

**ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
ENTRE SAN BORJA Y TRINIDAD
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA
(FASE II)**

INFORME FINAL

VOLUMEN PRINCIPAL

ENERO 1989

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

SDF

GE(2)

89-017(2/13)

JICA LIBRARY



1075274(9)

19312

**ESTUDIO DE MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA
ENTRE SAN BORJA Y TRINIDAD
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA
(FASE II)**

INFORME FINAL

VOLUMEN PRINCIPAL

ENERO 1989

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

国際協力事業団

19312

PREFACIO

En respuesta al requerimiento del Gobierno de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar el estudio sobre el Proyecto de Mejoramiento de la Carretera entre San Borja y Trinidad (Fase II), encomendando la realización del mismo a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Bolivia un equipo de estudio encabezado por el Sr. Shunichi Tateishi y compuesto por miembros de Central Consultant Inc. y Kokusai Kogyo Ltd. desde el mes de Septiembre de 1987 hasta Marzo de 1988, en su primera etapa, y desde Junio a Octubre de 1988, en su segunda etapa.

El equipo de estudio cumplió tanto los trabajos de campo en el sitio proyectado como los trabajos en el Japón, intercambiando, en ese lapso, criterios y opiniones con las autoridades pertinentes del Gobierno de Bolivia, y de esa manera, habiendo concluido la preparación del presente informe.

Espero que este informe sirva para promover el citado Proyecto y contribuya al progreso de relaciones amistosas existentes entre las dos naciones.

Por último, deseo manifestar mi profunda gratitud hacia las autoridades pertinentes del Gobierno de Bolivia, por sus cooperaciones y apoyos prestados al equipo de estudio.

Enero de 1989



Kensuke Yanagiya
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón

Al Señor:

Enero de 1989

Kensuke Yanagiya
Presidente de la Agencia de
Cooperación Internacional
del Japón

CARTA DE TRANSMISION

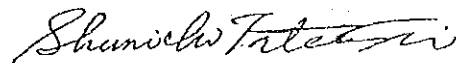
Para nosotros, es una inmensa alegría haber arribado a esta instancia, cual es la presentación oficial del Informe Final sobre el Estudio de Mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad (Fase II), en la República de Bolivia.

El Informe Final que consta de: sumario, volumen principal, volumen de planos, especificaciones técnicas, 5 volúmenes de datos de referencias técnicas, además de la revisión de diseño del Puente Tijamuchí, es la recopilación de los resultados de estudios e investigaciones realizados desde el mes de Septiembre de 1987 hasta el mes de Enero de 1989.

Esperamos que este estudio contribuya a la implementación de la red caminera y al desarrollo económico de la zona objeto del estudio, al mismo tiempo, sea útil para promover el desarrollo futuro de la República de Bolivia.

Por último, manifestamos nuestro profundo agradecimiento a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, al Comité Asesor del Estudio, a la honorable Embajada del Japón en Bolivia, al Servicio Nacional de Caminos (SNC) de Bolivia, y demás entidades y personas que nos brindaron su apoyo y orientación en la realización de esta estudio.

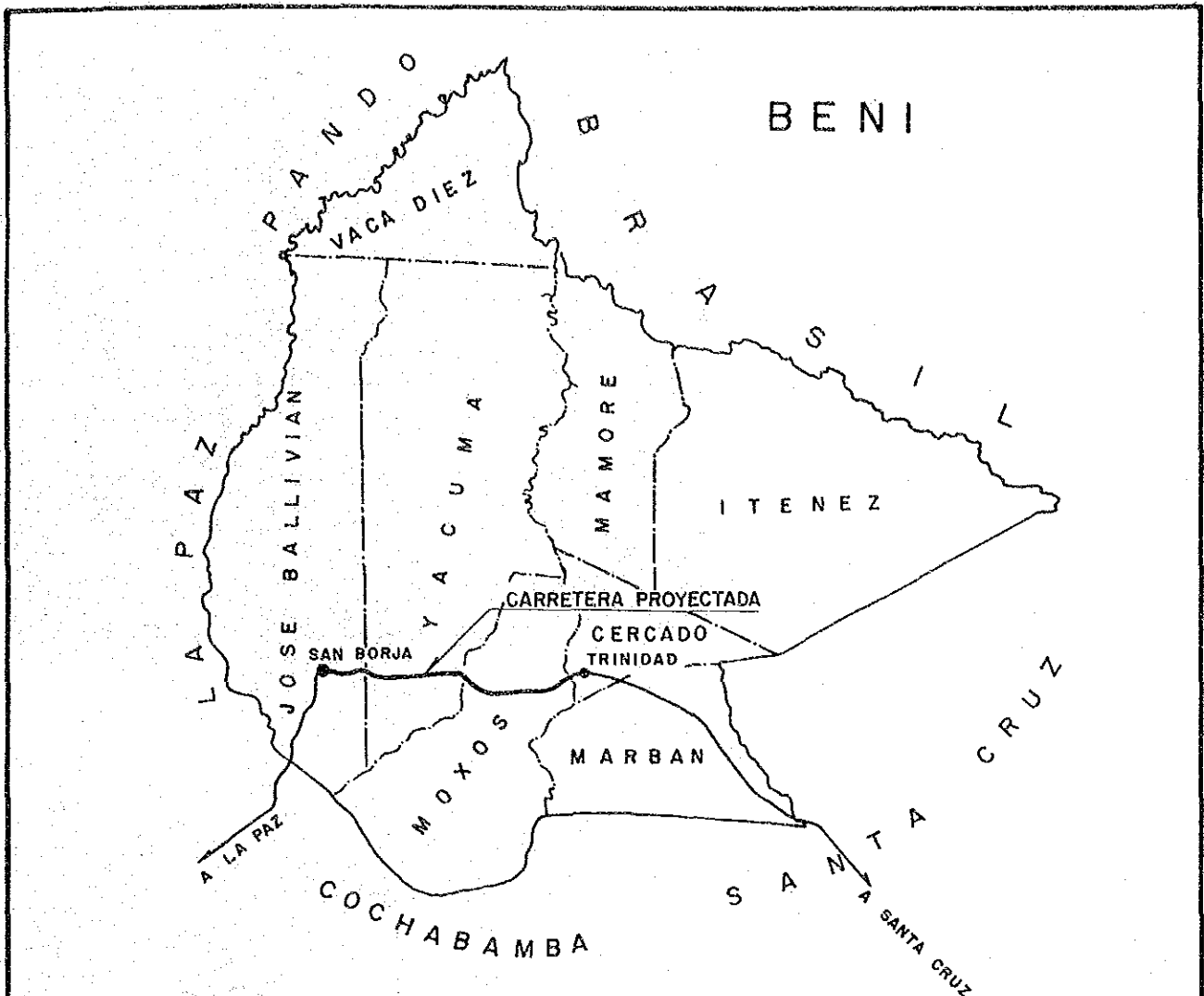
Atentamente:



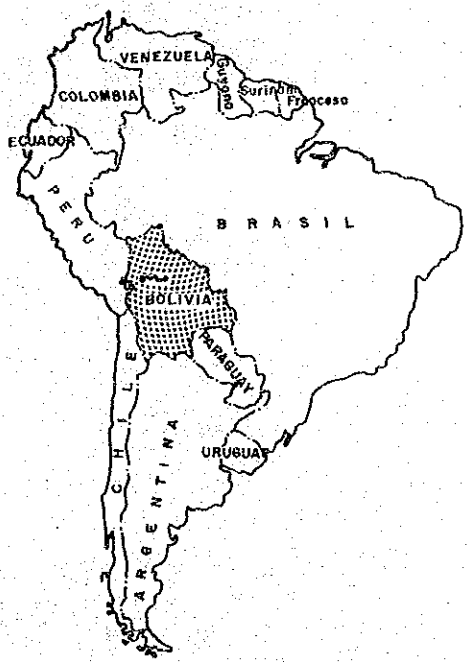
Shunichi Tateishi

Jefe Grupo de Estudio para el
Mejoramiento de la Carretera
entre San Borja y Trinidad, en
la República de Bolivia.

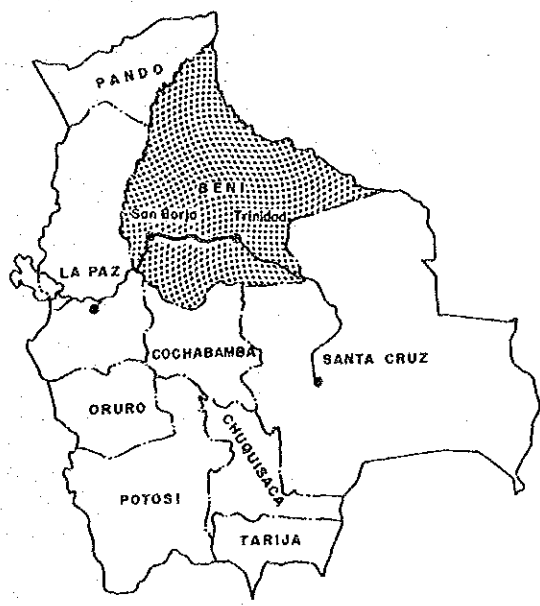
(Central Consultant Inc.)



SUD AMERICA



BOLIVIA



Mejoramiento de la carretera entre San Borja - Trinidad
 Mapa de localización

FOTO - 1

Punto inicial del Proyecto, Trinidad:

Circunvalación de la ciudad de Trinidad y aspecto de inundación.

FOTO - 2

Aprox. a 8 kms. de Trinidad (Pto. Almacén):

Aspecto que actualmente presenta el Servicio de Pontón para cruzar el Río Ibare.

FOTO - 3

Aprox. a 10 kms. de Trinidad (Pto. Ganadero):

Derrumbe por erosión en la orilla del Río Mamoré. Se confirmó el derrumbe de más de 5 mts. de ancho, en el lapso de unas 3 semanas.



FOTO - 4

Aprox. a 10 kms. de Trinidad:

Aspecto del curso sinuoso del Rio Mamoré, formando Meandros.



FOTO - 5

Aprox. a 21 kms. de Trinidad:

Aspecto que presenta el camino existente y alcantarillas metálicas corrugadas para el drenaje transversal, en la zona de pampa.



FOTO - 6

Aprox. a 22 kms. de Trinidad:

Aspecto que presenta el camino existente y el Rio Tijamuchi. Sitio proyectado para la construcción del Puente Tijamuchi (136 mts. de longitud)



FOTO - 7

Aprox. a 22 kms. de Trinidad:

Aspecto de inundación que presenta el Rio Tijamuchi, durante la época de lluvias. El camino existente esta completamente inundado.

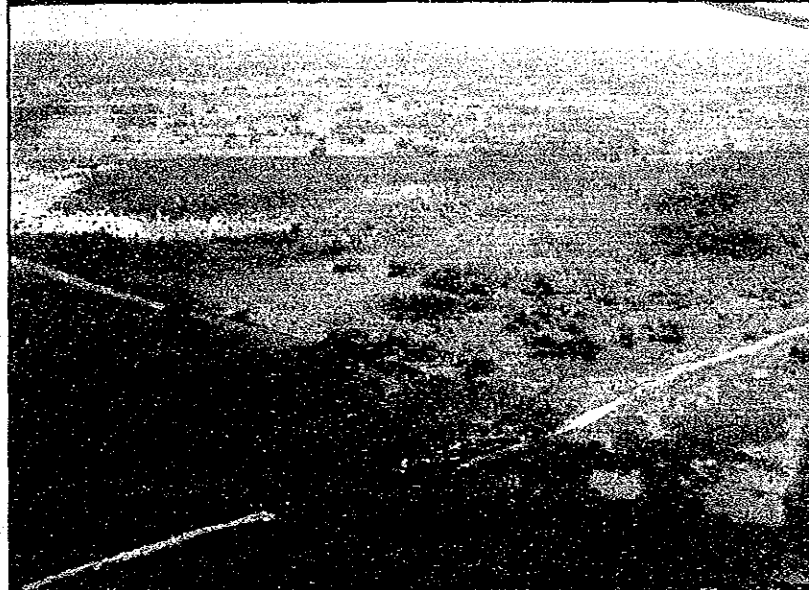


FOTO - 8

Aprox. a 107 kms. de Trinidad:

Aspecto del camino existente en el sector de Tajibo, durante la época de lluvias. Sitio proyectado para la construcción del Puente Tajibo. (30.7 mts. de longitud).



FOTO - 9

Aprox. a 108 kms. de Trinidad:

Aspecto que presenta el camino existente y la alcantarilla con baterías de 8 tubos metálicos corrugados.



FOTO - 10

Aprox. a 119 kms.
de Trinidad:

Aspecto del camino
existente en la
zona boscosa.



FOTO - 11

Aprox. a 208 kms.
de Trinidad:

Aspecto del puente
existente sobre el
arroyo Curiraba.

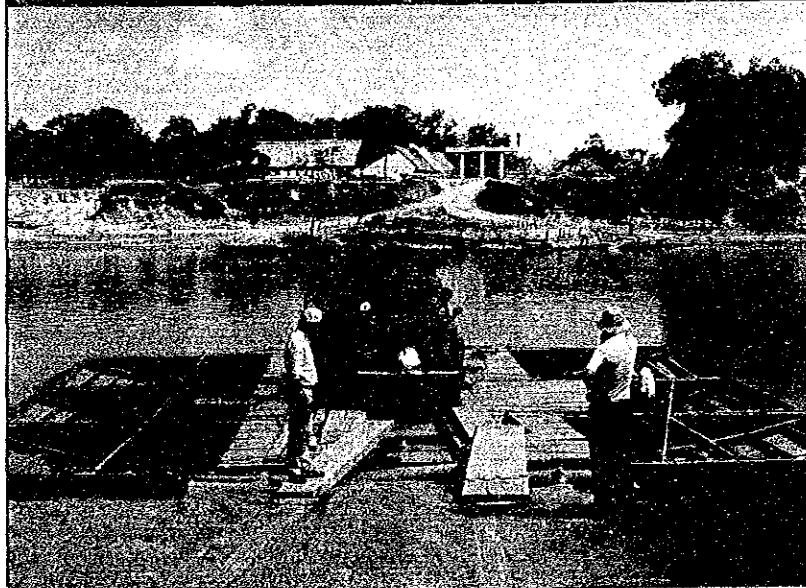


FOTO - 12

Aprox. a 219 kms.
de Trinidad:

Aspecto que presen-
ta el Servicio de
Pontón, en el Río
Maniquí. Al fondo
se observa el
estribo del puente
en construcción.

Conclusiones y Recomendaciones

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Generalidades

1.1 Este es un Proyecto de Mejoramiento de la Carretera de 229 km de longitud que vincula las ciudades de San Borja y Trinidad, en el Departamento del Beni. Este Departamento es, principalmente, una región productora de alimentos para la ciudad de La Paz, su mercado más importante.

1.2 La Ley de 13 de mayo de 1983 considera como máxima prioridad nacional la conclusión y mantenimiento de la carretera entre las ciudades de San Borja y Trinidad.

Las razones principales de la urgente necesidad de esta carretera son las siguientes:

(1) Transportar económica y cómodamente las mercaderías producidas en el área de influencia de la carretera, a los mercados de consumo.

(2) Facilitar la política migratoria interna, fomentando el futuro desarrollo de la región.

(3) Sentar la soberanía en las zonas fronterizas.

1.3 La conclusión de una carretera transitable en todo tiempo, entre las ciudades de San Borja y Trinidad, además de beneficiar al desarrollo de Bolivia, es un aspecto fundamental en la conformación de la red caminera del país.

1.4 Después de haber realizado la interpretación hidrológica de la zona de inundación, así como efectuado el análisis sobre el método de cruce del Río Mamoré y otros aspectos, se ha comprobado que es técnicamente factible la construcción de una carretera transitable en todo tiempo.

1.5 Con el fin de disminuir costos de construcción, se ha considerado la reducción del ancho de bermas, la pavimentación por etapas, aprovechamiento de la carretera existente, etc. Como consecuencia de estas consideraciones, se estableció un costo de US\$ 61,800,000.00 (Dólares Americanos).

El periodo de ejecución de la obra es de cuatro años, desde 1990 hasta 1993.

1.6 Se ha calculado el impacto económico anual en 25 millones de dólares americanos para el año 2003, y 41 millones de la misma moneda para el año 2013, respectivamente, como ser; beneficios por ahorro en costo de operación, ahorro en costo de transporte, etc., el mismo que producirá una vez concluida la construcción del presente Proyecto.

1.7 Como resultado de este Estudio, se ha podido establecer que el proyecto es económicamente factible, basándose en los indicadores económicos los cuales dan como resultado los siguientes valores.

Tasa Interna de Retorno (TIR)	-----	24.75%
Relación Beneficio/Costo (B/C)	-----	2.5
Valor Actual Neto (VAN)	-----	US\$ 75,185,000.00

1.8 El Proyecto de Mejoramiento de la Carretera entre San Borja y Trinidad deberá ser implementado a la brevedad posible, en vista de su significativo impacto económico-financiero y de sus beneficios colaterales.

1.9 Para la ejecución de este Proyecto se requiere una gran inversión de capital en un corto periodo, por lo que es razonable, y a la vez efectivo, recurrir al financiamiento de instituciones financieras internacionales.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) parece ser la institución más apropiada para dicho financiamiento.

1.10 Sin embargo, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) tiene dos condiciones para financiar el Proyecto; primero, llevar a cabo un análisis del medio ambiente del Proyecto, y segundo, desarrollar un estudio sobre diversos niveles sociales. Ambos estudios deberán ser llevados a cabo por el SNC.

2. Impacto del Proyecto

2.1 La conclusión de la carretera proyectada, además de vincular las dos ciudades más importantes de Bolivia que son La Paz y Santa Cruz, implementará también una parte muy importante del gran anillo de carreteras que unen las principales ciudades, conformando de esta manera la vertebración vial del país.

2.2 Con el mejoramiento de la red vial, incluyendo la conclusión de este Proyecto, no solo adelantan enormemente las comunicaciones y el transporte de personas y mercaderías, sino también contribuye, en forma positiva, a la administración eficiente de la Nación.

2.3 Al concluir la construcción de este Proyecto, la capital del Departamento del Beni, Trinidad, que hasta ahora tiene la imagen de una isla mediterránea aislada, será integrada a otras regiones del país.

Por consiguiente, otros pueblos y aldeas vecinos a Trinidad serán, también, beneficiados por el Proyecto.

- 2.4 En la actualidad, el transporte de los productos, tales como la carne y el trigo, entre las zonas existentes a lo largo de la carretera proyectada y la ciudad de La Paz, dependen, en su mayor parte, del transporte aéreo. Sin embargo, con la conclusión de esta carretera el transporte terrestre se convertirá en el sistema de transporte más importante.

Este cambio en el medio de transporte, implica un ahorro significativo en el costo de transporte de diferentes artículos y productos.

- 2.5 El mejoramiento de esta carretera, hasta ahora intransitable en la época de lluvias, a una transitable en cualquier tiempo, incentivará las inversiones privadas en la región o área de influencia que se extiende a lo largo de la carretera proyectada.

El desarrollo de esta área, implica el fortalecimiento y estabilización del país, no solo a nivel nacional, sino también a nivel internacional.

3. Aspectos Relacionados con la Ejecución del Proyecto.

- 3.1 El costo que demandará este Proyecto a precios de agosto de 1988, se calculó en US\$ 61,800,000. El mayor componente del costo total es el relacionado al transporte de agregados para la sub-base y el pavimento, que alcanza a un 42% del total.

Por esta razón, será de suma importancia reducir estos costos de transporte, durante la ejecución de la obra.

3.2 Esta carretera es una parte de la red fundamental que abarca una amplia zona del país y une las ciudades de La Paz, Santa Cruz y Trinidad, por lo que ésta mostrará su verdadera valía con el mejoramiento de los demás tramos carreteros que se extienden desde ambos extremos de esta carretera.

Por esta razón, el mejoramiento e implementación de los tramos carreteros aún no mejorados en las rutas La Paz - San Borja, y Santa Cruz - Trinidad, son de suma importancia a fin de elevar el impacto que se genera por la ejecución de obra del presente Proyecto.

3.3 A lo largo de la carretera entre San Borja y Trinidad se construirán 17 puentes. Exceptando los 10 puentes que serán construidos por el Proyecto que nos ocupa, se ha establecido como premisa la conclusión de 7 puentes por parte del SNC, antes del inicio de las obras de este Proyecto.

3.4 En la ejecución de obras del presente Proyecto, es esencial elaborar un programa de ejecución que considere suficientemente las medidas pertinentes a la época de lluvias, y ponerlo en práctica sin falta, de tal manera que las obras ejecutadas antes de esta época no sufran daños por la inundación y/o el tráfico u otros factores que se dan durante esta época. no provoque la pérdida de calidad de las mismas.

Por ejemplo, antes de que se inicie la época de lluvias, el terraplén ya iniciado deberá ser terminado hasta la obra de subbase, el sistema de drenaje ya iniciado deberá ser concluido hasta su relleno y cabezales, y estribos de puentes deberán ser terminados hasta su protección.

3.5 Durante las actividades de mantenimiento y administración de la carretera, se deberá prestar especial atención a los siguientes puntos:

Nivelación y suministro periódico de gravas.

La limpieza del sistema de drenaje transversal.

Inspección y reparación del sistema de drenaje transversal y escolleros de estribos de puentes. El

dragado y mantenimiento de terminales y canales de transbordadores.

RESUMEN DEL PROYECTO

1. Magnitud del Proyecto

Punto Inicial del Proyecto: Trinidad
Provincia Cercado del
Departamento del Beni.

Punto Final del Proyecto: San Borja
Provincia Ballivián del
Departamento del Beni.

Longitud del Proyecto

Longitud total de las obras: (excluye la vía de navegación)	221.93 kms.
Longitud de la carretera:	220.94 kms.
Concreto asfáltico:	10.37 kms.
Superficie de grava:	210.57 kms.
Longitud total de los puentes:	0.99 kms.
Longitud vía de navegación del transbordador:	<u>7.06 kms.</u>
Total tramo San Borja-Trinidad	228.99 kms.

2. Normas (Manual y Normas para el diseño geométrico de Carreteras 1984, SNC)

Categoría de la Carretera:	Clase III
Velocidad directriz:	100 km/h
Número de Carriles:	2
Ancho de Plataforma:	9 m.
Superficie de Rodadura:	7 m.

3. Cantidades de Obra

Relleno	2,524,963 m3.
Pavimento	
Capa Superficial t = 6cm.	71,000 m2.
Capa subbase t = 20cm.	2,032,000 m3.
Alcantarillas metálicas corrugadas	177 lugares
Puentes	17
(7 de los cuales serán concluidos hasta 1990)	
Longitud Total de los puentes en el tramo proyectado:	987.2 m.
Longitud Total de los puentes a ser construidos por el Proyecto	381.9 m.
Terminales de Transbordador	2 Atracaderos
Longitud total de canales (3)	2.414 m.

4. Costos de Proyecto

(A precios de 1988)

Porción moneda extranjera	US\$ 37,122,000	60.1%
Porción moneda local	US\$ 24,649,000	39.9%
(Impuestos US\$ 9,171,000	14.8%)	
(Otros US\$ 15,478,000	25.1%)	

T O T A L	US\$ 61,771,000	100%
-----------	-----------------	------

5. Plazo de Ejecución

1990 - 1993 4 años

6. Programa de presupuestos para la construcción

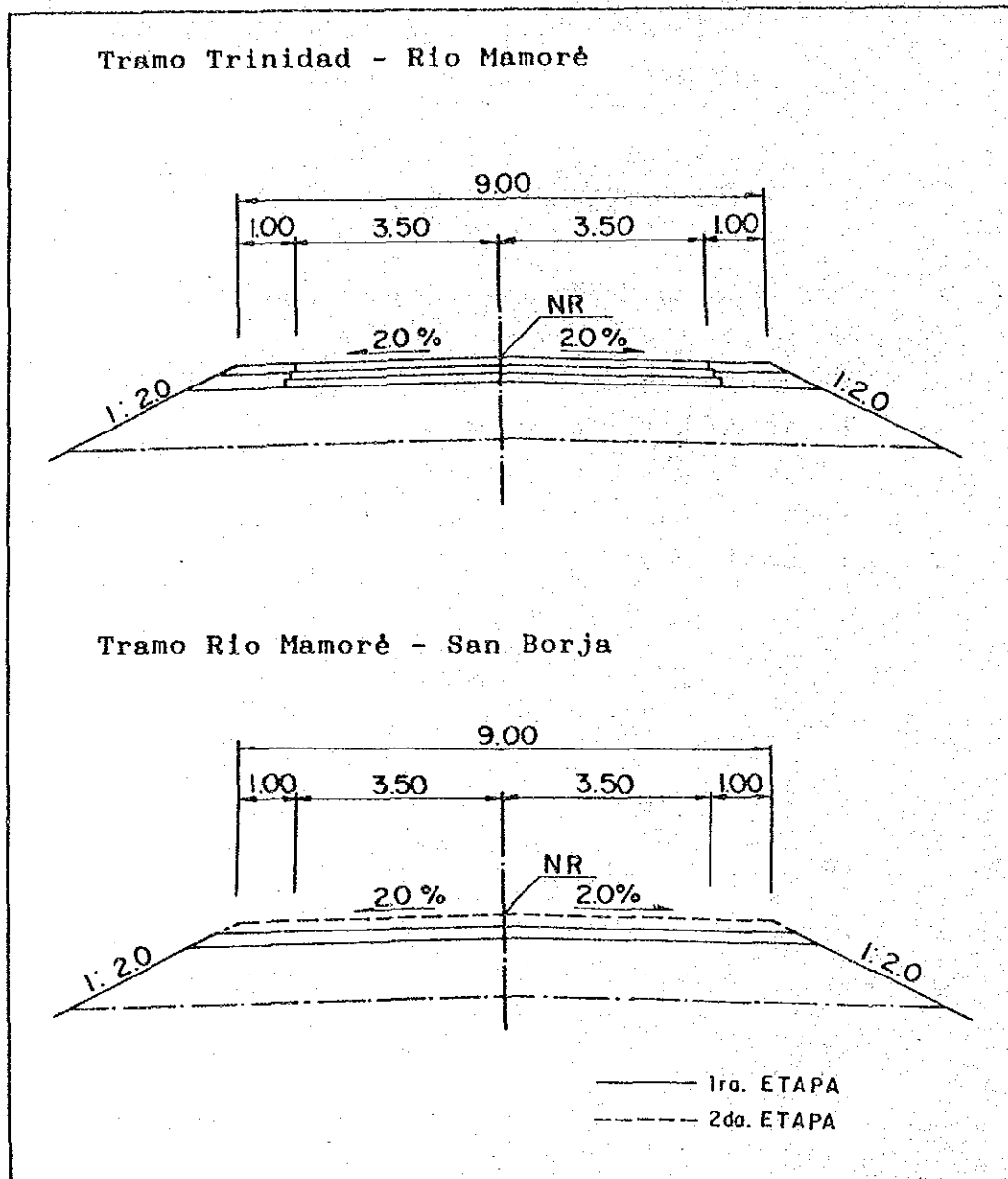
1990.....	US\$ 11,360,000.-
1991.....	US\$ 18,685,000.-
1992.....	US\$ 19,717,000.-
1993.....	US\$ 12,009,000.-

Total	US\$ 61,771,000.-
-------	-------------------

7. Indicadores de la Evaluación Económica

Tasa Interna de Retorno	24.75%
Relación Beneficio/Costo	2.5
(Tasa de Descuento 12%)	
Valor Actual Neto	US\$ 75,185,000.-
(Tasa de Descuento 12%)	

8. Sección Transversal Típica



VOLUMENES FUTUROS DE TRAFICO

(Vehículo/día)

TRAMO TIPO DE VEHICULO AÑO	SAN BOLJA - SAN IGNACIO				SAN IGNACIO - PTO. GANADEO				PTO. GANADEO - PTO. VARADOR				PTO. VARADOR - TRINIDAD							
	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL
1884 (Tráfico actual)	20	7	7	0	34	23	5	7	0	35	23	5	7	0	35	141	12	113	0	266
1994 (Primer año de servicio)	39	14	14	61	128	45	10	14	51	120	45	10	14	45	114	277	24	222	67	590
1998	51	18	18	66	153	59	13	18	55	145	69	13	18	49	139	362	31	290	76	759
2003	72	25	25	75	197	83	18	25	64	190	83	18	25	56	182	507	43	407	89	1.046
2008	101	35	35	84	255	116	25	35	71	247	116	25	35	63	239	711	61	569	102	1.443
2013	141	49	49	93	332	162	35	49	83	329	162	35	49	71	317	996	85	798	116	1.995

Pto. Ganadero: Margen izquierda del Río Mamoré

Pto. Varador: Margen derecha del Río Mamoré

A: Vehículo pequeño

B: Vehículo mediano

C: Vehículo grande-Camión y bus (basado en el tráfico actual)

D: Vehículo grande-Camión y bus (tráfico convertido)

CANTIDAD OBRA Y COSTO DE PROYECTO Unidad: US \$

Tipo de Obra	Nombre del Trabajo	Tamaño y Tipo	Unidad	Volumen	Costo Unitario			Costos			Sub Total
					M.L.		M.E.	M.L.		M.E.	
					Imp.	Otros		Imp.	Otros		
Terrapién	Descape		ha	1,347.16	240.00	270.0	1,020.00	323,318.40	363,733.20	1,374,103.20	2,061,155
	Desbosque y limpieza		ha	578.90	618.44	696.33	2,617.78	358,014.92	403,105.44	1,515,432.84	2,276,553
	Relleno (tercioplén)		m³	1,222,408.00	0.30	0.35	1.26	366,722.40	427,842.80	1,540,234.08	2,334,799
	(subrasante)		m³	1,302,555.00	0.12	0.16	0.53	156,306.60	208,408.80	690,354.15	1,055,078
	Transporte de tierra		juego	1.00	-	-	-	357,848.24	356,039.84	1,804,501.98	2,518,390
	Acabado		m²	2,159,903.00	0.013	0.018	0.054	28,078.74	38,878.25	116,534.76	183,592
Rem. de Tubos	Con excavación		juego	1.00	-	-	-	2,562.02	6,036.13	9,122.87	17,721
	Sin excavación y relleno		juego	1.00	-	-	-	424.25	2,198.26	949.58	3,572
Colocación de tubos Corrugados	Excavación		m³	19,152.81	0.15	0.22	0.59	2,872.92	4,213.62	11,300.16	18,387
	Fundación		m³	3,621.74	0.57	1.49	2.03	2,064.39	5,396.39	7,352.13	14,813
	Colocación de tubos		juego	1.00	-	-	-	303,535.00	220,076.54	1,012,280.36	1,535,892
	Material de relleno		m³	29,718.96	0.57	1.49	2.03	16,939.81	44,281.25	60,329.49	121,551
Cabezales	Hormigón		m³	3,067.70	7.10	49.82	8.32	21,780.67	152,832.81	25,523.26	200,137
	Fundaciones		m²	10,762.34	0.19	1.41	0.26	2,044.84	15,174.90	2,798.21	20,018
	Encofrado		m²	14,176.77	1.00	8.83	0.12	14,176.77	125,180.88	1,701.21	141,059
	Enladrillado		m²	2,591.01	10.43	88.80	5.43	27,024.23	230,081.69	14,069.18	271,175
	Capa de hormigón		m²	322.87	8.86	68.09	7.26	2,860.63	21,984.22	2,344.04	27,189
Pavimento	Capa superficial		m²	10,781.00	2.64	2.98	7.53	186,861.84	210,927.38	532,980.93	930,770
	Capa base		m²	7,179.00	10.17	12.90	42.63	73,010.43	92,609.10	306,040.77	471,660
	Pavimentación de berma		m²	20,223.00	1.40	1.74	5.64	28,312.20	35,188.02	114,057.72	177,558
	Subbase		juego	1.00	-	-	-	3,172,915.04	3,895,133.80	13,637,818.21	20,805,867
	Zanjas de encause		m	1,300.00	0.30	0.44	1.18	390.00	572.00	1,534.00	2,496
Trabajos Complementarios	Defensa		m	8,892.00	5.91	1.74	14.05	52,551.72	15,472.08	124,932.60	192,956
	Canales de desvío fluvial		m	270.00	7.44	9.60	30.48	2,008.80	2,592.00	8,229.60	12,830
	Señalización		juego	1.00	-	-	-	5,128.32	13,373.97	14,070.65	32,573
	Marcas en el pavimento		m	26,341.10	0.02	0.18	-	526.82	4,741.40	-	5,268
	Oficina administrativa		m²	4,380.00	28.00	252.00	-	122,640.00	1,103,760.00	-	1,226,400
	Oficina para transbordador		m²	214.00	28.00	252.00	-	5,992.00	53,928.00	-	59,920
	Instalaciones de transbordador		juego	1.00	-	-	-	273,709.13	438,230.86	1,092,967.75	1,804,908
Estructura	Puentes	9 Puente	puente	-	-	-	-	242,280.20	773,754.91	782,880.11	1,798,915
		Tijawchi	puente	-	-	-	-	214,333.93	340,660.19	717,912.81	1,272,907
Desglose de Costos	Costo directos de construcción total		(D)					6,367,235.26	9,706,408.73	25,522,456.65	41,596,101
	Costo generales (Administración)		(G=D×25%)					1,591,764.74	2,426,591.27	6,380,543.35	10,398,899
	Costo de construcción total		(C=D+G)					7,959,000	12,133,000	31,903,000	51,995,000
	Costo de Ingeniería		(I=C×6.5%) (M.L. 40%, M.E. 60%)					307,000	1,299,000	1,844,000	3,380,000
	Costo de administración		(A=C×1.5%)					71,000	709,000	-	780,000
	Total		(T=C+I+A)					8,337,000	14,071,000	33,747,000	56,155,000
	Contingencias		(B=T×10%)					834,000	1,407,000	3,375,000	5,616,000
	Costo del proyecto		(T+B)					9,171,000	15,478,000	37,122,000	61,771,000
	Proporción							14.8 %	25.1 %	60.1 %	
	Costo del proyecto sin impuestos							-	15,478,000	37,122,000	52,600,000
Proporción							-	29.4 %	78.6 %	-	

INFORMES

SUMARIO

VOLUMEN PRINCIPAL

APENDICES

PLANOS

COSTO DE PROYECTO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

DATOS DE REFERENCIA TECNICA

(CALCULO DE COORDENADAS)

(SECCIONES TRANSVERSALES)

(INVESTIGACION DE AGREGADOS)

(ESTUDIO DE PERFORACIONES)

(ESTUDIO DE SUELOS)

PUENTE TIJAMUCHI (INFRAESTRUCTURA)

VOLUMEN PRINCIPAL

CONTENIDO

Prefacio

Mapa de Localización

Fotografías

Conclusiones y Recomendaciones

1.	INTRODUCCION.....	1
1.1	Antecedentes de la investigación.....	1
1.2	Objetivos del Estudio.....	3
1.3	Materia del Estudio.....	4
1.4	Método de Investigación.....	6
1.4.1	Items Investigados.....	6
1.4.2	Cronograma del Estudio.....	9
1.4.3	Resultado Final.....	9
1.5	Regimen organizativo del Estudio.....	13
1.6	Características básicas del Proyecto.....	17

2.	PREPARACION DE FOTOMOSAICO E INVESTIGACION DE CAMPO.....	19
2.1	Control de tierra y trazado.....	19
2.1.1	Generalidades.....	19
2.1.2	Colocación de SCG.....	19
2.1.3	Trazado.....	21
2.2	Triangulación aérea y preparación de fotomosaico.....	22
2.2.1	Generalidades.....	22
2.2.2	Triangulación aérea.....	23
2.2.3	Preparación de fotomosaico.....	24
2.3	Levantamiento topográfico de ruta.....	25
2.4	Estudio de suelos e investigación de agregados.....	27
2.4.1	Estudio de Suelos.....	27
2.4.2	Investigación de Agregados.....	31
2.5	Estudio de perforaciones para las fundaciones de puentes.....	49
3.	DISEÑO.....	54
3.1	Normas de Diseño.....	54
3.2	Diseño de la Carretera.....	54
3.2.1	Generalidades.....	54
3.2.2	Cronograma de realización del Proyecto.....	55
3.2.3	Normas y Criterios para el diseño de la Carretera.....	55
3.2.3.1	Vehículo de Diseño.....	55
3.2.3.2	Diseño Geométrico.....	56
3.2.3.3	Sección transversal típica.....	57
3.2.4	Trazado horizontal del eje.....	58
3.2.5	Trazado vertical del eje.....	64
3.2.6	Diseño Transversal.....	68
3.3	Diseño del Pavimento.....	69

3.3.1	Generalidades.....	69
3.3.2	Diseño del espesor del pavimento.....	70
3.3.3	Estructura del pavimento.....	78
3.4	Diseño de Puentes.....	80
3.4.1	Generalidades.....	80
3.4.2	Ubicación de los puentes.....	81
3.4.3	Condiciones de Diseño.....	83
3.4.3.1	Condiciones Generales.....	83
3.4.3.2	Características de los materiales.....	89
3.4.4	Suelos (Estudio de Perforaciones).....	90
3.4.4.1	Generalidades.....	90
3.4.4.2	Suelos en sectores cercanos a Trinidad.....	90
3.4.4.3	Suelos en los sitios propuestos para otros puentes.....	92
3.4.5	Superestructura.....	93
3.4.5.1	Programa.....	93
3.4.5.2	Diseño.....	96
3.4.6	Infraestructura.....	97
3.4.6.1	Programa.....	97
3.4.6.2	Diseño.....	101
3.4.7	Resultado de los Cálculos efectuados para Superestructura.....	102
3.4.8	Resultado de los Cálculos efectuados para Infraestructura.....	105
3.5	Diseño de alcantarillas para drenaje transversal.....	111
3.5.1	Selección de ubicaciones para alcantarillas.....	112
3.5.2	Forma de la sección y tipo.....	112
3.5.2.1	Condiciones para determinar la sección.....	112
3.5.2.2	Forma de la sección y tipo de los tubos.....	114
3.5.3	Estructuras y materiales de muros cabezales.....	114

3.5.3.1	Estructura de Cabezales.....	114
3.5.3.2	Materiales de muros cabezales.....	115
3.5.3.3	Tabique frontal.....	118
3.5.4	Alcantarilla con batería de 8 tubos existentes en el Arroyo Tigre.....	118
3.5.5	Cálculo de caudal.....	119
3.5.5.1	Caudal de Descarga.....	119
3.5.5.2	Caudal máximo de escurrimiento por tubos....	120
3.5.5.3	Comprobación de caudal de descarga y capacidad de drenaje.....	122
3.5.6	Distancia entre los sistemas de drenaje (alcantarillas).....	123
3.5.6.1	Ubicación de las Alcantarillas.....	123
3.5.6.2	Lugares que tienen distancias largas entre las alcantarillas y sus respectivas razones.....	124
3.6	Diseño de las Instalaciones de los Transbordadores.....	126
3.6.1	Selección de la ubicación para los transbordadores.....	126
3.6.2	Características básicas de las Instalaciones.....	128
3.6.2.1	Niveles Definidos.....	128
3.6.2.2	Dimensiones de los Transbordadores.....	128
3.6.2.3	Terminal de los Transbordadores.....	129
3.6.2.4	Características de los canales.....	129
4.	PROGRAMA DE EJECUCION.....	130
4.1	Generalidades.....	130
4.2	Programa de Ejecución Propuesto.....	131
4.2.1	Lineamientos básicos.....	131
4.2.2	División por sectores.....	132
4.2.3	Plan de acarreo y movimiento de tierra.....	134
4.2.4	Tipo de trabajo y equipo a usarse.....	135

4.2.5	Operabilidad y época de lluvias.....	136
4.2.6	Regulaciones para la época de lluvias.....	139
4.3	Características de los sectores.....	145
4.4	Ejecución.....	152
4.4.1	Movimiento de tierra.....	152
4.4.2	Trabajo de Pavimentación.....	158
4.4.3	Puentes.....	168
4.5	Cronograma General de Ejecución.....	183
5.	CANTIDADES DE OBRA Y COSTOS DE PROYECTO.....	184
5.1	Cantidades de Obra.....	184
5.2	Costos de Proyecto.....	189
5.2.1	Generalidades.....	189
5.2.2	Desglose de Costos.....	190
5.2.3	Análisis de Costos Unitarios.....	191
5.2.4	Costos de Adquisición y Compensación de tierras.....	192
5.2.5	Costos del Proyecto.....	193
6.	MANTENIMIENTO.....	196
6.1	Procedimiento Administrativo.....	196
6.2	Trabajo de Mantenimiento y Disposición de Equipo.....	196
6.3	Cantidades y Costo de Mantenimiento.....	201
6.4	Operación y Mantenimiento de los Transbordadores.....	202
6.5	Costos de Operación y Mantenimiento durante 20 años para el Camino y Transbordadores.....	203
7.	ELABORACION DEL PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	204
7.1	Lineamientos Básicos.....	204

7.2	Composición del Pliego de Especificaciones Técnicas.....	205
7.3	Generalidades del Pliego de Especificaciones.....	205

FASCICULO

8.	EVALUACION ECONOMICA	
8.1	Impacto del Presente Proyecto	
8.1.1	Planificación y Diseño	
8.1.2	Construcción	
8.1.3	Post-Terminación	
8.2	Análisis y Evaluación Económica	
8.2.1	Objeto de la Evaluación Económica	
8.2.2	Método para la Evaluación Económica	
8.2.3	Cálculo de beneficios	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1	Volúmenes Futuros de Tráfico.....	18
Tabla 2.4.1-1	Resultado de Ensayos Principales de Suelo a lo largo de la Carretera.....	28
Tabla 2.4.2-1	Bancos de Préstamo Estudiados (1) en el Sector San Borja.....	35
Tabla 2.4.2-2	Bancos de Préstamo Estudiados (2) en el Sector Trinidad.....	36
Tabla 2.4.2-3	Calidad de la Grava de Caripo.....	37
Tabla 2.4.2-4	Calidad de la Grava del Río Dartagnan...	38
Tabla 2.4.2-5	Calidad de la Mezcla de Materiales del Sector San Borja para Subbase.....	39
Tabla 2.4.2-6	Calidad de la piedra triturada de Cerro Chico.....	40
Tabla 2.4.2-7	Calidad de la Piedra Triturada de Cerro San Jorge.....	41
Tabla 2.4.2-8	Calidad de la Arena de Río Blanco.....	42
Tabla 2.4.2-9	Calidad de Agregados y Resistencia al Hormigón.....	43
Tabla 2.4.2-10	Antecedentes de Material, usado en el Puente Yucumo.....	44
Tabla 2.4.2-11	Calidad de los Agregados del Río Alto Beni y Resistencia del Hormigón....	46
Tabla 2.4.2-12	Calidad del Material de Cerro San Jorge (Yacimiento No. 1) y Resistencia del Hormigón.....	48
Tabla 2.5-1	Ubicación de Pozos.....	50
Tabla 3.2-1	Características del Vehículo Tipo.....	56
Tabla 3.2-2	Características Geométricas de Diseño...	57
Tabla 3.3-1	Coefficientes Estructurales por Capa Propuestos por AASHTO.....	72
Tabla 3.3-2	Factor Regional (R).....	73
Tabla 3.3-3	Características de la Subrasante, Tráfico y Número Estructural.....	77

Tabla 3.3-4	Materiales para Pavimento y Coeficientes Estructurales (S.C.).....	78
Tabla 3.4-1	Ocho Puentes ya Diseñados.....	80
Tabla 3.4-2	Ubicación de Puentes.....	83
Tabla 3.4-3	Longitudes de Puentes, Vigas y Tramo....	83
Tabla 3.4-4	Carga de Viento sobre las Estructuras (W).....	85
Tabla 3.4-5	Carga de Viento sobre la Carga Viva (WL).....	86
Tabla 3.4-6	Galibo y Nivel de Aguas Máximas.....	87
Tabla 3.4-7	Relación (Altura/Longitud de Tramo) de Vigas.....	94
Tabla 3.4-8	Estructuras Tipo.....	97
Tabla 3.4-9	Elevación del Estribo y Cotas del Nivel de Fundación.....	98
Tabla 3.4-10	Longitud de Pilotes.....	100
Tabla 3.4-11	Dimensiones de las Infraestructuras para los diferentes Puentes.....	108
Tabla 3.5-1	Cuadro Comparativo de Costo de Ejecución de Alcantarillas.....	118
Tabla 3.5-2	Condiciones del Sitio.....	119
Tabla 3.5-3	Caudal Máximo Permitido de Escurrimiento de acuerdo al Diámetro de Alcantarilla Circular.....	121
Tabla 4.2-1	Días Laborables y Operabilidad.....	137
Tabla 4.4-1	Localización de los Puentes.....	169
Tabla 4.4-2	Largo de Puente y Luz de Tramo.....	171
Tabla 4.4-3	Equipo para Puentes.....	180
Tabla 4.4-4	Cronograma de Trabajos Normales para Infraestructura.....	181
Tabla 4.4-5	Cronograma de Trabajos Normales para Superestructura.....	181
Tabla 4.4-6	Cronograma General de Trabajo para Puentes.....	182
Tabla 4.5-1	Cronograma General de Ejecución.....	183

Tabla 5.1-1	Resumen de Cantidades de la Obra.....	185
Tabla 5.1-2	Cantidad de la Obra: Puentes.....	186
Tabla 5.1-3	Cantidad de la Obra: Facilidades de Transbordador.....	187
Tabla 5.1-4	Cantidad Unitaria de la Obra: Facili- dades de Transbordador.....	188
Tabla 5.2-1	Resumen de Costos de Proyecto.....	193
Tabla 5.2-2	Desglose de Costos de Construcción.....	194
Tabla 5.2-3	Programa de Presupuesto de Construcción.....	195
Tabla 6.3-1	Cantidades de Mantenimiento por Año.....	201
Tabla 6.3-2	Costo de Mantenimiento por Año.....	201
Tabla 6.5-1	Costos de Operación y Mantenimiento.....	203

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1-1	Mapa de Ubicación del Proyecto.....	5
Fig. 1-2	Flujograma para el Estudio de Mejoramiento de la Carretera San Borja-Trinidad.....	7
Fig. 1-3	Cronograma General del Estudio.....	10
Fig. 1-4	Cronograma de Actividades.....	11
Fig. 2.4.1-1	Distribución de CBR del Suelo Natural y Programa de Transporte de Material para Subrasante.....	32
Fig. 2.5-1	Resultado Investigación de Suelo: Puente San Juan.....	51
Fig. 2.5-2	Resultado Investigación de Suelo: Puente San Gregorio.....	52
Fig. 2.5-3	Resultado Investigación de Suelo: Puente Pto. Almacén.....	53
Fig. 3.2-1	Cronograma de Realización y Vida Util de la Carretera Proyectoada.....	55
Fig. 3.2-2	Sección Transversal Típica.....	58
Fig. 3.2-3	Variante en el Trazado del Eje, en el Sector de la Terminal de Transbordadores (Puerto Ganadero).....	60
Fig. 3.2-4	Modificación del Trazado del Eje, en las proximidades de San Ignacio.....	61
Fig. 3.2-5	Modificación de la Forma de Línea del Margen Derecho del Río Apere.....	63
Fig. 3.3-1	Abaco de Diseño para Pavimentos Flexibles $PT = 2.0$	71
Fig. 3.3-2	Relación entre CBR y S.....	73
Fig. 3.3-3	Estructuras Recomendadas de Pavimento.....	79
Fig. 3.4-1	Alcantarillas de Chapas Corrugadas existentes en el Sector Tigre.....	82
Fig. 3.4-2	Mapa de Ubicación de los Puentes.....	84
Fig. 3.4-3	Ancho del Puente.....	85

Fig. 3.4-4	Camiones HS Standard.....	88
Fig. 3.4-6	Disposición de Vigas.....	95
Fig. 3.4-7	Bordillo y Barandado.....	96
Fig. 3.4-8	Plano Tipo de la Infraestructura.....	105
Fig. 3.5-1	Relación Esquemática de Diámetro de Alcantarillas, Configuración de Terreno y Nivel de Aguas Máximas.....	113
Fig. 3.5-2	Cabezales de Alcantarillas.....	117
Fig. 3.5-3	Area de Esgurrimiento.....	121
Fig. 3.5-4	Distancia entre el Sistema de Drenaje Transversal.....	125
Fig. 3.6-1	Modificación de la Ubicación de la Terminal de Transbordadores.....	128
Fig. 4.2-1	División por Sectores.....	133
Fig. 4.4-1	Movimiento de Tierra.....	153
Fig. 4.4-2	Programa de Transporte de Material Pétreo...	170
Fig. 4.4-4	Ancho de Puente.....	171
Fig. 4.4-5	Trabajos de Estribos.....	173
Fig. 4.4-6	Trabajos de Superestructura.....	174
Fig. 4.4-7	Selección de Martillo Standard (Pilote de Hormigón).....	177
Fig. 4.4-8	Ejemplo de Lanzador.....	179
Fig. 5.1-1	Fraccionamiento a Sección de la Carretera Proyectada.....	184
Fig. 5.2-1	Desglose de Costos de Proyecto.....	190
Fig. 6.1-1	Ubicación de las Oficinas de Mantenimiento..	196

A B R E V I A T U R A S

1) Organizaciones

AASHTO	AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS
ACEPTA	ASOCIACION DE EMPRESAS PRIVADAS DE TRANSPORTE AEREO
ACI	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE
BID	BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO
FIDIC	FEDERATION INTERNATIONALE DES INGENIEURS CONSEILS
FP-85	STANDARD SPECIFICATIONS FOR CONSTRUCTION OF ROADS AND BRIDGES ON FEDERAL HIGHWAY PROJECTS
INE	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
JICA	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
MACA	MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS
MTC	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
SNC	SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS
USAID	AGENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL

2) Símbolos, Unidades y Otros.

- Abr.	Abrasión.
- Abs.	Absorción.
- Aprox.	Aproximado (Aproximadamente)
- B.M.	Banco de Nivelación
- B/C	Beneficio/Costo
- CBR	California Bearing Ratio (Índice Soporte de California)
- Bs.	Bolivianos (Moneda)
- Dm ³	Decimetro Cubico
- EL	Elevación
- ELA	Aplicación Carga Equivalente
- F.B.	Ferry Boat (Transbordador)
- Fig.	Figura
- GPS	Sistema de Colocación Global (Global positioning system)
- Ha (ha)	Hectárea
- Hp (ps)	Horse power (Caballo de fuerza)
- hr.	hora
- I.E.	Infraestructura
- I.P.	Índice de Plasticidad
- Jgo.	Juego
- Kcal	Kilocaloria
- Kip	Kilopound (kilolibra)
- Kg	Kilogramo
- Km/l	kilómetro por litro
- Kw	Kilovatio
- L	Longitud
- l (lt)	Litro
- LL	Límite Líquido
- LP	Límite Plástico
- LPB	La Paz, Bolivia
- Max.	Máximo

- M.f	Módulo de fineza
- M.E.	Moneda Extranjera
- M.L.	Moneda Local
- Min.	Minutos
- M.S.N.M.	Metros Sobre el Nivel del Mar
- NAM	Nivel de Aguas Máximas
- NE	Número Estructural
- NR	Nivel de Rasante
- OPT	Optimo
- Pzs (Pzas)	Piezas
- PC	Principio de Curva
- PE (P.e.)	Peso Especifico
- Pers. (Prs.)	Personas
- PIB	Producto Interno Bruto
- Plataf.	Plataforma
- Ps	Caballo vapor
- (Pto.) (Pt.)	Puerto
- Pt.	Indice de Serviciabilidad de la Carretera
- PT	(Principio de Tangente) Final de Curva
- PVC	Cloruro de Polivinilo
- R	Factor Regional
- R a/c	Relación Agua/Cemento
- S.C	Coficiente Estructural
- S	Valor Soporte del Suelo
- SCG	Sistema de Colocación Global
- S.E	Superestructura
- S.N	Número Estructural
- S.N.M	Sobre el Nivel del Mar
- SRJ	San Borja
- S.S.S	Saturado en superficie seca
- TDD	Trinidad
- TIR	Tasa Interna de Retorno
- ton. (t)	Tonelada
- Unid. (Ud)	Unidad

- VAN	Valor Actual Neto
- Veh.	Vehiculo
- Veh/hr	Vehiculos por hora
- Vol.	Volumen
- US\$ (\$)	Dólares Estadounidenses

1. INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes de la Investigación

La pronta terminación de la Carretera Nacional No. 3, que une la ciudad de La Paz, sede del gobierno de la República de Bolivia, con Trinidad, capital del departamento del Beni, como una carretera transitable en toda época es considerado, desde hace bastante tiempo atrás, como el proyecto de máxima prioridad para la República de Bolivia.

La razón fundamental de la importancia de esta carretera no sólo reside en que, es un camino que une el departamento del Beni, proveedor de productos agrícolas con la ciudad de La Paz, principal consumidor de los mismos, sino también al tomar en cuenta todo el contexto de red vial boliviana, forma parte de un gran anillo de la red fundamental que une una amplia zona del país, La Paz, San Borja, Trinidad, Santa Cruz y Cochabamba.

El mejoramiento de la carretera de la red fundamental Ruta No.3 se va desarrollando desde La Paz en forma sucesiva, habiéndose logrado, por el momento, la consolidación de la misma hasta San Borja, aunque con algunas deficiencias en ciertos tramos. En cambio, en el tramo entre San Borja y Trinidad de aproximadamente 230 kms. de longitud sólo existe un camino de tierra que todavía no permite la transitabilidad en época de lluvias, siendo este último tramo que requiere de un mejoramiento. En consecuencia, al mejorar este tramo se concluirá la totalidad del anillo carretero que abarca una amplia zona del país, como una ruta utilizable en toda época.

En estas circunstancias, y en respuesta a la solicitud del gobierno boliviano, el gobierno japonés decidió en 1985, encarar el estudio de mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad, en el marco de programa de cooperación técnica entre los dos países.

Inicialmente, entre el mes de octubre de 1985 y julio de 1987 se llevó a cabo la primera fase del estudio (Fase-I), destinada al estudio técnico e investigación de campo en la zona del proyecto. El estudio técnico de esta fase fue realizado casi a nivel de factibilidad.

En base a los resultados de la Fase-I del estudio, el gobierno japonés procedió, seguidamente, a la ejecución de una segunda fase, en respuesta a una nueva solicitud del gobierno boliviano, destinando a la investigación de campo, diseño de la carretera, evaluación económica y otros del proyecto de mejoramiento de la carretera citada. Siendo esta la Fase-II del Estudio del proyecto en cuestión.

A efecto de concretar esta fase de estudio, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón envió entre junio y julio de 1987, una misión oficial a Bolivia, para deliberar los lineamientos y contenido de esta fase de estudio (Fase-II), con los representantes del gobierno boliviano, suscribiéndose entre ambas partes el documento de Alcance de Trabajo (S/W).

En base al Alcance de Trabajo suscrito, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón envió a Bolivia, a partir del mes de septiembre de 1987, el equipo técnico encargado de la ejecución del estudio en su Fase-II.

El equipo técnico finalizó el estudio concerniente a esta Fase, en el mes de octubre de 1988, recopilando los resultados en este borrador de Informe Final.

Se espera que la construcción del Proyecto objeto del presente estudio sea ejecutado con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo.

1.2 Objetivos del Estudio

El proyecto consiste en mejorar un tramo carretero de aproximadamente 230kms. entre San Borja y Trinidad, tramo perteneciente a la red fundamental ruta No.3, la cual une el departamento del Beni, productor agrícola-ganadero, en especial de carne vacuna, con La Paz y Santa Cruz que son las dos ciudades más importantes de Bolivia, económica y culturalmente.

Desde 1978 existe una carretera de tierra entre San Borja y Trinidad, con ancho de plataforma insuficiente y carente de puentes en los cruces de la mayoría de los ríos. Por ello, grandes sectores del tramo carretero son intransitables durante y algunos meses después de la época de lluvias, debido a los efectos de inundaciones y crecidas de los ríos, prolongándose esta situación por espacio de aproximadamente 3 meses al año. En especial, el último tramo en las cercanías de Trinidad, de 40 a 50 kms. de longitud, queda cubierto por las aguas durante varios meses del año. Además, en este tramo se encuentra el Río Mamoré que tiene un curso muy cambiante, en un ancho de casi 10 kms.

Los objetivos del presente estudio son: En base al estudio de la Fase-I ya realizado, sobre el proyecto de mejoramiento de la carretera entre San Borja y Trinidad en Bolivia, ejecutar el diseño y demás estudios necesarios para mejorar y equipar el tramo vial a nivel de "carretera transitable durante todo el año", incorporando a los mismos las consideraciones y estudios técnicos y económicos pertinentes; asimismo, estimar y analizar el efecto social y económico que se generará con el mejoramiento de este tramo.

Además, se llevó a cabo, como otro de los objetivos, la transferencia de tecnología hacia el personal técnico boliviano, a través de la ejecución del presente estudio.

1.3 Materia del Estudio

El tramo objeto del estudio se inicia en la población de San Borja, provincia José Ballivián del departamento del Beni y finaliza en la ciudad de Trinidad, provincia Cercado del mismo departamento, teniendo una longitud total aproximada de 230 kms. (Ver figura 1-1).

En dicho tramo existe el Río Mamoré cuyo cruce se proyecta realizar mediante el transbordador. De esta manera, la longitud total de la carretera sin la extensión de vía de transbordo es de aproximadamente 222kms. No obstante, es también objeto del presente Estudio la construcción de terminales y canales para el transbordo de este río.

En este tramo se proyecta la construcción de un total de 17 puentes de los cuales, 2 puentes han sido

incorporados al proyecto en la Fase-II del estudio en base al resultado de la investigación previa, realizada en la misma Fase.

Por otra parte, 8 de los 17 puentes se excluyen del presente estudio, ya que los mismos se proyecta construir en forma anticipada al proyecto de mejoramiento en cuestión, estando inclusive terminados los respectivos diseños.

Sin embargo, en el último año de estudio el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón, se incorpore al estudio el costo de construcción y el cronograma de ejecución de la obra del puente Tijamuchi, que son preparados y presentados por Bolivia. De tal manera, los items solicitados referente al puente Tijamuchi que es uno de los 8 puentes ya diseñados, se incluyeron al presente estudio.

Naturalmente, en la evaluación de análisis económico del presente estudio se incluye los efectos de estos 8 puentes.

1.4 Método de investigación

1.4.1 Items investigados.

Para lograr los objetivos del estudio antes citado, se han investigado los siguiente items en la ejecución de la Fase-II, de acuerdo al diagrama de flujo de estudio indicado en la figura 1-2.

- 1) Trabajos preparatorios, recolección de datos y análisis de los mismos.

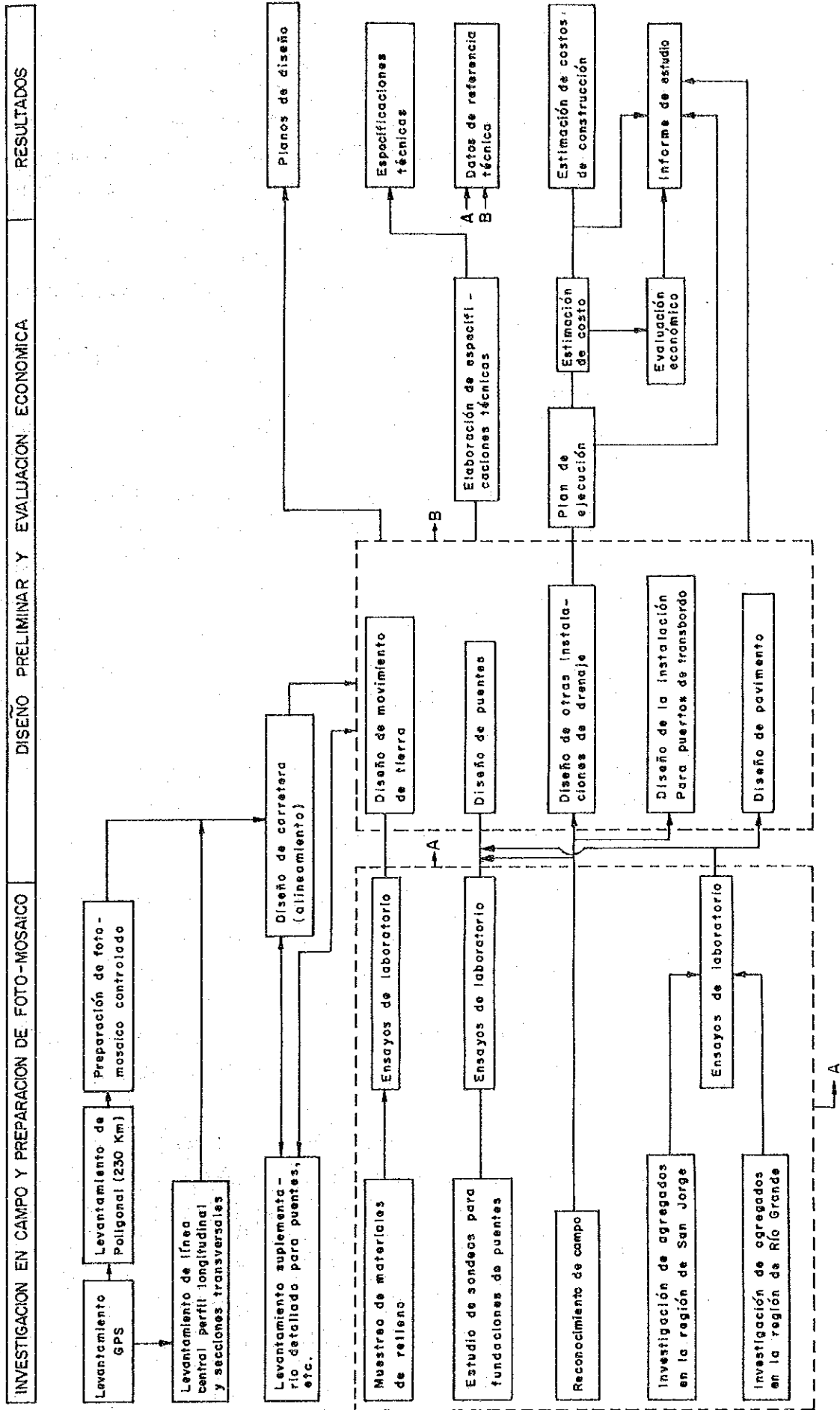


Fig. 1-2 Flujoograma para el Estudio de Mejoramiento de la carretera San Borja Trinidad (FASE II)

2) Investigación de campo.

- Levantamiento de control terrestre mediante el sistema de colocación global (GPS = Global positioning system), con el uso de señal de satélite artificial.
- Levantamiento de vértices poligonal.
- Levantamiento de línea central, perfil longitudinal y sección transversal.
- Levantamiento complementario de detalle, en la ubicación de los puentes y otros.
- Muestreo y ensayos de laboratorio de los materiales de relleno.
- Estudio de suelo y ensayos de penetración, para fundación de puentes (3 lugares).
- Investigación de agregados y ensayos de laboratorio (zonas de San Jorge y Yucumo).
- Reconocimiento de campo.

3) Foto-mosaico controlado

- Aerotriangulación
- Elaboración de Foto-mosaico controlado (escala 1:2000)

4) Diseño

- Diseño de la carretera (Planta, perfil longitudinal, sección transversal)
- Diseño de pavimentos.
- Diseño de puentes (9 puentes).
- Diseño de alcantarillas para drenaje transversal.
- Diseño de Infraestructuras para transbordadores (Rio Mamoré).

5) Esquema de ejecución de la obra.

- 6) Estimación de costos.
- 7) Programa de mantenimiento y control.
- 8) Elaboración de pliego de especificaciones técnicas.
- 9) Evaluación económica.
- 10) Elaboración de informe.

1.4.2 Cronograma del estudio

En las figuras 1-3 y 1-4 se muestra el cronograma de ejecución del estudio.

1.4.3 Resultado Final

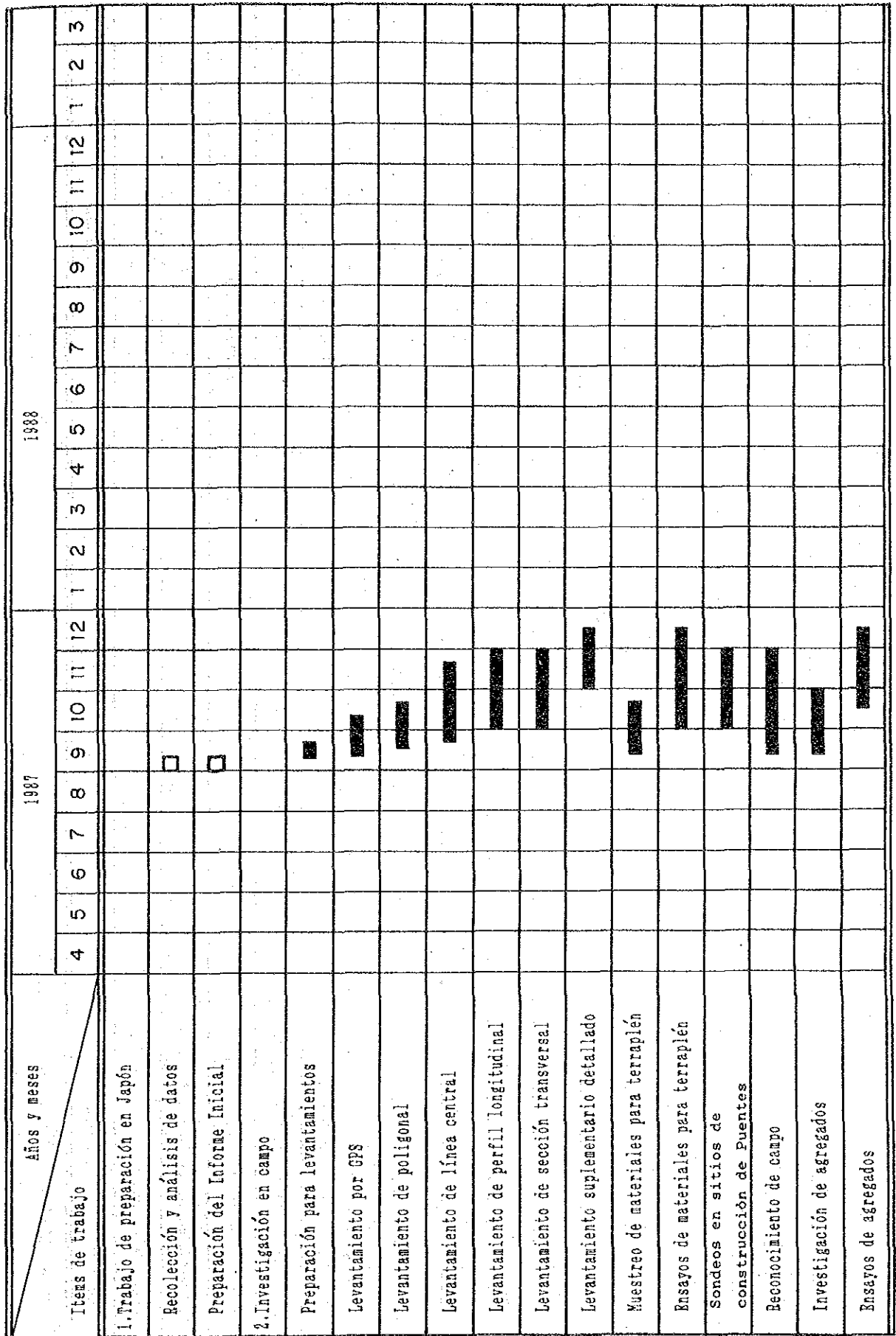
El resultado final del estudio, está conformado por los siguientes documentos.

- Informe del estudio.
 - * Volumen principal.
 - * Apéndice.
 - * Sumario.
- Planos de diseño.
- Especificaciones técnicas.
- Estimaciones del costo de construcción.
- Datos de referencias técnicas.
 - * Cálculos de coordenadas de eje central.
 - * Resultados del levantamiento topográfico.
 - * Informe sobre estudios de perforaciones.
 - * Informe sobre estudio de suelos.
 - * Informe sobre la investigación de agregados.
 - * Secciones transversales de la carretera.

AÑOS Y MESES	1987												1988											
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
	ITEMS																							
a) Preparación del Estudio																								
b) Entrega del Informe Inicial																								
c) Estudio en Bolivia																								
d) Estudio en Japón																								
e) Entrega del Informe Intermedio																								
f) Entrega del Borrador del Informe final																								
g) Entrega del Informe Final																								

Nota: ■ Trabajo en Bolivia
□ Trabajo en Japón

Fig. 1 - 3 Cronograma general del Estudio





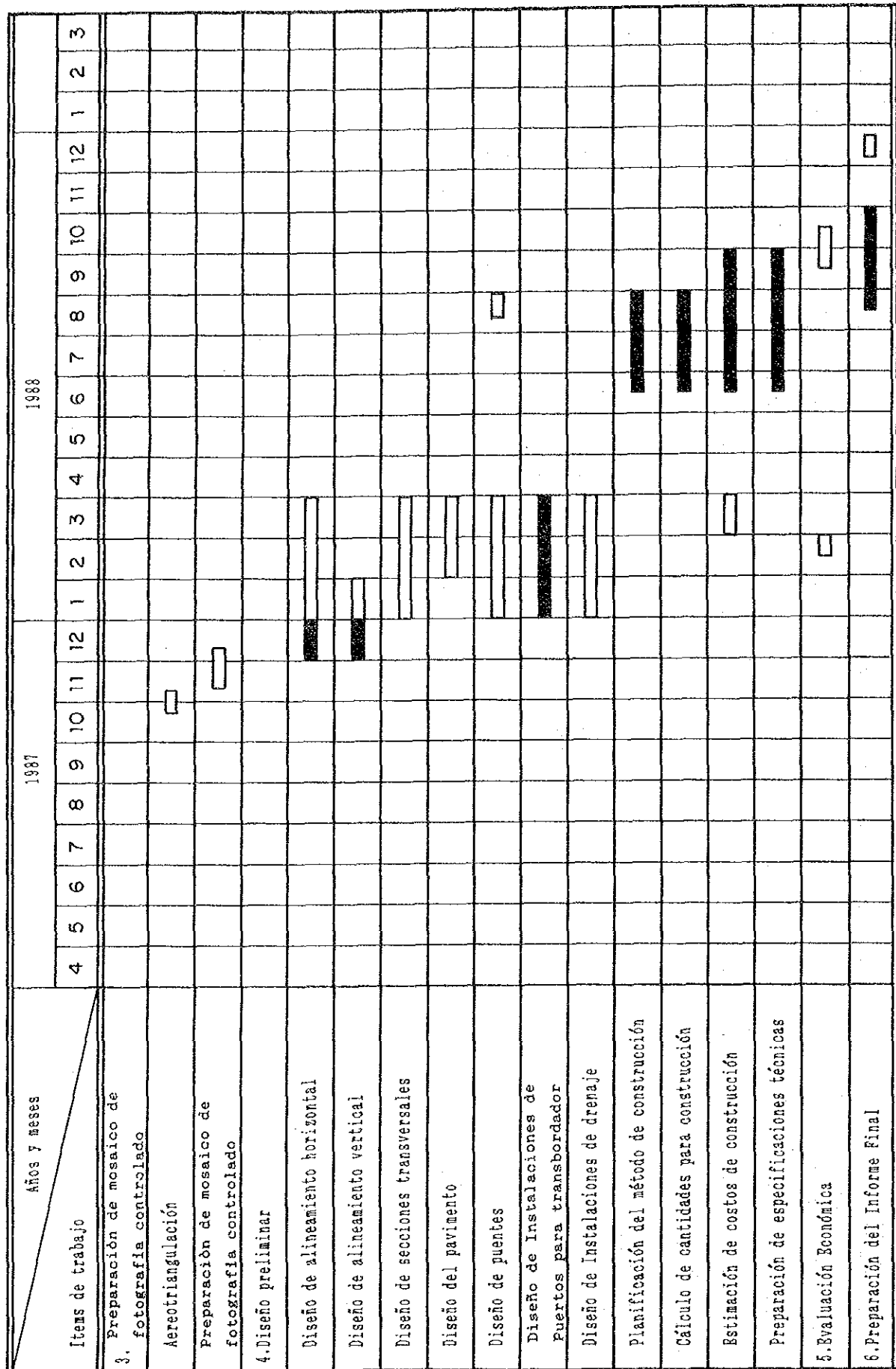
Nota:  Trabajo en Bolivia  Trabajo en Japón

Fig. 1-4(1) CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES





Nota:  Trabajo en Bolivia  Trabajo en Japón

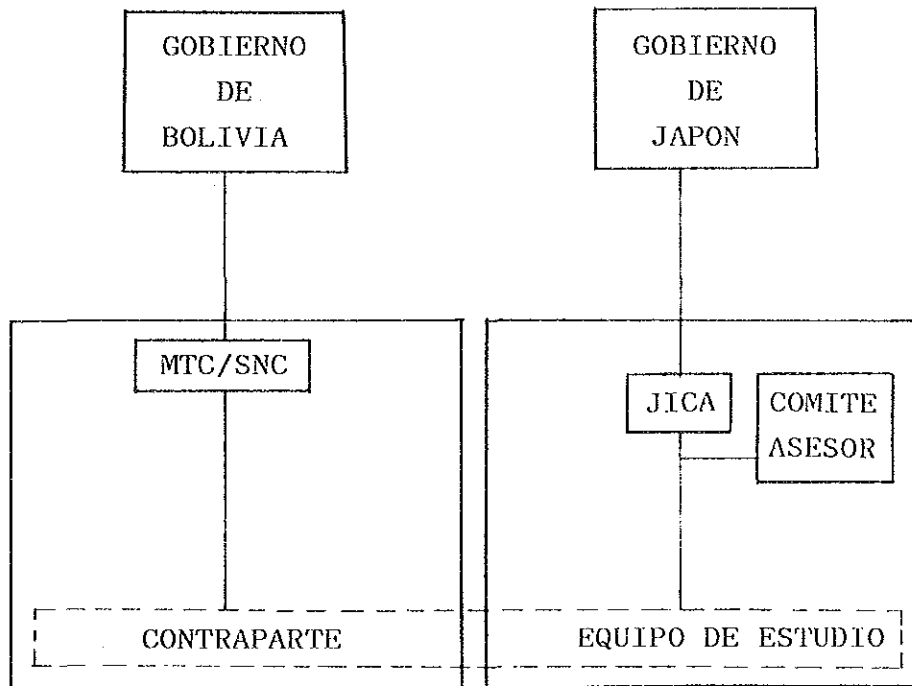
Fig. 1-4 (2) CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

1.5 Régimen organizativo del estudio

El presente estudio se realizó bajo la cooperación mutua de los gobiernos de Bolivia y el Japón.

Concretamente, para la ejecución del estudio, el Servicio Nacional de Caminos que es el organismo oficial dependiente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del gobierno boliviano para la ejecución de las actividades viales, designó una contraparte, y JICA que es la institución de cooperación Internacional del gobierno del Japón conformó, a su vez, el Equipo Técnico de Estudio y organizó un Comité Asesor Administrativo del Trabajo para supervisar la ejecución del mismo.

La muestra gráfica del régimen organizativo del presente estudio es como sigue:



*MTC: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

La lista de miembros del Comité Asesor del Equipo Técnico se indica a continuación:

LISTA DE MIEMBROS DEL EQUIPO DE ESTUDIO

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>	<u>Trabajo Principal a Desarrollar</u>
<u>CARRETERA</u>		
S. TATEISHI	Jefe del Proyecto.	- Supervisión y control de todos los trabajos.
Ku. OKAZAKI	Ingeniero de Carretera	- Investigación de campo. - Diseños. - Estimaciones de costo de construcción.
S. SAOTOME	Ingeniero de Carretera	- Investigación de campo. - Estimaciones de costo de construcción.
Ke. OKAZAKI	Ingeniero de Carretera.	- Diseño de Carreteras. - Estimaciones de volumen de obra.
M. UOCHI	Ingeniero de Puentes	- Diseño de Puentes.
M. NAKAMURA	Ingeniero de Materiales.	- Investigación de campo.
T. ISAJI	Editor de Especificaciones	- Planeamiento del método de construcción. - Preparación de Especificaciones Técnicas.
K. ICHIKAWA	Economista	- Evaluación Económica.

<u>Nombre</u>	<u>Posición</u>	<u>Trabajo Principal a Desarrollar</u>
<u>TOPOGRAFIA</u>		
T. YAMAMOTO	Sub-Jefe del Proyecto	- Supervisión y Control de levantamiento de campo.
F. YOKOTA	Jefe de Topógrafos	- Levantamiento de GPS - Levantamiento de la poligonal.
T. WATANABE	Jefe de Topógrafos	- Levantamiento de GPS - Levantamiento de la poligonal.
R. ITOH	Jefe de Topógrafos	- Levantamiento de GPS - Levantamiento de la poligonal.
N. KOMURO	Topógrafo	- Levantamiento de la poligonal.
Y. IKEDA	Topógrafo	- Levantamiento de la poligonal.
S. SHIMODA	Topógrafo	- Levantamiento de la poligonal.
T. ZITSUHARA	Topógrafo	- Levantamiento de la poligonal.
H. HASEGAWA	Topógrafo	- Levantamiento de la poligonal.

NOMINA DE MIEMBROS DEL COMITE ASESOR

Ing. Ryoichi SHIMOJIMA Presidente del Comité Planeamiento Vial	Oficial de Política de Planeamiento vial, Secretaría del Ministro, Ministerio de Construcción.
Ing. Tadao HOYA Ingeniero Topógrafo	Departamento Geográfico, Instituto de Investigación Geográfico, Ministerio de Construcción.
Ing. Isamu TAKUWA Ingeniero de Material y de Diseño de Estructuras	Oficina de Administración y Estudios Económicos, Empresa Nacional de Autopistas del Japón.
Sr. Shigeki KAWASHIMA Analista Económico	División de Autopistas Nacionales, Departamento de Carreteras, Ministerio de Construcción.

1.6 Características básicas del Proyecto

Las características básicas del proyecto que se determinó según el resultado del presente estudio son como sigue:

(1) Tramo objeto del Estudio.

Población de San Borja, Provincia José Ballivián - Ciudad de Trinidad, ambas en el departamento del Beni.

(2) Especificaciones básicas del Proyecto.

Ancho:	Plataforma	=	9m.
	Calzada 3.5mx2	=	7m.
Longitud del Proyecto:	Carretera	=	221.9 kms
	Via de transbordo (Rio Mamoré).	=	7.1kms
	Total		229.0kms.

Estructuras Principales: Puentes; 17, longitud total 987.2m (7 de ellos están siendo construidos y/o se proyecta su construcción como obra anticipada del presente proyecto.)

Terminales para

transbordador: 2 (Rio Mamoré)

Canales: 3 (Rio Mamoré)

Tipo de

pavimento: Trinidad-Rio Mamoré : Concreto asfáltico.

Rio Mamoré-San Borja: Puesto en servicio con superficie de grava.

(3) Volúmenes futuros de tráfico

Tabla 1 - 1

VOLUMENES FUTUROS DE TRAFICO

(Vehículo/día)

AÑO	SAN BOBZA - SAN IGNACIO					SAN IGNACIO - PTO. GANADERO					PTO. GANADERO - PTO. VARADOR					PTO. VARADOR - TRINIDAD				
	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL	A	B	C	D	TOTAL
1984 (Tráfico actual)	20	7	7	0	34	23	5	7	0	35	23	5	7	0	35	141	12	113	0	266
1994 (Primer año de servicio)	39	14	14	61	128	45	10	14	51	120	45	10	14	45	114	277	24	222	67	530
1998	51	18	18	66	153	59	13	18	55	145	59	13	18	49	139	362	31	290	76	759
2003	72	25	25	75	197	83	18	25	64	190	83	18	25	66	182	507	43	407	89	1.046
2008	101	35	35	84	255	116	25	35	71	247	116	25	35	63	239	711	61	569	102	1.443
2013	141	49	49	93	332	152	35	49	83	329	152	35	49	71	317	996	85	798	116	1.995

Pto. Ganadero: Margen izquierda del Rio Mamoré
 Pto. Varador : Margen derecha del Rio Mamoré

- A : Vehículo pequeño
- B : Vehículo mediano
- C : Vehículo grande-Camión y bus (basado en el tráfico actual)
- D : Vehículo grande-Camión y bus (tráfico convertido)

2. PREPARACION DE FOTOMOSAICO E INVESTIGACION DE CAMPO

2. PREPARACION DE FOTOMOSAICO E INVESTIGACION DE CAMPO

2.1 Control de tierra y trazado

2.1.1 Generalidades

El control de tierra fue llevado a cabo por el sistema de colocación global (SCG). En el área de levantamiento entre Trinidad y San Borja no se pudo encontrar la triangulación nacional existente, excepto una sola estación en la ciudad de Trinidad. En esta situación, se establecieron nuevos puntos de control de tierra a intervalos de 30 km. por SCG para el control de coordenadas de trazados subsiguientes.

El trazado fue conectado con los nuevos puntos de control de tierra establecidos por SCG, y los nuevos puntos trazados fueron mojonados a intervalos de 5 km.

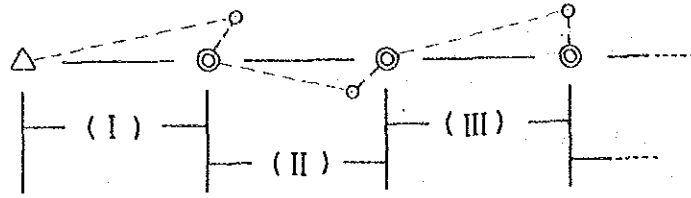
El control de fotos y los trabajos de marcado fueron realizados usando fotografías aéreas para la orientación de fotomosaico controlado.

2.1.2 Colocación de SCG

1) Observación

El plan de observación fue seleccionado en base a la actividad de los satélites de manera a recibir mensajes de navegación de tres satélites en forma concurrente durante más de 2 horas con el fin de lograr precisión en el SCG.

La observación de colocación SCG, con la debida diferenciación de los tres receptores, fue llevada a cabo por el siguiente método:



△: Triangulación nacional existente	1 punto
⊙: Nuevos puntos de control de tierra	8 puntos
o: Marcas de referencia de azimut	9 puntos

2) Puntos de observación y periodo de trabajo

Puntos observados: 18 puntos
 Periodo de trabajo: 13 días (17 al 29 Sept. 1987)

3) Equipo de estudio

Observación: Receptor WM 101 3 jgos.
 Procesamiento de datos: Minicomputadora 3 jgos.

4) Procesamiento de datos

a) Transformación de coordenadas

La discrepancia de coordenadas entre el dato WGS-84 de satélite y el dato nacional de Bolivia fue decidido por el análisis de datos de observación de la triangulación nacional existente, y las coordenadas WGS-84 de los nuevos puntos de control de tierra fueron convertidas a las coordenadas nacionales de Bolivia usando el desplazamiento de dato.

b) Sistema cuadrículado para el proyecto

La ruta propuesta en el área de estudio se extiende a 230 km. de Este a Oeste. Por lo tanto, el origen del sistema cuadrículado local para este proyecto fue determinado como 15° de latitud sur y 66° de longitud oeste, ubicado aproximadamente en el centro del área de estudio, con el fin de disminuir la diferencia entre la distancia observada en el campo y la distancia deducida del sistema cuadrículado.

Se adopta como factor escala de origen local 0.9999 como el máximo error de reducción, menos que $1/10,000$ en el sistema cuadrículado local.

c) Elevación

La elevación de los nuevos puntos de control de tierra fue conectada de los Bench Marks (puntos de cota conocida) establecidos durante la primera fase del estudio por nivelación directa.

2.1.3 Trazado

1) Observación

Se observaron ocho rutas de trazado por el método de conectar trazados cuyos puntos iniciales y finales son los nuevos puntos de control de tierra establecidos.

2) Puntos de trazado

Observación: 8 rutas (230 km. lineales)

2 - 3

Mojonamiento: 41 puntos

3) Equipo de estudio

Medición de ángulo: Teodolito Wild T2 de
1er. orden 4 jgos.
Medición de distancia: EDM YUP 3808 A (y/o) 4 jgos.

4) Precisión

Ruta Error cerrado	A	B	C	D	E	F	G	H
Aziut	-42"	+14"	-39"	-74"	-61"	-14"	-11"	-3"
Coordenadas	1/13078	1/19491	1/13117	1/10439	1/21811	1/51178	1/13366	1/21196

2.2 Triangulación aérea y preparación de fotomosaico

2.2.1 Generalidades

La triangulación aérea fue ajustada en base a 60 puntos de control horizontal y el resultado de nivelación de 230kms. lineales observado durante la primera fase del estudio. Se realizaron ajustes simultáneos por el método de modelos independientes ya que un bloque consistía de 2 a 7 cursos conectados con puntos de comprobación.

Se prepararon fotomosaicos rectificadas a escala 1/2,000 usando los resultados de la triangulación aérea. Luego, se prepararon fotomosaicos con nombres de lugares,

notación, línea de cuadrícula, y elevación, imprimiendo fotomapas en bases poliéster por producción de negativo copiado a la misma escala.

2.2.2 Triangulación aérea

1) Modelo estereo

Modelos estereo: 20 cursos, 104 modelos

2) Precisión

Bloque			1	2	3	4	5
Curso No.			C1 - C7	C8 - C11	C12 - C13	C14 - C15	F1 - F5
Residuo en puntos de control	Horizontal	Máximo	2.48m	2.09m	1.19m	2.20m	2.55m
		Desviación standard	0.96	1.08	0.69	1.01	1.63
	Elevación	Máximo	-0.70	1.43	-1.37	1.80	-0.78
		Desviación standard	0.39	0.36	0.53	0.50	0.42

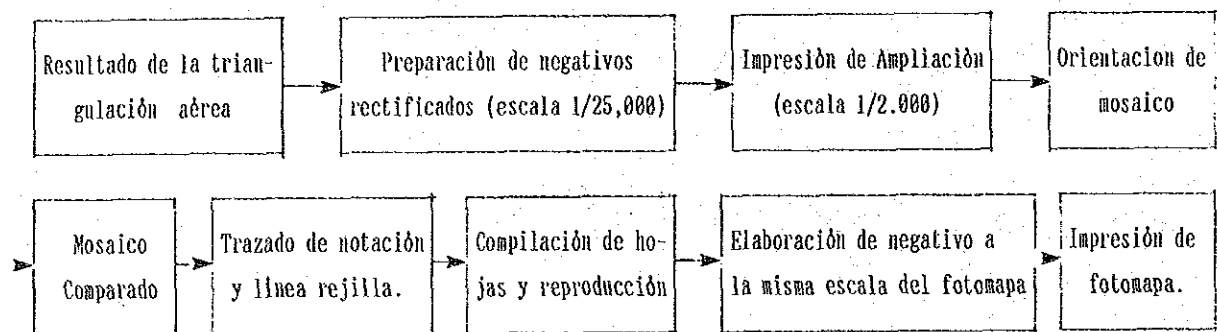
3) Instrumento

Aparato marcador: Pug II

Observación: Comparador estereo (Estacómetro)

2.2.3 Preparación de fotomosaico

1) Flujo de trabajo



2) Instrumento

Rectificación: Zeiss SEG V
Ampliación: Ampliador Darst HL 2,500
Duplicación: Cámara procesadora C56-G

3) Hojas fotomosaico

Fotomosaico: 176 hojas (base poliéster 84cm x 59cm)

4) Precisión

El error máximo de rectificación es menor a 2.5mm en el foto mosaico a escala 1/2,000, o dentro de 0.2mm en los negativos a escala 1/25,000.

2.3 Levantamiento topográfico de ruta

En esta Fase del Estudio se procedió con los siguientes levantamientos topográficos para el diseño de la carretera y las estructuras.

1) Eje Central

Para la revisión y determinación de ruta, se realizó la investigación detallada de campo, en base a la ruta seleccionada en la Fase-I del Estudio, procediéndose al estacado del eje central de la ruta proyectada.

En los trabajos de levantamiento se realizó el cálculo de coordenadas del eje central de la carretera, basándose para tal efecto en el resultado de la poligonal (trazado) ejecutado por el Grupo topográfico.

En cuanto al intervalo de estacado (intervalo de progresiva) del eje central, se estableció la distancia de 200m. en las rectas habiéndose acortado esta distancia en las curvas, en los lugares con variación topográfica, puentes y terminales para transbordadores.

2) Perfil Longitudinal

Con la nivelación se estableció la cota del terreno natural de las respectivas estacas del eje central, utilizando como referencias básicas los bancos de nivelación (B.M.) establecidos en la Fase-I del Estudio, además, enlazando estas cotas con los puntos de referencias básicas establecidas a cada 5 kms

aproximadamente, en la poligonación realizada en esta Fase del Estudio.

3) Sección Transversal

Se estableció la sección transversal del terreno natural con sus respectivas cotas, abarcando una distancia de 50 mts. a ambos lados de la estaca del eje central de cada progresiva y en dirección a un ángulo recto del eje.

4) Levantamiento complementario de detalle

En los sitios propuestos para la construcción de puentes y facilidades para transbordador se realizó el levantamiento topográfico necesario para el diseño de los mismos.

Asimismo, se practicó la identificación y las mediciones respectivas de nivel de lecho, cota inferior (base) de tubo y longitud de tubo de las alcantarillas metálicas corrugadas existentes para el drenaje transversal.

Los resultados del levantamiento arriba indicados se muestran en los planos respectivos de diseño de la carretera, es decir, planos de planta, perfil longitudinal, sección transversal y planos de estructuras.

2.4 Estudio de Suelos e Investigación de Agregados

2.4.1 Estudio de Suelos

Con el objeto de determinar la calidad del suelo para material de relleno de cuerpo del terraplén y subrasante, para que el mismo se constituya como dato básico en el programa de movimiento de tierras y diseño del pavimento, se realizó el muestreo de suelos a cada 2 km, a lo largo de la carretera proyectada. Asimismo, se realizaron los ensayos de laboratorio con las muestras recolectadas.

Los pozos de muestreo han sido ubicados en el terreno colindante al camino existente, a una distancia de unos 20 a 50 metros del eje central del mismo. La profundidad de los pozos está comprendida entre 0.5 y 1.0 metros.

Como pruebas de calidad del suelo, primero se realizó la clasificación de suelos según la Norma AASHTO, en base a las pruebas físicas generales aplicadas a todas las muestras recolectadas. Luego se efectuó las pruebas dinámicas como ser la compactación y CBR, sobre las muestras más representativas de cada clasificación.

Conviene aclarar que los resultados de la prueba han sido ordenados dividiendo en 4 sectores la longitud total de la carretera (aproximadamente 220km.), ya que la cantidad de muestras recolectadas fue considerable.

En la tabla 2.4.1-1 se muestra los datos principales del resultado de estas pruebas. (Los detalles se mencionan en el documento de datos de referencias técnicas).

Tablo 2.4.1-1.

RESULTADO DE ENSAYOS PRINCIPALES DE SUELO A LO LARGO DE LA CARRETERA PROYECTADA

MUESTRA NO. CORRELATIVO DESDE SAN BORJA	AASHTO CLASIFI- CACION	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE		PASA TANIZ No.200(X)	COMPACTACION T99		
			LL	PI		MAX (kg/dm ³)	HUMEDAD OPT (%)	CBR (%)
(I No. 1 - 30)								
1-2-4-6-7-20-22								
25-26-27-30	A-4 (5-8)*	19.8	26	8	86	1.825	14.3	4.9
3-8-9-10-16-21	A-6 (7-8)	19.9	30	12	96	1.800	16.1	1.9
5-11-15-17-19-23	A-6 (9)	23.1	34	13	96	1.800	16.0	3.0
28-29	A-7-5 (20)	27.9	72	40	98	1.770	19.7	2.3
12-13-14-18-24	A-7-6 (14-19)	24.0	52	24	98	1.681	21.5	3.8
(II No. 31 - 60)								
41-(72)	A-4 (0-3)	15.0	21	N.P.	43	1.740	14.0	22.5
33-34-37-42-48	A-4 (6-8)							
-55-68		18.6	25	5	76	1.825	13.7	17.3
31-35-36-38-39								
40-44-47-54	A-6 (8-10)	20.0	36	14	93	1.767	17.9	4.7
32-50-51-56-58	A-7-5 (15-20)	28.9	61	30	98	1.497	25.0	4.3
43-45-49-52-57								
59-60	A-7-6 (9-13)	20.5	42	17	97	1.690	20.6	4.5
(III No. 61 - 90)								
(46)-61-73††	A-2-4 (0)	15.5	7	N.P.	19	1.660	5.2	13.3
66-67-71	A-4 (6-8)	11.6	23	5	77	1.830	13.9	9.5
62-63-65-80-83								
84-86-87-89	A-6 (8-10)	17.1	37	14	97	1.750	17.3	6.1
64-69-75-79-82-85	A-7-5 (20)	30.4	66	30	99	1.425	25.4	2.5
70-77-78-88	A-7-6 (9-13)	17.8	44	19	97	1.680	19.4	4.9
74-76-81-(53)-90	A-7-6 (14-19)	20.3	49	22	98	1.665	19.7	5.3
(IV No. 91 - 111)								
91-95-106	A-4 (6-8)	14.6	25	5	78	1.810	14.6	15.6
92-99	A-6 (8-10)	22.4	36	12	97	1.665	18.6	4.7
96-103-107	A-7 (15-17)	25.4	55	24	99	1.562	25.3	3.0
97-101-102-108-109						1.478	22.4	1.3
98-105-110-111	A-7-5 (20)	28.1	70	35	96	1.475	22.4	1.2
93-94	A-7-6 (9-13)	17.7	44	17	98	1.610	22.9	6.0
100-104	A-7-6 (14-19)	25.5	54	28	98	1.545	23.8	1.9
105 †††	A-4 (8)	33.2	27	N.P.	98	1.852	13.0	8.0
		28.1	27	4	95	1.860	13.1	14.6
		27.3	25	N.P.	88	1.870	13.0	14.2

† : Índice de Grupo ()

†† : Orilla de río

††† : Margen izquierda del río Manoré (ensayos adicionales)

Los resultados del estudio de suelos nos han permitido aclarar los siguientes aspectos acerca del material existente a lo largo de la carretera proyectada.

- 1) En todo el tramo se distribuye el material con clasificación A-7, A-6, A-4 y parcialmente A-2, constituyendo una proporción de 45%, 29%, 23% y 3% respectivamente con relación a la longitud total de la carretera.
- 2) La calidad del suelo colindante a la carretera en el tramo Trinidad, punto inicial del proyecto, hasta la margen derecha del Rio Mamoré en el km. 10.4 es de clasificación A-7 en casi todo su trayecto, excepto la de A-4 que existe en la parte final del tramo que constituye el dique natural del mismo rio.

Este suelo (A-7) podrá ser usado para el relleno de cuerpo de terraplén de este tramo, empero, por tener un CBR bajo, con valores de 1 a 3, no es adecuado para su uso como material de subrasante del tramo que tiene volumen de tráfico elevado.

De todas maneras, se podrá usar la tierra de buena calidad existente en la margen derecha del Rio Mamoré, en la parte final del tramo, que tiene clasificación A-4 y el valor CBR más de 12.

- 3) La calidad de suelo en el tramo entre la margen izquierda del Rio Mamoré (km. 10.4) hasta aproximadamente 19 kms es de A-7 en su mayoría, excepto la existencia esporádica de A-6, pudiendo ser utilizado como material de relleno para el cuerpo de terraplén. Asimismo, alguno de estos suelos que

tengan calidad relativamente buena, podrán ser utilizados para subrasante, empero, como la mayoría de ellos tienen un CBR bajo, 1 a 3, es deseable usar el material de mejor calidad para la capa superior de subrasante.

Para tal efecto, se podrá disponer de material A-4, con CBR mayor a 4, que existe en la margen izquierda del Rio Mamoré, constituyéndose el dique natural del mismo río.

Nota.- Para el conteo de kilometraje de la carretera no se tomó en cuenta el ancho del Rio Mamoré.

- 4) La tierra existente en la parte media del proyecto, desde aproximadamente la progresiva km. 97 hasta aproximadamente la progresiva km. 160, o sea, unos 63 kms, está compuesta principalmente de A-6 y A-4, entremezclándose en forma parcial la clasificación A-7. Sin embargo, no habrá problema en cuanto a la calidad, pudiéndose utilizar como material de relleno para cuerpo de terraplén y subrasante.
- 5) Desde la progresiva km. 29 hasta la progresiva km. 97 y, desde la progresiva km. 160 hasta San Borja, punto final del proyecto, el suelo está entremezclado con las clasificaciones A-4, A-6 y A-7. En el material clasificado con A-6 y A-7 existen suelos que no son apropiados como material de subrasante. Sin embargo, los tramos con material inadecuado son limitados, siendo posible asegurar para la subrasante con el transporte de material a corta distancia.

En la figura 2.4.1-1 se muestra la distribución de CBR del suelo y un programa de transporte de material para

subrasante, elaborado en base al resultado del estudio de suelos.

2.4.2 Estudio de Agregados

Para determinar los futuros bancos de préstamo de agregados destinados a la construcción de la carretera del proyecto que nos ocupa, en base a los resultados de los estudios realizados en la Fase I, se han realizado estudios de los lugares propuestos y también ensayos con los materiales de 6 lugares en el lado o sector de San Borja y con los de 5 lugares en el lado de Trinidad (Los detalles de estos ensayos se encuentran en los datos de referencia técnica).

Las Tablas 2.4.2-1 y 2.4.2-2 resumen los aspectos generales de los lugares estudiados como posibles bancos de préstamo de agregados.

1) Bancos de Préstamo de Agregados y Clases de Material Elegidos.

Los bancos de préstamo y los materiales se han elegido en base a los resultados obtenidos de los estudios y ensayos, tomando en cuenta la calidad de los agregados, volumen posible de extracción del banco de préstamo, las condiciones del terreno, las experiencias pasadas, etc.

Como resultado, se hizo una clasificación de los materiales por su uso y se los dividió en dos grupos, a saber, materiales del sector San Borja y materiales del sector Trinidad, tal como se resume a continuación.

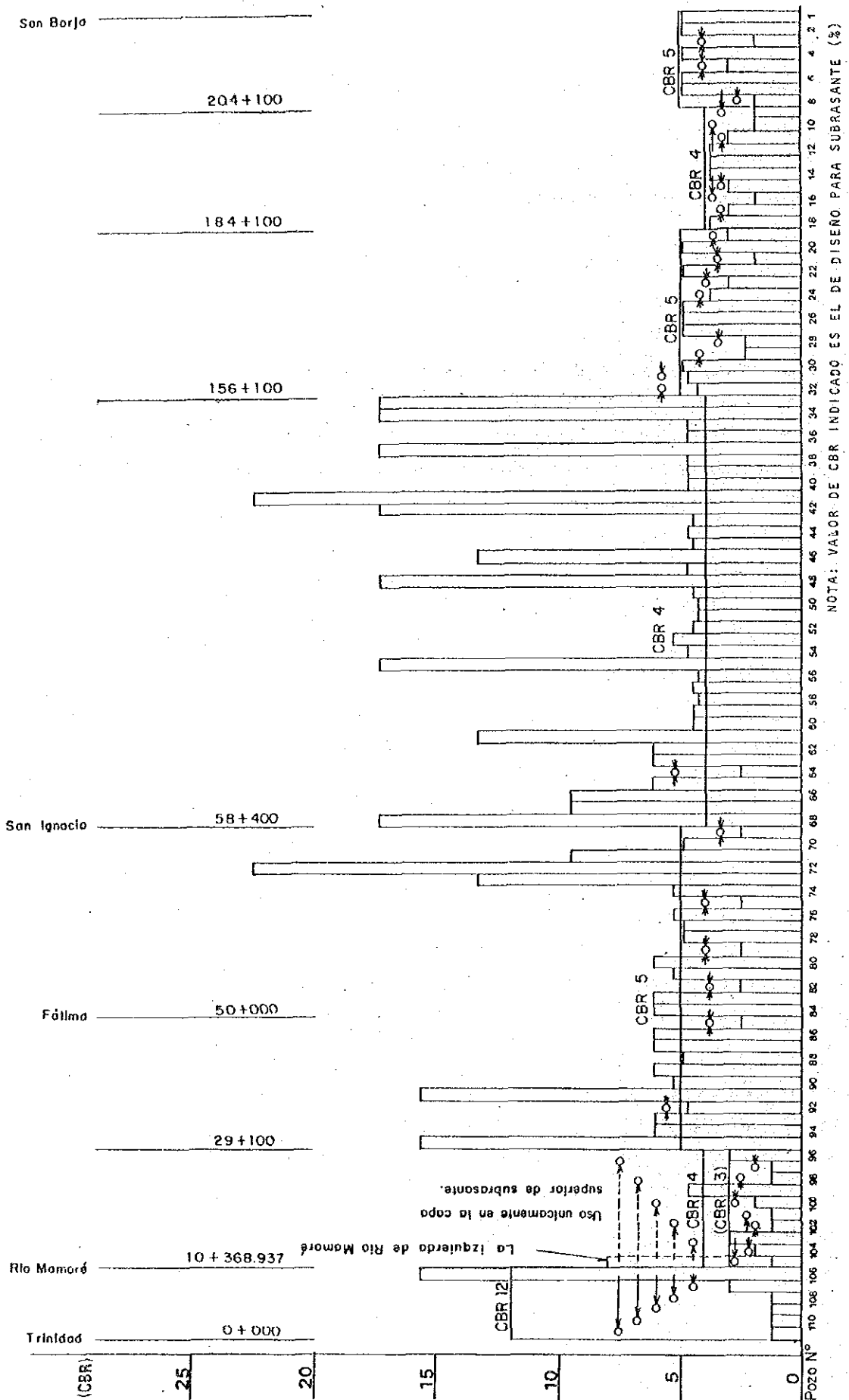


Fig. 2.4.1 - I Distribución de CBR del suelo natural y programa de Transporte de material para subrasante.

a. Material para capa Sub-base.

- Bancos Sector San Borja
(para el tramo entre San Borja y km 29.1 de Trinidad)

Caripo y Dartagñan -- Grava triturada sin seleccionar.

Se recomienda usar la mezcla de los materiales en ambos bancos.

- Cantera sector Trinidad
(para el tramo entre Trinidad y km 29.1)

Cerro Chico -- Piedra triturada sin seleccionar.

b. Materiales para capa Base y Superficial

- Cantera sector Trinidad
(Para usarse solo entre Trinidad y Rio Mamoré)
Cerro San Jorge -- Piedra triturada
(Yacimiento No.1) clasificada

c. Agregados para Hormigón de Puentes

- Bancos sector San Borja
Rio Quiquibey -- Agregado fino (arena)
-- Agregado grueso (grava)*

* Este agregado no puede ser usado para hormigón de alta resistencia.

Rio Alto Beni -- Agregado grueso (grava)

- Cantera sector Trinidad
Cerro San Jorge -- Agregado grueso (piedra
(Yacimiento No.1) triturada).
Rio Blanco -- Agregado fino (arena)
(Urubicha)

d. Otros

- Agregados para hormigón de baja resistencia.
Rios Caripo y Dartagñan -- Agregado grueso
(grava)
Rio Caripo, aguas abajo -- Agregado fino
(arena)

- Piedras bolones para fundaciones de estructuras.
Caripo, Rio Caripo, Rio Dartagñan y Cerro Chico
-- Piedras.

- Material de relleno para estructuras.
Caripo y Cerro Chico -- Grava y piedras tri-
turadas no seleccionadas.
Rio Mamoré -- Arena

- Cantos rodados
Rios Yucumo y Caripo -- Cantos rodados

2) Calidad de los agregados y volumen posible de extracción

La calidad de los materiales a extraerse de los principales lugares antes mencionados y las posibles cantidades que se podrán obtener como materiales para subbase y base se pueden resumir como sigue:

TABLA 2.4.2-1

BANCOS DE PRÉSTAMO ESTUDIADOS (1) EN EL SECTOR SAN BORJA

FUENTE	BANCO O CANTESA	DISTANCIA A ACCIDENTE		TIPO DE MATERIAL	U S O	OBSERVACIONES
		SAN BORJA	GEOGRAFICO			
Caripo	Banco de Préstamo Caripo (B.P.C.)	54 km	Plano boscoso	Gravoso	Subbase	- Carretera Nacional No.2 (Camino Plano) - Resultados actuales.
Río Caripo	Banco de Préstamo Río Caripo (B.P.B-C)	54	Río	Grava y arena	Sub-base, Horni- gón pobre.	- Carretera Nacional No.2 (Camino plano) - Resultados actuales.
Río Dartagnán	Banco de Préstamo Río Dartagnán (B.P.B-D)	59	Río	Grava y arena	Sub-base, Horni- gón pobre.	- Carretera Nacional No.2 (Camino plano) - No tiene resultados actuales.
Yshiyana No. 3	Cantera Yshiyana No. 3 (C.Y. No.3)	66	Montaña	Coluvial y roca	Sub-base	- Carretera Nacional No.3 (Camino montañoso) - No tiene resultados actuales.
Río Quiquibey	Banco de Préstamo Río Quiquibey (B.P.B-Q.)	80	Río	Grava y arena	Hornigón	- Carretera Nacional No.3 (Camino montañoso) - Resultados actuales.
Río Alto Beni	Banco de Préstamo Río Alto Beni (B.P.B-A.B.)	148	Río	Grava	Hornigón	- Carretera Nacional No.3 (Camino montañoso) - Resultados actuales.

± Mezcla de roca y arcilla

TABLA 2.4.2-2

BANCOS DE PRESTAMO ESTUDIADOS (2) EN EL SECTOR TRINIDAD

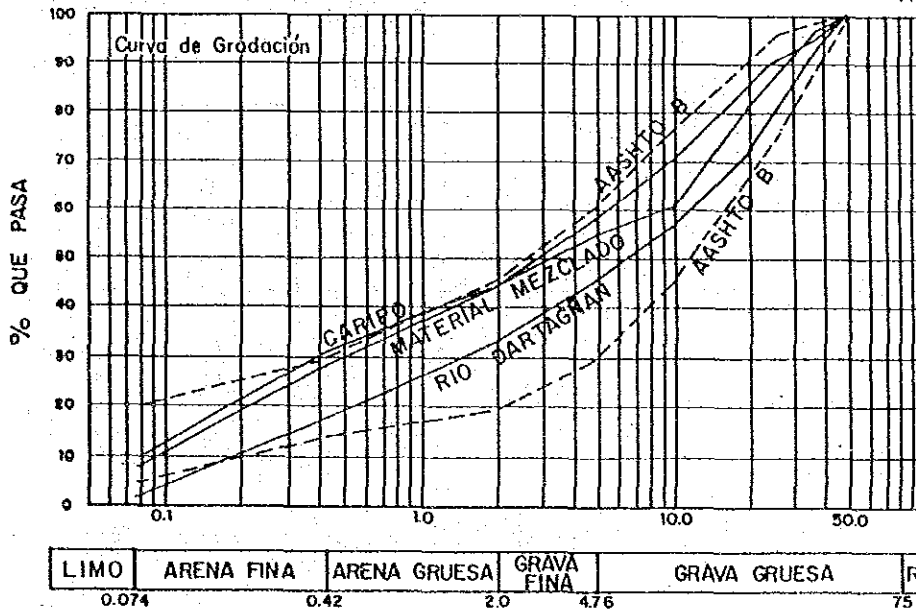
FUENTE	BANCO O CANTERA	DISTANCIA A TRINIDAD	ACCIDENTE GEOGRAFICO	TIPO DE MATERIAL	U S O	OBSEEVACIONES
Cerro Chico	Cantera Cerro Chico (C.C-C.)	172 km	Cerro	Boca (Areniscos y Cuarcita)	Subbase	- Carretera Nacional No.9 (Camino Plano) - Resultados actuales.
Cerro San Jorge	Cantera Cerro San Jorge (C.C-S) Yac. No.1, Yac. No.2, Yac. No.3	180 y 185	Cerro	Boca (Cuarcita y Gneis)	Pavimento, Hornigón	- Carretera Nacional No.9 (Camino plano) - No tiene resultados actuales.
Cerro Grande	Cantera Cerro Grande (C.C-G.)	200	Cerro	Boca (Granito)	Pavimento, Hornigón.	- Carretera Nacional No.9 (Camino plano) - No tiene resultados actuales.
Río Blanco	Banco de Préstamo Río Blanco (B.P.B-B) Urubicha, Once Porciiento	290 y 270	Río	Arena	Hornigón	- Camino vecinal, senda (Camino plano) - Resultados actuales.
Río Manoré	Banco de Préstamo Río Manoré (B.P.B-M.)	-	Río	Arena Fina	-	- Sobre el Proyecto - No tiene resultados actuales.

- a. Material para capa Subbase
- a-1 Grava de Caripo

Tabla 2.4.2-3 Calidad de la grava de Caripo

BLOQUE	PESEO ESPECIFICO †	ABSORCION ‡	ABRACION ‡	LIMITES LIQUIDO ††	INDICE PLASTICO ††	HUMEDAD OPTIMA	DENSIDAD MAXIMA	CBR 100	USO
No.1	2.36	5.6	62	14	N.P.	7.5	2.135	73	Subbase
No.2	3.38	5.2	64	15	N.P.	7.0	2.165	77	Subbase
No.3	2.42	4.8	62	16	N.P.	7.4	2.152	78	Subbase

† Fracción gruesa
 †† Pasa tamiz No. 40 (0.425mm)



Material	Bloque		
	No.1	No.2	No.3
Natural			
Retiene 4"	-	1%	1%
Retiene 3"	-	1%	2%
Retiene 2"	3%	4%	8%
Pasa 2"	97%	94%	89%
Totales	100%	100%	100%

Volumen posible de extracción
 (material para capa subbase):

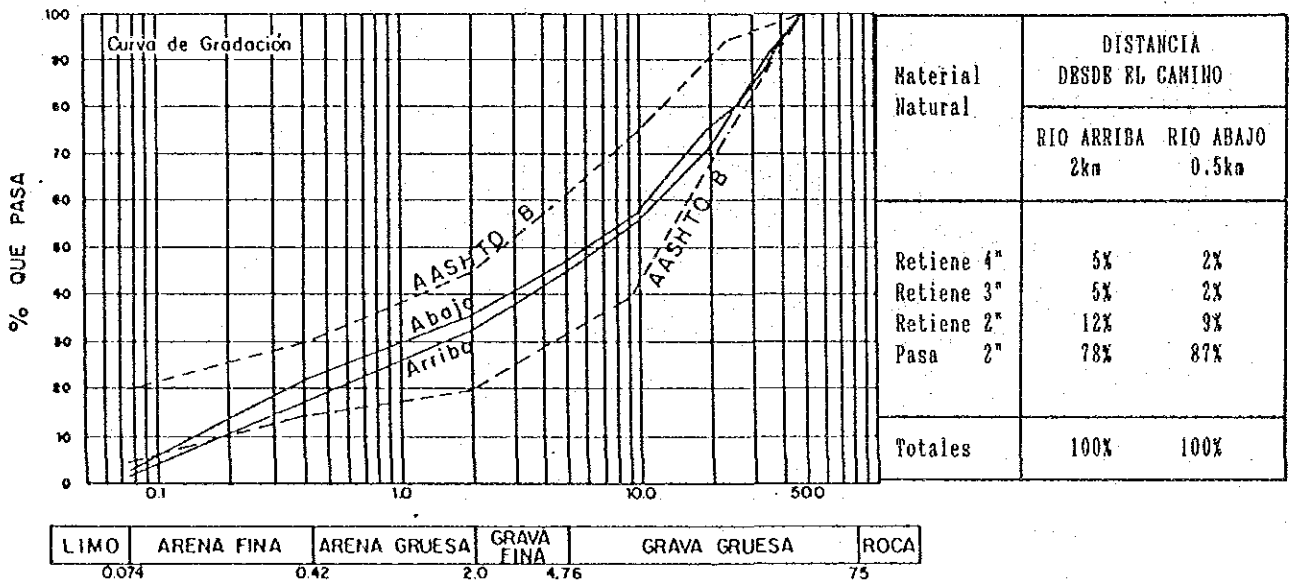
510,000m³

a-2 Grava del Rio Dartagñan

Tabla 2.4.2-4 Calidad de la grava del Rio Dartagñan

DISTANCIA DESDE EL CAMINO	PSO †	†	†	LIMITB**	INDICB**	HUMEDAD OPTIMA	DENSIDAD MAXIMA	CBR 95	CBR 100	USO
	ESPECIFICO	ABSORCION	ABRACION	LIQUIDO	PLASTICO					
2km Río arriba	2.42	3.8	77	14	N.P.	7.9	2.150	75	32	Subbase hormi- gón pobre.
0.5km Río abajo	2.39	4.9	64	N.P.	N.P.	7.6	2.145	105	38	Subbase, hormi- gón pobre.

† Fracción gruesa
 ** Pasa tamiz No. 40 (0.425mm)

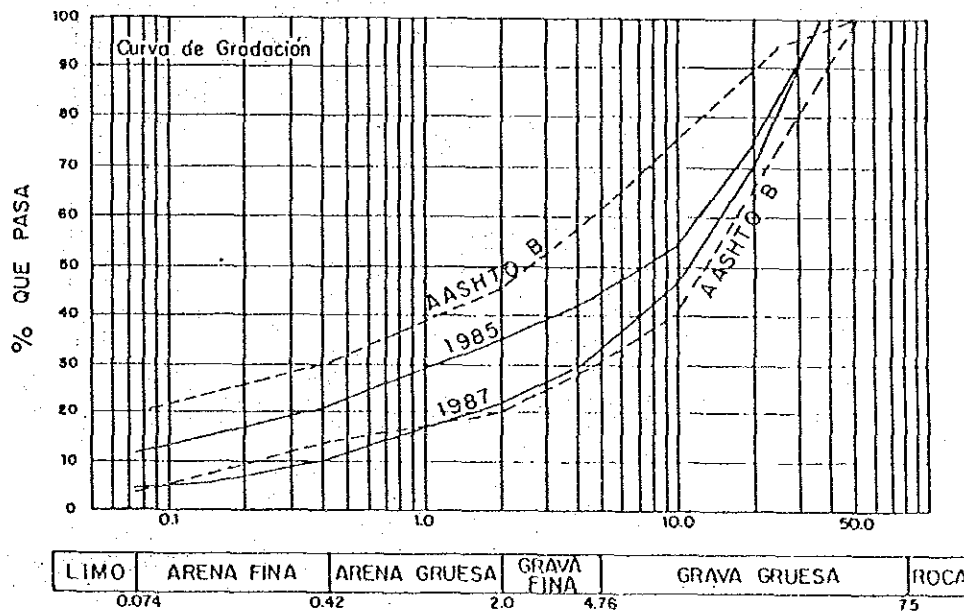


Volumen posible de extracción
 (material para capa subbase): 398,000 m3.

a-3 Mezcla de materiales de Caripo y Rio Dartagñan

Tabla 2.4.2-5 Calidad de la mezcla de materiales del sector San Borja para subbase

Banco de Préstano	P.R.	ABS	ABR	L.L.	IP	Humedad		Densidad	CBR100
						Optima	Máxima		
A: Caripo (No.2)	2.38	5.2	64	15	N.P.	7.0	2.165	77	
B: Río Dartagñan (arriba 2 km)	2.42	3.8	77	14	N.P.	7.9	2.150	75	
Material mezclado A:B = 1:1	2.41	4.3	74	16	N.P.	7.3	2.173	83	

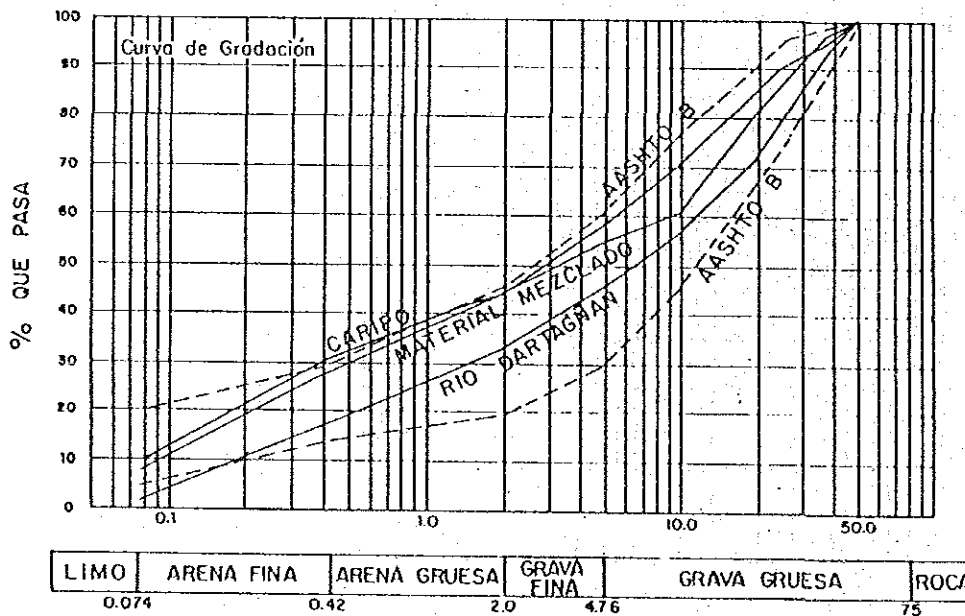


a-4 Piedra triturada de Cerro Chico

Tabla 2.4.2-6 Calidad de la piedra triturada de Cerro Chico

REPRESENTACION LITOLÓGICA	PESO ESPECÍFICO	ABSORCIÓN †	ABRASIÓN †	LÍMITE LIQUIDO ††	ÍNDICE PLÁSTICO ††	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD MÁXIMA	CBR 100	USO
1985 Arenisca	-	-	47	16	N.P	6.0	2.155	82	Subbase
1987 Cuarcita	2.54	1.3	31	N.P	N.P	7.3	2.239	84	Subbase

† Fracción gruesa
 †† Pasa tamiz No. 40 (0.425mm)



Volumen posible de extracción

(material para Subbase):

500.000m3 o más.

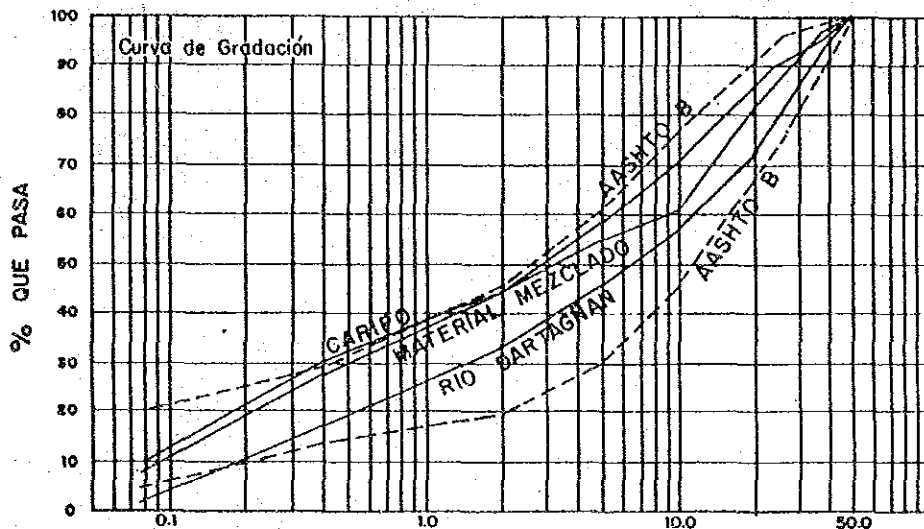
b. Materiales para capas base y superficial

b-1 Piedra triturada de Cerro San Jorge.

Tabla 2.4.2-7 Calidad de la piedra triturada de Cerro San Jorge

YACIMIENTO	REPRESENTACION LITOLÓGICA	PESO ESPECÍFICO †	ABSORCIÓN †	ABRASIÓN †	DIÁMETRO MÁXIMO DEL GRANO	LÍMITE LÍQUIDO ††	ÍNDICE PLÁSTICO ††	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD MÁXIMA	CBR 100	USO
No. 1	Cuarcita	2.64	0.3	24	25 mm	18	N.P	6.7	2.232	117	Pavimento
					50 mm	19	2	5.9	2.245	108	Hormigón.
No. 3	Gneís	2.56	1.1	29	25 mm	18	N.P	6.4	2.240	135	Pavimento Hormigón.

† Fracción gruesa
 †† Pasa tamiz No. 40 (0.425mm)



LIMO	ARENA FINA	ARENA GRUESA	GRAVA FINA	GRAVA GRUESA	ROCA
0.074	0.42	2.0	4.76	75	

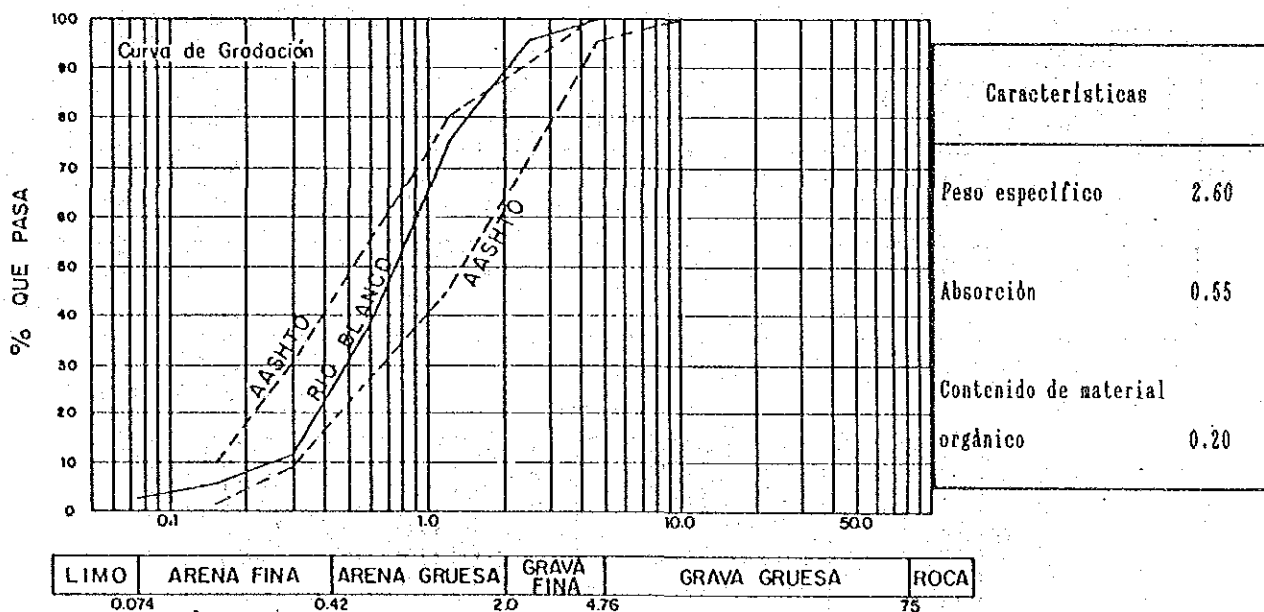
Volumen posible de extracción de Cerro San Jorge, Yacimiento No.1

(Agregados gruesos para capa base, capa superficial y hormigón): 1.500.000m³ o más.

c. Agregado para hormigón de Puentes

c-1 Arena de Rio Blanco

Tabla 2.4.2-8 Calidad de la arena de Rio Blanco (Once Por ciento a aproximadamente 10 kilómetros río abajo de Urubicha)



c-2 Arena y grava del Río Quiquibey

Tabla 2.4.2-9 Calidad de Agregados y resistencia del hormigón

a) Agregados (Agregado grueso, mezcla de cantos rodados y piedra triturada)

GRAVA.- Mezcla de grava chancada y grava natural de tamaño máximo, de 1" del Río Quiquibey.			ARBNA.- Natural del Río Quiquibey. Se debe eliminar el sobre tamaño a No. 4.		
TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACION	TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACION
1"	100	95 - 100	No. 4	100	95 - 100
3/4"	70	-	No. 8	88	-
1/2"	38	25 - 60	No. 16	77	45 - 80
3/8"	23	-	No. 30	66	-
No.4	0	0 - 10	No. 50	47	10 - 30
Módulo de fineza	7.07		No. 100	18	2 - 10
Peso Específico	2.59		No. 200	2	0 - 3
% de Absorción	2.6		Módulo de fineza	2.04	
Peso Unitario	1.43 kg/dm ³		Peso Específico	2.64	
Desgaste Los Angeles "A"	37.4%	< 40%	% de Absorción	1.2	
			Peso Unitario	1.50 kg/dm ³	

b) Resultados de ensayos de dosificación de hormigón (por m³) y de ensayos de resistencia.

MATERIALES	DOSIFICACION					
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
Grava chancada de 1" No.4 (kgr)	1.043	1.012	1.035	1.100	1.013	1.056
Arena natural No.4-No.200 (kgr)	680	687	703	779	779	779
Cemento Viacha (kgr)	470	470	450	340	340	340
Agua (Lts)	188	197	189	170	204	187
R a/c	0.40	0.42	0.42	0.50	0.60	0.55
% de Aire	5%	5%	5.5%	5.8%	6%	6%
Asentamiento en pulgadas	1 1/4	3"	2 1/2"	1"	3 1/2"	1 1/2"
Resistencia a 7 días kgr/cm ²		189	175		100	98
Resistencia a 28 días kgr/cm ²	329	245	239	192	162	192

Tabla 2.4.2-10 Antecedente de material, usado en el puente Yucumo

a) Agregados

Infraestructura	Hormigón Tipo "A"	210 kg/cm ²
Agregados	Grava natural 1 1/2"	Río Quiquibey
	Arena	Río Quiquibey

TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
1 1/2"	100.0	100	
1"	81.9	95 - 100	
3/4"	68.2		
1/2"	51.6	35 - 70	
3/8"	40.1	10 - 30	X
No. 4	14.4	0 - 5	

P.e	2.629
%Abs	2.542
M.f.	6.780

TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
3/8"	100.0	100	
No. 4	99.8	95 - 100	
No. 8	84.1		
No. 16	52.9	45 - 80	
No. 30	31.8		
No. 50	12.1	10 - 30	
No. 100	3.2	2 - 10	
No. 200	0.9	0 - 3	

P.e	2.577
%Abs.	2.753
M.f.	3.160

b) Resultados de los ensayos de dosificación de hormigón y su resistencia

HORMIGON TIPO "A"

Mezcla Plástica Rev: 2" - 4"
Tamaño agregado Grava: 1 1/2" - No. 4
Arena: No. 4 - No. 200

Relación a/c. = 0.48

Resistencia especifica 28 dias = 210 kg/cm2

Dosificación: Cemento SUCRE 340.0 kg/m3

Agua 163.2 Lt/m3

Arena s.s.s 723.0 kg/m3

Grava s.s.s 1161.0 kg/m3

Resultados : Asentamiento 2 1/2"

Resistencia a la compresión 7 dias
= 205 kg/cm2

Resistencia a la compresión 28 dias
= 252 kg/cm2

c-3 Grava del Rio Alto Beni

Tabla 2.4.2-11 Calidad de los agregados del Rio Alto Beni y resistencia del hormigón

a) Agregados

Superestructura Hormigón "H 350" 350 kg/cm²
 Agregados Grava semichancada 1" Rio Beni 50%
 Gravilla natural 5/8" Rio Beni 50%
 Arena Rio Quiquibey

TAMIZ	% QUE PASA		MEZCLA	ESPECIFICACIONES	OBSERV.
	GRAVA	GRAVILLA			
1"	98.7		100	95 - 100	
3/4"	57.0		75.9		
1/2"	12.3	70.4	43.7	25 - 60	
3/8"	3.5	65.6	31.1		
No. 4	0.5	3.9	3.3	0 - 10	
No. 8	0.2	0.4	0.4	0 - 5	

P.e 2.902
 %Abs. 0.810
 M.f. 6.900

TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	OBSERV.
3/8"	100.0	100	
No. 4	99.5	95 - 100	
No. 8	87.4		
No. 16	61.0	45 - 80	
No. 30	40.9		
No. 50	17.9	10 - 30	
No. 100	4.6	2 - 10	
No. 200	1.4	0 - 3	

P.e 2.618
 % Abs. 2.793
 M.f 2.890

b) Resultados de los ensayos de dosificación de hormigón y su resistencia.

HORMIGON H "350"

Mezcla Plástica Rev: 1" - 3"
Tamaño agregado Grava: 1" - No. 4
Arena: No. 4 - No. 200
Gravilla: 5/8" - No. 8

Relación a/c. = 0.37

Resistencia especifica 28 días = 350kg/cm²

Dosificación: Cemento VIACHA 470.0 kg/m³
Agua 139.1 Lt/m³
Superfluidificante SIKAMENT 9.4 kg/m³
Arena s.s.s 731.6 kg/m³
Gravilla s.s.s. 582.2 kg/m³
Grava s.s.s. 583.0 kg/m³

Resultados: Asentamiento 1 3/8"
Resistencia a la compresión 7 días
= 345 kg/cm²
Resistencia a la compresión 28 días
= 410 kg/cm²

c-4 Piedra triturada del Cerro San Jorge

Tabla 2.4.2-12 Calidad del material de Cerro San Jorge
(Yacimiento No.1) y resistencia del hormigón

a) Agregados

GRAVA.- Material chancado del Cerro de San Jorge Yacimiento No. 1.			ARBNA.- Natural del Río Quiquibey. Se debe eliminar el sobre tamaño a No. 4.		
TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACION	TAMIZ	% QUE PASA	ESPECIFICACION
1"	100.0	95 - 100	No. 4	100.0	95 - 100
3/4"	79.8	-	No. 8	87.7	-
1/2"	45.4	25 - 60	No. 16	76.7	45 - 80
3/8"	24.1	-	No. 30	66.1	-
No.4	0.7	0 - 10	No. 50	47.3	10 - 30
Módulo de fineza	6.95		No. 100	18.4	2 - 10
Peso Específico	2.64		No. 200	2.2	0 - 3
% de Absorción	0.3		Módulo de fineza	2.04	
Peso Unitario kg/dm ³	1.33		Peso Específico	2.64	
Desgaste Los Angeles "A"	24%	40%	% de Absorción	1.2	
			Peso Unitario kg/dm ³	1.5	

b) Resultados de los ensayos de dosificación de
hormigón (por m³) y su resistencia.

MATERIALES	DOSIFICACION		
	No. 1	No.2	No. 3
Grava chancada de 1" No.4 (kgr)	1,063	1,031	1,015
Arena natural No.4-No.200 (kgr)	680	687	677
Cemento Viacha (kgr)	470	470	470
Agua (Lts)	188	197	207
R a/c	0.40	0.42	0.44
% de Asentamiento	1 1/4"	2"	2 1/2"
% de contenido de aire	3 - 5	2.5 - 3.5	3 - 3.5
Resistencia a 7 días kgr/cm ²	325	285	269
Resistencia a 28 días kgr/cm ²	373	360	332

NOTA.- El material tiende a tener forma de láminas,
en el sistema de chancado del laboratorio
del SNC que es de tipo mandíbula.