

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
REPUBLICA DE EL SALVADOR

EL ESTUDIO
DE
CONTROL INTEGRAL DE CRECIDAS
EN
EL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL
EN
LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

RESUMEN EJECUTIVO

SEPTIEMBRE DE 1997

JICA LIBRARY



J 1140611 (3)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
CALLE COMERCIAL 100, SAN SALVADOR
TEL: (503) 241 1234

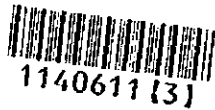
**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
REPUBLICA DE EL SALVADOR**

**EL ESTUDIO
DE
CONTROL INTEGRAL DE CRECIDAS
EN
EL RIO GRANDE DE SAN MIGUEL
EN
LA REPUBLICA DE EL SALVADOR**

RESUMEN EJECUTIVO

SEPTIEMBRE DE 1997

**PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKYO
NIKKEN CONSULTANTS INC., TOKYO
PASCO INTERNATIONAL INC., TOKYO**



1140611 (3)

Los costos del Proyecto se han estimado basándose
en el nivel de los precios de diciembre de 1996.

La tasa de cambio es:

1 Colón = US\$ 0.114

100

100

SINOPSIS

I. MARCO SOCIOECONÓMICO

(1) Area de Estudio: Cuenca del Río Grande de San Miguel en la Región Oriental
(2,247 km²)

(2) Año Meta: 2020

(3) Condición Socioeconómica:

	(1996)	(2020)
Población de la Cuenca	474,000	1,041,000
Economía	(1994)	(2020)
PIB (nacional)	\$ 8,070 millones	\$ 36,410 millones
Tasa de Crecimiento Promedio	6 %/año (1994-2020)	

Uso de Suelos en el Area de Estudio

Area Urbana	29 km ² (1.3 %)	58 km ² (2.6 %)
Tierras Agrícolas	359 km ² (16.0 %)	530 km ² (23.6 %)
Pastizales/Area Cultivada	1,464 km ² (65.1 %)	964 km ² (42.9 %)
Bosque	331 km ² (14.7 %)	631 km ² (28.1 %)
Otros	64 km ² (2.8 %)	64 km ² (2.8 %)

Uso de Suelos en el Area Propensa a Inundaciones

	Urbano	Tierras de Cultivo	Pastizales	Bosques	Otros	Total
Actual 1996	1.65 (165)	47.68 (4,768)	103.17 (10,317)	6.05 (605)	22.74 (2,274)	181.08 (18,108)
(%)	0.9	26.2	57.0	3.3	12.6	100.0
Futuro 2020	1.65 (165)	90.52 (9,052)	54.17 (5,417)	12.0 (1,200)	22.74 (2,274)	181.08 (18,108)
(%)	0.9	50.0	29.9	6.6	12.6	100.0

Unidad: km² (ha)

II. PLAN MAESTRO

(1) Area Objetivo a ser Protegida: 162 km² (16,200 ha) de un total de 181 km² (18,100 ha) del área propensa a inundaciones, excluyendo las áreas extremadamente bajas

alrededor de los Lagunas.

- (2) Inundación Diseño: Inundación con un período de retorno de 10 años.
(Se recomendó la ejecución del Proyecto por medio de un proyecto de pequeña escala y en etapas, con un beneficio alto.)

(3) Perfil de los Proyectos

1) Medidas Estructurales

El proyecto de medidas estructurales se propone implementar en dos etapas, la primera etapa para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 2 años y la segunda etapa, el resto del proyecto del Plan Maestro para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años.

- Proyecto: Mejoramiento del Río Grande de San Miguel (100.7 km) y Almacenamiento de Crecidas en la Laguna de Olomega
- Costo del Proyecto: 1,578 millones de Colones (1,097 millones de Colones excluyendo la escalación de precios)
- Reducción del Area Inundada: 104 km² (10,400 ha) contra una inundación con un período de retorno de 10 años (Población estimada en el año 2020 es de 47,000 habitantes)
- Efecto Económico: TIR = 14.6 %
B/C = 1.23 (con una tasa de descuento del 12 %)
- Efecto Socioeconómico: • Uso efectivo de suelos,
• Estabilización de la pesca en la Laguna de Olomega,
• Aumento de las oportunidades de empleos,
• Mejoramiento de las condiciones sanitarias, e
• Incremento del potencial de desarrollo
- Efecto Ambiental: • Reducción de la afluencia de crecidas en la Laguna El Jocotal
- Efectos Negativos: • Adquisición de tierra: 779 ha
• Indemnización: 20 Viviendas
• Ruido y otras molestias durante la construcción
- Evaluación: El efecto positivo es grande, el Proyecto contribuirá al desarrollo y estabilidad de la región.

2) Medidas No Estructurales

- Proyecto para el Manejo de Planicies Inundables en el Río Grande de San Miguel:

Pronóstico de inundación/alerta, Regulaciones del uso de suelos, Prevención de inundaciones y Educación a residentes en las cuatro áreas propensas a inundaciones de San Miguel, Olomega, El Jocotal y Usulután.

Costo del Proyecto: 8.1 millones de Colones por el sistema de pronóstico/advertencia de inundaciones. (Esto está incluido en el costo de las medidas estructurales).

Efecto Social:

- Desarrollo sin problemas en la ciudad de San Miguel
- Reducción de los daños por inundación, y
- Mejoramiento de seguridad.

- Proyecto para el Manejo de Cuencas Hidrográficas en el Río Grande de San Miguel: Reforestación de 30,000 ha, Control de la Erosión en 20,000 ha y Rebordes en 30 sitios

Costo del Proyecto: 208 millones de Colones

Efecto Socioeconómico: Incremento en la producción agrícola

Efecto Ambiental:

- Reducción de la erosión
- Estabilización del caudal
- Estabilización del curso del río

- Evaluación: Es necesario para la estabilidad y el desarrollo de la región.

(4) Programa de Implementación para los Proyectos del Plan Maestro

El proyecto de medidas estructurales se propone implementar en dos etapas, la primera etapa para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 2 años y la segunda etapa, el resto del proyecto del Plan Maestro para hacerle frente a una inundación con un período de retorno de 10 años.

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

III. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

(1) Criterio para la Selección de los Proyectos Prioritarios

- Meta Económica: TIR es mayor que el valor del Plan Maestro, el cual es de 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 y aceptable.
- Meta Técnica: No existe dificultad notable ni en la ingeniería ni en la construcción.

(2) Proceso de Selección

Medidas Estructurales

- Mejoramientos del río por excavación/dragado y Almacenamiento de crecidas en la Laguna de Olomega

Se compararon las proporciones entre las áreas protegidas y el costo del proyecto para diferentes niveles de mejoramiento del río, contra inundaciones con períodos de retorno de 2 años, 5 años y 10 años. El mejoramiento del río que le hace frente a inundaciones con período de retorno de 2 años, puede reducir el área de inundación 8,050 ha contra

una inundación con un período de retorno de 10 años (80% del Plan Maestro). Económicamente, es el más eficaz y fue adoptado para los proyectos prioritarios para una pronta ejecución.

Para los tramos con diques, el canal del río deberá mejorarse para hacerle frente a una inundación con un período de 10 años para que hayan cierto nivel de seguridad contra el rebalse de crecidas.

Medidas No Estructurales

- Entre los proyectos para el manejo de planicies inundables, se seleccionó el urgente pronóstico/advertencia de inundaciones, la regulación del uso de suelos y la prevención de las inundaciones en el área de la Ciudad de San Miguel y las áreas de las Lagunas Olomega y El Jocotal.
- Para el Estudio de Factibilidad, los proyectos del control de la erosión para la reforestación y protección del área agrícola en el manejo de cuencas hidrográficas no se seleccionaron como proyectos prioritarios. Éstos han sido planificados por el MAG y han sido experimentados por CEL en la Cuenca del Río Lempa. Aunque estos proyectos son deseables para el control de inundaciones, el propósito principal es la reforestación, agricultura y conservación de la naturaleza. Sin embargo, los proyectos para el manejo de cuencas hidrográficas, se requieren para el desarrollo y estabilización de la región. Los proyectos deberán empezarse en una etapa inicial y su ejecución deberá continuarse.

(3) Perfil de los Proyectos Prioritarios

1) Proyecto de Medida Estructural

Contenido del Proyecto: del Mejoramiento del río (74.3 km) y almacenamiento de crecidas en la Laguna de Olomega para hacerle frente a inundaciones con período de retorno de 2 años (contra inundaciones con un período de retorno de 10 años en las secciones con diques)

Costo del Proyecto: 776 millones de Colones (598 millones de Colones excluyendo la escalación de precios).

2) Proyecto de Medida No Estructural:

Contenido del Proyecto: del Manejo de Planicies Inundables en las áreas de El Jocotal,

Proyecto: Olomega y la ciudad de San Miguel

Manejo de Planicies Inundables para el Proyecto Prioritario

	Area de San Miguel	Area de Olomega	Area de El Jocotal
1. Pronóstico / Advertencia de Inundaciones	-	Cinco (5) estaciones hidrométricas y Advertencia a los residentes	
2. Regulación de Tierra/Prevención de Inundaciones	Conservar las áreas del río, regulación de la urbanización	Regulación del uso de suelos y prevención de inundaciones tomando en consideración la frecuencia de inundaciones	
3. Educación a los Residentes (por medio de la Oficina de San Miguel del MAG)	Para los residentes en el área de inundaciones con un período de retorno de 10 años. El contenido sería la 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 regulación del uso del suelo y la prevención de inundaciones se harán por medio de la Oficina Central del MAG, utilizando los mapas de riesgo de inundaciones. Una vez proporcionadas, la Oficina de Proyecto de San Miguel les dará seguimiento, incluyendo la educación a los residentes.

El costo del proyecto para las medidas no estructurales es de 8.1 millones de Colones, incluyendo cinco (5) estaciones hidrométricas, sistema telemétrico y la Oficina de Sitio de Olomega. Este monto ya está incluido en el costo del proyecto para las medidas estructurales, 776 millones de Colones.

3) Evaluación del Proyecto

Reducción del Area 81 km² (8,100 ha) contra una inundación con un período de Inundación: de retorno de 10 años.
(Población estimada para el año 2020: 36,000 habitantes).

Efectos Económicos: TIR = 18.1 %
B/C = 1.49 (con una tasa de descuento del 12 %)

- Efecto Socioeconómico**
- Uso eficaz del suelo
 - Pesca estable en la Laguna de Olomega (alrededor de 10,000 personas relacionadas)
 - Incremento en las oportunidades de empleo
 - Mejoramiento en las condiciones sanitarias
 - Incremento en el potencial de desarrollo
- Efecto Ambiental:** Reducción del flujo de las crecidas hacia la Laguna El Jocotal.
- Efecto Negativo:** Adquisición de 676 ha de tierras
Compensación de 20 viviendas
Ruido, etc., durante la construcción.
- Evaluación del Proyecto:** Los efectos económicos y sociales positivos son grandes y el proyecto contribuirá al desarrollo de la cuenca y la estabilidad de la región

(4) Programa de Implementación para el Proyecto Prioritario

	Descripción	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Medidas Estructurales	1. Proceso de Préstamo	■							
	2. Diseño Detallado		■						
	3. Adquisición de Tierras			■	■	■	■	■	
	4. Licitaciones			■					
	5. Construcción para inundaciones con período de retorno de 2 años.				■	■	■	■	■
Medidas No Estructurales (Manejo de Planicies Inundables)	1. Pronóstico / Advertencia de Inundaciones								
	2. Regulación del Uso de Suelos								
	3. Educación a los residentes								

IV: 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, el cual incluye la regulación del uso de suelos,

el pronóstico/advertencia de inundaciones y la educación de residentes, para las áreas propensas a inundaciones en la ciudad de San Miguel, Olomega y El Jocotal es urgente y efectivo para la reducción del potencial de daños por inundación. Se recomienda la inmediata implementación del proyecto.

- (3) La reforestación y el control de la erosión han sido estudiados y planeados por el Gobierno y deberán ser aplicados en 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.

CARACTERÍSTICAS DEL PLAN MAESTRO Y PROYECTO PRIORITARIO

DESCRIPCION	PLAN MAESTRO Mejoramiento del río para hacerle frente a una inundación con un periodo de retorno de 10 años	PROYECTO PRIORITARIO Mejoramiento del río con excavación reducida del canal (para hacerle frente a una inundación con un periodo de retorno de 2 años)	RESTO DEL PROYECTO PARA EL PLAN MAESTRO Otros proyectos aparte del Proyecto Prioritario
-------------	--	---	--

MEJORAMIENTO DEL RIO

Costo del Proyecto (¢ millones):				
Costo fijo a partir de diciembre 1996		1,097.4	597.7	499.7
Fondo requerido (¢ millones): (incluye escalación de precios)		1,577.6	775.9	801.7
Obras de Construcción	Periodo de Construcción:	10 años del 2001 al 2010	5 años del 2001 al 2005	5 años del 2006 a 2010
	Excavación (m ³)	14,956,000	8,035,000	6,921,000
	Embanque (m ³)	1,843,000	1,173,000	670,000
	Revestimiento (m ³)	6,000	6,000	-
	Reborde (sitios)	4	4	4 (renovación)
	Verte/Comprta (sitio)	2	2	1 (renovación)
	Esclusa (sitios)	15	1	14
	Puente (sitios)	5	3	2
Reducción del Area de Inundación: Para una inundación con un periodo de retorno de 10 años (km ²)	San Miguel:	0.4	0.0	0.4
	Olomega:	61.8	53.9	7.9
	El Jocotal:	28.2	13.0	15.2
	Usulután:	13.6	13.5	0.0
	Total:	104.0	80.5	23.5
Beneficiados en las Areas Protegidas: para una inundación con un periodo de retorno de 10 años para 2020 (personas)	San Miguel:	200	0	200
	Olomega:	27,900	24,400	3,500
	El Jocotal:	12,700	5,900	6,800
	Usulután:	6,100	6,100	0
	Total:	46,900	36,400	10,500
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: • Adquisición de tierra • Compensación de viviendas	779 ha 20 viviendas	676 ha 20 viviendas	103 ha Ninguna
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: IIR (%):	14.6	18.1	10.1	

MANEJO DE PLANICIES INUNDABLES

Area del Estero	Regulación del uso de suelos y prevención de inundaciones	No se adopta	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	Regulación del uso de suelos para mitigar daños en el área urbana.		

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

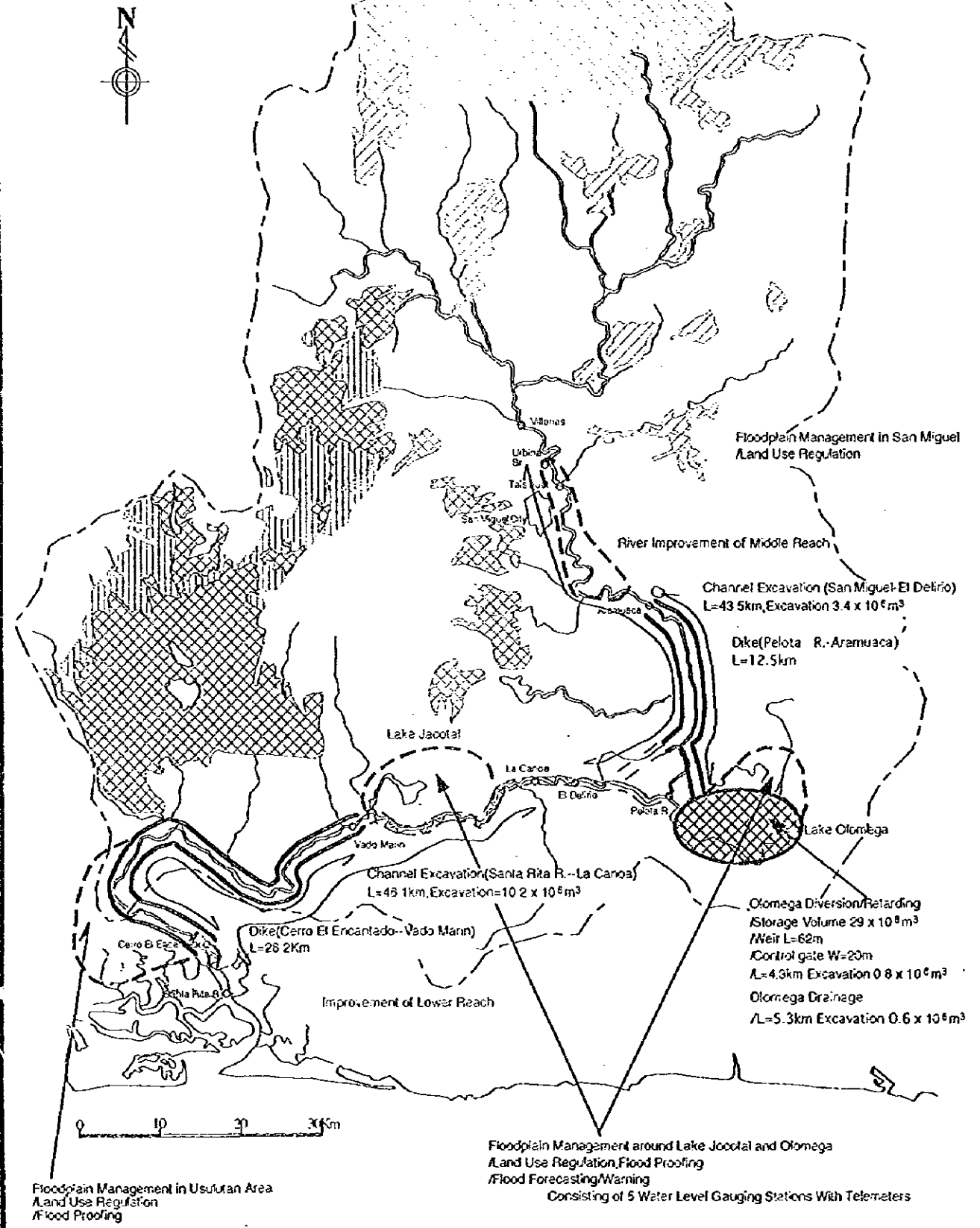
Cuenca Baja	Reforestación, control de erosión y obras de rebordes	No está incluido	Reforestación, control de erosión y obras de rebordes
Cuenca Media			
Cuenca Alta			
Costo del Proyecto	¢ 208,000,000	Ninguno	¢ 208,000,000

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 [grid]

Dike and Excavation Length in Master Plan

Area	Dike Length (km)	Excavation Length (km)
Low of Reach	29.2	46.1
Middle Reach	12.5	43.5
Olomega Drainage	0.0	5.3
Olomega Diversion	4.3	5.8
Total	46.0	100.7



Floodplain Management in San Miguel
/Land Use Regulation

River Improvement of Middle Reach

Channel Excavation (San Miguel-El Delirio)
L=43.5km, Excavation $3.4 \times 10^6 m^3$

Dike (Pelota R.-Aramuaca)
L=12.5km

Lake Jacotal

Channel Excavation (Santa Rita R.-La Carosa)
L=45.1km, Excavation $10.2 \times 10^6 m^3$

Dike (Cerro El Encantado-Vado Mann)
L=26.2km

Improvement of Lower Reach

Olomega Diversion/Retarding
Storage Volume $29 \times 10^6 m^3$
/Weir L=62m
Control gate W=20m
L=4.3km Excavation $0.8 \times 10^6 m^3$
Olomega Drainage
L=5.3km Excavation $0.6 \times 10^6 m^3$

Floodplain Management around Lake Jacotal and Olomega
/Land Use Regulation, Flood Proofing
/Flood Forecasting/Warning
Consisting of 5 Water Level Gauging Stations With Telemeters

Floodplain Management in Usulután Area
/Land Use Regulation
/Flood Proofing

ESQUEMA GENERAL DEL PLAN MAESTRO

Proposed Priority Project

Dike and Excavation Length

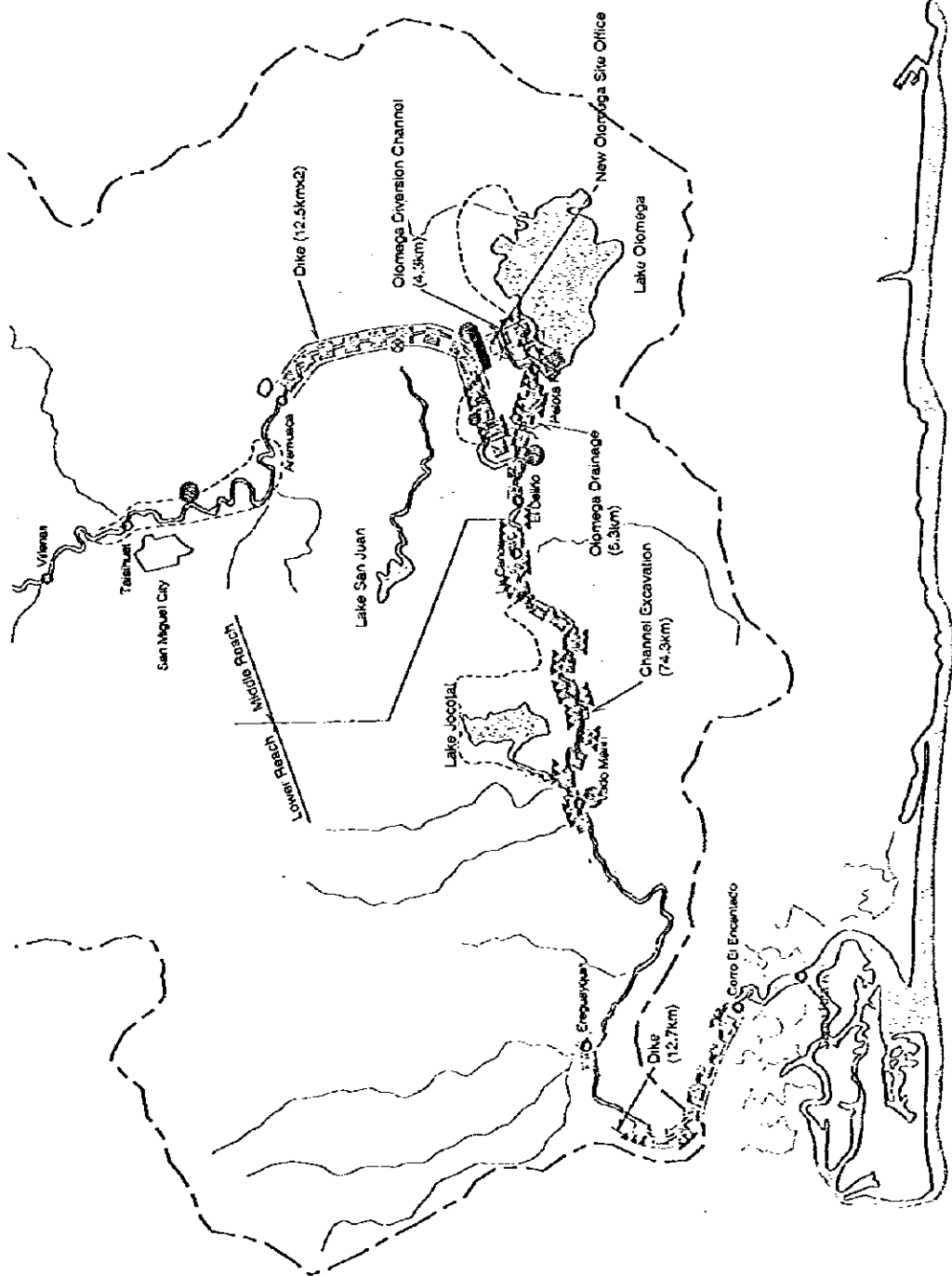
Area	Dike Length(km)	Excavation Length(km)
Lower Reach	12.7	46.1
Middle Reach	12.5	18.6
Omega Drainage	0.0	5.3
Omega Diversion	4.3	4.3
Total	29.5	74.3

Proposed Project Works

ITEM	AMOUNT
1. Structural Measures	
Earth Excavation	7,883,000 m ³
Rock Excavation	1,52,000 m ³
Embankment	1,173,000 m ³
Revetment	6,000 m
Diversion Weir	1 piece
Control Gate	1 piece
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
? Non-structural Measures	
Automatic Water Level Station	5 pieces
Telemetering System	1 unit
Floodplain Management	3 places

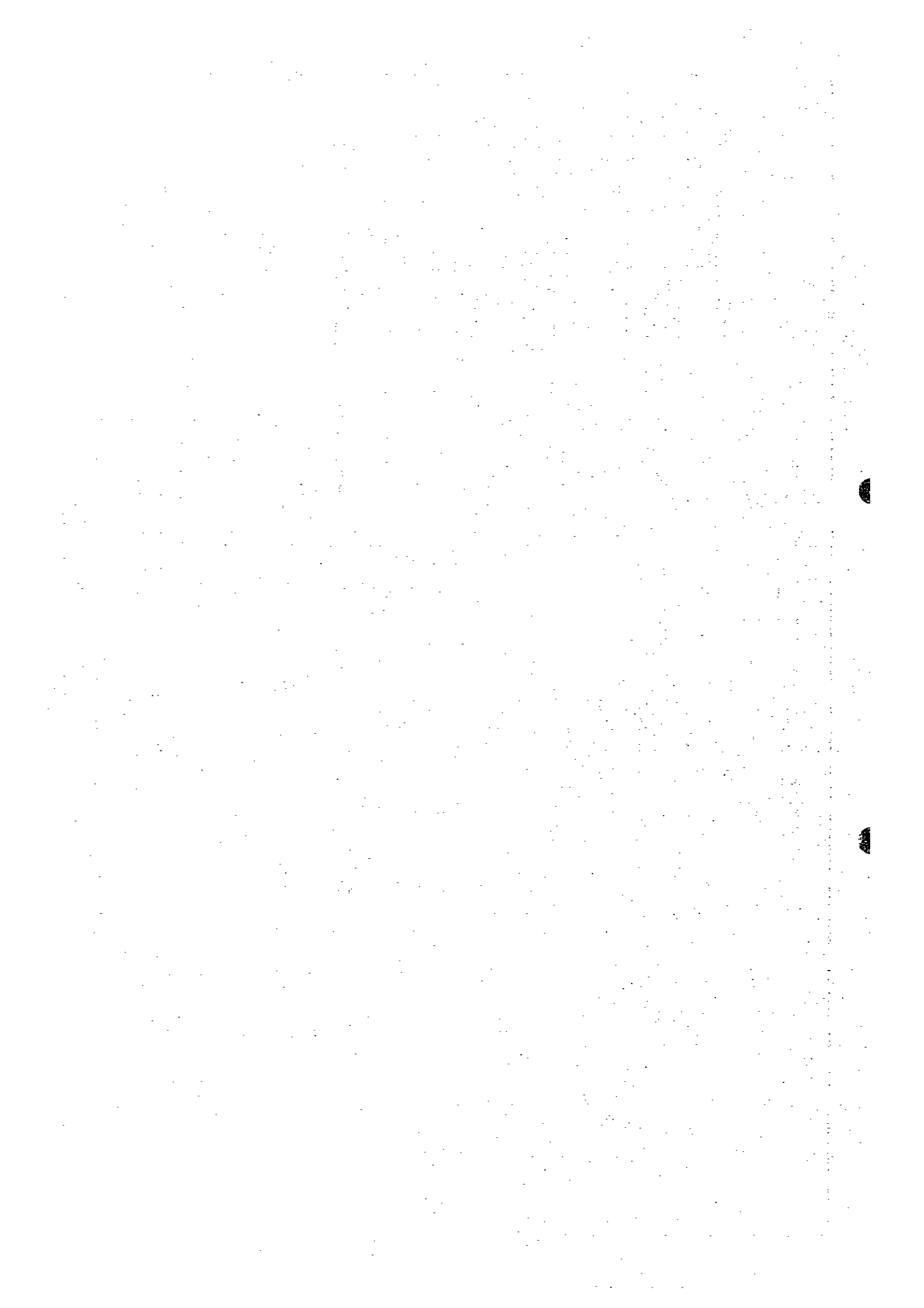
Legend

- 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



ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO PRIORITARIO





RESUMEN

CONTENIDO

	Página
Ubicación del Area de Estudio	
SINOPSIS.....	1
Lista de Cuadros	
Lista de Figuras	
Abreviaturas	
1. INTRODUCCION.....	1-1
2. CONDICIONES EXISTENTES EN EL AREA DE ESTUDIO	
2.1 Condiciones Naturales.....	2-1
2.2 Condición Socioeconómica	2-1
2.3 Condiciones del Río	2-2
2.4 Condición y Daños por Inundación.....	2-4
2.5 Condición Ambiental	2-4
2.6 Organizaciones e Instituciones.....	2-6
2.7 Proyectos y Planes Relacionados.....	2-6
2.8 Problemas Existentes.....	2-6
3. PLAN MAESTRO PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES	
3.1 Fundamentos para la Planificación	3-1
3.2 Medidas Alternas para el Control de Inundaciones.....	3-3
3.3 Propuesta del Plan Maestro para el Control de Inundaciones.....	3-8
3.4 Costo del Proyecto	3-11
3.5 Plan de Operación y Mantenimiento/Organización e Instituciones	3-13
3.6 Evaluación del Proyecto.....	3-13
3.7 Programa de Implementación.....	3-16
4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS PROYECTOS PRIORITARIOS	
4.1 Selección de Proyectos Prioritarios.....	4-1
4.2 Perfil del Proyecto Prioritario.....	4-4
4.3 Estimación de Costos.....	4-6
4.4 Plan de Operación y Mantenimiento.....	4-7
4.5 Organización e Instituciones	4-7
4.6 Evaluación del Proyecto.....	4-8
4.7 Programa de Implementación.....	4-9
5. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....	5-1

Lista de Cuadros

<u>Cuadro</u>	<u>Descripción</u>	
Cuadro 2.1	Censo y Proyección de Población en el Area de Estudio	2-8
Cuadro 2.2	Uso de Suelo Actual en el Area de Estudio	2-8
Cuadro 2.3	Uso de Suelo Actual en el Area con Potencial de Inundación	2-8
Cuadro 3.1	Comparación de Alternativas (Combinación de Medidas).....	3-18
Cuadro 3.2	Características Principales del Plan Maestro.....	3-19
Cuadro 3.3	Costo del Proyecto para el Plan Maestro.....	3-20
Cuadro 3.4	Resultados de la EAI.....	3-21
Cuadro 4.1	Comparación Prioritaria de los Proyectos	4-11
Cuadro 4.2	Características Principales del Proyecto Prioritario .	4-12
Cuadro 4.3	Cantidad de Obras para el Proyecto Prioritario.....	4-13
Cuadro 4.4	Costo del Proyecto Prioritario	4-14
Cuadro 4.5	Análisis Económico del Proyecto Prioritario.....	4-15

Lista de Figuras

<u>Figura</u>	<u>Descripción</u>	
Figura 1.1	Area de Estudio.....	1-2
Figura 2.1	Topografía del Area de Estudio.....	2-9
Figura 2.2	Geología del Area de Estudio.....	2-10
Figura 2.3	Condiciones Climáticas en el Area de Estudio.....	2-11
Figura 2.4	Uso de Suelos Actual en el Area de Estudio.....	2-12
Figura 2.5	Sistema del Río Grande de San Miguel.....	2-13
Figura 2.6	Perfiles Longitudinales del Río Grande de San Miguel Existente.....	2-14
Figura 2.7	Area Inundada.....	2-15
Figura 2.8	Nivel del Agua Máxima en la Inundación de 1995.....	2-16
Figura 3.1	Areas a Ser Protegidas.....	3-22
Figura 3.2	Distribución de Descarga Probable.....	3-23
Figura 3.3	Medidas Concebibles para el Control de Inundaciones	3-24
Figura 3.4	Comparación del Método para el Mejoramiento del Río.....	3-25
Figura 3.5	Nivel del Agua de la Laguna y Pesca (Laguna de Olomega).....	3-26
Figura 3.6	Descargas Mensuales del Río y Nivel del Agua de la Laguna de Olomega.....	3-26
Figura 3.7	Esquema General del Plan Maestro para el Control de Inundaciones.....	3-27
Figura 3.8	Manejo de Planicies Inundables Propuesto.....	3-28
Figura 3.9	Manejo de Cuencas Hidrográficas Propuesto.....	3-29
Figura 4.1	Relación entre Escala del Proyecto y Area Inundada	4-16
Figura 4.2	Esquema General del Proyecto Prioritario.....	4-17
Figura 4.3	Area a Ser Protegida por el Proyecto Prioritario.....	4-18
Figura 4.4	Distribución de la Descarga Diseño para P/P y P/M..	4-19
Figura 4.5	Hidrograma de la Afluencia en la Laguna de Olomega	4-20
Figura 4.6	Alineamiento Propuesto para el Canal.....	4-21

Figura 4.7	Perfil Longitudinal Propuesto del Río Grande de San Miguel: Tramos Bajos	4-22
Figura 4.8	Cortes Representativos del Río Grande de San Miguel Propuesto	4-24
Figura 4.9	Diseño Preliminar de las Instalaciones.....	4-25
Figura 4.10	Manejo de Planicies Inundables, Area de San Miguel	4-28

ABREVIATURAS

ALCALDÍA	Oficina Municipal
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
B/C	Relación Beneficio/Costo
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria
COEN	Comité de Emergencia Nacional
COED	Comité de Emergencia Departamental
COEM	Comité de Emergencia Municipal
COEL	Comité de Emergencia Local
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGRNR	Dirección General de Recursos Naturales Renovables
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental (EIA=Environmental Impact Assesment)
EAI	Evaluación Ambiental Inicial (IEE=Initial Environmental Examination)
MAG	Ministerio de Agricultura
MI	Ministerio del Interior
MIPLAN	Ministerio de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
ONG	Organismo No Gubernamental
PIB	Producto Interno Bruto
SEMA	Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente
STAR 4	Transmisión por Satélite de la Asociación Regional 4
TCS	Tasa de Conversión Standard
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto

1: INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

El Río Grande de San Miguel es el segundo río más largo de la República de El Salvador, se encuentra ubicado en el oriente del país y tiene una zona de captación de unos 2,247 km² (Área de Estudio, Fig. 1.1). La cuenca del río posee, en su centro, a la ciudad de San Miguel que se considera el centro de la Región IV (Región Oriental).

Tanto en la Cuenca Media como en la Baja, existe un área extensa con un potencial principalmente para el desarrollo agrícola. Esta planicie es muy valorada en este país, donde la superficie montañosa prevalece. La amplia superficie antes mencionada ha sufrido severas inundaciones de largos períodos de duración debido a la extrema precipitación, la plana topografía y la pequeña capacidad de descarga del río.

La cuenca tiene problemas con los recursos hídricos tales como la dificultad en su utilización debido a los largos períodos de temporada seca que son de noviembre a abril, la contaminación de agua de los ríos y lagos, la escorrentía de sedimentos de las zonas montañosas, la disminución de la presión del agua subterránea, etc.

El Gobierno de El Salvador ha propuesto un "Plan de Desarrollo Económico y Social, 1994 - 1999", en 1995. Este Plan incluye el desarrollo de las áreas propensas a inundaciones en la cuenca del Río Grande de San Miguel por medio de un proyecto de control de crecidas y drenaje basándose en las siguientes políticas de desarrollo nacional:

- Reducción de la pobreza, especialmente de la pobreza extrema
- Descentralización de la población
- Fortalecimiento del desarrollo de las áreas rurales
- Conservación de los recursos naturales y el desarrollo de la economía sostenible

Por eso, el control de inundaciones que considere los recursos hidrológicos es urgente y esencial para el desarrollo y la estabilización de la región.

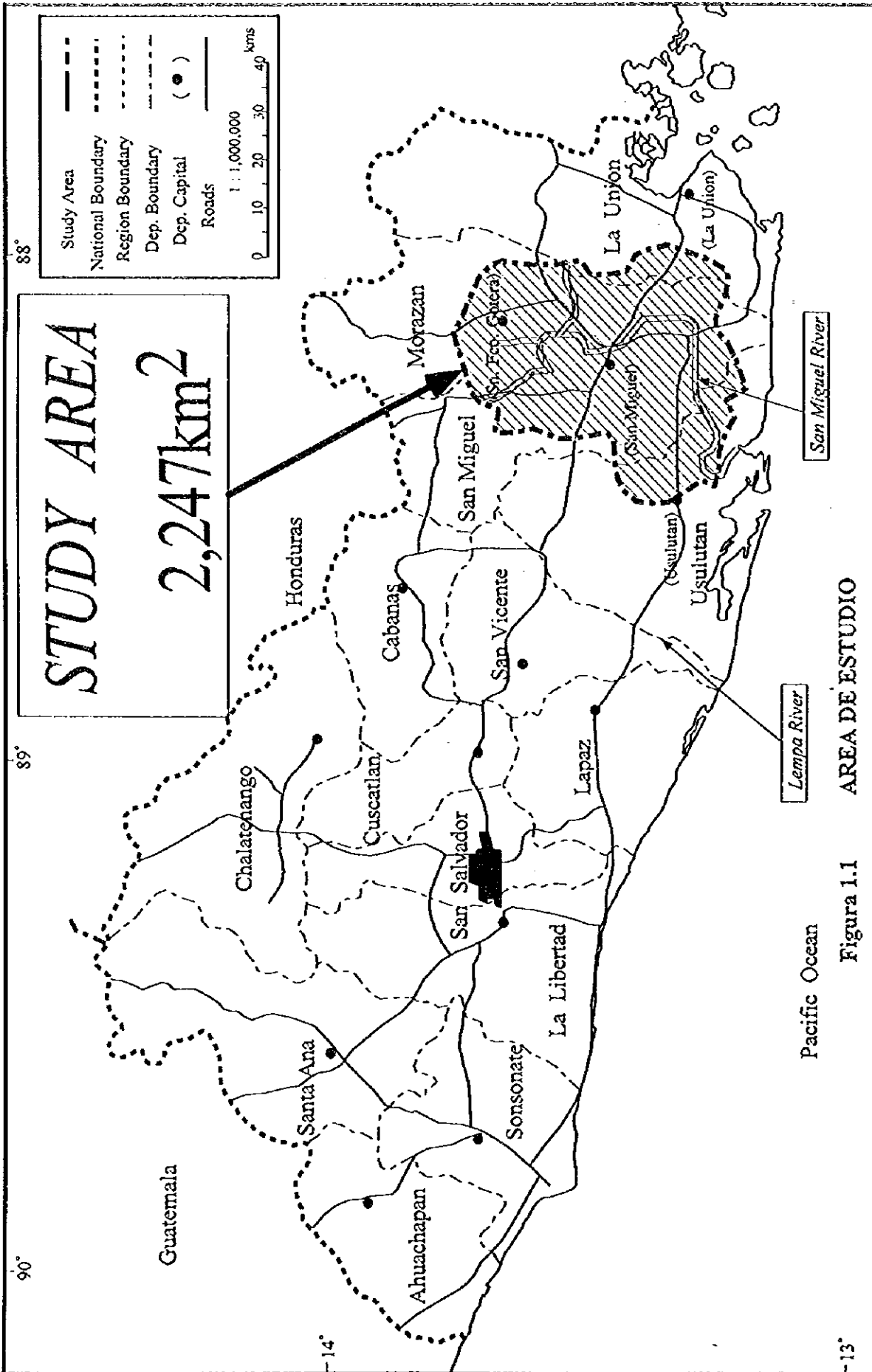
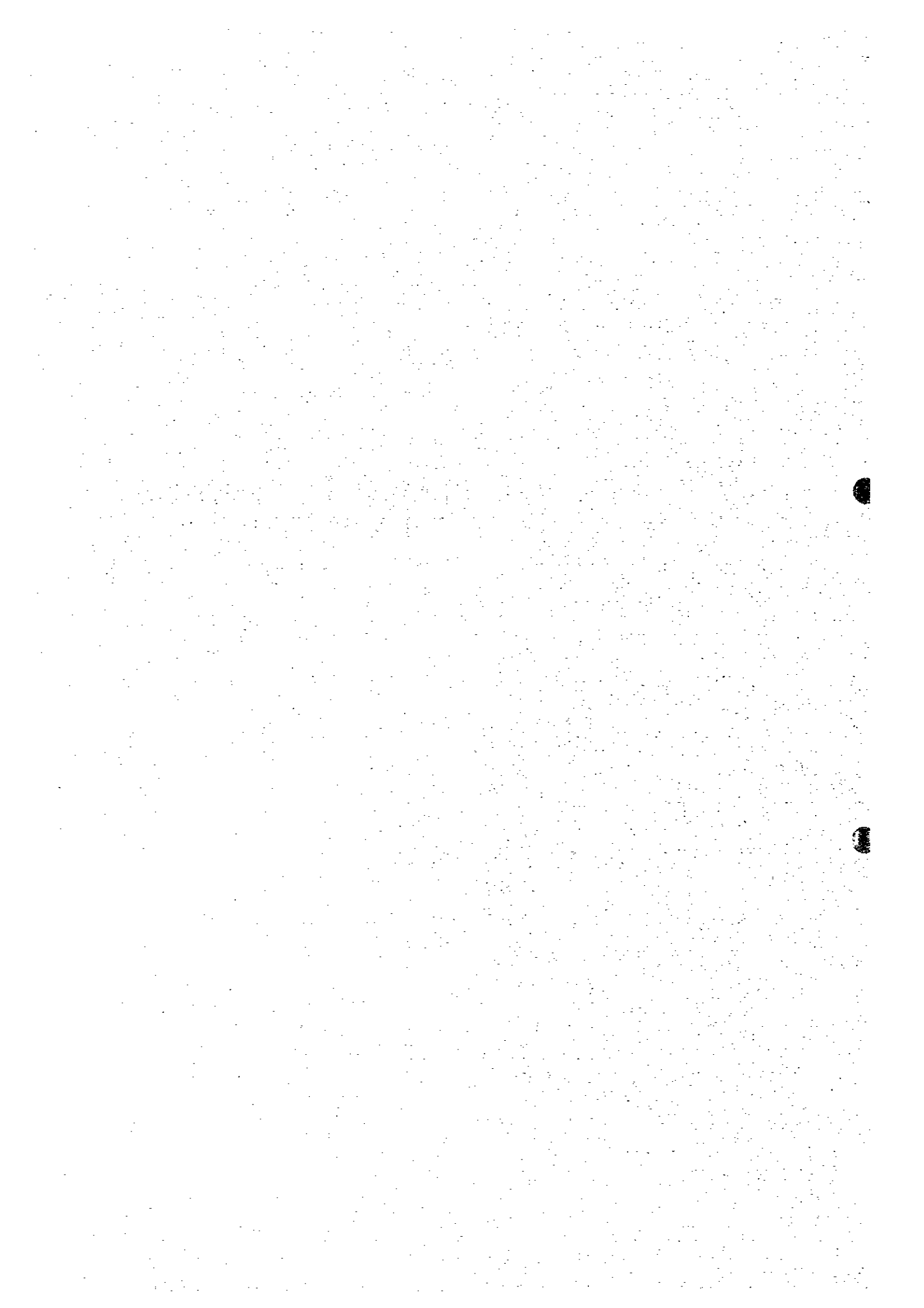


Figura 1.1 AREA DE ESTUDIO

1

2: **CONDICIONES EXISTENTES
EN EL AREA DE ESTUDIO**

1



2. CONDICIONES EXISTENTES DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 Condiciones Naturales

La Cuenca del Río Grande de San Miguel, la cual ocupa 10.7 % del territorio nacional, está rodeada por una cordillera montañosa con alturas de 300 m a 2,000 m, teniendo un área de captación de 2,247 km² como se muestra en la Fig. 2.1. Hay dos grandes volcanes, el de San Miguel y Usulután que se encuentran en la parte occidental de la cuenca. Las áreas a lo largo de las cuencas media y baja del Río Grande de San Miguel son planicies propensas a inundaciones.

La geología de la cuenca se caracteriza por capas volcánicas consistentes de rocas piroclásticas, depósitos de lodo, lava, depósitos aluviales, etc., como se muestra en la Fig. 2.2. Por lo tanto el Area de Estudio ha sido afectada por erupciones y temblores debido a actividades volcánicas. Las áreas de depósitos de lodo son fácilmente erosionables y producen bastante descarga de sedimentación hacia los ríos pero no producen mucha inundación debido a su alta permeabilidad.

La temperatura promedio mensual en San Miguel oscila entre los 26 °C en enero hasta los 29 °C en abril, con un promedio anual de 26.9 °C. La humedad promedio mensual en San Miguel fluctúa entre 58 % durante febrero y 82 % en septiembre.

El promedio anual de precipitación en el Area de Estudio es cerca de 2,000 mm en el área montañosa del norte, y alrededor de 1,500 mm en el área de las planicies en el sur con un promedio de 1,673 mm. Alrededor del 93 % de la precipitación anual ocurre en la estación lluviosa que es de mayo a octubre (referirse a la Fig. 2.3).

2.2 Condiciones Socioeconómicas

El país está dividido en cuatro regiones de la I a la IV, y el Area de Estudio está localizada en la Región IV (Región Oriental), la cual cubre cuatro departamentos. El Area de Estudio se extiende sobre algunas partes de los departamentos de San Miguel, Usulután, Morazán y La Unión. Las áreas propensas a inundaciones se localizan en los departamentos de San Miguel y Usulután.

La población total para la Región Oriental en 1992 era de 1,129,484 habitantes, la cual representaba el 22.1 % del total del país (5,118,599 habitantes). La población del Area de Estudio en 1992 se estima en 473,956 (9.23 % de la población nacional), de los cuales un 46 % es población urbana y 54 % población rural (Cuadro 2.1).

El uso actual de suelos en el Area de Estudio consiste en uso urbano 29 km² (1.3 %), agrícola 359 km² (16 %), pastizales y granos básicos 1,464 km² (65.2 %), bosques naturales 331 km² (14.7 %) y otros 64 km² (2.8 %), como se muestra en el Cuadro 2.2 y Fig. 2.4.

La población en el Area de Estudio en 1992 consistía solamente en 9.2 % de la población nacional, mientras que su área correspondía a un 10.7 % del país entero. La población empleada en el Area de Estudio en 1992 era de 140,900 personas, 8.5 % del total del país, consistiendo en 46.8 % en agricultura, 14.5 % en comercio, 10.2 % en la industria manufacturera y el resto en los otros sectores. El Area de Estudio se está desarrollando, comparándola con las otras regiones.

Además, el PIB regional agrícola per capita en el Area de Estudio en 1993 era de 2,340 Colones mientras que el valor promedio nacional, mucho más alto, era de 2,766 Colones. Esto se debe al uso inadecuado de la tierra, a inundaciones, al bajo nivel tecnológico, etc.

Durante el conflicto civil, un gran número de personas emigró y por lo menos un millón de Salvadoreños está viviendo y trabajando en los Estados Unidos Americanos (E. U. A.). Muchos de los emigrantes eran de la Región IV y regresarán a su país natal, por lo que es necesario facilitar las condiciones para su regreso.

2.3 Condiciones del Río

El sistema de la Cuenca del Río Grande de San Miguel y el perfil longitudinal de éste se muestran en la Fig. 2.5 y 2.6, respectivamente.

La Cuenca se subdivide en las siguientes tres partes para conveniencia del Estudio:

Cuenca Alta: Río arriba de la Ciudad de San Miguel. Las áreas montañosas son la fuente principal de agua.

Cuenca Media: San Miguel - Olomega. Amplia zona inundable con potencial de desarrollo agrícola y urbano.

Cuenca Baja: Jocotal - Estero. Amplia zona inundable con potencial de desarrollo agrícola.

Las características de la Cuenca se resumen de la siguiente forma:

- La mayoría de los ríos tributarios se concentra en la Cuenca Alta.
- La vegetación de la Cuenca es pobre y consiste principalmente en pastizales y áreas de cultivos en el altiplano.

- La erosión es notable en las áreas de depósitos de lodo. En otras áreas, la erosión no es tan seria, aún cuando la escorrentía de sedimentos podría ser mayor que en las áreas forestales.

Las características del Río Grande de San Miguel son las siguientes:

- Existen unos rápidos, en una caída de 30 m en la elevación del nivel del suelo en el lindero de El Delirio, entre las Cuencas Alta y Baja.
- Alrededor de 10 km de la desembocadura, al inicio del Río Grande de San Miguel (Canal Santa Rita), el lecho del río es más bajo que el nivel medio del mar. El promedio de marea alta es de 1.4 m sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).
- Las pendientes en los lechos del río que se encuentran en las áreas propensas a inundaciones cerca de las Lagunas El Jocotal y de Olomega son de 1/2,300 y 1/1,700, respectivamente. Las capacidades de descarga de los canales son muy pequeñas comparadas con la descarga de inundación.
- Debido al almacenamiento del agua por las crecidas, la descarga pico aguas arriba decrece a medida que se dirige aguas abajo, a pesar de que la escorrentía de la cuenca aguas abajo va aumentando.
- Existe un dique en la ribera derecha en la Cuenca Baja construido por el Gobierno y otros en las áreas expuestas a las crecidas construidos por particulares.
- No hay ninguna presa en la Cuenca. Existe una bocatoma de succión, la cual se encuentra operando en la Cuenca Media.
- El agua del río está contaminada debido a los desechos domésticos e industriales que en él se depositan. Los valores de DBO en Moscoso y Villerías durante la estación seca en 1981 registraron grandes concentraciones, 15.2 y 6.5 ppm., respectivamente. Los valores de DBO durante la estación lluviosa fueron menos de 3.0 ppm. Los valores de DBO en mayo de 1996 en Moscoso y Urbina fueron 4.7 y 9.3 ppm., respectivamente.
- Las fuentes para el aprovisionamiento de agua para las ciudades de San Miguel y Usulután provienen de aguas subterráneas y manantiales. La presión del agua subterránea en San Miguel se ha reducido debido a la alta concentración de pozos.

2.4 Condición de las Inundaciones y Daños por Inundación

Las áreas inundadas en el pasado se localizan a lo largo del Río Grande de San Miguel, alrededor de la Laguna de Olomega, Laguna El Jocotal cerca de la Ciudad de San Miguel y en el delta de la desembocadura como se muestra en la Fig. 2.7. Estas son consideradas como áreas potenciales de inundación y la superficie total son 181 km² excluyendo las áreas de las Lagunas de Olomega y El Jocotal. El cálculo aproximado de la población en el área con potencial de inundación, en 1992, es de 32,700 habitantes.

Existen áreas que se inundan frecuentemente alrededor de Olomega y El Jocotal con una superficie total de 75 km² en donde la zona inundada permanece así casi todos los años.

Las inundaciones mayores han ocurrido en los años 1969, 1975, 1980, 1988, 1989, 1991, 1992 y 1995 durante los meses de agosto a octubre. Entre estas, la inundación más grande fue en 1988.

La crecida de 1995 inundó las áreas de San Miguel (2.8 km²), alrededor de Olomega (88.5 km²), alrededor de El Jocotal (35.8 km²) y Usulután (6.6 km²) con un área total de 133.7 km² excluyendo el área de las lagunas.

Las profundidades máximas y las duraciones para la inundación de 1995 son 0.5 m y 4 días en el área de San Miguel, 0.2 m y 8 días en el área alrededor de Olomega, 1.5 m y 11 días en el área alrededor de El Jocotal y 0.9 m y 46 días en el área de Usulután dentro de los puntos entrevistados realizados por el Equipo de Estudio. El perfil longitudinal de la etapa de inundación de 1995 se muestra en la Fig. 2.8.

El uso actual de suelos del área con potencial de inundación consiste de pastizales (57 %), caña de azúcar (16 %), campos de cultivos anuales (10 %), etc. como se muestra en el Cuadro 2.3. Las tierras son favorables para la agricultura, cuando no existen inundaciones.

2.5 Condición Ambiental

Existen cuatro puntos principales ambientalistas relacionados con el control de inundaciones y el desarrollo de los recursos hidrológicos siendo: (1) deforestación, (2) Laguna de Olomega, (3) Laguna El Jocotal y (4) Manglares.

(1) Deforestación

La deforestación en la República ha sido un grave problema desde hace mucho tiempo y aún continúa. Ha sido causada por actividades humanas tales como la agricultura,

ganadería y la extracción de abastecimiento de combustible. De acuerdo a datos tomados con anterioridad en otros países, en arroyos, los bosques almacenan agua lluvia, estabilizan el flujo bajo de los ríos, disminuyen la escorrentía de sedimentos y absorben los nutrientes de la lluvia. Por consiguiente, en el Area de Estudio, los bosques han perdido dichas funciones debido a la deforestación.

Las zonas boscosas en el Area de Estudio comprenden solamente 331 km² (15 % del área total). Las áreas forestales en el país han disminuido de 1,903 km² en 1978 a 1,290 km² en 1990, con una velocidad anual de 51 km². Los árboles cortados se han utilizado principalmente para leña.

El promedio anual de la intensidad de erosión en la Cuenca Alta es en el orden de 1.0 mm/año y no es tan grande. Pero el valor del flujo de lodo por la deforestación en las áreas de depósitos es mucho mayor y un volumen alto de sedimentos se descarga en los ríos.

La descarga de los ríos, tanto de la inundación como del flujo bajo, se considera afectada por la deforestación.

(2) Laguna de Olomega

La Laguna de Olomega se utiliza actualmente para propósitos de pesca en su mayoría. Las variedades de pesca más comunes son Guapote Tigre, Tilapia, Bagre, Mojarra, etc. y la producción anual oscila entre 56 a 760 toneladas dependiendo del nivel de agua de la Laguna y de otras razones. El área y la profundidad de la Laguna son aproximadamente de 20 km² y 2 m, respectivamente.

(3) Laguna El Jocotal

La Laguna El Jocotal posee un área aproximada de 5 km² con una profundidad de 1.5 m. La Laguna es utilizada para la pesca y al mismo tiempo es un punto preciado de desarrollo para la flora y fauna, tales como aves migratorias, peces y otros animales de humedales. La Laguna y las áreas alrededor de ésta, (18.8 km²) han sido designadas como un Area de Conservación Ambiental de la República.

Los tipos de peces existentes en esta Laguna para la pesca, son similares a los de Olomega. Durante la estación seca, las aves migratorias se mantienen en los alrededores de la Laguna. En la época de inundación, el Río Grande de San Miguel transporta muchos sedimentos y agua contaminada a la Laguna, impactando negativamente su ecología.

(4) Manglares

El estero está ubicado a lo largo del Canal Santa Rita (aguas abajo del Río Grande de San Miguel). Son muy comunes los árboles con alturas entre 10 y 20 m.

2.6 Organizaciones e Instituciones

Las organizaciones existentes relacionadas al control de inundaciones y desarrollo de los recursos hidrológicos, basados principalmente en la Ley Forestal y en la Legislación de Aguas son:

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG): a cargo del manejo de cuencas hidrográficas
- Ministerio de Obras Públicas (MOP): a cargo de la construcción
- Ministerio del Interior (MI): a cargo de la reubicación
- Comité de Emergencia Nacional (COEN): Comité Nacional a cargo de actividades de emergencia para hacerle frente a desastres naturales y otros tipos
- Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado (ANDA): a cargo del abastecimiento de agua potable y alcantarillados
- Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL): a cargo de la generación de energía eléctrica
- Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente (SEMA): a cargo del medio ambiente

2.7 Proyectos y Planes Relacionados

Los proyectos principales, estudios y planes relacionados al control de inundaciones y desarrollo de recursos hidrológicos son los siguientes:

- (1) Plan de Desarrollo Económico y Social de El Salvador, 1994 - 1999, MIPLAN, 1995, (Revisión 1996, por el Gobierno Nacional)
- (2) Proyecto de Irrigación de Usulután y San Miguel, MAG, 1975
- (3) Proyectos Hidroeléctricos del Río Lempa y Río Grande de San Miguel, CEL, 1995
- (4) Proyecto Olomega, MAG, 1967
- (5) Plan Maestro para el Aprovechamiento de Agua en la Ciudad de San Miguel, en estudio
- (6) Estrategia Nacional del Medio Ambiente y Plan de Acción, SEMA, 1994

2.8 Problemas Existentes

Los problemas existentes relacionados al control de inundaciones y a los recursos hídricos se resumen de la siguiente manera:

- (1) Existen inmensas áreas propensas a inundación con un total de aproximadamente

18,100 ha.

(2) Las tierras propensas a inundación se usan principalmente para ganado (57 %), con una productividad baja.

(3) Las áreas son planas y fértiles y tiene potencial para desarrollo, si no se inundasen.

(4) Las inundaciones han ocurrido frecuentemente con una larga duración, resultando en los siguientes efectos negativos:

- Daño a viviendas y propiedades,
- Daño a la producción agrícola y ganadera,
- Obstrucción al tráfico y otras actividades socioeconómicas,
- Empeoramiento de sanidad por las inundaciones, y
- Otros disturbios en la vida comunitaria.

A pesar de que los agricultores que viven en las áreas propensas a inundaciones desean producir granos básicos, los cuales se están importando actualmente, esto no es posible debido a las inundaciones.

El gobierno tiene la intención de desarrollar la Región Oriental basándose en la política nacional. Sin embargo, las inundaciones mencionadas con anterioridad están limitando el desarrollo y estabilización de la región.

Cuadro 2.1 CENSO DE POBLACIÓN Y POBLACIÓN PROYECTADA

Study Area(2,247km²)

Year	Census Population		Projected Population		
	1971	1992	2000	2010	2020
Population(person)	376,623	473,956	775,948	909,137	1,041,477
Density(person/km ²)	-	211	345	405	464

Average Annual Growth Rate(%)

Year	1971-1992	1992-2000	2000-2010	2010-2020
Growth Rate	1.1	6.4	1.6	1.3

source: Censos Nacionales de Poblacion y Vivienda,1971 y 1972
Proyeccion de la Poblacion de El Salvador 2025,DIGESTYC

Cuadro 2.2 USO DE SUELO ACTUAL EN EL AREA DE ESTUDIO

	Urban		Agriculture						Sub- Total	Forest lake & River	Lave	Total	
	Basic Grain	Pastur e &	Coffee	Sugar cane	Hene- quen	Fruits	Veg.						
Area (1,000ha)	2.9	11.0	146.4	14.0	3.9	5.2	0.8	1.0	182.3	33.1	3.6	2.8	224.7
Ratio (%)	1.3	4.9	65.2	6.2	1.7	2.3	0.4	0.4	81.1	14.7	1.6	1.2	100.0







Source : MAG

Cuadro 2.3 USO DE SUELO ACTUAL EN EL AREA CON POTENCIAL DE INUNDACIÓN

Land use Area	Annual Crop	Sugarcane	Grazing	Bush & Forest	Urban	Other	Total
San Miguel	(ha)	22.9	169.3	251.6	41.2	164.7	700.1
	(%)	3.3	24.2	35.9	5.9	23.5	100.0
Olomega	(ha)	896.7	1,687.0	6,095.8	109.5	0.0	9,839.9
	(%)	9.1	17.1	61.9	1.1	0.0	100.0
Jocotal	(ha)	479.7	701.6	2,446.7	36.0	0.0	4,438.1
	(%)	10.8	15.8	55.1	0.8	0.0	100.0
Usulután	(ha)	465.3	325.6	1,522.7	417.8	0.0	3,130.0
	(%)	14.9	10.4	48.6	13.3	0.0	100.0
Total	(ha)	1,864.6	2,883.5	10,316.8	604.5	164.7	18,108.1
	(%)	10.3	15.9	57.0	3.3	0.9	100.0

Source : Study Team

LEGEND

Classification	Inclination (degree)	
	Mountain 1	30 < i < 4
	Mountain 2	18 < i < 30.5 H/L = 100m/170m
	Mountain 3	11 < i < 18 H/L = 100m/300m
	Hilly	2 < i < 11 H/L = 20m/100m
	Undulated	1 < i < 2 H/L = 20m/500m
	Fluvial Low Land	Flat

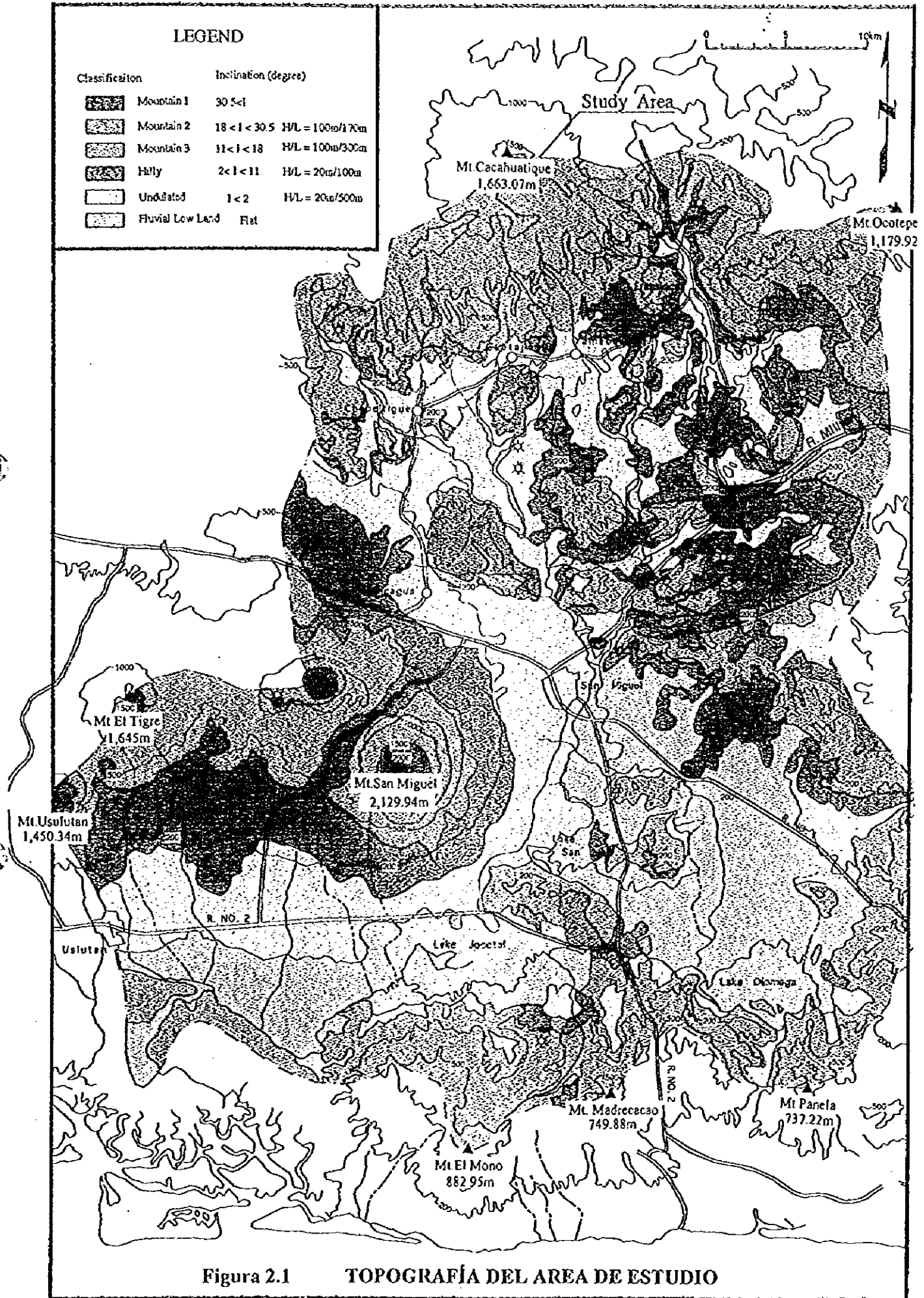


Figura 2.1 TOPOGRAFÍA DEL AREA DE ESTUDIO

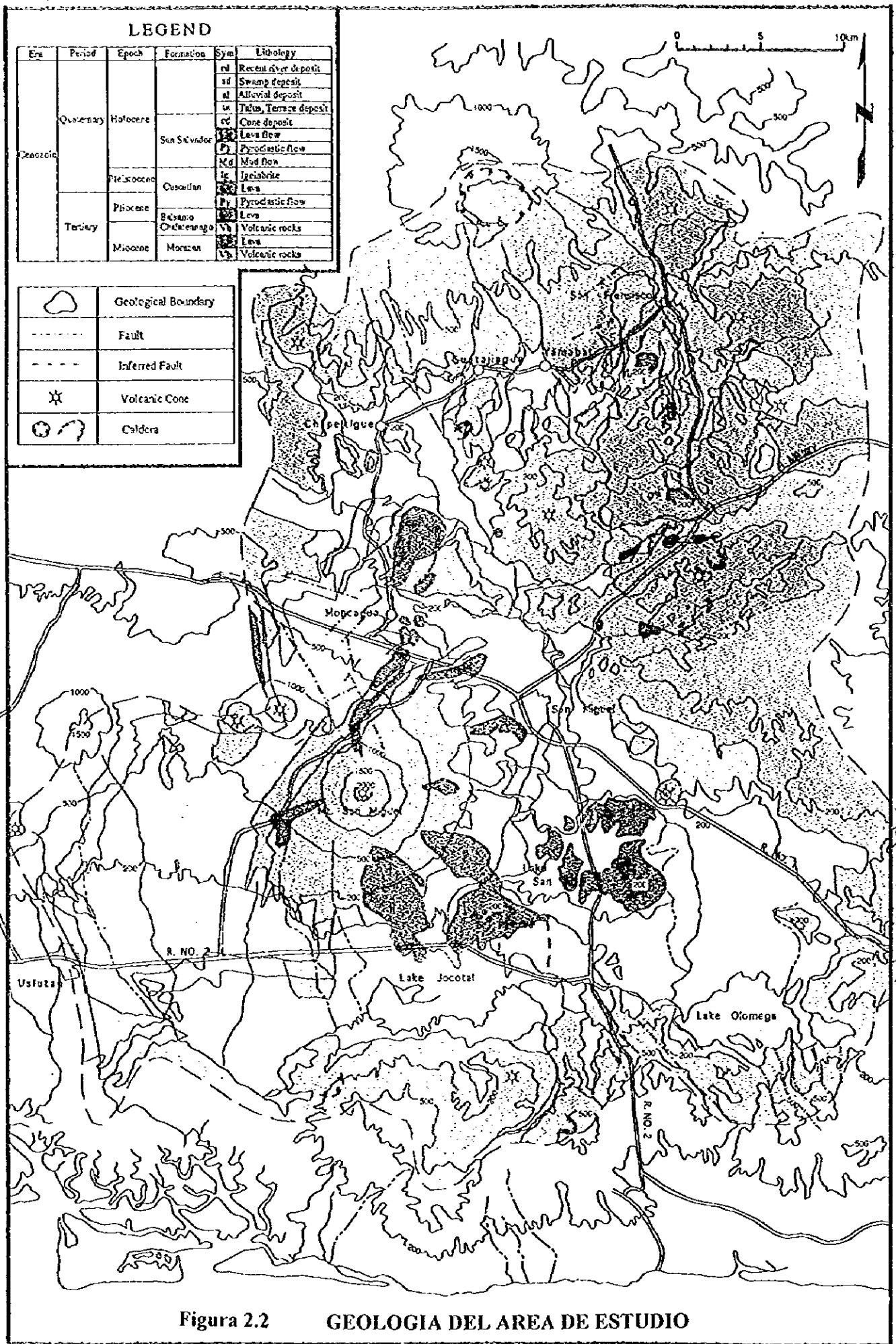
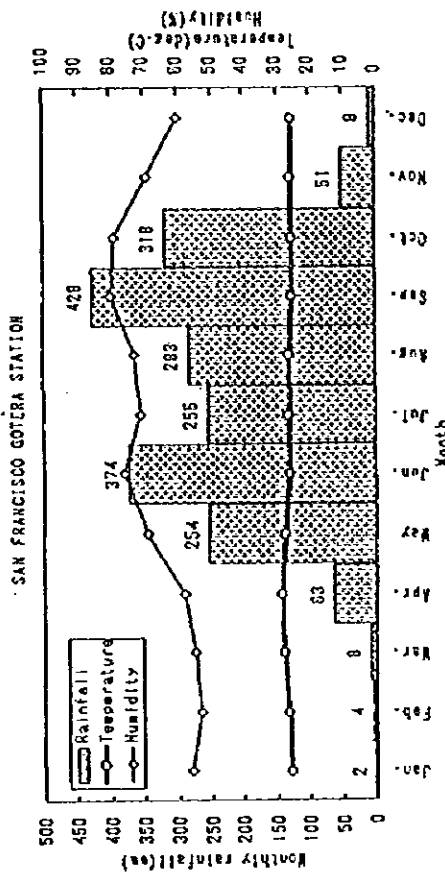


Figura 2.2

GEOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

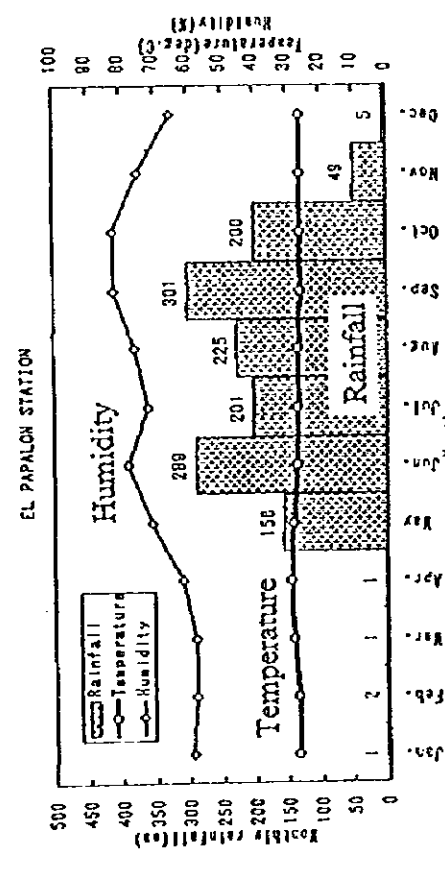


SAN FRANCISCO GOTERA STATION

Month	Rainfall (mm)	Temperature (deg C)	Humidity (%)	Wind velocity (cm/h)	Wind direction
Jan	2	25.8	56	3.6	N
Feb	4	26.5	53	3	N
Mar	8	27.9	55	3	N
Apr	63	28.6	58	3	N
May	254	27.4	69	3	N
Jun	374	26	76	3	N
Jul	255	26.3	71	3	N
Aug	283	25.9	73	3	N
Sep	428	25.3	80	3	N
Oct	318	25.4	79	3	N
Nov	51	25.6	69	3	N
Dec	8	25.5	60	3	N

For rainfall: Annual total(1) 2048
 Total(May-Oct)(2) 1912
 (2)/(1) (%) 93

For temp./humid: Mean 26.4, Max 80, Min 53



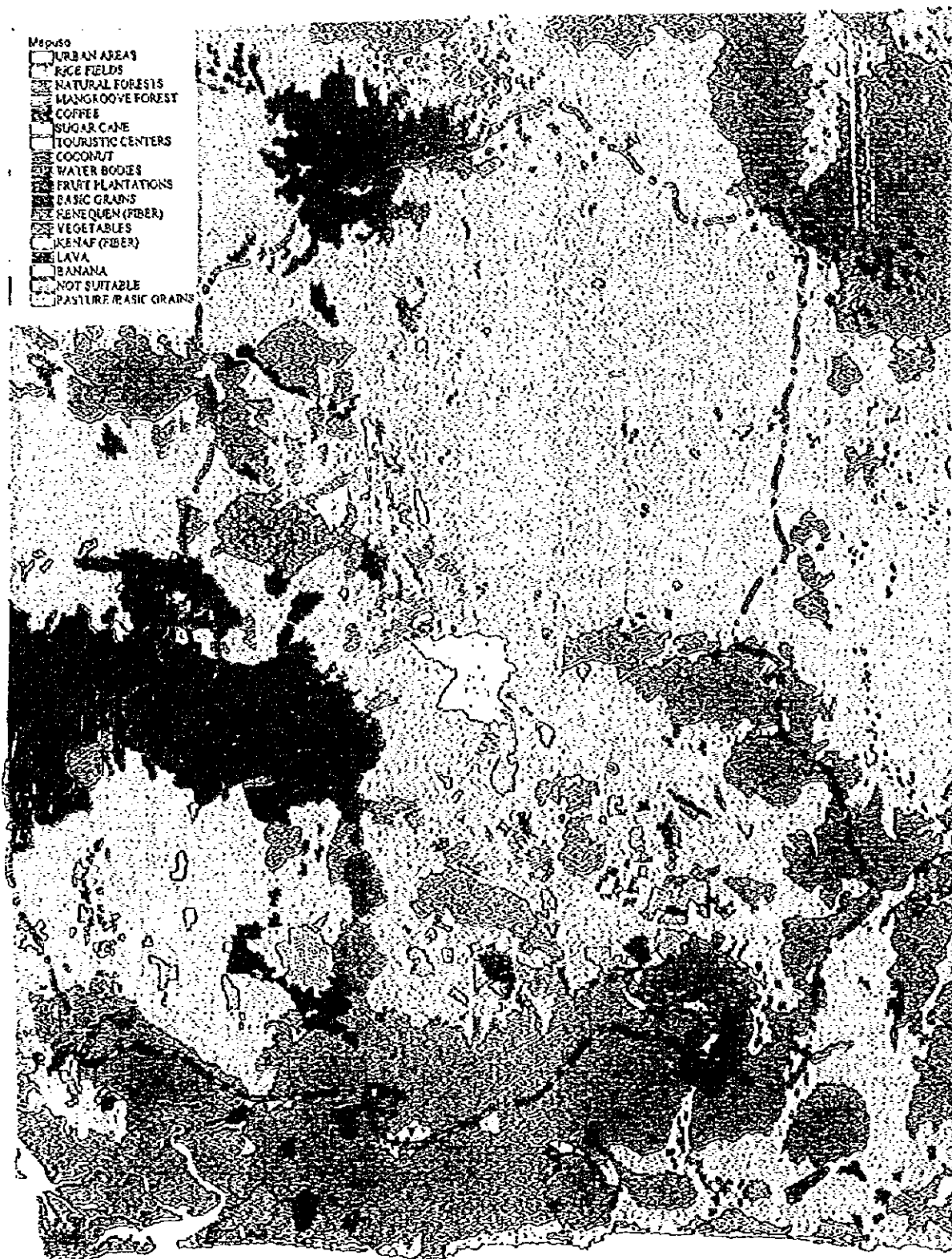
EL PAPANON STATION

Month	Rainfall (mm)	Temperature (deg C)	Humidity (%)	Wind velocity (cm/h)	Wind direction
Jan	1	26.9	59	5.0	N
Feb	2	27	58	5.0	N
Mar	1	28.3	58	5.0	S
Apr	1	29	62	5.0	S
May	156	28.2	71	3.0	S
Jun	209	26.9	78	1.0	SE
Jul	201	26.8	72	5.0	N
Aug	225	26.7	76	5.0	N
Sep	301	25.9	82	5.0	S
Oct	200	25.8	82	1.0	S
Nov	49	25.8	75	5.0	N
Dec	5	25.8	65	5.0	N

For rainfall: Annual total(1) 1431
 Total(May-Oct)(2) 1372
 (2)/(1) (%) 96

For temp./humid: Mean 26.9, Max 82, Min 58

Figura 2.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EL AREA DE ESTUDIO



Source: MAG

	Urban		Agriculture						Sub-Total	Forest lake & River	Lava	Total	
	Basic Grain	Pasture & Coffee	Coffee	Sugar cane	Henequen	Fruits	Veg.						
Area (1,000ha)	2.9	11.0	146.4	14.0	3.9	5.2	0.8	1.0	182.3	33.1	3.6	28	224.7
Ratio (%)	1.3	4.9	65.2	6.2	1.7	2.3	0.4	0.4	81.1	14.7	1.6	12	100.0

Source: MAG

Figura 2.4

USO DE SUELOS ACTUAL EN EL AREA DE ESTUDIO

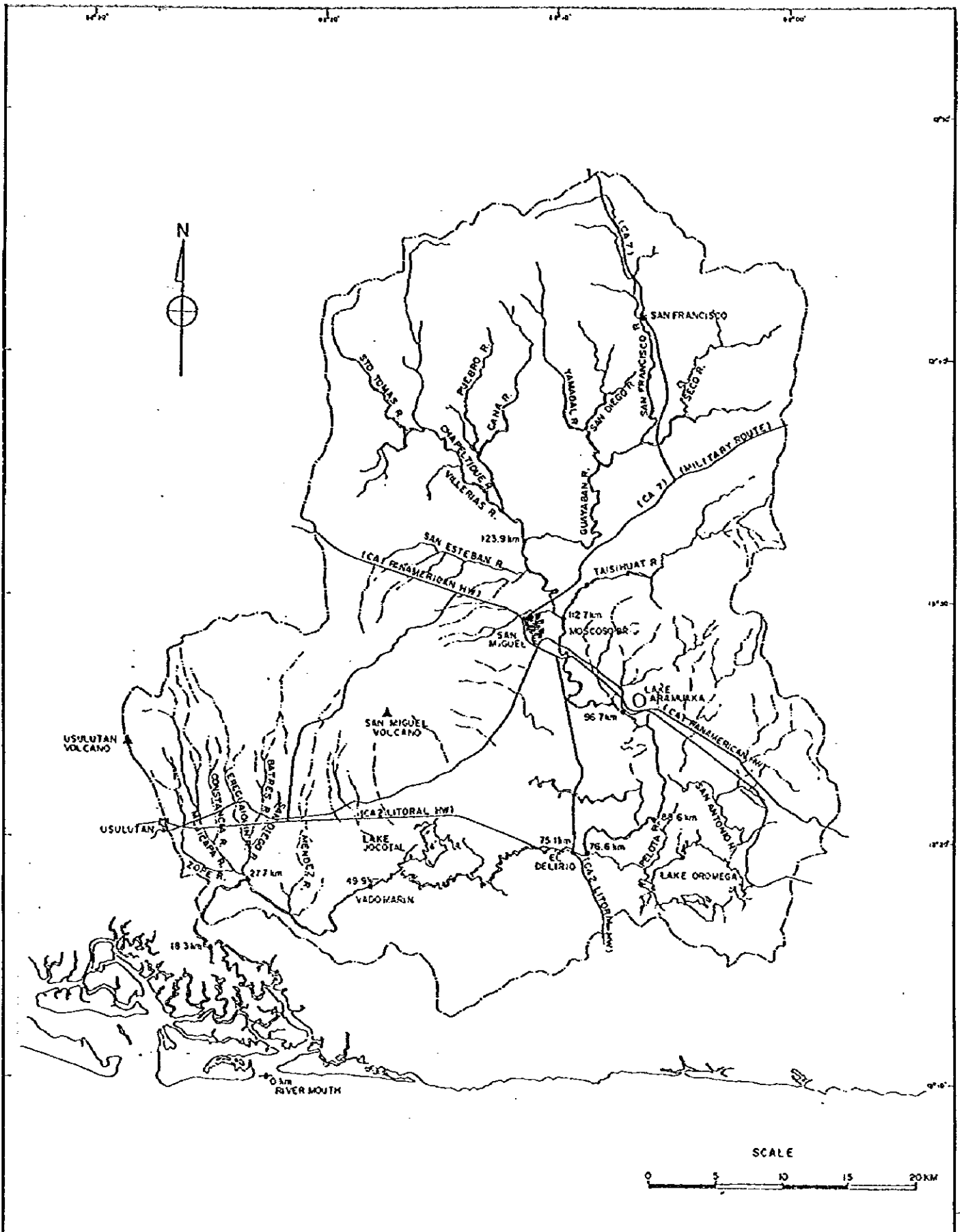


Figura 2.5 SISTEMA DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL

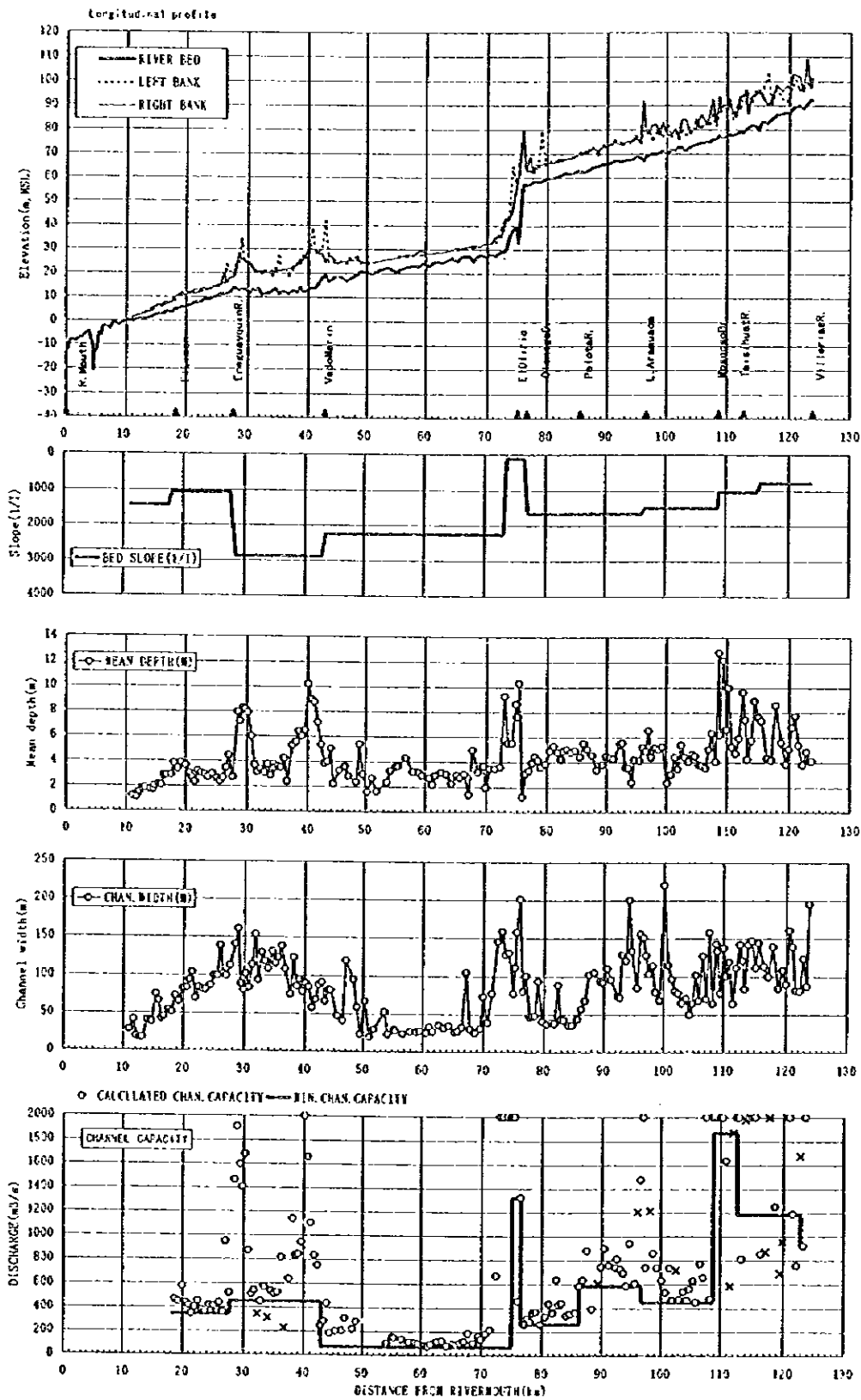


Figura 2.6
 PERFILES LONGITUDINALES DEL RÍO GRANDE DE SAN MIGUEL EXISTENTE

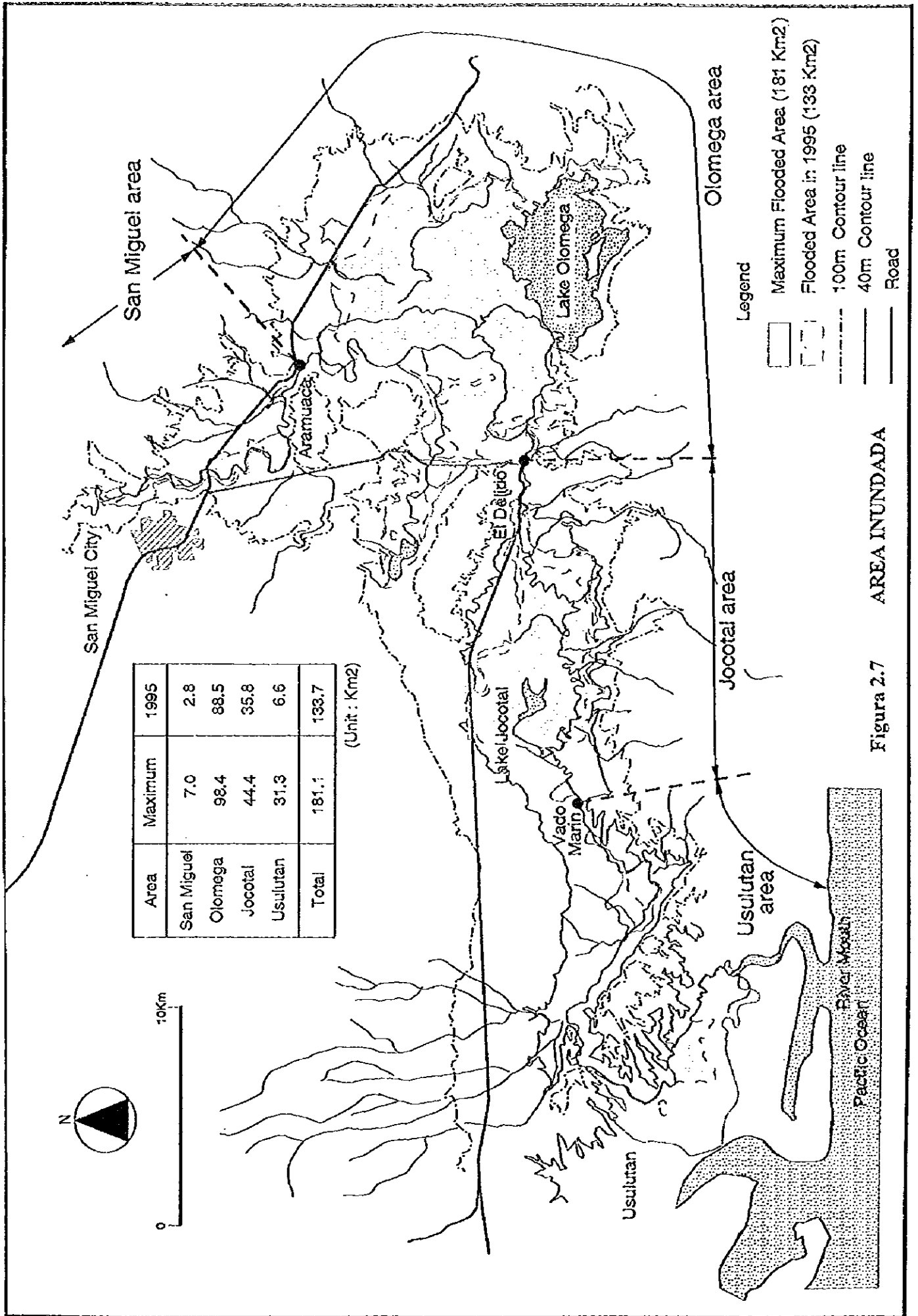


Figura 2.7 AREA INUNDADA

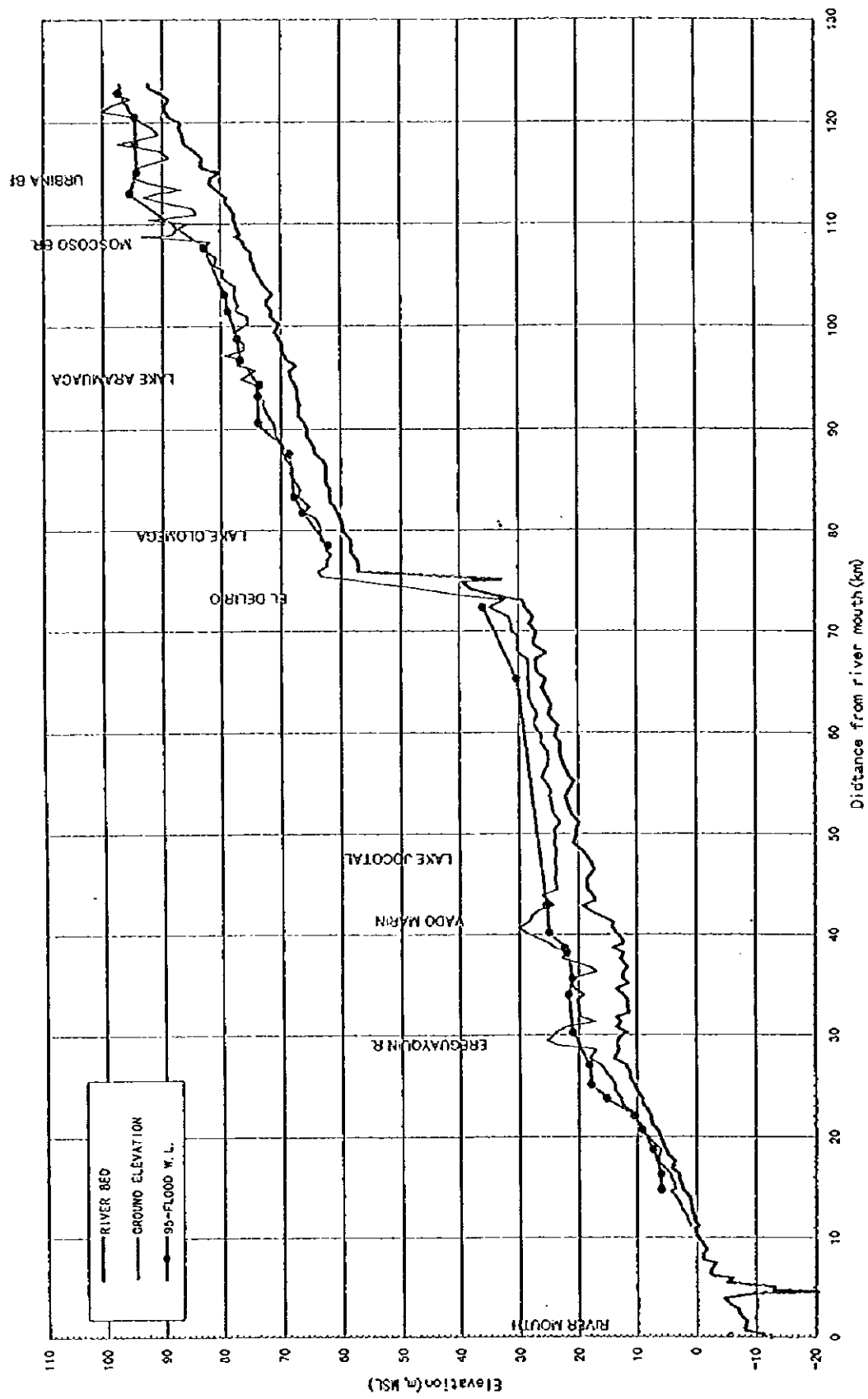


Figura 2.8 NIVEL DEL AGUA MÁXIMA EN LA INUNDACIÓN DE 1995