

**MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO  
REPÚBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO  
PARA  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO  
DE LA CARRETERA NOROESTE  
DEL  
DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ**

**INFORME FINAL**

**DICIEMBRE, 1999**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)  
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
CENTRAL CONSULTANTS**

G R T
CR (2)
99-177

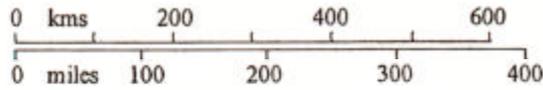
**MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO  
REPÚBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO  
PARA  
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO  
DE LA CARRETERA NOROESTE  
DEL  
DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ**

**INFORME FINAL**

**DICIEMBRE, 1999**

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
DEL JAPÓN (JICA)  
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL  
CENTRAL CONSULTANTS**

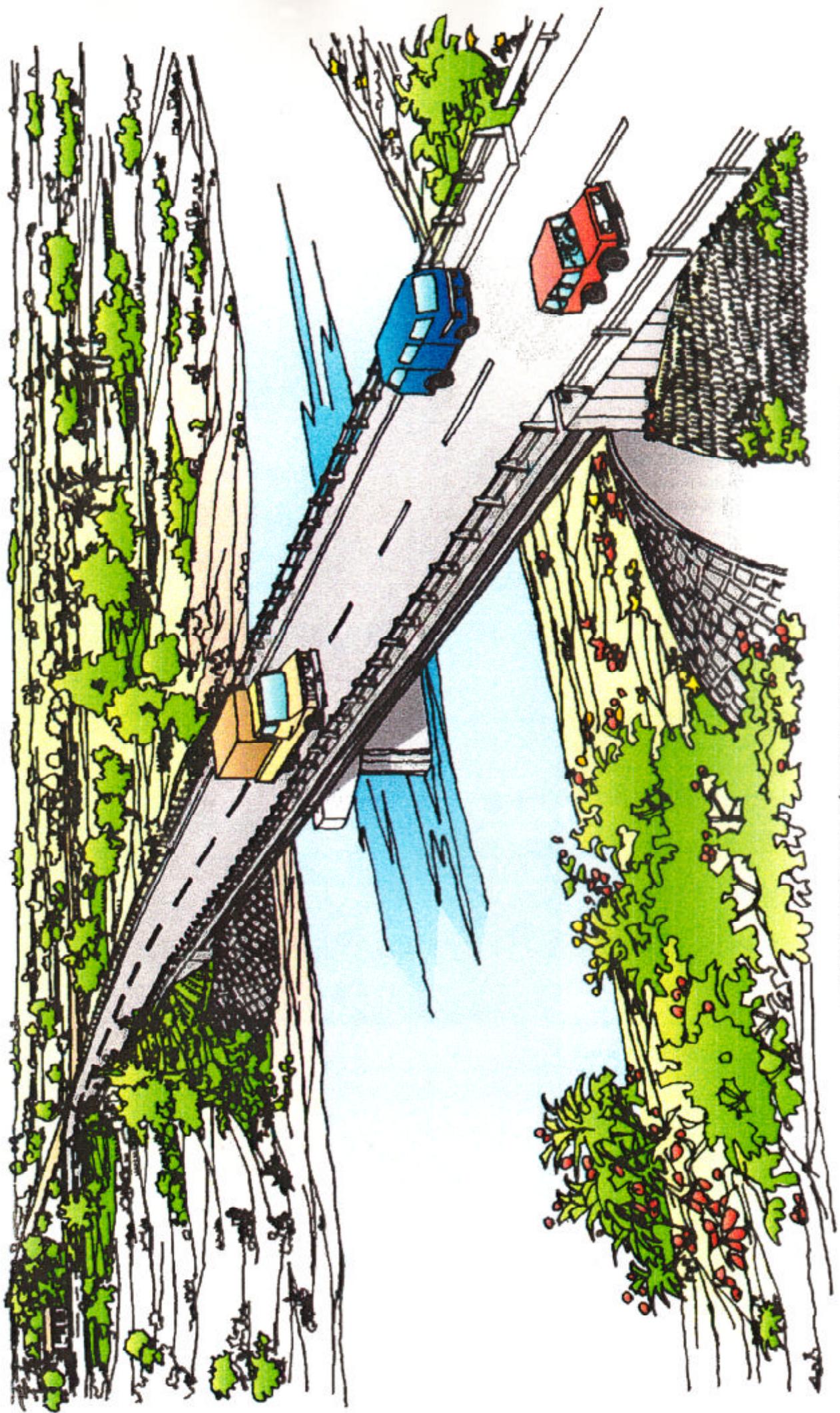


- Main roads
- ++++ Main railways
- International boundaries
- ⊗ Main airports



**MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO**





FIGURAS ESQUEMÁTICAS DE LOS PUENTES A CONSTRUIR

Fotografías

(No. 1)



Punto de partida Santa Fe:  
Camino de ripio de 10m de ancho  
hacia San Juan, el cual parte desde  
un camino de asfalto de 4 pistas.



Puente Tejerías (km. 3,9):  
Ancho total 7,8 m., puente de doble  
cajón ensanchado a puente de losa  
(vista desde aguas abajo)



Sección cerca del km. 5,5:  
Condición actual del camino de  
tierra (ancho 10m)



Puente en km 12:  
Puente de losa de hormigón  
armado, con ancho efectivo para la  
carga hacia la subestructura de 8m.,  
con largo total de 4m. (vista desde  
aguas abajo)

Fotografías

(No. 2)



Cercanías de la entrada a San Juan  
(km. 13)



Estructura en km. 36:



Condición actual del camino  
(km. 36):  
ancho 8 a 10m.



Puente Yapacanicito (km. 48):  
Puente de cercha con cubierta de  
madera, largo total 24.5 m., ancho  
3.8 m. (vista desde aguas abajo)

Fotografías

(No. 3)



Condición de estudio de eje central, lateral, transversal



Punto de perforación, condición de maquinarias (Puente Yapacanicito)



Punto de perforación, condición de maquinarias (Puente Tejerías)



Condición de colección de material para prueba de CBR, km 9.

## PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Pavimentación Carretera Santa Fe-Colonia San Juan-La Enconada y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón(JICA).

JICA envió a Bolivia una misión de estudio desde el del 6 de Junio hasta el 20 de Julio de 1999.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Bolivia y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Bolivia con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Bolivia, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Diciembre de 1999



---

Kimio Fujita

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Diciembre de 1999

## ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre Para el Proyecto de Pavimentación Carretera Santa Fe-Colonia San Juan-La Enconada en la República de Bolivia.

Bajo el contrato firmado con JICA, de Pacific Consultants International y Central Consultant Corp., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 27 de Mayo de 1999 hasta el 22 de Diciembre de 1999. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual de Bolivia, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,



Naoya Ogawa

Jefe del Equipo de Inguenieros  
Misión de Estudio de Diseño Básico  
Sobre el Proyecto de Pavimentación  
Carretera Santa Fe-Colonia San  
Juan-La Enconada  
República de Bolivia  
Pacific Consultants International  
Central Consultant Corp.

# TABLA DE CONTENIDOS

PREFACIO	
ACTA DE ENTREGA	
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	
FIGURAS ESQUEMÁTICAS DE LOS PUENTES A CONSTRUIR	
FOTOGRAFÍAS	
RESUMEN	

	<u>Page</u>
<b>CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD .....</b>	<b>1 - 1</b>
<b>CAPÍTULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO .....</b>	<b>2 - 1</b>
2.1 Objetivo del Proyecto.....	2 - 1
2.2 Concepto Básico del Proyecto.....	2 - 1
2.2.1 Concepto Básico .....	2 - 1
2.2.2 Contenido de la Solicitud y Resultados de su Estudio.....	2 - 1
2.3 Diseño Básico.....	2 - 2
2.3.1 Principios de Diseño Básico .....	2 - 2
2.3.2 Situación Natural .....	2 - 4
2.3.3 Diseño Basico .....	2 -40
2.4 Régimen de Ejecución del Proyecto.....	2 -86
2.4.1 Organización / Personal .....	2 -86
2.4.2 Presupuesto .....	2 -86
2.4.3 Personal/Nivel Técnico .....	2 -86
<b>CAPITULO 3 PLAN DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>3 - 1</b>
3.1 Plan de Ejecución.....	3 - 1
3.1.1 Política de Ejecución.....	3 - 1
3.1.2 Puntos Importantes Sobre la Implementación de las Obras.....	3 - 8
3.1.3 División de la Ejecución de las Obras .....	3 - 9
3.1.4 Plan de Supervisión de las Obras.....	3 -10
3.1.5 Plan de Adquisición de Materiales y Máquinas.....	3 -15
3.1.6 Cronograma de Implementación .....	3 -22
3.2 Estimación de Costos del Proyecto .....	3 -24
3.3 Plan de Mantenimiento .....	3 -25

<b>CAPITULO 4</b>	<b>EVALUACION DEL PROYECTO</b>	
	<b>Y RECOMENDACIONES</b> .....	4 - 1
4.1	Efectos del Proyecto.....	4 - 1
4.2	Recomendaciones.....	4 - 1

## LISTA DE LA TABLAS

		<u>Page</u>
Table 2.1	Condiciones Meterológicas en y Cerca del Área del Proyecto -----	2 -12
Table 2.2	Máxima Agua Caida Anualmente en San Juan de Yupacani y Saaverdra ---	2 -13
Tabla 2.3	Precipitación Probable en San Juan de Yapacani y en Saavdra-----	2 -14
Tabla 2.4	Precipitación en Col. San Juan de Yapacani (1989 - 1998)-----	2 -16
Tabla 2.5	Días Precipitados en San Juan de Yapacani -----	2 -15
Tabla 2.6	Lugares Inundados Sobre el Camino del Proyecto -----	2 -19
Tabla 2.7	Profundidad de Inundación y Longitud Total Desbordado-----	2 -18
Tabla 2.8	Máxima Descarga Probable a lo Largo del Camino del Proyecto -----	2 -22
Tabla 2.9	-----	2 -20
Tabla 2.10	Situación de Platarforma Actual -----	2 -25
Tabla 2.11	-----	2 -26
Tabla 2.12	Número de Examen Realizado y Limite de Cifra Obtenida-----	2 -26
Tabla 2.13	Resultado del Examen CBR de los Materiales de Terraplén-----	2 -32
Tabla 2.14	Existen Curvas de Radio Pequeño -----	2 -34
Tabla 2.15	Categoría de Carreteras y Velocidad -----	2 -40
Tabla 2.16	Criterio Geométrico-----	2 -41
Tabla 2.17	Dimensión de la Carretera -----	2 -41
Tabla 2.18	Ancho de Puente-----	2 -42
Tabla 2.19	Unidad de Peso (Dimensión: kg/m <sup>3</sup> ) -----	2 -43
Tabla 2.20	-----	2 -45
Tabla 2.21	-----	2 -59
Tabla 2.22	-----	2 -62
Tabla 2.23	Tráfico de Vehículos Grandes para Diseño Unidad por Día de un Sentido----	2 -63
Tabla 2.24	Producción Agrícola en la Zona Vecina de San Juan -----	2 -63
Tabla 2.25	Tráfico de Vehículos Grandes para Diseño por Día de un Sentido Unidad----	2 -64
Tabla 2.26	PromeDio de Tráfico de Vehículos Pesados Durante Todo el Período -----	2 -64
Tabla 2.27	Estimación de Aplicaciones Totales de 18-kip (ESAL) -----	2 -64
Tabla 2.28	Distancia Entre Apoyos y la Luz Entre Pilares Extremos por Número de Luces-----	2 -70
Tabla 2.29	Seccious Transversales Estandarizadas -----	2 -74
Tabla 2.30	Forma de Pueutes y Distancia Aplicable Entre Apoyos -----	2 -75
Tabla 2.31	Tipo de Subestructura o Relación Entre Tipo de Subestructura y Altura ----	2 -78
Tabla 2.32	Comparación de Formas del Pilar de Puente-----	2 -79

Tabla 2.33	Tipos de Pilotes para Cimiento. -----	2 -80
Tabla 2.34	Comparación de Tipos de Pilotes -----	2 -81
Tabla 2.35	Lista de Nuevas Estructuras Transversales (1/2) -----	2 -84
Tabla 2.35	Lista de Nuevas Estructuras Transversales (2/2) -----	2 -85
Tabla 2.36	Organigrama del Viceministerio de Transporte Comunicación y Aeronautica Civil-----	2 -87
Tabla 2.37	Estructura de Prefectura -----	2 -88
Tabla 3.1	Lugar de Adquisición de Materiales-----	3 -18
Tabla 3.2	Las Máquinas Principales Son Como Sigue-----	3 -21
Tabla 3.3	Cronograma de Implementación -----	3 -23
Tabla 3.4	Costo Aproximado Cubierto por Bolivia -----	3 -24
Tabla 3.5	-----	3 -27

## LISTA DE LA FIGURAS

		<u>Page</u>
Figura 2.1	Area de Inundación en el Area de San Juan-Antofagasta (por Inundaciones de 1992 en el Plan Maestro) -----	2 - 5
Figura 2.2	Area de Inundación en el Area de San Juan-Antofagasta (por Inundaciones durante Diciembre 1996 a Febrero 1997)-----	2 - 6
Figura 2.3	Structural Plan for Flood Control and Drainage Improvement in San Juan-Antofagasta-----	2 - 8
Figura 2.4	Representative Meteorological/Rainfall Gauging Stations in and around the Project Area -----	2 -10
Figura 2.5	Topography and River Basins in and around the Project Road-----	2 -11
Figura 2.6	Curvas de Intersidad Pluviométrica en-----	2 -17
Figura 2.9	Razón de Descarga Máxima de los Casos Con y Sin Mejoramiento del Río, Bajo Inundación Permitida -----	2 -24
Figure 2.10	Tegeria Bridge Geological Profile -----	2 -28
Figure 2.11	Yapacanicito A Bridge Geological Profile -----	2 -29
Figure 2.12	Yapacanicito B Bridge Geological Profile -----	2 -30
Figura 2.17	-----	2 -60
Figura 2.18	Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input-----	2 -65
Figura 2.19	Puente Tejería-----	2 -72
Figura 2.20	Puente Yapacanicito A-----	2 -72
Figura 2.21	Puente Yapacanicito B-----	2 -72
Figura 2.22	Comparacion de La Superestructura de Los Puentes -----	2 -76
Figura 2.23	Seccion de Superestructura -----	2 -77
Figura 2.24	Número y Posición de Estructuras Transversales-----	2 -83
Figura 3.1	Area de Infraestructura Vial -----	3 -26

## Resumen

La República de Bolivia (en adelante se denominará Bolivia) es un país mediterráneo del continente Sudamericano ubicado en el centro geográfico, limita con Chile y Perú por el lado occidental, teniendo la Cordillera de los Andes con picos de hasta 6000 msnm, por el lado oriental limita con Brasil teniendo llanuras de hasta 300 msnm, demostrando así una gran variedad de clima.

El Departamento de Santa Cruz, pertenece a la llanura oriental con una altura promedio de 250 a 300 msnm, su topografía, suelo y clima son muy favorables para la producción agropecuaria. Santa Cruz produce el 36% de la producción total o nacional agropecuaria teniendo el 43% de terreno cultivable del país. Es por esto que Santa Cruz juega un papel importante en la agricultura.

La Colonia San Juan de Yapacani, que está ubicada en el área de este estudio, se dedicaba en su asentamiento inicial a la agricultura de autosuficiencia en base al cultivo del arroz. En los años recientes, San Juan ha diversificado su producción con la introducción de soya, cítricos, gallinas (carne y huevos), etc. resultando en una alta rentabilidad por la intensificación de la producción. Se ha incrementado y estabilizado el ingreso, jugando un papel de liderazgo importante en la producción agrícola en todo el Departamento de Santa Cruz.

Sin embargo, la carretera principal de la zona Santa Fe- San Juan- La Enconada, que siendo la ruta importante de transporte de productos agrícolas (47.5km. aprox.), se ve obstruida en la época de lluvias ya que en algunos tramos se forman lodazales que son impenetrables. También por las inundaciones se cubre el camino por agua, haciéndose imposible, temporalmente, la circulación de vehículos. La época de lluvias coincide con el período máximo de cosecha de arroz, obstaculizando el desarrollo económico de la zona.

Bajo estas condiciones, ambos Gobiernos han decidido llevar a cabo el “Plan de Mejoramiento de Carretera Noreste de Santa Cruz”, el cual ha sido deseado por los habitantes de Departamento de Santa Cruz, incluyendo los inmigrantes japoneses. Ellos han deseado por mucho tiempo una carretera transitable durante todo el año, bajo todas las condiciones meteorológicas. Dado lo anterior, en el mes de junio del 1998 el Gobierno de Bolivia ha solicitado al Gobierno de Japón la Cooperación Financiera No Reembolsable para el proyecto de la pavimentación de la carretera antes mencionada logrando transitabilidad por todo el año, además para la reconstrucción de puentes y obras civiles de drenaje existentes en la zona.

El gobierno de Japón ha considerado adecuado y ha aceptado la solicitud del proyecto bajo el esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable, decidiendo la realización del Estudio de Diseño Básico para tal proyecto y el cual encargó a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (en adelante JICA).

JICA envió una misión de Estudio de Diseño Básico, incluyendo la realización del estudio del campo bajo el proyecto, desde 7 de junio hasta 18 de julio a Bolivia para confirmar el contenido de la solicitud y recoger información para una adecuada evaluación pertinente para la Cooperación Financiera No Reembolsable.

La misión de Estudio de Diseño Básico ha deliberado y confirmado antecedentes, contenidos, posicionamiento del proyecto, regímenes de ejecución y de mantenimiento con autoridades bolivianas encargadas del proyecto.

También, ha realizado estudios en terreno entre Santa Fe y La Enconada sobre la situación topográfica, hidrometeorológica y geológica, además de la recolección de datos e información en relación a índices socio-económicos, situación de propiedad territorial y uso de tierra, antecedentes sobre inundación y volumen de tráfico vehicular actual etc.

Con un análisis posterior en Japón, basado en la información arriba mencionada, se verificó la viabilidad de la solicitud y se ha conformado el Diseño Básico elaborando un Borrador Informe Final.

Como resultado del estudio el contenido de la solicitud ha cambiado, como se muestra en la Tabla 1, debido a las siguientes razones: 1) considerar los planes a futuro en Bolivia; 2) reflejar los resultados del análisis hidrológico; 3) dado que no existe suficiente tráfico, y además esta fuera del área de estudio, se elimina el puente Palacios, y 4) adicionalmente se requiere la construcción de un by-pass para San Juan.

**Tabla 1 Comparación del Contenido del Proyecto**

	Contenido de la Solicitud	Contenido del Cambio
Largo de ruta (km)	Santa Fe - La Enconada Distancia: 47.5Km	Santa Fe - San Juan : 14.5km San Juan - La Enconada : 34.3km San Juan Bypass : 1.7km Total : 50.5 km
Puente	Puente Yapacanicito : 40m	Puente Tejeria : L=22.30m Posicion : 3km818m
	Puente Palacios : 60m	Puente Yapacanicito A : L=22.30m Posicion : 25km325m
		Puente Yapacanicito B : L=48.55m Posicion : 48km647m

Además, las Normas de Diseño utilizadas en este proyecto se enumeran a continuación:

- SNC (Servicio Nacional de Caminos, Bolivia) decidió el alinamiento de la ruta.
- Diseño Estandar de AASHTO (USA)
- Especificaciones de Puentes Camineros (Asociación Japonesa de Carreteras)
- Especificaciones de Subestructuras (Asociación Japonesa de Carreteras)

JICA envió una misión explicativa de dicho borrador a Bolivia entre el 17 y el 29 de Octubre de 1999, y llegó a un acuerdo entre ambas partes sobre el contenido del informe.

El contenido del plan de diseño que finalmente se decidió se muestra a continuación.

**Tabla 2 Contenido del Proyecto**

Item	Contenido		
Nombre del Proyecto	Plan de Mejoramiento de Carretera Noreste de Santa Cruz		
Antecedentes	La ruta en estudio, ubicada 130 km al noreste de Santa Cruz, entre Santa Fe y La Enconada, en un tramo de 50km, se encuentra en malas condiciones. Además sufre de inundaciones en el periodo de lluvias, imposibilitando el transporte de la producción agrícola		
Objetivo	Mejoramiento de la ruta arriba mencionada, haciéndola transitable todo el año		
Organización ejecutora	Dirección Departamental de Desarrollo Infraestructural de Santa Cruz		
Población beneficiada	Directamente: más de 30.000 personas Indirectamente: 1.300.000 personas.		
Traffic Vehicular Pesado Estimado para 2009	Santa Fe - San Juan	San Juan - La Enconada	
	360 veh/día	260 veh/día	
Dimensiones	Largo : 14.5 km Ancho: Acera : 2x1.75m Calzada : 2x3.25m Total : 10.0 m Número de carriles : 2	Largo : 34.3 km Ancho: Acera : 2x1.25m Calzada : 2x3.25m Total : 9.0 m Número de carriles : 2	
Puentes	Tejerías	Yapacanico A	Yapacanico B
	Largo : 22.3 m Tramos : 1 Estructura: Viga I PC Ancho calzada : 8.0 m Ancho Total : 10.0 m	Largo : 22.3 m Tramos : 1 Estructura: Viga I PC Ancho calzada : 7.0 m Ancho Total : 9.0 m	Largo : 48.55 m Tramos : 2 Estructura: Viga I PC Ancho calzada : 7.0 m Ancho Total : 9.0 m
Otras estructuras	Estructuras transversales hidráulicas (alcantarillas cajón, y tubulares)		
Otras ítem con mención especial	1.7 km de un by-pass en San Juan, con el mismo estándar que el camino entre Santa Fe y San Juan		

El período necesario para este proyecto de mejoramiento de carretera se ha previsto en 4 meses para el diseño detallado, 2 meses para la licitación y 28 meses para la ejecución de la pavimentación (construcción).

El monto total de la realización de la obra por el esquema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón se estima en tres mil ciento treinta y cuatro millones de yenes. De los cuales la totalidad son desembolsado por la parte japonesa

La organización responsable de este proyecto es el Ministerio de Desarrollo Económico, y la entidad ejecutora es la Dirección Departamental de Desarrollo Infraestructural de Santa Cruz. En cuanto al mantenimiento vial no se ha consolidado aún el sistema de conservación y de mantenimiento, pero que está previsto la estructuración del sistema hasta año 2002 en torno al actual Unidad de Fiscalización de Obras de dicha Dirección Departamental.

La carretera a ser pavimentada y los puentes y obras transversales a ser construidos se utilizarán por un largo período y van a funcionar como una ruta de primera importancia. Por lo tanto se requiere un esfuerzo permanente para una adecuada conservación. Especialmente antes y después de la época de lluvia se requiere una inspección regular para no ignorar algún pequeño deterioro a reparar cuanto antes. En este el Gobierno de Bolivia consolidará el Régimen de Conservación y Mantenimiento a tiempo para cuando la obra sea terminada.

Los beneficios directos que se esperan conseguir con la realización de este proyecto, se enumeran a continuación:

- (1) Eliminar el aislamiento del área durante inundaciones.

El efecto adverso de inundaciones afecta especialmente los 36 km de la ruta actual entre las zonas de La Enconada y Antofagasta, produciéndose fácilmente su aislamiento, por esto, gracias al presente proyecto se pretende posibilitar la conexión de todas las zonas.

- (2) Asegurar el transporte estable de la producción.

Asegurar el transporte seguro a los centros de consumo desde los de producción y reducir los daños a los productos agrícolas, y los efectos en el flete.

- (3) Reducir el costo de mantenimiento de carreteras.

Actualmente, la asociación Japonesa-Boliviana está costeadando todos los años la mantención del camino de grava en mal estado. Este costo se reducirá con la apertura del nuevo camino.

- (4) Reducir el costo de mantenimiento de vehículos

Se reducirá el costo de mantención dada la mayor durabilidad de los neumáticos al rodar en una mejor superficie.

Además, se pueden considerar los siguientes beneficios indirectos:

- (5) Mejoramiento de la calidad de educación, salud e higiene, servicio médico etc. como resultado de la circulación de tráfico permanente.

- (6) Aceleración de la explotación agropecuaria de la zona norte del proyecto, resultando en un incremento de la actividad económica agrícola y consecuentemente beneficios no solo al Departamento de Santa Cruz sino a todo el país de Bolivia.

Este proyecto traerá muchos resultados positivos y contribuirá ampliamente al desarrollo regional en el campo económico-social, por lo que es muy razonable y justificable ejecutar el proyecto bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable.

## **CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD**

La República de Bolivia es un país mediterráneo del continente sudamericano ubicado en el medio geográfico, limita con Chile y Perú por el lado occidental, teniendo la Cordillera de los Andes con picos de hasta 6000 msnm, por el lado oriental limita con Brasil teniendo llanuras de hasta 300 msnm, demostrando así una gran variedad de climas.

El Departamento de Santa Cruz, pertenece a la llanura oriental con una altura promedio de 250 a 300 msnm, su topografía, suelo y clima son muy favorables para la producción agropecuaria. Santa Cruz produce el 36% de la producción total o nacional agropecuaria teniendo el 43% de terreno cultivable del país. Es por esto que Santa Cruz juega un papel importante en la agricultura.

La Colonia San Juan de Yapacani, que está ubicada en el área de este estudio, se dedicaba en su asentamiento inicial a la agricultura de autosuficiencia en base al cultivo del arroz. En los años recientes, San Juan ha diversificado su producción con la introducción de soya, cítricos, gallinas (carne y huevo), etc. resultando en una alta rentabilidad por la intensificación de la producción. Se ha incrementado y estabilizado el ingreso, jugando un papel de liderazgo importante en la producción agrícola en todo el Departamento de Santa Cruz.

Sin embargo la carretera principal de la zona Santa Fe – San Juan – La Enconada que siendo la ruta importante de transporte de productos agrícolas (47.5km. aprox.) se ve obstruida en la época de lluvias ya que en algunos tramos se forman lodazales que son impenetrables. También por las inundaciones se cubre el camino por agua, haciéndose imposible, temporalmente, la circulación o tránsito de vehículos. La época de lluvias coincide con el periodo máximo de cosecha de arroz, obstaculizando el desarrollo económico de la zona.

Bajo estas condiciones, ambos Gobiernos han decidido llevar a cabo el “Plan de Mejoramiento de Ruta Noroeste de Santa Cruz”, el cual ha sido deseado por los habitantes del Departamento de Santa Cruz, incluyendo los colonizadores japoneses. Ellos han deseado por mucho tiempo una carretera transitable todo el año, bajo todas las condiciones meteorológicas. Dado lo anterior, el Gobierno de Bolivia ha planteado al Gobierno de Japón la urgente necesidad de mejoramiento de la ruta antes mencionada, en concreto, se requiere una pavimentación asfáltica de las carreteras, además de la reconstrucción de puentes existentes en la zona.

## **CAPÍTULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

El mejoramiento de la carretera principal del Departamento de Santa Cruz, que produce el 36% de la producción total agropecuaria de la República de Bolivia, es sumamente importante para poder realizar las políticas agrícolas que constituyen la parte central del desarrollo económico y social del mismo departamento.

En el Departamento de Santa Cruz, la red de transporte del departamento se ha visto interrumpida en varias ocasiones por inundaciones debido a problemas relacionados con la planeación, la construcción y el mantenimiento de la red de carreteras, a cambios en las condiciones meteorológicas así como a circunstancias especiales que rigen en la zona de influencia,.

En vista de que la carretera principal de la zona Santa Fe - Colonia San Juan - La Enconada, zona modelo de producción agropecuaria del Departamento de Santa Cruz, se ve obstruida en algunos tramos por inundaciones en la época de lluvias, el presente proyecto de cooperación tiene como objetivo mejorar y pavimentar las carreteras para asegurar la circulación de vehículos todo el año, además de asegurar el tránsito seguro, contribuyendo así a la estabilización de la producción agrícola y de la distribución.

### **2.2 Concepto Básico del Proyecto**

#### **2.2.1 Concepto Básico**

De acuerdo con el contenido de la solicitud de la República de Bolivia, se efectuará el estudio de campo, y se determinará un plan óptimo de carreteras a través del análisis hidrográfico, el estudio de la composición del ancho de las carreteras, el plan de alineamiento horizontal, el plan de alineamiento longitudinal y transversal, la estimación del volumen de tráfico, el plan de pavimentación y el estudio comparativo de puentes y otras estructuras transversales,.

Los resultados de estudios se detallan a partir de la sección 2.3.

#### **2.2.2 Contenido de la Solicitud y Resultados de su Estudio**

Se han resumido los resultados de las discusiones sostenidas con las personas encargadas de las autoridades concernientes de la parte boliviana y de análisis y estudios de los datos obtenidos del estudio en campo, en los siguientes puntos.

- Plan de carreteras

La longitud total de los tramos será de 50,5 km. (Santa Fe - San Juan: 14,5 km, San Juan - La Enconada: 34,3 km, Desviación San Juan: 1,7 km).

- Plan de puentes

El puente Palacios no se contemplará en el presente diseño básico, debido a que no cuenta con un plan de mejoramiento concreto y que el volumen de tráfico es muy poco.

Se construirán puentes en 3 puntos: Tejería, Yapacanicito (A) y (B).

- Estructuras transversales de desagüe

Las estructuras transversales de desagüe existentes no tienen capacidad suficiente y son obsoletos, por lo que se planea reponerlas todas.

Alcantarilla de tubo en 27 puntos

Alcantarilla de cajón en 27 puntos

- Otros

Mejoramiento de canal de desagüe en la zona urbana de Santa Fe y de San Juan.

Atención a la seguridad del tráfico especialmente en la zona urbana.

## **2.3 Diseño Básico**

### **2.3.1 Principios de Diseño Básico**

Teniendo como objeto principal preparar un plan de construcción de “carreteras y puentes a prueba de inundaciones”, se establecen los siguientes ítems como puntos prioritarios del aspecto técnico en la realización del presente estudio.

#### (1) Carreteras

- a) Determinación de la altura de diseño de la carretera en la parte cubierta por el agua
- b) Planeación de estructuras transversales de desagüe apropiadas
- c) Estimación del volumen de tráfico de diseño que será utilizado para diseñar el ancho óptimo de la carretera y el pavimento
- d) Estudio de los materiales de la subbase que tiene la mayor influencia en el costo y el plazo de construcción.

- (2) Puentes
  - a) Determinación de la longitud mínima de los puentes
  - b) Determinación de la sección de flujo y espacio libre debajo de los puentes
- (3) Medidas contra la erosión en el talud del terraplén de las carreteras y en las vecindades de los puentes
- (4) Recomendaciones sobre la manera de mantenimiento y administración

## 2.3.2 Situación Natural

### (1) Hidrología y Meteorología

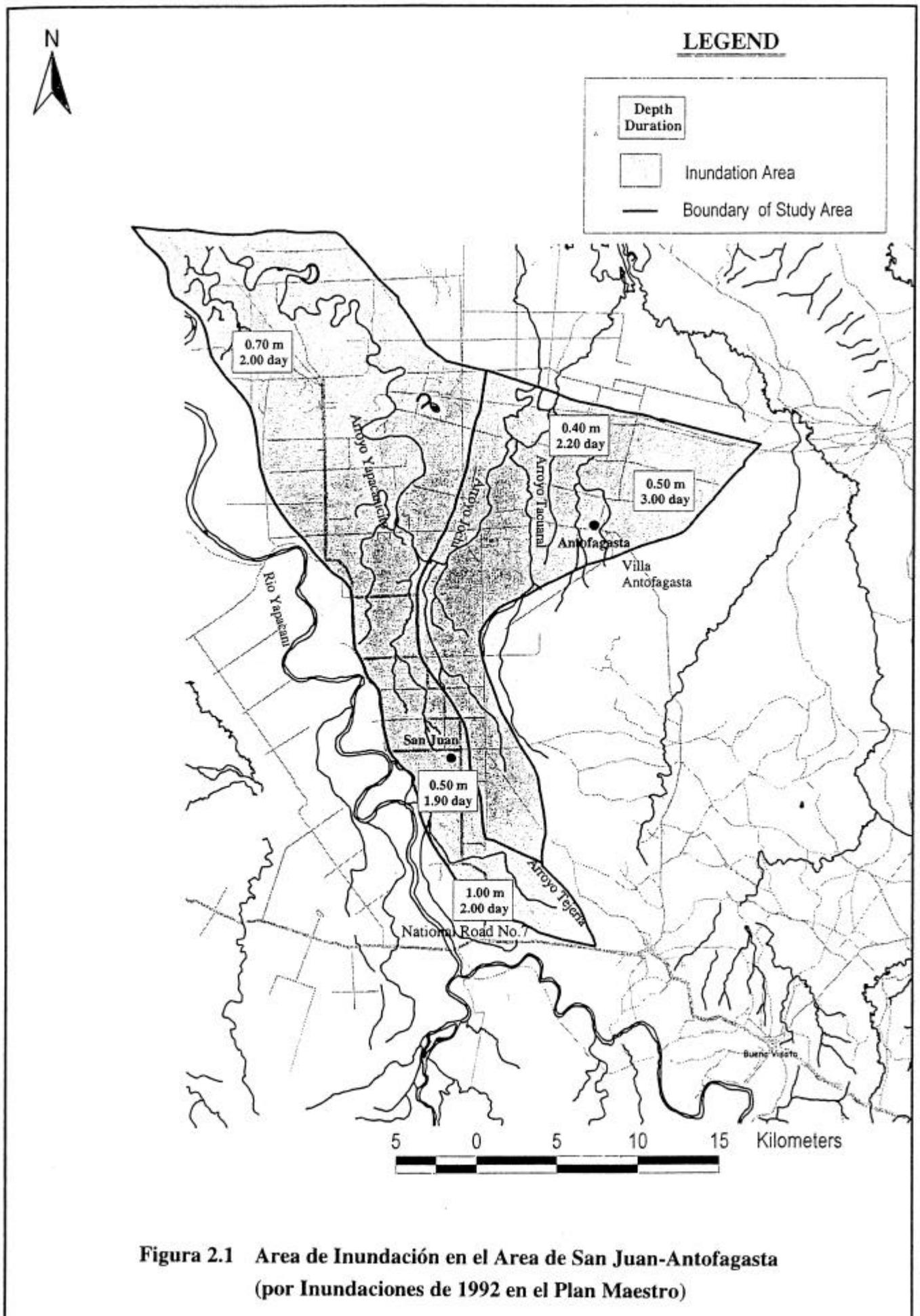
- 1) Situación de inundación en el área objeto del proyecto y plan de control de inundación y drenaje.

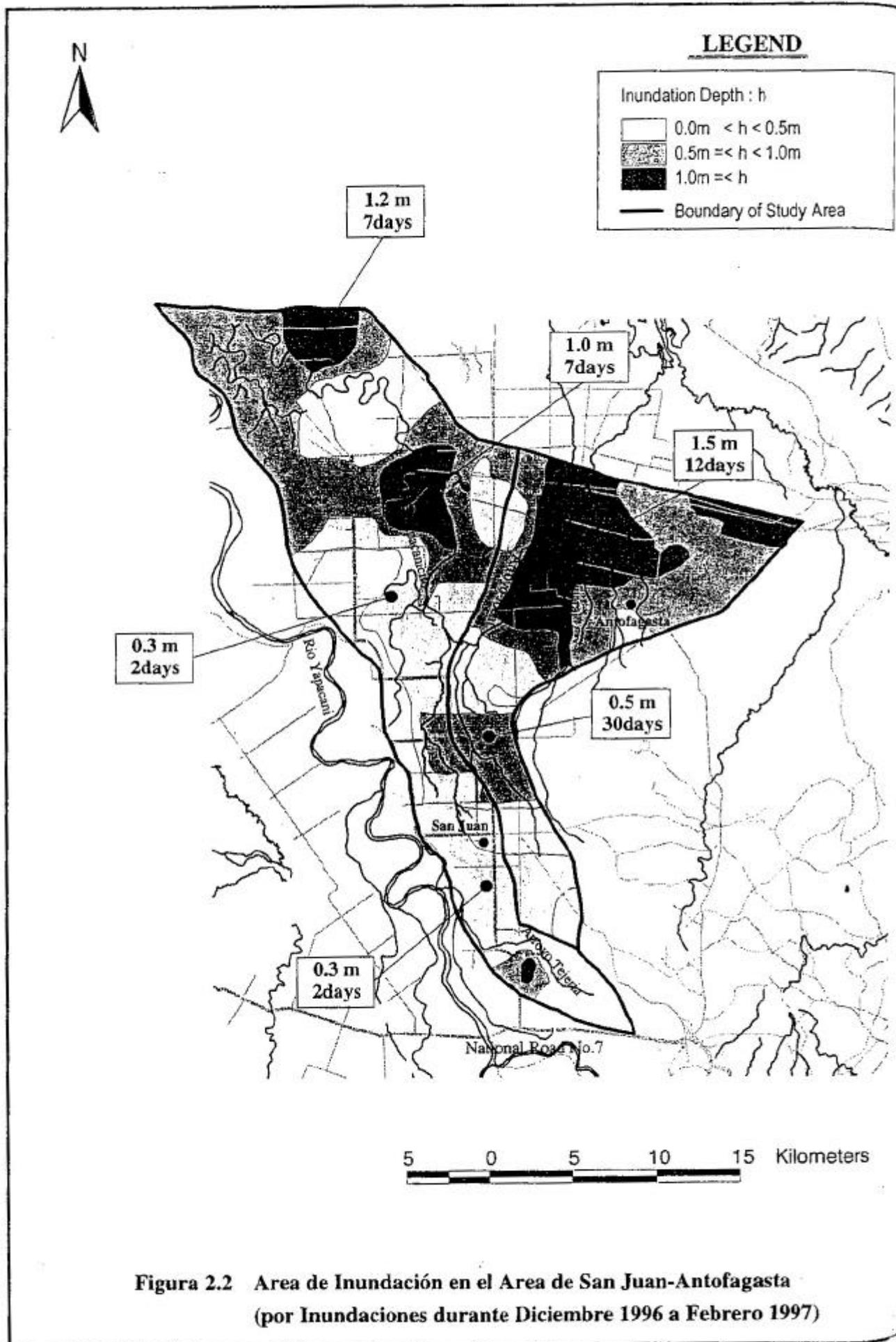
#### Situación de Inundación y Desbordamiento

La región de ríos Yapacanicito, Tejería, Jochi y en la zona de puentes de Palacios sobre el río del mismo nombre, es muy vulnerable a la inundación de gran extensión. También en la cuenca de Yapacanicito bajo, la tierra es baja y sufre la influencia de contracorriente causada por la inundación del río principal de Yapacani. En el caso del río Tejería, sufre también de la contracorriente del río Yapacani, pero su tiempo de duración es corto, menos de un día.

Inundaciones representativas en la Colonia San Juan de Yapacani y sus alrededores ocurrieron en los pasados años de 1993, 1966, 1982, 1983 y 1992. Entre ellos la de 1992 fue de magnitud con período de retorno de 5 a 10 años. En los recientes años ocurrieron inundaciones en los años de 1994, 1995, 1996, 1997 y 1998, de los cuales la inundación de 1997 fue la más grande de toda la historia con período de retorno de 10 a 15 años.

En las Figuras de 2.1 y 2.2 se indica la situación de inundación y desbordamiento de los años 1992 y de 1997. La inundación de 1992 demostró una altura del agua cubierta de 0.5 m a 1.0 m, tiempo cubierto de agua fue orden de 2 días. Mientras que la inundación de 1997 causó inundación de altura de agua de 0.3 m a 1.2 m, el tiempo de inundación entre 2 y 7 días.





## Perfil del Plan de Control de Inundación y Medias de Drenaje

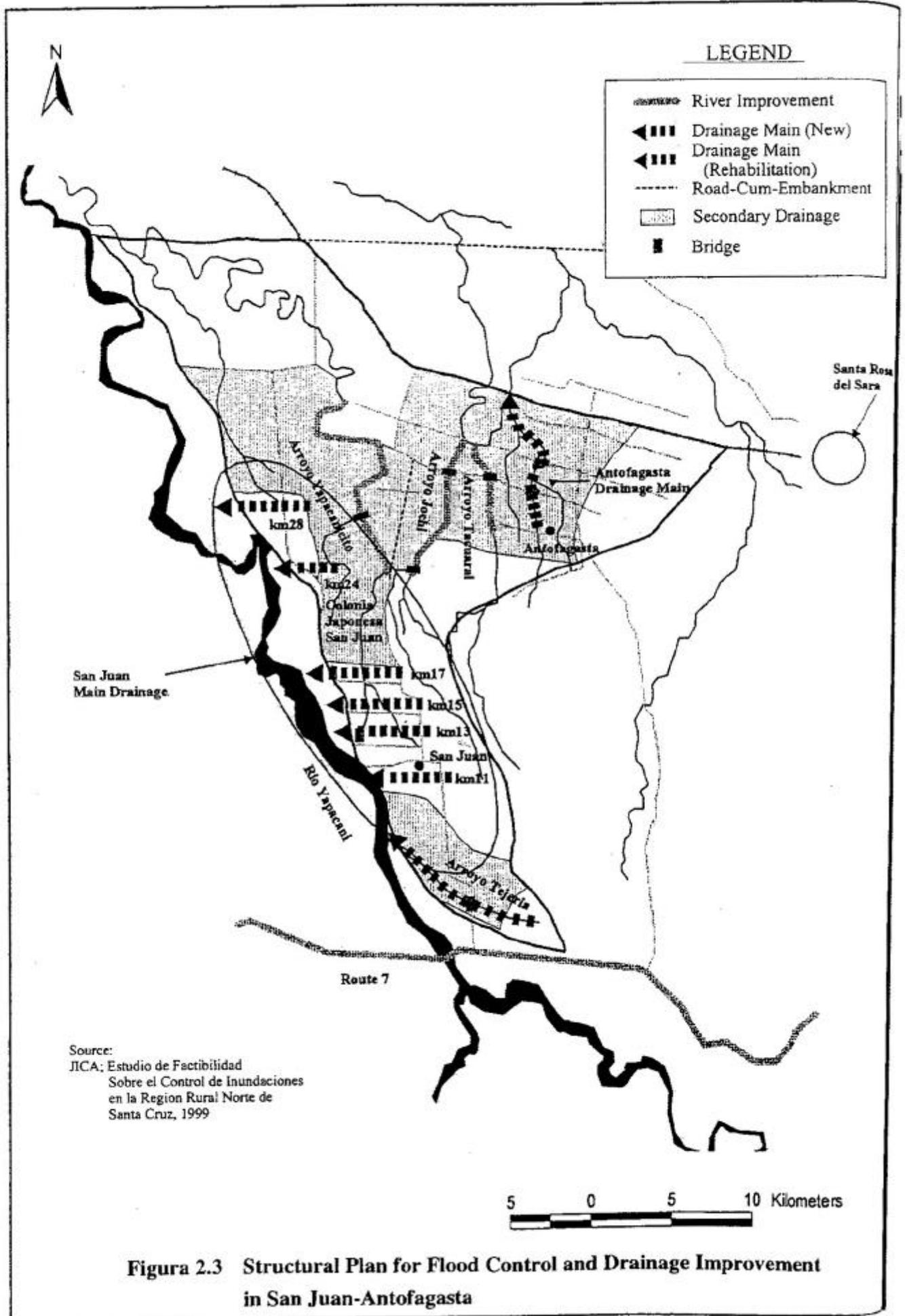
En el “Estudio del plan de control de inundación en la región norte de Santa Cruz y estudio de Plan Maestro en 1996” y “Estudio de factibilidad en 1999” se han elaborado unas medidas a tomar para la región de San Juan de Yapacani y Antofagasta para controlar la inundación y drenaje. Las medidas consisten en los siguientes métodos por estructuras y métodos no estructurales.

### a) Medidas a Través de Estructuras Contra la Inundación y Drenaje (Figura 2.3)

- Remodelación de ríos: Para asegurar el flujo del agua inundada con período de retorno de 10 años hacia río abajo con la tolerancia de altura de agua en unos 30 cm, planeada en los ríos de Yapacanicito, Jochi y de Tacuwaral.
- Plan de drenaje: En cuanto al drenaje troncal de los canales incluso el río Tejería se planea la construcción o remodelación de drenaje para asegurar flujo de agua con tolerancia de 30 cm de altura con respecto al caudal estimado caudal con período de retorno de 5 años.
- Plan de puente: Para remodelar puentes con relación a la de ríos se diseña con base de inundación con período de retorno de 50 años.
- Carretera con función de dique de barrera: Para evitar la invasión del agua afluente del río Jochi hacia Yapacanicito, está planeada entre la zona divisoria.

### b) Medias por Otros Medios, no Estructurales

- Alarma y evacuación por peligro de inundación
- Control del caudal de inundación
- Restricción del Uso de Tierra
- Reserva Forestal y Conservación de riberas
- Mejoramiento de Uso de Tierra y Sistema Agrícola



## 2) Situación Hidrológica y Meteorológico

### Situación General Meteorológica

El citado “Estudio de control de inundación” ha elegido como sitios de estaciones meteorológicas o pluviómetros las ciudades de Santa Cruz, Okinawa 2, Saavedra y San Juan de Yapacani. En la Figura 2.4 se indica la ubicación respectiva de 4 las estaciones y el Tabla 2.1 muestra la situación meteorológica promedio de estas estaciones.

### Cuencas de los Ríos

La Figura 2.5 indica la topografía de la carretera objeto del proyecto y su vecindad, y cuencas de los ríos. La carretera del proyecto atraviesa las cuencas del Yapacanicito (extensión de cuenca 371 km<sup>2</sup>) que es un afluente del río Yapacani (extensión de cuenca 9,960 km<sup>2</sup>), Jochi (extensión de cuenca 148 km<sup>2</sup>) y Tejería (extensión de de cuenca 44 km<sup>2</sup>). Con respecto a puentes, en el sitio de Km 22 donde se construye el puente Yapacanicito A, la cuenca de influencia es 55 km<sup>2</sup>; en el sitio de puente de Yapacanicito B en La Enconada, la cuenca de influencia es 304 km<sup>2</sup>; y en el sitio de puente de Tejería la cuenca de influencia es 23 km<sup>2</sup>. A su vez, en el sitio de ubicación de puente de Palacios, figurado en la solicitud oficial, en el río arriba del mismo nombre, el área de influencia es 780 km<sup>2</sup>.

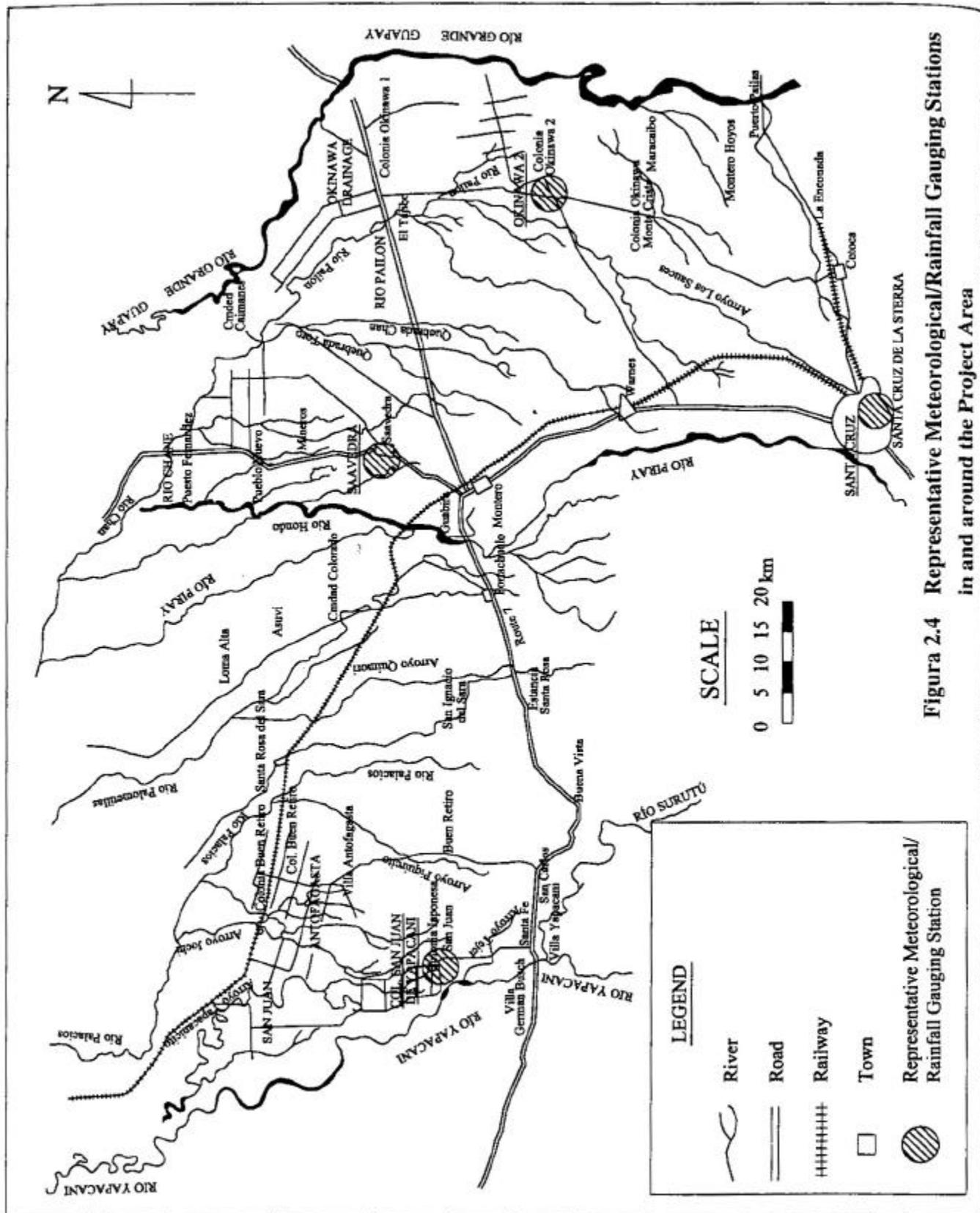
### Precipitación Probable y su Intesidad

Datos de precipitación:

El volumen de inundación por crecidas en el área de proyecto, es dominado por 3 días consecutivos de lluvia torrencial. La descarga máxima es dominada, a su vez, por 1 día de lluvia torrencial. La precipitación en la zona objeto del proyecto se ha registrado desde 1960 en la parte urbana de San Juan de Yapacani. Hoy en día se registra por medida manual la precipitación local. Precipitación de San Juan muestra alta correlación con la de Saavedra. En el Tabla 2.2 se demuestra la mayor cantidad de precipitaciones registradas en el lapso de 1 día a 3 días consecutivos del año.

Precipitación probable:

De la precipitación mencionada se reduce a la cantidad calculada de precipitación continuas de 1 a 3 días en el Tabla 2.3 siguiente:





**Table 2.1 Condiciones Meteorológicas en y Cerca del Área del Proyecto**

Area		Jan	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual
1. Monthly Average Temperature													(Unit : °C)	Average
Santa Cruz	Max.	30.4	30.5	30.1	28.5	26.0	23.9	24.6	27.4	29.2	30.5	30.8	30.8	28.6
	Mean	26.4	26.3	25.8	24.2	22.0	20.3	20.2	22.6	24.5	26.0	26.8	26.7	24.3
	Min.	21.4	21.4	20.8	19.0	17.4	16.5	15.3	16.5	18.4	19.8	20.7	21.3	18.5
Saavedra	Max.	30.4	30.4	30.4	29.0	27.0	25.3	25.9	28.5	30.2	30.9	30.4	30.1	29.0
	Mean	26.0	25.2	24.9	23.4	21.6	19.9	20.2	21.3	23.9	25.2	24.4	25.3	23.4
	Min.	21.5	21.3	20.6	18.9	17.2	15.4	14.5	15.6	17.8	19.5	19.8	20.7	18.6
Okinawa 2	Max.	30.6	30.8	30.8	29.5	26.8	25.3	25.6	28.5	29.5	31.4	31.3	30.9	29.7
	Mean	26.0	25.7	25.4	24.2	21.6	19.9	19.6	21.8	23.3	25.6	26.1	26.1	23.8
	Min.	21.7	21.2	20.8	19.4	17.2	15.5	14.1	15.9	17.4	19.6	20.7	21.5	18.7
Col. San Juan de Yapacani	Max.	30.6	30.8	30.9	29.7	27.0	25.4	25.9	27.7	28.8	30.7	30.7	30.6	29.1
	Mean	26.3	26.4	26.2	24.7	22.5	20.8	20.6	21.8	23.1	25.2	25.6	26.3	24.1
	Min.	22.0	21.9	21.6	19.7	18.0	16.3	15.3	16.0	17.5	19.7	20.8	21.9	19.2
Data :	SC-Trompillo (Jan/1943~Dec/1992) , Saavedra (Jan/1952~Dec/1994) Okinawa 2 (April/1981~Dec/1994) , Col. San Juan de Yapacani (Jan/1973~Dec/1994)													
2. Monthly Average Relative Humidity													(Unit : %)	Average
Santa Cruz		75.0	75.0	75.0	74.0	76.0	76.0	69.0	61.0	60.0	64.0	67.0	71.0	70.3
Saavedra		75.0	76.0	73.0	72.0	73.0	71.0	63.0	56.0	56.0	61.0	66.0	73.0	68.0
Okinawa 2		83.2	82.0	82.6	81.7	81.2	79.0	73.4	69.0	68.5	70.9	75.7	79.5	74.8
Col. San Juan de Yapacani		80.1	79.7	77.8	77.3	78.2	78.4	73.7	69.8	69.2	70.3	74.0	78.5	75.6
Data :	SC-Trompillo (Jan/1943~Dec/1992) , Saavedra (Jan/1956~Dec/1992) Okinawa 2 (April/1981~Dec/1994) , Col. San Juan de Yapacani (Jan/1973~Dec/1994)													
3. Monthly Average Precipitation and Rainy Days													(Unit : mm)	Annual
													(Unit : day)	
Santa Cruz		181.5	137.3	126.0	104.3	90.0	75.2	61.8	42.9	70.9	99.3	130.1	181.9	1301.2
		13	12	11	9	10	8	6	4	5	7	9	12	108
Saavedra		224.1	161.4	114.0	84.5	83.5	69.3	45.2	48.2	71.9	106.5	147.1	200.4	1356.1
		13	11	10	7	8	5	4	4	5	7	9	12	94
Okinawa 2		200.8	166.1	109.4	82.9	88.8	58.3	48.4	52.1	66.8	101.5	122.6	176.5	1274.2
		11	10	8	6	6	5	3	3	4	6	7	10	77
Col. San Juan de Yapacani		301.7	239.7	180.3	122.7	156.9	97.4	69.2	77.9	83.9	134.0	161.3	272.7	1897.5
		17	15	13	10	10	8	6	5	6	9	10	15	125
Data :	SC-Trompillo (Jan/1943~Dec/1994) , Saavedra (Jan/1952~Dec/1994) Okinawa 2 (Jan/1969~Dec/1994) , Col. San Juan de Yapacani (Jan/1960~Dec/1994)													
4. Monthly Average Velocity and Direction of Wind													(Unit : m/s)	Average
Santa Cruz		NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW
		6.4	6.4	5.7	5.7	6.4	7.9	7.9	7.9	7.9	7.1	7.1	6.4	7.1
Saavedra		N	N	N	S	S	N	N	N	S	N	N	N	N
		5.0	5.0	5.0	5.7	7.1	7.9	8.6	7.9	7.9	7.1	6.4	5.7	6.4
Data :	SC-Trompillo (Jan/1943~Dec/1994) , Saavedra (Feb/1979~Dec/1992)													
5. Monthly Average Evaporation													(Unit : mm)	Annual
Santa Cruz		121.5	108.2	110.6	90.7	74.0	63.2	76.5	96.1	116.7	137.2	133.0	126.5	1254.1
Col. San Juan de Yapacani		88.0	77.4	95.5	94.1	75.4	65.5	90.4	105.4	114.7	123.1	111.8	93.9	1142.0
Data :	SC-Universidad (1971~1994) , Col San Juan de Yapacani (Jan/1974~Sep/1984)													
Source :	JICA ; The Master Plan Study on Flood Control in the Northern Rural Region of Santa Cruz. 1996													

**Table 2.2 Máxima Agua Caida Anualmente en San Juan de Yupacani y Saaverdra**

(Unit : mm)

Year	San Juan de Yupacani			Saaverdra		
	1 Day Max.	2 Day Max.	3 Day Max.	1 Day Max.	2 Day Max.	3 Day Max.
1951				116.8	119.3	119.3
1952				96.5	114.2	114.2
1953				144.7	144.7	144.7
1954				137.1	144.7	144.7
1955				162.5	203.1	253.8
1956				165.0	208.1	208.1
1957				104.1	109.1	116.7
1958				149.8	152.3	170.1
1959				76.1	78.6	78.6
1960	277.5	426.0	426.0	91.4	99.0	99.0
1961	145.2	149.6	191.8	76.1	81.1	93.9
1962	94.4	101.2	106.5	101.5	106.5	109.0
1963	191.0	193.4	221.3	94.0	113.0	190.0
1964	111.2	125.7	136.7	109.2	109.2	109.5
1965	110.0	155.0	201.0	78.9	78.9	111.8
1966	97.0	156.5	156.5	99.1	101.6	101.6
1967	216.0	239.0	248.0	119.4	127.0	144.8
1968	113.0	126.0	163.5	73.7	81.3	81.3
1969	132.0	164.0	184.5	55.8	81.2	81.2
1970	97.0	111.0	111.5	38.2	61.0	61.0
1971	98.5	101.5	109.3	45.9	53.4	53.4
1972	106.0	165.5	216.5	72.0	95.5	101.7
1973	112.0	180.0	181.5	89.0	99.0	114.0
1974	94.0	116.0	118.8	93.0	140.0	151.0
1975	109.0	111.6	111.6	62.2	62.2	62.2
1976	107.0	113.7	158.5	108.0	129.0	144.1
1977	95.0	166.9	176.9	102.9	109.9	120.0
1978	146.6	152.6	189.8	99.5	126.5	126.5
1979	174.3	186.3	234.9	153.4	186.5	195.7
1980	253.4	255.1	299.9	102.6	135.2	143.2
1981	275.0	285.8	285.9	87.6	129.6	175.0
1982	191.3	193.3	195.1	143.7	146.4	183.0
1983	109.5	154.8	189.1	91.3	113.7	124.5
1984	132.0	152.0	152.0	66.5	83.3	98.0
1985	147.1	154.5	161.5	152.5	155.5	158.1
1986	152.2	187.2	242.1	103.7	103.7	103.7
1987	205.9	217.4	217.4	152.4	153.9	178.2
1988	122.1	174.5	181.7	76.2	76.2	87.9
1989	193.6	199.6	201.9	130.2	145.0	158.0
1990	151.1	151.1	162.1	92.0	136.9	160.4
1991	183.9	213.3	223.1	195.8	250.7	258.5
1992	196.5	232.3	256.9	220.4	282.3	360.3
1993	150.8	174.4	175.4	142.6	195.8	197.3
1994	94.2	105.0	105.5	115.2	222.8	225.4
1995						
1996	125.0	179.0	185.0			
1997	187.0	267.0	289.0			
1998						
Maximum	277.5	426.0	426.0	220.4	282.3	360.3

Source :

JICA ; The Study on Flood Control in the Northern Rural Region of Santa Cruz, 1996 and 1999

**Tabla 2.3 Precipitación Probable en San Juan de Yapacani y en Saavedra**

Años Retornos Probables	San Juan de Yapacani			Saavedra		
	Precipitación 1 día	Precipitación 2 días	Precipitación 3 días	Precipitación 1 día	Precipitación 2 días	Precipitación 3 días
2	139.3	163.5	180.5	104.8	122.7	134.1
5	188.3	221.9	240.3	141.9	169.6	188.7
10	220.8	260.6	279.9	166.4	200.6	224.9
20	251.9	297.7	317.9	189.9	230.4	259.6
50	292.2	345.7	367.1	220.4	268.9	304.5
100	322.4	381.7	404.0	243.2	297.8	338.1

Intensidad probable de lluvias:

La Colonia San Juan de Yapacani no cuenta con un registrador pluviómetro. Por lo que en el citado “Estudio del Control de Inundación en la Región Norte de Santa Cruz” primero se buscó la curva de intensidad de lluvias probables en Saavedra, donde hay registrador pluviómetro, y multiplicando un índice correlacionado a la intensidad probable de lluvias de Saavedra para obtener la curva de intensidad probable de lluvias de San Juan de Yapacani.

Se muestra la intensidad probable de lluvias en San Juan de Yapacani en la Figura de 2.6 obtenida bajo la fórmula explicada.

#### Cambio de Corriente de Ríos y Pérdida de Arenas

Ríos Yapacanicito, Jochi y Tejería son naturales e intocables por lo que hay fenómenos notables de meandro en río abajo. Pero, no se nota mucho el efecto de la pérdida ni erosión de tierra.

### 3) Estudio Meteorológico e Hidrológico

#### Estudio Meteorológico

Como una parte del estudio meteorológico en la vecindad de la carretera en estudio, se ha recolectado los siguientes datos de precipitación:

Dato de precipitación diaria: Colonia San Juan de Yapacani (desde mayo de 1959 hasta junio de 1999) unos 40 años.

Del citado dato de precipitación diaria, lo que corresponde del período entre mayo de 1959 y julio de 1998 es lo que se recopiló por el equipo de “Estudio del Plan Maestro de control de Inundación en la Región Norte de Santa Cruz”.

Tabla 2.4 indica la precipitación de la década 1989 a 1998. El promedio anual de precipitación durante 10 años era de 1910 mm.

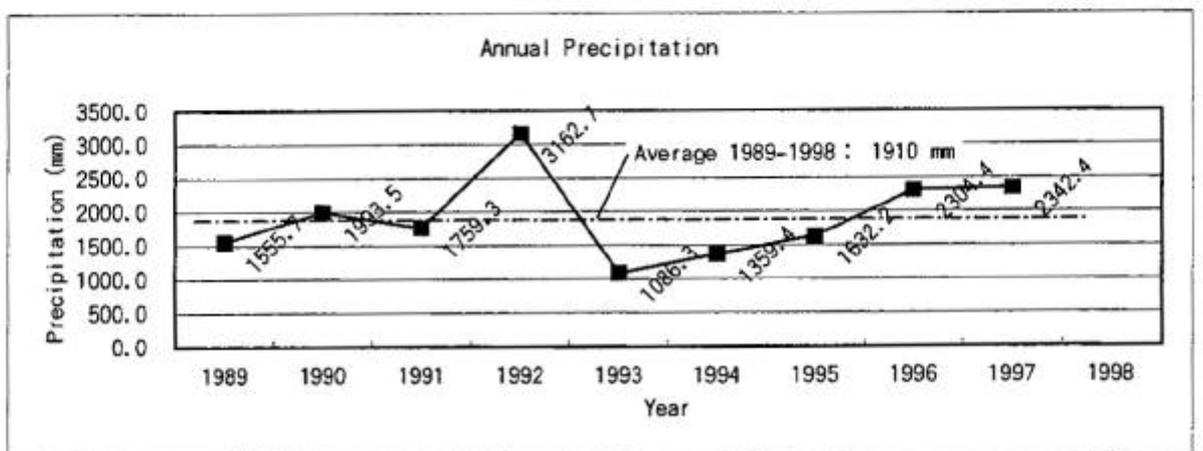
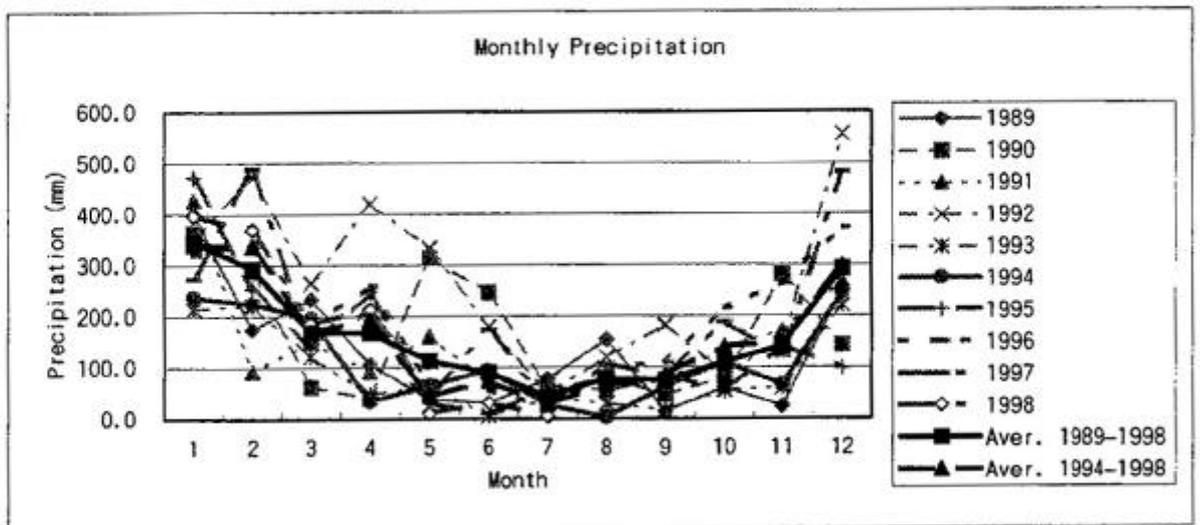
El número de días de lluvia, por cada rango de volumen de agua caída, entre 1989 y 1998 se muestra en la siguiente tabla. Además, aunque 1996 tuvo una mayor precipitación, el número de días de lluvia son también mostrados abajo, como un ejemplo de los días lluviosos en los pasados 5 años.

**Tabla 2.5 Días Precipitados en San Juan de Yapacani**

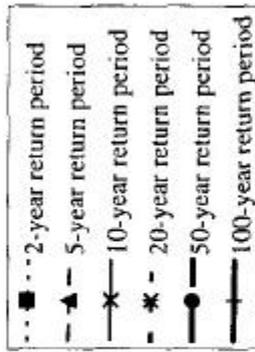
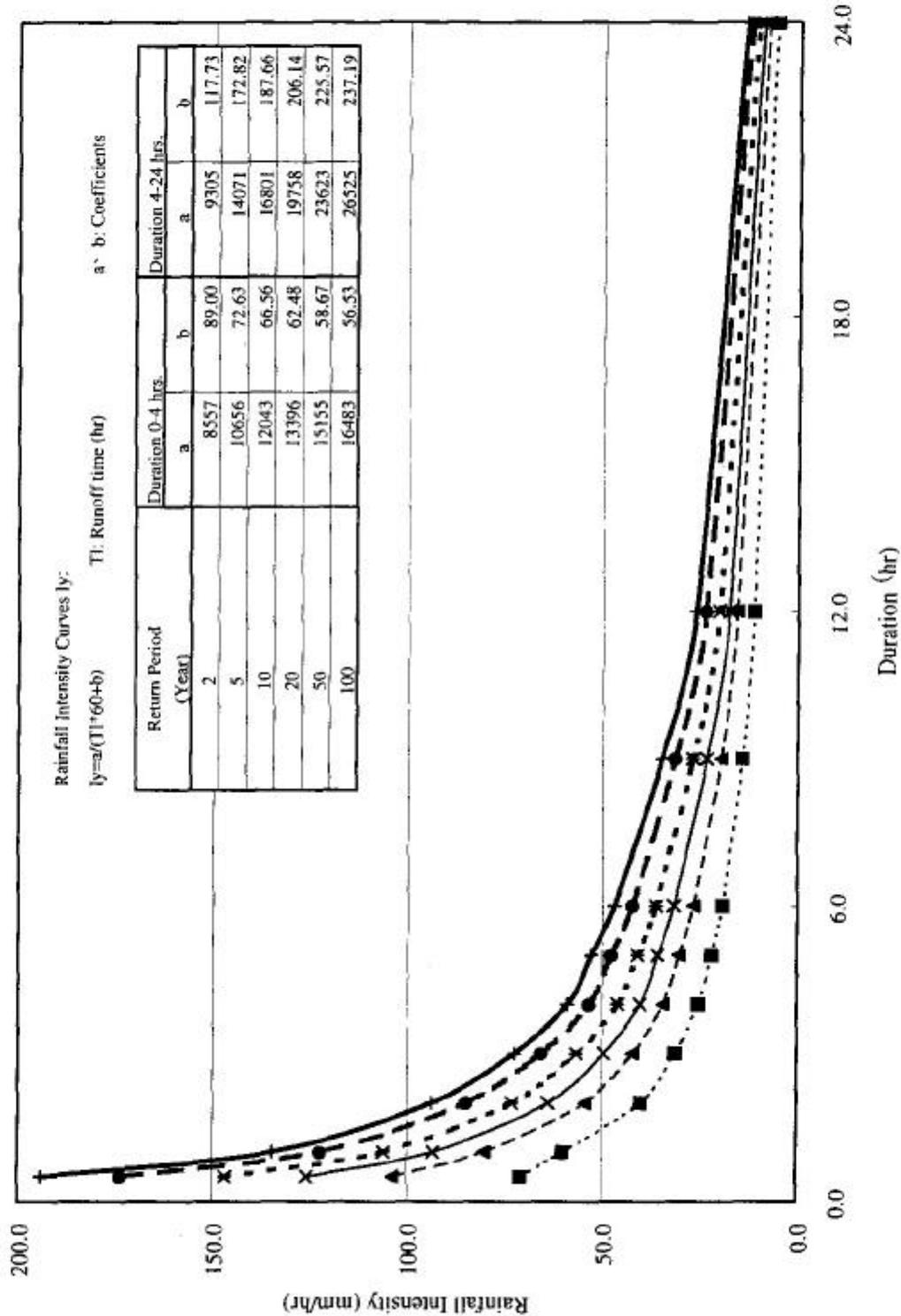
	Lluvia (mm)	Días Precipitados												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Año	0-5	11	8	5	4	1	2	1	0	0	5	3	6	46
	5-10	2	6	2	0	1	1	0	2	1	1	0	1	17
	10-15	0	3	0	0	2	1	0	1	0	0	0	3	10
	15-30	1	1	1	0	2	0	1	1	1	0	3	2	13
	30-50	1	0	1	2	0	1	0	1	2	1	3	0	12
	50-100	2	2	1	1	0	0	0	0	0	2	1	1	10
	Más de 100	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Total	18	21	10	8	6	5	2	5	4	9	10	15	113
	Promedio 1989-1998	0-5	6	5	7	5	6	5	3	1	2	3	4	7
5-10		2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	19
10-15		1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	10
15-30		2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	2	18
30-50		1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	8
50-100		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	7
Más de 100		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Total		15	16	13	10	10	8	5	4	5	8	10	15	118

**Tabla 2.4 Precipitación en Col. San Juan de Yupacani (1989-1998)**

Year	Precipitation (mm)												Annual
	Jan	Feb	Mar	April	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1989	401.0	173.9	232.5	105.5	37.2	30.0	76.5	153.6	12.8	60.0	23.4	249.3	1555.7
1990	364.1	287.8	61.6	39.2	313.9	245.6	55.8	79.1	45.8	78.1	280.1	142.4	1993.5
1991	427.8	91.5	150.3	90.7	160.0	73.5	63.0	54.9	72.6	136.8	170.8	267.5	1759.3
1992	353.2	473.7	264.6	420.6	333.5	179.7	48.0	119.4	182.0	86.8	146.3	554.9	3162.7
1993	213.4	220.4	120.2	47.6	62.5	5.1	38.3	29.3	14.8	55.0	59.9	219.8	1086.3
1994	237.8	224.1	196.1	33.4	64.0	93.6	26.2	2.6	61.8	109.3	65.4	245.1	1359.4
1995	472.0	253.5	139.5	246.2	30.0	7.3	56.4	51.9	85.7	51.0	141.9	96.8	1632.2
1996	319.8	345.8	180.0	258.6	66.2	55.5	20.6	98.8	108.6	214.1	263.3	373.1	2304.4
1997	273.3	488.7	146.2	213.0	45.0	172.8	25.0	107.0	82.0	188.0	120.4	481.0	2342.4
1998	397.0	370.0	186.0	212.4	10.4	30.6	4.4						
Aver. 1989-1998	345.9	292.9	167.7	166.7	112.3	89.4	41.4	77.4	74.0	108.8	141.3	292.2	1910.0
Aver. 1994-1998	340.0	336.4	169.6	192.7	43.1	72.0	26.5	65.1	84.5	140.6	147.8	299.0	1917.2



## .2.6 Curvas de Intensidad Pluviométrica en



## Estudio Hidrológico

### Estudio de inundación

Sobre la situación de inundación y desbordamiento en la carretera objeto de proyecto, se ha acudido a la información dada por ABJ (Asociación Boliviano Japonesa) en la Colonia San Juan de Yapacani e información recogidas en situ durante el estudio.

La información fué recogida en 41 puntos diferentes con respecto a las inundaciones de 1998, 1997 y de 1992. La situación de desbordamiento del agua se muestra como sigue (ver Tabla 2.6 y Figura 2.7).

**Tabla 2.7 Profundidad de Inundación y Longitud Total Desbordado**

Profundidad de inundación	Número de Tramos inundados	Total Longitud inundada
0.00 m -0.25 m	19	Unos 4,500 m
0.25 m -0.50 m	5	Unos 3,700 m
0.50 m -0.75 m	3	Unos 1,600 m
0.75 m -1.00 m	1	Unos 800 m
Total	28	Unos 10,600 m

De todos los tramos inundados los más serios son los tramos de Km 0.8 - Km 4.0 y de Km 35.0 a Km 37.0 donde la altura del agua llega a más de 0.25 m. Aparte de esto, también presenta un problema el tramo de la mitad occidental del barrio urbano de San Juan, al Km 12.0, donde inundan aguas de alcantarillado junto con la de lluvia, aunque no es tan alta el agua cubierta.

Volumen de inundación:

Figura 2.8 indica la dirección de flujo del agua en el área de puentes y estructuras transversales de alcantarilla a lo largo de carretera objeto de proyecto.

La zona de drenaje se divide principalmente hacia la cuenca de Tejería, Jochi y Yapacanicito.

De las áreas de drenaje se calculan el volumen de inundación probable. Las medidas planteadas por “Estudio de Plan Maestro de Control de Inundación en la Región Norte de Santa Cruz” hacia la zona donde incluye carretera objeto de proyecto, consisten en la remodelación de ríos con caudal estimado de inundación con período de retorno de 10 años con tolerancia de cierto desbordamiento y de

Tabla 2.6 Lugares Inundados Sobre el Camino del Proyecto

No.	Representative overflow place			Overflow portion			1998 Flood (2 year flood)		1997 Flood (10-20 year flood)		1992 Flood (5-10 year flood)	
	Location	Bridge or crossing structure	Acc. Distance (m)	Max. stretch	Max. Distance (m)	Flow direction	Water depth (m)	Duration (day)	Water depth (m)	Duration (day)	Water depth (m)	Duration (day)
1	Km 0.2		0+200	Km 0-0.2	200		0-0.25		0-0.25		0-0.25	
2	Km 0.8	No.4	0+860	Km 0.4-1.2	800	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.50-0.75	<0.5	0.5-1.0	<0.5
3	Km 2.3	No.7	2+500	Km 2.0-2.8	800	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.50-1.00	<0.5	1.0-2.0	0.5-1
4	Km 3.8	No.9 Arr. Tejeria	3+820	Km 3.2-4.0	800	E to W	0.25-0.50	1-2	0.50-0.75	1-2	0.5-1.0	1-2
5	Km 4+300	No.10	5+040	Km 4.4-4.6	300	NW to SE	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
6	Km 5.5	No.12	6+350	Km 5.4-5.6	200	E to W	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
7	Km 6.5	No.14	7+440	Km 6.4-6.6	200	E to W	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
8	Km 7.7	No.16	8+460	Km 7.3-7.8	500	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5
9	Km 8.1	No.18	9+040	Km 8.0-8.6	600	E to W	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	<0.5	0.25-0.50	0.5-1
10	Km 9.1	No.21, No.22	10+100	Km 9.0-9.2	200	E to W	冠水無し	<0.5	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5
11	Km 9.5	No.23	10+300	Km 9.4-9.5	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
12	Km 10.1	No.24	11+010	Km 9.9-10.5	600	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	1
13	Km 11.5	No.29	12+300	Km 11.3-11.8	500	SE to NW	0.25-0.50	1	0.25-0.50	1	0.25-0.50	1
14	Km 12+1000	No.32	13+900	Km 12/0.5-1.0	500	E to W	0-0.25	<0.5	0-0.25	<0.5	0.25-0.5	<0.5
15	Km 14	No.35	15+860	Km 13.9-14.0	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
16	Km 16+500	No.40	18+760	Km 16/0.4-0.5	100	S to N	0-0.25		0-0.25		0.25-0.5	<0.5
17	Km 19.9	No.53	22+780	Km 19.8-20.0	200	W to E	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
18	Km 20.1	No.55	22+980	Km 20.05-20.15	100		0-0.25		0-0.25		0-0.25	
19	Km 28.7	No.56	36+520	Km 28.7	9	SE to NW	冠水無し		0-0.25		冠水無し	
20	Km 30.05	No.56	38+080	Km 30.05-30.15	100	E to W	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
21	Km 31.9	No.56	39+550	Km 31.3-32.1	800	SE to NW	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
22	Km 33.0	No.58	40+650	Km 32.9-33.1	200	SE to NW	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
23	Km 34.5	No.60	42+150	Km 34.3-34.6	300	S to N	0-0.25		0-0.25		0-0.25	
24	Km 35.0	No.62	42+650	Km 34.9-35.1	200	E to W	0.25-0.50		0.25-0.50		0.25-0.50	
25	Km 36.0	No.62	43+550	Km 35.1-37.0	1900	SE to NW	0.50-0.75	1-1.5	0.25-0.50	1-1.5	0.25-0.50	
26	Km 38.0	No.66	45+110	Km 37.95-38.05	100	S to N	0-0.25		0-0.25		?	
27	Km 39.0	No.66	46+110	Km 39.0	200	S to N	冠水無し		0-0.25		0-0.25	
28	Km 41+100	Yapacanic	48+700	Km 41.0-41.2	200	S to N	0-0.25	2-3	0.50-0.75	2-3	0-0.25	

Notes:

1) Italic data are based only on the information from the Asociacion Boliviano Japonesa San Juan de Yapacani (ABJ).

2) Other data are based on the questionnaire survey by the Basic Design Study as well as the information from ABJ.

una mejoría del sistema de drenaje con estimada inundación con período de retorno de 5 años con tolerancia de desbordamiento. Por lo tanto, a través del mejoramiento de los ríos y el sistema de drenaje, disminuirá la cantidad máxima de inundación por el efecto del agua reservada. En la Figura 2.9 se muestra el efecto decreciente del volumen máximo de inundación.

Volumen de inundación probable:

En el Tabla 2.8 se indica el flujo máximo de inundación probable según el método mencionado. En los sitios planeados la construcción de puentes, volúmenes probables de aguas corrientes en su máximo son los siguientes:

**Tabla 2.9**

Nombre de Puentes	Local Designado	Volumen de Caudal en su Maximo (m <sup>3</sup> /seg)				
		2 años	5 años	10 años	20 años	50 años
Tejería	Km 4 y Cercania	47.8	59.3	61.0	65.2	70.4
Yapacanicito A	Carretera Km 22	26.9	33.7	61.2	64.5	71.1
Yapacanicito B	La Enconada	166.3	212.5	217.5	238.0	260.0

En adición, en el arroyo de Y-21 puede agregar otro flujo que viene de Yapacanicito aparte de su volumen de su caudal de inundación. En el cuadro está considerado la doble fuente de agua.

(2) Resultado del Estudio Geofísico.

Perfil geofísico del lugar de estudio

El área del estudio está ubicada en tierras bajas aluviales del Río Yapacani y sus afluentes: el arroyo Tejería y Yapoacanicito. Está compuesta de tierras arcillosa y arenosa de la época holocénica. A lo largo de los ríos y antiguos cauces de ríos se encuentran principalmente tierras arenosas, y las demás tierras que forman curvas en herraduras están formadas por arcilla. A orilla del Río Yapacani se encuentran arenas medianamente finas y en sus dos afluentes se encuentran arenas muy finas y presentan una distribución pobre (tamaño de arena muy uniforme).

Situación de la plataforma del camino actual

En lo siguiente, se muestra el resultado de reconocimiento por recorrido y prueba de perforación.

Tabla 2.8 Máxima Descarga Probable a lo Largo del Camino del Proyecto

Sub-basin	Catchment Area A (km <sup>2</sup> )	Hydraulic length L (m)	Runoff time (minutes)			Runoff coefficient C	Probable rainfall intensity: Ip (mm/hr)					Probable Flood Discharge: Qp (m <sup>3</sup> /s)					Remarks
			Inflow Ti	Flow Tf	Total Tr		Return Period					Return Period					
							2	5	10	20	50	2	5	10	20	50	
T-1	1.28	2000	20	83	103	0.50	44.5	60.6	70.9	80.8	93.5	7.5	9.2	9.5	10.1	10.8	
T-2	2.75	2500	20	104	124	0.50	40.1	54.1	63.1	71.8	82.9	14.6	17.6	18.1	19.2	20.6	
T-3	0.69	1250	20	52	72	0.50	53.1	73.6	86.9	99.5	115.9	4.8	6.0	6.2	6.7	7.2	
T-4 Arr. Tejeria	23.23	11000	20	458	478	0.50	15.6	21.6	25.2	28.9	33.6	47.8	59.3	61.0	65.2	70.4	
T-5	3.18	2350	20	98	118	0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	17.4	21.0	21.6	23.0	24.6	
T-6	0.86	1400	20	58	78	0.50	51.1	70.6	83.1	95.1	110.6	5.8	7.2	7.4	8.0	8.6	
T-7	3.18	3100	20	129	149	0.50	35.9	48.0	55.8	63.3	72.9	15.1	18.0	18.5	19.6	20.9	
T-8	1.75	1700	20	71	91	0.50	47.6	65.2	76.5	87.4	101.4	11.0	13.5	13.9	14.9	16.0	
T-9	0.98	1500	20	63	83	0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	6.5	7.9	8.2	8.8	9.5	
J-1	1.52	3500	20	146	166	0.50	33.6	44.7	51.8	58.7	67.5	6.7	8.0	8.2	8.7	9.3	
J-2	0.80	1650	20	69	89	0.50	48.1	66.0	77.5	88.6	102.8	5.1	6.2	6.5	6.9	7.4	
Y-1	2.40	1500	20	63	83	0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	15.8	19.5	20.2	21.6	23.3	
Y-2	1.65	1500	20	63	83	0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	10.9	13.4	13.9	14.8	16.0	
Y-3	1.95	1500	20	63	83	0.50	49.9	68.7	80.8	92.4	107.4	12.8	15.8	16.4	17.5	18.9	
Y-4	0.60	1750	20	73	93	0.50	47.0	64.4	75.5	86.2	100.0	3.7	4.6	4.7	5.0	5.4	
Y-5	0.50	1000	20	42	62	0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	3.7	4.7	4.9	5.2	5.7	
Y-6	2.47	3750	20	156	176	0.50	32.3	42.8	49.6	56.1	64.5	10.5	12.5	12.8	13.5	14.4	
Y-7	1.30	2350	20	98	118	0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	7.1	8.6	8.8	9.4	10.1	
Y-8	0.22	1000	20	42	62	0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	1.6	2.1	2.2	2.3	2.5	
Y-9	0.35	1100	20	46	66	0.50	55.3	77.0	91.0	104.4	121.7	2.6	3.2	3.3	3.6	3.8	
Y-10	1.23	2600	20	108	128	0.50	39.4	53.0	61.8	70.2	81.0	6.4	7.7	7.9	8.4	9.0	
Y-11	3.37	3300	20	138	158	0.50	34.7	46.3	53.8	60.9	70.1	15.4	18.4	18.9	20.0	21.3	
Y-9+11	3.72	4400	20	183	203	0.50	29.3	38.6	44.6	50.4	57.8	14.4	17.0	17.3	18.2	19.4	
Y-9+10+11	4.95	7000	20	292	312	0.50	21.7	29.0	33.6	38.2	44.0	14.2	17.0	17.3	18.4	19.6	
Y-12	9.94	6000	20	250	270	0.50	24.0	31.8	36.7	41.5	47.7	31.5	37.3	38.0	40.1	42.8	
Arr. Yapacanicito (Km 22 Bridge)	14.89	13000	20	542	562	0.50	13.7	19.2	23.0	288.0	342.0	26.9	33.7	36.2	40.1	42.8	Note 4)
Y-13	1.50	2200	20	92	112	0.50	42.6	57.8	67.6	76.9	89.0	8.4	10.2	10.6	11.2	12.0	
Y-14	0.90	1000	20	42	62	0.50	56.8	79.3	93.9	107.9	125.9	6.7	8.4	8.8	9.4	10.2	
Y-15	5.52	3600	20	150	170	0.50	33.0	43.9	50.9	57.6	66.3	24.1	28.6	29.3	30.9	33.0	
Y-16	0.40	800	20	33	53	0.50	60.1	84.6	100.5	115.7	135.3	3.2	4.0	4.2	4.5	4.9	

**Tabla 2.8 Máxima Descarga Probable a lo Largo del Camino del Proyecto**

Sub-basin	Catchment Area A (km <sup>2</sup> )	Hydraulic length L (m)	Runoff time (minutes)			Runoff coefficient C	Probable rainfall intensity: Ip (mm/hr)					Probable Flood Discharge: Qp (m <sup>3</sup> /s)					Remarks
			Inflow Ti	Flow Tf	Total Tr		Runoff discharge (m <sup>3</sup> /s): shadow					Return Period					
							2	5	10	20	50	2	5	10	20	50	
Y-17	0.65	1900	20	79	99	0.50	45.5	62.0	72.7	82.9	96.0	3.9	4.8	4.9	5.2	5.6	
Y-18	1.51	2350	20	98	118	0.50	41.4	55.9	65.3	74.3	85.8	8.2	10.0	10.3	10.9	11.7	
Y-19	2.24	3050	20	127	147	0.50	36.2	48.5	56.4	63.9	73.7	10.7	12.8	13.2	13.9	14.9	
Y-20	2.28	3500	20	146	166	0.50	33.6	44.7	51.8	58.7	67.5	10.1	12.0	12.3	13.0	13.9	
Y-21	7.49	3000	20	125	145	0.50	36.6	49.0	56.9	64.6	74.4	36.1	43.3	44.4	47.0	50.3	Inundation 70m <sup>3</sup> /s
Arr. Yapacanicito (Bridge Site)	303.90						<b>175.0</b>	<b>250.0</b>	<b>290.0</b>	<b>330.0</b>	<b>400.0</b>	<b>166.3</b>	<b>212.5</b>	<b>217.5</b>	<b>238.0</b>	<b>260.0</b>	Note 5)

Notes:

1) Runoff time Tr:

$$Tr = Ti + Tf$$

Ti: inflow time

Tf: flow time (L/V)

V: velocity = 0.4 m/s

2) Rainfall intensity I:

$$I = a / (Tr + b)$$

Duration: 0-4 hrs.

Return P.	a	b
2-year	8557	89.00
5-year	10656	72.63
10-year	12043	66.56
20-year	13396	62.48
50-year	15155	58.67

Duration: 4-24 hrs.

Return P.	a	b
2-year	9305	117.73
5-year	14071	172.82
10-year	16801	187.66
20-year	19758	206.14
50-year	23623	225.57

3) Runoff discharge Q: by Rational Method

$$Q = I / 3.6 \times C \times I \times A \times r$$

C: runoff coefficient

r: reduction rate of peak discharge

- 0.50
- 0.95 (2-year flood)
- 0.85 (5-year flood)
- 0.75 (10-year flood)
- 0.70 (20-year flood)
- 0.65 (50-year flood)

4) Probable flood discharge at Yapacanicito Crossing (Km. 22) was estimated as follows;

2 to 5-year return period: Runoff discharge by rational method

10 to 50-year return period:  $Qp = Qr \times r'$

Qp: Probable flood discharge with future river improvement with 10-year Return Period

which allows 0.3 m inundation around the improved river course.

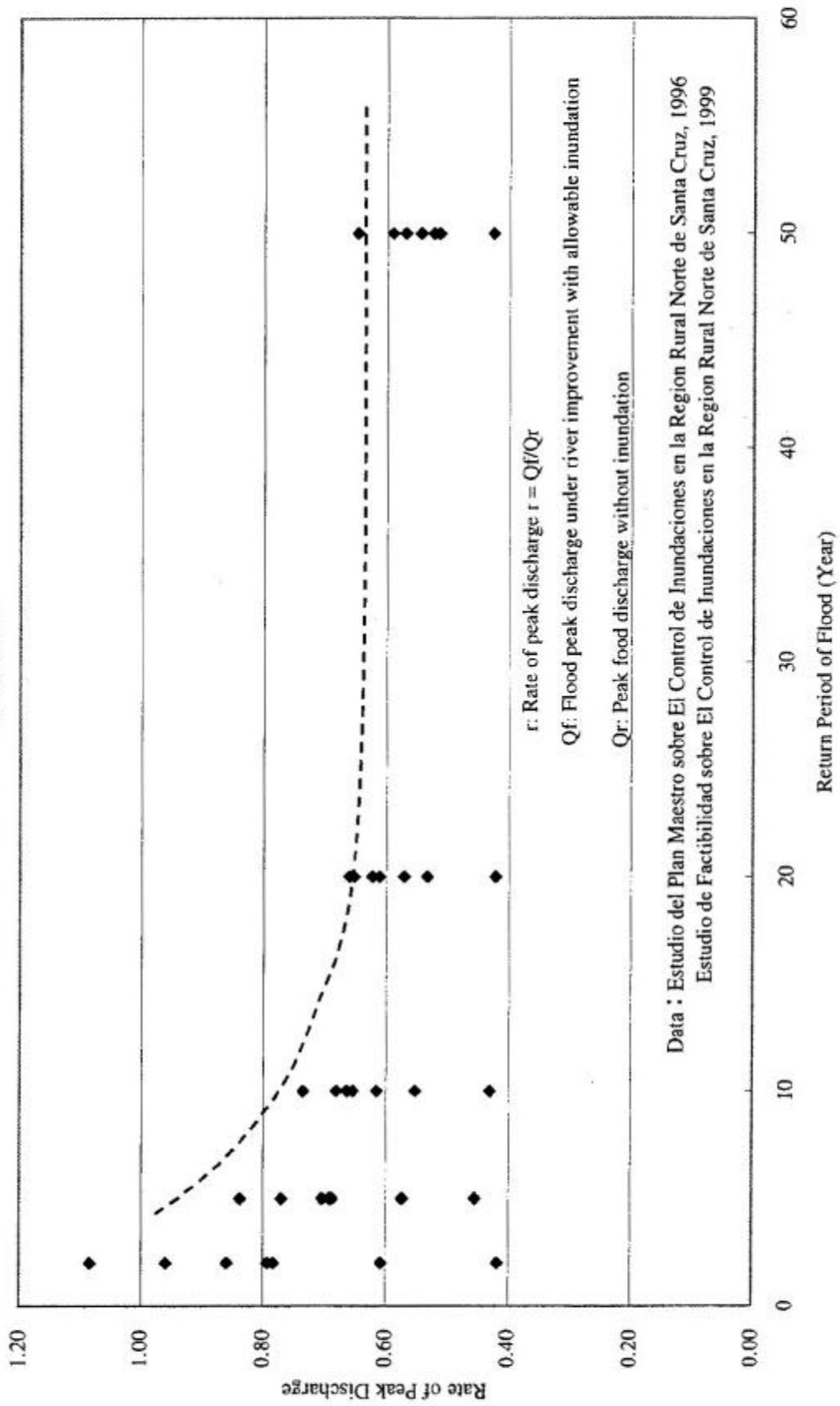
Qr: Probable runoff discharge calculated by unit hydrograph method by JICA Flood Control F/S

r': Reduction factor including effect of San Juan Main Drainage ( $= r \times 0.32$ )

4) Probable flood discharge at Yapacanicito Bridge was estimated as follows;

$$Qp = Qr \times r$$

**Figura. 2.9 Razón de Descarga Máxima de los Casos Con y Sin Mejoramiento del Río, Bajo Inundación Permitida**



El tramo de Santa Fe- punto de partida- San Juan tiene capa de ripios metida con un espesor de 13 a 34 cm y su proporción de mezclaje es más del 50%. Este tramo muestra la calidad de suelo principal de A-2-4 (conglomerado limoso) según categoría de AASHTO. De San Juan hasta el punto cerca del km 30, está mezclado con ripios con un espesor de 10~15 cm. promedio, aunque su proporción de mezclaje es menos del 50%. Según AASHTO, es un suelo con existencia mezclada de A-2-4 y A-4(arena limosa).

Desde el km 30 hasta el terminal de La Enconada ripios cubre solamente 10cm, con poca proporción de mezclaje con pocas arenas. Según la categoría de AASHTO mayor parte de este tramo es A-6 (arena arcillosa) con una exsistencia menor de A-2-7 (conglomerado arcillosos).

**Tabla 2.10 Situación de Platarforma Actual**

Tramo según (ABJ) Asociacion Boliviano Japonesa	Clasificación de arena AASHTO	Espesor de ripiados mezclados (cm)	% de mezclaje	CBR modificado	Notas
0-6.5km	A-2-4	20.34	Más de 50%	15-24	
6.5-13km (San Juan)	A-2-4	13-17	Más de 50%		
13-30km	A-2-4 (A-4)	8-16	Menor 50%	11-23	
30km-La Enconada	A-2-7	5-10	Menor 50%	3-12	

#### Clasificación de Arena según AASHTO

A-1: Conglomerado, Arenosa

A-2: Arcillosa, conglomerado limoso y Arenosa (A-2-7: conglomerado limoso, A-2-7:Conglomerado arcilloso)

A-3: Arena fina

A-4, A-5: Arena limosa

A-6, A-7: Arena arcillosa

#### Resultado de Examen de laboratorio

En la zona de estudio existen arena fina, conglomerado, arcilla. Se muestra en el siguiente cuadro la respectiva cifra de Constante física- mecánica obtenida por el examen de laboratorio.

**Tabla 2.11**

Arena	Número examen	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	Contenido de agua (%)	Indice de plasticidad	Resistencia a compresión (kgf/cm <sup>2</sup> )
Fina	SP-SM	1.656	9.8	NP	-
Limo	ML	1.530	22.5	11.5	-
Arcilla	CL	1.604	19.4	18.2	1.05

**Tabla 2.12 Número de Examen Realizado y Limite de Cifra Obtenida**

Arena	Número de examen	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	Contenido de agua(%)	Indice de Plasticidad	Resistencia a compresión (kgf/ cm <sup>2</sup> )
Fina	9	1.634-1.677	7-12	NP	-
Limo	3	1.53	22-23	4-19	-
Arcilla	30	1.53-1.677	11-31	7-29	0.99-1.20

Perfil de cimientos para las estructuras

En este párrafo se explicará el resultado del ensayos de perforación y de ensayos de suelos en laboratorio.

#### Puente de Tejería

En el lugar planeado de construcción de puente, se realizaron dos perforaciones:

B-7(orilla derecha) y B-8 (orilla izquierda), sacando una muestra para acudir al examen de laboratoio. Se muestra la Sección de capa de suelos en la Figura 2.10.

Según lo cual, la orilla izquierda (cerca al punto de partida, y sitio de perforación B-8)

Tiene capa de arena mezclada de arcilla con que está remontado el actual terraplén hasta el nivel superficial de 3.5 m. Su capa inferior es arenosa, pero intermetida desde 16m a 18 de profundidad una capa de arcilla. Hasta 8m de profundidad es de arena mediana con cifra de N alrededor de 20, y debajo de ello su cifra de N es mayor a 30. Esta capa, según el resultado de laboratorio, se supone que su ángulo interno de fricción es alrededor de 30 (su fuerza de adherencia : 0).

En la orilla derecha en el sitio de estribos ( perforación B-7 ) de superficie hasta 3.5m es de capa arenosa con arcilla que es material para terraplén y sigue la misma capa hasta unos 4.5 m de profundidad. De 4.5 m hasta 8.5 m de profundidad es de arena

arcillosa mediana con cifra N de 7 a 11, su capa inferior es de capa de arena bien firme, pero entre la profundidad de 13.5 m hasta 15.5 m se incrusta una capa arcillosa con cifra de N de 27 a 29 y bien firme. Esta arena arcillosa se supone que tiene su fuerza de adherencia  $C=1.0\text{kgf/cm}^2$ , ángulo interno de fricción 23 grados.

Por ambas orillas, suelo apto para la construcción de estribos y pilotes es la capa de arena más profunda de 9 m y que tenga su cifra de N mayor de 40.

#### Puente Yapacanicito A

En el sitio del km 22 de la carretera antigua donde se planea la construcción de Yapacanicito A, realizaron la perforación B-4, recogiendo una muestra para análisis geofísico en laboratorio. La sección de capa de arena se demuestra en la Figura 2.11.

Figure 2.10 Tegeria Bridge Geological Profile

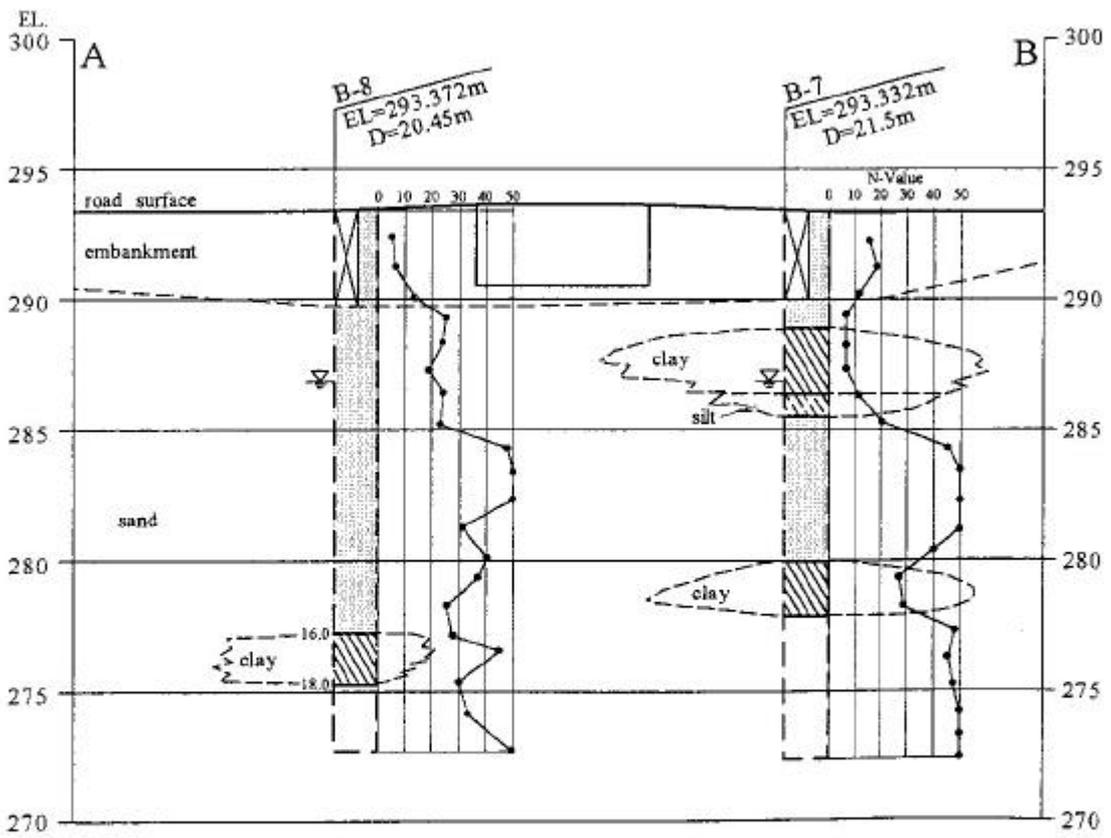
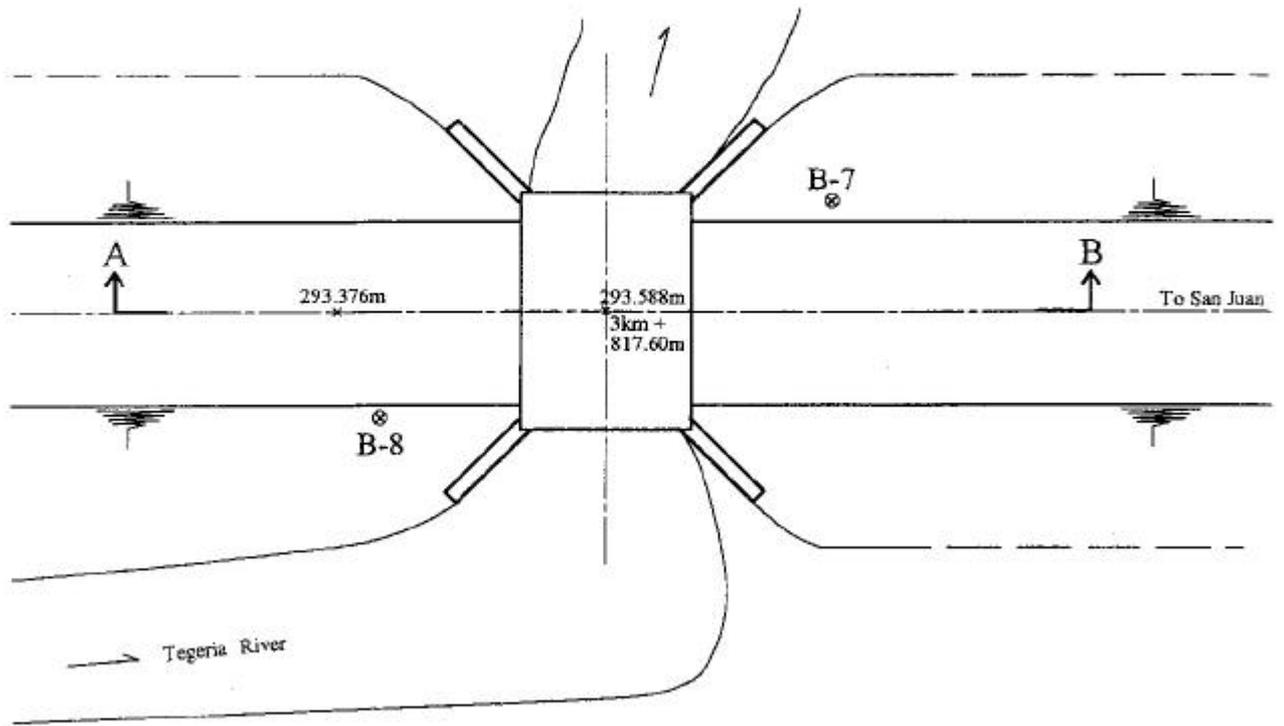
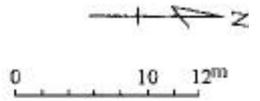


Figure 2.11 Yapacanicito A Bridge Geological Profile

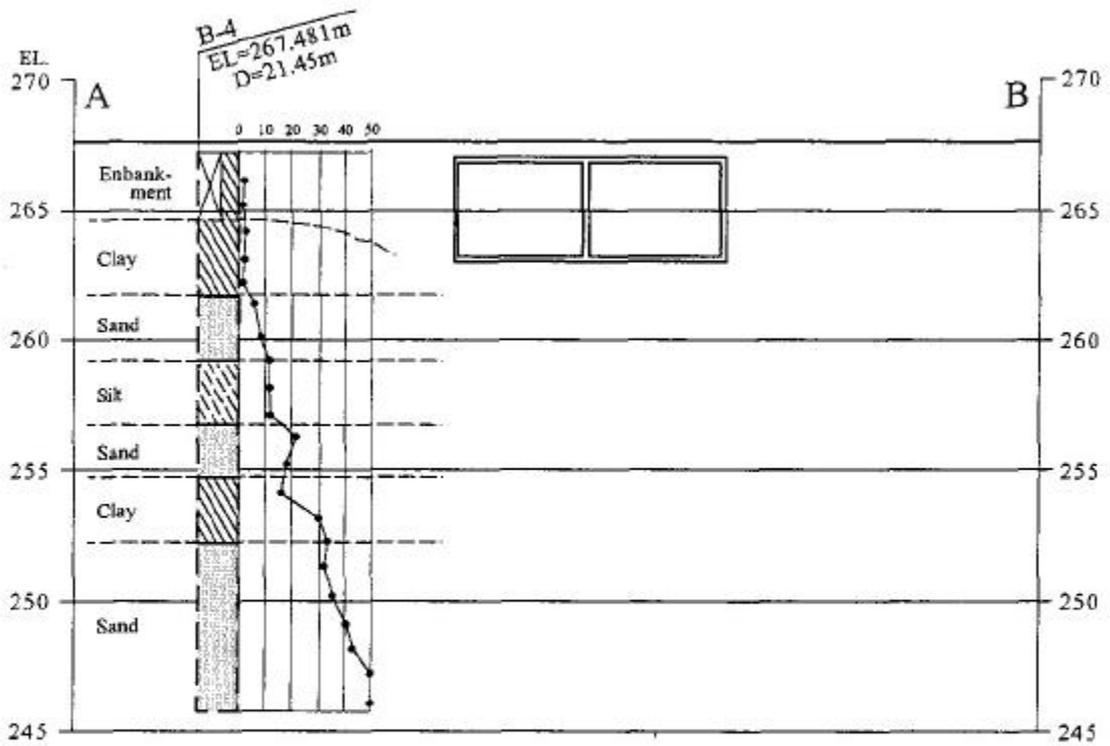
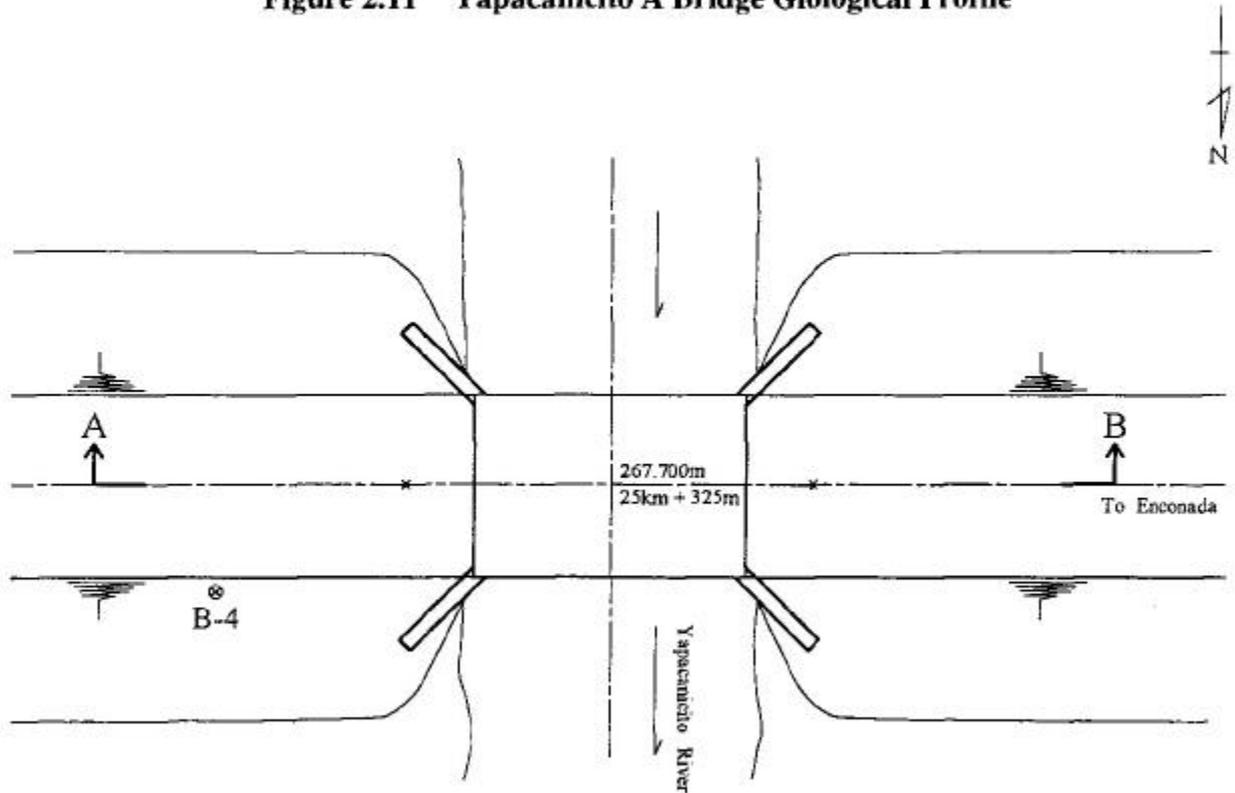
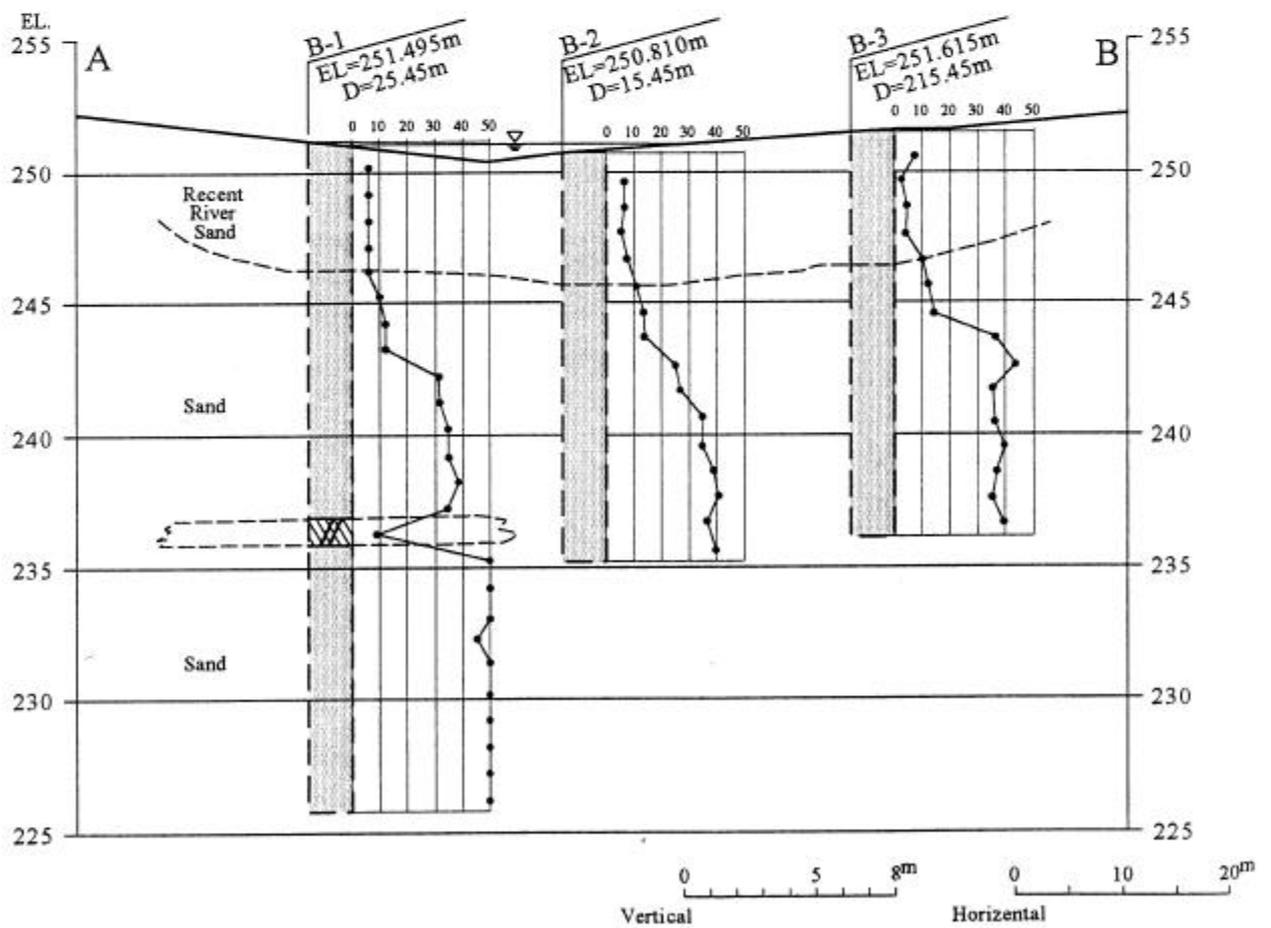
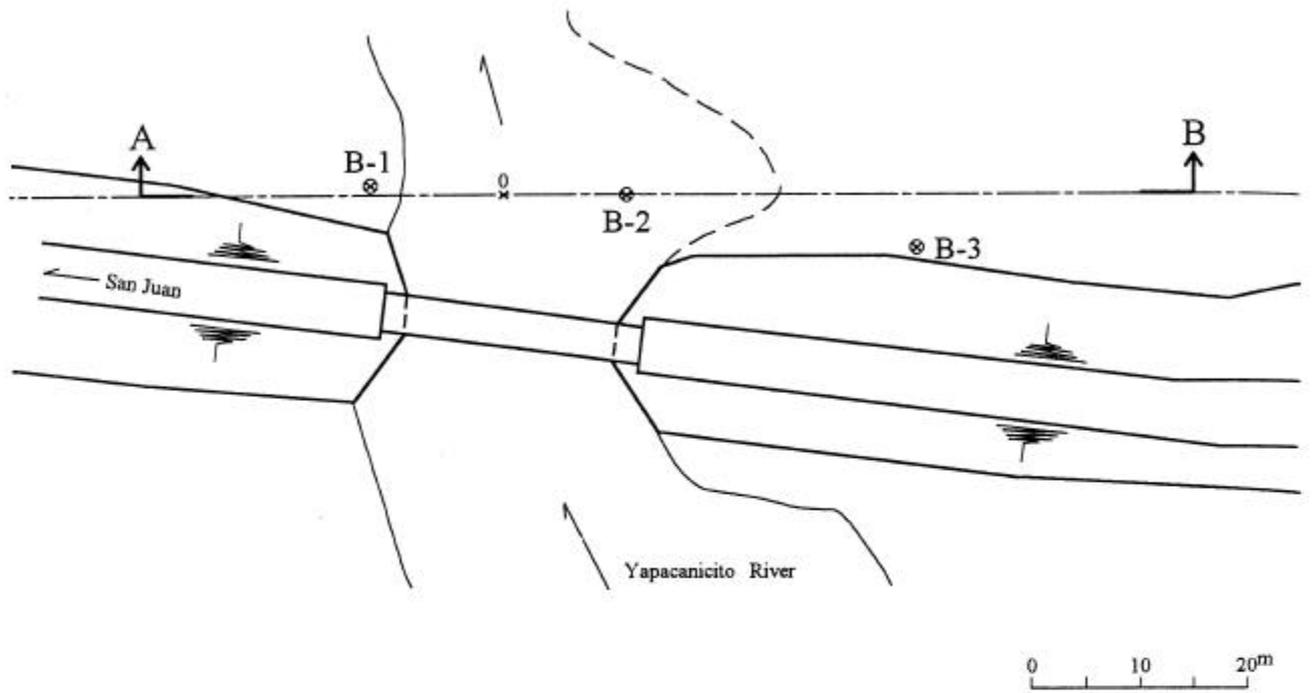


Figure 2.12 Yapacanicito B Bridge Geological Profile



La capa superficial de 5.5.m se supone que es de Terraplén de arena arcillosa suelta, demostrándose su Índice N menor de 3. De ahí hasta la profundidad de 8 m es de capa de arena suelta, hasta 10.5 m es de lino con cifra de N entre 11 y 12, hasta 12.5 m es de arena mediana con N alrededor de 20, hasta 15 m. de profundidad es arena firme arcillosa y hasta más profundo ya es capa de arena firme con N mayor de 30. Si es más profundo que 14 m ya aparece la capa de arcilla o de arena firme con cifra de N mayor de 30 que es apto para cimiento de estribos y pilotes.

### Puente Yapacanicito B

En la localidad de La Enconada al río abajo de Yapacanicito donde se planea el puente se realizaron 3 perforaciones, sacando una muestra para análisis geofísico de laboratorio. Su sección de capa de arena se muestra en la Figura 2.12.

Suelo básico cerca de final de proyecto donde se ubica el puente tiene, de superficie hasta los 5 m. de profundidad, arena mezclada con arcilla y más hasta 25 m. se encuentra arena fina mal distribuida. Alrededor de 14.5 a 15.5 m. está mezclada con arena arcillosa. La zona superficial de 5.5 m. la cifra N es menor de 10 y la arena suelta, de ahí hasta 7.5 m de profundidad la cifra N es alrededor de 15 con arena mediana, pero más profundo se distribuye una capa firme de arena con cifra N mayor de 30. Debajo de 8 m es apto para soportar los estribos y pilotes.

Aquí en adición, en la perforación B-1 después de acertar una capa confiable para soporte de pilotes, se ejecutó la perforación hasta la profundidad de 25 m para saber la capa de arena en lo profundo. Como resultado se descubrió que desde 15 m hasta 25 m. se continúan capas de arenas firmes con su cifras de N mayores de 50.

### Otros Aspectos

Se realizó una perforación-B-5, poco antes de San Juan= km 11, en el sitio de alcantarilla de cajón que cruza el camino. La zona superficial de 5 m de espesor es la capa arcillosa con cifra N menor de 10, y hasta 11.5 m de profundidad se continúa la capa arcillosa y arenosa mediana con N menor de 15. Si es más profundo hasta 16.5 m es de arena arcillosa firme con N mayor de 30, hasta 20 m con arena firme de misma tendencia.

En el sitio de km 5, donde existe una alcantarilla de cajón sobre el arroyo de Tejería, se realizó la perforación B-6. Según esta, la superficie de arena hasta 2.5 m es una capa arcilla suelta con cifra N menor de 5, hasta 11 m de profundidad se encuentra arena

arcillosa. De lo cual hasta 3.5 m se supone un terraplén. Hasta profundidad de 6.5 m arena es mediana, hasta 9.5 m arena es firme arcillosa con N entre 16 y 17, con cierto mezclaje de zona de arena. De profundidad de 10 y 11 m, la arena arcillosa es bien firme y su cifra N ya es mayor de 30.

Debajo de esta zona hasta 15 m de profundidad, la arena mediana con N entre 20 y 25, hasta 20 m. la arena arcillosa bien firme con N de 18 a 36, hasta 23.6 m la capa de arena se distribuye con N mayor de 30.

#### Materiales de terraplén

Materiales básicos para el terraplén se encuentran a la orilla del actual río (tierra arenosa o en los antiguos cauces (arena arcillosa). Pero ambos materiales son de distribución pobre (tamaño de arcilla o arena muy uniforme).

En cuanto a los materiales de terraplén, se han sacado muestras de tierra arenosa de los siguientes sitios y se hicieron examen de CBR, obteniendo los datos como se muestran:

**Tabla 2.13 Resultado del Examen CBR de los Materiales de Terraplén**

Sitio sacado De suelo	Profundidad Del suelo	Clasificación	Mayor densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Contenido de agua (%)	CBR (%)
5km+ 800m oeste	1.0 m	A-3	1.828	10.2	7.4.
11km +100m este	1.0m	A-4	1.932	12.6	10.0
26km oeste	1.0m	A-3	2.040	10.4	10.0
38km oeste	1.5m	A-4	2.012	10.0	13.8
Muestra mixta *		A-3-6	2.025	10.4	14.5

\*: Muestra mixta es lo que ha mezclado la arena del Km 26 con la arena arcillosa en la proporción de 80:20.

De ripios y agregados no puede esperar más que en el sitio del actual banco de material a la orilla del río Yapacani. La mayoría de las piedras redondas son de roca cuarcita o arenisca y son muy duras. El tamaño de la partícula varía de unos cm hasta 40 cm de diámetro.

Según el examen de agregados hecho por los expertos bolivianos, si en el caso de que el diámetro de partícula es menor de 20mm la pérdida de fricción es de 28%, si el diámetro de partícula es menor de 40mm la perdida de fricción menor de 32%. Este

valor como material agregado satisface como es menor que el standard requerido para capa asfáltica, sub base que se requiere menor de 30% y para agregado de capa base que tiene que ser menor del 50%.

(3) Situación Actual del Camino Existente.

1) Perfil del Camino Actual

Después de la construcción parcial del camino por el Gobierno de Bolivia en 1957, este se ha expandido hasta La Enconada, aproximadamente 49kms. en la forma de camino ripiado convirtiéndose en una importante infraestructura vial y socio económica para los habitantes de la región, incluidos los emigrantes japoneses.

Al camino se le agrega arena y ripio cada vez que queda anegado, mejorando el camino y canales de desagüe paulatinamente. En la actualidad, el ancho promedio del camino es de 10m. entre Santa Fe y San Juan y 8m. entre San Juan y La Enconada, la capa base está cubierta y consolidada con piedra y ripio y puede ser aprovechada como capa de soporte. El trazado actual está diseñado en la dirección recta de norte a sur y este a oeste, en la parte de bifurcación se diseña con una curva simple.

En total existen 8 curvas de radio pequeño (ver listas de curvas de radio menor a 200 m).

**Tabla 2.14 Existen Curvas de Radio Pequeño**

Punto	Curvas de Radio
4 + 000	R= 200m
5 + 630	R= 150m
17 + 830	R= 150m
18 + 750	R= 150m
24 + 810	R= 200m
28 + 780	R= 150m
45 + 980	R= 100m
46 + 370	R= 100m

Sobre la situación del desagüe a lo largo del camino, el canal troncal tiene potencialidad de desagüe, pero el camino de acceso a la zona de residencia y algunas obras cercanas se convierten en un factor que estorba el desagüe y los canales se encuentran en deficientes condiciones a lo largo del camino, pero en general las bermas y taludes se encuentran en buenas condiciones gracias a la vegetación naturales.

En el tramo Santa Fe - La Enconada, existen 3 puentes, 4 alcantarillas de cajón y muchas alcantarillas de tubo, como estructuras transversales.

Estas estructuras fueron construidas simultáneamente con la construcción de caminos en la época de inmigración japonesa entre los años 1960 a 1965.

En casos especiales del tramo Santa Fe - San Juan, se han incrementado nuevas alcantarilladas de cajón y tubo, junto con el mejoramiento de caminos cada que año sufren inundaciones.

Sin embargo, a pesar de que el ancho de la vía transitable ha aumentado hasta 10 m. como promedio, la estructura transversal de desagüe no sea mejorado y se quedó en el tamaño original de la época de construcción que varía de 7.5 m. a 8.2 m. de ancho.

Dentro de la parte urbana de San Juan, de una extensión total de 1km. de camino, la primera mitad del tramo no cuenta con cunetas laterales, mientras que la segunda mitad donde se concentran más las casas, tiene por ambos lados cunetas de unos 60 cm. de ancho.

En cuanto al tramo de San Juan - La Enconada, el nivel del camino es un poco más alto que los campos agrícolas de ambos lados y no se necesita remodelar tanto en comparación al tramo Santa Fe - San Juan.

Actualmente aquel tramo es de 7 m. a 8 m. de ancho y sus estructuras transversales son de igual anchura o más largas.

En este momento existen un total de más de 60 estructuras transversales (puentes, alcantarillas de cajón y tubo.)

A pesar de estas obras, el tramo de Santa Fe - San Juan sufre anegamientos en todas partes en la época de lluvias.

Entre los años 1997 a 1998, hubo un deterioro del camino ripiado por anegamiento e inundaciones causando gran dificultad en el tránsito vehicular.

En general hace mucha falta un incremento en la sección de drenaje en los alcantarillados de cajón y de tubo, y están atrasados en el mantenimiento y arreglo en el camino y los canales de desagüe.

Únicamente se ve una mejoría en el aspecto funcional de dichos canales de desagüe y en obras de protección en el acceso de las estructuras transversales.

Las estructuras transversales existentes cuentan con 40 a 45 años de construcción y han sufrido efectos de erosión, socavación, además de deterioro y deformación de la misma estructura.

Dado el volumen de tráfico relativamente bajo, las alcantarillas, han mantenido su función hasta hoy en día. A pesar de esto, para el caso de ampliación del ancho del camino actual, no se puede reutilizar las estructuras actuales porque estas han sobrepasado su vida útil o se encuentran muy deterioradas, con problemas de resistencia en la junta y método de ejecución, por lo que es más apropiado y razonable reconstruir estas estructuras.

Como se ha explicado, en todas las estructuras transversales (puentes, alcantarillas de cajón y tubo), se realizan estudios in situ para conocer la condición actual de su daño, funcionalidad de desagüe, ancho y longitud y determinar la necesidad de remodelación y reparación.

En una página posterior se muestra un listado de los resultados de estudios sobre todas las estructuras transversales del tramo correspondiente del proyecto y se agrega en el apéndice el listado de resultados de la inspección de las principales estructuras de un diámetro interno mayor a 1.5 m.

## 2) Situación de los Sitios de Estructuras Transversales

### a) Puente Tejería (3 km. + 820 m.)

El tipo de estructura original era de doble cajón con un ancho de 6.3m.

Con la ampliación del ancho vial, se ha instalado un puente de loza de hormigón armado. Ahora el ancho total es de 8 m. y 7 m, su longitud de 7 m. presentando además una forma especial de estructura.

El empalme entre el extremo del cajón y la loza ampliada está parcialmente rota y deteriorada.

La marca de inundación se ve hasta 50 cm. sobre el nivel de superficie del puente y aparentemente la sección de drenaje es insuficiente por lo cual se considera en construir uno nuevo acorde a la sección del río.

Este canal principal de desagüe tiene su cauce río arriba a lo largo de la carretera, y su flujo corre perpendicular al cruce del camino y por lo tanto es necesario estudiar la obra de protección en la parte de acceso arriba y abajo del río.

b) Puente de Loza de Hormigón Armado (11 km. + 860 m.)

El tipo de estructura es de puente de loza de concreto armado.

Su ancho es de 8m, longitud de 4 m. y es un puente pequeño.

Se observa un deterioro superficial, pero no hay un daño mayor.

Hay marca de inundación en la sección.

La actual sección de drenaje tiene una capacidad de 3 m. x 2.5 m, pero el ancho es de solo 8 m. y no es suficiente.

Aquí se considera un nuevo alcantarillado de cajón por la economía y facilidad de obra, comparado con el tipo de puente.

Una obra de protección de talud con un muro de concreto armado o gavión de piedra.

c) Puente Yapacanicito A (25 km. + 330 m.)

En este lugar se encuentra un canal de 2 cajones continuos (2 x 4a5 m.)

Este canal se ha deteriorado muy poco, pero su material es de baja resistencia.

El ancho es deficiente, contando con solo 6.5 m.

Es necesario considerar la sección del drenaje con una posible sustitución a un Puente Yapacanicito A.

d) Puente Yapacanicito B (48 km. + 700 m.)

El tipo de estructura actual es un puente de cercha con una longitud de 24.5 m, ancho de 3.8 m, restringido de tráfico vehicular, con la vía cubierta en madera.

Se considera como un puente provisional.

Hace falta la sección de drenaje.

La marca de inundación se encuentra solo 20 a 30 cm. debajo del puente.

El camino de acceso está en un nivel bajo.

El ancho del río en la cercanía se encuentra más ancho que la vía del puente y existe un meandro río abajo.

Aquí es necesario planear bien el cauce del río, longitud de puente, camino de acceso al puente, además de una estructura de fortalecimiento de la obra de protección tanto río arriba como río abajo.

e) Principal Canal de Desagüe (5 km. + 790 m.)

La estructura en este lugar (río tigre) es de tipo cajón, con una dimensión interior de 2.5 m en cuadro.

El nivel de inundación es inferior que el del camino, pero el cauce del desagüe en la vecindad es muy amplio y esta es la zona donde frecuentemente sube el nivel de agua en la época de lluvias, causando a menudo inundaciones.

Por esta razón, es que la alcantarilla de cajón que tiene solo 8m. de ancho no es suficiente.

Pensando en el fortalecimiento de la capacidad de drenaje, es necesario sustituirlo por un alcantarillado de mayor sección transversal.

f) Otros Sitios de Estructuras Transversales.

Dentro de los cajones y tubos que están instalados debajo del camino correspondiente, estos tubos se encuentran en su mayoría oxidados.

No está claro si el tubo corrugado está suficientemente cubierto de concreto.

Básicamente como estructura permanente se tiene que estudiar la sustitución al alcantarillado de tubo con el material de concreto.

Para tal fin, donde el ancho no es suficiente, se remueve la estructura actual para colocar nuevas alcantarillas de cajón o de tubo, basado en el volumen del desagüe y ajuste de sección correspondiente.

Por otro lado, donde actualmente se satisface la capacidad de desagüe, tiene que ser estudiada la posibilidad de renovar las estructuras pensando en el tipo mas adecuado, grado de deterioro y oxidación y la capacidad de drenaje.

En cuanto a las nuevas estructuras que serán construidas, se planea los sitios de construcción y su número de acuerdo a la situación de la cuenca, el caudal, la sección del río y la topografía de la vecindad.

### 2.3.3 Diseño Básico

#### (1) Estudio y Examen del Criterio de Diseño

##### 1) Normas Aplicadas

- Criterio de diseño geométrico: (Servicio Nacional de Caminos y Asociación de Caminos del Japón)

Diseño de AASHTO:

Instrucciones sobre Puentes de Concreto para caminos (Asociación de Caminos del Japón)

Instrucciones sobre fundación de Puentes para caminos (Asociación de Caminos del Japón)

##### 2) Criterio de Diseño de la Carretera

###### a) Diseño de Volumen de Tráfico y Velocidad

Detalle del volumen de tráfico en relación a la categoría de la carretera y su diseño de velocidad dependiente del “Criterio de diseño geométrico del Servicio Nacional de Caminos de Bolivia”:

- Diseño de Tráfico y Volumen: 300 - 700 vehículos/día (Después de 10 años de servicio)
- Categoría III de la carretera
- Velocidad de diseño de la carretera:  $v = 80$  km/h (Reconocido específicamente  $v = 60$  km/h)

**Tabla 2.15 Categoría de Carreteras y Velocidad**

Categoría de Carretera	Condiciones Geográficas	Velocidad Asignada (km/h)
Categoría III	Plano	80
	Quebrado, Irregular	60
	Montañoso	40
	Muy Montañoso	20

- Criterio Geométrico:

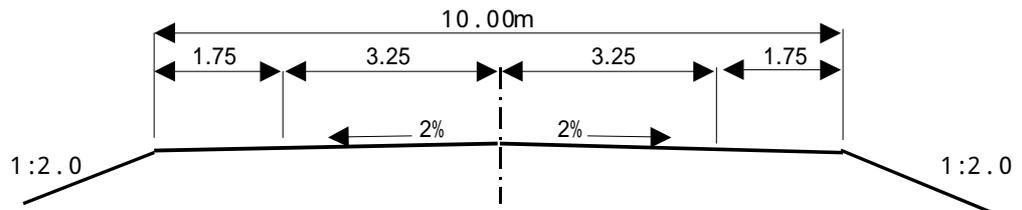
**Tabla 2.16 Criterio Geométrico**

Items	Unidades	Valores	
Velocidad Asignada	km/h	80	60
Pendiente Máxima Longitudinal	%	4	5
Radio Longitudinal			
Convexo	m	3,000	1,400
Cóncavo	m	2,000	1,000
Largo de la curva	m	70	50
Pendiente Transversal	%	2	2
Radio Mínimo Plano	m	230	120

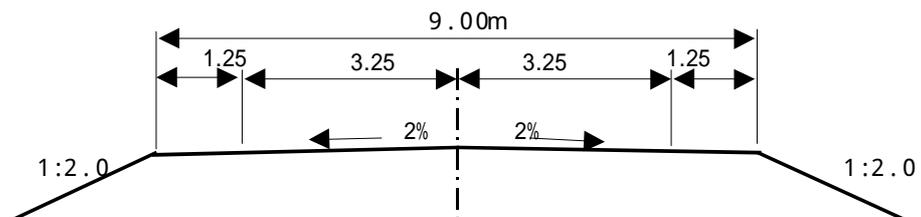
b) Ancho de Carretera

**Tabla 2.17 Dimensión de la Carretera**

Item	Santa Fe - San Juan	San Juan - La Enconada
Ancho de Trafico	$2 \times 3.25 = 6.5 \text{ m}$	$2 \times 3.25 = 6.5 \text{ m}$
Banquina	$2 \times 1.75 = 3.5 \text{ m}$	$2 \times 1.25 = 2.50 \text{ m}$
Ancho Total	10.0 m	9.0 m
Pendiente Transversal	2 %	2 %
Pavimento	Asfalto	Asfalto



**Figura 2.13 Santa Fe - San Juan**



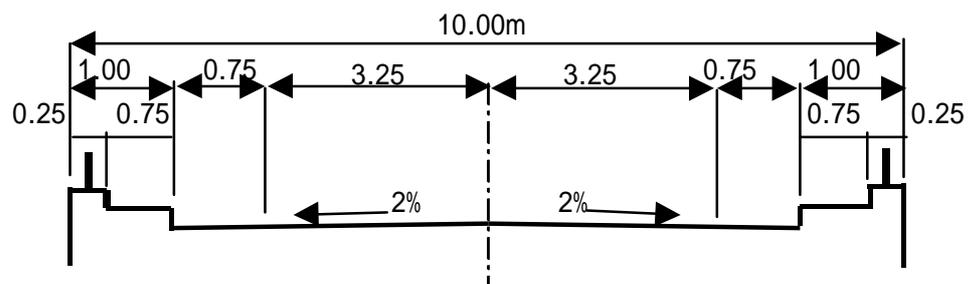
**Figura 2.14 San Juan - La Enconada**

3) Criterio de Diseño de Puentes

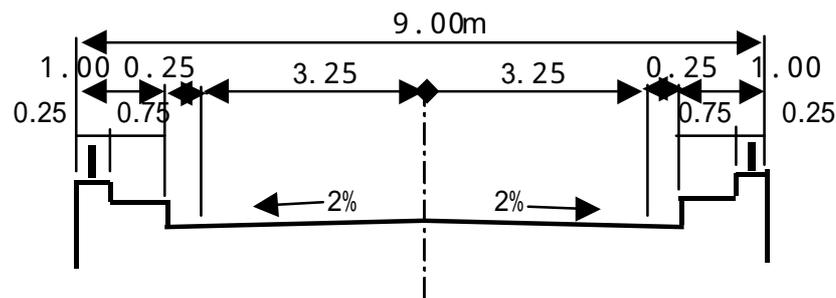
a) Ancho de Puente

**Tabla 2.18 Ancho de Puente**

	Santa Fe - San Juan	San Juan - La Enconada
Ancho de Trafico	$2 \times 3.25 = 6.5 \text{ m}$	$2 \times 3.25 = 6.5 \text{ m}$
Banquina	$2 \times 0.75 = 1.5 \text{ m}$	$2 \times 0.25 = 0.5 \text{ m}$
Paso Peatonal	$2 \times 0.75 = 1.5 \text{ m}$	$2 \times 0.75 = 1.5 \text{ m}$
Curva	$2 \times 0.25 = 0.5 \text{ m}$	$2 \times 0.25 = 0.5 \text{ m}$
Ancho Total	10.0 m	9.0 m
Pendiente Transversal	2 %	2 %
Pavimento	Asfalto	Asfalto



**Figura 2.15 Santa Fe - San Juan**



**Figura 2.16 San Juan - La Enconada**

b) Diseño de Carga

Se aplica la carga de vehículos de acuerdo con AASHTO - 93

HS 20 - 44

Carga Sísmica

No se considera la carga sísmica

Otras Cargas

Cargas principales:

- a) Carga muerta
- b) Carga viva, Impacto de carga viva
- c) Presión de la tierra
- d) Presión del agua
- e) Flotabilidad
- f) Creep del concreto
- g) Contracción por fraguado del concreto
- h) Cambios de temperatura
- i) Carga por viento

Cargas especiales:

- a) Cargas que se ejercen en el proceso de construcción
- b) Otras cargas

c) Materiales y Resistencia

Peso Especifico de los Materiales

**Tabla 2.19 Unidad de Peso (Dimensión n: kg/m<sup>3</sup>)**

Materiales	Unidad de Peso	Materiales	Unidad de Peso
Acero	7.850	Concreto	2.350
Hierro Fundido	7.850	Mortero Cemento	2.150
Aluminio	2.800	Asfalto	2.300
Concreto Reforzado	2.500	Asfalto Concreto	2.350
Concreto Presentado	2.500	Madera	800

## Resistencia de Materiales

Concreto:

Resistencia del criterio de diseño

Viga principal de concreto pretensado  $ck = 350 \text{ kgt/cm}^2$

Tablero, travesaño  $ck = 240 \text{ kgt/cm}^2$

Estribo, pilar  $ck = 210 \text{ kgt/cm}^2$

Barra de Acero:

Resistencia a la tensión  $pn = 4,200 \text{ kgt/cm}^2$

Materiales de acero de concreto pretensado:

Resistencia a la tensión  $ck = 175 \text{ kgt/mm}^2$   
(16,300 kgt)

PC cable 12512.4 (SWPR7A)

### 4) Criterio para Diseño Hidrográfico

#### a) Nivel Superficial de la Carretera

Según los antecedentes de crecidas en la zona, en los casos en que hubo daño causado por la inundación con período de retorno de diez años, ambos lados de la carretera fueron cubiertos por el agua, demostrándose cada vez la incapacidad de desagüe de las estructuras transversales. Por lo tanto, para diseñar la carretera transitable por todo el año será necesario básicamente elevar el nivel superficial de la carretera un grado mayor que el anterior huella de inundación.

Con esta consideración, para planear y diseñar la carretera longitudinal se obedece el siguiente criterio de diseño:

Superficie de terraplén: nivel mayor que la anterior huella de inundación

#### b) Puentes

El plan de mejoramiento de los rios elaborado por JICA, dentro del proyecto "Plan de Control de Inundación en la Región Norte del Departamento de Santa Cruz" contempla como base un caudal de crecida con período de retorno de 10 años, donde tolera la inundación hasta 0.3 m.

Sin embargo, en cuanto a la parte de puentes considerando su importancia como estructura, se calcula el nivel estimado de la crecida con período de

retorno de 50 años. El estudio actual, tomando la compatibilidad con el anterior plan, ha adoptado el mismo criterio de diseño sobre el puente Yapacanicito A, Yapacanicito B y puente de Tejería.

### Crecida de Inundación Estimada

Parte abierta de puentes: caudal de inundación con período de retorno de 50 años.

Ríos vecinos de puentes: caudal de inundación con período de retorno de 10 años.

En adición, si existen casas en la cercanía de los puentes abarcada dentro del plan longitudinal y transversal, no tolerará la inundación con período de retorno de 10 años.

### Espacio Libre Debajo del Puente

Según el artículo 20 de “Reglamento nacional sobre la estructura de control de ríos” del Japón, se asegura el espacio libre debajo del puente como se demuestra en el siguiente cuadro.

**Tabla 2.20**

Caudal estimado de inundación Q(m <sup>3</sup> /S)	Q<200	200<= Q<500	500<=Q <2,000	2,000<= Q<5,000	5,000<= Q10,000	10,000<= Q
H(m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

En el caso de diseñar puentes sobre un río con muchos objetos flotantes como árboles u otros, se debe calcular más espacio adicional para los objetos flotantes. Pero, en este proyecto, la magnitud de partes abiertas del puentes es relativamente grande dentro del plan de remodelación de los ríos, por lo que no se agrega más espacio como la medida para el objeto flotante.

### Muro de Protección

En principio, se fortalecerá ambas orillas del ríos por muros a lo largo de unos diez metros desde el estribo del puente. El detalle se dará según la situación del cada sitio.

c) Estructura transversales de desague

En el proyecto elaborado de JICA, “plan de control de inundación en el norte del departamento de Santa Cruz” se adopta un criterio de caudal de inundación con período de retorno de 5 años, con tolerancia de 0.3 metros de desborde, para planear la magnitud de desague. Cuando no se considera la inundación el canal de desague, se cuenta con el caudal de retorno de dos años para el plan de estructura transversal de desague.

Se considera en este proyecto el drenaje transversal por retorno de dos años compatibilizando con el proyecto citado. Con tal criterio se diseña la estructura transversal de desague como lo siguiente:

d) Caudal de agua estimada: crecida de agua por retorno de dos años.

Sección de Diseño

La sección se planea en la estructura transversal de desague con 80% de espacio usado efectivo, para que el flujo de la corriente de agua circule dentro del canal abierto con respecto al caudal estimado.

Obra de Protección de Boca de Agua

La parte de entrada y salida de la estructura transversal de desague debe protegerse a través de ejecución de obra contra la erosión hacia el terraplén de la carretera.

## (2) Carretera

### Criterio del diseño

#### a) Planos Básicos Usados para el Diseño

Los planos básicos para diseñar la carretera fueron elaborados de una foto aérea mosaica a escala de uno a diez mil. El nivel de cimientos y la situación topográfica se estudió a través de la medición directa (línea central, longitudinal y transversal) a lo largo del tramo relacionado con el proyecto.

#### b) Planimetría

La característica de la carretera bajo proyecto es de tránsito vehicular relativamente largo, interurbano y de empalme, también es un camino de recorrido cotidiano por los habitantes locales. A la vez se espera que contribuya al papel de desarrollo regional después de su construcción por lo que puede decirse como una carretera de multifuncional y multicaracterístico.

En el tramo Santa Fe - San Juan - La Enconada existe ya una carretera construida. Esta carretera tiene su terraplén a un nivel inferior, trazado ripiado y pocas estructuras transversales de desague, por lo tanto en la época de lluvia algunas partes sufren inundación, desborde de agua y tropieza su tráfico vehicular por el lodazal que se presenta. Luego de la observación sobre geografía, topografía y el uso de tierra en la vecindad objeto de carretera, no se encuentra una zona marcadamente caracterizada y no hay necesidad de pensar en otra alternativa de ruta como tema de estudio comparativo.

Sin embargo, con el avance de estudio detallado se reconocieron algunas partes donde se deberían modificar y mejorar el trazado cuando se compara con el criterio de base.

Para tales tramos se hicieron medidas de selección de rutas. La planimetría se ha consolidado a través de estudio en el campo y seguido por una serie de consultas con la organización concerniente.

c) Trazado Longitudinal

Se ha diseñado el trazado longitudinal de acuerdo a los siguientes principios, tomando en consideración el resultado del estudio in situ, formación de pavimentos, la economía y facilidad de ejecución de la obra:

- Obedecer al criterio de diseño.
- Se planea el nivel superficial de carretera más alto que la huella de inundación en cuanto al tramo vulnerable al desborde(para proteger el pavimento contra la erosión del agua)
- Donde no sufre el efecto de la inundación, se planea el nivel de carretera a cierta altura, agregando una capa de pavimetno al actual trazado.
- En la parte del acceso al puente designado el nivel de trazado se ajusta a la altura de puente planeado.
- No excava la carretera actual.

d) Diseño Transversal

Plan transversal se ejecuta en cuanto a la forma que consolida la norma de diseño.

Para contar el número de las estructuras transversales se elaboraron algunos planos de sección representativa donde haya alteración de sección.

2) Plan de Trazado

a) Tramo de Santa Fe - San Juan de Yapacani

El actual camino de este tramo está bien operado y conservado, y su espesor de ripios que cubre la capa superficial es del orden de 23 cm promedio (13 a 34 cm). Para planear el trazado se seleccionó la ruta para poder aprovechar al máximo el camino existente, respetando la actual línea central longitudinal. Sin embargo, las siguientes partes no satisfacen la morma básica de diseño por lo cual se necesita una modificación del trazado.

- 4 Km + 000  
La planimetría actual muestra un radio de curvatura de unos 200 m y la norma satisfactoria es de 230 m. Por lo cual de cambió el radio de curva a 230 m. El trazado fijó la línea recta y tomó el radio de 230, modificando el trazado de la curva al interior máximo 12 m.

- 5 Km + 630  
La ruta actual tiene una curva de radio de unos 150 m y cuenta con dos casas dentro de la curva. Para satisfacer la norma del diseño y evitar la casa, el trazado adoptó la curva rodio de 500 m que es menos que el actual y trasladando la ruta al lado izquierdo y al doblar al lado derecho con  $R = 230$  m se conecta con la línea recta del camino.
- 12 Km + 878 cruce  
Este lugar es cruce de camino y parte urbaño. Por lo tanto la curva es en ángulo recto.
- Otros tramos  
Lo demás tramos se ajustaron al máximo para que coincidan con la línea central longitudinal con la ruta actual.

b) Tramo San Juan de Yapacani - La Enconada

Este tramo puede dividirse en 3 secciones según su característica.

a. De San Juan de Yapacani hasta 30 Km + 000

- Esta sección tiene relativamente buen mantenimiento y sus ripios de tratamiento superficial cubre promedio de 11 cm (8 a 16 cm).
- Para decidir el trazado se aprovechó al máximo la ruta existente como el caso de tramo anterior (Santa Fe - San Juan de Yapacani). Pero en esta sección también hay unas partes que no satisface la norma de diseño, por tal efecto se hizo alguna modificación como sigue:
- 13 Km + 885 cruce  
Este cruce también se diseñó con curva en ángulo recto.
- 17 Km + 830 y 18 Km + 750 curvas  
Rutas actuales de estos sitios presentan unas curvas pequenas con radio de 150 m. Para satisfacer la norma de diseño, se fijó recto el trazado alrededor de las curvas y modificó a la curva con radio de 230. Por lo que la línea central de trazado planeado ha movido al interior como máximo unos 30 m.
- 24 Km + 810 curva  
La ruta actual tiene una curva con radio de unos 200 m y se ha

modificado la curva para satisfacer la norma con radio de 230 m, el eje se moverá como máximo 15 m. hacia el interior de la curva.

- 28 Km + 780 curva

La ruta actual tiene curva con radio de unos 150 m. Y como en el caso anterior, se ha modificado la curva a un radio de 230 m. Por lo tanto, el trazado planeado se ha trasladado al interior de la curva como máximo unos 30 m.

- Las demás partes

Los demás partes se planearon para que la línea central longitudinal coincidan con la de las actuales rutas.

b. 30 Km + 000 - 43 Km + 458 cruce

La ruta actual de este tramo mantiene buen trazado satisfaciendo la norma de diseño, y ancho de vía es de unos 9.0 m. La línea central longitudinal respeta mayormente de actual trazado. En el cruce de 43 + 458, como hay viviendas cerca de la carretera se ha planeado la esquina con ángulo recto sin espacio de reserva, para no provocar la velocidad excesiva de conductores que aumenta más la peligrosidad.

c. 43 Km + 450 - La Enconada

El actual camino presenta un aspecto modesto con vía angosta, delgados rípios y terraplén que cubren la superficie.

- 43 Km + 458 cruce - 44 Km + 000

En este tramo al lado derecho hay un tanque de agua. Para evitar problema se utilizó  $R = 800$  y  $R = 3,000$  seleccionando nuevo trazado modificado del actual.

- 44 Km + 000 - 45 Km + 900

La ruta actual es más o menos recta pero incluye varias curvas pequeñas y repetidas. Por lo que se ha corregido aún más recto el trazado.

- 44 Km + 900 - 47 Km + 600

En este tramo la ruta corre bastante cerca de río Yapacanicito, por lo tanto para evitar el acercamiento demasiado, se adoptó 6 curvas pequeñas. Ambas riberas del río Yapacanicito se encuentran grandes

árboles y por eso no hay cambio de ruta de la corriente del río. La ruta planeada utilizó curvas mayores 230 m y adoptó al máximo el trazado actual.

- 47 Km + 600 tramo final

La ruta actual tiene dos cruces con ángulo recto y entre ellos muestra una forma recta como manivela. El trazado planeado va a seguir la ruta actual hasta 48 Km + 553 en la forma recta y en el cruce dobla en forma recta. El sitio de construcción de puente Yapacanico B, para facilitar el tránsito mientras que esté en obra el puente, se ha trasladado unos 10 m río abajo del trazado de línea central longitudinal. Igual que la ruta actual, mantuvo la curva de orden de  $R = 50$  m en el trazado planeado.

### 3) Trazado Longitudinal

Trazado longitudinal se diseñó según el principio planteado en el párrafo anterior. En lo siguiente, se demuestran puntos de control que son las zonas de inundación, lugares planeados de puentes y alcantarilla del cajón.

#### a) Nivel Planeado de Altura en las Zonas Afectadas de Inundación

Nivel planeado de altura en las zonas inundadas

- \* No 2 0 Km + 800 su vecindad

Nivel superficial de carretera	299.600
Profundidad cubierta de agua	0.750
Espesor de pavimento	0.350
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.100</u>
Altura planeado	300.800 m y más → 300.580

A pesar de este cálculo, en la zona el punto más alto es de 300.181 m y la carretera se inclina hacia abajo, por lo que se supone que no se inundará más alto que este lugar y se decidió 300 - 580 m como el nivel planeado de altura.

- \* No 3 2 Km + 500 su vecindad

En la actualidad, como estructuras transversales de drenaje, están instalados dos tubos corrugados de tamaño de  $\phi 1.50$  y se baja la pendiente hacia el río

Tejería. También según información recibida en el sitio, dicen que la parte de la carretera hacia río abajo no se inunda. En la planeación, está diseñado como estructuras de drenaje la alcantarilla de cajón con dimensión de  $3.00 \times 2.50$ . Además se planean cunetas longitudinales hasta el punto del río Tejería al lo largo de la carretera. Parece que no habrá necesidad de elevar el nivel superficial de la carretera.

\* No 4 3 +900 zona vecina al río Tejería

Nivel superficial de carretera (3 + 550)	293.066
Profundidad cubierta de agua	0.750
Espesor de pavimento	0.350
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.100</u>
Altura planeada	294.266 m y más →294.281

\* No 8 8 + 700, No 9 9 + 300 su vecindad

Nivel superficial de carretera (9 + 250)	287.964
Profundidad cubierta de agua	0.500
Espesor de pavimento	0.350
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.100</u>
Altura planeada	288.914 m y más →289.000

\* No 13 12 + 600 y su vecindad

Nivel superficial de carretera (12 + 150)	284.521
Profundidad cubienrta de agua	0.500
Espesor de pavimento	0.350
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.100</u>
Altura planeada	285.471 m y más →285.340

En esta vecindad, el punto más alto tiene un nivel de 285.087 m, y de ahí baja hasta el punto terminal. Luego, se supone que no causara inundación sobre este punto, por lo que se justifica la modificación al 285.340 m el nivel planeado.

- \* No 20 38 + 700 y su vecindad

La pendiente longitudinal de la ruta actual se baja constantemente hacia terminal y se supone que no va a sufrir el efecto de inundación. Por lo tanto no se elevó el nivel superficial por razón de inundación.

- \* No 25 43 + 900 y alrededores

Nivel superficial de carretera (43 + 426.9)	250.315
Profundidad cubiernta de agua	0.500
Espesor de pavimento	0.310
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.090</u>
Altura planeada	251.215 m y más →251.570

- \* No 26 45 + 000 alrededores

En este tramo, la pendiente longitudinal de la ruta se baja constantemente hacia punto de partida por consiguiente según la línea longitudinal se supone que no se inundará. Por lo tanto, no se planea la elavación del nivel superficial de la carretera, sino en consideración del poco terraplén introducido se planeó una cuneta para complementarse hacia río arriba.

- \* No 28 47 + 400 alrededores

Nivel superficial de carretera (47 + 400)	255.106
Profundidad cubiernta de agua	0.500
Espesor de pavimento	0.310
<u>Pendiente transversal</u>	<u>0.090</u>
Altura planeada	256.006 m y más →255.580

En la cercanía, el punto más alto es 255.278 m y la pendiente baja de aquí hacia el punto de partida. Y esto hace suponer que no habrá inundación en lugar más alto. Por lo cual se decidió el nivel planeado a 255.580.

b) Nivel Superficial de Carretera en los Sitios de Construcción de Puentes

\* Puente de Tejería (L = 22.30 m)

H, W, L	=	292.500
Espacio libre debajo del puente	=	0.600
<u>Altura de vigas y demás</u>	=	<u>1.603</u>
Nivel planeado de Estribos	=	294.703 m

Trazado longitudinal del puente

Pendiente, , +0.50 %, -0.50 %

V, C, L = 70 m (longitud mínima)	R =	7,000
Nivel de Estribos	Y =	0.041 m
Diferencia de nivel según pendiente hasta el punto de cambio	h =	0.056 m

Nivel superficial de punto de cambio

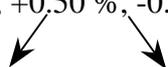
Nivel planeado de estribos	=	294.703
Y con respecto al V, C	Y =	0.041
<u>Diferencia de nivel según pendiente</u>	<u>h =</u>	<u>0.056</u>
Nivel punto de cambio de Estribos	H =	294.800 y más

\* Puente de Yapacanicito (A) (L = 22.30 m)

H, W, L	=	266.400
Espacio libre debajo del puente	=	0.600
<u>Altura de vigas y demás</u>	=	<u>1.603</u>
Nivel planeado de Estribos	H =	268.603 m

Trazado longitudinal del puente

Pendiente, +0.50 %, -0.50 %

 V, C, L = 70 m (longitud mínima)	R =	7,000
Nivel de Estribos	Y =	0.041 m
Diferencia de nivel según pendiente hasta el punto de cambio	h =	0.056 m

Nivel superficial de punto de cambio

Nivel planeado de estribos =	268.603
------------------------------	---------

Y con relación a V, C	=	0.041
<u>Diferencia de nivel según pendiente</u>	<u>h</u>	<u>0.056</u>
Nivel punto de cambio de puente	H	= 268.700 m y más

\* Puente de Yapacanicito (B) (L = 48.55 m)

H, W, L	=	253.450
Espacio libre debajo del puente	=	0.800
<u>Altura de vigas y demás</u>	<u>=</u>	<u>1.726</u>
Nivel planeado de altura	=	255.976 m

Trazado longitudinal del puente

Pendiente, +2.00 %, -2.00 %

V, C, L = 72 m (longitud mínimo)      R = 1,800 (valor mínimo)

Nivel de Estribos      Y = 0.083 m

Diferencia de nivel según pendiente hasta el punto de cambio

h = 0.486 m

Nivel superficial de punto de cambio

Nivel planeado de Estribos      = 255.976

Y con relación al V, C      Y = 0.038

Diferencia de nivel según pendiente      h = 0.486

Nivel punto de cambio de puente      H = 256.500 m y más

En adición, el lugar de construcción del puente tiene antes y después cruce a nivel. Por lo tanto, la velocidad estimada de tramo se planea a V = 60 Km por hora.

c) Nivel Planeado de Punto de Control por Alcantarillado de Cajón

\* 11 + 300, Cajón (2.00 × 3) × 1.50

Altura de lecho	284.465
Altura de tubo interior	1.500
Espesor de lámina superior	0.300
Espesor de pavimentación	0.150
Pendiente	0.100
<u>Espacio libre</u>	<u>0.050</u>
Nivel planeado	286.565 m

\* 11 + 860, Cajón  $(3.00 \times 2) \times 2.50$

Altura de locho	282.603
Altura de tubo interio	2.500
Espesor de lámina superior	0.350
Espesor de pavimentación	0.150
Pendiente	0.100
<u>Espacio libre</u>	<u>0.050</u>
Nivel planeado	285.753 m

Los demás tramos que no son puntos de control se han planeado a la altura de nivel superficial más espesor de pavimentación, y se diseño relativamente inferior al terraplén.

#### 4) Plan Transversal

El plan transversal se planeó bajo el mismo principio del anterior artículo.

##### a) Talud de Terraplén

El material de terraplén que se encuentran en esta región es arena demasiado fina y no es apta para vegetación y vulnerable a erosión. Para protegerlo se cubre de nuevo con material local orgánico después de tratamiento superficial de talud, con lo que se vuelve la vegetación y resistente contra erosión.

##### b) La Parte Urbana de Colonia San Juan de Yapacani

Desde la plaza hasta el Km 13 + 880 es un barrio comercial por ambos lados y su ancho de vía W es 11.0 m. En ambas orillas del vía están instaladas cunetas de forma U colada en el sitio. Pensando esta situación, se planeó este tramo con la misma medida actual con  $W = 11.0$  m.

##### c) Parte en Excavada de Arena

De todos tramos de estudio hay una parte que se excava el comino en la parte urbana de Santa Fe. Mientras que la carretera actual está trabajada por la arena excavada en su local, en este proyecto solamente excava una pequeña sección para instalar cunetas con foma de letra V al nivel de 1 metro inferior de la superficie de la carretera y su pendiente de talud se diseña con 10 %.

### (3) Pavimentación

#### 1) Criterio del Diseño

##### a) Tipos de Pavimentación

El pavimento aplicado a las carreteras normales se clasifican en dos tipos principales: el que tiene la capa superficial de asfalto y otro con la capa superficial de concreto. A su vez la categoría del pavimento de asfalto comprende el pavimento que tiene la capa superficial de mezclas de asfalto calentado sobre la plataforma, y otro con tratamiento superficial de betún que consiste de una capa superficial delgada, formada mediante el método de mezcla o el método de penetración sobre la plataforma constituida por la capa de ripios existente.

Teniendo en consideración el volumen de tráfico de vehículos grandes y el tiempo de servicio de la carretera, para la pavimentación de las carreteras del estudio, optamos por mezclas asfálticas calentadas, que tienen alta durabilidad y que se utilizan en las carreteras principales de Bolivia.

##### b) Estudio Básico para Diseñar la Pavimentación

El espesor de cada una de las capas que constituyen el pavimento asfaltado se diseña basándose en la carga de tráfico vehicular y en la capacidad portante del lecho de la carretera, y considerando las condiciones de los materiales a utilizar.

\* La carga de tráfico vehicular es una condición directa que determina el número estructural de cada capa (SN), el cual representa la resistencia relativa del pavimento, y se expresa como el diseño de volumen de tráfico. Para determinar el diseño de tráfico de vehículos se requiere tomar en consideración los cambios futuros del mismo.

Con respecto al volumen de tráfico vehicular de diseño para las carreteras del estudio, se han estimado los volúmenes actuales de tráfico de vehículos grandes y volúmenes futuros cada 5 años hasta el año 2019 (20 años después).

\* La capacidad soportante del lecho es, igual que la condición de tráfico, una condición directa que determina el número estructural de cada capa

(SN), por lo que es una condición indispensable para diseñar la estructura. Al diseñar la estructura, la capacidad soportante del lecho de la carretera se estima por valores CBR de diseño.

Para estimar valores CBR de diseño de las carreteras del estudio, se efectuaron pruebas CBR del lecho de las carreteras existentes y de los materiales de los terraplenes.

También se efectuaron investigaciones del estado de la plataforma de las carreteras existentes para averiguar el espesor de ripios colocados en las carreteras existentes. Esta investigación tiene como objeto el aprovechar los ripios de las carreteras existentes para la plataforma de las carreteras del proyecto, a fin de reducir el costo.

## 2) Estimación del Futuro Tráfico

Para estimar el tráfico futuro se consideró la potencialidad de desarrollo de la zona norte de La Enconada y su producción futura en base al actual comportamiento de San Juan, agregándose 20% de tráfico estimado.

### a) La zona con Potencial Desarrollo en el Futuro

Incluyéndose la zona ya explotada, se supone que la zona de futura explotación sería la región rodeada por las cuencas de ríos Yapacani y Pirai. Para tal estimación se tomó en consideración el plan de uso de tierra y la medida de asignación y control de la zona explotable en el norte y la zona de reserva natural del Departamento de Santa Cruz.

Según estimado, el área de posible aprovechamiento en el futuro llegaría a 172,000 has, suponiendo el 50% del área total será explotado para el uso agrícola, totalidad del área convertida a terreno agrícola es 86,000 has. (Figura 2.17) Por añadidura, en la zona de San Juan la proporción de uso agrícola de todo terreno es de un 60%.

De esta área nuevamente creada no se sabe todavía como se aprovechará, pero podemos estimar en los siguientes casos alternativos:

Caso 1: Toda el área creada se convierte en su totalidad en arrozal (húmedo o seco).

En este caso el cultivo secundario de invierno sería la soya.

Caso 2 : Del área total creado el 50% se dedica al cultivo de arroz, 10 % al cultivo de cítricos y 40% restante a la ganadería. En este caso también, el 50% de terreno citado se dedica a la soya como segundo cultivo de invierno.

Pensando en la estrategia de diversificación de actividades en San Juan, sería más probable el caso 2, pero agregando un factor de actividad avícola.

b) La Cantidad de Producción y Objeto de Transporte Hacia San Juan.

Por ambos casos de 1 y 2 arriba mencionados se estimaron la cantidad productiva futura, bajo el siguiente condicionamiento:

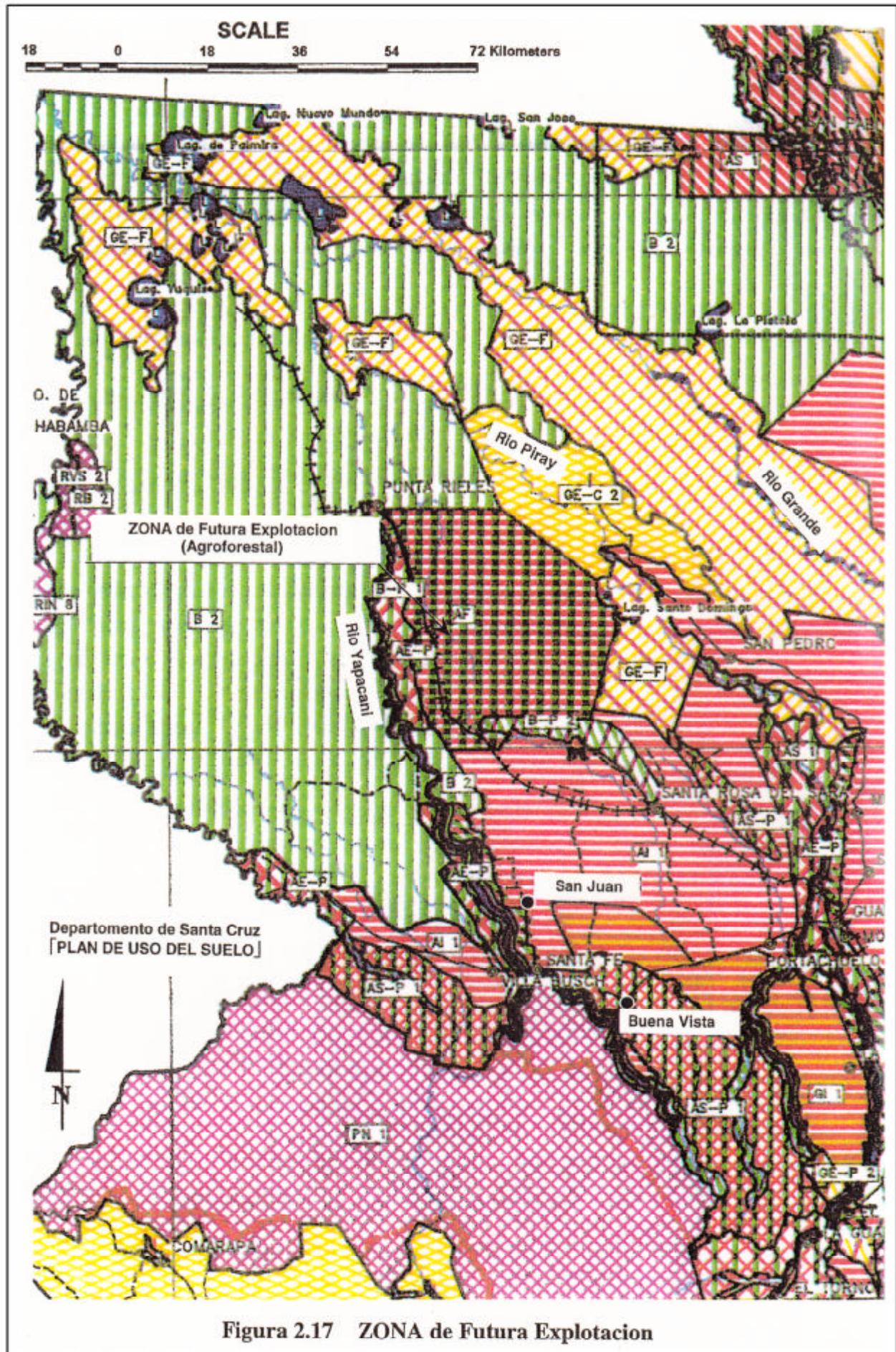
- Arroz (campo húmedo y seco): 4 a 6 toneladas/ha. una cosecha por año entre febrero y abril.
- Soya : 2 a 4 tonelada/ha, cultivo secundario.
- Cítrico : 25 toneladas/ha. una cosecha por año entre abril y junio
- Bovino : 1 cabeza/ha, promedio de peso 500 kg por cabeza transportable todo el año como promedio.
- Medio de transporte : camión de carga con 10 toneladas/unidad
- Rumbo de transporte : 50% hacia Santa Rosa, 50% hacia San Juan.

**Tabla 2.21**

Producto	Extensión(ha)	Producción anual(ton)	Trasport hacia S/Juan(ton/año)	Tráfico anual Vehicular(unid)
Caso 1				
Arroz	86,000 ha	344-516,000	172-258,000	34,400-51,600
Soya	43,000 ha	86-172,000	43-86,000	8,600-17,200
total				43,000-68,800
Caso 2				
Arroz	43,000 ha	133-172,000		
Soya	21,500 ha	43-64,500		
Cítricos	8,600 ha	215,000		
Bovinos	34,400 ha	17,000		
total	86,000 ha	408-468,500	204,000-234,300	40,800-46,900

Nota: La mayoría del transporte se concentra en la época entre febrero a abril coincidiéndose con la cosecha de arroz.

Una consideración sobre la demanda de arroz en Bolivia.



La tasa estimada de crecimiento demográfico del país es:

1992	1995	2000	2005	2010
642(millones)	741.3.	832.8	927.4	1022.9

La producción de arroz en Bolivia fue 223mil toneladas en 1993, mientras su consumo individual era de 34.73 kg. Se supone que esta tendencia de consumo no cambia la demanda nacional de arroz en 2010 sería de 355.25 toneladas, aumentando 132mil toneladas. (No se cuenta la cantidad de importación)

Según FAO el porcentaje de consumo de arroz en todos granos en Bolivia ocupa 9.4%.

Se supone que la economía de Bolivia se desarrolla y la modalidad de consumo alimenticio se asimila a Brasil inclinándose con 15% de ocupancia de arroz en todos consumos de granos, la demanda de arroz en Bolivia será de 566.88 toneladas, demostrando 343 toneladas más que la de 1993. (Consumo individual 55 kg/año)

Si la zona norte de La Enconada se desarrolla en su producto agrícola y la producción anual de arroz alcanza el orden de 133 mil a 344 mil toneladas en la zona nuevamente explotada, esto sería razonablemente absorbida por la demanda nacional.

c) Estimación de Tráfico Vehicular en el Área de San Juan.

En el área de San Juan se cuenta y registra la circulación de tráfico vehicular en ciertos días del año. Pero esta cifra varía mucho en época de cosecha y de su transporte o un día que este fuera de época. Además no se cuenta con datos sobre el tráfico anual o diario promedio que será esencial para diseñar la pavimentación de la carretera.

Por consiguiente, con el fin de estimar el volumen de tráfico vehicular, hemos adoptado como dato básico la suma total de producto anual del año pasado obtenido por la CAISY (Cooperativa Agrícola Integral de San Juan de Yapacani)

**Tabla 2.22**

Item	Producción anual (ton)	Tráfico vehic. anual(unidad)
Arroz (húmedo y seco)	121,000 *1.2=145,200	29,000
Soya	46,800 *1.2= 56,160	11,200
Otros productos	30,000	6,000
Total	231,360	46,200

Nota: ver detalle en el Tabla 2.24

Dentro de los demás productos del cuadro, podemos mencionar que 80% de los que se transportan son relacionados con la actividad avícola (huevo, carne de pollo, su alimento) y los artículos de consumo cotidiano de los habitantes. Aquí, no hay temporalidad de demanda y se realiza su transporte igualmente por todo el año.

Resumiendo todo esto, el promedio de tráfico por día (en término de camión de transporte de producto agrícola) se estima como  $\{(46,200-4,800)/365\}=113$  unid/día

Y el conteo que se realizó durante el estudio de esta misión, aunque no coincide con la época de cosecha y de su transportación, demuestra la cifra en término de camión grande:

tramo de Santa Fe~ San Juan : alrededor de 120  
tramo de San Juan~La Enconada : alrededor de 60

Por consiguiente el volumen de tráfico vehicular grande se estima como sigue:

tramo de Santa Fe ~ San Juan :  $(113 + 120) * 1.3$  alrededor de 300  
tramo de San Juan ~La Enconada :  $(100 + 60) * 1.3$  alrededor de 200  
(orden de 30% agregado como factor de incertidumbre)

d) Tráfico Futuro

El tráfico futuro se calcula como la suma del tráfico creado en la zona potencial de desarrollo y actual tráfico existente. Aquí se toma la siguiente suposición:

- El puente Palacios que está a unos 11 km de distancia de La Enconada se termina su construcción dentro de 10 años.
- La zona potencial en el norte del puente de Palacios culminará su desarrollo en 10 años después de la construcción del puente.

- La modalidad de aprovechamiento del terreno será del caso 2. En este caso el volúmen anual de tráfico vehicular (incluso el estimulado) será igual que el actual.

Lo siguiente es el tráfico estimado de vehículos grandes para diseño de pavimentación.

**Tabla 2.23 Tráfico de Vehículos Grandes para Diseño Unidad por Día de un Sentido**

	1999(actual)	2009(*1.2)	2014	2019(*2.0)
Santa Fe~San Juan	150	180	240	300
San Juan~La Enconada	100	130	190	250

**Tabla 2.24 Producción Agrícola en la Zona Vecina de San Juan**

Producto	Zona	Extensión(ha)	Cantidad(ton/año)
Arroz	Enconada, Barrientos, Ayacucho	12,000	52,800
	14 de Septiembre	1,000	4,400
	Nueva América	1,000	4,400
	Aguas Blancas	2,000	7,900
	San Juan de Yapacani	13,000	51,480
	Total	29,000	120,980
Soya	Enconada, Barrientos, Ayacucho	9,000	18,000
	14 de Septiembre	700	1,050
	Nueva América	600	1,200
	Aguas Blancas	1,500	2,550
	San Juan de Yapacani	12,000	24,000
	Total	23,000	46,800
Sorgo, Maiz	San Juan de Yapacani	1,000	3,800
Cítricos	Enconada	50	330
	Aguas Blancas	40	264
	San Juan de Yapacani	460	3,036
	Total	550	3,630

Producto	Zona	Unidad(pieza)	Cantidad(ton/año)
Huevo	San Juan de Yapacani	216,000,000	14,400
Pollo	San Juan de Yapacani	627,500	1,275
Alimento para Pollo	San Juan de Yapacani		3,500
Material alimenticio	San Juan de Yapacani		3,500
Maderas	La Enconada		

Fuentes: Cooperativa Agrícola San Juan  
9 de junio de 1999

nota: Este año la producción de arroz y maiz es 20 % menos que el año normal.

### 3) Diseño de Pavimento

Dentro del estudio se adoptó un método que determina “AASHOTO GUIDE for design of Pavement Structure” para hacer el cálculo de espesor de pavimento. En este método se utiliza “SN” que se encuentra dentro del cuadro Figura 2.18, y se calcula fácilmente el espesor de cada capa a través de la siguiente fórmula.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

SN : índice del espesor de pavimento

Aquí  $a_1, a_2, a_3$  : Índice del espesor capa asfáltica, capa base y sub base

$D_1, D_2, D_3$  : Espesor (pulgada) de capa asfáltica, capa base y sub base

#### a) Criterio de Diseño

Término de vida útil

T : 15 años

Tráfico vehicular

**Tabla 2.25 Tráfico de Vehículos Grandes para Diseño por Día de un Sentido Unidad**

Tramo_/ año	Actual 1999	2009	2014	2019
Santa Fe- San Juan	150	180	240	300
SantaFe-La Enconada	100	130	190	250

**Tabla 2.26 Promedio de Tráfico de Vehículos Pesados Durante Todo el Período de Vida útil**

Tramo/año	15 años
Santa Fe- San Juan	180
Santa Fe- La Enconada	130

**Tabla 2.27 Estimación de Aplicaciones Totales de 18-kip (ESAL)**

	15 años
Santa Fe - San Juan	$W_{18}=180 \times 365 \times 15 \times 0.605=0.60 \times 10^6$
San Juan - La Enconada	$W_{18}=130 \times 365 \times 15 \times 0.605=0.43 \times 10^6$

\* Para obtener los valores ESAL, se requiere determinar la distribución del peso de los camiones. Debido a que en Bolivia no hay datos correspondientes, se obtuvieron valores ESAL multiplicando por  $K = 0.605$ , aplicado en las carreteras locales de los Estados Unidos.

Nivel de confiabilidad

NOMOGRAPH SOLVES:

$$\log_{10} W_{18} = z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot \log_{10} (SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right] + 2.32 \cdot \log_{10} M_R - 8.07}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}}$$

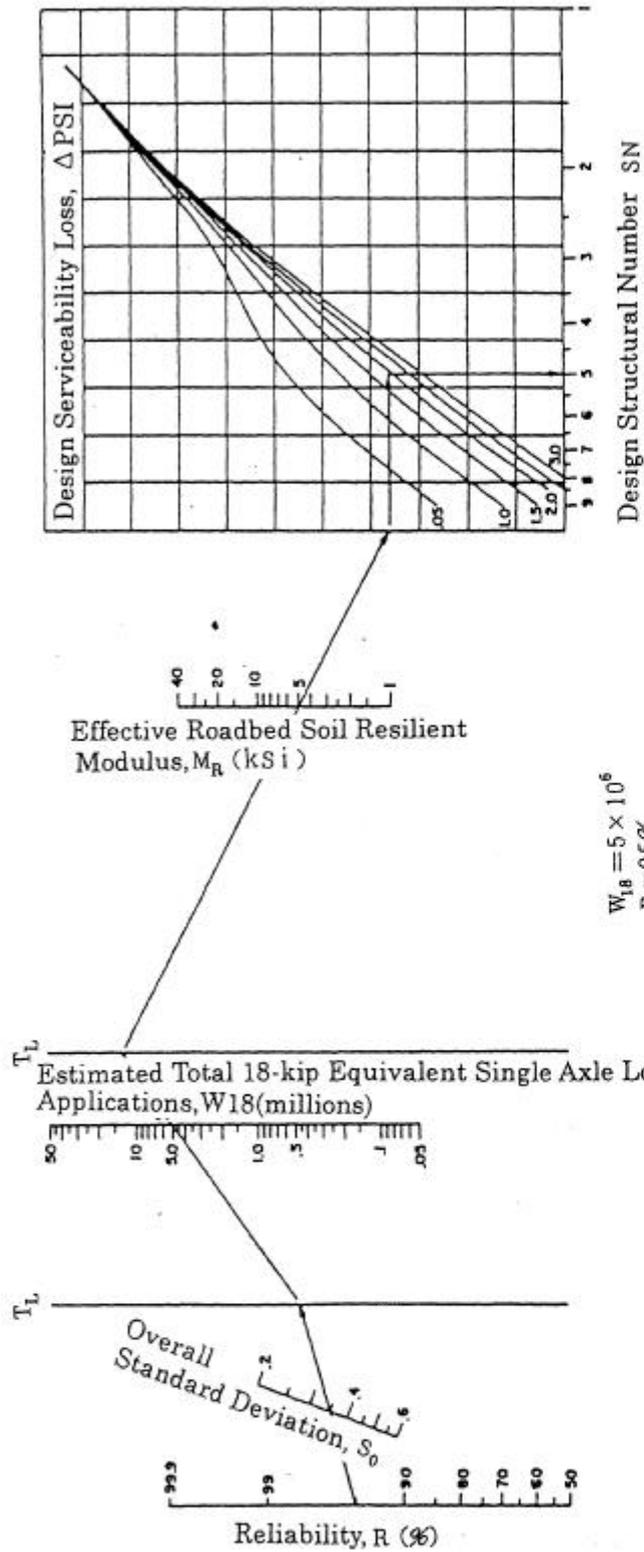


Figura 2.18

Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

R = 95 %

Pérdida de capacidad de servicio

$$PSI = P_o - P_t = 4.2 - 2.0 = 2.2$$

Desviación normal ( $S_o$ )

$S_o = 0.35$  (pavimento flexible)

Módulo de resiliencia del suelo ( $M_R$ )

$$M_R = 1,500 \times CBR \quad (1.5.1)$$

$$= 1,500 \times 8 = 12000 \text{ psi}$$

CBR: Los resultados de la investigación geológica demuestran que CBR del suelo del lecho de la carretera existente y de materiales del terraplén es mayor al 8%, por lo que se diseñó con CBR = 8%.

Coefficientes de capa (a)

Concreto asfaltado:  $a_1 = 0,42$

Capa base (CBR100):  $a_2 = 0,14$

Sub base (CBR70):  $a_3 = 0,13$

Coefficientes de drenaje (m)

$$m = 1,2$$

b) Determinación de la composición de capas en la estructura del pavimento

A partir de la gráfica se identifica el número estructural de cada capa "SN" de cada tramo, y se calcula el espesor de cada capa mediante la ecuación  $SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$ . Admitiendo por hipótesis el espesor respectivo de 2 capas de las 3 capas incluidas en la ecuación, se determina el espesor de cada capa de manera de obtener el resultado más económico. Al determinar el espesor de capas, se requiere considerar también la facilidad de ejecución, mantenimiento y administración. El espesor mínimo de cada capa se indica a continuación:

Capa superficial: 2 pulgadas (5 cm)

Capa base: 4 pulgadas (10 cm)

Sub base: 4 pulgadas (10cm)

\* Tramo Santa Fe - San Juan

$$SN = 2.7$$

$$2.7 = 0.42 \times 2 + 0.14 \times 4 \times 1.2 + 0.13 \times D_3 \times 1.2$$

$$D_3 = 7.6 \text{ pulgadas} \quad 19.3 \text{ cm}$$

- \* Tramo San Juan - La Enconada  
 $SN = 2.5$   
 $2.5 = 0.42 \times 2 + 0.14 \times 4 \times 1.2 + 0.13 \times D3 \times 1.2$   
 $D3 = 6.3$  pulgadas    16.0cm

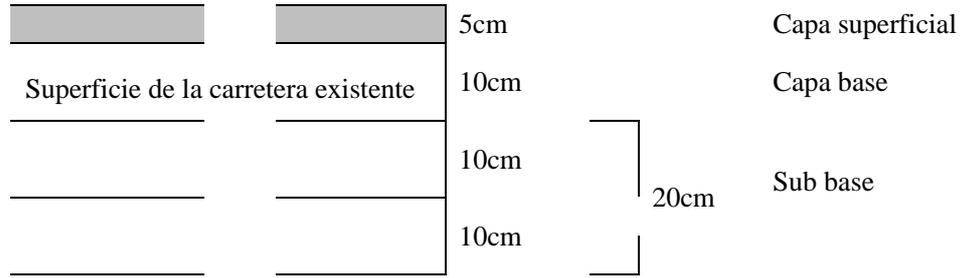
c) Composición del Pavimento en Cada Tramo

A través de la investigación del estado actual de la plataforma de las carreteras existentes, se han aclarado los siguientes puntos:

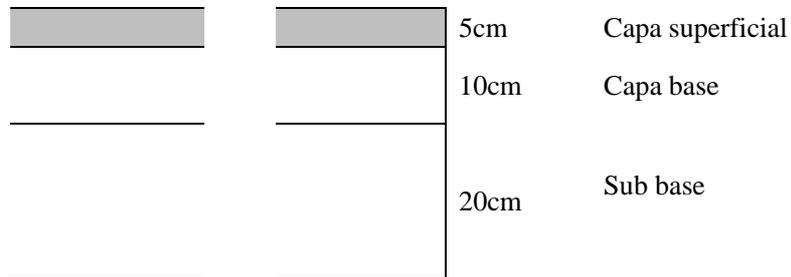
- \* En el tramo Santa Fe - San Juan, la plataforma de la carretera existente tiene ripios metidos hasta profundidades de 13cm - 34cm desde la superficie. Se ha planeado utilizar materiales de la plataforma existente en un espesor de 10cm dentro de 20cm de la sub base en las partes normales del tramo.
- \* En las partes que requieren terraplén, se ha planeado utilizar materiales de terraplén de valor superior a CBR8 y hacer la sub base de 20cm de espesor.
- \* En el tramo San Juan - 30+000, la plataforma de la carretera existente tiene ripios metidos hasta profundidades de 10cm - 15cm desde la superficie. Se ha planeado utilizar materiales de la plataforma existente en un espesor de 6cm dentro de 16cm de la sub base en las partes normales del tramo.
- \* En las partes que requieren terraplén, se ha planeado utilizar materiales de terraplén del valor superior a CBR8 y hacer la sub base de 16cm de espesor.
- \* En el tramo 30+000 - La Enconada, la plataforma de la carretera existente tiene ripios metidos hasta no más de 10cm de profundidad, con poca proporción de mezclaje, y la plataforma es angosta, por lo que se ha planeado no utilizar materiales de plataforma de la carretera existente para la sub base.

\* Santa Fe - San Juan

Parte normal



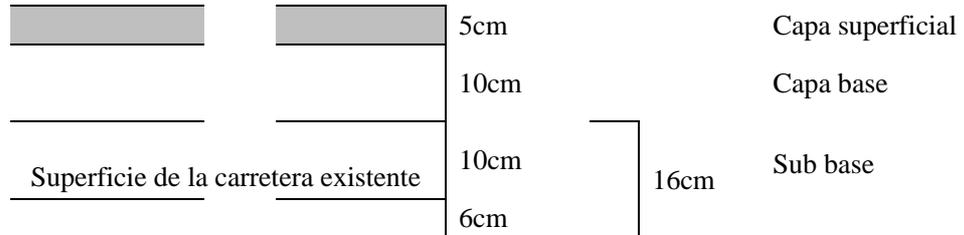
Parte que requiere terraplén



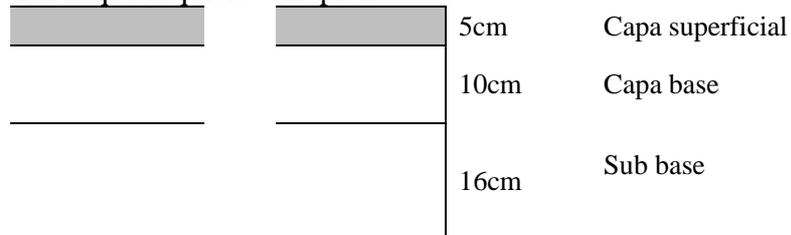
Materiales de terraplén del valor superior a CBR8

\* Santa Fe - 30+000

Parte normal

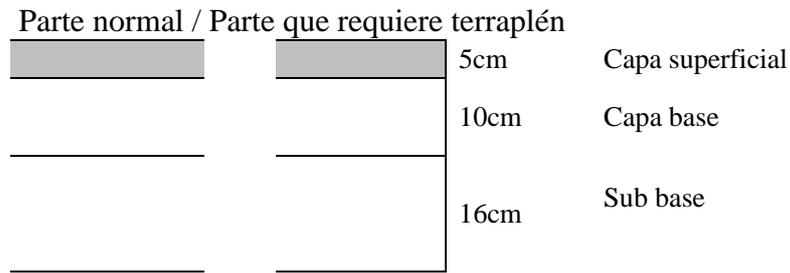


Parte que requiere terraplén



Materiales de terraplén del valor superior a CBR8

\* 30+000 - La Enconada

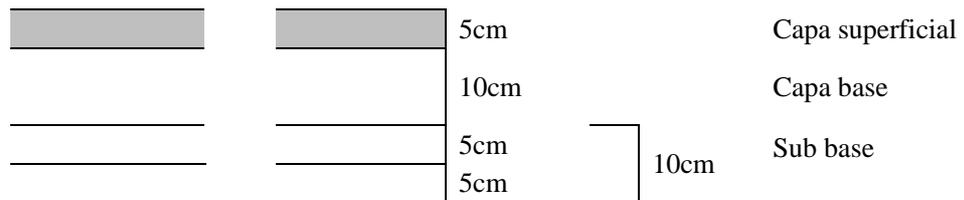


Materiales de terraplén del valor superior a CBR8

\* Dentro del pueblo San Juan

Puesto que se tiene previsto construir una desviación, la mayor parte de los vehículos que pasan por el pueblo utilizarán la desviación. Los silos para almacenar granos, los molinos descascaradores de arroz y otras plantas están ubicados en las afueras del pueblo, por lo que se considera que entrarán al pueblo muy pocos camiones.

Por estas razones, se ha planeado el pavimento compuesto del espesor mínimo de 5cm para la capa superficial, 10cm para la capa base y 10cm para la sub base. Dentro del pueblo de San Juan, la plataforma de la carretera existente tiene ripios metidos hasta 17 cm de profundidad desde la superficie, por lo que se ha planeado utilizar materiales de la plataforma existente en un espesor de 5cm del espesor total de 10cm de la sub base.



\* Pavimentación del borde de la carretera

Referente a la pavimentación del borde de la carretera, se ha planeado hacer la capa base con un espesor de 10cm en el momento de la ejecución de las obras de la capa base de la carretera, y hacer el tratamiento superficial con 2 capas de revestimiento primario.

(4) Puentes y Obras Civiles

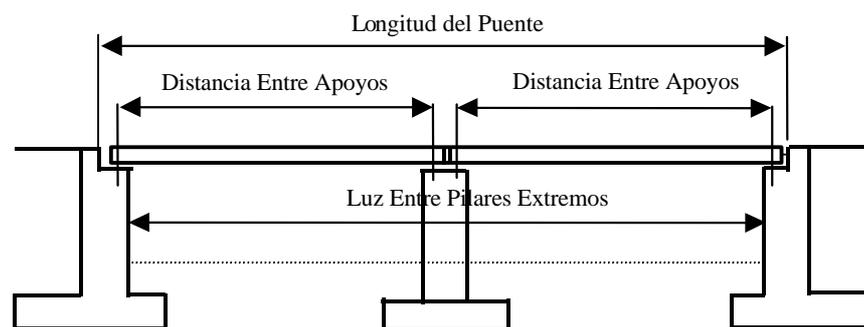
1) Principio de Diseño

Se tomarán en consideración los siguientes puntos fundamentales para el diseño de estructuras relacionadas a los puentes y obras civiles.

a) Dimensión de Puentes

En el lugar donde se construye el puente se asegurará una suficiente sección de drenaje. Se planea un adecuado diseño geométrico, tamaño y longitud del puente para que el flujo fluvial no vaya a ser obstruido por la construcción del puente. Se diseñará suficiente altura sobre el espacio libre debajo del puente para que no se dañen los estribos y pilares por el mismo afluente del río o árboles flotantes en el caso de inundaciones.

**Tabla 2.28 Distancia Entre Apoyos y la Luz Entre Pilares Extremos por Número de Luces**



Distancia Entre Apoyos(m)		Número de Luces	
		1	2
20	Longitud del Puente	20.80	41.55
	Luz Entre Pilares Extremos	19.00	39.75
25	Longitud del Puente	25.80	51.55
	Luz Entre Pilares Extremos	24.00	49.75

b) Tipo de Puente

El tipo de puente se decide tomando en consideración la generalidad del río, longitud del puente, distancia entre pilares, especificaciones técnicas de construcción local, experiencias, maquinaria y material disponible, modo de

construcción para la época de lluvia y caudales correspondientes, economía de obra, costo de construcción, mantenimiento, etc.

A la vez se emplea un resultado geológico y geográfico para planear el tipo de puente y su cimiento.

c) Activación de la Economía y Transferencia de Tecnología

Se planea un método de ejecución de obra el cual acelere el crecimiento de la economía local y la implementación de transferencia tecnológica, a través del aprovechamiento de la mano de obra.

Con referencia a lo arriba mencionado relacionado al tipo de puente, se estudiará una superestructura del puente de concreto y una subestructura de tipo pilote, desde el punto de vista de puente provisional y ataguía. En cuanto a la obra de cimiento, se estudian principalmente los pilotes de cemento vaciado in situ por ser bien conocida y por el resultado dado por el estudio geológico del lugar.

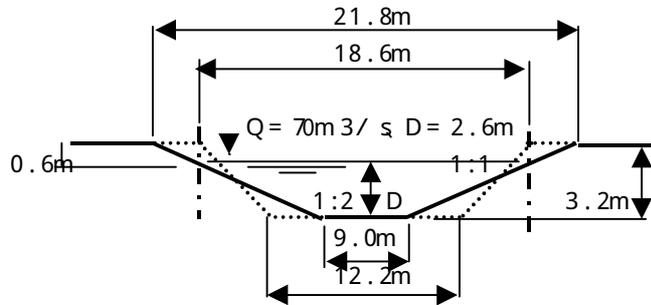
2) Plan de Ejecucion de Obra

a) Determinación de la Longitud de los Puentes

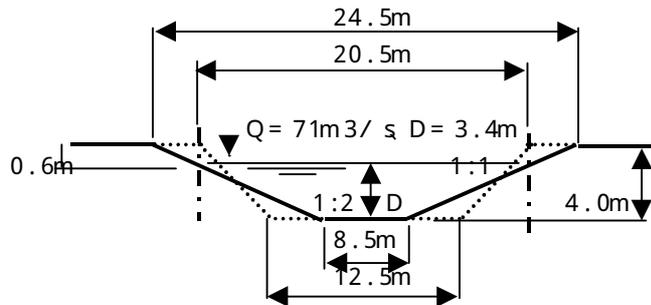
Se estudiará la longitud de los puentes y su espacio libre debajo de ellos, con los cálculos hidrológicos realizados sobre el caudal y crecidas, nivel de agua normal y sección de drenajes. Además se determinarán la dimensiones de los puentes por su superestructura, infraestructura, cimiento y obras de acceso; así también se considerará las condiciones topográficas, geográficas y construcciones experimentadas en la República de Bolivia. Se piensa en el uso combinado de distancia entre apoyos de 20m y 25m, la longitud del puente y la luz entre apoyos se obtienen como combinación de luces para que sean mayor a las secciones de drenajes.

Condición del Río:

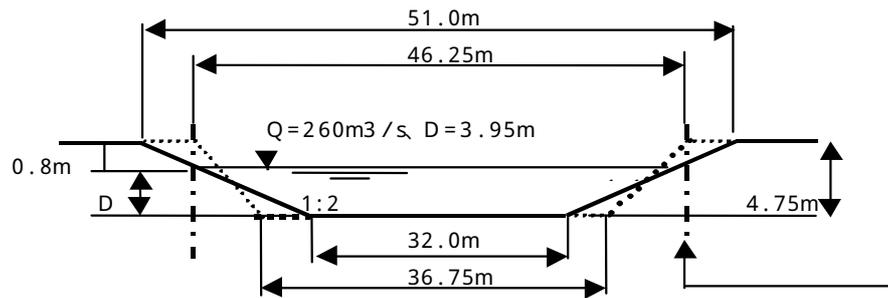
En el siguiente cuadro, se muestran las secciones transversales de los ríos Tejería y Yapacanicito de este diseño básico.



**Figura 2.19 Puente Tejería a**



**Figura 2.20 Puente Yapacanicito A**



**Figura 2.21 Puente Yapacanicito B**

El espacio libre debajo del puente, estribos del puente, ubicación de pilares, etc., se seleccionan basándose en el reglamento japonés sobre “Estructuras de Instalación para el Control de Ríos”:

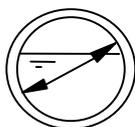
- Espacio libre debajo del puente por el Artículo 20 de la mencionada ley.  $h=0.6m(Q<200m^3/s)$   $h=0.8m(Q<500m^3/s)$ .
- Ubicación de estribos del puente contemplado en el Artículo 61, dice “si el ancho del río es menor a 50m, la altura de los estribos tiene que ser igual a la altura de las márgenes del río. Si el ancho del río es mayor a 50m, la altura de los estribos será en el punto de nivel de agua mas alto”.
- Según el Artículo 63, si el caudal de agua es menor a 500m<sup>3</sup>/s y el ancho del río es menor a 30m, la distancia mínima entre pilares será de 12.5m. Si el ancho del río es mayor a 30m, la distancia mínima entre pilares será de 15m.

Es necesario tomar medidas contra la erosión para proteger los puentes del fenómeno natural de socavación. Para tal objeto, las obras de cimientos de los pilares se ejecutan 2m más profundos y se considera el uso de diques de protección utilizando piedras en las cercanías de la ubicación de los estribos de los puentes.

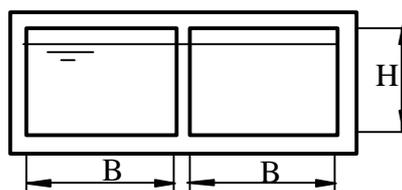
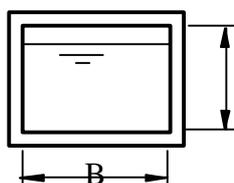
b) Otras Obras Civiles que Atraviesan la Carretera:

Se clasifican entre varios tramos calculando su caudal. En todos los tramos clasificados existen alcantarillas de cajón y de tubo que, desde un punto de vista estructural y funcional, no son aptas para ser utilizadas en la nueva carretera debido a su corta longitud. Como se muestra en el Tabla 2.28, las secciones transversales estandarizadas (alcantarilla de cajón y de tubo) se clasifican según el tipo. Basado en la situación local de cada punto, se estudia un nuevo tipo de sección transversal de acuerdo al caudal de diseño.

**Tabla 2.29 Secciones Transversales Estandarizadas**



Tramo	Tipo	D I (m)	Sección Drenaje(m <sup>2</sup> )	Longitud(Lm)
Santa Fe-San Juan	P1	1.0m	0.63	12m
	P2	1.5m	1.41	12m
San Juan-La Enconada	P1'	1.0m	0.63	11m
	P2'	1.5m	1.41	11m



**Cajón Simple**

Tramo	Tipo	Sección(Bm X Hm)	Sección Drenaje(m <sup>2</sup> )	Longitud(Lm)
Santa Fe-San Juan	B1	2 X 1.5	2.40	10
	B2	3 X 2.5	6.00	10
San Juan-La Enconada	B1'	2 X 1.5	2.40	9
	B2'	3 X 2.5	6.00	9

**Cajón Doble**

Tramo	Tipo	Sección(Bm X Hm)	Sección Drenaje(m <sup>2</sup> )	Longitud(Lm)
Santa Fe-San Juan	2 ~ 4 B1	2 ~ 4 * 3 X 2.5	12.00 ~ 24.00	10
San Juan-La Enconada	2 ~ 4 B1'	2 ~ 4 * 3 X 2.5	12.00 ~ 24.00	9

c) Selección de Tipo de Puentes

Para seleccionar el tipo de puentes hay que tener en consideración no solo el aspecto económico sino las condiciones locales como la disponibilidad de materiales, nivel técnico, experiencia de obras, método de ejecución y su eficiencia, además de la facilidad de mantenimiento. También se considerará el resultado de estudios topográficos y geofísicos para la selección de los tipos de la subestructura y cimientos. A continuación se comparan algunos aspectos sobre superestructuras, subestructuras y cimientos para decidir el tipo a adoptarse.

- Tipo de superestructura a adoptarse

Los tipos de superestructura se clasifican en puentes de hormigón armado (RC), puentes de hormigón pretensado (PC) y puentes de acero. La longitud aproximada en este diseño básico varía de 20 a 60 m. Las características de tipo de puentes, distancia aplicable entre apoyos y la proporción de altura de viga a distancia entre apoyos se comparan en el siguiente tabla.

**Tabla 2.30 Forma de Puentes y Distancia Aplicable Entre Apoyos**

Tipo		Distancia Entre Apoyos(m)				Altura/ Longitud
		20	30	40	50	
Puede RC	Tablero	=====				1/15 ~ 17
	Tablero Hueco	=====				1/17 ~ 20
	Viga T (Simple)	=====				1/15
	Viga de Caja (Simple)		=====			1/18
	Viga de Caja (Continua)			=====		1/20
Puede PC	Tablero	=====				1/20
	Tablero Hueco	=====				1/20
	Viga I,T Post Tensada		=====	=====		1/17 ~ 20
	Viga de Caja (Simple)			=====	➔	1/18 ~ 22
Puede Acero	Viga H	=====				1/22
	Viga I, Simple No Compuesta		=====	=====		1/17
	Viga I, Compuesta (Simple)		=====	=====		1/18
	Viga I, No Compuesta (Continua)				=====	➔

(===== : forma a aplicarse)

En cuanto a la selección de tipo de puentes se tiene que tomar en cuenta la disponibilidad de materiales, y aquí en este país se produce suficiente cantidad de cemento y agregados, además se tiene mucha experiencia en la construcción de puentes de hormigón. En lo que a puentes de acero se refiere, falta experiencia en la construcción y además es necesario mantenimiento posterior como pintura y otros. Basado en esto, sería más razonable adoptar el puente de hormigón. Los puentes de hormigón en general se dividen en dos tipos. Si su longitud es menor a 20 m se adopta el puente de hormigón armado y si es mayor a 20 m se utilizan puentes de hormigón pretensado. En este diseño básico se tiene contemplada una longitud y distancia entre apoyos que varía entre 20 a 25 m por lo que se determinó emplear el tipo de viga simple de hormigón pretensado indicado en la Fig XXX. En puentes pretensados de vigas simples existen dos alternativas: en el caso de la viga T simple, luego de rellenarse los espacios

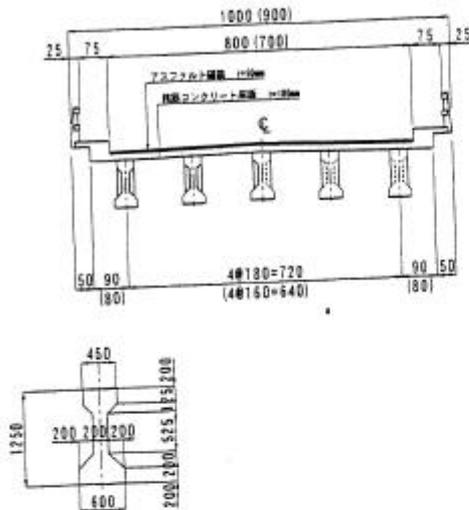
de los tableros con hormigón, se sujetan con material de acero de hormigón pretensado, mientras que en el caso de la viga I compuesta, los tableros se integran a la viga principal como hormigón armado. En el caso de que la distancia entre apoyos sea 25 m, es más ventajosa la viga I compuesta la cual es simple desde un punto de vista económico y facilidad de ejecución (después de sujetar con material de acero se construye el puente y por su menor peso muerto se construye en periodos relativamente cortos). Por lo tanto en este proyecto se empleará la viga I compuesta de hormigón pretensado y la sección de la viga principal establecida por AASHTO aplicada ampliamente en la República de Bolivia. También tomamos como referencia los puentes construidos en la Carretera Nacional 11.

Alternativas	Concreto Pretensado Viga T Simple	Concreto Pretensado Viga I Compuesta
Sección	Unidad de dimensiones(cm) 	
Características De la Estructura	Tablero de Concreto Pretensado Altura de la Estructura 140cm	Tablero de Concreto Armado Altura de la Estructura 125cm
Características Económicas	△	○
Facilidad de Construcción	△	○
Operación y Mantenimiento	○	○
Evaluación	△	○

**Figura 2.22 Comparacion de La Superestructura de Los Puentes**

AASHTO Design Standard for PC-I Girder

(Relationship between Span Length & Girder height)



Type	Girder Height(inch)	(cm)
II	36	91.4
III	45	114.3
IV	54	137.2

Adopted Girder Height = 125 cm

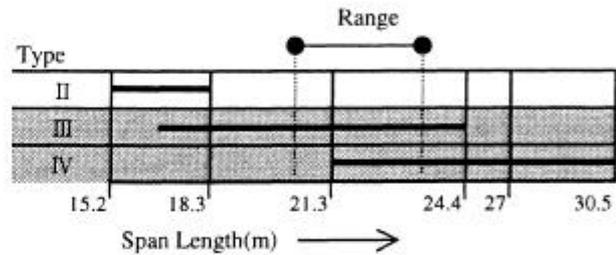


Figura 2.23 Seccion de Superestructura

Otros detalles sobre el diseño de la superestructura

- Para el hormigón pretensado de la viga principal, se emplea el cable trenzado (T 12. 4 mm) y se utiliza el método Freyssenet que se usó en la Carretera 11.
- Se utiliza apoyos de neopreno y juntas de expansión de hule por el fácil mantenimiento.
- Se emplea el parapeto de hormigón armado estandarizado y utilizado en muchos puentes existentes en el área.
- Se aplica pavimento de hormigón de 5 cm de espesor.

Tipos que se adoptan para la subestructura:

El tipo de subestructura se determina de acuerdo a la dimensión de la superestructura (longitud de puente y reacción), la altura de la subestructura y su situación geofísica. Generalmente se decide el tipo de subestructura (estribo y pilar) como se demuestra en el siguiente tabla.

**Tabla 2.31 Tipo de Subestructura o Relación Entre Tipo de Subestructura y Altura**

Tipo de Estribo	Altura del Subestructura		
	10	20	30
Gravedad			
Semi-gravedad			
T Invertida			
Contrafuerte			
Pórtico			
Caja			

Tipo de Pilar	Altura del Subestructura		
	10	20	30
Muro y Columna			
Doble Columna			
Pórtico			

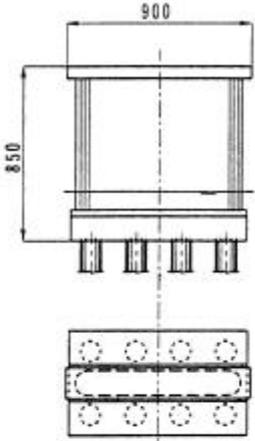
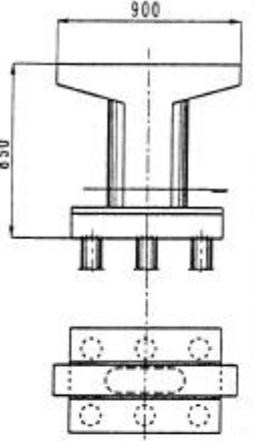
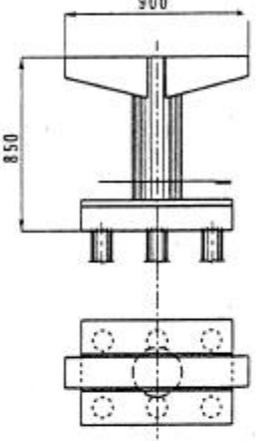
(  : forma a aplicarse)

Para decidir el tipo de estribo del puente para el caso de 20m. de longitud y una altura de 5 a 10m., pensando en la economía y la facilidad de la obra, la fundación por pilotes se emplea estribo de tipo T inversa de hormigón armado. Para definir el tipo de pilar se analizan tres alternativas dentro del Tabla 2.31, bajo la misma condición de estribo, pero pensando en la ejecución de la obra dentro del río, deberá haber una misma característica con el cimiento, economía, facilidad de ejecución, etc. se adopta el tipo de columna ovalada con voladizo de hormigón armado.

Otro detalle para diseñar la subestructura:

- La profundidad de la cubierta de la tierra, se planea 2m. mas profundo de lo normal desde el lecho del río para prevenir la socavación alrededor de los pilares.
- Ambos taludes se protegen por la construcción de tablescado de hormigón armado para evitar el hundimiento no equitativo.
- Como obra de protección de pilares se construyen barras de refuerzos y soporte de piedras.
- La sección de subestructura se diseña con el hormigón armado utilizando hierro de su diámetro menor de 25mm. por su fácil obtención en el área.
- La parte superior del cimiento se diseña plano (no se agrega pendiente) por su facilidad de obra.

**Tabla 2.32 Comparación de Formas del Pilar de Punte**

Alternativas	Tipo Muro	Tipo Voladizo (Columna Ovalada)	Tipo Voladizo (Columna Cilíndrica)
Formas			
Costo de Construcción	△ (1.30)	○ (1.00)	○ (1.00)
Plazo de Construcción	△	○	○
Relación de Ostrucción	○	○	△
Adaptabilidad a los Cambios de la Linear Central de Corriente	△	○	○
Coneción con el Basamento	△	○	○
Evaluación	△	○	△

Tipos que se adoptan para el cimiento:

Según el resultado del examen geofísico realizado en el sitio del puente, la capa de soporte no es muy profunda y se encuentra a una profundidad de 5 a 8m. desde el nivel de fundación.

Considerando la magnitud y situación física, se adopta el tipo pilote para el cimiento.

En general, el tipo de pilote que se utiliza es seleccionado dentro de las alternativas que se demuestran en el tabla siguiente, por su situación geofísica y la profundidad.

**Tabla 2.33 Tipos de Pilotes para Cimiento.**

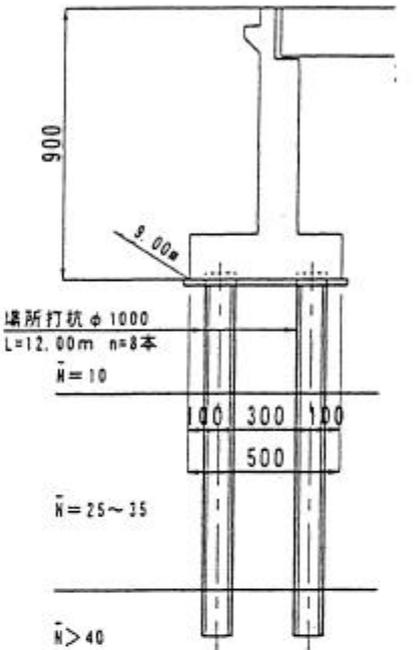
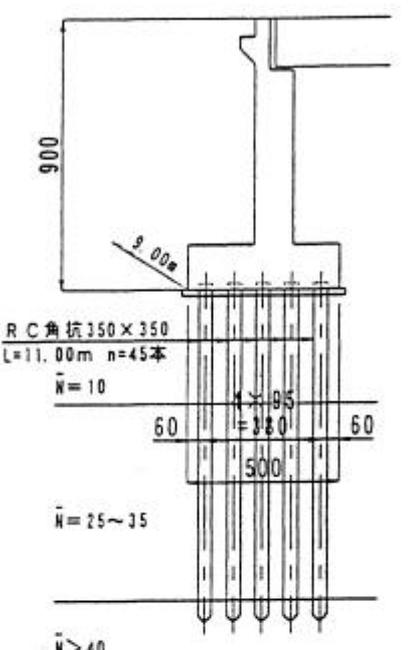
Tipo de Cimiento		Longitud Pilote, capa de soporte				Observaciones
		10	20	30	40	
Cimiento Directo		=====				
Cimiento Pilote	Pilote Cuadrado(40~45cm)	=====				Puente <=25m
	Pilote Redondo (50~80cm)	=====	=====	=====	=====	Puente <=30m
	Pilote Tubo Acero (60~100cm)	=====	=====	=====	=====	Puente >=25m
	Pilote Vaciado (80~150cm)	=====	=====	=====	=====	Puente >=25m

(===== :forma a aplicarse)

Por su experiencia de obra se utiliza en muchos casos pilotes de concreto armado prefabricados y pilotes de concreto vaciados en el sitio. En este proyecto la longitud de pilotes es relativamente corta. Por razones de economía y facilidades de ejecución (variedad de hincapilotes, capacidad de fabricación y periodo de obra) puede atender la demanda para su fabricación en el sitio. Aquí se adoptan pilotes vaciado de concreto armado ( 1.0m).

Estratos de arena con número N entre 10 y 15.20 fueron encontradas e n la posición de todas las estructuras transversales de alcantarillas en cajón, luego será necesaria una compactación de las capas de soporte de las actuales estructuras subterráneas . Por lo tanto, no se debe utilizar fundación de pilotes sino que construir la alcantarilla cajón después de excavar y hacer un cambio de suelo por uno de mejor calidad, a una profundidad de entre 1 a 1.5 mts.

**Tabla 2.34 Comparación de Tipos de Pilotes**

Alternativas	Pilote Vaciado $\phi$ 1.0m	Pilote Cuadrado 0.35x0.35m
Fofmas	 <p>場所打杭 <math>\phi</math> 1000  <math>L=12.00\text{m}</math> <math>n=8</math>本  <math>\bar{N}=10</math>  100 300 100  500  <math>\bar{N}=25\sim 35</math>  <math>\bar{N}&gt;40</math></p> <p>(Yapacanicito B Estibo)</p>	 <p>R C 角杭 350 <math>\times</math> 350  <math>L=11.00\text{m}</math> <math>n=45</math>本  <math>\bar{N}=10</math>  60 300 60  500  <math>\bar{N}=25\sim 35</math>  <math>\bar{N}&gt;40</math></p> <p>(Yapacanicito B Estibo)</p>
Costo de Construcción	○ ( 1.00)	△ (1.40)
Características Económicas	○	△
Plazo de Construcción	○	△
Evaluación	○	△

(5) Escala y Posición de las Alcantarillas Cajón y Tubulares

Aunque quedó clara, a través de la investigación en terreno, la posición de alcantarillas tubulares y cajón existentes, la posición y escala de las nuevas estructuras transversales de drenaje necesarias para drenajes transversales del camino, son calculadas basadas en distintos análisis hidráulicos de cuenca, y capacidad de escurrimiento. Estas nuevas estructuras transversales se estandarizan según el anterior párrafo en varios distintos tipos. Dado que casi todas las estructuras transversales de drenaje no poseen suficiente capacidad de caudal de escurrimiento ni un largo apropiado, y también los materiales de estas estructuras están muy debilitados (casi 35 años de antigüedad), éstas fueron reemplazadas por estructuras temporales.

El número y posición de las estructuras de drenaje transversal (puentes, cajón, tubular) son mostradas en la Fig. 3.23, y la forma de ellas se muestra en la Tabla 3.40.

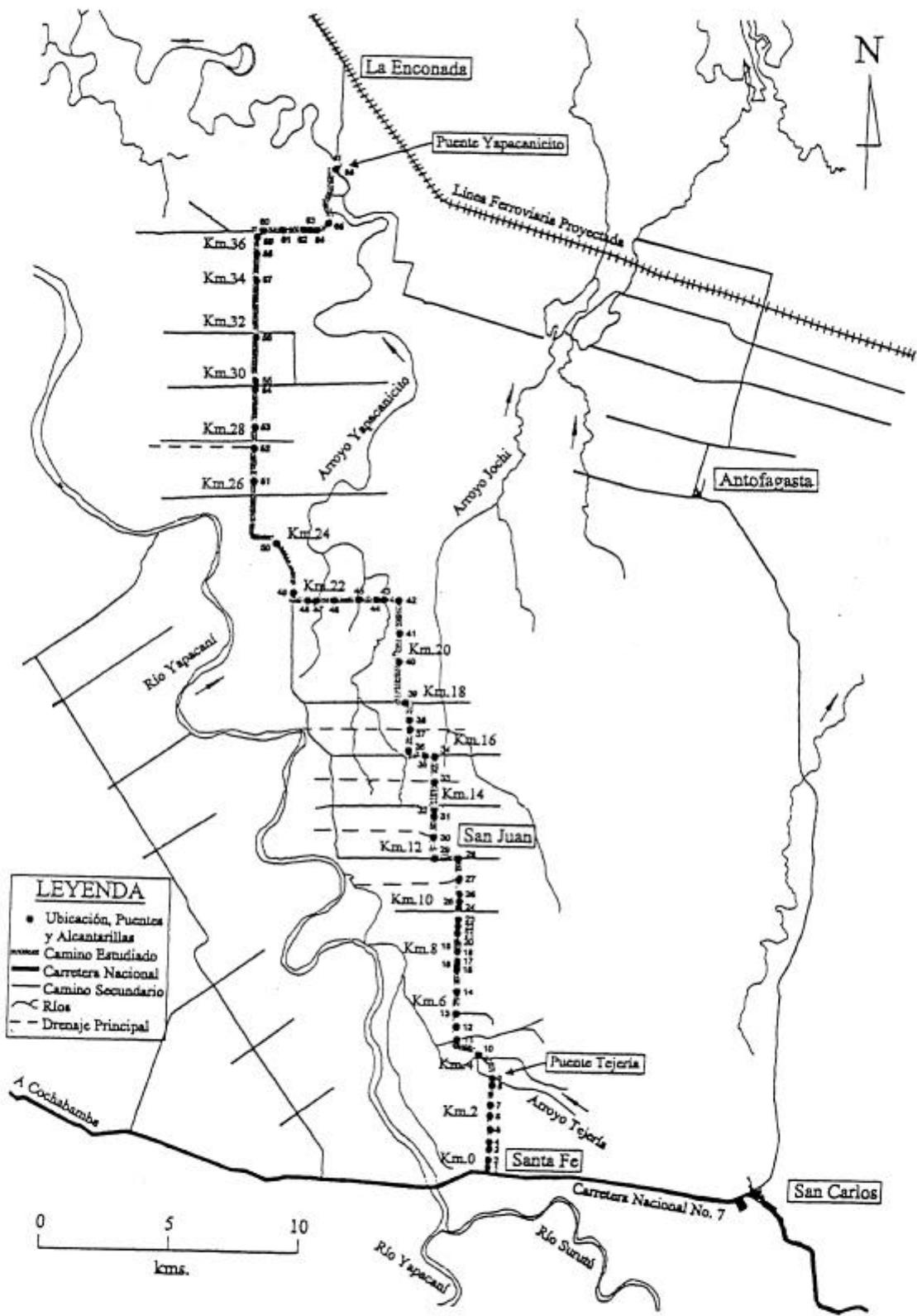


Figura 2.24 Número y Posición de Estructuras Transversales

**Tabla 2.35 Lista de Nuevas Estructuras Transversales (1/2)**

Estructuras transversales existentes			Nuevas estructuras transversales planeadas				Observación
Estruc. No.	Tipo	Forma, tamaño (m)	Estruc. No.	Distancia acumul.	Tipo Estandar	Forma, tamaño (m)	
No.1	BO	1.0 × 1.0 ( 15.5 )	No.1	0 + 000	B1 * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.2	CP	0.8 × 1 ( 12.3 )	No.2	0 + 230	P1 * 1	D1.0 * 1	
No.3	CP	1.5 × 1 ( 8.2 )	No.3	0 + 750	P2 * 1	D1.5 * 1	
No.4	CP	0.6 × 1 ( 8.2 )	No.4	0 + 860	B1 * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.5	CP	0.9 × 1 ( 8.2 )	No.5	1 + 070	P1 * 1	D1.0 * 1	
No.6	CP	0.9 × 1 ( 8.2 )	No.6	2 + 080	P1 * 3	D1.0 * 3	
No.7	CP	1.5 × 2 ( 8.1 )	No.7	2 + 500	B2 * 1	B3 × H2.5 * 1	
No.8	BO	1.6 × 1.2 ( 11.0 )	No.8	3 + 670	B1 * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.9	BR , BO	L7 × W7.8 × H3	No.9	3 + 820	BR	L21.8 × H3.2	Puente Tejería
No.10	CP	0.9 × 1 ( 8.2 )	No.10	5 + 040	P2 * 1	D1.5 * 1	
No.11	BO	3 × 2.5 ( 8.3 )	No.11	5 + 790	B2 * 1	B3 × H2.5 * 1	
No.12	CP	0.8 × 2 ( 9.1 )	No.12	6 + 350	P1 * 2	D1.0 * 2	
No.13	CP	0.9 × 1 ( 8.0 )	No.13	6 + 870	B1 * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.14	CP	1.5 × 2 ( 8.3 )	No.14	7 + 440	B1 * 3	B2 × H1.5 * 3	
No.15	CP	0.9 × 2 ( 7.9 )	-	8 + 420			Desplazamiento
No.16	CP	0.9 × 2 ( 8.0 )	No.16	8 + 460	B1 * 3	B2 × H1.5 * 3	
No.17	CP	1.5 × 2 ( 8.2 )	-	8 + 870			Desplazamiento
No.18	CP	1.2 × 1 ( 8.5 )	No.18	9 + 040	P2 * 3	D1.5 * 3	
No.19	CP	0.9 × 2 ( 9.0 )	-	9 + 120			Desplazamiento
No.20	CP	0.8 × 1 ( 10.2 )	-	9 + 220			Desplazamiento
No.21	CP	0.8 × 1 ( 8.2 )	No.21	9 + 980	P2 * 1	D1.5 * 1	
No.22	CP	0.8 × 1 ( 8.9 )	No.22	10 + 100	P2 * 4	D1.5 * 4	
No.23	CP	0.9 × 1 ( 7.9 )	No.23	10 + 300	P2 * 2	D1.5 * 2	
No.24	CP	0.6 × 2 ( 7.8 )	-	11 + 010			Desplazamiento
No.25	CP	0.8 × 1 ( 9.0 )	No.25	11 + 050	P1 * 3	D1.0 * 3	
No.26	CP	0.9 × 1 ( 10.6 )	No.26	11 + 300	B1 * 3	B2 × H1.5 * 3	
No.27	BR	L4 × W8.1 × H2.5	No.27	11 + 860	B2 * 2	B3 × H2.5 * 2	
			No.A	12 + 300	B1 * 1	B2 × H1.5 * 1	Nueva
No.28	CP	0.6 × 1 ( 10.2 )	No.28	12 + 900	P1 * 1	D1.0 * 1	
No.29	CP	0.8 × 2 ( 8.0 )	No.29	13 + 900	B1 ' * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.30	CP	1.5 × 3 ( 8.4 )	No.30	14 + 790	B2 ' * 1	B3 × H2.5*1@2	Derivación
No.31	CP	0.9 × 1 ( 13.8 )	-	15 + 580			Desplazamiento
No.32	CP	0.8 × 1 ( 10.3 )	No.32	15 + 860	P2 ' * 3	D1.5 * 3	
No.33	CP	2.5 × 1 ( 10.6 )	No.33	16 + 880	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.34	CP	0.9 × 1 ( 10.1 )	-	18 + 150			Desplazamiento
No.35	CP	0.9 × 1 ( 14.7 )	No.35	18 + 760	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.36	CP	0.9 × 1 ( 11.5 )	No.36	19 + 700	P1 ' * 1	D1.0 * 1	
No.37	CP	2.5 × 1 ( 10.0 )	No.37	19 + 930	B1 ' * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.38	CP	0.8 × 1 ( 10.5 )	No.38	20 + 250	P1 ' * 1	D1.0 * 1	
No.39	CP	0.9 × 1 ( 10.5 )	No.39	20 + 750	P1 ' * 2	D1.0 * 2	
No.40	CP	0.9 × 1 ( 10.5 )	No.B	22 + 780	P2 ' * 1	D1.5 * 1	
No.41	CP , BO	1.5 × 2 , 1.5 ( 10 )	No.41	23 + 410	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.42	CP	0.6 × 1 ( 13.1 )	-	24 + 600			Desplazamiento
No.43	BO	L10 × W6.5 × H4	No.43	25 + 330	BR	L24.5 × H4.0	Yapacanicito A
No.44	CP	1.5 × 1 ( 10.2 )	No.44	25 + 430	P2 ' * 1	D1.5 * 1	
No.45	CP	1.5 × 2 ( 8.3 )	No.45	26 + 300	P2 ' * 3	D1.5 * 3	

**Tabla 2.35 Lista de Nuevas Estructuras Transversales (2/2)**

Estructuras transversales existentes			Nuevas estructuras transversales planeadas				Observación
Estruc.No.	Tipo	Forma, tamaño (m)	Estruc.No.	Distancia acumul.	Tipo Estandard	Forma, tamaño (m)	
No.46	CP	0.9 × 1 ( 12.3 )	No.46	27 + 320	P2 ' * 3	D1.5 * 3	
No.47	CP	1.2 × 1 ( 18.2 )	No.47	27 + 960	B2 ' * 2	B3 × H2.5 * 2	
No.48	CP	0.9 × 1 ( 11.0 )	-	28 + 200			Desplazamiento
No.49	CP	1.2 × 1 ( 11.0 )	-	29 + 050			Desplazamiento
No.50	CP	2.5 × 1 ( 15.8 )	No.50	30 + 890	B2 ' * 1	B3 × H2.5 * 1	
No.51	CP	0.9 × 1 ( 11.0 )	No.51	34 + 230	P2 ' * 1	D1.5 * 1	
No.52	CP	2.5 , 1.5 ( 11.6 )	No.52	35 + 520	P2 ' * 2	D1.5 * 2	
No.53	BO	1.3 × 1.5 ( 11.4 )	No.53	36 + 520	B1 ' * 1	B2 × H1.5 * 1	
No.54	CP	1.5 × 2 ( 12.8 )	No.54	37 + 510	P2 ' * 2	D1.5 * 2	
No.55	CP	0.9 × 1 ( 10.0 )	No.55	38 + 080	P1 ' * 1	D1.0 * 1	
No.56	CP	0.9 × 3 ( 10.1 )	No.56	39 + 550	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.57	CP	1.2 × 1 ( 10.1 )	No.57	41 + 620	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.58	CP	2.5 × 1 ( 10.5 )	No.58	42 + 550	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.59	CP	0.9 × 1 ( 10.0 )	-	43 + 430			Desplazamiento
No.60	CP	1.5 × 3 ( 10.2 )	No.60	43 + 550	B1 ' * 4	B2 × H1.5 * 4	
No.61	CP	0.6 × 2 ( 10.2 )	No.61	44 + 370	P1 ' * 1	D1.0 * 1	
No.62	CP	1.0 × 3 ( 10.5 )	No.62	45 + 110	B1 ' * 3	B2 × H1.5 * 3	
No.63	CP	0.6 × 3 ( 10.2 )	No.63	46 + 060	B1 ' * 2	B2 × H1.5 * 2	
No.64	CP	0.6 × 2 ( 10.4 )	No.64	46 + 550	P1 ' * 4	D1.0 * 4	
No.65	CP	0.6 × 2 ( 10.3 )	No.65	46 + 960	P1 ' * 1	D1.0 * 1	
No.66	BR	L24.5 × W3.8 × H3	No.66	48 + 700	BR	L51 × H4.75	Yapacanicito B

Nota: CP : Alcantarilla tubular, BO : alcantarilla cajón, BR : puente

Tipo estandard - P1 , P2 ( Santa Fe ~ San Juan, tubo ) , P1 ' , P2 ' ( San Juan ~ Enconada, tubo )

Tipo estandard - B1 , B2 ( Santa Fe ~ San Juan, cajón ) , B1 ' , B2 ' ( San Juan ~ Enconada, cajón )

## (6) Figuras del Diseño Básico

Las siguientes figuras del diseño básico se confeccionaron con el diseño aproximado hecho considerando condiciones las naturales (hidráulica, volumen, calidad de suelo, etc.), y basado en el diseño estandard y el plan para instalaciones de estructuras de puentes.

- 1 : Localizaciones
- 2 : Sección transversal de caminos estandard
- 3 : Puente Tejería, general
- 4 : Puente Yapanicito A, general
- 5 : Puente Yapanicito B, general
- 6 : Alcantarilla tubular estandard
- 7 : Alcantarilla cajón estandard, F.1
- 8 : Alcantarilla cajón estandard, F.2

## **2.4 Régimen de Ejecución del Proyecto**

### **2.4.1 Organización / Personal**

La organización responsable es el Ministerio de Desarrollo Económico a través del Viceministerio de Transporte, Comunicación y Aeronáutica Civil y el organismo encargado de la ejecución y operación es la Dirección General de Desarrollo Social e Infraestructura del Departamento de Santa Cruz. El organigrama respectivo de los organismos mencionados se indica en la Tabla 2.33 y en la Tabla 2.34 respectivamente.

### **2.4.2 Presupuesto**

El plan de mejoramiento y desarrollo de las carreteras del Departamento de Santa Cruz tiene contemplado los siguientes 5 tramos:

- 1) Santa Fe - La Enconada
- 2) San Carlos - Estación Buen Retiro
- 3) Cruce Ruta 7 - Santa Rosa
- 4) Portachuelo - Loma Alta
- 5) La Enconada - Loma Alta

El presupuesto del plan es de US\$2,12 millones para 1998, US\$8,04 millones para 1999, US\$13,0 millones para el 2000, US\$1,82 millones para 2001 y US\$3,6 millones para 2002 respectivamente, siendo en total US\$28,6 millones. El 37 % de dicho presupuesto será aportado por el Departamento y el 63 % por el gobierno de la República.

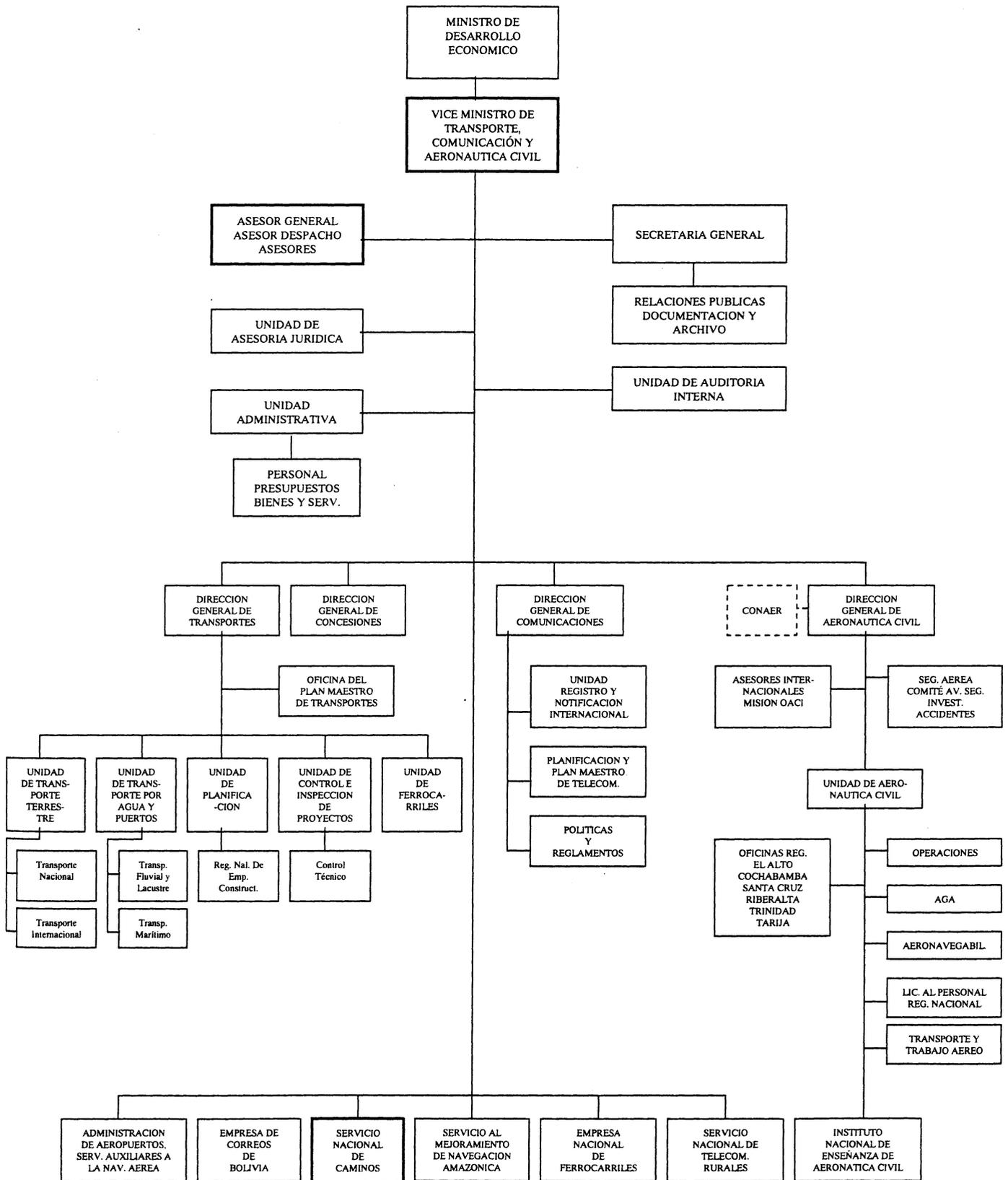
Con respecto al mantenimiento y administración, se tienen presupuestados aproximadamente US\$2,3 millones en el año fiscal 1999. El gobierno del Departamento reconoce la gran importancia del desarrollo de la infraestructura, por lo que se considera que el proyecto podrá tener suficiente atención de parte del Departamento.

### **2.4.3 Personal/Nivel Técnico**

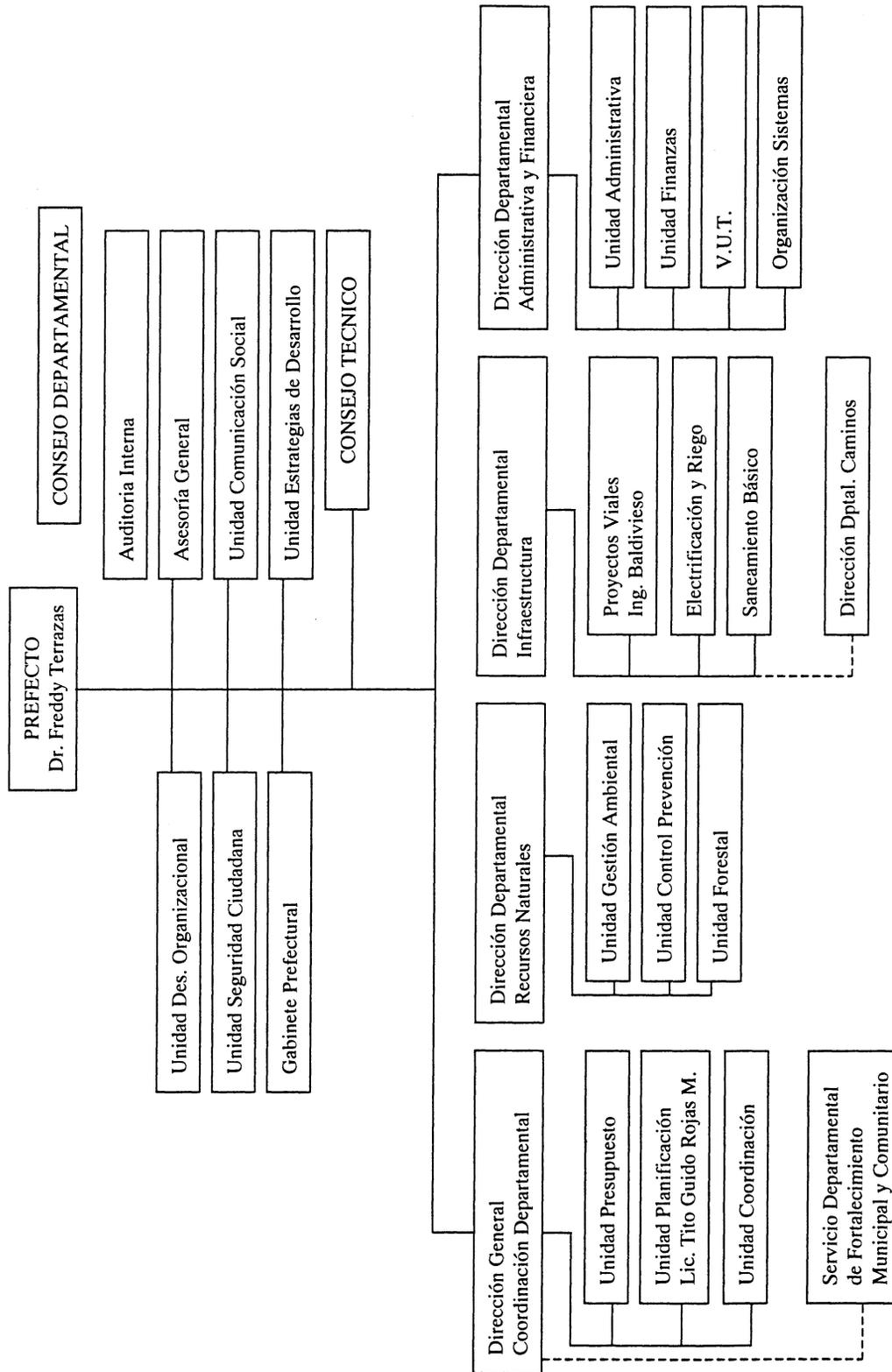
El Departamento de Santa Cruz ha manifestado que está dispuesto a asignar ingenieros de carreteras, ingenieros de puentes, ingenieros de pruebas y análisis y técnicos, de acuerdo con los requerimientos de la parte japonesa. Se considera que se puede contar con una amplia gama de personal y personal técnico, inclusive académicos.

Con respecto al nivel técnico de diseño y ejecución, ya está concluido el diseño de la viga tubular de concreto pretensado continua de un puente del Río Grande con longitud de 2 km. Además las obras de construcción de carreteras y puentes en las cercanías de La Paz se llevaron a cabo por ingenieros locales, por lo que se considera que el personal y el nivel técnico son del nivel suficientemente alto para el proyecto.

**Tabla 2.36 Organigrama del Viceministerio de Transporte Comunicación y Aeronautica Civil**



1 Tabla 2.37 Estructura de Prefectura



## CAPITULO 3 PLAN DE EJECUCIÓN

### 3.1 Plan de Ejecución

#### 3.1.1 Política de Ejecución

##### (1) Política Básica

Teniendo en cuenta el proyecto de la cooperación financiera no reembolsable por el Gobierno del Japón, se decidió una política básica del plan de ejecución incluida a continuación:

- 1) Aprovechar al máximo los equipos y materiales de construcción en el mercado local.
- 2) Tratar de asegurar el avance fluido de la obra y para tal efecto realizar la coordinación y el intercambio de opiniones con el Gobierno de Bolivia y autoridades del Departaments de Santa Cruz.
- 3) Planear el cronograma adecuadamente para que se construya la obra en el período previsto, respetando a la vez la situación social y los reglamentos laborales relacionados de Bolivia.

##### (2) Contenido de la Obra

La obra se divide por categoría de trabajo, en la siguiente forma:

- 1) Obras de preparación.
- 2) Obras de remoción.
- 3) Obras de carretera.
  - Obras transversales de alcantarillado.
  - Obras de terraplén y pavimentación.
  - Obras adicionales y complementarias.
- 4) Obras de puentes.
  - Obras de base.
  - Obras de subestructura.
  - Obras de superestructura.
  - Obras de estructuras de protección.

5) Otras obras.

El periodo total de ejecución de obras se programa en 28 meses desde su inicio de ejecución.

(3) Métodos de Ejecución de Obra

Se supone el siguiente esquema para la ejecución de obra.

1) Obra de preparación

a) Referente a la Oficina Central, la Planta de Asfalto y Agregados

Como la dimensión de la obra abarca aproximadamente 50 kms. y a 12 kms. de distancia se ubican la ABJ (Asociación Boliviano-Japonesa) y CAICY (Cooperativa Agrícola Integral Colonia San Juan de Yapacaní), se necesita una comunicación y coordinación integral con estas organizaciones, por esta razón se instalará la oficina principal de la obra en la zona urbana de San Juan. De aquí se administrará y controlará integralmente el proceso y calidad de materiales de la obra. Además se adjuntan las oficinas de los constructores, consultores y la planta de fabricación de asfalto. Suboficinas serán instaladas a 2 kms. de Santa Fe, en el tramo final de La Enconada y en la planta de fabricación de agregados en la orilla del Río Yapacaní. Además, para facilitar el avance fluido de la ejecución de obra, se colocaran 8 depósitos de maquinarias para la obra de construcción.

Básicamente se plantea dividir la obra en 3 tramos, un tramo desde Santa Fe hasta San Juan, 12 kms, otro desde San Juan hasta el km. 26 y del km. 26 hasta el final, La Enconada.

Hay que tener suficientes medidas preventivas para el caso de inundaciones y otros daños causados por el agua.

b) Plan de Abastecimiento de Agua.

En la zona de la obra existe una red parcial de cañerías de agua potable en la parte urbana de San Juan. Pero en general la gente utiliza pozos domésticos.

Para esta obra, se utilizará agua subterránea mediante bombeo en las oficinas de obra, planta de fabricación de agregados y lavados de maquinarias pesadas, etc.

Aparte de esto, se aprovecha el agua del río para usarla en la obra de construcción.

c) Plan de Abastecimiento de Energía Eléctrica.

La oficina principal y los dormitorios de los trabajadores tendrán el suministro de energía eléctrica de la compañía de electricidad (CRE, 50 Hz, 220 V).

En la planta de asfalto, chancadora y los talleres de armado de acero, se utilizará un generador debido a la falta de potencia o debido a la escasez de la misma.

d) Equipo de Comunicaciones.

En el área de construcción, parcialmente existe una línea de comunicación, pero es deficiente, por lo que se tiene previsto utilizar telefonía celular para la comunicación entre la oficina central y áreas fuera del proyecto.

Se utiliza equipos de radio entre las oficinas y lugar de la obra.

e) Oficina de Enlace.

Se instalará una oficina de enlace, en la ciudad de Santa Cruz para la comunicación con Japón (Fax, e-mail, etc.) y para la adquisición de materiales y maquinarias para asegurar la buena marcha de la obra.

f) Camino de Acceso a la Chancadora.

El sitio previsto para la chancadora es el lugar adyacente al Río Itily, afluente del Río Yapacaní.

La chancadora está ubicada a 10 kms. de la carretera nacional No. 4. El camino es angosto y en malas condiciones, por lo cual se tarda mucho tiempo en el transporte de materiales causando embotellamiento mayor para la ejecución de la obra.

Para mejorar la condición del camino es necesario colocar dos puentes provisionales sobre 2 cruces de arroyos y mantenerlo transitable, durante todo el período de la obra, en dos sentidos para facilitar el flujo de camiones tolva cargados con ripio.

g) Desvíos.

Los puentes nuevos y obras transversales de alcantarillados se construirán sobre la carretera existente, por lo que es necesario realizar desvíos antes de iniciar la construcción de dichas obras.

Básicamente los desvíos se realizarán aguas arriba de la carretera. Cada desvío consistirá de una estructura de tubos corrugados y sobre ellos un terraplén para mantener la sección transversal en los ríos existentes.

Dentro de la obra donde el tramo es angosto y no se pueda asegurar el ancho suficiente para la obra y donde se necesite un terraplén, los desvíos se instalarán al lado de la vía de tránsito cerca de las bermas.

2) Obras de Remoción.

Se efectuará remoción de estructuras transversales de drenaje existentes como “box culvert” (alcantarillada rectangular), canal de drenaje y puentes, antes de empezar la obra de construcción de carreteras y puente.

Los lugares y tipos de estructuras existentes a removerse se especificarán posteriormente.

3) Obras de Carretera.

a) Obras transversales de alcantarillados.

Se comenzarán estas obras transversales de alcantarillados (canal de drenaje y “box culvert”-alcantarillada rectangular), una vez terminada la construcción del desvío.

Básicamente estas obras se realizarán durante la época seca, evitando la época de lluvia.

La excavación será efectuada por una retroexcavadora y las tierras excavadas serán depositadas en el área de construcción para usarse de nuevo

para relleno. Se instalarán los canales de concreto fabricados en el área de construcción.

b) Obras de Terraplén y Pavimentación.

Las tierras para terraplén serán adquiridas desde el lugar vecino al área de construcción designada para tal efecto.

Nivelación de carreteras y sus subsuelos será efectuada cuidadosamente y se permitirá paso de los tráficos según se estime necesario.

Se aplicará colocación de tierra a la parte donde la anchura de carretera sea angosta.

Se construirá carretera de acuerdo con el método “preload” en las partes del desvío donde el subsuelo está parcialmente flujo.

Se tomarán medidas preventivas contra inundaciones para evitar derrumbamiento de la carretera, aplicando colocación de tierra para el subsuelo donde se cubre por agua.

Se planea el plan de ejecución que permitirá el tránsito público durante la temporada de lluvia.

Se planea también construir el desvío, tratando de no causar obstáculos para el tráfico, en consideración de la situación local.

La obra de terraplén será realizada por tres grupos y cada grupo se encargará de un tramo de unos 500 metros.

Los materiales producidos en la chancadora ubicada en el lugar adyacente al río Itily, afluente del Río Yapacaní serán usados para el subsuelo.

Pavimentación será realizada, recibiendo los materiales de pavimentación desde la planta de asfalto instalada en el área de construcción y se permitirá el tránsito público, inmediatamente después de terminación de la obra.

c) Obras de Arte y Complementarias.

Como facilidades adicionales para la carretera, se instalarán guardarrieles en una parte horizontal de curva, en la parte de box culvert (alcantarillada rectangular) y en la parte de instalación de puente, así como señales de tránsito, inclusive línea central. También, se instalarán los delineadores

para moderar la velocidad de vehículos en las zonas urbanas de San Juan, para asegurar un tránsito seguro.

4) Obras de Puentes.

a) Obras de Base.

Obra de base se realizará por medio de hincado de pilotes de concreto vaciado en sitio (Método “Riverse”) y se realizará hincado en la base.

b) Obras de Subestructura.

Las excavaciones para la estructura se efectuarán hincando tablestacas de alta impermeabilidad en el base de ejecución y realizando retención temporal de agua, ya que la estructura se ubica en la parte del río donde el nivel de agua subterráneo es alto y la excavación llega hasta un nivel muy profundo.

Hincado de tablestacas se efectúa por martillo vibrador.

La excavación se efectuará de la siguiente manera:

Elevación del inicio de construcción - 3.0 m -----Retroexcavador

3.0 - Lecho de diseño del río + 0.50 m -----Excavador de cucharón de almeja

Más profundo -----Mano de obra humana

No está aclarada la situación de las aguas manantiales. Debido al alto nivel freático, se instalarán equipos para el drenaje.

c) Obras de Superestructura.

Las vigas principales elaboradas en el patio de fabricación se instalarán con las viguetas y se instalarán paneles de concreto (paneles de concreto reforzado).

El patio de fabricación será instalado en la espalda del puente. Plataformas principales para todas las vigas serán fabricadas en conjuntos y serán usadas como parte del patio de depósito, ya que el concreto en esta región consiste

de cemento portland ordinario cuya resistencia inicial funciona lenta y tarda en desencofrarse.

Se fabrican y usan las formas de acero para las vigas principales, ya que tienen los mismos perfiles.

La instalación de las vigas principales será realizada con las vigas de erección.

El concreto será vaciado por cucharón de camión de grúa.

d) Obras de estructuras de protección

Obras de estructuras de protección serán realizadas utilizando las tablestacas usadas para retención temporal de agua en las obras de subestructuras.

El talud de tierra amontonada será protegida con la mampostería hasta el nivel de inundaciones.

5) Otras Obras.

### **3.1.2 Puntos Importantes Sobre la Implementación de las Obras.**

(1) Influencia de Lluvias.

La duración de la época de lluvias varía según el año, pero normalmente es desde Noviembre hasta Marzo.

En la época de lluvias, no llueve diariamente, sino llueve en forma intensiva, registrándose más de 100 mm por día de vez en cuando.

Debido a las condiciones topográficas el agua de lluvia se queda encerrada durante casi un mes por las inundaciones causadas en las zonas adyacentes.

Aún en la temporada seca, hay casos registrados de precipitaciones de mayor cantidad.

Es necesario prestar atención a estas condiciones y tomar las contramedidas necesarias.

(2) Medidas de Seguridad.

En los trabajos de montaje y desmontaje de entubación, tensionado de concreto pretensado, instalación de vigas, etc., pueden ocurrir accidentes serios, por un poco de descuido. Se requiere tomar suficientes medidas de seguridad en cuanto al manejo de

máquinas, herramientas y los trabajadores. En la República de Bolivia no existe ley alguna que equivalga a la ley de seguridad y salud de trabajo del Japón. Para prevenir conflictos con los trabajadores que puedan presentarse por accidentes u otras causas, se tomarán medidas de seguridad, de acuerdo con el criterio aplicado en las obras en Japón.

(3) Consideraciones Sobre Vehículos en Tránsito.

Una desviación y tránsito de un sentido temporal será instalada en cada sitio de construcción durante el plazo de construcción. Se deberán cerrar los sitios en la noche para prevenir la entrada de vehículo particulares. Además se deberá prestar atención a la seguridad de los vehículos que circulan en la desviación colindante a los sitios de construcción.

### **3.1.3 División de la Ejecución de las Obras**

En la implementación de la presente obra bajo la cooperación no reembolsable del gobierno del Japón, serán divididos los cargos respectivos de la parte de Japón y la parte de Bolivia de la siguiente manera:

(1) Cargos de la Parte de Japón.

- Construcción de carretera
- Construcción de puentes y estructuras transversales
- Construcción y remoción de caminos y facilidades temporales para la obra
- Adquisición y transporte de materiales y equipos para la construcción y suministro de mano de obra
- Administración de obra de construcción en el área de construcción
- Servicios de consultor necesario para implementación de la obra

(2) Cargos de la Parte de Bolivia.

- Suministro de terreno requerido para las obras temporales
- Medidas para exención de impuestos para los materiales y equipos que se destinan a la obra y trámites aduaneros inmediatos
- Exención de impuestos aduaneros y gravámenes para los japoneses y los extranjeros que se dedican a la realización de esta obra

### 3.1.4 Plan de Supervisión de las Obras.

#### (1) Lineamiento Básico del Diseño Definitivo.

Lineamiento básico del diseño definitivo se detalla a continuación:

##### a) Estudio en el Lugar.

Obtener los datos exactos requeridos para el diseño detallado, complementado las informaciones y datos coleccionados al momento del estudio para el diseño básico. También, se completa el estudio para el diseño básico de acuerdo con la necesidad, en lo que se refiere a los datos para cotización.

Se realizará la consulta final con las organizaciones interesadas sobre los varios ítems de confirmación requerida para el diseño definitivo.

El estudio en el lugar se realizará teniendo en cuenta los siguientes puntos específicos:

- Se realizará de nuevo el estudio complementario para confirmar el estado de inundaciones y volumen de agua para evacuarse calculado para el diseño básico, ya que estos influyen significadamente sobre determinación de la altura de carretera, plan de drenaje, longitud y escala de puente y la altura de puente.
- La diferencia de tiempo entre elaboración del diseño básico y elaboración del diseño definitivo y la alza de precios de materiales y equipos para construcción en este lapso influyen sobre el costo de la obra.  
Por consiguiente, se realizará el estudio sobre estas tendencias.
- Se efectuará de nuevo el estudio sobre la tasa de cambio de moneda para dividir el costo de obra en moneda extranjera y moneda local.
- En caso que para la implementación de la obra se necesite expropiación de nuevo terreno debido a la ruta y el lugar donde se instala el puente, se conseguirá la confirmación de la contraparte.
- Se reconfirmarán las posiciones de las obras transversales de alcantarillados e instalación del puente.

b) Diseño Detallado.

Se planea diseño detallado para realizar la obra en base a diseño básico.

El diseño detallado será elaborado de acuerdo con los datos obtenidos nuevamente y será definitivo.

- Se preparará diseño definitivo en base a diseño básico en consideración de los resultados del estudio en el lugar, después de revisión de los planes de carretera y puentes.

c) Estimación de Costo de la Obra.

El costo total de la obra se estima en base a los datos obtenidos por el estudio en el lugar, después de determinación de escala y contenido de las facilidades a ser suministrado.

- Se calculará el costo de la obra en base a los resultados del estudio en el lugar, revisando costo de materiales y equipos de construcción y mano de obra.

d) Preparación de los Documentos de Licitación.

Se prepararán los siguientes documentos requeridos para licitación en base a diseño detallado.

Convocatoria de licitación  
Instrucciones para licitantes  
Formularios de licitación  
Condiciones generales  
Condiciones particulares

Especificación técnica  
Lista de cantidades  
Planos contractuales  
Formulario de contrato

(2) Lineamiento Básico para Supervisión de las Obras

a) Procedimiento de Licitación

El consultor en representación de la entidad ejecutora del país contraparte realizará los siguientes trabajos de acuerdo con “las guías para la licitación del

proyecto bajo la cooperación no reembolsable - instrucciones para los trabajos de consultores” con la aprobación de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Se dará la explicación sobre la licitación competitiva de las facilidades a ser donadas a continuación:

El resultado de la licitación será informado inmediatamente a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el organismo ejecutor del país contraparte.

b) Licitación Competitiva

- Anuncio de Precalificación

Se especificará en el anuncio el objeto de licitación, el detalle del proyecto bajo la cooperación financiera no reembolsable, calificación de los licitantes, el lugar y fecha de entrega de los documentos de licitación, el lugar, el día y la hora de cierre de aceptación de los documentos de licitación.

El contenido de anuncio será preparado después de deliberación con el departamento de la cooperación no reembolsable de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón

- Precalificación

Se revisarán los documentos de aplicación en la forma acordada en adelante con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón. Los resultados de revisión serán informados a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón y el organismo ejecutor del gobierno de Bolivia para la aprobación.

- Convocatoria de Licitación

Los resultados de precalificación serán anunciados a todos los licitantes inmediatamente, y a la vez se notificarán el lugar, fecha y hora de entrega de los documentos de licitación así como el lugar donde se presentan las ofertas y el cierre de aceptación de las ofertas.

- Revisión de Licitaciones

Se dará buena pro básicamente al licitante que ofrece el costo más bajo y menor que el costo previsto, después de apertura de sobres de licitación en

presencia de los licitantes y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón, después de verificar si los documentos de licitación no tengan defectos y el detalle de costo de la oferta presentada por el licitante del menor costo satisface las condiciones de los documentos de licitación.

(3) Supervisión de las Obras

Los ingenieros supervisores de construcción enviados a Bolivia se encargarán de efectuar los siguientes trabajos principales:

a) Confirmar la Preparación de Obra necesaria Antes del Inicio de Ejecución de las Obras.

Al principio, se realiza el chequeo del cronograma del trabajo.

Se confirma el tiempo previsto para transporte de los materiales y maquinarias para la obra preparatoria y las obras temporales y sus cantidades.

Confirmar las posiciones de las personas de acuerdo con el organigrama del constructor.

Confirmar el régimen del propietario de la obra.

b) Supervisión de Avance de las Obras

Entender bien el avance de obras y dar orientación necesaria en caso de que se produce algún problema para la ejecución de obras.

Informar al Servicio Nacional de Caminos y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón sobre alguna modificación relativamente significativa para consulta.

c) Control de Calidad

Se realizará la inspección para verificar si la calidad de los materiales y equipos en el lugar se conforman con los planos contractuales y las especificaciones y se otorgará la aprobación.

d) Emisión de Certificados

Emitirán certificados necesarios en el momento de terminación de la obra y a la terminación del plazo de garantía.

e) Presentación del Informe

Revisarán el informe mensual de obras, planos de las construcciones terminadas, fotos de las construcciones terminadas, etc., preparados por la constructora, y los presentarán al Gobierno de la República de Bolivia, Agencia de Cooperación Internacional del Japón, etc. Además, después de la conclusión de la construcción, prepararán un informe general, de acuerdo con la “Guía para la elaboración del informe general de los proyectos de la Cooperación Financiera No reembolsable” y lo presentarán a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

(4) Sistema de Supervisión de la Construcción

De acuerdo con el cronograma de trabajo, el sistema de supervisión de la construcción en el lugar de trabajo se organizará como sigue y se presenta el programa individual de los miembros supervisores en el Formulario No. 6 Plan de envío de los supervisores.

a) Gerente del Proyecto

La persona responsable será enviada al inicio y a la terminación de las obras principales por corto plazo.

b) Ingenieros de Caminos

Serán enviados a Bolivia y permanecerán durante todo el tiempo de la ejecución de las obras para supervisar y dar instrucciones sobre todos los aspectos de la obra.

c) Ingenieros de Puentes

Serán enviados a Bolivia por corto plazo en el período de las obras de superestructura y infraestructura, encargándose de supervisar y dar instrucciones sobre las obras de puentes bajo el mando del ingeniero de caminos.

d) Ingeniero Encargado de Suministro de Materiales

Será enviado a Bolivia al inicio de la obra para dedicarse principalmente al control de calidad de materiales bajo el mando del ingeniero de caminos durante las pruebas de los materiales principales y las pruebas de las obras.

Aparte de los supervisores arriba mencionados, serán empleados las personales locales como los asistentes a los ingenieros con el objetivo de transferencia tecnológica.

### **3.1.5 Plan de Adquisición de Materiales y Máquinas**

#### **(1) Principios Sobre la Adquisición de Materiales y Máquinas**

Los materiales y máquinas serán adquiridos preferentemente en Bolivia con tal que se suministren sin contratiempo en la calidad y entrega. Los productos importados que se consiguen libremente en el mercado boliviano, como barras, se consideran equivalentes a los productos nacionales.

Sin embargo, cuando los materiales disponibles en el mercado local tengan problema de calidad o no se distribuyan suficientemente o cuando su adquisición en un plazo determinado sea difícil, estos materiales serán importados de Japón u otros países extranjeros (Brasil, Argentina, etc.)

#### **(2) Plan de Adquisición de Materiales de Construcción**

Es posible adquirir en Bolivia los materiales necesarios para los trabajos de construcción, la mayoría de los cuales se abastecen actualmente por importaciones desde los países vecinos (Brasil, Chile, etc.)

##### **a) Cemento**

En Bolivia se produce el cemento de tipo Portland ordinario, denominado así en las normas japonesas JIS, según las especificaciones del ASTM C-150/92 de las normas de los EEUU. Tres compañías se dedican a la producción del cemento en el país con la capacidad suficiente para cubrir el consumo nacional (más de 950 mil toneladas). El volumen de producción del cemento crece en escala grande, como mostrado en índice, de 100 para el año 1990 a 171.5 para 1997.

En conclusión, no hay ningún problema en el uso del cemento nacional para el presente proyecto desde el punto de vista de la calidad y del volumen de abastecimiento. Además abundan en el mercado los cementos importados de Brasil y Perú.

Se nombran a continuación los productores principales de cemento nacional y su respectivo volumen de producción del año 1998:

- Coboce (Cochabamba) 150 mil toneladas
- Fancesa (Sucre) 150 mil toneladas
- Soboce (La Paz) 200 mil toneladas

b) Barra de Acero

La totalidad del volumen de consumo nacional de barra de acero proviene de la importación de los países vecinos, principalmente Brasil y Chile.

Las barras de acero importadas son del tipo deformado fabricadas de acuerdo con las especificaciones de ASTM Grado 40 (equivalente a SD 345) con el diámetro variable de 3/8 a 1 pulgadas (equivalente a D10 a D25). Abundan en el mercado, resultando fácil la adquisición local.

Sin embargo, las barras de diámetro mayor que D25 serán entregadas aproximadamente 2 meses después del pedido necesitando una suficiente anticipación.

c) Asfalto

La totalidad del volumen de consumo nacional del material asfáltico proviene de la importación. Los países principales de la importación son Argentina, Chile y Brasil.

En el Departaments de Santa Cruz, el material disponible es principalmente el producto argentino de la penetración de aguja 65 de acuerdo con la norma AASHTO T-49. Una compañía de comercial en Santa Cruz se dedica a la importación del material y el plazo de entrega será generalmente de 2 meses.

d) Agregados: Gravas, Gravilla, Arenas, etc.

En la cercanía del área para el proyecto, una planta privada produce agregados en el río Itily, un afluente del río Yapacaní. Hay otra planta productora de agregados a la orilla del río Piray entre 30-45 Km. al sur de la ciudad de Santa Cruz, administrada por los contratistas locales y el Servicio Nacional de Caminos (SNC) del Departaments, que es el centro de abastecimiento de agregados para la zona de Santa Cruz. Recientemente el volumen de piedras disponibles del río Piray está disminuyendo, y, por consecuencia, se está aumentando la producción de agregados a base de los materiales excavados en el campo al otro lado del río. Además una cooperativa de los pequeños contratistas locales produce arenas en el

río Surutu, otro afluente del río Yapacaní, en la cercanía de Buena Vista. El producto es propicio como agregado fino, pero no será suficiente el volumen.

Del punto de vista de la calidad, arenas de Buena Vista son las más deseables como agregado fino, y gravas del río Itily como agregado grueso por que éste presenta la reducción por rozamiento de 21 a 24% en comparación con la de 36% de las gravas del río Piray.

e) Material de Relleno

El área para realizarse el presente proyecto es topográficamente plana, y está mayormente clasificada y utilizada como terreno agropecuario. La naturaleza del terreno es de tierras viscosas fértiles, ideal para el objetivo agropecuario, sin embargo, indeseable como material de relleno para la construcción de caminos.

Para la presente obra se necesitarán unos 150 mil metros cúbicos de materiales de relleno, pero son limitados los sitios con materiales adecuados. En la investigación en terreno se ha estimado que existen más de diez bancos de tierra arenosa a lo largo del camino en proyecto, y, aunque solamente 10 a 15 mil metros cúbicos de materiales serán aprovechables por un sitio, siendo limitada el área o estando elevado el nivel de aguas subterráneas, se prevee que exista el volumen suficiente en total.

f) Productos Secundarios de Concreto

Se producen en Bolivia los tubos de concreto de alta resistencia, utilizables para el sistema de desague transversal del camino, y las zanjas de concreto en U. Sin embargo, para la presente obra, se fabricarán en sitio por que se necesitan los productos de diámetro o de tamaño que no se abastecen en el país.

g) Otros

Otros materiales de fabricación industrial como miembros de acero para concreto pretensado, revestimiento, acero estructural, guardariel, etc., no son producidos en el país, sino que importados desde Brasil.

Solamente los productos de neopreno como las juntas de expansión, apoyo compuesto, etc., para incorporarse en los puentes, son de fabricación por pedido y serán importados de Japón y un tercer País.

**Tabla 3.1 Lugar de Adquisición de Materiales**

Material	Bolivia	Japón	Tercer país
Asfalto	o		
Capa prima	o		
Material de relleno (Base)	o		
Material de relleno (sub-base)	o		
Cemento	o		
Arena (agregado fino)	o		
Piedra machacada (agregado rudo)	o		
Varrilla de acero		o	
Miembro de acero para cons. pretens.	o		
Revestimiento	o		
Madera para encofrado	o		
Encofrado de acero (para viga de C.P.)		o	
Apoyo de neopreno compuesto		o	
Junta de expansión		o	
Guardariel	o		
Delineador	o		
Señal de tránsito	o		
Indicación de tránsito (pintura)	o		
Material (agente) mezclador de conc.		o	
Entibación, andamiaje		o	
Tubo de cloruro vinílico	o		
Tubo corrugado	o		
Tubo de concreto (Hume)	o		
Zanja de concreto en U	o		
Tablestaca de acero		o	
Acero estructural para apoyo		o	
Otros			

(3) Plan de Adquisición de Máquinas para Contrucción

Las máquinas principales de construcción son disponibles a base de alquiler local. Por lo tanto, las máquinas principales se adquirirán generalmente por alquiler local. En caso de que no se consiga alguna máquina en el local, se abastecerá en Japón.

1) Planta de Asfalto

No se encuentra ninguna planta de asfalto a distancia dentro de una hora alrededor de la zona del presente proyecto. Es necesario trasladar una de las planta existentes en la ciudad de Santa Cruz, con la capacidad necesaria (suministrar 60 toneladas por hora). Se ha confirmado en la investigación preliminar que es factible el traslado de una de las plantas con capacidad suficiente para utilizarla exclusivamente para el presente proyecto. No hay ninguna inconveniencia en subcontratarla desde el punto de vista técnico.

2) Planta de Concreto

Tampoco hay una planta de concreto o premezclado a la distancia a menos de una hora alrededor de la zona del presente proyecto. Los contratistas locales producen concreto mezclado al sitio utilizando mezcladoras movibles de 0.3 metros cúbicos. Se prevee para esta obra el volumen máximo de 70m<sup>3</sup>/día de vaciado continuo de concreto. Por eso es necesario instalar una planta simplificada de concreto en consideración de la dificultad de conseguir el volumen necesitado y controlar la calidad por uso de mezcladoras de 0.3 metros cúbicos.

3) Planta de Producción de Agregados

En la cercanía del área para el presente proyecto hay una planta de agregados de un productor local a la orilla del río Itily, un afluente del río Yapacaní. Por la investigación preliminar, se ha aclarado que la capacidad de producción es de 300 metros cúbicos máximo diario (aproximadamente 480 toneladas/día), un volumen que no alcanza en absoluto al necesario (200 toneladas/hora) para asegurar materiales de relleno, agregados para pavimentación de asfalto y para producción de concreto. Por esta razón se deberá instalar una nueva planta con capacidad suficiente para suministrar el volumen necesitado. A las plantas que se encuentran en el país les faltan capacidad, la máxima es de 600 toneladas por hora, lo cual justifica la internación de una planta de producción de agregados del Japón.

Actualmente hay un productor local que explota piedras redondas al otro lado del río, donde el volumen de materiales existentes es del nivel de 100 mil metros cúbicos, muy bajo para cubrir la necesidad de la obra. Por tanto se explotará una cantera con una reserva mayor de 400 mil metros cúbicos que se encuentra aún

más arriba del río. La nueva cantera está al otro lado del río del productor local, donde ni la explotación ni el transporte son posibles durante la temporada lluviosa, así mismo en la temporada seca, cuando llueve, aumenta el caudal del río y dificulta los trabajos.

El lugar programado para la instalación de la planta está alejado unos 10 Km de la carretera nacional No.4, y el acceso es una vía de 4 a 2.5 metros de ancho, los primeros 4 Km de la cual, donde se encuentra la cantera del productor local, es relativamente ancha y después se hace más angosta. Hay dos riachuelos y la condición superficial de la vía es desfavorable, la cual sólo permite el tránsito de vehículos de transporte a una velocidad máxima de 10 Km por hora. Para obtener un buen ritmo de avance de obra, será más importante arreglar, ensanchar y mantener la vía de acceso.

#### 4) Vehículo de Transporte (camión tolva)

En la zona de Santa Cruz, los transportistas se proveen de 10 camiones, más o menos, y se prestan entre ellos los vehículos necesarios para la ejecución de las obras de construcción.

Para la ejecución de la presente obra, se necesitan muchos medios de transporte: transporte de las piedras materiales de los agregados, transporte de agregados a los sitios de transporte y transporte de materiales de relleno y materiales mezclados de asfalto. Se calcula 100 unidades de camión tolva de 11 toneladas de capacidad de transporte. Habrá que alquilarlos de las compañías de arrendamiento de máquinas de construcción y las constructoras locales y también disponerlos de los países vecinos como Brasil.

**Tabla 3.2 Las Má quinas Principales Son Como Sigue**

Máquina	Especificación	Bolivia	Tercer País	Japón
Camión volquete	11 toneladas	o	o	
Buldozer	15.21 toneladas	o		
Cucharrón de almeja	0.6 mtrs. Cbs.	o		
Martinete (reverso)	Diamtr.1.0-1.2	o		
Apisonadora de ruedas	8-20 toneladas	o		
Apisonadora	10-12 toneladas	o		
Aplanadora a motor	60-100 kgs.	o		
Apisonadora vibradora	30 t/h	o		
Apisonadora de pezuna	0.8-1.1 toneladas	o		
Motoniveladora	3.1 mtr.	o		
Cargador de ruedas	0.8-1.8 mtr. cbs.	o		
Retroexcavadora	0.6 mtr. Cbs.	o		
Vigas de montaje	unidad	o		o
Camion mezclador	4.4 mtr.cbs.	o		
Camion grúa	40 toneladas	o		
Trailer	20-50 toneladas	o		
Motogenerador	15-200 KVA	o		
Gato de tensión	para cable princ.		o	
Bomba de lechada, mezcladora	600-800 l		o	
Planta de asfalto	60 toneladas	o		
Planta de concreto		o		
Planta machacadora de piedra	200 ton./hora			o
Mezcladora de pote		o		
Compresora de aire		o		
Soldadora eléctrica		o		
Rompedor		o		
Martillo rompedor		o		
Bomba sumergible		o		
Camión de riego		o		
Vibromartillo		o		
Tanque de agua		o		

### **3.1.6 Cronograma de Implementación**

#### (1) Flujo del Cronograma de Implementación

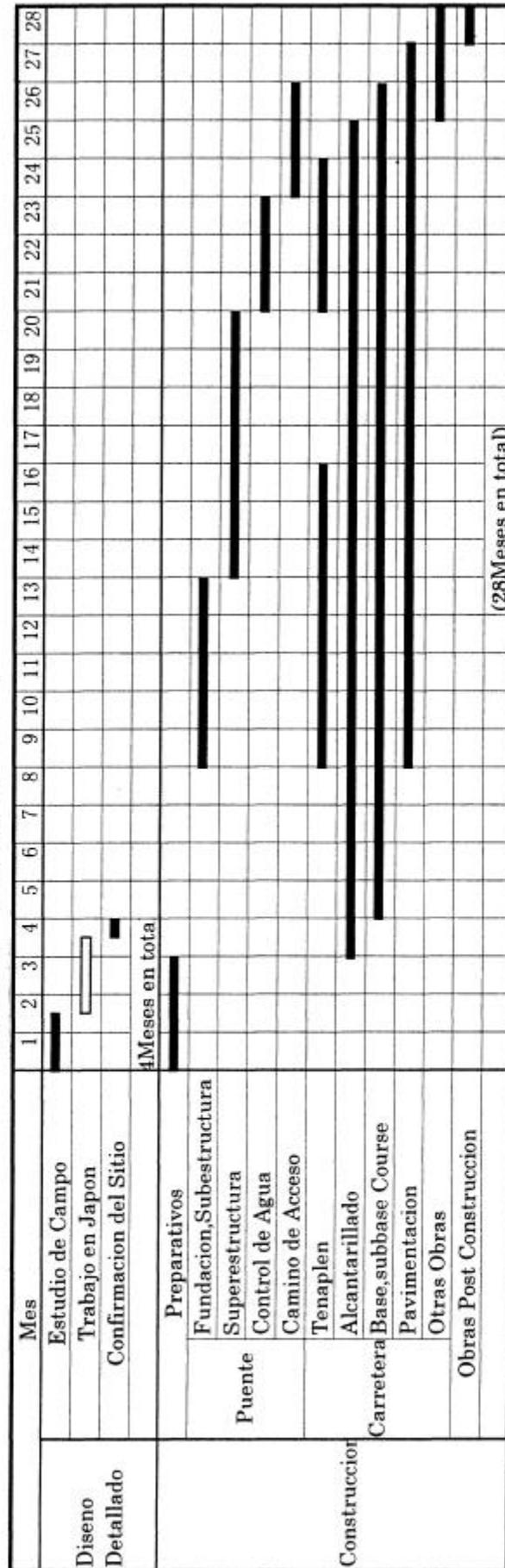
Después del canje de notas, el movimiento del proyecto por categoría será el siguiente:

- 1) Diseño detallado
- 2) Precalificación
- 3) Licitación y contratación
- 4) Construcción

#### (2) Tabla del Cronograma de Implementación

El Tabla 3.3 muestra el cronograma de implementación

**Tabla 3.3 Cronograma de Implementación**



Simbologia: □ Trabajo en Japon      ■ Trabajo en Bolivia

### 3.2 Estimación de Costos del Proyecto

Los costos cubiertos por el país receptor son los siguientes:

- Asignar el terreno para la construcción de las carreteras.
- Asignar el terreno necesario para las obras provisionales.
- Tomar medidas de exención de impuestos de los equipos y materiales traídos al país receptor y efectuar rápidamente los trámites de aduana.
- Dejar exentos de los impuestos de entrada que se imponga a japoneses o a personas de terceros países quienes estén involucrados a la ejecución del proyecto, y otros impuestos.

Se considera que el terreno para la construcción de las carreteras será ofrecido gratuitamente por las colonias locales, por lo que los costos cubiertos por la parte de Bolivia se estiman como se muestra a continuación:

**Tabla 3.4 Costo Aproximado Cubierto por Bolivia**

	Contenido	Importe (US\$)	Total (US\$)
Derechos arancelarios	Maquinaria: CIF x 49,5 %	550.000	697.000
	Materiales: CIF x 37,5 %	147.000	
Impuestos (de suministros externos)	(costo directo + costo indirecto) x 60 % (suposición) x 16 % (impuesto sobre el consumo: 13 % + impuesto sobre la transacción)	22.000.000 x 0,6 x 0,16=	2.112.000
Envío de contraparte	2 personas x 36 meses x US3.500	252.000	306.000
	1 unidad de vehículo x 36 meses	1.500 x 36=54.000	
Total			3.115.000

### **3.3 Plan de Mantenimiento**

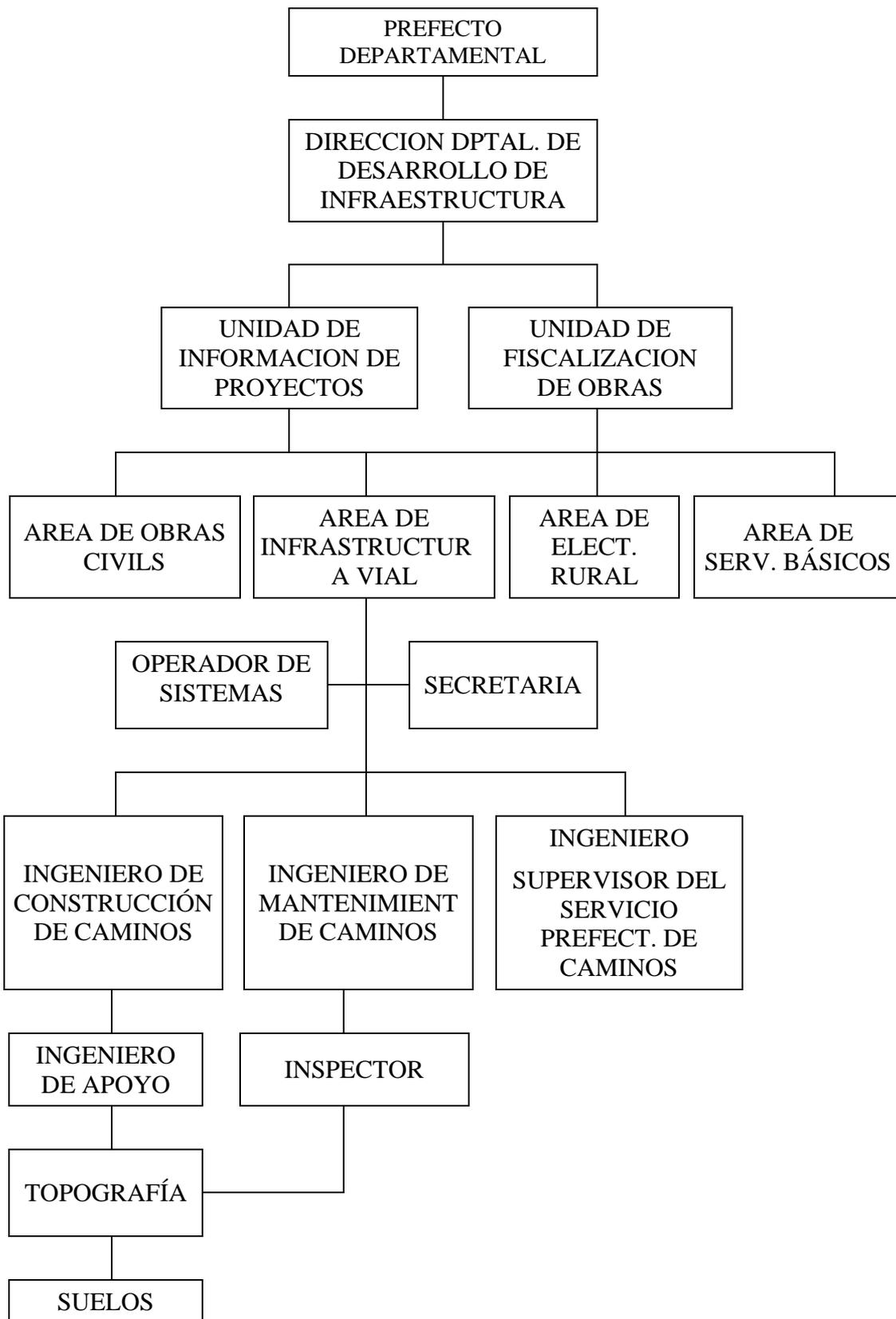
#### **(1) Organización de Mantenimiento**

En el Departamento de Santa Cruz no está establecida una organización de mantenimiento, y hay un plan de estructurar el sistema de mantenimiento para el año 2002, en cooperación entre las secciones de investigación, proyecto y supervisión de obras de la dirección de estructura básica del Departaments de Santa Cruz.

El estudio preliminar actual indica que la entidad responsable de mantenimiento es la sección de supervisión de obras, y la sección de infraestructura vial se encarga de la implementación. El personal de la sección de supervisión realizará inspección 4 veces al año y prepara el programa de arreglo a base de los síntomas de malogración encontrados. Los trabajos de reparación se encargará generalmente a los contratistas privados, excepto cuando lo realiza SNC del departaments por ser de urgencia.

Los recursos para implementar el mantenimiento y control se recaudará del ingreso de tarifa de tránsito y en caso de necesidad de una suma grande de inversión se presupuestará especialmente por el gobierno departamental.

El organigrama del sistema de implementación se muestra en el Figura 3.1.



**Figura 3.1** Area de Infraestructura Vial

(2) Método de Mantenimiento

Este plan tiene como objetivo principal la carretera que abarca 50 Km de extensión, tres puentes y estructuras transversales de caminos (alcantarillas rectangular y de tubería). El mantenimiento del presente camino se deberá implementar de acuerdo con el cuadro mostrado abajo, una vez puesto en servicio.

**Tabla 3.5**

	Partida de inspección	Mantenimiento y reparación	Tiempo de inspección
camino	1) Superficie	Arreglo superficial, remiendo, superpuesto, repavimento parcial	Mensual
	2) Hombros y talud	Arreglo superficial, plantación, relleno refuerzo	Mensual
	3) Indicación	Repintar	Mensual
	4) Guardarriel	Pintar, reponer	Semestral
Puentes	1) Pavimento asfáltico	Reparar rajadura, huecos etc.	Trimestral
	2) Sistema de expansión	Reparar partes metálicas aflojadas o perdidas	Trimestral
	3) Apoyo de neopreno	Eliminación de tierras acumuladas, etc.	Semestral
	4) Estructura superior	Reparar rajaduras, despegaduras, etc.	Anual
	5) Estructura inferior	Reparar rajaduras, despegaduras, etc. y buscar excavas por agua	Anual
	6) Pasamano	Reparar partes deterioradas	Trimestral
Estructuras transversales	1) Alcantarrilla rectangular	Eliminar sustancias acumuladas, etc. y reparar rajaduras, despegaduras, etc.	Anual
	2) Alcantarrilla de tubería	Eliminar sustancias acumuladas, etc.	Anual

Para realizar los trabajos de inspección regular, mantenimiento y reparación ligera del camino, como se menciona arriba, el personal sería suficiente con 2.0 (persona/mes), y es muy posible que deberá ser iniciado este servicio en ocasión muy temprana después de ser puesto en operación el camino. Por otra parte, el mantenimiento y control de las estructuras como los puentes no presentarán necesidad de reparación de gran escala por espacio de 20 a 30 años después de la terminación.

Lo importante de la inspección regular, es dejar constancia los registros de inspección del camino y de las estructuras de puentes, etc., anotando la fecha, resultado, puntos de inspección y el nombre del inspector, para que sirvan de datos de determinar tiempo y

magnitud de reparación en el futuro. Es necesario establecer el sistema de inspección regular.

### (3) Costo de Mantenimiento

Este costo se estima como sigue:

Mano de obra:

Inspector 2 persona/mes	US\$1500/mes/30 días por 2 personas por 12 =US\$1200/año
-------------------------	----------------------------------------------------------

Costo de reparación:

pavimento asfáltico, etc.	US\$1200/km/año por 50.5 km=US\$60600/mes
---------------------------	-------------------------------------------

(US\$100:calculado a base del presupuesto de Santa Cruz/1999)

Total:	US\$61,800/año aproximadamente
--------	--------------------------------

Sobrecapa de pavimento 1 vez/7-10 años (t=50mm)

6.5m por 50,500m por US\$15.03=US\$4.9 mil

La actividad económica de un país está basada en el buen desarrollo de infraestructura. La construcción de camino por el presente proyecto puede dar un gran estímulo al Departamento de Santa Cruz. Por lo tanto el mantenimiento del camino en buen estado tendrá un significado importante. El costo de mantenimiento es superficialmente una inversión no productiva, pero es necesario que el beneficiario programe su sistema de inversión y asegure este costo. Es también importante estructurar un sistema de mantenimiento para obtener el máximo efecto por el menor costo.

## **CAPITULO 4 EVALUACION DEL PROYECTO Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Efectos del Proyecto**

El área noreste de Santa Cruz, área de estudio, es una zona de producción agrícola de gran magnitud.

La situación actual de la carretera es un camino ripiado con peligro de ser cubierto en la época de lluvias, convirtiéndose en un camino intransitable.

La época de lluvias coincide con la época de cosecha y transporte que causando grandes daños y molestias sociales.

Además, la región norte tiene alta potencialidad y está comenzando la migración interna de colonizadores y desarrollo sucesivo.

El proyecto se implementa en tal situación con el fin de asegurar el tránsito permanente de vehículos y los efectos del proyecto pueden resumirse como siguen:

- (1) Unificación de la zona aislada con las demás regiones
- (2) Reducir los daños de la producción agrícola, el transporte de los mismos y asegurar el transporte terrestre estable hacia el mercado de grandes consumidores.
- (3) Con el tráfico terrestre asegurado todo el año, se mejoraría la calidad de vida de comunitarios tal como la educación, salud y servicios médicos.
- (4) Con el desarrollo impulsado del norte de Santa Cruz, se expande en gran escala la actividad productiva agropecuaria con el beneficio alcanzado no solo al Departamento de Santa Cruz, sino al país entero.

### **4.2 Recomendaciones**

El proyecto tiene perspectivas de brindar grandes efectos y beneficios al desarrollo económico y social de la zona. Por sí solo se juzga pertinente y razonable la ejecución de este proyecto por el esquema de cooperación financiera no reembolsable. Solo que en cuanto a la administración y mantenimiento falta que consoliden lo mas pronto posible el régimen de mantenimiento operativo bajo una concientización unánime de la importancia del mantenimiento adecuado.

## **APENDICE**

## **APENDICE**

1. LISTA DE MIEMBROS DEL EQUIPO DE ESTUDIO
2. ITINERARIO PROPUESTO PARA EL EQUIPO CONSULTOR
3. LISTA DE PARTES RELACIONADAS EN EL PAÍS RECEPTOR
4. MINUTA DE DISCUSIONES
5. PLANOS

**1. LISTA DE MIEMBROS DEL  
EQUIPO DE ESTUDIO**

## 1. Lista de Miembros del Equipo de Estudio

Nombre	Cargo	Organización
Masato Ishimori	Jefe de Misión	JICA
Keiji Kotai	Coordinador	3 <sup>da</sup> Div. Estudios Diseño Básico, JICA
Naoya Ogawa	Consultor Jefe, Planificación Vial	Pacific Consultants International
Kunihiko Okazaki	Diseño de Caminos	Central Consultant Inc.
Yoshimi Takai	Diseño de Puentes	Pacific Consultants International
Teruo Tahara	Topografía y Geología	Pacific Consultants International
Takashi Furukawa	Meteorología e Hidrología	Pacific Consultants International
Toshio Ueno	Estimación de Costos	Pacific Consultants International
Shigeru Irie	Intérprete	

## **2. ITINERARIO PROPUESTO PARA EL EQUIPO CONSULTOR**

## 2. Itinerario Propuesto para el Equipo Consultor

### Programa De Estudio (1)

No.	Fecha	Dia	Ishimori & Katai	Ogawa & Okazaki	Tahara	Takai, Furukawa & Ueno
1	6-Jun	D		Traslado (salida desde Narita)		
2	7-Jun	L		Traslado (arribo a Santa Cruz)		
3	8-Jun	M		Visita de cortesía a SNC, JICA en Prov. de Santa Cruz		
4	9-Jun	M		Estudio en terreno, preparacion subcontrato de estudios		
5	10-Jun	J		Estudio en terreno		
6	11-Jun	V		Estudio en terreno		
7		S		Estudio en terreno, subcontrato de estudios		
8	12-Jun	D	Salida desde Narita	Traslado, Santa Cruz a La Paz	Reunion interna	
	13-Jun		Arribo a La Paz			
9	14-Jun	L	Visita de cortesía a Embajada y JICA		Estudio en terreno	
			Visita Min. Economía, Transportes,			
10	15-Jun	M	Comunicaciones, Dir. Maritima y Aeronautica Civil. y SNC. Discusion Informe Inicial. Traslado		Estudio en terreno	
11	16-Jun	M	Visita de cortesía a SNC, JICA en Prov. de Santa Cruz		Estudio en terreno	
12	17-Jun	J	Explicacion y discusion de Informe Inicial		Estudio en terreno	
13	18-Jun	V	Explicacion y discusion de Informe Inicial		Estudio en terreno	
			Traslado a Santa Fe			
14	19-Jun	S	Estudio (Sta. Fe San Juan La Enconada)		Estudio en terreno	
15	20-Jun	D	Traslado a Santa Cruz, reunion interna		Reunion interna	
16	21-Jun	L	Discusionde Minutas (SNC, Prov. Santa Cruz)		Estudio en terreno	
17	22-Jun	M	Discusionde Minutas (SNC, Prov. Santa Cruz)		Estudio en terreno	
18	23-Jun	M	Firma de Minutas, Informe a JICA		Estudio en terreno	
			Traslado Sta. Cruz a La Paz			
19	24-Jun	J	Discusionde Minutas		Estudio en terreno	
20	25-Jun	V	Firma de Minutas, Informe a JICA y Embajada		Estudio en terreno	
21	26-Jun	S	Salida de La Paz	Traslado La Paz a Santa Cruz	Estudio en terreno	
22	27-Jun	D	Traslado	Reunion interna		
23	28-Jun	L	Regreso a Narita	Estudio en terreno		
24	29-Jun	M		Estudio en terreno		
25	30-Jun	M		Estudio en terreno, arreglo de datos		
26	1-Jul	J		Estudio en terreno, arreglo de datos		
27	2-Jul	V		Estudio en terreno	Visita de cortesía a SNC, JICA en Prov. de Santa Cruz	
28	3-Jul	S		Estudio en terreno	Salida de Santa Cruz	
29	4-Jul	D		Reunion interna	Traslado	
30	5-Jul	L		Estudio en terreno	Regreso a Narita	
31	6-Jul	M		Estudio en terreno		
32	7-Jul	M		Estudio en terreno		
33	8-Jul	J		Estudio en terreno		
34	9-Jul	V		Estudio en terreno		
35	10-Jul	S		Estudio en terreno		
36	11-Jul	D		Reunion interna		
37	12-Jul	L		Arreglo de datos del estudio enterreno		
38	13-Jul	M		Arreglo de datos del estudio enterreno		
39	14-Jul	M		Arreglo de datos del estudio enterreno		
40	15-Jul	J		Arreglo de datos del estudio enterreno		
41	16-Jul	V		Arreglo de datos del estudio enterreno		
42	17-Jul	S		Visita de cortesía a SNC, JICA y Gov. de Santa Cruz		
43	18-Jul	D		Salida de Santa Cruz		
44	19-Jul	L		Traslado		
45	20-Jul	M		Regreso a Narita		

**Programa De Estudio (2)**

No.	Fecha	Dia de semana	Contenido del Estudio
1	17 de oct	Domingo	Traslado(salida desde Narita)
2	18 de oct	Lunes	Arribo a La Paz Visita de cortesía a Embajada y JICA
3	19 de oct	Martes	Visita de Min.Economía, Transportes, Comunicaciones, Dir.Maritima y Aeronautica Civil, y SNC.Discusion Borrador Informe. Traslado La Paz a Santa Cruz
4	20 de oct	Miércoles	Visita de JICA en Prov. de Santa Cruz. Discusion Borrador Informe.
5	21 de oct	Jueves	Discusion de Minutas
6	22 de oct	Viernes	Firma de Minutas
7	23 de oct	Sábado	Estudio Santa Fe-San Juan-La Enconada
8	24 de oct	Domingo	Traslado Santa Cruz a La Paz
9	25 de oct	Lunes	Firma de Minutas
10	26 de oct	Martes	Informe a JICA y Embajada
11	27 de oct	Miércoles	Traslado(salida desde La Paz)
12	28 de oct	Jueves	Traslado
13	29 de oct	Viernes	Regreso a

### **3. LISTA DE PARTES RELACIONADAS EN EL PAÍS RECEPTOR**

### 3. Lista de Partes Relacionadas en el Paí s Receptor

#### Vice Ministerio de Transporte, Comunicación y Aeronáutica Civil

Ing. Mauricio Navarro Banzer	Vice Ministro
Ing. Ramón Prada Vaca Diez	Ex. Vice Ministro
Ing. Arturo Zurita	Director General de Transporte
Oscar Mario Justiniano	Asesor General
José Ibarra	Asistente JICA
Ing. Carlos Siles	Asesor General
Ing. Marcelo Columba Cabezas	Asesor Técnico

#### Vice Ministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo

Ing. Alberto Valdés	Vice Ministro
Sra. María Eugenia Jurado A.	Unidad de Negociación y Agilización de Desembolsos

#### Servicio Nacional de Caminos, SNC, La Paz

Neisa Roca Hurtado	Vice Ministro
Carlos Ferreira	Coordinador Técnico
Ing. Efraín Espada Larrazabal	Subjefe Departamento de Puentes

#### Vice Ministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, VMARNDF

Neisa Roca Hurtado	Vice Ministro
Jorge M. Ballón	Director General, Dirección General de Impacto, Calidad y Servicios Ambientales, DGICSA
Hernán Fernández	Jefe de UEIA
Antonio Treviño	Consultor

#### Prefectura de Santa Cruz

Ing. Ramón Prada Vaca Diez	Prefecto del Departamento
Dr. Freddy Terrazas Salas	Ex. Prefecto del Departamento
Dr. Marcelo Arrázola Weise	Director General de Coordinación Departamental
Ing. Robert Becarra Coelho	Director Departamental
Ing. Oscar Paniagua B.	Director Departamental de Desarrollo Económico

Ing. Erwin Ortiz Suárez	Jefe de Unidad de Información y Especificación de Proyectos
Lic. Tito Guido Rojas Mendoza	Jefe de Unidad de Planificación Estratégica
Ing. Gustavo Trujillo M.	Jefe Unidad de Fiscalización de Obras
Ing. Oscar Baldivieso Menacho	Consultor, Dirección de Infraestructura
Ing. Juan Carlos Menacho Suarez	Asesor Técnico
Ing. David Prada	Jefe Área de Estudios y Proyectos
Ing. Rodolfo Candia	Director del Plan Departamental de Desarrollo Económico y Social, Unidad de Planificación Estratégica
Ing. Jorge Serna	Unidad de Gestión Ambiental
Sra. Olga Suárez Justiniano	Coordinadora de la Prefectura

Servicio Prefectural de Caminos, SPC

Ing. Iván Plata	Director
Ing. Juan Pacheco	Coordinador Técnico

Unidad Regional del Oriente, URO (Ex-SNC)

Arq. Alberto Torrico	Director, URO
Ing. Emilio Ampuero Escobar	Fiscal de Obras, URO

## **4. MINUTA DE DISCUSIONES**

#### 4 (A) Minuta de Discusiones

ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACIÓN DE LA CARRETERA SANTA FE - COLONIA SAN JUAN - LA ENCONADA DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPÚBLICA DE BOLIVIA

En respuesta a la solicitud de la República de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió elaborar el Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Mejoramiento y Pavimentación de la Carretera Santa Fe - Colonia San Juan - La enconada del Departamento de Santa Cruz, República de Bolivia (en lo sucesivo denominado "El Proyecto") y encargó esta responsabilidad a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a la República de Bolivia una Misión de Estudio (en lo sucesivo denominado "La Misión") desde el 7 de Junio al 18 de Julio de 1999, encabezada por el Sr. Masato Ishimori, Jefe de la Misión de Estudio de Diseño Básico.

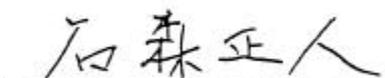
La Misión sostuvo una serie de deliberaciones con el personal concerniente de la República de Bolivia y a la vez ejecutó un estudio de campo necesario para el Diseño Básico.

Como resultado de las deliberaciones y estudio de campo, ambas partes acordaron los puntos descritos en el documento adjunto.

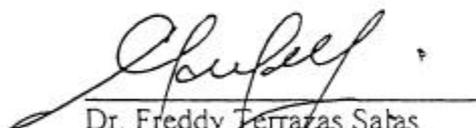
La Misión procederá a las investigaciones en base a este acuerdo y preparará el Informe del Estudio de Diseño Básico.

Santa Cruz, 23 de junio de 1999

La Paz, 25 de junio de 1999



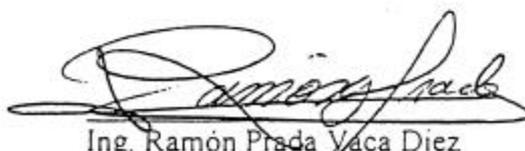
Ing. Masato Ishimori  
Jefe de la Misión de  
Estudio de Diseño Básico de  
JICA



Dr. Freddy Terrazas Satas  
Prefecto del Departamento de  
Santa Cruz



Ing. Alberto Valdés  
Viceministro de Inversión  
Pública y Financiamiento  
Externo,  
Ministerio de Hacienda



Ing. Ramón Prada Yaca Diez  
Viceministro de Transporte,  
Comunicación y Aeronáutica  
Civil, Ministerio de Desarrollo  
Económico

## DOCUMENTO ADJUNTO

### 1. Objetivo

El objetivo de este proyecto es asegurar el tráfico vehicular durante el año a través del mejoramiento y la pavimentación del tramo carretero Santa Fe - Colonia San Juan - La Enconada.

### 2. Área Objeto del Proyecto

El Objeto del proyecto es el tramo entre Santa Fe y La Enconada que son de 47.5 km aproximadamente (ver Anexo - 1).

### 3. Organización responsable y de ejecución

La organización responsable es el Ministerio de Desarrollo Económico a través del Viceministerio de Transporte, Comunicación y Aeronáutica Civil y el órgano ejecutor es la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, a través de la Dirección de Infraestructura (organismos se adjuntan en anexo 2 y 3).

### 4. Contenido de la Solicitud de la República de Bolivia

Mediante las deliberaciones sostenidas con la Misión de Estudio de Diseño Básico, el Gobierno de la República de Bolivia a través de la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, ha confirmado la solicitud como sigue: El contenido del proyecto será definido según el estudio posterior que se realizará en el Japón.

#### 1) Carretera.

- Mejoramiento de trazado geométrico
- Mejoramiento y ajuste de estructura de arte y obra de arte menor
- Pavimentación total de 47.5 km. dividida en los siguientes tramos:

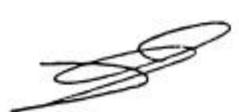
Santa Fe - San Juan (ancho total de 10.00 m.)

San Juan - La Enconada (ancho total de 9.00 m.)

#### 2) Puente.

Construcción del:

Puente Yapacanicito y Puente Tejería.



5. Sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.
  - 1) El Gobierno de la República de Bolivia ha comprendido el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, mediante la explicación dada por la Misión (Anexo – 4).
  - 2) El Gobierno de la República de Bolivia tomará las medidas necesarias descritas en el Anexo - 5, para la ejecución fluida del Proyecto, en caso de ser aprobada la ejecución.
  
6. Cronograma de Trabajo
  - 1) Los Consultores continuarán sus estudios en Bolivia hasta el 18 de julio de 1999.
  - 2) El JICA preparará el borrador del Diseño Básico en Español, enviará una Misión explicativa a la República de Bolivia en el mes de octubre de 1999.
  - 3) Cuando sea aceptado dicho borrador por el Gobierno Boliviano JICA elaborará el informe final de estudio y lo hará llegar al Gobierno Boliviano en el mes de Enero del año 2000.
  
7. Puntos de Consulta Mútua
  - 1) Si hubiera la necesidad de expropiación de terreno, por el cambio de trazado, lo ejecutará el Gobierno Boliviano a través de la Prefectura de Santa Cruz hasta marzo del año 2000.
  - 2) Los siguientes trámites y estudios sobre Evaluación del Medio Ambiente los realizara la República de Bolivia a través de la Prefectura de Santa Cruz.

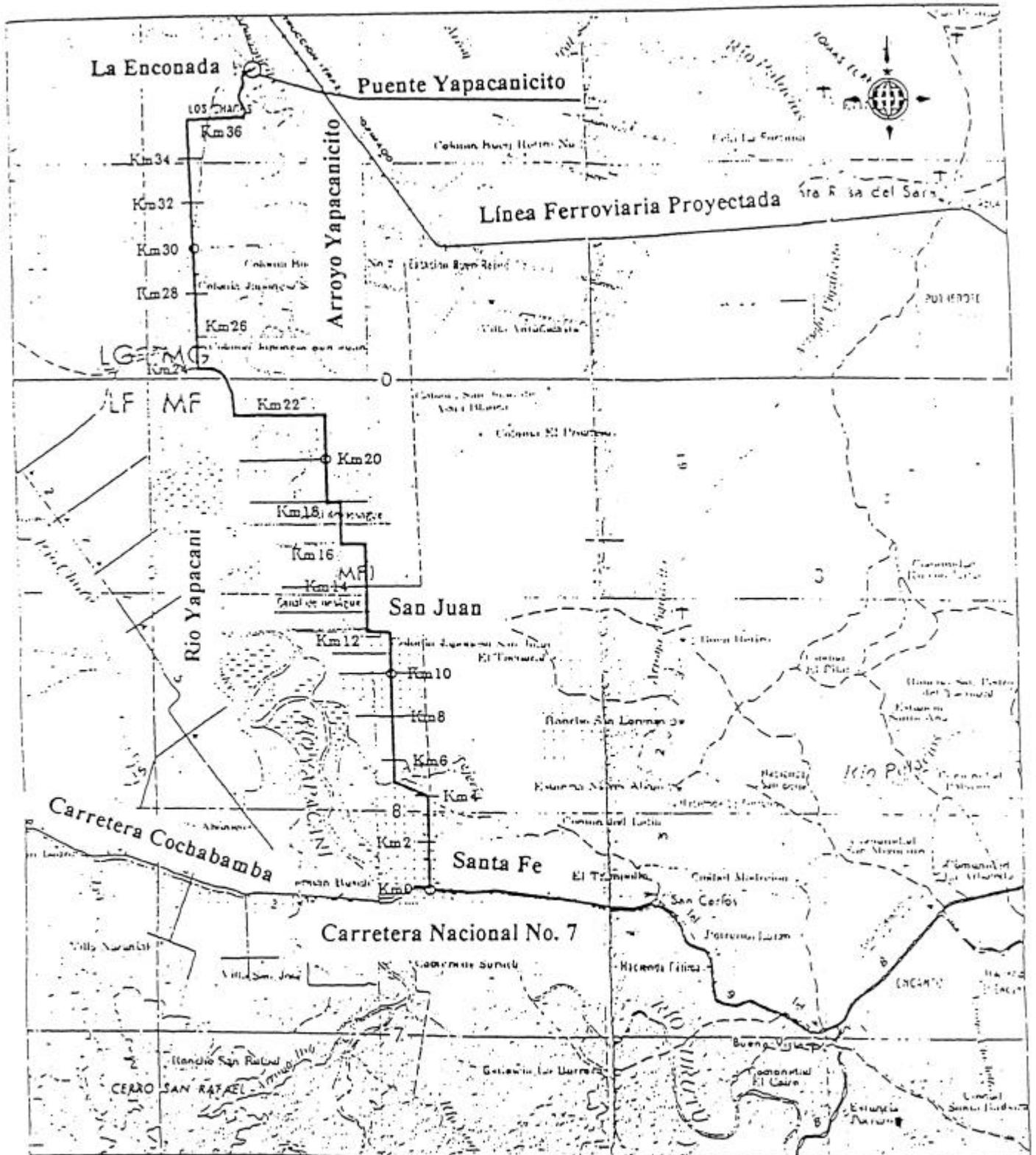
Elaborar la Ficha Ambiental, presentar al Ministerio de Desarrollo Sostenible y obtener la Categorización hasta el mes de Septiembre de 1999.
  - 3) Hasta el mes de Marzo del año 2000, de acuerdo a la categorización asignada, se realizarán los siguientes enumerados:

Realizar EEIA (Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental).

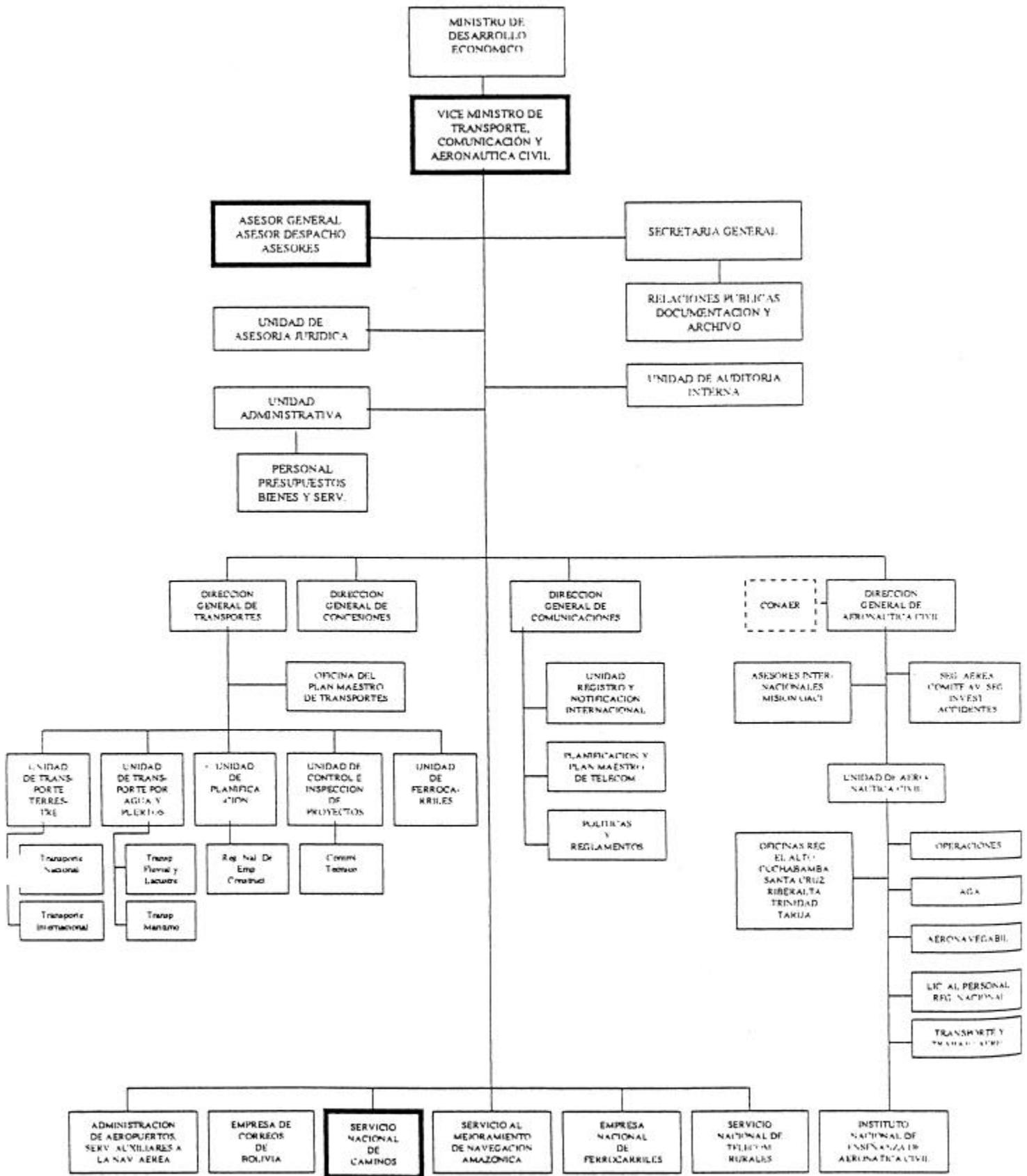


- MM (Medidas de Mitigación).
  - PASA (Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental).
  - Licencia Ambiental (DLA, Declaratoria de Impacto Ambiental, CD, Certificado de Dispensación).
- 4) El Gobierno de Bolivia ha solicitado al Japón una consideración especial sobre la medida de seguridad del tráfico vehicular.
- 5) El Gobierno de Bolivia informó que se encuentra en proceso una solicitud de una variante en el diseño de la carretera para evitar problemas ocasionados por el tráfico en el área urbana de la localidad de San Juan.





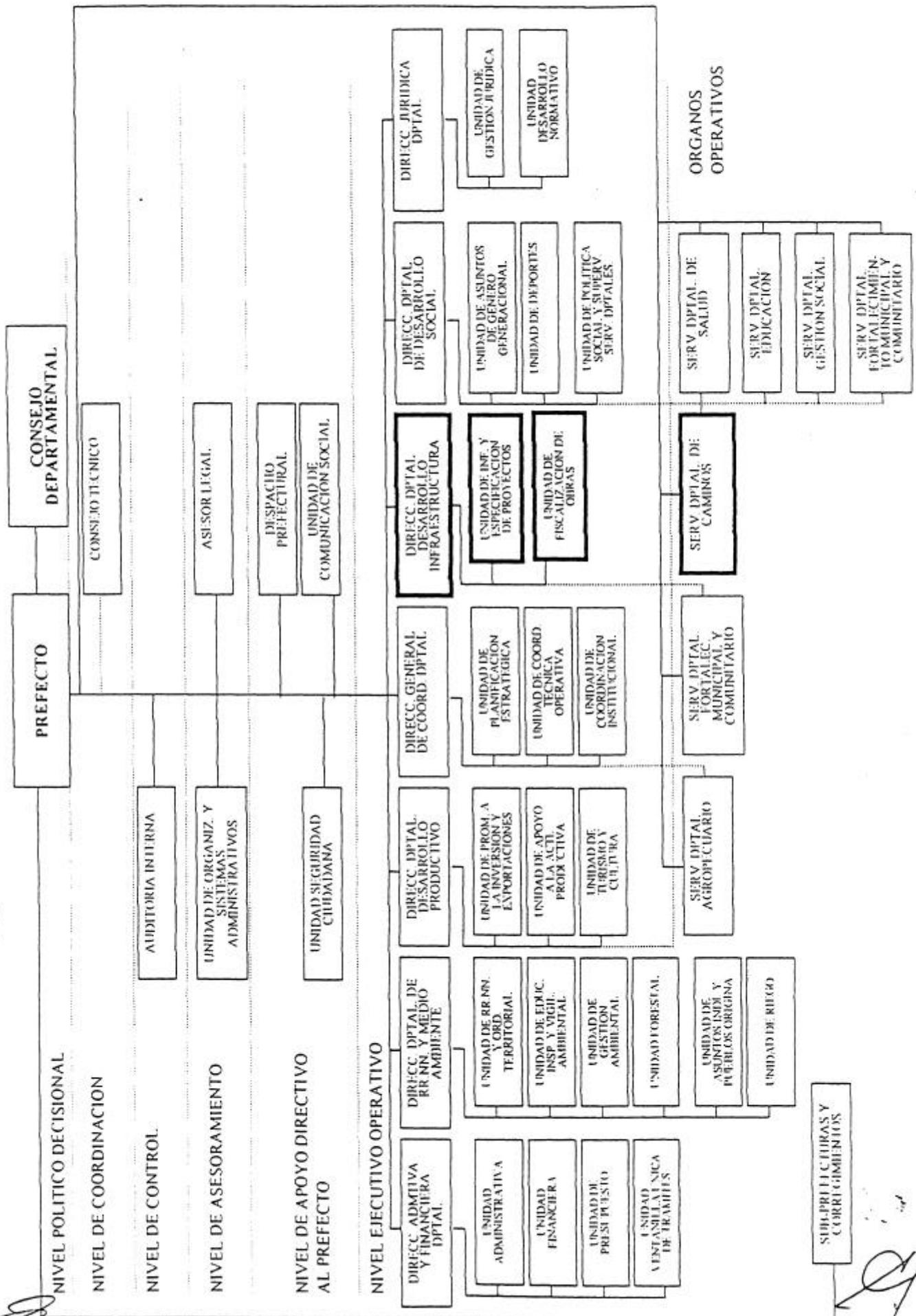
ORGANIGRAMA DEL VICEMINISTERIO DE TRANSPORTE, COMUNICACIÓN Y AERONÁUTICA CIVIL



*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

ORGANIGRAMA GENERAL DE LA PREFECTURA (D.S. 15060)



SUB-PREFECTURAS Y CORRIGIMIENTOS

## Anexo – 4

### Sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón

#### I. Procedimiento de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón

El Procedimiento de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón es el siguiente:

- (1) . Solicitud (Presentación de una solicitud oficial por el país receptor)
  - . Estudio (Estudio de Diseño Básico conducido por JICA)
  - . Evaluación y Aprobación (Evaluación del Proyecto por el Gobierno del Japón y aprobación por el Gabinete)
  - . Decisión de realización (Firma del Canje de Notas por ambos gobiernos)
  - . Realización (Realización del Proyecto)
  
- (2) En la primera etapa, el Gobierno del Japón (el Ministerio de Relaciones Exteriores) estudia la solicitud formulada por el país receptor si el Proyecto es apropiado para la Cooperación Financiera No Reembolsable. Si se confirma que la solicitud tiene alta prioridad como Proyecto para la Cooperación Financiera No Reembolsable, el Gobierno del Japón ordena a JICA a efectuar el Estudio.

Luego viene la segunda etapa, que se refiere al Estudio de Diseño Básico, JICA realiza este estudio, en principio, contratando una compañía consultora japonesa.

En la tercera etapa, la Evaluación y la Aprobación, el Gobierno del Japón evalúa y confirma que el Proyecto es apropiado para la Cooperación Financiera No Reembolsable, en base al informe de Diseño Básico elaborado por JICA en la segunda etapa, luego envía el contenido del Informe al Gabinete para su Aprobación.



En la cuarta etapa, la Decisión de Realización, una vez aprobado el Proyecto por el Gabinete se firma el Canje de Notas por los representantes del Gobierno del Japón y del Gobierno receptor.

Durante la realización del Proyecto, JICA extenderá ayudas necesarias al Gobierno receptor en los procesos de licitación, contrato, etc.

## 2. Estudio de Diseño Básico

### (1) Contenido del Estudio

El Estudio de Diseño Básico conducido por JICA está destinado a proporcionar el documento básico necesario para que el Gobierno del Japón evalúe si el Proyecto es viable o no para el sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. El contenido del Estudio incluye;

- a) confirmación de los antecedentes, el objetivo, la eficiencia del Proyecto, y la capacidad de la organización responsable para la administración y mantenimiento del Proyecto.
- b) examen de la viabilidad técnica y socioeconómica
- c) confirmación del concepto básico del Plan Optimo del Proyecto a través de la mutua deliberación con el país receptor.
- d) preparación del Diseño Básico del Proyecto.
- e) estimación del costo del Proyecto.

El contenido del Proyecto aprobado arriba mencionado no necesariamente coincide totalmente con la solicitud original, sino que se confirma en consideración al esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

Al realizar el Proyecto bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable, el Gobierno del Japón desea que el Gobierno del país receptor tome todas las medidas necesarias para promover su autosuficiencia. Esas medidas deberán asegurarse aunque estén



fuera de la jurisdicción de la entidad ejecutora del Proyecto en el país receptor. Por lo tanto, la ejecución del Proyecto es confirmada por todas las organizaciones relevantes en el país receptor mediante las Minutas de Discusiones.

(2) Selección de la compañía consultora

Al realizar el Estudio, JICA selecciona una de las compañías consultoras - entre aquellas registradas en JICA - mediante una licitación en la que presentan sus propuestas. La compañía seleccionada realiza el Estudio de Diseño Básico y elabora el Informe bajo la supervisión de JICA. Después de la firma del Canje de Notas, con el fin de asegurar coherencia técnica entre el Diseño Básico y el Diseño Detallado, JICA recomienda al país receptor emplear la misma compañía consultora que se hizo cargo del Diseño Básico para el Diseño Detallado y supervisión de la realización del Proyecto.

3. Esquema de la Cooperación Financiera No Reembolsable

(1) Cooperación Financiera No Reembolsable

La Cooperación Financiera No Reembolsable consiste en la donación de fondos que no requiere la obligación de reembolso por parte de los países receptores, y permiten a través del fondo adquirir equipos, materiales y servicios (técnicos, transportes, etc.) necesarios para el desarrollo económico y social de los países, bajo las normas siguientes y las leyes relacionadas del Japón. La Cooperación no se extiende a donaciones en especie.

(2) Firma del Canje de Notas

En la realización de la Cooperación Financiera No Reembolsable, se necesita el acuerdo y la firma del Canje de Notas (C/N) entre ambos gobiernos. En el C/N se aclaran el objetivo, el período efectivo de la donación, las condiciones de realización y el límite del monto de la donación.



(3) Periodo de ejecución

El periodo efectivo de la donación debe ser dentro del mismo año fiscal del Japón (del 1 de abril hasta el 31 de marzo del siguiente año) en el que el Gabinete aprobó la cooperación. Durante este periodo debe concluirse todo el proceso desde la firma del C/N hasta el contrato con la compañía consultora o constructora, incluyendo en pago final.

Sin embargo, en el caso de un retraso en el transporte, instalación o construcción por la condición de clima u otros, existe la posibilidad de prolongar a lo más por un año (un año fiscal) previa consulta entre ambos gobiernos.

(4) Adquisición de los productos y servicios

La Cooperación Financiera No Reembolsable será utilizada apropiadamente por el Gobierno del país receptor para la adquisición de los productos japoneses o del país receptor y los servicios de nacionales japoneses y nacionales del país receptor para la ejecución del Proyecto: (El término "nacionales japoneses" significa personas físicas japonesas o personas jurídicas japonesas controladas por personas físicas japonesas.)

No obstante, lo arriba mencionado, la Cooperación Financiera No Reembolsable podrá ser utilizada, cuando los dos Gobiernos lo estimen necesario, para la adquisición de productos de terceros países (excepto Japón y el país receptor) y los servicios para la transporte que no sean de los nacionales japoneses ni de nacionales del país receptor.

Sin embargo, considerando el esquema de la donación del Japón, los contratistas principales para la ejecución del Proyecto como consultores, constructores y proveedores deberán ser nacionales japoneses.

(5) Necesidad de Aprobación

El Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él, concertará contratos, en yenes japoneses, con nacionales japoneses. A fin de ser



aceptable, tales contratos deberán ser verificados por el Gobierno del Japón. Esta verificación se debe a que el fondo de donación proviene de los impuestos generales de los nacionales japoneses.

(6) Responsabilidad del Gobierno Receptor

El Gobierno del país receptor tomará las medidas necesarias como sigue:

- a) asegurar la adquisición y preparación del terreno necesario para los lugares del Proyecto, limpiar y nivelar terreno previamente al inicio de los trabajos de construcción.
- b) proveer de instalaciones para la distribución de electricidad, suministro de agua, el sistema de desagüe y otras instalaciones adicionales dentro y fuera de los lugares del Proyecto.
- c) proporcionar los edificios y los espacios necesarios en caso de que el Proyecto incluya la provisión de equipos.
- d) asegurar todos los gastos y pronta ejecución del desembarco y despacho aduanero en el país receptor y en el transporte interno de los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiero No Reembolsable.
- e) eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses en el país receptor con respecto al suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados. Los mismos que deberán ser pagados por la entidad ejecutora del Proyecto.
- f) otorgar a nacionales japoneses, cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados, las facilidades necesarias para su ingreso y estadía en el país receptor para el desempeño de sus funciones.
- g) Uso Adecuado



El país receptor deberá asegurar que las instalaciones construidas y los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable sean debida y efectivamente mantenidos y utilizados asignando el personal necesario para la ejecución del Proyecto.

Deberá también sufragar todos otros gastos necesarios, a excepción de aquellos gastos a ser cubiertos por la Donación.

h) Reexportación

Los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable no deberán ser reexportados del país receptor.

i) Arreglo Bancario

- El Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él deberá abrir una cuenta bancaria a nombre del Gobierno del país receptor en un banco en el Japón (en adelante referido como "el Banco"). El Gobierno del Japón llevará a cabo la Cooperación Financiera No Reembolsable efectuando pagos, en yenes japoneses, para cubrir las obligaciones contraídas por el Gobierno del país receptor o la autoridad designada por él, bajo los Contratos Verificados.

Los pagos por parte del Japón se efectuarán cuando las solicitudes de pago sean presentadas por el Banco al Gobierno del Japón en virtud de una autorización de pago (A/P) expedida por el Gobierno del país receptor o autoridad designada por él.



## Anexo – 5

### Medidas a ser tomadas por el Lado Boliviano

En el caso de poder ser aprobado el proyecto por la Cooperación Financiera no reembolsable del Japón, el Lado Boliviano deberá tomar las siguientes medidas

- 1) La Prefectura de Santa Cruz, deberá proveer los datos y las informaciones necesarias para la ejecución del proyecto.
- 2) La Prefectura de Santa Cruz, deberá asegurar el terreno necesario, retirar los obstáculos y limpieza del terreno para la ejecución del proyecto.
- 3) La Prefectura de Santa Cruz, deberá hacer los tramites y estudios sobre la evaluación del estudio de impacto ambiental.
- 4) La Prefectura de Santa Cruz, deberá proveer las facilidades necesarias de electricidad, agua potable y otras facilidades necesarias para la ejecución del trabajo.
- 5) El Gobierno de Bolivia, a través de la Prefectura de Santa Cruz deberá pagar la comisión a un Banco Japonés por sus servicios basados en el arreglo bancario.
- 6) La Prefectura de Santa Cruz, deberá asegurar todos los gastos y la pronta ejecución del desembarco y despacho aduanero en la República de Bolivia y en el transporte interno de los productos adquiridos bajo la Cooperación Financiera No Reembolsable.
- 7) El Gobierno de Bolivia, deberá eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan a los nacionales japoneses en la República de Bolivia con respecto al suministro de los productos y servicios bajo los contratos verificados. Los mismos que deberán ser pagados por la Prefectura de Santa Cruz a la brevedad posible.
- 8) El Gobierno de Bolivia, deberá otorgar a los nacionales japoneses cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los productos y servicios bajo los Contratos verificados, tantas facilidades como sean necesarias para su ingreso y estudio en Bolivia para el desempeño de sus funciones.



- 9) La Prefectura de Santa Cruz, deberá emitir la autorización o permiso para la ejecución del proyecto.
- 10) El Gobierno de Bolivia a través de la Prefectura de Santa Cruz, deberá asegurar que las carreteras y puentes construidos mediante la donación sean debidamente y efectivamente mantenidas y usadas.
- 11) La Prefectura de Santa Cruz, deberá sufragar todos los gastos necesarios, excepto aquellos gastos cubiertos por la donación, para la ejecución del Proyecto.
- 12) La Prefectura de Santa Cruz, deberá colocar personal profesional y técnico asistente como contraparte del Proyecto.
- 13) La Prefectura de Santa Cruz, deberá coordinar y solucionar cualquier problema generado por terceros o por habitantes del área del Proyecto que este relacionado con el Proyecto.





REPUBLICA DE BOLIVIA

MINISTERIO DE RELACIONES  
EXTERIORES Y CULTO

VPE-DGAB-DEA-1134/99

EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y CULTO - Viceministerio de Política Exterior -, saluda atentamente a la Honorable Embajada del Japón y tiene a bien solicitar que en el Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de "Pavimentación de la Carretera Santa Fe - Colonia San Juan - La Enconada", se incluya la ejecución de los estudios y posterior construcción de una variante de aproximadamente 1.8 Km. en la Colonia San Juan, de acuerdo al documento adjunto.

Esta solicitud se la realiza a requerimiento del Viceministerio de Transporte, Comunicación y Aeronáutica Civil.

EL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES Y CULTO - Viceministerio de Política Exterior -, a tiempo de agradecer a esa Honorable Embajada eleve la presente solicitud ante Su Ilustrado Gobierno, hace propicia la ocasión para reiterarle las seguridades de su más alta y distinguida consideración.

Adj. lo indicado.

FVC/fvc



La Paz, 25 JUN. 1999

A la Honorable  
EMBAJADA DEL JAPON  
Presente

EMBAJADA DEL JAPON	
Embajador	Secretario
Hora 17:00	
Fecha de Reg. 25.6.99	
No. de Reg.	

La Paz, 21 de junio de 1999  
 VMTCAC/DESPACHO/N° 1086/99

07429

M-4-1256

Señor  
 Ing. Alberto Valdés  
 VICEMINISTRO DE INVERSIÓN PÚBLICA  
 Y FINANCIAMIENTO EXTERNO  
Presente



REF.: COOPERACION ECONOMICA NO REEMBOLSABLE DEL JAPON  
 SOLICITUD CONSTRUCCION VARIANTE COLONIA SAN JUAN

Señor Viceministro:

A requerimiento de la Prefectura de Santa Cruz y Colonos de la población de San Juan, agradeceremos a su autoridad efectuar la representación correspondiente para que dentro del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Mejoramiento y Pavimentación de la Carretera Santa Fé -Colonia San Juan - La Enconada del Departamento de Santa Cruz, se incluya la ejecución de los estudios y posterior construcción de la variante de referencia,, con la finalidad principal de evitar que el alto flujo vehicular existente en el tramo inicial del proyecto, ingrese a la población de San Juan con riesgo de producir accidentes y otros inconvenientes para los pobladores.

La longitud de la referida variante es de aproximadamente 1.8 km. y se hace necesario cursar a la brevedad posible dicha solicitud, para posibilitar una pronta aceptación y ejecución de los referidos estudios.

Adjunto remito a usted, copia de la carta OF. DDI. N° 131/99 de la Prefectura de Santa Cruz, en relación a este tema.

Sin otro particular y agradeciendo su cooperación al respecto, saludo a usted muy atentamente.

Ing. Ramón Prada Vaca Díez  
 VICE MINISTRO DE TRANSPORTE,  
 COMUNICACION Y AERONAUTICA CIVIL

Palacio de

Comunicaciones

5° Piso

Fax 371395

Tel. 377230 / 38

Casilla 9360

La Paz

Bolivia



REPUBLICA DE BOLIVIA  
PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO  
SANTA CRUZ

OF. DDI, N° 131/99  
, 07 de Junio de 1.999

Señor:  
Ing. Ramón Prada Vaca Díez  
VICEMINISTRO DE TRANSPORTES  
COMUNICACIONES Y AERONAUTICA CIVIL  
La Paz

REF.: COOPERACION ECONOMICA NO REEMBOLSABLE DEL JAPON  
SOLICITUD CONSTRUCCION VARIANTE COLONIA SAN JUAN.-

Señor Viceministro:

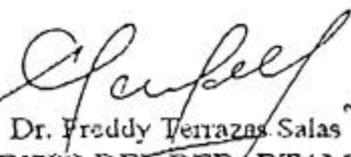
A requerimiento de esta Prefectura y Colonos de la población de San Juan, agradeceremos a su autoridad efectuar la representación correspondiente ante el Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo para que dentro del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Mejoramiento y Pavimentación de la Carretera Santa Fé-Colonia San Juan-La Enconada del Departamento de Santa Cruz se incluya la ejecución de los estudios y posterior construcción de la variante de referencia, con la finalidad principal de evitar que el alto flujo vehicular existente en el tramo inicial del proyecto ingrese a la población de San Juan con riesgo de producir accidentes y otros inconvenientes para los pobladores.

La longitud de la referida variante es de aproximadamente 1.8 km. y se hace necesario cursar a la brevedad posible dicha solicitud para posibilitar una pronta aceptación y ejecución de los referidos estudios por parte de la Misión Japonesa encargada de realizar los mismos.

Para los fines consiguientes adjuntamos borrador de nota dirigida al Viceministerio de Inversión Pública.

Sin otro particular y agradeciendo su cooperación al respecto, saludo a Ud. muy atentamente.



  
Dr. Freddy Terrazas Salas  
PREFECTO DEL DEPARTAMENTO  
DE SANTA CRUZ

"PARA VIVIR MEJOR"

*MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO  
VICEMINISTERIO DE TRANSPORTES,  
COMUNICACIÓN Y AERONÁUTICA CIVIL  
PREFECTURA DEPARTAMENTAL DE SANTA CRUZ*

***PROYECTO  
PAVIMENTACIÓN CARRETERA  
SANTA FÉ – COLONIA SAN JUÁN – LA ENCONADA***

*SOLICITUD DE COOPERACIÓN FINANCIERA  
NO REEMBOLSABLE DEL GOBIERNO DE JAPÓN*

***VARIANTE COLONIA SAN JUÁN***

*Santa Cruz, 23 de Junio de 1.999*

## **CONSTRUCCIÓN VARIANTE COLONIA SAN JUÁN** **JUSTIFICACIÓN**

### **ANTECEDENTES**

*Durante el mes de junio del pasado año fue cursada por parte del Gobierno de Bolivia al Gobierno del Japón una solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable para la ejecución de los estudios y posterior pavimentación de la carretera Santa Fé – Colonia San Juan – La Enconada ubicada al Noroeste del Departamento de Santa Cruz.*

*En respuesta a dicha solicitud, el gobierno del Japón por intermedio de J.I.C.A. envió una misión de estudios la cual viene actualmente trabajando en la zona del proyecto. La referida misión trabajará hasta fecha 18 de julio del presente año.*

### **MODIFICACIÓN DEL TRAZADO GEOMÉTRICO SECTOR COLONIA SAN JUAN**

*Fruto de inspecciones preliminares de campo se vió la necesidad de introducir modificaciones en el trazado del eje de la carretera existente, el mismo que actualmente atraviesa la población de San Juan.*

*La solicitud original enviada en junio del pasado año no contemplaba puntualmente efectuar dicha modificación, motivo por el cual, a requerimiento de la Misión Japonesa se hace necesario oficializar la solicitud de la misma.*

*La justificación de la modificación planteada está respaldada por los siguientes aspectos:*

- *La razón fundamental es la referida a evitar que el alto volumen de tránsito vehicular que circula en el tramo inicial del proyecto cuyo valor, según datos de conteo es de 1.500 vehículos/día, ingrese a la población de San Juan con riesgo continuo de producir accidentes a los pobladores.*

- *Existen viviendas e instalaciones domiciliarias que se verán afectadas por la ejecución de los trabajos de mejoramiento.*
- *En períodos de cosecha de los productos cultivados el tránsito vehicular se incrementa aún más, situación ésta que produciría probables congestionamientos y contaminación de las calles de circulación.*
- *El nuevo trazado permitirá un crecimiento más ordenado de las futuras calles y urbanizaciones.*
- *Se permitirá una circulación normal de los vehículos de transporte pesado principalmente.*
- *La modificación introducida no implicará gastos adicionales para el Gobierno Boliviano, dado que se trata de una Cooperación No Reembolsable.*
- *Es normal que en todo proyecto se introduzcan modificaciones y variantes con la finalidad de optimizar el trazado geométrico del mismo.*
- *La longitud aproximada de la variante es de 1.8 Km. La longitud exacta será conocida luego de la ejecución respectiva de los trabajos de topografía.  
Los parámetros de diseño serán los mismos que los adoptados para el resto del tramo comprendido entre Santa Fé y San Juan.*

#### 4 (B) Minuta de Discusiones

MINUTAS DE DISCUSIONES  
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y  
PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA FE – COLONIA SAN JUAN-LA  
ENCONADA DEL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA  
(EXPLICACION DEL BORRADOR DEL INFORME FINAL)

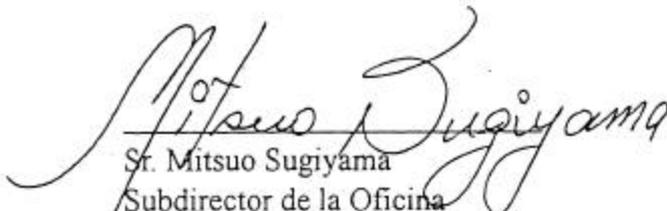
En junio de 1999, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en lo sucesivo denominado "JICA") envió a la República de Bolivia (en lo sucesivo denominado "Bolivia") una Misión del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Mejoramiento y Pavimentación de la Carretera Santa Fe – Colonia San Juan-La Enconada del Departamento de Santa Cruz (en lo sucesivo denominado "El Proyecto"), y JICA preparó un Borrador del Informe Final del Estudio de Diseño Básico, resumiendo los resultados de las discusiones sostenidas y estudios de campo ejecutados en Bolivia y los análisis técnicos realizados en Japón.

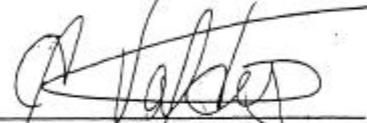
Para explicar el contenido de dicho Borrador e intercambiar las opiniones sobre esto, JICA envió a Bolivia la Misión de Explicación del Borrador del Informe Final (en lo sucesivo denominado "la Misión"), entre el 18 y 27 de octubre de 1999, encabezado por el Sr. Mitsuo Sugiyama, Vice-director de la Oficina de JICA en Bolivia.

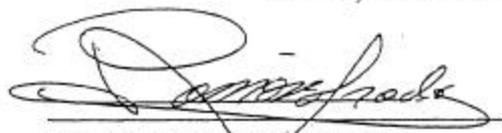
Como resultado de las discusiones, ambas partes confirmaron los puntos principales descritos en el documento adjunto.

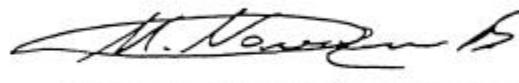
Santa Cruz, 22 de octubre de 1999

La Paz, 25 de octubre de 1999

  
Sr. Mitsuo Sugiyama  
Subdirector de la Oficina  
de JICA en Bolivia  
Jefe de la Misión de Estudio  
de Diseño Básico

  
Ing. Alberto Valdés  
Viceministro de Inversión  
Pública y Financiamiento  
Externo,  
Ministerio de Hacienda

  
Ing. Ramón Prada Vaca Diez  
Prefecto del Departamento de  
Santa Cruz

  
Ing. Mauricio Navarro B.  
Viceministro de Transporte  
Comunicación y Aeronáutica  
Civil, Ministerio de Desarrollo  
Económico

## DOCUMENTO ADJUNTO

### 1 Contenido del Borrador del Informe Final del Estudio de Diseño Básico

El Gobierno de Bolivia estuvo conforme y aceptó en principio el contenido del Borrador del Informe Final explicado por la Misión.

### 2 Sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón

El Gobierno de Bolivia ha comprendido el sistema de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón y las medidas necesarias a ser tomadas por éste, tales como fueron explicados por la Misión y están en los anexos 4 y 5 respectivamente en la Minuta de Discusiones firmada por ambas partes el 23 de junio de 1999.

### 3 Cronograma del Estudio

JICA completará el Informe Final del Estudio de Diseño Básico y se lo enviará al Gobierno de Bolivia en enero del 2000.

### 4 Otros temas discutidos

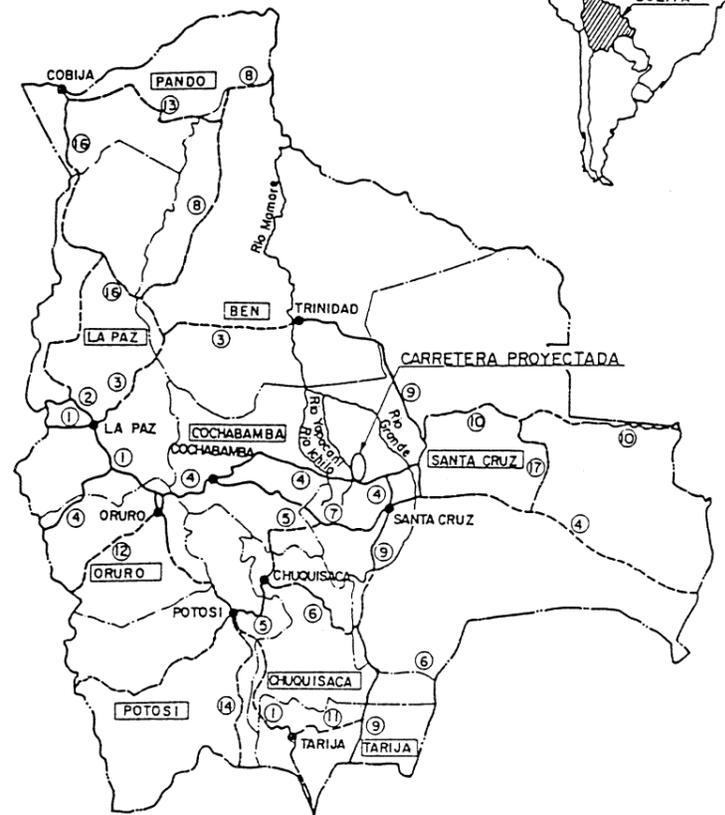
- 4.1 El Gobierno de Bolivia, a través de la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, gestionará la Resolución Prefectural que permita la expropiación de los terrenos necesarios para el mejoramiento de la alineación de carretera y la construcción de desvíos hasta marzo del 2000.
- 4.2 Todos los trámites y estudios relacionados con las atenciones a los efectos sobre el medio ambiente serán realizados por la Prefectura del Departamento de Santa Cruz. El Gobierno de Bolivia implementará los siguientes trabajos, a través de la Prefectura del Departamento de Santa Cruz.
  - 4.2.i En base a las categorías de los resultados del estudio, se deben implementar los siguientes trabajos hasta marzo del 2000.
    - (a) Implementación de EEIA
    - (b) Preparación de MM (Plan de conservación del medio ambiente relacionado a que los efectos podrán ser provocados por la ejecución de obras del Proyecto)
    - (c) Preparación de PASA (Plan de seguimiento posterior a la implementación de obras del Proyecto)
    - (d) Obtención de licencia de medio ambiente (DIA: Declaración del Impacto Ambiental, CD: Certificado de Dispensación)
  - 4.2. ii Se informará sobre los avances de 1), una vez al mes a la Oficina de JICA en Bolivia.
  - 4.2. iii El nombre oficial del proyecto será "Proyecto de Mejoramiento de la Carretera Noroeste del Departamento de Santa Cruz".
- 4.3. Una vez analizado el borrador del Informe en detalle por la Prefectura del Departamento de Santa Cruz, en caso que corresponda, se enviará las observaciones a la Oficina de JICA en Bolivia vía Viceministerio de Inversión Pública y Financiamiento Externo, por la Prefectura de Santa Cruz hasta el 16 de noviembre de 1999.



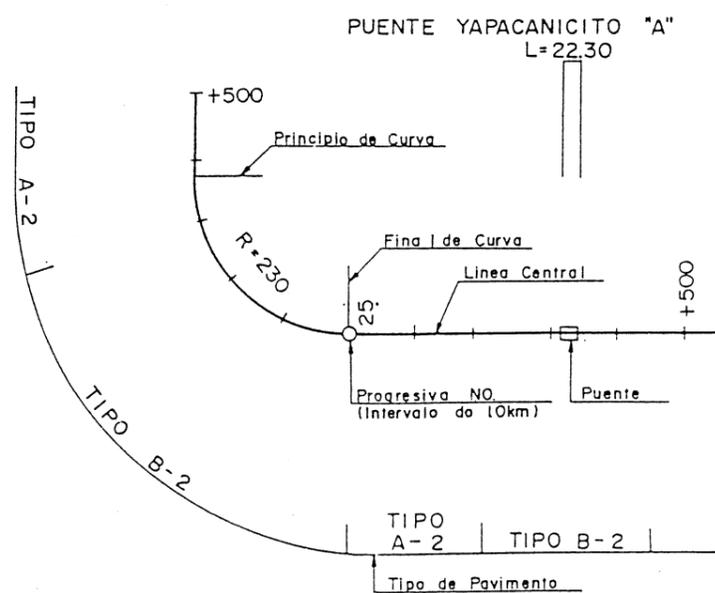
## **5. PLANOS**

SUDAMERICA

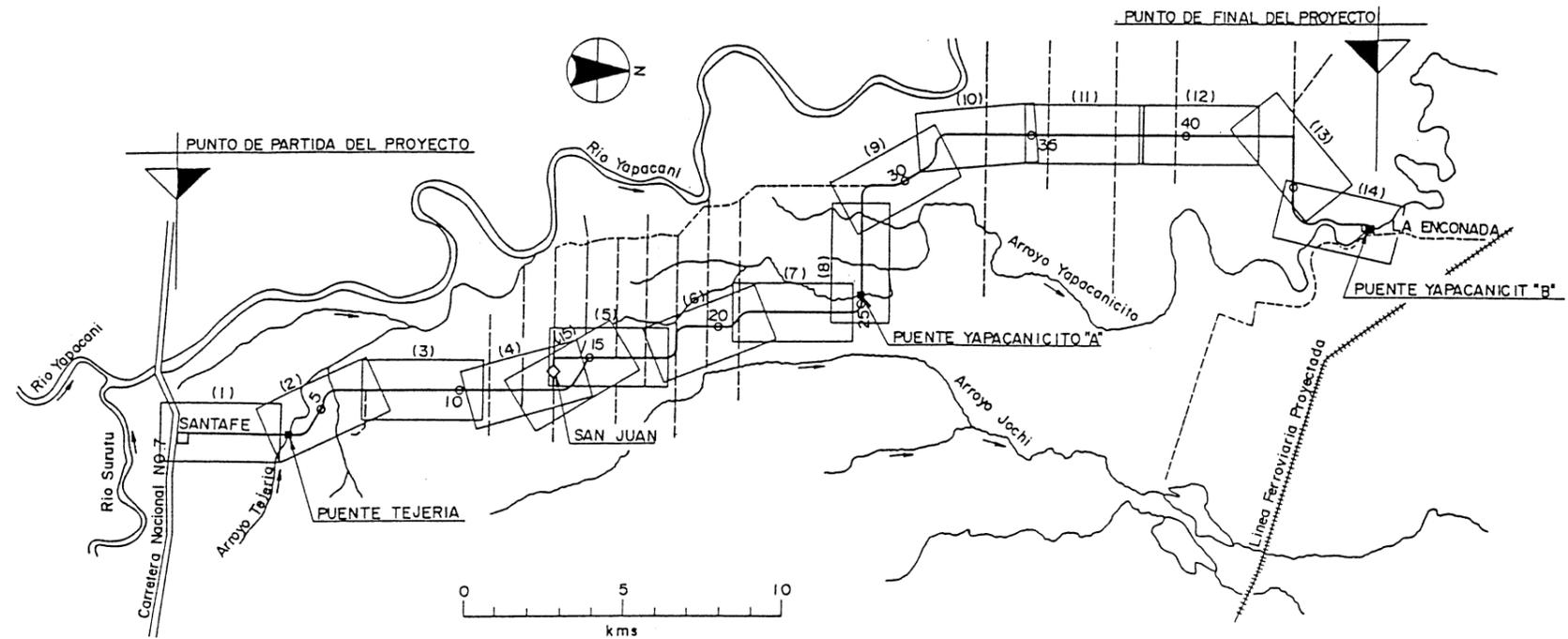
BOLIVIA



PLANTA

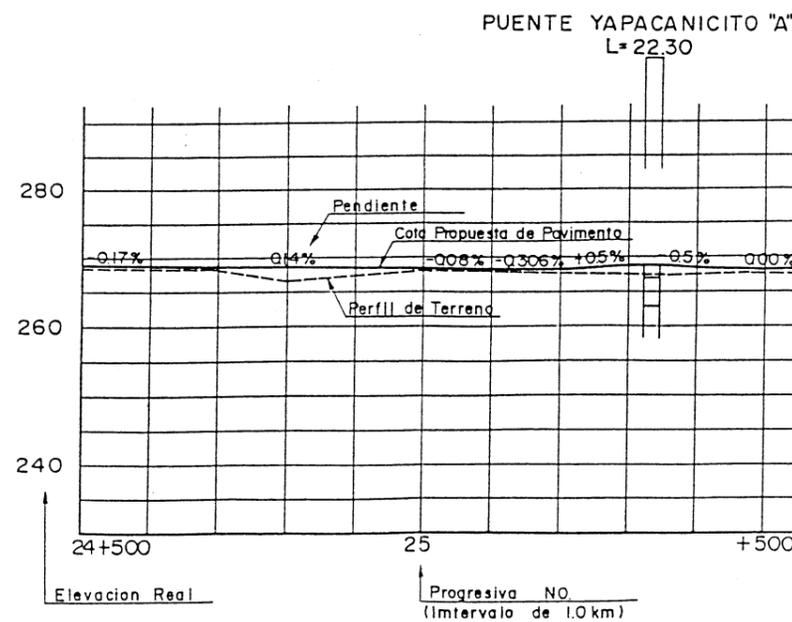


PLANO GENERAL



REFERENCIA GENERAL

PERFIL



ABREVIACION

ITEM DE OBRA	SIGNO	DESCRIPCION
Alcantarilla Cajón	A-CJ-A x B-L	A: Ancho Interno, B: Altura Interna, L: Longitud
Puente	PUENTE [Symbol] L= [Symbol]	[Symbol] : Nombre, L: Longitud Puente

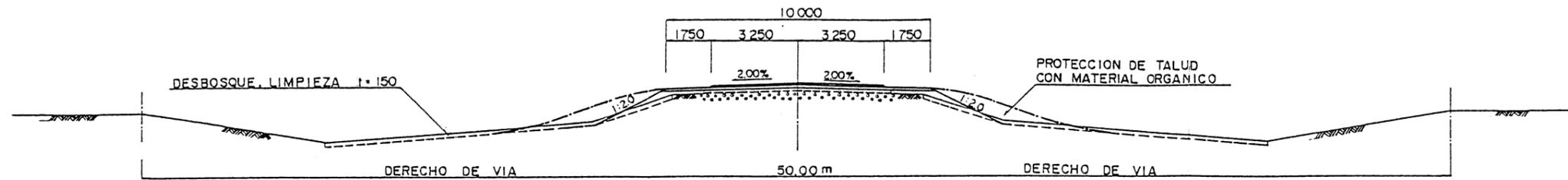
CRITERIOS DE DISEÑO GEOMETRICO PARA EL ESTUDIO

CATEGORIA DEL CAMINO :	III
VOLUMEN TRANSITO DIARIO :	700~300 T.P.D
CONTROL DE ACCESOS :	SIN CONTROL
VELOCIDAD DIRECTRIZ :	80 km/h
RADIO MINIMO (ABSOLUTA) :	230 m
PENDIENTE MAXIMA EN RECTAS :	4 %
VALOR DE K, CONVEXAS :	3,000 m
, CONCAVAS :	2,000 m

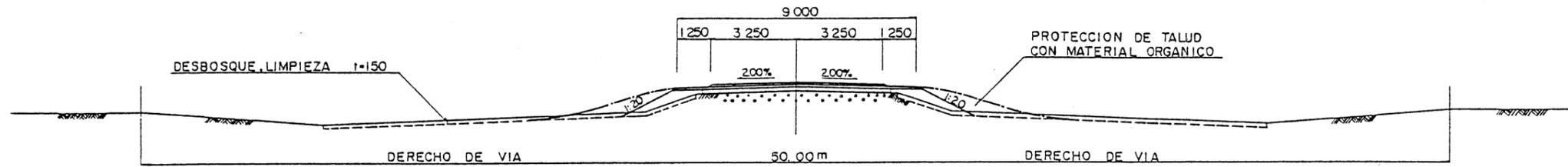
EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ REPUBLICA DE BOLIVIA	
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA FE-COLONIA SAN JUAN-LA ENCONADA	
PLANO GENERAL, REFERENCIAS	
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR
	PLANO POR
	FECHA
	ESCALA 1:200
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL CO., LTD Y CENTRAL CONSULTANT INC. DEL JAPON	

SECCION TRANSVERSAL TIPICA: ESCALA 1:100

SANTAFE ~ SAN JUAN



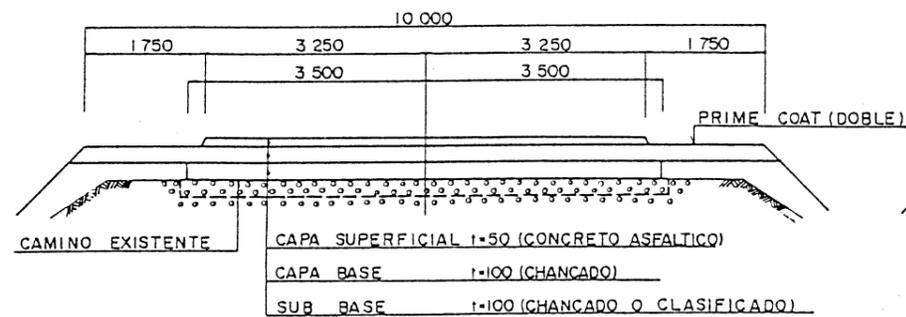
SAN JUAN ~ LA ENCONADA



TIPOS DE PAVIMENTO

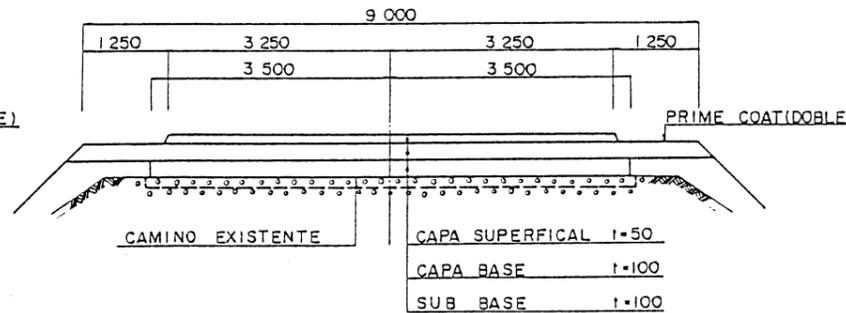
SANTAFE SAN JUAN

TRAMO NORMAL (TIPO A-1)

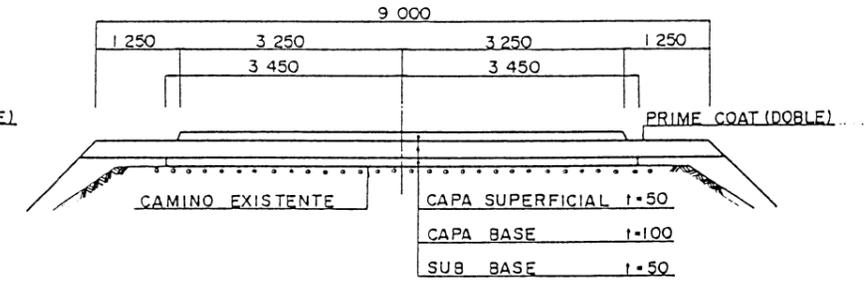


SAN JUAN ~ LA ENCONADA

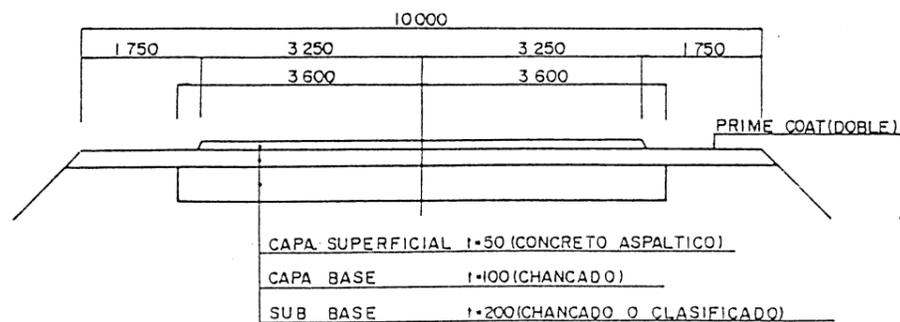
TRAMO NORMAL (SAN JUAN ~ 30+000)  
(TIPO A-2)



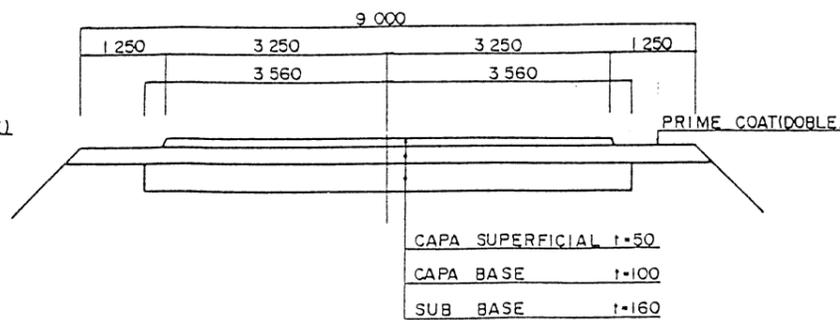
SAN JUAN  
(TIPO A-4)



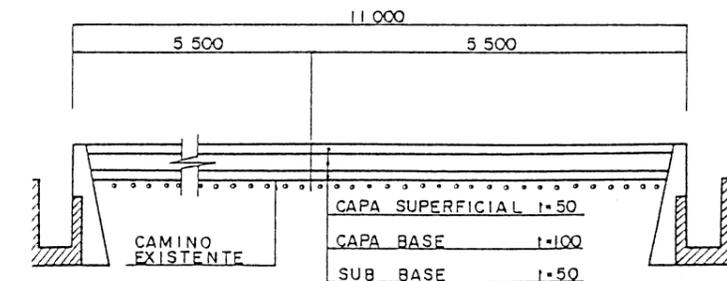
TRAMO MOVIMIENTO DE TIERRA  
(TIPO B-1)



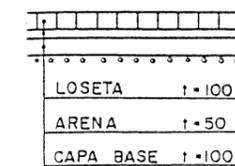
TRAMO MOVIMIENTO DE TIERRA  
Y TRAMO NORMAL (30+000 ~ LA ENCONADA)  
(TIPOS B-2, A-3 Y B-3)



(TIPO A-5)



PLAZA

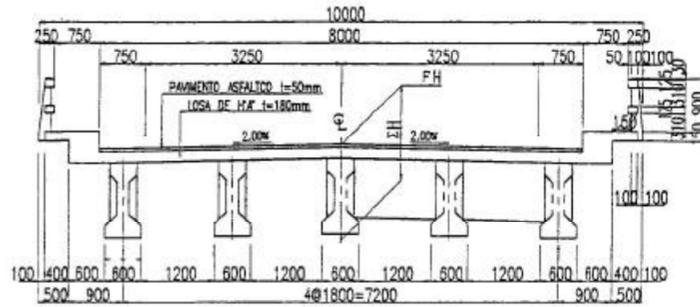


EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA			
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA FE-COLONIA SAN JUAN-LA ENCONADA			
SECCION TRANSVERSAL TIPICA.			
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR	PLANO POR	2/32
	FECHA	ESCALA	
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL CO., LTD Y CENTRAL CONSULTANT INC. DEL JAPON			

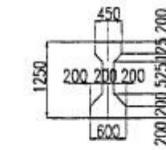
# PLANO GENERAL DE PUENTE TEJERIA

## SECCION TRANSVERSAL TYPICA S=1/100

CARGA MOVIL AASHTO HS-20-44  
SANTAFE - SAN JUAN



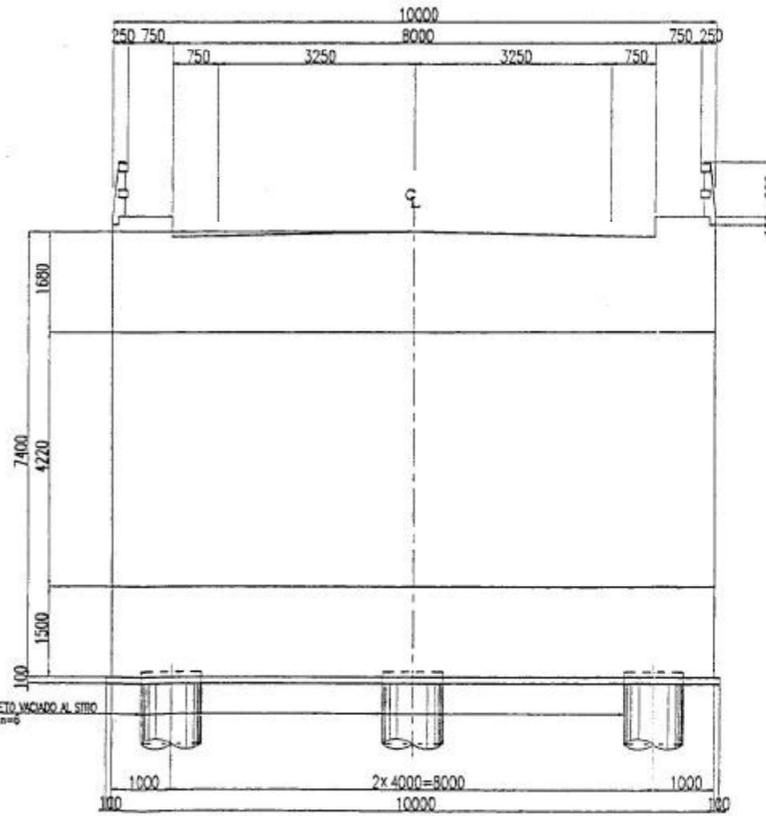
SECCION DE VIGA S=1/100



CONDICIONES GENERALES	
VELOCIDAD DE DISEÑO	V = 80km/h
TIPO DE SUPERESTRUCTURA	VIGAS COMPUESTAS DE HP
LONGITUD DE PUENTE	22.300m
ANCHO TOTAL	10.000m
PENDIENTE LONGITUDINAL	i = 0.50% i = 0.50%
PENDIENTE TRANSVERSAL	i = 2.000%
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
TIPO DE FUNDACION	PILOTE DE CONCRETO (Ø1.0m)
MATERIAL	
SUPERESTRUCTURA	VIGA $\sigma_{28} = 350\text{kgf/cm}^2$
	DIAFRAGMA $\sigma_{28} = 300\text{kgf/cm}^2$
	LOSA $\sigma_{28} = 240\text{kgf/cm}^2$
INFRAESTRUCTURA	$\sigma_{28} = 210\text{kgf/cm}^2$ (PILOTE $\sigma_{28} = 300\text{kgf/cm}^2$ )
ACERO DE PRETENSADO	SWPR7A T 12.4mm
ACERO DE REFUERZO	$\sigma_{sy} = 30\text{kgf/mm}^2$

## VISTA FRONTAL S=1/100

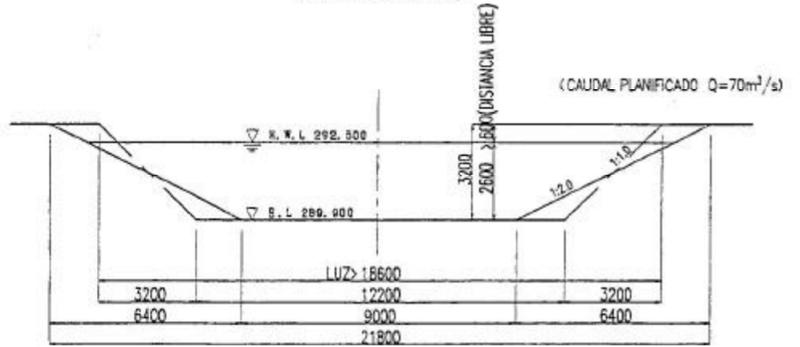
A1 ESTRIBO (A2 ESTRIBO)



PAVIMENTO	0.05
PENDIENTE	0.10
LOSA	0.18
VIGA	1.25
APOYO	0.10
MORTERO	0.10
$\Sigma H =$	1.680

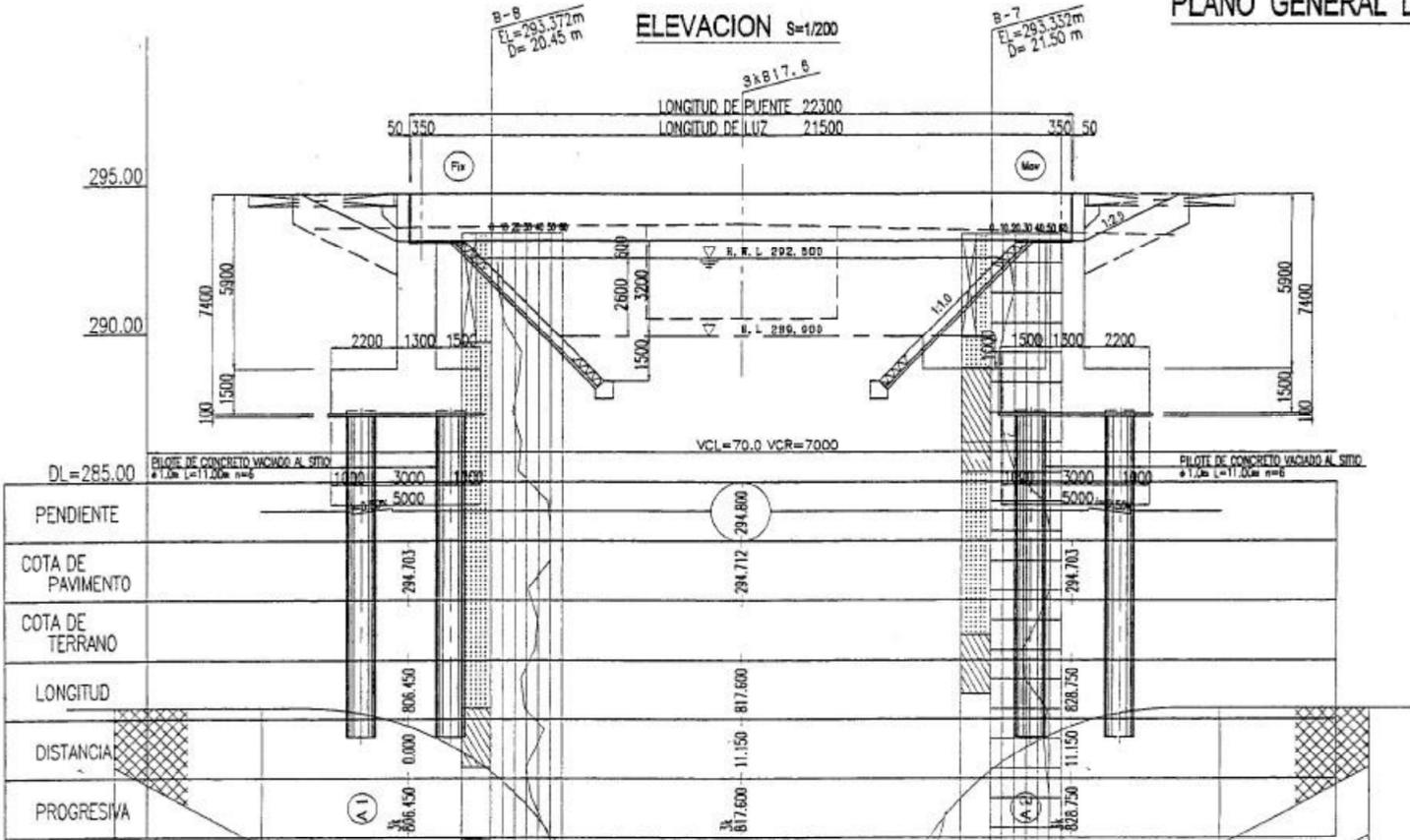
## SECCION DE RIO PLANIFICADO S=1/200

(LUGAR DE PUENTE)

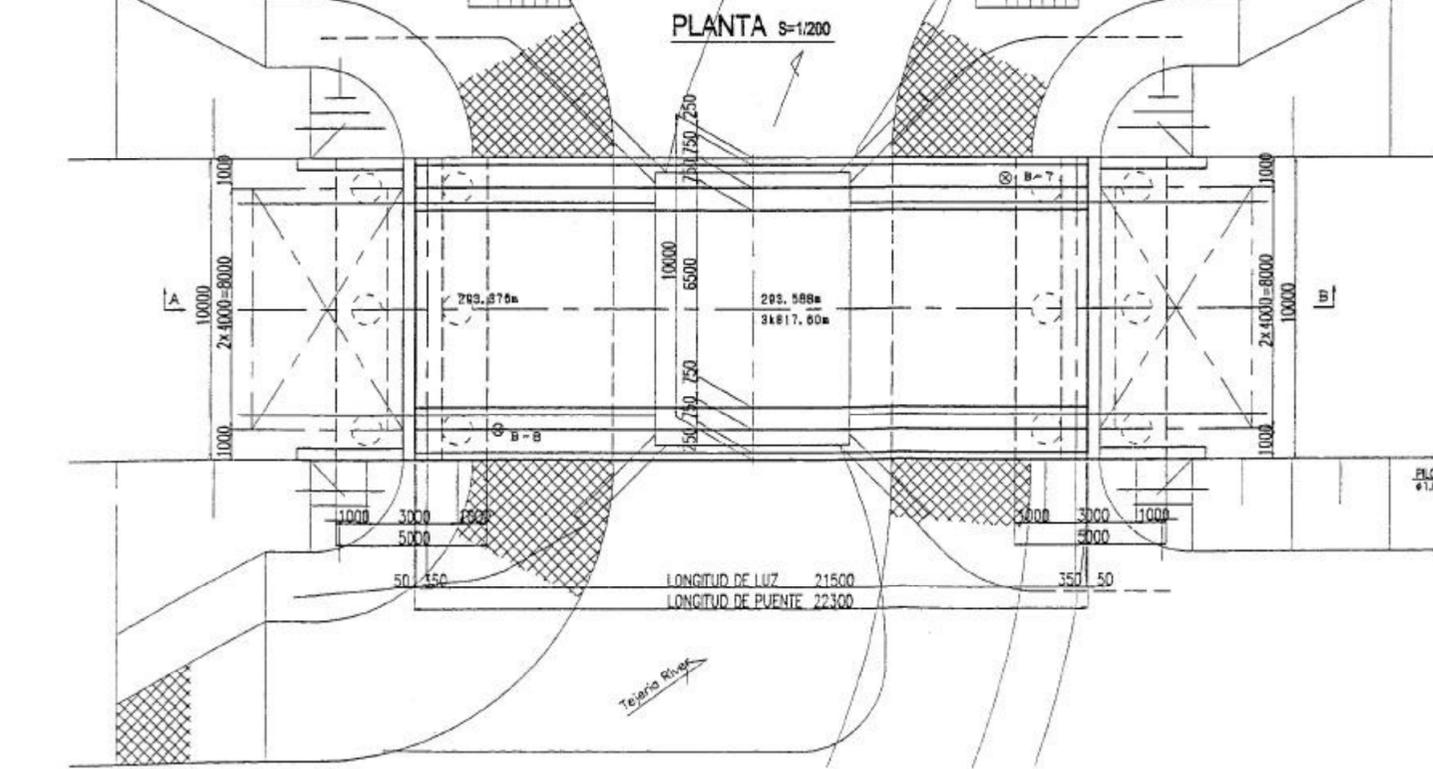


(CAUDAL PLANIFICADO Q=70m³/s)

## ELEVACION S=1/200



## PLANTA S=1/200



EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA	
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA PESCADERA SAN JUAN LA ENCOMIENDA	
PLANO GENERAL DE PUENTE TEJERIA	
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR
FECHA	18/32
ESCALA	1/200 1/100
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL CO., LTD Y CENTRAL CONSULTANT MODEL JAPAN	

# PLANO GENERAL DE PUENTE YAPACANICITO "A"

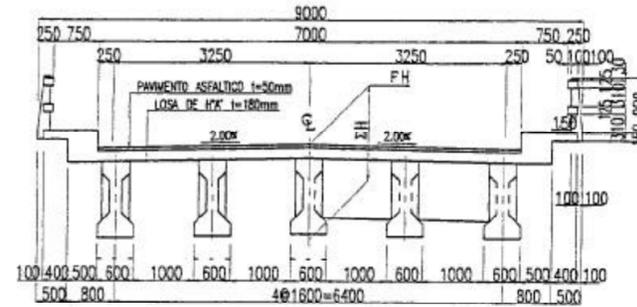
ELEVACION S=1/200

SECCION TRANSVERSAL TIPICA S=1/100

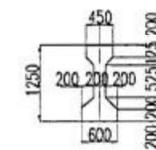
CARGA MOVIL AASHTO HS-20-44  
SAN JUAN-LA ENCONADA

CONDICIONES GENERALES

VELOCIDAD DE DISEÑO	V = 80km/h
TIPO DE SUPERESTRUCTURA	VIGAS COMPUESTAS DE HTP
LONGITUD DE PUENTE	22.300m
ANCHO TOTAL	10.000m
PENDIENTE LONGITUDINAL	i = 0.50% i = 0.50%
PENDIENTE TRANSVERSAL	i = 2.000%
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
TIPO DE FUNDACION	PILOTE DE CONCRETO (ø1.0m)
<b>MATERIAL</b>	
SUPERESTRUCTURA	VIGA $\sigma_{28} = 350\text{kgf/cm}^2$
	DIAFRAGMA $\sigma_{28} = 300\text{kgf/cm}^2$
	LOSA $\sigma_{28} = 240\text{kgf/cm}^2$
INFRAESTRUCTURA	$\sigma_{28} = 210\text{kgf/cm}^2$ (PILOTE $\sigma_{28} = 300\text{kgf/cm}^2$ )
ACERO DE PRETENSADO	SWP R7A T 12.4mm
ACERO DE REFUERZO	$\sigma_{yk} = 30\text{kgf/mm}^2$



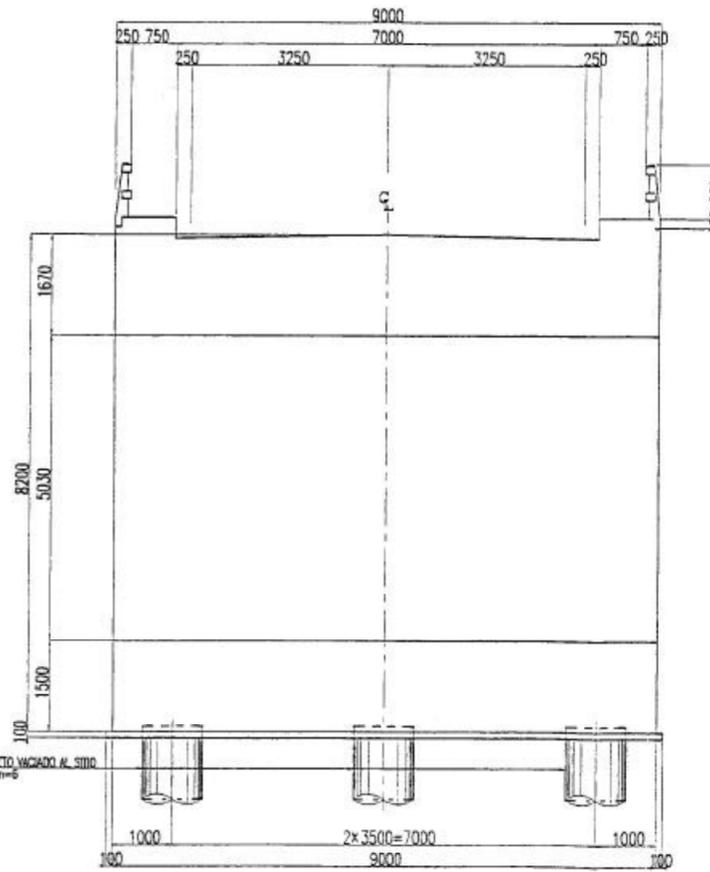
SECCION DE VIGA S=1/100



PAVIMENTO	0.05
PENDIENTE	0.09
LOSA	0.18
VIGA	1.25
APOYO	0.10
MORTERO	
$\Sigma H =$	1.670

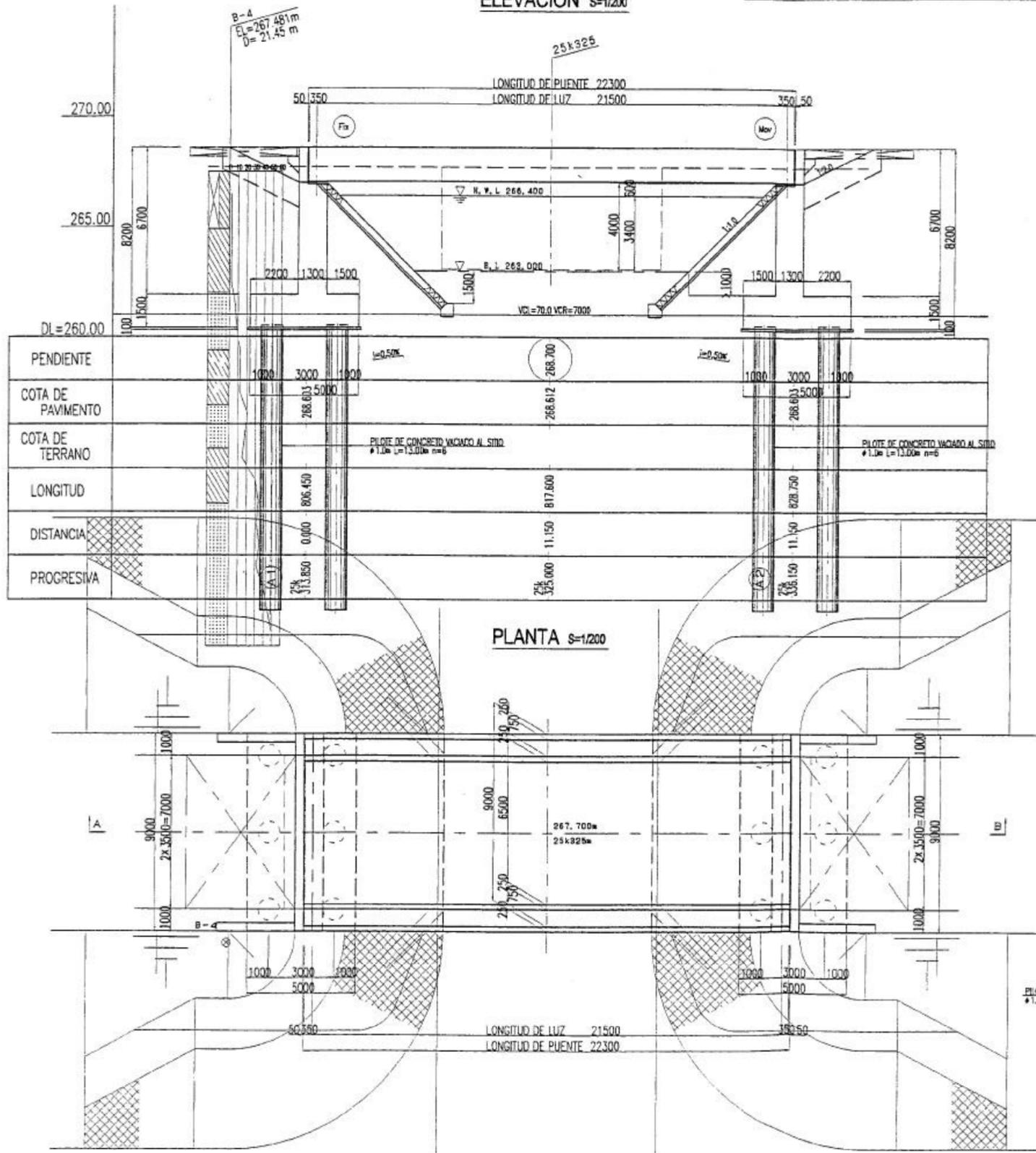
VISTA FRONTAL S=1/100

A1 ESTRIBO (A2 ESTRIBO)



SECCION DE RIO PLANIFICADO S=1/200

(LUGAR DE PUENTE)



PLANTA S=1/200

EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA

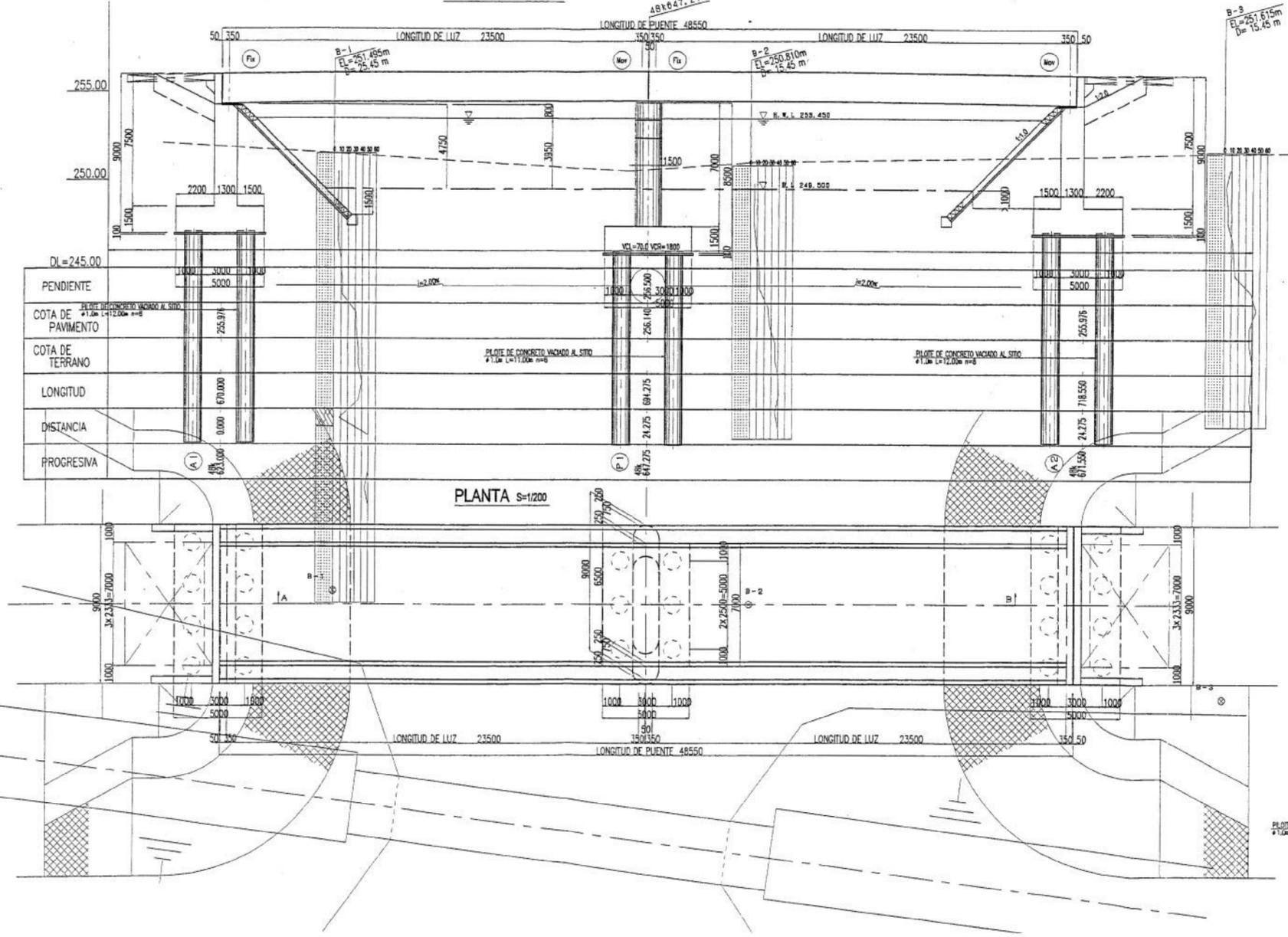
ESTUDIO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA FE-COLOMBA SAN JUAN LA ENCONADA

PLANO GENERAL DE PUENTE YAPACANICITO "A"

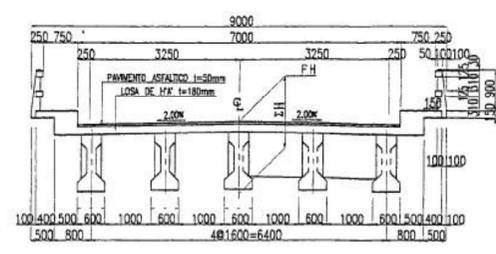
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR	22/32
	PLANO POR	
	FECHA	
	ESCALA	

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL COL LTD  
Y CENTRAL CONSULTANTS NIDDEL JAPAN

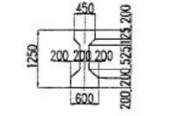
ELEVACION S=1/200 PLANO GENERAL DE PUENTE YAPACANICITO "B"



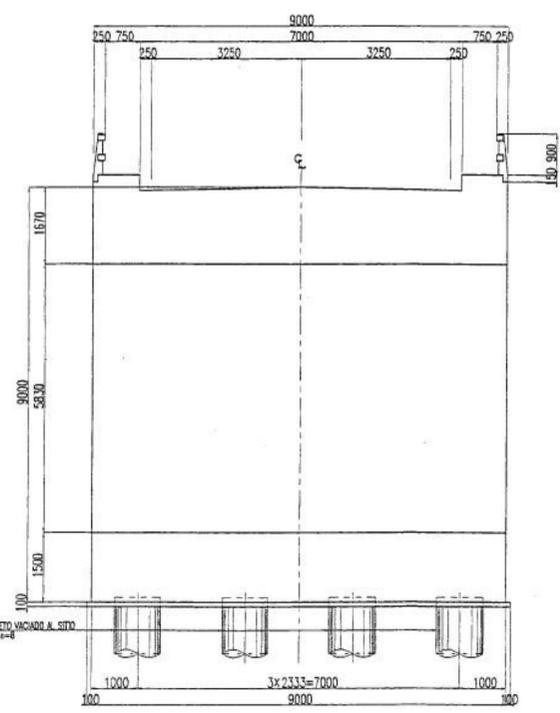
SECCION TRANSVERSAL TIPICA S=1/100  
CARGA MOVIL AASHTO HS-20-44  
SAN JUAN - LA ENCONADA



SECCION DE VIGA S=1/100

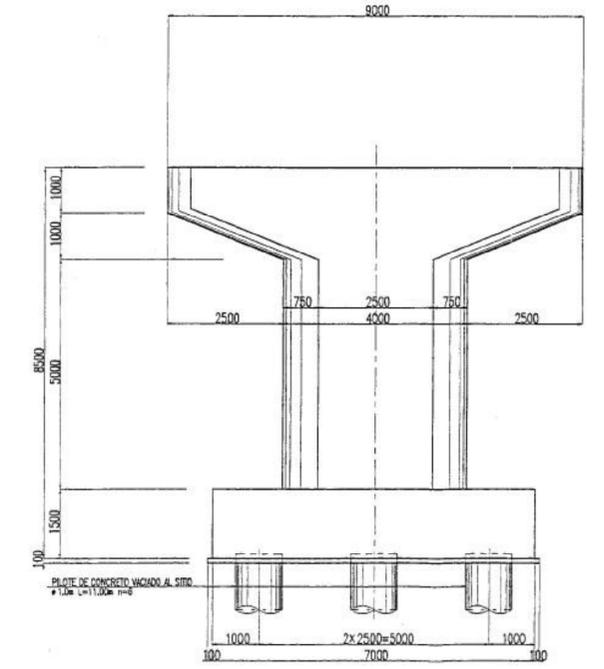


VISTA FRONTAL S=1/100  
A1 ESTRIBO (A2 ESTRIBO)



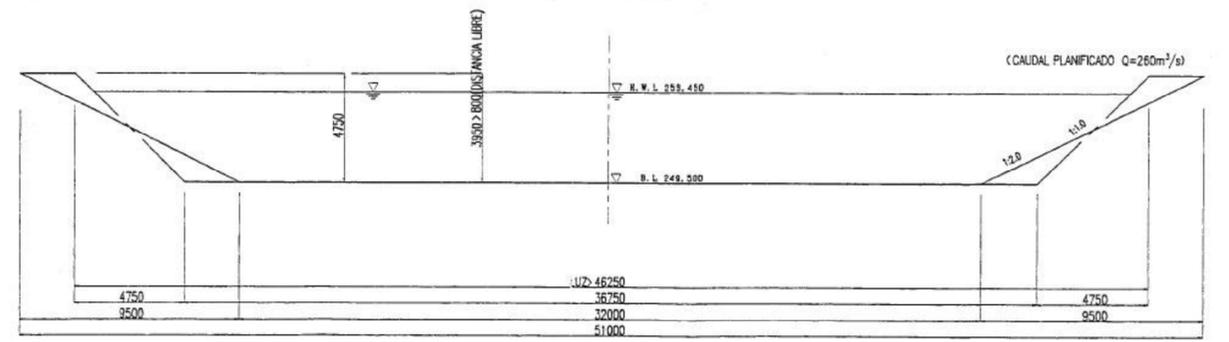
PAVIMENTO	0.05
PENDIENTE	0.09
LOSA	0.18
VIGA	1.25
APOYO	0.10
MORTERO	0.10
ΣH=	1.670

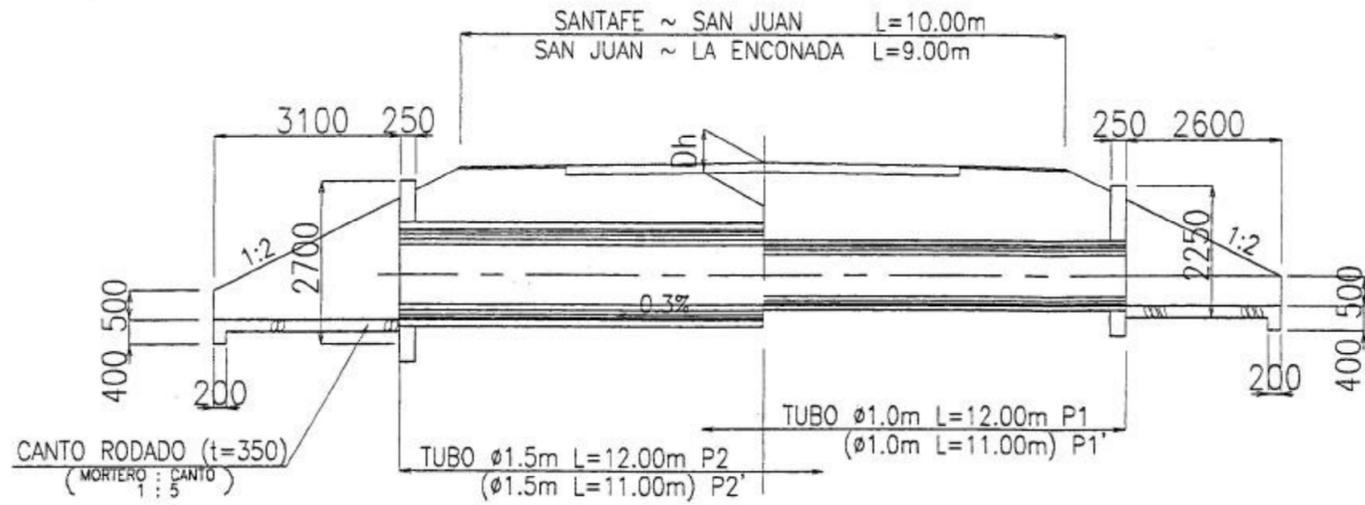
P1 PILAR



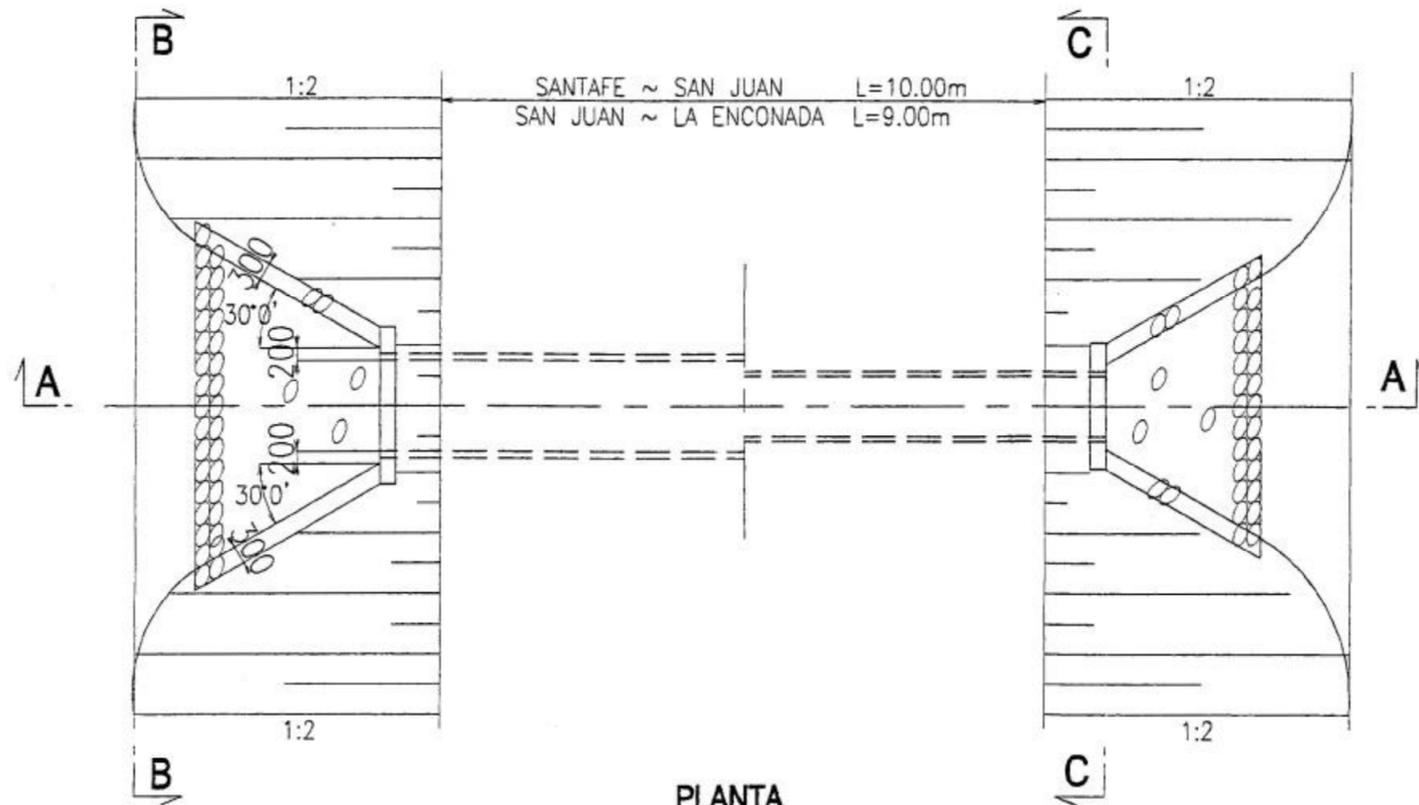
CONDICIONES GENERALES	
VELOCIDAD DE DISEÑO	V = 80 km/h
TIPO DE SUPERESTRUCTURA	VIGAS COMPUESTAS DE HP
LONGITUD DE PUENTE	22.300 m
ANCHO TOTAL	10.000 m
PENDIENTE LONGITUDINAL	i = 0.50% ± 0.25px
PENDIENTE TRANSVERSAL	i = 2.000%
TIPO DE INFRAESTRUCTURA	HORMIGON ARMADO
TIPO DE FUNDACION	PILOTE DE CONCRETO (ø1.0m)
MATERIAL	
VIGA	σ <sub>cc</sub> = 350 kgf/cm <sup>2</sup>
SUPER-ESTRUCTURA	σ <sub>cc</sub> = 300 kgf/cm <sup>2</sup>
LOSA	σ <sub>cc</sub> = 240 kgf/cm <sup>2</sup>
INFRAESTRUCTURA	σ <sub>cc</sub> = 210 kgf/cm <sup>2</sup> (PILOTE σ <sub>cc</sub> = 300 kgf/cm <sup>2</sup> )
ACERO DE PRETENSADO	SWPR.7A T12.4mm
ACERO DE REFUERZO	σ <sub>yy</sub> = 30 kgf/mm <sup>2</sup>

SECCION DE RIO PLANIFICADO S=1/200  
(LUGAR DE PUENTE)



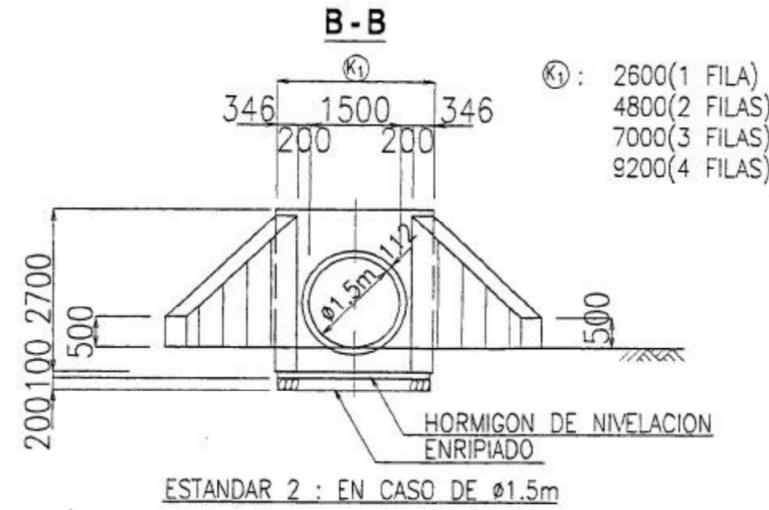


A-A

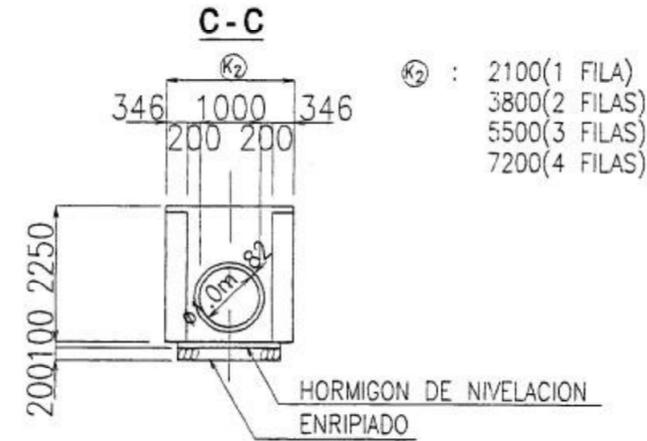


PLANTA

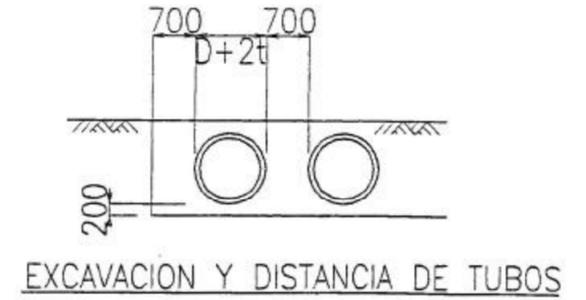
PLANO ESTANDAR DE ALCANTARILLA  $\phi 1.0m$ ,  $\phi 1.5m$  s=1/100



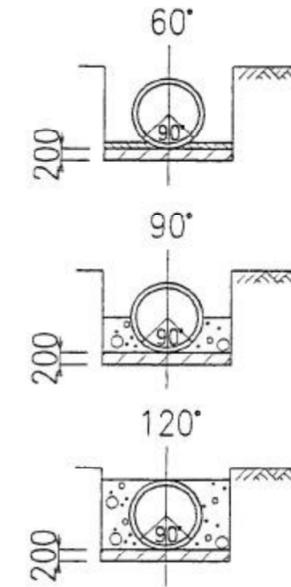
ESTANDAR 2 : EN CASO DE  $\phi 1.5m$



ESTANDAR 1 : EN CASO DE  $\phi 1.0m$



EXCAVACION Y DISTANCIA DE TUBOS



ANGULO DE SOSTENIMIENTO DE CIMENTO DE ARENA

CUBIERTA DE TIERRA(Dh) Y ANGULO DE SOSTENIMIENTO DE CIMENTO DE ARENA

TIPO	60° ENDURECIDO	90° ENDURECIDO	120° ENDURECIDO
$\phi 1.00$	0.75~2.85	0.50~0.75, 2.85~3.85	3.85~4.55
$\phi 1.50$	1.00~2.20	0.60~1.00, 2.20~3.20	3.20~3.85

TIPOS DE ALCANTARILLA

TIPO	DIAMETRO DE TUBO ( $\phi$ )	LARGURA (L)	DIVISION APLICADA
P1	$\phi 1.0m$	12.00m	SANTAFE~SAN JUAN
P1'	$\phi 1.0m$	11.00m	SAN JUAN~LA ENCONADA
P2	$\phi 1.5m$	12.00m	SANTAFE~SAN JUAN
P2'	$\phi 1.5m$	11.00m	SAN JUAN~LA ENCONADA

LISTA DE CANTIDADES DE ALCANTARILLA											
Nº	PROGRESIVA	TIP	DIAMETRO-CANTIDAD	Nº	PROGRESIVA	TIP	DIAMETRO-CANTIDAD	Nº	PROGRESIVA	TIP	DIAMETRO-CANTIDAD
1	0+230	P1	$\phi 1.0 \times 12$	23	10+300	P2	$\phi 1.5 \times 12$	49	26+300	P2'	$\phi 1.5 \times 11$
2	0+750	P2	$\phi 1.5 \times 11$	38	11+050	P1	$\phi 1.0 \times 12$	46	27+320	P2'	$\phi 1.5 \times 11$
3	1+070	P1	$\phi 1.0 \times 11$	38	12+200	P1	$\phi 1.0 \times 11$	51	34+320	P2'	$\phi 1.5 \times 11$
4	2+080	P1	$\phi 1.0 \times 11$	38	16+850	P2'	$\phi 1.5 \times 11$	55	35+320	P2'	$\phi 1.5 \times 11$
5	2+040	P2	$\phi 1.5 \times 12$	38	18+700	P1'	$\phi 1.0 \times 11$	56	37+510	P2'	$\phi 1.5 \times 11$
6	2+250	P1	$\phi 1.0 \times 11$	38	20+250	P1'	$\phi 1.0 \times 11$	56	38+000	P1'	$\phi 1.0 \times 11$
7	2+040	P2	$\phi 1.5 \times 11$	39	20+750	P1'	$\phi 1.0 \times 11$	61	44+370	P1'	$\phi 1.0 \times 11$
8	2+580	P2	$\phi 1.5 \times 11$	39	22+750	P2'	$\phi 1.5 \times 11$	64	46+550	P1'	$\phi 1.0 \times 11$
9	10+100	P2	$\phi 1.5 \times 11$	44	28+450	P2'	$\phi 1.5 \times 11$	68	48+550	P1'	$\phi 1.0 \times 11$

EL GOBIERNO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA

OFICIO DE DISEÑO BARCO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y FUNDACION DE LA CARRETERA SANTA FE-COLONIA SAN JUAN LA ENCONADA

PLANO ESTANDAR DE ALCANTARILLA

DIRECTOR: \_\_\_\_\_ DISEÑADO POR: \_\_\_\_\_

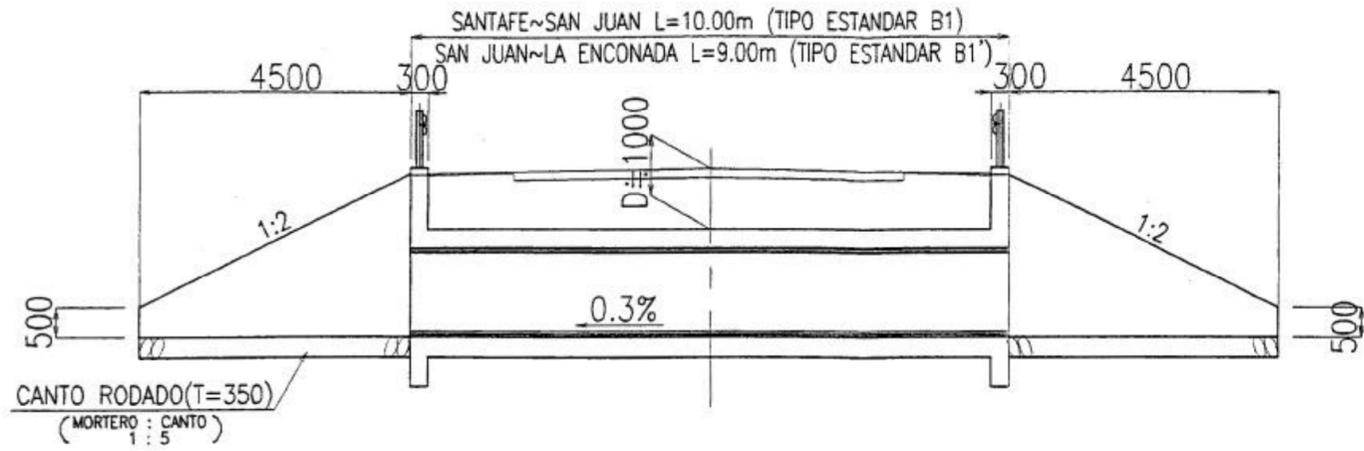
DEL PROYECTO: \_\_\_\_\_ PLANO POR: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

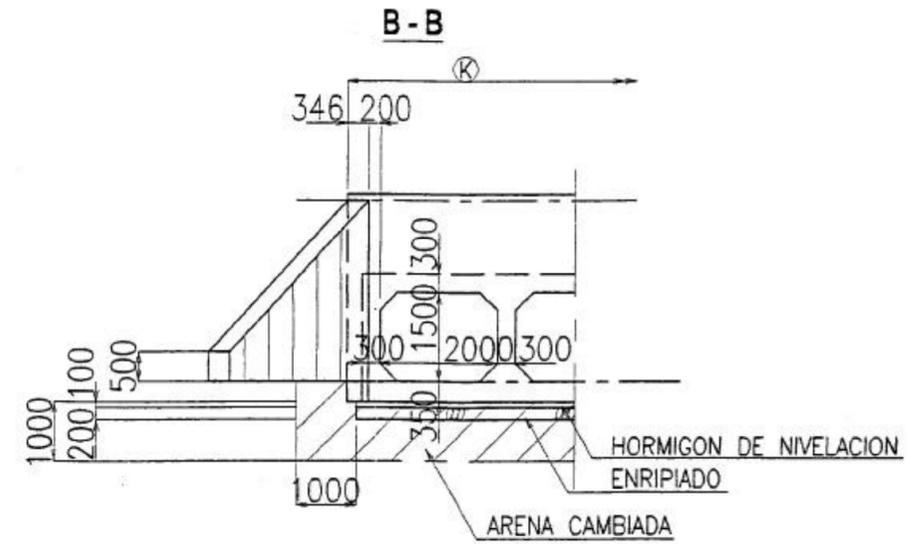
ESCALA: \_\_\_\_\_

30/32

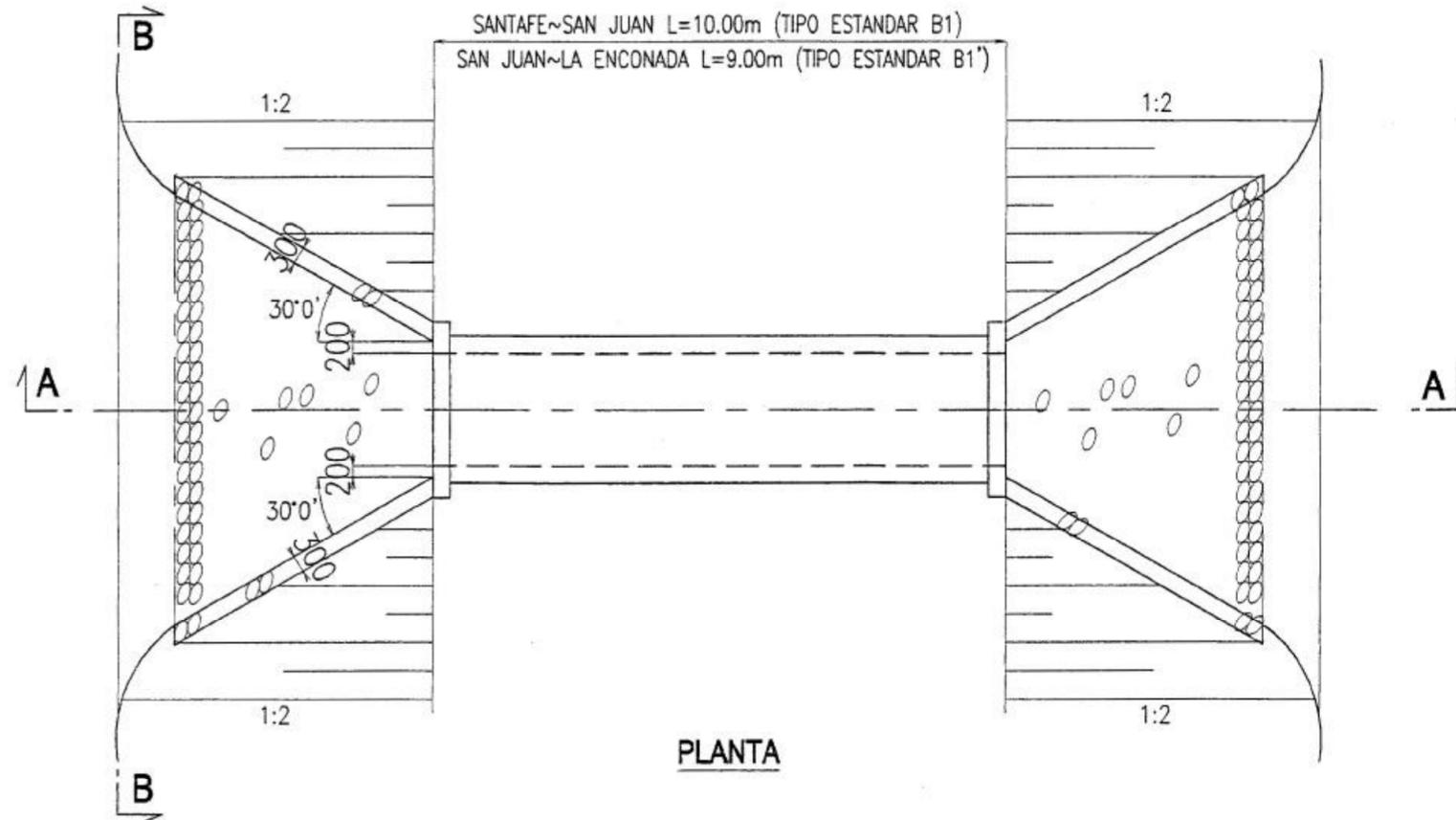
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL COL LTD  
Y CENTRE CONSULTANTS INC. JAPAN



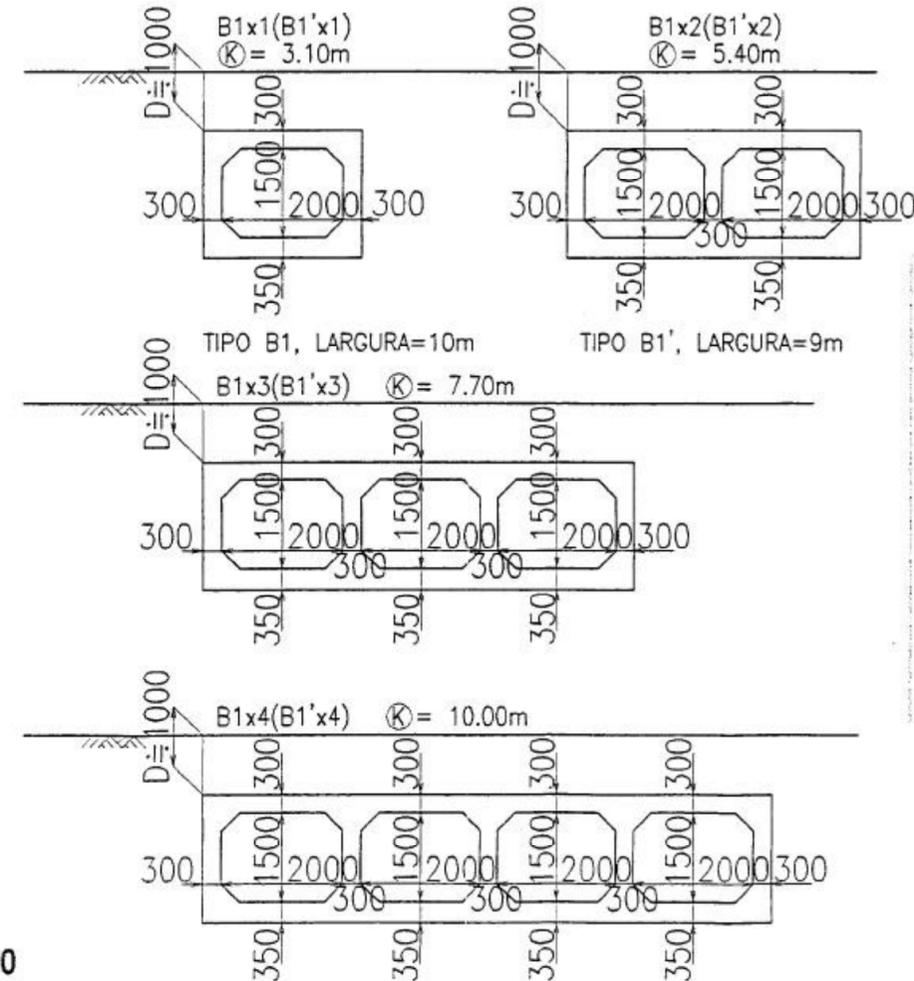
A-A



B-B



PLANTA

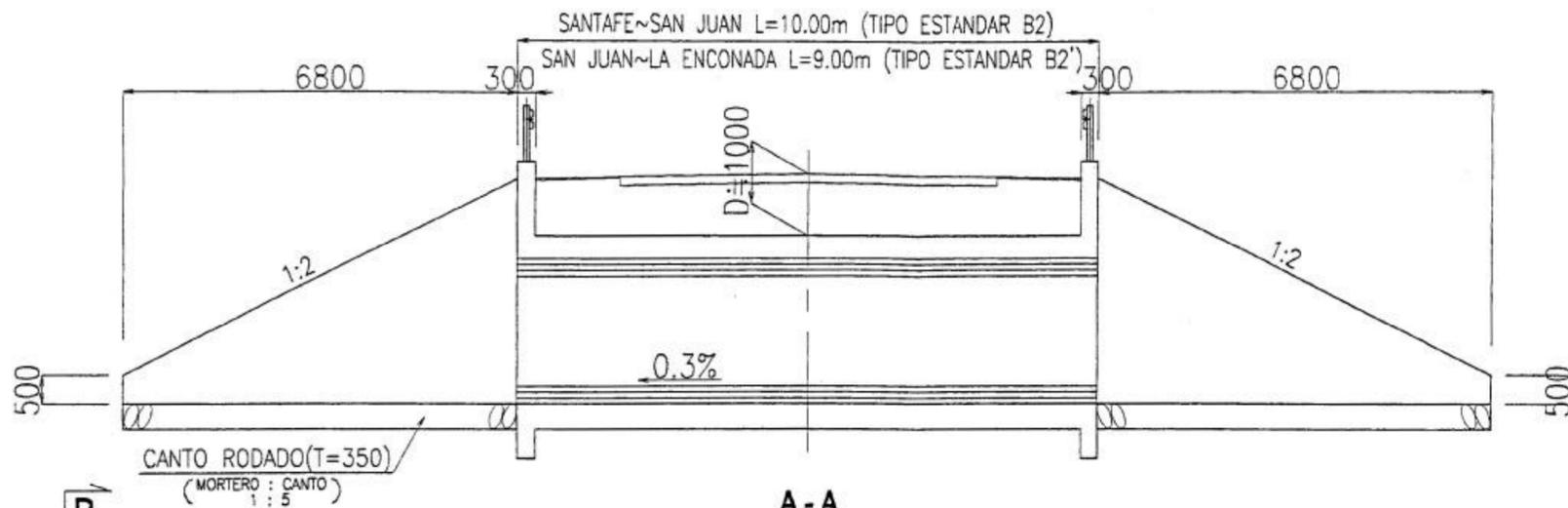


LISTA DE CANTIDADES DE ALCANTARILLA DE CAJON B1, B1' (B2 x H1.5m)

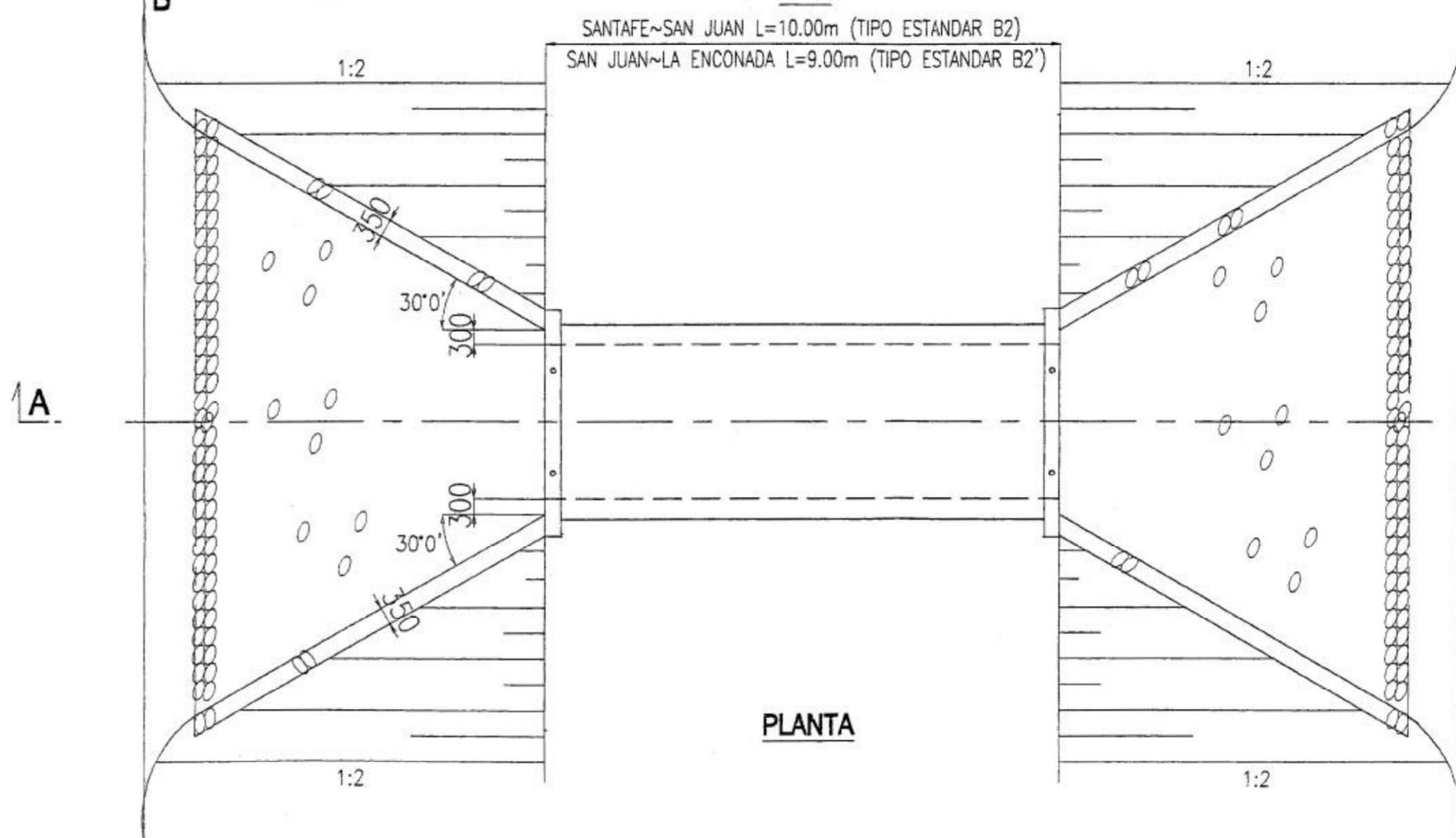
No	PROGRESIVA	TIPO	CAJAS
1	0+000	B1	1
4	0+860	B1	1
8	3+670	B1	1
12	6+870	B1	1
14	7+440	B1	3
16	8+460	B1	3
26	11+300	B1	3
A	12+300	B1	1
28	13+900	B1'	1
32	16+880	B1'	2
25	18+760	B1'	2
37	19+930	B1'	1
41	23+410	B1'	2
53	36+520	B1'	1
56	39+550	B1'	2
57	41+620	B1'	2
58	42+550	B1'	2
60	43+550	B1'	4
82	45+110	B1'	3
63	46+060	B1'	2

PLANO ESTANDAR DE ALCANTARILLA DE CAJON (1) TIPO ESTANDAR B1, B1' B=2.0m x H=1.5m S=1/100

EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA			
INSTITUTO DE DISEÑO BASICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA FE-COLOSA SAN JUAN LA ENCONADA			
PLANO ESTANDAR DE ALCANTARILLA DE CAJON (1) TIPO ESTANDAR B1, B1'			
DIRECTOR DEL PROYECTO	DISEÑADO POR	FECHA	31/32
PLANO POR	ESCALA	VISTO	
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL CO., LTD Y CENTRAL CONSULTANT ENGINEERS JAPAN			

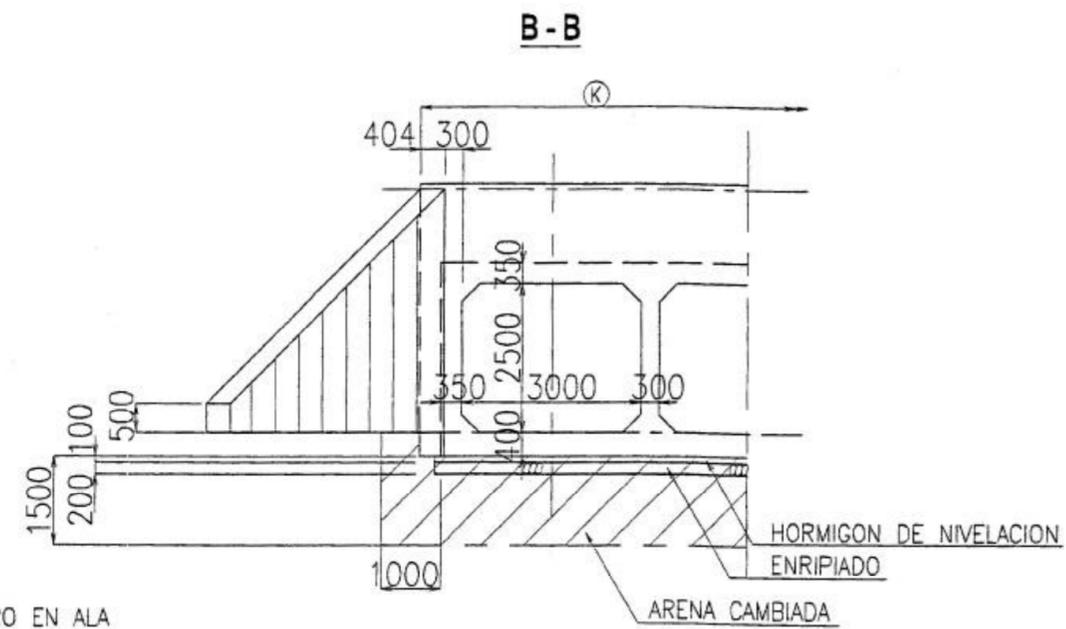


A-A



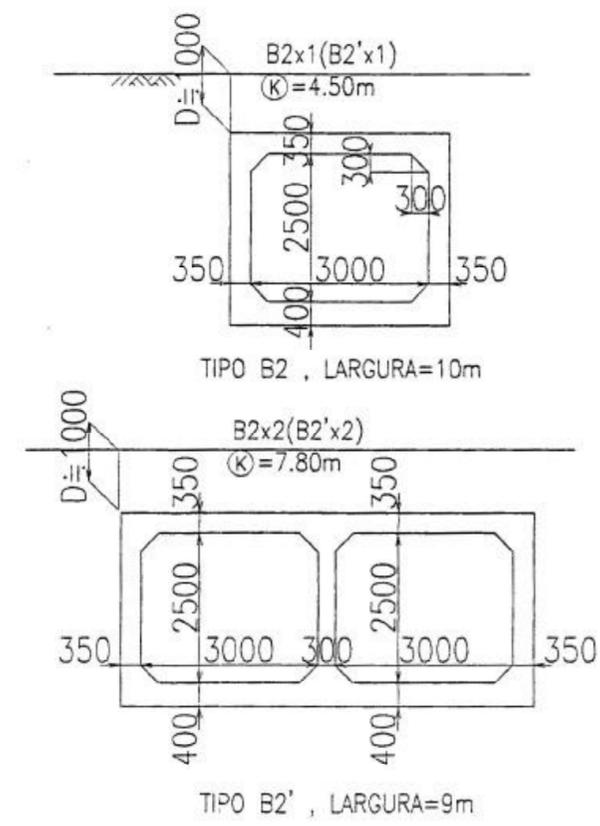
PLANTA

PLANO ESTANDAR D ALCANTARILLA DE CAJON (2) TIPO ESTANDAR B2, B2' B=3.0m x H=2.5m S=1/100



B-B

NOTA : TALUD DE MURO EN ALA  
 EN CASO DE ALTURA ≥ 3000 1:10  
 EN CASO DE ALTURA < 3000 1:0.5



LISTA DE CANTIDADES DE ALCANTARILLA DE CAJON B2,B2' ( B3 x H2, 5m )

No.	PROGRESIVA	TIPO	CAJAS
7	2+500	B2	1
11	5+790	B2	1
27	11+880	B2	2
30	14+790	B2'	1
B. P.		B2'	1
47	27+960	B2'	2
50	30+890	B2'	1

EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, REPUBLICA DE BOLIVIA

ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y PAVIMENTACION DE LA CARRETERA SANTA ROSALBA-SAN JUANLA SECCIONA

PLANO ESTANDAR DE ALCANTARILLA DE CAJON (2)

TIPO ESTANDAR B2, B2'

DIRECTOR	DISEÑADO POR	
DEL PROYECTO	PLANO POR	32/32
	FECHA	
	ESCALA	1/100

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL CO., LTD  
 Y CENTRAL CONSULTANTS INCORPORATED JAPAN