

TABLAS

TABLA 4.4.1 BIENES EN PROVINCIAS/MUNICIPALIDADES

Province	Municipio	Population (Person)	Households (No.)	Administ. Area (km ²)	Residence			Shop (No.)	Factory (No.)	Restaurant (No.)	School (No.)	Hospital			Clinic (No.)	Church (No.)
					High (No.)	Medium (No.)	Low (No.)					General (No.)	Micro Hospital (No.)	Posta Sanitaria (No.)		
1.	Andrez de Ibanes Cotoca	19,631	4,255	460	(149)	(1,217)	(2,889)	(155)	(11)	(30)	(30)	(1)	(2)	(3)	(2)	(9)
	Cnt. Hontar Hoyos	3,719	674	255	(24)	(193)	(458)	(29)	0	8	(6)	0	0	1	0	1
2.	Warnes	38,285	8,212	2,305	1,068 13%	3,285 40%	3,860 47%	(302)	40	25	49	1	4	25	0	18
3.	Obispo Santesteban	58,569	11,903	253	238 2%	2,381 20%	9,284 78%	1342	54	39	35	2	10	2	6	10
	Saavedra	11,639	2,502	478	125 5%	500 20%	1,877 75%	60	0	3	26	1	0	4	0	5
	Míneros	34,452	7,445	650	372 5%	4,467 60%	2,606 35%	400	8	24	80	1	1	6	0	60
4.	Sara	11,260	2,434	570	(85)	(696)	(1,653)	(89)	(6)	(14)	(17)	(1)	(1)	(2)	(1)	(5)
	Canton Palometa	2,920	666	317	7 1%	133 20%	526 79%	16	0	4	7	0	1	3	0	4
	Santa Rosa del Sara	6,321	1,410	336	0 0%	71 5%	1340 95%	(50)	3	(4)	30	1	1	8	0	6
5.	Jéhuillo	18,347	3,595	1,440	(72) 2%	(1,797) 50%	(1,726) 48%	(145)	24	(6)	18	1	0	7	0	(9)
	Buena Vista	10,784	2,113	114	0 0%	292 14%	1,821 86%	(35)	0	8	35	1	0	4	0	6
	(Average %)				4%	29%	68%									
	Total	215,927	45,209	7,178	2,139	15,031	28,038	2,674	146	165	332	9	20	65	9	134

Note: 1. Above figure is obtained by interview from Municipio Offices

2. Figure in parenthesis is estimated based on average-area-ratio of other municipio offices

TABLA 4.4.2 BIENES POR SISTEMA FLUVIAL

River System	Province	Municipio	Whole Area (km ²)	Patial Area (km ²)	Ratio (%)	Population (Person)	House-holds (No.)	Admin. Area (km ²)	Residence			Shop (No.)	Factory (No.)	Restaurant (No.)	School (No.)	Hospital		Clinic		Church (No.)
									High (No.)	Medium (No.)	Low (No.)					General (No.)	Micro Hospital (No.)	Posta Sanitaria (No.)	(No.)	
1. Rio Grande Upstream (South from No.9 Road)	Andrez de Ibanes	Cotocha	460	234	51%	9,986	2,165	234	76	619	1,470	79	5	15	15	0	1	2	1	5
	C. Monter Hoyos	Wames	255	255	100%	3,719	674	255	24	193	458	29	0	8	6	0	0	1	0	1
	Sub-total (1)		2,305	401	17%	6,660	1,429	401	186	571	671	53	7	4	9	0	1	4	0	3
2. Rio Grande Downstream (North from No.9 Road)	Wames		890			20,166	4,267	890	285	1,383	2,599	161	12	28	29	1	2	7	1	9
	O. Sanisteben	Wames	2,305	209	9%	3,471	745	209	97	298	350	27	4	2	4	0	0	2	0	2
	Sub-total (2)		478	30	6%	730	157	30	8	31	118	4	0	0	0	2	0	0	0	0
3. Rio Chane Upstream (South from No.9 Road)	O. Sanisteben	Mineros	650	119	18%	6,307	1,363	119	68	818	477	73	1	4	15	0	0	1	0	11
	Andrez de Ibanes	Cotocha	460	173	38%	7,383	1,600	173	56	458	1,087	58	4	11	11	0	1	1	1	4
	Sub-total (3)		2,305	1343	58%	22,307	4,785	1,343	622	1,914	2,249	176	23	15	29	1	2	15	0	10
4. Rio Chane Downstream (North from No.9 Road)	Wames		253	59	23%	13,658	2,776	59	56	555	2,165	313	13	9	8	0	2	0	1	2
	O. Sanisteben	Wames	2,305	219	10%	3,637	780	219	101	312	367	29	4	2	5	0	0	2	0	2
	Sub-total (4)		478	313	65%	7,621	1,638	313	82	328	1,229	39	0	2	17	1	1	0	3	0
5. Rio Pirai	Andrez de Ibanes	Cotocha	460	53	12%	2,262	490	53	17	140	333	18	1	3	3	0	0	0	0	1
	O. Sanisteben	Wames	2,305	133	6%	2,209	474	133	62	190	223	17	2	1	3	0	0	1	0	1
	Sub-total (5)		253	194	77%	44,911	9,127	194	183	1,825	7,119	1,029	41	30	27	2	2	8	2	5
6. Rio Palometillas	Andrez de Ibanes	Cotocha	460	478	100%	3,287	707	478	35	141	530	17	0	1	7	0	0	1	0	1
	O. Sanisteben	Wames	2,305	367	56%	19,452	4,204	367	210	2,522	1,471	226	5	14	45	1	1	3	0	34
	Sub-total (6)		570	56	10%	1,106	239	56	8	68	162	9	1	1	1	2	0	0	0	1
7. Rio Palacios	Sara		1,165			75,218	15,713	1,165	520	4,982	10,215	1,327	50	53	92	3	9	10	5	48
	O. Sanisteben	Wames	2,305	420	74%	8,297	1,793	420	63	513	1,218	66	4	10	13	0	1	1	1	4
	Sub-total (7)		336	220	65%	4,159	923	220	0	46	877	33	2	3	20	1	1	5	0	4
8. Rio Yapacani	Andrez de Ibanes	Cotocha	460	94	16%	1,857	401	94	14	115	273	15	1	2	3	0	0	0	0	1
	O. Sanisteben	Wames	2,305	116	35%	2,182	487	116	0	24	462	17	1	1	10	0	0	0	0	2
	Sub-total (8)		1,440	961	67%	12,244	2,399	961	48	1,200	1,152	97	16	4	12	1	0	5	0	6
Total	Andrez de Ibanes	Cotocha	114	114	100%	10,784	2,113	114	0	292	1,821	85	0	8	35	1	0	4	0	6
	O. Sanisteben	Wames	1,285			27,067	5,400	1,285	62	1,650	3,708	214	18	16	60	2	1	12	0	15
	Sub-total (9)		1,440	479	33%	6,103	1,196	479	24	598	574	48	8	2	6	0	0	2	0	3
Total	Andrez de Ibanes	Cotocha	478	478	100%	6,103	1,196	478	24	598	574	48	8	2	6	0	0	2	0	3
	Sub-total (10)		7178			215,927	45,209	7,178	2,139	15,031	28,038	2,674	146	165	332	9	20	65	9	134

TABLA 4.4.3 BIENES DE CHANE-PAILON Y SAN JUAN ANTOFAGASTA

1 NUMBER OF BUILDINGS

Sub-project	Area (km ²)	Buildings (No.)											Total
		Residence		Shop	Resta- rant	School	Church	Factory	Hospital	Health Center	Total		
		High	Medium									Low	
A. CHANE - PAILON	1024.2	193	1024	1615	177	15	19	10	10	2	6	3071	
1) Rio Chane	107.4	17	203	129	18	1	4	3	0	0	0	376	
2) Rio Pailon	260.5	58	179	210	24	2	4	1	3	1	2	483	
3) Chane - Chacras	318.9	39	339	595	62	8	4	4	2	1	1	1053	
4) Quebrada Chane	159.5	39	182	538	57	2	5	1	3	1	1	830	
5) Okinawa Drainage	177.9	40	122	144	16	1	3	1	2	0	1	330	
B. SAN JUAN - ANTOFAGASTA	663.1	33	827	795	67	2	8	4	11	1	2	1752	
1) San Juan	355.1	18	443	426	36	1	4	2	6	1	2	939	
2) Antofagasta	308.0	15	384	369	31	1	4	2	5	0	0	813	

2 AREA OF AGRICULTURAL CROPS

Sub-project	Area (km ²)	Agricultural Crops (Ha)										Total
		Soy- beans	Rice	Sugar cane	Maize	Sor- ghum	Pasture		Total			
							Natural	Improv.				
A. CHANE - PAILON	1024.2	24455	4986	40136	1464	826	3637	7804	83308			
1) Rio Chane	107.4	2437	497	3340	146	82	119	255	6876			
2) Rio Pailon	260.5	11160	2275	2382	668	377	1249	2680	20791			
3) Chane - Chacras	318.9	248	51	23166	15	8	1195	2564	27247			
4) Quebrada Chane	159.5	786	160	11248	47	27	443	951	13662			
5) Okinawa Drainage	177.9	9824	2003	0	588	332	631	1354	14732			
B. SAN JUAN - ANTOFAGASTA	663.1	5126	33093	59	74	0	1713	8720	48785			
1) San Juan	355.1	2443	15773	59	35	0	1220	6211	25741			
2) Antofagasta	308.0	2683	17320	0	39	0	493	2509	23044			

FIGURAS

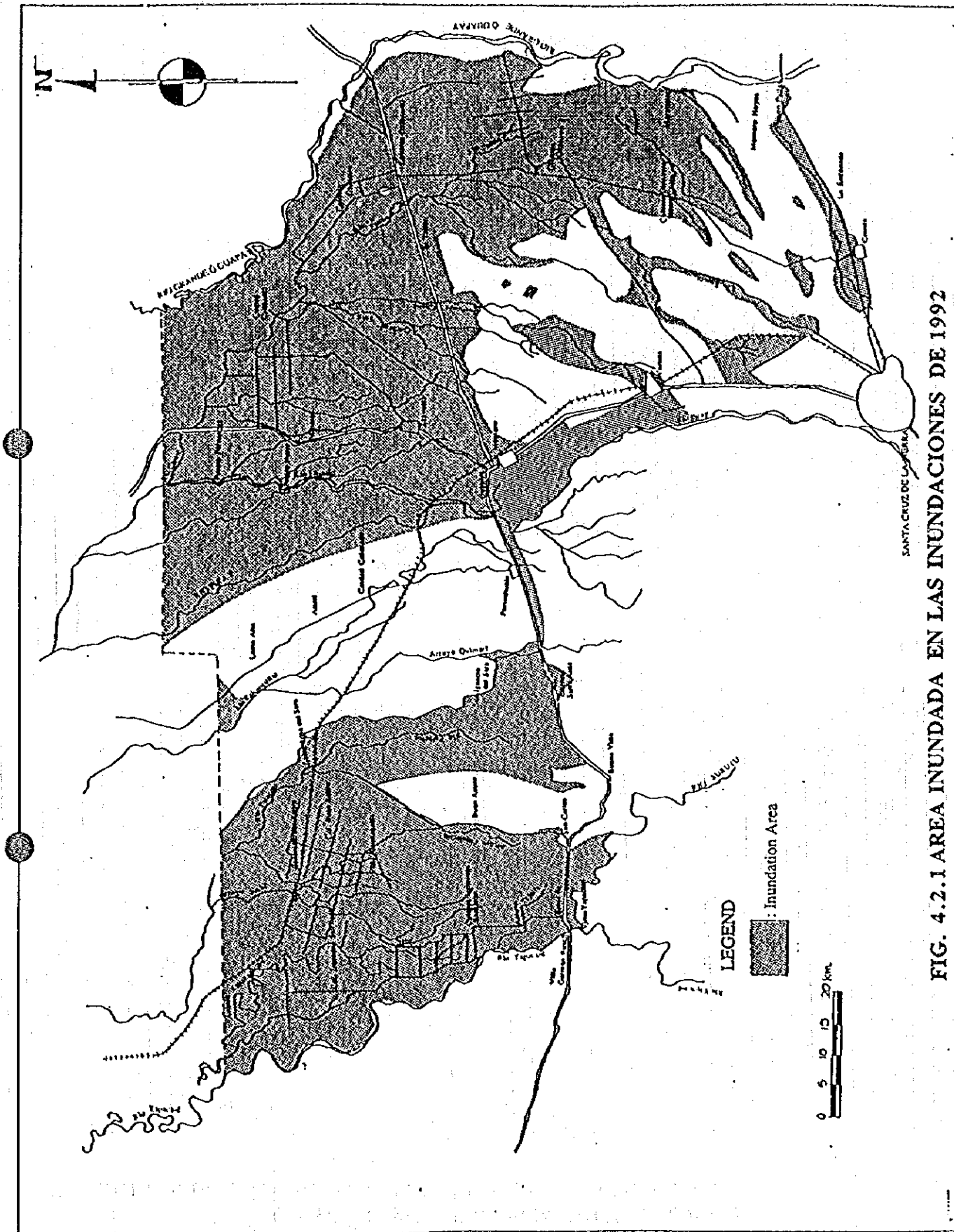


FIG. 4.2.1 AREA INUNDADA EN LAS INUNDACIONES DE 1992

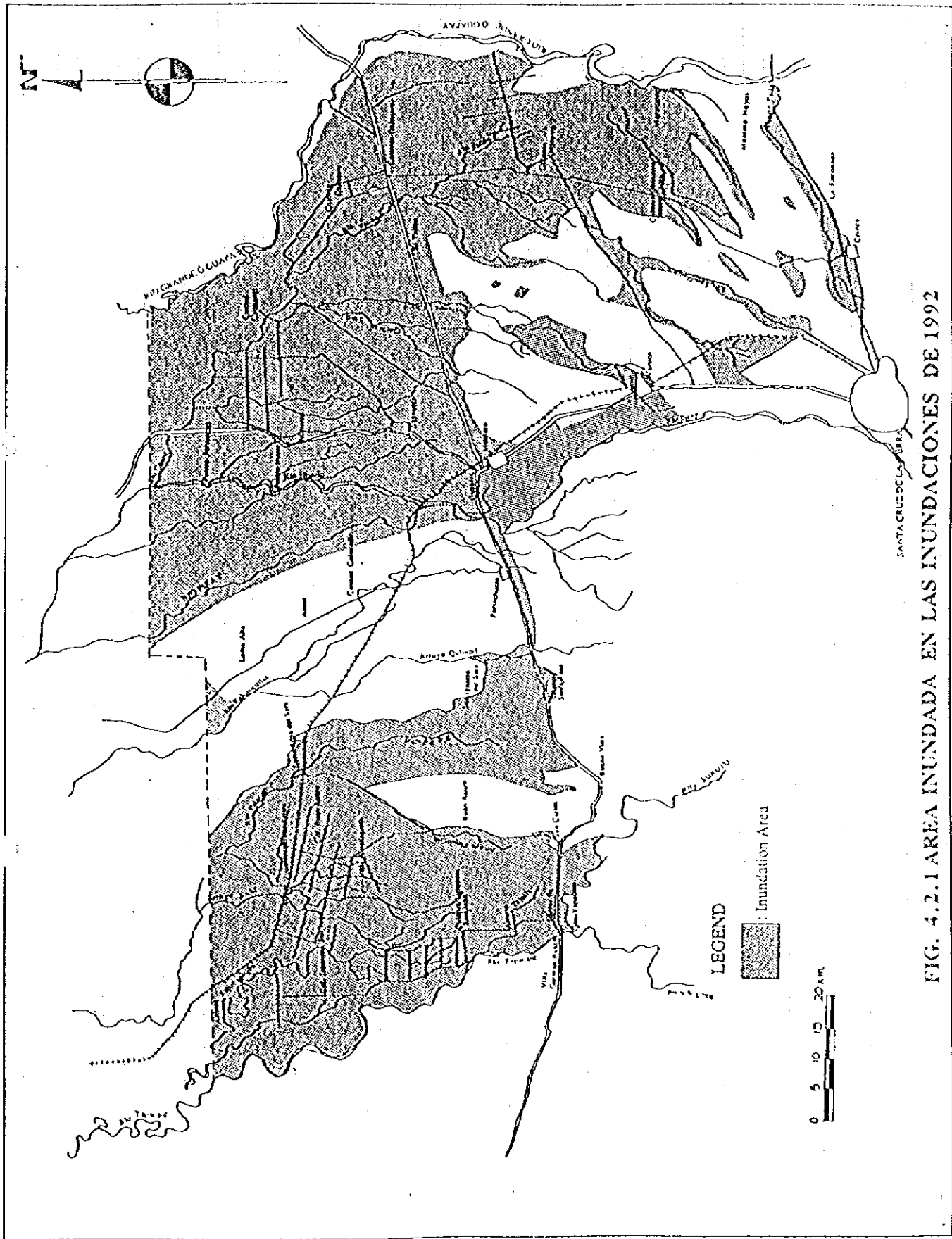
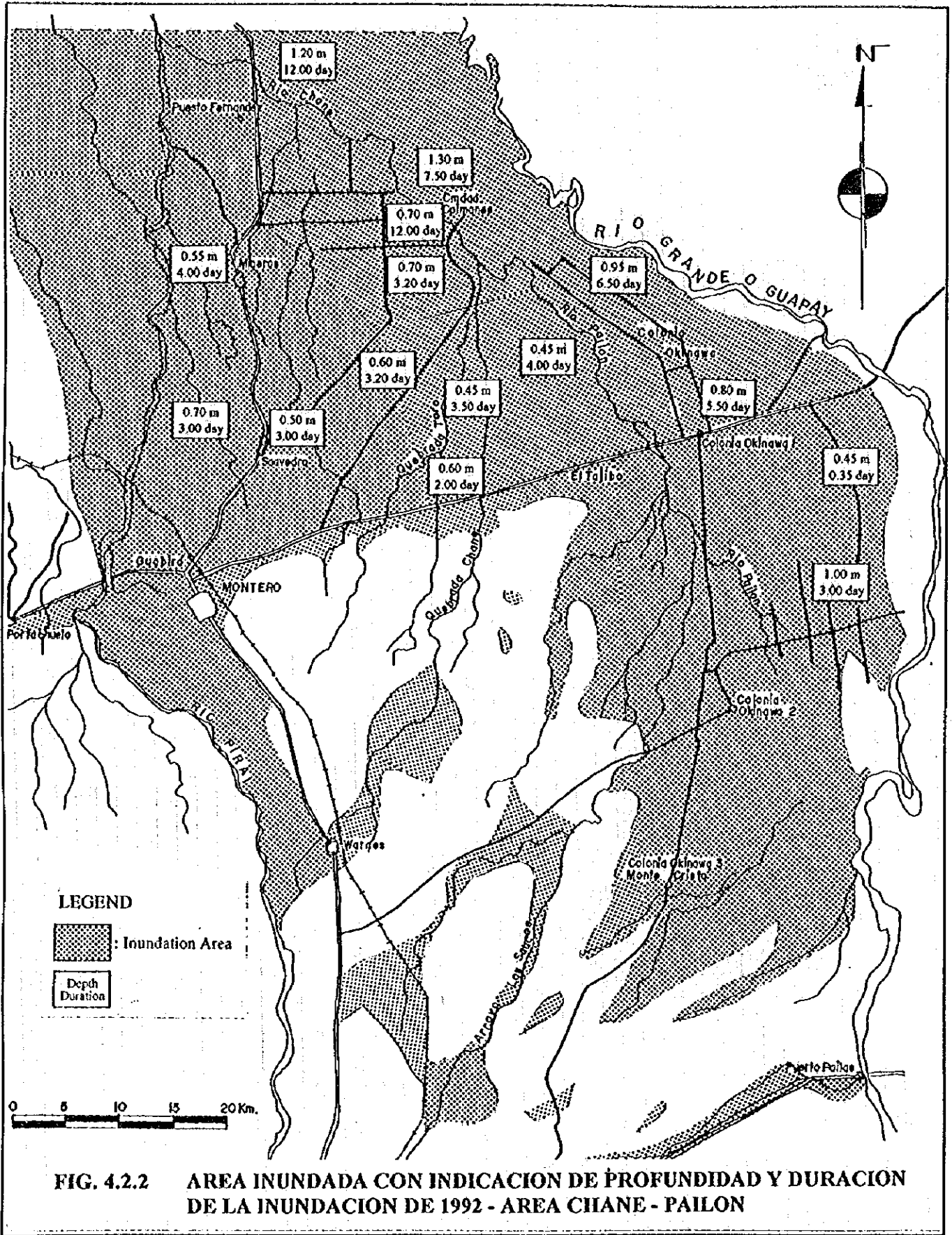


FIG. 4.2.1 AREA INUNDADA EN LAS INUNDACIONES DE 1992



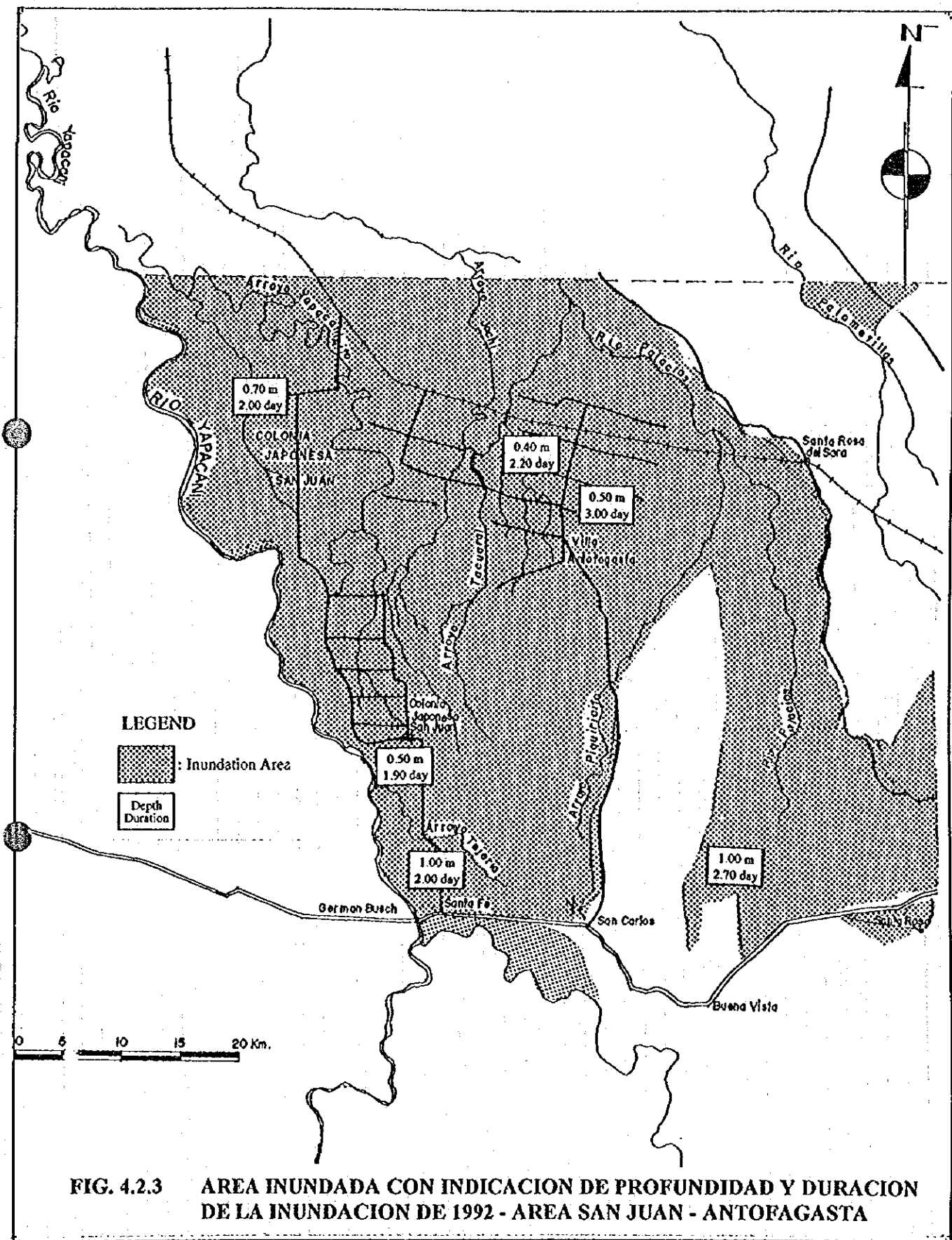


FIG. 4.2.3 AREA INUNDADA CON INDICACION DE PROFUNDIDAD Y DURACION DE LA INUNDACION DE 1992 - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA

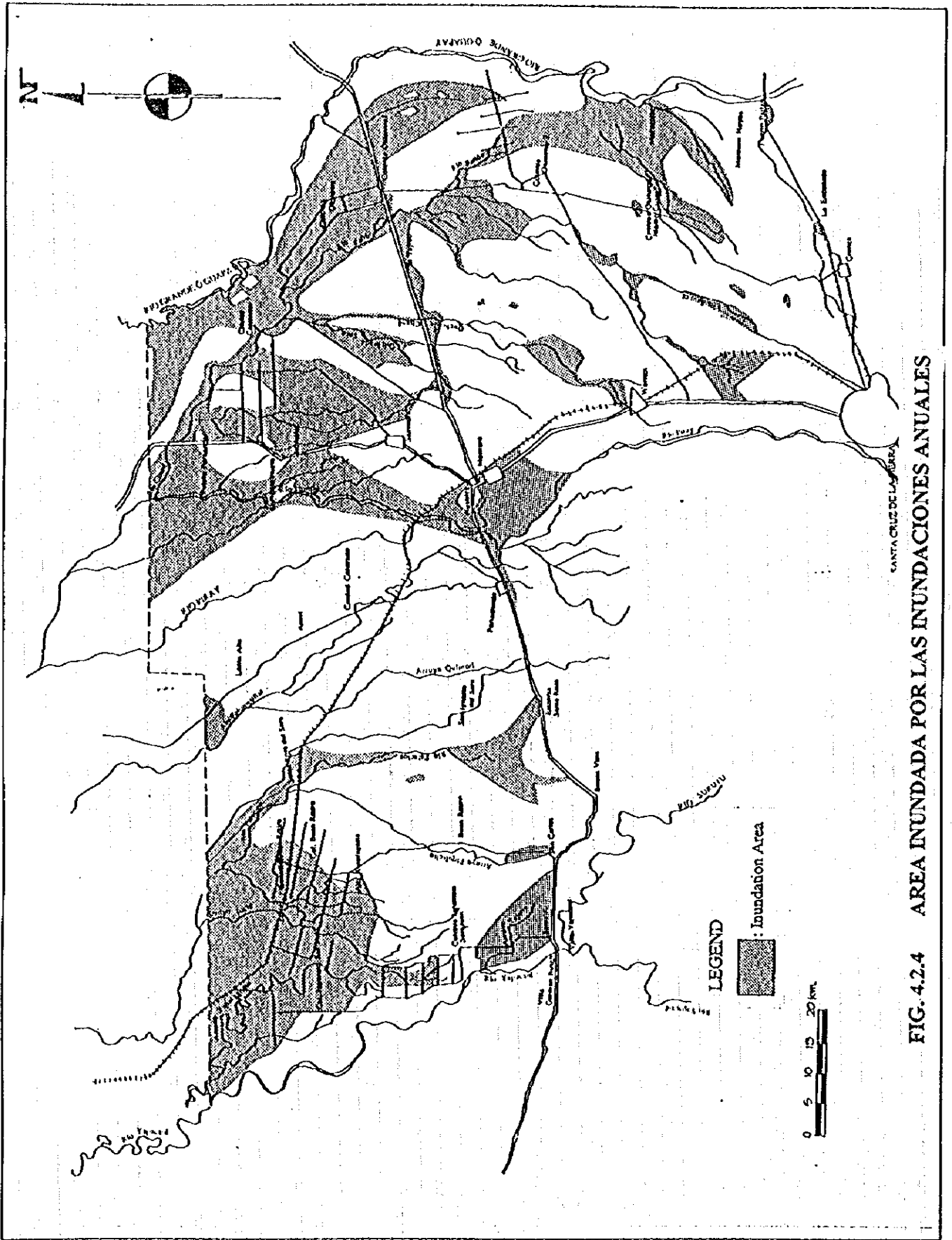
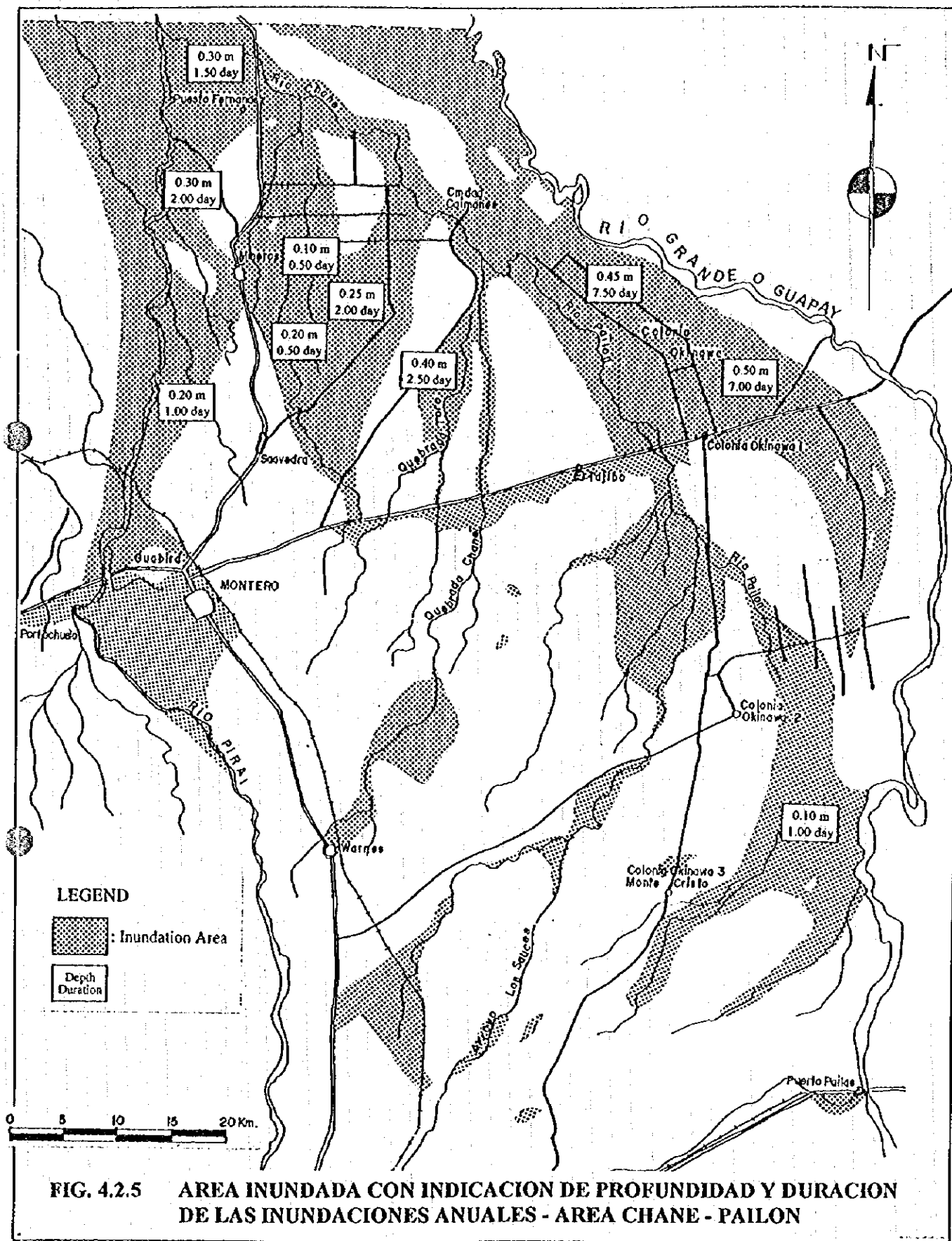


FIG. 4.2.4 AREA INUNDADA POR LAS INUNDACIONES ANUALES



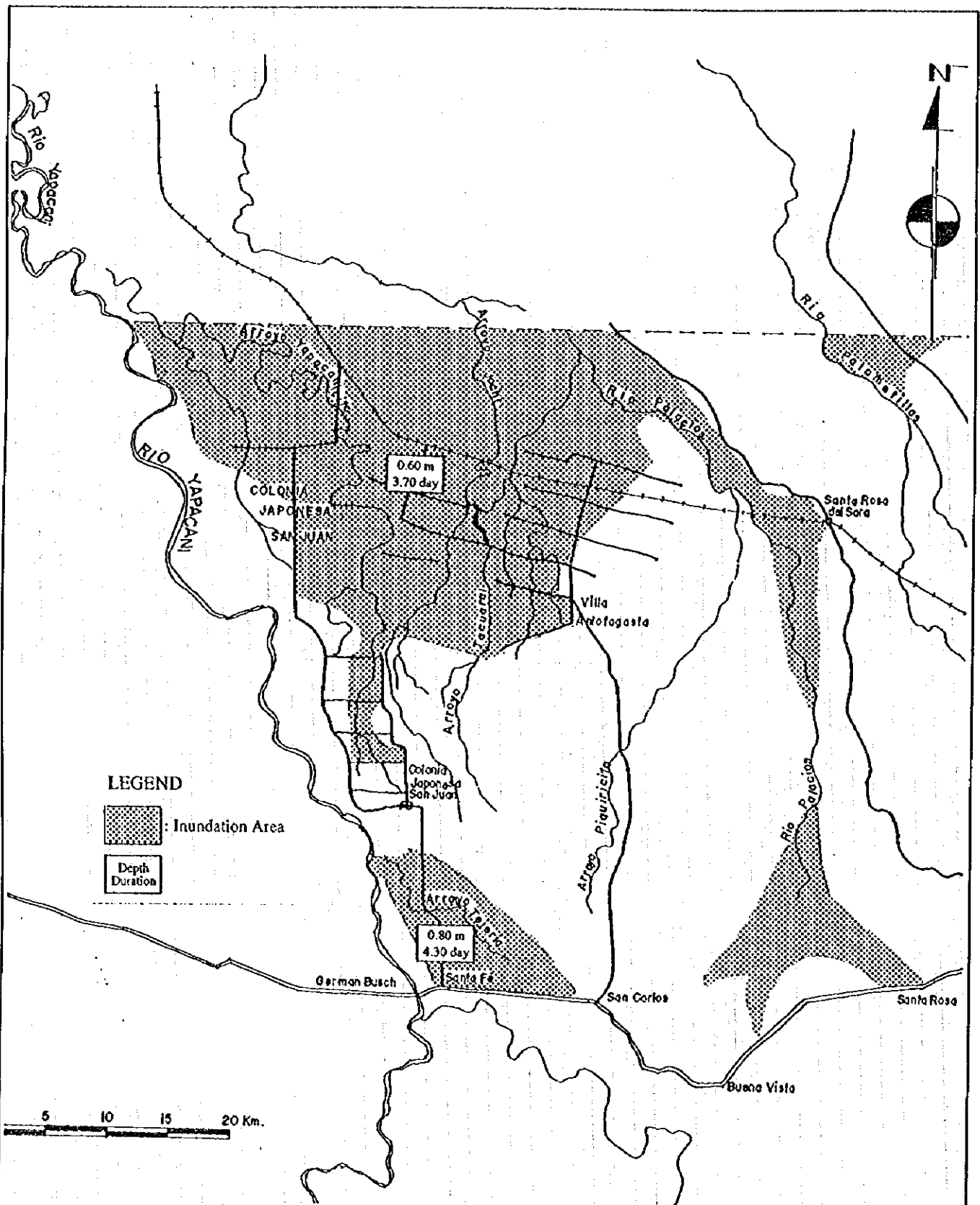


FIG. 4.2.6 AREA INUNDADA CON INDICACION DE PROFUNDIDAD Y DURACION DE LAS INUNDACIONES ANUALES - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA

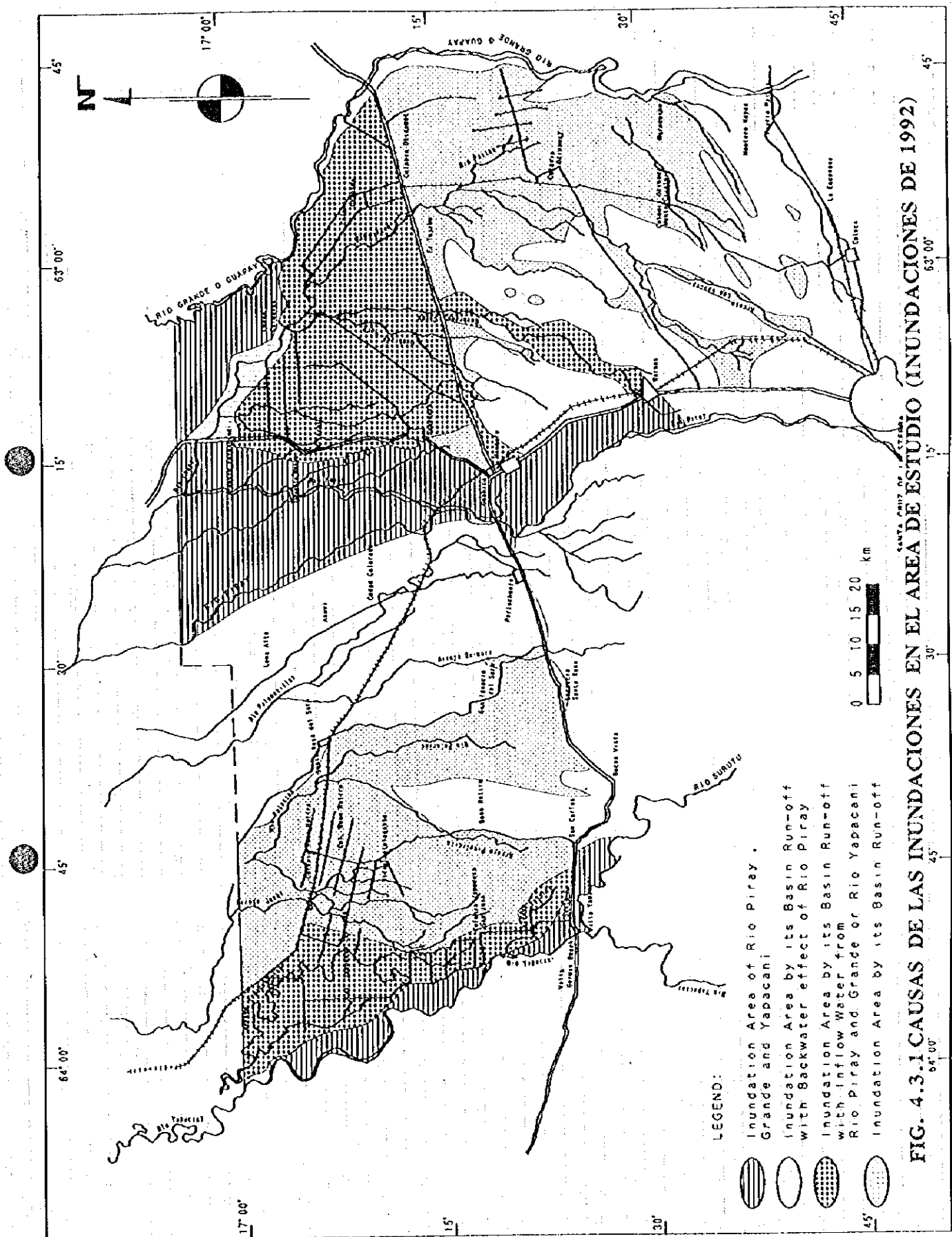






FIG. 4.3.1 CAUSAS DE LAS INUNDACIONES EN EL AREA DE ESTUDIO (INUNDACIONES DE 1992)

LEGEND:

-  Inundation Area of Rio Piray, Grande and Yabacani
-  Inundation Area by its Basin Run-off with Backwater effect of Rio Piray
-  Inundation Area by its Basin Run-off with Inflow Water from Rio Piray and Grande or Rio Yabacani
-  Inundation Area by its Basin Run-off

CAPITULO 5
HIDROLOGIA

CAPITULO 5 HIDROLOGIA

5.1 Sistemas Fluviales y Cuencas de Drenaje

El área de estudio está limitada por el Río Grande en el oriente, el Río Piray en el centro y el Río Yapacani en el occidente. Las superficies de las cuencas del Río Grande, Río Piray y Río Yapacani son alrededor de 106.000 km², 10.660 km² y 9.960 km², respectivamente. La *Fig. 5.1.1* muestra el sistema fluvial y las cuencas de drenaje con sus áreas de captación, en el área de estudio. Los ríos principales en el área de estudio son los siguientes:

Parte Central: Corriente principal del Río Piray y otras

Parte Oriental: Río Chané, Río Pailón, Arroyo Los Sauces, Quebrada Chané,
Quebrada El Toro, Quebrada Las Chacras y otros.

Parte Occidental: Río Palometillas, Río Palacios, Arroyo Tacuaral, Arroyo Jochi,
Arroyo Yapacanicito, Arroyo Tejería y otros.

5.2 Red de Observación Hidrometeorológica

La *Fig. 5.2.1* muestra la red de observación hidrometeorológica en y alrededor del área de estudio.

(1) Estaciones Pluviométricas

El número de estaciones pluviométricas en el área de estudio es de 34 en total, como lo muestra la *Tabla 5.2.1 (1)*. Ellas son estaciones de SENAMHI, SEARPI, CETABOL-JICA, CAICO, CAISY y otras. Entre estas estaciones, las de Santa Cruz-Trompillo y la del Aeropuerto Viru Viru son estaciones meteorológicas generales.

(2) Estaciones Hidrológicas

Las *Tablas 5.2.1 (2) y (3)* muestran las estaciones hidrológicas existentes para medir el nivel de agua y caudales en el área de estudio y su circunstancias. Hay sólo cuatro estaciones equipadas con limnógrafo en el área de estudio. Las estaciones existentes son las siguientes;

- Rfo Piray: Puente Eisenhower, La Bélgica
- Rfo Grande: No hay estación
- Rfo Yapacani: Puente Yapacani de la Carretera Nacional No.7
- Rfo Chané y sus tributarios: No hay estación
- Tributarios del Rfo Palacios: Rfo Palometillas en la Carretera Nacional No.7
- Otros rfos: No hay estación

A lo largo del Rfo Grande, hay dos estaciones fuera de funcionamiento, en Puerto Pailas y Abapó; la segunda está ubicado a 150 km aguas arriba de la primera.

5.3 Datos Disponibles

(1) Datos de Precipitaciones Diarias

La *Tabla 5.2.1 (1)* muestra los datos de precipitaciones diarias que han sido recopilados. El número de estaciones pluviométricas que tienen datos más antiguos que 1975 ó 1976 es de diez. Entre las diez estaciones, las siguientes cuatro estaciones fueron seleccionadas como las estaciones principales para el estudio debido a que ellas tienen registros de precipitaciones bastante largos.

- 5806 Santa Cruz-Trompillo: registros de 52 años
- 61NP Saavedra : registros de 44 años
- Colonia San Juan de Yapacani: registros de 35 años
- Okinawa II : registros de 26 años

(2) Datos de Precipitaciones Horarias

A continuación se entrega una lista de los datos de precipitaciones horarias obtenidas por las estaciones principales de la lista anterior;

25NP Santa Cruz-Oficina :	1973-1994 (registros de 21 años)
61NP Saavedra :	1951-1994 (registros de 44 años)
Okinawa II :	1986-1994 (registros de 8 años)

Como las estaciones de Santa Cruz-Oficina y la de Saavedra tienen registros bastante largos, se usaron estos datos para analizar los patrones de lluvias horarias.

(3) Diarios de Nivel de Agua Diario y de Caudales Diarios

En las *Tablas 5.2.1 (2) y (3)* aparecen los datos recopilados sobre el nivel de agua y de caudales, ambos en términos diarios. No se observa en estos momentos el nivel de agua y el caudal del Río Grande. La medición del nivel de agua del Río Yapacani y los tributarios derechos del Río Palacios (estación: Río Palometillas) comenzaron en 1994.

5.4 Condiciones Meteorológicas Generales

La *Tabla 5.4.1* muestra las condiciones meteorológicas destacadas del área de estudio. En el área de estudio, hay tanto la estación seca como la húmeda. La estación seca es de abril a octubre y la estación húmeda es de octubre a marzo. Las estaciones de transición son de marzo a abril y de septiembre a octubre. Las precipitaciones promedio anuales en las partes occidental, meridional, septentrional y oriental son 1.898 mm, 1.356 mm, 1.301 mm y 1.274 mm, respectivamente.

5.5 Análisis de las Precipitaciones

5.5.1 Precipitaciones en las Inundaciones de 1992 y 1993

Las *Figs. 5.5.1 y 5.5.2* muestran las precipitaciones diarias de la inundación del enero de 1992 y la del marzo de 1983, respectivamente. A continuación se describen las características de las precipitaciones en las inundaciones de 1992 y las de las inundaciones de 1983.

(1) Precipitaciones en las Inundaciones de 1992

Como se describe en el Informe de Apoyo A, la precipitación anual de 1992 fue de 2 a 2,5 veces mayor que la de un año promedio. Las precipitaciones mensuales de enero, febrero, y diciembre del año en cuestión fueron de 2 a 3 veces mayor que las mismas en el año promedio, mientras las de abril y mayo fueron de 2 a 4 veces mayor que las del año promedio. Debido a esto es que el área de estudio estaba en una condición bastante saturada durante la estación lluviosa de 1992. Además, la proporción de escorrentías y el coeficiente de las escorrentías durante las lluvias torrenciales fueron bastante elevados en 1992.

Con respecto a la inundación de 1992, en todo el área se observaron precipitaciones continuas con duración de 4 a 6 días. Además, las precipitaciones mayores se concentraron en 3 días en las cuatro estaciones principales. Las precipitaciones continuas y las máximas diarias fueron los siguientes;

Estaciones	Precipitaciones Continuas (mm)	Precipitaciones Máximas Diarias (mm)
Saavedra	453,6	220,4 (14 de enero)
Okinawa II	374,0	194,0 (15 de enero)
Colonia San Juan de Yapacani	293,3	196,5 (15 de enero)
Santa Cruz - Trompillo	168,1	57,1 (13 de enero)

(2) Precipitaciones de las Inundaciones de 1983

Las precipitaciones de las inundaciones de 1983 fueron pequeñas. Por lo tanto, se juzga que la lluvia en el área de estudio no fue la razón principal de las inundaciones.

5.5.2 Análisis de Frecuencia

(1) Precipitación Máxima Probable

Las precipitaciones máximas probables fueron calculadas usando los datos de máximos de un día a siete días tomados de las cuatro estaciones principales. El

método de análisis usado fue el Método de Gumbel. La *Tabla 5.5.1* muestra el resumen de los máximos probables de precipitaciones diarias.

(2) **Períodos de Retorno de las Inundaciones de 1992 y 1983**

En el Informe de Apoyo A se muestra un resumen de los períodos de retorno de las Inundaciones de enero de 1992 y marzo de 1983.

1) **Inundaciones de 1992**

Períodos de retorno de las lluvias torrenciales de las inundaciones de 1992 fueron estimados de la manera siguiente;

Estaciones	Períodos de Retorno
Santa Cruz - Trompillo	2 - 5 años
Saavedra	sobre 100 años
Okinawa II	50 - 100 años
Colonia San Juan de Yapacani	5 - 10 años

2) **Inundaciones de 1983**

El período de retorno de las cuatro estaciones principales fue menos de dos años.

(3) **Curvas de Intensidad de Precipitaciones**

El análisis de frecuencia del Método Gumbel se efectuó usando la precipitación máxima horaria de Saavedra y Santa Cruz-Oficina. Las curvas de intensidad de las precipitaciones de estas dos estaciones se hicieron como se muestra en las *Figs. 5.5.3* y *5.5.4*.

5.5.3 Precipitación de Diseño

Se obtuvieron las precipitaciones de diseño de las cuatro estaciones principales, correspondientes a Saavedra, Santa Cruz, Okinawa II y Colonia San Juan de Yapacani. La precipitación de diseño corresponde a tres días de lluvia continua con pico posterior.

Las curvas de intensidad de precipitaciones de Saavedra y Santa Cruz se usaron para hacer el diseño de sus propias precipitaciones. El patrón de precipitaciones de Saavedra también se usó para hacer el diseño hietográfico de Okinawa II y Colonia San Juan de Yapacani. Esto se hizo así ya que la correlación del máximo anual de un día de precipitaciones entre estas dos estaciones con Saavedra es mayor que la correlación entre estas dos estaciones y Santa Cruz.

La *Fig. 5.5.5* muestra las precipitaciones de diseño con período de retorno de 10 años para Saavedra, Santa Cruz, Okinawa II y Colonia San Juan de Yapacani. En el Informe de Apoyo A se muestran las precipitaciones de diseño con períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años.

5.6 Análisis de Escorrentía Pluvial

Se efectuó el análisis de escorrentía pluvial para la cuenca del Río Chané y las cuencas de los Arroyos Yapacanicito-Jochi-Tacuaraal-Tejería. En este análisis se aplicó el Método Hidrográfico del Servicio de Conservación del Suelo (SCS) de EE. UU. En el Informe de Soporte A se muestra el procedimiento del análisis por el Método Hidrográfico Unitario SCS. Las *Figs. 5.6.1* y *5.6.2* muestran los puntos de sub cuenca y puntos de escorrentía y la *Tabla 5.6.1* muestra los parámetros SCS de los puntos de escorrentía.

5.6.1 Cuenca del Río Chané

(1) Precipitación de Diseño

En el análisis de escorrentía se usaron las precipitaciones de diseño con períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años de Santa Cruz, Okinawa II y Saavedra.

(2) Caudal de Escorrentía

En la *Fig. 5.6.3* se muestran los caudales pico de escorrentía y los de los puntos principales son las siguientes;

Probable Caudal Pico de Escorrentía (m³/s)

	Período de Retorno (Años)		
	10-Años	20-Años	50-Años
Río Chané (aguas abajo)	1270	1510	1820
Río Chané (aguas arriba)	1200	1420	1700
Río Pailón (en la Carretera No.9)	1340	1580	1890
Qda. Chané (en la Carretera No.9)	390	460	540

La Fig. 5.6.5 (1) muestra los caudales específicos calculados de la Cuenca del Río Chané. Los caudales específicos en el tramo inferior del Río Chané son alrededor de 0,2 a 0,8 m³/s/km². Estos caudales específicos coinciden con la tendencia de los mismos del Río Piray, como fue calculado por SEARPI.

5.6.2 Cuencas de los Arroyo Yapacanicito-Jochi-Tacuaral-Tejería

(1) Precipitaciones de Diseño

En el análisis de escorrentía se usaron las precipitaciones con períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 y 100 años de Col. San Juan de Yapacani.

(2) Caudal de Escorrentía

La Fig. 5.6.4 muestra los caudales de escorrentía pico calculadas en cada punto de escorrentía. La Fig. 5.6.5 (2) muestra los caudales específicos calculados. En los puntos principales de escorrentía, los probables caudales de escorrentía se calculan de la manera siguiente;

Probable Caudal de Escorrentía (m³/s)

	Período de Retorno (Años)		
	10-Años	20-Años	50-Años
A. Yapacanicito (aguas abajo)	540	630	740
A. Yapacanicito (aguas arriba)	220	250	290
A. Jochi (corriente media)	270	310	360
A. Tacuaral (corriente media)	330	380	440
A. Tejería (aguas abajo)	210	240	280

Las tendencias de los caudales específicos son casi las mismas de las de la cuenca del Río Chané.

5.7 Análisis de las Inundaciones

Se efectuó un análisis de inundaciones de la Cuenca del Río Chané y de las Cuencas de los Arroyos Yapacanicito-Jochi-Tacuaral. El objetivo del análisis de inundaciones es evaluar el efecto hidráulico de las medidas de mitigación de inundaciones y mejoras del drenaje en tales áreas.

5.7.1 Modelos Hidráulicos

Se han diseñado modelos hidráulicos de la Cuenca del Río Chané y de las cuencas de los Arroyos Yapacanicito-Jochi-Tacuaral. Las estructuras del modelo están compuestas de sistemas de ríos y de drenaje, como se muestra en las *Figs. 5.7.1* y *5.7.2*. Las áreas inundadas y cuencas de retardación se incluyeron en los sistemas de los ríos.

Las escorrentías pluviales de cada sub cuenca se calcularon mediante el método SCS y se introducen al sistema de los ríos como un influjo lateral. Los cálculos hidráulicos fueron hechos mediante un método de flujo estable. Los modelos hidráulicos se calibraron comparando las condiciones de las inundaciones simuladas con las condiciones actuales de las inundaciones de 1992.

5.7.2 Simulaciones de la Cuenca del Río Chané

Se efectuó una simulación sobre probables inundaciones en la Cuenca del Río Chané en las situaciones sin y con proyecto. La situación sin proyecto incluye el proyecto de siete puentes de JICA. La situación con proyecto cuenta con la Alternativa I y la Alternativa II, las cuales contemplan obras de la mitigación de inundaciones y del mejoramiento del sistema de drenaje. Las áreas inundadas junto con las profundidades simuladas de las inundaciones con períodos de retorno de 2, 5, 10, 20 y 50 años se muestran en las *Tablas 5.7.1 a 5.7.3*. Las *Figs. 5.7.3 y 5.7.4* muestran las inundaciones con períodos de retorno de 10 años. La *Fig. 5.7.5* muestra el caudal pico simuladas de la Alternativa I.

Las condiciones de la inundación del Río Pailón, Quebrada Chané, Chané-Chacras y Drenaje de Okinawa mejorarán mucho tanto mediante la Alternativa I como con la Alternativa II.

Sin embargo, a pesar de las obras de mejoramiento a lo largo del Río Chané, el nivel del agua de avenidas del Río Chané aumentará ligeramente en la Alternativa I, debido al aumento en el caudal de avenidas de las cuencas aguas arriba como consecuencia del encauzamiento del río y a las mejoras en el drenaje, así como también del efecto de contraflujo del Río Piray. Además, como en la Alternativa II no se incluyen mejoras al Río Chané, el nivel del agua de avenidas del Río Chané aumentará. La subida del nivel del agua de avenidas del Río Chané, en caso de la Alternativa II será de 0,5 a 0,9 m en caso del período de retorno de 10 años.

5.7.3 Simulación de San Juan-Antofagasta

Los resultados de la simulación para San Juan-Antofagasta se muestran en las *Tablas 5.7.4 a 5.7.6* y las *Figs. 5.7.6 a 5.7.7*. La *Fig. 5.7.8* muestra el caudal pico simulada de la Alternativa I.

La condición de las inundaciones de San Juan-Antofagasta será mejorada de la manera significativa en ambos casos de la Alternativa I y la Alternativa II en las cuencas donde se pondrá en implementación las obras de defensa ribereña y del mejoramiento de drenaje.

5.8 Análisis de Sequías

La parte oriental del área de estudio tiene un problema de sequía. En este estudio, se efectuó un análisis de las precipitaciones durante la sequía. La *Tabla 5.8.1* muestra un resumen de las probables precipitaciones durante la sequía, obtenidas mediante la distribución log-normal, para Santa Cruz-Trompillo, Saavedra, Okinawa II y Colonia San Juan de Yapacani.

En años recientes, se informa que los años de 1988, 1994 y 1995 fueron años afectados por la sequía. Los períodos de retorno de los años secos se muestran en el Informe de Apoyo A. El grado de sequía para un período de precipitación de cuatro meses de las estaciones anteriores es la siguiente;

Grado de Sequía (Precipitaciones de 4 Meses)

<u>Estación</u>	<u>10</u>	<u>20</u>	<u>30</u>
SC-Trompillo	1994 (49,4)	1988 (34,4)	1995 (18,9)
Saavedra	1988 (>200)	1995 (31,9)	1993 (3,5)
Okinawa II	1995 (16,5)	1988 (12,8)	1993 (5,7)
Col San Juan de Yapacani	1988 (>200)	1995 (145,6)	1993 (28,6)

Observación: Los valores entre paréntesis son períodos de retorno de la sequía.

De acuerdo con dicho análisis, se induce que las sequías recientes han sido de gran escala.

TABLAS



TABLA 5.2.1 LISTA DE ESTACIONES DE MEDICION HIDROLOGICA Y DATOS RECOPIADOS (1/2)

1. LISTA DE ESTACIONES DE MEDICION DE PRECIPITACIONES Y DATOS DE PRECIPITACIONES DIARIAS RECOPIADOS

Station No.	Station Name	Location		Elevation (El. m)	Observation Started						Data Collected					
		Latitude	Longitude		Manual			Automatic			Beginning			End		
					Day	Mon.	Year	Day	Mon.	Year	Day	Mon.	Year	Day	Mon.	Year
1. DATA FROM SEARPI																
09NP	San Pedro de Teravinto	17° 43' 05"	63° 26'	450	6	10	1988	-	-	-	6	10	1988	31	12	1994
20NP	Villa Diego	17° 35' 27"	63° 31' 25"	380	1	5	1988	-	-	-	1	5	1988	31	12	1994
22NP	Montero - Ciudad	-	-	-	1	2	1973	-	-	-	1	1	1989	31	12	1994
23NP	Patoju	-	-	-	1	1	1959	-	-	-	1	1	1989	31	12	1994
25NP	Santa Cruz-Oficina	17° 47'	63° 10'	416	11	11	1975	11	11	1975	11	11	1975	31	12	1994
28NP	Perotó	17° 29'	63° 10' 42"	350	1	5	1988	-	-	-	1	5	1988	31	12	1994
50NP	Viru Viru-Aeropuerto	17° 38' 51"	63° 07' 55"	360	1	8	1984	-	-	-	1	8	1984	31	12	1994
51NP	Warnes	17° 30'	63° 08'	330	16	2	1976	16	2	1976	16	2	1976	31	12	1994
52NP	San Isidro	17° 27'	63° 31'	332	8	11	1975	8	11	1975	8	11	1975	31	12	1994
55NP	Portachuelo	17° 21'	63° 24'	289	1	11	1975	-	-	-	1	11	1975	31	12	1994
56NP	La Belgica-Ingenio	17° 33'	63° 13'	378	1	2	1954	-	-	-	1	2	1954	31	12	1994
57NP	La Belgica-Puente	17° 32'	63° 13'	348	1	10	1977	-	-	-	1	10	1977	31	12	1994
58NP	Teravinto	17° 43'	63° 23'	425	1	9	1977	13	10	1986	1	9	1977	31	12	1994
59NP	Puente Eisenhower	17° 19'	63° 19'	277	1	10	1978	-	-	-	1	10	1977	31	12	1994
60NP	Gabetas	17° 20' 35"	63° 21' 25"	280	1	10	1981	-	-	-	1	10	1981	31	12	1994
61NP	Saavedra	17° 14'	63° 10'	320	1	8	1951	10	8	1951	1	8	1951	31	12	1994
62NP	Mineros (Unagro)	17° 06'	63° 14'	245	1	11	1975	-	-	-	1	11	1975	31	12	1994
5806	Santa Cruz-Trompillo	17° 47'	63° 10'	437	1	1	1943	-	-	-	1	1	1943	31	12	1994
5807	Santa Cruz-Universidad	17° 46' 38"	63° 11'	725	18	1	1971	-	-	-	1	2	1971	31	12	1994
2. DATA FROM SENAMHI																
	Algodenera Boliviana	17° 33'	63° 09'	345			1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Algodenera Sta. Clara	17° 35'	63° 05'	344			1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Buen Retiro	17° 13'	63° 03'	275			1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Checuete	17° 27'	63° 06'	313			1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Est. Exp. Vallecito	17° 46'	63° 09'	398				-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Guapilo	17° 46'	63° 04'	325			1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ingenio Esperanza	17° 18'	63° 05'	368			1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	La Victoria	17° 36'	63° 03'	344			1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Okinawa I	17° 13'	62° 53'	252			1966	-	-	-	1	1	1977	31	12	1994
	Okinawa III	17° 32'	62° 55'	300			1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Puerto Pailas	17° 39'	62° 47'	280			1977	-	-	-	1	1	1977	31	12	1994
	Puesto Fernandez	17° 00'	63° 14'	230			1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. DATA FROM CETABOL - JICA																
	Okinawa II	17° 23'	62° 54'	280			1969	-	-	-	1	1	1969	31	12	1994
4. DATA FROM CAISY																
	Col. San Juan de Yapaca	17° 15'	63° 50'	350			1960	-	-	-	1	1	1960	31	12	1994
5. DATA FROM SPERNR																
13PY	Ibuena Vista	17° 27'	63° 40'	379	2	11	1990	-	-	-	2	11	1990	31	12	1993

Notes: SEARPI: Servicio Encauzamiento de Aguas y Regularizacion del Rio Pirai
 SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia
 CETABOL-JICA: Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia-JICA
 CAISY: Cooperativa Agropecuaria Integral San Juan de Yapacani Ltda.
 SPERNR: Subproyecto de Proteccion de Etnias y Recursos Naturales Renovables

**TABLA 5.2.1 LISTA DE ESTACIONES DE MEDICION HIDROLOGICA Y
DATOS RECOPIRADOS (2/2)**

2. LIST OF WATER LEVEL GAUGING STATIONS AND COLLECTED DATA

Station No.	Station Name	Location		Catchment Area (km ²)	Elevation (El. m)	Observation Started				Data Collected							
		Latitude	Longitude			Manual		Automatic		Beginning		End					
						Day	Mon. Year	Day	Mon. Year	Day	Mon. Year	Day	Mon. Year				
1. WATER LEVEL DATA OF THE RIO PIRAY																	
0506	Angostura	18° 09' 59"	63° 34' 05"	1417.7	620.0	1	1	1976	-	-	-	1	10	1977	31	12	1994
0510	La Belgica	17° 32'	63° 13'	2815.3	348.0	1	10	1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0505	Bermejo	18° 06'	63° 38'	477.4	1000.0	1	11	1975	-	-	-	1	10	1976	31	12	1994
0504	Colorado	18° 08'	63° 08'	102.3	1020.0	-	-	-	-	-	-	1	1	1981	31	12	1994
0512	Eisenhower	17° 19'	63° 19'	4010.0	279.5	1	10	1977	-	-	-	1	10	1977	31	12	1994
0520	Espejos	17° 58' 30"	63° 34' 17"	236.0	496.7	1	4	1981	-	-	-	27	11	1976	31	12	1994
0530	San Pedro de Terevinto	17° 43' 05"	63° 26'	165.0	450.0	6	10	1988	-	-	-	6	10	1988	25	11	1993
2. WATER LEVEL DATA OF THE RIO GRANDE																	
0401	Puente Abapo			60600.0								1	9	1971	31	3	1974
0402	Puerto Pailas	17° 40'	62° 47'	74500.0								1	10	1971	23	3	1974
3. WATER LEVEL DATA OF THE RIO YAPACANI																	
004H	Rio Yapacani (Puente)	17° 24'	63° 43'	5970.0	283.0	25	7	1994	-	-	-	25	7	1994	31	12	1994
4. WATER LEVEL DATA OF THE TRIBUTARY OF RIO PALACIOS																	
003H	Rio Palometillas (Puente)	17° 23'	63° 32'	261.5	290.0	20	7	1994	-	-	-	20	7	1994	31	12	1994

3. LIST OF DISCHARGE GAUGING STATIONS AND COLLECTED DATA

Station No.	Station Name	Location		Catchment Area (km ²)	Elevation (El. m)	Observation Started				Data Collected							
		Latitude	Longitude			Manual		Automatic		Beginning		End					
						Day	Mon. Year	Day	Mon. Year	Day	Mon. Year	Day	Mon. Year				
1. DISCHARGE DATA OF THE RIO PIRAY																	
0506	Angostura	18° 09' 59"	63° 34' 05"	1417.7	620							24	12	1975	31	12	1993
0510	La Belgica	17° 32'	63° 13'	2815.3	348							1	4	1976	31	12	1991
0505	Bermejo	18° 06'	63° 38'	477.4	1000							17	1	1976	31	12	1993
0504	Colorado	18° 08'	63° 08'	102.3	1020							10	9	1981	31	12	1993
0512	Eisenhower	17° 19'	63° 19'	4010.0	279.5							4	2	1977	31	12	1991
0520	Espejos	17° 58' 30"	63° 34' 17"	236.0	496.7							27	11	1976	31	12	1993
0530	San Pedro de Terevinto	17° 43' 05"	63° 26'	165.0	450							6	10	1988	25	11	1993
2. DISCHARGE DATA OF THE RIO GRANDE																	
0401	Puente Abapo			60600.0								1	1	1964	30	9	1981
0402	Puerto Pailas	17° 40'	62° 47'	74500.0								13	6	1971	31	3	1974
3. DISCHARGE DATA OF THE RIO YAPACANI																	
004H	Rio Yapacani (Puente)	17° 24'	63° 43'	5970.0	283.0	15	9	1993	-	-	-	15	9	1993	23	11	1994
4. DISCHARGE DATA OF TRIBUTARY OF THE RIO PALACIOS																	
003H	Rio Palometillas (Puente)	17° 23'	63° 32'	261.5	290	2	7	1991	-	-	-	2	7	1991	8	12	1994

TABLA 5.4.1 CONDICIONES METEO-HIDROLOGICAS EN EL AREA DE ESTUDIO

Station	MONTH												Annual	
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
1. MONTHLY AVERAGE TEMPERATURE													(Unit: °C)	Average
5806 SC - Trompillo	Max.	30.4	30.5	30.1	28.5	26.0	23.9	24.6	27.4	29.2	30.5	30.8	30.8	28.6
	Mean	26.4	26.3	25.8	24.2	22.0	20.3	20.2	22.6	24.5	26.0	26.8	26.7	24.3
	Min.	21.4	21.4	20.8	19.0	17.4	16.5	15.3	16.5	18.4	19.8	20.7	21.3	18.5
61NP Saavedra	Max.	30.4	30.4	30.4	29.0	27.0	25.3	25.9	28.5	30.2	30.9	30.4	30.1	29.0
	Mean	26.0	25.2	24.9	23.4	21.6	19.9	20.2	21.3	23.9	25.2	24.4	25.3	23.4
	Min.	21.5	21.3	20.6	18.9	17.2	15.4	14.5	15.6	17.8	19.5	19.8	20.7	18.6
Okinawa 2	Max.	30.6	30.8	30.8	29.5	26.8	25.3	25.6	28.5	29.5	31.4	31.3	30.9	29.7
	Mean	26.0	25.7	25.4	24.2	21.6	19.9	19.6	21.8	23.3	25.6	26.1	26.1	23.8
	Min.	21.7	21.2	20.8	19.4	17.2	15.5	14.1	15.9	17.4	19.6	20.7	21.5	18.7
Col. San Juan de Yapacani	Max.	30.6	30.8	30.9	29.7	27.0	25.4	25.9	27.7	28.8	30.7	30.7	30.6	29.1
	Mean	26.3	26.4	26.2	24.7	22.5	20.8	20.6	21.8	23.1	25.2	25.6	26.3	24.1
	Min.	22.0	21.9	21.6	19.7	18.0	16.3	15.3	16.0	17.5	19.7	20.8	21.9	19.2
Data : SC-Trompillo (Jan. 1943 - Dec. 1992), Saavedra (Jan. 1952 - Dec. 1994)														
Okinawa 2 (Apr. 1981 - Dec. 1994), Col. San Juan de Yapacani (Jan. 1973 - Dec. 1994)														
2. MONTHLY AVERAGE RELATIVE HUMIDITY													(Unit: %)	Average
5806 SC - Trompillo	75.0	75.0	75.0	74.0	76.0	76.0	69.0	61.0	60.0	64.0	67.0	71.0	70.3	
61NP Saavedra	75.0	76.0	73.0	72.0	73.0	71.0	63.0	56.0	56.0	61.0	66.0	73.0	68.0	
Okinawa 2	83.2	82.0	82.6	81.7	81.2	79.0	73.4	69.0	68.5	70.9	75.7	79.5	74.8	
Col. San Juan de Yapacani	80.1	79.7	77.8	77.3	78.2	78.4	73.7	69.8	69.2	70.3	74.0	78.5	75.6	
Data : SC-Trompillo (Jan. 1943 - Dec. 1992), Saavedra (Jan. 1956 - Dec. 1992)														
Okinawa 2 (Apr. 1981 - Dec. 1994), Col. San Juan de Yapacani (Jan. 1973 - Dec. 1994)														
3. MONTHLY AVERAGE RAINFALL AND RAINY DAYS													(Unit: mm)	Total
5806 SC - Trompillo	181.5	137.3	126.0	104.3	90.0	75.2	61.8	42.9	70.9	99.3	130.1	181.9	1301.2	
	13	12	11	9	10	8	6	4	5	7	9	12	108	
61NP Saavedra	224.1	161.4	114.0	84.5	83.5	69.3	45.2	48.2	71.9	106.5	147.1	200.4	1356.1	
	13	11	10	7	8	5	4	4	5	7	9	12	94	
Okinawa 2	200.8	166.1	109.4	82.9	88.8	58.3	48.4	52.1	66.8	101.5	122.6	176.5	1274.2	
	11	10	8	6	6	5	3	3	4	6	7	10	77	
Col. San Juan de Yapacani	301.7	239.4	180.3	122.7	156.9	97.4	69.2	77.9	83.9	134.0	161.3	272.7	1897.5	
	17	15	13	10	10	8	6	5	6	9	10	15	125	
Data : SC-Trompillo (Jan. 1943 - Dec. 1994), Saavedra (Jan. 1952 - Dec. 1994)														
Okinawa 2 (Jan. 1969 - Dec. 1994), Col. San Juan de Yapacani (Jan. 1960 - Dec. 1994)														
4. MONTHLY AVERAGE WIND SPEED AND DIRECTION													(Unit: knot, 1 knot = 0.514 m/s)	Average
5806 SC - Trompillo	NW-09	NW-09	NW-08	NW-08	NW-09	NW-11	NW-11	NW-11	NW-11	NW-10	NW-10	NW-09	NW-10	
61NP Saavedra	N-07	N-07	N-07	S-08	S-10	N-11	N-12	N-11	S-11	N-10	N-09	N-08	N-09	
Data : SC-Trompillo (Jan. 1943 - Dec. 1994), Saavedra (Feb. 1979 - Dec. 1992)														
5. MONTHLY AVERAGE EVAPORATION													(Unit: mm)	Total
SC-Universidad	121.5	108.2	110.6	90.7	74.0	63.2	76.5	96.1	116.7	137.2	133.0	126.5	1254.1	
Col. San Juan de Yapacani	88.0	77.4	95.5	94.1	75.4	65.5	90.4	105.4	114.7	123.1	111.8	93.9	1142.0	
Data : SC-Universidad (1971 - 1994), Col. San Juan de Yapacani (Jan. 1974 - Sep. 1984)														

**TABLA 5.5.1 RESUMEN DE PRECIPITACIONES MAXIMAS
PROBABLES EDIANTE EL METODO DE GUMBEL**

(Unit : mm)

Return Period (Year)	Probable Maximum Rainfall						
	1 Day	2 Day	3 Day	4 Day	5 Day	6 Day	7 Day
1. 5806 SANTA CRUZ TROMPILLO							
200	292.7	328.2	342.0	357.4	373.1	383.9	388.9
100	265.6	298.7	311.7	326.3	341.2	351.7	357.0
50	238.5	269.1	281.3	295.1	309.3	319.5	325.0
40	229.7	259.5	271.5	285.0	299.0	309.0	314.7
30	218.3	247.2	258.7	272.0	285.6	295.6	301.3
20	202.2	229.6	240.7	253.4	266.6	276.4	282.3
10	174.2	199.1	209.4	221.3	233.7	243.2	249.3
5	145.0	167.3	176.7	187.7	199.4	208.5	214.9
2	100.9	119.3	127.4	137.1	147.5	156.2	162.9
2. 61NP SAAVEDRA							
200	256.9	321.1	369.7	402.1	417.5	452.9	458.8
100	235.1	292.7	336.0	364.7	379.8	411.5	417.3
50	213.2	264.2	302.3	327.2	341.9	369.9	375.6
40	206.1	255.0	291.3	315.1	329.6	356.4	362.1
30	197.0	243.1	277.2	299.4	313.8	339.0	344.7
20	184.0	226.2	257.2	277.2	291.4	314.4	319.9
10	161.4	196.8	222.4	238.6	252.3	271.5	276.9
5	137.9	166.2	186.1	198.3	211.6	226.8	232.1
2	102.4	120.0	131.3	137.4	150.2	159.2	164.4
3. OKINAWA II							
200	266.3	296.2	332.6	345.7	391.3	391.4	416.9
100	243.2	271.2	304.3	316.6	357.3	358.9	382.0
50	220.1	246.1	275.9	287.4	323.2	326.2	346.9
40	212.6	238.0	266.7	278.0	312.2	315.6	335.6
30	202.9	227.5	254.8	265.8	297.9	302.0	320.9
20	189.2	212.6	237.9	248.5	277.7	282.6	300.1
10	165.3	186.7	208.6	218.5	242.5	248.9	263.9
5	140.4	159.7	178.1	187.1	205.9	213.7	226.2
2	102.8	119.0	131.9	139.8	150.5	160.7	169.3
4. COL. SAN JUAN DE YAPACANI							
200	352.4	417.6	440.7	445.8	459.2	471.1	522.5
100	322.4	381.7	404.0	410.7	423.8	435.4	481.0
50	292.2	345.7	367.1	375.4	388.4	399.6	439.2
40	282.4	334.1	355.2	364.0	376.9	388.0	425.8
30	269.8	319.0	339.8	349.3	362.1	373.1	408.3
20	251.9	297.7	317.9	328.4	341.0	351.8	383.6
10	220.8	260.6	279.9	292.0	304.4	314.9	340.6
5	188.3	221.9	240.3	254.1	266.3	276.4	295.7
2	139.3	163.5	180.5	196.9	208.7	218.2	228.0

TABLA 5.6.1 PUNTOS DE ESCORRENTIAS Y PARAMETROS SCS DE LA CUENCA DEL RIO CHANE Y LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS YAPACANICITO-JOCHI-TACUARAL-TEJERIA

1. CHACHMENT CHARACTERISTICS FOR RUNOFF POINTS OF THE RIO CHANE BASIN

Point Code	Sub-catchments	Chachment Area (km ²)	Hydraulic Length (km)	Grand Slope (%)	SCS Curve Number (CN)	CBR method Lag Time (hr)	Velocity (m/sec)
P-1	A-1_11,B-1_3,C-1_8,D-1	2519.1	132700.0	0.133	82	36.6	1.01
P-2	A-2_11,B-1_3,C-1_8,D-1	2455.7	120200.0	0.139	82	33.4	1.00
P-2-1	A-2_11,C-1_8,D-1	2231.5	120200.0	0.139	82	33.4	1.00
P-2-2	B-1_3	224.3	50500.0	0.152	82	16.5	0.85
P-3	A-3_11,C-1_8,D-1	2032.8	98200.0	0.118	82	30.4	0.90
P-3-1	D-1,A-3_11	1563.5	98200.0	0.164	82	26.8	1.02
P-3-2	C-1_8	469.3	58500.0	0.198	82	16.7	0.97
P-4	D-1,A-4_11	1398.8	75200.0	0.193	82	20.5	1.02
P-5	D-1,A-5_11	1338.7	71000.0	0.200	82	19.3	1.02
P-5-1	D-1,A-5_10	1063.3	71000.0	0.200	82	19.3	1.02
P-5-2	A-11	275.5	42000.0	0.231	82	12.2	0.96
P-6	D-1,A-6_10	1047.5	67000.0	0.209	82	18.2	1.02
P-6-1	D-1,A-6	456.7	55000.0	0.173	82	16.8	0.91
P-6-2	A-7_9	524.7	67000.0	0.209	82	18.2	1.02
P-6-3	A-10	66.1	28000.0	0.207	82	9.3	0.83
P-7	A-8,A-9	412.0	39000.0	0.223	82	11.7	0.93
P-7-1	A-8	270.1	39000.0	0.223	82	11.7	0.93
P-7-2	A-9	141.9	32000.0	0.225	82	10.0	0.89
P-8	B-2,B-3	217.5	48000.0	0.156	82	15.7	0.85
P-9	B-3	64.0	16000.0	0.213	82	6.0	0.74
P-10	C-2_8	466.1	54500.0	0.202	82	15.7	0.96
P-10-1	C-4_8	233.7	44000.0	0.205	82	13.3	0.92
P-10-2	C-2,C-3	232.4	54500.0	0.202	82	15.7	0.96
P-11	C-3	197.4	40000.0	0.225	82	11.9	0.94
P-12	C-5_8	194.9	32500.0	0.228	82	10.1	0.90
P-12-1	C-7,C-8	62.4	28000.0	0.211	82	9.3	0.84
P-12-2	C-5,C-6	132.5	32500.0	0.228	82	10.1	0.90
P-13	C-6	121.2	28000.0	0.243	82	8.8	0.89
P-14	C-8	38.4	21000.0	0.219	82	7.3	0.80
P-15	D-1	244.8	33000.0	0.188	83	11.0	0.83

2. CHACHMENT CHARACTERISTICS FOR RUNOFF POINTS OF THE YAPACANICITO-JOCHI-TACUARAL-TEJERIA BASIN

River	Point Code	Sub-catchments	Chachment Area (km ²)	Hydraulic Length (km)	Grand Slope (%)	SCS Curve Number (CN)	CBR method Lag Time (hr)	Velocity (m/sec)
Yapacanicito	P_Y1	Y1_1, Y1_2, Y1_3, Y1_4, Y2_1, Y2_2	370.7	61.4	0.099	80	22.7	0.75
	P_Y2	Y1_2, Y1_3, Y1_4, Y2_1, Y2_2	303.9	51.1	0.108	80	19.0	0.75
	P_Y2_1	Y1_2, Y1_3, Y1_4	229.2	51.1	0.108	81	19.0	0.75
	P_Y3	Y1_3, Y1_4	130.8	31.5	0.145	83	11.7	0.75
	P_Y4	Y1_4	34.9	11.8	0.200	83	4.9	0.67
	P_Y2_2	Y2_1, Y2_2	74.7	25.9	0.058	81	14.3	0.50
	P_Y5	Y2_2	11.9	6.5	0.083	82	4.3	0.42
Jochi	P_J1	J_1, J_2, J_3, J_4	148.0	46.8	0.096	80	18.6	0.70
	P_J2	J_2, J_3, J_4	106.4	33.2	0.106	81	13.8	0.67
	P_J3	J_3, J_4	94.6	31.1	0.108	82	13.0	0.67
	P_J4	J_4	18.3	5.0	0.120	82	3.1	0.46
Tacuaral	P_T1	T_1, T_2, T_3, T_4	252.8	49.7	0.121	80	17.8	0.77
	P_T2	T_2, T_3, T_4	214.6	39.5	0.140	80	14.1	0.78
	P_T2_1	T_2	88.2	26.0	0.100	80	11.7	0.62
	P_T3	T_3, T_4	126.4	37.7	0.142	80	13.6	0.77
	P_T4	T_4	49.4	13.2	0.200	81	5.3	0.69
Tejeria	P_TJ1	TJ_1	43.6	17.0	0.180	82	6.7	0.70

TABLA 5.7.1. AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE CHANE-PAILON SIN TRABAJOS DE MITIGACION DE LAS INUNDACIONES NI MEJORAS DEL DRENAJE

Target Area	Distance (km)	Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)					Inundation Area (km ²)				
			Return Period (Year)					Return Period (Year)				
			2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. DOWNSTREAM OF ROUTE 9	185.80	845.1	0.68	0.90	1.06	1.19	1.36	601.3	725.6	779.7	799.2	820.7
B. UPSTREAM OF ROUTE 9	24.40	179.1	0.19	0.28	0.37	0.46	0.58	49.5	68.5	83.3	97.3	115.7
1. RIO CHANE	35.00	107.4	0.88	1.18	1.39	1.57	1.81	93.3	106.0	107.4	107.4	107.4
1-1 Jct. Rio Piray - Jct. Qda. Chacras	12.50	63.4	1.24	1.57	1.72	1.86	2.03	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4
1-2 Jct. Qda. Chacras - Jct. Qda. Chané	22.50	44.0	0.68	0.97	1.20	1.41	1.69	29.9	42.7	44.0	44.0	44.0
2. RIO PAILON	42.90	260.5	0.58	0.77	0.93	1.07	1.27	170.4	182.6	190.0	197.7	209.3
2-1 Jct. Rio Chané - Route 9	23.50	164.7	0.97	1.26	1.49	1.69	1.96	159.8	164.7	164.7	164.7	164.7
2-2 Route 9 - Jct. A. Saucos	8.00	50.8	0.13	0.22	0.32	0.42	0.56	6.6	11.2	16.3	21.3	28.4
2-3 Jct. A. Saucos - Okinawa II	11.40	45.0	0.09	0.15	0.20	0.26	0.36	4.1	6.8	9.0	11.7	16.2
3. QDA. CHANE	43.30	159.5	0.33	0.50	0.63	0.75	0.88	56.9	81.1	100.7	112.4	123.2
3-1 Qda. Chané: Jct. Rio Chané - Route 9	18.00	38.2	0.17	0.39	0.56	0.70	0.85	6.5	14.9	21.4	26.7	32.5
3-2 Qda. Chané: Upstream of Route 9	1.00	22.0	0.68	0.86	0.96	1.05	1.16	15.0	18.9	21.1	22.0	22.0
3-3 Qda. Toro: Jct. Qda. Chané - Route 9	15.50	50.1	0.67	0.83	0.96	1.09	1.24	33.6	41.6	48.1	50.1	50.1
3-4 Qda. Toro: Upstream of Route 9	1.00	18.0	0.05	0.17	0.26	0.39	0.56	0.9	3.1	4.7	7.0	10.1
3-5 Qda. Maras: Jct. Qda. Toro - Route 9	6.80	23.9	0.04	0.08	0.15	0.17	0.22	1.0	1.9	3.6	4.1	5.3
3-6 Qda. Maras: Upstream of Route 9	1.00	7.3	0.00	0.10	0.24	0.33	0.45	0.0	0.7	1.7	2.4	3.3
4. CHANE - CHACRAS	63.00	318.9	0.73	0.93	1.07	1.18	1.32	233.1	296.8	318.9	318.9	318.9
4-1 Qda. Chacras: Jct. Rio Chané - Route 9	36.00	160.2	0.73	0.93	1.07	1.18	1.32	117.0	149.0	160.2	160.2	160.2
4-2 Qda. Chacras: Upstream of Route 9	1.00	4.0	0.80	1.05	1.19	1.33	1.49	3.2	4.0	4.0	4.0	4.0
4-3 Chané Drainage	26.00	154.7	0.73	0.93	1.07	1.18	1.32	112.9	143.9	154.7	154.7	154.7
5. OKINAWA DRAINAGE	26.00	177.9	0.55	0.73	0.85	0.93	1.07	97.1	127.5	146.1	160.2	177.6
5-1 Downstream of Route 9	25.00	145.9	0.53	0.71	0.82	0.90	1.04	77.3	103.6	119.6	131.3	145.9
5-2 Upstream of Route 9	1.00	32.0	0.97	1.30	1.50	1.68	1.90	19.8	23.9	26.5	28.8	31.7

TABLA 5.7.2 AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE CHANE-PAILON CON MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE (ALTERNATIVA I)

Target Area	Distance (km)	Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)					Inundation Area (km ²)				
			Return Period (Year)					Return Period (Year)				
			2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. DOWNSTREAM OF ROUTE 9	185.80	845.1	0.17	0.33	0.51	0.67	0.83	106.6	196.8	325.5	443.7	554.4
B. UPSTREAM OF ROUTE 9	24.40	179.1	0.06	0.23	0.32	0.41	0.52	26.5	53.4	67.4	82.5	100.8
1. RIO CHANE	35.00	107.4	0.78	1.21	1.45	1.67	1.93	84.5	103.4	107.4	107.4	107.4
1-1 Jct. Río Piray - Jct. Qda. Chacras	12.50	63.4	1.33	1.76	1.91	2.16	2.50	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4
1-2 Jct. Qda. Chacras - Jct. Qda. Chané	22.50	44.0	0.48	0.91	1.19	1.40	1.61	21.1	40.0	44.0	44.0	44.0
2. RIO PAILON	42.90	260.5	0.04	0.14	0.27	0.42	0.59	11.6	36.9	72.2	115.1	162.5
2-1 Jct. Río Chané - Route 9	23.50	164.7	0.05	0.09	0.26	0.47	0.70	8.2	14.8	42.8	77.4	115.3
2-2 Route 9 - Jct. A. Saucés	8.00	50.8	0.04	0.31	0.41	0.52	0.62	2.0	15.7	20.8	26.4	31.5
2-3 Jct. A. Saucés - Okinawa II	11.40	45.0	0.03	0.14	0.19	0.25	0.35	1.4	6.3	8.6	11.3	15.8
3. QDA. CHANE	43.30	159.5	0.06	0.14	0.26	0.35	0.44	14.4	28.2	46.6	59.5	75.9
3-1 Qda. Chané: Jct. Río Chané - Route 9	18.00	38.2	0.00	0.05	0.14	0.23	0.31	0.0	1.9	5.3	8.8	11.8
3-2 Qda. Chané: Upstream of Route 9	1.00	22.0	0.19	0.38	0.43	0.49	0.58	4.2	8.4	9.5	10.8	12.8
3-3 Qda. Toro: Jct. Qda. Chané - Route 9	15.50	50.1	0.16	0.29	0.46	0.56	0.70	8.0	14.5	23.1	28.1	35.1
3-4 Qda. Toro: Upstream of Route 9	1.00	18.0	0.12	0.15	0.23	0.32	0.46	2.2	2.7	4.1	5.8	8.3
3-5 Qda. Maras: Jct. Qda. Toro - Route 9	6.80	23.9	0.00	0.01	0.13	0.16	0.20	0.0	0.2	3.1	3.8	4.8
3-6 Qda. Maras: Upstream of Route 9	1.00	7.3	0.00	0.06	0.21	0.32	0.43	0.0	0.4	1.5	2.3	3.1
4. CHANE - CHACRAS	63.00	318.9	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	28.7	92.5	153.1	200.9
4-1 Qda. Chacras: Jct. Río Chané - Route 9	36.00	160.2	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	14.4	46.5	76.9	100.9
4-2 Qda. Chacras: Upstream of Route 9	1.00	4.0	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	0.4	1.2	1.9	2.5
4-3 Chané Drainage	26.00	154.7	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	13.9	44.9	74.2	97.4
5. OKINAWA DRAINAGE	26.00	177.9	0.06	0.26	0.39	0.49	0.60	22.6	53.1	74.2	91.1	108.6
5-1 Downstream of Route 9	25.00	145.9	0.04	0.23	0.36	0.46	0.56	5.8	33.6	52.5	67.1	81.7
5-2 Upstream of Route 9	1.00	32.0	0.60	0.94	1.13	1.31	1.53	16.8	19.5	21.7	24.0	26.9

TABLA 5.7.3 AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE CHANE-PAILON CON MITIGACION DE LAS INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE (ALTERNATIVA II)

Target Area	Distance (km)		Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)					Inundation Area (km ²)				
				Return Period (Year)					Return Period (Year)				
				2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. DOWNSTREAM OF ROUTE 9	185.80	845.1	0.31	0.46	0.64	0.80	0.96	106.6	196.8	325.5	443.7	554.4	
B. UPSTREAM OF ROUTE 9	24.40	179.1	0.06	0.23	0.32	0.41	0.52	26.5	53.4	67.4	82.5	100.8	
1. RIO CHANE	35.00	107.4	1.49	1.93	2.14	2.33	2.59	84.5	103.4	107.4	107.4	107.4	
1-1 Jct. Río Piray - Jct. Qda. Chacras	12.50	63.4	1.68	2.10	2.29	2.46	2.65	63.4	63.4	63.4	63.4	63.4	
1-2 Jct. Qda. Chacras - Jct. Qda. Chané	22.50	44.0	1.38	1.83	2.06	2.26	2.56	21.1	40.0	44.0	44.0	44.0	
2. RIO PAILON	42.90	260.5	0.04	0.14	0.27	0.42	0.59	11.6	36.9	72.2	115.1	162.5	
2-1 Jct. Río Chané - Route 9	23.50	164.7	0.05	0.09	0.26	0.47	0.70	8.2	14.8	42.8	77.4	115.3	
2-2 Route 9 - Jct. A. Saucés	8.00	50.8	0.04	0.31	0.41	0.52	0.62	2.0	15.7	20.8	26.4	31.5	
2-3 Jct. A. Saucés - Okinawa II	11.40	45.0	0.03	0.14	0.19	0.25	0.35	1.4	6.3	8.6	11.3	15.8	
3. QDA. CHANE	43.30	159.5	0.06	0.14	0.26	0.35	0.44	14.4	28.2	46.6	59.5	75.9	
3-1 Qda. Chané: Jct. Río Chané - Route 9	18.00	38.2	0.00	0.05	0.14	0.23	0.31	0.0	1.9	5.3	8.8	11.8	
3-2 Qda. Chané: Upstream of Route 9	1.00	22.0	0.19	0.38	0.43	0.49	0.58	4.2	8.4	9.5	10.8	12.8	
3-3 Qda. Toro: Jct. Qda. Chané - Route 9	15.50	50.1	0.16	0.29	0.46	0.56	0.70	8.0	14.5	23.1	28.1	35.1	
3-4 Qda. Toro: Upstream of Route 9	1.00	18.0	0.12	0.15	0.23	0.32	0.46	2.2	2.7	4.1	5.8	8.3	
3-5 Qda. Maras: Jct. Qda. Toro - Route 9	5.80	23.9	0.00	0.01	0.13	0.16	0.20	0.0	0.2	3.1	3.8	4.8	
3-6 Qda. Maras: Upstream of Route 9	1.00	7.3	0.00	0.06	0.21	0.32	0.43	0.0	0.4	1.5	2.3	3.1	
4. CHANE - CHACRAS	63.00	318.9	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	28.7	92.5	153.1	200.9	
4-1 Qda. Chacras: Jct. Río Chané - Route 9	36.00	160.2	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	14.4	46.5	76.9	100.9	
4-2 Qda. Chacras: Upstream of Route 9	1.00	4.0	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	0.4	1.2	1.9	2.5	
4-3 Chané Drainage	26.00	154.7	0.00	0.09	0.29	0.48	0.63	0.0	13.9	44.9	74.2	97.4	
5. OKINAWA DRAINAGE	26.00	177.9	0.06	0.26	0.39	0.49	0.60	22.6	53.1	74.2	91.1	108.6	
5-1 Downstream of Route 9	25.00	145.9	0.04	0.23	0.36	0.46	0.56	5.8	33.6	52.5	67.1	81.7	
5-2 Upstream of Route 9	1.00	32.0	0.60	0.94	1.13	1.31	1.53	16.8	19.5	21.7	24.0	26.9	

**TABLA 5.7.4 AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE SAN JUAN-
ANTOFAGASTA SIN TRABAJOS DE MITIGACION DE
LAS INUNDACIONES NI MEJORAS DEL DRENAJE**

Target Area	Distance (km)	Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)					Inundation Area (km ²)				
			Return Period (Year)					Return Period (Year)				
			2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. WHOLE AREA	111.40	663.1	0.29	0.42	0.48	0.53	0.59	315.8	419.5	464.2	495.0	533.4
1. SAN JUAN	63.20	355.1	0.48	0.69	0.79	0.88	0.97	187.8	259.4	283.4	297.6	315.8
1-1 Arroyo Yapacanicito: Downstream	32.40	165.0	0.77	0.97	1.07	1.16	1.25	127.1	160.1	165.0	165.0	165.0
1-2 Arroyo Yapacanicito: Mid-stream	21.30	96.0	0.24	0.47	0.59	0.68	0.78	23.0	45.1	56.6	65.3	74.9
1-3 San Juan Drainage Main: km 24 - km 28		15.5	0.49	0.50	0.50	0.50	0.54	7.6	7.8	7.8	7.8	8.4
1-4 San Juan Drainage Main: km 17 - km 9		35.0	0.32	0.59	0.69	0.75	0.83	11.2	20.7	24.2	26.3	29.1
1-5 Arroyo Tejeria: Downstream of Road Main	7.50	14.0	0.06	0.26	0.40	0.54	0.68	0.8	3.6	5.6	7.6	9.5
1-6 Arroyo Tejeria: Upstream of Road Main	2.00	29.6	0.61	0.75	0.82	0.87	0.98	18.1	22.2	24.3	25.8	29.0
2. ANTOFAGASTA	48.20	308.0	0.37	0.50	0.59	0.66	0.74	128.0	160.1	180.8	197.4	217.6
2-1 Arroyo Jochi: Mid-stream	7.00	76.0	0.16	0.26	0.32	0.37	0.41	12.2	19.8	24.3	28.1	31.2
2-2 Arroyo Jochi: Upstream	18.60	24.0	0.31	0.47	0.60	0.70	0.81	7.4	11.3	14.4	16.8	19.4
2-3 Arroyo Tacuara: Mid-stream	6.20	159.0	0.54	0.63	0.69	0.74	0.81	85.9	100.2	109.7	117.7	128.8
2-4 Arroyo Tacuara: Upstream	16.40	49.0	0.46	0.59	0.66	0.71	0.78	22.5	28.9	32.3	34.8	38.2

**TABLA 5.7.5 AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE SAN JUAN-
ANTOFAGASTA CON MITIGACION DE LAS
INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE
(ALTERNATIVA I)**

Target Area	Distance (km)	Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)			Inundation Area (km ²)						
			Return Period (Year)			Return Period (Year)						
			2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. WHOLE AREA	111.40	663.1	0.21	0.30	0.37	0.43	0.51	160.2	223.7	253.9	285.8	326.4
1. SAN JUAN												
1-1 Arroyo Yapacanicito: Downstream	63.20	355.1	0.35	0.49	0.60	0.71	0.83	133.7	182.4	202.0	223.6	250.3
1-2 Arroyo Yapacanicito: Mid-stream	32.40	165.0	0.81	1.01	1.13	1.22	1.32	133.7	165.0	165.0	165.0	165.0
1-3 San Juan Drainage Main: km 24 - km 28	21.30	96.0	0.00	0.04	0.11	0.21	0.32	0.0	3.8	10.6	20.2	30.7
1-4 San Juan Drainage Main: km 17 - km 9		15.5	0.00	0.13	0.21	0.28	0.41	0.0	2.0	3.3	4.4	6.4
1-5 Arroyo Tejeria: Downstream of Road Main	7.50	35.0	0.00	0.23	0.38	0.51	0.70	0.0	8.1	13.3	17.9	24.5
1-6 Arroyo Tejeria: Upstream of Road Main	2.00	14.0	0.00	0.10	0.26	0.45	0.63	0.0	1.4	3.7	6.3	8.9
2. ANTOFAGASTA												
2-1 Arroyo Jochi: Mid-stream	48.20	308.0	0.25	0.37	0.45	0.51	0.59	26.6	41.3	51.9	62.2	76.1
2-2 Arroyo Jochi: Upstream	7.00	76.0	0.00	0.06	0.12	0.17	0.21	0.0	4.6	9.1	12.9	16.0
2-3 Arroyo Tacuaral: Mid-stream	18.60	24.0	0.31	0.47	0.60	0.70	0.81	7.4	11.3	14.4	16.8	19.4
2-4 Arroyo Tacuaral: Upstream	6.20	159.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.0	0.0	0.0	1.6	6.4
	16.40	49.0	0.39	0.52	0.58	0.63	0.70	19.1	25.5	28.4	30.9	34.3

**TABLA 5.7.6 AREA INUNDADA Y PROFUNDIDAD DE SAN JUAN-
ANTOFAGASTA CON MITIGACION DE LAS
INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE
(ALTERNATIVA II)**

Target Area	Distance (km)	Potential Inundation Area (km ²)	Inundation Depth (m)					Inundation Area (km ²)				
			Return Period (Year)					Return Period (Year)				
			2	5	10	20	50	2	5	10	20	50
A. WHOLE AREA	111.40	663.1	0.22	0.31	0.38	0.44	0.50	161.9	228.1	258.2	286.9	322.5
1. SAN JUAN	63.20	355.1	0.35	0.51	0.62	0.72	0.82	135.3	186.8	206.2	224.7	246.5
1-1 Arroyo Yapacanicito: Downstream	32.40	165.0	0.82	1.03	1.15	1.24	1.33	135.3	165.0	165.0	165.0	165.0
1-2 Arroyo Yapacanicito: Mid-stream	21.30	96.0	0.00	0.11	0.19	0.26	0.34	0.0	10.6	18.2	25.0	32.6
1-3 San Juan Drainage Main: km 24 - km 28		15.5	0.00	0.13	0.21	0.28	0.36	0.0	2.0	3.2	4.3	5.6
1-4 San Juan Drainage Main: km 17 - km 9		35.0	0.00	0.16	0.28	0.41	0.56	0.0	5.8	9.9	14.3	19.4
1-5 Arroyo Tejeria: Downstream of Road Main	7.50	14.0	0.00	0.10	0.26	0.45	0.63	0.0	1.4	3.7	6.3	8.9
1-6 Arroyo Tejeria: Upstream of Road Main	2.00	29.6	0.00	0.07	0.21	0.33	0.50	0.0	2.1	6.2	9.9	14.9
2. ANTOFAGASTA	48.20	308.0	0.25	0.37	0.45	0.51	0.59	26.6	41.3	51.9	62.2	76.1
2-1 Arroyo Jochi: Mid-stream	7.00	76.0	0.00	0.06	0.12	0.17	0.21	0.0	4.6	9.1	12.9	16.0
2-2 Arroyo Jochi: Upstream	18.60	24.0	0.31	0.47	0.60	0.70	0.81	7.4	11.3	14.4	16.8	19.4
2-3 Arroyo Tacuaral: Mid-stream	6.20	159.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.0	0.0	0.0	1.6	6.4
2-4 Arroyo Tacuaral: Upstream	16.40	49.0	0.39	0.52	0.58	0.63	0.70	19.1	25.5	28.4	30.9	34.3

TABLA 5.8.1 RESUMEN DE LAS PRECIPITACIONES MENSUALES PROBABLES DE SEQUIA MEDIANTE LA DISTRIBUCION LOG-NORMAL

(Unit : mm)

Return Period (Year)	Probable Monthly Rainfall for Drought						Annual Rainfall
	1 Month	2 Month	3 Month	4 Month	5 Month	6 Month	
1. 5806 SANTA CRUZ TROMPILLO							
200	0.1	2.7	21.2	48.2	75.0	117.1	623.9
100	0.1	3.5	24.7	54.8	84.8	130.2	667.6
50	0.1	4.7	29.3	63.2	97.3	146.7	720.3
20	0.3	7.3	37.7	78.1	119.0	174.6	805.1
10	0.5	10.7	47.0	93.9	142.1	203.5	887.6
5	1.1	17.0	61.5	117.7	176.4	245.4	1000.1
2	5.1	41.1	103.0	181.1	266.7	350.8	1256.0
2. 61NP SAAVEDRA							
200	0.0	0.3	15.1	37.3	65.4	104.5	629.6
100	0.0	0.4	17.9	42.7	73.9	116.5	675.9
50	0.0	0.7	21.6	49.6	84.7	131.7	731.7
20	0.1	1.4	28.4	62.0	103.3	157.5	822.0
10	0.2	2.6	36.2	75.3	123.0	184.3	910.4
5	0.4	5.6	48.8	95.5	152.4	223.3	1031.5
2	2.6	24.1	85.9	150.3	229.1	322.1	1309.2
3. OKINAWA H							
200	0.0	0.3	0.4	10.4	29.0	49.7	499.5
100	0.0	0.5	0.7	13.4	35.1	59.0	544.3
50	0.0	0.8	1.2	17.9	43.5	71.3	599.2
20	0.0	1.7	2.8	27.0	59.7	94.2	689.7
10	0.1	3.2	5.6	38.9	78.7	120.3	780.3
5	0.2	7.0	13.4	60.8	110.3	162.2	907.5
2	1.3	31.1	70.3	142.2	210.4	287.1	1210.6
4. COL. SAN JUAN DE YAPACANI							
200	0.3	10.7	23.0	54.2	78.1	154.3	900.4
100	0.4	12.9	27.5	62.6	90.0	172.3	964.6
50	0.6	15.7	33.5	73.5	105.4	194.9	1041.9
20	1.1	21.1	44.8	93.1	132.9	233.5	1166.4
10	1.9	27.4	57.9	114.6	162.9	273.6	1288.0
5	3.8	37.6	79.0	147.8	208.9	332.1	1453.9
2	13.4	68.9	143.2	239.9	335.7	480.8	1832.3

FIGURAS



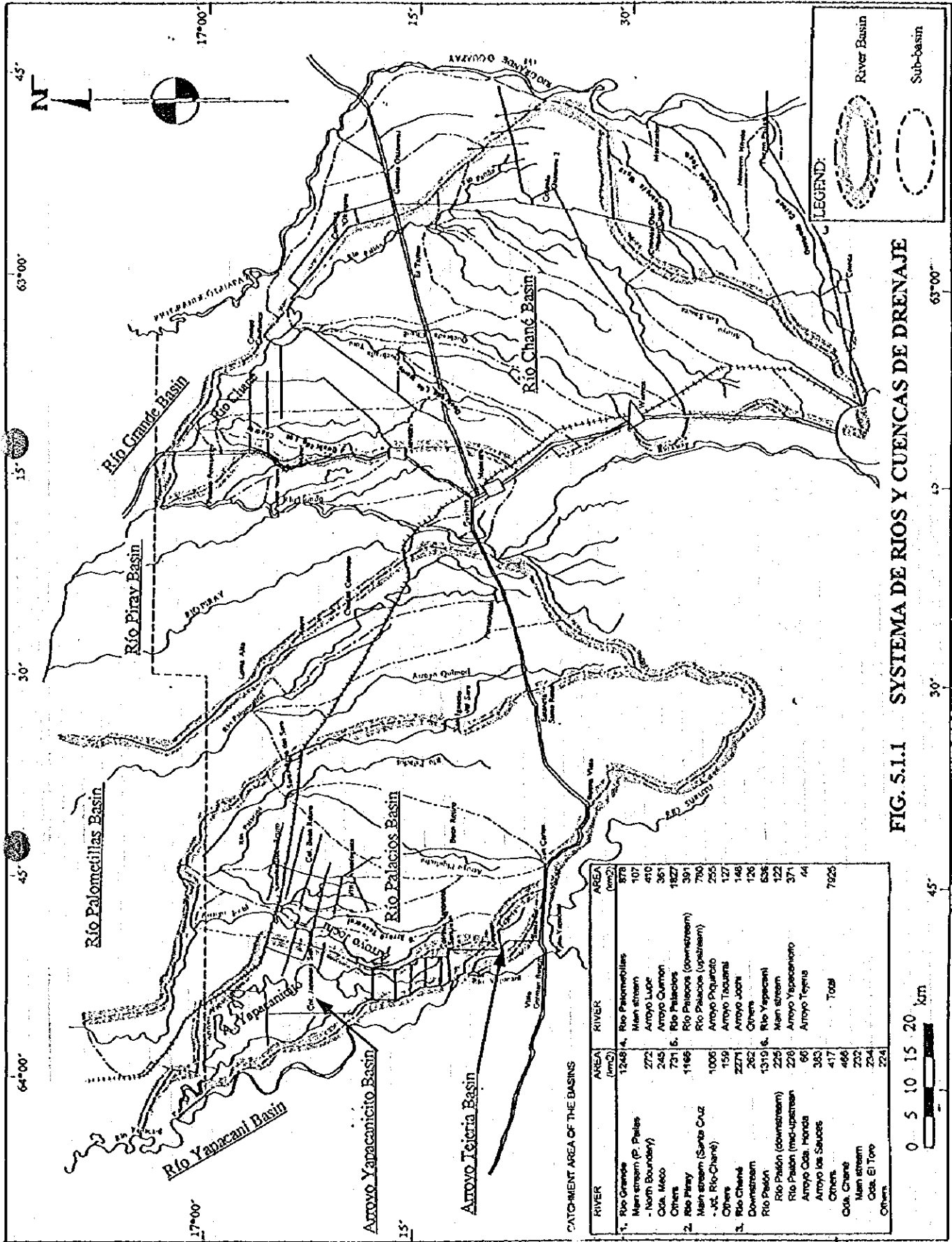
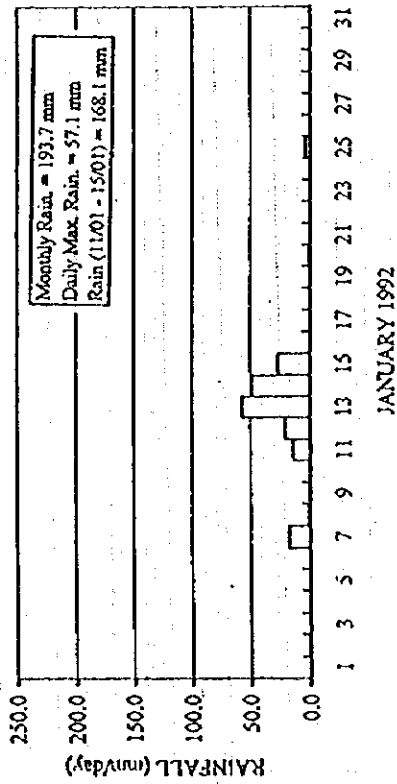
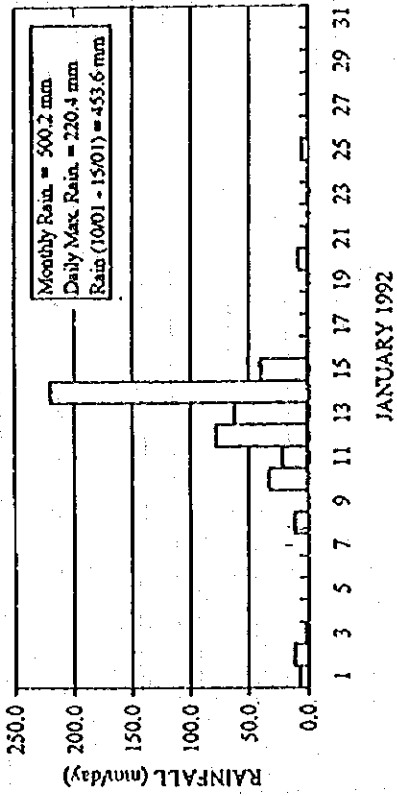


FIG. 5.1.1 SISTEMA DE RIOS Y CUENCAS DE DRENAJE

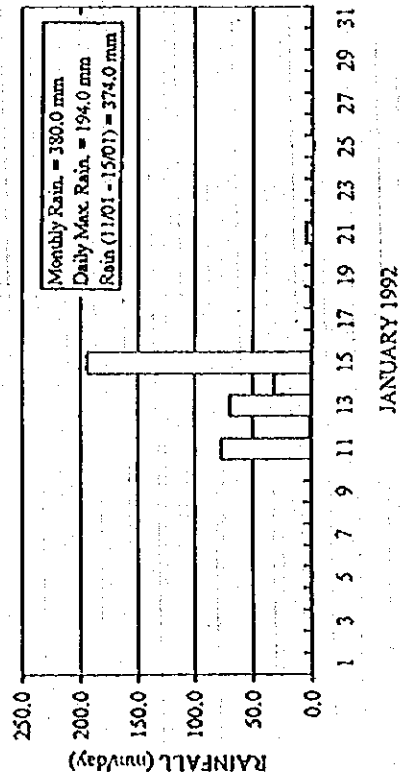
SC-Trompillo (Jan., 1992)



Saavedra (Jan., 1992)



Okinawa 2 (Jan., 1992)



Col. San Juan de Yapacani (Jan., 1992)

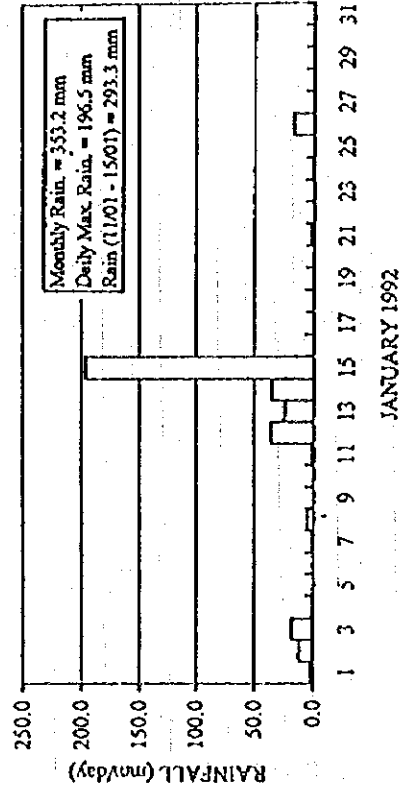
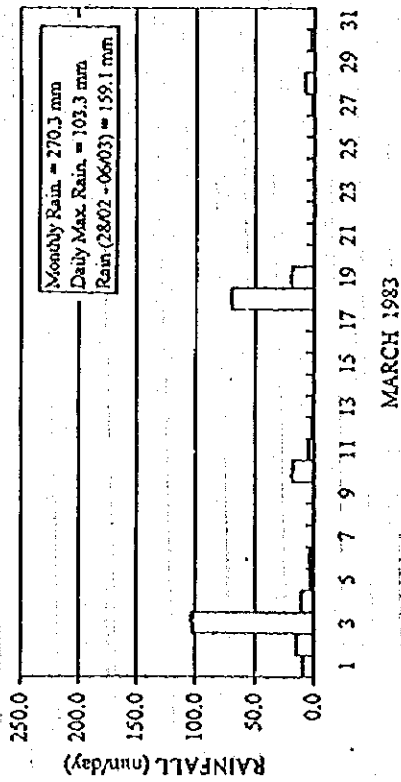
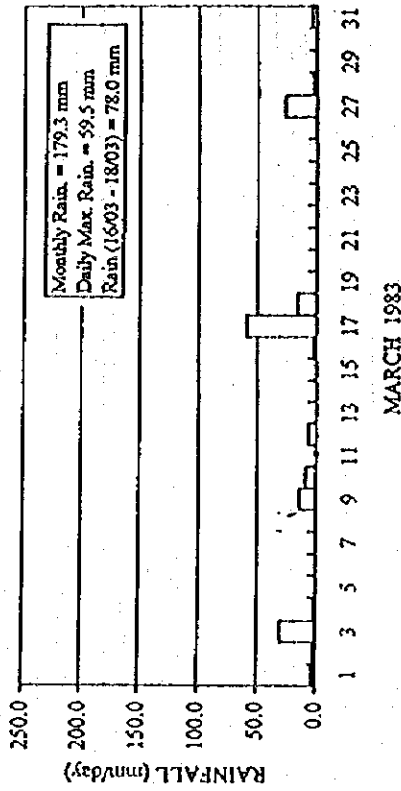


FIG. 5.5.1 PRECIPITACIONES DIARIAS EN ENERO DE 1992

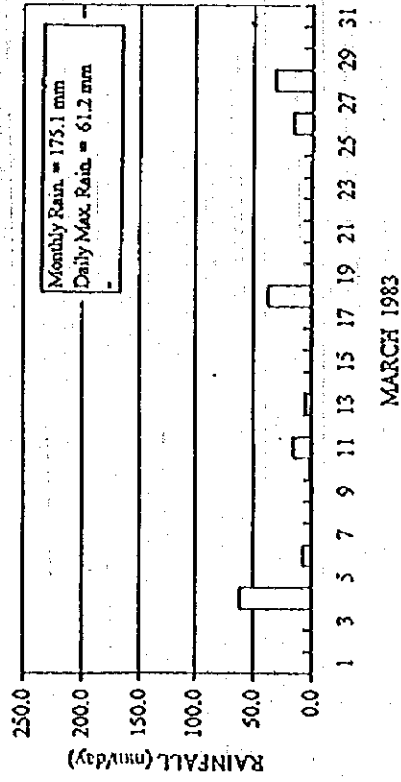
SC-Trompillo (Mar., 1983)



Saavedra (Mar., 1983)



Okinawa 2 (Mar., 1983)



Col. San Juan de Yapacani (Mar., 1983)

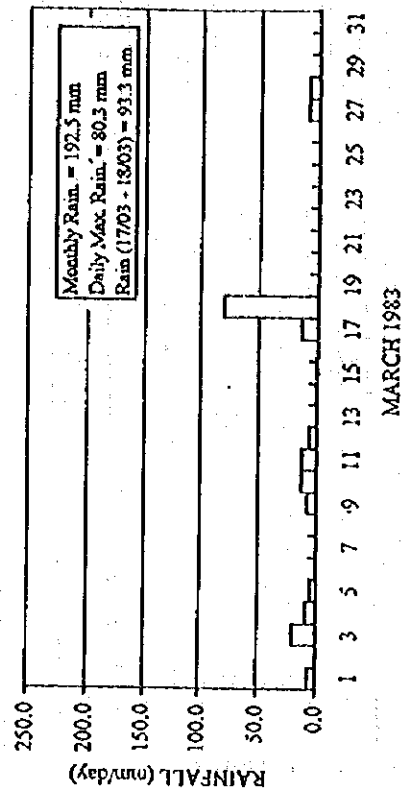
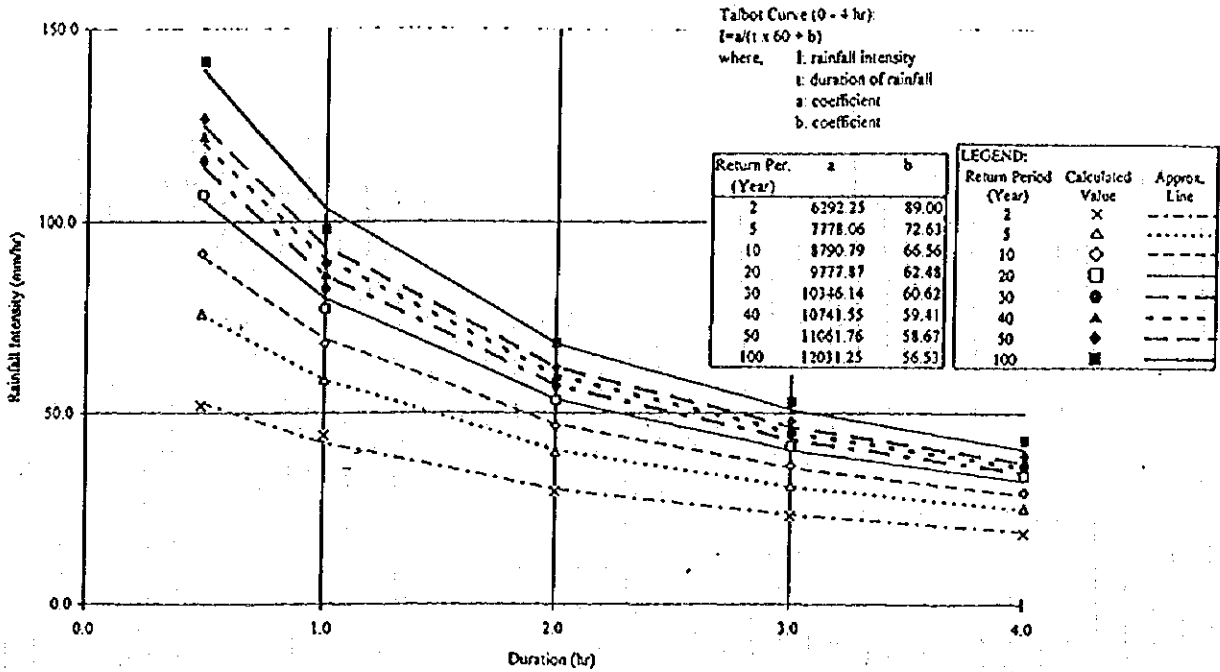


FIG. 5.5.2 PRECIPITACIONES DIARIAS EN MARZO DE 1983

RAINFALL INTENSITY - DURATION CURVE (0 - 4 HRS)
STATION: SAAVEDRA



RAINFALL INTENSITY - DURATION CURVE (4 - 24 HRS)
STATION: SAAVEDRA

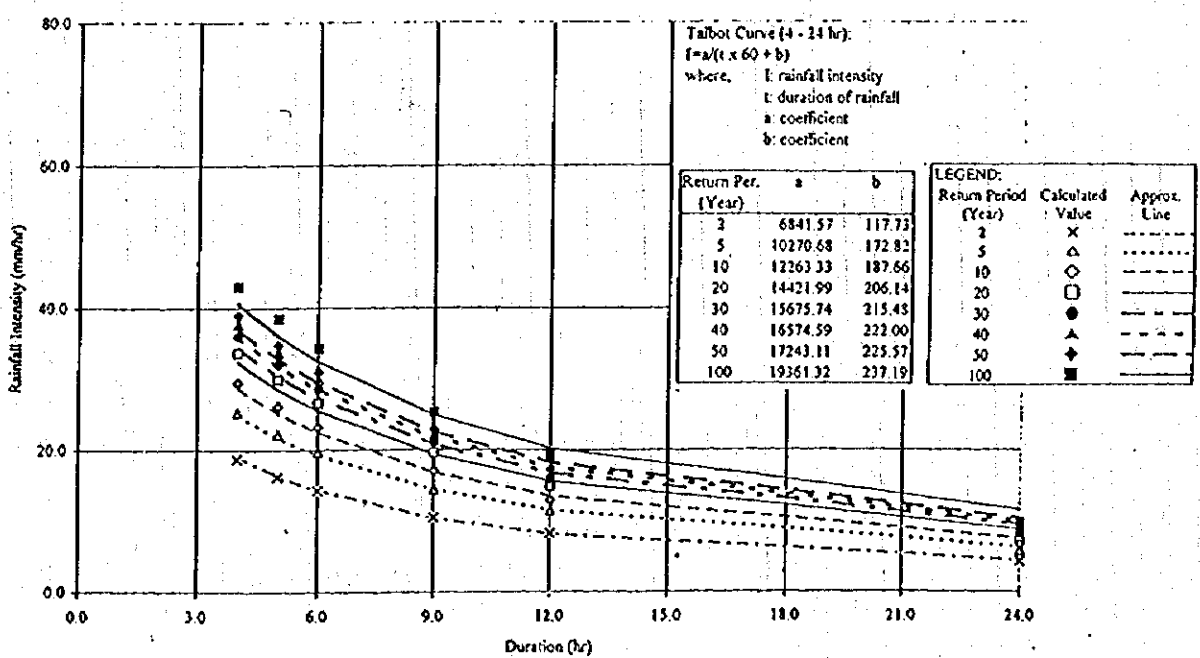
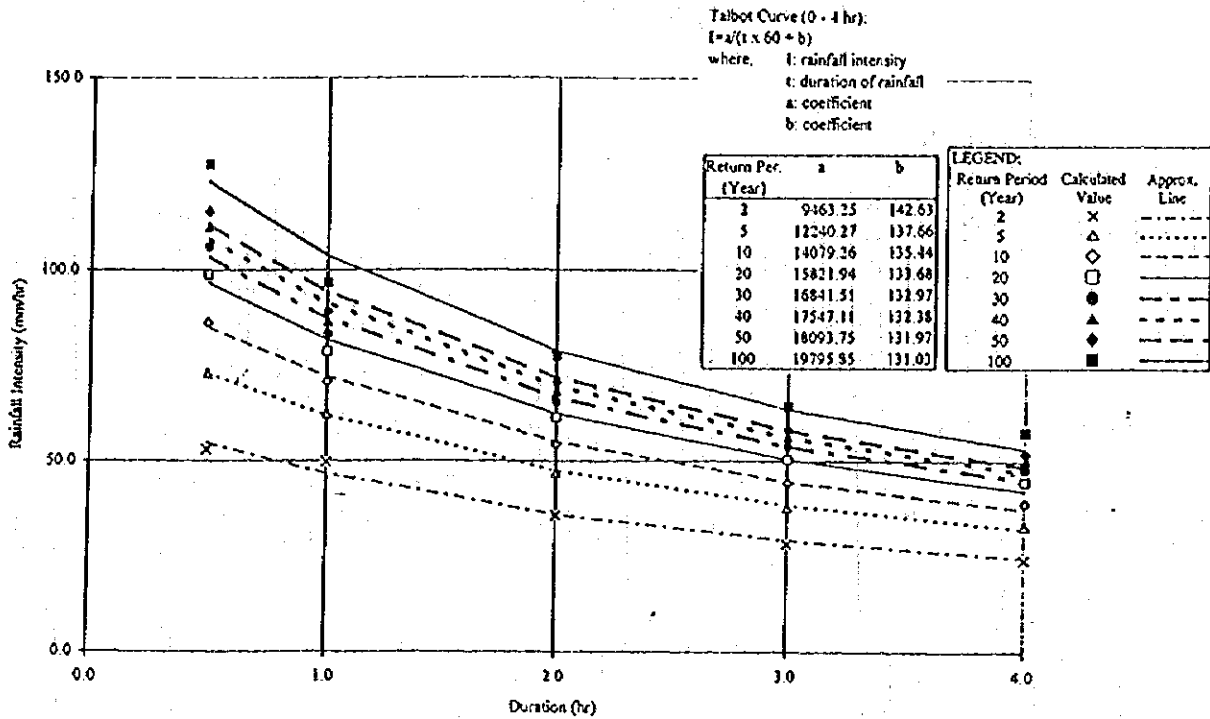


FIG. 5.5.3 CURVAS DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIONES DE SAAVEDRA

RAINFALL INTENSITY - DURATION CURVE (0 - 4 HRS)
STATION: SC-OFICINA



RAINFALL INTENSITY - DURATION CURVE (4 - 24 HRS)
STATION: SC-OFICINA

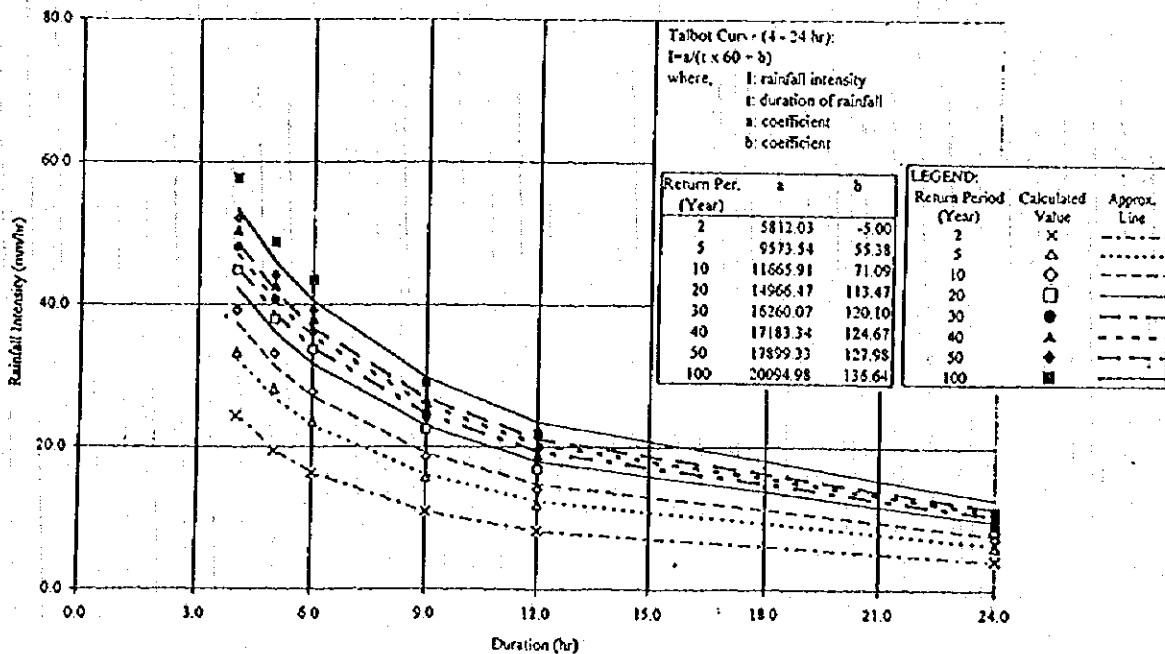
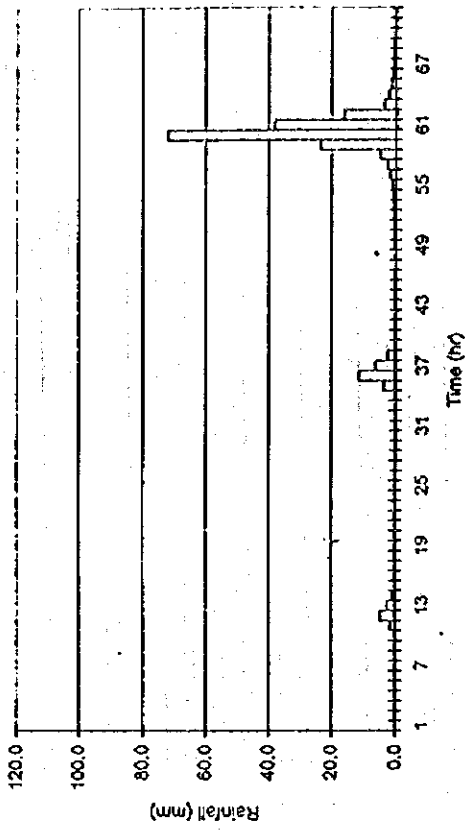
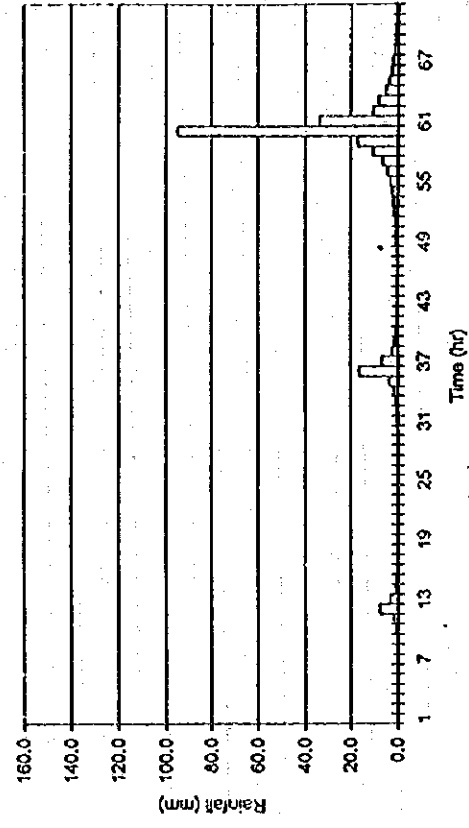


FIG. 5.5.4 CURVAS DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIONES DE SANTA CRUZ-OFICINA

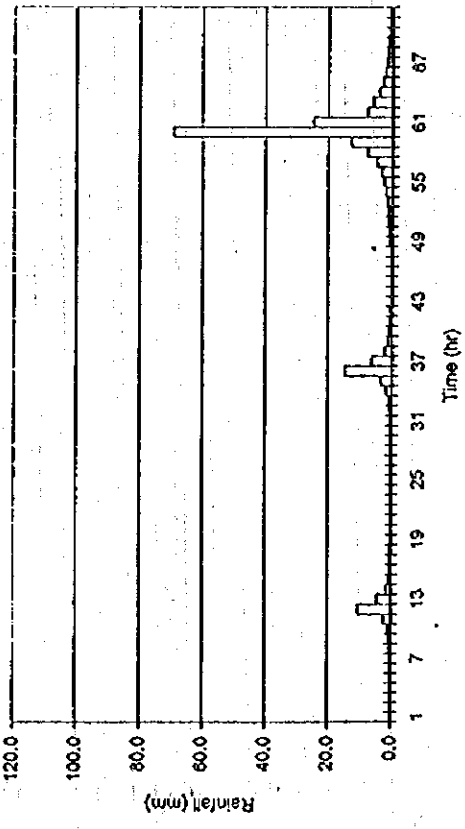
DESIGN RAINFALL OF 10-YEAR FLOOD
STATION: SANTA CRUZ



DESIGN RAINFALL OF 10-YEAR FLOOD
STATION: COL SAN JUAN DE YAPACANI



DESIGN RAINFALL OF 10-YEAR FLOOD
STATION: SAAVEDRA



DESIGN RAINFALL OF 10-YEAR FLOOD
STATION: OKINAWA II

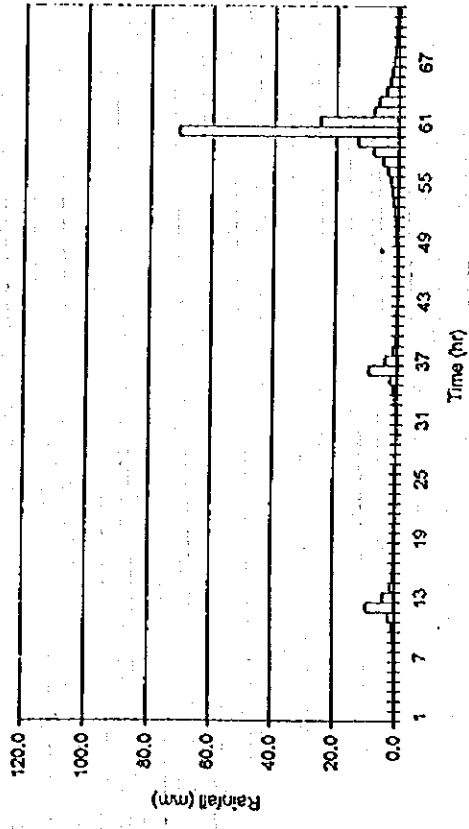
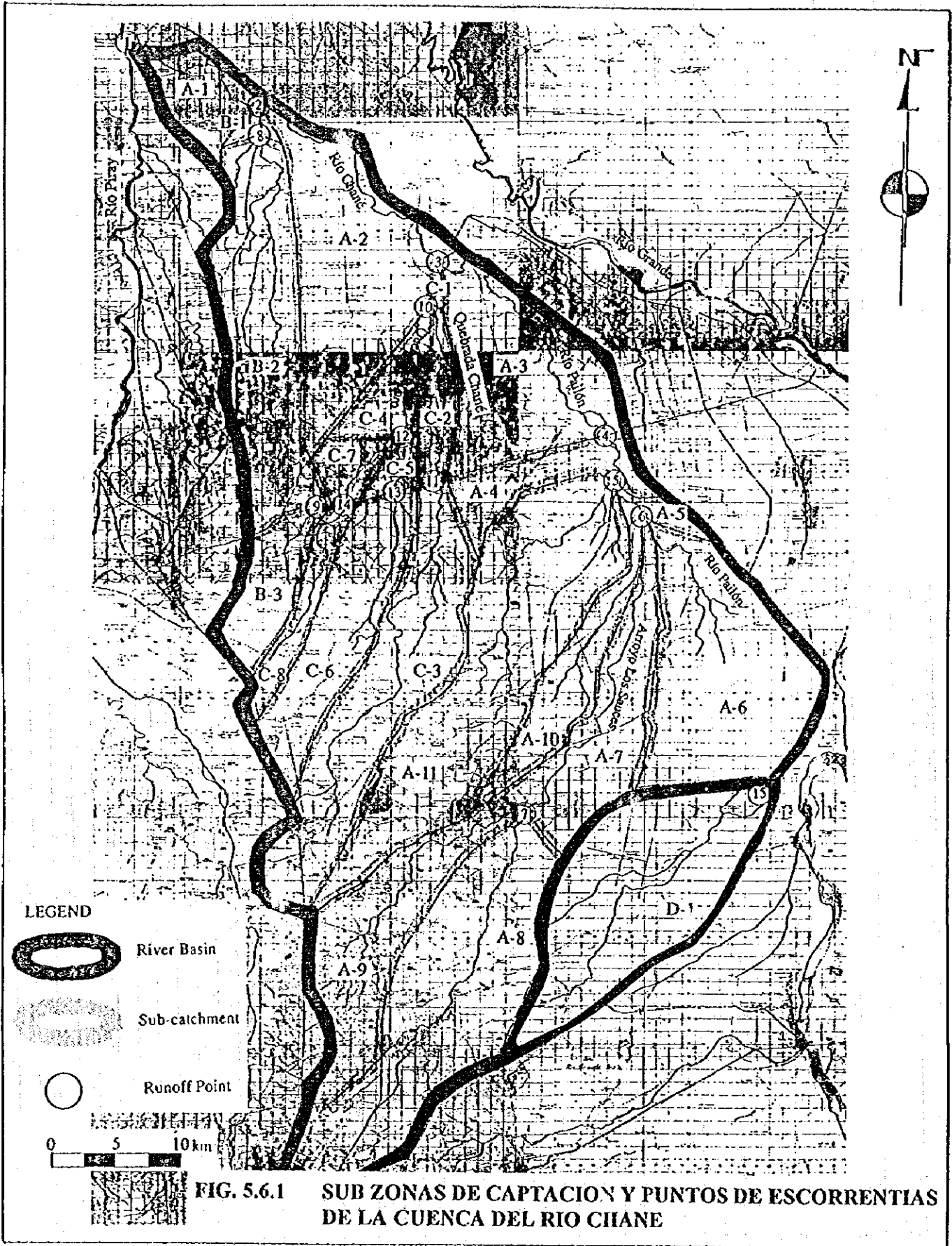


FIG. 5.5.5 PRECIPITACIONES DE DISEÑO CON PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS



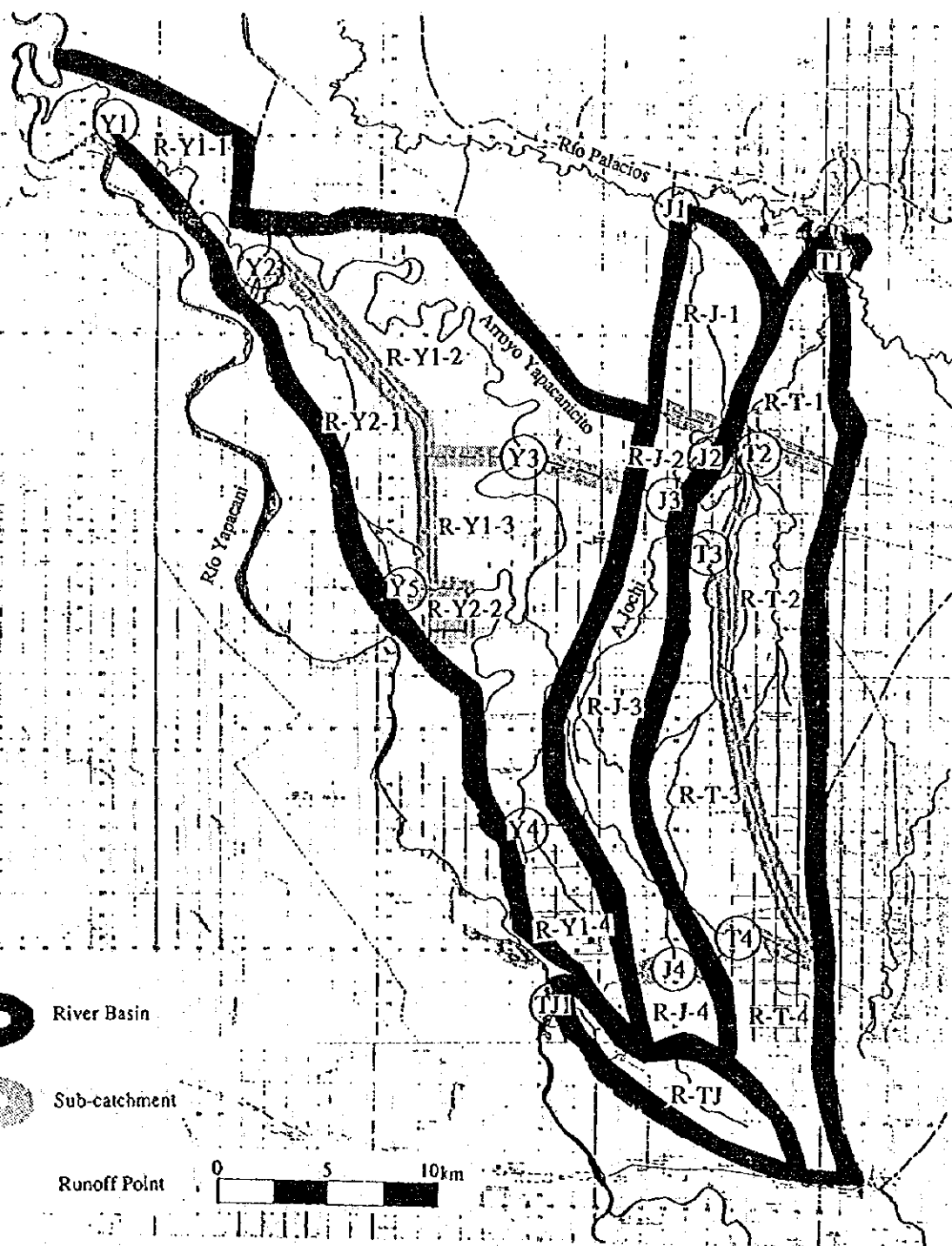
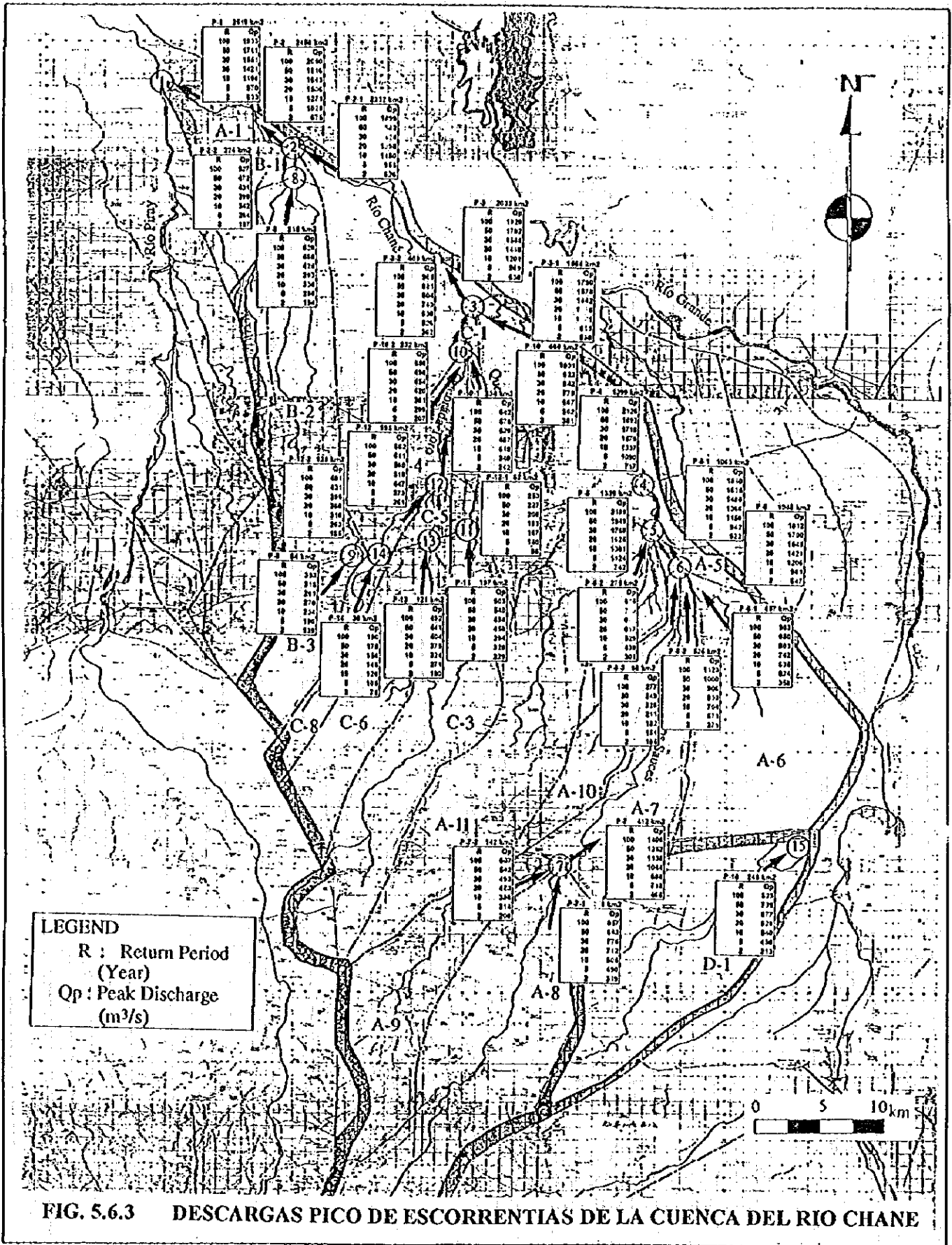


FIG. 5.6.2 SUB ZONAS DE CAPTACION Y PUNTOS DE ESCORRENTIAS DE LA CUENCA DE LOS ARROYOS YAPACANICITO - JOCHI - TACUARAL - TEJERIA



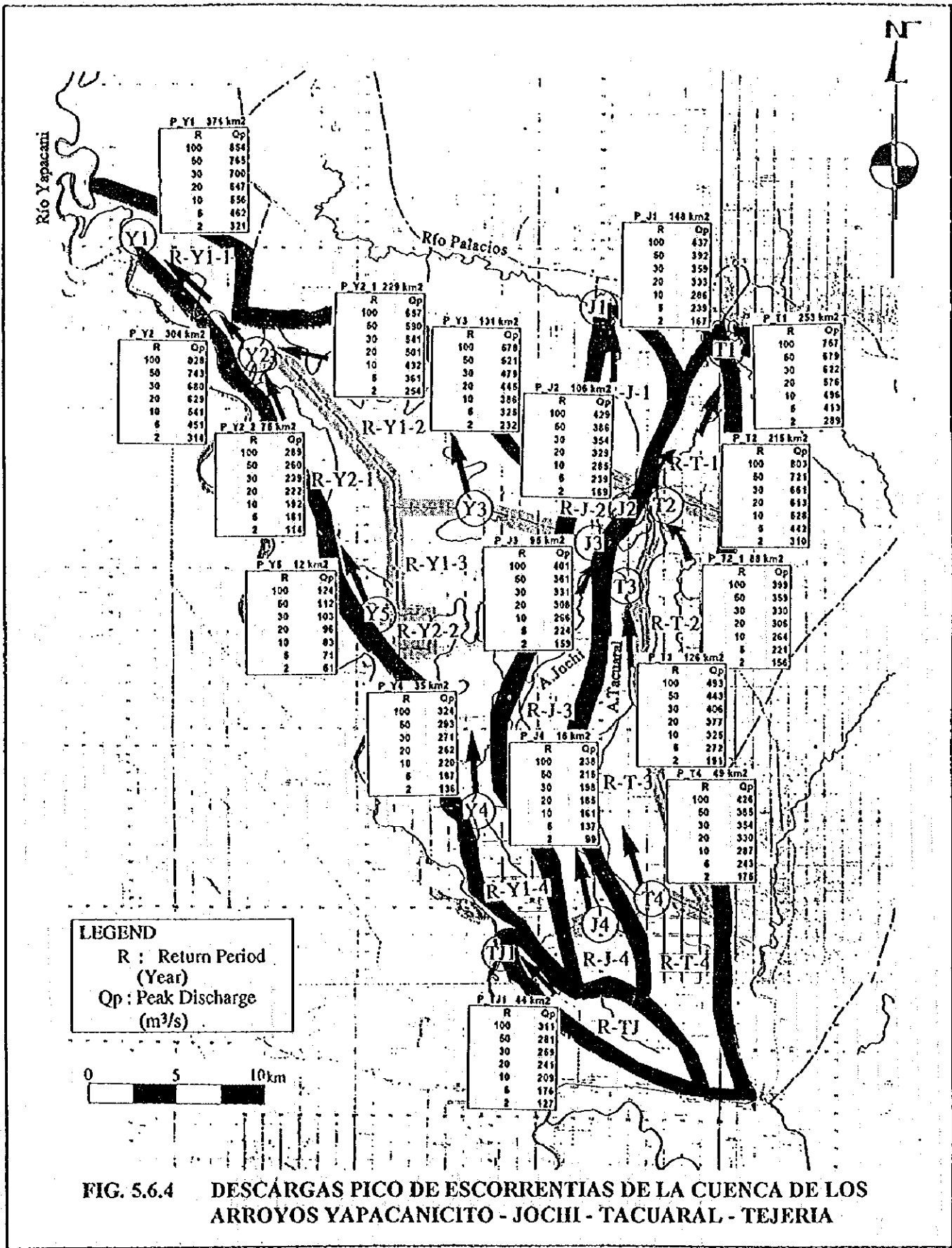
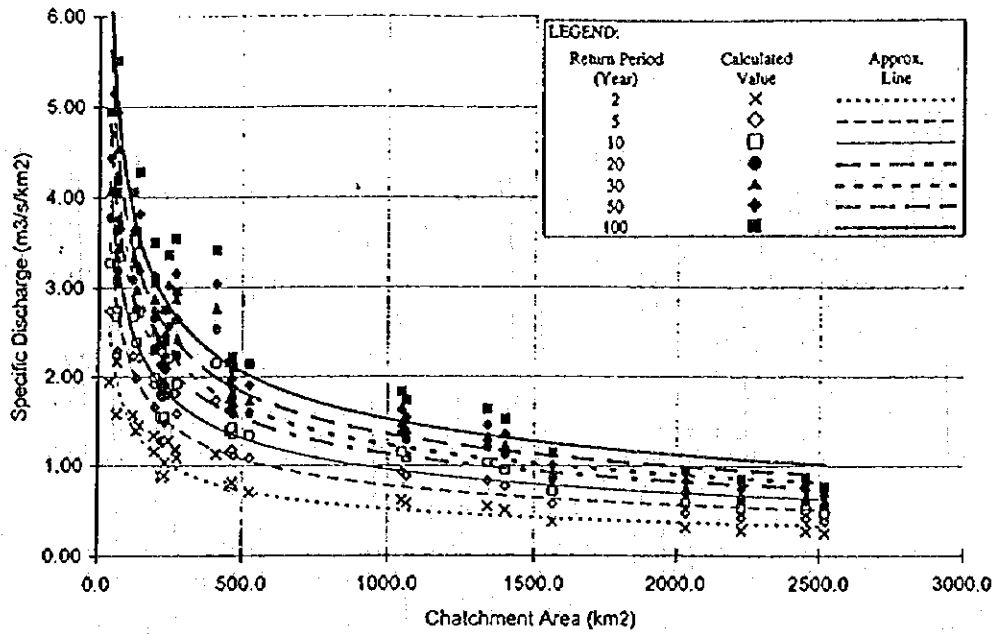


FIG. 5.6.4 DESCARGAS PICO DE ESCORRENTIAS DE LA CUENCA DE LOS ARROYOS YAPACANICITO - JOCHI - TACUARAL - TEJERIA

SPECIFIC DISCHARGE OF THE RIO CHANE BASIN



SPECIFIC DISCHARGE OF THE ARROYO YAPACANICITO-JOCHI-TACUARAL-TEJERIA BASINS

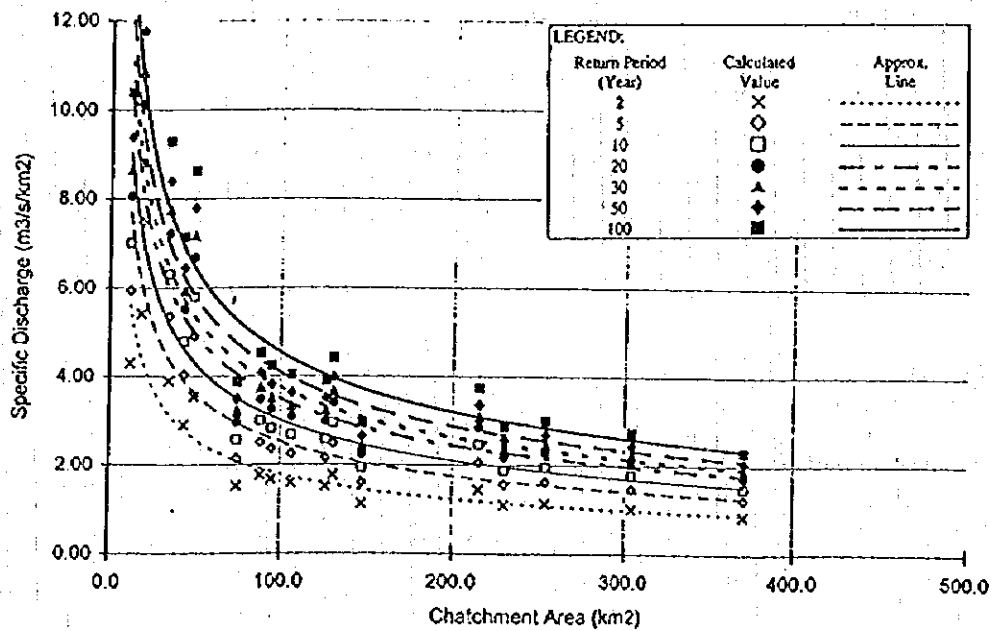


FIG. 5.6.5 DESCARGAS ESPECIFICAS DE LA CUENCA DEL RIO CHANE Y LAS CUENCAS DE LOS ARROYOS YAPACANICITO-JOCHI-TACUARAL-TEJERIA

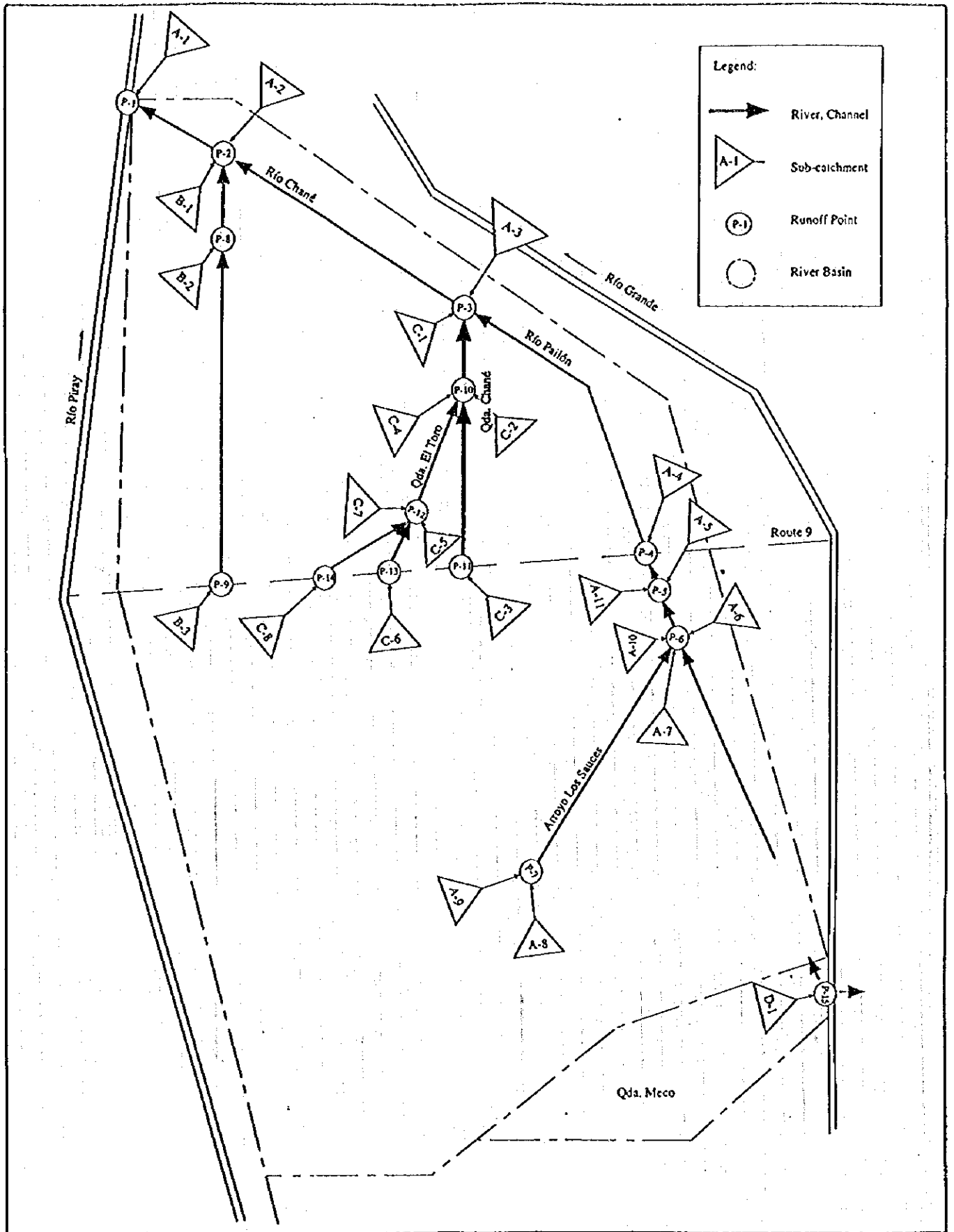


FIG. 5.7.1 MODELO DE LA ESTRUCTURA USADA EN EL ANALISIS DE INUNDACIONES DE LA CUENCA DEL RIO CHANE

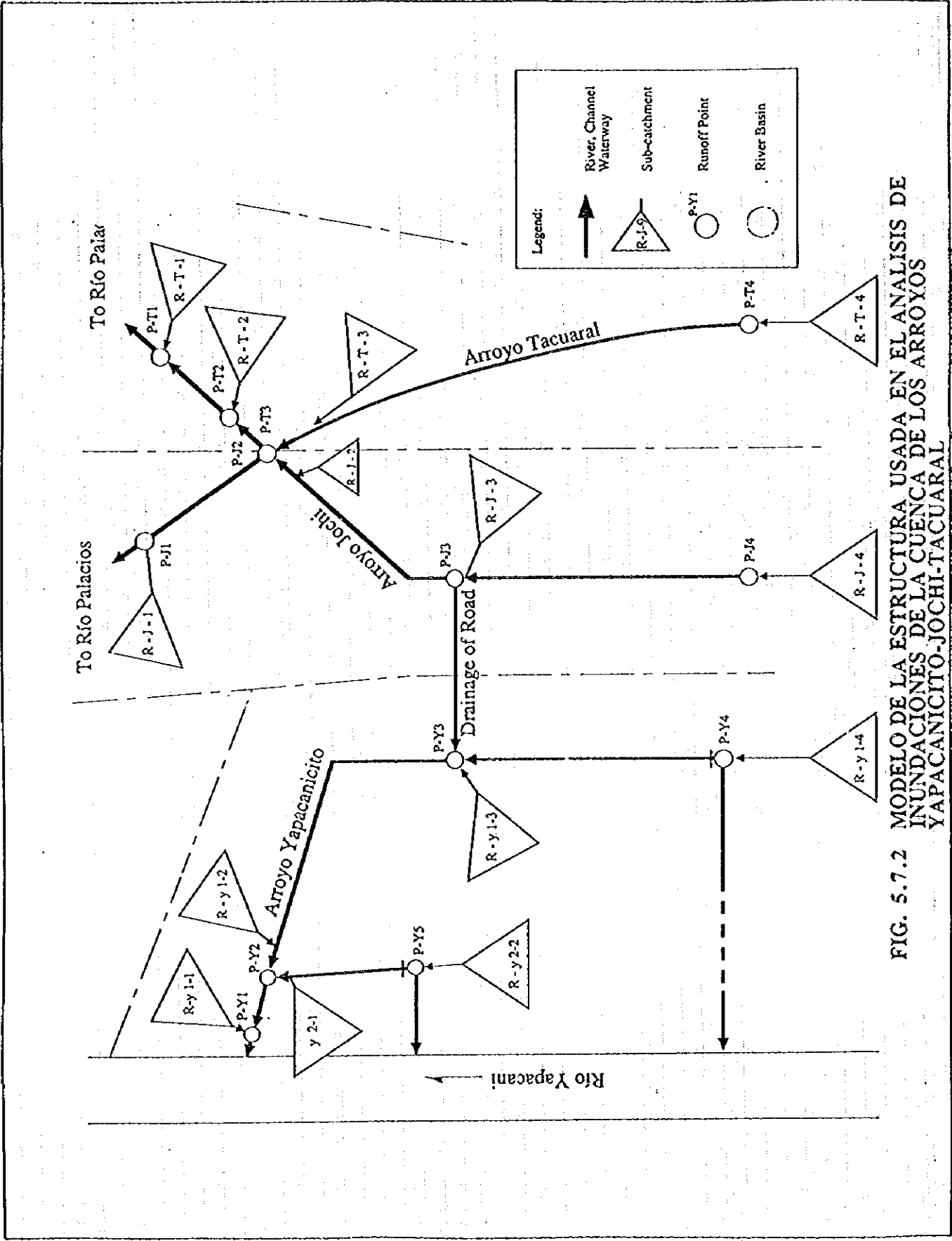


FIG. 5.7.2 MODELO DE LA ESTRUCTURA USADA EN EL ANALISIS DE INUNDACIONES DE LA CUENCA DE LOS ARROYOS YAPACANICITO-JOCHI-TACUARAL

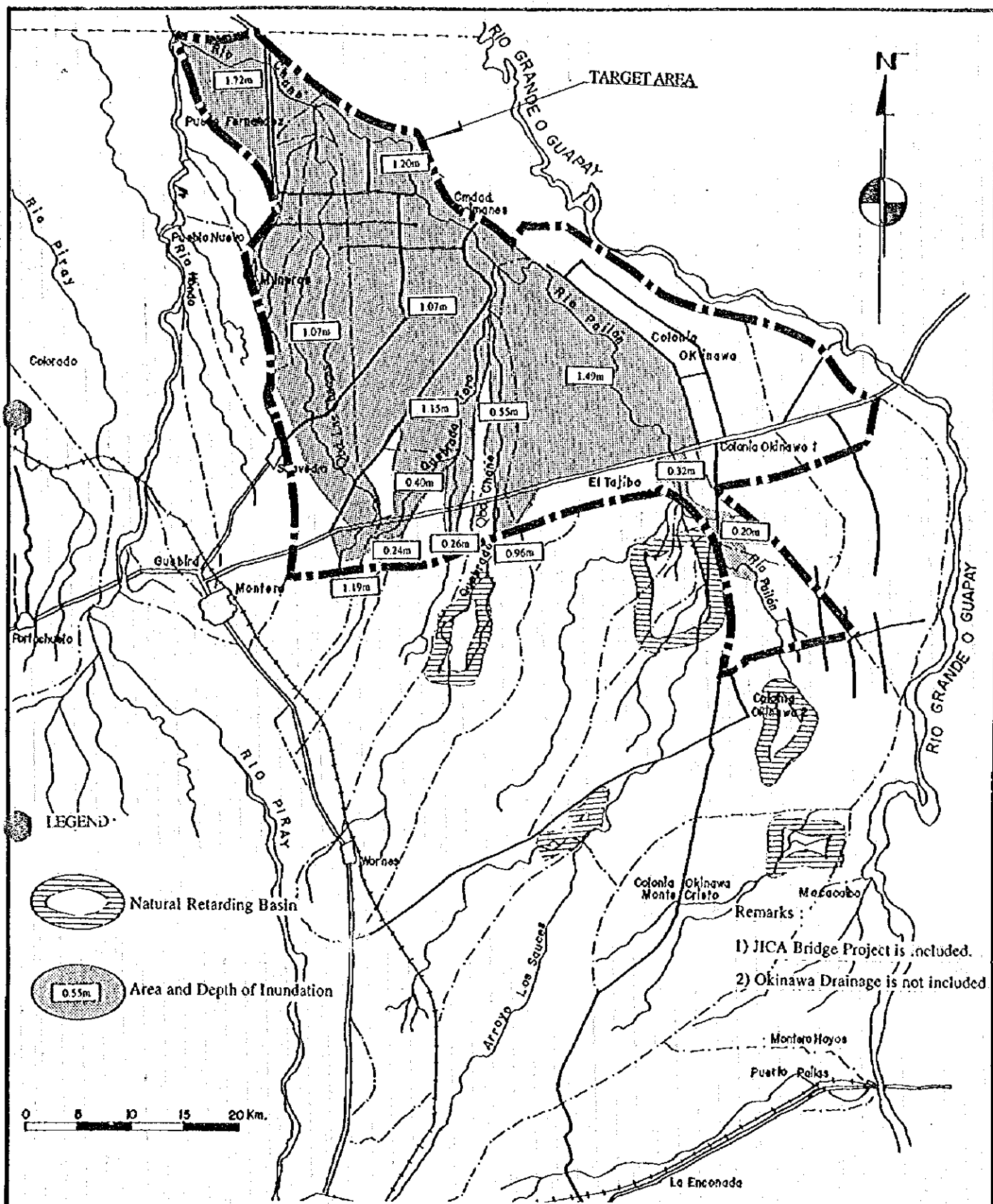


FIG. 5.7.3 SIMULACION DE INUNDACIONES DE 10 AÑOS SIN TRABAJOS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE - AREA CHANE - PAILON (CUENCA DEL RIO CHANE)

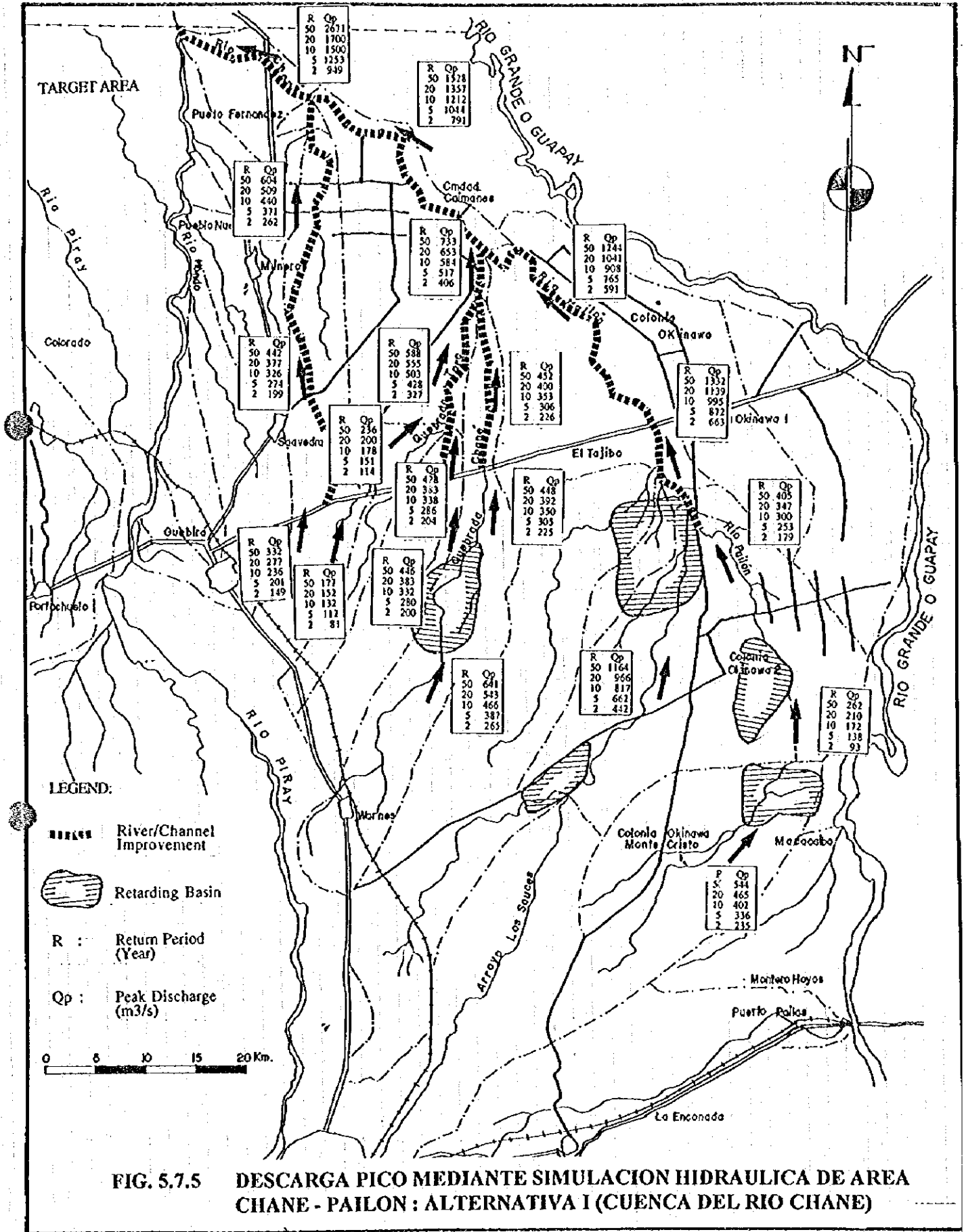
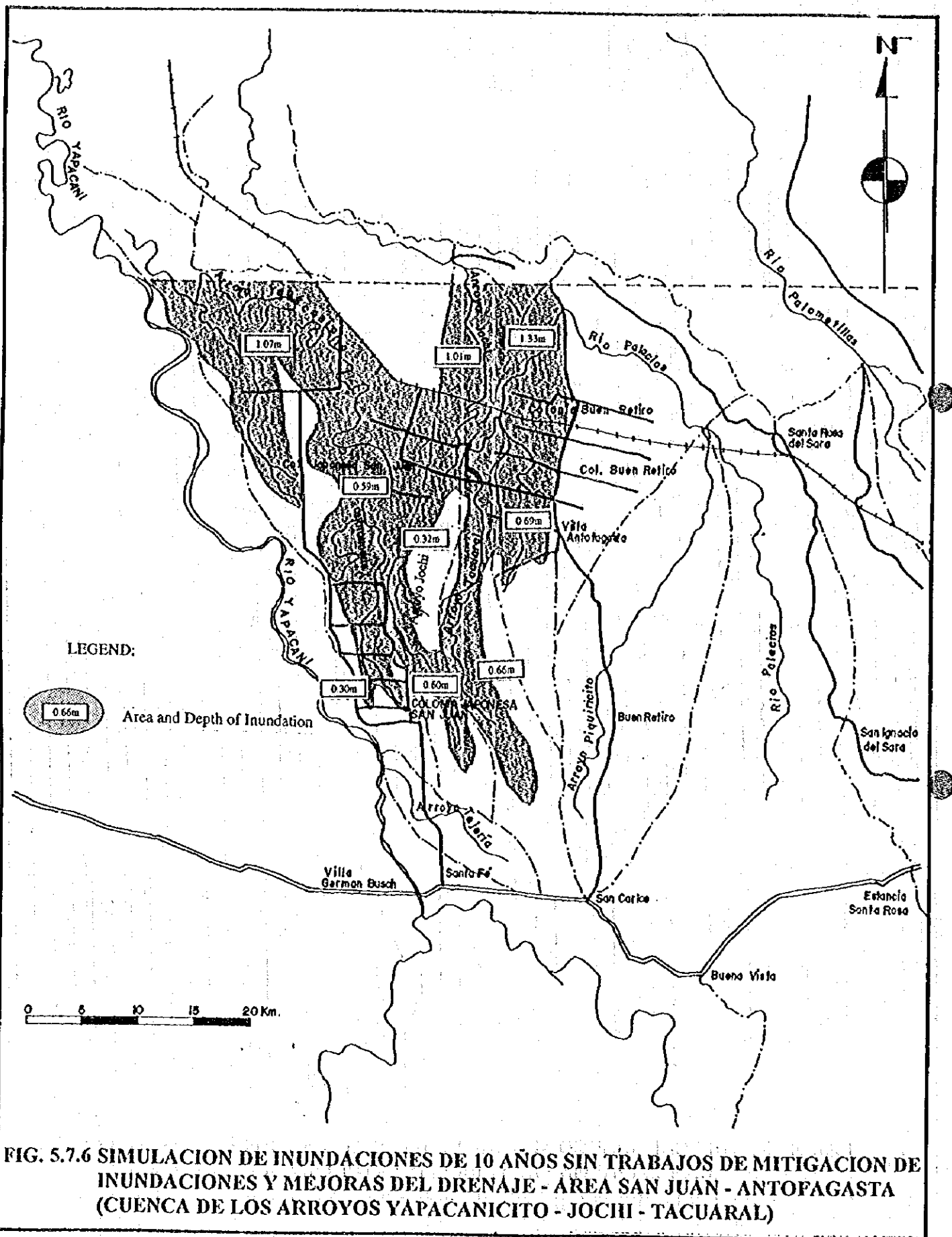


FIG. 5.7.5 DESCARGA PICO MEDIANTE SIMULACION HIDRAULICA DE AREA CHANE - PAILON : ALTERNATIVA I (CUENCA DEL RIO CHANE)



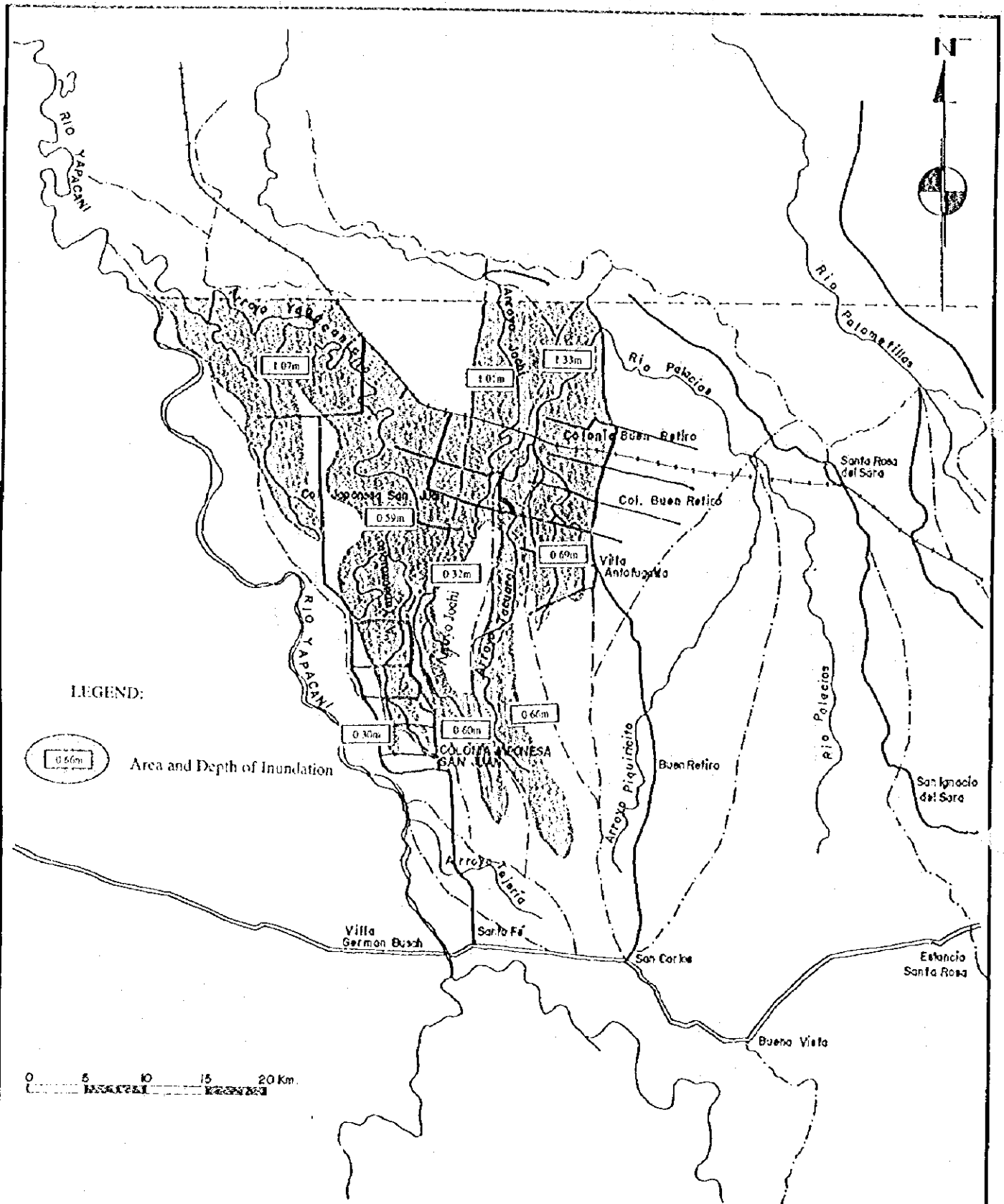
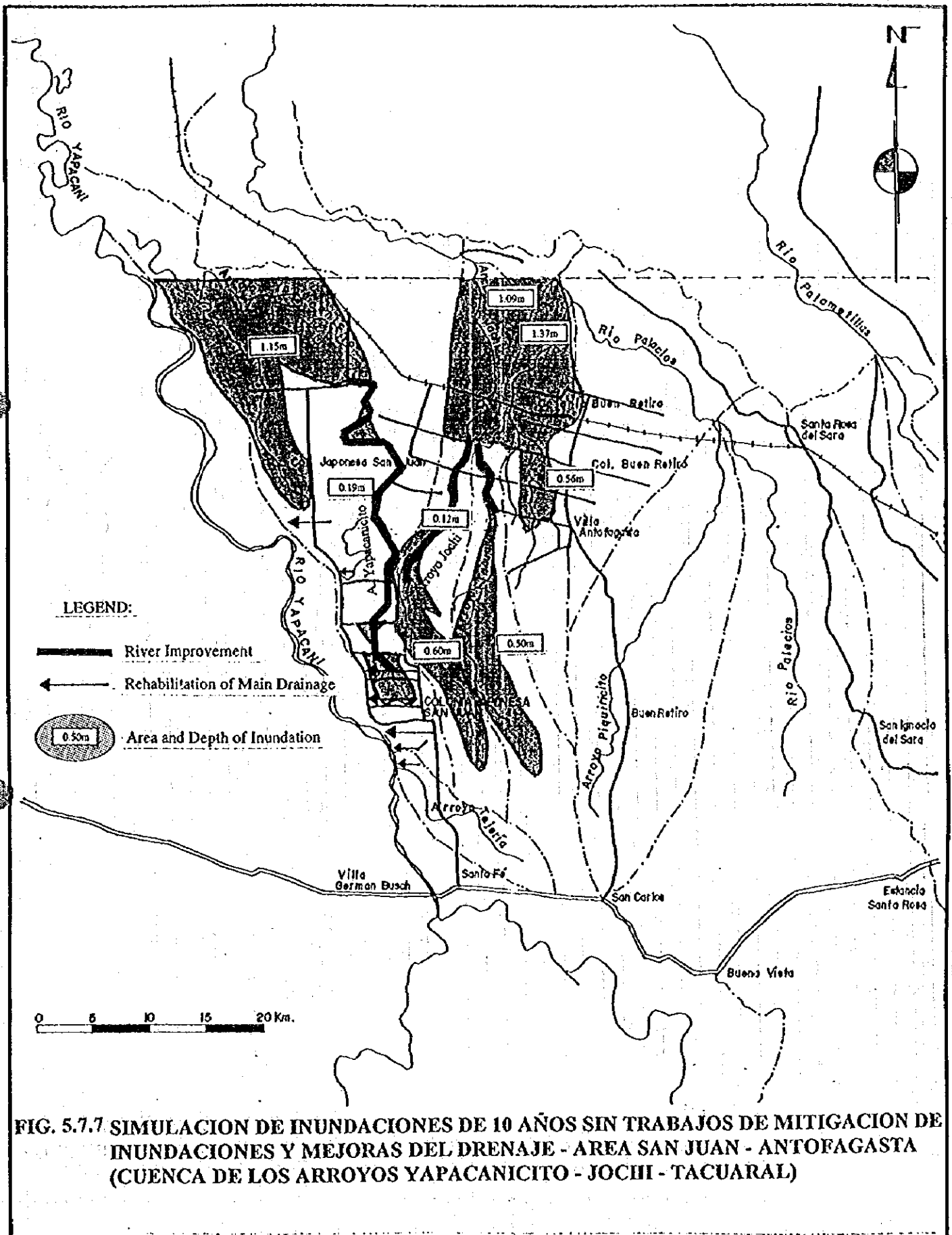


FIG. 5.7.6 SIMULACION DE INUNDACIONES DE 10 AÑOS SIN TRABAJOS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA (CUENCA DE LOS ARROYOS YAPACANICITO - JOCHI - TACUARAL)



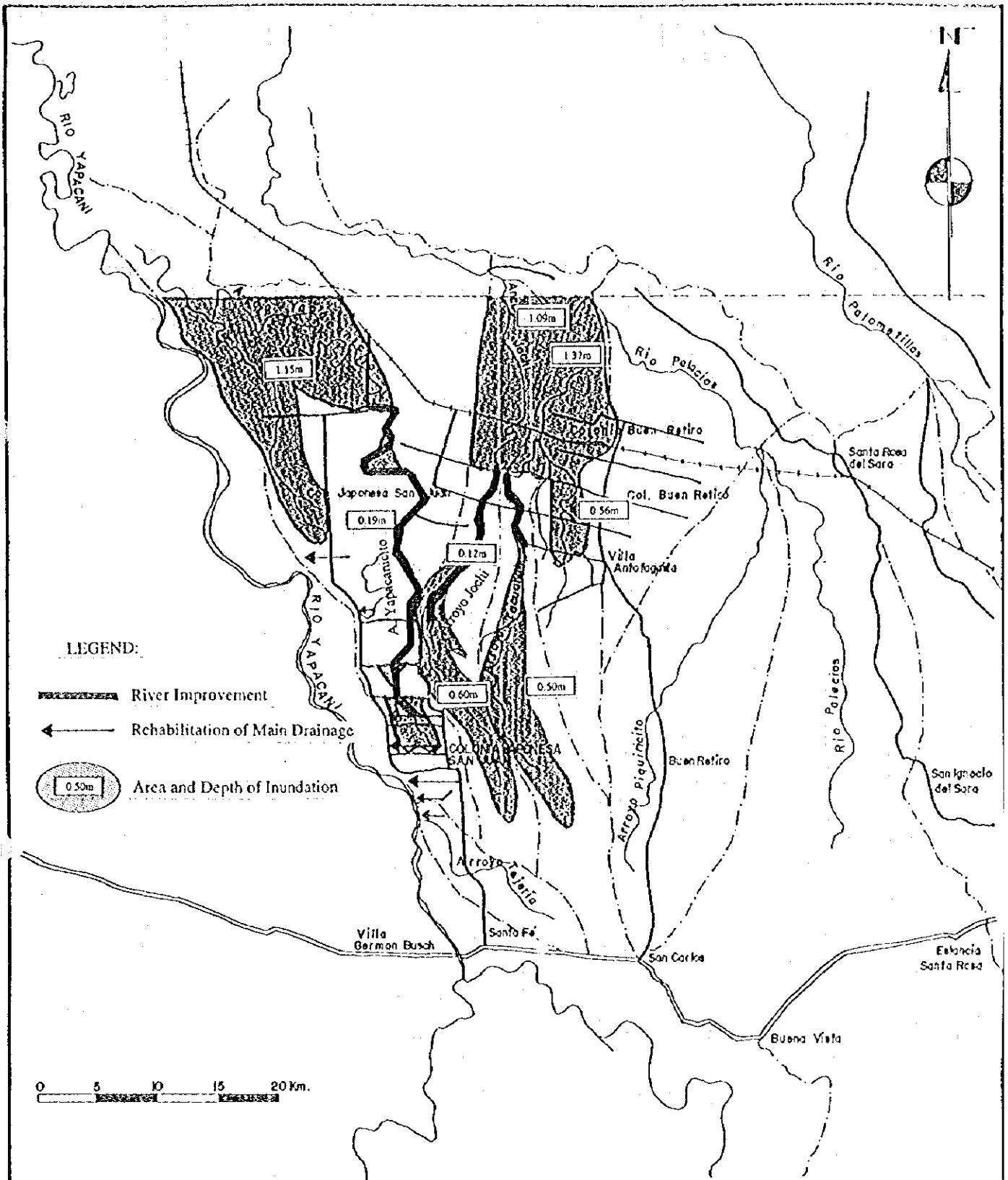
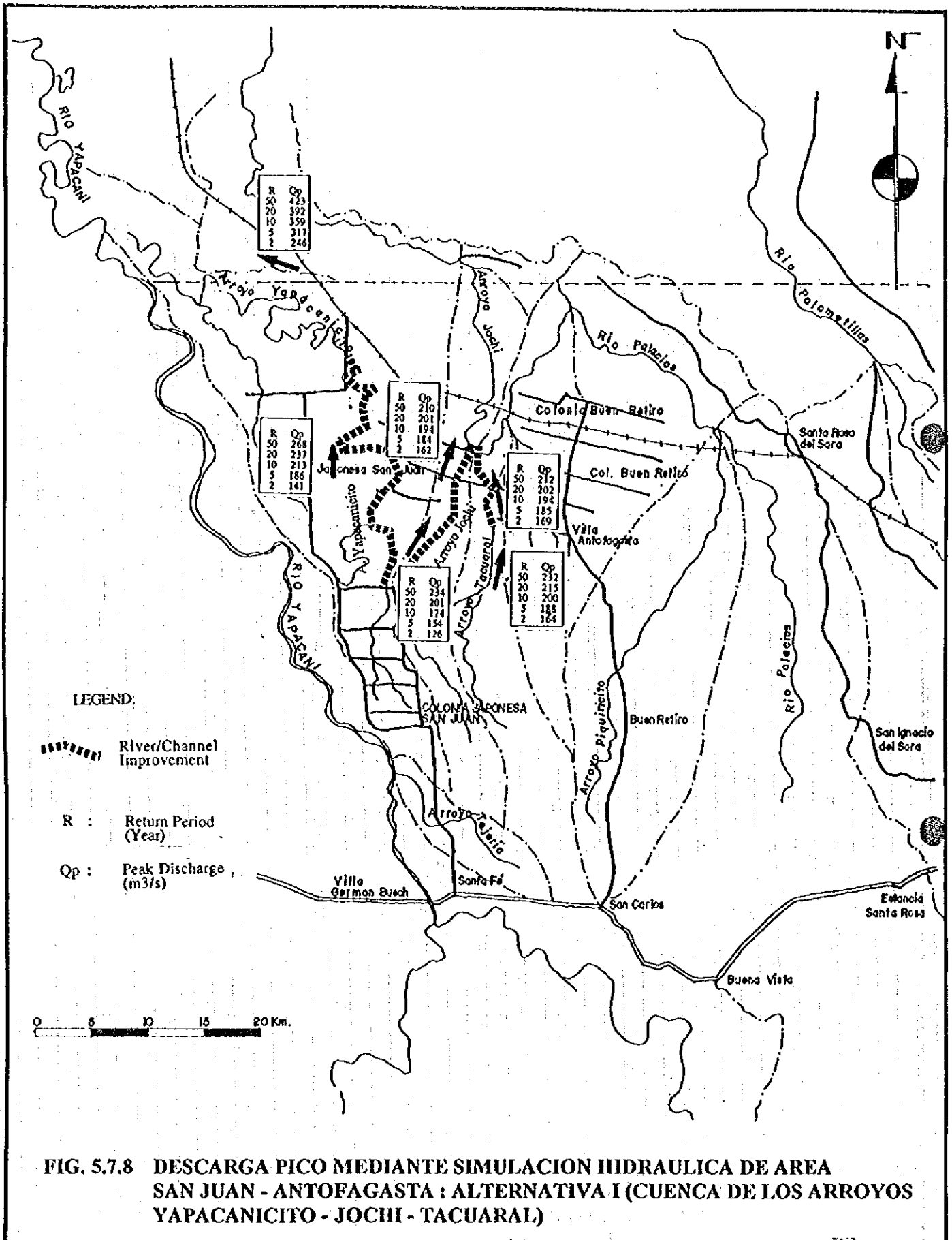


FIG. 5.7.7 SIMULACION DE INUNDACIONES DE 10 AÑOS SIN TRABAJOS DE MITIGACION DE INUNDACIONES Y MEJORAS DEL DRENAJE - AREA SAN JUAN - ANTOFAGASTA (CUENCA DE LOS ARROYOS YAPACANICITO - JOCHI - TACUARAL)



CAPITULO 8
DESARROLLO REGIONAL



CAPITULO 6 DESARROLLO REGIONAL

6.1 CONCEPTOS GENERALES

El desarrollo reciente del área de estudio comenzó en 1954 cuando se completó la carretera nacional desde Cochabamba a Santa Cruz. La población del Departamento de Santa Cruz ha aumentado rápidamente desde 1954 debido a migraciones desde el Altiplano y de países extranjeros. La población actual del Departamento llegó a 1,36 millones en el Censo de 1992, con lo cual la ciudad de Santa Cruz ha pasado a ser la segunda ciudad de Bolivia.

El área de estudio está en tierra agrícola fértil y ya había sido casi completamente desarrollada en la primera mitad de la década de los años 1980. En la actualidad, el desarrollo del Departamento se ha expandido fuera del área de estudio, es decir, al lado este del Río Grande, al oeste del Río Yapacani y al norte del Río Chané.

6.2 Política de Desarrollo

6.2.1 Política y Planes de Desarrollo Nacional

La República de Bolivia ha desarrollado una "Nueva Política para el Desarrollo Nacional", con el eslogan de Desarrollo Sostenible. De acuerdo con el Plan General para el Desarrollo Social y Económico (PGDES), formulado por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, el desarrollo sostenible se explica de la manera siguiente:

"El desarrollo sostenible busca mejorar los estándares de vida de todos los bolivianos a través de un cambio productivo, el cual requiere la utilización racional de los recursos humanos, naturales, físicos y financieros, armonizados con los bienes institucionales y culturales, sin menoscabar la realización de necesidades de las futuras generaciones y dentro de la capacidad natural y en un contexto de igualdad social y gobernabilidad."

El concepto de desarrollo sostenido se apoya en los siguientes cuatro pilares fundamentales:

1) Crecimiento Económico

Una transformación productiva que permitirá al país enfrentar los duros requisitos de la competitividad derivada del desarrollo tecnológico.

2) Igualdad Social

Reducción de las diferencias sociales y creación de oportunidades para la participación ciudadana en la sociedad y en el proceso de toma de decisiones, aparte de tomar conciencia de la diversidad cultural y la eliminación de todo tipo de discriminación.

3) Uso Racional de los Recursos Naturales

Conservación de los recursos renovables, sin afectar su capacidad regenerativa y la obtención de beneficios integrales de los recursos no renovables, junto con la preservación del medio ambiente.

4) Gobernabilidad

Mejoramiento de la efectividad en la toma de decisiones y la legitimización del Estado y del sistema político ante la sociedad civil para perfeccionar la democracia.

Los objetivos y las políticas del PGDES son los siguientes:

- Cambio en las condiciones de inserción internacional,
- Transformación productiva,
- Igualdad de oportunidades a toda la población,
- Mejoramiento de la democracia,
- Uso racional de los recursos naturales y preservación del medio ambiente,
- Relación armoniosa entre la población y los recursos naturales renovables.

6.2.2 Plan de Desarrollo Regional

En junio de 1995 se formuló el Plan de Desarrollo Regional, preparado por CORDE-CRUZ basado en las políticas y objetivos del PGDES. El Plan de Desarrollo actual del

Departamento tiene un horizonte temporal a mediano y largo plazo (hasta 10 años). El plan se explica de la manera siguiente:

(1) Rol del Departamento

El rol del Departamento se resúmen de la manera siguiente:

- a. Contribuir al suministro del mercado doméstico con productos de consumo, materiales en bruto, productos intermedios y recursos energéticos.
- b. Ser en el mediano plazo principal región exportadora de productos no tradicionales del país.
- c. Contribuir a absorber el aumento demográfico de las regiones atrasadas del país a través de la generación de empleo.
- d. Contribuir a la expansión y dinamizar el mercado nacional interno.

(2) Plan de Uso de Suelo del Departamento de Santa Cruz (PLUS)

El Plan de Uso de Suelo del Departamento (PLUS) fue preparado por CORDECruz en 1995 teniendo como objetivo el año 2005, el cual se muestra en las *Figs. 6.2.1 y 6.2.2* y se resúmen en lo siguiente:

Uso de la Tierra	Area (1.000 km ²)	Proporción
Uso intensivo agrícola y crianza de ganado	29,6	8
Uso agrícola y crianza de ganado limitado	14,8	4
Uso extenso para crianza de ganado	111,0	30
Bosques para uso forestal	118,4	32
Protección y conservación	95,5	25
Otros	3,7	1

Fuente: CORDECruz

(3) Metas y Objetivos

El crecimiento económico anual del país en la próxima década deberá alcanzar un mínimo del 5% por año mediante una ampliación acelerada y una mayor diversificación de las exportaciones. El Departamento de Santa Cruz deberá aportar significativamente para alcanzar las metas de crecimiento nacional. El punto clave es acelerar las exportaciones de los productos regionales, los cuales incluyen una gran cantidad de recursos naturales.

Dentro de este marco de actividades, los sectores más importantes para promover el crecimiento económico en corto y mediano plazo a través de la aceleración de las exportaciones son los siguientes:

- a. Minería (minería pre cambriana),
- b. Hidrocarburos (explotación potencial de gas natural),
- c. Agricultura/ganadería y agroindustria,
- d. Industria de la madera,
- e. Servicios relacionados con el comercio exterior y el comercio en tránsito,
- f. Industria manufacturera en general (accesos a los países vecinos, importación de materiales para su industrialización o armado con piezas importadas para re-exportación, etc.),
- g. Turismo.

(4) Políticas específicas de los sectores prioritarios

1) Sector Transporte

- Establecer los accesos mínimos indispensables para exportación,
- Fortalecer las instituciones de mantenimiento de caminos y carreteras,
- Establecer redes mínimas en niveles secundarios y terciarios,
- Mejorar los caminos y carreteras existentes.

2) Sector Agrícola

- Fomentar el desarrollo tecnológico a través de investigación, difusión y mejoras de la organización,
- Mejorar la red secundaria de caminos y carreteras,
- Proveer diversas medidas para conseguir crédito más fácilmente, especialmente orientado a pequeños y medianos productores,
- Mejorar la capacitación humana y la transformación técnica mediante los servicios de respaldo gubernamental.

3) Sector forestal

- Reforestación de las áreas desforestadas y abandonadas.
- Explotación sostenible de los bosques naturales de producción

4) Sector industrial

- Promover incentivos a los inversionistas, tales como exenciones de impuestos al capital,
- Promover varias medidas para facilitar la obtención de créditos
- Mejorar la capacitación humana y el nivel técnico mediante los servicios de respaldo gubernamentales,
- Promover industrias de pequeña escala y artesanías.

5) Sector de hidrocarburos

- Aumentar la producción de gas para consumo doméstico,
- Completar el gasoducto (Santa Cruz a Brasil).

6) Sector minero

- Investigar y desarrollar las áreas mineras potenciales,
- Fortalecer el apoyo del gobierno a las empresas mineras,

- Conservar los recursos naturales del área de la minería,
- Conservar los pueblos nativos en sus áreas,
- Proveer infraestructura en las áreas.

6.3 Población y Colonización

6.3.1 Desarrollo Urbano y Rural

(1) La ciudad de Santa Cruz

La ciudad de Santa Cruz está ubicada en el centro de la parte más dinámica del eje nacional central que incluye La Paz - Cochabamba - Santa Cruz y que ha generado un crecimiento importante de las actividades económicas, especialmente en los campos comercial, financiero, agrícola y ganadero y en sectores industriales, respaldado por el fuerte crecimiento demográfico.

La ciudad de Santa Cruz se ha desarrollado rápidamente desde 1950 y ha pasado a ser la segunda ciudad del país. A continuación se muestra la población de la ciudad en el pasado.

Año	Población	Tasa de Aumento
1900	15.870	-
1950	42.746	1,99
1976	254.628	7,23
1992	697.278	6,50

La Municipalidad de la ciudad de Santa Cruz preparó en 1993 el "Plan Maestro de Desarrollo de la ciudad". De acuerdo con el Plan Maestro, la población de la ciudad de Santa Cruz será de 1,7 millones (predicción baja) a 2,1 millones (predicción alta) en el año 2010. Por lo tanto, los límites de la ciudad de Santa Cruz se ampliarán desde las 5.631 ha de 1992 a 62.500 ha en el año 2010.

La ciudad de Santa Cruz tiene como desagüe parcial la cuenca del Río Chané y parcialmente al Río Pirai y al Río Grande. La futura ampliación de la ciudad afectará las escorrentías de la cuenca del Río Chané, ya que el área urbana está ubicada en el brazo superior del mismo río.

(2) Otras ciudades del Area de Estudio

Existen doce (12) ciudades que tienen más de 2,000 habitantes dentro del área de estudio, diferentes de la ciudad de Santa Cruz. Entre ellas, la ciudad de Montero es la más importante, con una población de 57.027, seguida de la ciudad de Mineros con 11.181 y la ciudad de Warnes con 10.866 según censo de 1992 tal como se muestra en la *Tabla 6.3.1*.

La población urbana total era de 119.177 en 1992, como se muestra en la *Tabla 6.3.2*. Existen 8 municipalidades que fueron establecidas mediante la nueva ley de participación popular. Además de las municipalidades mencionadas, están programadas las nuevas municipalidades de Santa Fé de Yapacani y Okinawa I.

Para el año 2010 la superficie de las áreas urbanas aumentará de 2,0 a 2,5 veces el área urbana existente, de acuerdo con la estimación basada en los mapas municipales, las tendencias pasadas y las predicciones de población.

(3) Colonias Principales

Existen cinco (5) colonias principales en el área de estudio. Las que se muestran en la *Fig. 6.3.1*, a continuación se presenta una lista de las mismas:

- a. Okinawa (japoneses)
- b. Aroma
- c. Puesto Fernández
- d. San Juan
- e. Antofagasta

Estas colonias cubren 1.334 ha (19% del Area de Estudio) y están relativamente bien desarrolladas, con infraestructura básica tal como caminos, además de infraestructura agroindustrial e industrial. Estas juegan un papel importante en la producción de soya,

arroz, ganado y caña de azúcar en el área de estudio. Especialmente la colonia Okinawa y la Colonia San Juan están bien organizadas como unidades económicas y sociales.

(4) Expansión de las Colonias en los Alrededores

De acuerdo con la "Política de desarrollo del corredor de las exportaciones", tal como se muestra en la *Tabla 6.3.2*, varias grandes colonias se han desarrollado principalmente en la región oriental del Río Grande desde los años 1970. Se desarrollaron colonias nacionales y menonitas, que se muestran en la *Fig. 6.3.3*.

6.4 Infraestructura Básica

6.4.1 Condiciones Existentes de la Infraestructura de Transporte

(1) Caminos y carreteras fundamentales en la Región

La longitud total de caminos y carreteras en el Departamento es de 6.974 km, lo cual corresponde al 15,1% de la longitud total de caminos en Bolivia. Los caminos están formados por 1.830 km de caminos y carreteras fundamentales, 1.368 km de caminos complementarios y 3.776 km de caminos distritales.

Los caminos y carreteras fundamentales en el Departamento están relativamente desarrollados y bien mantenidos ya que la ciudad de Santa Cruz es el núcleo de transporte en el Departamento. Existen dos (2) rutas que conectan a Santa Cruz con Cochabamba, una es la Ruta No.4 (500 km), abierta en 1954 y la otra es la Ruta No.7 (470 km), abierta en 1989. La Ruta No.4 también se extiende hasta Puerto Suárez por Cotoca.

Otro camino fundamental es la Ruta No 9, la cual se extiende hacia las regiones norte y sur de la ciudad de Santa Cruz. La parte septentrional de 500 km conecta Santa Cruz - Guabirá - Río Grande - San Ramón - Ascensión de Guarayos con Trinidad en el Departamento de Beni y en la parte meridional de 460 km conecta Santa Cruz - Abapo - Ipati - Boyuibe - Yacuiba en el Departamento de Tarija. La *Fig. 6.4.1* muestra la red de carreteras y caminos principales en el área de estudio. Estos caminos tendrán en el futuro una función importante como parte esencial del "Corredor de Exportaciones" conectando el Pacífico con el Atlántico.

(2) Condiciones de Carreteras y Caminos en el Area de Estudio

La longitud de los caminos, por tipo de superficie, fue preparada por el Grupo de Estudio basándose en fotografías aéreas tomadas en mayo de 1995, de la manera siguiente:

- a. Carreteras de asfalto: 187 km (8%)
- b. Caminos engravillados: 808 km (34%)
- c. Caminos de tierra: 1.354 km (58%)
- Largo total: 2.349 km (100%)

Las carreteras y caminos fundamentales están en su mayor parte pavimentados, excepto el camino entre Guabirá y Okinawa I/Rfo Grande, que no será pavimentado hasta dentro de dos años, junto con la construcción del proyecto de siete puentes por JICA.

El resto de los caminos está en la categoría de caminos distritales. Estos caminos por lo general no están pavimentados ni gravillados, excepto las colonias de Okinawa, San Juan y Puesto Fernández ubicado al norte de Mineros.

La construcción y el mantenimiento de los caminos distritales se ha efectuado principalmente por las comunidades o productores mediante sus propios recursos financieros. Estos costos ocasionan problemas financieros severos a comunidades tales como Colonia Okinawa, Colonia San Juan y la Asociación de Productores de Caña de Azúcar.

6.4.2 Accesibilidad de Caminos Secundarios

(1) Accesibilidad de Caminos Secundarios

La accesibilidad de los caminos secundarios fue estudiada por el Grupo de Estudio. La mayoría de los caminos de tierra se tornan inaccesibles luego de 2 días de lluvia o al llover más de 50 mm en forma continua, debido a las condiciones de su superficie, las pobre infraestructura de drenaje y los pobres trabajos de mantenimiento. La accesibilidad de los caminos secundarios en el transcurso del año es menor al 40% de la longitud total. A continuación se hace un resumen de las condiciones de accesibilidad de los caminos secundarios en el área de estudio (Figs. 6.4.2 y 6.4.3):

Condición de la superficie	en Año Normal	en 1992
Camino bueno	935 km (40%)	846 km (36%)
Camino malo	1.317 km (56%)	540 km (23%)
Camino muy malo	97 km (4%)	940 km (41%)

Notas:

1. Bueno : Accesible todo el año
2. Malo : No accesibles por lo menos más de un mes
3. Muy malos : No accesible por más de cinco meses

Los caminos secundarios juegan un papel importante en el transporte de los productos regionales a los mercados y fábricas. La inaccesibilidad de los caminos secundarios ha causado serios efectos al transporte de la producción agrícola, especialmente en el tiempo de cosecha de los cultivos.

(2) Transporte y Calendario de Cosechas de los Cultivos

Los cultivos, tales como soya de verano, arroz y algodón, deben ser transportados durante la estación lluviosa, pero los productos tales como caña de azúcar y soya de invierno se transportan durante la estación seca. En la *Tabla 6.4.1* se muestra el calendario de los cultivos principales del área de estudio.

El número estimado de camiones usado en el transporte de las cosechas de los principales productos agrícolas se muestra en la *Tabla 6.4.2*. La tabla muestra que 77% de la producción de caña de azúcar utiliza el 77% del transporte de cosechas. La cosecha de la caña de azúcar es de mayo a octubre.

(3) Caminos Secundarios por Cantón/sub-zona

Las condiciones de los caminos secundarios fueron evaluadas mediante la densidad de caminos, accesibilidad, número de habitantes que dependen de ellos, patrones de uso de la tierra, etc. y se muestran en la *Fig. 6.4.4*.

6.4.3 Mejoramiento de los Caminos Secundarios

Las etapas del desarrollo regional y el desarrollo de la red de caminos en el área de estudio se muestran en la *Fig. 6.4.5* y se resúmen en las cuatro etapas siguientes:

- a. 1950-1960: Explotación de tierras vírgenes
- b. 1970-1980: Desarrollo de colonias en gran escala
- c. Ahora: Expansión a los alrededores
- d. Futuro: Expansión e integración

El área de estudio necesita agilizar las funciones centralizadas de varios servicios tales como apoyo técnico y financiero, transporte y facilidades de almacenamiento, fábricas agro-industriales y manufactureras para servir a los habitantes de tierras adentro alejadas de centros urbanos.

Las siguientes partes de la red de caminos secundarios deben ser modernizadas o mejoradas en corto tiempo, incluyendo la cubierta de tierra a gravilla o asfalto para que el tráfico sea suave en las áreas comunicadas, las cuales son altamente productivas y pobladas (*Fig. 6.4.6*):

- a. Desde el extremo norte de Okinawa-2 al norte de Warnes (26 km),
- b. Desde Okinawa-3 al parte industrial en la ciudad de Santa Cruz (34 km),
- c. Desde Okinawa-3 a Cotoca (25 km),
- d. Desde Okinawa-3 a Monte Hoyos (16 km).

Para mejorar la red de caminos secundarios, es necesario efectuar de mediano a largo plazo, la mejora o construcción de los siguientes caminos:

- a. Desde el extremo norte de Okinawa-2 a Mineros (24 km),
- b. Desde Mineros a Loma Alta (28 km)
- c. Desde Loma Alta a Santa Rosa del Sara (14 km)
- d. Desde Santa Rosa del Sara a Antofagasta (18 km)
- e. Desde Antofagasta a Colonia San Juan (8 km)

6.5 Inventario de las Agroindustrias

La mayoría de las fábricas agroindustriales están ubicadas a lo largo de los caminos fundamentales (Cotoca - Santa Cruz - Warnes - Montero - Portachuelo). Las fábricas agroindustriales y los parques en el Area de Estudio se muestran en la *Tabla 6.5.1* y la *Fig. 6.5.1*.

6.6 Areas para la Mitigación de Inundaciones

Deben protegerse de las inundaciones las edificaciones importantes, como así también los campos agrícolas de elevada producción y los campos ganaderos. Estos se muestran en la *Fig. 6.6.1* y se resumen a continuación:

- 1) Municipalidades y otras áreas urbanas (incluyendo las futuras áreas de expansión),
- 2) Colonias grandes y bien establecidas,
- 3) Caminos regionales principales y sectores con importantes edificaciones, incluyendo la infraestructura y las fábricas agroindustriales.