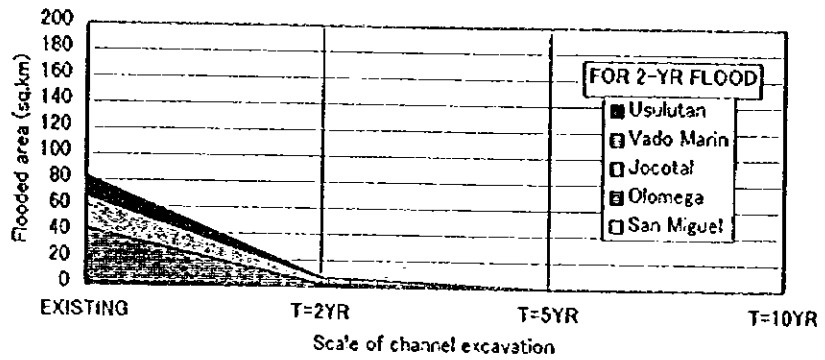


Figura 4.1

RELACIÓN ENTRE ESCALA DEL PROYECTO Y AREA INUNDADA

Proposed Priority Project

Dike and Excavation Length

Area	Dike Length(km)	Excavation Length(km)
Lower Reach	12.7	46.1
Middle Reach	12.5	18.6
Omega Drainage	0.0	5.3
Omega Diversion	4.3	4.3
Total	29.5	74.3

Proposed Project Works

ITEM	AMOUNT
1. Structural Measures	
Earth Excavation	7,883,000 m ³
Rock Excavation	197,000 m ³
Embankment	1,173,000 m ³
Revetment	6,000 m
Diversion Weir	1 place
Control Gate	1 place
Drainage Sluice	1 place
Ground Sill	229 m
Intake Gate	1 place
Bridge	3 places
Rural Road	2,640 m
Land Acquisition	6.76 km ²
Compensation	20 houses
2. Non-structural Measures	
Automatic Water Level Station	5 places
Telemetering System	1 unit
Floodplain Management	3 places

Legend

- San Miguel River
- Catchment Boundary
- Maximum Flooded Area
- Dike
- Channel Excavation
- Revetment
- Omega Diversion Weir
- Omega Control Gate
- Automatic Water Level Station
- New Omega Site Office
- Area for Floodplain Management
- Bridge
- Ground Sill
- Drainage Sluice
- Intake Gate

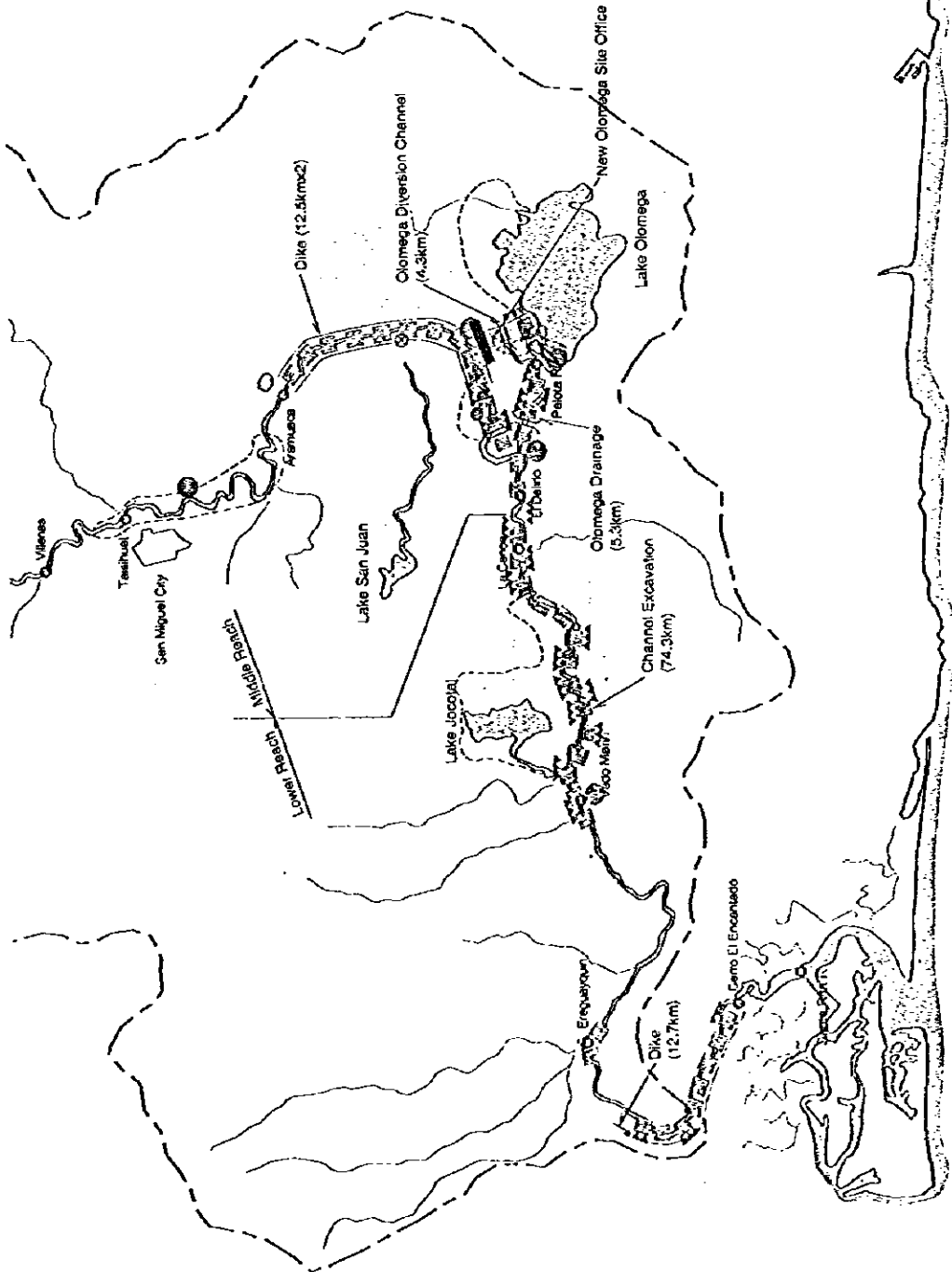
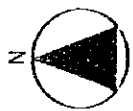


Figura 4.2 ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO PRIORITARIO



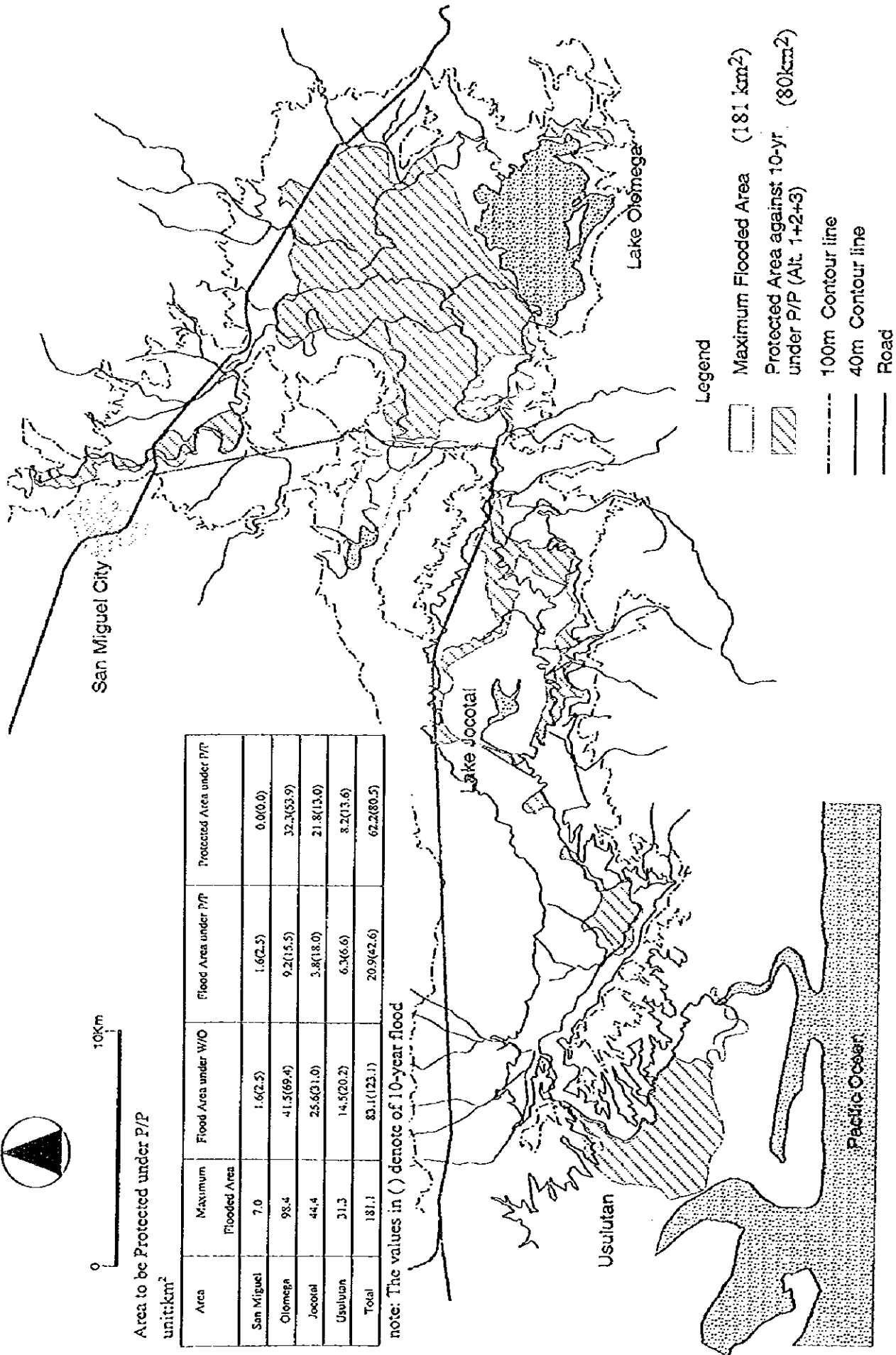


0 10km

Area to be Protected under P/P
unit: km²

Area	Maximum Flooded Area	Flood Area under W/O	Flood Area under P/P	Protected Area under P/P
San Miguel	7.0	1.6(2.5)	1.6(2.5)	0.0(0.0)
Olomega	98.4	41.5(69.4)	9.2(15.5)	32.3(53.9)
Jocotal	44.4	25.6(31.0)	3.4(18.0)	21.8(13.0)
Usulután	31.3	14.5(20.2)	6.3(6.6)	8.2(13.6)
Total	181.1	83.1(123.1)	20.9(42.6)	62.2(80.5)

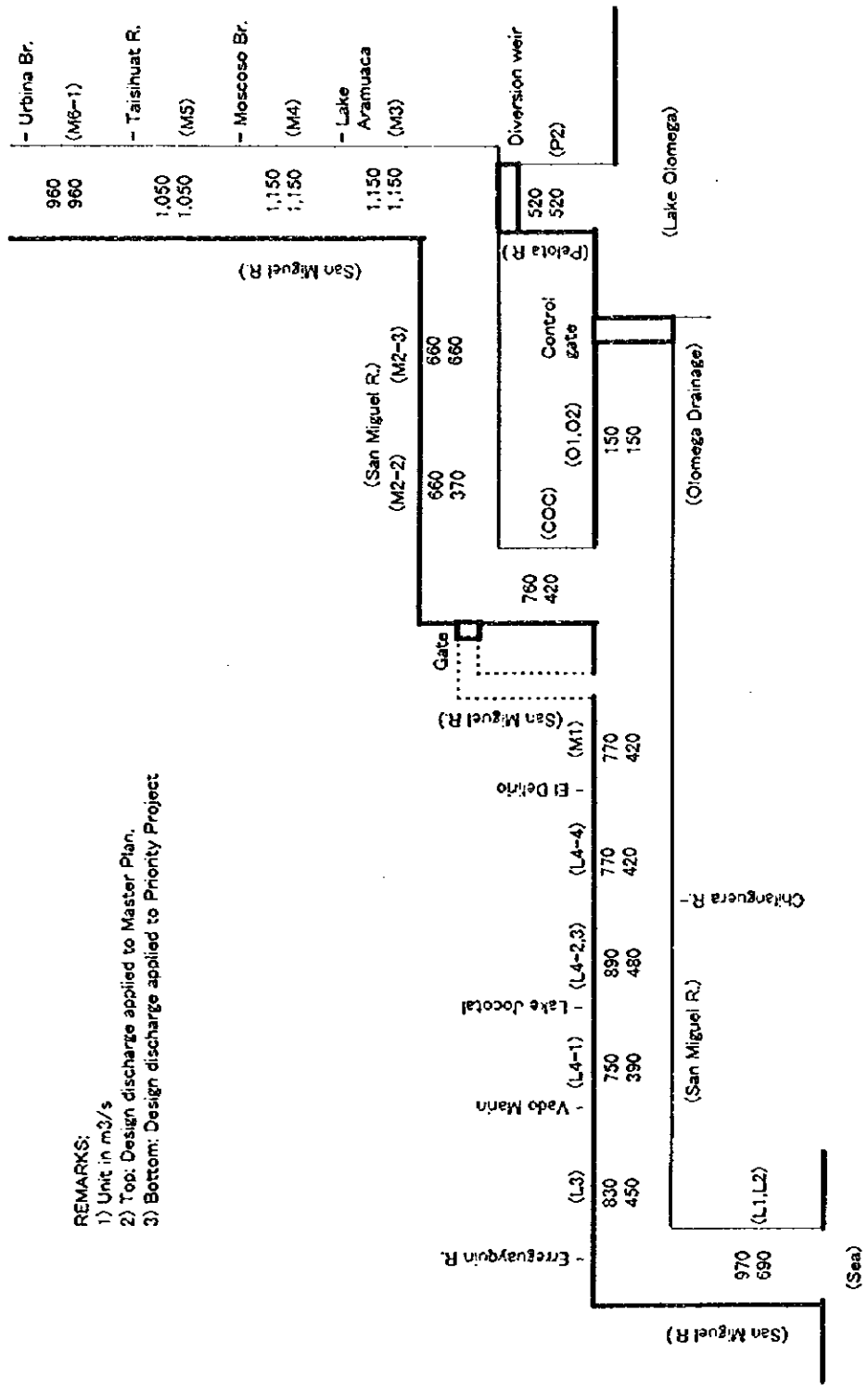
note: The values in () denote of 10-year flood



Legend

- Maximum Flooded Area (181 km²)
- Protected Area against 10-yr under P/P (Alt. 1+2+3) (80 km²)
- 100m Contour line
- 40m Contour line
- Road

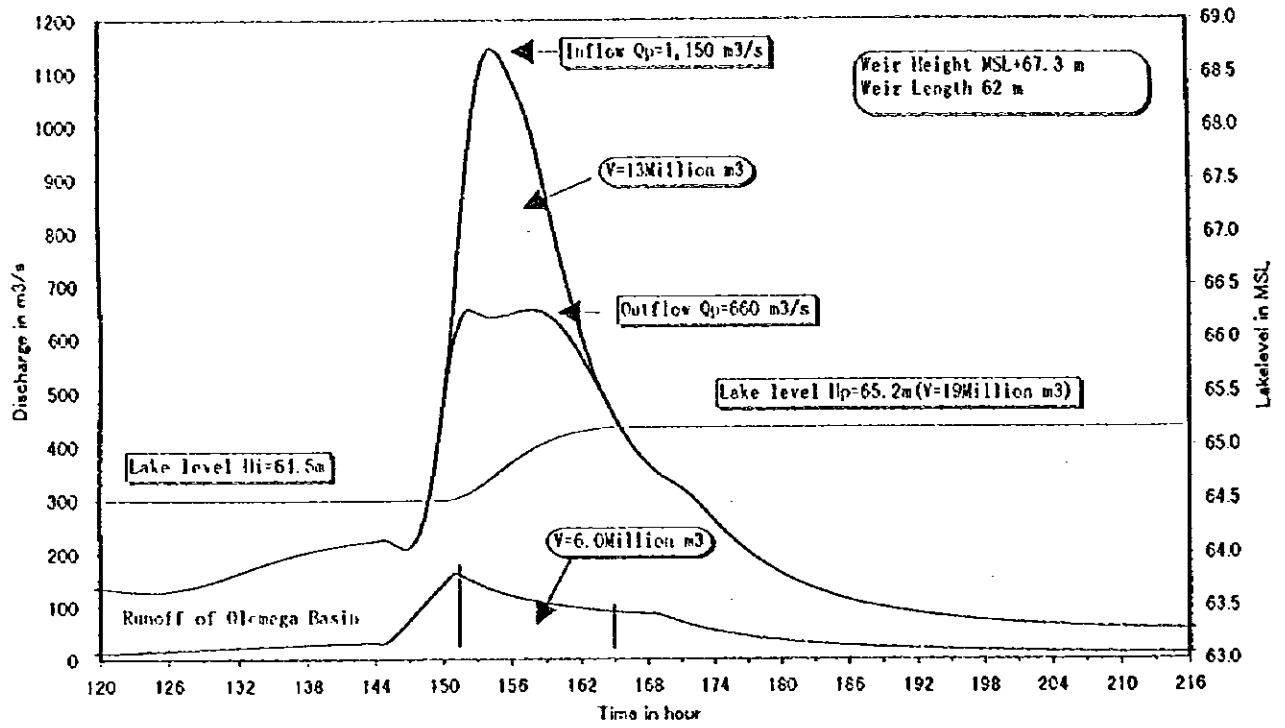
Figura 4.3 AREA A SER PROTEGIDA POR EL PROYECTO PRIORITARIO



REMARKS:
 1) Unit in m³/s
 2) Top: Design discharge applied to Master Plan.
 3) Bottom: Design discharge applied to Priority Project

Figura 4.4 DISTRIBUCIÓN DE LA DESCARGA DISEÑO PARA P/P Y P/M

HYDROGRAPH AT OMEGA DIVERSION FOR 10-yr. FLOOD



HYDROGRAPH AT OMEGA DIVERSION FOR 2-yr. FLOOD

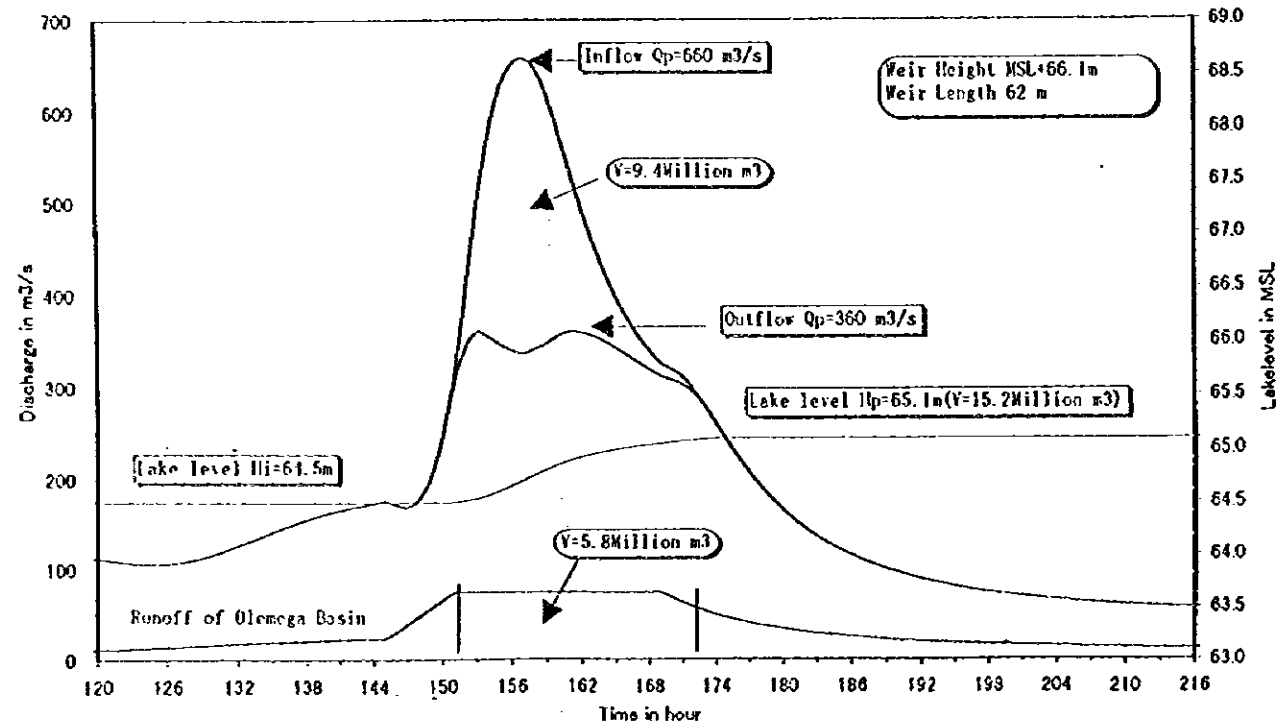


Figura 4.5 **HIDROGRAMA DE LA AFLUENCIA EN LA LAGUNA DE OMEGA**

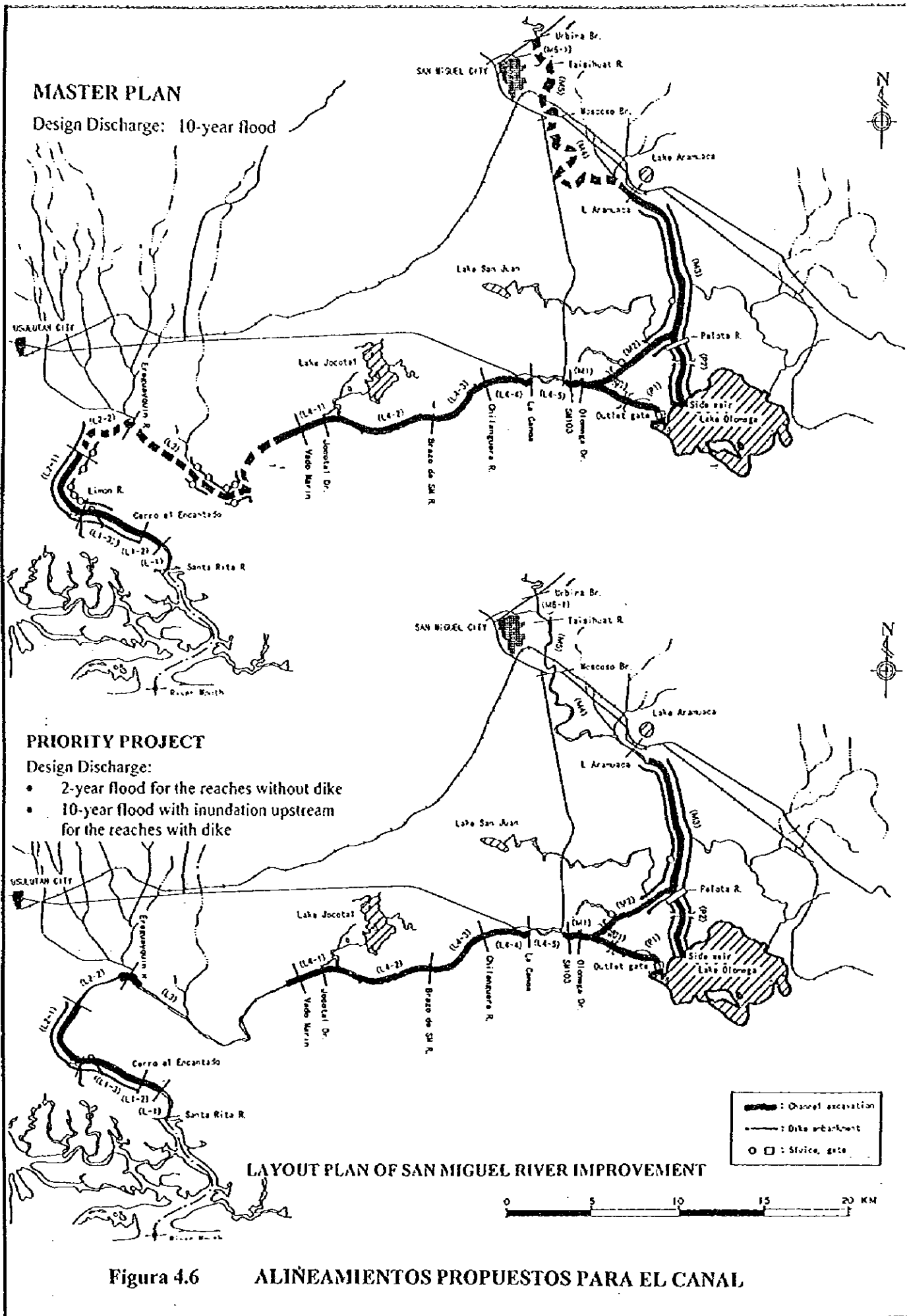


Figura 4.6

ALINEAMIENTOS PROPUESTOS PARA EL CANAL

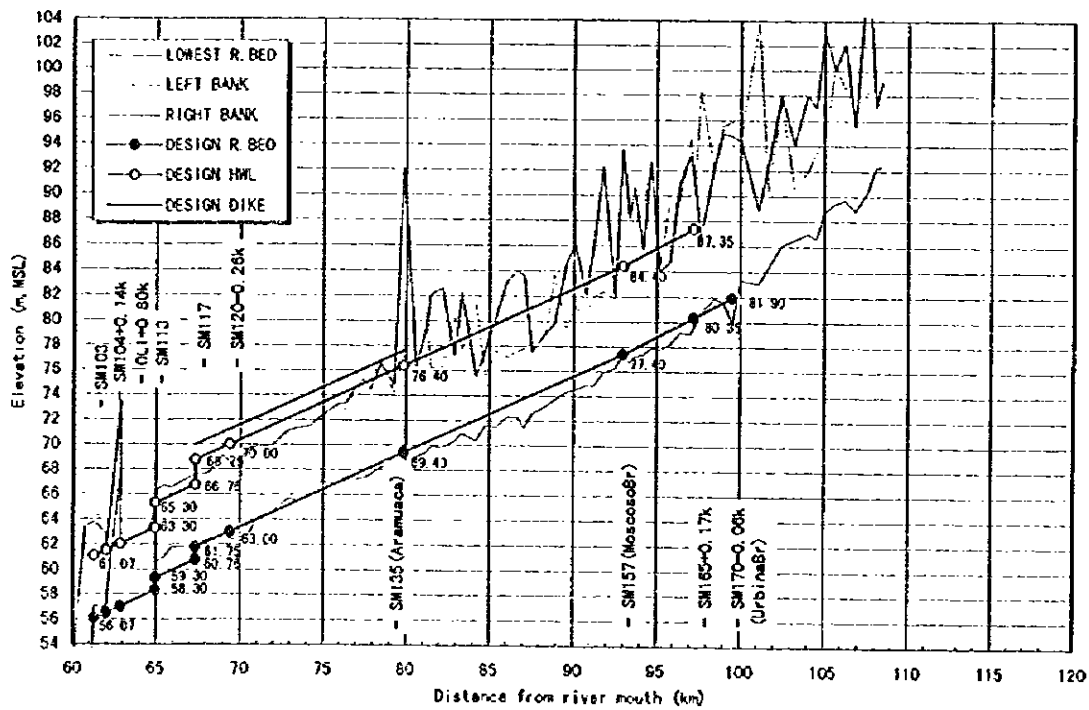
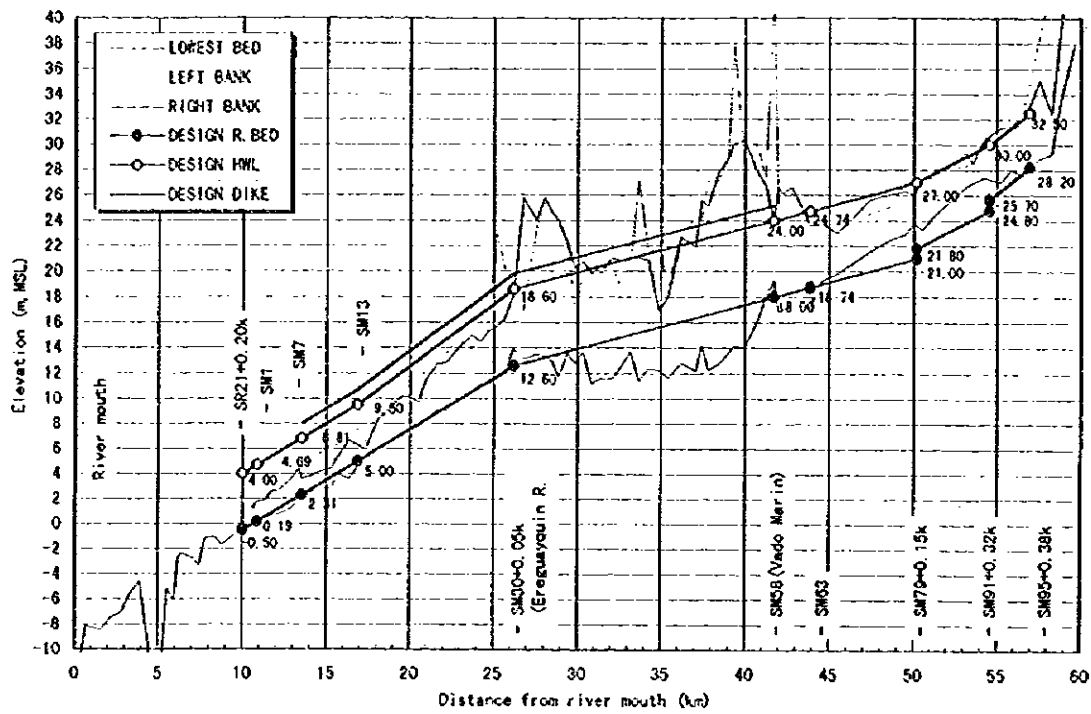


Figura 4.7 (1/2) PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL : TRAMOS BAJOS

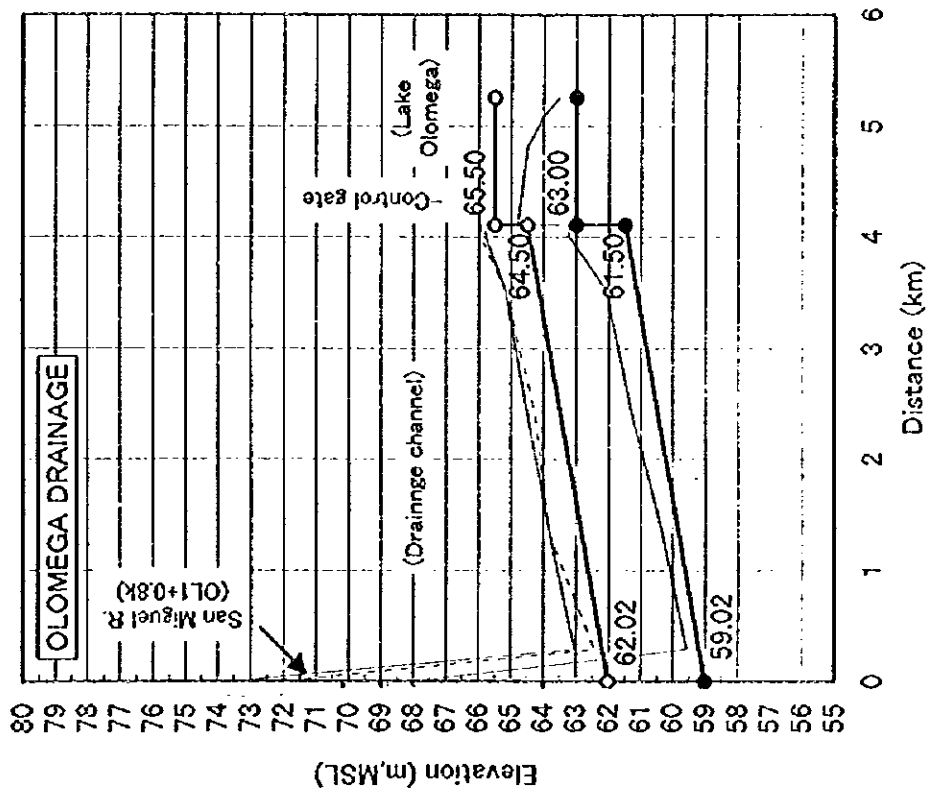
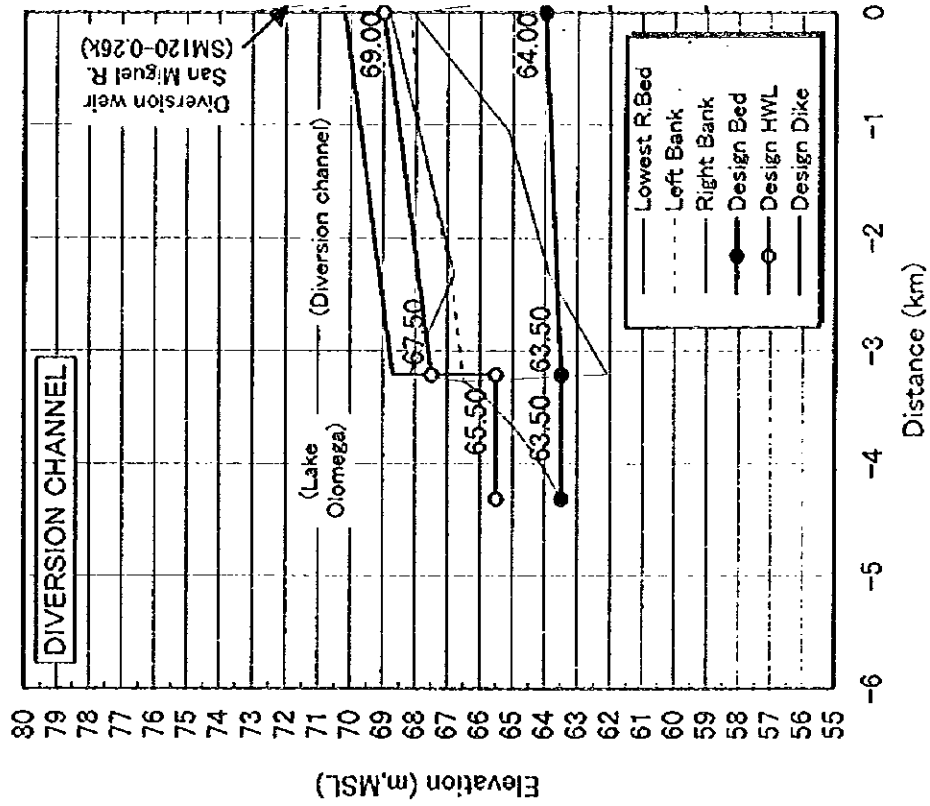


Figura 4.7 (2/2) PERFIL LONGITUDINAL PROPUESTO DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL : TRAMOS MEDIOS

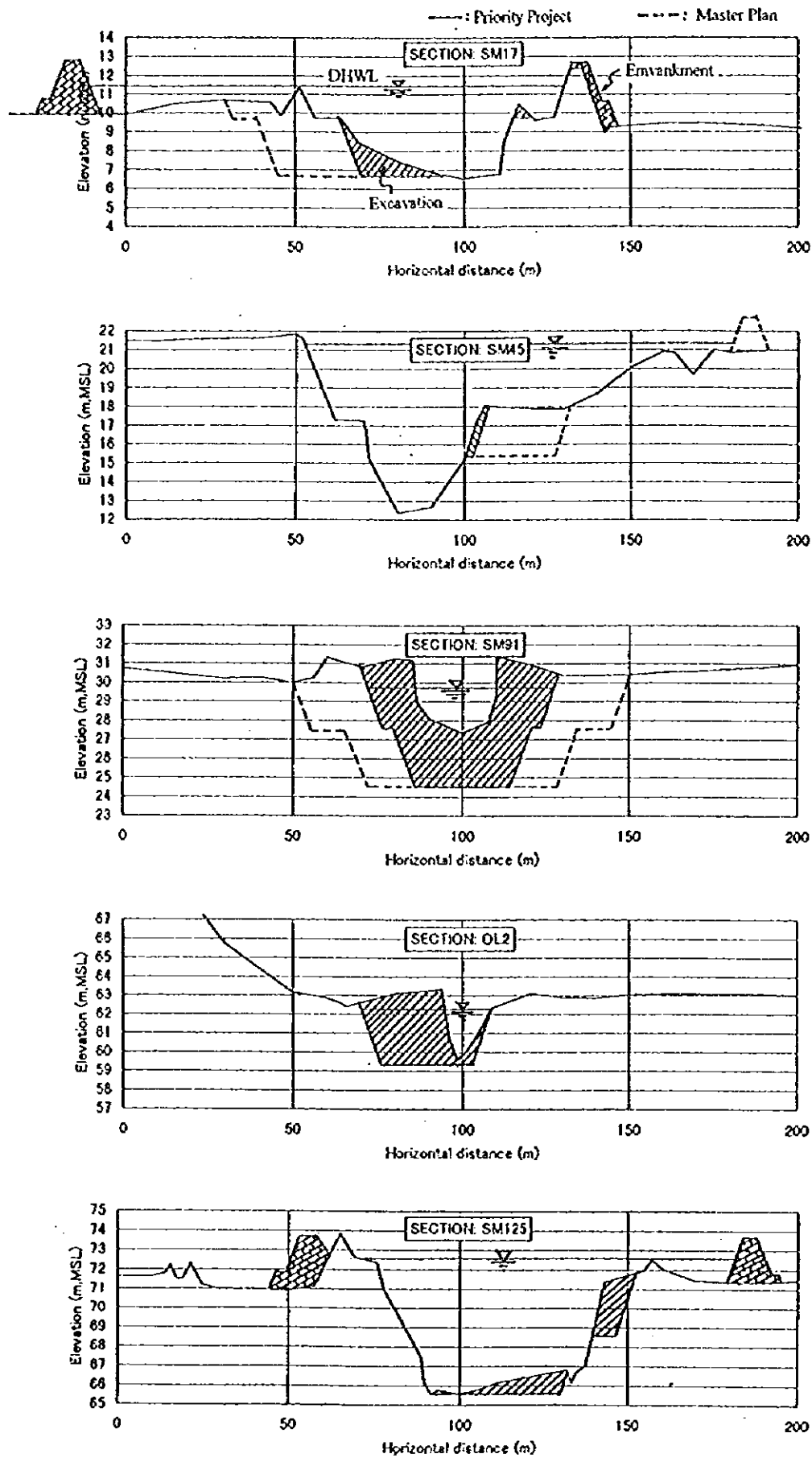


Figura 4.8

CORTES REPRESENTATIVOS DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL PROPUESTO

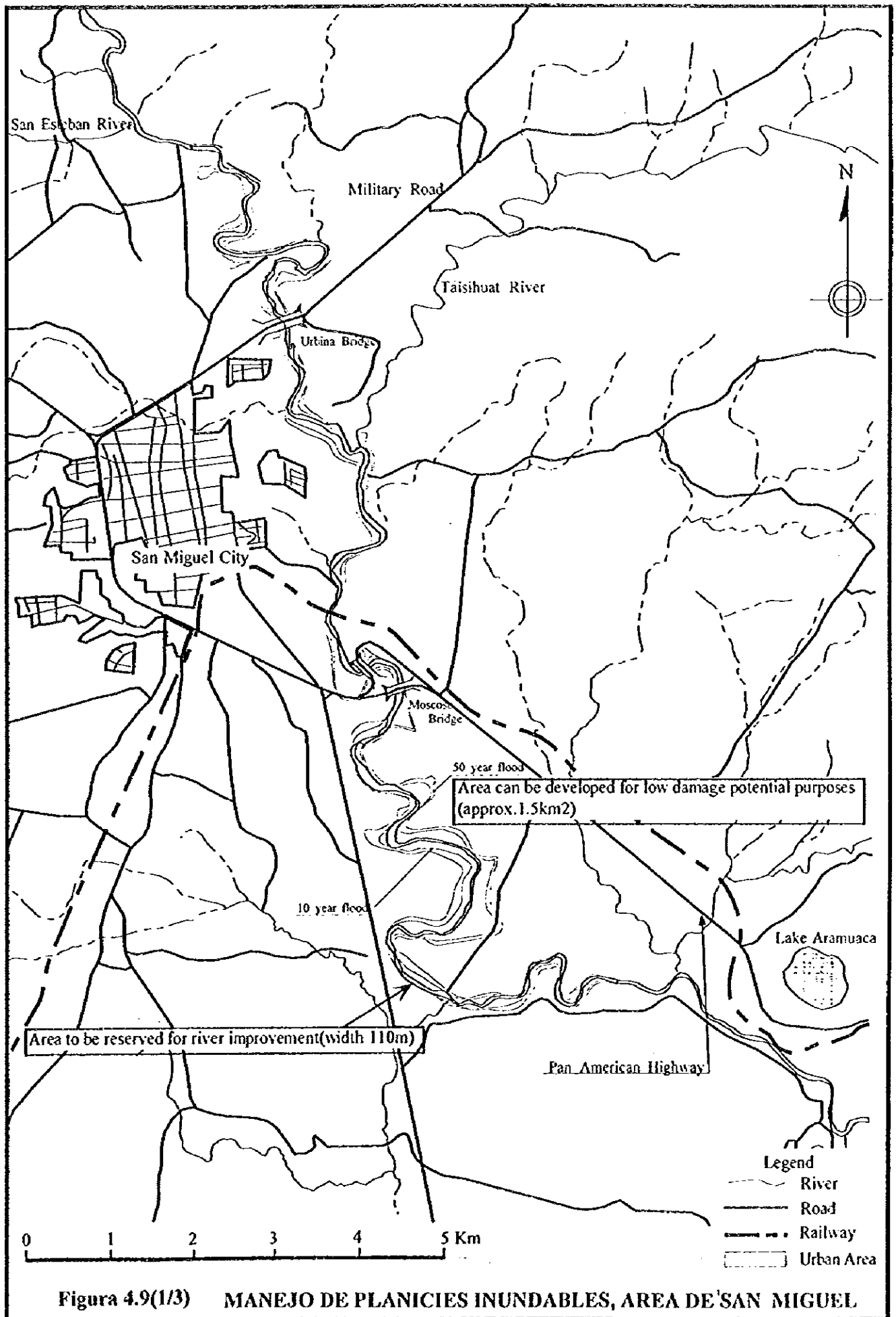


Figura 4.9(1/3) MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES, AREA DE SAN MIGUEL

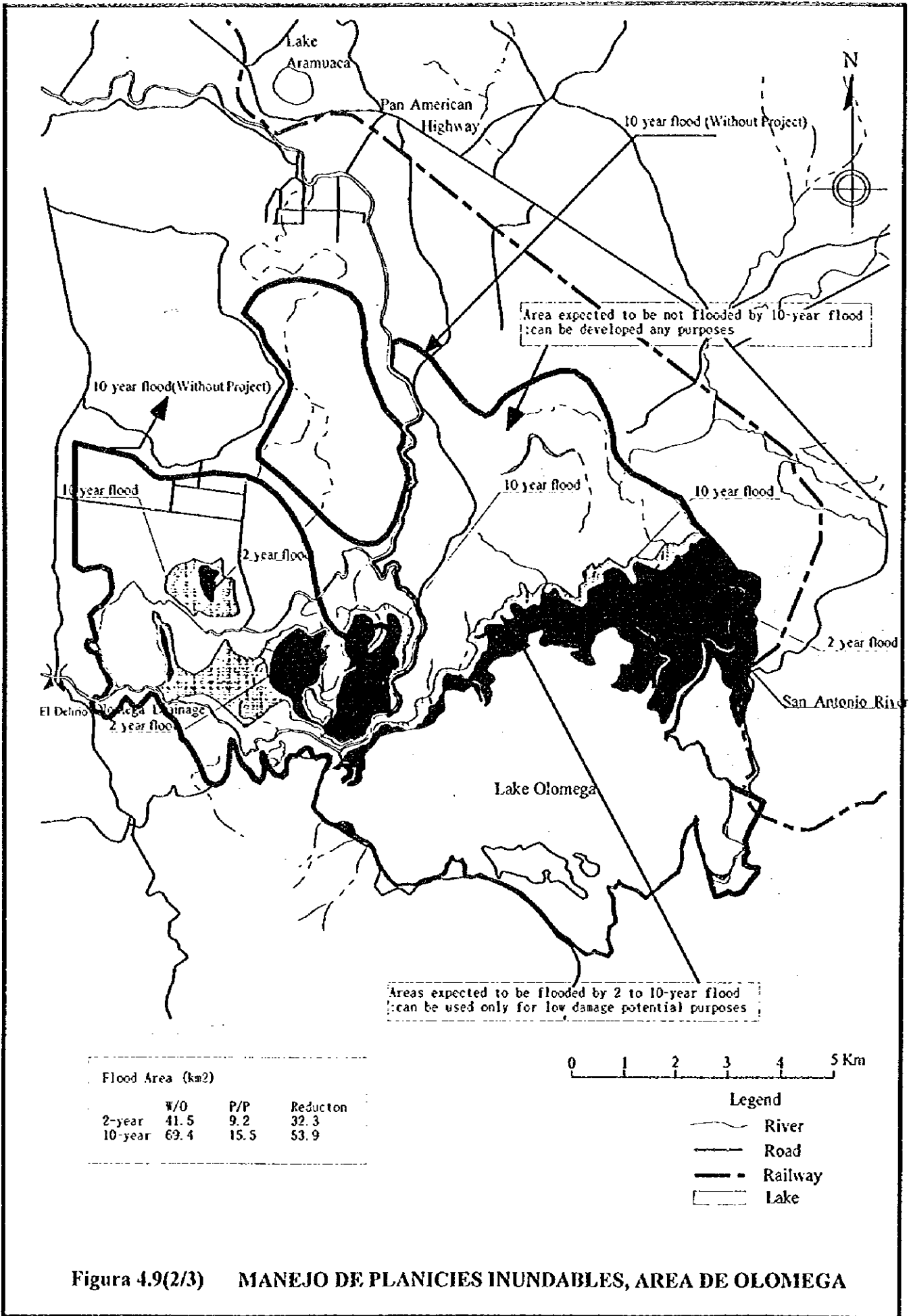
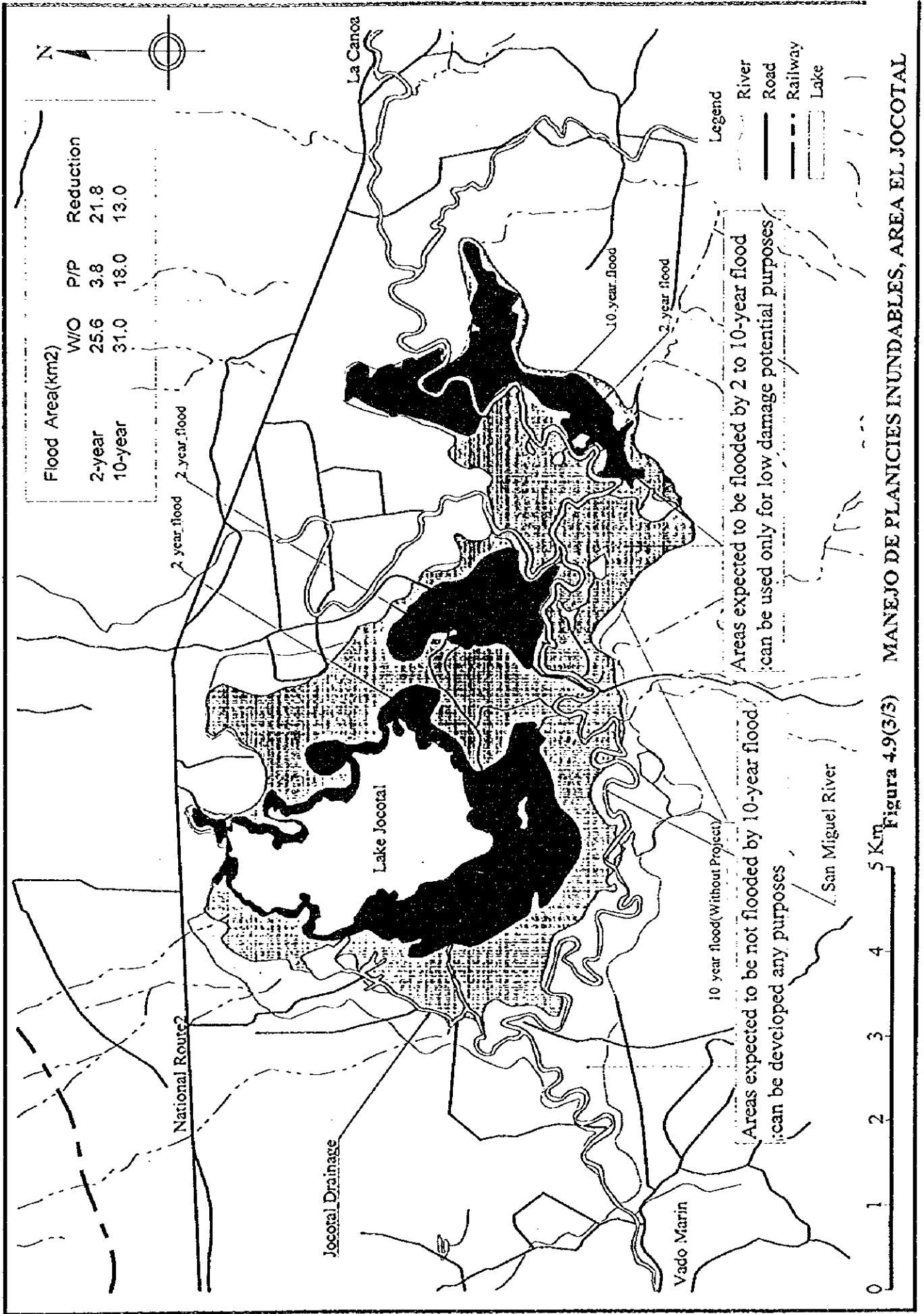


Figura 4.9(2/3) MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES, AREA DE OLOMEGA

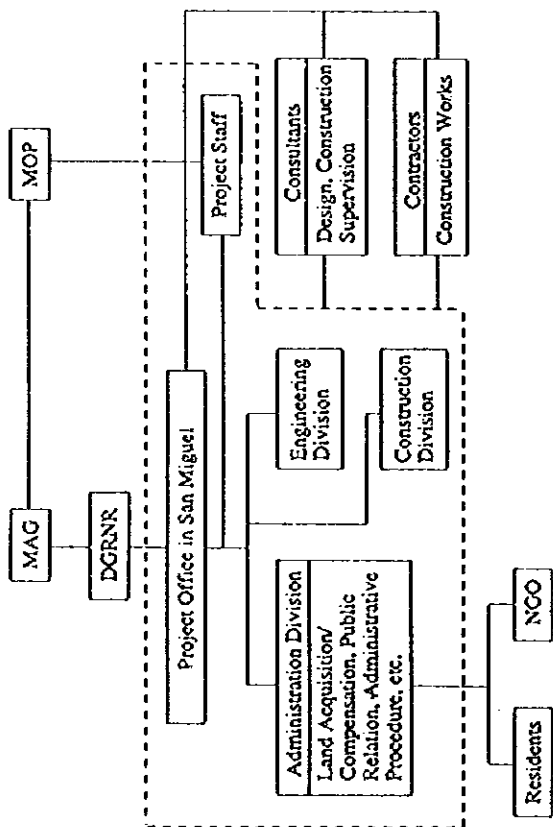


MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES, AREA EL JOCOTAL

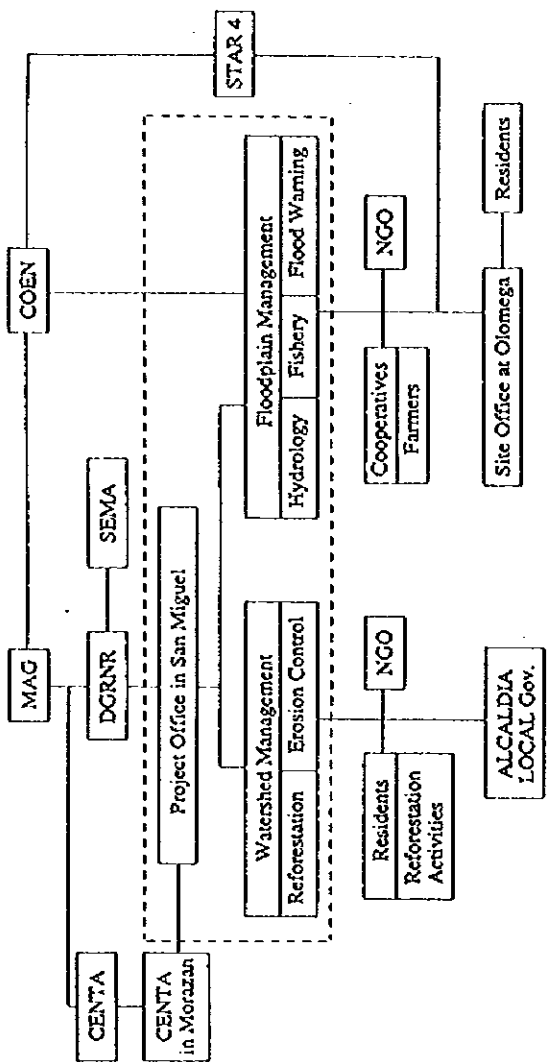
Figura 4.9(3/3)

Proposed Organization for Structural Measures

(1) Design/Construction Stage



Proposed Organization for Nonstructural Measures



(2) Operation/Management Stage

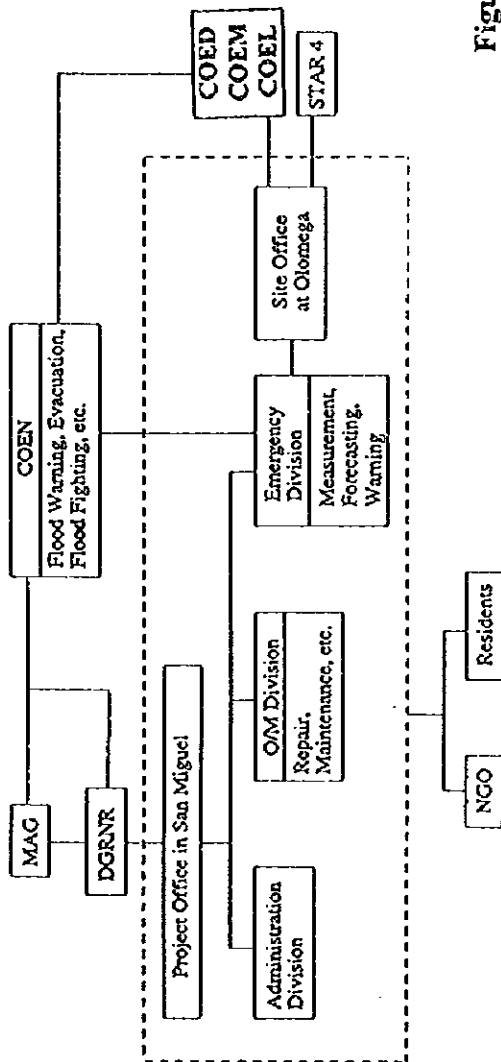


Figura 4.10 ORGANIZACIONES PROPUESTAS

**5: CONCLUSION Y
RECOMENDACIONES**

5. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

- (1) El Proyecto Prioritario para las medidas estructurales está justificado, desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental. Implementación inmediata del Proyecto se recomienda para la reducción del daño por inundación y un apacible desarrollo de la región.
- (2) El manejo de planicies inundables, incluyendo la regulación del uso de suelos, sistema de pronóstico / advertencia de inundaciones y educación a los residentes para las áreas propensas a inundaciones en la Ciudad de San Miguel, Olomega y El Jocotal, es urgente y eficaz para reducir el potencial daño por inundación. Se recomienda la implementación inmediata del proyecto.
- (3) La reforestación y el control de erosión ha sido estudiada y planificada por el Gobierno y deberá ser aplicada a la Cuenca del Río Grande de San Miguel. El manejo de cuencas hidrográficas propuesto se recomienda implementarse inmediatamente para el control de inundaciones / desarrollo de recursos hídricos, incremento forestal / producción agrícola, recuperación de la naturaleza, etc.

1





JICA