

Las proporciones de tipo de superficie en la investigación en el Beni son: Asfalto - 0.3%, Grava - 39.6% y Tierra - 60.1%. La longitud de carreteras asfaltadas por 1,000 km² en el Beni es de 20 m., constituyendo la proporción más baja de los nueve departamentos de Bolivia.

2.3.1.2 Carreteras en el Area en Estudio

La Carretera Nacional N° 3 es la carretera troncal más importante con una longitud total de 595 km. La carretera tiene dirección noreste desde La Paz a San Borja y de San Borja se dirige hacia el este a Trinidad. La Carretera Nacional N° 3 se convertirá en una parte de un gran anillo vial que conectará La Paz, Trinidad, Santa Cruz y Cochabamba en el futuro.

La carretera puede ser dividida en dos tramos distintos: (1) una escarpada sección montañosa desde La Paz que cruza la mayor cordillera oriental de Los Andes y luego pasa a través de Caranavi en su ruta hasta Yucumo y (2) una sección plana desde Yucumo que cruza la "pampa" (planicie) y el bosque, y luego atraviesa San Borja y San Ignacio en su recorrido hasta Trinidad. La actual área de investigación comprende los 230 km. del camino entre San Borja y Trinidad y sus áreas circundantes (Fig. 2.3-1).

(1) Carretera de Montaña (La Paz-Yucumo: 319 km)

La topografía entre La Paz y Yucumo incluye una meseta, desde La Paz hasta el abra de la Cumbre, a 4,800 m. sobre el nivel del mar, pero esta sección tiene una gradiente particularmente fuerte. Sin embargo, desde la Cumbre a Caranavi, la carretera pasa a través de un área de valles escarpados que se conoce como Nor Yungas. Este tramo, especialmente entre Cotapata y

Table 2.3-3 LONGITUD DE CARRETERAS POR REGIONES Y CONDICIONES DE SUPERFICIE

(km)

REGIONES	Carreteras Red Fundamental				Carreteras Red Complementaria				Otras				Total		Total General			
	Pav.	Grave	Tierra	Total	Pav.	Grava	Tierra	Total	Pav.	Grava	Tierra	Total	Pav.	Grave		Tierra		
																	Pav.	Grave
La Paz	232	456	113	801	21	173	347	541	41	1.517	3.299	4.857	294	2.146	3.759	6.199		
Chuquisaca	12	554	238	804	-	48	211	259	1	300	3.234	3.535	13	902	3.683	4.598		
Tarija	47	389	171	607	-	315	160	475	-	324	1.501	1.825	47	1.028	1.832	2.907		
Cochabamba	526	185	-	711	7	115	164	286	6	789	1.286	2.081	539	1.089	1.450	3.078		
Santa Cruz	404	380	345	1.129	-	318	750	1.068	52	375	3.724	4.151	456	1,073	4.819	6.348		
Oruro	156	389	-	545	8	396	542	946	10	372	4.698	5.080	174	1.157	5.240	6.571		
Potosí	6	486	7	499	-	104	322	426	1	109	4.909	5.019	7	699	5.238	5.944		
Tupiza	-	-	-	-	1	191	276	463	-	304	2.375	2.679	1	495	2.651	3.147		
Beni	2	207	579	788	1	-	287	288	2	433	106	541	5	640	972	1.617		
Pando	2	39	186	227	-	-	163	163	-	-	188	188	2	39	537	578		
Totales	1.387	3.085	1.639	6.111	38	1.660	3.222	4.920	113	4.523	25.320	29.956	1.538	9.268	30.181	40.987		
Total por Tipo de Carretera	6111															4920	29.956	40.987

La Paz, Enero 1984

Yolosa (Coroico), incluye una quebrada en forma de V de 300-400 m. y la carretera aquí se vuelve particularmente indigna de confianza. El siguiente tramo entre Yolosa y Caranavi está localizado a media altura de la mayor Cordillera Oriental y desde allí empieza una topografía más moderada. Desde Caranavi, la carretera encuentra un área quebrada de Los Andes y la topografía vuelve a ser un poco más abrupta. Entre Quiquibey y Yucumo, la topografía se torna plana después de alcanzar el pie de los Andes, y se transforma en una cordillera de colinas bajas.

Esta carretera fue construida mediante excavación de la superficie de la montaña, y el alineamiento horizontal de la carretera muestra una abundancia de curvas. En el área de Nor Yungas, la visibilidad es pobre, el ancho de la carretera es extremadamente estrecha (3.0-4.0 m.). En consecuencia, esta sección de la carretera tiene un irregular número de accidentes. Descendiendo desde la Cumbre hacia Yucumo (Fig. 2.3-3), la gradiente está mayormente entre el 10 y 15 por ciento. Excluyendo los tramos entre Cotapata y Coroico, y Quiquibey y Yucumo, la carretera es lo suficientemente ancha (5.0-7.0 m.) para dos carriles.

La carretera tiene superficie de grava casi en el total de su longitud, y con la excepción del tramo entre Cotapata y Yolosa, la maniobrabilidad no es mucha. Entre La Paz y un punto 10 km. antes de llegar a Cotapata, la carretera está pavimentada con material bituminoso, lo que la hace una carretera de alta calidad.

El drenaje de agua superficial es realizado mediante cunetas excavadas a un costado de la carretera. Estos canales de drenaje, cuando son perpendiculares a la carretera se donominan "badén" (estructuras que permiten el paso de los vehículos), al fortalecer el lecho del Río con grava o material similar. Estos han sido construidas en algunos lugares de la carretera.

Los vehículos pueden viajar por este tramo de la carretera durante todo el año, incluyendo la estación de lluvias.

(2) Carretera del llano (Yucumo - Trinidad : 276 km.)

En este tramo, la topografía es casi plana. La diferencia en elevación entre Yucumo y Trinidad es de más o menos 90 m. (1:3070). En el área del estudio San Borja-Trinidad, la diferencia es de sólo 40 m. (1:5750), ya la región es plana tan lejos como el ojo puede ver (Ver Fig. 2.3-3). La selva, que se expande sobre el pie de la cordillera de Los Andes se convierte paulatinamente en "Bosque" y "Pampa", según se avanza hacia Trinidad. En esta área, son numerosos los lagos y pantanos.

El tramo de la carretera entre Yucumo y San Borja tiene un ancho de 9.0 m. y está rodeado de selva. La carretera está construida mediante terraplenes de tierra de 1.0 a 2.0 m. de altura en ambos lados. Debido a que la topografía es plana, la carretera generalmente recorre en línea recta o tiene curvas amplias. La superficie de la carretera consiste de una capa de grava bien graduada. La uniformidad y maniobrabilidad son buenas, y también es posible el viaje a alta velocidad.

El tramo de la carretera actualmente existente entre San Borja y Trinidad (completada en 1976) está construido con terraplenes de tierra de 0.3 - 3.0 m. de altura en cualquier lado, de forma similar al tramo de carretera antes mencionada. La superficie de la carretera consiste de arcilla. Las huellas son comunes porque las carreteras arcillosas no son capaces de soportar el peso de los vehículos. Las bermas de la carretera se han desmoronado también en varios lugares. El ancho de la carretera es usualmente de más o menos 9.0 m. Sin embargo, hay algunos lugares donde la vegetación ha crecido sobre la carretera, y sólo es transitable un carril. Los ríos y arroyos interceptan la actual carretera en muchos lugares y se utilizan pontones para cruzar los cursos de agua más grandes. Las secciones medianas y pequeñas de ríos y las áreas con drenaje

insuficiente tienen puentes de madera o tuberías corrugadas (Ver Tabla 2.3-4).

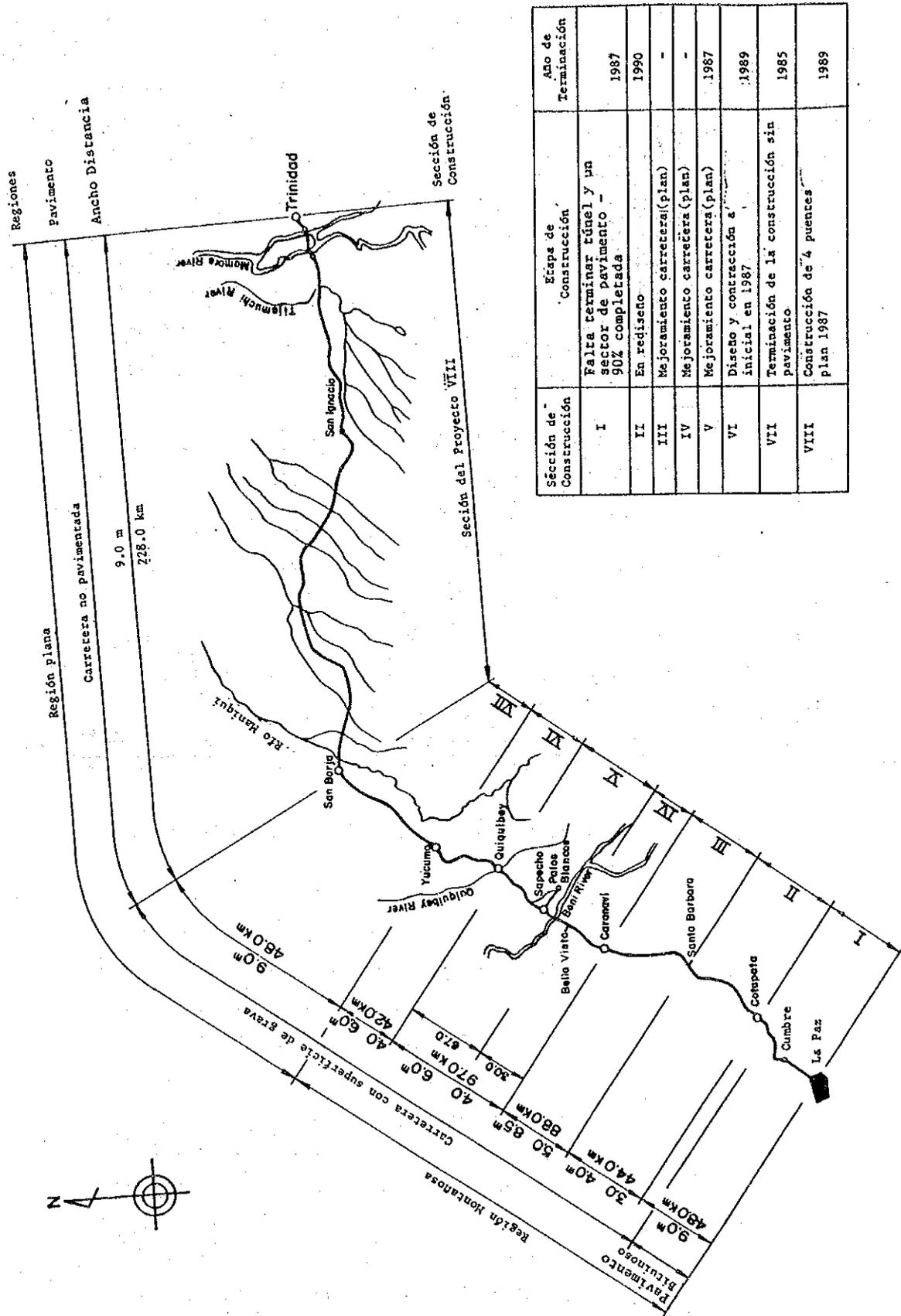
Durante el período de lluvias, la sección de 40 km. de la carretera al oeste de Trinidad está en su mayor parte bajo agua, y es, por supuesto, intransitable. Dependiendo del año, este período puede durar 5 ó 6 meses. El transporte por agua reemplaza al transporte por carretera, utilizando los canales de drenaje al lado de la carretera.

El tramo de la carretera entre San Ignacio y San Borja no experimenta inundación, pero cuando los caudales de agua se incrementan, se producen rebalses y las tuberías corrugadas se arrancadas. En consecuencia, la carretera se erosiona. Aún en la temporada seca las condiciones de la superficie de la carretera son pobres y los vehículos deben viajar a velocidades menores de los 30 km/h.

Tabla 2.3-4 CONDICIONES ACTUALES Y PLANIFICACION PARA EL CRUCE DE RIOS

Nombre del Lugar	Condición Actual	Planificación	observaciones
Ibare	Pontón	3 GBx	L=180.4m, b=7.3m X1
Mamore	Pontón	Transb.	
Tijamuchi	Pontón	3 CT	L=126.0m, b=7.3m X1
Apere	Pontón	3 PCT	L=91.6m, b=7.3m X1
Tajibo	Tubo Corrugado	Puente	-
Tigre	Tubo Corrugado	Puente	-
Cuberene	Pontón	3 PCT	L=91.6m, b=7.3m X1
Mururita	Tubo Corrugado	Puente	-
Museruna	Puente Madera	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X2
Chevejecure	Drenaje Francés	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X1
Matos	Puente Madera	3 SRC	L=29.3m, b=7.0m X1
Curirabita	Puente Madera		-
Curiraba	Puente Madera		-
Maniqui	Pontón	3 PCBx	L=154.0m, b=7.3m X 2

3 PCBx ----- Puente vigas cajón H.P., 3 luces continuas
 3 PCT ----- Puente vigas post-tesadas, 3 luces continuas
 3 SRC ----- Puente H.A., 3 luces continuas
 X1 ----- Diseño completo
 X2 ----- En construcción
 L ----- Longitud total del puente
 b ----- Ancho del puente
 Transb. ----- Transbordador



Sécción de Construcción	Etapas de Construcción	Año de Terminación
I	Falta terminar túnel y un sector de pavimento - 90% completada	1987
II	En rediseño	1990
III	Mejoramiento carretera (plan)	-
IV	Mejoramiento carretera (plan)	-
V	Mejoramiento carretera (plan)	1987
VI	Diseño y construcción inicial en 1987	1989
VII	Terminación de la construcción sin pavimento	1985
VIII	Construcción de 4 puentes Plan 1987	1989

Fig. 2.3-2 CONDICION ACTUAL DE LA CARRETERA NACIONAL NO.3

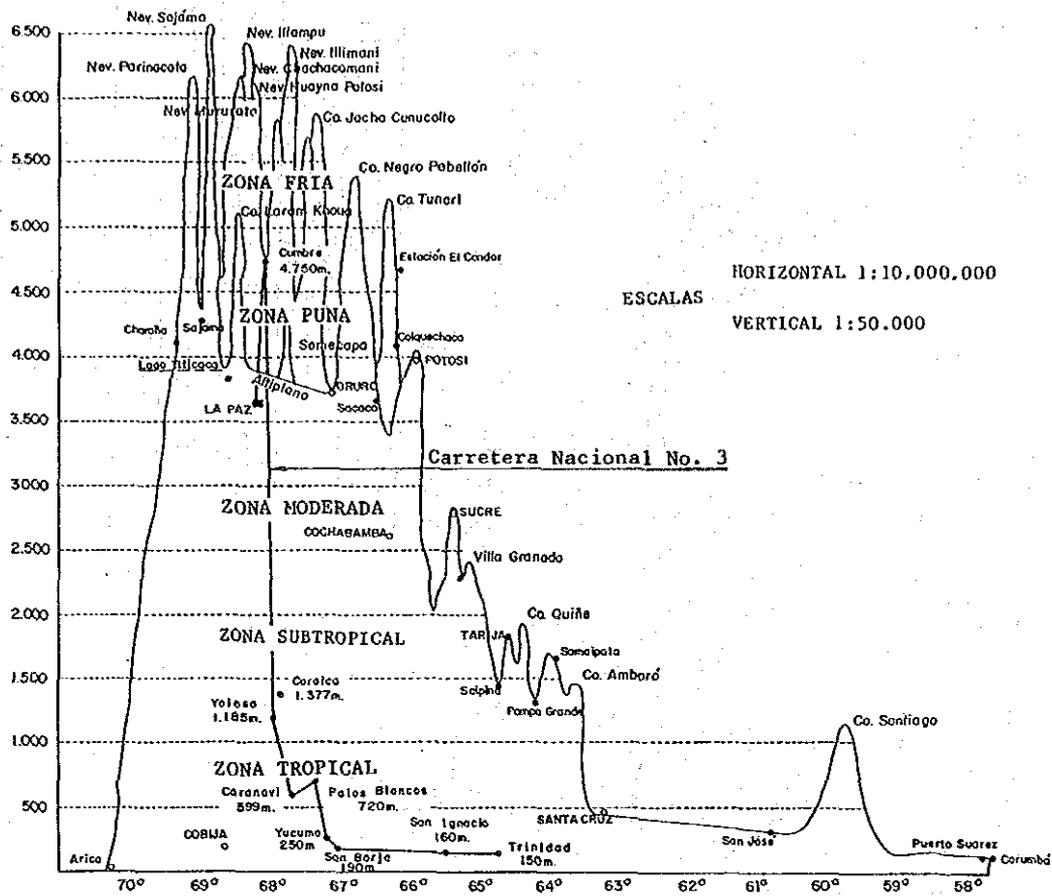


Fig. 2.3-3 ALTIMETRIA DE LA CARRETERA NACIONAL NO. 3

2.3.1.3 Condiciones de las Carreteras Próximas a Trinidad

Hay tres carreteras troncales y tres carreteras complementarias en las vecindades de Trinidad. Las carreteras troncales son: Carretera Nacional No. 3 (La Paz-Trinidad), Carretera Nacional No. 10 (San Ignacio-Cochabamba) y Carretera Nacional No. 9 (Trinidad-Santa Cruz). Las carreteras complementarias y los caminos vecinales son: Carretera No. 901 (Trinidad-San Pedro), Carretera No. 9401 (Sachojere-Loreto). Además, se está construyendo un anillo vial en forma de dique rodeando los suburbios de Trinidad (Referirse a Fig. 2.3-4).

(1) Estructura y Estado Actual de Cada Carretera

a) Carretera Nacional No. 3 (San Borja-Trinidad)

Esta carretera fue descrita anteriormente.

b) Carretera Nacional No. 10 (San Ignacio-Cochabamba)

Esta carretera troncal vincula San Ignacio y Cochabamba, pero sólo aproximadamente 40 Km de la carretera desde San Ignacio, han sido construídos. Aunque hay un plan para proseguir la carretera, todavía no se han conseguido los fondos para la construcción y, por tanto, no está claro cuándo empezará el trabajo. El ancho de la carretera es de 10 m y la superficie es de tierra sin pavimento.

c) Carretera Nacional No. 9 (Trinidad-Santa Cruz)

Antes de 1984 esta vía era una carretera troncal de características muy pobres entre Trinidad y Santa Cruz. Sin embargo, ésta ha sido mejorada y ahora tiene un ancho incrementado a 14.50 m., con una superficie de grava estabilizada de 9.40 m. El ancho explanado es ahora de 100 m. La altura de terraplén es de aproximadamente 0.5 - 1.0 m. por encima del terreno circundante. Las excavaciones laterales de la carretera forman canales de drenaje a ambos lados del terraplén y éste tiene canales de drenaje debajo y perpendicularmente a la carretera en varios lugares. Por tanto, esta carretera es para todo tiempo y puede ser transitable aún durante la estación lluviosa.

Una vista longitudinal de la carretera revela una gradiente virtualmente a nivel y una vista en planta muestra un alineamiento casi rectilíneo. Ya que la condición de la superficie de la carretera es buena, los camiones pequeños pueden mantener velocidades constantes de 80 - 100 Km/hr.

(2) Carreteras Nos. 901, 9401 y 9431

Estas carreteras tienen superficie de tierra no pavimentada cuyos anchos son de aproximadamente 4.0 - 5.0 m. La altura de los terraplenes es de aproximadamente 0.5 m. sobre el nivel del terreno circundante y existen en ambos lados canales de drenaje formados por los préstamos laterales (excavados para construir el terraplén). Durante la estación lluviosa, las carreteras llegan a inundarse en muchos lugares y son impasables. Vías de transporte por agua son utilizadas en lugar de las carreteras cuando el tráfico normal es suspendido por la inundación. Aún durante la temporada seca la superficie de las carreteras es pobre y sólo es posible sostener velocidades de 20 - 30 Km/hr.

(3) El dique de la ciudad de Trinidad

Un anillo dique está siendo construido en los suburbios de Trinidad. La superficie más ancha de esta vía es de 13.0 - 14.0 m. y su cota de nivel varía entre 154.70 y 155.10 m. (basado en los estándares de altura determinados por el Instituto Geográfico Militar). En 1984, el río Ibare alcanzó el máximo nivel de 154.66 m., casi al tope del dique.

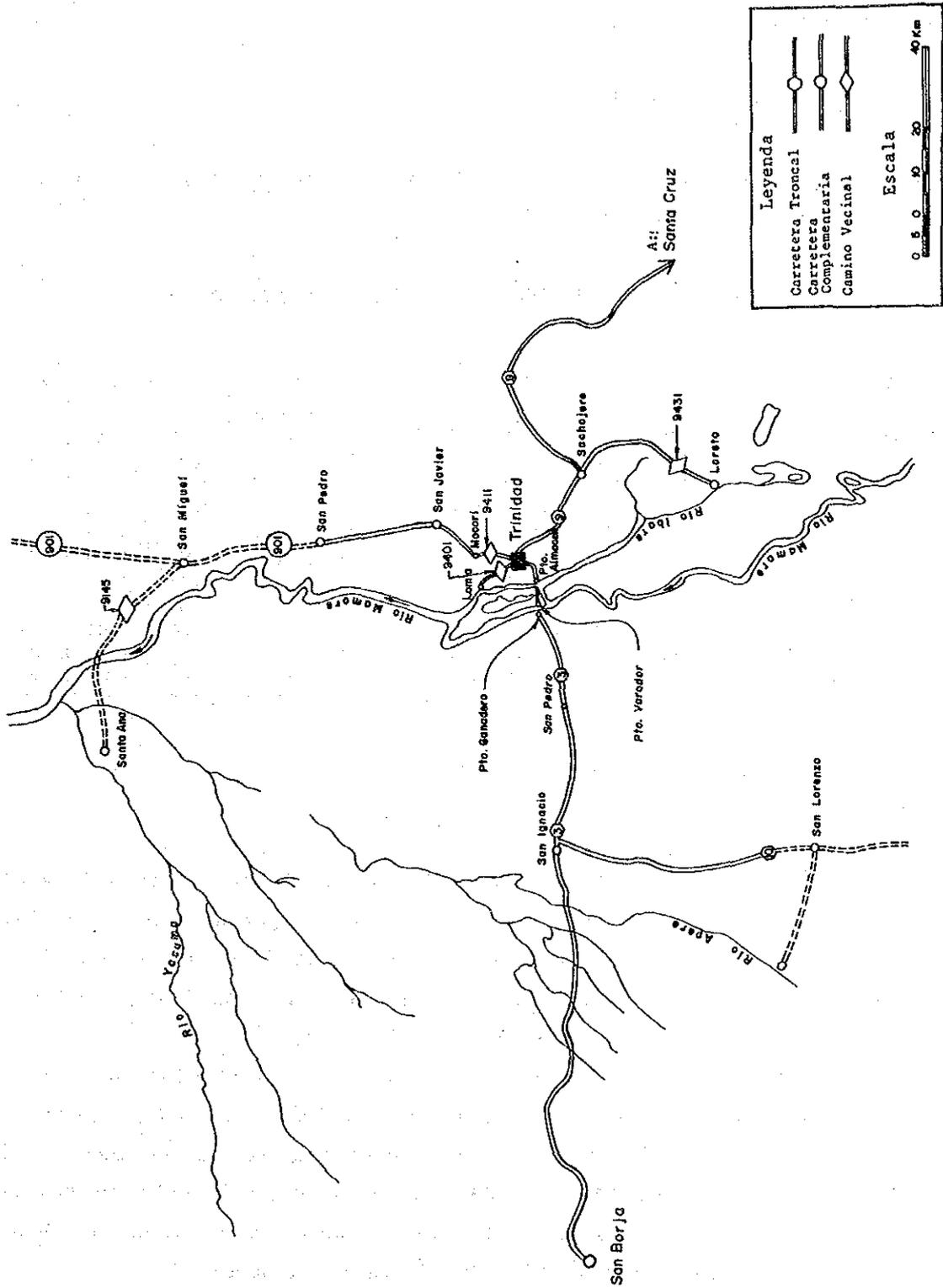


Fig. 2.3-4 CARRETERAS ALREDEDOR DE TRINIDAD

2.3.2 Tráfico y Transporte de Pasajeros y Carga

2.3.2.1 Tráfico en Carreteras

(1) Número de Vehículos

El número de vehículos en el Beni y otros departamentos está resumido en la Tabla 2.3-5

Tabla 2.3-5 NUMERO DE VEHICULOS REGISTRADOS

AÑO	TOTAL	La Paz	Santa Cruz	Cochá-bamba	Oruro	Potosí	Chuqui-saca	Tarija	Beni	Pando
1973	63,758	26,793	10,552	14,006	4,589	3,159	2,257	2,141	261	-
1974	71,127	29,699	12,888	14,813	4,828	3,529	2,497	2,479	474	-
1975	84,745	34,856	16,493	17,038	5,492	3,913	2,850	3,216	887	-
1976	97,655	39,369	19,420	20,332	6,093	4,177	3,120	3,684	1,424	36
1977	109,440	43,173	21,647	24,700	6,632	4,454	3,325	4,049	1,424	36
1978	118,222	47,013	22,402	27,680	6,920	4,661	3,584	4,502	1,424	36
1979	128,713	52,071	23,921	30,345	7,586	4,976	3,852	4,502	1,424	36
1980	146,015	55,685	29,449	32,825	8,374	5,346	4,221	4,873	5,206	36
1981	163,145	60,736	35,792	36,385	9,181	5,707	4,700	4,947	5,728	49
1982	177,794	63,546	40,579	37,458	11,251	6,891	5,724	5,744	6,187	494
1983	197,351	70,536	45,043	41,578	12,489	7,649	6,354	6,376	6,778	548

FUENTE: S.N.C.

De acuerdo a la Tabla 2.3-5, las tasas de crecimiento de vehículos legalmente registrados en cada departamento de Bolivia son computadas con relación al valor de 1976 que se considera igual a 1.00; los resultados se presentan en la Tabla 2.3-6.

La tasa de crecimiento de los vehículos registrados en el Beni, como se muestra en la Tabla 2.3-6, es mayor que la tasa de crecimiento de Bolivia y del departamento de La Paz. Sin embargo, entre 1980 y 1983, la tasa de crecimiento en Bolivia ha sido casi igual a 1.00 con relación a la tasa del Beni, Estos valores son 1.352 y 1.302, respectivamente.

La tasa de crecimiento en el Beni es 3.5 veces la tasa de Bolivia.

Tabla 2.3-6 TASAS DE CRECIMIENTO DE LOS REGISTRADOS

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Departamento Beni	0.183	0.333	0.623	1.000	1.000	1.000	1.000	3.656	4.022	4.345	4.760
Departamento La Paz	0.681	0.754	0.885	1.000	1.097	1.194	1.323	1.414	1.543	1.614	1.792
Total en Bolivia	0.652	0.739	0.868	1.000	1.121	1.211	1.318	1.495	1.671	1.821	2.021
Beni/Bolivia (%)	0.4	0.7	1.0	1.5	1.3	1.2	1.1	3.6	3.5	3.5	3.4

La Tabla 2.3-7 muestra las tasas de crecimiento de los vehículos legalmente registrados en el Beni, en el departamento de La Paz y en el país. Los datos son tomados del I.N.E. y también de la Tabla 2.3-5.

Tabla 2.3-7 TASAS DE CRECIMIENTO DE LOS VEHICULOS REGISTRADOS

Unidad: Personas/Vehículo

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Departamento Beni	126.4	130.5	134.5	138.9	39.3	36.9	35.2	33.2
Departamento La Paz	40.7	38.2	36.1	33.6	32.3	30.5	30.1	27.9
Total en Bolivia	51.5	47.2	44.9	42.3	38.3	35.3	33.3	30.8

De acuerdo a la Tabla 2.3-7, tanto el Beni como toda Bolivia tienen tasas de crecimiento positivas.

El consumo anual de gasolina y diesel y sus tasas de crecimiento se muestran en la Tabla 2.3-8. La gasolina y el diesel no sólo son usados para vehículos, aunque la tasa de crecimiento de su consumo es menor que la tasa de crecimiento de los vehículos registrados. Esto ocurre probablemente porque los vehículos fueron menos usados debido al decreciente consumo de gasolina en 1984 y 1985.

Tabla 2.3-8 CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN EL BENI 1)

	Unidad	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Gasolina	m3	3,289	8,983.6	9,171.2	10,208.2	11,771.1	11,053.6	9,001.8	3) 9,951.1
Diesel	m3	3,356	8,340.9	8,743.9	9,237.6	10,445.5	10,781.0	10,029.1	10,464.5
Kerosene	m3	-	4,494.7	4,378.8	3,943.2	4,239.0	4,063.2	1,884.4	2,691.5
Total	m3	-	21,819.2	22,293.9	23,389.1	26,455.6	25,897.8	20,915.3	23,107.1
(Total x 0.75 Ton 2)	Ton		16,360	16,720	17,540	19,840	19,420	15,690	17,330

- Nota: 1) Tomado de Y.P.F.B.
 2) 1 ??? 0.75 lon.
 3) Total hasta Noviembre X 12/11

Tabla 2.3-9 TASAS DE CRECIMIENTO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLES

Artículo	Año								
	1976	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	
Gasolina	1.000	2.731	2.788	3.104	3.579	3.361	3.737	3.026	
Diesel	1.000	1.485	2.605	2.753	3.112	3.212	2.988	3.118	
No. de Vehic.	1.000	1.000	3.656	4.022	4.345	4.760	---	---	

(2) Se realizó una investigación sobre el volumen del tráfico, dividiendo el área del proyecto en tres partes: Trinidad-Puerto Varador, Puerto Ganadero-San Ignacio y San Ignacio-San Borja. Los resultados de esta investigación se sintetizan en la Tabla 2.3-10 y Figura 2.3-5.

En volumen de tráfico entre Trinidad y Puerto Varador parece mucho más elevado que en las otras dos áreas. Las razones son que dos puertos (Puerto Ganadero y Puerto Almacén), están localizados en esta área y que las mercancías descargadas en estos puertos son transportadas a Trinidad.

Tabla 2.3-10 CRECIMIENTO DEL VOLUMEN DE TRAFICO

Año	1981	1982	1983	1984
Sección				
San Borja - San Ignacio	99	78	82	53
San Ignacio - Pto. Ganadero	138	89	68	52
Pto. Varador - Trinidad	378	481	393	372

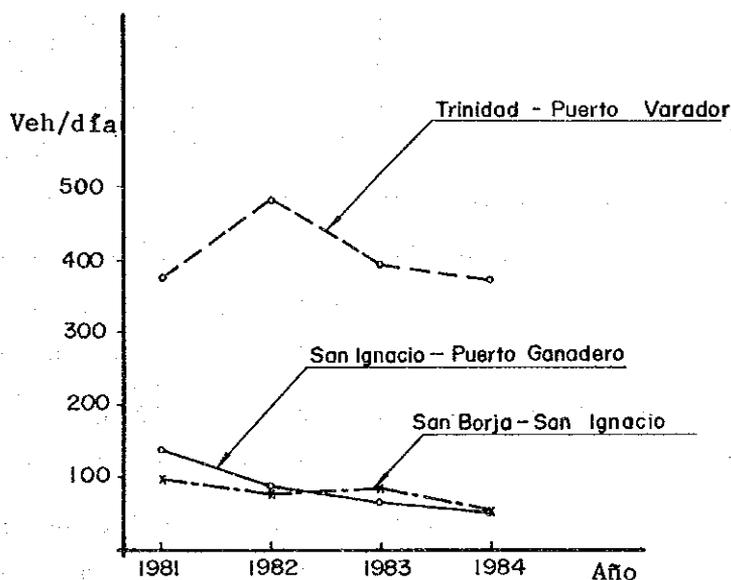


Fig. 2.3-5 VOLUMEN DE TRAFICO EN CADA AREA ENTRE TRINIDAD Y SAN BORJA

El volumen de tráfico ha tendido a decrecer anualmente. Esto es verdad especialmente en las regiones al oeste de Puerto Ganadero. Esto ha sido causado por el hecho de que en años recientes el tiempo ha sido malo (particularmente en 1982 y 1983), lo que originó que el área occidental de Puerto Ganadero llegue a ser severamente dañada por las inundaciones. Por tanto, la carretera no ha estado en buenas condiciones para el transporte.

Se ha realizado una investigación sobre el volumen de tráfico para cada tipo de vehículo y los resultados son sintetizados en la Tabla 2.3-11.

Tabla 2.3-11 PORCENTAJE DE CADA TIPO DE VEHICULOS POR AREA

Unidad: %

Sección	Año	Clase Pequeños	Clase Medianos	Clase Grandes	Otros
Trinidad-Pto. Ganadero		38.0	3.3	30.3	28.4
Pto. Ganadero-San Ignacio		44.4	9.1	13.9	32.6
San Ignacio-San Borja		37.8	12.3	13.3	36.6

Nota: TIPO DE VEHICULOS

- 1) Clase Pequeños: (Automóviles, vagonetas, camionetas (menos de o igual a 2.0 ton.) y otros vehículos livianos.
- 2) Clase Medianos: Microbús (12-35 asientos), camión liviano (2.5 - 5.5 ton.)
- 3) Clase Grandes: Bus grande (36 asientos o más), camiones (6.0 ton. o más).

2.3.2.2 Transporte por otros Medios

(1) Aviación

El control de la aviación y los datos computarizados son manejados por AASANA (Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares a la Navegación Aérea) y la Subsecretaría de Aeronáutica Civil, Dirección General de Transporte y Trabajo Aéreo.

Ambas organizaciones pertenecen al Ministerio de Aeronáutica, pero son funcionalmente independientes una de otra. Las principales funciones de la primera son el control de aeropuertos y aerolíneas. La principal función de la última es controlar a las compañías de transporte aéreo.

En el Beni, ASANA controla 11 aeropuertos, la localización de cada aeropuerto se muestra en la Tabla 2.3-12 y la Fig. 2.3-6.

1) Volumen de carga manipulada

El volumen de carga manipulada en los 11 aeropuertos del Beni está tabulado en las Tablas 2.3-13 y 2.3-14.

El volumen de carga despachada y recibida en Trinidad en 1983 fue de 1548 toneladas y 2201 toneladas, respectivamente. El volumen de carga recibida excedió a la carga despachada, y esto ha sido lo mismo en el pasado. En 1978, el volumen de carga manipulada en Trinidad fue un nuevo record, pero posteriormente ha disminuido.

2) Origen y destino de la carga

La Tabla 2.3-15 muestra el volumen de carga transportada por el LAB cada año hacia y desde Trinidad. De acuerdo con estos datos, casi toda la carga de Trinidad es transportada hacia y desde La Paz, Santa Cruz y Cochabamba.

Los únicos datos económicos obtenidos para el análisis están consignados en la Tabla 2.3-15. La Tabla 2.3-16 es una investigación de O.D. de 1983, centrada en el Beni. Esta Tabla muestra la cantidad total de carga manejada por todas las líneas aéreas, incluido el LAB.

Tabla 2.3-12 AEROPUERTOS CONTROLADOS POR AASANA

Sím-bolo	Nombre del Aeropuerto	Medidas de la Pista (Long x ancho)	Condiciones de pista y Area de Estacionamiento
1) TDD	Trinidad	2.600x36	Concreto y Asfalto
2) RI	Riberalta	1.700x25	Tierra y Pasto
3) GY	Guayaramerín	1.800x30	Tierra y Pasto
4) SRJ	San Borja	1.800x40	Tierra y Pasto
5) SA	Santa Ana	1.600x30	Suelo Fino
6) MG	Magdalena	1.700x30	Tierra y Pasto
7) RQ	Rurrenabaque	1.300x30	Tierra y Pasto
8) SQM	San Joaquín	1.150x25	Tierra y Pasto
9) SIM	San Ignacio de Moxos	1.700x25	Suelo Fino
10) RY	Reyes	1.475x30	Suelo Fino
11) SR	Santa Rosa	1.800x40	Tierra y Pasto

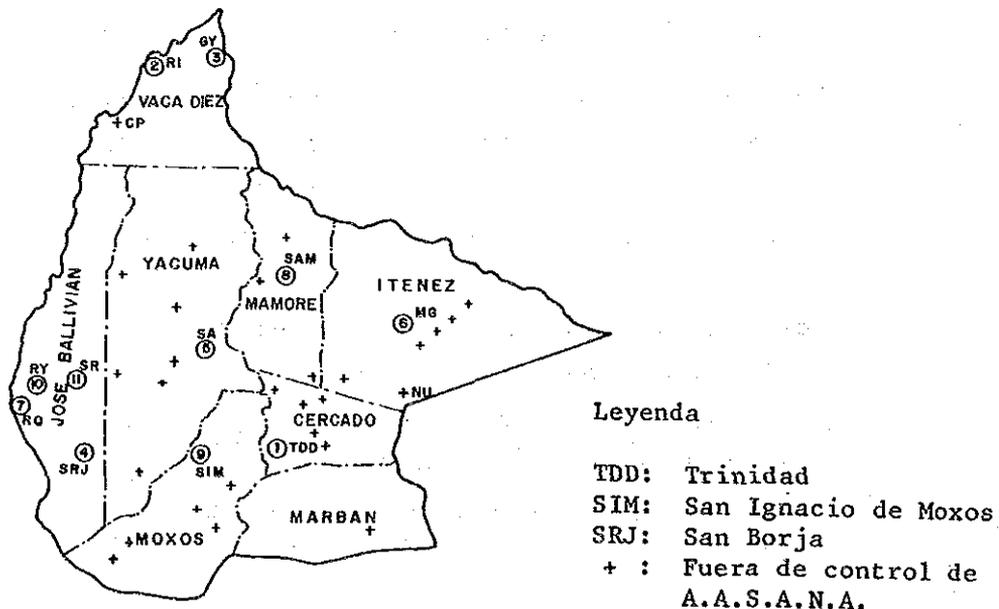


Fig. 2.3-6 UBICACION DE AEROPUERTOS

Trinidad está jugando un rol importante como un centro regional de carga, y tiene un considerable intercambio con otras ciudades grandes incluyendo La Paz.

En el caso de San Ignacio y San Borja, más del 90% de la carga es transportada hacia y desde La Paz.

Trinidad, San Ignacio y San Borja, que están localizadas en el área del proyecto, realizan el intercambio de una significativa cantidad de carga por aire con La Paz y en menor grado entre ellas.

En conclusión, cuando sean completadas las carreteras entre estas tres ciudades y La Paz, los volúmenes de transporte aéreo decrecerán en favor del transporte por carretera. La distancia entre estas tres ciudades y La Paz es un factor importante, su longitud relativamente corta hace al proyecto factible y económico.

3) Pasajeros

La variación del total anual en el número de pasajeros no ha sido determinada por el LAB. Las Tablas 2.3-17 y 2.3-18 muestran la cantidad de pasajeros en unos pocos aeropuertos de Bolivia entre 1972 y 1983.

La Tabla 2.3-19 muestra el resultado de la investigación de O.D. del transporte aéreo para el Beni. De esta Tabla se puede determinar que Trinidad, San Ignacio y San Borja están tan fuertemente vinculados por el transporte de gente como por el de carga.

Tabla 2.3-13 VOLUMEN DE CARGA DESPACHADA

Unidad: ton/año

AEROPUERTO	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
La Paz	6,485	8,013	8,351	8,758	10,239	12,105	11,426	9,560	9,418	7,055	11,617
Santa Cruz	1,199	1,603	1,397	1,550	1,528	1,453	1,955	1,979	1,902	2,059	3,576
Cochabamba	3,983	5,077	4,691	3,298	2,840	3,541	3,830	3,038	3,157	2,442	3,776
Trinidad	2,189	2,971	2,833	2,564	2,649	3,418	2,410	2,376	2,158	1,113	1,548
San Ignacio de Moxos	431	771	726	506	472	672	633	967	1,247	1,063	864
San Borja	1,316	1,637	1,267	1,534	1,729	2,446	1,957	1,779	1,820	1,342	1,486
Guayaramerin	178	241	196	218	230	620	567	271	146	157	227
Santa Ana	747	397	428	309	476	393	760	556	257	326	320
Riberalta	662	707	725	626	468	561	573	199	243	246	285
Magdalena	363	243	321	291	74	274	248	134	477	295	267
Rurrenabaque	50	97	148	72	21	22	53	30	88	36	305
San Joaquín	301	288	210	86	101	72	18	17	464	140	107
Reyes	656	1,178	576	575	428	877	1,282	1,372	1,027	841	571
Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	1,917	2,640	1,855	1,074	949
Otros	1,698	1,494	14,691	13,738	16,36	16,748	14,406	12,311	15,632	8,410	7,670
Total	20,258	36,717	36,560	34,125	37,619	43,202	42,035	37,229	39,901	26,599	33,568

FUENTE: AASANA

Tabla 2.3-14 VOLUMEN DE CARGA RECIBIDA

Unidad: ton/año

AEROPUERTO	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
La Paz	8,175	9,672	11,975	14,115	17,026	18,916	17,859	17,714	17,097	11,341	12,314
Santa Cruz	857	1,343	1,109	870	1,466	1,556	2,178	1,331	1,392	1,403	2,776
Cochabamba	2,282	4,358	2,985	2,454	2,179	3,758	4,438	3,241	3,550	3,307	3,647
Trinidad	2,665	2,943	3,602	3,271	3,102	3,498	3,124	2,841	2,598	1,797	2,201
San Ignacio de Moxos	522	613	531	366	345	431	330	488	568	498	754
San Borja	926	1,472	1,229	1,453	1,477	2,272	1,855	1,200	1,076	829	1,277
Guayaramerin	249	261	233	129	213	186	240	222	222	253	263
Santa Ana	515	356	343	211	249	407	405	286	228	295	289
Riberalta	621	702	835	513	576	654	638	332	354	355	447
Magdalena	273	230	243	167	92	217	189	87	165	101	207
San Joaquín	199	230	160	103	83	65	33	36	221	114	80
Reyes	730	1,458	461	488	331	681	899	863	656	471	603
Santa Rosa	-	-	-	-	-	-	1,016	1,196	899	538	865
Otros	3,656	13,079	12,863	9,985	10,480	10,561	8,831	7,392	10,875	5,297	7,845
Total	21,652	36,717	36,569	34,125	37,619	43,202	42,035	37,229	39,901	26,599	33,568

FUENTE: AASANA

Tabla 2.3-15 ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO EN TRINIDAD

Unidad: Kg/año

Aeropuertos	1979	1980	1981	1982	1983
DE TRINIDAD A:					
La Paz	75,570	68,200	58,082	58,284	104,236
Santa Cruz	88,350	72,673	56,908	53,379	115,943
Cochabamba	95,048	99,392	83,457	69,890	156,442
Sucre	8,453	8,735	4,728	7,170	10,712
San Borja	6,928	9,192	9,485	9,918	9,633
Guayaramerín	45,355	44,657	37,469	28,568	46,805
Santa Ana	6,685	5,056	2,888	---	---
Riberalta	40,237	39,110	27,472	33,649	49,763
Magdalena	11,449	10,232	10,532	1,235	---
Rurrenabaque	53	114	35	12	15
San Joaquín	6,906	7,192	6,821	1,111	---
Reyes	4,168	4,721	3,711	3,754	5,122
Otros	9,958	6,436	8,580	6,686	11,623
Total	399,250	375,710	310,167	273,656	510,294
A TRINIDAD DE:					
La Paz	242,787	233,735	219,646	224,651	259,354
Santa Cruz	265,620	246,402	242,411	244,577	427,073
Cochabamba	261,784	246,678	245,242	379,603	479,843
Sucre	3,665	4,930	2,453	3,086	3,917
San Borja	3,109	3,741	3,366	3,057	2,857
Guayaramerín	71,322	96,282	51,686	28,001	49,949
Santa Ana	1,778	2,831	1,162	---	---
Riberalta	15,268	18,878	11,024	11,107	12,421
Magdalena	3,226	4,867	6,273	648	---
Rurrenabaque	34	21	56	33	41
San Joaquín	2,239	2,564	3,258	507	---
Reyes	999	1,423	1,652	1,657	4,552
Otros	4,838	4,758	2,750	2,547	3,372
Total	876,769	867,105	790,979	899,456	1,243,379

FUENTE: L.A.B.

Tabla 2.3-16 ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DEL TRANSPORTE AEREO

Unidad: Kg

	Trinidad	San Ignacio	San Borja	RY. SR. RQ	GY. RI.	Santa Ana	MG. JO.	Sub Total	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Mtd Total	Others	TOTAL
Trinidad	3,947	9,633	5,137	96,608	1,500	116,825	783,191	120,543	418,442	1,279,001	89,388	1,468,389		
San Ignacio	375	876	19	576	566	5,752	687,637	22,659	5,031	1,186,392	13,672	1,200,064		
San Borja	0	4,265	0	576	566	10,000	1,972,806	2,113	6,347	1,989,266	29,318	2,018,584		
RY. SR. RQ.	0	904	0	9,000	0	76,834	295,921	28,443	44,325	445,523	36,676	480,199		
GY. RI.	0	1,100	0	4,500	0	7,100	172,756	3,000	98,600	281,496	7,400	288,896		
Santa Ana	0	0	0	0	0	0	239,035	0	42,800	281,835	6,000	287,835		
MG. JO	0	0	0	101,703	11,066	0	5,246,336	176,758	679,945	6,317,925				
Sub-total	3,947	15,902	6,013	372,688	170,975	5,789,595	142,236	346,507	544,140	2,622,003				
La Paz	802,974	1,474,944	1,699,810	73,006	3,000	565,524	1,512,339	166,853	1,053,791	2,298,842				
Santa Cruz	427,073	53,622	8,823	143,619	82,100	1,078,198	0	0	0	0				
Cochabamba	731,843	6,086	950	691,016	267,141	7,642,203	322,674	2,672,785	1,570,592					
Mtd-total	2,231,701	863,521	1,715,596	47,167	53,090	785,831	1,000	8,428,036						
Otros	49,177	60	12,670	738,183	320,231	8,428,036	323,674							
TOTAL	2,280,878	863,581	1,563,224	1,820,486	738,183	8,428,036	323,674							

NOTA: DATOS FUERON OBTENIDOS DE AASANA

RY : REYES

SR : SANTA ROSA

RQ : RURRENABAQUE

GY : GUAYAMERIN

RI : RIBERALTA

MG : MAGDALENA

JO : SAN JOAQUIN

Tabla 2.3-17 NUMERO DE PASAJEROS DE SALIDA

Unidad: Pasajeros/año

AEROPUERTOS	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
La Paz	59,704	53,556	77,404	95,265	116,421	147,492	190,142	225,523	241,248	209,596	196,683	212,490
Santa Cruz	48,448	45,935	68,582	90,817	108,503	134,560	168,784	210,102	252,245	213,069	228,114	297,834
Cochabamba	63,963	52,801	75,827	93,309	108,301	134,818	177,562	219,379	243,993	199,601	196,729	251,588
Trinidad	21,100	25,094	31,394	37,292	43,422	46,841	54,945	57,253	66,596	54,720	58,117	69,456
San Ignacio de Moxos	630	956	952	600	188	8	-	-	-	-	-	-
San Borja	1,315	1,384	1,447	1,997	2,287	1,968	2,870	2,361	3,236	3,197	3,709	3,067
Guayaramerin	4,365	4,993	5,616	7,562	8,941	8,941	10,333	10,502	12,882	10,726	8,691	10,716
Santa Cruz	2,739	3,282	3,826	4,679	3,090	1,625	2,742	1,220	1,531	707	-	-
Riberalta	3,926	3,569	4,628	6,723	6,602	6,615	7,368	7,114	7,390	5,525	6,620	7,169
Magdalena	1,523	1,818	2,001	1,896	1,602	1,129	940	896	1,197	1,235	207	2
Rurrenabaque	604	696	1,058	1,303	1,456	1,304	1,462	2,029	2,248	2,265	2,510	2,076
San Joaquin	1,154	1,319	1,488	1,587	1,263	1,054	888	599	1,109	1,519	428	49
Reyes	917	1,128	2,144	2,079	1,511	1,286	1,815	1,864	2,021	1,761	2,487	2,621
Santa Rosa	663	507	749	961	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	36,641	31,783	31,899	49,585	51,973	63,762	76,990	81,503	90,016	80,836	83,247	110,502
Total	247,692	228,821	309,015	395,655	455,560	551,403	696,841	820,345	925,712	784,757	787,542	967,570

FUENTE: L.A.B.

Tabla 2.3-18 NUMERO DE PASAJEROS DE LLEGADA

Unidad: Pasajeros/año

AIRPORTS	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
La Paz	65,919	57,633	80,857	100,341	121,912	153,525	201,450	239,498	258,683	225,341	207,106	222,898
Santa Cruz	47,238	46,064	67,907	89,435	105,606	131,180	166,276	206,349	240,038	205,033	218,788	292,749
Cochabamba	62,094	51,789	72,958	91,329	106,322	134,267	173,277	215,352	245,342	197,081	198,924	251,621
Trinidad	20,093	23,936	30,356	36,828	42,392	45,951	54,656	53,905	64,034	53,681	57,289	68,933
San Ignacio de Moxos	516	780	875	528	147	4	-	-	-	-	-	-
San Borja	894	973	1,290	1,701	2,186	1,481	1,955	1,671	2,166	2,229	3,107	2,547
Guayaramerin	4,410	4,578	4,812	6,857	8,115	7,738	9,005	10,196	11,713	9,855	7,914	9,456
Santa Cruz	2,288	2,994	3,154	4,292	2,849	1,463	2,133	1,070	1,597	730	-	-
Riberaita	3,741	3,623	4,458	6,835	6,509	6,369	7,134	6,904	7,784	5,761	7,373	8,726
Magdalena	1,406	1,759	1,897	1,795	1,724	1,199	1,057	937	1,346	1,690	272	1
Rurrenabaque	258	577	815	950	1,093	1,012	1,122	1,519	1,801	1,763	1,922	1,911
San Joaquin	1,287	1,388	1,697	1,742	1,598	1,329	1,190	899	1,420	1,753	412	-
Reyes	705	957	1,711	1,735	1,283	1,023	1,739	1,474	1,679	1,471	1,861	2,056
Santa Rosa	1,106	410	584	1,031	59	-	-	-	-	-	-	-
Otros	35,737	31,360	35,644	50,256	53,765	64,862	75,847	80,571	88,110	78,369	82,574	106,672
Total	247,692	228,821	309,015	395,655	455,560	551,403	696,841	820,345	925,712	784,757	787,542	967,570

FUENTE: L.A.B.

Tabla 2.3-19 ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS
POR VIA AEREA EN EL BENI, 1983

Unidad: Pasajeros/años

	Trinidad	San Ignacio	San Borja	RY.SR.RQ	GY.RI.	SANTA ANA	MG.JO.	Sub total	La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Mid - Total	Others	TOTAL
Trinidad	0	1,144	574	8,132	504	293	9,617	12,866	26,534	19,146	68,162	2,493	70,656	
San Ignacio	0	0	0	0	0	0	0	145	0	1	146	0	146	
San Borja	1,312	0	453	0	0	0	1,765	1,697	22	0	3,484	9	3,493	
RY.SR.RQ	572	0	545	0	0	0	1,117	3,928	429	11	5,485	19	5,504	
GY.RI.	7,781	0	7	1	0	309	8,098	1,567	3,298	3,534	16,497	1,758	18,255	
Santa Ana	421	0	0	0	0	0	421	68	0	264	753	0	753	
MG.JO.	272	0	0	1	356	0	629	57	0	7	693	513	1,206	
Sub Total	10,358	0	1,696	1,029	8,488	504	602	20,328	30,283	22,963				
La Paz	13,490	102	1,110	3,010	1,660	56	19,483	90,000	76,705				216,370	
Santa Cruz	27,299	0	11	376	2,664	0	30,350	92,833	136,714				302,723	
Cochabamba	18,257	0	6	17	4,141	230	1	22,652	80,742	132,974			253,400	
Mid-Total	69,404	102	2,823	4,432	16,953	790	658							
Otros	594	0	5	116	1,673	3	586							
TOTAL	69,998	102	2,828	4,548	18,626	793	1,244							

FUENTE: DATOS FUERON TOMADOS EN 1983 POR AASANA

RY : REYES

SR : SANTA ROSA

RQ : RURRENABAQUE

JO : SAN JOAQUIN

GY : GUAYARAMERIN

RI : RIBERALTA

MG : MAGDALENA

(2) Transporte por Agua

1) Localización de Trinidad

Trinidad, la capital del Beni, está localizada en la cuenca del Río Mamoré. Puerto Varador está sobre la ribera derecha y Puerto Ganadero está ubicado en la orilla izquierda (lado San Ignacio). Estos puertos están conectados con la ciudad de Cochabamba, aguas arriba del río Ichilo, pasando Puerto Villarroel. Los puertos están también conectados con la ciudad de Santa Ana, aguas abajo, sobre los ríos Mamoré y Yacuma, pasando hacia Guayaramerín.

Hay algunos puertos localizados a lo largo de los ríos Ibare y Mamoré. Puerto Almacén, sobre el río Ibare y Puerto Varador y Puerto Ganadero sobre el río Mamoré, son los principales puertos en virtud del volumen de carga que manejan. El principal origen y destino de carga es posiblemente Trinidad y luego San Ignacio.

2) Cantidad de Carga Transportada por Agua

El volumen de carga manejada en Trinidad a través del río Mamoré fue estudiado por la DIRECCION GENERAL DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL. La cantidad total de carga manejada en Trinidad durante 5 años, desde 1980 hasta 1984, está tabulada en la Tabla 2.3-20.

Como se describe en esta Tabla, la carga que llega a Trinidad es 2.38 veces mayor que la carga despachada.

El fenómeno es similar al caso del transporte aéreo.

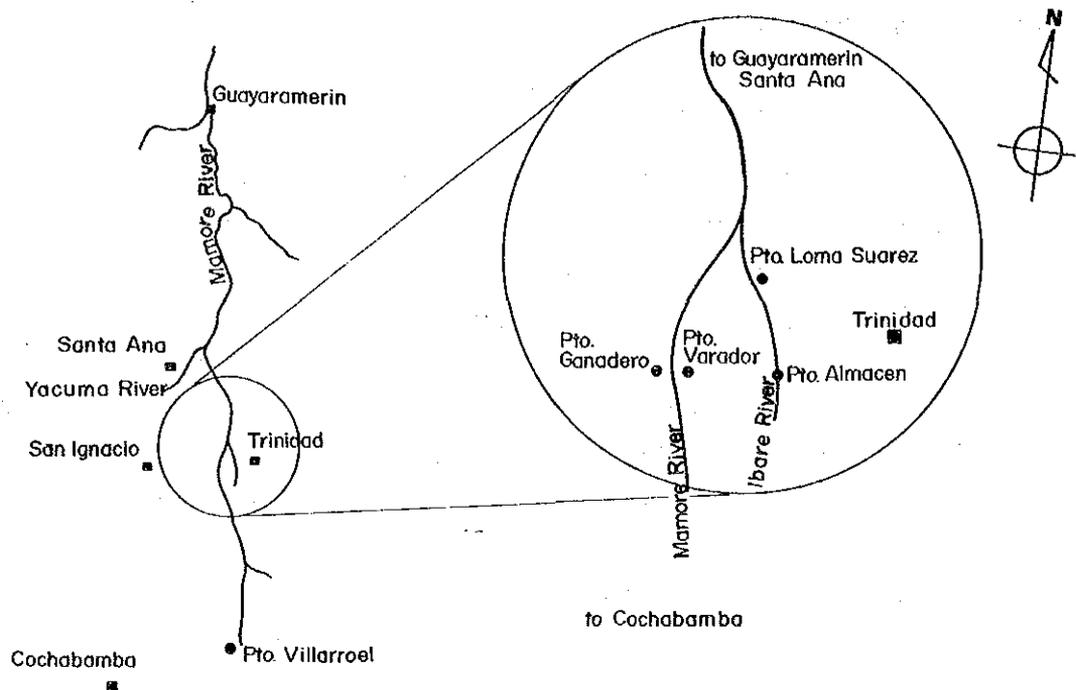


Fig. 2.3-7 UBICACION DE PUERTOS PRINCIPALES

Tabla 2.30-20 CANTIDAD DE CARGA TRANSPORTADA POR AGUA EN TRINIDAD

Unidad: ton/año

	Carguío	Descarguío	Cantidad de Carga
1980	7,314.40	13,727.18	21,041.58
1981	2,071.41	8,380.57	10,401.92
1982	10,356.52	(22,623.50) 22,223.50	(32,980.02) 32,580.07
1983	(6,714.19) 4,214.19	16,126.30	(22,840.49) 20,340.49
1984	6,409.45	17,585.37	23,994.84
1980-1984	(6,599.19) 6,076.19	(15,668.77) 15,608.77	(22,261.78) 21,681.78

NOTA 1: 400 ton/año de carga desde Guayaramerin no están incluidas.

Valor correcto es descrito en ().

2: No se han considerado 1.200 ton/año y 1.300 ton/año desde Guayaramerin y Santa Ana, respectivamente.

El valor corregido está indicado entre paréntesis.

3) Bienes Manajados (Determinados por la investigación O.D.)

a) Biene Despachados

El item que registra el porcentaje más elevado de bienes despachados es el ganado, que fue el 30% de la carga total en 1984. En 1982 y 1983, el ganado constitufa el 27% y el 68% del total, respectivamente.

El siguiente item más despachado (además de "otros y/o artículos desconocidos") es el de botellas vacías. En 1984, su porcentaje del total de carga fue 10%, y en 1982 y 1983 alcanzó al 30% y 11%, respectivamente.

La carne y botellas son despachadas a Puerto Villarroel y luego enviadas a Cochabamba. Otros bienes que son despachados desde Trinidad son artículos alimenticios, combustibles y aceite lubricante, los cuales suman el 9% y 8%, respectivamente. Estos bienes son despachados a Guayaramerín y Santa Ana.

Trinidad ha llegado a ser una ciudad importante para el Beni, no sólo en términos del despacho de bienes sino también en términos de su recepción.

b) Bienes Recibidos

Los bienes más recibidos en Trinidad son los combustibles y lubricantes. Estos suman el 31% del total de carga recibida en 1984, seguidos por la cerveza que significa el 10%, los artículos alimenticios el 9% y los materiales de construcción el 8.5%. Los cuatro bienes antes mencionados fueron clasificados como los primeros en carga recibida en 1982 y 1983. Estos artículos proceden principalmente de Puerto Villarroel, y pocos artículos fueron recibidos de la región norte del Beni.

La Tabla 2.3-21 muestra la investigación O.D. de transporte por agua para cada artículo.

(3) Características del Sistema de Transporte de Trinidad

La cantidad de bienes recibidos en Trinidad es mayor que la de bienes despachados, tanto por transporte aéreo como por agua. Los bienes que llegan son generalmente para los consumidores, ésto es: artículos alimenticios, combustibles y cerveza. Por el otro lado, los bienes despachados son principalmente ganado, pieles y botellas vacías. Trinidad es una ciudad de gran producción y consumo de ganado.

Por lo tanto, esta ciudad debe depender mucho de otras regiones para varios bienes de consumo.

No se pudo obtener datos publicados y detallados sobre los bienes despachados y recibidos mediante el transporte aéreo.

En consecuencia, se realizaron entrevistas orales para obtener datos sobre el transporte aéreo de A.D.E.P.T.A. (ASOCIACION DE EMPRESAS PRIVADAS DE TRANSPORTE AEREO) Y FRIREYES (que es una de las más grandes líneas aéreas privadas)

De acuerdo a la investigación, la carne producida en Trinidad y en otras áreas del Beni es transportada por aire a La Paz y de retorno se recibe principalmente el trigo, azúcar, cerveza, vegetales frescos, medicinas y combustibles. Ha llegado a establecerse que Trinidad es muy dependiente de otras áreas para sus bienes de consumo.

El costo de la carga aérea en proporción al peso, es relativamente alto, de manera que es difícil que la carga aérea absorba los costos de transporte dentro de los precios al por menor; diferente es el caso de las tarifas aéreas para pasajeros. Como consecuencia, Trinidad tiene un alto costo de vida. Pero los productos esenciales como trigo, vegetales

frescos y medicinas, deberán continuar siendo transportados por aire aunque el alto costo del transporte de carga tenga que ser transferido al consumidor. Esta condición es valedera para todo el Beni.

En conclusión, es necesario cambiar el modo y sistema de transporte, especialmente del transporte aéreo al transporte por carretera.

Por esta razón, se recomienda vehementemente el mejoramiento de la carretera entre Trinidad y La Paz.

Tabla 2.3-21 ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO DEL TRANSPORTE POR AGUA, POR ITEMS

Unidad: ton/año

D	Item	Trinidad			Puerto Villarroel			Otros			Total			
		1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	1982	1983	1984	
Trinidad	Total													
	Artículos Alimenticios													
	Combustibles y Lubrificantes													
	Piel													
	Cerveza													
	Granados													
	Materiales de Construcción													
	Botellas													
	Automóviles													
	Otros													
Pro. Villarroel	Total	28,860.15	30,519.23	18,045.15										
	Artículos Alimenticios	3,624.89	5,948.01	1,646.46										
	Combustibles y Lubrificantes	11,074.01	20,873.17	5,769.31										
	Cerveza	1,909.87	1,300.03	1,789.57										
	Materiales de Construcción	2,201.27	1,797.18	1,312.66										
	Automóviles	29.80	13.20	16.72										
	Otros	10,020.31	687.64	7,510.43										
	Total		372.88	495.17										
	Materiales de Construcción			270.05										
	Otros		372.88	225.12										
Otros	Total	28,860.15	30,992.11	18,540.32										
	Artículos Alimenticios	3,624.89	5,948.01	1,646.46										
	Combustibles y Lubrificantes	11,074.01	20,873.17	5,769.31										
	Cerveza	1,909.87	1,300.03	1,789.57										
	Materiales de Construcción	2,201.27	1,797.18	1,582.71										
	Automóviles	29.80	13.20	16.92										
	Otros	10,020.31	1,060.52	7,735.55										
	Total	Total												
		Artículos Alimenticios												
		Combustibles y Lubrificantes												
Cerveza														
Materiales de Construcción														
Automóviles														
Otros														
Total														
Artículos Alimenticios														
Combustibles y Lubrificantes														
Cerveza														
Materiales de Construcción														
Automóviles														
Otros														

LEVANTAMIENTOS DE CAMPO 3

3. LEVANTAMIENTO DE CAMPO

3.1 Levantamiento Topográfico e Hidrológico

3.1.1 Levantamiento de Campo

3.1.1.1 Fotografía Aérea

Debido a que no había sido disponible el mapa adecuado para efectuar el correcto análisis del área del proyecto, fue necesario tomar fotografías aéreas de 3.000 km² de las áreas inundadas, en escala 1:25.000. Este trabajo fue ejecutado con el apoyo del S.N.A. (Servicio Nacional de Aerofotogrametría) de la Fuerza Aérea de Bolivia en Noviembre de 1985.

Las películas negativas han quedado en custodia del S.N.A.

3.1.1.2 Observación de Satélite

Cuatro puntos de control terrestre a ser utilizados para la triangulación aérea fueron establecidos mediante la observación de Satélite, y localizados en Trinidad, Puerto Ganadero, San Antonio y San Pedro. En cada punto a ser recientemente establecido fue emportado un poste de hormigón de 15. cm de diámetro. El instrumento utilizado fue un JMR-4A y los datos observados fueron registrados en una cinta de cassette de JMR-4A.

Mediante la observación de 4 días y noches, se obtuvieron datos promedios de 30 pasadas; esta información fue procesada a través del programa JMR SP2-G y se calcularon las coordenadas geográficas.

3.1.1.3 Nivelación

Sobre la carretera existente, se ejecutó la nivelación de segundo orden en 230 km. entre Trinidad y San Borja.

El punto de referencia utilizado para la nivelación fue el I.G. N.-D. TRINI, ya la cota de referencia usada fue 154.743 m.

Un instrumento de nivelación N-3 fue empleado para efectuar una nivelación exacta. Se establecieron bancos de nivel (B.M) en 27 puntos de la carretera existente por su utilidad futura.

Los bancos de nivel fueron fabricados de tubería de plástico (vinyl chloride) de 15 cm. de diámetro, emportados en tierra con hormigón compactado.

3.1.1.4 Levantamiento Hidrológico

Se ejecutaron levantamientos hidrológicos sobre los 11 ríos principales del área del proyecto para determinar las características de sus lechos. Los levantamientos fueron realizados en tres puntos: donde la carretera existente cruza estos ríos y en sitios localizados 1.0 km. aguas arriba y aguas abajo de dichos puntos de cruce.

Las cotas del levantamiento hidrológico fueron determinadas por los resultados obtenidos de la nivelación.

3.1.1.5. Levantamiento de Secciones Transversales

Se efectuó el levantamiento de secciones transversales sobre el río Mamoré cuyo curso ha estado cambiando cada año, con objeto de conocerse de sus características topográficas. La localización de este levantamiento está aproximadamente 5 km. aguas arriba de Puerto Varador y abarca una longitud de 10 km. (5 km. a cada lado del centro del curso existente del río).

3.1.2 Sensor Remoto

3.1.2.1 Sumario

Datos del LANDSAT fueron usados para determinar la extensión y variación estacional de la región inundada. El mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad depende en gran proporción de la determinación y solución de este problema.

3.1.2.2 Datos utilizados

Los datos del LANDSAT fueron compilados utilizando un Analizador Multiespectral (MSS).

Se utilizaron fotografías a colores y cintas compatibles de computadora (CCTS) generadas con el MSS. Los datos fueron obtenidos del Instituto de Investigaciones Espaciales (INPE) del Brasil, los que son presentados en las Fig. 3.1-1 y 3.1-2.

(1) Fotografías a color

Las regiones inundadas fueron determinadas utilizando fotografías a color del LANDSAT, en escala 1:500.000, sin ayuda de instrumentos ópticos. Este trabajo fue ejecutado utilizando el análisis digital de los datos de cinta magnética.

Se analizaron fotografías a color de las áreas, tomadas en cinco ocasiones diferentes.

(2) Cinta Compatible de Computadora (CCT)

La CCT usada fue adoptada para revelar los detalles y variaciones estacionales de las regiones inundadas, los cuales no podrían ser revelados escudriñando visualmente. Fue empleado un sistema analizador digital para las estaciones de estiaje y de lluvias.

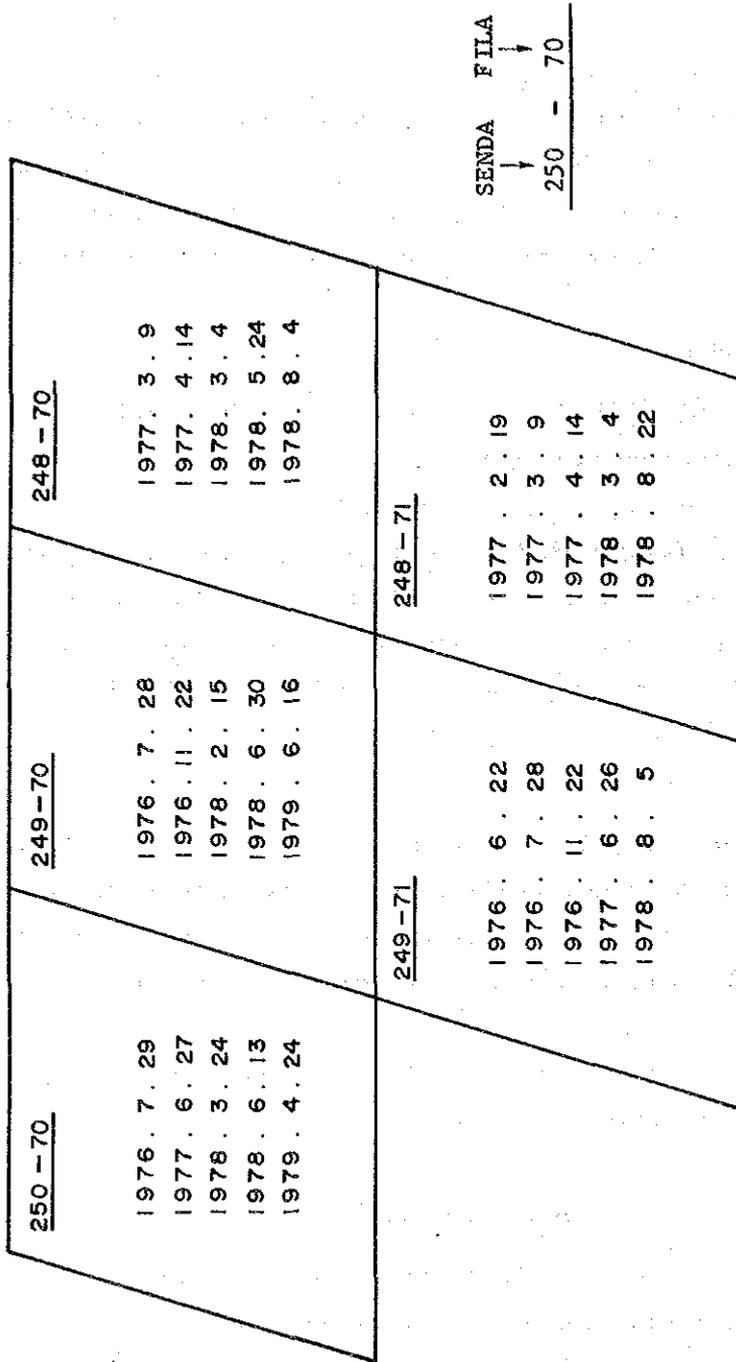
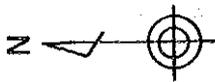


Fig. 3.1-1. MAPA DE COBERTURA LANDSAT Y FECHA EN QUE FUERON TOMADOS LOS DATOS (FOTOGRAFÍAS A COLOR EN ESCALA 1:500.000)

<u>250 - 70</u>	<u>249 - 70</u>	<u>248 - 70</u>
1977. 4. 16	1977. 4. 15	1978. 3. 22
1976. 8. 16	1977. 6. 8	1977. 7. 13
<u>249 - 71</u>	<u>248 - 71</u>	
1977. 10. 30	1978. 3. 22	
1978. 1. 28	1977. 7. 13	

Fig. 3.1-2 MAPA DE COBERTURA LANDSAT Y FECHA EN QUE FUERON TOMADOS LOS DATOS
(PARA CINTA MAGNETICA, CCT)

(3) Procedimiento de Investigación

Los siguientes procedimientos fueron usados en la investigación:

- 1) Interpretación de fotografías a color llevada a cabo con datos del LANDSAT (E=1:500.000).
- 2) Dibujo de mapas de las regiones inundadas (E=1:500.000).
- 3) Elaboración de mapas para determinar las regiones inundadas en las estaciones de estiaje y de lluvias (E=1:250.000).
- 4) Elaboración de mapas para determinar las regiones inundadas con respecto a las variaciones estacionales (E=1:250.000).

(4) Método de Investigación

El Método de investigación se muestra en el flujograma de la Fig. 3.1-3.

- 1) Determinación de regiones inundadas mediante análisis visual usando fotografías a color LANDSAT.

Se efectuó la interpretación para investigar esta extensa región y las variaciones en el largo período de cambios estacionales. Los resultados fueron sobrepuestos sobre las fotografías a color LANDSAT, usando una escala 1:500.000, para elaborar los mapas de distribución de las inundaciones.

La interpretación fue llevada a cabo usando fotografías a color, en escala 1:500.000, con objeto de identificar los siguientes ítems:

a) Regiones completamente inundadas

Estas regiones pueden ser determinadas donde colores oscuros aparecen en las fotografias, los cuales son originados por las características de absorción infrarroja.

b) Regiones donde la vegetación existente solamente puede ser ligeramente vista, pese a la inundación.

Estas áreas están localizadas donde aparece color oscuro sobre las fotografias.

c) Regiones Pantanosas

Estas áreas se ubican donde aparece color negro suave o rojo oscuro.

d) Regiones secas.

2) Determinación de regiones inundadas por análisis digital de mapas.

Fueron elaborados mapas que determinan las regiones inundadas en las estaciones de estiaje y de lluvias, utilizando el sistema de análisis digital CCT con datos del LANDSAT. La variación estacional de las regiones inundadas fue determinada tanto para los periodos de estiaje como de lluvias.

El análisis fue hecho en el siguiente orden, que se muestra en la Fig. 3.1-3.

a) Corrección Geométrica

Los datos obtenidos del LANDSAT estaban ligeramente distorsionados comparando con los mapas topográficos. La corrección de esta distorsión fue efectuada previamente a la clasificación digital.

- b) Determinación de regiones inundadas mediante el método de fajas de nivel.

Ciertas regiones fueron extraídas de las láminas, las deformaciones de los mapas fueron corregidas y cada región inundada estacionalmente fue extractada mediante sistema de análisis digital de las láminas.

- d) Determinación de la variación estacional de las regiones inundadas por la técnica de sobreposición.

Fueron sobrepuestos los mapas que determinan las regiones inundadas durante cada estación, permitiendo el análisis de las variaciones estacionales de las regiones inundadas.

El sistema de análisis digital es mostrado en la Fig. 3.1-4.

(5) Resultados de la Investigación

La Fig. 3.1-5 muestra las áreas inundadas determinadas por análisis visual de las fotografías a color tomadas de los datos LANDSAT y el análisis digital de mapas CCT.

La tendencia de distribución de las regiones inundadas se resume sigue:

- 1) La ribera izquierda del Río Mamoré tiene una extensa área inundada en comparación con la ribera derecha.
- 2) Las áreas inundadas son relativamente poco comunes en las riberas del Río Mamoré debido a su mayor elevación originada por prolongados diques naturales.

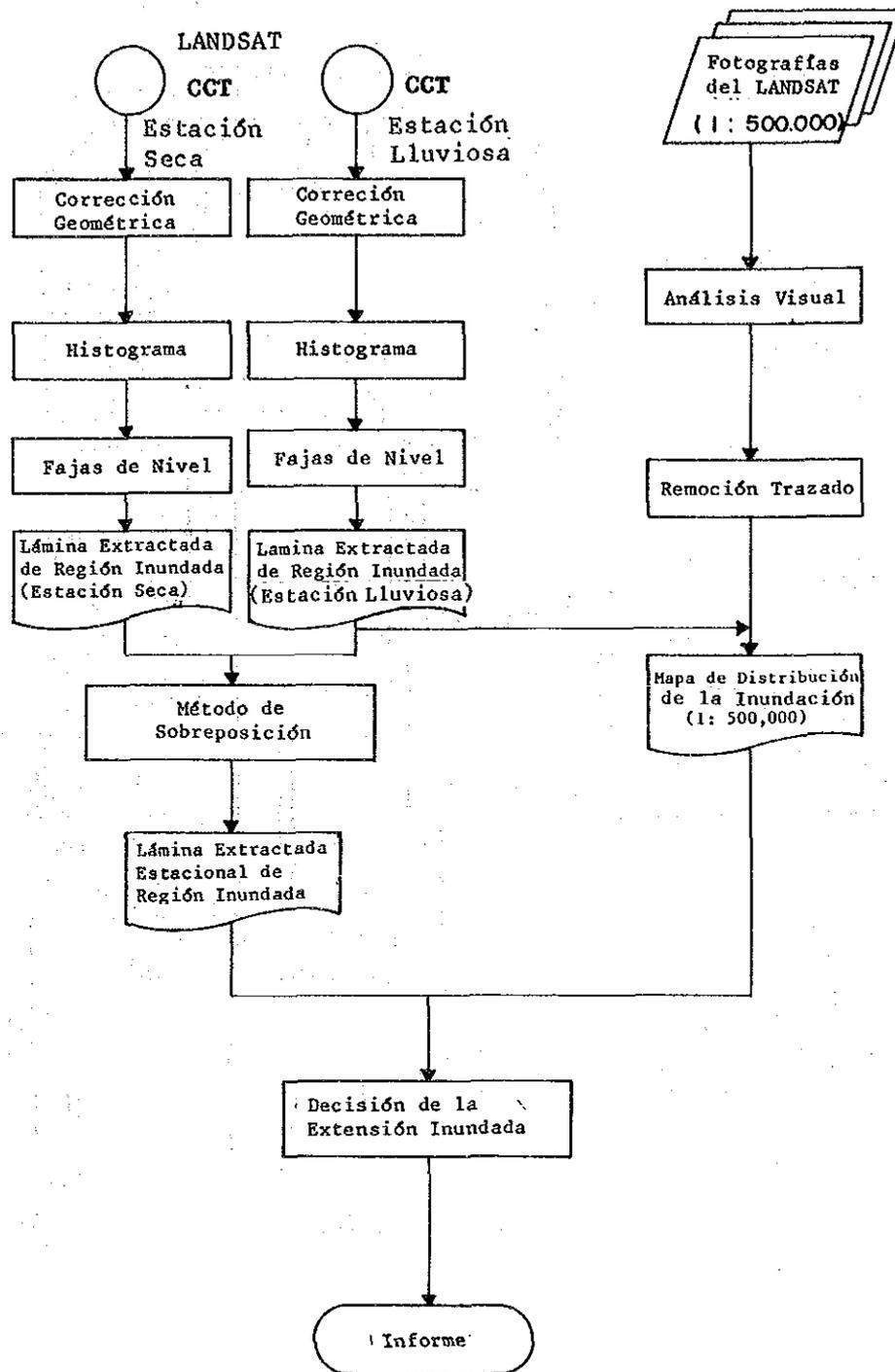


Fig. 3.1-3 FLUJOGRAMA PARA LA INVESTIGACION

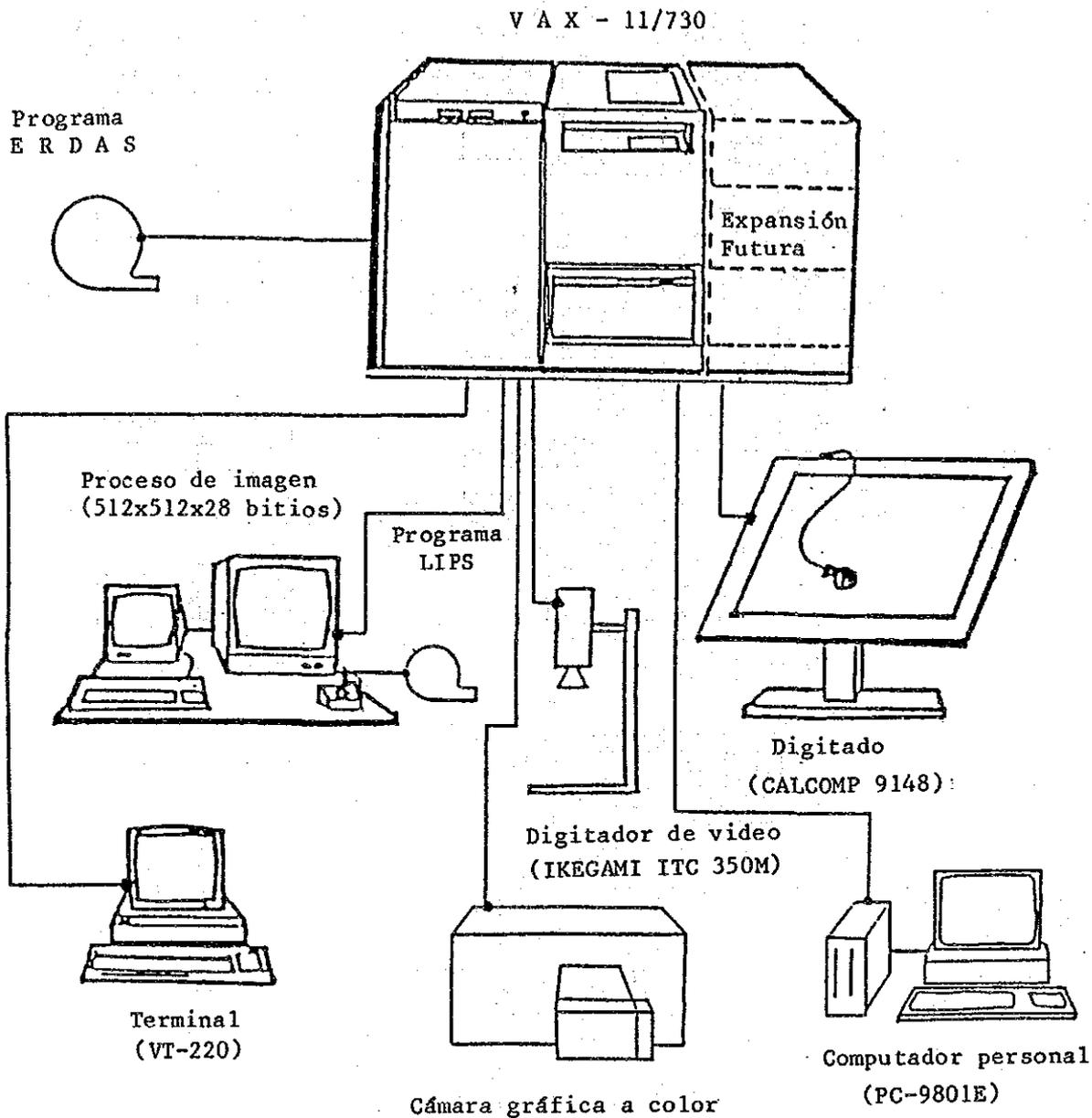


Fig. 3.1-4 CONSTITUCION BASICA DEL SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE IMAGEN ERDAS

- 3) Las regiones del área del proyecto entre Trinidad y San Ignacio están totalmente dentro de la región inundada. Pocas áreas inundadas pueden ser observadas hacia el oeste de San Ignacio.

Los resultados del mapa de localización del área inundada, de los mapas de determinación de regiones inundadas para las estaciones lluviosa y de estiaje, y de los mapas de determinación estacional en las regiones inundadas, en las escalas 1:500.000, 1:250.000, y 1:250.000, respectivamente, son presentados en forma separada.

3.2 Medición de caudales de corriente y Resultados de Observación

3.2.1 Objetivos, Condiciones y Métodos

(1) Objetivos

La medición de caudales de corriente o flujo fue llevada a cabo a lo largo de la Carretera en Proyecto y a través de todo el área de inundación formada por los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi, con dos propósitos: 1) para deducir las curvas de caudales (nivel de aguas - fórmulas de caudal de corriente) para los canales de los tres ríos y para cada sección del área de inundación, y 2) para tener un claro conocimiento de las condiciones de flujo tales como la dirección de la corriente, velocidad de la misma, profundidad del agua en los canales de los ríos y las secciones de desborde sobre la Carretera en Proyecto y el área de inundación. Las curvas de caudales fueron utilizadas en este estudio: 1) para convertir los registros de nivel de aguas en Puerto Almacén sobre el río Ibare y Puerto Ganadero sobre el río Mamoré, en caudales de corriente, 2) determinar las constantes de escurrimiento a partir de la relación entre caudal de corriente y sus correspondientes datos recolectados de precipitaciones pluviales, y 3) para determinar las variaciones en las características de las aguas de inundación escurriendo sobre la Carretera de Proyecto como consecuencia del mejoramiento de la misma.

(2) Sitios de la Medición

1) Medición de los caudales de corriente

Los caudales de corriente fueron medidos sobre un tramo de aproximadamente 30 km. entre Trinidad y Fátima a lo largo de la Carretera en Proyecto (Carretera Nacional Nº 3). Este tramo fue dividido en ocho secciones: Río Ibare, río Mamoré, Río Tijamuchi y Areas de Inundacion I al V. Las condiciones hidráulico-topográficas de estas secciones se muestran en la Tabla 3.2-1.

Tabla 3.2-1 SITIOS DE LA MEDICION DE CAUDALES DE CORRIENTE

Section Name	Extent or Place	Approximate Distance (km)	Hydraulic-Topographic Condition
Flood Area I	Trinidad - Ibare	7.8	pampas; backswamp of Mamore and flood area of Ibare
Ibare River	Pto. Almacen	0.1	river channel of Ibare
Flood Area II	Ibare - Mamore	3.9	forest; natural dike of Mamore and flood area of Mamore
Mamore River	Pto. Varador /1	0.4	river channel of Mamore
Flood Area III	Mamore - Sta. No. B-4	3.7	forest; natural dike of Mamore and flood area of Mamore
Flood Area IV	Sta. No. B-4 - Tijamuchi	10.6	pampas; backswamp of Mamore and flood area of Tijamuchi
Tijamuchi River	Pto. Tijamuchi	0.1	river channel of Tijamuchi
Flood Area V	Tijamuchi - Fatima	22.5	pampas; backswamp of Mamore and flood area of Tijamuchi

Note: Refer to Figs. 32-1 and 32-2.

/1 Pto. Varador was selected as a flow discharge measurement site because it has a more stable river channel and an easier approach compared to Pto. Ganadero and the other sites.

La medición para los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi fue realizada en Puerto Almacén, Puerto Varador y Puerto Tijamuchi respectivamente, donde se observó que los canales de los ríos son relativamente estables. Para las áreas de inundación, las mediciones fueron efectuadas en cada lugar donde se encuentran instaladas tuberías de drenaje y donde las aguas de inundación escurrían sobre la Carretera en Proyecto.

2) Medición del nivel de aguas

Los niveles de agua fueron medidos casi al mismo tiempo y en los mismos lugares que los caudales de corriente. La medición para los tres ríos fue efectuada utilizando postes de aforo para niveles de agua que fueron recientemente instalados en adición a los ya existentes en Puerto Almacén y Puerto Ganadero (Referirse a Tabla 3.2-2). Para las secciones del área de inundación, el nivel de aguas fue medido desde la estación de medición más próxima.

(3) Período de Medición

Las medición de los caudales de corriente fue ejecutada desde el 19 de Noviembre de 1985 hasta el 12 de Marzo de 1986. Esta medición fue realizada ocho veces para los tres ríos y tres veces en las cinco áreas de inundación (Referirse a la Tabla 3.2-3). Las dos últimas mediciones en las áreas de inundación fueron efectuadas después que las aguas habían escurrido sobre la Carretera en proyecto.

(4) Método de Medición

1) Uso de Bote y método de Parada

Una embarcación de transbordo de 4 m. por 15 m. remolcada por un bote a motor fue utilizada en el río Mamoré. Esta fue parada haciendo funcionar el motor en dirección contraria a la corriente.

Tabla 3.2-2 POSTES DE AFORO DE NIVELES DE AGUA

Nombre del Rfo	Sitio	Altura del Punto "0" El.(m)	Características de postes de aforo		
			Número del Poste	Alcance de Lectura (m)	Condición
Rfo Ibare	Puerto Almacén (Ribera izquierda)	144.82	No. 1	0 - 4	Existente
			No. 2	4 - 5	Recién instalado
			No. 3	5 - 7	Idem
			No. 4	7 - 9	Idem
			No. 5	7 - 11	Idem
Rfo Mamoré	Puerto Ganadero (Ribera izquierda)	144.79	No. 1	0 - 6	Existente
			No. 2	6 - 8	Recién instalado
			No. 3	8 - 10	Idem
			No. 4	10 - 12	Idem
Rfo Mamoré	Puerto Varador /1 (Ribera derecha)	144.79	No. 1	9 - 12	Recién instalado
Rfo Tijamuchi	Puerto Tijamuchi (Ribera derecha)	146.21	No. 1	0 - 3	Recién instalado
			No. 2	3 - 5	Idem
			No. 3	5 - 6	Idem
			No. 4	6 - 9	Idem

/1 Este poste aforador de niveles de agua fue recientemente instalado, porque los postes originales en Puerto Varador fueron arrastrados anteriormente en el periodo de lluvias.

Tabla 3.2-3 (1) RESULTADOS DE LA MEDICION DE CAUDALES DE CORRIENTE

a. Rfo Ibare ; I

$$Q = 9.5 (H - 145.3)^2 ; r = 0.983$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
146.72	40	Ene. 7, 1986
146.80	76	Dic. 3, 1985
147.47	80	Nov. 19, 1985
147.80	55	Ene. 14, 1986
149.11	118	Ene. 20, 1986
150.75	234	Feb. 6, 1986
151.63	347	Feb. 12, 1986
153.82	799	Mar. 10, 1986

b. Rfo Mamoré ; M

$$Q = 71 (H - 142.7)^2 ; r = 0.985$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
146.71	1,130	Dic. 13, 1985
149.06	2,550	Nov. 21, 1985
149.20	2,640	Ene. 7, 1986
150.28	4,830	Ene. 15, 1986
151.31	5,390	Ene. 21, 1986
151.84	6,070	Feb. 5, 1986
152.76	7,630	Feb. 13, 1986
154.02	8,240	Mar. 10, 1986

c. Rfo Tijamuchi ; T

$$Q = 3.2 (H - 141.5)^2 ; r = 0.982$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
144.41	33	Dic. 12, 1985
145.52	55	Nov. 25, 1985
146.67	92	Ene. 6, 1986
146.94	99	Ene. 13, 1986
147.68	109	Ene. 22, 1986
150.16	184	Feb. 4, 1986
152.49	373	Mar. 3, 1986
152.73	478	Mar. 11, 1986

d. Area de Inundación I (Trinidad - Ibare) ; F (I)

$$Q = 11 (H - 151.0)^2 ; r = 0.996$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
151.63	4	Feb. 12, 1986
153.78	74	Mar. 8, 1986
153.82	90	Mar. 13, 1986

Tabla 3.2-3 (2) RESULTADOS DE LA MEDICION DE CAUDALES DE CORRIENTE

e. Area de Inundación II (Ibare - Mamoré) ; F (II)

$$Q = 20 (H - 152.8)^2 ; r = 0.999$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
152.76	0	Feb. 13, 1986
153.93	45	Mar. 5, 1986
153.97	50	Mar. 13, 1986

f. Area de Inundación III (Mamoré - Est. No. B-4) ; F (III)

$$\text{En caso de } H < 152.0\text{m, } Q = 0$$

$$\text{En caso de } H > 152.0\text{m, } Q = 3.0 (H - 133.7)^2 ; r = 0.999$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
133.70	0	
153.98	1,210	Mar. 7, 1986
154.00	1,290	Mar. 11, 1986

g. Area de Inundación IV (Est. No. B-4 - Tijamuchi) ; F (IV)

$$Q = 26 (H - 150.2)^2 ; r = 0.999$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
150.16	0	Feb. 4, 1986
152.68	160	Mar. 7, 1986
152.73	175	Mar. 11, 1986

h. Area de Inundación V (Tijamuchi - Fátima) ; F (V)

$$Q = 35 (H - 149.6)^2 ; r = 0.999$$

Nivel Agua H EL (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Fecha
150.16	10	Feb. 4, 1986
152.65	310	Mar. 6, 1986
152.72	345	Mar. 12, 1986

- Notas:
- (1) H de I y de F (I) significa el nivel de agua en Puerto Almacén
 - (2) H de M, F (II) y F (III) significa el nivel de agua en Puerto Varador
 - (3) H de T, F (IV) y F (V) significa el nivel de agua en Puerto Tijamuchi

Para los ríos Ibare y Tijamuchí, la medición fue efectuada utilizando una embarcación de transbordo de casi el mismo tamaño que la usada en el Mamoré, pero fijada por un cable tensado desde ambas orillas. En las secciones del área de inundación, el método adoptado fue con pequeños botes a motor mantenidos estacionados mediante jalones.

2) Intervalos de Medición y Métodos de Levantamiento

La siguiente tabla muestra el intervalo de los puntos de medición para las profundidades del agua y las velocidades de la corriente, junto con los métodos de levantamiento en cada sitio de medición del caudal de flujo.

Sección	Intervalo de Medición (m)	Método del Levantamiento
Ríos Ibare y Tijamuchí	5	Escala marcada sobre una cuerda
Río Mamoré	30-50	Distanciómetro
Áreas de Inundación	Aprox. 50	Distanciómetro simple

3) Medición de la Profundidad del Agua y Velocidad de la Corriente

Las profundidades del agua fueron medidas por el método del peso. Cada sonda pesaba 4.8 kg. y juegos de una, dos o cuatro sondas fueron usados de acuerdo con la velocidad de la corriente.

Molinetes tipo acopado se utilizaron para la medición de las velocidades de corriente en los tres ríos y las mediciones fueron hechas a profundidades del 20% y 80% de la profundidad del agua. En cuanto a las secciones del área de inundación, donde las velocidades de la corriente fueron extremadamente lentas, sólo fueron medidas las velocidades superficiales mediante el uso de flotadores arrojados dentro del agua.

3.2.2 Resultados de Observación

Los resultados de la observación tales como las condiciones de la corriente y de la inundación en los niveles máximos de agua, se muestran en las Figs. 3.2-1 y 3.2-2.

3.2.2.1 Curvas de Caudales

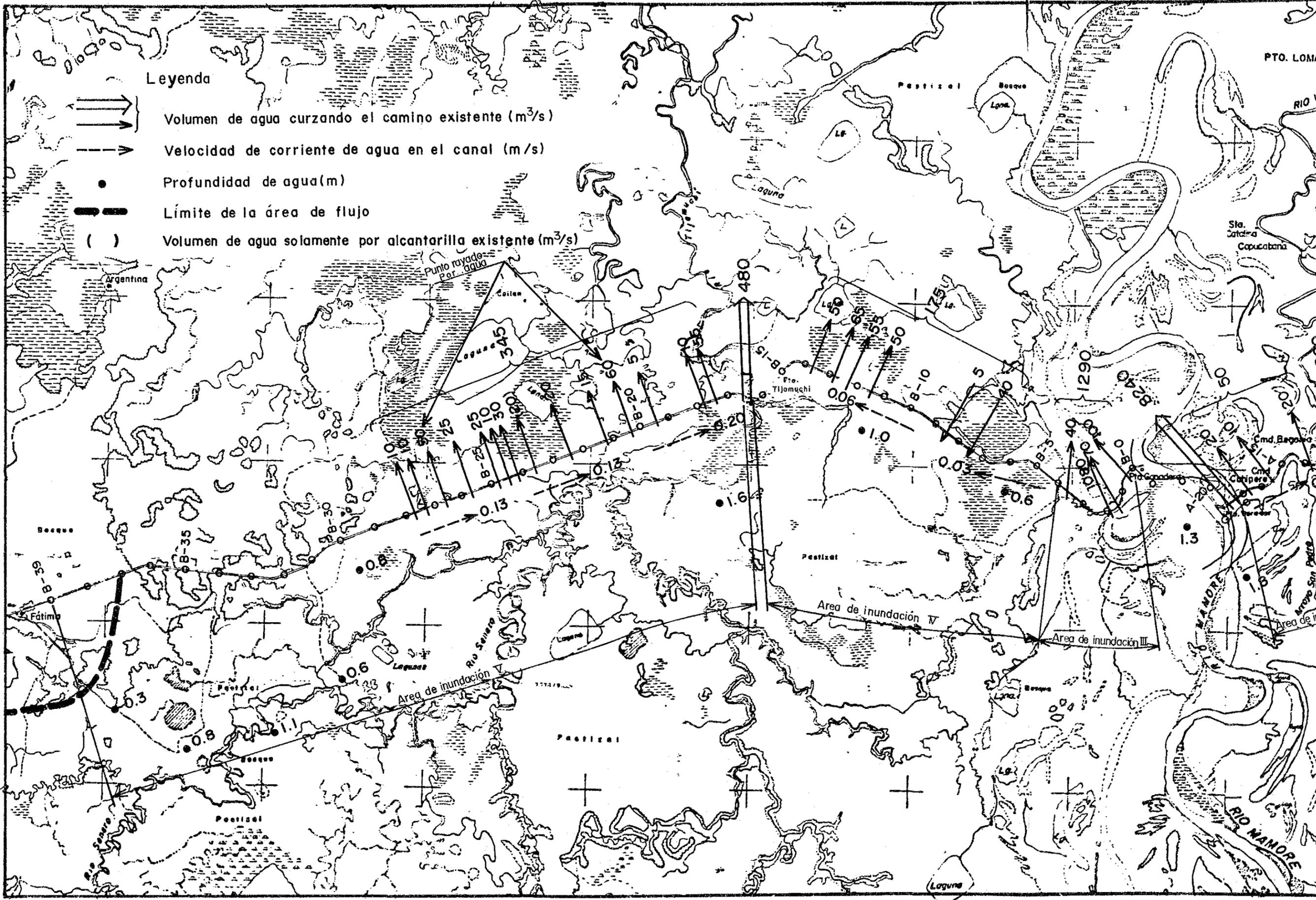
Los resultados de las mediciones de caudales de las corrientes de los tres ríos y de las cinco áreas de inundación se presentan en la Tabla 2.2-3. Cada curva de caudales o relación nivel de aguas -fórmula de caudal de corriente es dibujada en base a estos resultados utilizando el método de los mínimos cuadrados, tal como en la Fig. 3.2-3. Estas curvas de caudales son consideradas como razonables desde el punto de vista técnico, porque el coeficiente de correlación muestra valores relativamente altos de 0.982 a 0.999. La Fig. 3.2-3 también presenta las curvas de caudales de las tres cuencas de ríos: (1) Cuenca del Río Ibare para el río Ibare y el Área de Inundación I, (2) Cuenca del río Mamoré para el río Mamoré y las Áreas de inundación II y II, y (3) Cuenca del río Tijamuchí para el río Tijamuchí y las Áreas de Inundación IV y V.

3.2.2.2 Condiciones de Flujo de los Ríos

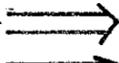
(1) Niveles de Agua y Caudales de Corriente

Las variaciones de los niveles de agua en el período de lluvias de Noviembre de 1985 a Mayo de 1986 en Puerto Almacén, Puerto Varador y río Tijamuchí se muestran en la Figura 3.2-4.

A mediados de Diciembre de 1985, todos los niveles de agua bajaron a la vez hasta los máximos niveles que fueron registrados en la estación de estiaje, luego fueron recuperando lentamente y alcanzaron sus niveles de aguas más altos en Marzo de 1986. Subsecuentemente, comenzaron a descender a fines de Abril de 1986.



Leyenda

-  Volumen de agua cruzando el camino existente (m³/s)
-  Velocidad de corriente de agua en el canal (m/s)
-  Profundidad de agua(m)
-  Límite de la área de flujo
-  Volumen de agua solamente por alcantarilla existente (m³/s)

Punto rayado por agua

Coilan

345

480

81-80

50

65

55

50

8-10

5

1290

524

50

40

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

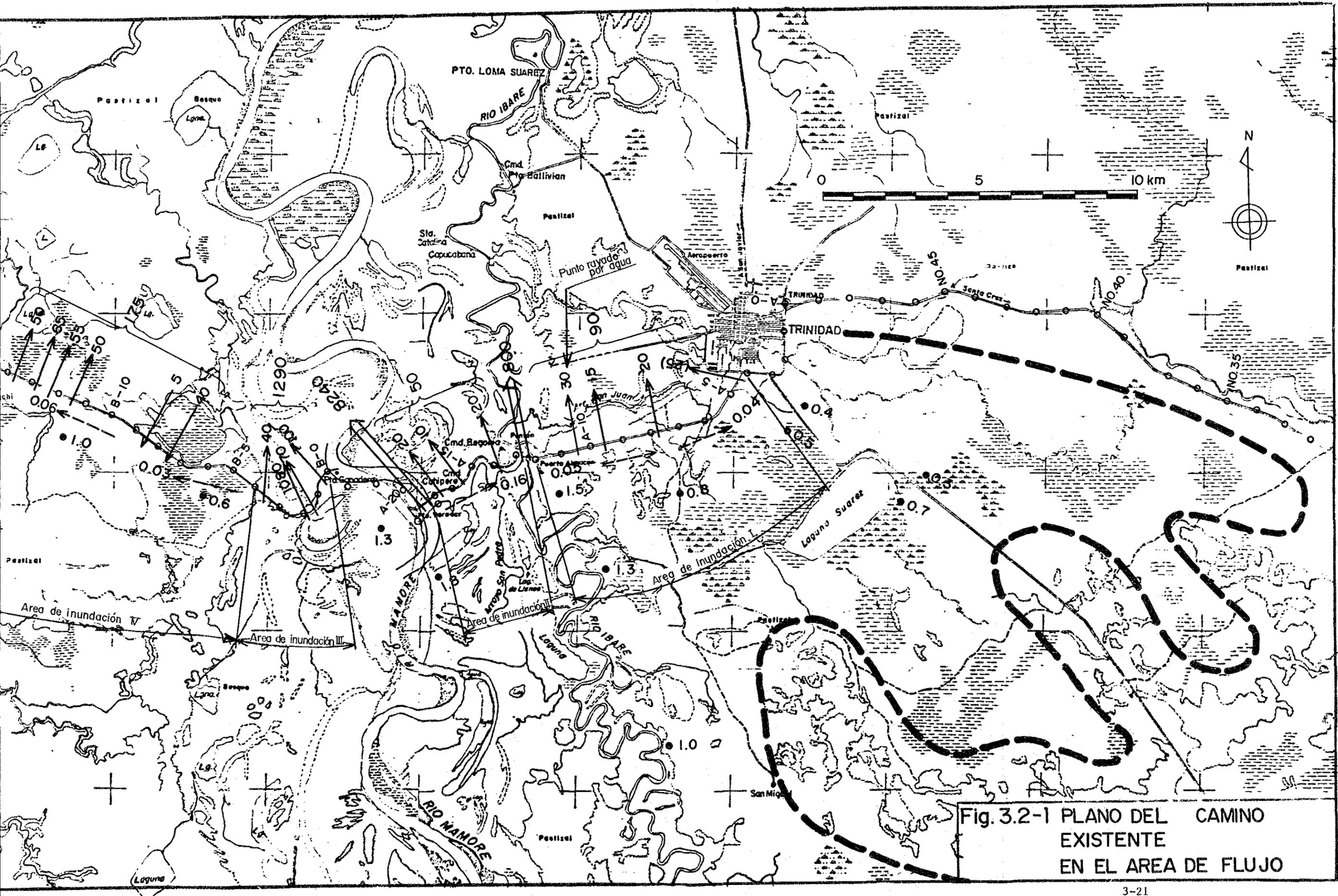


Fig. 3.2-1 PLANO DEL CAMINO EXISTENTE EN EL AREA DE FLUJO

EL (m)

Leyenda

- Cota de camino existente
- - - Cota de terreno natural
- ▽ Nivel máxima de agua observada en los días de 10 a 13 de Marzo, 1986
(ΔH = Diferencia de nivel de agua entre lado de arriba y abajo de el camino)
- ⇨ Volumen agua cruzando el camino existente (m^3/s)
- ▽ Nivel máxima de agua supenido
- () Volumen de agua solamente por alcantarilla existente (m^3/s)

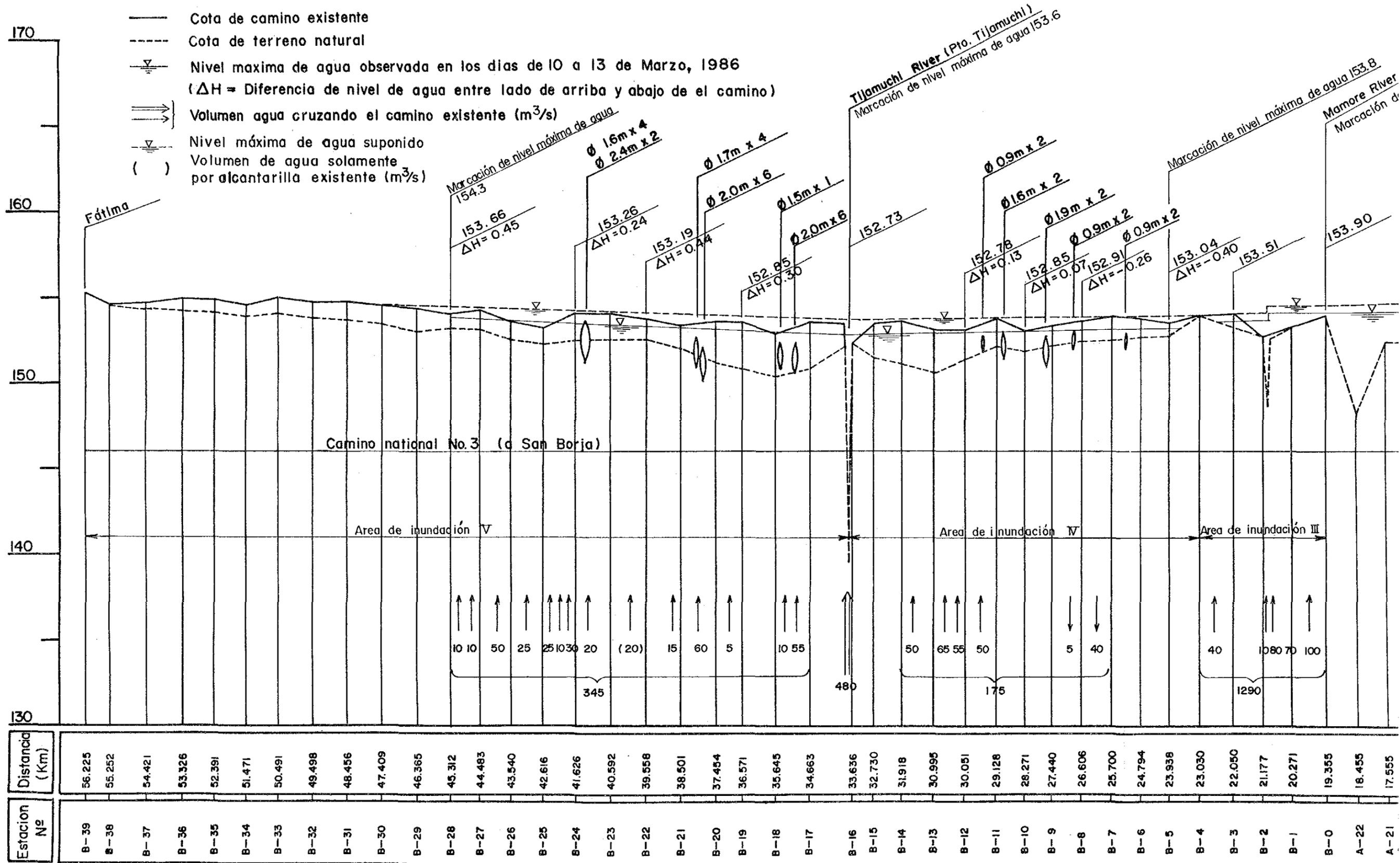
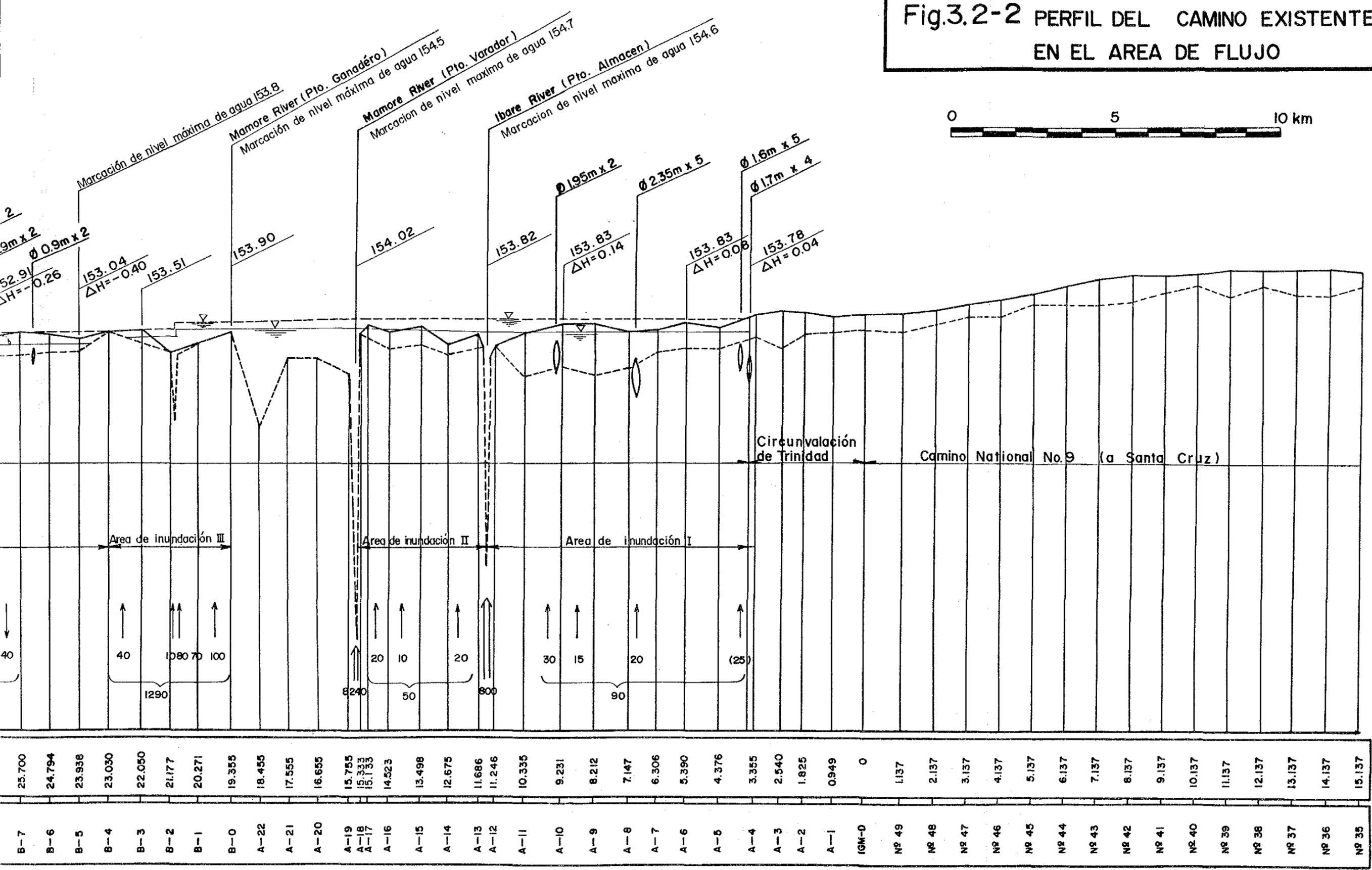


Fig.3.2-2 PERFIL DEL CAMINO EXISTENTE EN EL AREA DE FLUJO



Las máximas cotas de agua de 154,08 m., 154.25 m. y 152.83 m. observadas en fecha 9 de Abril de 1986 en los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi, respectivamente, fueron las más bajas en los últimos ocho años y fueron también caracterizadas por la tardanza en sus ascensos. Entre los niveles de agua de los tres ríos, el Mamoré tenía el más alto, seguido por el Ibare. La diferencia entre los niveles de agua, sin embargo, tendía a disminuir con el ascenso de las aguas. Además, se observó que la velocidad del descenso del nivel de aguas del Tijamuchi fue considerablemente más lenta que las correspondientes al Mamoré y al Ibare.

Los caudales de flujo generalmente fueron creciendo proporcionalmente con los niveles de agua en la mayor parte de los casos. Se alcanzaron caudales de orilla a orilla del orden de 560 m³/s, 8,300 m³/s y 350 m³/s (calculados por las fórmulas nivel de aguas - caudales), cuando las cotas de agua eran de 153.0 m., - 153.5 m. y 152.0 m. en los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi, respectivamente. Los máximos caudales de corriente observados fueron de 799 m³/s, 8,240 m³/s y 478 m³/s para los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi, respectivamente (Referirse a la Tabla 3.2-3).

(2) Velocidades de Flujo y Coeficientes de Rugosidad

Las velocidades de flujo máximas y promedio fueron medidas en aproximadamente las siguientes magnitudes: 0.3 a 0.8 m/s y 0.2 a 0.5 m/s; 0.9 a 2.0 m/s y 0.8 a 1.5 m/s; 0.4 a 0.8 m/s y 0.3 a 0.5 m/s en los ríos Ibare, Mamoré y Tijamuchi, respectivamente. (Referirse a la Tabla 3.2-4).

El río Mamoré tiene un coeficiente de rugosidad relativamente pequeño debido a su gran profundidad de agua, peso a su sinuosidad.

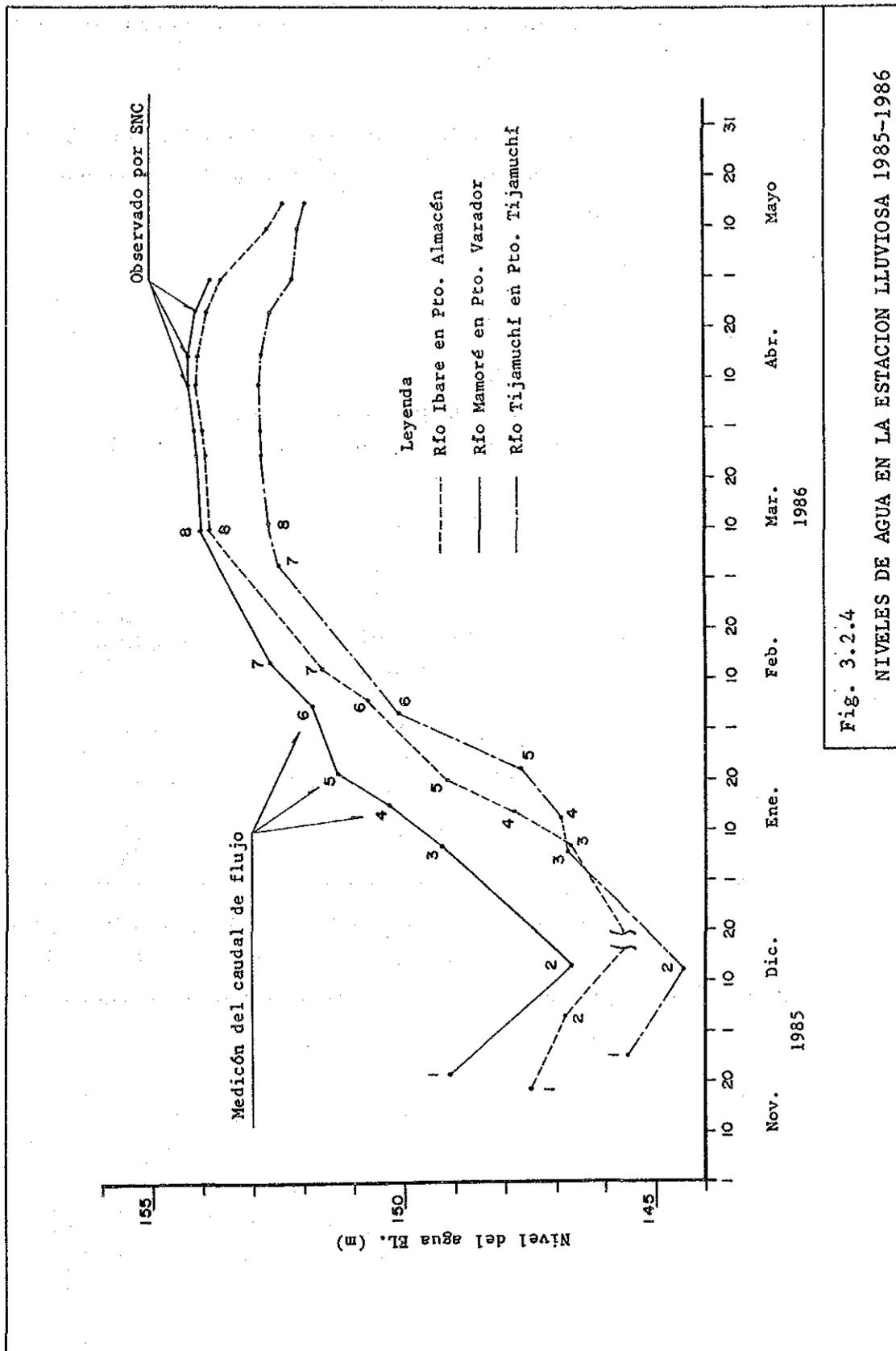


Fig. 3.2.4

NIVELES DE AGUA EN LA ESTACION LLUVIOSA 1985-1986

Las velocidades de flujo en el Mamoré fueron dos a tres veces más altas que aquellas de los ríos Ibare y Tijamuchi, las cuales fueron casi iguales.

Los coeficientes de rugosidad fueron calculados usando la siguiente fórmula de Manning. Los resultados son resumidos más adelante, en la Tabla 3.2-4.

$$V_{\text{prom}} = \frac{1}{N} I^{1/2} R^{2/3}$$

Donde: V_{prom} : Velocidad promedio de flujo (m/s)
 N : Coeficiente de rugosidad
 I : Pendiente longitudinal
 R : Radio Hidráulico (m)

Nombre de Río	Nivel de Aguas	Coeficiente de Rugosidad
Ibare	Aguas bajas	0.084
	Aguas altas	0.051
Mamoré	Aguas bajas y altas	0.023
Tijamuchi	Aguas bajas	0.077
	Aguas altas	0.052

Los coeficientes de rugosidad en los ríos Ibare y Tijamuchi son altos y casi iguales (especialmente para aguas bajas), debido a considerable serpenteo del curso de estos ríos. Por otra parte

Tabla 3.2-4 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DE LOS RIOS IBARE, MAMORE Y TIJAMUCHI

Nombre del Rio	Nivel de Agua H EL. (m)	Caudal Q (m ³ /s)	Area de Flujo A (m ²)	Mojado S (m)	Radio Hidr. R (m)	Velocidad (m.s)		Pendiente Longitudinal	Coeficiente de Rugosidad N	
						Máxima V max	Promedia V prom.			
Ibare	146.72	40	231	57	4.05	0.26	0.17	1/19,000	0.1084)	
	146.80	76	258	66	3.91	0.42	0.29	Idem	0.0621) promedio para	
	147.47	80	303	68	4.46	0.40	0.26	Idem	0.0756) aguas bajas	
	147.80	55	298	73	4.08	0.29	0.18	Idem	0.1029) 0.084	
	149.11	118	411	82	5.01	0.42	0.29	Idem	0.0732)	
	150.75	234	546	84	6.50	0.62	0.43		0.0588) promedio para	
	151.63	347	651	88	7.40	0.68	0.53		0.0520) aguas altas	
	153.82	799	1,530	280	5.46	0.90	0.52		0.0433) 0.051	
Mamore	146.71	1,130	1,590	285	5.58	0.85	0.71	1/22,000	0.0299)	
	149.06	2,550	2,670	374	7.14	1.24	0.96	Idem	0.0260)	
	149.20	2,640	2,400	376	6.38	1.86	1.10	Idem	0.0211)	
	150.28	4,830	3,050	401	7.61	2.05	1.58	Idem	0.0165) promedio	
	151.31	5,390	3,700	407	9.09	1.92	1.46	Idem	0.0201) 0.023	
	151.84	6,070	4,150	403	10.30	1.81	1.46	Idem	0.0219)	
	152.76	7,630	5,010	404	12.40	1.79	1.52	Idem	0.0238)	
	154.02	8,240	5,730	533	10.80	2.09	1.44	Idem	0.0229)	
Tijamuchi	144.41	33	164	52	3.15	0.30	0.20	1/17,000	0.0824)	
	145.52	55	238	62	3.84	0.39	0.23	Idem	0.0818) promedio para	
	146.67	92	294	65	4.52	0.50	0.31	Idem	0.0676) aguas bajas	
	146.94	99	336	69	4.87	0.45	0.29	Idem	0.0760) 0.077	
	147.68	109	394	75	5.25	0.43	0.28	Idem	0.0827)	
	150.16	184	556	99	5.62	0.59	0.33	Idem	0.0735)	
	152.49	373	841	140	6.01	0.76	0.44	Idem	0.0576) promedio para	
	152.73	478	900	155	5.81	0.89	0.53	Idem	0.0468) aguas altas	
									0.052	

/1 Se refiere a la pendiente de la superficie del agua medida mediante nuestro levantamiento longitudinal de los ríos.

(3) Madera Flotante, Erosión de Márgenes y Sedimentación

No se observó madera flotante arrastrada hacia aguas abajo en los ríos Ibare y Tijamuchi. En el Mamoré, gran cantidad de palizada fue observada a lo largo del centro de la corriente durante toda la época de lluvias, de Noviembre de 1985 a Marzo de 1986, especialmente en el período de aguas altas.

Después de esta estación lluviosa se observó en muchas secciones de las márgenes del Mamoré que las riberas cóncavas fueron erosionadas y las riberas convexas fueron ampliadas debido a los depósitos de arenas limosas y limos arenosos. Erosión de márgenes, de 40 a 50 metros fueron medidas en las riberas cóncavas de Puerto Varador y Puerto Ganadero, respectivamente. No ocurrió erosión de márgenes ni sedimentación a lo largo de los ríos Ibare y Tijamuchi.

3.2.2.3 Condiciones de Inundación en el Area Inundadiza

(1) Nivel de Aguas a lo largo de la Carretera en Proyecto

El tramo completo entre Trinidad y Fátima fue inundada a principios de Marzo de 1986. La Figura 3.2-2 presenta el máximo nivel de aguas observado aguas arriba de la carretera durante los ocho caudales de flujo. Esto se resume en la siguiente tabla.

Punto	Nivel de Aguas El. (m)	Dirección de la Corriente	Distancia (km)	Velocidad Pendiente	d- Flujo /1 (m/s)
Trinidad	153.78	Arriba	7.7	1/190.000	Aprox.0.05
Ibare	153.82	Arriba	3.6	1/18.000	0.16
Mamoré (Pto. Varador)	154.02	Abajo	(Canal del río Mamoré)		
Mamoré (Pto. Ganadero)	153.90	Abajo	3.6	Plano	
Estación N° B-4	153.51				
	<u>/2</u>				
	154.04	Abajo	10.6	1/34.000	Aprox.0.05
Tijamuchi	152.73	Arriba	11.6	1/12.000	Aprox.0.15
Estación N° B-28	153.66				

/1 Observado en canales longitudinales aguas arriba de la Carretera en Proyecto.

/2 Causado por los dos canales que conectan el lago creciente aguas abajo con el otro lago aguas arriba, en las cercanías de la Estación N° B-4 (referirse al Area de Inundación III, en 3.2.2.4).

/3 Discontinuado por una tierra elevada en el dique natural a la izquierda del Mamoré.

Aunque las aguas de inundación tienden a desbordarse del Mamoré hacia ambos lados, los niveles de agua de las áreas de inundación por los ríos Ibare y Mamoré desde Trinidad hasta las vecindades de la Estación N° B-4, tienen prácticamente la misma cota.

Había una discontinuidad del nivel de aguas originada por una tierra elevada a lo largo del borde izquierdo del dique natural izquierdo del Mamoré. Por consiguiente, sólo una pequeña cantidad de aguas de inundación del Mamoré entraba hacia el lado Tijamuchí del área inundadiza, a través de un canal aguas abajo, a lo largo de la Carretera en Proyecto. Por esta razón, el área de inundación del Tijamuchí puede ser claramente separado de las áreas de inundación del Mamoré del Ibare. Esta separación es destacada por el hecho de que las aguas de inundación del área del Tijamuchí son negras, mientras que aquéllas del Mamoré son ligeramente cafés debido a una gran cantidad de material en suspensión. Las áreas inundadas en las riberas derecha e izquierda del Tijamuchí tenían pendientes del nivel de aguas del orden de 1:34.000 y 1:12.000, respectivamente, y las aguas de inundación de ambas áreas escurrían hacia el canal del río Tijamuchí.

El fenómeno antes descrito, con evidencia ha ocurrido constantemente durante los pasados años, como se comprueba por observaciones de las marcas de inundación dejadas por los máximos niveles de agua. (Referirse a la Fig. 3.2-2).

(2) Velocidades de Flujo y Profundidades de Aguas en las Pampas

Las velocidades de flujo fueron demasiado lentas para ser medidas en las pampas de las áreas de inundación, excepto a lo largo de los canales de ríos y de pequeños canales. Profundidades de agua, de 0.5 m. a 1.5 m. fueron observadas en las pampas en ocasión de los niveles de agua pico. Las aguas

de inundación tienen profundidades casi uniformes en las pampas y velocidades muy bajas, y así se concentran en los canales de los ríos y canales pequeños.

3.2.2.4 Condiciones de desborde sobre la Carretera en Proyecto

Los resultados de las observaciones, de aquí en adelante, son descritos área por área y están tomados de las ocho mediciones de caudales de flujo, las cuales tenían los niveles más altos.

(1) Area de Inundación I (Trinidad-Ibare)

Habían tres secciones de desborde en esta área y el caudal total que cruzaba la carretera existente fue medido en 90 m³/s, incluyendo el escurrimiento a través de las tuberías existentes. Los anchos, profundidades del agua y velocidades de flujo de las secciones de desborde eran de aproximadamente 30 m. a 200 m., 0.1 m. a 0.3 m. y 0.5 m/s a 0.8 m/s, respectivamente, y la diferencia de niveles de agua entre los lados aguas arriba y aguas abajo de la carretera estaba entre 5 y 15 cm. La diferencia de los niveles de agua probablemente es causada por la construcción de la carretera existente. La socavación ocurrió escasamente sobre la superficie de la carretera a lo largo de este trampo, excepto en una sección de desborde próxima a la Estación N^o A-10.

(2) Area de Inundación II (Ibare-Mamoré)

En esta área había tres secciones de desborde con un caudal total de 50 m³/s. Los anchos, profundidades de agua y velocidades de flujo eran aproximadamente 300 m. a 750 m., 0.3 m. a 0.7 m. y alrededor de 0.1 m/s, respectivamente. Las velocidades fueron característicamente mucho más bajas y menores diferencias del nivel de aguas entre los lados aguas arriba y aguas abajo de la carretera. Esto puede ser explicado por el hecho de que la carretera tenía secciones de desborde relativamente anchas y profundas debido a su baja altura de terraplén y a que la mayor parte de las aguas de inundación podían ser drenadas de los canales de los ríos Mamoré e Ibare debido a su proximidad.

(3) Area de Inundación III (Mamoré-Estación N° B-4)

Cuatro secciones de desborde fueron observados en esta área. Las aguas de inundación escurrían casi continuamente sobre una sección de la carretera, de 1.8 km., próxima al río Mamoré entre las Estaciones Nos. B-0 y B-2. El caudal total de esta área era de 1,290 m³/s, cuya mayor parte escurría en los dos canales próximos a la Estación M° B-2, desde el creciente lago de aguas arriba hacia el lago aguas abajo, cortando la Carretera en Proyecto.

Estos dos canales tenían 70 m³/s y 1,080 m³/s de caudal de flujo respectivamente. Ellos tenían 80 y 230 metros de ancho, 3 y 20 metros de máxima profundidad y velocidades promedio de 1.0 y 0.5 m/s en los puntos de cruce con la carretera. Las diferencias de niveles de agua eran de aproximadamente 40 cm. sobre cada canal. Las otras dos secciones de desborde tenían condiciones casi similares a las del Area de Inundación II por las mismas razones.

(4) Area de Inundación IV (Estación N° B-4 - Fátima)

Había seis y catorce secciones de desborde con caudales totales de 175 m³/s y 345 m³/s en el tramo de estación N° B-4 a Tijamuchi y de Tijamuchi a Fátima, respectivamente. La condición de desborde en este tramo era similar a la del Area de Inundación I, pero la primera era mucho más seria que esta última. Desbordes reversos hacia aguas arriba de la carretera fueron observados en la sección próxima al dique natural izquierdo del Mamoré, debido a la intrusión de las aguas de inundación en esta sección, desde el río Mamoré, a través del canal que corre a lo largo de la carretera. Los anchos, profundidades de agua, velocidades de flujo y diferencias de los niveles de agua entre los lados aguas arriba y aguas abajo de la carretera, fueron de 30 a 400 m., 0.3 a 0.9 m., 0.4 a 1.1 m/s y de 10 a 45 cm. en este tramo. La socavación se produjo en dos (2) secciones de desborde próximas a las Estaciones Nos. B-20 y B-26.

3.3 Estudio de Sondeos para Posibles Emplazamientos de Canteras

Como se mencionó anteriormente, es muy difícil encontrar piedra utilizable como material de construcción en la zona del Proyecto, porque todos los lugares de canteras están muy alejados. Los emplazamientos de canteras hacia el lado este de Trinidad tienen abundante y buena calidad de piedras pero se encuentran demasiado distantes. La distancia de transporte desde Cerro Chico a Trinidad es de 170 km., y desde Cerro Grande es de 200 km.

Aunque ésta es próxima, la carretera cercana a San Borja tiene una cantidad limitada de piedra y su calidad es peor que aquellas próximas a Trinidad (puesto que ellas fueron formadas en el período Terciario). No obstante, el material a ser usado para el pavimento debería ser obtenido en el área de San Borja debido a su proximidad. Los tres lugares mencionados a continuación podrían servir como emplazamientos de cantera si ellos tienen mineral bruto conveniente. Investigaciones mediante sondeos fueron ejecutados para comprobar este hecho.

(1) Yshiyama N° 1

Esta es una montaña de piedra arenisca localizada 1.5 km. al norte de Yucumo, sobre la carretera nacional N° 2, donde la Cordillera Oriental encuentra hacia el lado este una extensa planicie baja. Toda el área está cubierta de selva. El río Chiman corre paralelo a la ladera norte de la montaña y el río Yucumo corre a los largo de la ladera sur.

(2) Yshiyama N° 2

Este punto está a 2 km. de Yucumo en dirección a Rurrenabaque, sobre la carretera nacional N° 2. La parte posterior se junta con el final de la Cordillera Oriental. De acuerdo con los estudios de campo, aquí las rocas están mezcladas con piedra arenisca y esquistos limoso.

(3) Yshiyama N° 3

Este punto está 18 km. al sur de Yucumo, a lo largo de la carretera nacional N° 3. En esta área las piedras aparecen visibles a lo largo del camino. La parte superior de los estratos visibles consiste de piedra arenisca dura color café-rojizo y los estratos inferiores consisten de piedra arenisca blanca con un bajo grado de concreción. Puesto que esta área está en la Cordillera Oriental, las montañas son densamente boscosas en comparación con los lugares mencionados anteriormente.

Dos perforaciones de 30 metros cada una, fueron ejecutadas en las canteras Yshiyama N° 2 e Yshiyama N° 3. Los resultados de los ensayos de las muestras de sondeo son los siguientes:

Tabla 3.3-1 RESULTADOS DE ENSAYOS SOBRE MUESTRAS DE SONDEOS

Lugar	Peso Específico	Absorción %	Desgaste los Angeles %	Cantidad Estimada del depósito m ³
Yshiyama N°1	2.485	3.1	97	Más de 1,300,000
Yshiyama N°2	2.424	10.5	69	-
Yshiyama N°3	2.476	4.5	47	Más de 300,000

En base a estos resultados y a los registros de sondeos (Ver Apéndice 2), se ha determinado que solamente el material de Yshiyama N° 3 es utilizable para el pavimento de la carretera.

Las rocas del Yshiyama N° 1 son piedra arenisca, pero se quiebran fácilmente cuando están húmedas. En Yshiyama N° 2 hay estratos que se alternan, de piedra caliza y esquistos limosos y ambos son muy blandos. Los esquistos limosos se disuelven cuando se empapan con agua.

Por consiguiente, los materiales del Yshiyama No. 1 y No.2 no son utilizables para el pavimento de la carretera.

El volumen de la montaña del Yshiyama No. 3 a ser explotado es de más de un millón de metros cúbicos. Sin embargo, la cantidad de material aprovechable para la construcción de pavimento es de aproximadamente un tercio de tal volumen.

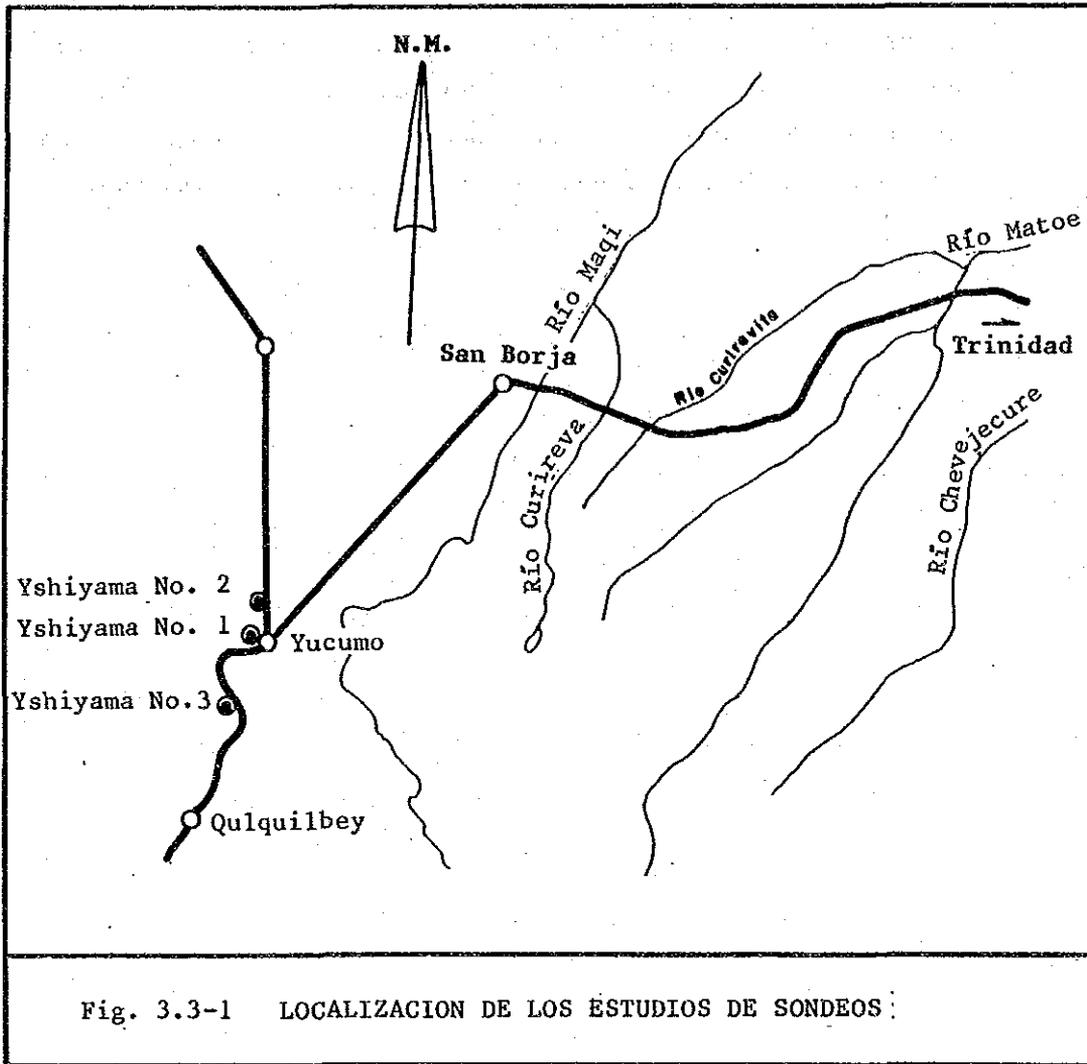


Fig. 3.3-1 LOCALIZACION DE LOS ESTUDIOS DE SONDEOS

3.4 Estudios y Ensayos de Suelos

3.4.1 Suelos

(1) Objeto

La obtención de muestras y los ensayos de laboratorio fueron ejecutados para conocer las condiciones de los suelos a lo largo de la Carretera en Proyecto, y para determinar las características de los materiales del terraplén y la subrasante.

(2) Toma de Muestras

La toma de muestras fue realizada cada 10 km. a lo largo de la Carretera en Proyecto y también a 10 - 20 metros de distancia del centro de la carretera existente. Después de remover el suelo superficial, se tomaron muestras a profundidades de 0.5 - 1.5 m. Otras seis muestras (A-3 a A-7) fueron obtenidas como suelos típicamente representativos de esta área.

(3) Método de Ensayos

El método de ensayos utilizado está basado en las especificaciones AASHTO, el cual es también usado por el S.N.C. Los ensayos ejecutados y el número del método AASHTO, se indican a continuación:

<u>Ensayos Físicos</u>	<u>Método AASHTO</u>
Ensayo de Peso Específico	T - 100 <u>1/</u> <u>2/</u>
Ensayo de Contenido de Humedad	
Ensayo de Granulometría	T - 88 <u>1/</u> <u>2/</u>
Ensayo de Límite Plástico	T - 90 <u>1/</u> <u>2/</u>
Ensayo de Límite Líquido	T - 89 <u>1/</u> <u>2/</u>
Ensayo de Compactación	T - 99 <u>2/</u>
Ensayo de CBR	T - 193 <u>2/</u>

- 1/ Muestras tomadas cada 10 km.
2/ Cinco muestras típicas

(4) Resultados de Ensayos

Los resultados de los ensayos se muestran en la Tabla 3.4-1

3.4.2 Grava y Roca

(1) Objeto

Los ensayos de laboratorio fueron dirigidos a determinar las características generales de la grava y roca y su utilidad como base, sub-base y material de la capa superficial.

(2) Toma de Muestras

El muestreo fue realizado en cuatro localidades: Cerro Chico, el río Caripo, el Yshiyama N° 1 y Oromomo; las muestras fueron tomadas en cada una de dichas localidades.

- Cerro Chico - El material fue tomado de la pila de acopio después de pasar por la chancadora secundaria.
- Río Caripo - Grava fue tomada del lecho del río
- Yshiyama N° 1 - Roca fue tomada de debajo de la superficie del suelo, cerca de la cima de la montaña; en el punto mencionado para el ensayo de sondeo, en la Sección 3.3.
- Oromomo - Cantos rodados fueron recogidos de la superficie de la ladera de la colina

(3) Métodos de Ensayos

Los métodos de los ensayos estaban basados en las especificaciones AASHTO. Los ensayos ejecutados y el número del método AASHTO se presentan a continuación:

<u>Ensayos</u>	<u>Método AASHTO</u>
Ensayo de Peso Específico	T - 85
Ensayo de pérdida por Abrasión	T - 96
Ensayo de Absorción de Agua	T - 85
Ensayo CBR	T - 193

Tabla 3.4-1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELOS EN EL AREA DEL ESTUDIO

Distancia de Trinidad	AASHTO	PE	Pasa 200(%)	Límites LL	PL	Compacción máx.	T99 Wopt	CBR T-193	
Km	Clase	**							
2 + 300	A-7-6	(17)	97.7	53.8	24.5				
* 6 + 0	A-7-6	(15)	2.774	98.5	48.8	27.7	1.663	20.0	2.4
* Mamoré (Aranario)	A-3	(0)	2.630	3.7	-	NP	1.582	12.8	9.6
10 + 800	A-7-5	(20)		99.0	66.5	33.9			
22 + 400	A-7-6	(15)		99.8	51.4	23.4			
34 + 100	A-7-6	(14)		97.2	49.9	20.5			
42 + 600	A-7-6	(14)		98.8	48.2	20.2			
52 + 800	A-6	(10)		82.8	39.9	13.9			
63 + 400	A-4	(4)		56.7	23.7	2.7			
72 + 900	A-9	(5)		59.1	19.2	NP			
82 + 800	A-4	(7)		69.5	23.9	3.5			
90 + 800	A-4	(8)		97.2	26.3	6.5			
101 + 800	A-6	(10)		97.3	36.2	15.0			
118 + 800	A-4	(8)		96.7	33.6	10.3			
143 + 0	A-4	(8)	2.680	96.0	33.1	10.4			
153 + 0	A-6	(10)	2.703	99.0	39.4	13.7			
163 + 0	A-4	(8)	2.680	98.0	32.3	8.1			
1/4 + 0	A-6	(11)	3.731	98.0	38.8	16.3			
* 176 + 0	A-6	(10)	2.734	87.2	39.7	24.6	1.730	16.1	5.6
183 + 0	A-4	(8)	2.680	97.0	30.2	8.3			
193 + 0	A-4	(8)	2.680	88.0	32.5	10.4			
205 + 0	A-6	(9)	2.691	88.0	33.9	11.1			
216 + 0	A-4	(6)	2.648	65.0	19.8	NP			
* 222 + 0	A-4	(1)	2.672	42.2	13.1	NP			
223 + 0	A-4	(5)	2.648	62.0	19.3	NP			
* 230 + 0	A-6	(12)	2.732	95.1	38.9	19.1	1.740	15.6	2.2
* Yucumo (278) (Arena de río)	A-3	(0)	2.666	13.3	-	NP	1.640	8.4	7.2

* : seis muestras típicas

** : índice de grupo en ()

*** : los valores CBR indicados son aquéllos que corresponden a la densidad 100% según T-99

Nota: Las distancias son a lo largo de la carretera existente

(4) Resultados de los Ensayos

Los resultados de los ensayos se muestran en la Tabla 3.4-2 abajo. También se consignan los resultados sobre las muestras obtenidas en los ensayos de sondeo (mencionados en la Sección 3.3)

Tabla 3.4-2 RESULTADOS DE ENSAYOS DE GRAVA Y ROCA

Fuente	Peso Específico	Absorción	Abrasión	CBR
Cerro Chico	2,790		47	82
Caripo	2,721	3.5	64	63
Yshiyama No 1 *	-	3.9	74	-
Oromomo ** (Cuarcítico)	-	1.2	30	-
(Arenoso)	-	3.4	87	-
(Ensayos de sondeo)				
Ysiyama No 1	2,485	3.1	97	-
Ysiyama No 2	2,424	10.5	69	-
Ysiyama No 3	2,476	4.5	47	-

* Bolones de la superficie

** Cantos rodados fueron divididos en dos clases bastante diferentes.

El ensayo de CBR no pudo llevarse a cabo debido a la falta de muestra.

3.4.3 Material Estabilizado

(1) Objeto

Los lugares de las canteras propuestas están localizados muy lejos de la Carretera en Proyecto y el costo de transporte de material será considerablemente alto. Con el propósito de reducir la cantidad de material transportados, debían ser realizadas investigaciones para determinar si los materiales en el sitio de la construcción están suficientemente estabilizados para construir una base y sub-base resistentes. Para determinar ésto se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio.

(2) Agente Estabilizador

El cemento, cal apagada y asfalto diluido fueron utilizados como agentes estabilizadores, porque ellos son fácilmente obtenidos en Bolivia. El cemento y la cal apagada son producidos en Bolivia mientras que la mayor parte del asfalto es importado del Brasil.

El cemento utilizado en este ensayo es cemento portland normal producido en la Fábrica de Cemento de Viacha localizada cerca de la ciudad de La Paz.

Sus ingredientes se indican a continuación:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Pérdida por ignición
21.5%	5.5%	2.0%	61.6%	4.8%	2.9%	2.2%

La cal apagada a ser usada es también producida por la Fábrica de Cemento de Viacha; sin embargo, se encontró que su calidad es inferior. La razón para esto es la falta de normas industriales para la fabricación de la cal apagada en este país.

El asfalto diluido utilizado fue MC-250, el cual es una mezcla del cemento asfáltico producido en Brasil (CA 85-100) y la nafta industrial producida en Bolivia.

(3) Muestreo de Materiales (suelos)

Cinco tipos de suelos fueron escogidos de los seis materiales típicos mostrados en la Tabla 3.3-2 de la sección anterior.

El material del "KM-230", el cual es más abundante que los otros, fue utilizado como la principal muestra de material.

(4) Método de Ensayos

1) Tratamiento de Estabilización con Cemento

El ensayo de compactación se llevó a cabo agregando cemento en proporciones del 4% a cada muestra de material. Se realizaron ensayos de compresión no confinada sobre probetas con varias proporciones de cemento agregado, desde 4% hasta 20%.

Estas muestras fueron preparadas de la mezcla con el mismo contenido de humedad igual al Contenido de Humedad Optima (Wopt) obtenido mediante el ensayo de compactación antes mencionado.

Este ensayo de compresión no confinada estaba basado en el método de curado de la muestra durante 6 días y subsecuente humedecimiento por 24 horas, de acuerdo al Manual de Pavimentos Asfálticos del Japón.

2) Tratamiento de Estabilización con Cal Apagada

Este ensayo fue efectuado sólo para los materiales del km. 230 de la Carretera en Proyecto. Al igual que en el tratamiento de estabilización con cemento, el ensayo de compactación fue realizado agregando cal apagada en proporciones del 4% para obtener la "Wopt".

Basado en esta Wopt, se llevaron a cabo ensayos de compresión no confinada agregando cal apagada en proporciones del 6%, 8% y 10%. Estos ensayos de compresión no confinada se basaron en los procedimientos del Manual de Pavimentos Asfálticos del Japón, que implican el curado durante 9 días y humedecimiento durante 24 horas.

3) Tratamiento de Estabilización con Asfalto

Este ensayo se llevó a cabo sólo para los materiales del km. 230 de la Carretera en Proyecto.

El método estaba basado en el Ensayo de Estabilidad

Marshall que se encuentra en el Manual de Pavimentos Asfálticos del Japón y en el Manual de Carreteras de Bajo Costo del Japón. Habiéndose utilizado asfalto diluido en el ensayo, una mitad de la probeta compactada fue dejada en el horno durante 24 horas con objeto de evaporar el agente solvente y luego ésta fue recompactada. Antes del Ensayo de Estabilidad - Marshall, la probeta compactada fue sumergida en agua a 60° C de temperatura durante 30 minutos, de acuerdo con los procedimientos de ensayo estipulados en los Manuales antes mencionados.

(5) Resultados de los Ensayos

1) Ensayos de Compactación

Los resultados de los ensayos están tabulados en la Tabla 3.4-3.

Tabla 3.4-3 ENSAYOS DE COMPACTACION

Muestra	γd W	Tratamiento con cemento (4%)		Tratamiento con cal (4%)	
		γd max	Wopt	d max	Wopt
222 km		1.718	14.2	-	-
176 km		1.730	16.4	-	-
6 km		1.640	18.0	-	-
230 km		1.740	15.4	1.710	18.0
Mamoré		1.620	12.0	-	-

Con la proporción del 6% de cemento agregado

2) Ensayos de Compresión no Confinada

Tabla 3.4-4 ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA (Kg/cm²)

Porcentaje	Muestra				
	Km 222	Km 176	Km 6	Km 230	Mamoré
Tratado con cemento					
4%	4.99	8.76	6.41	4.73	1.26
6%	7.09	11.06	8.13	10.59	3.27
8%	12.74	14.46	13.04	14.49	6.02
10%	15.30	16.72	16.72	21.61	7.17
20%	-	-	-	35.53	33.45
Tratado con cal					
4%	-	-	-	4.32	-
6%	-	-	-	5.83	-
8%	-	-	-	6.22	-
10%	-	-	-	5.79	-

3) Ensayo de Estabilidad Marshall

Se prepararon probetas agregando asfalto en proporciones del 8%, 10% y 12%, pero durante la inmersión en agua a 60°C antes del ensayo, todas las probetas de mezcla de suelo y asfalto colapsaron. Por consiguiente, no se obtuvieron resultados del Ensayo de Estabilidad Marshall.

ESTUDIO BASICO 4

4. ESTUDIO BASICO

4.1 Estudio de la Demanda de Tráfico

4.1.1 Procedimiento para Determinar la Proyección del Volumen de Tráfico

La proyección del volumen futuro de tráfico en la Carretera en Proyecto se basó en lo siguiente:

- 1) Estimación del tráfico basado en el actual volumen de tráfico.

El volumen de tráfico que pasa a través de la carretera existente se incrementará de acuerdo al crecimiento de las actividades socio-económicos en el área de estudio.

Se estimó el volumen de tráfico futuro utilizando los valores pronosticados de los índices socio-económicos y el actual volumen de tráfico.

- 2) Estimación del tráfico desviado de otros medios de transporte.

Después de que el mejoramiento de la Carretera en Proyecto haya sido completado, el sistema de transporte en el área de estudio será cambiado. Esto es, parte de la carga que ahora está siendo transportada por aire desde/hacia el área de estudio será transportada por camiones.

La carga resultante en volumen de tráfico en el futuro es estimada analizando el movimiento actual de bienes en el área de estudio.

El procedimiento de estimación descrito anteriormente está esquemáticamente ilustrado en la Fig. 4.1-1.

Para estimar el volumen de tráfico futuro, la Carretera en Proyecto es dividida en las cuatro secciones siguientes:

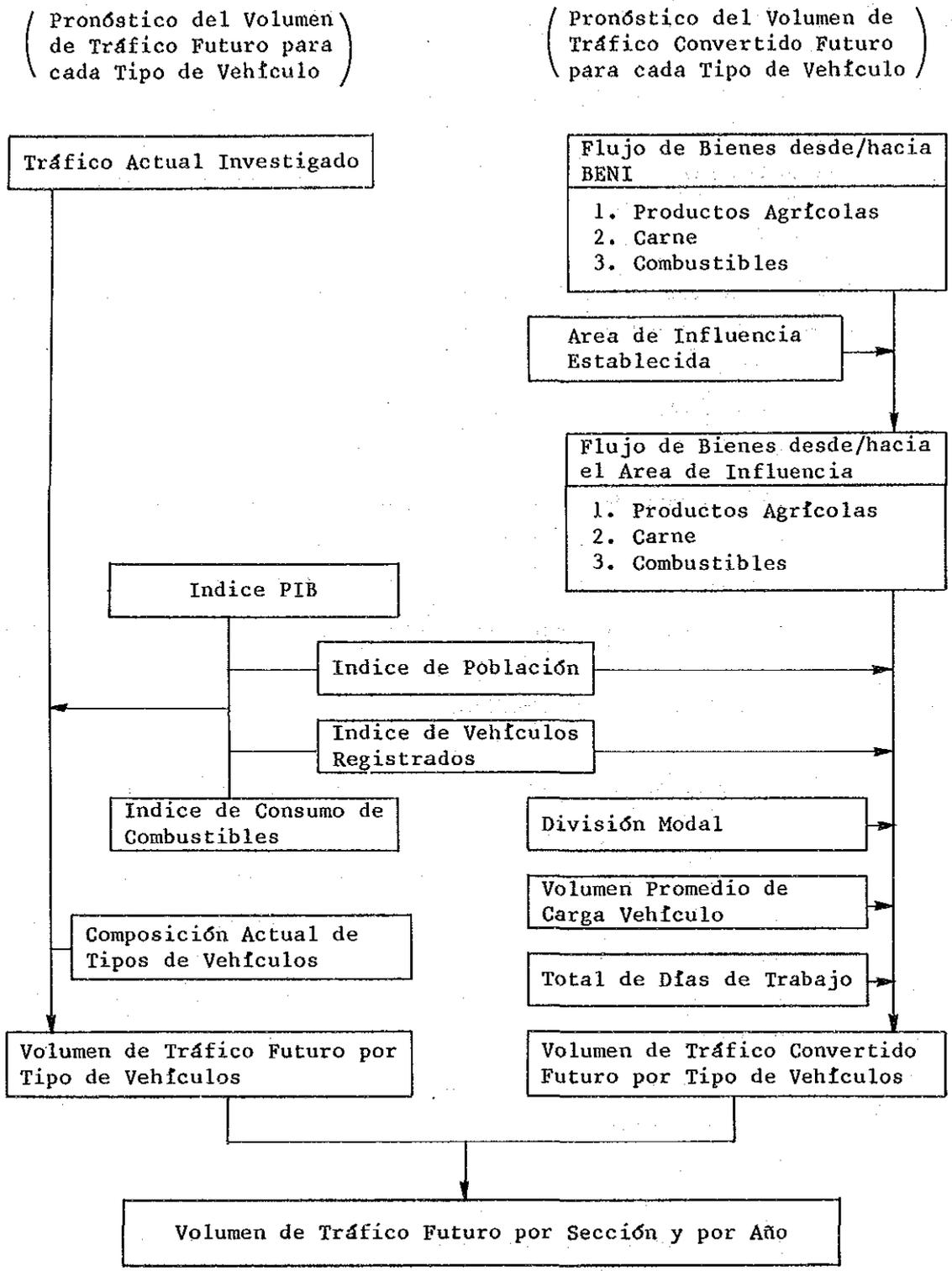


Fig. 4.1-1 FLUJOGRAMA PARA EL PRONOSTICO DEL VOLUMEN DE TRAFICO

- 1) Trinidad - Puerto Varador (Río Mamoré)
- 2) Puerto Varador - Puerto Ganadero
(Sección de servicio de transbordador)
- 3) Puerto Ganadero - San Ignacio
- 4) San Ignacio - San Borja

El año base y los años futuros de estimación son:

- | | | |
|----------------|-----------|--------------------------------|
| - Año base | 1984 | |
| - Años futuros | 1982 | 1er año de operación |
| | 1996-2011 | cada 5 años hasta el 20mo. año |

4.1.2 Estimación del Tráfico Futuro Basado en el Volumen de Tráfico Actual.

4.1.2.1 Condiciones de Tráfico Actual

El volumen de tráfico actual de la carretera en el área de estudio está decreciendo poco a poco cada año. (Esto se debe a que la carretera existente no ha sido mantenida adecuadamente y que el tiempo no ha sido bueno en años recientes).

Considerando el propósito del estudio, se debe evitar la sobreestimación del futuro volumen de tráfico, así el volumen de tráfico investigado en 1984 (que fue el volumen más - bajo en los últimos cinco años) es utilizado como el volumen de tráfico actual.

El número de vehículos investigados en 1984, por sección tipo se muestra en la Tabla 4.1-1.

TABLA 4.1-1 TRAFICO DIARIO ACTUAL EN 1984

(Unidad: vehiculo/dia)

SECCION	TOTAL	Tamaño de los Vehículos			
		Grande	Mediano	Pequeño	Otros
Trinidad-Puerto Varador	372	113	12	141	106
Pto. Ganadero-San Ignacio	52	7	5	23	17
San Ignacio-San Borja	53	7	7	20	19

FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS
(Ver Tabla 2.3-10 y 2.3-11)

4.1.2.2 Tasa de Crecimiento del Volumen de Tráfico

En general, el volumen de tráfico aumenta con el crecimiento de las actividades socio-económicas en la región.

Los índices socio económicos relacionados con el volumen de tráfico son: el PIB (Producto Interno Bruto), la población, el número de vehículos registrados y el consumo de petróleo en el área seleccionada.

La relación cualitativa entre volumen y de tráfico y estos cuatro índices está expuesta a continuación:

- PIB:

La actividad económica en una región es el movimiento de bienes, personas y dinero. Esto tiene una relación directa con el volumen total de tráfico en la región. Además el crecimiento de la economía aumenta el ingreso por habitante y el número de propietarios de automóviles. El incremento del PIB resulta en crecimiento del volumen de tráfico en la región.

- Población:

La siguiente relación existe entre población y volumen de tráfico en una región.

$$\begin{aligned} (\text{Vol. Tráfico}) &= (\text{población}) \times \\ &(\text{viajes/persona}) \times (\text{tasa de uso de automóviles}) \end{aligned}$$

El número de viajes por persona no varía mucho de acuerdo a la región, el ingreso por habitante, etc. La tasa de uso de automóviles está determinado por el número de vehículos registrados, las condiciones de las carreteras y las condiciones locales por ejemplo de las estructuras sociales y el uso de la tierra. Esta tasa es alta cuando las facilidades de movilización regional son pobres. Ya que el Beni está en los días iniciales de progreso de movilización, la tasa de uso de automóviles en el área de estudio tiende a ser alta. Esto es, la tasa de crecimiento del volumen de tráfico para la Carretera en Proyecto es mayor que la tasa de crecimiento de la población en esta región.

- Número de vehículos registrados:

En los primeros tiempos de progreso de la movilización, la tasa de crecimiento de los vehículos registrados fue muy alta, haciendo que la relación entre número de vehículos por persona, a la tasa de crecimiento de vehículos registrados, sea rigurosamente constante en este tiempo. Actualmente, esta relación en el Beni es de 33 persona/vehículo, y la tasa de crecimiento de vehículos con propiedad registrada ha aumentado a más del 10%.

Bajo tales condiciones los incrementos de volumen de tráfico son menores que el número de vehículos registrados en esta área.

- Consumo de petróleo:

En general, la cantidad de consumo de gasolina en una región está directamente relacionada con su volumen total de tráfico. Pero el volumen de tráfico de una carretera específica no es proporcional al consumo de petróleo, especialmente si se trata de un camino rural para vehículos que viajan grandes distancias.

No existen datos suficientes sobre los cuatro índices mencionados para el área de estudio y, por lo tanto, no es posible un análisis del volumen de tráfico apropiado.

De acuerdo a la interrelación entre el índice socio-económico y el volumen de tráfico citado anteriormente, se puede inferir que la tasa de aumento del volumen de tráfico en la Carretera en Proyecto será mayor que el crecimiento de la población y menor que el crecimiento del registro de propiedad vehicular en el área de estudio.

Las tasas de incremento anual en los índices para varios años pasados se muestran en las Tablas 4.1-2, 4.1-3 y 4.1-4.

Desde 1970 hasta 1980, la tasa de crecimiento del PIB fue de 7.08% como se muestra en la tabla 2.2-12 en la Sección 2.2.2.2.

La estimación del volumen de tráfico en 1992 para la sección entre Trinidad y el Río Mamoré fue realizada asumiendo que el volumen de tráfico se aumentará en proporción a los índices socio-económicos.

Los resultados se muestra a continuación:

Indice	Tasa anual de crecimiento	Volumen de tráfico en 1992
PIB	7.08%	643 vehículos/dfa
Población	3.83	502 "
Número de vehículos	10.07	801 vehículos/dfa
Consumo de petróleo	6.84	631 "
Promedio	6.95	

De acuerdo a la información anterior, se puede inferir que el valor más probable del volumen de tráfico en 1992 estará entre 801 y 502 vehículos por día.

El mejor método para estimar el futuro volumen de tráfico no ha podido ser determinado. Por tanto, el volumen de tráfico futuro será calculado como un valor promedio de los resultados obtenidos por el examen antes descrito. Esto es, el incremento promedio anual de los cuatro índices (6.95%) será utilizado como la tasa de crecimiento del volumen de tráfico en este Estudio. Se asume que esta tasa no cambiará durante el período de proyección, esto es hasta el año 2011.

Este cálculo basado en el volumen de tráfico actual tabulado en la Tabla 4.1-1, se muestra en la Tabla 4.1-18.

Tabla 4.1-2 POBLACION Y TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION

CIUDAD	Población, 1983	Tasa de Crecimiento Anual (1976 - 1983)	INDICE	
			1983/1976	
Trinidad	36,524	3.53%	1.247	
San Borja	7,299	6.00	1.420	
San Ignacio	3,814	2.50	1.210	
Promedio	(47,637)	3.83	1.268	

(VER TABLA 2.2-10)

Tabla 4.1-3 CRECIMIENTO DE VEHICULOS REGISTRADOS EN EL BENI

Volumen (1983)	Tasa de Crecimiento Anual (1980-1983)	INDICE	
		1983/1980	1983/1976
6,778 veh.	10.07%	1.302	4.260

(VER TABLA 2.3-5)

Tabla 4.1-4 CONSUMO DE GASOLINA

CONSUMO	Tasa de Crecimiento Anual (1980-1983)	INDICE	
		1983/1980	1983/1976
11,053.6 m ³	6.84%	1.205	3.361

4.1.3 Transferencia a Otros Modos de Transporte

4.1.3.1 Análisis de Origen/destino de las Mercaderías

(1) Productos Agrícolas

Las cantidades estimadas de productos agrícolas (Ver Tabla 2.2-19) y de consumo (Ver Tabla 2.2-25) transportadas hacia y desde el Beni, se presentan a continuación:

1) Papa

La papa es producida en las áreas de tierra alta y fría. Actualmente, las papas consumidas en el Beni son transportadas desde Cochabamba. Este transporte de papas permanecerá estable en el futuro. La cantidad de papa transportada al Beni fue de 25 mil toneladas en 1984.

2) Trigo

La mayor parte del trigo consumido en Bolivia es importado. El trigo consumido en el Beni es transportado primero a La Paz desde el exterior, después al Beni. Este modelo de transporte no cambiará en un futuro próximo. La cantidad transportada al Beni en 1984 fue de 17 mil toneladas.

3) Plátano

El plátano es un producto agrícola representativo del Beni y es transportado principalmente a La Paz. En 1984 se transportaron a La Paz 34 mil toneladas.

4) Yuca

El Beni es una fuente de suministro de yuca para La Paz, como lo es del plátano. En 1984 se transportaron del Beni a La Paz 34 mil toneladas de yuca.

5) Arroz

El arroz es transportado a La Paz, como lo son la yuca y el plátano.

En 1984 se transportaron del Beni a La Paz 12 toneladas de arroz.

En la Fig. 4.1-2 se ilustra la estimación de la demanda y del suministro de transporte para cada producto en todo el país.

(2) Carne

1) Consumo en La Paz

Como se explicó en 2.2.3.2., el consumo de carne en La Paz ha disminuido desde 1981 debido a que el Beni (que suministra 60% de la carne a La Paz) ha bajado sus niveles de producción. Esto fue causado por el inusual mal tiempo.

Ya que la probabilidad de este acontecimiento en un futuro próximo es muy remota, la producción de la carne, en el Beni no debería continuar siendo afectada por esto.

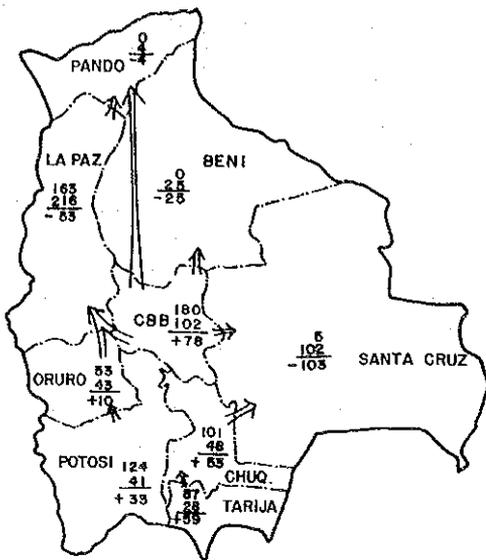
El Comité de la Carne del MICT (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de Bolivia) pronosticó en 1980 la cantidad del consumo de carne desde el año 1980 a 1985, en base a los registros de consumo de carne hasta 1979. Los resultados pronosticados se muestran en las Tablas 4.1-5 y 4.1-6.

Tabla 4.1-5 VOLUMEN PRONOSTICADO DE CONSUMO DE CARNE EN LA PAZ (Ton/año)

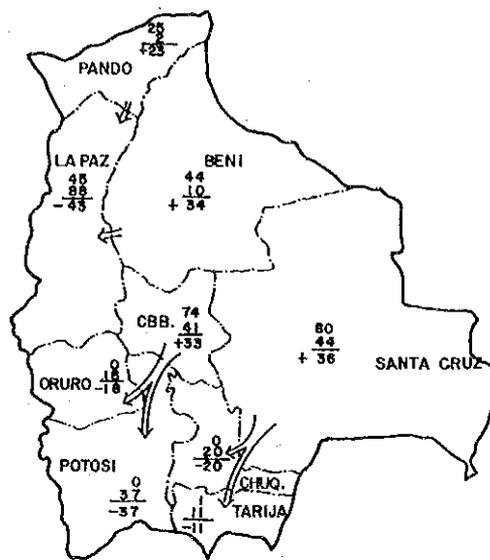
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Consumo	16,271	18,175	19,715	19,538	19,763	20,546	21,330	22,113	22,897	23,68
Indice	1.000	1.117	1.212	1.201	1.215	1.263	1.311	1.359	1.407	1.45
	0.711	0.793	0.861	0.853	0.863	0.897	0.932	0.966	1.000	1.03

FUENTE: M.I.C.T. COMISION DE LA CARNE

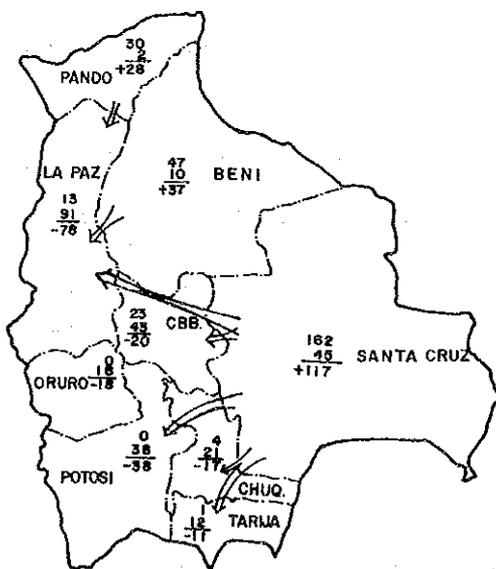
Papa



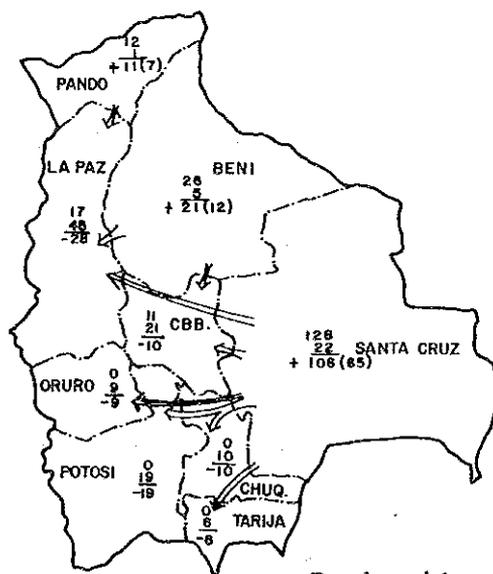
Plátano



Yuca



Arroz



Producción
Consumo

() Almacenado

Fig. 4-1-2 BALANCE DE LA DEMANDA/OFERTA Y FLUJO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRICOLAS (1000 ton/año)

Tabla 4.1-6 CONSUMO ACTUAL Y PRONOSTICADO DE CARNE (Ton/año)

		La Paz	Santa Cruz	Cochabamba	Oruro	Tarija
1980	Actual	20,000	12,000	6,000	1,600	1,600
	Pronosticado	19,800	12,400	5,300	1,800	1,800
1985	Actual	17,000	14,000	6,000	2,000	2,000
	Pronosticado	23,700	16,000	5,600	2,100	2,300

FUENTE: M.I.C.T. COMISION DE LA CARNE

Puesto que el pronóstico fue efectuado en 1980, los valores en las tablas no fueron influenciados por el mal tiempo anormal en el Beni.

Existe muy poca diferencia entre la cantidad de consumo de carne real y la pronosticada para las ciudades no influenciadas por la producción de carne en el Beni.

Por tanto, estos valores pronosticados se consideran confiables y utilizables para las estimaciones del consumo de carne para La Paz.

La estimación está basada en los siguientes valores:

- La cantidad de carne consumida en La Paz = 22.900 Ton/año (1984).
- El porcentaje de suministro de carne del Departamento del Beni = 65.2% (promedio durante 1976-1980).

2) Consumo de COMIBOL

Como se expresó en 2.2.3.2. la COMIBOL (Corporación Minera de Bolivia) adquiere una gran cantidad de carne para sus empleados. Ellos compran carne cada año sólo del Beni.

La cantidad de carne a ser adquirida por COMIBOL ha sido calculada de acuerdo a la siguiente fórmula, cada año excepto en 1985, cuando COMIBOL tuvo que reducir sus compras debido a problemas financieros.

(Cantidad anual a ser adquirida)

= (número de empleados) x 34 kg. x 12 meses

La COMIBOL reducirá sus 27.500 empleados actuales a 20.000 en un futuro próximo.

Se estima que la adquisición de carne por COMIBOL será de 8.160 ton/año (= 20.000 x 34 kg x 12 meses). Esta cifra será utilizada para calcular los requerimientos para el transporte de carne.

(3) Productos del Petróleo y otros Bienes

La cantidad de productos del petróleo consumidos en el Beni se muestra en la Tabla 4.1-7.

Actualmente, la mayor parte de los bienes transportados al área de estudio proceden de Cochabamba.

Tabla 4.1-7 CONSUMO DE PRODUCTOS DE PETROLEO EN EL BENI

	Unidad	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Gasolina	m ³	8,983.6	9,171.2	10,208.3	11,771.1	11,053.6	9,001.8	9,951.1
Diesel	m ³	8,340.9	8,743.9	9,237.6	10,445.5	10,781.0	10,029.1	10,464.5
Kerosene	m ³	4,494.7	4,378.8	3,943.2	4,239.0	4,063.2	1,884.4	2,691.5
TOTAL	m ³	21,819.2	22,293.9	23,389.1	26,455.6	25,897.8	20,915.3	23,107.1
TOTAL/IN/WT.	tn	16,360.	16,720.	17,540.	19,840.	19,420.	15,690.	17,330.

FUENTE: Y.P.F.B.

Convertido por la relación de (1 m³ = 0.75 ton.)

No se pudo obtener datos para otros bienes tales como los productos agrícolas. Puesto que se considera que sus cantidades son insignificantes, éstos no son tomados en cuenta en el Estudio de aquí en adelante.

(4) Cantidad Total de Bienes desde/hacia el Beni en 1984.

La Tabla 4.1-8 resume la cantidad de bienes transportados desde/hacia el Beni en 1984.

Tabla 4.1-8 MOVIMIENTO DE MERCADERIAS DESDE/
HACIA EL BENI EN 1984 (Ton/año)

Destino \ Origen	Beni	La Paz	Cochabamba
Beni		* 1) 104,049	—
La Paz	* 2) 17,351		
Cochabamba	* 3) 40,690		

* 1)

Carne	21,049
Banana	34,000
Yuca	37,000
Arroz	12,000

Total 104,049

* 2) (Transporte aéreo)

Trigo 17,351

* 3) (Transporte por Agua)

Papa	25,000
Aceite	15,690

Total 40,690

4.1.3.2 Cantidad de Mercaderías Transportadas desde/hacia el Área de influencia de la Carretera en Proyecto

En la sección previa se indicó el volumen de mercaderías transportadas desde/hacia todo el Beni en 1984. En esta sección, se estima el volumen de mercaderías que pueden potencialmente pasar a través de la Carretera en Proyecto. Luego, determinando la tasa de crecimiento para cada clase de mercadería, se presentan en la siguiente sección sus futuros volúmenes pronosticados.

Este procedimiento de pronóstico se muestra en la Fig. 4.1-3.

(1) Área de Influencia de la Carretera en Proyecto

El área donde las actividades económicas serían influidas por el mejoramiento de la Carretera en Proyecto se muestra en la Fig. 4.1-4 y en la columna D de la Tabla 4.1-9.

Las relaciones del área y la población del área de influencia en comparación con las del Beni, están tabuladas en la Tabla 4.1-10. El área de influencia de cada mercadería en el Beni está calculada bajo los siguientes supuestos.

1) Productos Agrícolas que salen

La producción agrícola que sale es proporcional al área de influencia (Ver columna E de la Tabla 4.1-9).

2) Productos Agrícolas y Petrolíferos que ingresan.

La distribución de ingresos está en proporción al número de habitantes. (Ver columna G de Tabla 4.1-9)

3) Carne de Salida

La distribución está en proporción al número de ganado criado en el área. (Ver Tabla 4.1-10)

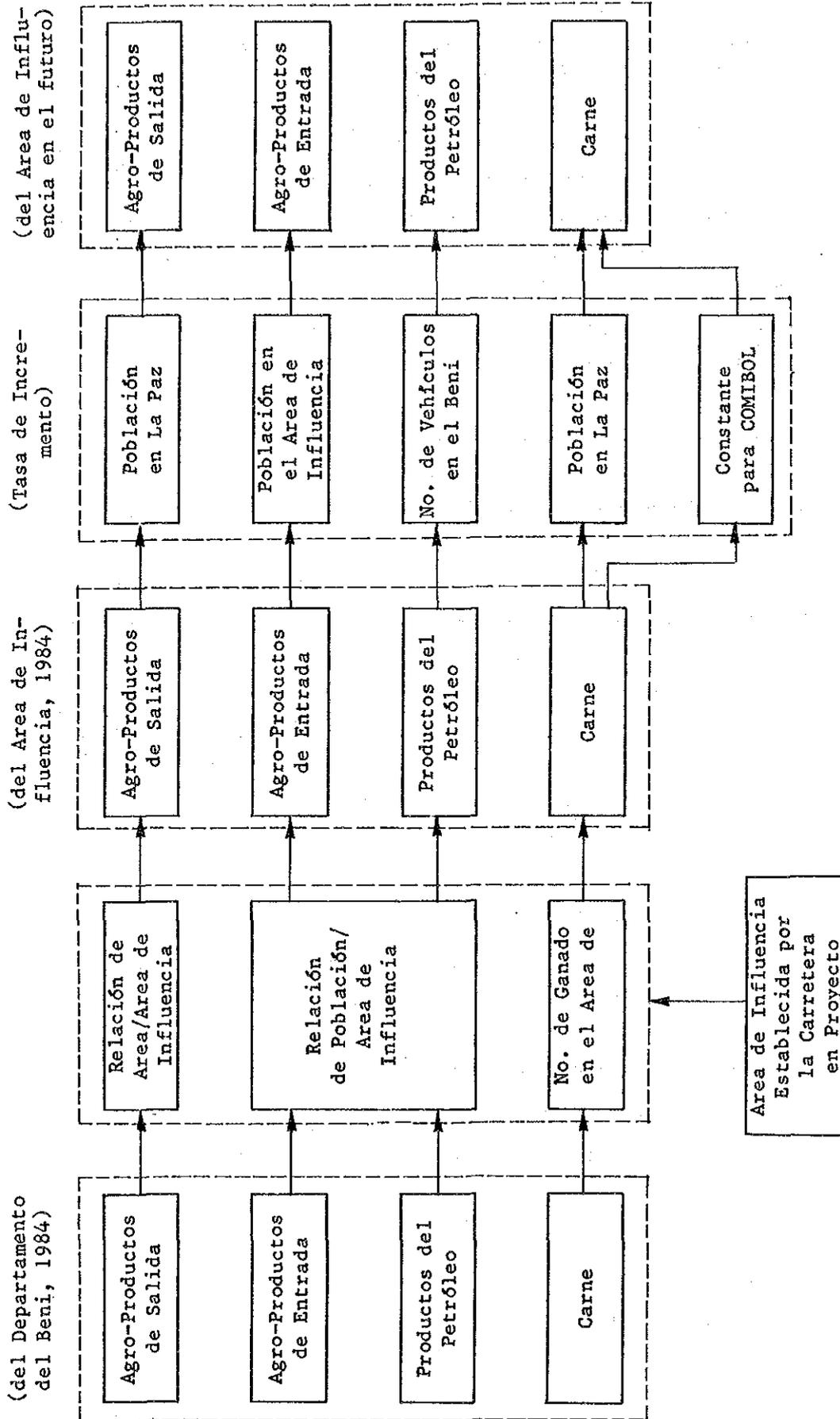


Fig. 4.1-3 PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE MERCADERIAS TRANSPORTADAS DESDE/HACIA EL AREA DE INFLUENCIA

Table 4.1-9 AREA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA EN PROYECTO

Provincia	B	A	D		E	F	G
	Area (km ²)	B/A (%)	D/C (%)	C x D (%)	Población (1984)	D x F (1984)	
Cercado	12,276	5.8	100	5.8	58,627	58,627	
Ballivian	40,400	18.9	30	5.7	34,309	10,293	
Yacuma	34,386	16.1	20	3.2	21,643	4,328	
Moxos	33,616	15.7	30	4.7	20,715	6,214	
Mamore	18,706	8.8	50	4.4	12,875	6,438	
Marban	15,126	7.1	30	2.1	15,960	4,788	
Itenez	36,576	17.1	50	8.6	19,626	9,813	
Vaca Diez	22,434	10.5	0	0	58,386	0	
Total (BENI)	213,564	100.0	-	34.5	242,143	100,501	

$$100,501/242,143 = 41.5\%$$

- (2) Cantidad de Bienes Transportados en 1984 sobre la Carretera en Proyecto

La Fig. 4.1-5 y la Tabla 4.1-11 muestran la cantidad de bienes transportados sobre la Carretera en Proyecto en 1984, dividida en tres subsecciones.

Tabla 4.1-10 NUMERO DE GANADO EN CADA PROVINCIA DEL BENI (1984)

Provincia	Cabezas	Proporción (%)
Cercado	464,227	16.8%
Ballivián	534,455	19.3
Yacuma	498,235	18.0
Moxos	325,428	11.8
Mamoré	303,862	11.0
Marbán	291,973	10.6
Iténez	282,593	10.2
Vaca Díez	64,147	2.3
TOTAL	2,764,900	100.0

Tabla 4.1-11 FLUJO DE MERCADERIAS EN LA CARRETERA EN PROYECTO

Unidad: Ton/año

Artículos	A La Paz			A Combibol			A La Paz			De La Paz			De Cochabamba					
	Carne			Carne			Producto			Trigo			Papa			Petro-Productos		
Bienes fluyen desde el hacia el Beni	14,929			8,160			83,000			17,351			25,000			15,690		
Ciudades clave en el Área del Influencia	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.	T.O.D.	S.I.M.	S.R.J.
Relación Divisional del Beni	0.3058	0.0714	—	0.3058	0.0714	—	0.209	0.079	—	0.329	0.0256	—	0.329	0.0256	0.0425	0.329	0.0256	0.0425
Flujo de Bienes de la Área de Influencia	4,565	1,066	—	2,495	583	—	17,347	6,557	—	5,708	444	—	8,225	640	1,063	5,162	402	667



Fig. 4.1-4 ZONA DE INFLUENCIA DE LA CARRETERA EN PROYECTO

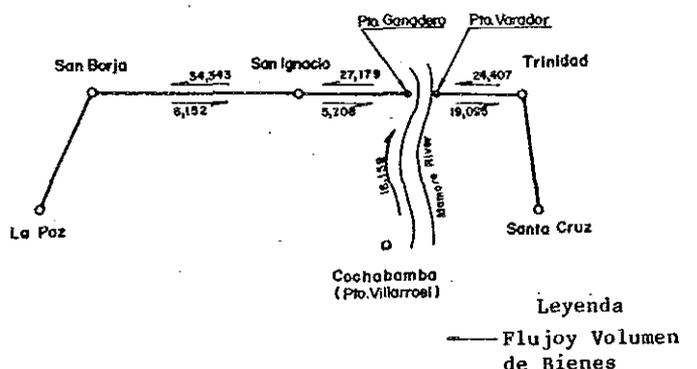


Fig. 4.1-5 FLUJO DE MERCADERIAS Y UBICACION DE CIUDADES

4.1.3.3 Pronóstico de la Cantidad de Mercaderías Transportadas

La tasa de crecimiento de la cantidad de mercaderías transportadas desde/hacia el área de influencia del Proyecto se considera a continuación:

1) Productos Agrícolas que Salen y Carne Consumida en La Paz
La tasa de crecimiento de mercaderías transportadas es proporcional a la población de la ciudad de La Paz.

2) Productos Agrícolas que Ingresan

La tasa de crecimiento es igual a la de la población en el área de influencia del Proyecto.

3) Productos del Petróleo

La tasa de crecimiento es proporcional al número de vehículos registrados en el Beni.

4) Carne Exclusivamente para COMIBOL

La tasa es constante

Los índices de crecimiento de la población en La Paz y en el área de influencia del Proyecto y para cada cinco años, se presentan en la Tabla 4.1-13. Estas cifras fueron calculadas utilizando los datos de población de La Paz y el Beni, pronosticados por el INE. La tabla también muestra el número de vehículos en el Beni, estimado utilizando la información de la Tabla 4.1-3.

La cantidad de mercaderías transportadas anualmente desde/hacia el área de influencia fue calculada utilizando los datos de la Tabla 4.1-11 y la Tabla 4.1-13.

Los resultados de cálculo se resumen en la Tabla 4.1-14.

Tabla 4.1-12 POBLACION PRONOSTICADA DE CADA PROVINCIA EN EL BENI
(2000-2025)

Provincia	Año 2000	Año 2010	Año 2025
Cercado	98,721.-	136,324.-	221,216.-
Vaca Díez	99,493.-	137,390.-	222,946.-
Ballivián	57,387.-	79,246.-	128,595.-
Yacuma	35,887.-	49,557.-	80,417.-
Moxos	34,424.-	47,537.-	77,139.-
Marbán	26,499.-	36,593.-	59,379.-
Mamoré	21,337.-	29,465.-	47,813.-
Iténez	32,677.-	45,123.-	73,222.-
TOTAL	406,625.-	561,235.-	910,727.-

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA.

Tabla 4.1-13 POBLACION PRONOSTICADA E INDICE DE
CRECIMIENTO PARA CADA 5 ANOS

	Población de La Paz		Población de la Zona Influenciada		No. de Vehículos en el Beni	
	Nº	Indice	Nº	Indice	Nº	Indice
1984	1,969,261	1.00	90,208	1.00	8,295	1.00
1992	2,413,959	1.23	120,695	1.34	17,903	2.16
1996	2,620,127	1.33	135,939	1.51	22,173	2.67
2001	2,902,772	1.47	156,941	1.74	27,511	3.32
2006	3,215,907	1.63	185,734	2.06	32,849	3.76
2011	3,542,408	1.80	217,435	2.41	38,187	4.60

Tabla 4.1-14 FLUJO FUTURO DE MERCADERIAS PARA CADA SECCION DE LA CARRETERA EN PROYECTO

Unidad: ton/año

Sección						
Artículos		S.R.J.	S.I.M.	Pto.Gt	Pto.V	T.D.D.
1984	Carne	← 8,709	← 7,060	← 7,060	← 7,060	
	Agro-Productos	← 23,904	← 17,347	← 17,347	← 17,347	
	Trigo	→ 6,152	→ 5,708	→ 5,708		
	Papa	← 1,063	← 1,703	0		→ 8,225
	Petro-Productos	← 667	← 1,069	0		→ 5,162
1992	Carne	10,004	8,110	8,110	8,110	
	Agro-Productos	29,402	21,337	21,337	21,337	
	Trigo	8,244	7,648	7,648	7,648	
	Papa	1,424	2,282	0		11,022
	Petro-Productos	1,067	1,710	0		8,259
1996	Carne	10,567	8,566	8,566	8,566	
	Agro-Productos	31,792	23,072	23,072	23,072	
	Trigo	9,290	8,619	8,619	8,619	
	Papa	1,605	2,527	0		12,422
	Petro-Productos	1,474	2,362	0		8,259
2001	Carne	11,356	9,206	9,206	9,206	
	Agro-Productos	35,159	25,500	25,500	25,500	
	Trigo	10,704	9,932	9,932	9,932	
	Papa	1,850	2,963	0		14,312
	Petro-Productos	1,808	2,897	0		13,989
2006	Carne	12,257	9,936	9,936	9,936	
	Agro-Productos	38,961	28,276	28,276	28,276	
	Trigo	12,673	11,758	11,758	11,758	
	Papa	2,190	3,508	0		16,944
	Petro-Productos	2,148	3,442	0		16,622
2011	Carne	13,214	10,712	10,712	10,712	
	Agro-Productos	43,027	31,225	31,225	31,225	
	Trigo	14,826	13,756	13,756	13,756	
	Papa	2,562	4,104	0		19,822
	Petro-Productos	2,481	3,977	0		19,203

S.R.J.: SAN BORJA

S.I.M.: SAN IGNACIO

Pto. G: PUERTO GANADERO (Ribera Oeste del Río Mamoré)

Pto. V: PUERTO VARADOR (Ribera este del Río Mamoré)

T.D.D.: TRINIDAD

← : DIRECCION DEL FLUJO DE BIENES

4.1.3.4 Conversión de la Cantidad de Mercaderías Transportadas a Volumen de Tráfico

Por la siguiente fórmula, la cantidad de mercaderías transportadas se puede convertir en el número de camiones requeridos para movilizar estos bienes.

$$\begin{aligned} & (\text{número de camiones}) = (\text{cantidad total de mercaderías}) \\ & \times (\text{la relación de carga que entra/carga que sale por carretera}) \\ & \times (\text{peso promedio de carga/camión}). \end{aligned}$$

(1) Relación de carga Entrante/Saliente por Transporte por Carretera

Con objeto de determinar qué porcentaje de las mercaderías que salen y entran al área de influencia será transportado por carretera, se analizó la historia de la carga transportada entre La Paz y varias otras ciudades.

La Tabla 4.1-15 muestra las distancias por carretera y por aire entre La Paz y otras ciudades. En la Tabla 4.1-16 se tabula el número total de pasajeros y peso de la carga transportada cada año.

Las cifras para el transporte por carretera son para 1985 y aquéllas de transporte aéreo son para 1983. Aunque no son del mismo año, la carga transportada por aire no ha variado (mucho de acuerdo con las autoridades de AASANA). Por tanto, esta diferencia de fechas no afectará los resultados del Estudio.

La Fig. 4.1-16 muestra la diferencia entre el uso de transporte de pasajeros y de carga entre La Paz y Trinidad.

La relación de carga saliente/entrante entre La Paz y el área de influencia del Proyecto mediante transporte por carretera es 97% como se muestra en la Fig. 4.1-6.

Tabla 4.1-15 DISTANCIA ENTRE CIUDADES POR CARRETERA Y POR AIRE (km)

Por Carretera Ruta Aérea	La Paz	Cochabamba	Santa Cruz	Oruro	Sucre	Trinidad
La Paz		371	867	230	579	595
Cochabamba	258		496	200	362	1,018
Santa Cruz	570	320		696	606	556
Oruro	200	117	450		349	877
Sucre	424	195	264	250		1,163
Trinidad	414	385	380	476	523	

Tabla 4.1-16 USO DE TRANSPORTE POR MODO, DESDE/HACIA LA PAZ

Ciudad	Distancia desde La Paz por Carretera	Pasajeros			Bienes (kg)			
		De LPZ	A LPB	Total	De LPB	A LPB	Total	
Sucre	579 ^{km}	Land	2,810	1,987	4,797 (15%)	227,596	3,502,072	3,729,668 (97%)
		Air	13,349	14,781	28,130 (85%)	88,130	21,170	109,300 (3%)
		Total	16,159	16,768	32,927 (100%)	215,726	3,523,242	3,838,968 (100%)
Cochabamba	371 ^{km}	Land	68,446	68,599	137,045 (47%)	22,918,212	33,996,806	36,915,018 (99%)
		Air	76,599	80,610	157,209 (53%)	342,308	141,403	493,711 (1%)
		Total	145,045	149,209	294,254 (100%)	23,260,520	34,138,209	57,408,729 (100%)
Oruro	320 ^{km}	Land	84,541	48,093	132,634 (100%)	19,432,838	10,501,800	29,934,638 (100%)
		Air	0	0	0 (0%)	0	0	0
		Total	84,541	48,093	132,634 (100%)	19,432,838	10,501,800	29,934,638 (100%)
Santa Cruz	867 ^{km}	Land	6,173	9,039	15,212 (8%)	21,850,690	49,359,932	71,210,622 (97%)
		Air	89,776	92,592	182,368 (92%)	937,364	1,070,624	2,028,288 (3%)
		Total	95,949	101,631	197,580 (100%)	22,788,054	50,430,556	73,238,910 (100%)

FUENTE: TIERRA: POLICIA NACIONAL 1985
AIRE: A.A.S.A.N.A 1983

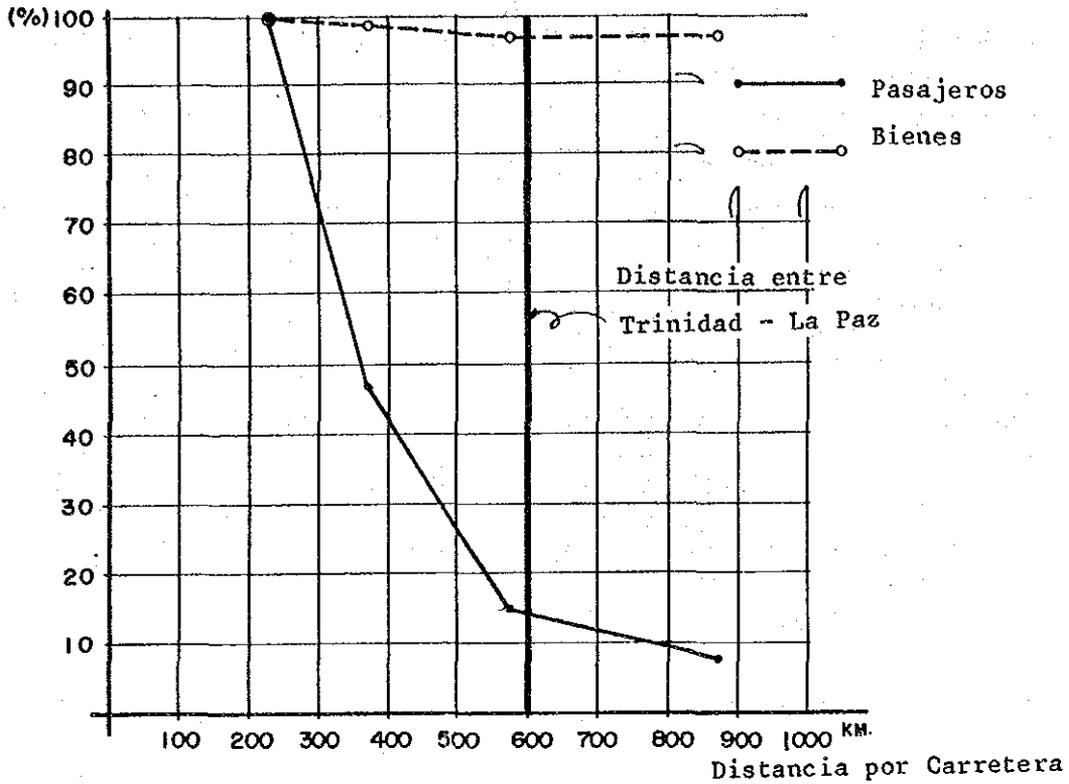


Fig. 4.1-6 USO DEL TRANSPORTE TERRESTRE DESDE/HACIA LA PAZ

La carga que viene de Cochabamba al área de influencia mayormente ha sido transportada por río. Desde los puertos sobre el río Mamoré (Puerto Varador para Trinidad y Puerto Ganadero para San Borja), las carreteras son utilizadas para transportar carga a sus destinos.

(2) Peso Promedio de Carga por Camión

Los datos obtenidos de la Policía Nacional de Tránsito fueron utilizados para calcular el peso promedio de carga para los camiones (hacia y desde La Paz). Los resultados se muestran en la Tabla 4.1-17.

Las cifras de 1.17 ton/camión para carga desde La Paz y 2.59 ton/camión para carga hacia La Paz, presentadas en la Tabla 4.1-17, son adoptadas también para los productos agrícolas.

Tabla 4.1-17 PESO DE CARGA SOBRE CAMIONES DESDE/HACIA LA PAZ

	No. de Camiones	Peso de la Carga	Peso Promedio
De LPB	149,029	174,434 (ton)	1.17 ton/veh.
A LPB	133,883	346,341	2.59 ton/veh.
Total	282,912	520,775	1.84 ton/veh.

FUENTE: POLICIA NACIONAL

De acuerdo con FRIGASA (una compañía privada en Trinidad que transporta carne de Trinidad a Santa Cruz), cada camión lleva diez toneladas de carne como promedio.

Para el transporte de petróleo, los camiones cisternas con tanque de seis toneladas son actualmente los más populares en el área de estudio. El promedio del volumen de tráfico para el transporte de petróleo es de 4 ton/cisterna.

4.1.4 Volumen de Tráfico Futuro Estimado

Los volúmenes de tráfico estimados en 4.1.2 y 4.1.3 y los volúmenes totales acumulados están sintetizados en la Tabla 4.1-18.

Para obtener el volumen de tráfico diario a partir del volumen anual de carga, se asumió 365 días hábiles de trabajo por año.

Tabla 4.1-18 TRAFICO DIARIO PRONOSTICADO SOBRE SECTORES DE LA CARRETERA EN PROYECTO POR TIPO DE VEHICULO

unidad: vehículo/día

Sección Tipo de Vehículo Años	San Borja - San Ignacio				San Ignacio - Pto. Ganadero				Pto. Ganadero - Pto. Varadero				Pto. Varadero - Trinidad																	
	I		II		III		IV		I		II		III		IV		I		II		III		IV							
	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2	III1	III2						
1984	20	7	7	-	7	7	7	19	53	23	5	7	7	7	17	52	23	5	7	7	7	17	52	141	12	113	-	113	106	372
1992	34	12	12	56	68	33	147	33	147	39	9	12	47	59	29	136	39	9	12	42	54	29	131	242	21	194	60	254	182	699
1996	45	19	19	59	78	43	185	43	185	52	11	16	52	68	38	169	52	11	16	47	63	38	164	316	27	254	69	323	238	904
2001	63	24	24	70	94	60	241	60	241	72	16	22	59	81	53	222	72	16	22	53	75	53	216	443	38	355	79	434	333	1.248
2006	88	31	31	78	109	84	312	84	312	101	22	31	67	98	75	296	101	22	31	60	91	75	289	621	53	498	90	588	467	1.729
2011	123	43	43	88	131	117	414	117	414	142	31	43	76	119	105	397	142	31	43	68	111	105	389	870	74	697	103	800	654	2.398

- I : Clase Pequeño
- II : Clase Mediano
- III1: Clase Grande - Camión y Bus (En base al tráfico actual)
- III2: Clase Grande - Camión y Bus (Tráfico convertido)
- IV: Otros

4.2 Localización de Ruta y Rutas Alternativas

4.2.1 La Carretera Existente

Esta carretera estudiada está definida como una de las principales carreteras troncales de la nación que tiene un sistema de tráfico entre las ciudades y un viaje relativamente largo como tráfico de paso. Las principales carreteras troncales generalmente pretenden mantener la función de tráfico de alta velocidad. Sin embargo, es esencial considerar la significación de que la carretera debe ser también utilizada por los residentes de la región para su vida cotidiana.

La carretera Trinidad-San Borja fue construída entre 1968 y 1978. Es un camino de tierra sin pavimento con un terraplén bajo como se describió en 2.3.1. Debido a que también tiene un drenaje deficiente, ha sido inundada en algunos lugares durante el período de lluvias. En consecuencia, la condición de la superficie de la carretera se ha deteriorado.

La topografía de esta carretera es plana y el camino tiene muchas secciones rectas. Por tanto, San Borja, San Ignacio y Trinidad están vinculadas por la ruta más corta, y la carretera no tiene características de construcción peculiares. No es necesario relocalizar la carretera o crear una nueva.

El trazado actual es adecuado y sólo se estudiará las mejoras de la carretera. Esto hará que el proyecto sea muy económico. Sin embargo, el alineamiento de la carretera será mejorado.

4.2.2 Comparación de la Construcción de la Carretera en las "Pampas" y en el "Bosque"

En el área investigada existe la Pampa (planicie) y el Bosque, y tienen una diferencia de altitud de aproximadamente 0.3-0.5m. En estas regiones, es necesario un cambio parcial en el alineamiento de la carretera, como se describió en la sección anterior.

Un resumen de los costos de construcción se muestra a continuación para la sección entre Fátima y San Ignacio. En el Apéndice 3 se consignan mayores detalles.

	Costo de Construcción hasta la Sub-base US\$	Costo de Construcción para la obra completada US\$
Pampa	7.128.000 (178 US\$/m)	14.823.000 (371 US\$/m)
Bosque	7.703.000 (205 US\$/m)	14.936.000 (397 US\$/m)

Nota: El costo de construcción por metro se muestra en (). A pesar del hecho de que la elevación del Bosque es mayor a la de la Pampa, su alto contenido de humedad origina problemas de construcción y mantenimiento.

Por tanto, el Bosque no es el área preferible para la construcción de la carretera. La luz solar y la ventilación en el Bosque son pobres en comparación a la Pampa. El trabajo puede ser suspendido por varios días durante y después de cada lluvia. Las condiciones naturales de las Pampas son superiores a las de Bosque, especialmente porque la carretera se seca rápidamente después de cada lluvia.

Además, la vegetación crece rápidamente en la carretera después de las actividades de construcción en el Bosque. Esto hace difíciles el mantenimiento y operación de la carretera.

La importante sección Fátima-San Ignacio está localizada en el Bosque y afecta a los ecosistemas animales. Esto plantea serios problemas que podrían cambiar los hábitos de los animales locales y cazadores.

4.3 Análisis Hidrológico e Hidráulico

4.3.1 Análisis de las Precipitaciones Pluviales y la Evaporación

4.3.1.1 Datos Básicos

Los datos de precipitación pluvial diaria fueron recolectados de los registros de diecinueve estaciones de medición, como se muestra en la Tabla 4.3-1. Los datos fueron utilizados como alimentación para el modelo de simulación del escurrimiento de inundación descrito más adelante en la Subsección 4.3-3. Estas estaciones están administradas por AASANA y SENAMHI, y todos los registros tomados de la estación son actualmente archivados en la oficina central de SENAMHI en La Paz.

Las estaciones de medición fueron seleccionadas en virtud de su ubicación y de sus ventajas en la estimación del promedio de precipitación y de sus ventajas en la estimación del promedio de precipitación pluvial en la cuenca. Los límites de las cuencas tributarias del Area de Estudio y la localización de las estaciones de medición dentro de estos límites, se muestran en las Figs. 4.3-1 y 4.3-2, respectivamente.

El período de registro es de treinta y cinco años, desde 1950 hasta 1984, como se presenta en la Fig. 4.3-3. Sin embargo, hay muchos datos que faltan, especialmente desde 1983 a 1984.

SENAMHI controla veintiocho estaciones de medición en el Area de Estudio, en adición a las veintinueve estaciones mencionadas previamente.

Pero los registros de estas estaciones no fueron recolectados por sus períodos de registro, fueron muy cortos y las estaciones estaban ubicadas cerca de las otras 19 estaciones de medición.

Tabla 4.3-1 INVENTARIO DE LAS ESTACIONES DE MEDICION DE LLUVIAS DIARIAS UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO

Nombre de la Estación	Oficina de Administrac.	Distrito	Localización			Período de Registro de 1950 a 1984 (años)
			Latitud	Longitud	Altitud (El.m)	
Trinidad	AASANA	Beni	14°51'	64°57'	157	35
San Ignacio	AASANA	Beni	14°55'	65°36'	160	35
San Borja	AASANA	Beni	14°52'	66°52'	193	33
San Javier	AASANA	Santa Cruz	16°10'	62°19'	533	33
P. Villaroel	SENAMHI	Cochabamba	16°45'	64°45'	325	5
T. Santos	SENAMHI	Cochabamba	16°50'	65°02'	330	28
G. Saavedra	SENAMHI	Santa Cruz	17°14'	63°10'	320	23
Montero	SENAMHI	Santa Cruz	17°20'	63°23'	317	13
Santa Cruz	AASANA	Santa Cruz	17°45'	63°10'	413	35
Totora	SENAMHI	Cochabamba	17°43'	65°09'	2,906	33
Cochabamba	AASANA	Cochabamba	17°27'	66°06'	2,548	35
Mairana	SENAMHI	Santa Cruz	18°07'	63°57'	1,300	20
Mizque	SENAMHI	Cochabamba	17°57'	65°21'	2,020	25
Oruro	AASANA	Oruro	17°58'	67°05'	3,701	33
Aiquile	SENAMHI	Cochabamba	18°13'	65°11'	2,250	21
Vallegrande	SENAMHI	Santa Cruz	18°29'	64°06'	2,030	7
V. Serrano	SENAMHI	Chuquisaca	19°07'	64°19'	2,108	24
Sucre	AASANA	Chuquisaca	19°03'	65°13'	2,903	33
Camiri	AASANA	Santa Cruz	20°00'	63°31'	810	33

Tabla 4.3-2 INVENTARIO DE LAS ESTACIONES DE MEDICION DE LA EVAPORACION DIARIA, UTILIZADAS PARA EL ESTUDIO

Nombre de la Estación	Oficina de Administrac.	Distrito	Localización			Período de Registro de 1950 a 1984 (años)
			Latitud	Longitud	Altitud (El.m)	
Trinidad	SENAMHI	Beni	14°51'	64°57'	157	1979
Santa Cruz	SENAMHI	Santa Cruz	17°45'	63°10'	413	1974-1984
Cochabamba	SENAMHI	Cochabamba	17°27'	66°06'	2,548	1974 & 1975-1984
Sucre	SENAMHI	Chuquisaca	19°03'	65°13'	2,903	1974-1983

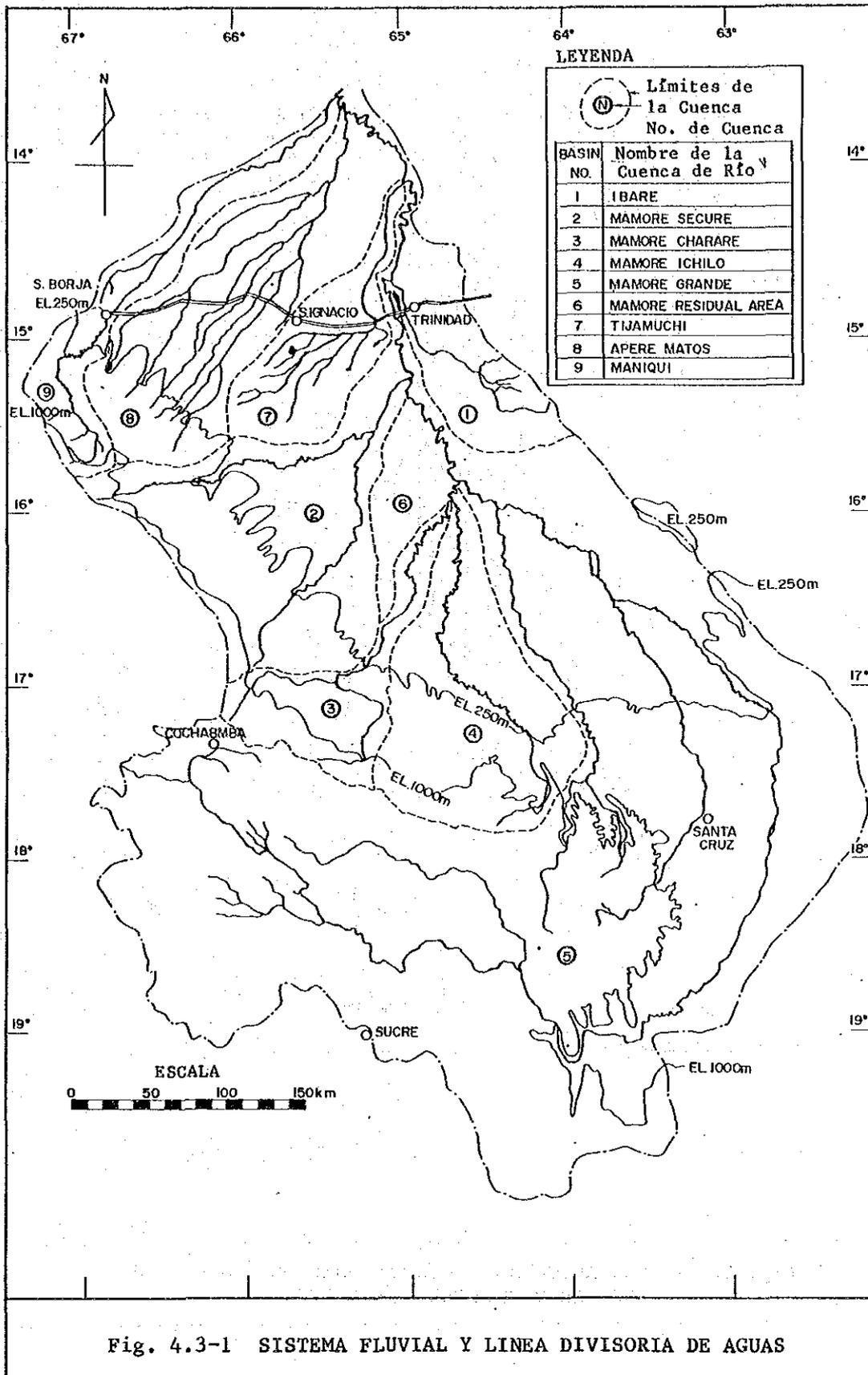
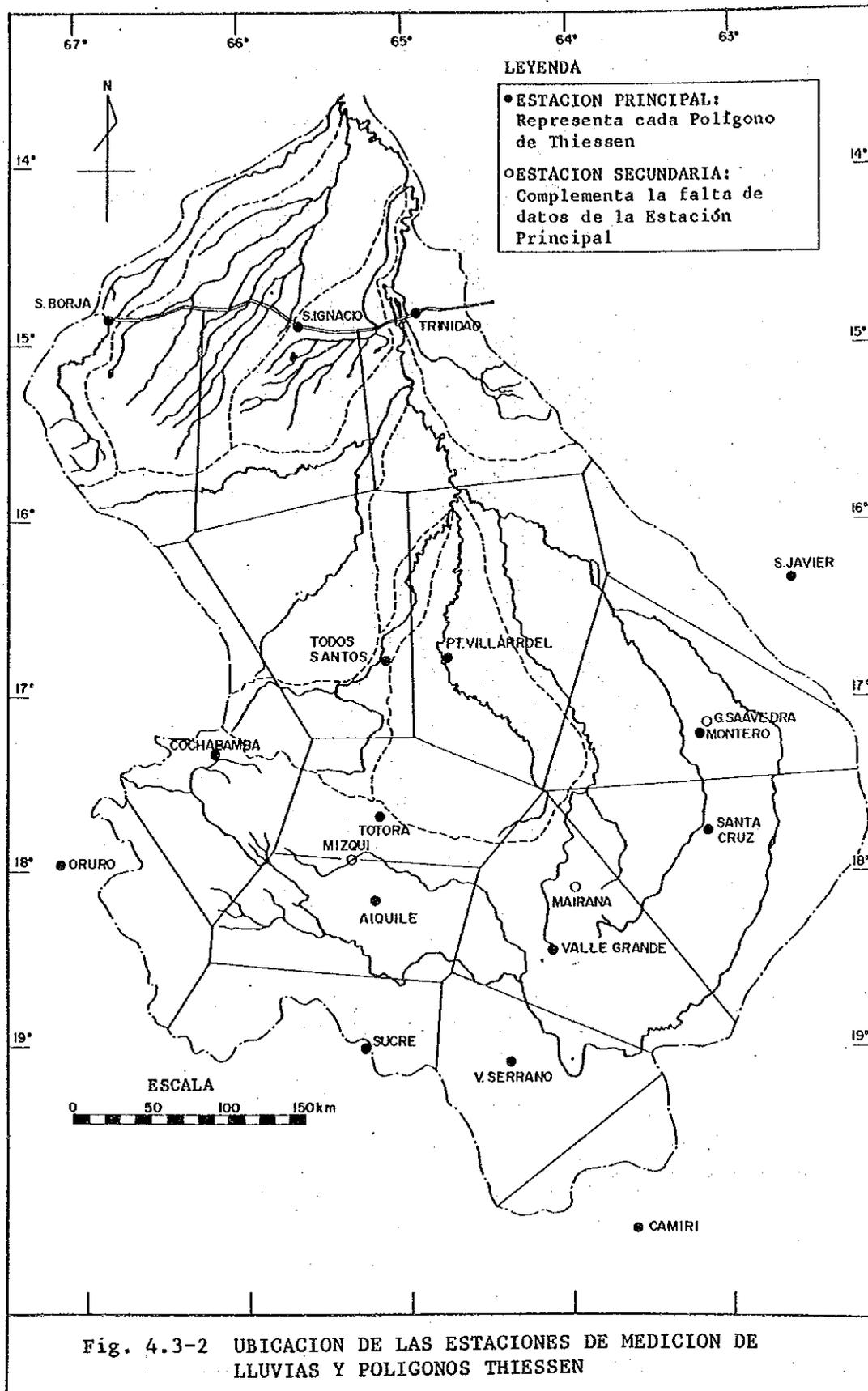


Fig. 4.3-1 SISTEMA FLUVIAL Y LINEA DIVISORIA DE AGUAS



Los datos del potencial diario de evapo-transpiración fueron obtenidos (Tabla 4.3-2) de los registros de los evaporómetros en las estaciones de medición de Trinidad, Santa Cruz, Cochabamba y Sucre. Estas estaciones están controladas solamente por SENAMHI. Junto con los datos de lluvias, esta información será utilizada para el modelo de simulación del escurrimiento de inundación.

Además de los datos hidrológicos anteriores, fue proporcionada información topográfica del mapa en escala 1:1.000.000, preparado por el ICM en 1980, El mapa fue utilizado para determinar los límites de la cuenca tributaria.

4.3.1.2 Datos de Lluvia que hacen falta Suplementar

Puesto que faltan datos aún en los registros de las estaciones de medición, estos datos deben ser suplementados para hacer exactas las estimaciones de precipitación pluvial en la cuenca.

Como el primer intento para suplir los datos, se efectuó un simple análisis de correlación entre los datos de precipitación mensual observados en dos estaciones adyacentes. Se calculó un coeficiente de correlación simple (r) mediante la siguiente fórmula para determinar el grado de relación lineal entre los dos grupos de valores de precipitación mensual.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots (1)$$

- donde r = Coeficiente de Correlación Simple
- (Xi, Yi) = Valores de un conjunto de datos de precipitación pluvial mensual observada simultáneamente en dos estaciones (i = 1, 2 , N)
- \bar{X}, \bar{Y} = Media mensual de los datos de precipitación pluvial observada en dos estaciones

N = Número de conjuntos de datos de precipitación pluvial mensual observados simultáneamente en dos estaciones.

Los cálculos de r son presentados en la Tabla 4.3-3. De los valores de r se puede ver que hay relaciones lineales significantivas, y que se puede complementar los valores que faltan a las precipitaciones pluviales mensuales. La siguiente fórmula de regresión fue utilizada para lograr esto.

$$R_m (I) = A \times R_o (II) + B \dots\dots\dots (2)$$

donde, $R_m (I)$ = Valor de precipitación pluvial mensual a ser suplementada para la Estación (I)

$R_o (II)$ = Valor de precipitación pluvial mensual observada en la Estación (II).

A, B = Coeficientes de regresión que fueron obtenidos por el método de mínimos cuadrados utilizando las muestras de conjuntos de datos de precipitación pluvial mensual observada simultáneamente en la Estación (I) y Estación (II).

Los resultados de la estimación de los coeficientes de regresión A y B son presentados en la Tabla 4.3-3. Los valores de precipitación pluvial diaria que faltan se completaron luego en base a los valores mensuales, como sigue:

$$r_m (I) = r_o (II) \times R_m (I)/R_o (II) \dots\dots\dots (3)$$

donde, $r_m (I)$ = Valor de precipitación pluvial diaria a ser suplementado en la Estación (I).

$r_o (II)$ = Valor de precipitación pluvial observada en la Estación (II).

$R_m (I), R_m (II)$ = Valor de precipitación pluvial mensual suplementado por la fórmula de regresión (2).

A pesar de la efectividad de este método, la precipitación pluvial anual de cada estación de medición sólo pudo ser estimada hasta 1982. (Ver las Tablas 4.3-4 y 4.3-5). Fue

Tabla 4.3-3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE CORRELACION DE LAS LLUVIAS MENSUALES OBSERVADAS EN DOS ESTACIONES

Estación II	Período de Lluvias (Nov. a Abril)				Período Seco (Mayo a Oct.)			
	N	r	Fórmula Regresión		N	r	Fórmula Regresión	
			A	B			A	B
TRINIDAD	240	0.561	0.532	93.803	154	0.494	0.505	33.301
TRINIDAD	188	0.477	0.379	127.725	126	0.346	0.320	40.248
COCHABANBA	207	0.795	0.688	6.733	55	0.510	0.515	3.308
COCHABANBA	175	0.713	0.928	21.858	50	0.467	0.256	4.738
MONTERO	24	0.574	0.784	35.944	16	0.607	1.191	-0.961
MONTERO	82	0.557	0.615	51.107	49	0.587	0.606	23.441
SAN JAVIER	149	0.542	0.585	47.861	93	0.476	0.391	23.649
SAN JAVIER	78	0.306	0.270	59.904	45	0.451	0.346	25.062
SAN BORJA	185	0.546	0.659	71.363	124	0.573	0.678	30.252
SAN BORJA	188	0.477	0.602	93.900	126	0.316	0.373	51.826
SAN IGNASIO	240	0.561	0.591	103.313	154	0.494	0.483	38.149
SAN IGNASIO	185	0.546	0.453	126.777	124	0.578	0.492	29.761
SUCRE	149	0.617	0.621	32.130	63	0.317	0.480	7.870
SUCRE	216	0.550	0.419	44.394	83	0.106	0.108	14.958
CAMILI	144	0.590	0.748	33.705	80	0.414	0.592	10.261
CAMILI	216	0.550	0.721	43.694	83	0.106	0.104	17.484
V SERRANO	47	0.748	0.805	43.880	26	0.590	0.766	4.606
V SERRANO	149	0.617	0.614	43.054	63	0.377	0.295	13.139
TOTORA	207	0.795	0.919	24.818	55	0.510	0.505	7.994
TOTORA	150	0.751	0.727	31.813	37	0.473	0.312	10.103
ORURO	178	0.732	0.471	3.510	55	0.330	0.287	10.089
ORURO	175	0.713	0.548	11.107	50	0.467	0.852	8.680
SANTA CRUZ	82	0.557	0.505	62.541	49	0.587	0.569	32.598
SANTA CRUZ	140	0.475	0.871	61.438	95	0.290	0.799	49.718
MIZQUE	152	0.718	0.842	20.713	39	0.794	1.567	0.110
MIZQUE	150	0.751	0.776	11.277	37	0.473	0.716	3.747
VALLE GRANDE	47	0.748	0.695	1.472	26	0.590	0.454	5.771
VALLE GRANDE	47	0.501	0.559	24.964	30	0.500	0.368	3.937
T SANTOS	14	0.682	1.109	80.478	7	0.864	0.675	72.695
T SANTOS	166	0.450	1.104	196.344	113	0.457	0.721	88.072
P VILLARROEL	14	0.682	0.420	155.046	7	0.864	1.106	-44.346

Nota: N: Número de lluvias mensuales observadas

r: Coeficiente de Correlación

Fórmula de Regresión A, B: (Precipitación Pluvial Mensual Estimada para la Estación I) = A x (Precipitación Fluvial Mensual Observada en la Estación II) + B

Tabla 4.3-4 DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS LLUVIAS ANUALES (1/2)

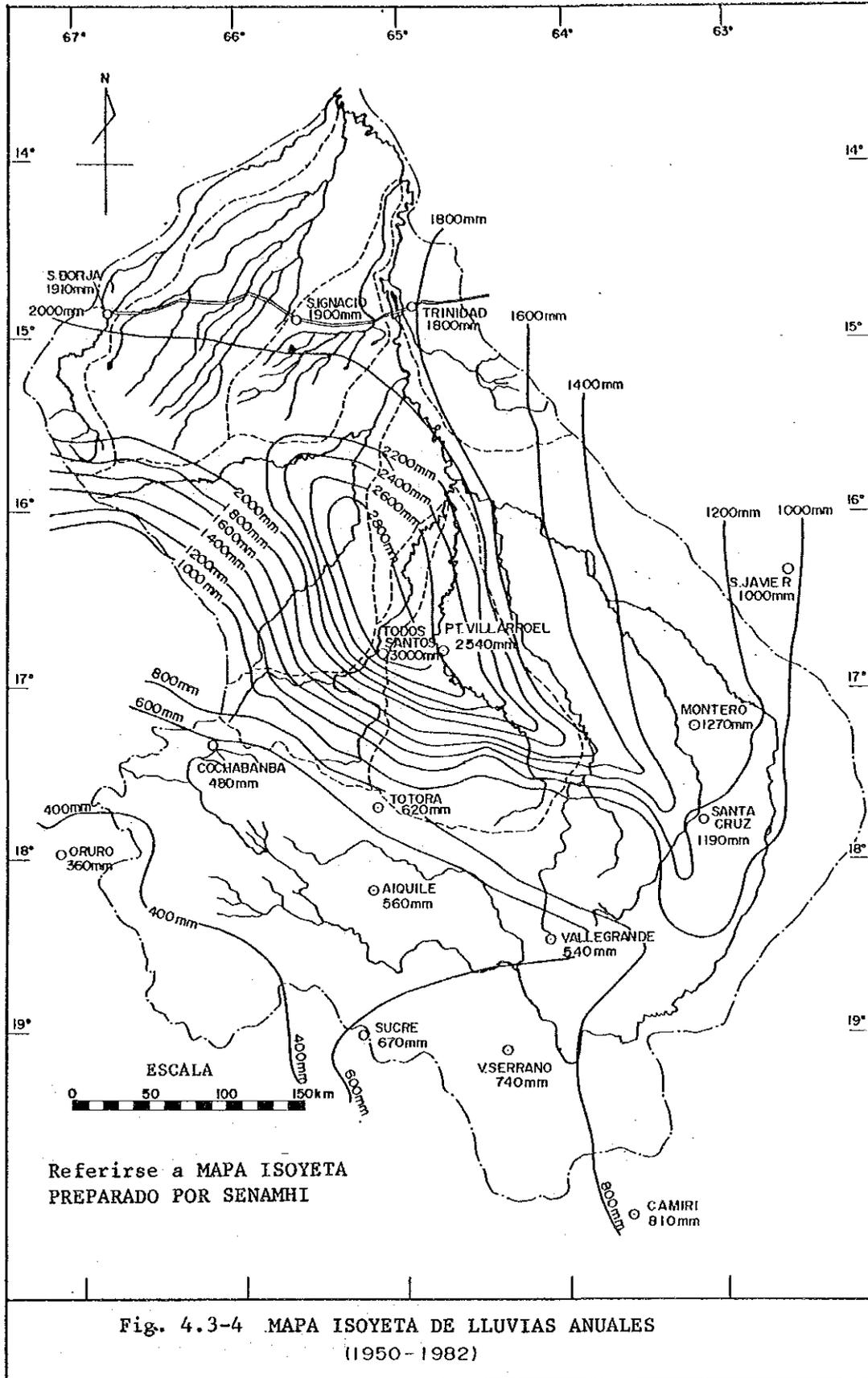
Año Hidrológico	Zonas más Bajas				Zonas Intermedias (Lado Este)				Zonas Intermedias (Lado Oeste)			
	Lluvias Puntuales		Lluvias Promedio		San Javier	Montero	Santa Cruz	Lluvias Promedio	T. Santos	P. Villaroel	Lluvias Promedio	
	San Ignacio	San Borja	San Javier	Montero								Santa Cruz
1951	1901.	2015.	1961.	1959.	1365.	1198.	1030.	1198.	2778.	2413.	2595.	
1952	1849.	1894.	1992.	1988.	924.	1147.	1244.	1105.	2942.	2583.	2762.	
1953	1598.	1647.	1724.	1656.	1048.	1033.	1146.	1076.	2927.	2511.	2719.	
1954	1812.	1983.	1964.	1920.	742.	1503.	1463.	1236.	3092.	2562.	2827.	
1955	1387.	1504.	1599.	1497.	505.	1104.	1227.	945.	2995.	2745.	2870.	
1956	1969.	2293.	1597.	1953.	1033.	1395.	1265.	1231.	4362.	3308.	3835.	
1957	2155.	1983.	1984.	2041.	1203.	1225.	1194.	1207.	1790.	1774.	2782.	
1958	2186.	1877.	2018.	2027.	709.	1196.	1419.	1108.	3092.	2605.	2848.	
1959	2115.	2296.	2008.	2140.	889.	1706.	1360.	1318.	3399.	2656.	3028.	
1960	1589.	1480.	1601.	1557.	415.	1079.	984.	826.	2883.	2480.	2682.	
1961	1366.	1497.	1603.	1489.	474.	937.	1217.	876.	2504.	2236.	2370.	
1962	2045.	1759.	1471.	1758.	668.	956.	806.	810.	3188.	2464.	2826.	
1963	1492.	1397.	1853.	1581.	628.	1117.	877.	874.	2838.	2411.	2656.	
1964	2050.	2188.	1992.	2077.	945.	1250.	1051.	1082.	3446.	2814.	3130.	
1965	1659.	1827.	2000.	1829.	1117.	1439.	1016.	1191.	3305.	1740.	3023.	
1966	2058.	1657.	1870.	1861.	1083.	1300.	1149.	1177.	3492.	3058.	3275.	
1967	1698.	1412.	1749.	1620.	838.	1469.	1484.	1263.	2439.	2411.	2425.	
1968	1571.	1743.	1257.	1524.	1059.	914.	594.	855.	1833.	1932.	1883.	
1969	1884.	1875.	1448.	1735.	924.	1231.	1073.	1076.	1497.	1683.	1590.	
1970	1626.	1790.	1437.	1617.	986.	845.	823.	885.	2236.	2189.	2212.	
1971	1651.	1577.	1656.	1628.	765.	878.	879.	841.	2712.	2399.	2555.	
1972	1339.	1874.	1857.	1690.	1147.	1130.	1048.	1108.	2843.	2526.	2685.	
1973	1696.	1857.	1903.	1818.	820.	1230.	682.	911.	2512.	2292.	2402.	
1974	1670.	1927.	1957.	1851.	1354.	1385.	1095.	1278.	2845.	1974.	2410.	
1975	1900.	2097.	2130.	2042.	1386.	1484.	1657.	1509.	3502.	2674.	3088.	
1976	2021.	2224.	2114.	2120.	1164.	1128.	1047.	1113.	2992.	2188.	2590.	
1977	1674.	2024.	1953.	1884.	1761.	1566.	1677.	1668.	4424.	3286.	3855.	
1978	1698.	2034.	1998.	1910.	1397.	1164.	1155.	1239.	2763.	2400.	2582.	
1979	1731.	1830.	2043.	1868.	1590.	1597.	1433.	1540.	2863.	2634.	2749.	
1980	1749.	2146.	2086.	1994.	1796.	1472.	1293.	1520.	3336.	2330.	2833.	
1981	2164.	2061.	3791.	2672.	1540.	1737.	1562.	1613.	3142.	2713.	2927.	
1982	2159.	2839.	2652.	2557.	2251.	1927.	2202.	2127.	4096.	3218.	3657.	
Prom.	1796.	1895.	1912.	1867.	1079.	1273.	1192.	1182.	3002.	2538.	2770.	

Nota: El promedio de precipitación pluvial es calculado como el promedio aritmético de las lluvias puntuales.

Tabla 4.3-5 DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS LLUVIAS ANUALES (2/2)

Año Hidrológico	(Unidad: mm/año)									
	Zonas más altas (Lado Este)					Zonas más altas (Lado Oeste)				
	Vallegrande	V. Serrano	Camiri	Lluvias Promedio	Totora	Cochabamba	Oruro	Miz que	Sucre	Lluvias Promedio
1951	435.	601.	595.	543.	640.	554.	401.	655.	429.	536.
1952	466.	652.	986.	701.	585.	462.	303.	569.	553.	495.
1953	436.	602.	581.	540.	541.	485.	259.	568.	430.	457.
1954	554.	776.	1015.	782.	553.	492.	410.	565.	735.	551.
1955	560.	782.	863.	735.	681.	448.	342.	537.	727.	547.
1956	445.	632.	734.	604.	524.	362.	227.	453.	567.	426.
1957	516.	719.	615.	617.	546.	383.	162.	468.	623.	437.
1958	457.	637.	800.	631.	636.	375.	351.	346.	514.	444.
1959	522.	735.	841.	699.	846.	563.	416.	438.	691.	591.
1960	574.	804.	1014.	797.	599.	583.	413.	457.	882.	587.
1961	447.	623.	749.	606.	452.	469.	344.	242.	587.	419.
1962	590.	831.	510.	644.	545.	375.	303.	669.	511.	481.
1963	637.	877.	666.	727.	579.	633.	426.	760.	732.	626.
1964	626.	894.	741.	753.	499.	397.	354.	396.	708.	471.
1965	384.	523.	644.	517.	553.	492.	327.	600.	581.	511.
1966	501.	699.	706.	635.	555.	409.	244.	452.	656.	463.
1967	534.	739.	598.	623.	475.	413.	333.	589.	545.	471.
1968	750.	1040.	1073.	954.	790.	615.	379.	768.	795.	670.
1969	328.	452.	530.	437.	450.	378.	249.	537.	540.	431.
1970	670.	928.	759.	785.	797.	566.	264.	623.	540.	558.
1971	596.	838.	711.	-15.	396.	305.	281.	406.	502.	378.
1972	531.	743.	666.	647.	654.	470.	201.	578.	767.	534.
1973	533.	739.	995.	756.	564.	438.	346.	532.	805.	537.
1974	587.	800.	874.	754.	891.	517.	511.	589.	975.	697.
1975	591.	827.	526.	648.	637.	451.	591.	432.	855.	593.
1976	585.	747.	792.	708.	901.	461.	519.	604.	676.	632.
1977	480.	507.	746.	578.	568.	375.	424.	562.	517.	439.
1978	727.	832.	706.	755.	715.	561.	482.	720.	812.	658.
1979	758.	765.	1186.	903.	804.	629.	465.	986.	826.	742.
1980	428.	758.	945.	710.	618.	471.	387.	445.	751.	534.
1981	442.	780.	1393.	872.	581.	467.	470.	585.	758.	572.
1982	478.	883.	1548.	970.	785.	646.	464.	663.	867.	673.
Prom.	536.	743.	816.	698.	622.	476.	364.	556.	671.	538.

Nota: El promedio de precipitación pluvial es calculado como el promedio aritmético de las lluvias puntuales.



virtualmente imposible completar los datos que faltan para el período de 1984 debido a que trece de las diecinueve estaciones de medición no tenían los registros de precipitación pluvial.

4.3.1.3 Análisis de la Distribución Regional de las Precipitaciones Pluviales

Como se muestra en el mapa isopluvial de la Fig. 4.3-4 la precipitación pluvial anual varía considerablemente en diferentes localidades, extendiéndose desde 400 mm. a 3.000 mm.

La precipitación pluvial anual más grande está localizada en el medio de la Cuenca del Río Mamoré, esto es, el área plana en las Cuencas de los Ríos Ichilo y Chapare, representadas por las estaciones de medición de Todos Santos y Puerto Villarroel. En estas áreas ocurren frecuentemente activas precipitaciones frontales durante la estación de verano, desde Noviembre a Marzo, debido a que las montañas de los Andes tienden a interceptar las masas de aire frío que vienen del Océano Atlántico. La precipitación media anual en esta área se estimó que estaba entre 3.500 mm. a 3.000 mm. desde 1951 a 1982. Sin embargo, en algunos años ésta excedió los 4.000 mm. Esta área sumaba aproximadamente el veinte por ciento de la precipitación pluvial total en el área de Estudio.

El área de baja precipitación pluvial se localiza en las zonas más altas de la Cuenca del Río Mamoré, en la región montañosa a más de 1.000 m. sobre el nivel del mar. La precipitación pluvial anual en esta área varía desde 400 mm. hasta 1.000 mm. como se registró de las estaciones de medición de Cochabamba, Oruro, Sucre, Totorá, Aiquile y Vallegrande. Se estimó que alrededor del cuarenta por ciento de la precipitación pluvial total en el área de estudio pertenecía a esta área de baja precipitación pluvial.

En el veinte por ciento restante del área de estudio, la precipitación pluvial fluctúa de 1.000 mm a 2.000 mm. En esta área las lluvias se incrementan de este a oeste, como se ve en