

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON(JICA)

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION
PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO SANTA CRUZ
REPUBLICA DE BOLIVIA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE EL
CONTROL DE INUNDACIONES EN LA
REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ
EN LA
REPUBLICA DE BOLIVIA**

INFORME FINAL

RESUMEN

JUNIO 1999

LIBRARY



J 1150892 (6)

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKIO

SSS

JR

99 089



AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON(JICA)

MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION
PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO SANTA CRUZ
REPUBLICA DE BOLIVIA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE EL
CONTROL DE INUNDACIONES EN LA
REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ
EN LA
REPUBLICA DE BOLIVIA**

INFORME FINAL

RESUMEN

JUNIO 1999

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL, TOKIO

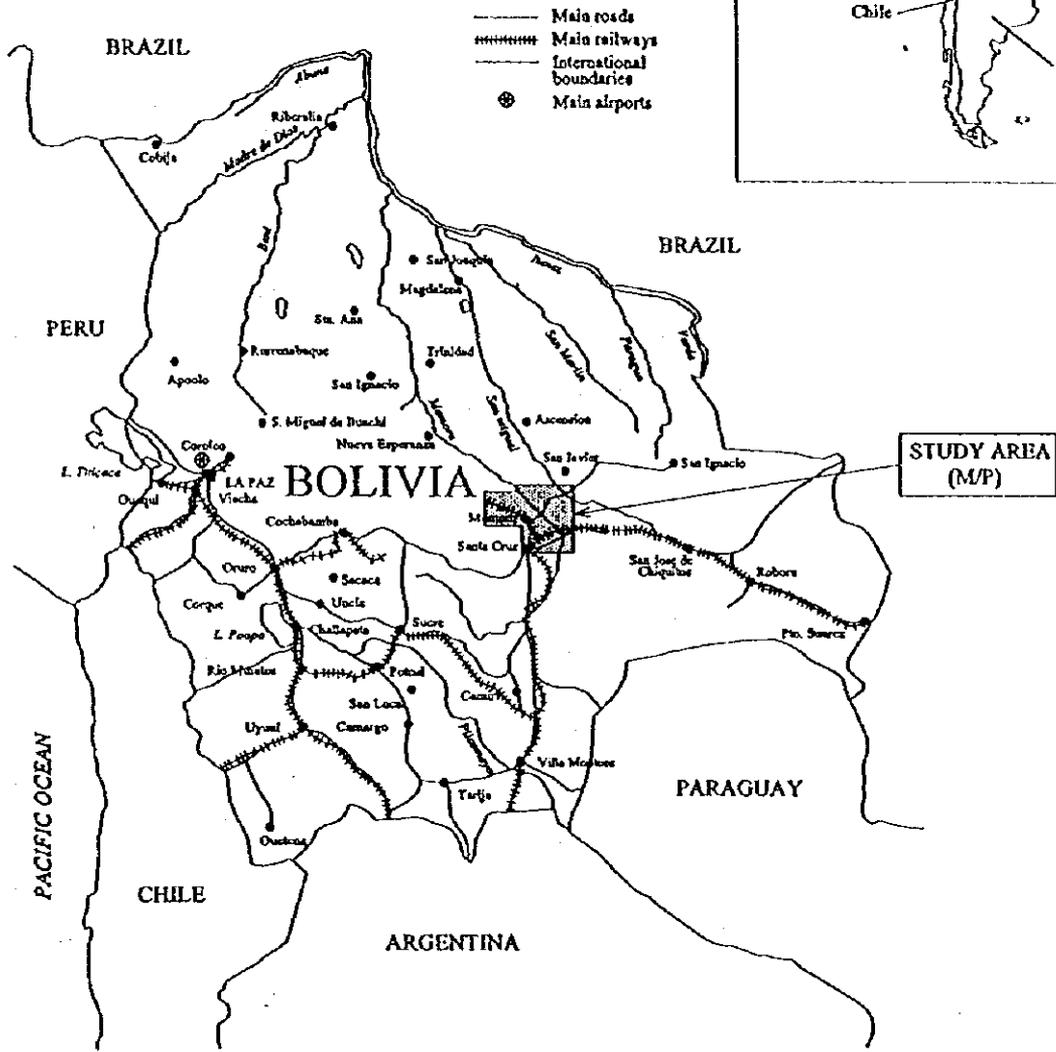
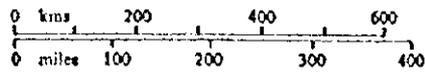
El costo fuera estimado con base en lo precio prevalente en el mercado en agosto de 1998 y expreso en bolivianos de acuerdo con la siguiente tasa de cambio

US\$ 1.00 = Bs. 5.50 = Yen 117.00

(en agosto de 1998)



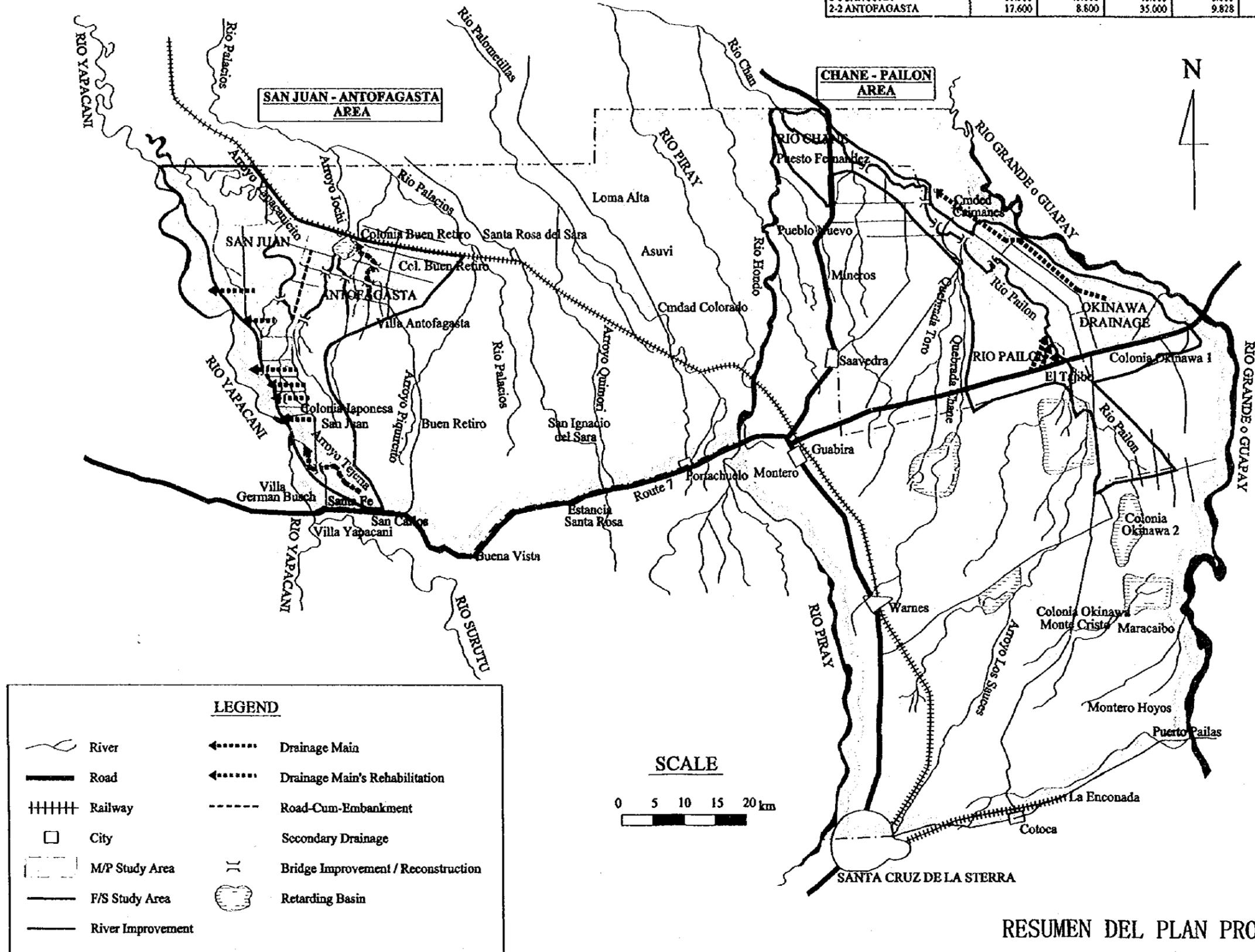
1150892 (6)



MAPA DE LOCALIZACION DE LA AREA DE ESTUDIO

WORK VOLUME OF STRUCTURAL MEASURES

Project / Sub-Project	River Improvement (km)	Main Drainage (km)	Secondary Drainage (km)	Road-Cum-Rebankment (km)	Bridge Reconstruction (Nos.)
1. CHANE-PAILON	57.760	31.019	54.000	0.000	7
1-1 CHANE	26.350	0.000	0.000	0.000	4
1-2 PAILON	31.410	10.360	18.500	0.000	2
1-3 OKINAWA DRAINAGE	0.000	21.650	35.500	0.000	1
2. SAN JUAN-ANTOFAGASTA	34.960	51.910	75.500	9.828	9
2-1 SAN JUAN	17.360	43.110	40.500	0.000	4
2-2 ANTOFAGASTA	17.600	8.800	35.000	9.828	5



RESUMEN DEL PLAN PROPUESTO

EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ EN LA REPUBLICA DE BOLIVIA

ESQUEMA DEL ESTUDIO

1 Antecedentes

El Estudio ha sido conducido en el área de prioridad propuesto en el Plan Maestro titulado "El Estudio del Plan Maestro Sobre el Control de Inundaciones en la Región Rural Norte de Santa Cruz en la República de Bolivia" que cubre 7.000 km², que fue realizado por el JICA desde marzo de 1995 hasta junio de 1996.

La región norte que ha sido desarrollada como un centro de producción industrial y agrícola importante ha tenido un rol importante en términos económicos y sociales. Sin embargo, el área está extremadamente vulnerable a los problemas de inundaciones y drenaje. El área anual con riesgo de inundación se estimó en alrededor de 35% (2,444 km²) de la región norte; el área de inundación en 1992, que fue la inundación más grande registrada, se estimó en 70% (4,857 km²).

El Area de Estudio consiste de dos áreas, es decir, el área de Chané-Pailón (600 km²) y el área de San Juan-Antofagasta (607 km²) en la región norte de Santa Cruz con una población total de 192.429 de acuerdo al censo de 1992. Toda el área está amenazada por riesgo de inundaciones y la mitigación de los problemas de inundación es un problema importante que es confrontado por el Gobierno.

2 Medidas de Mitigación de Inundaciones y de Mejoramiento de Drenaje Propuestas

2.1 Medidas Estructurales Propuestas

Las medidas estructurales consisten en trabajos de mejoramiento de ríos, trabajos de mejoramiento de drenaje y de camino con cuneta. Los trabajos se resumen y se muestran en la siguiente tabla:

Area	Mejoramiento (km)		
	Río	Drenaje	Camino-Terraplén
Chané-Pailón	.		
Area del Río Chané	26,35	0,0	0,00
Area del Río Pailón	31,41	10,36	0,00
Drenaje de Okinawa	0,0	21,65	0,00
Sub total	57,76	32,01	0,00
San Juan - Antofagasta			
Area de San Juan	17,36	43,11	0,00
Area de Antofagasta	17,60	8,80	9,83
Sub total	34,96	51,91	9,83
Total	92,72	83,92	9,83

El criterio de diseño decidido en base de aspectos técnicos y económicos incluidos en el Estudio del Plan Maestro fueron aplicados para el diseño de las instalaciones propuestas. Estas fueron las siguientes:

- Mitigación de inundaciones : Tormenta, período de retorno de 10 años
Profundidad permisible de inundación
0,30 m
- Mejoramiento de drenaje : Tormenta, período de retorno de 5 años
Profundidad permisible de inundación
0,30 m
- Infraestructura pública relacionada : Tormenta, período de retorno de 50 años

2.2 Medidas No-Estructurales

Se planea aplicar las medidas no-estructurales para la totalidad del área con riesgo de inundación. Es posible realizar medidas no-estructurales en el área de Estudio dentro de un plazo comparativamente corto y parcialmente paliar los daños por inundación, debido a que las medidas estructurales requieren de muchos años y de una cierta cantidad de inversión para su finalización. Las medidas no-estructurales propuestas son las siguientes:

- 1) Sistema de alerta de inundación y de evacuación basados en el volumen de precipitación de 1 día, 3 días, y 5 días en las principales estaciones,
- 2) Manejo de áreas de inundación y protección contra inundaciones basados en los mapas de áreas con riesgo de inundación y los mapas de zonificación de uso del suelo preparados en el Estudio,
- 3) Conservación de lagunas de detención propuestas en el Estudio del Plan Maestro,
- 4) Conservación de los bosques de protección a lo largo de los ríos,

- 5) Mejoramiento del uso de tierras durante la estación de inundaciones basándose en los mapas de zonificación del uso de tierras para las áreas con riesgo de inundación preparados por el Estudio.

2.3 Evaluación de Impacto Ambiental

La Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación que estaba a cargo de la categorización, evaluó las medidas propuestas en el Estudio como de categoría III, que no requiere una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), pero puede ser aconsejado para revisar su concepto. Los comentarios sobre la categorización ya fueron cubiertos en el Estudio.

Los trabajos de mitigación y mejoramiento de drenajes mejorarán el ambiente social y natural en general y no existirá un impacto ambiental adverso significativo causado por los trabajos propuestos.

2.4 Estimación de Costo

Los costos de construcción consisten de costo directo de construcción y costo indirecto de construcción. El costo de construcción directo ha sido estimado basado en los diseños preliminares de las estructuras, el precio del mercado y el tipo de cambio en agosto de 1998.

Costos indirectos de construcción han sido estimados en proporción al costo directo (Costo de Imprevistos 5% del costo directo, Gastos Generales: 10%, Ganancia: 15%).

Los costos del proyecto que consisten de costo de construcción, costo administrativo, costo de servicio de ingeniería y contingencias, son estimados y resumidos a continuación:

Proyecto	Local Bs.	Extranjera Bs.	Total Bs.
Area de Chané - Pailón			
Río Chané	91.434.000	143.193.000	234.627.000
Río Pailón	143.084.000	231.073.000	374.157.000
Drenaje de Okinawa	32.120.000	57.680.000	89.800.000
Sub-Total	266.638.000	431.946.000	698.584.000
Area de San Juan - Antofagasta			
San Juan	45.724.000	61.826.000	107.550.000
Antofagasta	40.990.000	59.372.000	100.362.000
Sub-Total	86.714.000	121.198.000	207.912.000
Total	353.352.000	553.144.000	906.496.000

Nota:

- *El costo de salarios, costo de material y el costo unitario de equipo incluyen el impuesto al valor agregado 13%, basados en el precio de mercado de agosto de 1998,*
- *Costo administrativo: 5 % del costo de construcción,*
- *Costo de servicio de ingeniería: 10 % del costo de construcción,*
- *Contingencia: 15 % del costo de construcción,*
- *El tipo de cambio usado para la conversión monetaria fue
SUS 1,0 = Bs. 5,50 = Yen Japonés 117 (agosto de 1998)*

2.5 Marco Institucional

Las organizaciones a cargo de la mitigación de inundaciones son la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, Defensa Civil y el Centro Operativo de Emergencia Departamental, Alcaldías, SENAMHI, SEARPI y MACUCY.

Para la ejecución de las medidas propuestas, se planea que la Prefectura de Santa Cruz sea responsable por la ejecución de las medidas propuestas, y la Dirección General de Coordinación Departamental (DGCD) sea la organización ejecutora para el Proyecto y deberá tomar las acciones necesarias para una fácil ejecución de las medidas propuestas para fortalecer las organizaciones relacionadas en función y recursos necesarios en la siguiente forma:

- La Unidad de Planificación Estratégica de la Dirección General de Coordinación con la participación de SEARPI, UTD-PLUS, SENAMHI, y MUCUCY llevará a cabo la preparación general y los arreglos para la ejecución de los proyectos,
- La Dirección de Desarrollo e Infraestructura ejecutará las medidas estructurales propuestas,

- Las alcaldías ejecutarán las medidas estructurales y no-estructurales menores y realizarán actividades de operación y mantenimiento tanto para medidas estructurales como no-estructurales,
- Los grupos locales como participación pública realizarán actividades de operación y mantenimiento tanto para medidas estructurales como no-estructurales.

2.6 Evaluación del Proyecto

La eficiencia del proyecto ha sido evaluada desde puntos de vista técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales. El resultado de la evaluación se resume en la Tabla 1.

(1) Evaluación Técnica

La evaluación técnica de las medidas estructurales propuestas es evaluada principalmente por la reducción del área inundada. Las medidas estructurales propuestas serán muy efectivas reduciendo áreas de inundación de más de 30 cm, alrededor de 279 km² en el área de Chané-Pailón y de 197,70 km² en el área de San Juan-Antofagasta durante las inundaciones de 10-años. En lo que al Río Chané se refiere, los niveles de agua sin el proyecto son de alrededor de 60 cm más altos que con el proyecto en la etapa pico para las inundaciones de 10-años. Para evitar cualquier efecto ambiental adverso, el mejoramiento del Río Chané será requerido para el área.

(2) Factibilidad Económica

La eficiencia económica es evaluada principalmente por la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) para la cual los valores mayores al 10 % son considerados factibles en consideración al costo de oportunidad del capital, estimado entre 10 % a 12 % en Bolivia. La TIRE se resume abajo.

Nombre del Proyecto	TIRE (%)
I. Chané-Pailón	12,1
-1 Río Chané	3,8
-2 Río Pailón	16,4
-3 Drenaje de Okinawa	18,4
II. San Juan-Antofagasta	18,2
-1 San Juan	12,4
-2 Antofagasta	23,4

El proyecto de Chané-Pailón, que contiene tres áreas del Río Chané, del Río Pailón y del Drenaje de Okinawa, es económicamente factible, indicando una TIRE de 12,1 %. El proyecto de San Juan-Antofagasta, que consiste de las áreas de San Juan y de Antofagasta, tendrán una TIRE elevada de 18,2 %. De este modo se espera que los dos proyectos contribuyan a promocionar el desarrollo económico en la región.

Aparte de los beneficios producidos por las medidas estructurales arriba mencionadas, muchos otros beneficios intangibles se producirán de las medidas no-estructurales.

(3) Impactos Ambientales Sociales y Naturales

La mitigación de inundaciones y el mejoramiento de drenajes apuntan básicamente a mejorar los ambientes sociales y naturales en la región. El ambiente social será mejorado debido a que las medidas estructurales reducirán la interrupción de actividades económicas y comunicaciones sociales, y las medidas no-estructurales promoverán una buena comunicación entre los habitantes.

Los resultados de la evaluación se muestran en la Tabla 1.

2.7 Programa de Ejecución

(1) Organización Ejecutora

La organización ejecutora para el Proyecto deberá ser la Prefectura de Santa Cruz. Se propone que la Dirección General de Coordinación Departamental (DGCD) sea la cabeza de la organización ejecutora de los proyectos y tome las acciones necesarias debido al avance del proyecto para una ejecución sin problemas de los proyectos. La DGCD deberá fortalecer las siguientes organizaciones en sus funciones y recursos necesarios:

- Unidad de Planificación Estratégica de la DGCD, con la participación del SEARPI, UTD-PLUS, SENAMIII y MACUCY,
- Dirección de Desarrollo e Infraestructura
- Alcaldías
- Grupos locales

(2) Período de Ejecución

El período de ejecución está dividido en las siguientes etapas:

- Etapa-1: Período de preparación (1999 al 2000)
- Etapa-2: Ejecución de medidas propuestas (2001 al 2010)

La Etapa-2 se divide en las siguientes dos fases:

1) Fase-1 (2001-2005): Implementación de los trabajos de 1^{era} prioridad,

a) Medidas Estructurales

- a. Area de Chané-Pailón
 - Mejora de ríos del Río Chané/Río Pailón
 - Mejora del drenaje principal Okinawa
- b. Area de San Juan-Antofagasta
 - Mejora de ríos del Arroyo Jochi
 - Desarrollo de camino con cuneta
 - Mejoramiento del drenaje San Juan (km 13-17)

b) Medidas No Estructurales

Medidas no estructurales para toda el Area de Estudio.

2) Fase-2 (2006-2010): Implementación de los trabajos de 2^{da} prioridad

- a. Area de Chané-Pailón
 - Mejora del drenaje relacionado con el Río Pailón,
 - Mejora del drenaje secundario
- b. Area de San Juan-Antofagasta
 - Mejora de ríos del Arroyo Yapacanicito
 - Mejora de ríos del Arroyo Tacuaral,
 - Mejoramiento y rehabilitación del drenaje

El Programa de Implementación se muestra en la Tabla 2.

3 Conclusiones y Recomendaciones

Los planes propuestos para mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes para el Estudio de Factibilidad han sido diseñados y evaluados desde puntos de vista técnico, económico, social y ambiental. Se concluyó que los planes propuestos para mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes son factibles en términos técnicos, económicos, sociales y ambientales y que llegan a paliar los problemas de inundación y de drenaje en el Área de Estudio además de estabilizar la misma. Se recomienda que la Prefectura del Departamento de Santa Cruz tome acciones inmediatas en los siguientes puntos:

1. Poner en ejecución las medidas estructurales y no-estructurales propuestas en el Estudio para paliar los problemas de inundación y drenaje, tomando acción inmediata para la ejecución de las medidas propuestas como de 1^{ra} prioridad,
2. Fortalecer las redes meteorológicas e hidrológicas existentes a fin de establecer un sistema de alerta de inundación efectivo en la región norte de Santa Cruz, incluyendo la instalación de tres estaciones pluviométricas automáticas (Saavedra, Trompillo, y San Juan de Yapacani) y una hidrométrica en Abapo,
3. Fortalecer la Dirección General de Coordinación ya que es la organización que encabeza la ejecución de los proyectos, tanto en funciones como en recursos humanos, para una temprana y fácil ejecución de las medidas propuestas de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes,
4. Tomar acciones inmediatas para conservar las lagunas de detención propuestas en el Estudio debido a que tienen una alta eficiencia en paliar los problemas de inundación en el área,
5. Guiar a los agricultores para seguir calendarios de cultivo o sistemas de cultivo apropiados de acuerdo a las condiciones de los suelos y de inundación existentes basados en el mapa de riesgo de inundación y en los mapas de zonificación del uso del suelo para paliar los daños por inundación en los cultivos agrícolas,
6. Utilizar el Comité Coordinador efectivamente para incrementar la participación pública en las actividades de mitigación.

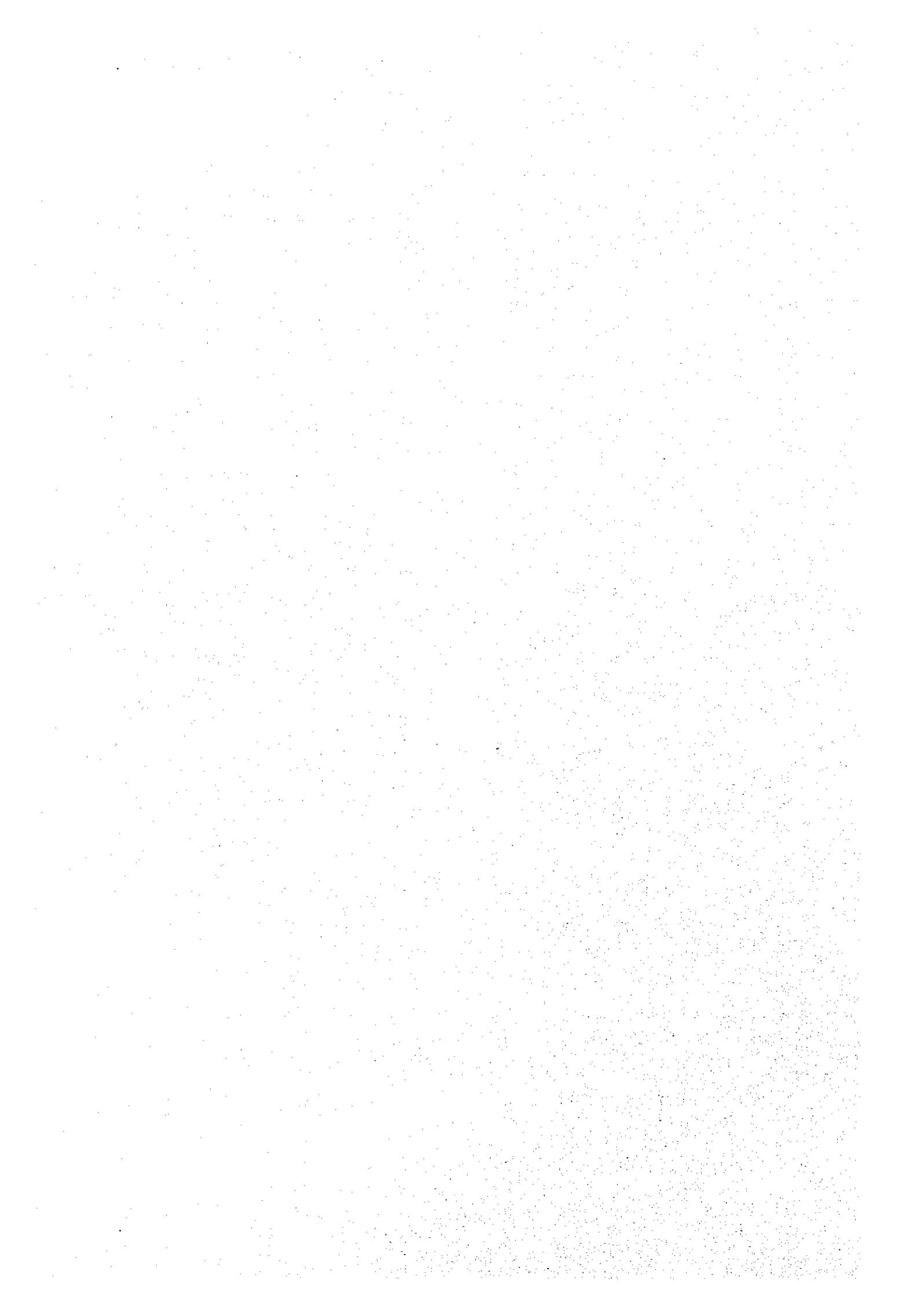
TABLA 1 SUMARIO DEL PROYECTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ

AREA / SUB-AREA	MEDIDAS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAMIENTO DE DRENAJE				EVALUACION DEL PROYECTO											
	MEDIDAS ESTRUCTURALES			MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES	Eficiencia Técnica (Reducción de área inundada mayor a 30 cm de profundidad en 10-años de frecuencia de inundación : km ²)		Eficiencia Económica (TIRE : %)		Impacto Ambiental			VIABILIDAD DEL PROYECTO				
	Componentes de Medidas Estructurales	Distancia (km)	Costo Proyecto (1.000 Bs)		Ambiente de Vida	Ambiente Económico	Ambiente Natural									
1. AREA DE CHANE-PAILON				698.584	279,00		12,1									
(1) Cuenca Río Chané	Mejoramiento del Río Chané	26,350	234.627	Indispensable para evitar cualquier efecto adverso. Más efectivo con control de inundaciones del Río Piray.	21,10	A	No Factible	3,8	C	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad alta por evitar cualquier efecto adverso.	A		
	Mejoramiento del Río Pailón	31,680	344.624		Indispensable como área del cauce principal. Uno de los componentes más efectivos para la mitigación de inundaciones.		A				Alta	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área del cauce principal.	A	
(2) Área Río Pailón	Mejoramiento del Drenaje Rancho Chico	3,600	8.113	- Protección de lagunas de detención	Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	167,50	Altamente Factible	16,4	A	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente.	B		
	Mejoramiento del Drenaje El Chaco	1,470	1.118	- Manejo de áreas de inundación						Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	B	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente.	B
	Mejoramiento del Drenaje El Empalme II	5,290	7.304	- Bosque protegidos						Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	B	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente.	B
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	18,500	12.998	- Preparación de mapa de riesgo de inundación						Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B	Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B
(3) Cuenca Drenaje de Okinawa	Mejoramiento del Drenaje Principal de Okinawa	21,650	61.891	Alta necesidad como área principal de drenaje. Contribuirá a mitigar los daños de inundación del Río Grande.	90,40	A	Altamente Factible	18,4	A	Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área principal de drenaje para mitigar los daños por inundación del Río Grande.	A		
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	35,500	27.909	Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.		B				Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B		
2. AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA				207.912	197,70		18,2									
(1) Área San Juan	Mejoramiento del Arroyo Yapacanicito	17,360	37.350	Necesario para mejorar el área norte de San Juan.	91,60	B	Factible	12,4	B	Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B		
	Mejoramiento del Drenaje Principal de San Juan (km 13, 17)	7,500	8.474	Alta necesidad como restauración del drenaje principal.						A	Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área de uso intensivo del suelo.	A	
	Rehabilitación del Drenaje Principal de San Juan (km 11, 15, 24, 28)	27,450	14.136	Necesario para rehabilitar sus funciones de drenaje.						B	Alta Exclusiva	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B	
	Mejoramiento del Arroyo Tejería	8,160	8.215	- Protección de lagunas de detención						B	Media	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B	
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	35,000	33.304	- Alerta de inundación						B	Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B	
(2) Área Antofagasta	Mejoramiento del Arroyo Jochi	11,800	25.010	- Manejo de áreas de inundación	106,10	A	Altamente Factible	23,4	A	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad alta como área de uso intensivo del suelo.	A		
	Mejoramiento del Arroyo Tacuaral	5,800	18.272	- Bosque protegidos						B	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B	
	Desarrollo del Camino-terraplén	9,830	6.071	- Preparación de mapa de riesgo de inundación						A	Media	Media	Despreciable	Viabilidad alta para el ajuste de fases del proyecto.	A	
	Desarrollo del Drenaje Principal de Antofagasta	8,800	21.389	Indispensable para el ajuste de fases del proyecto en el Área San Juan - Antofagasta.						B	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B	
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	26,500	35.691	Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.						B	Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B	

Nota : Grado de viabilidad de los componentes del proyecto A : Alta B : Media C : Baja

INFORME FINAL

RESUMEN



**EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL CONTROL DE
INUNDACIONES EN LA REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

RESUMEN

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Procedimiento y Concepto Básico del Estudio.....	S - 1
2.	Area de Estudio	S - 2
3.	Agricultura y Uso del Suelo	S - 3
4.	Inundaciones después del Plan Maestro	S - 4
5.	Medidas Propuestas de Mitigación de Inundaciones y de Mejoramiento de Drenaje	S - 6
6.	Evaluación de Impacto Ambiental.....	S - 13
7.	Estimación de Costo	S - 14
8.	Marco Organización	S - 16
9.	Evaluación del Proyecto	S - 17
10.	Aspectos Financieros	S - 20
11.	Programa de Ejecución.....	S - 20
12.	Conclusión y Recomendación	S - 24

LISTA DE TABLAS & FIGURAS

		<u>Página</u>
Tabla 1(1)	Sumario de Clasificación del Suelo.....	S - 26
Tabla 1(2)	Categoría de Zonificación y Uso de Suelo Recomendado	S - 26
Tabla 2	Sumario del Proyecto del Estudio de Factibilidad Sobre el Control de Inundaciones en la Region Rural Norte de Santa Cruz	S - 27
Tabla 3	Programa de Ejecución.....	S - 28
Fig. 1	El Area de Estudio.....	S - 29
Fig. 2	Mapa de Uso del Suelo en 1998 (Area de Chané-Pailón).....	S - 30
Fig. 3	Mapa de Uso del Suelo en 1998 (Area de San Juan- Antofagasta)	S - 31
Fig. 4	Mapa de Clasificación del Suelo (Area de Chané-Pailón).....	S - 32
Fig. 5	Mapa de Clasificación del Suelo (Area de San Juan- Antofagasta)	S - 33
Fig. 6	Area de Inundación en el Area de Chané-Pailón (por Inundaciones Durante Noviembre a Diciembre de 1997).....	S - 34
Fig. 7	Area de Inundación en el Area de Chané-Pailón (por Inundaciones de 1992 en el Plan Maestro).....	S - 35
Fig. 8	Area de Inundación en el Area de Chané-Pailón (por Inundaciones Durante Febrero a Marzo de 1997 del Río Grande)	S - 36
Fig. 9	Area de Inundación en el Area de San Juan-Antofagasta (por Inundaciones Durante Diciembre 1996 a Febrero 1997)	S - 37
Fig. 10	Area de Inundación en el Area de San Juan-Antofagasta (por Inundaciones de 1992 en el Plan Maestro).....	S - 38
Fig. 11	Modelo de Flujo en la Cuenca del Río Chané-Pailón y en la Cuenca del Drenaje de Okinawa	S - 39

Fig. 12	Modelo de Flujo en la Cuenca del Arroyo Yapacanicito, Jochi y Tacuaral.....	S - 40
Fig. 13	Medidas Estructurales Propuestas (Area de Chané-Pailón).....	S -41
Fig. 14	Medidas Estructurales Propuestas (Area de San Juan-Antofagasta).....	S - 42
Fig. 15	Distribución de la Descarga de Diseño de Inundaciones de 10-Años	S - 43
Fig. 16	Area de Inundación en el Area de Chané-Pailón (sin Proyecto; 10 Años de Período de Retorno).....	S - 44
Fig. 17	Area de Inundación en el Area de Chané-Pailón (con Proyecto; 10 Años de Período de Retorno).....	S - 45
Fig. 18	Area de Inundación en el Area de San Juan Antofagasta (sin Proyecto; 10 Años de Período de Retorno).....	S - 46
Fig. 19	Area de Inundación en el Area de San Juan Antofagasta (con Proyecto; 10 Años de Período de Retorno).....	S - 47
Fig. 20	Estaciones Pluviométricas e Hidrométricas Existentes.....	S - 48
Fig. 21	Cuenca del Río Grande.....	S - 49
Fig. 22	Mapa de Riesgo de Inundación (Area de Chané-Pailón) (Area de Inundación de noviembre a diciembre de 1997)	S - 50
Fig. 23	Mapa de Riesgo de Inundación (Area de San Juan-Antofagasta) (Area de Inundación de diciembre 1996 a febrero 1997).....	S - 51
Fig. 24	Plan de Evacuación Propuesto.....	S - 52
Fig. 25	Lagunas de Detención Propuestas.....	S - 53
Fig. 26	Zonificación de Uso del Suelo (Area de Chané-Pailón)	S - 54
Fig. 27	Zonificación de Uso del Suelo (Area de San Juan- Antofagasta)	S - 55
Fig. 28	Organización, Prefectura del Departamento de Santa Cruz (D.S. 25060).....	S - 56



RESUMEN

Este es un resumen del Informe Final de "El Estudio de Factibilidad Sobre el Control de Inundaciones en la Región Rural Norte de Santa Cruz en la República de Bolivia" (en adelante referido como "el Estudio"). El Estudio ha sido conducido en las áreas propuestas en el Plan Maestro titulado "El Estudio del Plan Maestro Sobre el Control de Inundaciones en la Región Rural Norte de Santa Cruz en la República de Bolivia" (marzo de 1995 a junio de 1996) por JICA, que cubre 7.000 km² de la región norte de Santa Cruz (ver Fig. 1)

De acuerdo con el Estudio del Plan Maestro, la región norte que ha sido desarrollada como un centro de producción agrícola e industrial importante, tiene un rol importante en términos económicos y sociales. Sin embargo, el área es extremadamente vulnerable a inundaciones y problemas de drenaje. El área con riesgo de inundación por inundaciones anuales fue estimada en 35% (2.444 km²) y el área de inundación de 1992 fue la más grande registrada, se estima que fue 70% (4.857 km²) de la región norte respectivamente.

Los objetivos del Estudio son:

- (1) Realizar un Estudio de Factibilidad sobre el control de inundaciones para 1.207 km² de la Región Rural Norte de Santa Cruz, que consiste de las áreas de Chané – Pailón y San Juan – Antofagasta,
- (2) Realizar la transferencia de tecnología al personal de la contrapartida a través del Estudio.

El Estudio comenzó a fines de julio de 1998 y se confirmó las medidas propuestas para el Estudio basándose en los datos adicionales y trabajos de campo desde agosto a octubre de 1998, y se preparó el Borrador del informe Final para el Estudio en Japón desde noviembre de 1998 a marzo de 1999. El Borrador del Informe Final fue explicado al Gobierno de Bolivia en marzo de 1999 y el Informe Final ha sido compilado considerando los comentarios sobre el Borrador del Informe Final del Gobierno de Bolivia. Este resumen resume el Informe Final en la siguiente forma:

1. Procedimiento y Concepto Básico del Estudio

El Estudio ha sido llevado a cabo con la colaboración de la Prefectura de Santa Cruz y de otras agencias interesadas. Durante el Estudio datos suplementarios e información han sido recolectados y estudiados juntamente con estudios de campo, que incluyen encuestas, levantamiento de secciones transversales de los ríos, e investigaciones geológicas en el Área de Estudio, y están basados en los siguientes conceptos:

- (1) Proponer medidas no-estructurales efectivas, juntamente con medidas estructurales, para mitigación de inundaciones para una ejecución temprana, debido a la gran productividad e importancia del área,
- (2) Desarrollar una base de datos GIS con datos e información básica del área de Estudio para poder formular medidas efectivas,
- (3) Revisar los modelos de simulación de inundaciones desarrollados en el Plan Maestro basados en datos de inundación después del Plan Maestro para poder evaluar los efectos de las medidas propuestas en el Estudio,
- (4) Estudiar el actual uso de suelo y clase de suelo en las áreas con riesgo de inundación para poder reducir los daños por inundación tanto como fuese posible,
- (5) Preparar programas de ejecución por etapas para poder minimizar efectos adversos causados por la ejecución del proyecto, debido a la necesidad de muchos años para la terminación de todas las medidas propuestas,
- (6) Proponer el fortalecimiento, en recursos humanos e infraestructura, de las organizaciones existentes para convertirlas en organizaciones ejecutoras efectivas para los proyectos,
- (7) Utilizar la participación pública para las actividades de rutina de operación y mantenimiento (O/M) para las medidas propuestas de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenaje,
- (8) Dividir las responsabilidades para la ejecución de las medidas de mitigación de inundaciones entre las organizaciones responsables por la ejecución, es decir, a nivel Prefectural y a nivel Municipal, debido a sus diferentes tipos y escalas.

2. Area de Estudio

- (1) El Area de Estudio consiste de dos áreas, el área de Chané-Pailón (600 km²) y el área de San Juan-Antofagasta (607 km²) en la región norte de Santa Cruz. El Area de Estudio, tiene una población de 192.429 habitantes de acuerdo con el censo de 1992. Está además relacionada administrativamente a tres Provincias, la Provincia Warnes, Obispo Santistevan e Ichilo.

- (2) Los sistemas fluviales y las cuencas de drenaje en el Area de Estudio están divididas en las partes occidental y oriental. La parte oriental está compuesta de la cuenca del Río Chané y del Drenaje de Okinawa, y la parte occidental está compuesta de la cuenca del Arroyo Tejería, Arroyo Yapacanicito, Arroyo Jochi y Arroyo Tacuaral.
- (3) La tasa promedio anual de crecimiento real del PIB regional del Departamento de Santa Cruz es de 5,53 % desde 1992. La participación del PIB regional del Departamento de Santa Cruz en el PIB de Bolivia es del 27 %, el cual es el valor más alto entre todos los Departamentos.
- (4) La inversión pública en el Departamento de Santa Cruz en 1997 alcanzó los \$US 93,3 Millones, consistiendo de \$US 17,9 Millones por el Gobierno Central, \$US 29,5 Millones por el Departamento de Santa Cruz, \$US 21,6 Millones por las Alcaldías y \$US 31,0 Millones por otras agencias públicas.

Esta suma (\$US 93,3 Millones) de inversión pública en el Departamento de Santa Cruz en 1997 se distribuyó de la siguiente manera: \$US 4,5 Millones (4,8 %) para el sector productivo, \$US 41,6 Millones (44,6 %) para infraestructura, \$US 40,7 Millones (43,6 %) para el sector social, y \$US 6,5 Millones (7,0 %) para propósitos múltiples.

3. Agricultura y Uso del Suelo

- (1) El sector agrícola en Santa Cruz juega un rol importante no solamente en la economía regional sino también en la economía nacional, el cual contribuye con un 23 % del total del PIB y con un 39 % del PIB agrícola. El sector agrícola del departamento a contribuido grandemente a obtener divisas debido a que más del 90% de los cultivos industriales: soya, caña de azúcar, algodón, semilla de girasol, etc., son producidos en el departamento y han contribuido con 18% del total de ganancias por exportación en 1995.
- (2) Los principales productos agrícolas en el área de estudio son soya, arroz y trigo, con una participación del 12 %, 43 % y 41 % de la producción total del Departamento en 1997/1998. Durante 1994 – 1998, la participación de la soya disminuyó de 19 % a 12 %, pero la del arroz y trigo aumentó de 33 % a 43 % y de 25 % a 41 % respectivamente. Sin embargo, la producción fluctuó debido a la producción en el verano, especialmente la soya fue muy afectada por las inundaciones.

(3) El uso del suelo en el área de Estudio se muestra en la Fig. 2 y 3. El uso del suelo se caracteriza en la siguiente forma:

- Bosques distribuidos principalmente a lo largo de los ríos donde se caracterizan suelos no cultivables con drenaje pobre,
- Pasturas distribuidas principalmente en suelos no cultivables de baja fertilidad y/o áreas con inundaciones severas,
- Caña de azúcar distribuida en suelos cultivables pero con problemas severos de inundación, donde la profundidad alcanzo más de 50 cm en las inundaciones de 1997/98,
- Areas de otros cultivos distribuidas en suelos cultivables con problemas menos severos de inundación.

(4) La capacidad productiva del suelo es estudiada basada en la clasificación del suelo en el Area de Estudio y se clasifica en las siguientes cinco categorías:

CLASIFICACION DEL SUELO Y CATEGORIA

Categoría	Clasificación del Suelo	Criterio
1	I – III	Suelo apropiado para la agricultura
2	IV	Suelo marginalmente apropiado p/ agricultura
3	V	Suelo apropiado para pasturas
4	VI – VII	Suelo marginalmente apropiado para pasturas
5	VIII	Suelo no apropiado para actividades agrícolas

Fuente: UTD-PLUS

En el área de Chané-Pailón aproximadamente el 60 % del área está clasificada en la Categoría-1, pero en el área de San Juan – Antofagasta una gran parte del área está clasificada en la Categoría-3 a 5 (ver Tabla 1 y Fig. 4 y 5).

4. Inundaciones Después del Plan Maestro

(1) Inundaciones Causadas por el Río Chané y sus Tributarios

Las inundaciones causadas por el Río Chané y sus tributarios ocurren anualmente, pero las mayores ocurrieron en el período desde fines de noviembre a principios de diciembre de 1997 y evaluadas como de 5-20 años sobre los datos de precipitación.

Características de inundaciones después de 1995

Período de Inundación	Área de Inundación		Período de Precipitación Probable	Precipitación Registrada					
	(km ²)	%		Saavedra		CETABOL		Trompillo	
				(mm)	P.R. (años)	(mm)	P.R. (años)	(mm)	P.R. (años)
Dic/95 - Feb/96	112,7	18,8	4 - 20 Ene/96	203,4	2 - 5	134,6	2	141,9	2
Dic/96 - Feb/97	170,9	28,5	30 Ene - 6 Feb/97	131,1	2	96,6	2	186,4	2 - 5
Nov - Dic/97	370,3	61,8	30 Nov - 5 Dic/97	286,3	10 - 2	219,6	5 - 10	182,4	2 - 5
Feb - Mar/97	98,2	16,4	No existen datos						
Feb - Mar/98	83,5	13,9	No existen datos						

Nota : 1). % es la razón de área de inundación al Área de Estudio
2). P.R. = Período de Retorno

Las áreas de inundación de las crecidas de Nov.-Dic. de 1997, y de las crecidas de 1992 se muestran en la Fig. 6 y 7.

(2) Inundaciones por el Río Grande

Las inundaciones por el Río Grande ocurrieron sucesivamente en 1997 y 1998 como sigue:

- Inundaciones en febrero a marzo de 1997
- Inundaciones en febrero a marzo de 1998

Ambas crecidas inundaron más del 15 % del Área de Estudio (ver Fig. 8). Sin embargo, las escalas de las inundaciones no fueron evaluadas todavía porque no se tienen datos disponibles para el análisis hidrológico.

(3) Inundaciones en el Área de San Juan - Antofagasta

Las inundaciones en el Área de San Juan - Antofagasta también ocurren anualmente debido principalmente a la escorrentía de sus propias cuencas. Entre las inundaciones en el área después de 1995, la mayor ocurrió desde enero a febrero de 1997, que fue evaluada como de una escala de 10-20- años y mayores que las de 1992 (5-10-años).

Características de inundaciones después de 1995

Período de Inundación	Área de Inundación		Período de Precipitación Probable	Precipitación Registrada	
	(km ²)	%		San Juan de Yapacaní (mm)	P.R. (años)
Ene - Feb 1995	323,7	53,3	No existen datos		
Ene - Feb 1996	405,1	66,7	2 - 8 Feb 96	245,3	2 - 5
Ene - Feb 1997	560,1	92,2	30 Ene - 6 Feb 97	443,0	10 - 20
Ene - Feb 1998	450,5	74,2	28 Ene - 2 Feb 98	156,0	< 2

Nota : 1). % es la razón de área de inundación al Área de Estudio
2). P.R. = Período de Retorno

Las áreas de inundación de las inundaciones de Ene.-Feb. de 1997 y de las de 1992 se muestran en la Fig. 9 y 10.

(4) Modelo Hidrodinámico

En este Estudio, el modelo hidrodinámico usado en el Estudio del Plan Maestro es actualizado usando las nuevas secciones transversales de los nuevos puentes a lo largo de la Carretera Nacional No. 9 y las secciones transversales de los ríos levantadas en este Estudio.

El modelo hidrodinámico fue formulado con las mismas bases que en el Estudio del Plan Maestro. El modelo fue establecido para las cuencas en el Área de Estudio, estos fueron clasificados como áreas objetivo para las medidas estructurales como sigue y se muestran en la Fig. 11 y 12:

- El Área de Chané – Pailón : La cuenca del Río Chané-Pailón y del Drenaje de Okinawa,
El Área de San Juan – Antofagasta : La cuenca del Arroyo Yapacanicito, Jochi y Tacuaral.

5. Medidas Propuestas de Mitigación de Inundaciones y de Mejoramiento de Drenaje

El área con riesgo de inundación está clasificada por la causa de inundación en las siguientes cuatro categorías:

- | Categoría | Causas de Inundaciones |
|-----------|---|
| -1: | Área de inundación causada por crecidas de ríos mayores como el Río Grande, Río Piray, o Río Yapacaní, |
| -2: | Área de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca con efecto de remanso del Río Piray, como el Río Chané, |

- 3: Area de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca con crecidas de ríos mayores,
- 4: Area de inundación causada por inundaciones de su propia cuenca.

Las medidas propuesta están compuestas de medidas estructurales y no-estructurales.

5.1 Medidas Estructurales Propuestas

(1) El Mejoramiento de Ríos y Drenajes

Los trabajos de mejoramiento de ríos y drenajes apuntan principalmente a incrementar la capacidad de flujo de los ríos y canales de drenaje aumentando su ancho y profundidad y estabilizando su sección transversal. El camino-terraplén apunta principalmente a prevenir el rebalse a la cuenca contigua y también para ser usado como ruta de evacuación durante las inundaciones. Un sumario de las medidas estructurales se muestra en la siguiente tabla y la ubicación de la infraestructura se muestra en la Fig. 13 y 14.

Area	Mejoramiento (km)		
	Río	Drenaje	Camino-Terraplén
Chané-Pailón			
Area del Río Chané	26,35	0,0	0,00
Area del Río Pailón	31,41	10,36	0,00
Drenaje de Okinawa	0,0	21,65	0,00
Sub total	57,76	32,01	0,00
San Juan - Antofagasta			
Area de San Juan	17,36	43,11	0,00
Area de Antofagasta	17,60	8,80	9,83
Sub total	34,96	51,91	9,83
Total	92,72	83,92	9,83

(2) Criterio de Diseño

El criterio de diseño para la infraestructura que fue decidido en el Estudio del Plan Maestro, fue basado en los siguientes aspectos técnicos y económicos:

- Mitigación de inundaciones : Tormenta, período de retorno de 10 años. Profundidad permisible de inundación 0,30 m

- Mejoramiento de drenaje : Tormenta, período de retorno de 5 años. Profundidad permisible de inundación 0,30 m
- Infraestructura pública relacionada : Tormenta, período de retorno de 50 años

Las descargas de diseño se muestran en la Fig. 15 y las áreas de inundación con y sin los proyectos se muestran en las Figs. 16 – 19.

5.2 Medidas No-Estructurales

Se planea aplicar las medidas no-estructurales para la totalidad del área con riesgo de inundación. Es posible realizar medidas no-estructurales en el área de Estudio dentro de un plazo comparativamente corto y parcialmente paliar los daños por inundación porque generalmente las medidas estructurales requieren de un largo tiempo y cierto monto de inversión antes de su finalización. Las medidas no-estructurales propuestas son las siguientes:

(1) Sistemas de Alerta de Inundación y de Evacuación

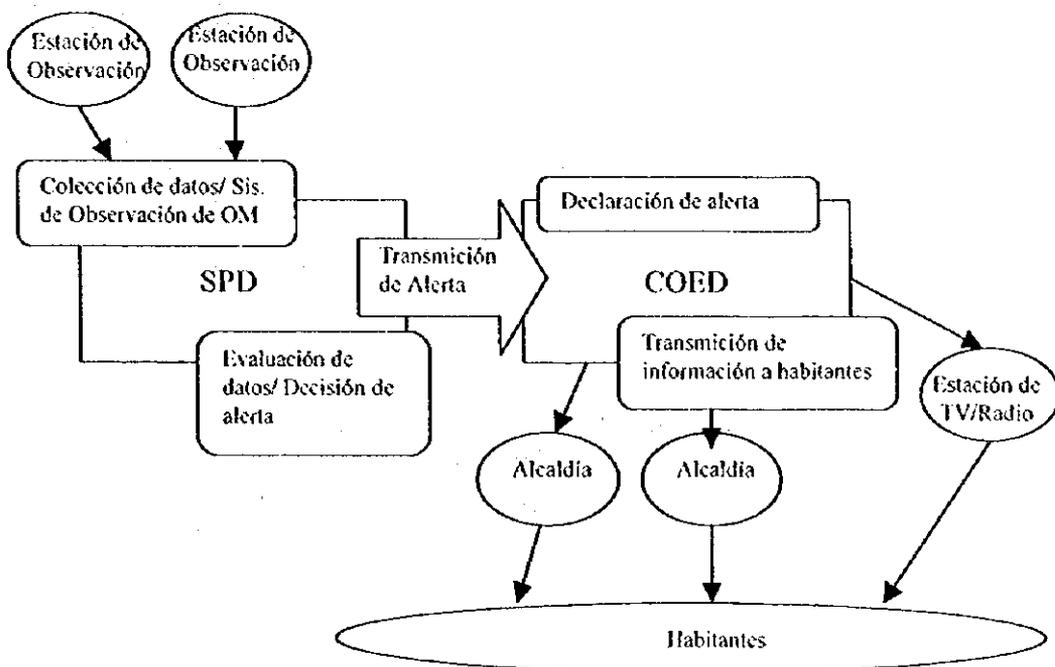
a) Sistema existente de alerta de inundación

Actualmente, existe un sistema de alerta de inundación operado por el SEARPI y Defensa Civil contra las crecidas del Río Piray que es el “Plan de Acción de Emergencia para la Cuenca de Río Piray”, establecido por la Prefectura de Santa Cruz para proteger a los habitantes dentro y alrededor de la Ciudad de Santa Cruz y a lo largo del río de las inundaciones del Río Piray. En el Plan, el SEARPI y Defensa Civil son definidos como el núcleo de la red en la siguiente forma:

- | | | |
|---------------|---|--|
| SEARPI | : | Observar los niveles de agua en las cinco estaciones y decidir tres niveles de alerta basados en las situación de los ríos,
Transmitir la información de emergencia a la Prefectura que es la que preside la Defensa Civil, |
| Defensa Civil | : | Informar la alerta de inundación a los habitantes a través de los medios de comunicación,
Organizar actividades de apoyo, ayuda y evacuación. |

b) Plan de alerta de inundación

En este Estudio, el sistema de alerta de inundación actual que es aplicado a áreas limitadas se planea ser extendido al área de Estudio. Se planea que la Unidad de Planificación Estratégica de la Dirección General de Coordinación Departamental tome la responsabilidad de observar y registrar los datos hidrológicos, evaluar los datos observados, decidir el nivel de alerta y de transmitir la alerta al Centro Operativo de Emergencia Departamental (COED). El COED dará la alarma a los habitantes del área con riesgo de inundación a través de las municipalidades. El sistema de alerta propuesto se ilustra a continuación:



SQUEMA DEL SISTEMA DE ALERTA DE INUNDACIONES PROPUESTO

c) Principales estaciones de observación

Para el sistema de alerta de inundación en el Área de Estudio, se propone que los niveles de alerta sea decidida basada en datos de precipitación pluvial de las principales estaciones que fueron decididas en el Plan Maestro:

- Saavedra (precipitación diaria recolectada actualmente)
- CETABOL (precipitación horaria recolectada actualmente)
- Trompillo (precipitación diaria recolectada actualmente)
- San Juan de Yapacaní (precipitación diaria recolectada actualmente)

Sin embargo, todos los pluviómetros a excepción del de CETABOL deberán ser reemplazados para poder obtener datos de precipitación horaria debido a que los datos de precipitación horaria son preferibles para una alerta efectiva de inundación. Las estaciones de observación existentes se muestran en la Fig. 20.

d) Niveles de Alerta

Los niveles de alerta para la alerta de inundación fueron estudiados basados en datos pasados y son propuestos a continuación:

- Nivel de Alerta 1 : para precipitación con período de retorno 2 años
- Nivel de Alerta 2 : para precipitación con período de retorno 5 años
- Nivel de Alerta 3 : para precipitación con período de retorno 10 años

Volumen de Lluvia para Alerta Prpuesto

Lluvia	Nivel de Alarma	Chane - Pailon			San Juan - Antofagasta S.J. Yapacani
		Saavedra	CETABOL	Trompillo	
1 Día	1	90	90	90	125
	2	120	125	125	165
	3	145	145	155	195
3 Días	1	120	115	110	160
	2	165	160	155	215
	3	200	200	185	250
5 Días	1	135	135	130	190
	2	190	185	175	240
	3	225	215	205	275

Contra las inundaciones del Río Grande, el sistema de alerta de inundación tiene que ser basado en los niveles de agua más arriba porque todavía no se han realizado análisis de inundación en la cuenca y es necesario establecer una nueva estación hidrométrica en Abapó para el sistema de alerta de inundación (ver Fig. 21).

e) Evacuación

Para la evacuación de habitantes en las áreas con riesgo de inundación, es necesario proporcionarles información sobre refugios cercanos y rutas de evacuación disponibles en el Area de Estudio (ver Figs. 22-24). Las áreas propuestas para refugios se muestran a continuación:

Area	Area de Refugio
Chané-1 (aguas abajo)	Puesto Fernández
Chané-2 (tramo medio)	Saavedra
Pailón	Okinawa I
Okinawa	Okinawa I
San Juan	San Juan
Antofagasta-1 (oeste)	San Juan
Antofagasta-2 (este)	San Carlos

Las instalaciones públicas más importantes en el área propuesta para refugio no se han inundado incluso en las inundaciones de 1992 y 1997/98. Sin embargo, algunas de las rutas de evacuación han sido afectadas por inundaciones en algunos lugares, así que es recomendable elevar el nivel de la carretera.

(2) Manejo de Areas de Inundación y Protección contra Inundaciones

El manejo de áreas de inundación utiliza información sobre áreas con riesgo de inundaciones y un efectivo uso del suelo. Para este propósito la publicación de mapas de áreas con riesgo de inundación y de mapas de zonificación preparados por el Estudio es necesaria para que los habitantes puedan reducir los daños por inundación por sí mismos a través de un mejoramiento del uso del suelo y de sistemas de cultivo en el área con posible riesgo de inundación.

(3) Control de Uso del Suelo para Lagunas de Detención

En el Estudio del Plan Maestro, cinco lagunas de detención fueron propuestas para el área de Chané – Pailón y una para el área de Antofagasta. Las cinco lagunas de detención están ubicadas en el tramo alto del Río Pailón, la Quebrada Chané y el Arroyo Los Sauces y la otra se encuentra ubicada en el tramo medio del Arroyo Jochi y Tacuaral (ver Fig. 25).

Ellas contribuyen a disminuir la carga sobre los tramos aguas abajo al reducir la descarga pico. Es indispensable para la cuenca el conservar sus lagunas de detención porque sus efectos están considerados en la formulación del plan de mejoramiento de ríos. Las seis áreas propuestas para lagunas de detención cubren 123,4 km², incluyendo una área pantanosa en el Area de Antofagasta (7,2 km²):

No.	Río	Area (km ²)	Uso Actual de la Tierra	Clase de suelo
1	Río Pailón	51,4	Bosque primario, Bosque secundario, Tierra no arable.	V
2	Río Pailón	10,6	Bosque secundario	V
3	Quebrada Chané	17,5	Bosque primario, Bosque secundario, Area de pastoreo	III, V
4	Arroyo Los Sauces	12,9	Bosque primario	V
5	Quebrada Meco	23,8	Bosque secundario	III
6	Arroyo Jochi, Arroyo Tacuaral	7,2	Bosque primario, Bosque pantanoso.	V
Total		123,4		

Las lagunas de detención deben ser conservadas prohibiendo cualquier desarrollo de actividades, tales como la reclamación de tierra en el área. Actualmente, existe una nueva Ley Forestal No. 1700, de 1996, como un respaldo legal en lo que concierne al control del uso de suelos dentro y en los alrededores del río, así como también en áreas pantanosas. De acuerdo a la mencionada ley, en estas áreas el propietario obtiene un título de propiedad pero no adquiere el derecho de uso de suelos. Sin embargo, la ley se concentra en el área de inundación permanente y no incluye las áreas de detención, donde se encuentran usualmente áreas de inundación temporal. Por lo tanto, es necesario que la Prefectura designe a dichas áreas como áreas protegidas lo mas antes posible.

(4) Conservación Bosques de Protección

La conservación de bosques protegidos a lo largo de los canales de los ríos es muy efectiva para la conservación de los cauces de los ríos y también para la protección del ambiente natural a lo largo de los ríos. La protección de áreas de bosque propuestas son las siguientes:

Río	Bosques de Protección Propuestos
Area de Chané-Pailón Río Chané y Río Pailón Río Grande	100 m de ancho para ambas márgenes de los canales del río 1.000 m de ancho para ambas márgenes de los canales del río
Area de San Juan-Antofagasta Arroyo Yapacanicito, Arroyo Jochi y Arroyo Tacuaral Río Yapacaní	20 m de ancho para ambas márgenes de los canales 1.000 m de ancho para ambas márgenes de los canales del río

(5) Mejoramiento del Uso de Suelo en el Área con Riesgo de Inundación

El uso de suelos en el área con riesgo de inundación deberá de estar basado en las condiciones de inundación y la zonificación de uso de suelo considerando la clasificación de suelos. Un uso de suelo y método de cultivo óptimos durante la estación de inundaciones (o en verano) fueron estudiados y se muestran en las Figs.26 y 27. El área con riesgo de inundación está dividida como sigue:

- área de Chané-Pailón: 6 zonas,
- área de San Juan-Antofagasta: 4 zonas

6. Evaluación de Impacto Ambiental

(1) De acuerdo a la reglamentación, todos los proyectos y actividades, públicos o privados, requieren de una Ficha Ambiental y tienen que ser clasificados como instrumento de categorización de la EIA antes de su ejecución. La categorización es la siguiente:

- Categoría I : Requiere EIA integrada
- Categoría II : Requiere EIA específica
- Categoría III : No requiere EIA pero puede ser aconsejado para revisar su concepto
- Categoría IV : No requiere EIA

La Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, estuvo a cargo de la categorización. La unidad de medio ambiente de la oficina departamental ha sido responsable por ello

desde 1997, después de la descentralización. Sin embargo, el Ministerio evalúa solamente proyectos implementados por el departamento para evitar que la misma organización sea encargada de la implementación y la evaluación.

- (2) El Ministerio evaluó el proyecto como de categoría III, que no requiere una evaluación de impacto ambiental (EIA). De acuerdo a los resultados, sin embargo, un Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y un Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) reglamentados por los artículos 29 a 32, reglamentación de prevención y control ambiental, deben ser preparados durante la etapa de diseño final para poder obtener la licencia para la ejecución.
- (3) Los trabajos de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes mejorarán el ambiente social y natural en general y no existirá un impacto ambiental adverso significativo causado por los trabajos propuestos.

7. Estimación de Costo

(1) Costo de Construcción

Los costos de construcción consisten de costo directo de construcción y costo indirecto de construcción. El costo de construcción directo ha sido estimado basado en los diseños preliminares de las estructuras y calculado basado en el precio del mercado y el tipo de cambio en octubre de 1998,

Costos indirectos de construcción son estimados proporcionalmente al costo directo de construcción como sigue:

- | | |
|---------------------|---|
| 1) Imprevistos | (5% del costo directo de construcción) |
| 2) Gastos generales | (10% del costo directo de construcción) |
| 3) Ganancia | (15% del costo directo de construcción) |

(2) Costo del Proyecto

El costo del proyecto consiste de costo de construcción, costo administrativo, costo de servicio de ingeniería y contingencias, son estimados y resumidos a continuación:

Proyecto	Local Bs.	Extranjera Bs.	Total Bs.
Area de Chané - Pailón			
Río Chané	91.434.000	143.193.000	234.627.000
Río Pailón	143.084.000	231.073.000	374.157.000
Drenaje de Okinawa	32.120.000	57.680.000	89.800.000
Sub-Total	266.638.000	431.946.000	698.584.000
Area de San Juan - Antofagasta			
San Juan	45.724.000	61.826.000	107.550.000
Antofagasta	40.990.000	59.372.000	100.362.000
Sub-Total	86.714.000	121.198.000	207.912.000
Total	353.352.000	553.144.000	906.496.000

Nota:

- *El costo fue calculado basado en el precio de mercado en octubre de 1998,*
- *El costo de salarios, costo de material y el costo unitario de equipo incluyen el impuesto al valor agregado 13%,*
- *Costo administrativo: 5 % del costo de construcción,*
- *Costo de servicio de ingeniería: 10 % del costo de construcción,*
- *Contingencia: 15 % del costo de construcción,*
- *El tipo de cambio usado para la conversión monetaria fue
 SUS 1,0 = Bs. 5,50 = Yen Japonés 117*

(3) Operación y Mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento fue considerado como el costo para la operación y mantenimiento de rutina. El costo fue estimado en 1,0 % del costo de construcción, que es usualmente aplicado para los trabajos de mejora de ríos.

(4) Plan de Construcción

Las condiciones básicas para determinar el plan de construcción son las siguientes:

- Los trabajos de construcción del proyecto propuesto deben ser completados en un período de diez (10) años desde el 2001,
- Los trabajos urgentes tienen que ser empezados en un período de cinco (5) años desde el 2001,
- En los trabajos principales de construcción se planea utilizar equipo pesado.

De acuerdo al diseño preliminar de los trabajos de mejoramiento de ríos y drenajes, la mayor cantidad de trabajo para los proyectos se resume a continuación:

Item de Trabajo	Area	Chané - Paillón			San Juan -- Antofagasta	
	Cuenca	Río Chané	Río Paillón	Drenaje Okinawa	San Juan	Antofagasta
Mejoramiento de Ríos		26,35	31,41	21,65	17,36	17,60
Excavación (1.000m ³)		5.638	9.196	0	652	640
Construcción de Puentes		4	1		1	3
Camino-terraplén						9,8
Terraplenado (1.000m ³)						37
Mejoramiento de Drenajes			10,36	21,65	43,11	8,80
Excavación (1.000m ³)		0	398	1.838	235	389
Construcción de Puentes		0	1	1	3	2
Drenajes Secundarios						
Excavación (1.000m ³)		0	416	799	998	755
Construcción Alcantarillas		0	9	17	18	21

8. Marco Organización

(1) General

Las organizaciones relacionadas con la mitigación de inundaciones son la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, Defensa Civil y el Centro Operativo de Emergencia Departamental, Alcaldías, SENAMHI, SEARPI y MACUCY. La organización del Departamento de Santa Cruz ha sido transformada desde enero de 1999 debido a la descentralización. (Ver Fig. 28)

(2) Organización Ejecutora

Se planea que el Departamento de Santa Cruz sea responsable de la ejecución de las medidas estructurales y no-estructurales propuestas y para esto se fortalezca debidamente en su organización actual tanto en función como en personal. Se propone que la Dirección General de Coordinación (DGC) sea la organización ejecutora del proyecto y tome las acciones necesarias para una ejecución libre de problemas tanto de las medidas estructurales como no-estructurales para fortalecer las organizaciones involucradas en función y recursos en la siguiente forma:

- La Unidad de Planificación Estratégica de la Dirección General de Coordinación Departamental realizará la preparación general y la organización de la ejecución de los proyectos,

- Dirección de Desarrollo e Infraestructura ejecutará las principales medidas estructurales,
- Las Alcaldías ejecutarán medidas estructurales y no-estructurales menores y realizarán las actividades de O/M para ambas medidas estructurales y no-estructurales,
- Grupos locales como participación pública realizarán actividades de O/M para ambas medidas estructurales y no-estructurales.

(3) Alerta de Inundación

Datos meteorológicos e hidrológicos son básicos y esenciales para la formulación y ejecución de medidas de mitigación de inundaciones. El Departamento de Santa Cruz junto con el SENAMHI deberá tomar las acciones necesarias para la instalación (o reemplazo) de pluviómetro e hidrómetros requeridos para el sistema de alerta propuesto, y además tendrá las funciones de recolectar datos y decidir los niveles de alerta para la alerta de inundación e informar al COED. El COED deberá transmitir el nivel de alerta a los habitantes a través de las alcaldías en las áreas anticipadas con riesgo de inundación.

(4) Operación y Mantenimiento

Actividades apropiadas de operación y mantenimiento (O/M) son requeridas para alcanzar los beneficios esperados con la ejecución de las medidas de mitigación de inundaciones y de mejoramiento de drenajes y deberán ser realizadas por la organización ejecutora del proyecto y por las alcaldías involucradas.

La organización de O/M se planea a continuación:

- Las actividades de O/M para medidas de mitigación de inundaciones deberán ser realizadas por la organización ejecutora del proyecto con la asistencia de las alcaldías involucradas, OTBs y otros participantes locales,
- Las actividades de O/M para la infraestructura de drenaje deberán ser realizadas por alcaldías involucradas y participantes locales,
- Equipos de participantes locales deberán realizar las actividades de rutina a nivel de campo.

9. Evaluación del Proyecto

La eficiencia del proyecto ha sido evaluada desde puntos de vista técnicos, económicos, financieros, sociales y ambientales. El resultado de la evaluación se resume en la Tabla 2.

(1) Eficiencia Técnica

La eficiencia técnica de las medidas estructurales propuestas es evaluada principalmente por la reducción del área inundada. Las medidas estructurales propuestas serán muy efectivas reduciendo áreas de inundación de más de 30 cm, alrededor de 279 km² en el área de Chané-Pailón y de 197,70 km² en el área de San Juan-Antofagasta durante las inundaciones de 10-años. En lo que al Río Chané se refiere, los niveles de agua sin el proyecto son de alrededor de 60 cm más altos que con el proyecto en la etapa pico para las inundaciones de 10-años. Para evitar cualquier efecto ambiental adverso, el mejoramiento del Río Chané será requerido para el área.

(2) Factibilidad Económica

La eficiencia económica es evaluada principalmente por la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) para la cual los valores mayores al 10 % son considerados factibles en consideración al costo de oportunidad del capital, estimado entre 10 % a 12 % en Bolivia. La TIRE se resume a continuación:

Nombre del Proyecto	TIRE (%)
I. Chané-Pailón	12,1
-1 Río Chané	3,8
-2 Río Pailón	16,4
-3 Drenaje de Okinawa	18,4
II. San Juan-Antofagasta	18,2
-1 San Juan	12,4
-2 Antofagasta	23,4

El proyecto de Chané-Pailón, que contiene tres áreas del Río Chané, del Río Pailón y del Drenaje de Okinawa, es económicamente factible, indicando una TIRE de 12,1 %. El proyecto de San Juan-Antofagasta, que consiste de las áreas de San Juan y de Antofagasta, tendrán una TIRE elevada de 18,2 %. De este modo se espera que los dos proyectos contribuyan a promocionar el desarrollo económico en la región.

Aparte de los beneficios producidos por las medidas estructurales arriba mencionadas, muchos otros beneficios intangibles se producirán de las medidas no-estructurales.

(3) Impactos Ambientales Sociales y Naturales

La mitigación de inundaciones y el mejoramiento de drenajes apuntan básicamente a mejorar los ambientes sociales y naturales en la región.

El ambiente social será mejorado debido a que las medidas estructurales reducirán la interrupción de actividades económicas y comunicaciones sociales, y las medidas no-estructurales promoverán una buena comunicación entre los habitantes.

10. Aspectos Financieros

- (1) El monto de inversión de \$US 93,3 Millones en 1997, fue mantenido por \$US 45,5 Millones (48,8 %) de fondos internos y \$US 47,8 Millones (5,2 %) de fondos externos. La razón de fondos internos a fondos externos fue de aproximadamente 44 : 56 como promedio para el período de 1992-1997.

Los fondos externos en 1997, \$US 47,8 Millones, estaban compuestos de un crédito de \$US 31,6 Millones (66,1 %) y donaciones por \$US 16,2 Millones (33,9 %).

- (2) El presupuesto de inversión pública de los municipios de Warnes, G. Saavedra y San Carlos en 1998 fue de Bs. 25,3 Millones en total para 12 proyectos, es decir, Bs. 2,1 Millones por proyecto. Entre estos 12 proyectos, el costo máximo por año fue de Bs. 8,4 Millones para la construcción y mantenimiento de caminos vecinales.
- (3) Después de terminar los trabajos de construcción, el costo anual para O/M de la infraestructura del proyecto se estima en Bs. 6,8 Millones al precio constante de 1998. La operación y mantenimiento del proyecto comenzará en el 2005 y en escala total en el 2011, y se espera que el PIB regional del Departamento de Santa Cruz en el 2011 sea el doble de lo que fue en 1998. Bajo estas condiciones, parece ser que la operación y mantenimiento a ser realizada por las Alcaldías no serán tan difíciles desde el aspecto financiero.

11. Programa de Ejecución

(1) Organización Ejecutora

La organización ejecutora para el Proyecto será la Prefectura del Departamento de Santa Cruz. Se propone que la Dirección General de Coordinación (DGC) sea la cabeza de la organización ejecutora de los proyectos y tome las acciones necesarias debido al avance del proyecto para una ejecución sin problemas de los proyectos, además deberá fortalecer las siguientes organizaciones en sus funciones y recursos necesarios:

1) Etapa de planificación

Unidad de Planificación Estratégica con la participación de SEARPI, UTD-PLUS, SENAMIII, y MACUCY

2) Etapa de implementación

Dirección de Desarrollo e Infraestructura y alcaldías

3) Etapa de O&M

Departamento de Santa Cruz, alcaldías y grupos locales.

(2) El Período de Ejecución

El período de ejecución está dividido en las siguientes etapas:

- Etapa-1: Período de preparación (1999 al 2000)
- Etapa-2: Ejecución de medidas propuestas (2001 al 2010)

1) Etapa-1: Período de preparación

La DGCD deberá fortalecer la Unidad de Planificación Estratégica para los trabajos de preparación. La DGCD y la Unidad de Planificación Estratégica deberán desarrollar las tareas de ejecución de los proyectos. Las tareas principales a realizarse en esta etapa son las siguientes:

- Organizar un comité conformado por SEARPI, UTD-PLUS, SENAMHI, y MACUCY bajo la dirección del DGCD para el seguimiento de los proyectos propuestos en el Estudio para una temprana ejecución,
- Proveer el personal necesario a las organizaciones,
- Preparar un programa de entrenamiento para el personal,
- Organizar la instalación (o reemplazo) de los pluviómetros o hidrómetros para apoyar el sistema de alerta de inundación propuesto,
- Establecer la función de recolectar datos hidrológicos y toma de decisiones sobre niveles de alerta para el sistema de alerta de inundaciones e informar los niveles de alerta a DC y al COED,
- Apoyar al COED a organizar una red de información para el sistema regional de alerta de inundaciones, incluyendo a las Alcaldías,
- Apoyar en la organización económica para la ejecución del proyecto,
- Prepararse para la ejecución de las medidas no-estructurales, es decir, del sistema de alerta de inundación, manejo de áreas de inundación y control de uso del suelo,
- Apoyar en el establecimiento de un comité en el ámbito municipal para promover la participación pública para paliar daños por inundación y actividades de operación y mantenimiento.

2) Etapa-2: Ejecución de medidas propuestas

Las medidas propuestas deberán ser ejecutadas por diferentes instituciones debido a sus tipos y escalas.

La DGCD deberá tomar el rol principal para la ejecución de los proyectos y tomar acciones para organizar una organización ejecutora para cada proyecto y apoyar a la Dirección de Desarrollo e Infraestructura y a las Alcaldías como instituciones ejecutoras para implementar los proyectos fácilmente. Las tareas principales en esta etapa serán las siguientes:

- Arreglo institucional para la ejecución de los trabajos propuestos,
- Ejecución de medidas no-estructurales,
- Ejecución de medidas estructurales propuestas, es decir, diseño detallado, construcción,
- Establecimiento de participación pública para las actividades de O/M.

(3) Componentes del Proyecto y Prioridad

El rango de prioridad de cada área y cada componente fue evaluado de acuerdo a efectos técnicos, económicos, así como también otros efectos potenciales. Los trabajos propuestos fueron ordenados en los cuatros órdenes de 1^{era} A, 1^{era} B, 2^{da} A, 2^{da} B. Los componentes propuestos y sus prioridades son como sigue:

(I) Medidas Estructurales de Mitigación de Inundación:	Prioridad
1) Area de Chané – Pailón	
● Mejoramiento del Río Chané	1 ^{era} B
● Mejoramiento del Río Pailón	1 ^{era} B
2) Area de San Juan – Antofagasta	
● Mejoramiento del Arroyo Yapacanicito	2 ^{da} A
● Mejoramiento del Arroyo Jochi	1 ^{era} A
● Mejoramiento del Arroyo Tacuaral	2 ^{da} A
● Desarrollo del camino-terraplén	1 ^{era} A
(II) Medidas Estructurales para Mejoramiento de Drenajes:	Prioridad
1) Area de Chané – Pailón	
● Mejoramiento del Drenaje Rancho Chico	2 ^{da} B
● Mejoramiento del Drenaje El Chaco	2 ^{da} B

- Mejoramiento del Drenaje El Empalme II 2^{da} B
- Mejoramiento del Drenaje Principal de Okinawa 1^{era} A
- Desarrollo de Drenaje Secundario 2^{da} B

2) Area de San Juan – Antofagasta

- Mejoramiento del Drenaje Principal de San Juan (km 13 y 17) 1^{era} B
- Rehabilitación del Drenaje Principal de San Juan (km 11, 15, 24 y 28) 2^{da} A
- Mejoramiento del Arroyo Tejería 2^{da} B
- Desarrollo del Drenaje Principal de Antofagasta 2^{da} B
- Desarrollo del Drenaje Secundario 2^{da} B

(III) Medidas No-estructurales:

Prioridad

- Sistema de Alerta de Inundación 1^{era} A
- Manejo de Areas de Inundación 1^{era} A
- Conservación de las Lagunas de Detención 1^{era} A
- Plan de Evacuación en caso de Inundación 1^{era} A
- Conservación de Bosques Protegidos 1^{era} A
- Mapa de Riesgo de Inundación 1^{era} A

(4) Cronograma de Ejecución

1) Medidas Estructurales

Se planea ejecutar las obras de construcción para el mejoramiento de ríos y drenajes en 2 fases en la Etapa-2 arriba mencionada. Los componentes de 1^{era} prioridad serán construidos o iniciados en la Etapa-1 del año 2001 al 2005, y los componentes de 2^{da} prioridad serán construidos en la Etapa-2 del año 2006 al 2010 básicamente (referirse a la Tabla 3).

2) Medidas No-Estructurales

Las medidas no-estructurales deberán implementarse lo mas pronto posible, ya que son de importancia, como así también efectivas para mitigar los daños producidos por inundaciones. Además, que no requieren de un arreglo financiero como con las medidas estructurales. Las siguientes actividades deben ser establecidas tan pronto como sea posible.

- Mejoramiento de la red de estaciones de medición pluvial / fluvial; además de establecer la función de alerta de inundación en la Unidad de

- Planificación Estratégica,
- Publicación de las áreas con riesgo de inundación y de las medidas estructurales necesarias,
 - Designación de las áreas de lagunas de detención que serán protegidas y de las áreas protegidas por el Departamento dentro de la regulación existente,
 - Organización de recursos humanos y definición del presupuesto para las actividades de las medidas no-estructurales.

12 Conclusión y Recomendación

Los planes propuestos para mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes para el Estudio de Factibilidad han sido diseñados y evaluados desde puntos de vista técnico, económico, social y ambiental. Se concluyó que los planes propuestos para mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes son factibles en términos técnicos, económicos, sociales y ambientales y que llegan a paliar los problemas de inundación y de drenaje en el Area de Estudio además de estabilizar la misma. Se recomienda que la Prefectura del Departamento de Santa Cruz tome acciones inmediatas en los siguientes puntos:

1. Poner en ejecución las medidas estructurales y no-estructurales propuestas en el Estudio para paliar los problemas de inundación y drenaje, tomando acción inmediata para la ejecución de las medidas propuestas como de 1^{era} prioridad,
2. Fortalecer las redes meteorológicas e hidrológicas existentes a fin de establecer un sistema de alerta de inundación efectivo en la región norte de Santa Cruz, incluyendo la instalación de tres estaciones pluviométricas automáticas (Saavedra, Trompillo y San Juan de Yapacani) y una hidrométrica en Abapo,
3. Fortalecer la Dirección General de Coordinación ya que es la organización que encabeza la ejecución de los proyectos, tanto en funciones como en recursos humanos, para una temprana y fácil ejecución de las medidas propuestas de mitigación de inundaciones y mejoramiento de drenajes,
4. Tomar acciones inmediatas para conservar las lagunas de detención propuestas en el Estudio debido a que tienen una alta eficiencia en paliar los problemas de inundación en el área,
5. Guiar a los agricultores para seguir calendarios de cultivo o sistemas de cultivo apropiados de acuerdo a las condiciones de los suelos y de inundación existentes basados en el mapa de riesgo de inundación y en los mapas de zonificación del uso

del suelo para paliar los daños por inundación en los cultivos agrícolas,

6. Utilizar el Comité Coordinador efectivamente para incrementar la participación pública en las actividades de mitigación.



TABLAS

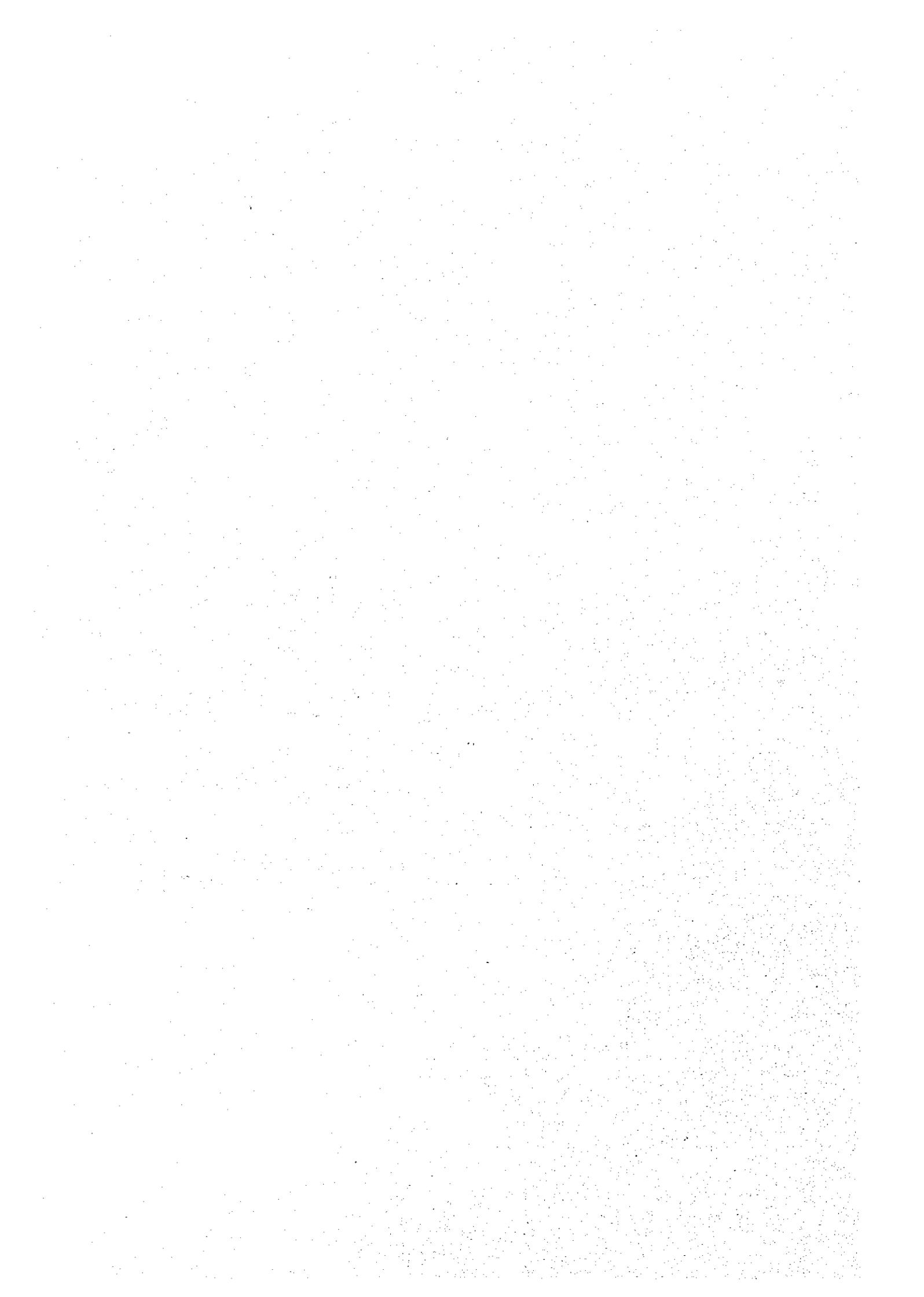


TABLA 1(1) SUMARIO DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Area	Class	II	III	IV	V	VI	VII	Total
Chane-Pailón	Km2	155.7	201.7	31.2	400.0	7.1	4.0	599.6
	%	26.0	33.6	5.2	66.7	1.2	0.7	100.0
San Juan- Antofagasta	Km2	0.0	221.9	285.7	99.8	0.0	0.0	607.3
	%	0.0	36.5	47.0	16.4	0.0	0.0	100.0

Source: Departmental Office

TABLA 1(2) CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN Y USO DE SUELO RECOMENDADO

Zone	Flood Depth	Soil Classification	Existing Land Use	Recommended Land Use	
				Summer(Flood season)	Winter
1	No flood	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop,	Any crops	Any crops
2	50 cm >	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane, Forest,	Water tolerant crops such as rice	Any crops
3	50 cm <	II-02,III-01, 06,07,IV08	Upland crop, Sugar cane, Grazing land	Crop rotation keeping away from flood season	Any crops
4	No flood	IV-07	Grazing land, Upland crop	Perennial crop, Grazing land	Perennial crop, Grazing land
5	50 cm >	IV-07	Grazing, Forest, Upland crop	Grazing land	Grazing land
6	-	V-02,V-10,11,17, VI-09,05, VII-05	Forest, Grazing, Sugar cane	Grazing land, Forest	Grazing land, Forest

Source: Study Team

TABLA 2 SUMARIO DEL PROYECTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL CONTROL DE INUNDACIONES EN LA REGION RURAL NORTE DE SANTA CRUZ

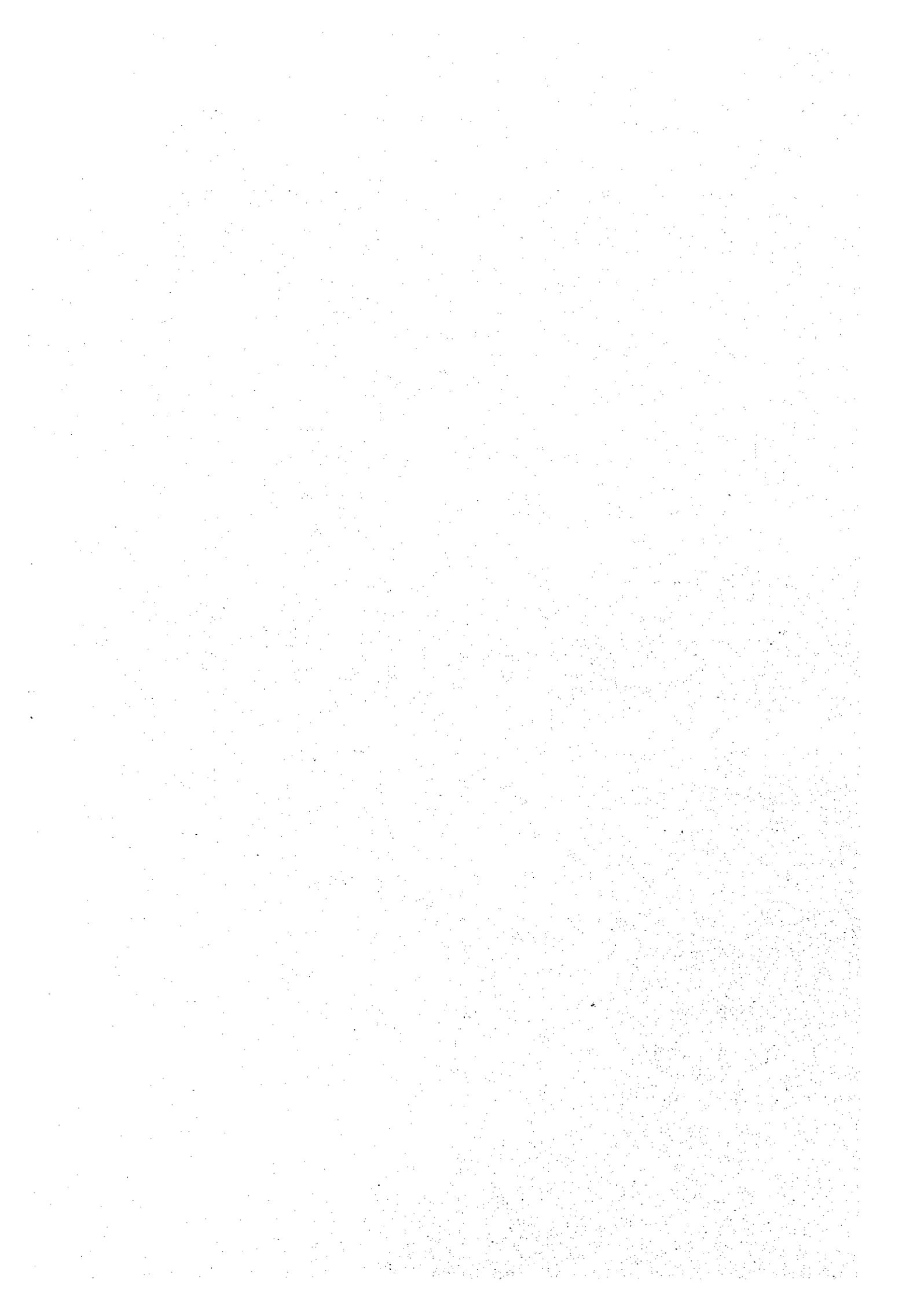
AREA / SUB-AREA	MEDIDAS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAMIENTO DE DRENAJE				EVALUACION DEL PROYECTO									
	MEDIDAS ESTRUCTURALES			MEDIDAS NO-ESTRUCTURALES	Eficiencia Técnica (Reducción de área inundada mayor a 30 cm de profundidad en 10-años de frecuencia de inundación : km ²)	Eficiencia Económica (TIRE : %)			Impacto Ambiental			VIABILIDAD DEL PROYECTO		
	Componentes de Medidas Estructurales	Distancia (km)	Costo Proyecto (1.000 Bs)			Ambiente de Vida	Ambiente Económico	Ambiente Natural						
1. AREA DE CIANE-PAILON				698.534	279,00	12,1								
(1) Cuenca Río Chané	Mejoramiento del Río Chané	26,350	234.627	Indispensable para evitar cualquier efecto adverso. Más efectivo con control de inundaciones del Río Piray.	21,10	A	No Factible	3,8	C	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad alta por evitar cualquier efecto adverso.	A
(2) Área Río Pailón	Mejoramiento del Río Pailón	31,680	344.624		Indispensable como área del cauce principal. Uno de los componentes más efectivos para la mitigación de inundaciones.	167,50	A	Altamente Factible	16,4	A	Alta	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área del cauce principal
	Mejoramiento del Drenaje Rancho Chico	3,600	8.113	-Protección de lagunas de detención Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	B		Alta				Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente.	B
	Mejoramiento del Drenaje El Chaco	1,470	1.118	-Manejo de áreas de inundación Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	B		Alta				Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente	B
	Mejoramiento del Drenaje El Empalme II	5,290	7.304	-Bosque protegidos Necesario para mitigar el efecto adverso de la construcción del puente a lo largo de la Carretera 9.	B		Alta				Media	Despreciable	Viabilidad media por evitar efectos adversos por la construcción del puente.	B
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	18,500	12.993	-Preparación de mapa de riesgo de inundación Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B		Media				Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B
(3) Cuenca Drenaje de Okinawa	Mejoramiento del Drenaje Principal de Okinawa	21,650	61.891	Alta necesidad como área principal de drenaje. Contribuirá a mitigar los daños de inundación del Río Grande.	90,40	A	Altamente Factible	18,4	A	Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área principal de drenaje para mitigar los daños por inundación del Río Grande.	A
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	35,500	27.909	Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B	Media				Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B	
2. AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA				207.912	197,70	18,2								
(1) Área San Juan	Mejoramiento del Arroyo Yapacanicito	17,360	37.350	Necesario para mejorar el área norte de San Juan.	91,60	B	Factible	12,4	B	Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B
	Mejoramiento del Drenaje Principal de San Juan (km 13, 17)	7,500	8.474	Alta necesidad como restauración del drenaje principal.		A				Alta Exclusiva	Alta	Despreciable	Viabilidad alta como área de uso intensivo del suelo.	A
	Rehabilitación del Drenaje Principal de San Juan (km 11, 15, 24, 28)	27,450	14.136	Necesario para rehabilitar sus funciones de drenaje.		B				Alta Exclusiva	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B
	Mejoramiento del Arroyo Tejería	8,160	8.215	-Protección de lagunas de detención Necesidad como área de drenaje.		B				Media	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	35,000	33.304	-Alerta de inundación Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.		B				Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B
(2) Área Antofagasta	Mejoramiento del Arroyo Jochi	11,800	25.010	-Manejo de áreas de inundación Indispensable para mejorar la condición de inundación en el Área de Antofagasta.	106,10	A	Altamente Factible	23,4	A	Alta	Media	Despreciable	Viabilidad alta como área de uso intensivo del suelo.	A
	Mejoramiento del Arroyo Tacuaral	5,800	18.272	-Bosque protegidos Necesario para mejorar la condición de inundación en el Área de Antofagasta.		B				Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B
	Desarrollo del Camino-terraplén	9,830	6.071	-Preparación de mapa de riesgo de inundación Indispensable para el ajuste de fases del proyecto en el Área San Juan - Antofagasta.		A				Media	Media	Despreciable	Viabilidad alta para el ajuste de fases del proyecto.	A
	Desarrollo del Drenaje Principal de Antofagasta	8,800	21.389	Necesidad como área de drenaje.		B				Alta	Media	Despreciable	Viabilidad media como área de uso intensivo del suelo.	B
	Desarrollo de Drenajes Secundarios	26,500	35.691	Necesario para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.		B				Media	Media	Despreciable	Viabilidad media para hacer el mejoramiento de ríos y drenajes efectivo.	B

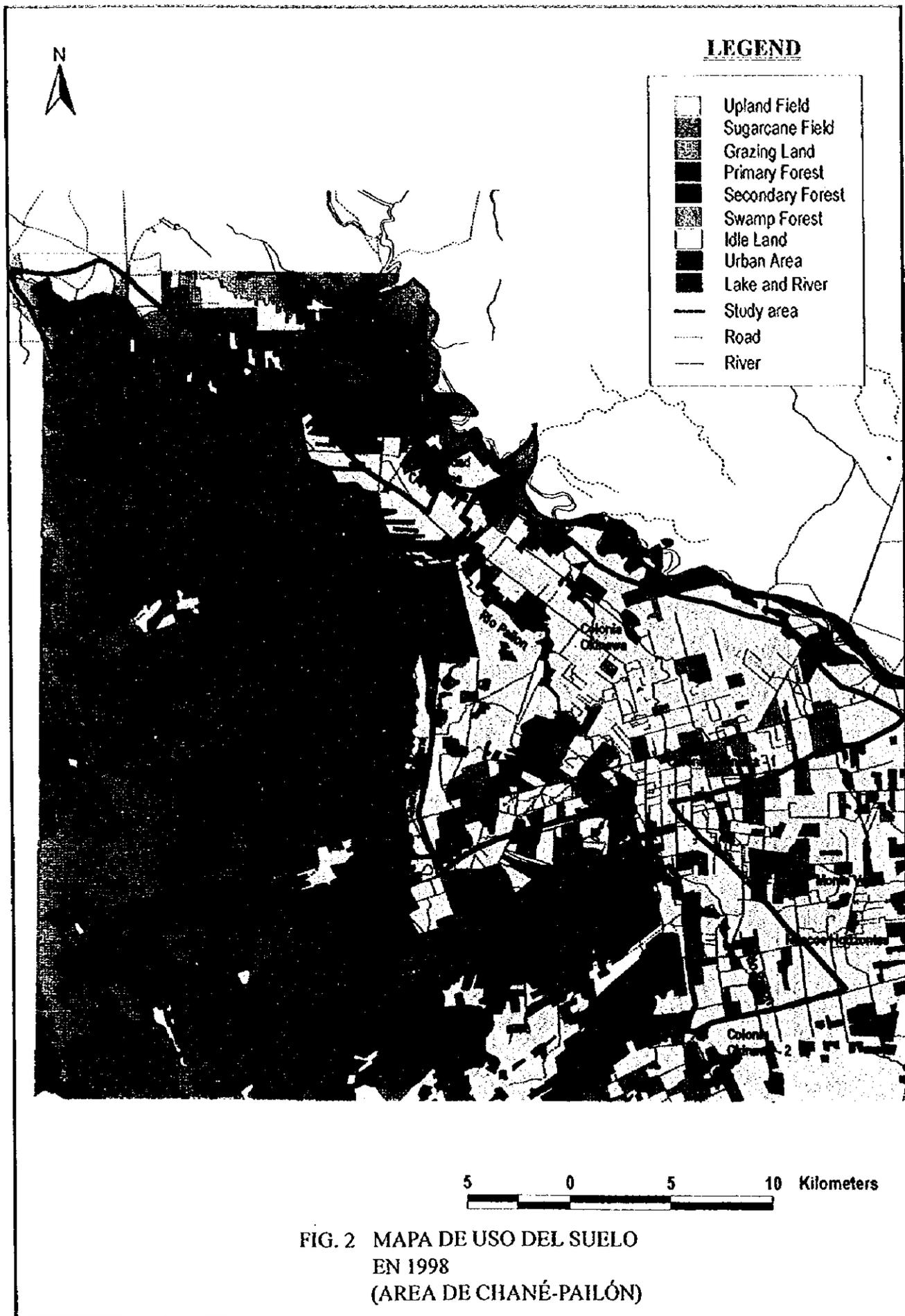
Nota : Grado de viabilidad de los componentes del proyecto A : Alta B : Media C : Baja

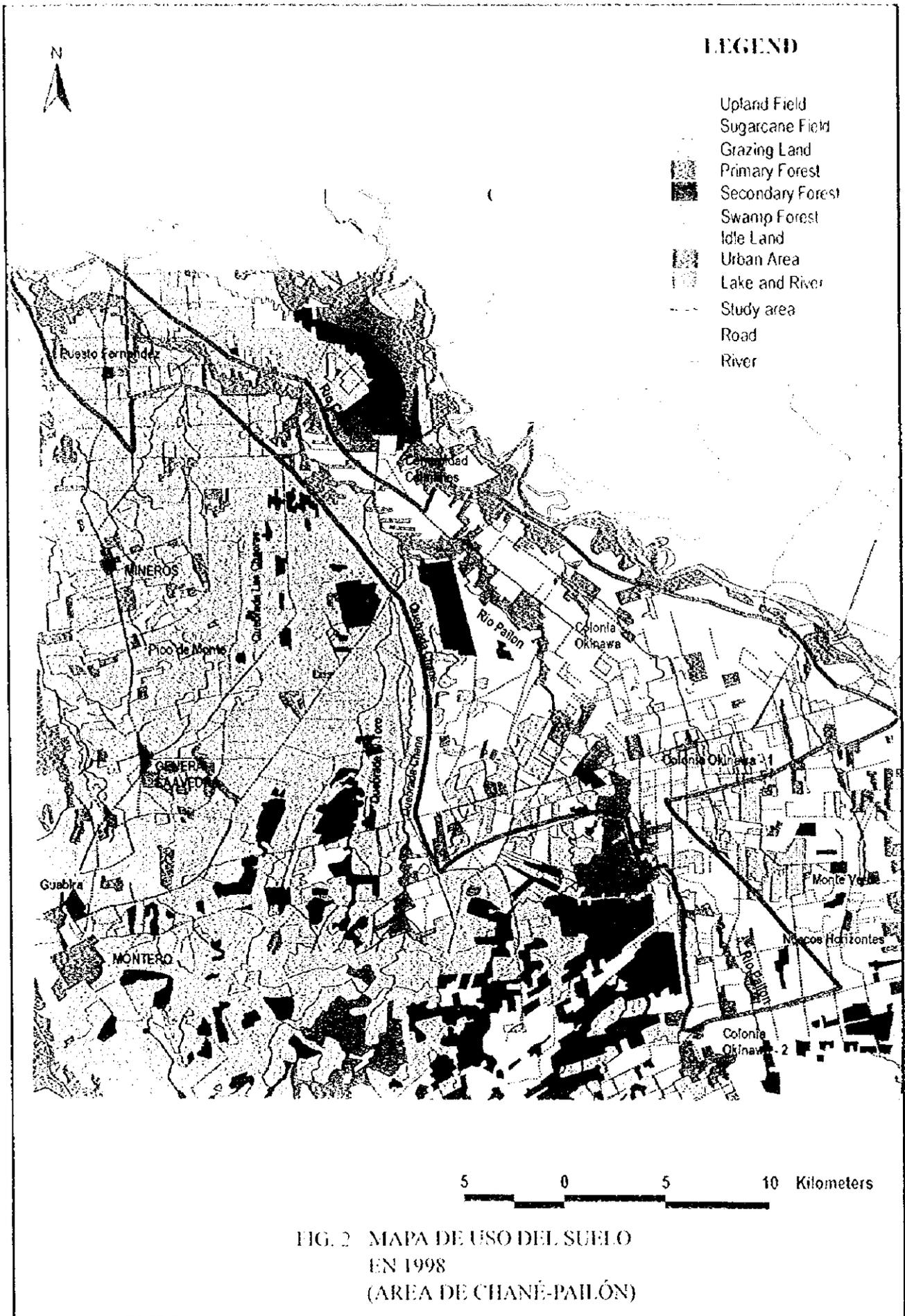
TABLA 3 PROGRAMA DE EJECUCION

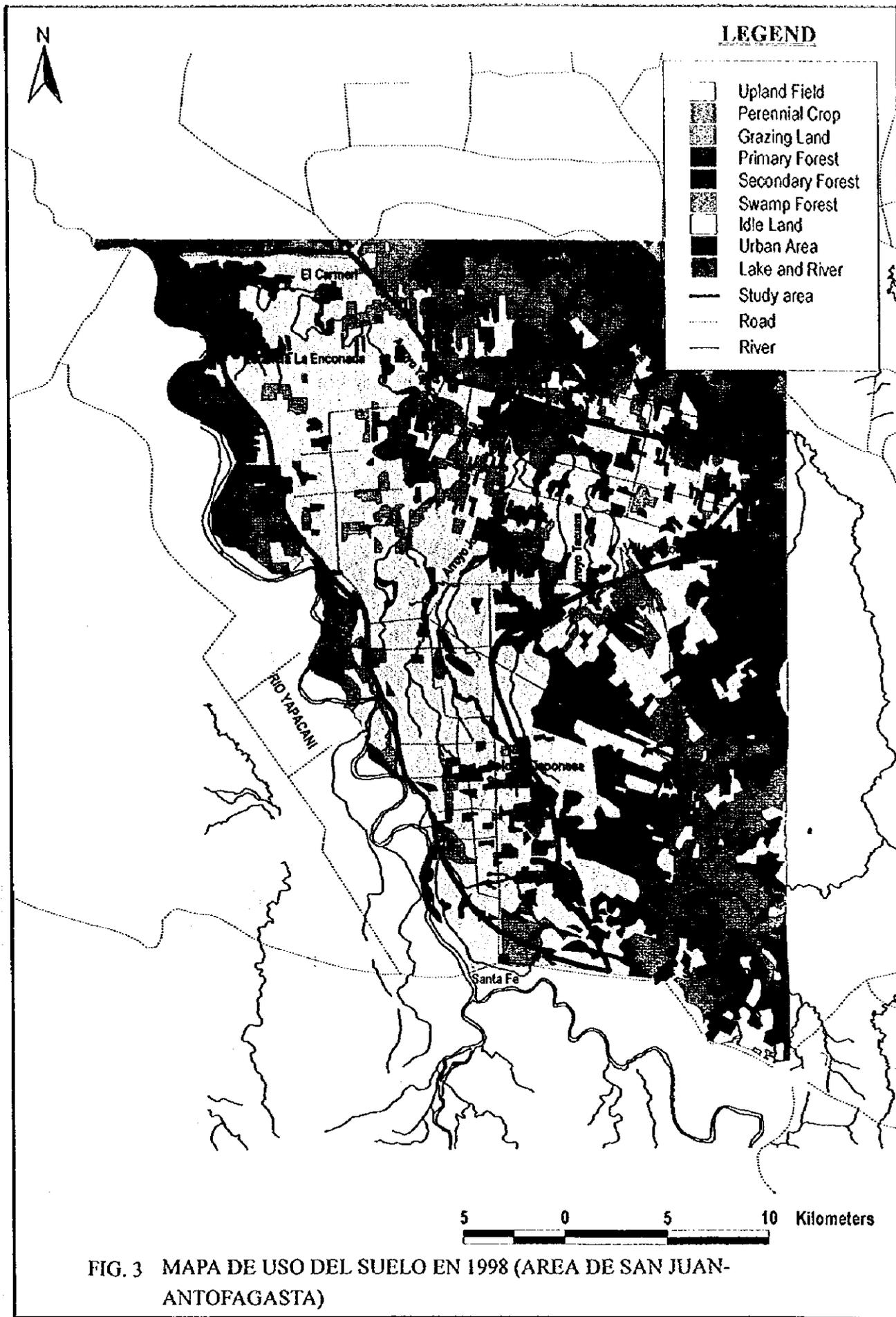
Project	Priority	Fiscal Year											
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I Structural Measures													
1. Chane - Pailon Area													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) 1 st Priority Components													
- Rio Chane / Rio Pailon	1B												
- Okinawa Main Drainage	1A												
(3) 2 nd Priority Components													
- R.Chico / El Chaco / El empalme II	2B												
- Secondary Drainage	2B												
2. San Juan - Antofagasta Area													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) 1 st Priority Components													
- Arrovo Jochi	1A												
- Road-cum-embankment	1A												
- San Juan Main Drainage (km 13, 17)	1B												
(3) 2 nd Priority Components													
- Arrovo Yapacanicito	2A												
- Arrovo Tacuaral	2A												
- San Juan Main Drainage (km 11, 15, 24, 28)	2B												
- Arrovo Tejeria / Antofagasta Main Drainage	2B												
- Secondary Drainage	2B												
II Non-structural Measures													
(1) General Coordination and Arrangement													
(2) Implementation of Non-structural Measures	1A												

FIGURAS









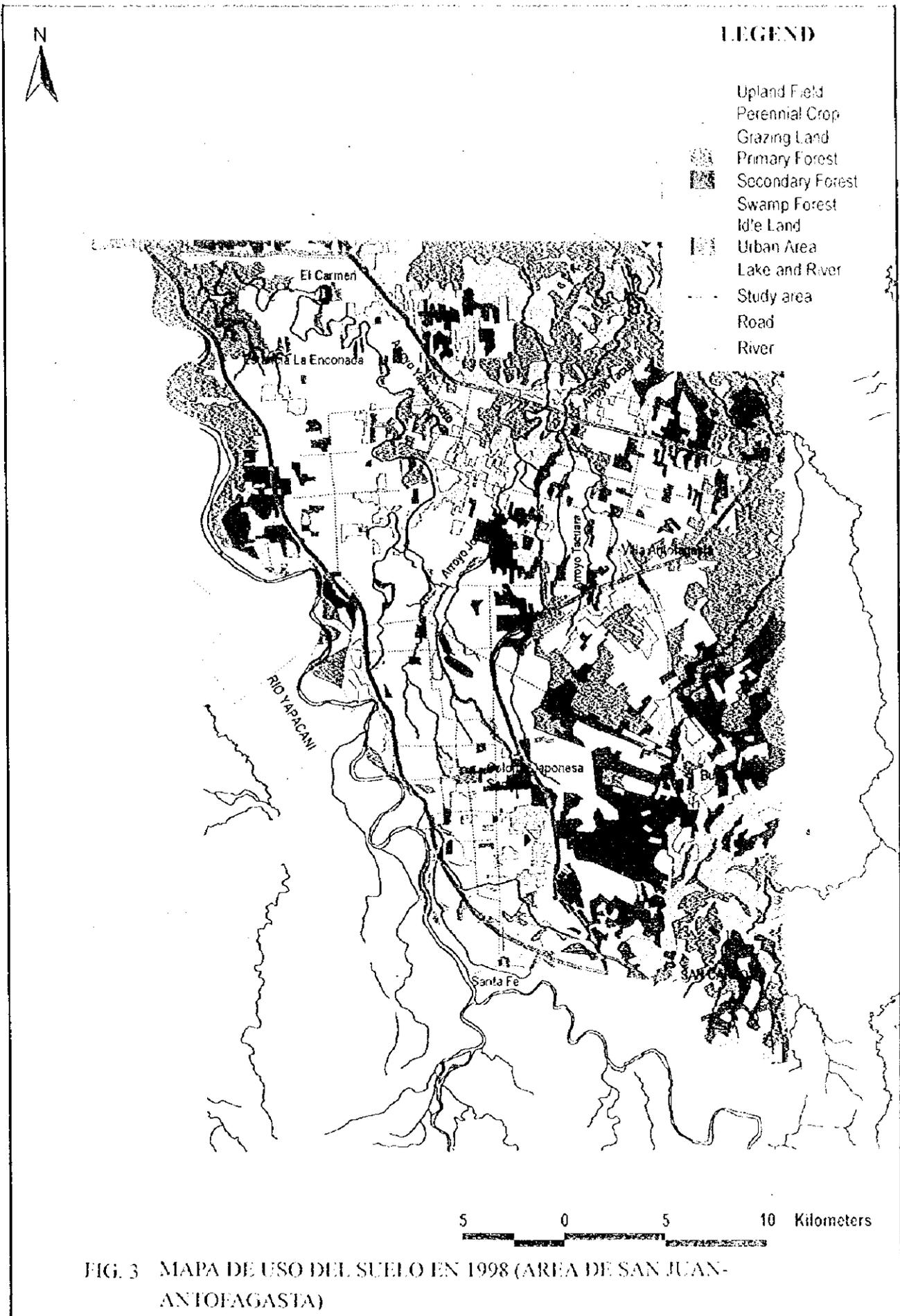
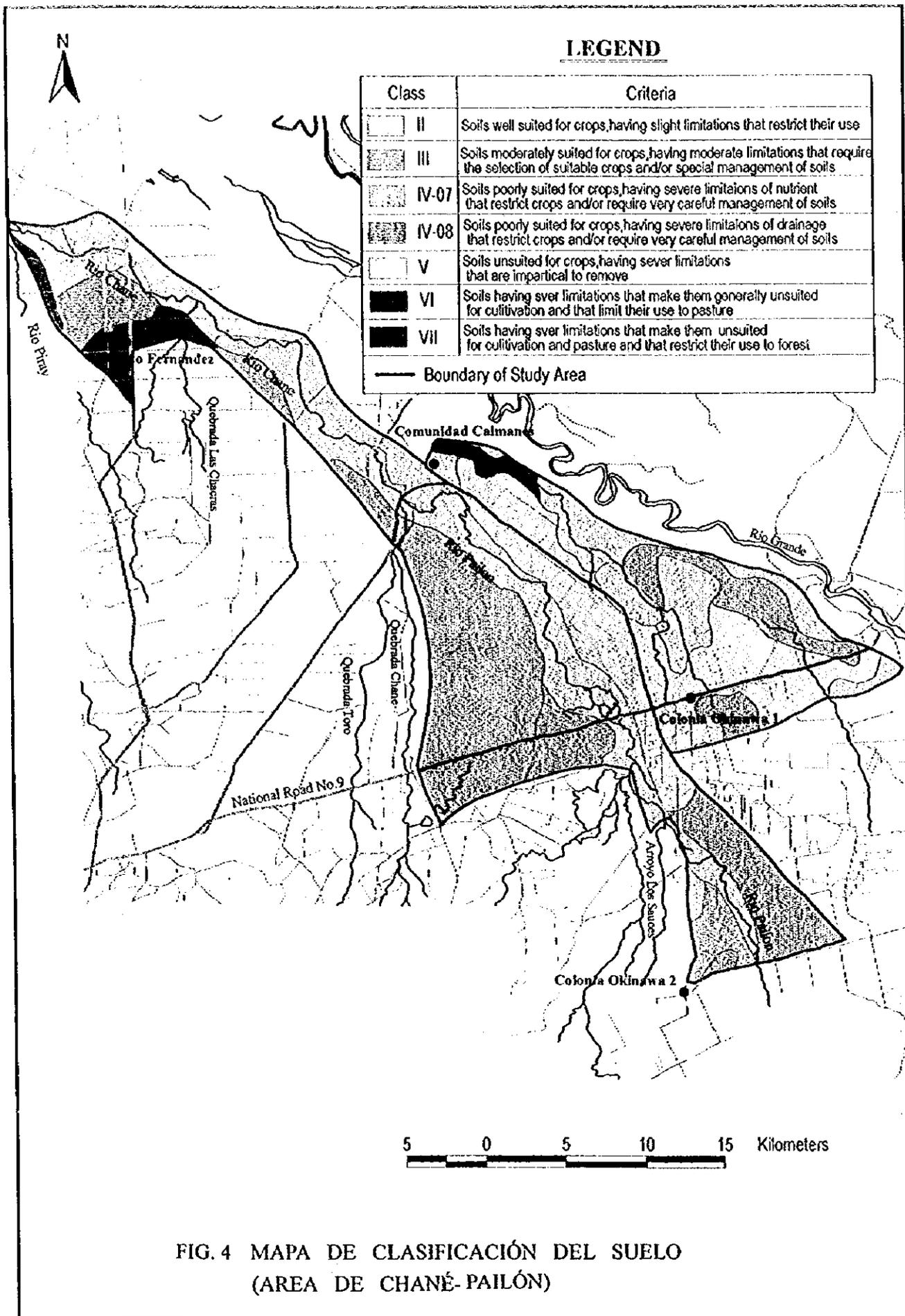


FIG. 3 MAPA DE USO DEL SUELO EN 1998 (AREA DE SAN JUAN-ANTIOFAGASTA)



LEGEND

Class	Criteria
II	Soils well suited for crops, having slight limitations that restrict their use
III	Soils moderately suited for crops, having moderate limitations that require the selection of suitable crops and/or special management of soils
IV-07	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of nutrient that restrict crops and/or require very careful management of soils
IV-08	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of drainage that restrict crops and/or require very careful management of soils
V	Soils unsuited for crops, having severe limitations that are impractical to remove
VI	Soils having severe limitations that make them generally unsuited for cultivation and that limit their use to pasture
VII	Soils having severe limitations that make them unsuited for cultivation and pasture and that restrict their use to forest
— Boundary of Study Area	

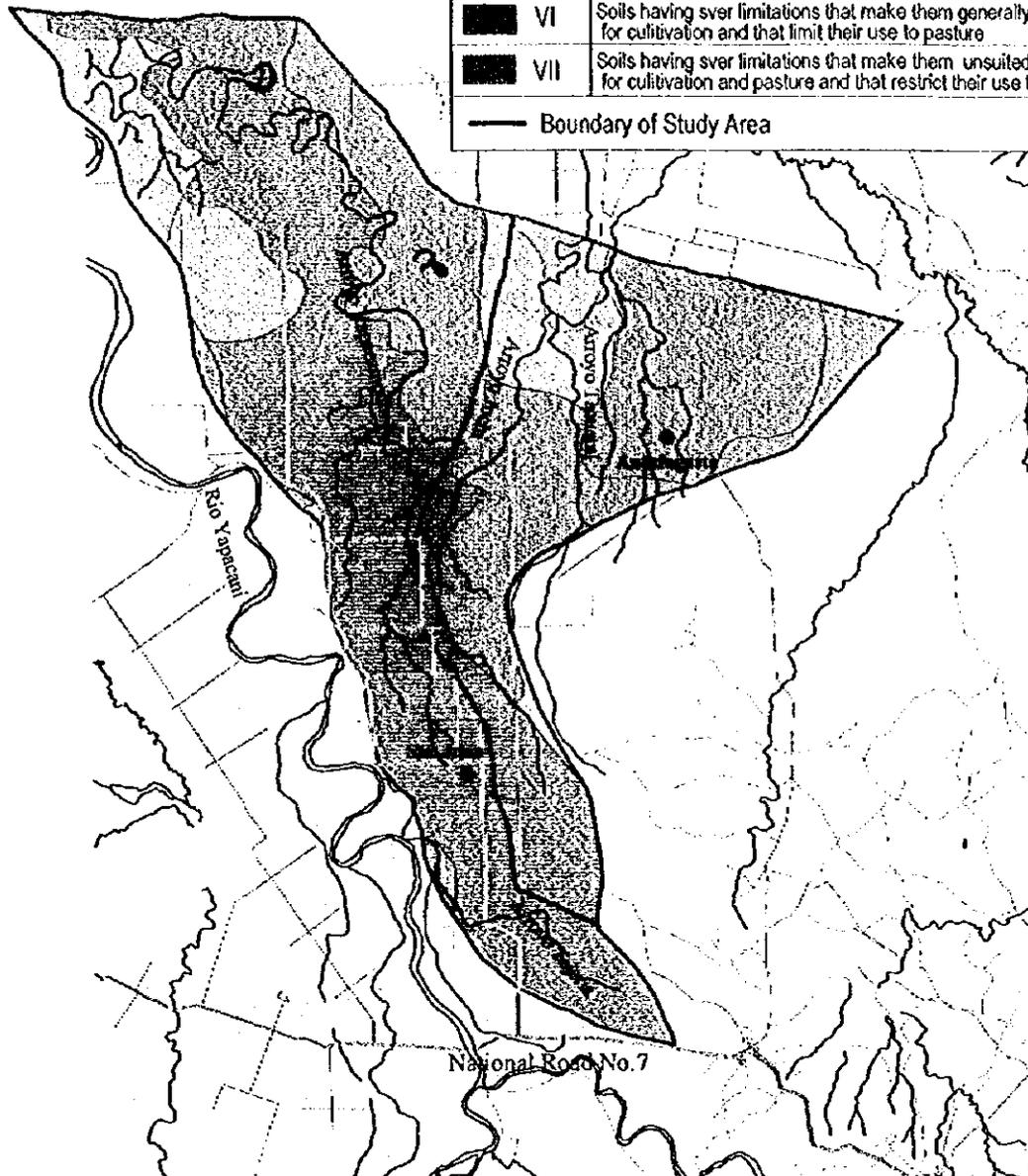
FIG. 4 MAPA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO (AREA DE CHANÉ-PAILÓN)



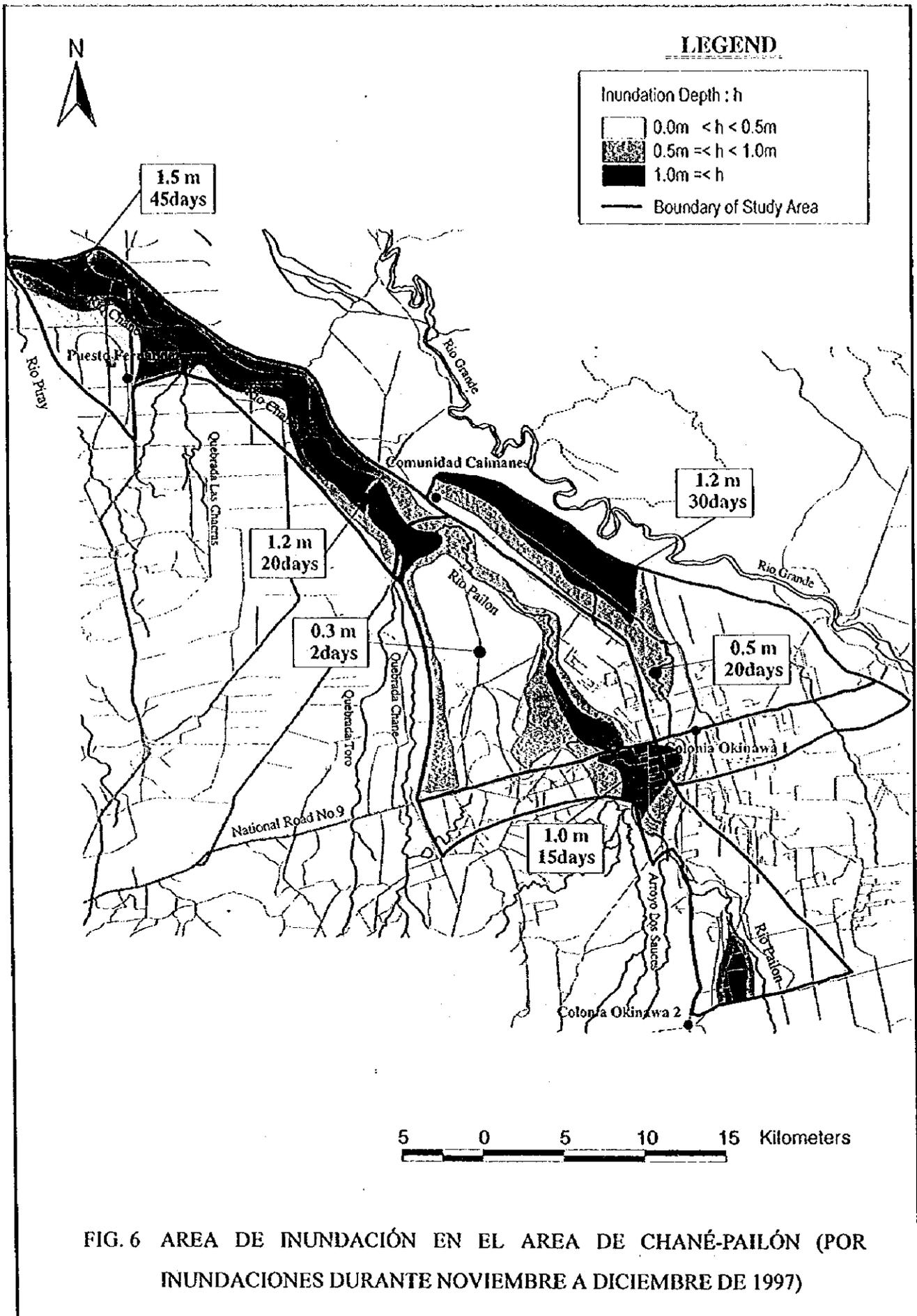
LEGEND

Class	Criteria
II	Soils well suited for crops, having slight limitations that restrict their use
III	Soils moderately suited for crops, having moderate limitations that require the selection of suitable crops and/or special management of soils
IV-07	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of nutrient that restrict crops and/or require very careful management of soils
IV-08	Soils poorly suited for crops, having severe limitations of drainage that restrict crops and/or require very careful management of soils
V	Soils unsuited for crops, having severe limitations that are impractical to remove
VI	Soils having severe limitations that make them generally unsuited for cultivation and that limit their use to pasture
VII	Soils having severe limitations that make them unsuited for cultivation and pasture and that restrict their use to forest

— Boundary of Study Area



**FIG. 5 MAPA DE CLASIFICACIÓN DEL SUELO
(AREA DE SAN JUAN- ANTOFAGASTA)**



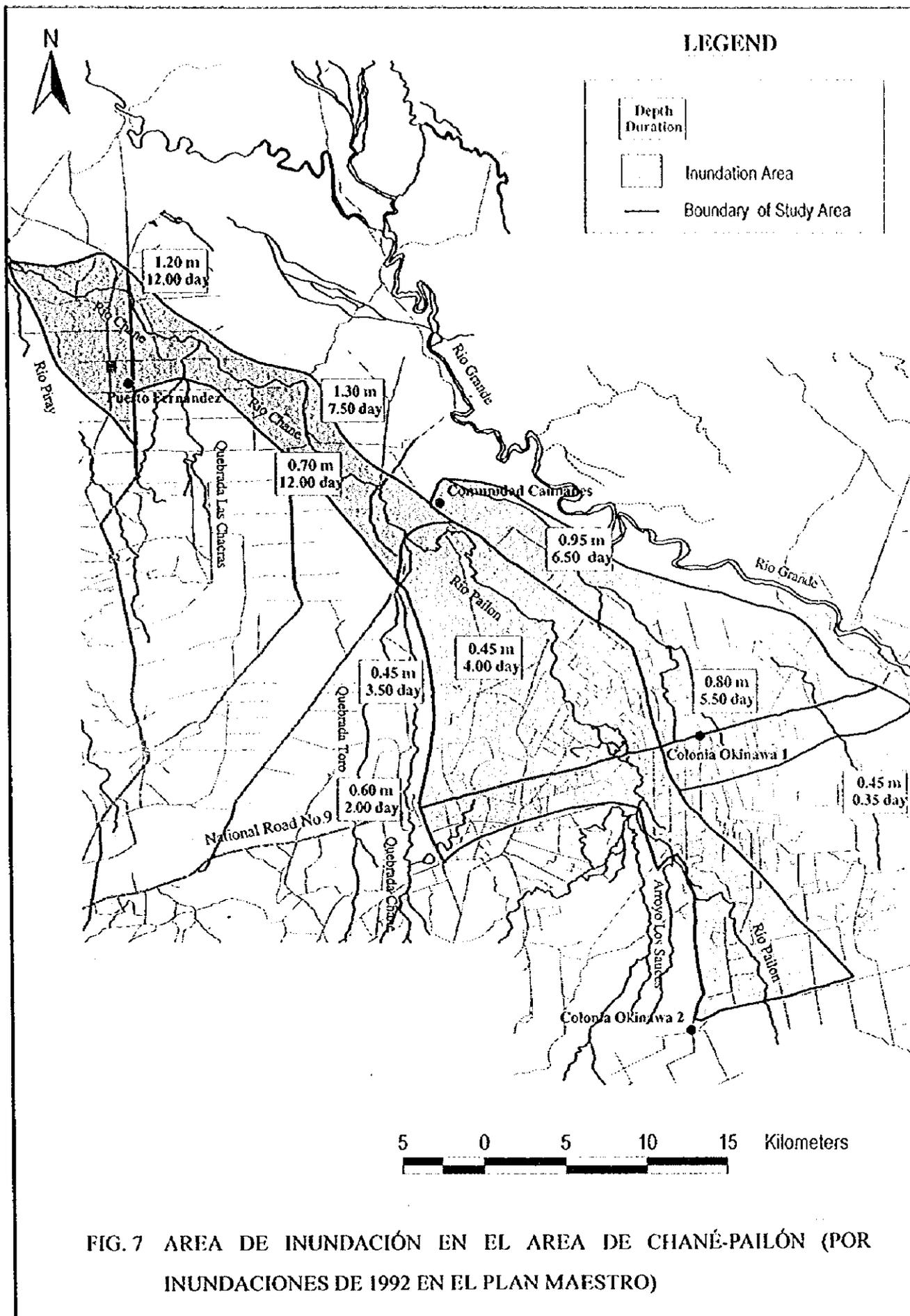


FIG. 7 AREA DE INUNDACIÓN EN EL AREA DE CHANÉ-PAILÓN (POR INUNDACIONES DE 1992 EN EL PLAN MAESTRO)

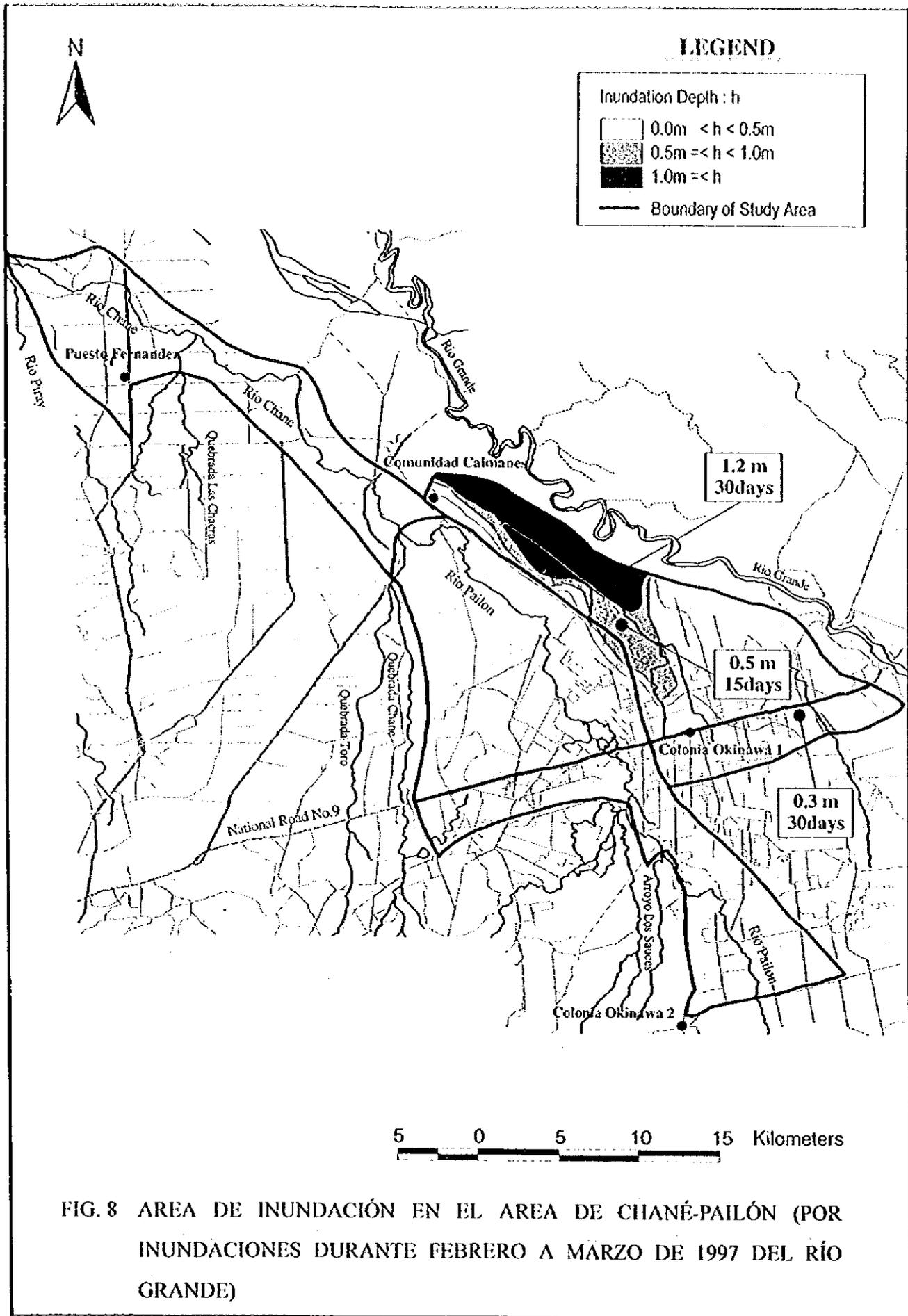
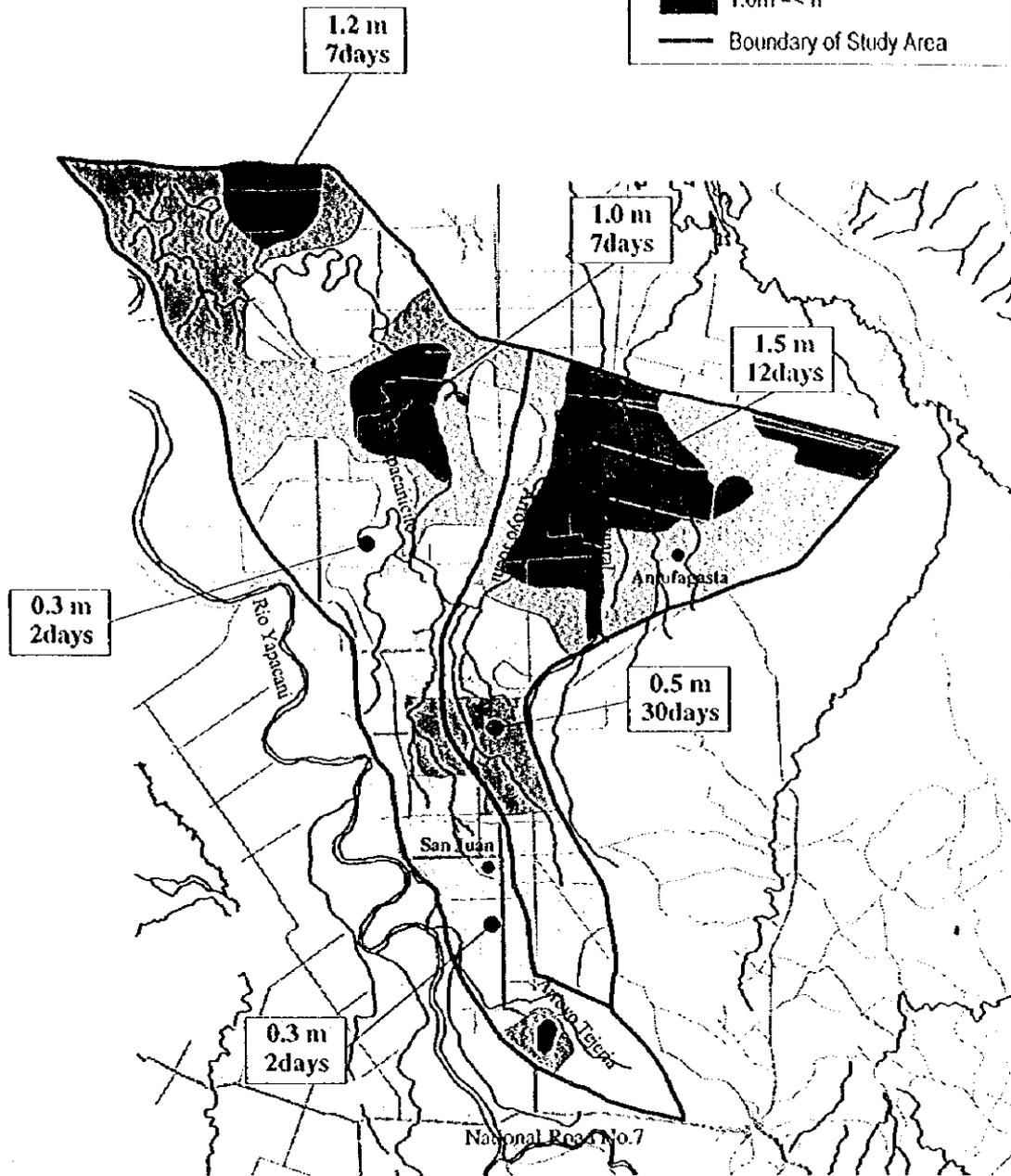


FIG. 8 AREA DE INUNDACIÓN EN EL AREA DE CHANÉ-PAILÓN (POR INUNDACIONES DURANTE FEBRERO A MARZO DE 1997 DEL RÍO GRANDE)



LEGEND

Inundation Depth : h	
	0.0m < h < 0.5m
	0.5m ≤ h < 1.0m
	1.0m ≤ h
	Boundary of Study Area



5 0 5 10 15 Kilometers

FIG. 9 AREA DE INUNDACIÓN EN EL AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA
(POR INUNDACIONES DURANTE DICIEMBRE 1996 A FEBRERO 1997)

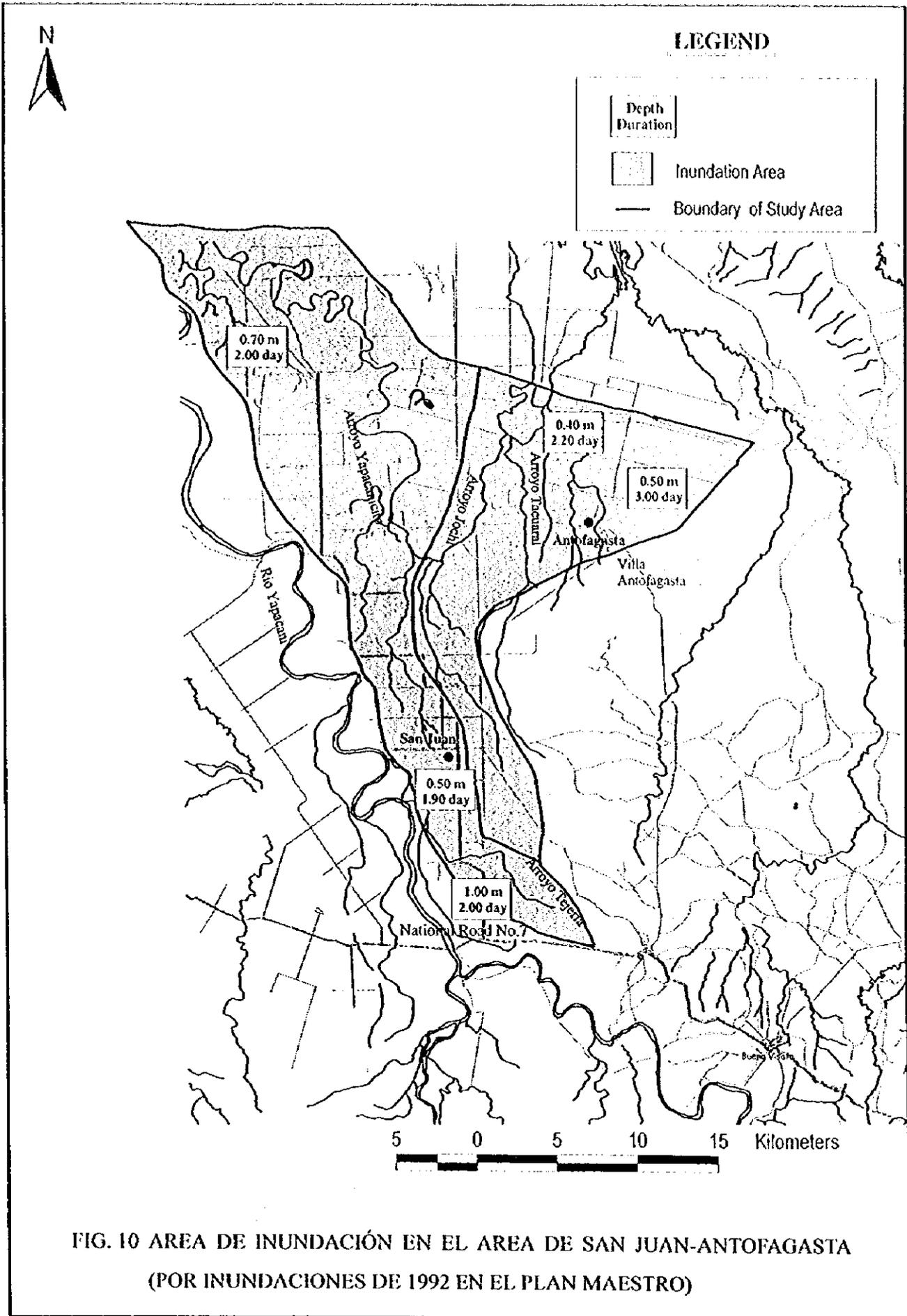


FIG. 10 AREA DE INUNDACIÓN EN EL AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA (POR INUNDACIONES DE 1992 EN EL PLAN MAESTRO)

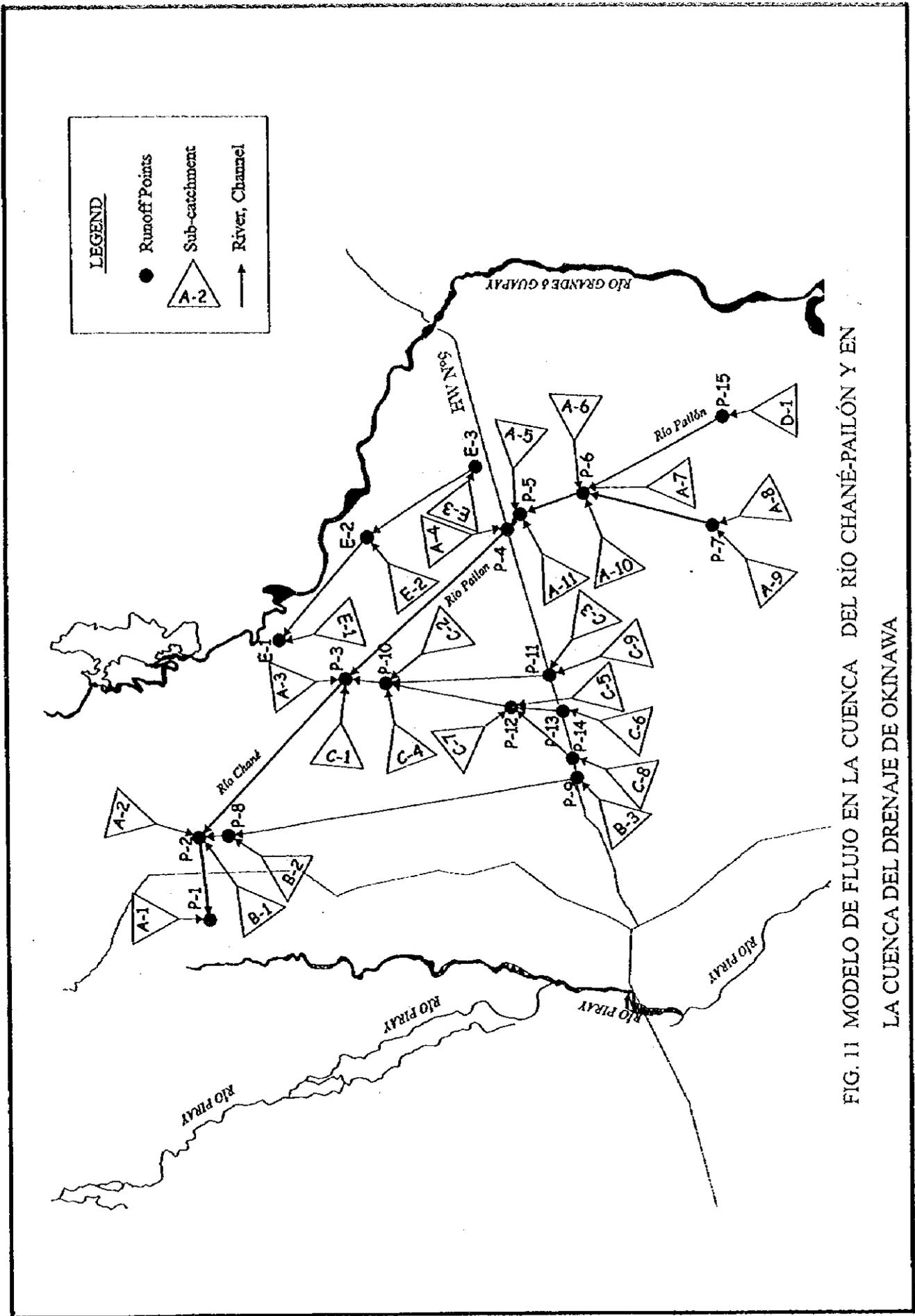


FIG. 11 MODELO DE FLUJO EN LA CUENCA DEL RIO CHANÉ-PAILÓN Y EN LA CUENCA DEL DRENAJE DE OKINAWA

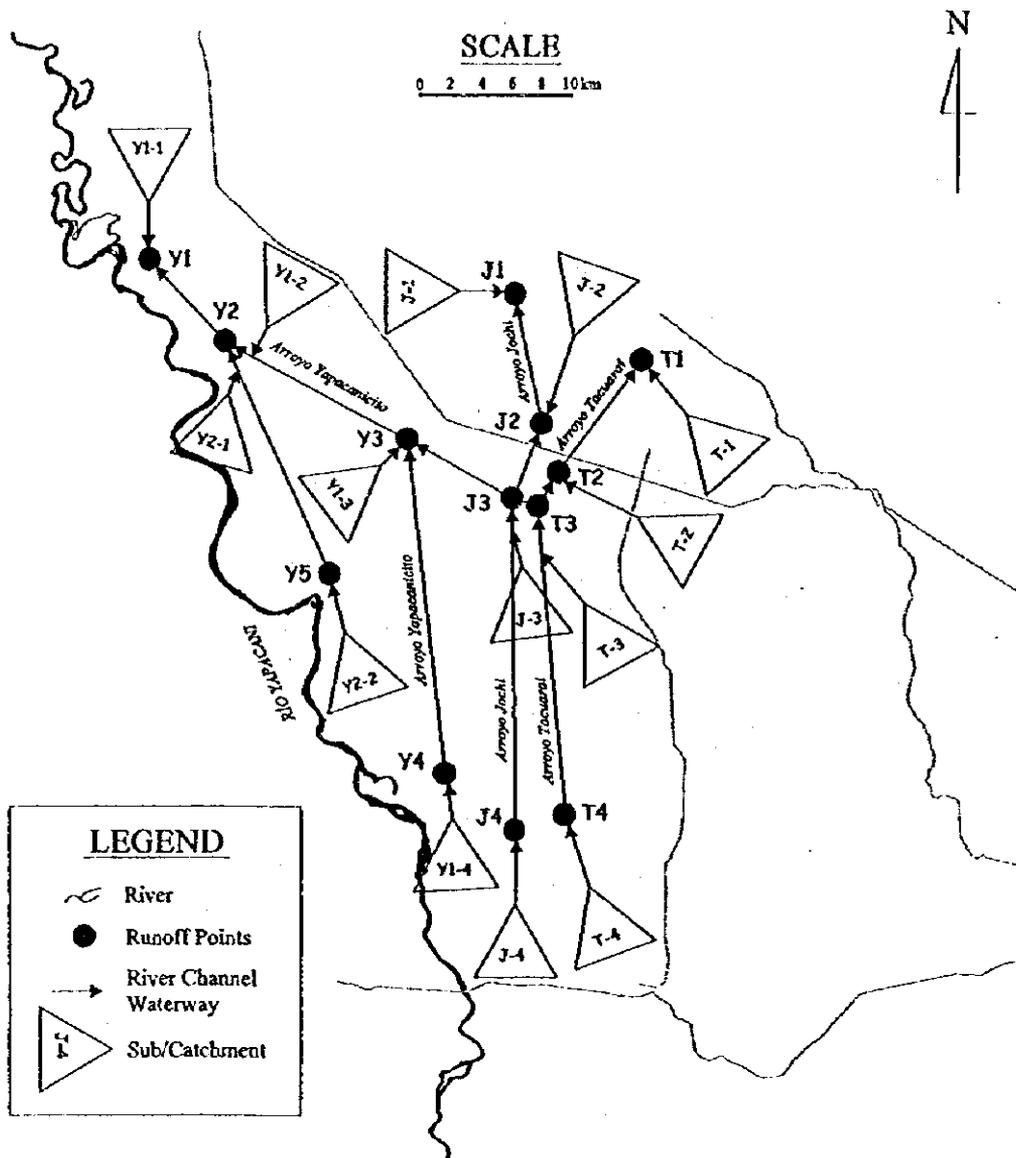
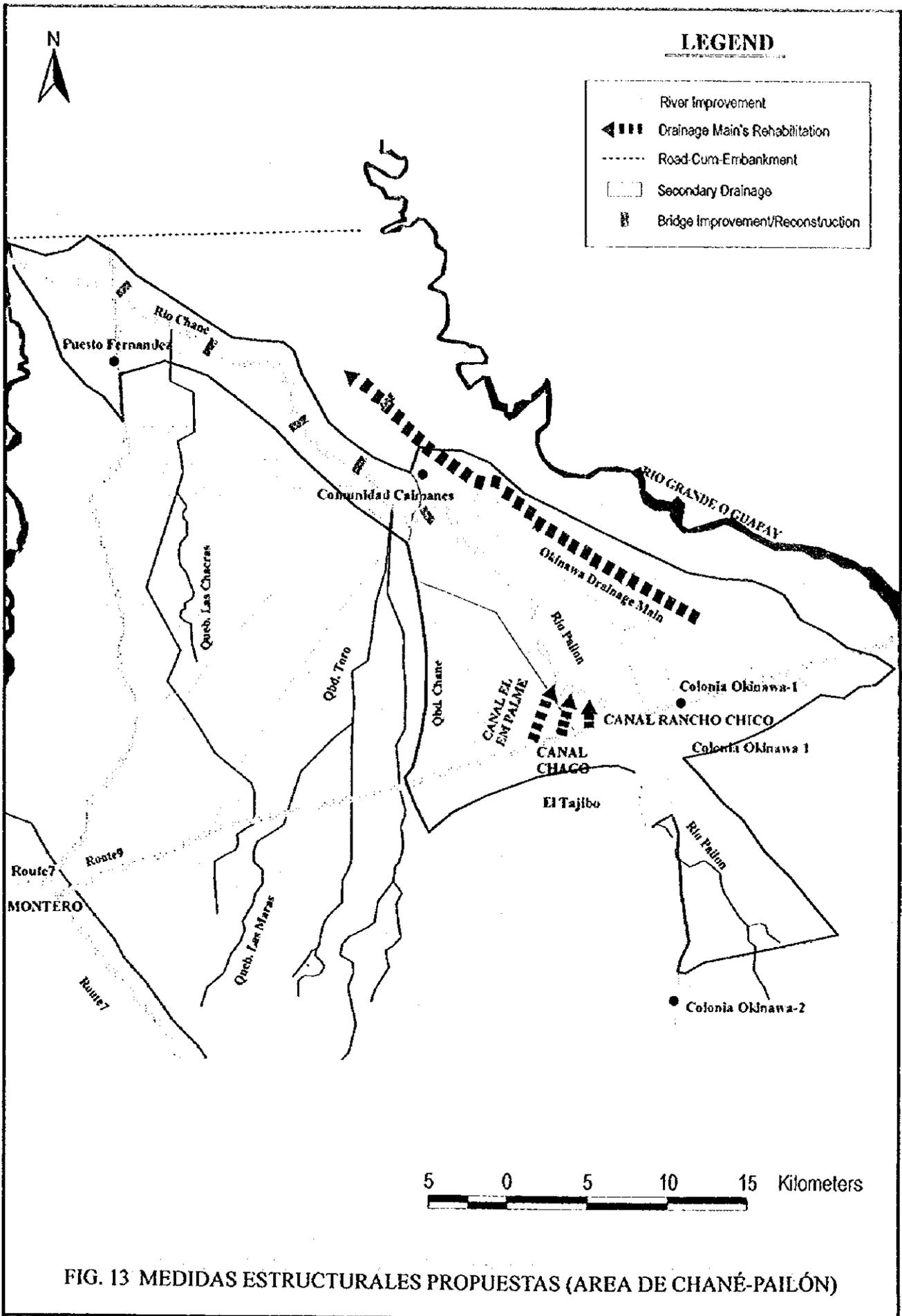


FIG. 12 MODELO DE FLUJO EN LA CUENCA DEL ARROYO YAPACANICITO, JOCHI Y TACUARAL



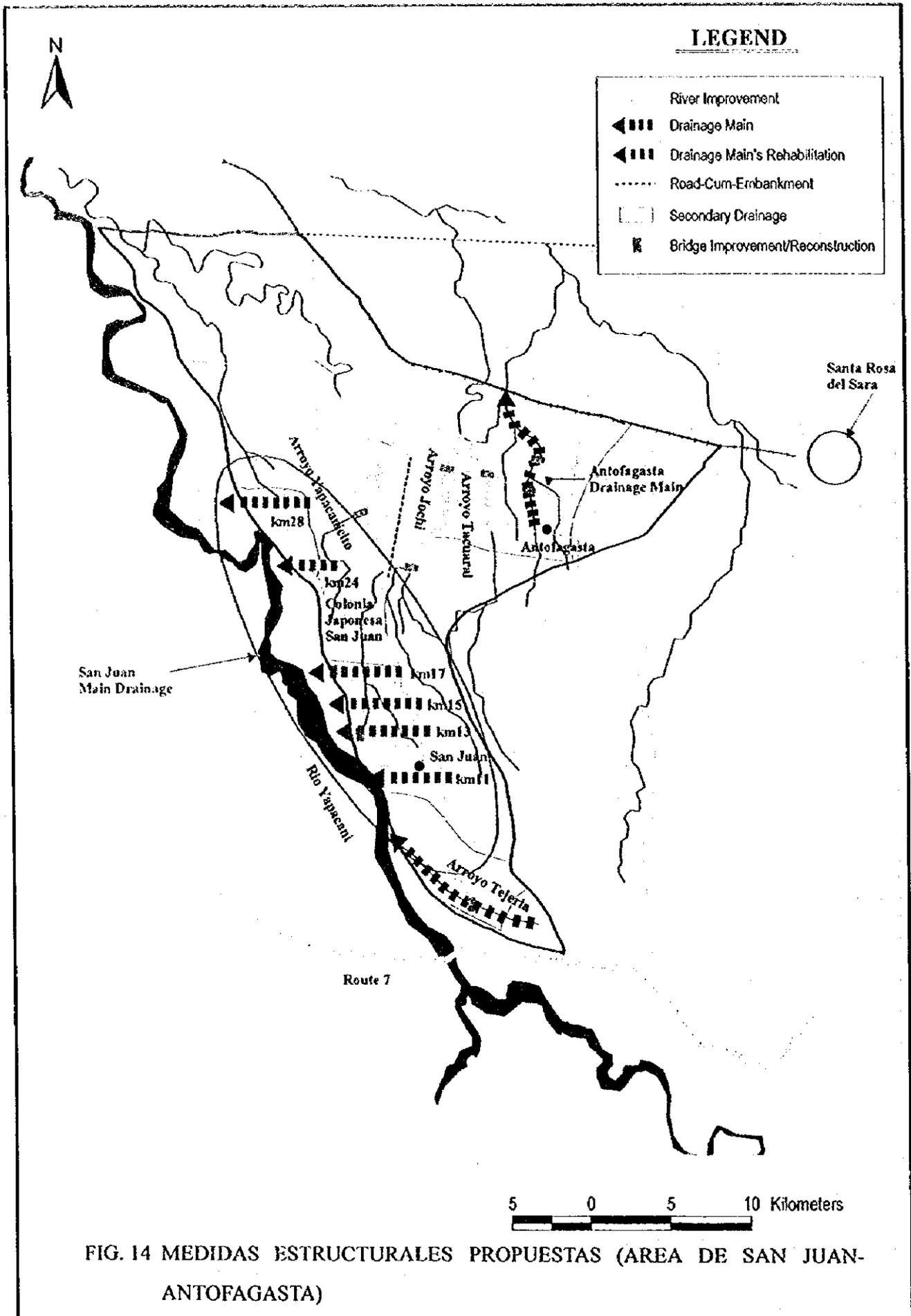
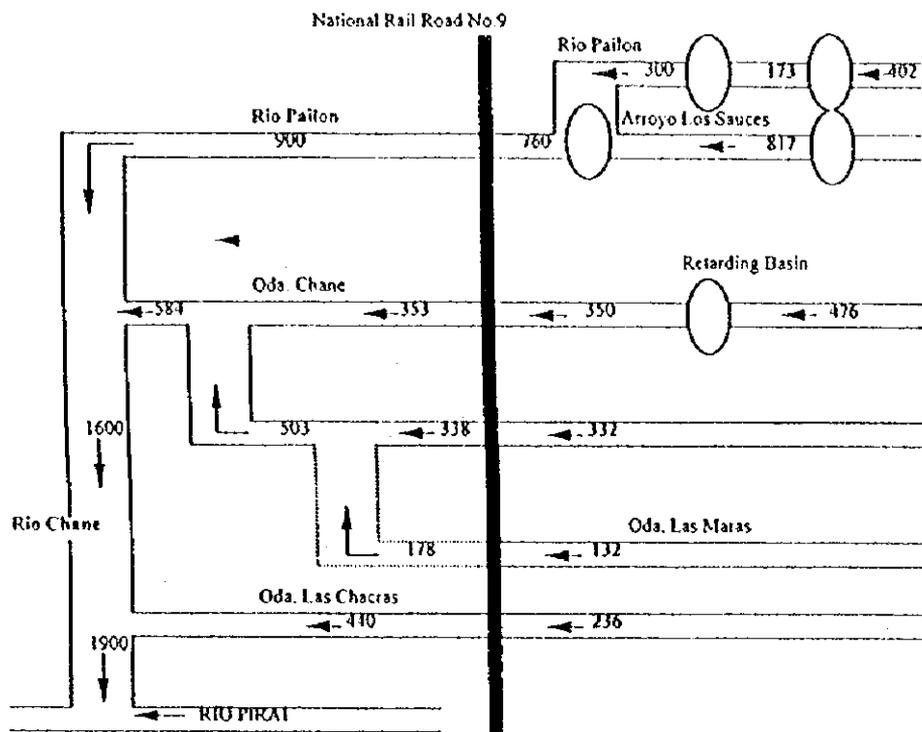
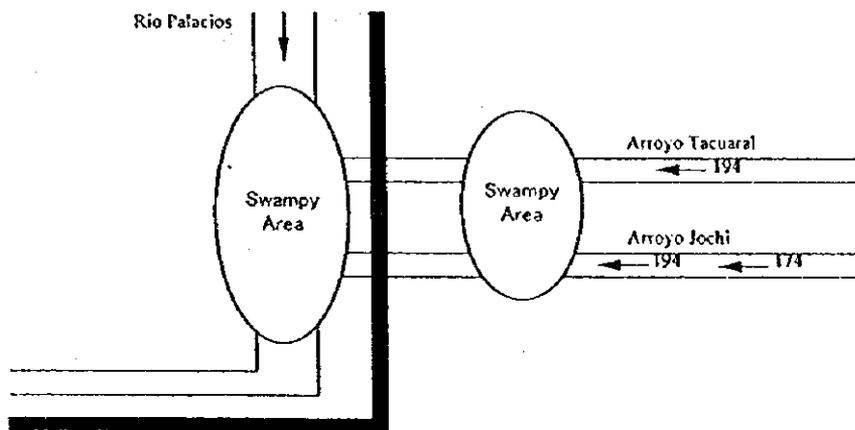


FIG. 14 MEDIDAS ESTRUCTURALES PROPUESTAS (AREA DE SAN JUAN-ANTOFAGASTA)



CHANE-PAILON SCHEME



SAN JUAN=ANTOFAFASTA SCHEME

- Legenda
- ← : Design Discharge (m³/sec)
 - : With River Improvement
 - : Without River Improvement
 - : Rehabilitation of Drainage
 - : With Drainage Improvement

FIG. 15 DISTRIBUCIÓN DE LA DESCARGA DE DISEÑO DE INUNDACIONES DE 10-AÑOS