

REPÚBLICA DE BOLIVIA

AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE
LA LINEA FERROVIARIA ORURO-COCHABAMBA
EN BOLIVIA**

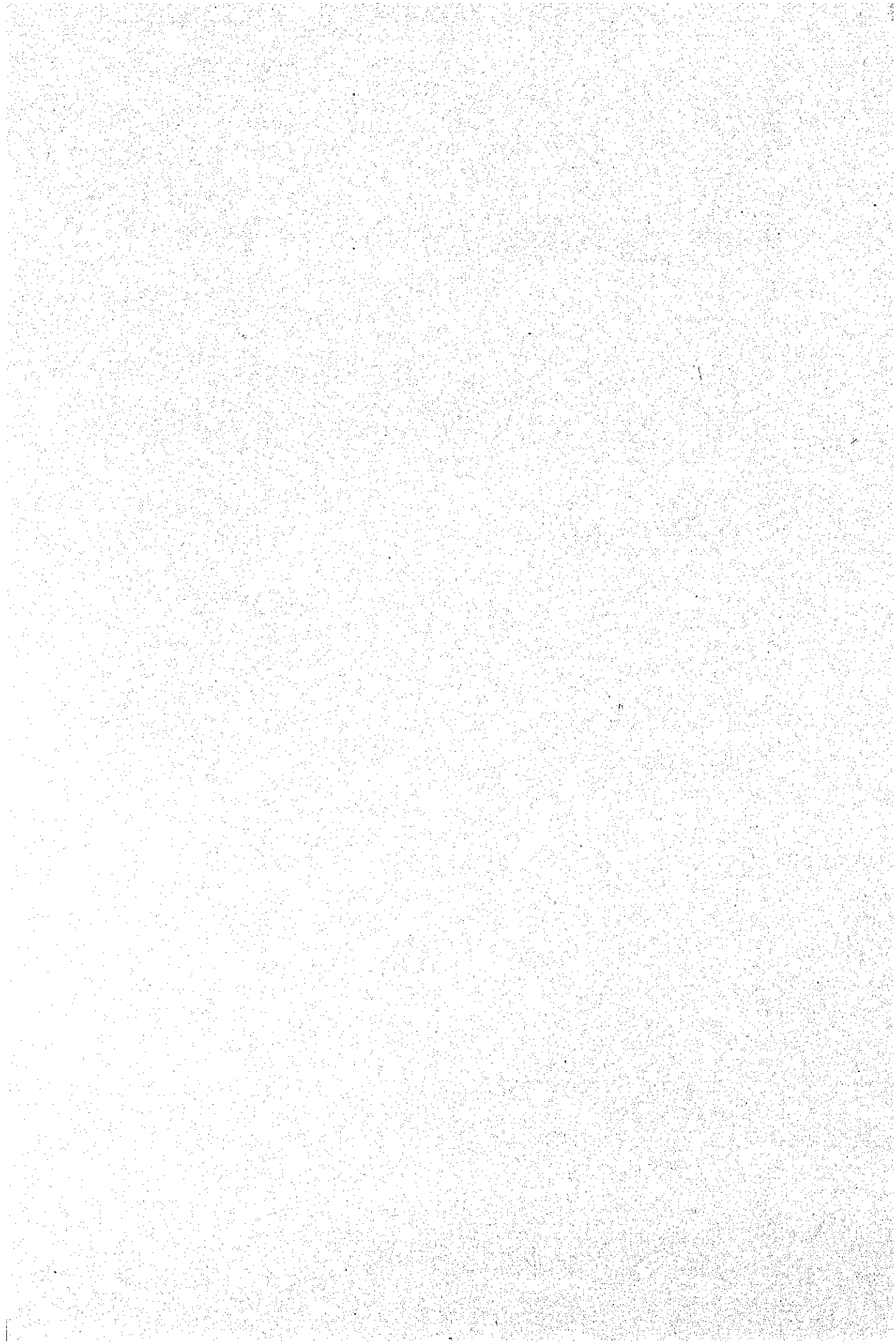
RESUMEN (ESPAÑOL)

INFORME FINAL

OCTUBRE 1995

**SERVICIO TECNICO FERROVIARIO DEL JAPON
COMPAÑIA CONSULTORA DE INGENIERIA TONICHI, S.A.**

S S F
J R
95-123



JICA LIBRARY



1123048 [9]

国際協力事業団

28657

REPUBLICA DE BOLIVIA

AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
SOBRE
EL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE
LA LINEA FERROVIARIA ORURO-COCHABAMBA
EN BOLIVIA**

RESUMEN (ESPAÑOL)

INFORME FINAL

OCTUBRE 1995

**SERVICIO TECNICO FERROVIARIO DEL JAPON
COMPAÑIA CONSULTORA DE INGENIERIA TONICHI, S.A.**

NOTA

Dentro de éste Informe se utiliza el siguiente Tipo de Cambio

1\$us (Dolar americano) = Bs.4,65 (Bolivianos)

1\$us (Dolar americano) = Y100 (Yen)

PREFACIO

En respuesta la solicitud del Gobierno de la Republica de Bolivia, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de Factibilidad sobre el Proyecto de Mejoramiento de la Linea Ferroviaria Oruro - Cochabamba en Bolivia y encargó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

La JICA envió a Bolivia una misión de estudio encabezada por el Sr. Tatsuya Ishihara del Servicio Tecnico Ferroviario de Japón (JARTS) cuatro veces, de enero 1994 a octubre de 1995.

La Misión, que discutió con los interesados del Gobierno de Bolivia y la vez llevó a cabo estudios de campo en el área de estudio, retornó al Japón para preparar este informe, de acuerdo a los estudios, y datos recopilados su país.

Espero que este informe contribuya para impulsar este proyecto y, al mismo tiempo, sirva para desarrollar más la amistad y las buenas relaciones entre ambos países.

Al final, quisiera expresar sinceramente mi agradecimiento a todos los que participaron del Gobierno de la República de Bolivia por su cooperación estrecha prestada a la Misión.

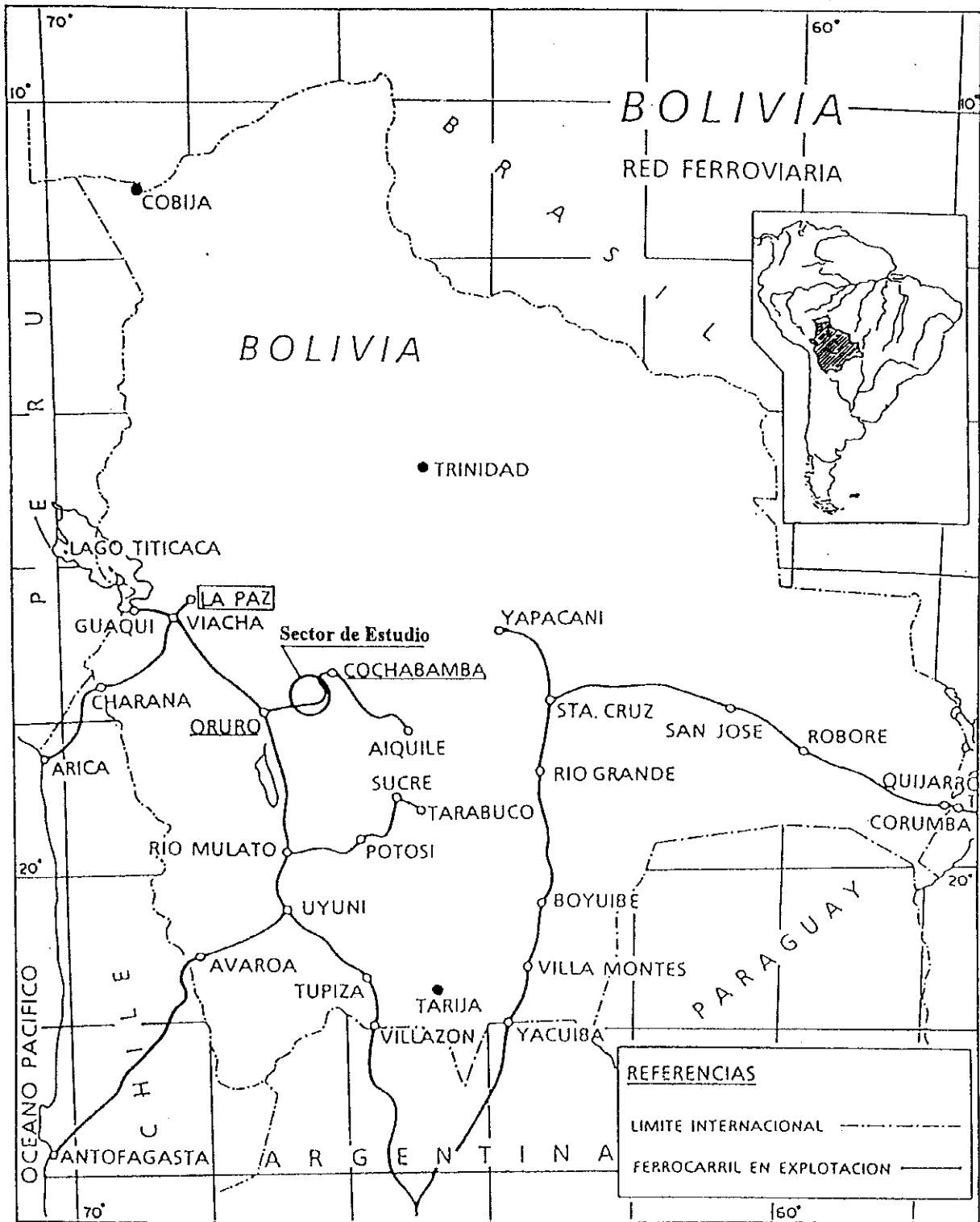
Octubre de 1995



Kimio Fujita
Presidente

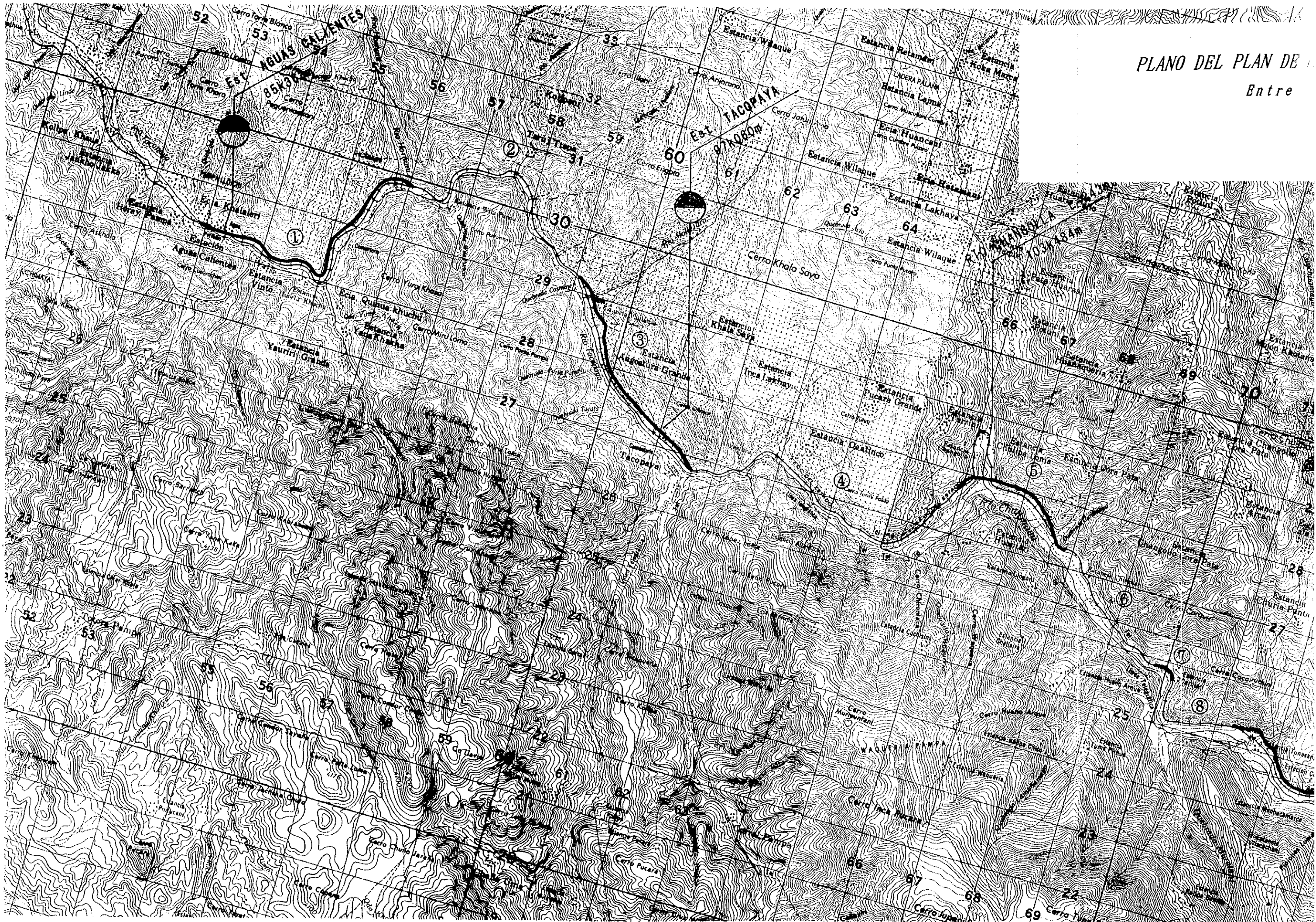
Agencia de Cooperación Internacional del Japón





PLANO DE UBICACION DEL ESTUDIO

PLANO DEL PLAN DE
Entre



PLANO DEL PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA FERROVIA

Entre Oruro - Cochabamba

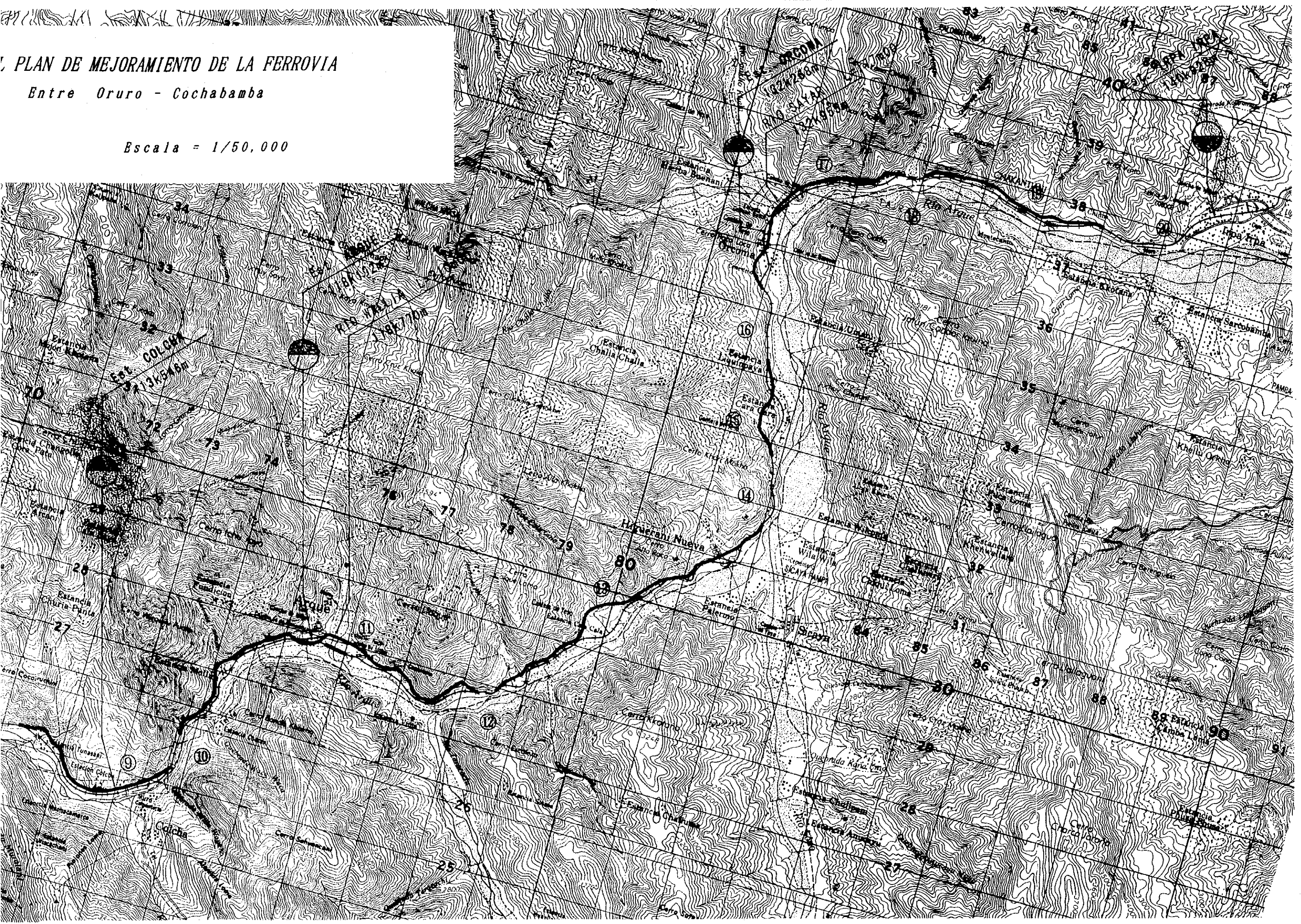
Escala = 1/50,000



PLAN DE MEJORAMIENTO DE LA FERROVIA

Entre Oruro - Cochabamba

Escala = 1/50,000



REPUBLICA DE BOLIVIA
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO DE
MEJORAMIENTO DE LA LINEA FERROVIARIA
ORURO-COCHABAMBA
[RESUMEN]

1. OBJETIVO

El Proyecto, es un estudio de factibilidad sobre el plan de mejoramiento de la vía férrea, teniendo como objetivo asegurar el transporte estable de la línea ferroviaria Oruro-Cochabamba en Bolivia.

Con respecto a la zona donde se concentran los accidentes (Zona Roja) entre las Estaciones de Aguas Calientes e Irpa Irpa de aproximadamente 55 km. (Sector donde se ha elaborado los Planos topográficos), se ha analizado la modificación de rutas, seleccionando la Ruta más adecuada y proyectando los planes de las estructuras adecuadas a la Ruta y al mismo tiempo, con respecto al plan de mejoramiento del Sector Oruro-Cochabamba, realizar una evaluación integral sobre la factibilidad de realización bajo los factores técnicos, medio ambientales, económicos, financieros, etc.

2. SINTESIS DEL PROYECTO

(1) RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PLANES DE MEJORAMIENTOS

1) El Tramo de Aguas Calientes-Irpa Irpa del Sector Oruro Cochabamba

- 1 El sector de 33km. con 10 tramos donde existe peligro de inundaciones de la vía y la diferencia de altura entre la vía y el lecho de los ríos que corren paralelamente es mínima, éste sector será modificado hacia la ladera del cerro, y de la misma manera se ejecutarán las obras de mejoramiento de vía.
- 2 También en las quebradas que cruzan la vía y donde aparecen las mazamoras, se protegerá la vía con puentes, túneles artificiales, etc.
- 3 Inherentes a la modificación de la ruta, se mejorarán las 5 Estaciones, Aguas Calientes, Tacopaya, Colcha, Arque y Orcoma. Además en éste sector se eliminarán dos desvíos, en las Estaciones de Changolla e Higuera por razones de capacidad de la vía.
- 4 Donde no se ejecute variantes, se realizarán mejoramiento de vía (nivelaciones y otros trabajos).

2) **El Sector de Oruro-Cochabamba excluyendo el Tramo 1), (Tramo Oruro-Aguas Calientes e Irpa Irpa-Cochabamba)**

- 1 En el Tramo de 14km. donde se concentran los accidentes de descarrilamientos por desastres y mal estado de la vía, se realizará su mejoramiento de vía correspondiente.
 - 2 Con respecto a la capacidad de la vía en el sector de estudio, se construirá un desvío nuevo en la Estación de Cona Cona.
- 3) Para tratar de disminuir el costo de obra, se ejecutará en lo posible con la reutilización de los tramos metálicos existentes. Sin embargo, con respecto a los 21 tramos a ser reutilizados de la Línea Yapacaní, se analizan los dos casos siguientes. Y de acuerdo a los resultados obtenidos la ENFE, definirá la reutilización de los tramos metálicos de la Línea Yapacaní en la etapa de ejecución.
- 1 Caso de reutilización de tramos metálicos de la Línea Yapacaní
 - 2 Caso de no reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní

(2) **RESUMEN DE LONGITUDES DE LAS INSTALACIONES EN EL SECTOR DE LA MODIFICACION DE RUTA**

TIPO DE ESTRUCTURAS	LONGITUDES (km)	PORCENTAJE (%)
Cortes/Terraplenes	29,9	90,9
Puentes	1,5	4,6
Túneles Artificiales	1,4	4,2
Túneles de Montaña	0,1	0,3
TOTAL	32,9	100,0

(3) **ETAPAS DEL MEJORAMIENTO**

De acuerdo al grado de urgencia de los 10 tramos del Plan de modificación de Rutas que corresponde a 33km. aproximadamente, se dividirá en 2 Etapas y se ejecutará por fases.

Primera Etapa: 5 Tramos del Sector de Mejoramiento con 16km.
 Segunda Etapa: El resto de 5 Tramos del Sector de Mejoramiento con 17km.

	PRIMERA ETAPA	SEGUNDA ETAPA
Trabajos Preliminares	Año 1996	Año 2001
Inicio de Obras	Año 1998	Año 2003
Conclusión de Obras	Año 2000	Año 2005

(4) VOLUMEN DE DEMANDA PREVISTO

AÑO	Pasajero (1000Pas/Año)	Carga (1000 Tn/Año)
2000	114	742
2010	156	1.049
2020	185	1.389

(5) OPERACION Y MATERIAL RODANTE

- 1) Velocidad Teórica: Tren Pasajero (Expreso) 42km/h; Tren Pasajero (Ordinario) 37km/h; Tren de Carga 35 km/h.
- 2) Sistema de Seguridad Operacional: Papeletas de Vías Libres (En actual ejecución)
- 3) Cantidad de Trenes (Ida y vuelta)

Año	Pas. (Expreso)	Pas.(Ordinario)	Cargas
2000	1 Tren/día	1 Tren/día	5 Tren/día
2010	1 Tren/día	1 Tren/día	6 Tren/día
2020	1 Tren/día	1 Tren/día	8 Tren/día

4) Cantidad de Material Rodante a ser Adicionados (Hasta el Año Horizonte)

Año	Tren Tractivo (Pasajeros)	Locomotora Diesel	Vagones de Cargas
2000	1 Coche	6 Unidades	298 Vagones
2010	2 Coche	7 Unidades	512 Vagones
2020	3 Coche	10 Unidades	722 Vagones

Nota: Cantidad de Material Rodante Adicional: Calculados en base al Plan de Transportes del sector de estudio, de acuerdo al volúmen de demanda previsto.

(6) COSTOS DE ADMINISTRACION Y OPERACION

Unidad: Millón \$us.

AÑO	2000	2010	2020
Costo de Adm. y Operación	7,2	8,1	9,4

(7) MONTO DE INVERSION

Unidad: Millón \$us.

CASO	Monto Total de Inversión	Monto de Inversión en Infra-Superestructuras	
Caso de Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	141 (Moneda Local 55; Moneda Extran.86)	86 (Mon.Local 55, Mon. Ext.31)	Etapa I 50 (Mon.local 29, ext.21) Etapa II 36 (Mon.local 26, ext.10)
Caso de No Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	147 (Moneda Local 56; Moneda Extran.91)	92 (Mon.Local 56, Mon.Ext.36)	Etapa I 53 (Mon.local 29, ext.21) Etapa II 39 (Mon.local 26, ext.13)

Nota:El costo del material rodante, es la diferencia entre el monto total de inversión y el costo de inversión de estructuras.

(8) EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

CASOS	TIR Económico	TIR Financiero
Con la Reutilización de los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	13,24%	3,31%
Sin Reutilizar los Tramos Metálicos de la Línea Yapacaní	12,69%	3,09%

3. EVALUACION INTEGRAL (CONCLUSIONES)

- (1) El presente Proyecto que contiene la modificación de rutas y otros, su ejecución es técnicamente factible, además los efectos en el medio ambiente son mínimos.**
- (2) Desde el punto de vista de la economía de la nación, la tasa interna de retorno económico es del 13,24% al 12,69%, y si consideramos los otros beneficios directos, se considera que dentro de la economía de la nación, la ejecución de éste Proyecto es pertinente.**
- (3) Además desde el punto de la comercialización de la ENFE, la tasa interna de retorno financiero es del 3,31% al 3,09%, y si consideramos el financiamiento con intereses bajos, utilización de préstamos blandos y otros, la ejecución del Proyecto no tendría problema alguno para asegurar la solidez financiera de la ENFE.**
- (4) Este Proyecto desde el punto de vista general, es un Plan adecuado considerando que está ubicado en una topografía sinuosa en la cordillera de los Andes y que es una vía que sufre desastres continuos provocando la irremediable paralización del tráfico de trenes por largo tiempo, además considerando los aspectos técnicos, medio ambiente, económicos y financieros se juzga que su ejecución es factible.**
- (5) Además con la ejecución del Proyecto, se posibilitará el transporte estable del sector Oruro-Cochabamba coadyuvando al desarrollo sólido social y económico de Bolivia.**
- (6) Sin embargo, para asegurar la solidez financiera de la ENFE, el conseguir un financiamiento con interés blando es lo más importante como problema futuro, además, para la realización eficiente del Proyecto, se recomienda, aparte del desarrollo armónico de la obra, consideraciones al medio ambiente e inversiones eficientes en las instalaciones, maestranzas, material rodante, etc. la importancia del mejoramiento del control del transporte, mantenimiento y conservación de las instalaciones y maestranzas, la parte de la capacitación y otros.**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE EL PROYECTO DE
MEJORAMIENTO DE LA LINEA FERROVIARIA
ORURO ~ COCHABAMBA EN BOLIVIA**

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. SITUACION ACTUAL DEL FERROCARRIL.....	3
3. CONDICIONES NATURALES Y MEDIO AMBIENTE.....	8
3 - 1 Condiciones Naturales.....	8
3 - 2 Medio Ambiente.....	10
4. PLAN DE VIA.....	12
4 - 1 Criterios de Selección de la Ruta.....	12
4 - 2 Condiciones Principales para la Selección de Ruta.....	12
4 - 3 Selección de la Ruta Optima.....	13
4 - 4 Resultados de la Selección de Ruta.....	19
5. PREVISION DE DEMANDA.....	20
5 - 1 Método de Previsión.....	20
5 - 2 Marco Socio-económico.....	21
5 - 3 Zonificación y la Red de Comunicación Futura.....	24
5 - 4 Nivel de Servicio (Tiempo de recorrido y tarifas).....	25
5 - 5 Resultados de la Proyección de la Demanda.....	27
6. PLAN DE TRANSPORTE.....	31
6 - 1 Criterios de Elaboración del Plan de Transporte y Condiciones Básicas.....	31
6 - 2 Plan de Transporte.....	31
6 - 3 Plan de Material Rodante.....	34

7.	PLAN DE INSTALACIONES	37
7 - 1	Especificaciones Varias.....	37
7 - 2	Estructuras.....	39
7 - 3	Vías.....	44
7 - 4	Estaciones.....	48
7 - 5	Instalaciones de Señalización y Telecomunicación.....	52
8.	PLAN DE ADMINISTRACION Y OPERACION	54
8 - 1	Organización y Personal.....	54
8 - 2	Costo de Administración y Operación.....	55
8 - 3	Capacitación y Formación.....	57
9.	PLAN DE EJECUCION DE TRABAJOS	58
9 - 1	Monto de Inversión.....	58
9 - 2	Cronograma de Inversión.....	61
10.	ANALISIS ECONOMICO	63
10 - 1	Objetivo del Análisis Económico y Método del Análisis.....	63
10 - 2	Costo de Inversión.....	63
10 - 3	Cálculo de Beneficios.....	64
10 - 4	Resustados del Análisis.....	65
10 - 5	Análisis de Sensibilidad.....	66
10 - 6	Otros Beneficios.....	67
10 - 7	Evaluación.....	67
11.	ANALISIS FINANCIERO	68
11 - 1	Objetivo y Método del Análisis.....	68
11 - 2	Condiciones Preliminares Principales.....	68
11 - 3	Resultados del Análisis.....	69
11 - 4	Análisis de Sensibilidad.....	71
11 - 5	Estudio de la Magnitud de Inversión.....	72
11 - 6	Evaluación.....	72
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
12 - 1	Conclusiones.....	73
12 - 2	Recomendaciones.....	77

1. INTRODUCCION

La Empresa Nacional de Ferrocarriles (ENFE) cuenta con una vía total de 3.460 Km. dividida en Red Occidental (2.080 Km) y en Red Oriental (1.380 km), transportando la mayor parte de la carga de exportación/importación de Bolivia, tiene una gran función socio-económico como medio de transporte del país.

Sin embargo, por sus instalaciones desgastadas en su totalidad, el decrecimiento del rendimiento de sus equipos, desastres y daños naturales, etc, el ferrocarril no está en situación de desempeñar eficientemente su función. Por lo tanto, desde el año 1990 hasta el año 1991, con la cooperación técnica de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), fué realizado el "ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO SOBRE LA MODERNIZACION Y REHABILITACION DE LA EMPRESA NACIONAL DE FERROCARRILES DE LA REPUBLICA DE BOLIVIA" que es el plan maestro para la total modernización y rehabilitación de la ENFE.

En este plan maestro, el proyecto de mejoramiento de la línea ferroviaria entre Oruro y Cochabamba está considerado como un proyecto prioritario para su ejecución, sector donde todos los años en la época de lluvia recibe los ataques de los desastres naturales, ocasionando la paralización del tráfico por un periodo largo.

Con los antecedentes mencionados arriba, el Gobierno de Bolivia solicitó al Gobierno del Japón la realización de un estudio de factibilidad sobre el mejoramiento de la línea ferroviaria entre Oruro y Cochabamba. En contestación a esta solicitud, el Gobierno del Japón envió a Bolivia un equipo de estudio preliminar de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y, habiendo discutido sobre el contenido del estudio y otros con el Gobierno de Bolivia, concluyó el "Alcance del Trabajo" (S/W) del estudio el 19 de octubre de 1992. Basándose en este "Alcance de Trabajo", JICA elaboró como Fase I, mapas topográficos (1/2000) del tramo entre Aguas Calientes e Irpa Irpa y actualmente se ejecuta como Fase II, el Estudio de Factibilidad.

El Estudio, tiene como objeto de estudio el sector Oruro-Cochabamba de aproximadamente 204 km. de longitud de vía. Especialmente para el tramo de aproximadamente 55 km. desde la estación de Aguas Calientes (85 km 364 km) hasta la estación de Irpa Irpa (140 km 928 m), utilizando los planos topográficos preparados en la Fase I, y su posterior análisis de variantes alternativas, etc, se proyecta un plan para que la ruta sea resistente a los desastres y en caso de sufrir daños, pueda ser rehabilitada en corto tiempo. Además, durante el periodo de ejecución de este estudio se realizará la transferencia de varias tecnologías ferroviarias a los contrapartes de la ENFE.

En éste Estudio los criterios básicos fundamentales para la determinación de planes son los que describimos a continuación, también, con respecto a la selección de rutas y otros aspectos se ha desarrollado con suficientes deliberaciones con la parte boliviana.

- (1) Se intenta integrar los planes de desarrollo, los programas prioritarios del Estudio sobre la Modernización y Rehabilitación de la Empresa Nacional de Ferrocarriles (Plan Maestro) y al mismo tiempo los planes en ejecución, o proyectos en estudio por la ENFE, el Banco Mundial, etc.
- (2) Considerando la economía boliviana y la situación financiera de la ENFE, será un proyecto con magnitud de inversión apropiada y fácil de concretar.
- (3) Se tratará de bajar el costo de construcción y de elevar la eficiencia de la inversión, proyectando los planes económicos y de facilidades, y al mismo tiempo activar la utilización de las líneas existentes, el uso de materiales nacionales, el aprovechamiento de varios materiales estocados de la ENFE, etc.,
- (4) El Plan será proyectado poniendo mayor énfasis en la garantía del transporte seguro y estable que en tomar medidas para aumentar la velocidad de trenes.
- (5) Se proyecta el plan, considerando la capacidad técnica y normas técnicas de la ENFE además que sean fáciles en la ejecución de obras como el control y mantenimiento de las mismas en el futuro.
- (6) El plan se proyectará considerando prioritariamente las condiciones naturales y ambientales en cada una de sus etapas, como la selección de rutas, plan de estructuras, diseño preliminar, etc.

Con respecto al Item (3) y con el objeto de disminuir el costo de construcción, se ha planificado la reutilización máxima de las vigas metálicas. Sin embargo, se hace notar que no se ha podido determinar ni concretar en esta etapa de estudio, la reutilización de los 21 tramos metálicos de la Línea Yapacani, por lo que se analiza las dos alternativas siguientes :

- 1) El caso de reutilización.
- 2) El caso sin reutilización y el uso de tramos nuevos (adquisición)

La ENFE, considerará estos resultados, y en la fase de ejecución definirá la reutilización de los tramos metálicos de la Línea Yapacani.

Este Informe (resumen), es una síntesis de la evaluación, del Plan de Mejoramiento respecto a la Ruta más apropiada acordado entre las partes boliviana y japonesa, de la cual se ha extraído el resultado final de los análisis de factibilidad de ejecución.