

2. SITUACION ACTUAL DEL FERROCARRIL

El Ferrocarril en el tramo Oruro-Cochabamba, se inicia en el centro de la zona altiplánica de una altura de 3.700 m.s.n.m donde se sitúa la estación de Oruro, esta línea se dirige hacia la cordillera Oriental, pasa por la estación de La Cumbre (altitud 4.138 m), luego desciende a lo largo de los afluentes del río Arque con una gradiente alta y llega a la estación de Buen Retiro (altitud 2.379 m.) Posteriormente asciende hasta el valle central de Cochabamba llegando a la Estación de Cochabamba (altitud 2556 m.) con una longitud total de 210,8 km de vía. Con respecto al tramo paralelo al río Arque y sus afluentes entre las Estaciones de La Cumbre y Buen Retiro, la vía corre en las proximidades del lecho del Río con una pendiente máxima de 30,0%, un radio mínimo de curvatura de R=72 m., tendidas en condiciones pésimas, sufren derrumbes de taludes, se originan mazamorras en las quebradas, sedimentación del lecho del río por las mazamorras, socavaciones y erosiones en las laderas, etc., en la época de lluvias (Diciembre a Marzo) todos los años se ve obligado a suspender el servicio por los grandes desastres naturales.

Las suspensiones de servicio por años se muestra en el cuadro 2-1.

Cuadro 2-1 Número de Días sin Servicios por Descarrilamientos y Desastres entre Oruro y Cochabamba

Item \ Año	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Suspensión de Servicio por Desastres	86	46	108	68	89	15	39	45	28	16
Suspensión de Servicio por descarrilamientos	22	21	12	10	10	8	11	18	17	10

En el cuadro 2-2 se muestra el número de desastres y descarrilamientos ocurridos en 1993 en toda la línea de la Red Andina y en el tramo Oruro-Cochabamba.

Cuadro 2-2 Número de Desastres y Accidentes Ocurridos en año 1993

Item	Por Línea	Tramo Oruro-Cochabamba	Otras Líneas	Línea Total Red Andina
Km -Vía en explotación		211 km	1.874 km	2.085 km
Tren-Km de recorrido al presente		168.219 km/año	859.536 km/año	1.027.775 km/año
Descarrilamientos con vuelco		3	3	6
Descarrilamientos		490	328	818
Víctimas (muertos y heridos) en accidente		3	24	27
Accidentes en paso a nivel y otros		2	13	15
Fraccionamiento de tren		0	2	2
Total		498	370	868
Número de desastres y accidentes por Km/Vía en explotación		2,36	0,20	0,42
Número de desastres y accidentes por Un millón de kilómetros recorridos por tren		2.960	430	845

En forma global, el número de desastres y accidentes ocurridos es muy elevado y sobre todo, la frecuencia en este tramo es sobresaliente. Especialmente, existen muchos descarrilamientos, ocupando el 60% del total de la Red Andina. El resumen de los desastres y accidentes ocurridos entre Oruro y Cochabamba durante los 4 años de 1990 a 1993 se muestra en el cuadro 2-3.

De las causas de accidente por desastres en plataformas saturadas, muestra la mayor cantidad (394) ocupando el 85% del total de los desastres (461). El resto es sedimentación de mazamorra sobre la vía, vías inundadas, etc. De los desperfectos de la vía, la vía desnivelada muestra la mayor cantidad (479) ocupando el 47% del total de 1.006 casos. Los accidentes por causas del Material rodante, se deben por desperfectos de los vagones de cargas.

Cuadro 2-3 Número de Accidentes por Causa entre Oruro y Cochabamba durante 1990-1993

Item	Desastres	Desnivelación de la vía	Desperfectos del Material Rodante	Otros	Total
1990	143	202	78	7	430
1991	98	338	99	10	545
1992	96	238	149	7	490
1993	124	228	138	8	498
Total	461	1.006	464	32	1.963

Esta vía está sobre el eje troncal que une las 3 grandes ciudades de Bolivia, La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, como se muestra en el mapa de ubicación; con la actividad del transporte intermodal entre Cochabamba y Santa Cruz, o bien en el futuro, si se realiza la construcción de la interconexión de la Red Oriental y Occidental de ENFE, se estaría consolidando la formación de una ruta de transporte interoceánico necesario de este a oeste en el continente sudamericano. El volumen de transporte, se muestran en los cuadros 2-4 y 2-5, ultimamente el transporte de pasajero esta disminuyendo pero el transporte de carga esta creciendo. El contenido de las cargas son minerales, soya en grano y derivados, trigo, madera, cemento, materiales de construcción, etc., de estos el sector (Oruro-Cochabamba) transporta un 13% del total de la Red Andina (42.181 ton-km) del cual el 90% corresponden a cargas de exportación e importación.

Los trenes pasajeros, en la actualidad (año 1994) operan: Ferrobús (Expreso) 3 de ida y vuelta por semana; trenes mixtos y trenes de reparto, cada uno, 1 vez por semana, los trenes de carga operan casi una vez (ida y vuelta) por día. Por la insuficiente renovación de las instalaciones y rehabilitación de desastres, el estado de la vía es pésima, en este tramo aproximadamente unos 40 km. se realiza una restricción de velocidad a 22 km/hr por períodos largos, que causan anualmente unos 500 accidentes por descarrilamiento. También, existe un sector de 31 km que no tiene instalaciones de cruzamiento, desvíos, actualmente con un tráfico de 7 trenes/día no es conveniente.

De esta manera la situación de la Ferrovía Oruro-Cochabamba no está cumpliendo suficientemente las funciones que tiene el ferrocarril, consecuentemente es necesario el mejoramiento inmediato de las bases del transporte, a una vía que no afecte los desastres o bien, si afecta que sea una instalación fácil de rehabilitar. Con esto se realizará un transporte eficiente y estable, teniendo la expectativa en el gran desarrollo económico de Bolivia.

Cuadro 2-4 Volumen de Transporte de Pasajeros

Año	Toda la Línea de ENFE			Red Andina			Entre Oruro y Cochabamba			
	Pasajeros Transportados (mil personas)	Pasajero-Kilómetro Transportado (mil personas-kilometro)	Kilometraje Promedio de Transporte (kilómetros)	Pasajeros Transportados (mil personas)	Pasajero-Kilómetro Transportado (mil personas-kilometro)	Kilometraje Promedio de Transporte (kilómetros)	Pasajeros Transportados (mil personas)	Pasajero-Kilómetro Transportado (mil personas-kilometro) %	Kilometraje Promedio de Transporte (kilómetros)	
1986	1.885	657.121	349	1.201	354.465	295	206	29.533	8,3	143
1987	1.393	500.388	359	769	233.916	304	111	15.110	6,5	136
1988	1.051	368.886	351	565	162.935	288	76	9.603	5,9	126
1989	1.092	385.831	353	600	174.178	290	103	12.947	7,4	126
1990	1.071	388.085	362	590	170.889	290	94	11.994	7,0	128
1991	901	350.043	389	445	136.983	308	39	4.703	3,4	121
1992	869	333.835	384	430	127.680	297	47	6.024	4,7	128
1993	747	288.476	386	377	114.344	303	43	5.756	5,0	134

Nota : La columna de porcentajes de pasajero - kilómetro transportado entre Oruro y Cochabamba es en relación al total de la línea de la Red Andina

Cuadro 2-5 Volumen de Transporte de Cargo

Año	Toda la Línea de ENFE			Red Andina			Entre Oruro y Cochabamba			
	Tonelada Transportada (miles)	Toneladas Kilómetro Transportad (miles)	Recorrido medio (kilómetros)	Tonelada Transportada (miles)	Toneladas Kilómetro Transportad (miles)	Recorrido medio (kilómetros)	Tonelada Transportada (miles)	Toneladas Kilómetro Transportad (miles)	Recorrido medio (kilómetros)	
1986	923	463.617	502	535	271.781	508	102	20.868	7,7	205
1987	982	504.753	514	582	294.996	507	127	26.375	8,9	208
1988	872	423.850	486	534	254.071	476	102	21.287	8,4	209
1989	1.014	511.650	505	595	285.241	479	129	27.299	9,6	212
1990	1.082	540.923	500	676	326.105	482	175	36.574	11,2	209
1991	1.309	682.266	521	777	372.738	480	201	42.314	11,4	211
1992	1.409	710.411	504	825	373.688	453	194	41.001	11,0	211
1993	1.343	692.337	516	709	322.184	454	200	42.181	13,1	211

Nota : La columna de porcentajes de toneladas - kilómetro transportado entre Oruro y Cochabamba es en relación al total de la línea de la Red Andina

3. CONDICIONES NATURALES Y MEDIO AMBIENTE

3.1 CONDICIONES NATURALES

(1) Clima

En las zonas montañosas, altiplánicas y valles en torno al área objeto del estudio la precipitación anual es relativamente poca, siendo de 450 a 1.100 mm (1979 Arque). Aquí, la distinción entre las estaciones de lluvias y de sequía es sumamente clara: la estación de lluvias es de 4 meses de diciembre a marzo y la estación de sequía es de 8 meses de abril a noviembre.

El área objeto del estudio es una zona donde llueve relativamente poco, pero debido a la concentración de una lluvia torrencial en corto tiempo, se magnifican tales desastres como mazamoras, derrumbes de taludes, etc.

(2) Topografía y Geología

En la zona montañosa andina ubicada en la parte occidental de Bolivia corren dos cordilleras que tienen montañas de 6.000 m. de altitud. La región ubicada entre las dos cordilleras constituye el altiplano de más o menos 3.700 m. de altitud. En la parte oriental del país se extienden las llanuras aluviales que rodean los afluentes de los ríos Amazonas y de La Plata.

El área objeto de estudio se extiende entre el altiplano y la Cordillera oriental de los Andes.

1) Topografía

Entre Oruro - San Pedro (0k 000m) - Paria (16 km 768) es un altiplano poco accidentado de unos 3.700 m. de altitud. Después, la línea ferroviaria entra a la Cordillera Oriental de los Andes extendiéndose a lo largo de la corriente lenta del río Jachcha Uma y llega a La Cumbre (54k 632m), que es el punto más elevado de esta línea. El lecho del río presenta una pendiente abrupta desde La Cumbre hacia Aguas Calientes (85k 364m). Entre Aguas Calientes y Buen Retiro (145 k 176 m) continúa igualmente la pendiente abrupta. En este tramo ocurren muchos desastres en los taludes. La línea desde la cercanías de la estación de Buen Retiro a Cochabamba (204k 847m), se transforma en una pendiente ascendente suave.

2) Sistema Fluvial

El sistema fluvial en el área objeto de estudio, tomando como región divisoria de las aguas el tramo entre el punto partida Oruro y la cercanía de la estación de La Cumbre, (altitud de 4,138m) se divide en el sistema fluvial del Río Jachcha Uma que corre hacia Oruro en el Altiplano Occidental y el sistema del Río Arque que corre hacia el lado Este de Cochabamba. El Río Arque del sistema oriental confluye en la cercanía de la estación de Buen Retiro con el río Rocha que se dirige hacia el sur desde Cochabamba, para conformar el río Caine. El sistema del río Arque corta profundamente las montañas, presentando

generalmente valles en V con pendiente abrupta en sus contornos.

3) Geología

a) Altiplano

La zona entre Oruro-San Pedro-Paria está ubicada en el Altiplano. El altiplano está compuesto de sedimentos de corriente y glaciares acarreados de los contornos de las Cordilleras Andinas y de los sedimentos formados por los productos volcánicos provenientes de las actividades volcánicas posterior al período terciario. Dichos sedimentos cubren espesamente la zona del altiplano que se ha convertido como un mar interior.

b) Zona de la Cordillera Oriental de los Andes

La zona entre Paria y Suticollo está ubicada en la región montañosa de la Cordillera Oriental Andina. La estructura geológica de las Cordilleras Andinas está principalmente compuesta de estratos de la Era Paleozoica tales como los Periodos Ordovícicos, Silúricos y Devónicos, éstos estratos en muchas partes están debilitadas debidos al plegamiento del movimiento orgánico, erosión eólica, etc.

c) Zona de la Cuenca de Cochabamba

La zona entre Suticollo y Cochabamba es un suelo aluvial ubicado en una cuenca dentro de las Cordilleras. Los estratos de esta zona están compuestos de los sedimentos de característica continental al igual que el altiplano.

(3) Desastres Naturales

En el sector objeto de Estudio, los principales desastres naturales son; derrumbes de taludes, aparición de mazamoras en las quebradas, sedimentación del lecho del río, debido a los sedimentos de las mazamoras y erosión de las laderas del río. Estos ejercen una gran influencia sobre la operación del ferrocarril actual.

Los tramos donde ocurren muchos desastres entre Oruro y Cochabamba son los tramos con pendiente altas a lo largo de los ríos Tacopaya, Chullu Mayu y Arque (tienen nombre diferentes, pero se trata del mismo río). Muchos afluentes torrenciales confluyen en los ríos Tacopaya, Chullu Mayu y Arque. Las cuencas de estos ríos, incluyendo las de sus afluentes, están compuestas de pendientes altas y débiles taludes causando derrumbes. Debido a esto, se generan muchas mazamoras y gran volumen de sedimentos que afluyen a la corriente principal, causando el ascenso del lecho del río.

Todavía en Bolivia ocurren muy pocos terremotos.

3-2 MEDIO AMBIENTE

Es necesario prestar suficiente atención para que este proyecto no ejerza una influencia grave sobre los ambientes naturales, sociales y de vida de la región. Las acciones de alteración que acompañan al plan de mejoramiento ferroviario de este proyecto son de pequeña escala puesto que se trata del mejoramiento del ferrocarril existente.

(1) Evaluación del Impacto Ambiental en Bolivia

En Bolivia, el Proyecto de Ley N° 9, General del Medio Ambiente fue aprobado en abril de 1992. Por consiguiente, para impulsar proyectos de desarrollo de gran escala, es necesario cumplir los trámites para la evaluación del impacto ambiental. Esto es para prever y evaluar previamente el impacto que el proyecto ejerce sobre el ambiente y la vida de los habitantes. Al mismo tiempo, también adoptar contramedidas frente al ambiente e impulsar proyectos adecuados.

(2) Situación del Medio Ambiente alrededor de la Ruta Proyectada.

La situación del Medio Ambiente en las cercanías del tramo Aguas Calientes, Irpa Irpa, donde se a ejecutada el Mejoramiento de la vía, se describe a continuación.

1) Situación de vida de los habitantes de la región.

* Situación de vivienda y actividades productivas.

Las superficies o taludes a lo largo de la vía entre estaciones, existen muy pocas viviendas asentadas puntualmente. También, en las cercanías de las Estaciones, se forman poblaciones concentradas donde tienen escuelas, iglesias, hospitales (postas sanitarias) y otros establecimientos públicos que son poblaciones con mayores habitantes.

* Derecho de propiedad de tierra y de utilización de las aguas.

En cuanto a la tierra en torno al ferrocarril, los habitantes locales la poseen y el catastro está en posesión del ejército. El derecho de utilizar las aguas está determinado por cada ciudad a la orden de la alcaidea.

* Medio de Transporte

El principal medio de transporte de los habitantes locales es el ferrocarril que es objeto de Estudio del proyecto. Al mismo tiempo, la vía férrea es utilizada también como camino por los pobladores.

2) Fauna y flora

Excepto el terreno cultivado, toda la cuenca se utiliza como pradera y la vegetación que crece sirve de alimento para el ganado, también es una zona árida de poca precipitación por lo que la vegetación es escasa. Debido a esto, los bosques altos son sólo de eucaliptos plantados alrededor de la población sin que exista bosques altos naturales.

- 3) **Contaminación ambiental**
No existen resultados de estudios sobre la atmósfera, ruido y vibración, calidad del agua, etc., de los alrededores, por lo que no se puede conocer su situación. Pero, a juzgar por la situación de la zona, se considera que esto casi no constituye ningún problema.
- 4) **Situación de zona reglamentadas y otros**
En los alrededores no existen zonas relacionadas con la reglamentaciones de desarrollo, tales como parques naturales, áreas protegidas, etc.

(3) Items del Medio Ambiente a ser consideradas

Se considera que este proyecto ejerce poca influencia sobre el medio ambiente sin embargo, en la ejecución del proyecto, es necesario considerar los siguientes Items:

- 1) **Traslado de los habitantes**
Se ha seleccionado una ruta optima, para que en la obras de traslado de vía no dividan las poblaciones o zonas. Sin embargo en los planes de traslado de vía, afectarán algunas viviendas que deben ser trasladadas, por lo tanto es necesario tomar las medidas previas, conversaciones con los habitantes del lugar, etc. Estas medidas, que no sean sólo como hasta ahora, que ejecutan la compensación pecuniaria en caso de las viviendas y el ofrecimiento del terreno substitutivo para cultivo, sino, que se desea una mayor flexibilidad.
- 2) **Ruidos y vibraciones**
Durante las obras, se producen ruidos y vibraciones debido al funcionamiento de máquinas de construcción y al uso de dinamita. Hay pocas viviendas alrededor del ferrocarril, así que su influencia es extremadamente pequeña en comparación con la zona urbana. Pero, aparecen viviendas que se aproximan al tramo de obra. En cuanto a éstos, es necesario mantener conversaciones con los habitantes para obtener su entendimiento.
- 3) **Aparición de Desastres**
Con relación a la generación de tierra y piedras en la ejecución de las obras, haciendo una comparación con las mazamorras que aparecen en forma natural en las cercanías de las vías, el volumen sera sumamente pequeño; además en la ejecución de terraplenes, se considerara lo suficiente para lograr su estabilidad, además es deseable tambien asegurar la estabilidad de las zonas aledañas.

4. PLAN DE VIA

4-1 CRITERIO PARA LA SELECCION DE LA RUTA

- (1) En los tramos en que la línea existente corre paralelo al río, los tramos que necesiten el mejoramiento tendrán una duración aproximada de 20 a 40 años. En ese caso la ruta, básicamente se modificará en su generalidad hacia el lado de la montaña según la topografía, considerando el ascenso del lecho de río.
- (2) En los tramos que se consideren que no sufren desastres por el momento, como los tramos con desniveles mayores de 5m. con los ríos que corren paralelos (Ríos Tacopaya, Chullu Mayu y Arque) a las líneas existentes en principio, se utilizarán las líneas actuales .
- (3) En los lugares donde se preveen las mazamorras de gran escala en las quebradas que cruzan la vía, se intentará proteger la vía contra los desastres mediante puentes, túneles artificiales, cubiertas, etc.
- (4) Para tratar de bajar el costo de obra del mejoramiento, se evitará en todo lo posible túneles largos, que requieran una gran cantidad de costo de obra, proyectando un plan de trazado de control y mantenimiento fáciles.
- (5) Debido que en los tramos a ser modificados los trabajos se ejecutarán en las proximidades de la vía (en caso inevitable), se deberá garantizar la seguridad de la vía existente, y al mismo tiempo se proyectará un plan de trazado de fácil implementación.

4-2 CONDICIONES PRINCIPALES PARA LA SELECCION DE LA RUTA

- (1) Velocidad de diseño $V=80$ km/h
- (2) Radio min.de curvatura $R=120$ m
(Pero si las condiciones topográficas así lo requieren se puede reducir hasta $R=100$ m)
- (3) Pendiente máxima $i=30\%$ (sin considerar la resistencia de curvatura)
En estaciones:
en caso de considerar maniobras $i=3,5\%$ ó menos.
en caso de no considerar maniobras $i=15\%$ ó menos.
- (4) Longitud de la curva de Transición $Más$ de $L=250$ Co (Co: desnivel real)
- (5) Radio de curva vertical $Más$ de $R=2.000$ m
(Pero si las condiciones topográficas así lo requieren, se puede reducir hasta $R=1.000$)
- (6) Longitud de vía recta entre curvas $Mayor$ $L=20$ m.

(7) Longitud de vía útil en Estaciones Mayor L=300m.

4-3 SELECCION DE LA RUTA OPTIMA

Los tramos donde se consideren que no se produzcan desastres por el momento entre Aguas Calientes e Irpa Irpa, se dividirán en 20 sectores de acuerdo al concepto de utilización de la línea existente. Los sectores del número impar serán de mejoramiento y los sectores del número par serán los sectores de línea existente. La selección de la Ruta Optima se muestra en la Figura 4-1, donde se establecieron los primeros planes alternativos de ruta para los sectores 1,7,11 y 13. A continuación, después de haber realizado una evaluación de las condiciones de la vía, etc, se establecieron 2 rutas para los sectores de mejoramiento 11 y 13 como segunda instancia de planes alternativos de ruta.

Con respecto a la segunda Instancia de Selección de Ruta, al mismo tiempo se realizó las evaluaciones de los factores técnicos, medio ambiente, de transporte, económico-financiero y evaluación general, se obtuvo los resultados de las deliberaciones con la parte boliviana siendo la selección de la Ruta Optima que se componen de la Ruta C del Sector de Mejoramiento 11 y la Ruta A del Sector de Mejoramiento 13.

Los planos generales y secciones de la Ruta Optima, se muestran en las figuras 4-2 al 4-5.

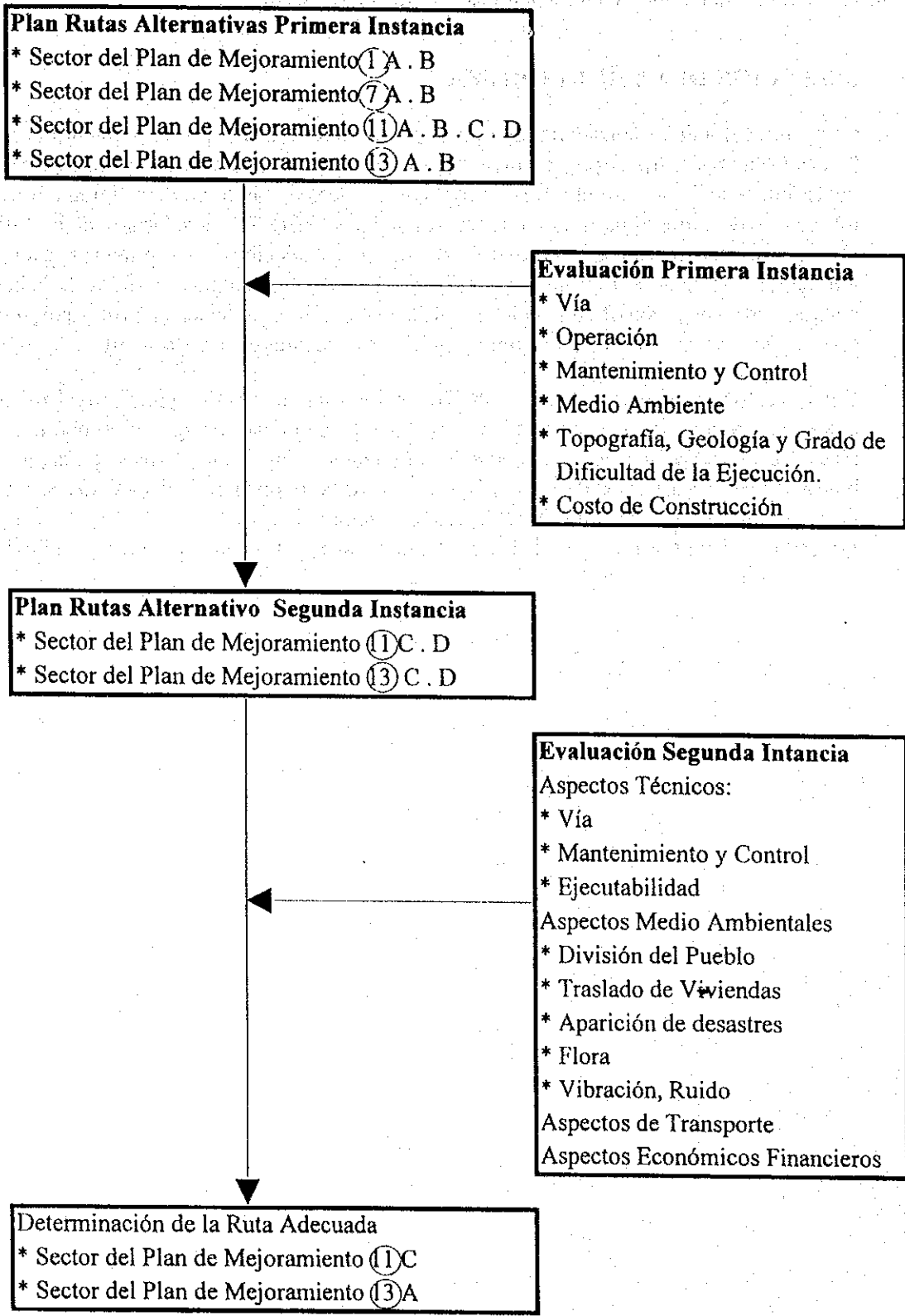


Figura 4-1 Flujograma hasta la Determinación de la Ruta más Adecuada

Plano del Trazado de Via entre Aguas Calientes e Irpa Irpa

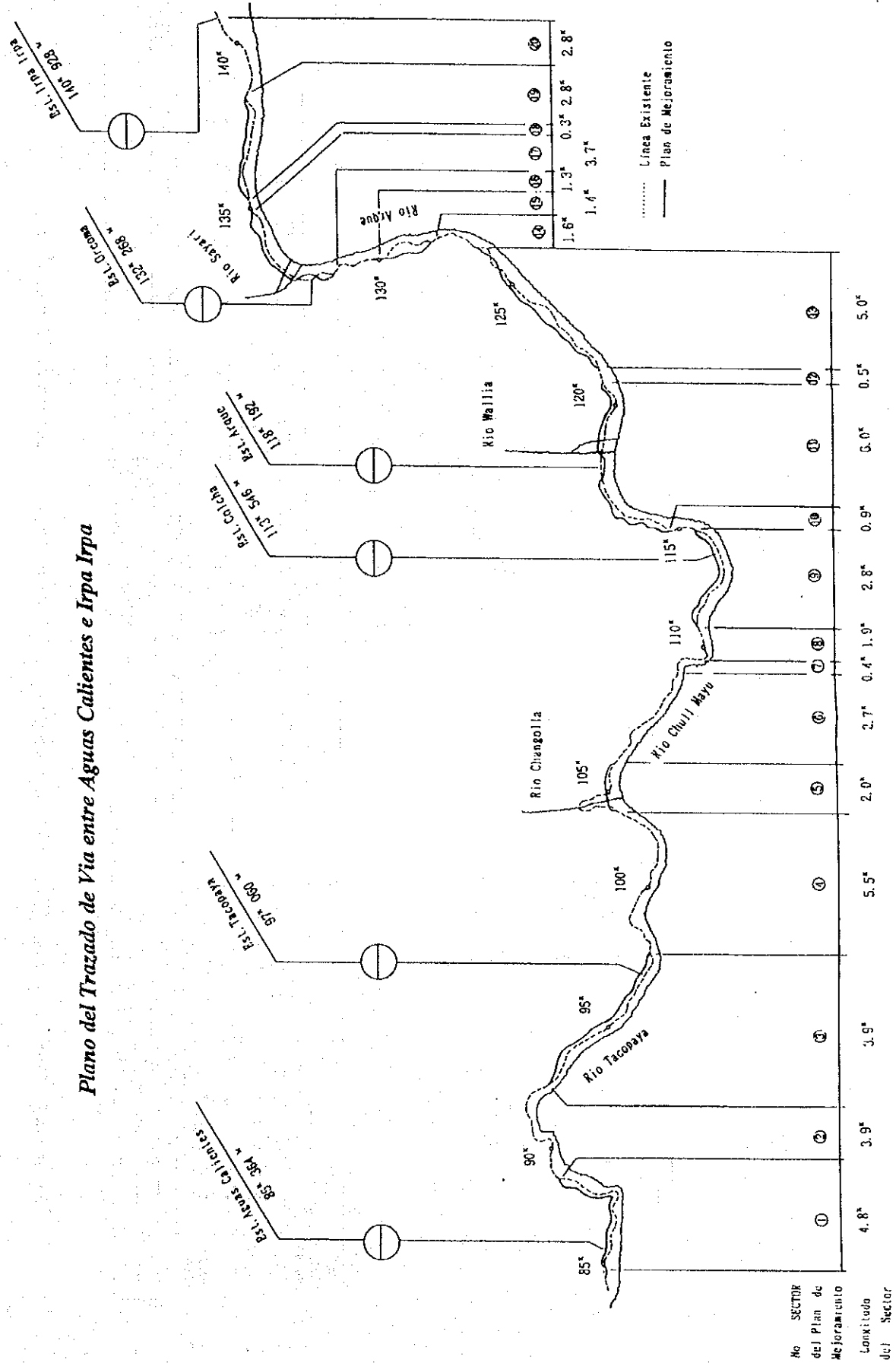


Figura 4-2 Plano del Plan de Mejoramiento de la Ferrovia entre Oruro y Cochabamba

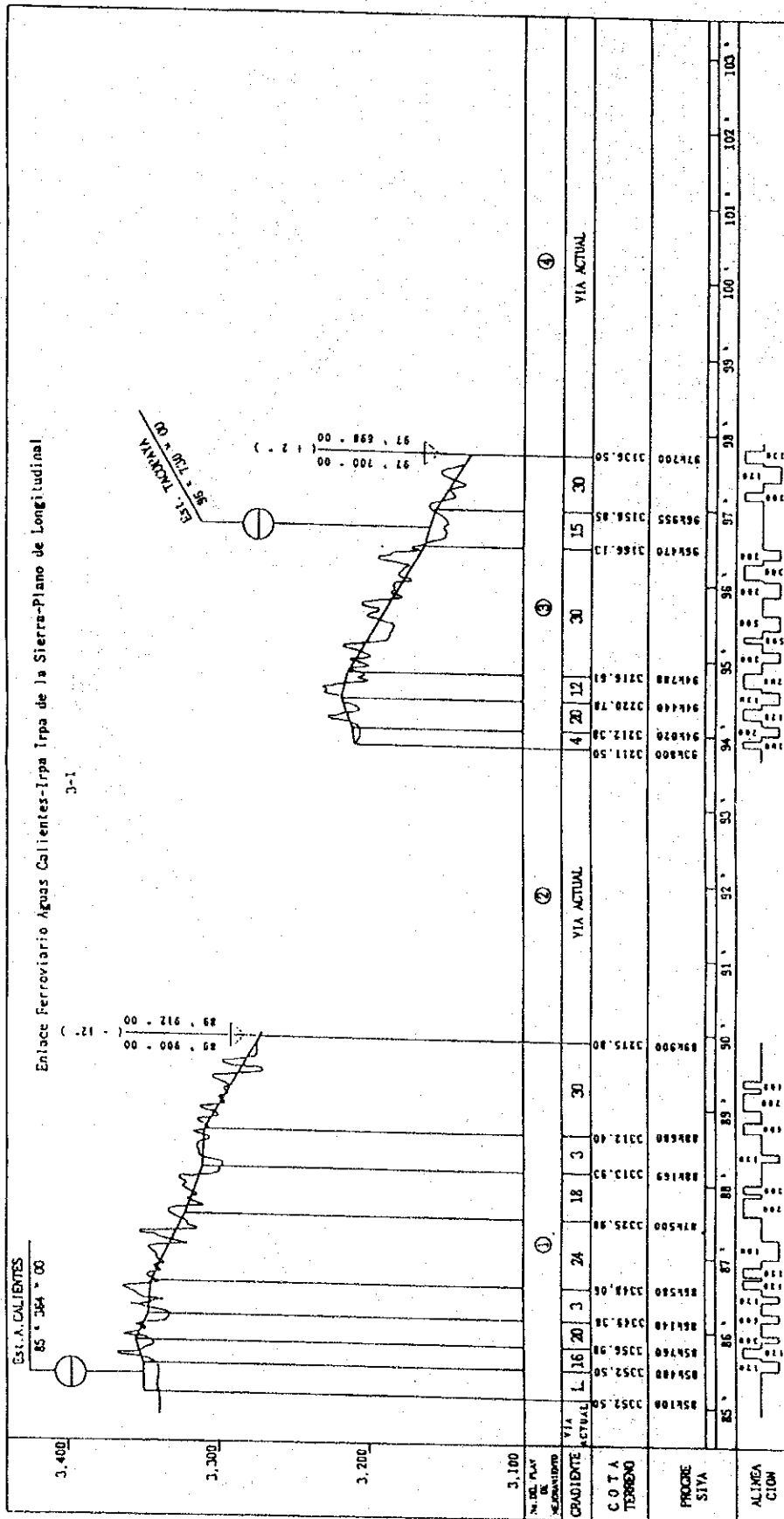


Figura 4-3 Perfil de Via del Plan de Mejoramiento de la Ferrovía Oruro-Cochabamba; Plano 1 de 3

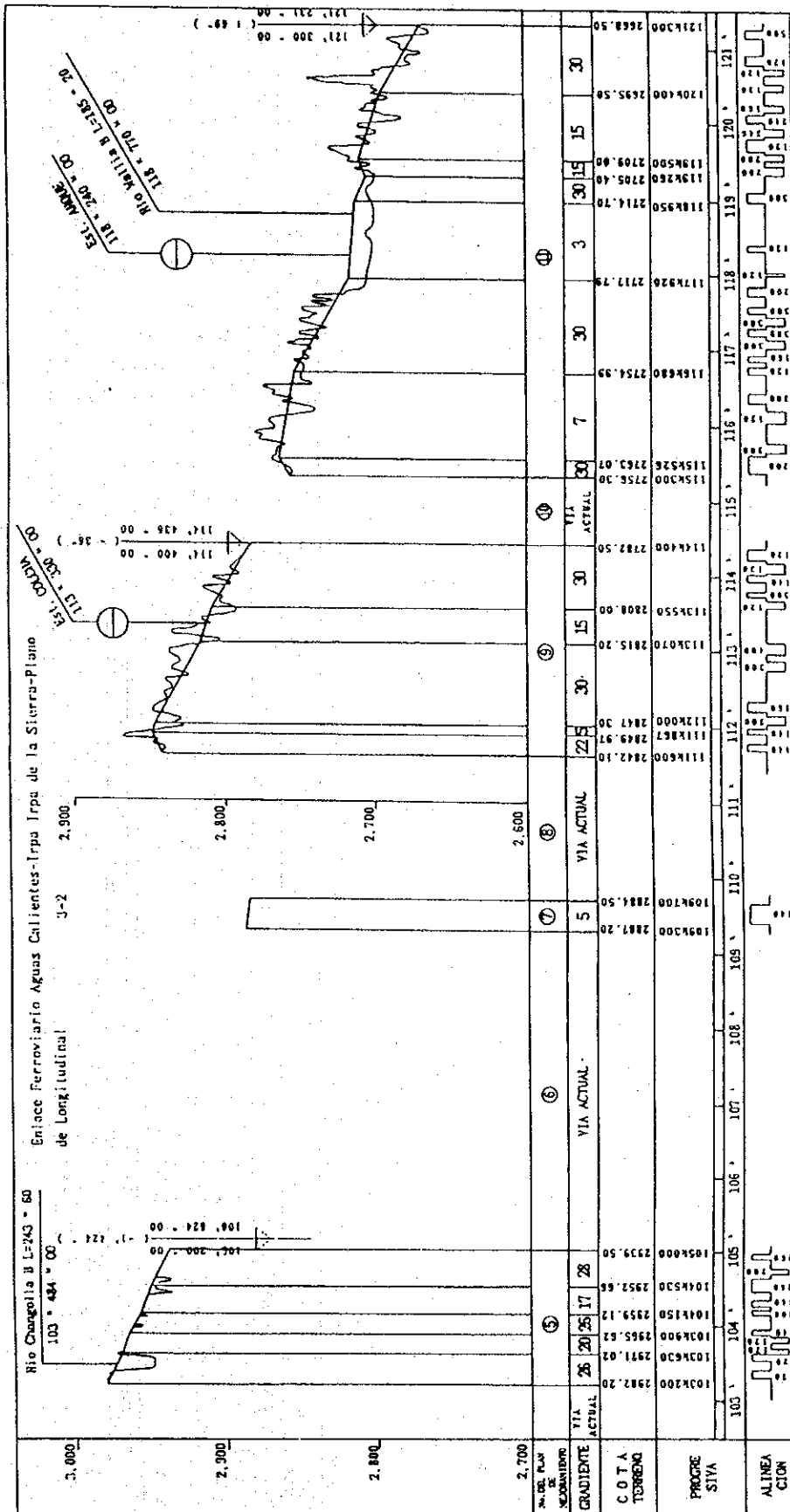


Figura 4-3 Perfil de Vía del Plan de Mejoramiento de la Ferrovía Oruro-Cochabamba; Plano 2 de 3

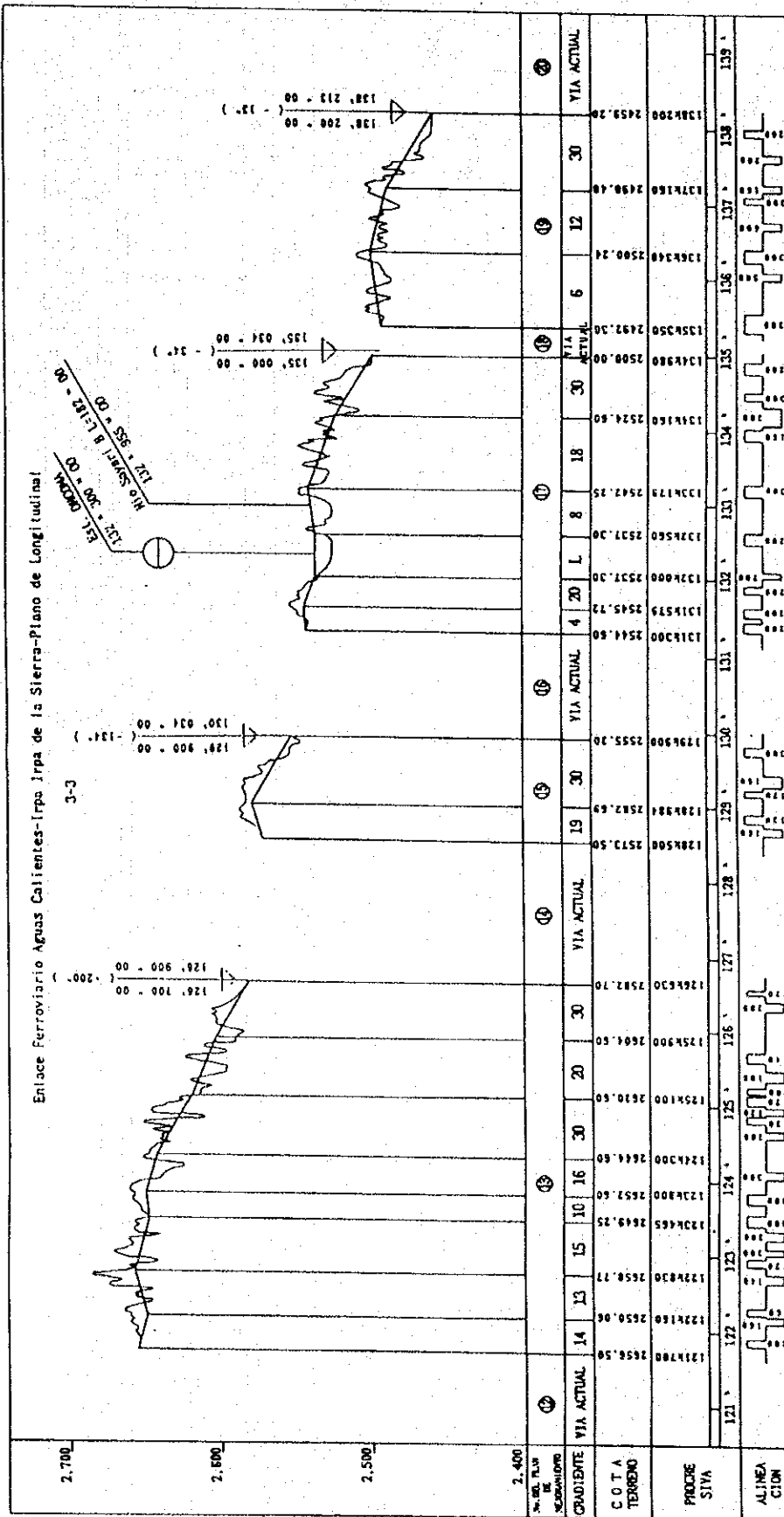


Figura 4-3 Perfil de Vía del Plan de Mejoramiento de la Ferrovia Oruro-Cochabamba; Plano 3 de 3

4-4 RESULTADOS DE LA SELECCION DE RUTA

Los resultados de la selección de Ruta, condición de vías y longitudes de estructuras para los sectores de mejoramiento se muestra en el cuadro 4-1.

Para disminuir el costo de Obra se ha analizado los dos casos siguientes:

- A. Reutilización de los tramos metálicos existentes en la Línea Yapacaní, (donde no se tiene previsto reanudar futuros servicios) actualmente fuera de operación.
- B. Sin la reutilización de los tramos de la Línea Yapacaní, se fabricaran nuevos tramos metálicos.

Cuadro 4-1 Síntesis del Mejoramiento de Vía

ITEMS PRINCIPALES	RESULTADO DE LA SELECCION	PORCENTAJE DE LA LONGITUD TOTAL
Longitud de Mejoramiento de Vía	32,85 km	
Pendiente Máxima	30 ‰ = 12.548 m.	
Radio de Curvatura Mínima	R=100m = 2 lugares	
Pendiente en Estaciones	A. Calientes(L), Tacapaya(15%), Colcha (15%), Arche(31%), Orcoma(L)	
Longitud de Corte	Resultado Selección A 14.613m. Resultado Selección B 14.652m.	4,45
Longitud de Terraplén	Resultado Selección A y B 15.252m.	4,64
Tunel Artificial	Resultado Selección A y B 1.380m. 9 lugares	4,2
Tunel de Montaña	Resultado Selección A y B 110m 1 lugar	0,3
Puentes	Resultado Selección A 1.535m 76 lugares. B 1.496m. 76 lugares	4,6
Viviendas Afectadas	Resultado Selección A y B 152 viviendas	
Superficie afectada a ser adquirida	Resultado Selección AyB viv. 33.250 m ² Resultado Selección AyB cultivo 99.200m ²	

El puente de mayor longitud del sector de mejoramiento es el de Chargolla con L= 243,60m.

5. PREVISION DE LA DEMANDA

5-1 METODO DE PREVISION

(1) El Flujo de Previsión

El flujo de previsión de la demanda en este estudio se muestra en la Figura 5-1, ejecutado las estimaciones de transporte de pasajeros como de carga, por el método de Estimación en 4 fases.

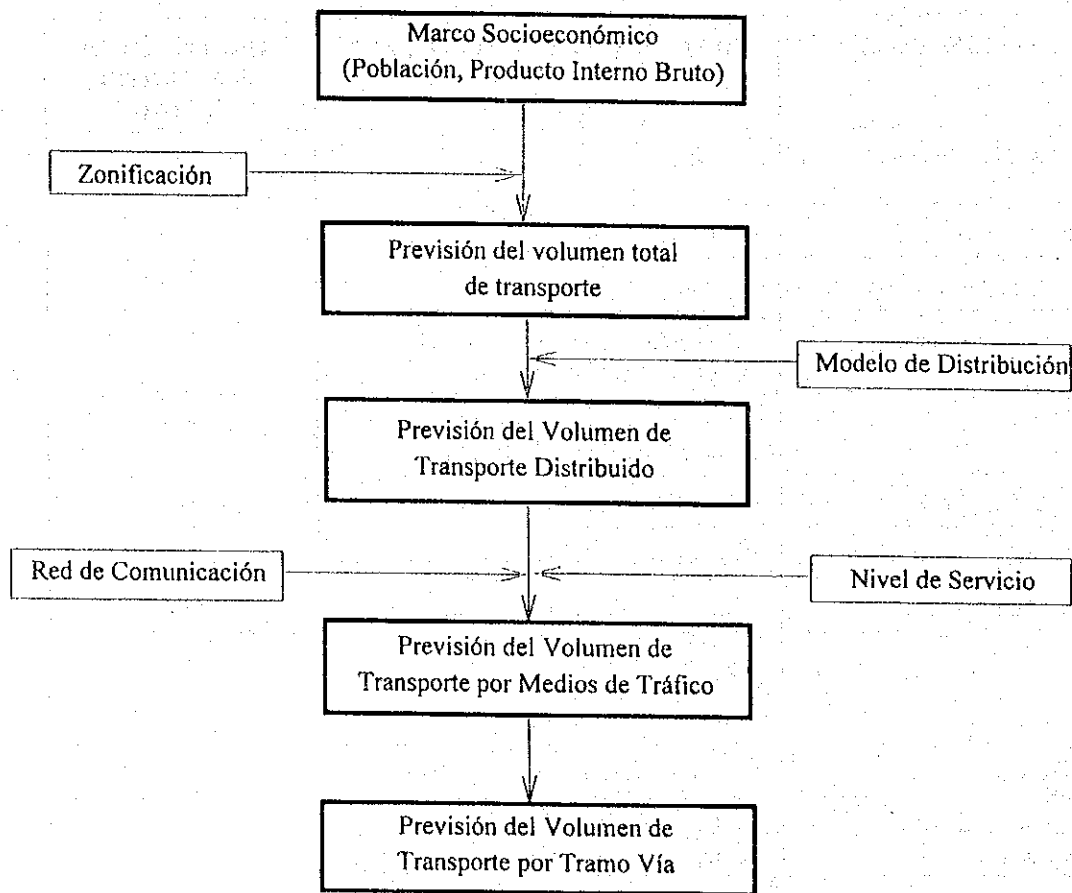


Figura 5-1 Flujo de la Previsión de la Demanda del Transporte

- (2) **Año de Previsión**
Se preverá para los años 2000, 2010 y 2020.
- (3) **Medios de Transportes. Objeto de la Previsión**
Pasajeros: Ferrocarril, Carretera (Autobús), Aviación
Carga: Ferrocarril, Carretera (Camión)

Nota: En cuanto al transporte aéreo de carga, se excluyó del objeto del estudio debido a su participación es muy baja.

- (4) **Previsión del volumen total del Transporte.**
En los pasajeros, se considera una estabilidad en la cantidad de viajes generados en un año por persona y también en el futuro, se toma el total de pasajeros proyectando en forma proporcional al crecimiento de la población.

Actualmente, en cuanto al número de usuario anual por el medio ferroviario, carretero y aéreo, es un promedio anual de 30 viajes/persona/año.

Las cargas, en relación a los 12 artículos principales, se estimó la generación o producción y consumo en cada departamento, la diferencia del volumen de estos se considera volumen de transporte hacia fuera del departamento (volumen de producción ó volumen concentrado), la diferencia entre la producción y consumo en toda Bolivia, se considera similar volumen de exportación e importación de esos artículos. El volumen de carga para el futuro, se consideró su proporcionalidad similar al crecimiento del PIB para cada año proyectado.

- (5) **Previsión del Volumen de Transporte Distribuido**
Se calculó el volumen de transporte distribuido con el Modelo Gravitacional considerando la generación- concentración y las distancias de cada zona, luego se procedió a la elaboración el cuadro de Origen - Destino (OD) con el cálculo de convergencia por el Método Fratar.
- (6) **Previsión del Volumen de Transporte por Diferentes Medios de Transporte.**
Se calculó el volumen de transporte por los diferentes medios de transporte, según el "Modelo Logit" siendo valores de fletes y cuadro de velocidad del Modelo de los diferentes medios de transporte.
- (7) **Previsión del Volumen de Transporte por Secciones de Líneas Ferroviarias.**
De acuerdo a la distribución direccional del volumen de transporte OD entre zonas del Ferrocarril descrito en (6), se tomó la proyección del volumen de transporte seccional de tráfico.

5-2 MARCO SOCIO-ECONOMICO

En la primera mitad de los años ochenta, la economía de Bolivia se enfrentó a una crisis sin precedentes y sufrió una inflación inaudita, con el deterioro del ambiente económico, sin embargo la economía fué mejorada y restablecida rápidamente, posteriormente empezó a recuperarse paulatinamente el crecimiento. Ultimamente, el movimiento del producto interno bruto (PIB) mejoro como se muestra en el cuadro 5-1.

El marco Socioeconómico para la proyección de la demanda, se determina como se muestra en el Cuadro 5-2, con las revisiones de acuerdo al Cuadro 5-1 cuadro de crecimiento del PIB real, tomado por items de acuerdo a la "Estrategia de Desarrollo Económico 1989 - 2000", establecido como Plan a Mediano Plazo en el año 1989. También, la población futura se muestra en el Cuadro 5-2, se ha tomado los valores proyectados en el Censo Nacional ejecutado en Junio de 1992 por el INE.

Cuadro 5-1 Evolución del PIB por Sector

Sector		Año	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Sector de Producción	Agricultura, Silvicultura y Pesca		25.337	25.951	25.604	25.097	26.911	25.683	27.164
	Petróleo y Gas		6.950	7.189	7.503	7.780	7.950	7.956	8.002
	Minería (Metales y No Metales)		5.401	7.617	9.545	10.560	11.358	10.975	11.655
	Industria Manufacturera		14.087	14.852	15.374	16.250	17.333	17.917	18.111
	Construcción y Obras Públicas		2.637	3.019	3.218	3.297	3.364	3.855	4.012
	Subtotal		54.412	58.628	61.244	62.984	66.916	66.386	68.944
	(%)		48,73	51,00	51,86	51,92	52,96	51,50	51,66
Servicios Básicos			10.821	10.919	11.179	11.526	12.012	12.918	13.493
	(%)		9,69	9,50	9,47	9,50	9,51	10,02	10,11
Otros Servicios (Comercio, Otros, Administración)			44.150	43.589	43.868	45.279	45.886	48.387	49.771
	(%)		39,54	37,92	37,14	37,32	36,32	37,54	37,30
Impuestos Indirectos de Importación			2.276	1.827	1.811	1.527	1.527	1.207	1.239
	(%)		2,04	1,59	1,53	1,26	1,21	0,94	0,93
Total General			111.659	114.963	118.102	121.316	126.341	128.896	133.447
	(%)		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(Notas)

1987 ~ 1993 Cifra provisional

1987: Denominación de moneda (10⁶ pesos=1 boliviano)

Cuadro 5-2 Valores Proyectados del Crecimiento del PIB y la Población

	1994	2000	2010	2020
Agropecuaria	3.4	1.9	1.9	
Minería	11.1	6.2	6.2	
Industria	5.8	3.7	3.7	
Hidrocarburos	8.0	4.5	4.5	
Electricidad Gas Agua	14.2	6.0	6.0	
Transporte-Comunicación	5.4	3.5	3.5	
Construcción	5.8	4.6	4.6	
Servicio	2.2	2.2	2.2	
Producto Interno Bruto (PIB)	4.6	3.0	3.0	
Población	7.414 *	8.329	10.229	12.193
Indice de Crecimiento (%/año)	2.35	2.08	1.77	

Nota * : Valor previsto para 1995

5-3 ZONIFICACION Y LA RED DE COMUNICACION FUTURA

(1) Zonificación.

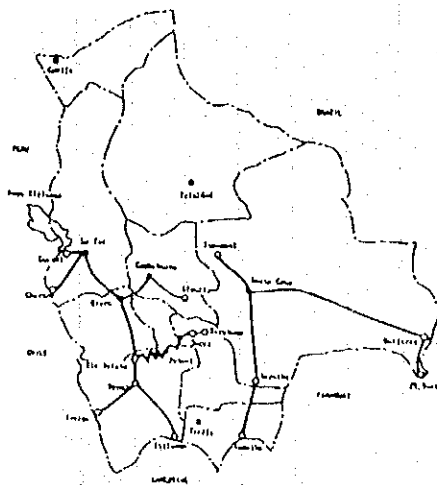
La zonificación de Bolivia se la realizó en 18 zonas (básicamente se considera 1 zona por departamento, solo en el caso del departamento de Santa Cruz por su gran extensión, se dividió en 10 zonas) los países límites 4 zonas, totalizando 22 zonas

(2) Red de Comunicación Futura

En la red ferroviaria y carretera se ordenaron según el desarrollo para cada etapa. En la Figura 5-2 se muestra la red de comunicación para el año 2020.

Con respecto a la red aérea, se consideró que para el año horizonte se establece vuelos directos entre las capitales de departamento.

FERROCARRIL



CARRETERA

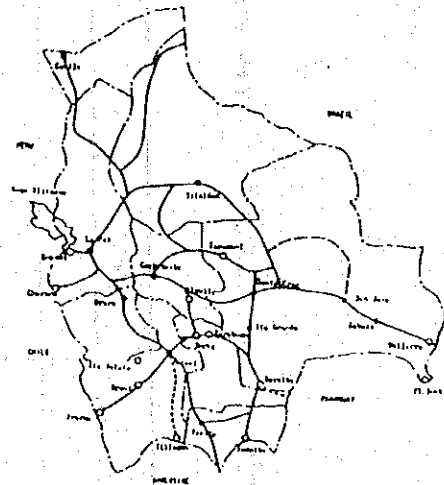


Figura 5-2 Red de Comunicación para el año 2020.

5-4 NIVEL DE SERVICIO (Tiempo de recorrido y tarifas)

(1) Tiempo de Recorrido

1) Ferrocarril

Velocidad Establecida del Ferrocarril

(Unidad:km/h)

Sector \ Año	Pasajeros				Cargas			
	Actual	2000	2010	2020	Actual	2000	2010	2020
La Paz - Oruro	60	62	62	62	33	51	51	51
Oruro - Rio Mulato	57	57	62	62	25	25	52	52
Rio Mulato - Uyuni	47	62	62	62	32	53	53	53
Uyuni - Tupiza	35	35	62	62	26	26	41	41
Tupiza - Villazón	35	35	62	62	29	29	40	40
La Paz - Guaqui	49	49	49	65	26	26	26	44
La Paz - Charaña	51	52	52	52	25	41	41	41
Oruro - Cochabamba	41	42	42	42	19	33	35	35
Cochabamba - Aiquile	21	21	21	21	22	22	22	22
Rio Mulato - Potosí	45	39	39	39	21	21	21	29
Potosí - Sucre	39	39	39	39	28	28	28	29
Uyuni - Avaroa	40	40	40	68	42	42	42	43
Santa Cruz - Quijarro	42	74	74	74	27	44	44	44
Santa Cruz - Yacuiba	43	43	74	74	29	29	38	38
Santa Cruz - Yapacaní	-	-	-	-	22	22	22	22

2) Carretero

Datos Calculado de Tiempo de Recorrido según el Transporte Carretero

	Velocidad Media de Recorrido				Tiempo de Descanso	Tiempo de Carguío/Descarguío de Cargas			
	Topografía	Asfaltado	Ripiado	Tierra		Nombre de Estación	2000	2010	2020
Bus	Altiplano	80	50	40	15 min/1hr de recorrido	Santa cruz	8	8	8
	Valles	45	35	25		Cochabamba	8	8	8
	Llanos	80	60	40					
Camiones	Altiplano	60	45	30	10 min/1h de recorrido 1hr por viaje/4hr de recorrido 1hr por viaje/8hr de recorrido 8hr de viaje/12hr de recorrido	Tupiza	36	36	8
	Valles	40	30	20		Villamontes	36	36	8
	Llanos	60	45	30					

3) Aéreo

Tiempo de Recorrido del Transporte Aéreo

Tiempo de Vuelo (h)	Tiempo de Acceso (h)	Tiempo de Espera (h)
$0.00108 \times L + 0.293$ L=distancia (km)	1.0	1.5

(2) Tarifa

1) Ferrocarril

Por 1 pasajero (\$US) = $0.00950 \times L$ (km) + 0.0058

Por 1 ton. de carga (\$US) = $0.0491 \times L$ (km) + 4.62 x 0.9

2) Carretera

Por 1 pasajero en bus (\$US) = $0.0245 \times L$ (km) - 1.95

Por 1 ton. en camión (\$US) = $0.0491 \times L$ (km) + 4.62

3) Aéreo

Por 1 pasajero (\$US) = $0.0922 \times L$ (km) + 9.241

5-5 RESULTADOS DE LA PROYECCION DE LA DEMANDA

El movimiento del volumen de transporte futuro y su participación se muestra en la Figura 5-3. El control de pasajeros por ferrocarril se incrementará un 10-11% del actual. Por otro lado referente a la carga mantendrá la participación del 40-50%, o sea aproximadamente la mitad del total del transporte, compartido con la carretera, la carga del ferrocarril indica un 90% de exportación-importación. Además, el volumen de transporte direccional de pasajeros y carga se muestran en las Figuras 5-5 y 5-6 respectivamente.

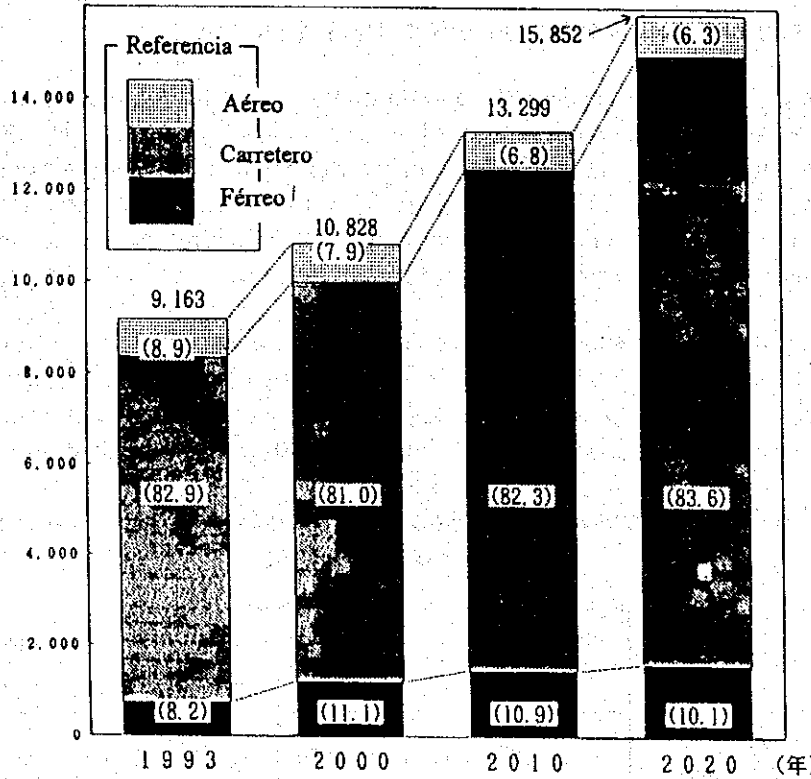
El volumen de transporte por ferrocarril entre Oruro y Cochabamba se muestra en el cuadro 5-3. En el año horizonte 2020, serán incrementados en el transporte de pasajero 4 veces del actual y 6 veces en el transporte de carga. En el caso de no ejecutar el mejoramiento (without), se prevé que esa efectividad baje a un 80% aproximadamente.

Cuadro 5-3 Volúmen de Transporte Ferroviario Direccional entre Oruro, Cochabamba

		Año Real 1993	Con Ejecución			Sin Ejecución		
			2000	2010	2020	2000	2010	2020
Volúmen de Transporte de pasajero (pas/año)	Oruro - Cochabamba	21.530	56.268	77.800	92.789	49.628	65.897	77.200
	Cochabamba - Oruro	21.135	57.601	78.406	92.563	51.610	67.116	71.551
	Total	42.665	113.869	156.206	185.352	101.238 (88,9)	133.013 (85,2)	148.751 (80,3)
Volúmen de Transporte de carga (MilTon/año)	Oruro - Cochabamba	75,5	178,3	269,4	399,3	157,2	228,2	332,1
	Cochabamba - Oruro	124,5	563,9	779,7	989,8	05,5	638,4	807,4
	Total	200,0	742,2	1.049,1	1.389,1	606,7 (89,3)	866,6 (82,6)	1.139,5 (82,0)

() : respecto a la ejecución (with) en %

(1000 pas/Año)



(Nota) Como la diferencia entre Con y Sin Ejecución es mínima, se muestra únicamente el caso Con Ejecución.

Figura 5-3 Resultados de la Proyección del Volúmen de Transporte de Pasajeros por Año

(1000 tn/año)

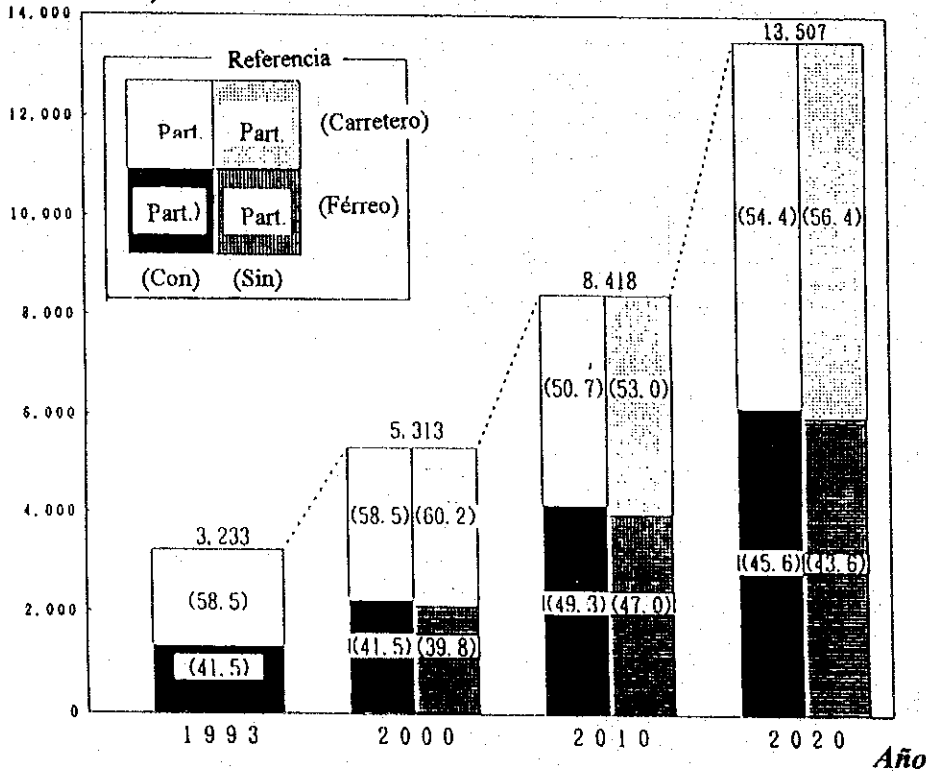


Figura 5-4 Resultados de la Proyección del Volúmen de Transporte de Carga por Año

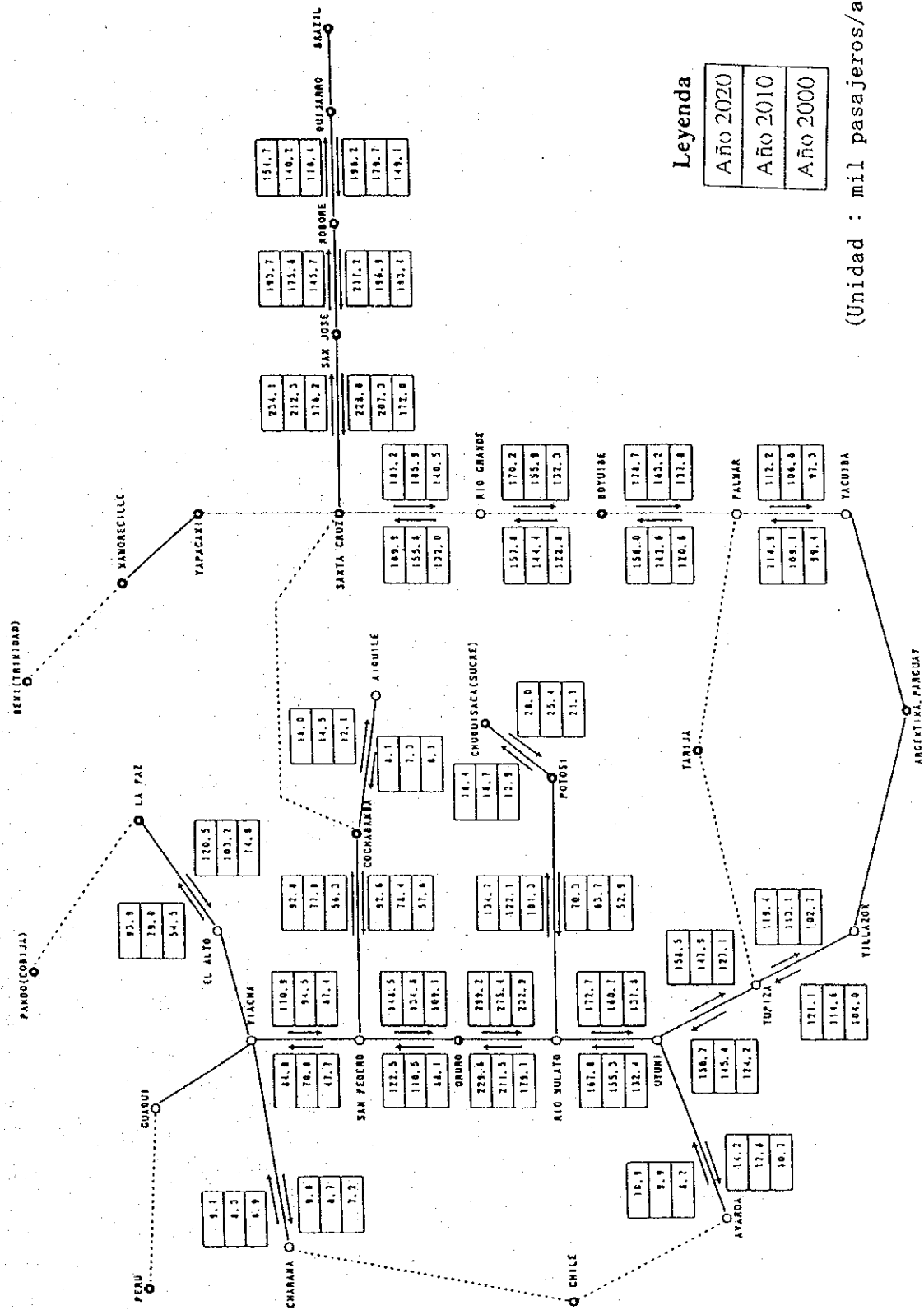


Figura 5-5 Volumen de Transporte Direccional de Pasajeros por Ferrocarril (Con Ejecución)

6. PLAN DE TRANSPORTE

6-1 CRITERIO PARA LA ELABORACION DEL PLAN DE TRANSPORTE Y CONDICIONES BASICAS

En las operaciones de transporte, lo más importante es garantizar la seguridad, si no hay accidentes se puede ofrecer un servicio estable de transporte que sea constante y sin atrasos, por ende, se obtiene la confianza de los pasajeros y de los consignadores de las cargas, incrementando al mismo tiempo la demanda. Además, en la ejecución del plan de transporte, se deberá considerar la utilización eficaz del personal, del material rodante, etc., para mejorar las operaciones y el servicio.

- (1) La velocidad máxima de los trenes será, entre Oruro-San Pedro para pasajeros de 95 km/hr y carga de 75 km/hr, de San Pedro-Cochabamba, para pasajeros 80 km/hr y carga de 65 km/hr.
- (2) El método de seguridad de Tráfico (conducción) será con el sistema de "Vía Libre-Papeletas" como en el presente. Actualmente, el tramo San Pedro-Tolapalca se encuentra como un tramo con bloqueo Admisible que se deberá cambiar a un Bloqueo Absoluto.
- (3) En la Estación actual de Cona Cona se construirá un desvío nuevo completo, por otro lado los desvíos existentes en las Estaciones de Changolla e Higuera serán retirados. Con estas medidas, este tramo aumentará la capacidad de la vía de 9 a 23 mínimamente.

6-2 PLAN DE TRANSPORTE

(1) Tren de pasajeros

Con el fin de activar la demanda y para la conveniencia de los pasajeros, el tren expreso (DC) y el tren ordinario (ómnibus) se ponen al servicio una vez al día (ida y vuelta). El tren expreso se opera de acuerdo con el movimiento de los pasajeros y el servicio entre La Paz y Cochabamba es directo, vía Oruro, mientras que el tren ordinario sirve entre Oruro-Cochabamba. El número de composición de coches se aumenta de acuerdo con el incremento del volumen de transporte. El resumen de esto se indica en el Cuadro 6-1.

Cuadro 6-1 Plan de Diagramación del Tren de Pasajeros

Clase de Tren y Otros	Capacidad de Transporte (1 viaje)								
	Año 2000			Año 2010			Año 2020		
	Nº de coches de Composición	Nº de Asientos	Capacidad de Transporte /año (1.000 Pasajeros)	Nº de Coches de Composición	Nº de Asientos	Capacidad de Transporte /año (1.000 Pasajeros)	Nº de coches de Composición	Nº de Asientos	Capacidad de Transporte /año (1.000 Pasajeros)
Expreso	3	164	42	4	228	58	4	228	58
Ordinario	2	120	31	2	120	31	3	184	47
Total	5	284	73	6	348	89	7	412	105
Previsión de la Demanda	Descendente 56.268 Pasajeros			Descendente 77.800 Pasajeros			Descendente 92.789 Pasajeros		
	Ascendente 57.601 Pasajeros			Ascendente 78.406 Pasajeros			Ascendente 92.563 Pasajeros		

(2) Tren de cargas

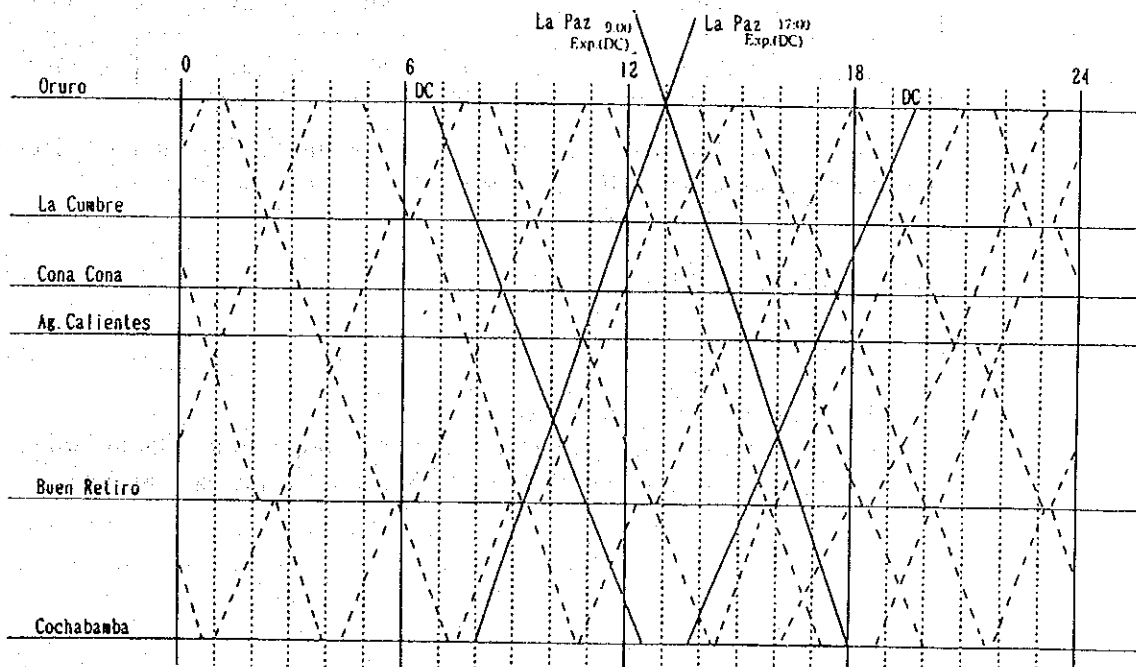
El tren de cargas se opera directamente entre Oruro-Cochabamba. La locomotora es del tipo 1000, la tracción para el tren de subida es de 600 toneladas y solamente en el sector de pendiente Buen Retiro-La Cumbre la operación se hace con doble locomotora múltiple, mientras que para el tren de bajada es posible la tracción de hasta 800 toneladas. En el cuadro 6-2 se muestra el plan de diagramación de trenes de cargas.

Cuadro 6-2 Plan de Diagramación Tren de Cargas

Según Tren de Subida o Bajada	Capacidad de Transporte por Tren			Toneladas que se pueden Transportar al Año					
	Constante Tracción	Promedio de Coches Traccionados	Toneladas de Transporte por Tren	Año 2000		Año 2010		Año 2020	
				Nº de Trenes	Capacidad de Transporte Anual	Nº de Trenes	Capacidad de Transporte Anual	Nº de Trenes	Capacidad de Transporte Anual
Subida	600 t.	13,3	360 t.	5	657/1.000 tons.	6	788/1.000 tons.	8	1.051/1.000 tons.
Bajada	800 t.	18,0	420 t.	5	767/1.000 tons.	6	921/1.000 tons.	8	1.228/1.000 tons.
Previsión de la Demanda	Cochabamba - Oruro			563.878 tons.		779.737 tons		989.780 tons	
	Oruro - Cochabamba			178.274 tons.		269.408 tons		399.342 tons.	

En la figura 6-1 se muestra el diagrama de Trenes para el año 2020 como ejemplo.

Figura 6 - 1 Itinerario de Tren año 2020 (Plan)



El itinerario de operación y su velocidad teórica se muestran en el cuadro 6-3. Los trenes de carga para el año 2000, todavía existe un tramo en precaución (en ejecución) sin embargo para el año 2005 a la conclusión de las obras todas las restricciones serán eliminadas

Cuadro 6-3 Tiempo de operación y Velocidad Teórica entre Oruro y Cochabamba

Tipo de Tren		Subida Bajada	Tiempo de Operación Hr:min	Tiempo de estacionado Min.	Llegada Hr:min.	Velocidad Teórica km/h
Tren de Pasajero	Expreso	Bajada	4 : 53	7	5 : 00	42.2
		Subida	4 : 52	6	4 : 58	42.4
	Ordinario	Bajada	4 : 57	26	5 : 23	39.2
		Subida	5 : 07	50	5 : 57	35.4
Tren de Carga	Año a la Conclusión de las Obras	Bajada	5 : 14	38	5 : 52	35.9
		Subida	5 : 30	42	6 : 12	34.0
	Año Limitaciones Parciales	Bajada	5 : 33	46	6 : 19	33.4
		Subida	5 : 47	52	6 : 39	31.7

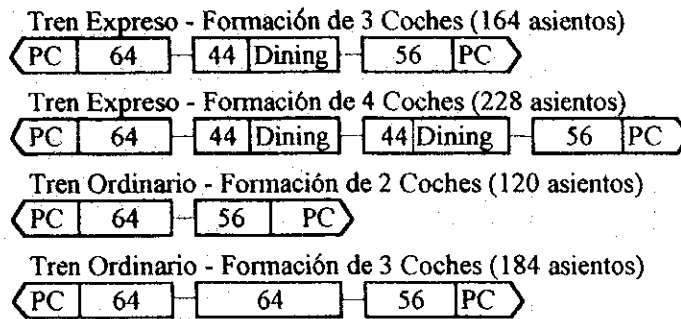
Nota: Estaciones de Parada, Expreso 3 estaciones, Ordinario 21 estaciones, Tren de carga su parada será en la Cumbre y Buen Retiro y otras estaciones.

6-3 PLAN DE MATERIAL RODANTE

(1) Plan de material rodante

1) Coches tractivos (coche-motores)

Todos los coches serán de equipo tractivo y en ambos extremos de la formación tendrá el puesto conducción (P.C). En la figura 6-2 se indica el resumen.



Referencias:

P.C.- Puesto de Conducción

Las cifras indican el número de asientos

Figura 6-2 Resumen de la Formación de Coches Diesel

- 2) Locomotora
La locomotora que se utilizará es del tipo 1000, locomotoras Diesel Eléctricas (LDE). Cuando la operación es con dos locomotoras, el control es múltiple.
 - 3) Vagones de Carga
Como vagones de carga se utilizarán las mismas, que actualmente se usan en la Red Andina.
- (2) Cantidad necesaria y plan de aumento de coches
En el cuadro 6-4 se indica la cantidad necesaria de coches para el servicio entre Oruro- Cochabamba, así como las cantidades que se piensa aumentar en el futuro y su costo de inversión.

El material Rodante, esta previsto para la utilización en toda la Red Andina, pero de acuerdo a la elevación del uso eficiente, inspecciones y reparaciones apropiadas es posible la disminución de material rodantes nuevo.

La ENFE, de acuerdo a otro proyecto debe considerar la renovación de su material rodante deteriorado, elevación de la eficacia en las inspecciones y reparaciones, etc, es deseable que el problema del material rodante sea considerado en algún programa inmediatamente.

**Cuadro 6-4 Material Rodante Necesarios, Aumento y Monto de Inversión
para el Tramo Oruro - Cochabamba**

Año	Cantidad de Material Rodante			Aumento de material Rodante			Monto de Inversión (x mil \$us)
	Locomotora	Coche Tractivo	Vagones de Carga	Locomotora	Coche Tractivo	Vagones	
1992	3	5	284 (254)				
2000	9	6	650 (552)	6	1	298	27.120
2005	10	6	901 (766)	1		214	10.960
2008	10	7	901 (766)		1		800
2011	11	7	975 (871)	1		105	6.600
2017	13	7	1.148 (976)	2		105	9.000
2018	13	8	1.148 (976)		1		800
Parcial Aumento de Material Rodante				10	3	722	
Precio Unitario (mil \$us)				2.400	800	40	
Monto de Inversión (mil \$us)				24.000	2.400	28.880	55.280

Nota: la columna () de vagones de carga en las cantidades de Material Rodante, no incluye las cantidades de Vagones de Carga Privados.

7 PLAN DE INSTALACIONES

7-1 ESPECIFICACIONES VARIAS

Las normas utilizadas en el Plan de Instalaciones son las siguientes:

Gálibo de obra	Tal como se muestra en la Figura 7-1
Gálibo de material rodante	Tal como se muestra en la Figura 7-1
Ancho de la plataforma	5,20m (Figura 7-2)
Cargas brutas de tráfico	Cooper E-40 (Figura 7-3)

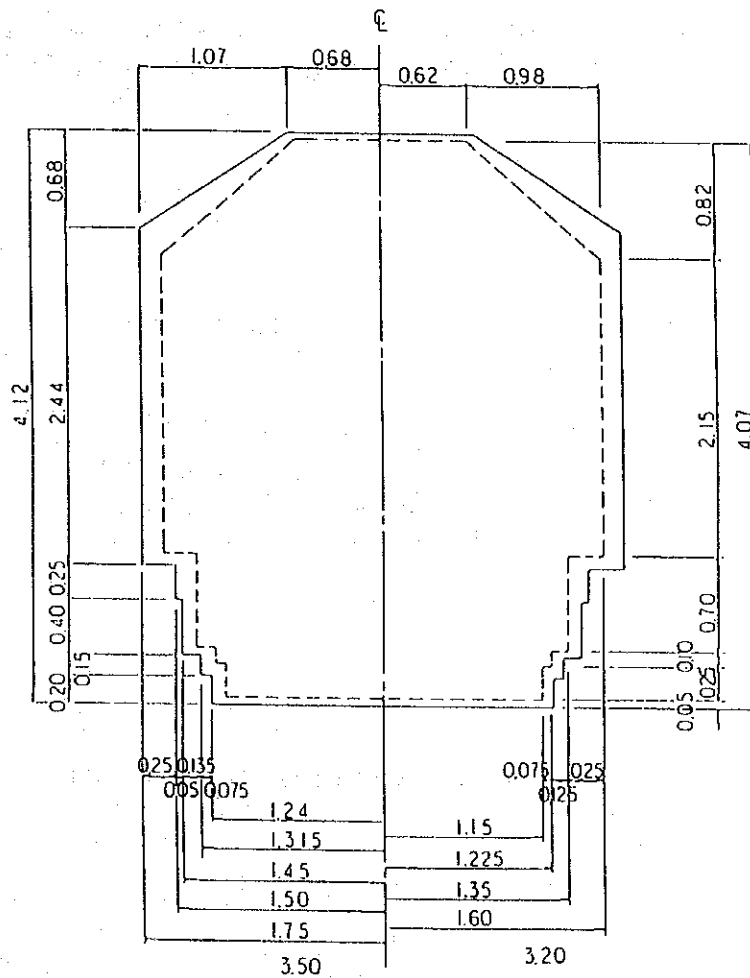
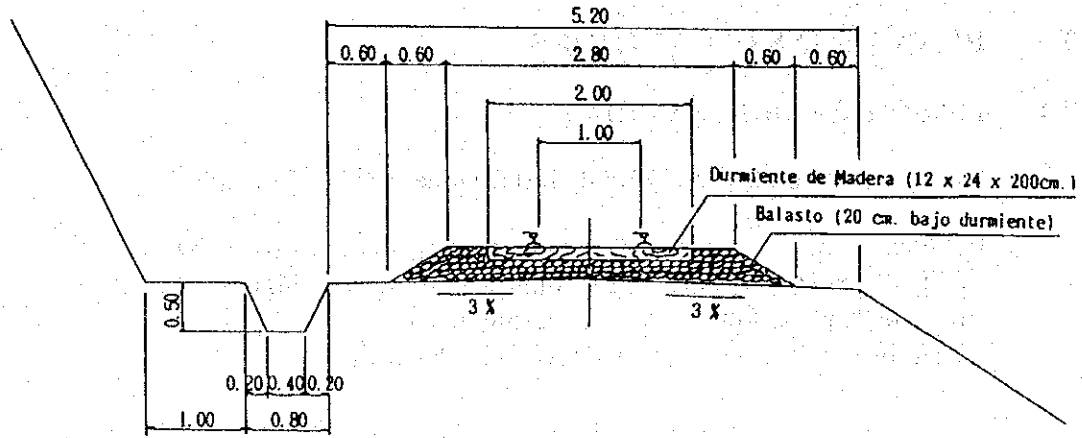


Figura 7-1 Galibo de Obra y Material Rodante



(Unidad : m)

Nota : Con el fin de mantener la trocha, en los radio de curvatura $R \leq 200m$ se fijan placas de asiento.

Figura 7-2 Estructura del Asiento de Rieles

(COOPER E-40)

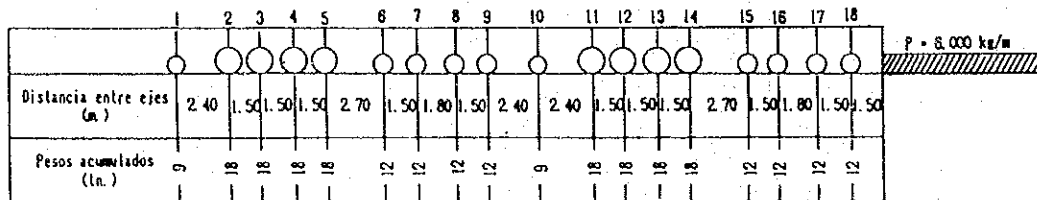


Figura 7-3 Cargas Brutas de Tráfico

7-2 ESTRUCTURAS

En la elaboración del plan de estructuras, se refleja los resultados de las investigaciones de campo y discusiones con la contraparte boliviana y además, se considera suficientemente los aspectos de seguridad, económicos, de ejecución de los trabajos y de administración y mantenimiento, etc. Principalmente, se ha planificado en base a obras de movimientos de tierra (corte, terraplén) en la cual la ENFE tiene suficiente experiencias de ejecución, en los lugares que cruzan las quebradas o ríos, de acuerdo a la diferencia de nivel entre la vía y el terreno original se ha proyectado puentes y túneles artificiales según sea el caso.

También, en los lugares donde la magnitud de corte es muy grande, se programó un túnel de montaña, previo estudio del terreno.

(1) Infraestructura de Vía (Cortes y Terraplén)

1) Sectores de cortes

La gradiente de los taludes de cortes, están de acuerdo a las variaciones de las condiciones geológicas del sector, pero como norma para los sectores de rocas sera: 1:0,2, y zonas de tierras sedimentadas una inclinación de 1:0,5.

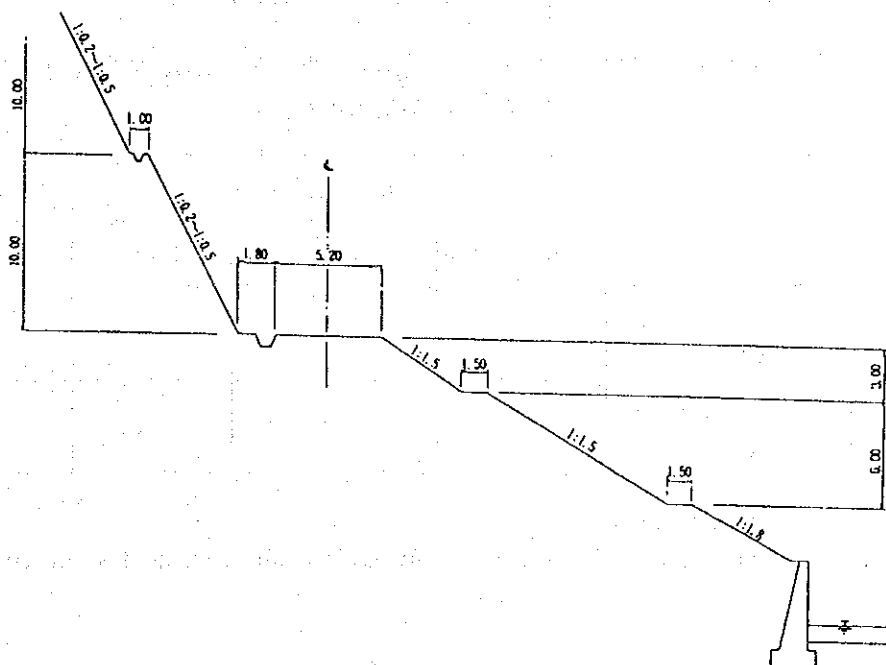


Figura 7-4 Sección Normal de Cortes y Terraplenes (Unidad : m)

La gradiente de los taludes de terraplenado, varía de acuerdo al material principal de relleno, de aquí que los materiales generados de los sectores de cortes (como tierra, arena y materiales sedimentados de los ríos) serán utilizados como material para terraplenado, la inclinación será de 1:1,5 hasta una altura de 9m. y en casos de mayores a 9m. de altura serán menores proporcionalmente de acuerdo a su altura, esto se establece como norma. Además, se consideran sectores de 1,50m. para evitar los derrumbes del talud.

(2) Puentes

Con respecto a los tramos metálicos de los puentes, se utilizarán fundamentalmente las vigas existentes para tratar de disminuir el costo de construcción. Los tramos existentes, serán los generados de la línea Cochabamba después de haber modificado la ruta, tramos metálicos de la línea Yapacaní actualmente clausurada, y que no se prevé su futuro habilitación, y vigas estocadas en Oruro y otros lugares.

Sin embargo, no se ha definido hasta el momento la reutilización de las vigas existentes en la línea Yapacaní, por tanto se analizan 2 casos, uno con la reutilización y otro sin la reutilización de las vigas del Sector Yapacaní.

1) Reutilización de Vigas Existentes.

En el Cuadro 7-1 se muestra las proporciones respecto al total de tramos metálicos de las vigas a ser reutilizado y vigas nuevas.

Cuadro 7-1 Proporción de Vigas a ser Reutilizada respecto a la cantidad de Vigas

	Cantidad de Vigas			Proporción de vigas Reutilizadas (%)
	Reutilización	Nuevos	Total	
Caso de Reutilización de la Línea Yapacaní	73	7	80	91
Caso de No reutilizar las vigas de la línea	52	28	80	65

2) Tipos de Vigas Largas

La clasificación por Puentes de luz considerable se tiene descrito en el cuadro 7-2.

Cuadro 7-2 Clasificación de Puentes de Luz considerable

Luz	Cantidad de Puentes	
	Reutilización	No Reutilizar
$L \leq 10 \text{ m}$	43	52
$10\text{m} < L \leq 20\text{m}$	12	10
$20\text{m} < L \leq 30\text{m}$	15	8
$30\text{m} < L \leq 50\text{m}$	1	1
$50\text{m} < L \leq 100\text{m}$	2	2
$100\text{m} < L \leq 200\text{m}$	2	1
$200\text{m} < L \leq 250\text{m}$	1	2
Total	76	76

El esquema de puente sobre el Río Changolla de luz máxima se muestra en la Figura 7-5.

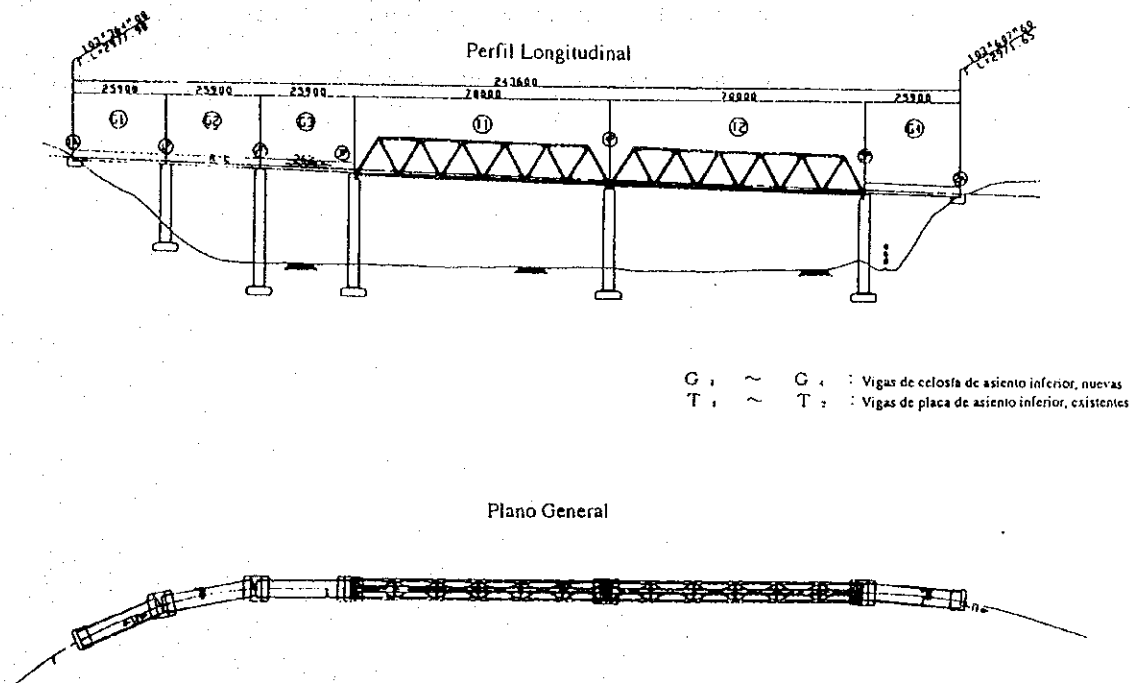


Figura 7-5 Plano del Puente Río Changolla

Sin embargo, en el plan de mejoramiento 5, incluye los puentes (8 lugares) proyectados y en ejecución por ENFE.

(3) Tunnel

Los túneles, se proyectaron como túneles artificiales y túneles de montaña, de acuerdo al estado del terreno y la altura de recubrimiento, si clasificamos estos túneles por longitudes tenemos lo mostrado en el Cuadro 7-3.

Cuadro 7-3 Clasificación de Túneles por su longitud

Longitud del Tunnel	Cantidad de Túneles	
	Artificiales	de Montaña
$L \leq 50\text{m}$	2	-
$50\text{m} < L \leq 100\text{m}$	2	-
$100\text{m} < L \leq 150\text{m}$	2	1
$150\text{m} < L \leq 200\text{m}$	1	-
$200\text{m} < L \leq 300\text{m}$	1	-
$300\text{m} < L \leq 400\text{m}$	1	-
Total	9	1

Las secciones de los Túneles Tipo se muestran en las Figuras 7-6 y 7-7.

En las secciones de Túneles Tipo, se considera a un lado un pasaje peatonal (70 cm).

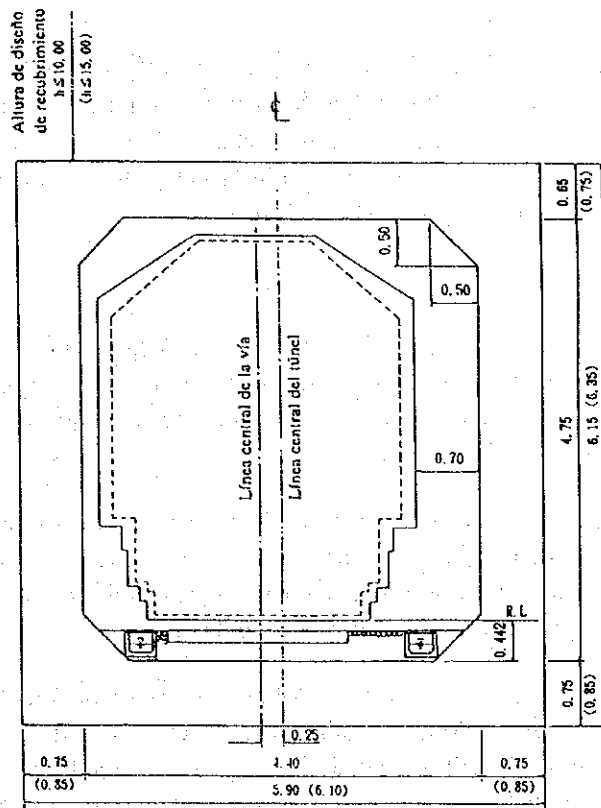


Fig. 7-6 Sección Tipo del Túnel Artificial

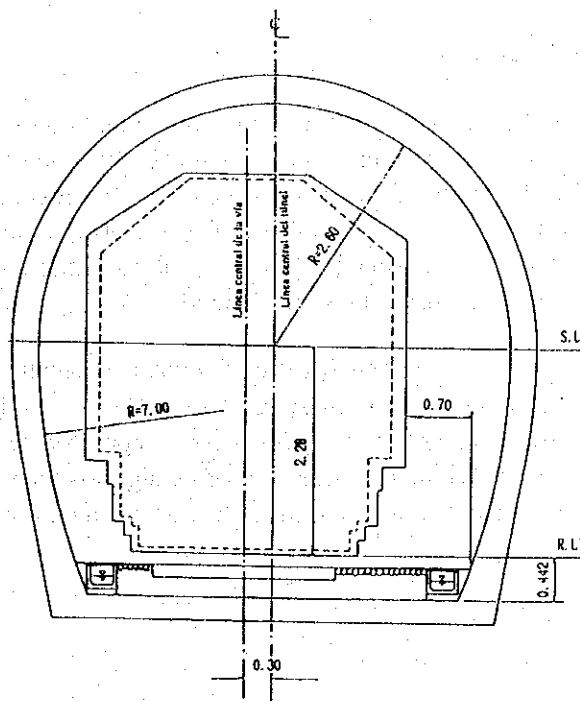


Fig. 7-7 Sección Tipo del Túnel de Montaña

7-3 VIAS

La línea entre Oruro-Cochabamba se origina en la estación de San Pedro que es la estación anterior a Oruro del tramo La Paz - Oruro y pasa por la estación de Aguas Calientes (85k 364m.) que es un sector donde ocurren frecuentemente desastres hasta la estación de Irpa Irpa (140k 928m.) sigue hasta la estación de Cochabamba (204 k 850 m) y termina en la estación de Aiquile (419k 649m.).

(1) Estado de la Vía

El estado de conservación de la vía, con excepción del sector donde ocurren frecuentemente desastres, se puede decir que puede tolerar la operación actual de los trenes, pero con el fin de estabilizar el servicio, es necesario mejorar sub-base de las rieles con balasto.

Además de los sectores donde ocurren desastres, en ciertas partes a lo largo de la ribera se nota el deterioro de la base de la vía a causa de las inundaciones por la elevación del lecho del río y también existen sectores donde el peligro de derrumbe de las obras de protección por la corriente del río.

En la Figura 7-8 se muestra los sitios donde ocurrieron accidentes de trenes, etc., a causa de la deficiencia de las instalaciones en el tramo de Oruro - Cochabamba, durante el periodo de 1990 - 1993. Se nota que la mayoría de los accidentes se concentran en el tramo de la nueva ruta, especialmente en los sectores de 66 - 80 km y 145 - 153 km.

Esto se debe a que son sectores de montaña y el trazado de la vía es muy sinuoso, por lo cual ocurren muchos accidentes.

(2) Mantenimiento de las Vías.

En la línea Oruro - Cochabamba, el distrito de mantenimiento de Oruro se encarga de mantener la vía hasta el km 85 y hasta el Tin Tin el distrito de Parotani se encarga de éstos trabajos. Desde el punto de vista global de la Red Occidental (Andina) se cuenta con un número de personal relativamente elevado porque se incluye sectores de desastres. Sin embargo, la distribución del personal de mantenimiento es sumamente reducido pues se calcula entre 0,22 - 0,25 personas/km.

Se debe mencionar que actualmente el método de mantenimiento de las vías se trabaja en base de la percepción o sexto sentido de costumbre tradicional y las máquinas o equipos de mantenimiento son anticuados. Ciertos aparatos de medición de las vías son modernos, pero la realidad es que solamente algunos técnicos los han utilizado de ensayo y los trabajadores que se encargan del mantenimiento no saben ni entienden cómo manejarlos.

Tramo San Pedro - Cochabamba

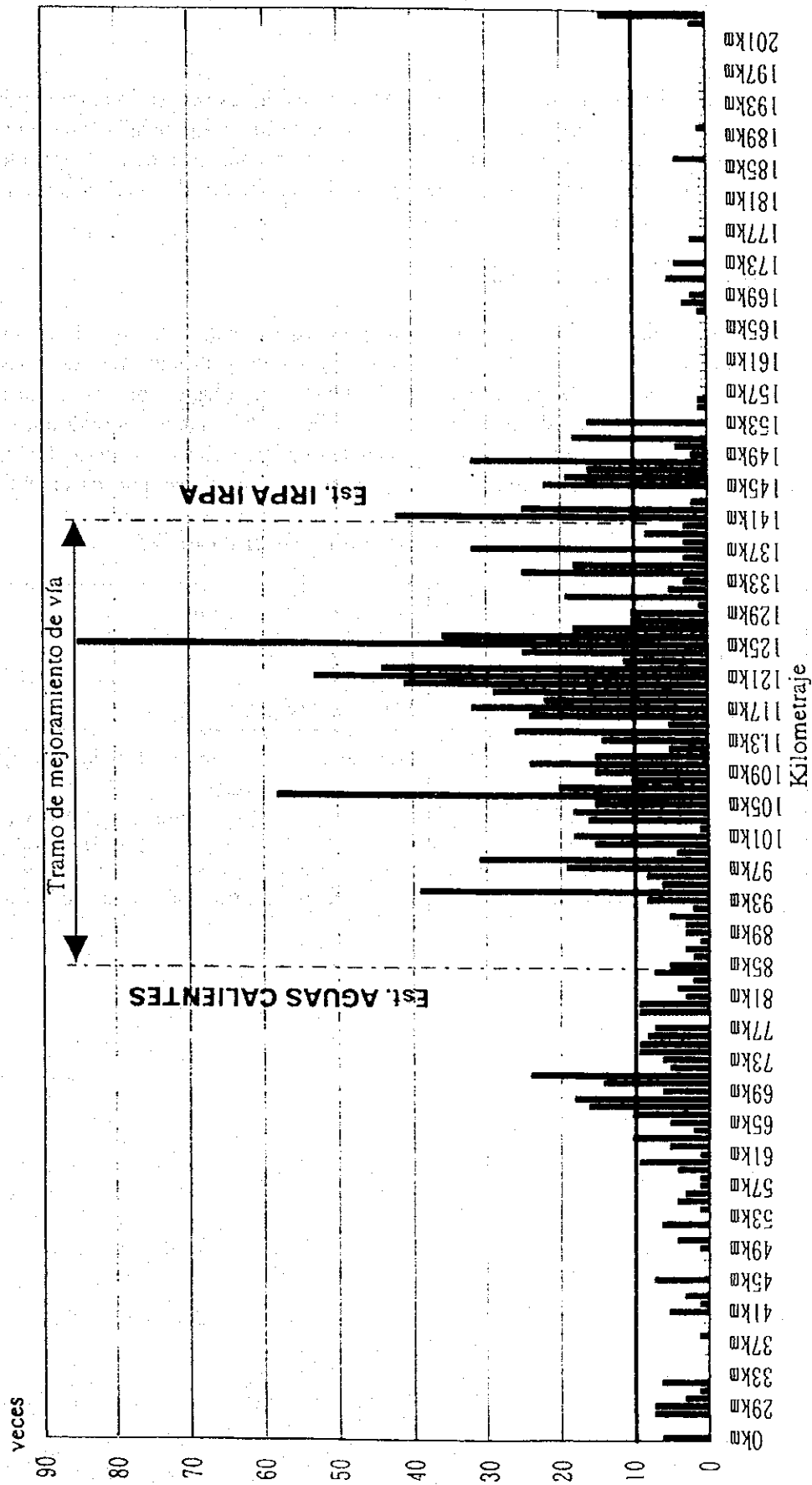


Figura 7-8 Cantidad Total de Desastres/Accidentes(1990 a 1993)

Para el mejoramiento urgente de esta situación, es necesario la modernización del mantenimiento de la vía. Especialmente es de suma urgencia la capacitación externa (Expertos en Vías) y elevar la técnica de mantenimiento de los trabajadores en vía. Es deseable que reciban Expertos en mantenimiento de vía de países adelantados, para desarrollar la modernización.

(3) Plan de Mejoramiento de Vía

Se ha planificado la ejecución el mejoramiento de la estructura de vía en base a las normas descritas en el cuadro 7-4, en los sectores donde esta vez se realizarán las modificaciones de vías entre Aguas Calientes e Irpa Irpa. Con una longitud de vía de 55 km aproximadamente y el sector fuera del mencionado donde se originan accidentes concentrados de descarrilamiento y otros. El sector fuera del tramo Aguas Calientes e Irpa irpa donde ocurren muchos accidentes se muestra en el Cuadro 7-5.

Cuadro 7-4 Normas de estructura de Vía

Items	Contenido
Tipo de Riel	Mayor de 75 lb.
Cambio de Vía	Mayor a 8 (cambio normal)
Tipo de Durmiente y Cantidad	Durmiente. Espaciamiento Normal 1,500 pza/km Espaciamiento en Vía Curva 1,567 pza/km (R<=600m)
Balasto de Vía y Espesor	Piedra chancada, espesor mayor de 200mm

Cuadro 7-5 Sector de Concentracion Accidentes

Sector	Longitud de Vía	Cantidad Generada
63 ~ 64 km	1 km	10 Casos
66 ~ 69 km	3 km	46 casos
70 ~ 72 km	2 km	38 casos
Sector de Mejoramiento	(55 km)	(974 Casos)
141 ~ 143 km	2 km	67 casos
145 ~ 149 km	4 km	103 casos
151 ~ 152 km	1 km	18 casos
153 ~ 154 km	1 km	23 casos
Total	14 km	305 casos

(4) Plan de Mejoramiento de Equipos y Herramientas para Vía

Actualmente la estructura de la vía es balasto de tierra por lo que no se tiene maquinaria, equipos de mantenimiento para balasto de piedra. De acuerdo al mejoramiento que se realizará en ésta oportunidad, la cuadrilla encargada de la línea Cochabamba del distrito de mantenimiento de Oruro y también para la cuadrilla del distrito de Parotani, se introducirá maquinaria y equipos descritos en el Cuadro 7-6. Además, aunque concluya el mejoramiento de vías, los desastres no desaparecerán, se prevé que todos los años, durante la época de lluvias sucederán desprendimientos o derrumbes de tierra y piedras en la vía, debajo los puentes y sobrecarga en los túneles, para mantener éstas estructuras es necesario introducir maquinarias pesadas para eliminar y retirar las mazamoras

Cuadro 7-6 Plan de Introducción de Maquinarias Equipos de Mantenimiento

Maquinaria / Equipo	Tipo	Distrito de Oruro	Distrito de Parotani	Nota
Tirafondeadora	Hidráulico	2 unid.	4 unid.	Con motor eléctrico
Cortadora de Rieles	Eléctrico	1 unid.	2 unid.	Con motor eléctrico
Perforadora de Rieles		1 unid.	2 unid.	Con motor eléctrico
Soldador de Rieles	TERMIT	1 jgo.	2 jgo.	
Bateadora	4 Jgos.	2 jgo	4 jgo.	Con motor eléctrico
Bulldózer	CAT - D7G		5 unid.	
Tractor Neumático	CAT - 814		2 unid.	
Excavadora	CAT - 966		2 unid.	

7-4 ESTACIONES

(1) Plan de mejoramiento de estaciones

El tramo de Aguas Calientes - Irpa Irpa donde se realizará el mejoramiento, todavía no se ha modificado ni mejorado las instalaciones aunque ya se hizo el cambio de la fuerza motriz. En lo sucesivo se plantea eliminar todas las instalaciones que no sean necesarias.

La longitud de vía útil en la playa de las estaciones, es necesario 300m como mínimo, actualmente en las estaciones donde se realiza maniobras, ésta condición es más o menos satisfactoria. En el tramo de Aguas Calientes - Irpa Irpa donde se modificará la ruta, existen estaciones que van a ser suprimidas debido al cambio de ubicación de las estaciones y por la selección de ruta. Las Estaciones que serán anulados sus desvíos son en las estaciones de Changolla e Higuera.

En la Figura 7-9 se muestra en forma esquemática el mejoramiento de cada estación, entre Aguas Calientes e Irpa Irpa.

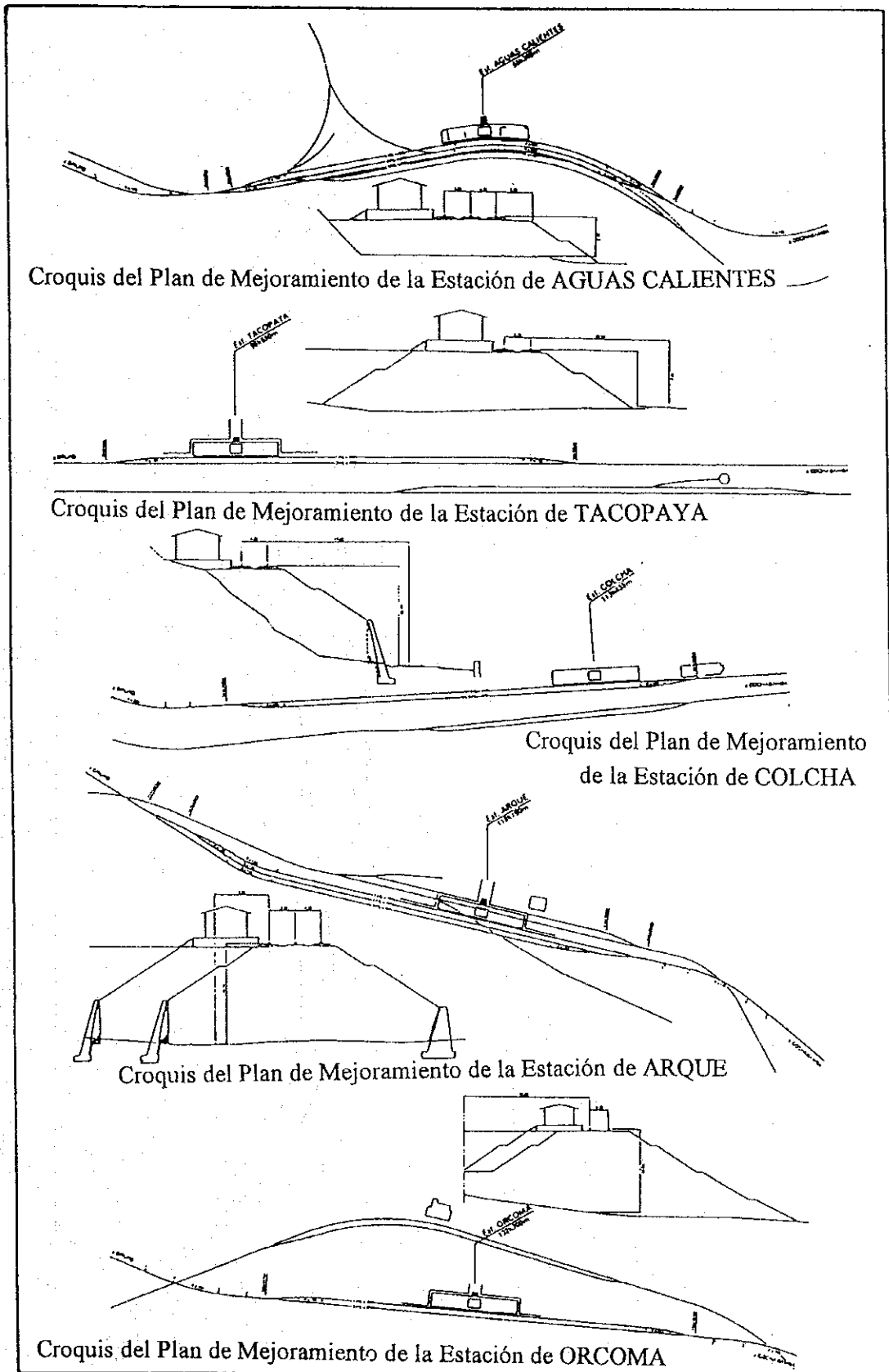


Fig. 7-9 Esquema de Mejoramiento de las Estaciones

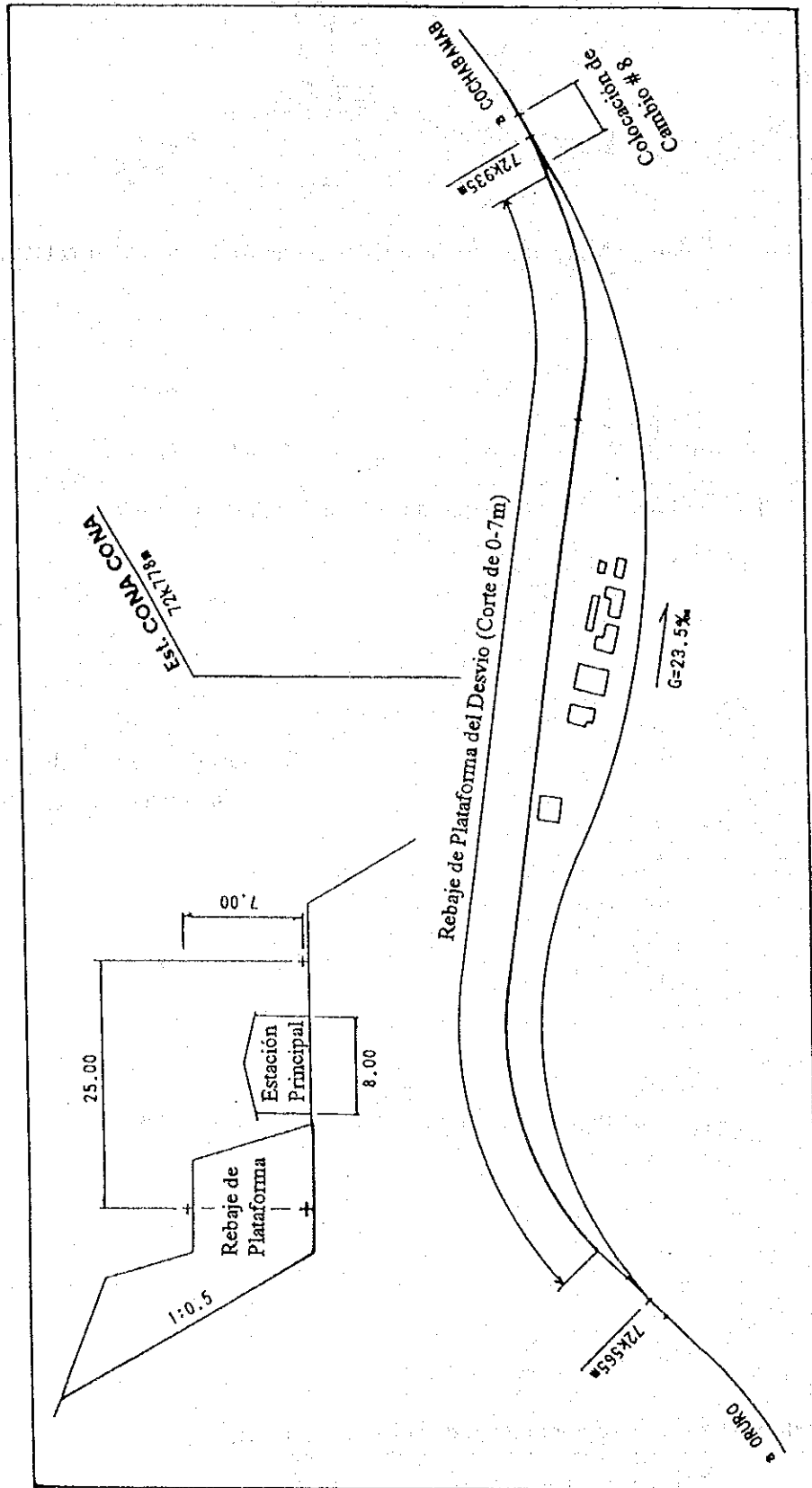


Figura 7-10 Corquis del Plan de Mejoramiento de la Estación de Cona Cona

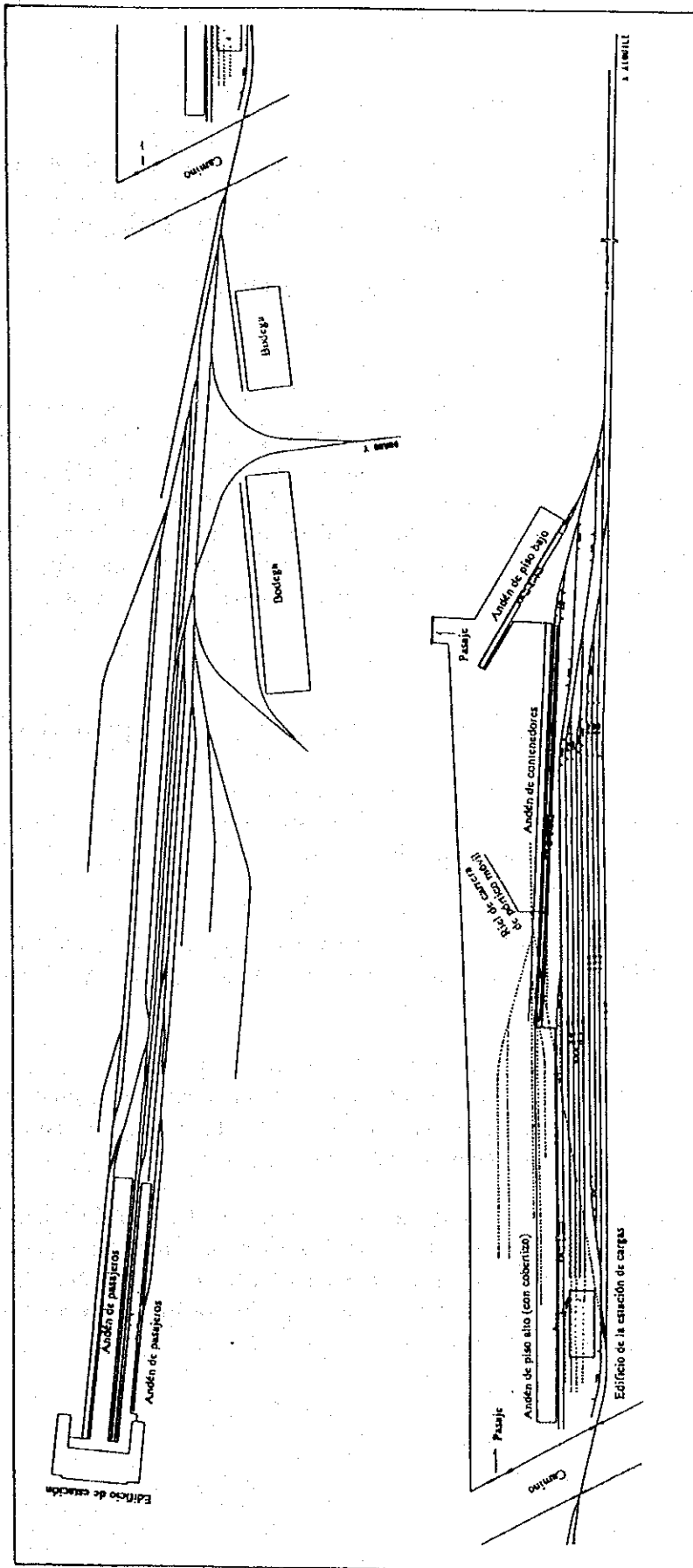


Figura 7-11 Croquis de Distribución de Vías en la Estación de Cochabamba (Instalaciones del Intermodal)

(2) Mejoramiento de la Estación Cona Cona

La estación de Cona Cona con posibilidad de mejoramiento de su desvío, se ubica casi en el centro del sector La Cumbre - Aguas Calientes donde la capacidad de la vía es insuficiente y de ésta manera se asegura la capacidad de transporte entre San Pedro - Cochabamba.

En la Figura 7 -10 se muestra el esquema del Plan de mejoramiento.

(3) Instalación Intermodal

Actualmente, como no existe conexión entre la Red Occidental (Andina) y la Red Oriental para realizar el transporte integral de cargas, haciendo la conexión de ambas redes en las estaciones de Cochabamba y Santa Cruz (Guaracachi) se está construyendo instalaciones exclusivas para el transbordo de las cargas. En la estación de Cochabamba al ser eliminado el depósito de locomotoras se ha estudiado y analizado cambiar la distribución de las diversas instalaciones de cada carga. En el cuadro 7-11 se muestra un plano esquemático del Plan de mejoramiento.

7-5 INSTALACIONES DE SEÑALIZACION Y TELECOMUNICACION

En el tramo de Oruro - Cochabamba casi no hay instalaciones de señales, en las playas de las diversas estaciones solamente existen carteles indicadores de las direcciones de apertura ó cierre de los cambios de vía, y en los caminos donde hay paso a niveles tienen carteles de indicación.

Las instalaciones de telecomunicaciones, las líneas de alambre desnudo y de radio de alta frecuencia (HF), son las que se utilizan como instalaciones de seguridad y de información para la operación de trenes.

Actualmente, en todas las estaciones del tramo Oruro - Cochabamba, se está elaborando el plan de nueva construcción de las instalaciones de radiocomunicación de alta frecuencia VHF con la cooperación del Banco Mundial, este sistema será utilizado principalmente como sistema de comunicación inalámbrica entre trenes.

Las instalaciones de señales y telecomunicaciones en el sector de Mejoramiento entre Aguas Calientes e Irpa Irpa, considerando la frecuencia de tráfico de trenes y la frecuencia del uso de instalaciones, es suficientemente posible el control del tráfico de trenes con las instalaciones existentes, por lo tanto aquí se planificará solamente los traslados donde obstaculizan a la modificación de ruta.

(1) Instalación de señales

Donde no existen variantes se mantendrán los existentes, pero el tramo de modificación de ruta se trasladará los indicadores de cambio que presentan obstáculos en las playas de las estaciones correspondientes.

(2) Instalación de comunicación

Las instalaciones de comunicaciones, el tramo donde no exista mejoramientos, se mantiene las instalaciones existentes en el tramo de modificación de ruta, se trasladará la línea de comunicación de alambre desnudo que obstaculice. Al realizar el traslado del alambre desnudo, se debe elegir sitios o rutas donde se puede evitar los daños de derrumbes y facilite a los trabajos de control y mantenimiento de los mismos.

En este caso, la nueva ruta del alambre desnudo será en la ladera de la montaña a lo largo de la vía férrea de mejoramiento como principio.

(3) Cantidades de Traslado por Obstáculo de las Instalaciones de señalización-telecomunicación.

En el Cuadro 7-7 indica las cantidades de traslados de instalaciones por obstruir al sector de modificación de ruta.

Cuadro 7-7 Número de Traslados de Obstáculos de Instalaciones

Nombre de Instalación	Contenido	Cantidad	Observaciones
Señales	Señal de Cambio	17 jgos.	
Telecomunicación	Alambre Desnudo	35,5 km.	
	Teléfono	20 pzas.	

8. PLAN DE ADMINISTRACION Y OPERACION

8-1 ORGANIZACION Y PERSONAL

(1) Organización

La ENFE está formada por la Oficina Central, Red Andina y la Red Oriental. El Directorío de la Oficina central tiene el papel de decidir las políticas de la totalidad de la ENFE, la Red Andina y la Red Oriental tienen un sistema descentralizado como entidad ejecutora descentralizada, sin embargo, si observamos la organización de la oficina central, sus secciones y departamentos de administración por especialidades no se distinguen claramente con los de la Red Andina.

Esto es debido al desarrollo histórico de la formación de la ENFE, a que la oficina central y la Gerencia General están ubicadas en La Paz, etc., lo cual es inevitable por un lado. Es necesario administrar y operar funcionalmente la totalidad de la ENFE, estableciendo las secciones de administración simples y funcionales por sistema, como una oficina central.

(2) Personal

El personal de la ENFE, en el año 1990 contaba con 7.190 personas que es el año pico, luego se nota una reducción rápida, que en 1993, tiene 5.254 empleados, llevándose a cabo la gran racionalización que sobrepasa al 25% en 3 años. Este movimiento de los años 1992 y 1993 por cada Red, y por sectores se muestra en el cuadro 8-1.

Cuadro 8-1 Movimiento de la Cantidad del Personal de ENFE por Sectores
(Promedio Año)

Red	Occidental			Oriental		
	Año Sector	1992	1993	Movimiento	1992	1993
Administrativos	544,4	494,6	- 49,8	258,6	263,6	5,0
Proporción	14,8%	14,5%		13,8%	14,6%	
Operativos	3.126,3	2.920,4	- 205,9	1.611,1	1.575,0	- 36,0
Proporción	85,2%	85,5%		86,25%	85,7%	
Parcial	3.670,7	3.415,0	- 255,7	1.869,6	1.838,6	- 31,0
TOTAL ENFE				5.540,3	5.253,6	- 286,6

En comparación con la Red Andina, la tasa de reducción de la Red Oriental es baja, destacándose que por el contrario el personal del sector administrativo aumenta un poco. Naturalmente, no se puede evaluar el contenido de la reducción del personal, por esto, observando que la proporción entre el personal del sector administrativo sobrepasa el 14% del total, es algo excesiva en comparación con el caso del Japón, en las grandes compañías de ferrocarriles privados.

8-2 COSTO DE ADMINISTRACION Y OPERACION

(1) Establecimiento de Partidas y Unidades Básicas

El costo de Administración y Operación, se divide en 8 partidas, calculados previa definición de unidades considerando los más adecuados por cada una de las partidas. Cada ítem, se divide en costo de mano de obra y costo material, el costo de personal se refiere a la cantidad necesaria de personal y el costo material se refiere a las unidades necesarias para cada uno de los siguientes ítems de costos:

- | | |
|---|------------------------|
| 1) Administración General: | Cantidad de personal. |
| 2) Administración de Mantenimiento: | Coche - Kilómetro |
| 3) Administración de Transporte: | Volúmen de Transporte. |
| 4) Mantenimiento de Vía: | Coche - Kilómetro. |
| 5) Mantenimiento de Señales y Telecomunicaciones: | Tren - Kilómetro. |
| 6) Mantenimiento de Material Rodante: | Coche - Kilómetro. |
| 7) Tráfico y Movimiento: | Volúmen de Transporte. |
| 8) Tracción: | Vagon - Kilómetro. |

(2) Cálculo del costo de Administración y Operación

Se calcula el costo de Administración y Operación según el plan de transporte, plan de personal y unidad básica. En cuanto a la cantidad de personal necesaria para el servicio entre Oruro y Cochabamba después de la ejecución de la obra de mejoramiento, se muestra en el Cuadro 8-2.

Además en el Cuadro 8-3 se muestra la unidad básica establecida, como en el Cuadro 8-4 se muestra el resultado del cálculo del costo de Administración y Operación.

Cuadro 8-2 Plan de Personal

Año	2000	2010	2020
Sector Operativo	433	465	481
Sector Administrativo	49	52	54
Total	482	517	535

Cuadro 8-3 Unidad Básica

(Unidad:boliviano)

Partida	Unidad Básica	
Gastos de Mano de Obra	20.257/persona	(Número del personal)
Administración y Gastos Generales	15.607/persona	(Número del personal)
Administración de Mantenimiento	0.096/km	(Vagon-kilómetro)
Administración de Transporte	2.723/mil personas-toneladas-km	(Volumen de Transporte)
Mantenimiento (Año 2000)	0.055/km	(Vagon-kilómetro)
(Después del año 2010)	0.045/km	(Vagon-kilómetro)
Señales y Telecomunicaciones	0.069/km	(Tren-kilómetro)
Mantenimiento de Material Rodante	0.174/km	(Vagon-kilómetro)
Tráfico y Movimiento	5.368/mil personas-toneladas-km	(Volumen de Transporte)
Tracción	0.553/km	(Vagon-kilómetro)

Cuadro 8-4 Costos de Administración y Operación

(unidad: mil bolivianos)

Ítem		Año		
		2000	2010	2020
Número del Personal (personas)		482	517	535
Volumen de Transporte mil personas.Toneladas/km.		176,829	249,120	326,001
Vagon - kilómetro (mil km)		11,960	14,379	19,018
Tren - kilómetro (mil km)		1,077	1,231	1,539
Costo de Mano de Obra		9,764	10,473	10,838
Gastos de Material	Administración y Gastos Generales	7,522	8,069	8,350
	Administración de mantenimiento	1,152	1,385	1,832
	Administración de Transporte	482	678	888
	Vía y Obras	660	641	848
	Señales y Telecomunicaciones	75	86	107
	Maestranzas	2,078	2,498	3,304
	Tráfico y Movimiento	949	1,337	1,750
	Tracción	5,412	6,507	8,606
Costo Material Total		18,330	21,201	25,684
Total General		28,094	31,674	36,522

8-3 CAPACITACION Y FORMACION

Se dará cumplimiento a la ejecución en forma regular del presente plan de mejoramiento, posterior a la conclusión de la obra para que no surjan obstáculos en la operación y es necesario realizar la educación y formación por sectores separados como describimos a continuación:

(1) Tráfico y Movimiento

El punto crítico actual de ENFE, es la existencia de cantidades de accidentes de descarrilamiento y otros, por el momento es de suma urgencia e indispensable realizar la capacitación en seguridad y educación técnica. Además el método de manejo del sistema de comunicación VHF, establecer el régimen de comunicación de informaciones con el sistema anterior, por lo tanto es necesario ser diligentes en el aprendizaje de lo mencionado arriba.

(2) Instalaciones

Con la situación actual de la administración de la vía de la ENFE, no es lo satisfactorio, y para mejorar esta situación, es necesario la actualización (arreglo) inmediato de las normas de conservación de la vía como el método de trabajo, procedimientos, etc., realizar la capacitación completa de los capataces de obra, y que todo esto se refleje en los trabajos de mantenimiento en sitio.

Además, el estado de las estructuras tampoco están comprendidas su calidad (analizadas), por lo que se generan accidentes, etc. que obstaculizan el tráfico de los trenes. Es deseable que se prepare y guarde Registros de Obras que incluya los datos de ejecución por estructuras independientes, también en lo sucesivo se tiene que ordenar los datos básicos de control y conservación de las estructuras.

9 PLAN DE EJECUCION DE TRABAJOS

9-1 MONTO DE INVERSION

- (1) Condiciones previas para el cálculo del monto de inversión
Para el cálculo del monto de inversión, se calculó con las siguientes condiciones previas:

1. El monto de inversión, se cálculo para los 2 casos A y B.

* Monto de Inversión A: Tramos metálicos (aprox. $W=1.300\text{ton}$) a ser reutilizados de la línea Yapacaní, ENFE retirará directamente para ésta obra, los costos de retiro y transporte son considerados en el monto.

* Monto de Inversión B: En caso de que los tramos metálicos no sean posibles de retirar, se considera el monto como tramos metálicos a ser fabricados en su totalidad.

2. El costo de obra se divide en, porción en moneda extranjera y moneda local, calculados todos en dólares americanos.

3. El costo de obra, se compone de costo de mano de obra, materiales (incluye costo de alquiler de maquinarias), gastos generales, etc., calculados por ítem de obra.

4. El costo de obra, se calcula con precios de septiembre de 1994 actual, en el costo no se considera la elevación de precios (inflación).

5. El tipo de cambio de las divisas extranjera es:
1 \$US (dólares americanos) = Bs. 4,65 (bolivianos)
1 \$US (dólares americanos) = 100 (yen)

6. Las maquinarias, equipos, materiales, etc. considerados en moneda extranjera, serán a precio CIF.

7. La mano de obra de todos los ítems, todos serán en moneda local.

8. El cálculo final, se considerará la utilización de productos nacionales principalmente.

9. Para absorber los imprevistos en la ejecución de obra, se adiciona un monto del 10% del costo de Obra como contingencias.

10. El costo de obra relacionadas se conforman por, levantamientos topográficos, estudio geológico y Servicio de Ingeniería I y II. El servicio de Ingeniería I, comprende el costo de los diseños de detalles de las estructuras, que corresponde al 4% del costo de construcción de la obras civiles, vías y edificios. Además el servicio de Ingeniería II, comprende al costo de control de ejecución en obra por la consultora, que corresponde al 10% del costo

directo (excluye los costos de terreno y contingencias).

11. Con respecto a las maquinarias para mantenimiento y maquinarias para la obra, corresponde los costos de los diferentes tipos de maquinarias y equipos que se muestra en el Cuadro 9-1

Cuadro 9-1 Maquinarias para mantenimiento y para obras.

Maquinaria para Mantenimiento		Maquinaria para la Obra	
Buldozer	Tirafondadora	Autocarriles para la obra	Planta de concreto
Tractor a neumático	Cortadora de Rieles	Carros planos	Carro bombeador de Concreto
Pala Cargadora	Perforadora de Rieles	Vagones Balasteras	Carro transportador de concreto y otros
Bateadora	Soldador de Rieles		

12. En la figura 9-1 se muestra la formación del monto de inversión

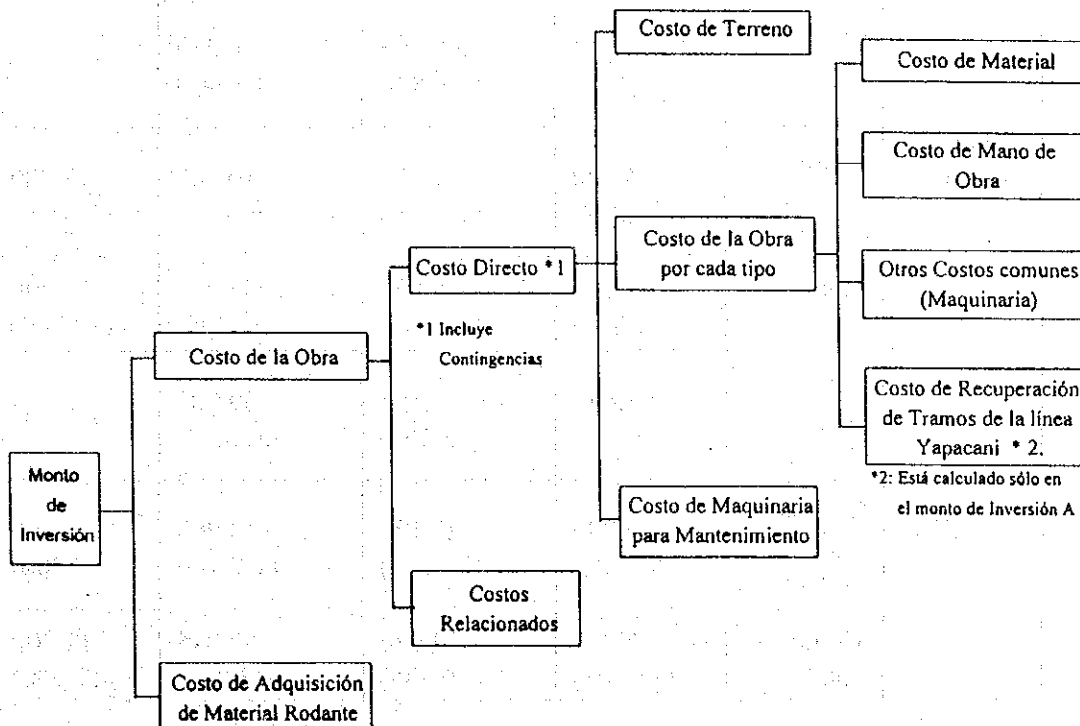


Fig. 9 - 1 Formación del Monto de Inversión

(2) Método de cálculo del monto de inversión

1. Monto de inversión A: Caso de reutilizar los tramos metálicos de la línea Yapacaní.
El monto total de inversión, incluye el costo del material rodante, siendo aproximadamente \$us 141 millones, del cual el monto de inversión referentes a instalación sobre la superficie es aproximadamente \$us 86 millones (en la 1ª etapa aproximadamente \$us 50 millones y \$us 36 millones en la etapa II).
2. El monto de inversión B, caso de no reutilizar los tramos metálicos de la línea Yapacaní,
El monto total de inversión, incluye el costo del material rodante, siendo aproximadamente \$us 14.7 millones, del cual el monto de inversión referente a instalaciones sobre la superficie es aproximadamente \$us 92 millones (etapa I, aproximadamente \$us 53 millones, Etapa II \$us 39 millones).

El monto de inversión es como se muestra en el Cuadro 9 - 2.

Cuadro 9 - 2 Monto de Inversión

Unidad: Mil \$us

Item	Sector	Monto de Inversión	Obra Etapa I 1996 ~ 2000	Obra Etapa II 2001 ~ 2005	Posterior al 2006
Monto - Inversión A	Costo de Obras Civiles	85,833 (30,614)	49,503 (20,266)	36,330 (10,348)	- -
	Costo de Material Rodante	55,280 (55,280)	27,120 (27,120)	10,960 (10,960)	17,200 (17,200)
	Monto Total	141,113 (85,894)	76,623 (47,386)	47,290 (21,308)	17,200 (17,200)
Monto - Inversión B	Costo de Obras Civiles	91,641 (36,128)	52,556 (23,265)	39,085 (12,863)	- -
	Costo de Material Rodante	55,280 (55,280)	27,120 (27,120)	10,960 (10,960)	17,200 (17,200)
	Monto Total	146,921 (91,408)	79,676 (50,385)	50,045 (23,823)	17,200 (17,200)

Los () muestran los montos indicativos en moneda extranjera

9-2 CRONOGRAMA DE INVERSION

(1) Criterio del Cronograma

Con respecto a la definición del Cronograma de Inversiones está programado el inicio de trámites con las entidades correspondientes por parte de ENFE a partir del año 1996, posterior a la conclusión del Estudio de Factibilidad.

Los estudios preliminares (levantamiento topográfico, estudio geológico, diseño de detalle) antes de la ejecución del Proyecto, se iniciará a mediados del año 1996, y una parte de la Etapa I será concluido a fines del período 1997.

La obra será iniciada con los tramos de mayor prioridad (urgencia), la Etapa I será a partir de 1998 hasta el 2000, donde se concluirán las obras de infraestructura de vía y obras en vía de los 5 tramos de aproximadamente 16 km. Seguidamente la Etapa II será desde el año 2003 al 2005, donde se programa la conclusión de las obras de infraestructura de vía y obras en vía del resto de los 5 tramos con aproximadamente 17 km.

(2) Cuadro del Cronograma de Inversión

En el Cuadro 9 - 3 se muestra el Cronograma de Inversión

Cuadro 9 - 3 Cronograma de Inversión

Unidad: 1.000 \$US

Item	Año	Etapa I							Etapa II				Monto Inversión		
		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	A. Inicial	B Inicial		
Trámites Varios															
ENFE															
Estudio Preliminar (Lev.Geol.D.Detalle)														3.512	3.720
Supervisión de Obra														(2.460)	(25.668)
Obra Infraestruc.I														6.824	7.291
Mej. 5.7.9.11.13 y Est. Cona Cona														(2346)	(2.788)
Obra Infraestruc.II														35.964	38.627
Mej. 1.3 (4 parte) 15.17.19														(14.040)	(16.610)
Obra en Vía I														19.569	22.039
Obra en Vía II														(2.647)	(4.887)
Obras Eléctricas														7.662	7.662
Adquisición Material Rodante														(3.479)	(3.479)
Monto de Inversión A														12.109	12.109
Total														(5.494)	(5.494)
Monto de Inversión B														193	193
Total														(148)	(148)
														55.280	55.280
														(55.280)	(55.280)
														141.113	
														(85.894)	
														19.593	
														(4.838)	
														8.215	
														(1.423)	
														457	
														(457)	
														1.227	
														(685)	
														40.713	
														(33.332)	
														19.654	
														(5.360)	
														41.783	
														(34.205)	
														22.033	
														(7.282)	
														14.488	
														(8.036)	
														790	
														(790)	
														862	
														(862)	
														510	
														510	
														20.204	
														(6.197)	
														146.921	
														(91.408)	

Nota: La parte intercalada entre los parentesis () muestra la reinserción de la moneda extranjera.

10. ANALISIS ECONOMICO

10-1 OBJETIVO DEL ANALISIS ECONOMICO Y METODO DEL ANALISIS

El objetivo de éste capítulo, es realizar el análisis y evaluación desde el punto de vista económico referente a la eficiencia de inversión sobre el Proyecto de Mejoramiento del Sector (Oruro-Cochabamba) objeto del estudio. Los objetos de estudio a ser analizados son dos casos; A (caso con reutilización de tramos metálicos de la línea Yapacaní) y el B (caso de no reutilización), la evaluación de los costos-beneficios que se estima en los costos de inversión serán los índices siguientes, respecto a los gastos de inversión, se dividen en los dos casos (A y B) sin embargo, referente a los beneficios entre ambos no existen diferencias.

Indices de Evaluación.

- * Valor Actual Neto (VAN)
- * Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)

Para, la producción de beneficios a partir del año 2001, el período de análisis es hasta el año 2030, la tasa de descuento es de 12%/año.

10-2 COSTO DE INVERSION

En base a la sumatoria del monto de inversión (precio del mercado) clasificados en moneda extranjera y local, descritas más adelante (Capítulo 13, Análisis Financiero), se hace la deducción de los items de transferencia de impuestos aduaneros y fiscales para obtener el costo de inversión (Precio Económico) que se muestra en el cuadro 10-1.

Cuadro 10-1 Monto Total de Inversión

Unidad: Mil \$US (precio de 1994)

	Precio del Mercado	Precio Económico
Caso A	196.850	157.632
Caso B	203.474	162.723

* Período de Inversión: 1996 ~ 2030 (excepto interés)

* Incluye la reinversión de instalaciones después del período de vida útil.

10-3 CALCULO DE BENEFICIOS

El beneficio de este Proyecto se expresa como la economización de gastos (costo económico) en el caso de ejecución (with) comprado con la No Ejecución (without) del mismo proyecto, del plan de inversión programada. En este análisis económico, los beneficios más importantes son los siguientes:

1. Reducción del costo de Transporte Ferroviario y Carretero.
Posterior a la ejecución del Presente Proyecto, considerando que el costo de transporte (pasajero-km, ton-km) ferroviario por cada unidad, es mucho menor que el transporte carretero, la diferencia del costo total de transporte ferroviario y carretero en los 2 casos de Ejecución (with) y sin ejecución (without) son los beneficios generados.
2. Beneficios de Reducción del Tiempo de Recorrido.
Con la reducción del tiempo de transporte ferroviario tanto de pasajeros como de carga, es un beneficio, se calcula deduciendo los valores por unidad de tiempo de cada uno de ellos, luego se calculó el monto de beneficio del total del tiempo reducido.
3. Reducción del Costo de Mantenimiento de Carreteras.
Después del mejoramiento del sector ferroviario se incrementará el volumen de transporte de éste, para equilibrar se reduce el volumen de transporte por carretera, por lo tanto se reduce el costo de mantenimiento de las carreteras. Tomando la relación entre el costo de mantenimiento y volumen de transporte carretero, se deduce el monto de reducción del costo de mantenimiento.
4. Evitar los costos de rehabilitación de desastres en el sector Oruro-Cochabamba.
El presente sector que sufre desastres todos los años, posterior a la ejecución del presente Plan de Mejoramiento, no existiría la necesidad de realizar obras de rehabilitación de desastres. Se toma como un monto beneficio el índice del valor promedio de los últimos 7 años, la cuál será evitado.
5. Costo de trasbordo de carga en el sistema Intermodal.
En el caso del transporte ferroviario se generará el costo de transporte de cargas del camión al vagón (o viceversa) en Cochabamba y Santa Cruz. Esto se suma como beneficio negativo.
6. Resumen de Montos Beneficios.
Los valores económicos de Beneficios, son los obtenidos de la diferencia de los costos calculados para todos y cada items en los casos de ejecución y sin ejecución. Los valores o montos Beneficios son los que se muestran en el Cuadro 10-2 siguiente.

Cuadro 10-2 Resumen de Montos Beneficios

Unidad: mil \$US/año (precio de 1994)

Año	2000 (2001)	2010	2020
1. Beneficio Costo-Transporte (carga)	7.483	13.853	21.944
Beneficio Costo-Transporte (pasajero)	47	118	226
2. Beneficio Reducción Recorrido (Carga)	1.233	1.799	2.155
Beneficio Reducción Recorrido (Pasajero)	77	104	130
3. Reducción Costo de mantenimiento de Carreteras	642	1.067	1.646
4. Evitar costo de Rehabilitación de desastres	67	67	67
5. Beneficio de trasbordo de carga	-146	-351	-477
Monto Beneficio Total	9.403	16.657	25.691

Nota: 1) Los beneficios del año 2000, se generán a partir del año 2001, después de la conclusión de las obras de mejoramiento (2000).

2) Los beneficios indicados arriba son comunes para los casos A y B.

10-4 RESULTADOS DEL ANALISIS.

La Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) es 13,24% para el caso A y 12,69% para el caso B, en el Cuadro 10-3 muestran el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) de los Casos A y B hasta el Año 2030 con la tasa de descuento del 12%. Estas TIRE, están por encima del valor 10% que toma como referencia normas para seleccionar proyectos del Banco Mundial, o sea que los 2 casos económicamente son adecuados (razonables) para su ejecución.

Además, referente al Valor Actual Neto (VAN) en ambos casos A y B, el monto beneficio supera a los gastos. Si comparamos el A y B, el caso A con una tasa de descuento del 12%, con 5,8 millones de dólares respecto al caso B con 3,4 millones de dólares, teniendo aproximadamente un 60% del anterior.

Las diferencias de valores numéricos en la TIRE y VAN de los Casos A y B, es consecuencia de la porción incrementada de 5,1 millones de dólares del monto de inversión en la Etapa Inicial, la cual no es una diferencia significativa. Sin embargo, este asunto para éste Proyecto, indica una influencia directa grande en los Resultados de la variación de montos de inversión inicial. Por lo tanto, con el fin de agrandar más la eficiencia del Proyecto, es necesario hacer un esfuerzo para disminuir en lo posible los costos del capital inicial (Etapa Inicial).

**Cuadro 10-3 Resultado del Análisis Económico
(Factor de Descuentos 12%)**

Unidad : mil \$US

	Caso A	Caso B
a. Monto Total de Inversión	157.632	162.727
b. Monto Total de Inversión posterior al descuento	56.155	58.592
c. Total costo beneficio	603.467 (Común para A y B)	
d. Total costo beneficio posterior al descuento	61.981 (Común para A y B)	
d-b: Valor Actual Neto (VAN)	5.826	3.389
Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE)	13,24%	12,69%

10-5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad se realizó en los 3 casos siguientes:

- 1) Cuando el monto total de Inversión sobrepase el 10%.
- 2) Cuando el Costo Beneficio disminuya más del 10%.
- 3) Cuando el monto total de inversión sobrepase el 10% y de la misma manera el costo beneficio disminuya más del 10%.

El resultado del análisis de Sensibilidad se muestra en el Cuadro 10-4. El incremento del monto total de inversión 10%, se reduce aproximadamente 1,2% de la TIRE en ambas alternativas, también la disminución del 10% del costo beneficio, se reduce de la misma manera aproximadamente 1.3%. Además si estas dos condiciones se generan al mismo tiempo, influye a la reducción de aproximadamente 2.4%. Este caso 3 pesimista, si consideramos que en caso de que el monto de inversión ó la demanda del transporte sufra variación solo uno de ellos; corresponderá al incremento del 20% del monto de inversión ó a la reducción del 20% de la demanda de transporte, aún en ésta situación, todavía se conserva la Tasa Interna de Retorno Económico mayor a 10%, por lo tanto se puede decir que en cualquier alternativa económica es altamente razonable.

Cuadro 10-4 Resultado del Análisis de Sensibilidad

	Caso A	Caso B
	TIRE (%)	TIRE (%)
Incremento de 10% de Monto de Inversión Total	12,04	11,53
Reducción del 10% del Costo Beneficio	11,92	11,41
Incremento de 10% de Monto de Inversión Total + Reducción del 10% del Costo Beneficio	10,79	10,31

10-6 OTROS BENEFICIOS

Con respecto a los beneficios cuantificados anteriormente adicionamos e indicamos los siguientes items:

1. Aporte de la disminución de descarrilamientos que ocurren en un promedio anual de 500 casos en el sector del Proyecto de mejoramiento, se disminuye también los accidentes en los pasos a nivel, accidentes con muertes y heridos, etc.
2. Crear empleos a los pobladores de la zona en la ejecución de las obras. Si calculamos la cantidad de trabajadores a ser empleados para éste proyecto tenemos un total de 40.000 personas/mes, la generación de empleo durante 10 años será de 330 personas promedio-año.
3. Creación de Oportunidades de Empleo después de la conclusión del Proyecto. El aumento del personal de ENFE (Instalaciones, maestranzas, administrativos, etc) a la conclusión de la obra, simultáneamente, la ampliación de oportunidades de empleo para cada sector relacionado al anterior.
4. La transferencia de transporte carretera a ferroviario, aliviará la contaminación ambiental, frenará los efectos de accidentes de tránsito, etc.

10-7 EVALUACION

De esta manera el Valor Actual Neto del presente Proyecto, el costo beneficio supera los costos también la TIRE que es alrededor del 13%, que sobre pasa la referencia del 10% que tiene como norma de selección el Banco Mundial. Además la creación de oportunidades de empleos indicados en el presente Proyecto con la propagación de los efectos económicos, no será únicamente a lo largo de la vía, se preve que causará buenos efectos en la economía de la nación.

También, los efectos a causar al medio ambiente del Proyecto, consideramos que es menor el transporte ferroviario que el transporte carretero.

Con todo esto el presente Proyecto, y la economía de la nación es altamente razonable en su ejecución.

11. ANALISIS FINANCIERO

11-1 OBJETIVO Y METODO DEL ANALISIS

En el caso de ejecutar el Proyecto de Mejoramiento Ferroviario entre Oruro - Cochabamba, se analiza la factibilidad operativa sólida, de cuanto es la preservación del mejoramiento de los beneficios, y para realizar la evaluación financiera, como indicador se calcula la Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRE).

11-2 CONDICIONES PRELIMINARES PRINCIPALES

(1) Periodo de Análisis y Análisis de Monedas Utilizadas

Se estudia la capacidad de beneficios, previo análisis del incremento del monto de inversión, adquisición de fondos e ingresos y costos, tomando la vida útil del Proyecto hasta el año 2030. Los ingresos y costo de operación-administración, se incrementa por año promedio para los períodos del 2000 ~ 2010, y del 2010 ~ 2020, posteriormente, hasta el término final de la vida útil del Proyecto, su movimiento será sin variación. El análisis se realizará en dólares americanos.

(2) Costo de Inversión.

Se realizará el análisis en el caso de reutilización de los tramos metálicos de la Línea Yapacaní (Monto de Inversión A) y en el caso de no reutilizar (Monto de Inversión B). En el análisis, se utilizará precios del mercado, sin embargo para los equipos y materiales importados, se utiliza el precio CIF más los gastos y derechos de importación, impuesto al valor agregado (IVA), etc., sumándose un 29,31%, siendo éste el precio del mercado. En cuanto a la depreciación, cuando haya transcurrido la vida útil, se considera la reinversión del mismo importe de la inversión inicial, en el Cuadro 11-1 se muestra el monto de inversión total dentro de la vida del Proyecto que incluye la reinversión.

Cuadro 11-1 Monto Total de Inversión

(Unidad: mil \$US)

Plan de Ejecución	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
Costo de Obra A	141.023	55.828	196.850
Costo de Obra B	147.962	55.512	203.474

(3) Adquisición de Fondos (Financiación)

Con respecto a la porción en Moneda Extranjera del fondo requerido en la inversión inicial, se utilizará los préstamos de organismos internacionales públicas de posible aplicación a Bolivia, con las siguientes condiciones supuestas: Interés de 3,0% anual y plazo de 30 años (10 años de gracia), período de devolución de 20 años en cuotas semestrales iguales.

En cuanto a la porción en moneda local, después de adquirir el préstamo extranjero para la porción en moneda extranjera en la etapa de inversión inicial, se analizará

considerando que cubrirá el límite mínimo necesario de la porción faltante de los costos de inversión, costo de financiamiento y costo de operación, para la forma de adquisición tomamos los siguientes dos casos:

- Financiamiento, Caso 1: Monto total con fondos internos sin intereses y fondos del Gobierno.
- Financiamiento, Caso 2: Prestamos de organismos financieros, con un interés de 4,5%.

(4) Ingresos

La tarifa de pasajeros se divide en volumen de tráfico seccional direccional de paso y pasajeros de llegada y salida dentro del sector, se calcula multiplicando por la tarifa por pasajero correspondiente a cada distancia de recorrido, en cuanto a la carga se calcula como transporte total de carga como tráfico de todos los sectores. Las tarifas tanto para pasajeros como de carga se utilizará el factor en dólares americanos, predeterminadas en la proyección de la demanda. Fuera de estos ingresos, se suman los ingresos de transporte de encomiendas, equipajes, etc., e ingresos varios del comercio al interior de las estaciones y otros.

11-3 RESULTADOS DEL ANALISIS

En el cuadro 11-2 se muestra el resultado de los cálculos de ingresos y costos de comercialización y administración en base a las condiciones previas mencionadas arriba.

También, en el Cuadro 11-3 se observa la síntesis de los índices de cada uno de los items principales del resultado del análisis.

Cuadro 11-2 Ingresos y Costos de Administración y Operación del Sector Oruro-Cochabamba

(Unidad: Mil \$US)

Items \ Año	1992	2000	2010	2020
Ingresos	4.119	10.869	15.357	20.294
(Idem. Monto adicional proporcional de 1992)		6.750	11.237	16.175
Costo de Administración y Operación	3.744	7.204	8.122	9.365
(Idem. Monto Adicional Proporcional de 1992)		3.459	4.377	5.620

Cuadro 11-3 Índice del Resultado del Análisis

(Unidad. Mil.\$US)

Costo de Obra	A		B	
	Caso 1	Caso 2	Caso1	Caso 2
Adquisición de Fondos				
Tasa Interna de Retorno Finaciero	3.31%		3.09%	
Superávit Anual Simple	2009	2018	2010	2024 (Nota)
Cancelación de Déficit Acumulados	2014	Posterior al 2031	2016	Posterior al 2031
Saldo Pico del Prestamo Extranjero	90.101		97.245	
Saldo Pico del Fondo en Moneda Local	41.317	96.737	46.886	113.449

Nota: Después del Superávit provisional en 2020, se suma nuevamente los déficit en los años 2022 y 2023.

En todos los indicadores, el costo de obra B respecto al costo de obra A se eleva en unidad de millones, estas diferencias no es muy amplia. La TIR financiero en ambos casos el costo de obra estan en la media decimal de la unidad del 3%, lo cuál de ninguna manera se puede decir que es un nivel alto, sin embargo si es el financiamiento Caso 1, la TIR financiero supera el costo capital, por lo tanto no existe problema en la ejecución del Proyecto. Por otro lado en el caso 2 de financiamiento, el presente Proyecto, es bastante dificultoso por lo que es necesario tratar en lo posible buscar financiamiento beneficiosos ya sea en moneda local, como extranjeras.

Con respecto a los ingresos y gastos, en el financiamiento Caso 1, la diferencia entre los costos de obra A y B, no es muy amplia, es posible el superávit anual simple como la cancelación de déficit acumulada durante la vida útil del Proyecto.

Por otro lado, en el financiamiento Caso 2, además de atrasarse el superávit simple en ambos costos de obra, la cancelación de deficit acumulados, se difiere hasta después de la vida útil del Proyecto.

En el aspecto de fondos, los casos de financiamiento iguales, las diferencias de los costos de obras son mínimas, al contrario si los costos de obras fueran iguales, la diferencia de carga respecto a la diferencia del método de financiamiento es grande.

11-4 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Referente a los costos de obra A y B del financiamiento, se realiza el análisis de sensibilidad, determinando los siguientes tres casos:

Caso 1: Incremento del 10% en el monto total de inversión, Caso 2: disminución del 10% la demanda total, Caso 3: incremento del 10% en el monto total de inversión y decrecimiento del 10% en la demanda total, en el Cuadro 11-4 se muestra el resultado del análisis

Cuadro 11-4 Indices del Resultado del Análisis de Sensibilidad

(Unidad: Mil. \$US)

Caso	Caso Base	Análisis de Sensibilidad		
		Caso 1	Caso 2	Caso 3
Costo de Obra	A			
TIR Financiero	3,31%	2,73%	1,90%	1,40%
Superávit anual simple.	2009	2012 (Nota 1)	2014	2015
Cancelación de déficit acumulados	2014	2018	2024	2029
Saldo pico préstamo extranjero	90.101	99.111	90.101	99.111
Saldo pico fondo moneda local	41.317	58.376	72.689	91.816
Costo de Obra	B			
TIR Financiero	3,09%	2,52	1,72%	1,24%
Superávit anual simple.	2010	2012	2014	2018 (Nota 2)
Cancelación de déficit acumulados	2016	2020	2026	2031 posterior al 2031
Saldo pico préstamo extranjero	97.245	106.969	97.245	106.969
Saldo pico fondo moneda local	46.886	66.776	80.325	100.216

Nota 1: Después del superávit provisional del año 2010, se suma nuevamente el déficit el año 2011.

Nota 2: Después del superávit provisional del año 2016, se suma nuevamente el déficit el año 2017.

Si fueran factores iguales en incremento/decrecimiento, la disminución de la demanda total (análisis de sensibilidad Caso 2) alcanza mayor efecto que el incremento del monto de inversión total (Análisis de sensibilidad Caso 1)

11-5 ESTUDIO DE LA MAGNITUD DE INVERSION

Con las condiciones previas del análisis, aunque se adquiriera prestamos extranjeros necesarios para el Proyecto, el monto de reembolso del capital e intereses, no excederá el monto pagable del capital e interes del prestamo determinado antes en la ENFE.

Por lo tanto, este Proyecto, está dentro de límites de alcance en lo que se refiere a la magnitud de inversión del pasado de ENFE, se puede decir que financieramente es un programa suficientemente factible de realizar.

Sin embargo, la situación actual de la ENFE y también aparte de éste proyecto, no son pocos los programas que requieren de mejoramientos con urgencias, como instalaciones, construcciones adicionales, etc. El Proyecto indiscutiblemente tiene alta prioridad dentro de la ENFE, pero mientras se invierta en mejoramientos administrativos de la ENFE, en otros programas varios, es deseable tratar de realizar lo antes posible. Para esto, la ejecutabilidad del Proyecto, es necesario tratar de adquirir en lo posible financiamientos blandos en moneda extranjera como en moneda local, además de reducir en lo posible el monto de inversión y tener reservas de financiamientos para otros programas.

11-6 EVALUACION

La Tasa Interna de Retorno Financiero (TIR Financiero) del Proyecto de Mejoramiento de la Línea Ferroviaria Oruro-Cochabamba, en base a la diferencia del costo de obra de 3,31% ó también 3,09% que no se puede decir que es alto, para los fondos requeridos con 3% de interes en prestamos extranjeros y sin interes en fondos locales y si se puede adquirir con fondos del gobierno, el Proyecto tiene un nivel suficiente de factibilidad de ejecución. Sin embargo, en el caso de cubrir todo el monto local por financiamiento con 4,5% de interes, los ingresos y gastos, se puede definir que tiene sus dificultades en el aspecto de fondos; con respecto a fondos en moneda local, al mismo tiempo de elevar la proporción utilizable de fondos con menores intereses, en el préstamo extranjero también se debe buscar condiciones blandas en la medida de las posibilidades.

En el presente Proyecto, no es muy grande las reservas de tolerancia a la variación de inversión y demandas, la magnitud de inversión no es muy grande considerando lo realmente ejecutado por la ENFE en el pasado, por tanto el sondear caminos de financiamientos blandos en la medida de lo posible es sumamente importante.

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12-1 CONCLUSIONES

(1) Resumen del Proyecto

El ferrocarril Oruro - Cochabamba que forma parte del corredor de exportación de Bolivia todos los años en la época de lluvias sufre daños constantemente, por lo que inevitablemente se produce la paralización del tráfico de trenes por un período largo. Para esto, en este tramo, se proyecta un plan de mejoramiento que sea resistente a los desastres o en caso de sufrir daños, pueda ser rehabilitado en corto tiempo, con todas estas consideraciones se trata de asegurar un transporte estable y seguro durante todo el año.

El plan de mejoramiento, tiene como alcance el sector Oruro (San Pedro) - Cochabamba de aproximadamente 204 km. de vía. Especialmente el tramo entre Aguas Calientes - Irpa Irpa de aproximadamente 55 km. donde la frecuencia de accidentes es concentrada, en la Fase 1 se elabora los planos topográficos y en la Fase 2 (el presente estudio) se analiza la modificación de ruta y otros.

Dentro del tramo Aguas Calientes - Irpa Irpa, en la ruta existente, se ha proyectado 10 variantes con aproximadamente 33 km. donde se considera sectores donde se originarán los desastres.

También, para tratar de rebajar el costo de la obra, se reutilizará en todo lo posible tramos metálicos existentes. Sin embargo referente a los 21 tramos metálicos a reutilizar de la Línea Yapacaní, se estudio las siguientes 2 alternativas:

1. El caso de reutilización, y;
2. No Reutilización (caso de fabricación de nuevos tramos)

La ENFE, considerará estos resultados, y en la fase de ejecución definirá la reutilización de los tramos metálicos de la Línea Yapacaní y procederá a su ejecución.

Con respecto a la época de ejecución del Plan, está definido su ejecución por etapas. En la primera etapa se ejecutará los de suma urgencia (prioridad alta) que son 5 sectores con aproximadamente 16 km. que se realizará hasta el año 2000, el resto que corresponde a otros 5 sectores con aproximadamente 17 km., como objetivo de ejecución hasta el año 2005 que viene a ser la Segunda Fase.

Con respecto al monto de inversión requerida, con precios de septiembre de 1994 actual, tenemos:

1. En caso de reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní:

El monto total de inversión, incluyendo el costo del material rodante, es aproximadamente 141 millones de dólares americanos, del cual el monto de inversión relacionado a superestructura es aproximadamente 86 millones de dólares americanos (Primera Etapa aproximadamente 50

millones de dólares americanos y Segunda Etapa 36 millones de dólares americanos).

2. En caso de no reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní.

El monto total de inversión, incluyendo el costo del material rodante, es aproximadamente 147 millones de dólares, del cual el monto de inversión referente a la superestructura es aproximadamente 92 millones (53 millones en la Primera Etapa y 39 millones en la Segunda Etapa).

La síntesis del Plan de mejoramiento principales del proyecto son los siguientes:

- 1) El tramo Aguas Calientes - Irpa Irpa del sector Oruro - Cochabamba
 - a) La poca diferencia de altura entre la vía y el lecho de los ríos que corren paralelamente a éste, los 10 tramos con aproximadamente 33 km, que corren el peligro de inundaciones de vía en el futuro, se modifica la ruta hacia la ladera del cerro, y al mismo tiempo se ejecuta el mejoramiento de la vía.
 - b) También, las quebradas que cruzan la vía y donde aparecen mazamorras de las quebradas, se protegerá la vía con puentes, túneles artificiales, etc.
 - c) Con la modificación de la ruta, se mejorarán las estaciones de Aguas Calientes, Tacopaya, Colcha, Arque y Orcoma. Además, en este sector se eliminarán los desvíos de las estaciones de Changolla e Higuerani por razones de capacidad de la vía.
 - d) En los 10 tramos con 22 km aproximadamente, donde no se realizan el cambio de ruta se realizará un mejoramiento de vía.
- 2) En el sector Oruro - Cochabamba, excepto el tramo 1) (Oruro - Aguas Calientes y el tramo Irpa Irpa - Cochabamba).
 - a) El tramo de 14 km, donde se concentran los accidentes de descarrilamiento por desastres y mal estado de la vía, se realizará su mejoramiento de vía correspondiente.
 - b) Con respecto a la capacidad de la vía en el sector, se construirá un desvío nuevo para el cruce de trenes en la estación de Cona Cona.

(2) Evaluación del Proyecto

1) Aspecto Técnico

a) Rutas

Con relación a la ruta más adecuada, se proyectó varias rutas alternativas, considerando inicialmente el trazado de la vía actual, magnitud de los desastres, su frecuencia, condiciones topográficas, etc. Luego, se realizó una evaluación global con respecto a las diferentes alternativas (variantes), en la cual se fué descartando las variantes no aptas en 3 etapas, que en cada una de estas etapas se ha realizado deliberaciones con la parte boliviana, especialmente se ha

analizado con esmero y detalle los lugares de posibles desastres, seleccionándose la ruta más adecuada.

La ruta más adecuada seleccionada como trazado de mejoramiento del sector Aguas Calientes - Irpa Irpa es la más apropiada.

b) Estructuras. (Infraestructura - Super-estructura de vía)

Con respecto a las obras infra y super estructura de vía que tienen con el nuevo trazado (cambio de ruta), se ha proyectado considerando la experiencia de ejecución y la capacidad técnica de la ENFE, por lo cual los cortes y terraplenes que tienen suficiente experiencias se concreta en un 91% de la longitud total de la vía. Por otro lado, si observamos las estructuras civiles, en el puente de mayor luz, es necesario un estudio geológico mediante sondeos, perforaciones para verificar el suelo de fundación, que prevemos no va a ser una obra dificultosa. Además, los túneles de montaña, donde la ENFE tiene poca experiencia en ejecuciones, su longitud es corta de 110m aproximadamente, como las condiciones geológicas son buenas, se preve que no existirá problema alguno. Con referencia a las instalaciones eléctricas, principalmente son obras de traslados de cables de comunicación por la modificación de ruta, no habría problemas en todos.

c) Operación y Material Rodante.

Con respecto a la operación de trenes, se ha programado de acuerdo al Plan de Operaciones considerando el aumento de la demanda. También, en los tramos, con restricciones en la velocidad, se ejecutará el mejoramiento de vía, tratando de elevar a la velocidad prevista. Además por problemas en la capacidad de la vía, se construirá un nuevo desvío en la Estación de Cona Cona y se eliminarán dos desvíos de las Estaciones de Changolla e Higuera; de esta manera se trata de planificar la regulación de la capacidad de transporte en todo el sector entre Oruro y Cochabamba.

2) Aspecto Medio Ambiental.

A lo largo de la ruta más adecuada, existen poblados asentados puntualmente, por lo que se ha seleccionado la ruta considerando en la medida de lo posible, la no división del pueblo, de no afectar viviendas (traslado de viviendas), etc., por lo tanto consideramos que no existen grandes problemas. Sin embargo en el traslado de viviendas es necesario ejecutarlo con mucha precaución.

El presente proyecto, por ser un mejoramiento de una vía férrea en zona montañosa, es necesario tener mucho cuidado en el momento de la ejecución de obra de producir vibraciones y ruidos en las zonas pobladas, pero en forma general, los problemas de vibraciones y ruidos son muy pocos.

También, en el sector de la ruta más adecuada, no se mencionan reglamentos de desarrollo, existencias de ruinas, patrimonios culturales, zonas protegidas, etc., por lo tanto los efectos medio ambientales son mínimos.

(3) Aspectos Económicos.

La Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) del Proyecto, en el caso de reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní es 13,24% y 12,69% sin reutilizar. Estas tasas, superan los niveles de selección de proyectos del Banco Mundial, Banco de Desarrollo Asiático y de otros organismos financiadores internacionales.

Además, si consideramos los beneficios directos socio-económicos que conlleva la ejecución del Proyecto, como oportunidades de empleo frenar los accidentes de tránsito en las carreteras, aliviará la contaminación ambiental, etc., el presente proyecto se puede considerar que es útil económicamente para la nación.

(4) Aspectos Financieros.

La Tasa Interna de retorno Financiero (TIR-Financiero) del Proyecto, en el caso de reutilizar los tramos metálicos de la Línea Yapacaní es 3,31% y sin reutilizar es 3,09%. Estas tasas de ninguna manera se puede decir que son valores altos, para tratar de realizar un saneamiento financiero de la ENFE, en los fondos en moneda extranjera se tiene que obtener financiamiento de organismos internacionales con bajo interés o también préstamos bilaterales entre Gobiernos, por otro lado, para los fondos en moneda local, también con aportes del Gobierno o bien si es posible financiamientos blandos, con lo que la ejecución del Proyecto no tendría problemas.

(5) Evaluación Global (Conclusiones).

El presente Proyecto con su contenido de modificación de rutas y otros, es técnicamente factible su ejecución, además que los efectos medio ambientales son mínimos.

La TIR-Económico desde el punto de vista de la economía de la nación; es de 13,24%~12,69%, si consideramos los otros beneficios directos, este Proyecto se considera que dentro de la economía de la nación es pertinente su ejecución. Además, desde el punto de vista de la comercialización de la ENFE, la TIR Financiero es de 3,31% ~ 3,09%, y si es posible el financiamiento con intereses blandos, utilización de préstamos blandos y otros, la ejecución de éste Proyecto no tiene problemas en especial.

Desde el punto de vista global del Proyecto, es un plan adecuado considerando que está ubicado en una topografía sinuosa en la cordillera de Los Andes y que es una vía donde sufre desastres continuos provocando su irremediable paralización del tráfico de trenes por períodos largos, considerando los aspectos técnicos, medio ambientales, económicos y financieros se juzga que la ejecución es factible del presente Proyecto.

Además, con la ejecución del Proyecto, posibilita el transporte estable del sector Oruro - Cochabamba coadyuvando al desarrollo social y actividades económicas sólidas de Bolivia.

Para la realización eficiente del Proyecto, además de mejorar la parte mecánica (Hard ware) como estructuras, material rodantes, etc, es imprescindible, el desarrollo humano (Soft ware) la capacitación y educación en el control del transporte, mantenimiento y conservación de las instalaciones y equipos, etc.

12-2 RECOMENDACIONES

Con respecto a la ejecución del presente Proyecto, con el objetivo de que sea un proyecto aún más eficiente se recomienda los siguientes items.

(1) Consultas, Deliberaciones y Regulaciones con las Entidades Relacionadas.

- 1) Si observamos la magnitud de los desastres, la frecuencia en que se producen éstas, los orígenes o motivos, etc., en la vía férrea entre Oruro y Cochabamba, originariamente se considera necesario tener políticas contra desastres en forma general con las entidades relacionadas a políticas de regulación de cuencas y recursos naturales, en lo futuro se requiere que las entidades relacionadas al control de políticas tomen sus acciones principales y al mismo tiempo realizar esfuerzos para eliminar los orígenes de los desastres en el ferrocarril.
- 2) Se proyectó la eliminación de las instalaciones de desvíos de las estaciones de Changolla e Higuerani, por razones de capacidad de la vía. Sin embargo, en caso necesario y de acuerdo a los medios de transporte y la situación de la demanda de ambos pueblos, es necesario analizar en ambas estaciones el manejo de pasajeros y carga.

(2) Consideraciones al Medio Ambiente y Promover armoniosamente la Obra.

- 1) Se ha proyectado la selección de la ruta tratando en lo posible evitar afectar viviendas, pero se ha originado inevitablemente el traslado de viviendas en las zonas pobladas. En el momento de realizar las negociaciones de estas viviendas, se debe de considerar como un problema futuro con el pueblo, se debe de realizar suficientes conversaciones para obtener su aceptación, tratando de promover con prudencia y suavidad.
- 2) Con respecto a las vibraciones y ruidos en el momento de la ejecución, por ser una zona montañosa en las cercanías donde se ha planificado la vía, estos efectos son mínimos, en caso de obras en las inmediaciones de los pueblos, es deseable su ejecución, posterior al entendimiento con los pobladores.
- 3) Con referencia a los taludes de cortes como de los terraplenes, se realizará su diseño y ejecución considerando la suficiente estabilidad de éstos, y se desea garantizar la seguridad de los caminos y zonas aledañas.
- 4) Los estudios realizados antes de la obra, como el estudio geológico, diseños de detalles estructurales y los planes de recuperación de tramos metálicos que va acorde con el avance de la obra, plan de licitación de los nuevos tramos metálicos, etc., se deberá comprender la obra en su totalidad y al mismo tiempo, preparar un cronograma detallado de trabajo y adecuado para tratar un desarrollo armonioso de la obra.
- 5) Sería efectivo tener expertos técnicos ferroviarios con estadía en el país, de un país desarrollado en ferrocarriles, el cuál realizaría instrucciones a los técnicos de la ENFE, transferencia de tecnología y asesoría en la obra, etc., y realizaría el seguimiento de la obra para su desarrollo normal.

(3) Disminución del Monto de Inversión

- 1) Con referencia al costo de construcción, se ha analizado la reducción del costo de construcción con la reutilización de ramos metálicos existentes, etc., es ésta la oportunidad de hacer una revisión de los planes de reutilización de tramos metálicos en forma global de ambas redes (Oriental y Occidental), siendo necesario promover en lo posible la utilización de los tramos en este Proyecto.
- 2) Con respecto a la sedimentación del lecho de los ríos Sayari y Wallía que cruzan la Ruta proyectada, en este Estudio se ha realizado sondeos principalmente por medio de encuestas. Por lo tanto, en la etapa de estudios de mediciones y otros, serán aclaradas la situación real, con lo que el plan será más exacto teniendo la necesidad de tratar de disminuir el costo de construcción.
- 3) Con respecto al plan de adquisición de material rodante, esta vez se ha estudiado únicamente la cantidad de material rodante requerido para la demanda del sector ferroviario Oruro-Cochabamba.

En realidad, la utilización del material rodante tiene el alcance en todas las vías de la Red Andina, pero si consideramos la elevación del índice de utilización, inspecciones, factor de eficiencia en reparaciones, etc. de los materiales rodantes, se puede pensar en la disminución de la cantidad del material rodante, con lo cual reducirá también el monto de inversión del Proyecto. En otro Proyecto separado incluirá el mejoramiento de las maestranzas, siendo deseable que se incluya en programas inmediatos, el problema del material rodante de toda la Red Andina.

- 4) Con respecto a la provisión del material rodante, maquinarias, equipos, etc., se debe tratar de disminuir los montos de inversión, haciendo esfuerzos en garantizar la calidad mínima indispensable y con precios bajos.
- 5) Si observamos la administración financiera de la ENFE, para el Proyecto, es importante la adquisición de fondos en lo posible con bajo interés.

(4) Control de Mantenimiento y Operación.

- 1) Después de la conclusión del Proyecto, no desaparecerán los desastres, todos los años en la época de lluvia, se acolmatarán los puentes con mazamoras y ocasionarán sobrecargas encima de los túneles artificiales, siendo necesario la continuidad del control del mantenimiento adecuado de las estructuras realizando la limpieza de las mazamoras, etc.
- 2) Con respecto al mantenimiento de la vía, para disminuir los accidentes por descarrilamiento, se debe de tratar de establecer un control de la vía y al mismo tiempo es necesario el control de mantenimiento, especialmente de la parte débil de la vía como las juntas (Eclizas) y para evitar la debilitación de la plataforma en los sectores de cortes se debe realizar las limpiezas de los canales laterales (sanjas) esencialmente.

Además, en éste Proyecto, tenemos planificado el urgente mejoramiento de vía

en el tramo de aproximadamente 69 km. donde la frecuencia de accidentes de descarrilamientos es elevado, en lo futuro la ENFE para tener una vía balastada en toda la Línea Oruro - Cochabamba, es necesario analizar y promover el balastado de todas las líneas a continuación del presente Proyecto.

- 3) Para la realización del Proyecto, además de las inversiones en material rodante, aspectos mecánicos como estructuras, etc., es necesario el mejoramiento de la parte de conocimiento sea en la administración - operación, eliminar los accidentes de tráfico, elevar el índice de utilización, mantenimiento de vía y estructuras, etc., capacitación y educación del personal, etc. Este tipo de mejoramiento no solo es para el sector Oruro - Cochabamba, se puede decir que es para toda ENFE en general, se piensa que es efectivo para la promoción de estos puntos, el recibir un envío de expertos por un período adecuado de un país desarrollado.
- 4) En el caso de que se lleve a cabo la Capitalización de la ENFE que esta en actual proceso, el regimen de ejecución de obra y el régimen de mantenimiento planteado, es necesario su revisión incluyendo la organización y regimenes de la capitalización.
- 5) La capacidad de transporte en el sector ferroviario Oruro - Cochabamba, con las instalaciones actuales, llega casi al límite del volúmen de la demanda de transporte proyectada al año 2020. En el caso de prevér mayores demandas del transporte en el futuro, después de haber establecido un transporte estable entre Oruro y Cochabamba, se necesita un estudio de reformas (mejora) en la parte humana para reforzar la capacidad de transporte.
- 6) Con respecto a las comunicaciones entre la Red Occidental y la red Oriental, paralelamente a la ejecución del Proyecto, se tratará de consolidar el transporte intermodal entre Cochabamba y Santa Cruz en actual impulsión, teniendo la importancia de garantizar el volúmen de demanda de transporte estable en el sector, utilizando éste eficientemente.

Además, desde el punto de vista a largo plazo, en base a la clasificación exacta de la demanda de transporte internacional de uso potencial en el Puente Interoceánico, la construcción nueva de la interconexión de ambas Redes es necesario adelantar sus estudios incluyendo el reforzamiento de las vías relacionadas y aumentar la capacidad de transporte.

