

(5) 列車運転計画に伴う諸改良

1) 行違設備新設等

列車運転計画により線路容量を査定した結果、軌道強化、信号通信設備の改良等のほか、特に表9-8に示す行違設備の新設等の諸改良が必要である。なお、これらの計画は、施設計画等と一部重複するが主要なもののみを記載する。

表9-8 列車運転計画に伴う諸改良

線名	No	キロ程	駅名、区間	改良種別	完成年次
Villazon	1	8.3	新設	行違設備新設	2000年
	2	29.3	新設	行違設備新設	2000年
	3	41.7	Viacha	構内改良	2000年
	4	239.6	San Pedro	構内改良	2000年
	5	642.5	Chocara	側線改良(行違)	2010年
	6	682.6	El Chorro	側線改良(行違)	2010年
Cochabamba	7	65.6	km 65	側線改良(行違)	2000年
	8	77.4	Ventilla	側線改良(行違)	2000年
Sucre	9	24.2	C. Machicao	行違設備新設	2000年
	10	36.5	新設	行違設備新設	2000年
	11	50.4	km 52	側線改良(行違)	2000年
	12	123.9	Condoriri	行違設備新設	2010年
	13	152.2	Cebadillas	行違設備新設	2010年
	14	162.2	Agua Dulce	行違設備新設	2010年
	15	235.5	Quivi Quivi	側線改良(行違)	2010年
	16	261.1	Mariaca	側線改良(行違)	2010年
	17	306.1	Higueras	側線改良(行違)	2010年
Avaroa	18	110.7	Canterz	側線改良(行違)	2020年
Quijarro	19	662.1	Motacucito	構内改良	2010年
Puer. Busch	20		Motacucito~ Puert Busch	新線建設 (8駅新設)	2010年

## 2) 着発線容量

旅客列車の増発に伴い、各旅客駅のプラットフォームの増設が必要である。一般の行違駅では、2線（上下線）となるが、特に、主要な旅客ターミナル駅については、将来の輸送形態、着発列車本数及び旅客サービス等を考慮する必要がある。

このため、着発列車本数の最も多いLa Paz駅について検討すれば、以下のとおりである。

一般にホーム線数は、同時に着発する列車本数によって決定される。従って、この列車本数は、その駅を中心とする関係区間の列車ダイヤによって決定される。このため、現行の列車ダイヤをベースとして、これに今後の輸送形態、列車本数、乗換えなどの旅客サービスを考慮してホーム線数（ホーム所要数）が査定される。

ホーム線数の査定には、一般に「ホーム支障率」（使用率）が使用される。

ホーム支障率（ $\mu$ ）は、過去の経験から、次のような数値を目途に使用されている。

- ① ホーム支障率（ $\mu$ ）： 50 ～ 60 % ---列車設定に余裕が少なくなる。  
： 60 ～ 70 % ---列車設定が困難となる。
- ② La Paz駅のホーム線数について査定すると、以下のとおりである。

La Paz駅のホーム線数は、現在1線であるが、これに1線増設し2本とする必要があると想定される。この場合、両線共に列車の着発に共用されるものとして、年次別のホーム支障率（ $\mu$ ）は、表9-9に示すとおりである。

表9-9 La Paz駅のホーム支障率（2線とした場合）

年次	2000年	2010年	2020年
ホーム支障率	約30%	約40%	約50%

注1. 前提条件、算定式及び算定方等は、付属資料9-12に示す。

注2. ホーム線が1線の場合は、2000年時点で支障率が約60%となり、1線の増設が必要であると考えられる。

以上により、2000年までにホーム線1線を増設すれば、2020年においても対応が可能であると考えられる。

貨物列車の増発に伴う着発線及び仕分線等の増設のための構内改良については、停車場計画として第11章施設計画による。これらについても、F/Sにおいて更に調査、検討が必要である。



## 第10章 車両計画





## 第10章 車両計画

### 10-1 車両計画

現在、旅客輸送は電気式ディーゼル機関車（DEL）で牽引する場合と気動車（DC）で運ぶ場合の2通りがある。貨物輸送はDELで牽引している。2000年時点では、旅客輸送は途中駅での分割、併合があることを考慮してDCで輸送するものとし、貨物輸送はDELで牽引する。入換機関車は、液体式ディーゼル機関車（DHL）を使用するものとする。

#### (1) 気動車

気動車は貨物牽引の機関車と運転区間は同じであるが、西部線、東部線とも同一車両を使用する。全車両、動力車とし、編成の両端に運転台を備えたものとし、3両又は6両編成とする。また、車両の種類も先頭車、中間車、食堂車の3種類とする。

列車編成の基本型を図10-1に示す。また想定した気動車の牽引力曲線を付属資料10-3に示す。

なお、アコモデーションは、次のとおりとする。

- ドアは片側2箇所設ける。
- 座席は片側2人掛けのクロスシート方式とする。
- トイレは編成として2両に1箇所とする。
- 運転室は先頭車として使用しない場合は貫通できる構造とする。

車両の室内アコモデーションを図10-2に示す。

#### (2) 機関車

西部局と東部局が同一の車両を使用することが資材管理、技術管理等保守面では望ましい。しかし車両の現状（3-4-1）で述べたように両局の路線条件が大幅に異なり下記のようになっている。

	西部局	東部局
最小半径 (m)	72	250
最急勾配 (0/00)	38	33
最大標高 (m)	4,800	500

このため、同一の車両にする場合は、西部局の路線条件を満足する車両に統一する必要がある。またCochabamba線等急勾配区間では、1個列車の輸送量を大幅に増加させるためには、機関車の重連が必要となる。重連運転をより安全にしか

も容易にするためには、同一形式のDELで総括運転ができる機能を持たせることが必要である。

現時点では、車両性能的には西部局の1000型相当が適している。

付属資料10-1、10-2に1000型の牽引力曲線及び制動力曲線を示す。

### (3) 貨車(FC)

貨車は、大別して輸出入用と国内用貨車がある。これらの貨車両数は、凡そ2,030両であり、2000年時点において使用可能なものは、凡そ1,200両と想定される。

なお、国内輸送には、凡そ60両の私有貨車(国内用貨車の約10%)が運用されている。

今後、インターモダル輸送及び貨車運用の効率化を考慮した車種別運用両数の策定が必要となる。

## 10-2 必要車両数及び車両増備計画

### (1) DC

2000、2010、2020年の運転計画の車両キロ及び列車キロを基に運用に必要な車両数(運用車両数)算出し、その車両数を基に定期検査車両数、工場検査車両数及び予備車両を加味したものが最終的に必要な車両数(総合必要車両数)となる。計算結果を表10-1に示す。

また、総合必要車両数の計算を付属資料の10-4に示す。

### (2) DEL、DHL

DCと同じように算定すると表10-1に示す通りである。

### (3) FC

FCの必要車両数は、第7章需要予測のO・D表及び第9章輸送計画の基本条件(積載効率等)に基づき算定する。

この場合、輸出入用車両は、隣接国の車両も相互に運用されるため、現在の実績から全必要両数の65%をENFEが所有するものとして算定し計上する。これらを表10-1に示す。

また、貨車必要車両数の計算を付属資料10-4にしめす。

表10-1 必要車両数及び増備計画

(両)

車種	局別	2000年		2010年		2020年		計
		必要数	増備数	必要数	増備数	必要数	増備数	増備数
D C	西部局	187	187	285	98	347	62	347
	東部局	64	64	81	17	81	0	81
	計	251	251	366	115	428	62	428
DEL 本線用	西部局	47	31	57	26	70	13	70
	東部局	15	7	20	13	24	4	24
	計	62	38	77	39	94	17	94
DHL 入換用	西部局	3	3	3	0	7	4	7
	東部局	2	2	2	0	2	0	2
	計	5	5	5	0	9	4	9
F C	輸出入用	1,890	690	2,430	540	3,400	970	2,200
	国内用	430	366	730	255	1,010	238	859
	計	2,320	1,056	3,160	795	4,410	1,208	3,059

注. F Cの増備数は、輸出入用の1,200両及び国内用の私有貨車（国内用貨車両数の15%）を除いた車両数を示す。

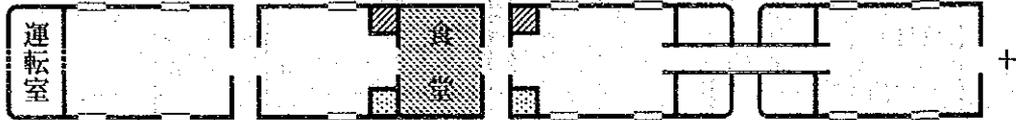
編成両数 6両



(注)   

 食堂  
 便所  
 物置  
 ドア

編成両数 6両 (3両+3両)



編成両数 3両



編成両数 2両



注： 1車両の長さは、20mとする。

図10-1 列車編成の基本型

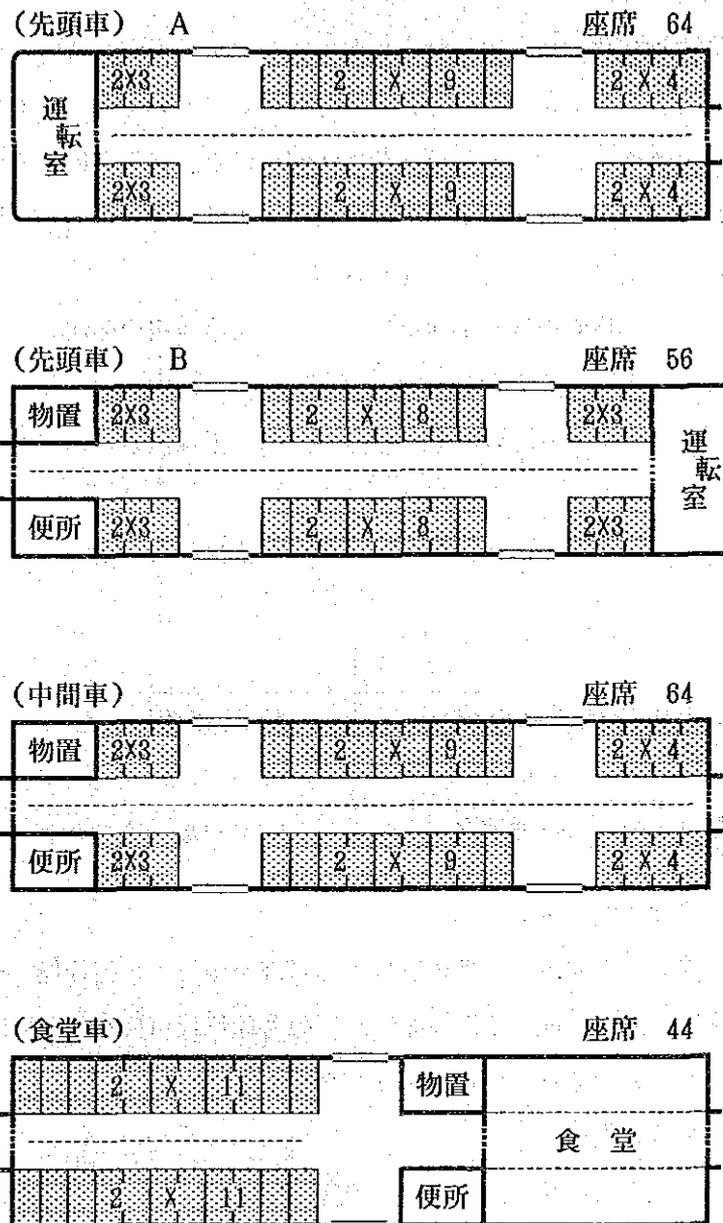


図10-2 室内アコモデーション

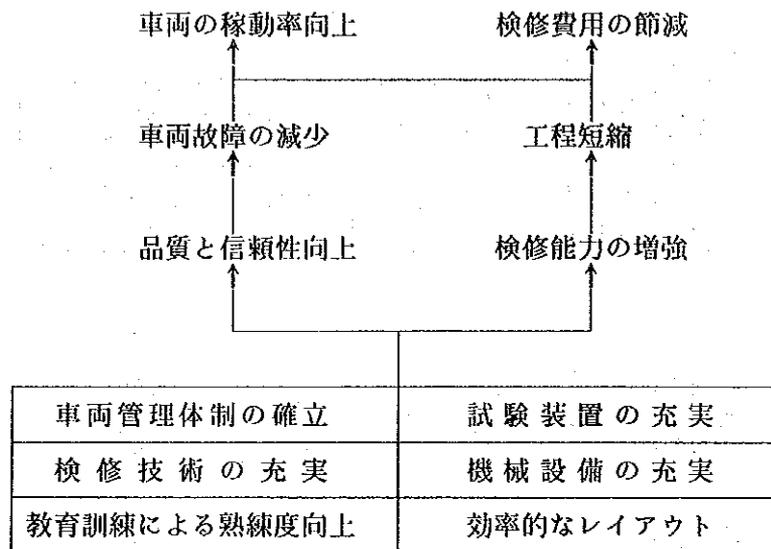
### 1.0-3 車両保守

#### (1) 車両の保守

車両は旅客・貨物を輸送する設備であり、故障が発生した場合直接利用者に迷惑をかけるばかりでなく、輸送という生産業務を阻害することになる。また車両の保守等を行うために、いたずらに休車時間を長くすることも、車両の使用効率を低下させることになり、予備車を多く必要とするため、結果として車両の信頼性は低下することになる。

車両保守の目的は「車両の機能の維持により、運転中の事故を防止するとともに、車両の使用効率を図る」ことにある。

車両保守の近代化は車両の稼働率の向上、及びその保守コストの節減を目的とするものである。このため車両の保守は、保守区における効率的な定期検査と工場における効率的な全般検査、すなわち車両管理体制の確立、検修技術、設備機械、試験装置の充実、合理的な工場レイアウト、及び教育・訓練による技能者、技術者の適切な熟練度の維持・向上によりはじめて達成される。



• 車両管理体制の確立

工場の検査修繕の管理体制は工程管理を中心に技術管理、作業管理、機械設備管理、品質管理、車両履歴管理等の各種管理項目が密接に関係しあって維持されるものでありこれらの確立が必要である。

• 試験装置の充実

- |          |         |          |
|----------|---------|----------|
| 絶縁試験機    | 絶縁耐圧試験機 | 磁気探傷機    |
| 超音波探傷機   | 主電動機試験機 | 層間短絡試験機  |
| 機関制御試験機  | 速度試験機   | 噴射ポンプ試験機 |
| 调速機試験機   | 機関性能試験機 | ブレーキ弁試験機 |
| その他弁類試験機 | バネ試験機   |          |

• 機械設備の充実

- |       |             |        |
|-------|-------------|--------|
| 車輪転削盤 | 車輪旋盤        | 輪軸圧入装置 |
| 輪芯旋盤  | 精密中グリ盤      | 弁座研磨盤  |
| 弁研磨盤  | エンジン関係の洗浄装置 |        |

## (2) 保守体制

西部局、東部局の守備範囲は現在のままとし、西部局ではディーゼル機関車については、整備は Viacha工場、日常の定期検査及び点検は車両管理所を中心とした今までの体制とする。

気動車は La Paz 工場で整備、検査の全部を実施していたが、車両数の増備に対して場所が狭いこと、また動力車として機関車と統一した思想で検修するため Viacha 工場で整備の作業を実施する。日常の定期検査及び点検はLa Pazを気動車保守センターとし、ここを中心を実施する。貨車については今まで通り Uyuni 工場で整備、製作を実施する。

東部局では車両数がほとんど変化しないので、現状通りディーゼル機関車、気動車は整備から日常の定期検査、点検まで Guaracachi 工場で実施する。貨車については今まで通り Robore工場で整備、製作を実施する。

## (3) 検査種別と検査周期

検査種別と検査周期は次に示すように、走行距離と経過時間とを併用したものととする。

表10-2 検査種別と検査周期

検査種別	DEL・DHL	DC	FC
全般検査	6年 又は 500,000 Km	6年 又は500,000 Km	5年
要部検査	3年 又は 250,000 Km	3年 又は250,000 Km	--
中間検査	1.5年又は 125,000 Km	-----	2.5年
交番検査	3ヶ月又は 30,000 Km	3ヶ月又は 30,000 Km	3ヶ月

日本の検査体系及び検査周期は、固定的なものでなく、その時々により各種部品の改良による車両の信頼性・耐久性の向上、車両保守技術の向上及び車両構造の改善等により、検査周期の延伸及び検査体系の変更を実施してきている。ENFEにおいても実態に合わせて見直しをする必要がある。

## (4) 検査両数

各検査の検査日数から検査両数を算出すると以下のようなになる。ただし全般検査と要部検査は同一日数としてある。

各車両の1日当りの検査両数を表10-3に示す。

表10-3 1日当りの検査両数

① 機関車 (DEL, DHL)

項目		2000	2010	2020
西部局	車両数(両)	50	60	77
	全般検査	3.1	3.6	4.0
	要部検査			
	中間検査	0.6	0.7	0.9
	交番検査	1.4	1.8	2.2
東部局	車両数(両)	17	22	26
	全般検査	1.4	1.8	2.1
	要部検査			
	中間検査	0.2	0.3	0.3
	交番検査	0.5	0.6	0.7

② 気動車 (DC)

項目		2000	2010	2020
西部局	車両数(両)	187	285	347
	全般検査	9.3	8.1	9.8
	要部検査			
	交番検査	2.9	4.4	5.3
東部局	車両数(両)	64	81	81
	全般検査	10.8	8.7	8.7
	要部検査			
	交番検査	1.0	1.2	1.2

(5) 検修設備

ディーゼル機関車の増備及び気動車の大量導入により、検修設備で次のような対応が必要である。

- ディーゼル機関車の増備に伴う工場検修設備能力の改善及び検修設備更新
- 気動車の大量導入に伴う工場検修設備の新設
- 被牽引車工場の検修設備更新及び支援工場の統合
- 保守センターの検修設備改善

#### a) ディーゼル機関車・気動車の工場検修設備

2020年時点における西部局の最大車両数は、機関車77両、気動車 347両、一方東部局の動力車数は、機関車26両、気動車81両となりViacha及びGuaracachi工場の検修能力の強化が必要となる。

Viacha工場は、現在ディーゼル機関車の検修設備があるので、機関車に関しては、最小限の変更を検討の条件とした。このため車体職場の車両移動方式は、機関車職場では遷車台を使用し、気動車職場は天井クレーン（飛び越し式）を採用することにした。

機関車職場に隣接して、気動車職場を設置することが望ましいが、場所の関係で気動車職場は、少し離れた場所とならざるを得ない。

検査周期は、全般検査6年、要部検査は3年とし、入場車両は10%の波動を考慮し、機関車の検査日数を45日、気動車の検査日数を20日として計算すると、同時在庫車両数は各々 4.5両、 9.8両となる。

このときの職場別在場両数は表10-4に示す通りである。また、検修職場のレイアウトを図10-4に示す。

一方、Guaracachi工場は、現在機関車、気動車の両方の工場検査及び日常の定期検査を実施しているので、業務に変更ないが、工場検査としての機関車検修設備の充実及び気動車の検修能力の大幅な引き上げ及び気動車の定期検査の検修設備が必要である。敷地は十分に確保されているので、機関車、気動車の職場は隣接して整備し、効率良い作業場配置を行うことが望ましい。

#### b) 動力車の定期検査設備

東部局は、Guaracachi工場ですべての車両検査を行うことは可能であるが、西部局は車両が多いので、機関車の定期検査は Oruroで実施し、気動車は、La Pazで定期検査を実施する。Oruroには大きな問題がないが、La Pazの検査設備は、両数に見合った設備に増強する必要がある。

#### c) 貨車工場及び支援工場の検修設備

Uyuni 及びRobore両工場の検修設備は、老朽化が進んでおり、更新をする必要がある。また、支援工場の検修設備も同様に老朽化が進んでいるため、貨車工場の検修設備の更新と合わせて改良する必要がある。

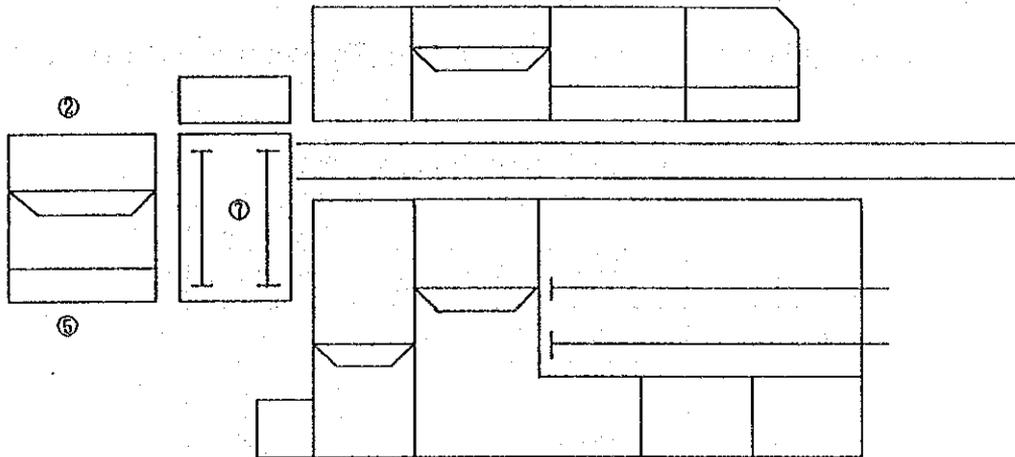
ディーゼル機関車工場の新設及び更新を含んだ作業場別主要設備機械名を付属資料10-5に示す。

表10-4 職場別同時在场両数

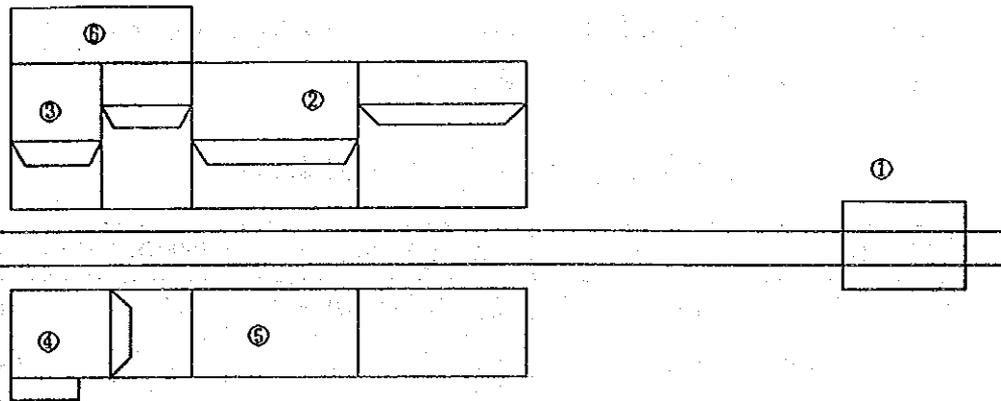
No	職場名	気動車職場	機関車職場
①	入場検査	1 両	1 両
	整備室	1 両	1 両
②	車体職場	※ 6 両	※ 3 両
③	台車職場	5.5両分	2 両分
	車輪職場		
④	エンジン職場	5.5両分	2 両分
⑤	塗装職場	2 両	1 両
⑥	電機職場	5.5両分	2 両分
⑦	遷車台		3 両分

※ 臨時修繕用として1両分含む

機関車職場



気動車職場



- |             |        |
|-------------|--------|
| ① 入場検査、整備室  | ⑤ 塗装職場 |
| ② 車体職場      | ⑥ 電機職場 |
| ③ 台車職場、車輪職場 | ⑦ 遷車台  |
| ④ エンジン職場    |        |

図10-4 工場全体のレイアウト

#### 10-4 段階別整備計画

##### (1) 車両

輸送需要増加に伴い、増備を必要とする車両数を整理すると表10-5の通りである。

表10-5 段階別車両増備計画一覧表

単位：両

種別	2000年	2010年	2020年
DEL	38	39	17
DHL	5	0	4
DC	251	115	62
FC	1,056	795	1,208

##### (2) 車両保守工場整備

第6章に基づいて、車両保守工場の整備を整理すると表10-6の通りである。安全で安定した輸送を確保するためには、工場の検査、修繕設備を早期に整備し、特に機関車稼働率の向上を図る必要がある。

表10-6 車両保守工場等の整備計画

局別	名称	保守内容	2000年	2010年
西部局	Viacha 工場	DC、DEL、DHL の検修	○	
	Uyuni 工場	FCの検修		○
	Oruro 保守センター	DC、DEL の検修		○
	La Paz 保守センター	DC、DEL の検修		○
	Cochabamba 支援工場	全車種の小規模検修		○
	Sucre 支援工場	〃		○
	Machacamarca 支援工場	〃		○
	Tupiza 支援工場	〃		○
東部局	Guaracachi 工場	DC、DEL、DHL の検修	○	
	Robore 工場	FCの検修		○

注. ○印は、検修設備等の整備を示す。



## 第 1 1 章 施 設 計 画





## 第11章 施設計画

### 11-1 改良計画

線路設備改良の線路基本構造は、現状を考慮して次に示す内容を目標とする。

- 列車速度 旅客列車 95Km/H 貨物列車 75Km/H
- レール 75Lb/Yard 以上、交換する場合 85Lb/Yard以上
- 枕木 木枕木 寸法 2.00m × 0.24m × 0.12m  
本数 一般区間 1,600 本/Km  
曲線区間 1,660 本/Km (R<600m)
- 道床 砕石 枕木下200mm 以上
- 分岐器 8#、10#、12# (普通分岐器)
- 施工基面巾 6.00m(単線)、10.2m(複線)

#### (1) 軌道

##### 1) レール及び分岐器交換

75Lb/Yard 以上のレールが敷設されている区間は残し、これ以下の 60Lb/Yard 及び 65Lb/Yardレールは、85Lb/Yardレールに交換する。しかし現状ではボリヴィア国の周辺国で生産されているレールは、90Lb/Yard 以上であり、輸入する場合 90Lb/Yard以上のレールとならざるをえない。

分岐器は、駅構内最遠分岐器を交換の対象とし、半数を新しい分岐器に取替、残りは整備することで計画する。この際地形的に可能な箇所には、10#、12# 分岐器の敷設を考慮する。

##### 2) バラスト投入

軌道の安定を図り、高い速度に対応するためには、バラスト道床に交換しなければならない。バラスト投入に当たっては、次の作業が必要となる。土道床に於ける施工基面巾は 4.40m (単線) であるが、バラスト道床の場合は 6.00m必要となるため左右に 0.60mづつ拡巾しなければならない。路盤不良箇所にあっては排水を良くするために、路盤の表層を砂又は砕石屑に置き換えておく必要がある。

又、破損枕木の交換も同時に行う。枕木の交換率は 25%~50% で計画する。

軌道関係改良数量をまとめると表11-1 の通りである。

#### (2) 踏切

ENFEで認可している踏切を、バラスト道床に適した構造に改良する。又、自動車等が踏切を安全に通過出来、軌道保守が容易に出来るように改良する。現在の標準構造は図 3-5-8に示した通りであるが、大型自動車等に対して取付部や

表11-1

各線区毎レール及び分岐器交換数量一覧

Nombre de Lineas	レール 軌道延長 Km	分岐器 組	バラスト投入 軌道延長 Km	Obser- vacion
Red Andina				
Villazon	689.0	50	544.8	
Guaqui	---	8	---	
Charaña	209.3	11	209.3	
Avaroa	0.3	10	127.4	
Cochabamba	191.7	36	204.8	
Sucree	345.0	25	348.2	
Total	1,435.3	140	1,434.5	
Red Oriental				
Quijarro	569.0	31	213.2	
Yacuiba	---	34	538.5	
Yapacani	---	11	---	
Total	569.0	76	751.7	
ENFE TOTAL	2,004.3	216	2,186.2	

表11-2

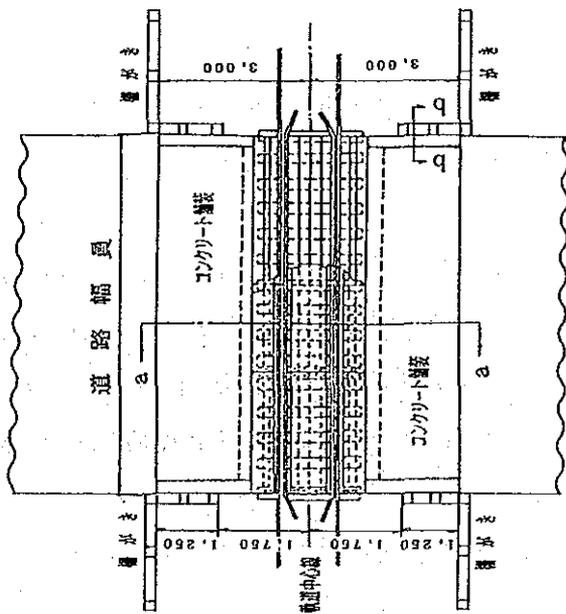
各線区別踏切改良箇所一覧

Nombre de Lineas	改良 箇所数	Nombre de Lineas	改良 箇所数	Nombre de Lineas	改良 箇所数
Red Andina				Red Oriental	
Villazon	120	Avaroa	25	Quijarro	100
Guaqui	10	Cochabamba	60	Yacuiba	135
Charaña	30	Sucree	60	Yapacani	30
		Total	305	Total	265
ENFE TOTAL	570				

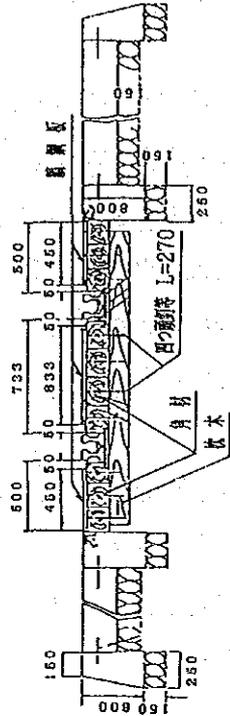
軌間内の舗装が不十分であり、耐久性に乏しい。図11-1に示すような改良案を提案する。

各線区毎の改良数量をまとめると表11-2の通りである。

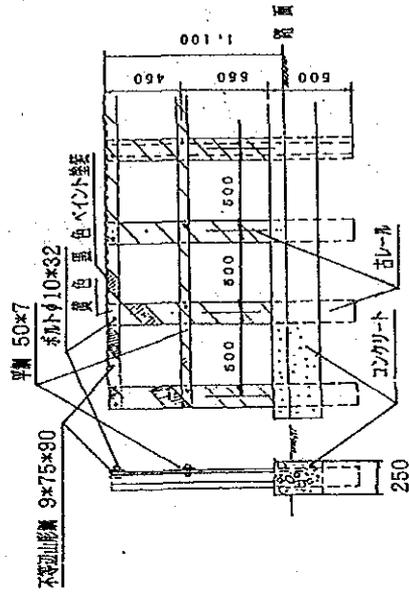
平面図



a~a 断面図



柵がき古レール造図



落輪防止壁コンクリート造

b~b断面

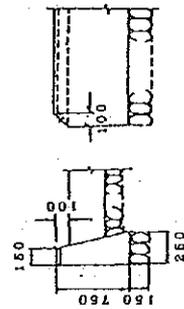


図11-1 踏切改良図

### (3) 停車場

停車場改良を計画に当たっては、輸送力の増加に伴って必要となる設備と列車の安全運転を確保するために必要な設備を考慮する。

#### 1) 駅構内整備

駅構内の線路敷をE N F E利用者、周辺住民及び家畜等が自由に利用している。今後列車本数が増加したり、速度が向上してくると非常に危険であり、且つ安定した列車運行を確保することは、非常に困難となる。駅構内が周辺住民の生活施設となつている地区もあるので、本来ならば住民の立ち入り等は禁止すべきであるが、決められた位置を横断出来るように設備を整えて、自由に線路敷内に立ち入り出来ないようにする。一般的な改良案を図11-2に示す。

#### 2) プラットホーム新設

現在E N F Eのプラットホームは駅本屋の前面のみしか設置されていない。又、La Paz、Oruro その他数駅を除けばその延長も短いものである。計画では駅構内に於ける本線路の方向を一定にした列車運転保安設備を計画しているため、駅本屋の前面のみでなく、その外側の線にも旅客サービス上ホームが必要となる。列車長に合わせたホームの新設、延伸を行う。改良案を図11-3に示す。

#### 3) 駅構内配線変更

一定の輸送力を確保するために、線形上貨物列車を途中駅で分割若しくは併合しなければならない箇所が17駅必要である。標準配線を図11-4に示す。

#### 4) 行き違い設備の新設改良

一定の輸送力を確保するため駅間の長い区間の中間付近に行き違い設備を新設若しくは分岐線を改良する。標準配線を図11-5に示す。

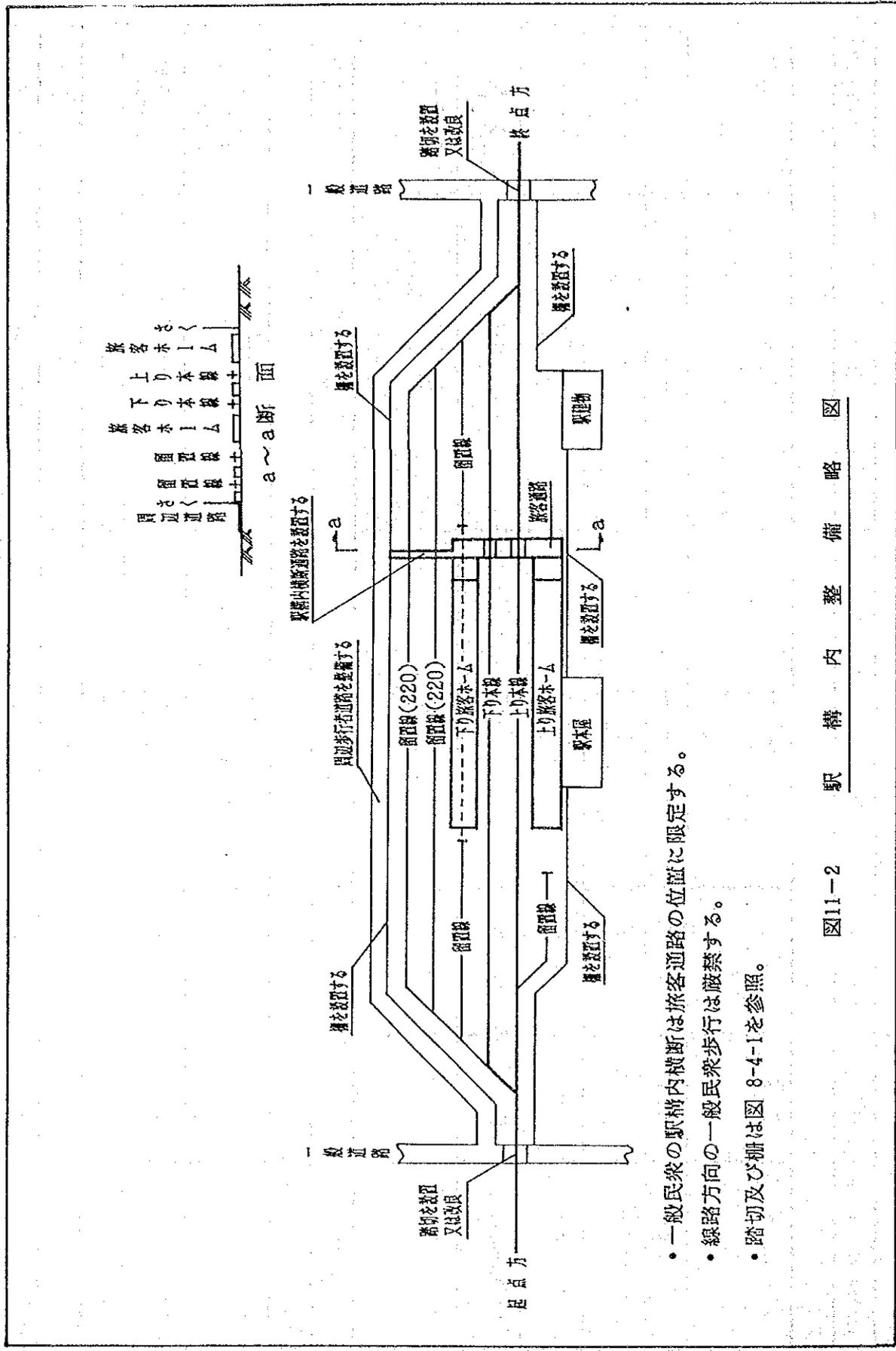
#### 5) Intermodal 設備新設

貨車から自動車もしくは自動車から貨車への荷物の積み替えのための設備を新設する。一般的には貨物駅設備でこの作業は十分行えるのであるが、現在のE N F Eの設備では取り扱いが非常に不便である。鉄道先進国等で使用している貨物駅を取り扱いに見合った設備容量で新設する。貨物駅の標準的な配線を図11-6に示す。

停車場設備の新設、改良の数量をまとめると表11-3の通りである。

表11-13 停車場関係設備新設・改良一覽表

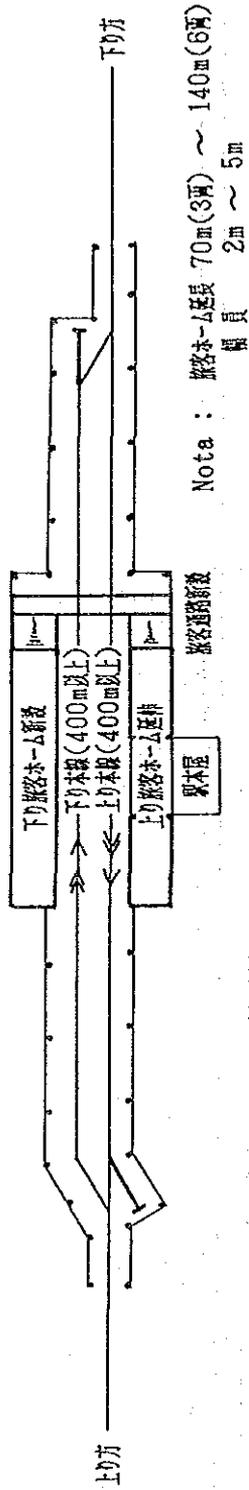
Nombre de Lineas	駅構内整備	プラットホーム新設	配線変更	信号所新設・改良	Intermodal設備
<b>Red Andina</b>					
Villazon	7 駅	33 駅	8 駅 Viacha, San Pedro, Oruro, Rio Mulato, Uyuni, Atocha, Tupiza, Villazon	4 箇所 8km, 29km, Chocaya, El Chorro	1 箇所 Tupiza
Guaqui	2 駅	3 駅	---	---	---
Charaña	1 駅	8 駅	2 駅 General Pando, Charaña	---	---
Avaroa	-	2 駅	1 駅 Avaroa	1 箇所 Cantera	---
Cochabamba	5 駅	26 駅	1 駅 Cochabamba	2 箇所 65km, Ventilla	1 箇所 Cochabamba
Sucre	4 駅	11 駅	2 駅 Potosi, Sucre	9 箇所 C.Machicao, 36.5km, 50.4km, 123.9km, Cebadillas, A.Dulce, Q.Quivi, N.Mriaca, Higeras	---
Total	19 駅	83 駅	14 駅	16 箇所	2 箇所
<b>Red Oriental</b>					
Quijarro	6 駅	20 駅	2 駅 Guaracachi, Quijarro	---	2 箇所 Santa Cruz, Motacucito
Yacuiba	6 駅	23 駅	1 駅 Yacuiba	---	1 箇所 Villamontes
Yapacani	-	---	---	---	---
Total	12 駅	43 駅	3 駅	---	3 箇所
ENFE Total	31 駅	126 駅	17 駅	16 箇所	5 箇所



- 一般民衆の駅構内横断は旅客通路の位置に限定する。
- 線路方向の一般民衆歩行は厳禁する。
- 踏切及び柵は図 8-4-1を参照。

図11-2 駅構内整備略図

Caso 1 側線の無い場合



Caso 2 側線の有る場合

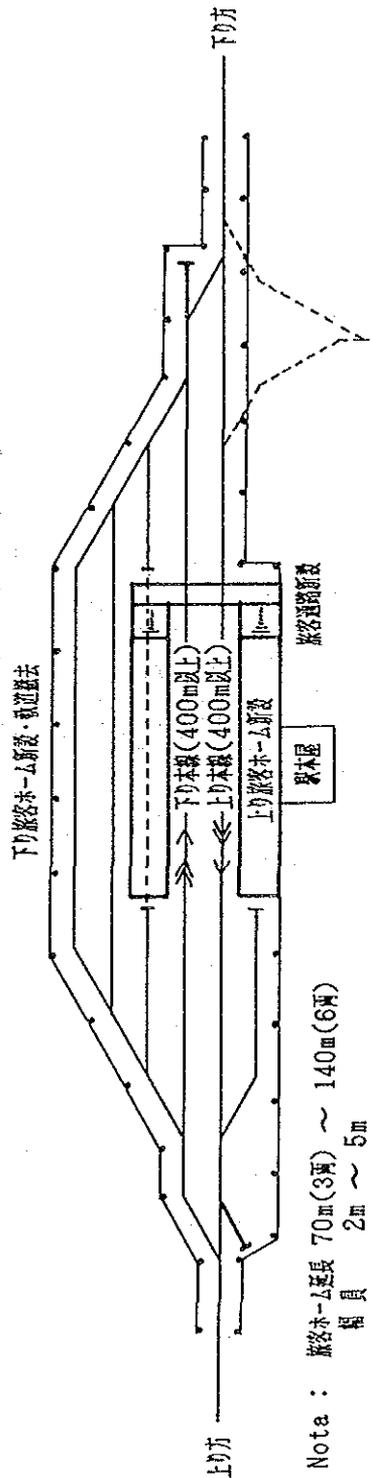


図11-3 プラットホーム新設略図

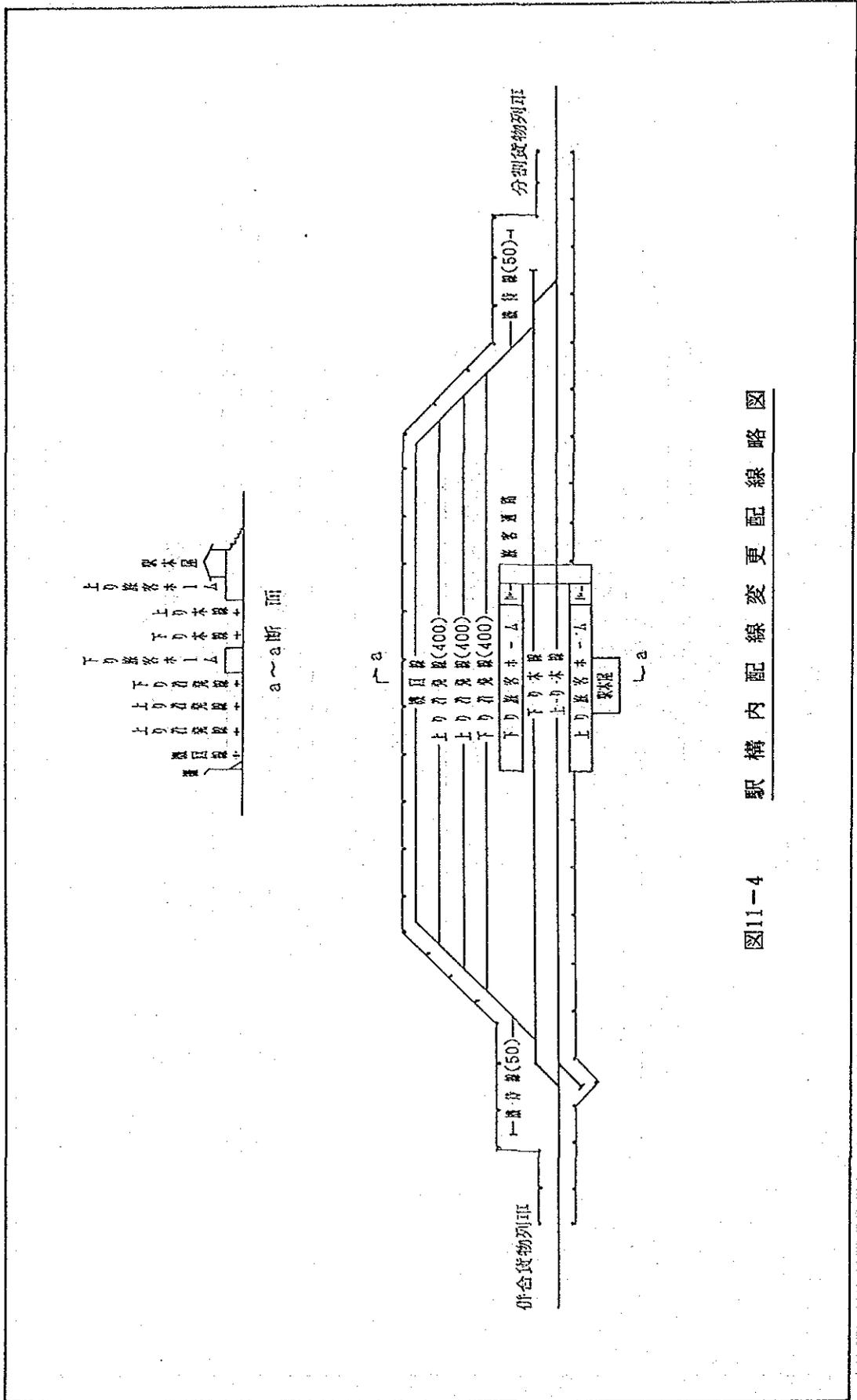


図11-4 駅構内配線変更配線略図

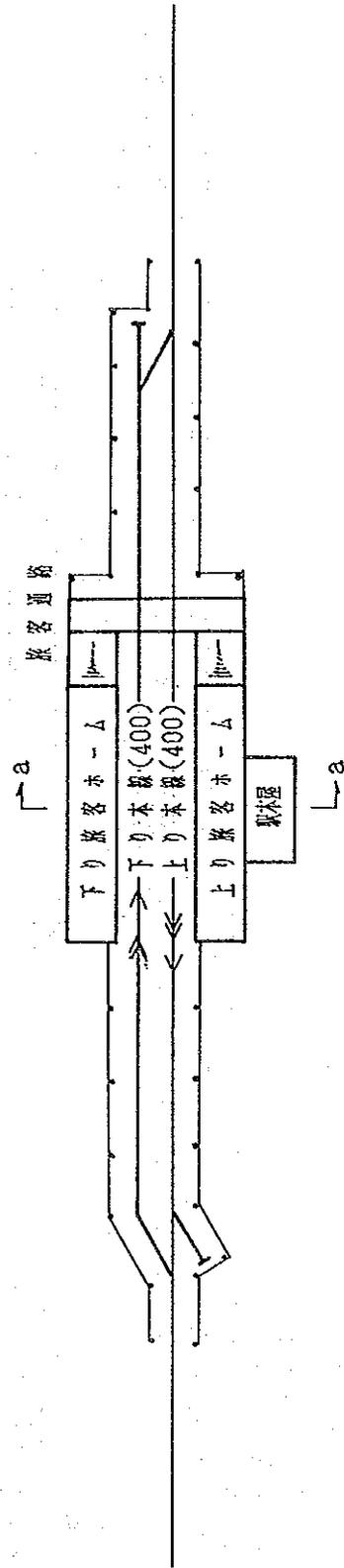
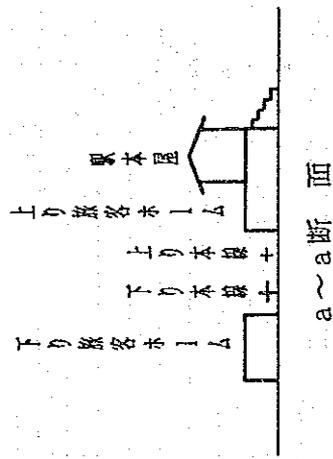


図11-5 信号所新設・改良略図

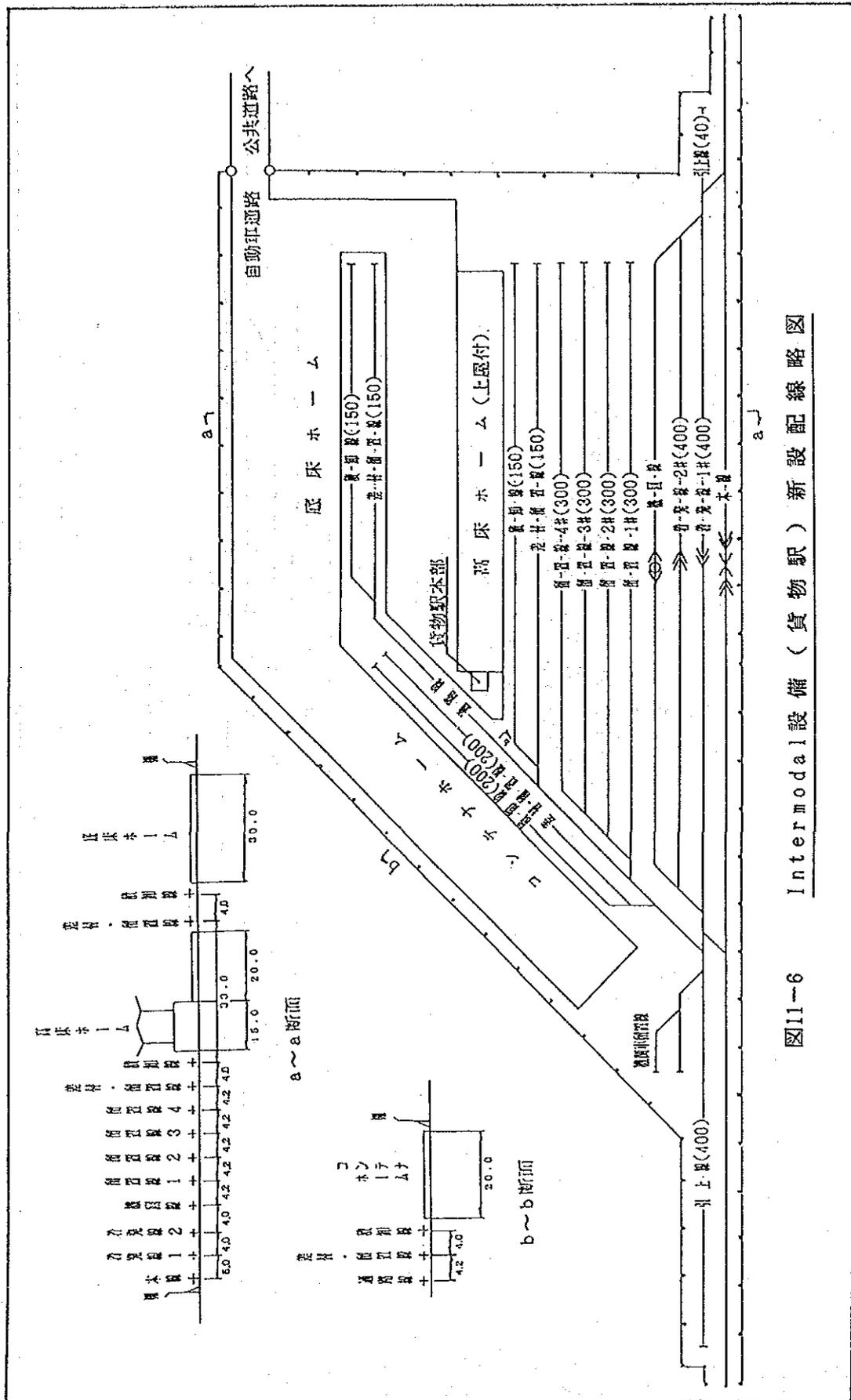


図11-6 Intermodal設備（貨物駅）新設配線略図

(4) 線路構造物

1) 橋梁設備

河川の増水や橋梁周辺の環境変化に伴う流量増加によって、橋梁や開渠が流失し枕木サンドルで軌条を受けて列車を通して筒所が多数ある。特に東部局の平野地帯は、地質が砂質粘土であり粘土分が少なく、基礎地盤としては良質の物とは云えない。このため急激な降雨で流れ出した流水は、橋台・橋脚基礎地盤を洗掘し、橋台・橋脚が崩壊している。又、橋梁や開渠の断面が不足して居るために構造物の背面が洗掘され盛土が崩壊している。仮設構造物で線路は復旧しているが、再度の災害に対する備えとしては、本設構造物に取替たり、橋台・橋脚基礎を蛇籠等で補強する必要がある。各線区別改良のに数量をまとめると表11-4の通りである。(写真11-1,2)

表11-4 線 区 別 橋 梁 改 良 一 覧 表

Nombre de Lineas	仮設橋梁復旧 (筒所)	橋台橋脚補強 (筒所)	Observaciones
Red Andina			
Villazon	69	40	
Guaqui	-	2	
Charaña	10	7	
Avaroa	-	10	
Cochabamba	7	17	除く災害区間
Sucree	-	3	
Total	86	79	
Red Oriental			
Quijarro	21	8	
Yacuiba	31	3	
Yapacani	--	-	
Total	52	11	
ENFE TOTAL	138	90	

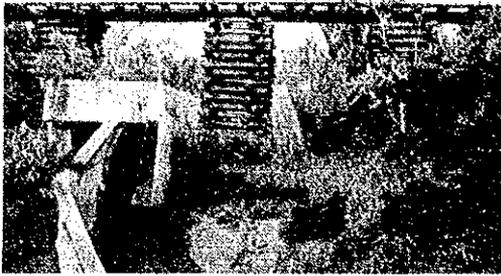


写真11-1

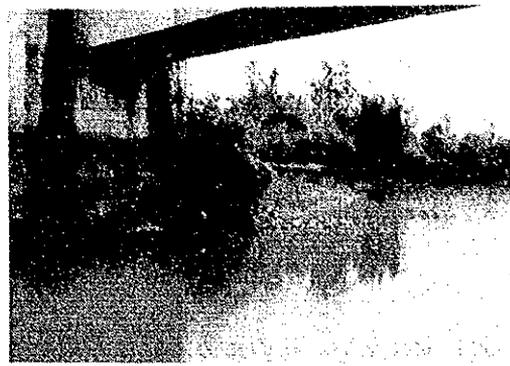


写真11-2

2) 防護設備

盛土法面、切取法面及び自然斜面等で防護を必要とする箇所が多数見受けられる。盛土法面では法尻を固定するために、腰土留を設置し法面土の流失を防ぐ。切取法面に於いては施工基面巾、線路側溝を確保するため土留壁を設置する。又斜面上には浮き石、風化岩屑等が多い箇所には壁を設置して流下を防止する。

又、線路内が家畜の餌場になりやすい箇所には有刺鉄線柵を設置し、列車運転の安全が確保出来るようにする。線路に接近している平行道路区間には、レール柵等を設置して自動車等が線路内に進入しないようにする。各線区毎に改良の防護設備数量をまとめると表11-5 に示すとおりである。

表11-5 線区別防護設備数量一覧表

Nombre de Lineas	法面防護工等 (延長 m)	立入防護工 (延長 Km)	Obser- vaciones
Red Andina			
Villazon	8,470	42.3	
Guaqui	---	3.3	
Charaña	2,930	10.4	
Avaroa	---	8.6	
Cochabamba	3,580	20.9	
Sucree	4,270	21.3	
Total	19,250	106.8	
Red Oriental			
Quijarro	650	247.2	
Yacuiba	540	144.0	
Yapacani	---	---	
Total	1,190	391.2	
ENFE TOTAL	20,440	498.0	

## (5) Oruro～Cochabamba間災害復旧

### 1) 復旧の必要性

Cochabambaは、ボリヴィア国東部地域の平原地帯と西部地域の標高 4,000mのアンデス山脈に広がる高原地帯との中間地帯に位置し、国内東西交通の要衝地でもある。標高は 2,500m前後で、気候は年間を通じて温暖であり、ボリヴィア国内では最も良い環境・生活条件が整った地帯である。又、この地帯で生産される生鮮食料品は、アンデス高原地帯のLa Paz、Oruro 等の各都市へ供給されている。又、この沿線には多くの住民が定住しており、彼等の生活路線でもあこと等を考慮すると、緊急に復旧工事をしなければならない。

南米大陸としてこの路線を観ると、この大陸を中央部で横断するルートの中地点に当たり、Cochabamba～Santa Cruz間のIntermodal輸送を充実させるため、ルート構成上欠くことの出来ない鉄道路線である。

ボリヴィア国にとっても又南米大陸の観点から観ても、Oruro～Cochabamba間の鉄道路線は現状でも、又将来的にも重要な位置を占めている。

Oruro～Cochabamba間の断面輸送量の実績と今後の予測を表11-6 に示す。

表11-6 Oruro～Cochabamba間の断面輸送量

西 暦 年	旅 客		貨 物		記 事
	千人	千人 Km	千ton	千ton・km	
1987	112	15,110	128	26,375	実績
1988	76	9,603	102	21,287	
2000	681	139,605	454	93,045	予測
2010	1,086	222,630	574	117,628	
2020	1,218	249,690	745	152,697	

### 2) 復旧方法

災害が最も多く発生し線路開通に長時間要している区間は、100K250M～137K500Mで、延長 37k250mである。現在は河川に接した位置にルートが取られていることもあり、河川の状態に左右され、雨季になると被害を被っている。抜本的な復旧対策としては河川沿いのルートを避け、土石流が流れてこない地形を選ばなければならない。この区間に於いてこれを選ぶ事は非常に困難であり、工事費も莫大なものになってしまう。多少の災害を受けても復旧時間が少なく、復旧費も少なく、鉄道輸送に与える影響が少なく済むルートを選ぶ必要がある。河床上

昇に対しては現在高さより少なくとも10~20m は高い位置に移設することで30年以上は河川水による被害は避けることが可能と思われる。又、土石流に対しては、トンネルでその区間を避けるか線路上空に防護工を設置する。点在する地滑り区間の規模は大きくないと思われるので、この箇所を避けて通るルートを選ぶことになる。JICA専門家とENFE職員が S=1/50,000 の地形図で選んだ復旧案は次のとおりである。

a) I 案

図11-7 に示す通り、土石流の被害を受けたり、受けると予測される区間はトンネルで、河床上昇区間は盛土や現在よりも高い位置に移設することで被害を受け難いルートを選んだものである。

この案の工事数量及び工事費は表11-7 に示す通りである。

表11-7 Oruro~Cochabamba間改良工事数量及び工事費 (I案)

工 種	数 量	工事費 (千US\$)	記 事
ト ン ネ ル	18,230 m	92,791	20箇所
橋 梁	4,300 m	27,413	13箇所
盛 土	251,924 m	1,109	
切 取	316,675 m	1,394	
停車場建物	600 m <sup>2</sup>	533	5駅
信号設備	1 式	---	整備計画に含む
通信設備	1 式	---	整備計画に含む
軌 道	33 Km	1,637	整備計画に含む
防護設備	1 式	22	
そ の 他	1 式	8,300	
計		133,199	

b) II 案

図11-8 に示す通り、現在線を最大限に利用し、土石流や河川の影響を受けると予測される箇所は、現在線よりも高い位置に移設して、被害を避けるルートを選んでいる。しかもこの案は、これまでの災害応急工事を直轄で実施しているグループで施工出来る範囲の工事方法で計画されたものである。従って径間の大きな橋梁の施工は不可能であるが、現在ENFEが所有している桁を利用出来る橋梁については、直轄で工事することとしている。この案の実施に当たっては、



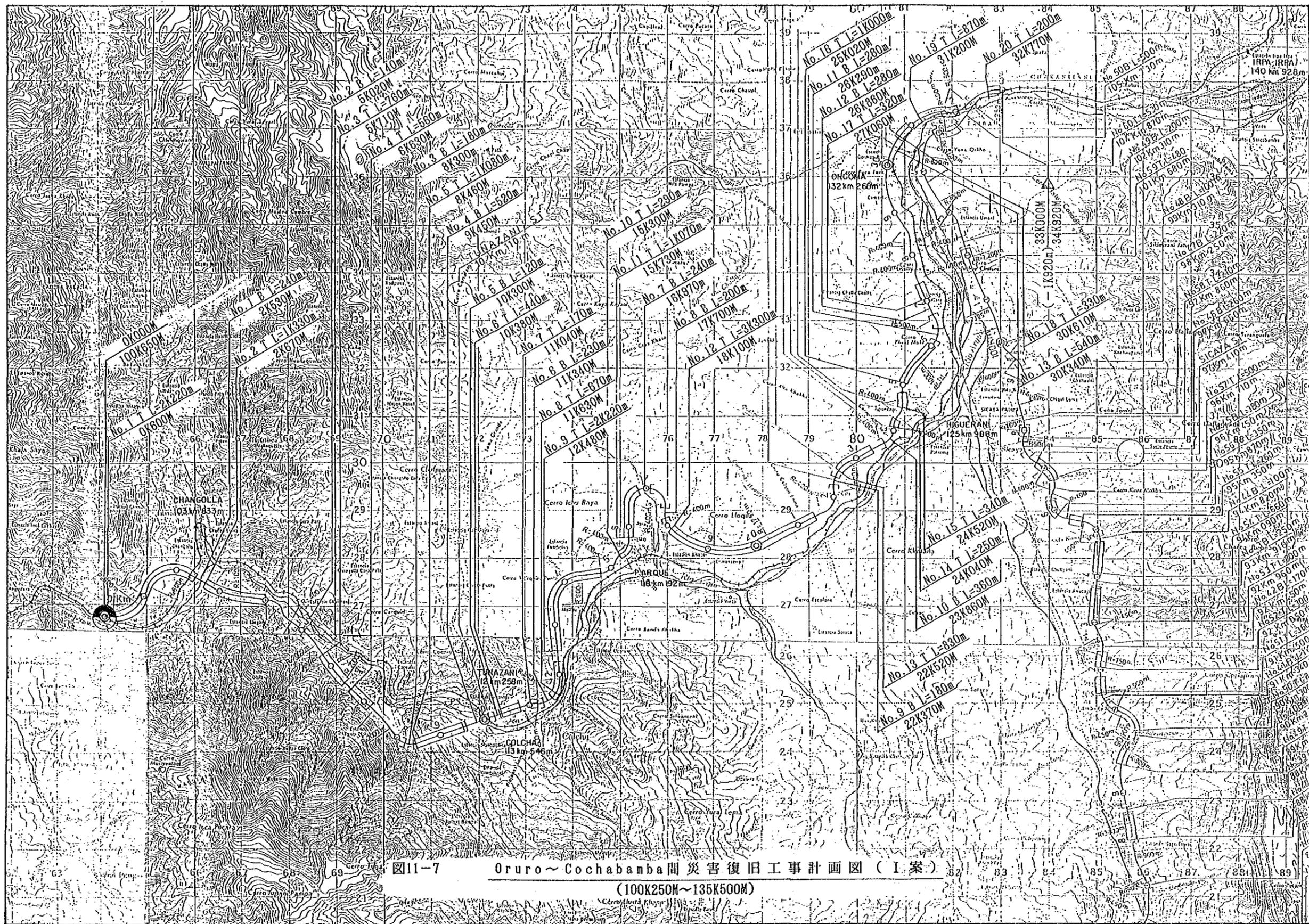


図11-7

Oruro~Cochabamba間災害復旧工事計画図 (I.案)

(100K250M~135K500M)

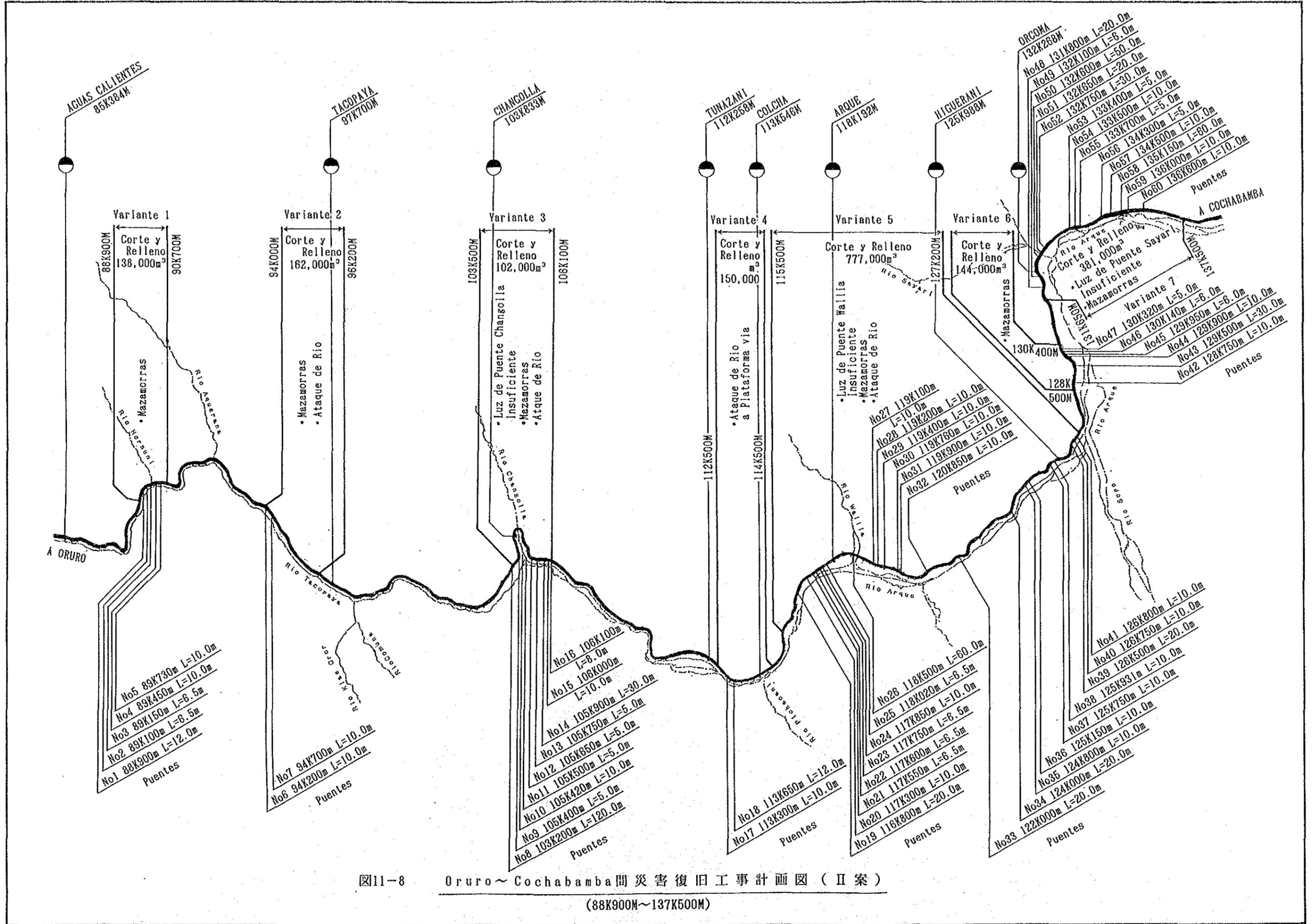


図11-8 Oruro ~ Cochabamba間災害復旧工事計画図 (II案)  
(88K900M ~ 137K500M)



この案の工事数量及び工事費を表11-8に示す。

表11-8 Oruro~Cochabamba間改良工事数量及び工事費(Ⅱ案)

工 種	数 量	工事費(千US\$)	記 事
橋 梁	889 m	6,919	60箇所
盛 土	135,000 m	795	
切 取	1,854,000 m	13,641	
停車場建物	600 m <sup>2</sup>	935	5駅
信号設備	1 式	---	整備計画に含む
通信設備	1 式	---	整備計画に含む
軌 道	30.9Km	851	整備計画に含む
防護設備	1 式	1,410	
計		24,551	

c) I、Ⅱ案の比較

土石流による被害、河床上昇による線路洗掘等の被害は、これからも毎年雨期になると起こりうる災害であるが、安全で安定した輸送を確保するためには、河から離れた高い位置に線路を移設することが肝要である。多額の資金を導入し経済的に成り立つならば、もっと山の芯にトンネルを掘って災害から逃れる事も現在の技術では可能であるが、現在のENFEの経営状況、ボリヴィア国の経済状況等から考慮すると不可能と見受けられる。従って、最小限の資金で安全かつ安定した輸送を確保できる方法を作り出すしかない。2つの案を比較すると次のとおりである。

① 工事費の比較

I案は133.2百万米ドルであり、Ⅱ案は24.6百万米ドルでI案の5分の1である。明らかにⅡ案の方が有利である。

② 施工性

I案のトンネル施工に当たっては、トンネル本体の施工もさることながら、施工のための付属施設を整えるために多額の経費を要することが予測される。この区間に寄り付く道路は無く、鉄道線路敷か或は乾季における河川を利用するしかない。施工のための資機材運搬に多大な困難が予想される。

Ⅱ案の場合は、鉄道で大型土木施工機械の搬入は十分可能であり、現在線から足掛かりを付けて、切取り、盛土施工が順次可能である。施工グループ

するしかない。施工のための資機材運搬に多大な困難が予想される。

Ⅱ案の場合は、鉄道で大型土木施工機械の搬入は十分可能であり、現在線から足掛かりを付けて、切取り、盛土施工が順次可能である。施工グループを複数にすることで、全体工期の短縮も十分図ることが可能である。

### ③ 効果

I案では、かなり高い確立で安全で安定した輸送が確保出来る。Ⅱ案は、十分とは云えないが、仮に災害を受けても短時間で復旧が可能であり、運転再開までの待ち時間は短くてすむ。現在では毎年小さな災害でも約1ヶ月、大災害となると3～4ヶ月の運休を繰り返している。

以上のことから本報告書では、第Ⅱ案で整備計画の中に取り入れることにする。なお実施に際しては、F/Sを行い詳細に検討する必要がある。

### d) 復旧工事の進め方

この区間は、長年に亘って被害をうけ、応急で線路を斜面の上へ上へと移動しており、河の流芯は毎年雨期の時期には移動し、しかも大量な土石流の流入で毎年1.0～1.5 mも河床が上昇していた。現在ではV字谷の中も広くなり年0.5～1.0 mの河床となっている。これらの地形変化のため線路の位置や河川の位置、標高も確かな位値は分かっていない。しかも現在ボリヴィア国で持っている地形図は約20年前に日本の指導によって作成した1/50,000及びこれを拡大した1/5,000の縮尺の地形図しかない。鉄道線路の計画に当たっては最低限1/2,500、正確を期すためには1/500の地形図が必要である。

進め方の概略を示すと次の通りである。

- ① 地形図の作成
- ② 正確なルート選定
- ③ 概略設計と検討
- ④ 最適ルートの測量
- ⑤ 詳細設計と工事費の算出
- ⑥ 施工（施工監理を含む）

①～③の業務を早急に実施し、復旧工事を本格的に進め、安全で安定した輸送を早急に確保することで、鉄道の信頼性を得ることが可能となる。

## 11-2 在来線の保守体制

多岐に分かれている鉄道施設技術の保守体制を整備するに当たっては、鉄道先進国

から各分野毎に専門家の派遣を受け入れ、実作業を伴った指導を保守作業現場で実施する必要がある。早急に手を付けなければならない業務は、設備関係の技術基準の制定、これに基づいた軌道管理方法の確立及び軌道保守作業要領の確立等がある。

## (1) 保守体制

### 1) 軌道・工事部

技術課の中に軌道管理と構造物管理をそれぞれ専任する技術職員を数名配置し軌道と構造物の現状を把握すべきである。現状把握については軌道状態を示す5項目(軌間、水準、通り、高低、平面性)、敷設軌道材料、敷設材料の経年、敷設軌道材料の劣化状態、その他列車の安全運行を確保するために必要な資料管理を整備する。構造物の管理も軌道と同様に、列車の安全運行を確保するため、一つ一つの構造物の竣工図、設計計算書、数量等の整理、沿線の環境変化、等を整理し保管すべきである。

### 2) 保線区

軌道検査長を増員すべきである。1人の検査長が受け持てる軌道延長は50～60Kmである。1人の検査長の下に検査係2人を配置し、軌道管理データを収集し検査長の指示に従って作業班は軌道補修をおこなう。又、保線区に構造物を担当する専任の技術係を配置し地域の特状に適した構造物の維持管理を実施出来るようにすべきである。

## (2) 諸規程の統一及び作業方法

### 1) 諸規程等の統一について

規程を大きく分類すると次の3つに分ける事が出来る。

- 規則………鉄道輸送の安全を確保するため、最低限の設備の構造を定めた規程である。従って、この規則で決められた内容の限度を危険側に犯す事は出来ない。
- 規程………規程と基準規程に分けられる。規程は、規則で定めた線路に関する新設、改良、機能維持等に関する業務について定めたものである。基準規程は、各施設の基準となる構造、取り扱い手続等について、個々に定めた規定である。
- 標準………各規程毎に、それぞれの作業方法、取り扱い手順等を細部について定めた規定である。

現在軌道・工事部長名で多くの文書が発行されているが、これ等を整理し末端の作業班の職員まで徹底すべきである。

## 2) 作業方法について

線路を保守するには、特殊な種々の機械や測定機器を使用する。従って、これ等の機械器具の取り扱いが誤っていれば、効率良い作業或は正しいデータを捉えることは出来ない。又、作業の出来上がり精度は不揃いになり、品質の高い商品を提供出来ない。安定した線路管理を維持して行くためにも、各機械器具を使用した作業方法、検査方法を制定する必要がある。

## (3) 保守機械器具

### 1) 保線機械

レール交換、道床バラスト投入を推進するために必要な保線専用機械の導入を図る。レールは輸送の都合上1本の長さが10m前後であるため、現地で溶接して1本の長さを30m前後にして敷設する。レール溶接機種としては、ガス圧接機、テルミット溶接器、フラッシュバット溶接機、エンクローズ溶接機等があるが、溶接数量、作業の難易度、溶接材料入手の難易度、可搬性、溶接箇所の信頼度等を考慮しガス圧接機を、東部・西部局に1台ずつ配置する。溶接レールを敷設現場に運搬配列するために、レール運搬用トロ3両1組を東部・西部局それぞれに配備し、大型モーターカーで運搬する。その他レール作業に必要な機器、切断機、孔明機、レール運搬、積み込み、取り下ろし時の安全作業のために積み卸器、レール交換作業を容易に出来る山越機を導入する。

バラスト突き固め作業にはマルチプルタイタンパーで行うが、現在ENFEで所有しているマルチは、機種も古い事もあり故障ばかりしており、又、部品の供給も十分でないため廃棄し、新規に東部・西部局に1両ずつ配備する。

バラスト道床作業に欠がせないタイタンパーを4線路班に1セット配備し、補充突き固め作業や軌道整正作業に供する。

バラスト運搬については、現在ホッパー車6両編成が東部・西部局に配置されているが、投入数量から考慮するともう1編成ずつ両局に配備する必要がある。ホッパー車の牽引は、機関車で行うのが最適と考えられるが、列車運用等から推察すると保線側でも運搬が可能となるように、レール運搬で使用している大型モーターカーを利用する。

その他軌道整備作業で不足している機器具を新規に揃える必要がある。

### 2) 測定機器

軌道管理を的確に行い推進していくに必要な測定機器の導入を図る。全線のデータ収集のために、軌道検測車を東西両局に1台ずつ配備する。これは軌道上

を走行することで、5項目のデータを捉える事が可能である。

列車速度が上がっていくに従い軌道の動的管理が必要となってくる。静的に問題の無い箇所でも列車通過の際に、大きな動揺を列車に与える箇所もある。このような位置を捉えるために、列車動揺計の導入が必要である。

その他日々の軌道保守に必要なゲージ等が不足している。軌道狂い箇所を的確に捉えるためにも、軌道整備を向上させるためにも各作業班に使用可能な器具を整備する必要がある。

雨による災害が多い中で、沿線の降雨状況が正確に捉えられていない。地球全体の環境変化が叫ばれているが、ここポリヴィアでは雨による災害が主たるものであると思われる。鉄道線路を守るためにも、沿線の降雨状況を捉える必要がある。これによって災害は、ある程度予測出来、しかも備えが出来るものである。このため全線路班に自記雨量計の設置が必要である。現状では、写真11-3,4に示す雨量計が主な駅に設置されているが、あまり正しい値は捉えられていない。

この計画で考えている保線作業機器及び器具をまとめると表11-9に示す通りである。

表11-9 保線作業機器及び器具一覧表

機器名	単位	西部局	東部局	合計	機器名	単位	西部局	東部局	合計
保線作業機器					継目落機	組	7	5	12
マルチ	両	1	1	2	其他器具	式	1	1	2
ホッパー車	両	6	6	12	測定機器				
モーターカー	両	1	1	2	曲整正器	台	1	1	2
レ.運搬トロ	両	3	3	6	軌検測車	台	1	1	2
ガス圧接機	組	1	1	2	レベル	台	8	6	14
レ.切断機	組	7	5	12	トランシット	台	8	6	14
レ.孔明機	組	7	5	12	列動揺計	台	1	1	2
タイタンバー	組	31	13	44	標準ゲージ	本	246	96	342
レ.積卸機	組	2	2	4	觚雨量計	台	123	48	171
レ.山越機	組	40	40	80	直角定規	個	122	47	169
レ.ジャッキ10	個	488	188	676	矢測定駒	組	124	49	173
レ.ジャッキ5t	個	244	94	338	其他器具	式	1	1	2



写真11-3



写真11-4

#### (4) 軌道作業長の教育

線路関係の技術は大別すると軌道と構造物に分ける事が出来る。技術が進歩すればするほど、それぞれの分野で細分化した知識が必要となってくる。しかし、線路を保守し良好な状態に維持していくに必要な線路保守の知識は、軌道、構造物を担当する人々は持っていなければならない。しかも同一鉄道内にあるのは、同レベルの保守状態が維持出来る能力を備えていなければならない。このために諸規定と作業方法の整備を速やかに実施し、これを基本とし、施設担当者全員が理解し、実行出来るように広める必要がある。特に毎日現場の先端で作業を指示、指導、監督している作業長に対して、速やかに教育を実施し保守レベルの向上、安定した軌道状態の維持に努めるべきである。

#### 11-3 段階別整備計画

第6章に基づいて施設計画関係を整理すると表11-10の通りである。この内Villzon線は、La Paz～Oruro 間及び Rio Murato ～Uyuni 間に列車が集中する区間であるため、第1段階でこの区間の整備を行い、引き続き残りの区間を第2段階で整備する事にする。整備対象線区であっても需要の少ない区間、或いは整備対象外の線区であっても、安全を確保するための設備の整備は実施することにする。

整備対象外区間及び対象外線区は次の通りである。

西部局 Gu a q u i線……全線（ペルーとの協定により現在整備中）

Cochabamba線……Cochabamba～Aiquile 間（需要が少ない）

S u c r e線…… Sucre～Tarabuco間（需要が少ない）

東部局 Yapacani線……全線（需要が少ない）

保守用機器具の各現場への投入は、線区の整備段階に合わせて実施するものとする。

表1.1-1.0 施設関係段階別整備計画一覽表(1)

Nombre de Lineas	行 程			整 備 項 目							Observaciones	
	1991	2000	2010	2020	レール 交換 (Km)	分岐器 交換 (組)	パラスト 投入 (km)	踏切改良 (箇所)	駅構内 整備 (駅)	ワット・ホーム 新設 (駅)		配線変更 ( 駅)
RedAndina												
Villazon					304.3	21	115.7	50	5	10	2	
Villazon					384.7	29	429.1	70	3	23	5	
Guaqui					---	8	---	10	2	3	--	
Charaña					209.3	11	209.3	30	1	8	2	
Avaro					0.3	10	127.4	25	--	2	1	
Cochabamba					191.7	36	204.8	60	5	26	1	
Sucree					345.0	25	348.2	60	4	11	2	
計					1,435.3	140	1,434.5	305	19	83	13	
RedOriental												
Quijarro					569.0	31	213.2	100	6	23	2	
Yacuiba					---	34	538.5	135	6	20	1	
Yapacani					---	11	---	30	1	--	--	
計					569.0	76	751.7	265	13	43	3	
合 計					2,489.7	216	2,186.2	570	32	126	16	

施 設 閱 係 段 階 別 整 備 計 画 一 覽 表 (2)

Nombre de Lineas	行 程			整 備 項 目						Observaciones		
	1991	2000	2010	2020	信号所 新設改良 駅	In. Modal 設備 (箇所)	仮設橋梁 復旧 (箇所)	橋台橋脚 補強 (箇所)	法面 防護工等 ( m)		立入 防護工 ( km)	
Red Andina												
Villazon					2	--	29	17	3,560	17.8		
Villazon					2	1	40	23	4,910	24.5		
Guaqui					--	--	--	2	---	3.3		
Charaña					--	--	10	7	2,930	10.4		
Avaroa					1	--	--	10	---	8.6		
Cochabamba					2	1	7	17	3,580	20.9		
Sucree					9	--	--	3	4,270	21.3		
計					21	2	86	79	19,250	106.8		
Red Oriental												
Quijarro					--	2	21	8	650	247.2		
Yacuiba					--	1	31	3	540	144.0		
Yapacani					--	--	--	--	---	---		
計					--	3	52	11	1,190	391.2		
合 計					21	5	138	90	20,440	498.0		

## 11-4 新線建設計画

### (1) ENFEの新線計画

ENFEでは超長期的な展望のもとに、以下に示す区間の新線建設計画を持っている。(図11-9参照)

- ①Aiquile - Santa Cruz: 東西連絡、国際輸送網の拡充
- ②Mataral - Valle Grande: 農産品輸送、国内鉄道網の確立
- ③Sucre - Tarabuco - Cuevo: 東西連絡、国内鉄道網の確立
- ④Tarabuco - Valle Grande: 農産品輸送、国内鉄道網の確立
- ⑤Villazon - Tarija - el Parimar: 東西連絡、国内鉄道網の確立
- ⑥Motacucito - Mutun - Puerto Busch: 鉄鉱石輸送、国際輸送網の拡充
- ⑦Yapacani - Puerto Mamorecillo: 林・畜産品輸送、国際輸送網の拡充
- ⑧Guaqui - Tiahuanacu - Puno (ペルー): 国際輸送網の拡充

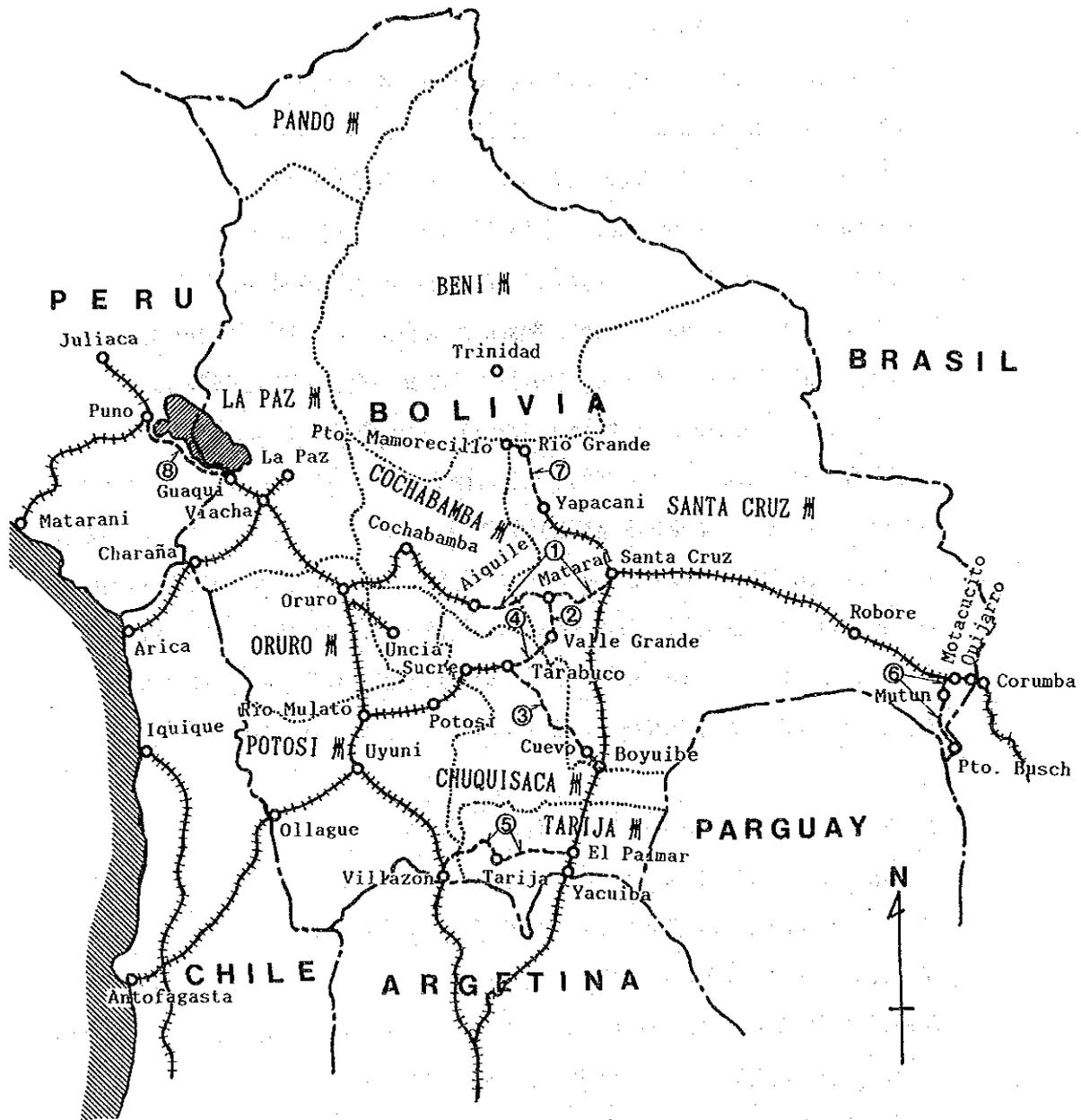
本調査においては、中・長期的な整備計画を策定するにあたり、ボリビア国内の鉄道網の確立、開発計画及び国際輸送網の拡充等を考慮し、ENFE側と検討の結果上記計画路線の内①、⑥、⑦の3線区を選定し、将来の最適鉄道網における位置付けを輸送計画、需要予測、概略経済・財務分析結果に基づき、検討を行った。その結果、2020年における最適鉄道網として、⑥の Motacucito - Puerto Busch間の新線を現在の鉄道網に組み入れ、更に詳細な分析を行うこととなった。

### (2) Motacucito - Puerto Busch 間の建設計画概要

当路線は、東部局の Santa Cruz を起点とする Quijaro 線の622km 付近に位置する Motacucito 駅を起点とし、ボリビア最大の鉄鋼石の埋蔵量があると推定されている Mutun 鉱山を經由して南下し、ブラジルとパラグアイの国境である Paraguai 川に面した Puerto Busch までの延長 132.7km の路線で、Mutun の鉄鋼石を Paraguai 川を利用して輸出することを目的とした路線である。

図11-10は、ENFEの Motacucito - Puerto Busch間の基本建設計画における配線略図及び線路略図であり、表11-11、12は、勾配表、曲線表である。

基本計画は、線形上ボリビア東部の平原地帯に位置しているため縦断勾配、曲線半径とも問題はないと思われるが、将来の輸送トン数、運転計画上から行き違い設備の配置、設備等に再考慮が必要である。



- : 既設線
- - - - : 新線計画
- - - - : 国境
- ..... : 州境

図11-9 ENFEの新線建設計画位置図

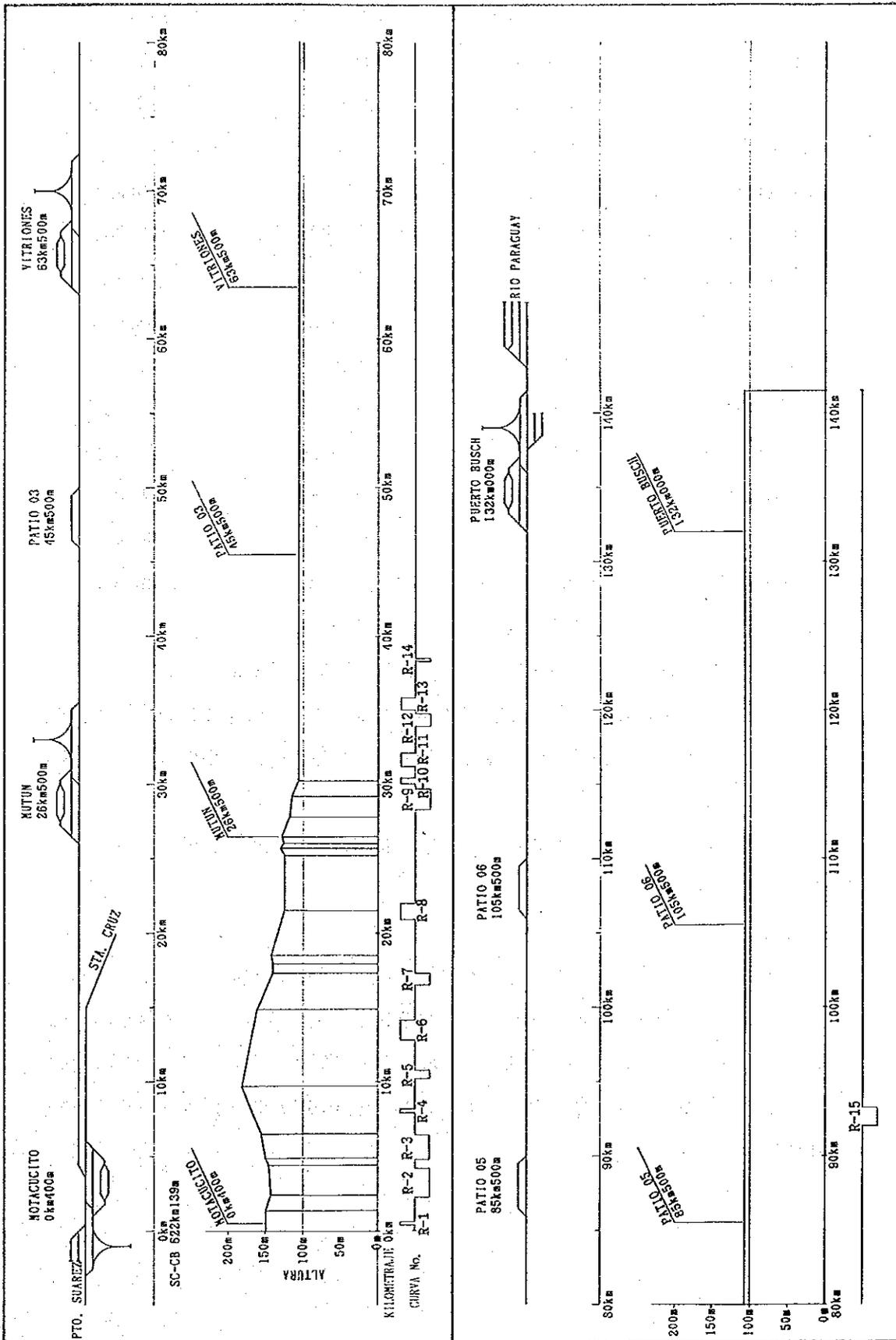


図11-10 Motacucito~Puerto Busch間新線計画配線及び線路略図

以下は、E N F E 側の基本計画における設備概要である。

	MO-MT	MT-PB	MO-PB
• 路線延長	26.6 Km	106.1 Km	132.7 Km
• 直線区間	19.1 km	100.5 km	119.6 km
• 曲線区間	7.5 km	5.6 km	13.1 km
• 曲線箇所数	8箇所	7箇所	15箇所
• 最小曲線半径	572.986 m	1,145.928 m	572.986 m
• 最小曲線半径箇所数	1箇所	3箇所	1箇所
• 最短直線距離	574.8 m	282.0 m	282.0 m
• 駅数	2駅	5駅	7駅
• 平均駅間距離	25.6 km	21.6 km	21.85 km
• 最大駅間距離	25.6 km	26.5 km	26.5 km
• 最小駅間距離	25.6 km	18.0 km	18.0 km
• 基準運転速度	60 km/h	60 km/h	60 km/h
• レベル区間	3,210.0 m	68,328.9 m	71,538.9 m
• 最急勾配	10.6 %	9.2 %	10.6 %

\* MO: MOTACUCITO MT: MUTUN PB: PUERTO BUSCH

基本建設計画における建設費は、約 8,300万米ドル（1990年 9月価格）で、うち内価分が約40%の 3,325万米ドルと試算されている。建設費の内訳については、付属資料 1 1 - 8 に示す。

E N F E 側より提出された資料による他の新線計画の概要は、付属資料 1 1 - 1 0 に示す通りである。

### (3) 建設時期

Mutun鉱山の開発に合わせて建設を実施することが、理想的であるが、これは鉄鉱石の需要と関係し、本マスタープランで行った需要予測で大きく伸びる時期と合わせることにした。即ち、2000年以降となれば鉄道で輸送しても十分経営的に採算が取れることが予想されるので、2000年～2010年の間で建設を行うことで計画した。

表 1 1 - 1 1 Motacucito~Puerto Busch間新線計画勾配表

Progresiva	Dis- tancia	Pendi- ente	Altra	Progresiva	Dis- tancia	Pendi- ente	Altra
K M	m	%	m	K M	m	%	m
0,000.0			148.50	51,978.0			106.08
1,344.0	1,344.0	- 0.4	147.92	55,978.0	4,000.0	0.0	106.08
2,344.0	1,000.0	- 5.6	142.32	58,978.0	3,000.0	- 0.0	106.08
4,374.0	2,030.0	1.5	145.37	67,978.0	9,000.0	0.0	106.08
4,864.0	490.0	8.3	149.44	70,978.0	3,000.0	- 0.0	106.08
6,484.0	1,620.0	4.0	155.92	77,978.0	7,000.0	0.0	106.08
9,704.0	3,220.0	7.6	180.39	79,978.0	2,000.0	- 0.0	106.07
14,924.0	5,220.0	- 3.9	160.03	79,978.0	7,000.0	0.0	106.07
16,854.0	1,930.0	- 8.2	144.20	86,978.0	3,000.0	- 0.0	106.07
17,294.0	440.0	-10.1	139.76	89,978.0	6,000.0	0.0	106.07
17,924.0	630.0	0.0	139.76	95,978.0	3,000.0	+ 0.0	106.07
18,514.0	590.0	4.0	142.30	98,978.0	3,000.0	0.0	106.07
21,484.0	2,970.0	- 5.7	125.37	101,978.0	2,000.0	- 0.0	106.07
25,224.0	3,740.0	0.0	125.37	103,978.0	2,000.0	0.0	106.07
25,714.0	490.0	9.0	129.87	105,978.0	3,000.0	+ 0.0	106.07
26,084.0	370.0	- 9.2	126.38	108,978.0	4,000.0	0.0	106.08
26,464.0	380.0	6.5	128.85	112,978.0	4,000.0	+ 0.0	106.08
27,804.0	1,340.0	- 7.0	119.47	116,978.0	1,000.0	0.0	106.08
29,164.0	1,360.0	- 3.1	115.20	117,978.0	1,000.0	- 0.0	106.08
30,251.0	1,080.0	- 8.4	106.09	118,978.0	1,000.0	- 0.0	106.07
37,978.0	7,727.0	0.0	106.09	132,000.0	13,022.0	0.0	106.07
39,978.0	2,000.0	- 0.0	106.09				
45,978.0	6,000.0	0.0	106.09				
46,978.0	1,000.0	- 0.0	106.09				
48,978.0	2,000.0	0.0	106.09				
51,978.0	3,000.0	- 0.0	106.08				

表 1 1 - 1 2 Motacucito~Puerto Busch間新線計画曲線表

CURVA No.	KILOMETRA- JA ANTIGUO	KILOMETRA- JA NUEVO	LONGITUD RECTA	LONGITUD CURVA	RADIO DE CURVA	GRADO DE CURVA
	SC~CB 622K139M00	K M 0,000.00				
			408.29			
R-1		0,408.29		(D) 55.26	572.99	3°04'18"
		0,463.55	2,025.15			
R-2		2,488.70		(I) 1,701.99	1,718.88	1°00'58"
		4,190.69	574.78			
R-3		4,765.47		(I) 1,706.90	1,718.88	
		6,432.37	1,441.69			
R-4		7,914.06		(D) 260.44	1,718.88	
		8,174.50	2,016.98			
R-5		10,181.48		(I) 550.18	1,718.88	
		10,741.66	1,879.87			
R-6		12,621.53		(D) 1,450.20	1,145.93	1°31'06"
		14,075.73	2,468.88			
R-7		16,544.61		(I) 723.43	1,718.88	
		17,268.04	3,623.51			
R-8		20,891.55		(D) 1,095.52	1,718.88	
		21,987.07	6,329.52			
R-9		28,316.59		(I) 1,375.10	1,145.93	
		29,691.69	282.01			
R-10		29,973.70		(D) 463.09	1,145.93	
		30,436.79	752.32			
R-11		31,189.11		(D) 848.73	1,718.88	
		32,037.84	1,837.78			
R-12		33,875.62		(I) 831.93	1,718.88	
		34,707.55	276.29			
R-13		34,983.84		(D) 842.46	1,820.49	0°37'33"
		35,826.30	2,457.58			
R-14		38,283.88		(I) 105.67	1,145.93	
		38,389.55	53,602.02			
R-15		91,991.57		(I) 1,198.00	1,718.88	
		93,189.57	39,975.51			
		133,165.08				



## 第 12 章 信号・通信計画





## 第12章 信号・通信設備計画

### 12-1 閉そく方式と指令設備

列車を運転する本線において、一個列車にある一定区域を占有させ列車運転の安全を計る目的で閉そく区間を設ける。閉そく区間の設定はE N F Eの列車運行計画を考慮して、停車場間を最小の閉そく区間とする。

運転取り扱いを行う駅には閉そくてこを、駅間には連絡用回線を設備し隣接駅間で共同して一對の閉そくてこを取り扱うことにより当該駅間を閉そくし、しかも「通票」を携帯せずに列車運転ができる方式とする。

運転指令室は現状どおり Oruro駅とSanta Cruz駅として指令関連の設備を新設する。

### 12-2 信号設備

信号設備の新設を段階的に行い2020年には、E N F Eのほとんどの線区において、トークンレス閉そく装置、色灯信号機、連動装置、踏切警報機、自動踏切しゃ断機などの信号設備を新設拡充して、列車運転のための保安度向上をはかる。図12-1に計画の信号通信システムの基本設備状況をモデルにして示す。

#### (1) 閉そく装置

停車場間を閉そく区間として、「通票」を携帯せずに列車運転ができる方式を実現するために隣接停車場間に一組のトークンレス閉そく装置を設備する。

この閉そく装置には隣接駅と共同で取り扱う閉そくてこを設け、駅間に閉そくのための通信回線を設備する。同時に閉そく区間の列車の有無を検知する目的で、閉そく区間の両端に二種類（C T、O T）の列車検知用の短い軌道回路を設ける。閉そく電話等も設備する。

#### (2) 信号機

閉そく装置と併せて運転条件を指示する色灯信号機を設備する。駅間を最小の閉そく区間とする方式のため、駅中間に閉そく信号機は設備せず、駅に出発信号機、場内信号機を、必要により遠方信号機を設備する。

#### (3) 連動装置

信号機、トークンレス閉そく装置相互間、信号機相互間及び転てつ器、信号機相互間の連鎖を行うため連動装置を設備する。転てつ器は現場扱いとしてここには電気鎖錠を設備する。ただしLa Paz駅、Oruro駅等のような拠点となる駅については転てつてこを集中して、信号機、入換標識、転てつ器等を電氣的に操縦す

る連動装置を設備する。

#### (4) 踏切保安装置

踏切道の一日当たりの道路交通量などにより、踏切警報機、自動踏切しゃ断機、踏切標識の踏切保安装置を次のように設備する。

- 道路交通量の非常に多い踏切道  
踏切警報機、自動踏切しゃ断機
- 道路交通量の比較的多い踏切道  
踏切警報機
- 道路交通量のそれ程多くない踏切道  
踏切標識

### 12-3 通信設備

通信設備の改良・強化を段階的に実施し出来るだけ早期にENFE全域について以下のような通信設備の改良・強化を行う。すなわち、列車運行管理のために、運転指令から現場各駅への連絡及び現場駅間相互連絡のための通信伝送路として、これまで使用されてきた裸通信線のネットワークを、ENFEの主要区間においてVHF帯無線電話によるネットワークに取替を行う。一方一般業務用の連絡回線としてENFE主要駅等に設備されていたHF帯の無線電話によるネットワークを、現在 La Paz駅 - Uyuni 駅間に設備されているUHF多重通信を基本とする通信システムに取り替えて主要駅間の通信ネットワークを構成する。(図12-2)

#### (1) VHF無線電話システム

VHF無線電話回線を各駅に図12-1のように設備し、駅間ごとに1回線の駅間閉そく回線、及び3回線の列車運行管理用電話回線を設けて裸通信線を撤去する。実現される3回線の列車運行管理用電話回線は以下のとおりである。

- 隣接駅間閉そく電話回線  
トークンレス閉そく装置の操作盤上に設備して、隣接駅との直通連絡を行う電話回線
- 指令電話回線  
列車指令の系統に合わせて、同一系統の駅を複数駅接続して列車指令からの関係駅への一斉指令、グループ指令、個別指令を行うための電話回線
- 列車無線用電話回線  
駅長と列車乗務員との連絡、駅長を介して列車指令員と列車乗務員との連

絡、駅長と線路保守要員等との連絡、その他線路沿線から駅への緊急連絡回線等に用いられる電話回線

この計画はENFEが1992年までに完成しようと計画中のプロジェクトを基本に対象を拡大したものである。

### (2) UHFデジタル多重通信システム

現在 La Paz駅～Uyuni 駅間に設備されているUHF多重通信システムのネットワークをアナログからデジタル化してENFE全域にUHFデジタル多重通信ネットワークを拡大する。

多重端局の設備される駅は西部局12駅（うち電話交換機が設備される駅8駅）、東部局9駅である。多重端局の設備される駅及び端局容量を図12-2 に示す。又、図12-3 に主要駅間の中継線容量を示す。

この計画はENFEが1992年までに完成しようと計画中のプロジェクトを基本に対象を拡大したものである。

### (3) 電話交換機

UHFデジタル多重通信網により整備される通信回線を利用して主要駅の電話交換機の整備と併せて、ENFE全体の電話番号計画、電話中継回線計画を図12-4 のように計画する。

新設する信号設備と通信設備をまとめると表12-1 に示す通りである。

表12-1 信号・通信設備新設一覧表

設備別	設備内容	設置数	備考
信号設備	閉塞装置、信号機、連動装置		
	第1種継電化駅	20駅	転轍器の2個駅
	待避可能駅	35駅	転轍器の2個現場扱
	一般駅	118駅	転轍器の2個現場扱
踏切保安装置	交通量の非常に多い踏切	117箇所	踏切警報機 +自動踏切遮断機
	交通量の比較的少い踏切	101箇所	踏切警報機のみ
通信設備	UHFデジタル多重通信システム		
	無線機	82台	
	PCM端局装置	26台	
	UHF無線電話システム		
	無線機(固定)	815台	
	無線機(移動)	334台	
自動電話交換機			
	100回線用	14組	
	300回線用	3組	

#### 12-4 段階別整備計画

信号・通信関係設備の整備は次に示す通りに進めていくこととする。

- 信号関係……各線区の施設関係整備に合わせて進めていく。
- 通信関係……現在世銀の援助で進めている、限られた地域の整備を引き続き  
ENFE全体に拡げて、連絡体制を整える整備計画である。従って、  
第1段階で線路関係の整備順位に関係なく実施することとする。

第6章に基づき上記条件を考慮して信号・通信関係の段階別整備計画をまとめると表12-2 及び表12-3 に示す通りである。

表12-1

信号関係段階別整備計画一覧表

Nombre de Lineas	行 程				整 備 項 目				
					信 号			踏 切	
	1991	2000	2010	2020	第1種 継電化 (駅)	待 避 可 能 (駅)	一般駅 (駅)	遮断機 付 (ヶ所)	警報機 の み (ヶ所)
Red Andina									
Villazon①					5	3	10	29	11
Villazon②					5	5	21	12	5
Guaqui					1	0	2	10	8
Charaña					1	1	8	4	6
Avareoa					1	1	4	2	1
Cochabamba					1	8	21	18	14
Sucree					1	3	17	18	9
計					15	21	83	93	54
Red Oriental									
Quijarro					4	8	19	10	20
Yacuiba					1	6	16	14	27
Yapacani					--	--	--	--	--
計					5	14	35	24	47
合計					20	35	118	117	101

注) Villazon①……La Paz～Oruro 間及び Rio Murato ～Uyuni 間

Villazon②……上記以外の区間

表12-3 通信網整備計画一覧表

整備項目	行 程				内容及び数量	記 事
	1991	2000	2010	2020		
UHF					無線機 82 組 アンテナ 82 台 鉄塔 41 箇所 M U X 26 組 電 源 49 組	通話度交換架
VHF固定局					無線機 765 組 アンテナ 765 台 鉄塔 181 箇所 電 源 181 組	
VHF固定局					無線機 40 組 アンテナ 40 台 鉄塔 8 箇所 電 源 8 組	Puerto Busch 新線建設分
VHF移動局					176 台	
VHF移動局					28 台	P. Busch 新線分
交換機					100 回線用 14 箇所 300 回線用 3 箇所	

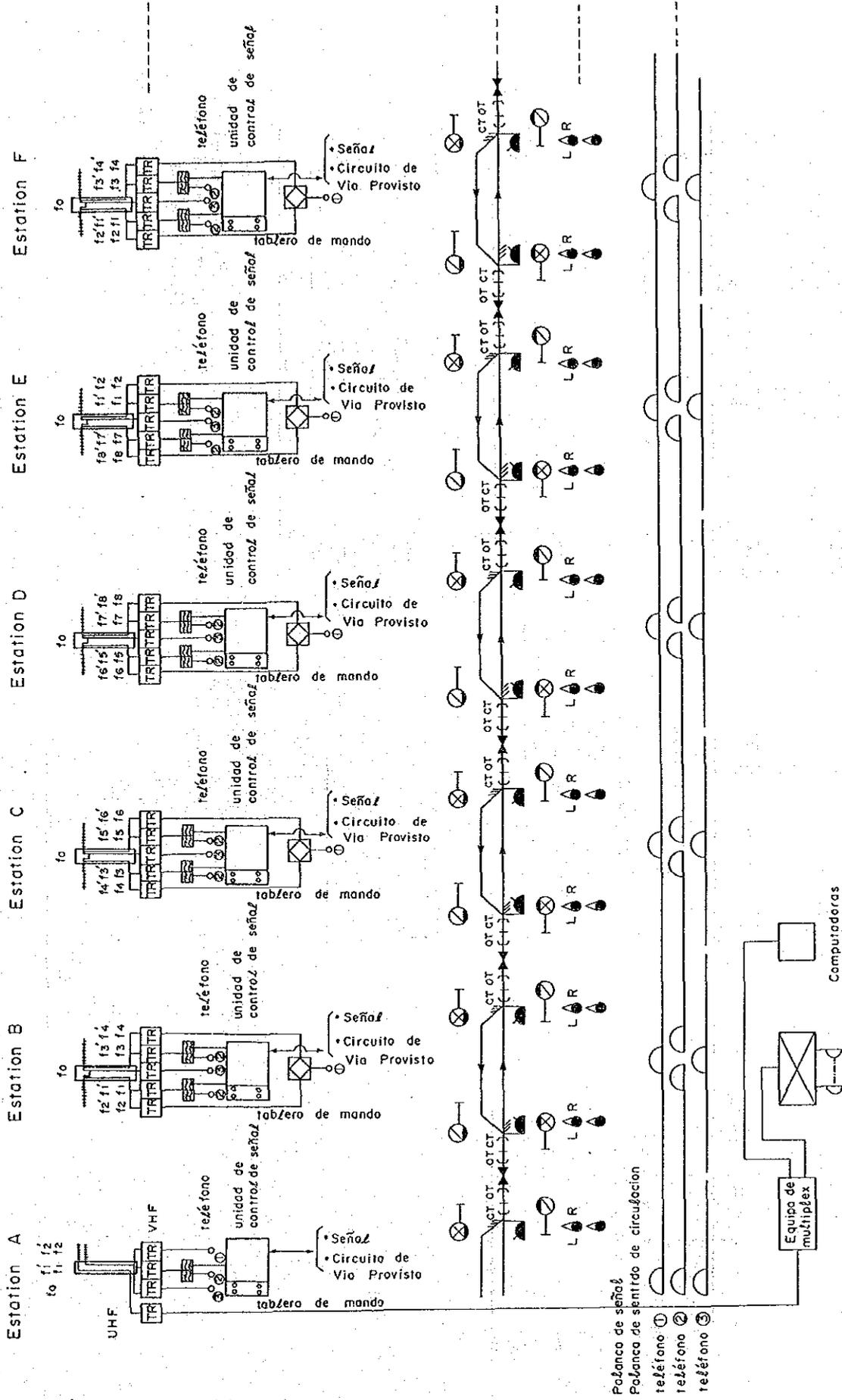


図12-1 信号・通信システム構成図(計画)

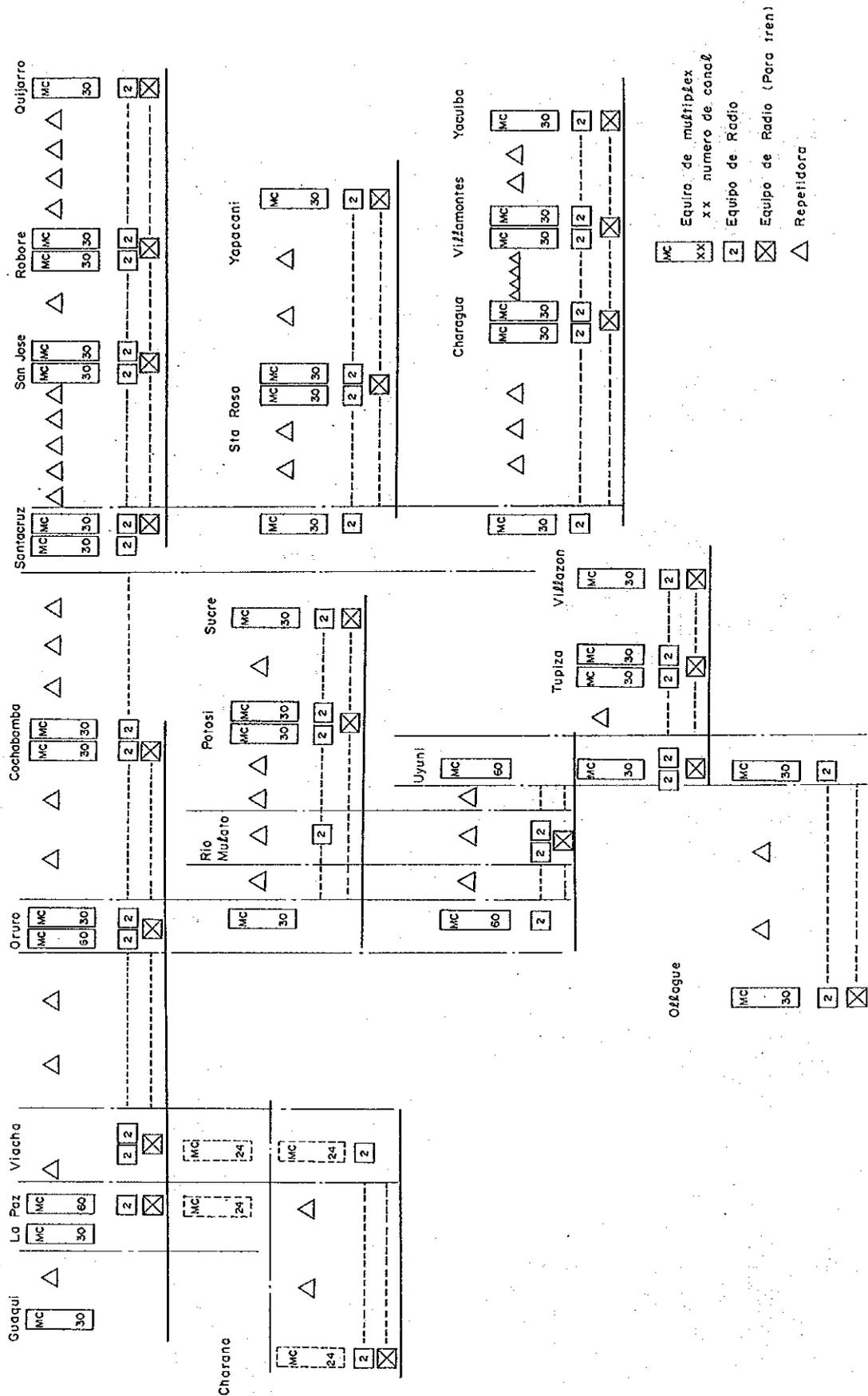


図12-2 UHF・VHF無線通信システムの構成図(計画)

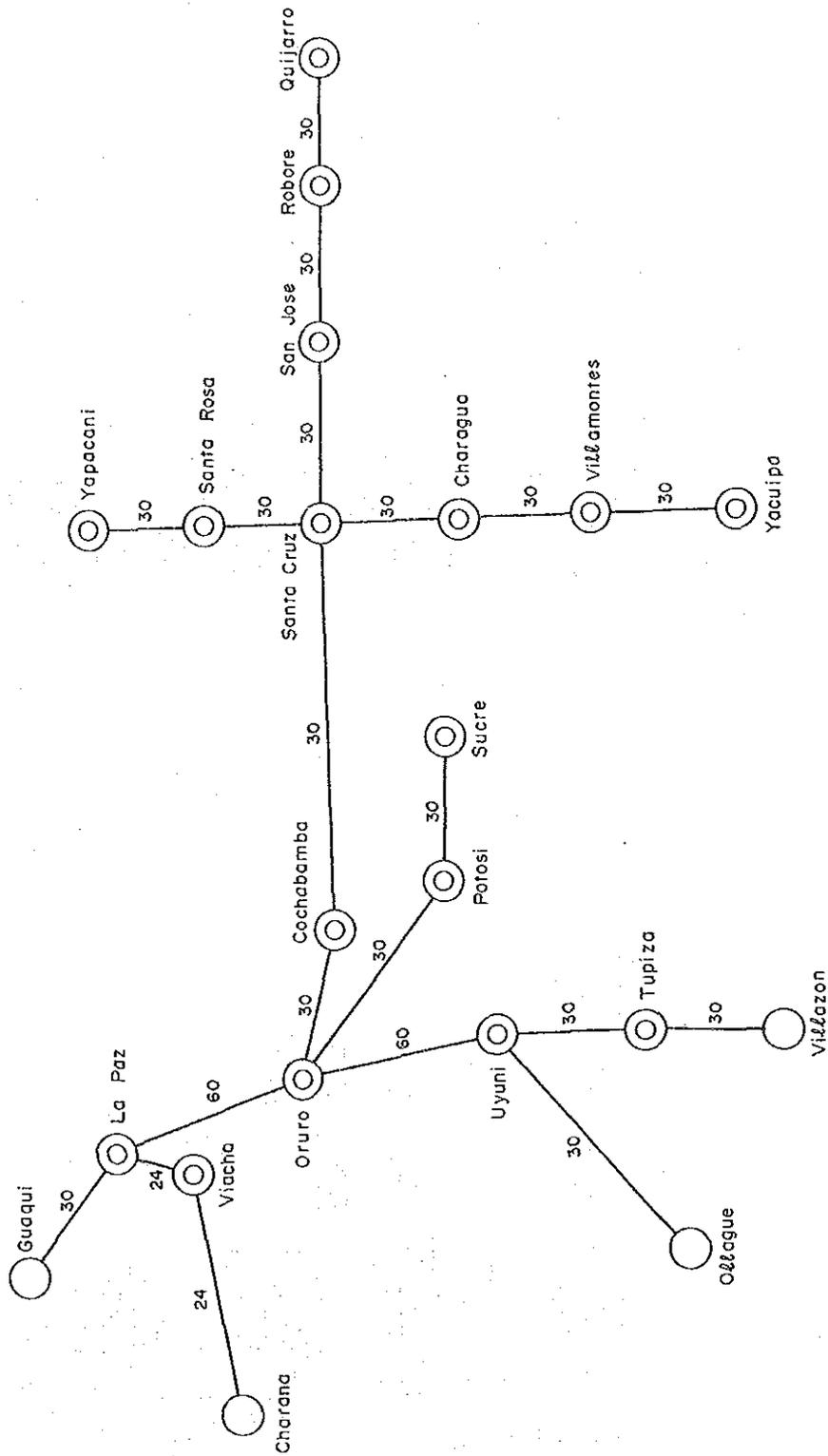


图12-3 电话回线数计画图

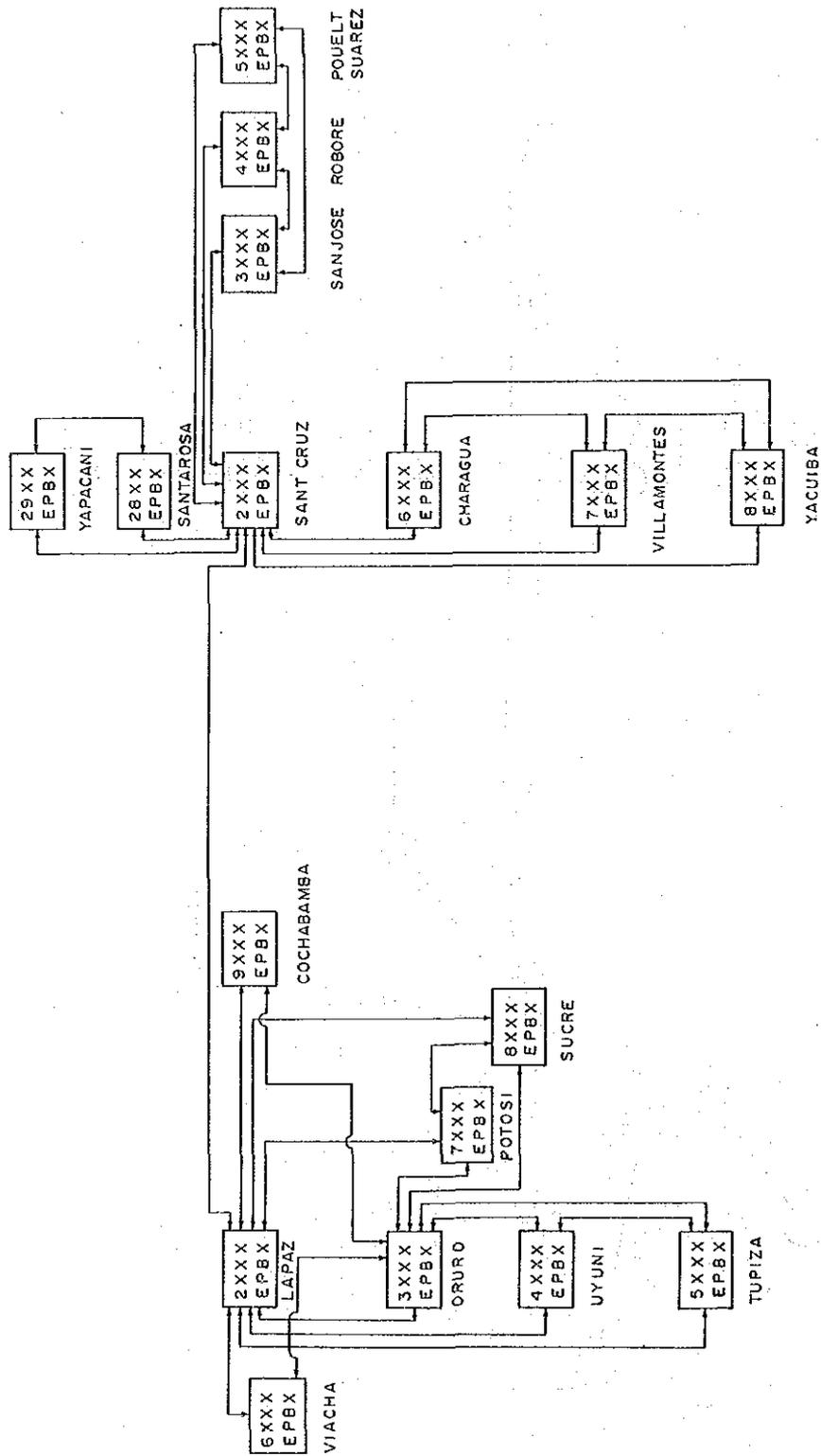


图12-4 电话交换機網計画面图



## 第13章 コンピュータ設備計画





## 第13章 コンピューター設備計画

コンピューター関連設備の改良・強化を段階的に実施し、2020年までに以下のようなコンピューターシステム、コンピューターネットワークを実現する。

La Paz駅、Oruro 駅、Santa Cruz駅の三か所周辺において、オフィスコンピューター（La Paz、Oruro、Santa CruzのC. P. D. にそれぞれ所属）と構内のワークステーション群をLANで結合する。La PazのC. P. D. (Centro de Procesamiento de Datos)のオフィスコンピューターと西部局の現場主要駅に設備するワークステーションを信号通信設備計画の中で整備される通信回線を利用してオンラインで結合する。同様に、Santa CruzのC. P. D. のオフィスコンピューターと東部局の現場主要駅に設備するワークステーションをオンラインで結合する。更にLa PazのC. P. D. のオフィスコンピューターとOruroのC. P. D. のオフィスコンピューターとを通信回線でオンライン化する。

又、La PazのC. P. D. のオフィスコンピューターと、Santa CruzのC. P. D. のオフィスコンピューターとを通信回線でオンライン化し、La PazのシステムにおいてENFE本社としての西部局及び東部局を合わせた様々な情報が必要により即時に抽出が出来るようなシステムとする。（図13-1）

### 13-1 LAN (Local Area Network) の導入

La Paz駅、Oruro 駅、Santa Cruz駅の三か所周辺の構内において、それぞれのC. P. D. のオフィスコンピューターを核に、これまでの垂直型の構成からLANを採用して水平型のネットワークを構築する。LANを採用することによりC. P. D. のオフィスコンピューターのもつ外部記憶装置、外部ネットワーク機能などはLAN内のワークステーション全ての共有資源とする。

それぞれのワークステーションではLAN内の共有資源を活用して他のワークステーションとも必要により連絡を取りながらそれぞれのワークステーション特有の処理を行う。

### 13-2 端末のワークステーション化とオンライン化

主要現場駅等にワークステーションを設備してLa Paz駅、Oruro 駅、Santa Cruz駅のコンピューターシステムと、信号通信設備計画によって、強化される通信網を利用してオンラインで接続する。（図13-1）

主要現場駅等に専用端末でなく高級パーソナルコンピューターであるワークステーションを設備する理由は次のとおりである。

- 半導体技術の進展の結果として、メモリーの大幅な低価格化が進行していること
- 主要現場駅等で所属するC. P. D. のコンピューターシステムへの入力あるいはC. P. D. のコンピューターシステムからの出力は、輸送収入に関するもの、車両の状況に関するもの、貨物輸送状況に関するもの、資材に関するもの、将来的には旅客列車の座席の予約に関するものなど多岐に及びしかも、そのおのおの情報は少量でそれぞれに専用端末とするほどでないこと
- 専用端末でなくワークステーションをコンピューターシステムの端末として主要現場駅等に設備することにより、各主要駅等で、単体でコンピューターあるいはワードプロセッサとしても使えること

このように現場主要駅等で様々な業務にそれぞれの目的によって専用の端末を設備するのではなくて、1あるいは2台の（業務量による）の高級パーソナルコンピューター（ワークステーション）を複数の業務の端末として利用し、かつ駅業務のオフィスオートメーション化を行うOA機としての機能を持ったものとする。

### 13-3 コンピューター利用の拡大

コンピューター利用をソフトウェアの開発により、貨物販売システム、旅客（座席指定券販売）システム、などの鉄道利用者へのサービス向上に寄与するコンピューターシステムへの拡大をはかる。

### 13-4 C. P. D. 相互の協調

La Paz駅、Oruro 駅、Santa Cruz 駅の三か所のC. P. D. のそれぞれのシステムの役割は基本的には現状と変わらないものとするが、ハードウェア的にもソフトウェア的にも相互に協調の取れたシステムとする。3箇所のC. P. D. の役割は以下のとおりである。

- La Paz C. P. D.
  - －ENFE本社のための経営管理、職員管理、統計管理等のシステム
  - －西部局の職員管理、資材管理、収入管理、統計管理等のシステム
- Oruro C. P. D.
  - －西部局の貨車等車輛管理、貨物販売、旅客（座席指定券販売）等のシステム

• Santa Cruz C. P. D.

－東部局の職員管理、資材管理、収入管理、統計管理等のシステム

－東部局の貨車等車輛管理、貨物販売、旅客（座席指定券販売）等のシステム

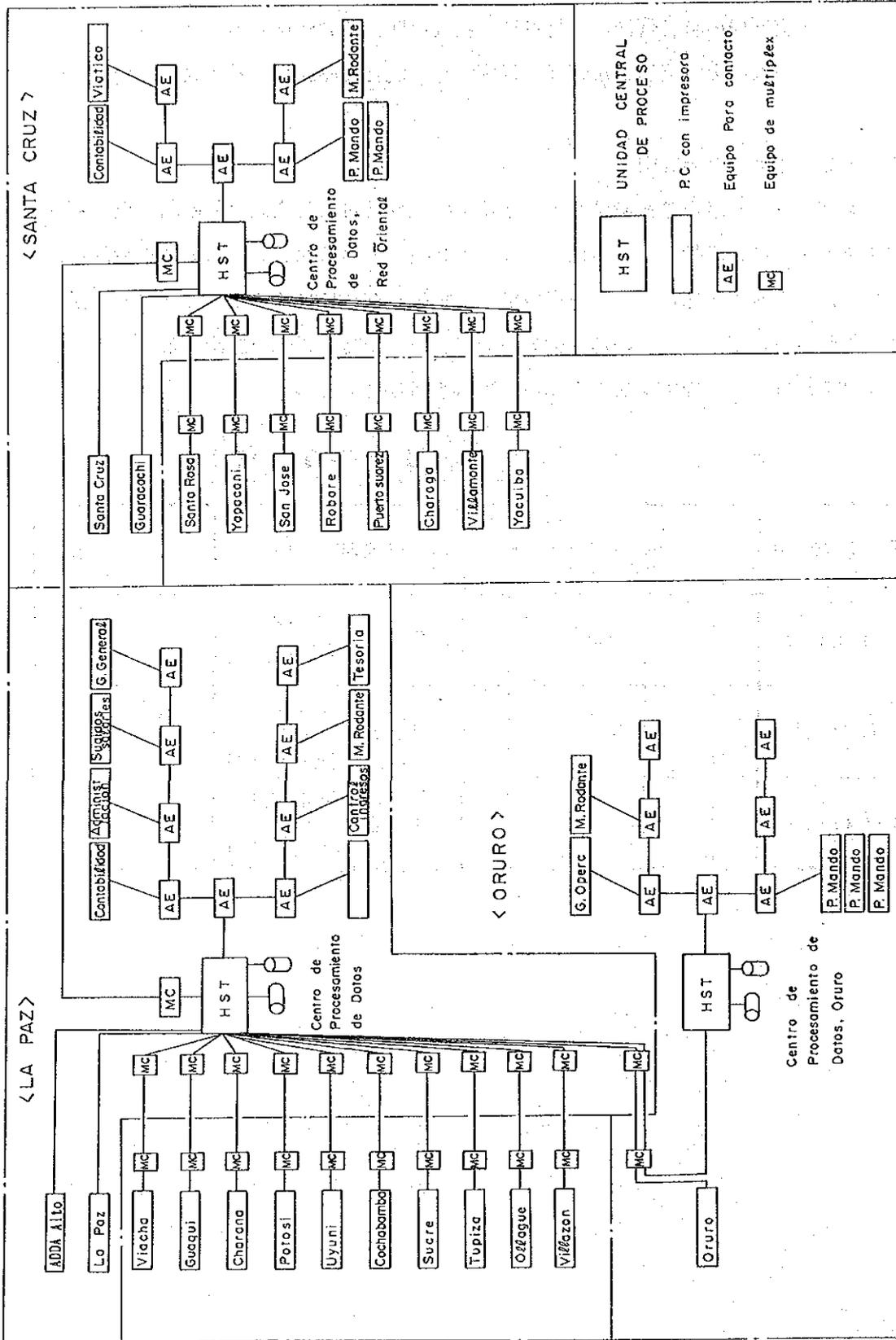
13-5 段階別整備計画

コンピューター設備の整備は、オンラインによりENFE全体で効率的な良い管理が出来るように、設備の投入整備を行う事で計画しているため、この端末設備が、中央の設備と接続可能となった時点以降に、整備を進めていくことで計画する。従って、これらを接続するための通信網の整備が終わった時点以降で計画する。

第6章に基づき整理をすると表13-1 に示す通りである。

表13-1 コンピューター設備整備一覧表

整備項目	行 程				数量及び設置箇所	記 事
	1991	2000	2010	2020		
ミニコンピューター		....			3 組 La Paz Oruro Santa Cruz	
L A N		....			3 組 La Paz Oruro Santa Cruz	
ワークステーション		....			41 台 西部局26台 東部局15台	



13-1 コンピュータシステムの構成図 (計画)



## 第 1 4 章 管理・運営計画





## 第14章 管理・運営計画

### 14-1 組織

#### (1) 本社機能の確立

ENFEの組織は、第3章で述べたように現実には西部局と東部局が併存している。両局は鉄道路線の連絡もなく、地形的にも環境的にも全く別個の地域に構成されており、組織上も両局がそれぞれ主体性をもつよう分権化されるべきである。従って、組織的には西部局と東部局を全く同等の立場で併置し、この両者の上に真に本社としての管理機能を発揮できる本社機構を確立すべきである。

- 1) 現在のように、形式上西部局を本社として東部局を管理する組織は実態が伴わないが、(第3章3-8参照)一人の総裁が両者を統括するための統制機能は必要と考える。
- 2) また、現在のように本社機能が欠除しては、東部局に対して適切な指導、助力等が行えず経営管理上も問題があるといわなければならない。
- 3) 従って、業務執行機関としての西部局及び東部局の上に両者を統括する機構と人材を配置し、責任ある指導体制を確立すべきである。

図14-1-1に本社組織図(案)を示す。

#### (2) 新本社機構

##### 1) 副総裁及び技師長

副総裁は主として経営担当として責任を負うほか、新たに技師長を置き、技術担当及び運転事故防止の最高責任者とする。

ENFEにおいて、ここ数年来脱線、衝突等の運転事故が多発し、しかも、その原因が少しも解明されず、したがって改善もされずに見過ごされてきたという事態はまことに異常というほかはない。その原因の一端が組織における責任体制の欠如にあると考えられるので、新たに副総裁と同格の技師長職を設け、技術担当及び運転事故防止の最高責任者としたものである。

##### 2) 監査室、国際室及び総裁室

企画調整室、法務室は現在のままとするほか、従来の補佐機関(UNIDADES DE ASESORAMIENTO)および支援部門(UNIDADES DE APOYO)を統合して監査室、国際室及び総裁室の三室を置く。

##### 3) 経営総局

新たに経営総局を置き、職員管理、情報管理、財政・経理及び資材管理を掌る。

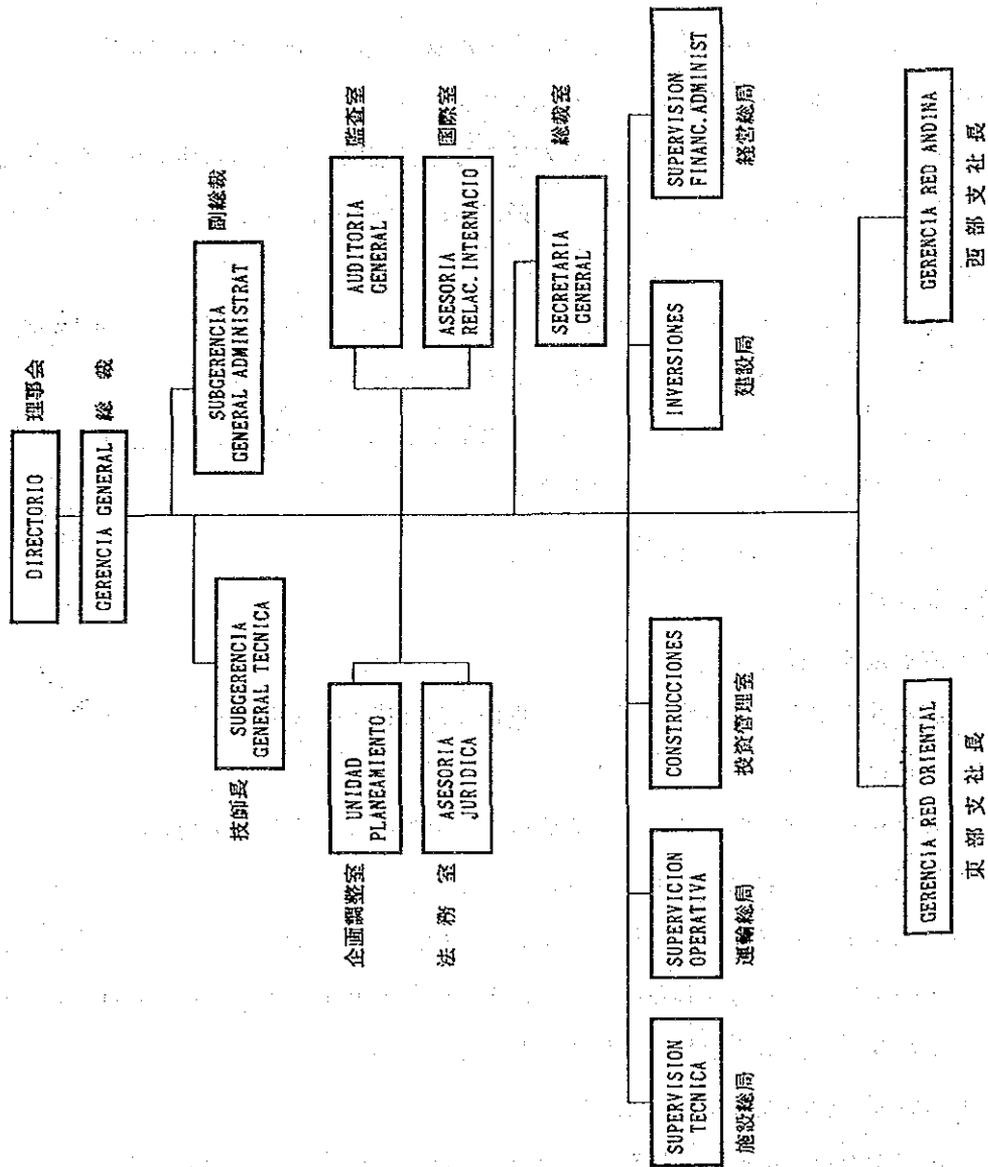


図14-1-1 ENFE組織図(案)

#### 4) 運輸総局

新たに運輸総局を置き、営業・市場開発、運転管理・事故防止、車両保守を掌る。

#### 5) 施設総局

新たに施設総局を置き、軌道・構造物及び信号・通信を掌る。

以上3総局は東・西両支社の業務執行機関を各系統ごとに統括し、指導し、調整し、助言や助力を行うものであり、ENFEの業務執行機能の中枢をなすものである。従来のENFEが本社機能を欠いていると云われた場合の大部分はこの部門によるものが大きいとみなければならない。その点を充分認識した組織分担と人材の配置を行うことが必要である。

#### 6) その他

投資管理室及び建設局は従来の通り投資管理及びインターモーダル設備・新線建設等を掌る。なお、従来の総裁代理は支社機構に移し、支社長代理として地方機関の長の中から支社長が指定する。

### (3) 支社組織

本社機構の下に西部支社及び東部支社を置く。

図14-1-2に支社組織(モデル)を示す。

#### 1) 総務、経理部門の再編成

従来の総務局及び人事局を再編成して総務部、経理部、情報システム部及び支社長室とする。特に、経理・資材部門を経理部として独立させることによって、責任体制の明確化をはかり、必要な資材の予算を確保し、調達と補給の的確な遂行を図る。

情報システム部は、2010年にコンピューターシステムが整備されることにより、各系統にわたる広範な業務を取り扱うことになるので独立部門とする。

##### a) 総務部

人事課、給与課及び教育課を置く。

##### b) 経理部

会計課、購買課、補給課のほか、配給課及び保険課を置く。

保険課は、従来の業務で大きなウェイトを占めていた運転事故の調査については、主として運転部・安全管理課に委ね、保険業務を中心とした本来の機能に戻る。

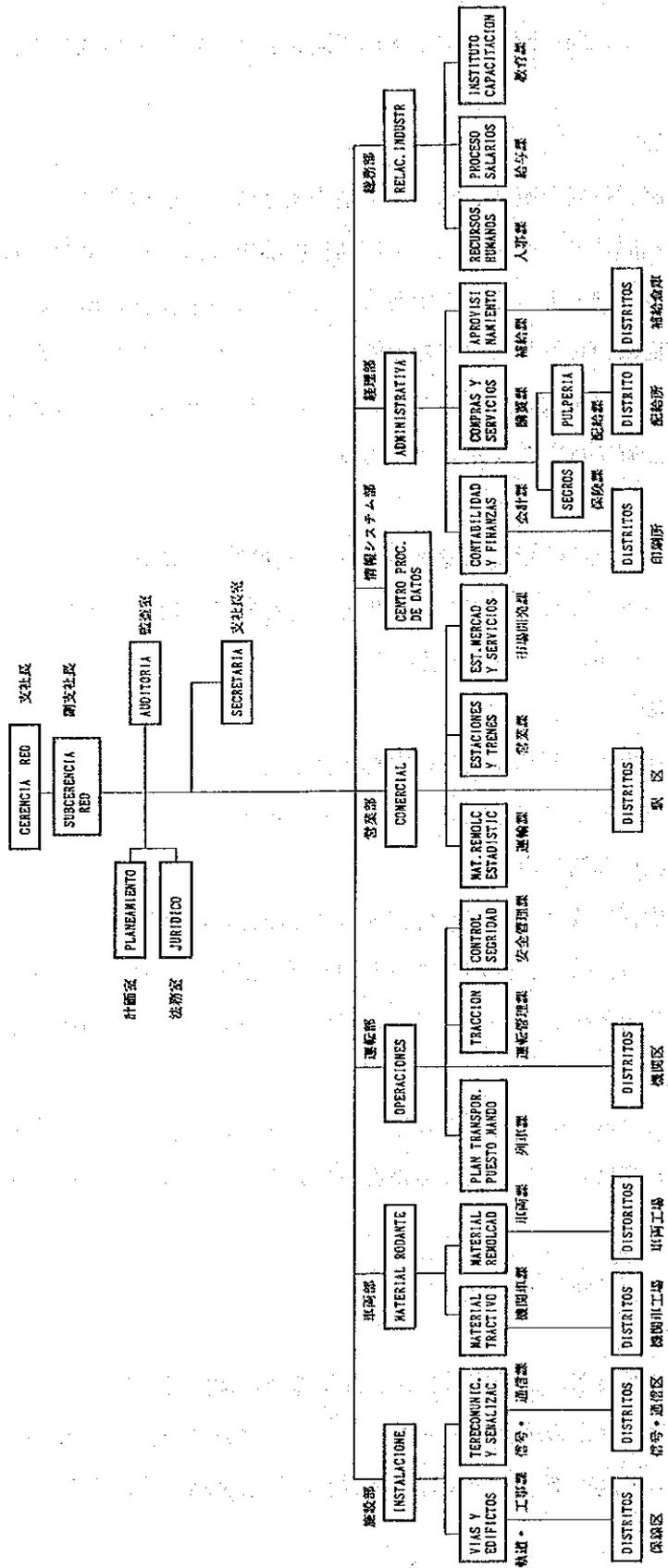


図14-1-2 ENFE支社組織図(モデル)

### c) 情報システム部

当面、現在の系統別業務の割合を考慮して暫定的に経理部に情報システム課として設置し、2010年にコンピューターシステムの整備と同時に独立する。

### 2) 営業部門の強化

現在の運輸部を再編成して、営業関係に従事している管理部門の要員を営業部の管下に移し、営業課、市場開発課及び運輸課を置く。また、従来運輸部に所属していた各線区にわたる駅区(駅・車掌)を営業部の管轄の下に置く。

これによって、営業部は日常の営業管理資料を自ら整備できる体制を整えるとともに、営業管理活動を強化する。また、市場開発部門及び外国駐在部門を強化して他運輸機関との競争等に備える。

### 3) 運転・施設部門の再編成

現在の運転総局は、西部局の83%にも及ぶ3,947名の巨大組織であるため、これを再編成して運転部、車両部、施設部の3部とする。

また、従来運輸部が行っていた指令業務は、営業部(運輸課)及び運転部(列車課)の職員が現在と同様業務を掌る。

#### a) 運転部

現在の運輸部及び運転部を再編成し、新たに運転部とする。

運転部は列車運転計画とその迅速、的確な管理を行うと共に、運転関係規程の整備、改正、指導、更に運転事故の調査及び防止対策を実施し、安全で安定した輸送を遂行できる体制とする。

運転部に運転管理課、安全管理課、及び列車課を置く。

#### b) 車両部

現在の機械局のうち、車両部門を運転部門から分離するとともに、車両の検査保守管理の指導及び車両故障の防止対策を強化し、安定した車両の供給が出来る体制とする。

車両部に機関車課及び車両課を置く。

#### c) 施設部

施設部に軌道・工事課及び信号・通信課を置く。

施設関係の組織と要員は、現状において既にまとまった体制になっている。従って、この体制で将来ともに維持推進していくこととする。ただし、現場最先端の線路班の担当範囲は、輸送量、列車本数等に応じて要員数は変化する。グループ作業が主体である保線作業は、作業グループの編成を考慮すると、現状で配置

されている要員数が妥当と思われる。従って、現在不揃いになっている担当範囲（15～45km）をほぼ等間隔に配置替えを行い、作業量のバランスをとるようにすることが望ましい。

軌道検査と構造物検査が実施できる体制を軌道・工事課及び保線区に整えるべきである。軌道・工事課は、検査データの整理、弱点箇所 の把握、保線区等に対する技術指導を行う。保線区は軌道については週1回担当範囲を徒歩で巡回し、軌道の異常箇所の発見、各種軌道データの収集を行う。構造物については、実態を十分に把握すると共に、2年に1回全構造物の検査を実施して、補修、補強、取替等の対策計画が出来るデータ収集を行う。これら業務が実施出来るように、要員の配置替えを行うことを望む。また、これらの要員は現状の枠内で賄うことにし、増員は行わないことにする。

保守作業等において業務量が増加する場合には、外注能力の導入を図るべきである。現在保線作業員の高齢化が進んでおり、重労働作業が主体であるため作業能率の低下が見られている。新規に若い人の採用がENFEの実情から行われていないが、職場環境の整備、近代化を実施し、新規採用者で欠員を補充し保線作業員の若がえりを図るべきである。

新線の保守には0.45人/kmの要員が必要となる。

## 14-2 要員、配置

### (1) 要員の適正化

ENFEの職員の生産性は、第3章で指摘したように年々低下の傾向にある。運輸省との計画合意書通りの要員削減（1,000人減）を1991年中に行ったとしても、業務量が大幅に増加しない限り、1人当りの運輸量は150千人トンキロ（1983年205千人トンキロの73%）程度にとどまる見込である。当面は計画合意書の完全履行を目指しつつ、なお要員適正化の途を探ることが必要と考えられる。（1991年度の計画合意書では、更に将来の目標を2,000人減としている。）また、将来段階的に輸送量が増加していく過程でも、極力省力化、合理化をはかり要員増を来さない施策を図って行くことが重要である。（2020年時点の要員の想定及び生産性等については、付属資料14-1参照）

### (2) 採用管理の改善

当面は要員削減の必要性から新規採用等の停止措置が行われるものと思われるが、この時期に将来における採用管理の基礎を固めておくべきであると考えられる。当面の

最低職に見合う知識、技能があれば足りるというパート労働的な採用基準では、ENFEの将来を担う有為の人材を確保することはむずかしい。次のような方向に転換すべきである。

- 1) 将来の近代化等を考慮し、職種別に合理的な採用基準を設定しておくこと。
- 2) 志願者の中から適性のあるものを見いだせるよう、採用試験の方法等を充分検討しておくこと。

### (3) 配置管理の適正

企業活動に必要な個々の職務にそれを担当すべき人を割り当てる配置管理は、何よりも適材を選んで適所に活用することが課題である。第3章で触れたように職務以外の要素から人事異動、昇進、昇格等を行うとすれば、実務的にも支障を来すばかりか、人事の公正を失わせしめ、従業員の士気を阻喪せしめることとなり、経営上にも重要な影響を生ぜしめることとなる。合理的な配置基準を設定して置き、これに基づいた公正な人事運用を図るべきである。また、運転事故の多発している現状を改善するためにも、列車の運転乗務員には科学的適性検査を採用し、運転適性をチェックする体制を確立すべきである。

## 14-3 教育・訓練

### (1) 改善の考え方

ENFEの教育、訓練は第3章でみたように、質量ともに改善すべき多くの問題点を抱えている。今後ENFEが近代的な鉄道として役割を果たして行くためには大いに教育・訓練にまつところが大きいものと考えられる。

現在の最大の問題点は、脱線事故等運転事故の多いことであり、当面安全教育、技術教育の実施が緊急、かつ不可欠である。即ち

- 1) 基礎的な技術教育の普及により技術レベルを向上させる。
- 2) 事故防止教育を充実して、職員の運転システムにおける取扱の誤りによる事故を減少させる。

ことを重点的に行う必要がある。このため以下のような施策を実施し、当面、受講者数を現在の2倍に引き上げるとともに、将来的には職員数の15%以上の受講率を目標とすべきである。

### (2) 教育設備の充実

ENFEの教育設備は、先にみたように極めて不十分なものといわざるを得ない。東西両局の事情に応じ、当面即効的な充実策を行うべきである。

1) 西部局の場合は、かつてのMachacamarcu-Uncia 鉄道から継承した「鉄道養成センター」を速やかに整備すること。(付属資料14-2参照)

(注) この施設には教室(数室)、寝台(6)、食堂設備、映画・スライド設備等がある。

2) 東部局の場合は、現在の施設の中に実習設備及び寄宿舎設備を設置すること。(付属資料14-2参照)

3) 将来的には「中央鉄道研修センター」の構想をたて、長期的な計画によるENFEの中心的な教育施設を設けるべきである。(付属資料14-2参照)

### (3) 専任講師の設置

全部が派遣講師であるという現状を改めるべきである。派遣講師は自分の分担については、幅広い知識や経験を有しているが、当面の仕事に専念するあまり、派遣される教育の問題については専念出来ず2次的なものになりがちである。少なくとも、最低限度の専任講師を設置して教育に専念できる機会を増やすこと。

### (4) 教材の整備、編集

系統別に従来の教材を集大成して教科書を編集、印刷すること。また、これらを職員に廉価で頒布して活用をはかるべきである。出来れば通信教育の制度を創設すること。

### (5) 科学的適性検査の実施

列車運転従事員及び新規採用者には科学的適性検査を実施し合理的な採用、配置を行うこと。

(注) 過去にカトリック大学心理学科の協力を得て、一時期適正検査を実施したことがある。

## 14-4 管理運営費

### (1) 費目の設定

ENFEの管理運営費については、1989年の収支決算に基づき次の8項目を設定し算出することにした。

- |          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 1) 一般管理費 | 総務、経理部門に要する費用、職員の福祉厚生費      |
| 2) 輸送管理費 | 運輸(駅)運転業務の取扱に必要な管理費         |
| 3) 保守管理費 | 軌道、車両及び通信等の保守管理に必要な管理費      |
| 4) 運輸費   | 駅務要員、車掌等の旅客及び貨物の輸送に伴う人件費、件費 |

- 5) 運 転 費 運転士の人件費、運転動力費等の物件費
- 6) 線路保守費 軌道・構造物等の保線関係の保守費
- 7) 電気設備保守費 電力、信号及び通信設備等の保守費
- 8) 車両保守費 車両の検査、修繕等に必要の保守費

(2) 人件費、物件費及び原単位

1989年の管理運営費の中に占める人件費及び物件費並びに各費目ごとの原単位を求めると表14-4-1及び表14-4-2のとおりである。(1989年の管理運営費についてはENFE調査による。付属資料14-3参照)

なお、原単位を求めるに当たっては、人件費については部門別職員数を、物件費については次の単位を使用した。

一般管理費	職員数
輸送管理費、運輸費	輸送人トンキロ
保守管理費	保守管理人員
運転費、線路保守費	車両キロ
車両保守費	〃
電気設備保守費	列車キロ

1) 人件費

表14-4-1 人件費と原単位

費 目	金 額	職 員 数	原単位
一般管理費	24,616 千Bs	7,090 人 (1,143)	3.47 千Bs/人
輸送管理費	6,263	329	19.04
保守管理費	7,580	255	29.73
運 輸 費	13,567	1,179	11.50
運 転 費	4,051	883	4.59
線路保守費	15,016	2,427	6.19
電気設備保守費	1,072	154	6.96
車両保守費	7,993	720	11.10
計	80,158	7,090	11.31

(注) 1. 職員数は1989年であるが1990年6月の費目別人員により配分した。  
 ( ) は一般管理部門の人員を示す。  
 2. Bs = ポリヴィアノス。

2) 物件費

表14-4-2 物件費と原単位

費目	金額	数量	原単位
一般管理費	9,467 千Bs	7,090 人	1,335 Bs/人
輸送管理費	1,166	897 百万人トンキロ	1.30 Bs/人トンキロ
保守管理費	1,049	255 保管理人	4,114 Bs/人
運輸費	1,507	897 百万人トンキロ	1.68 Bs/千人トンキロ
運転費(燃料費)	3,712	49,819 千車キロ	0.07 Bs/キロ
(燃料費)	9,083	49,819 〃	0.18 Bs/キロ
線路保守費	12,161	49,819 〃	0.24 Bs/キロ
電気設備保守費	588	4,442 千車キロ	0.13 Bs/キロ
車両保守費	10,718	49,819 千車キロ	0.22 Bs/キロ
計	49,451	49,819 〃	0.99 Bs/キロ

(注) Bs = ポリヴィアノス。

(3) 管理運営費の算定

需要予測等の諸要素及び原単位等から、2020年までの段階別の管理運営費を算定すれば表14-4-3の通りである。(付属資料14-3-4参照)

表14-4-3 管理運営費の試算

(単位、千ポリヴィアノス)

年	2000年	2010年	2020年
人件費	74,646	80,301	85,956
物件費	79,633	112,624	143,950
合計	154,279	192,925	229,906
USドル換算 (千ドル)	48,212	60,289	71,846



## 第15章

### 投資規模及び段階別投資計画





## 第15章 投資規模及び段階別投資計画

### 15-1 改良・建設費算出の前提条件

改良・建設費の算出にあたっては、以下の項目を前提として算出したものである。

- ① 改良建設費は、工事項目毎に労務費、材料費（機械損料を含む）、諸経費を考慮する。
- ② 改良・建設費は、1990年9月現在の価格とし、エスカレーションの要素は考慮しない。
- ③ 改良・建設費は、内貨、外貨に分け、全て米ドルで算出する。
- ④ 外貨交換レートは、1990年9月時点の1米ドル = 140円 = 3.20 Bs とする。
- ⑤ 外貨対象となる輸入資機材（車両を含む）等については、C I F価格とする。
- ⑥ 各工事項目とも労務費は、すべて内貨とする。
- ⑦ 労務費、材料費等の工種別単価は、E N F E提供の資料によるが、E N F Eで行われていない工種別単価は、日本での工事実績を参考にして設定する。
- ⑧ 工事に伴う予見不可能性を考慮して工事費の10%を予備費とする。

なお、新線建設に伴う建設費については、E N F E側実施の調査結果をレビューしたものを掲上した。

### 15-2 投資規模及び段階別投資計画

各整備項目別、段階別の投資規模は表15-1に示すとおりである。

総額は1,455.9百万米ドルであり、項目別にみると線区強化費が441.5百万米ドル（30.4%）、Puerto Busch線建設費が92.3百万米ドル（6.3%）及び、事項別整備費が922.1百万米ドル（63.3%）となっている。さらにプロジェクト別にみると、車両整備費が829.6百万米ドルで全体の57.0%を占め、線区強化費44.13百万米ドル（30.4%）を大きく上回っている。線区強化費を局別にみると、西部局が69.6%、東部局が30.4%で、線路延長が長く且つ線形的に条件の悪い西部局が倍以上をしめている。又、段階別にみると、第1段階（1991～2000年）整備費は720.1百万米ドル（49.5%）、第2段階（2001～2010年）整備費は484.9百万米ドル（33.3%）及び第3段階（2011～2020年）整備費は250.9百万米ドル（17.2%）となっている。第1段

階整備をおこなうプロジェクトは緊急的な事項であるが、これが全体の半分を占めていると云うことは、投資の面からみても、これまで鉄道施設に対する投資が疎かにされていたことを物語っている。

表15-1 項目別、段階別投資額一覧表

単位：百万米ドル

投資時期		1991	2001	2011	合 計	項目別 に対する %	総 合 計 に対する %
プロジェクト名		~ 2000	~ 2010	~ 2020			
線 区	Villazon線	50.3	72.5	0.0	122.8	30.6	9.3
	Guaqui線	0.0	0.0	1.8	1.8	0.5	0.1
	Charaña線	32.6	0.0	0.0	32.6	8.1	2.5
	Avaroa線	0.0	0.0	6.5	6.5	1.6	0.5
	Cochabamba線	63.1	0.0	0.0	63.1	15.7	4.8
	Sucree線	0.0	0.0	52.6	52.6	13.1	4.0
	西部局 計	146.0	72.5	60.9	279.4	69.6	21.2
	含予備費 計	160.6	79.8	67.0	307.4		
強 化	Quijarro線	83.7	0.0	0.0	83.7	20.9	6.3
	Yacuíba線	0.0	37.2	0.0	37.2	9.3	2.8
	Yapacani線	0.0	0.0	1.0	1.0	0.2	0.1
	東部局 計	83.7	37.2	1.0	121.9	30.4	9.2
	含予備費 計	92.1	40.9	1.1	134.1		
	線区強化計	229.7	109.7	61.9	401.3	100.0	30.4
	含予備費 計	252.7	120.7	68.1	441.5		
	新線建設 P.busch	0.0	83.7	0.0	83.7	100.0	6.3
	含予備費		92.3		92.3		
事 項 別	車 両 整 備	360.8	232.3	160.8	753.9	89.9	57.0
	工 場 整 備	35.4	12.5	0.0	47.9	5.7	3.6
	通 信 網 整 備	28.6	1.1	0.0	29.7	3.5	2.2
	コ ン ピ ュ ー タ	0.0	1.2	0.0	1.2	0.2	0.1
	鉄 道 学 園 整 備	0.1	0.0	5.4	5.5	0.7	0.4
		事項別 計	424.9	247.1	166.2	838.2	100.0
	含予備費 計	467.4	271.9	182.8	922.1		
合 計		654.6	440.5	228.1	1,323.2		
総 合 計 (含予備費) (%)		720.1 (49.5)	484.9 (33.3)	250.9 (17.2)	1,455.9 (100.0)		100.0

各プロジェクトの予備費を含まない費目別、内・外貨別一覧表を表15-2に示す。

表15-2 費目別、内・外貨別投資額一覽表(1)

単位：千米ドル

プロジェクト名 西 部 局	投資時期		1991 ~ 2000		2001 ~ 2010		2011 ~ 2020		合 計		
	内外 貨別	計	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	計
Villazon 線	土木費	8,121.9	1,589.0	14,246.1	1,575.2	15,821.3	0.0	0.0	22,366.0	3,164.2	25,530.2
	軌道費	5,464.3	31,373.4	14,780.6	36,853.1	51,633.7	0.0	0.0	20,244.9	68,226.5	88,471.4
	建物費	0.0	0.0	855.0	0.0	855.0	0.0	0.0	0.0	0.0	855.0
	電気費	309.0	2,963.0	813.0	3,360.0	4,173.0	0.0	0.0	1,822.0	6,323.0	7,945.0
計		14,395.2	35,925.4	30,694.7	41,788.3	72,483.0	0.0	0.0	45,089.9	77,713.7	122,803.6
Guaqui 線	土木費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	256.8	9.2	256.8	9.2	266.0
	軌道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	95.7	433.9	95.7	433.9	529.6
	建物費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	234.0	754.0	234.0	754.0	988.0
計		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	586.5	1,197.1	586.5	1,197.1	1,783.6
Charaña 線	土木費	4,101.5	544.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,101.5	544.6	4,646.1
	軌道費	7,010.3	19,564.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,010.3	19,564.8	26,575.1
	建物費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	電気費	274.0	1,068.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	274.0	1,068.0	1,342.0
計		11,385.8	21,177.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11,385.8	21,177.4	32,563.2
Avaroa 線	土木費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,038.9	0.0	1,038.9	0.0	1,038.9
	軌道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,632.4	1,021.0	3,632.4	1,021.0	4,653.4
	建物費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	156.0	648.0	156.0	648.0	804.0
計		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,827.3	1,669.0	4,827.3	1,669.0	6,496.3
Cochebamba 線	土木費	20,281.3	9,329.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20,281.3	9,329.2	29,610.5
	軌道費	7,957.1	19,946.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,957.1	19,946.7	27,903.8
	建物費	1,788.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,788.5	0.0	1,788.5
	電気費	799.0	3,032.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	799.0	3,032.0	3,831.0
計		30,826.9	32,307.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30,826.9	32,307.9	63,134.8
Sucre 線	土木費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,739.1	18.4	3,739.1	18.4	3,757.5
	軌道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11,900.3	84,041.5	11,900.3	84,041.5	95,941.8
	建物費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	599.0	2,262.0	599.0	2,262.0	2,861.0
計		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16,238.4	86,321.0	16,238.4	86,321.0	102,560.3
西 部 局 計		56,807.9	89,410.7	30,694.7	41,788.3	72,483.0	21,652.2	38,188.0	108,954.8	170,387.0	279,341.8

費目別、内・外貨別投資額一覽表(2)

単位：千米ドル

プロジェクト名 東 部 局	投資時期			2001 ~ 2010			2011 ~ 2020			合 計			
	内 貨		計	内 貨		計	内 貨		計	内 貨		計	
	内 貨	外 貨		内 貨	外 貨		内 貨	外 貨		内 貨	外 貨		
線 区	Quijarro 線	資本費	11,628.9	1,161.6	12,790.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11,628.9	1,161.6	12,790.5	
		新道費	9,961.6	54,927.7	64,889.3	0.0	0.0	0.0	0.0	9,961.6	54,927.7	64,889.3	
		建設費	1,710.0	0.0	1,710.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,710.0	0.0	1,710.0	
		電気費	895.0	3,460.0	4,355.0	0.0	0.0	0.0	0.0	895.0	3,460.0	4,355.0	
計	計	24,195.5	59,549.3	83,744.8	0.0	0.0	0.0	0.0	24,195.5	59,549.3	83,744.8		
強 化	Yacuiba 線	資本費	0.0	0.0	0.0	12,681.7	1,701.6	14,383.3	0.0	0.0	12,681.7	1,701.6	14,383.3
		新道費	0.0	0.0	0.0	15,239.5	3,334.9	18,574.4	0.0	0.0	15,239.5	3,334.9	18,574.4
		建設費	0.0	0.0	0.0	855.0	0.0	855.0	0.0	0.0	855.0	0.0	855.0
		電気費	0.0	0.0	0.0	752.0	2,656.0	3,408.0	0.0	0.0	752.0	2,656.0	3,408.0
計	計	0.0	0.0	0.0	29,528.2	7,692.5	37,220.7	0.0	0.0	29,528.2	7,692.5	37,220.7	
新線建設	Yapacani 線	資本費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.7	4.6	54.3	
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	256.1	699.2	954.3	
		建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49.7	703.8	753.5		
車 両 整 備	Puerto Busch 線	資本費	24,195.5	59,549.3	83,744.8	29,528.2	7,692.5	37,220.7	304.8	703.8	1,008.6	703.8	
		新道費	80,803.4	148,980.0	229,783.4	60,222.9	49,480.8	109,703.7	21,957.0	39,891.8	61,848.8	238,332.6	
		建設費	0.0	0.0	0.0	14,424.0	23,081.0	37,505.0	0.0	0.0	0.0	23,081.0	
		電気費	0.0	0.0	0.0	18,026.0	25,070.0	43,095.0	0.0	0.0	0.0	18,026.0	
計	計	80,803.4	148,980.0	229,783.4	60,222.9	49,480.8	109,703.7	21,957.0	39,891.8	61,848.8	238,332.6		
事 項 別	通 信 網 整 備	資本費	0.0	0.0	0.0	33,403.0	50,281.0	83,684.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83,684.0
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	計	0.0	0.0	0.0	33,403.0	50,281.0	83,684.0	0.0	0.0	0.0	0.0	83,684.0	
事 項 別	工 場 整 備	資本費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
事 項 別	コ ン ピ ュ ー タ ー	資本費	0.0	0.0	0.0	12.0	1,204.0	1,216.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,216.0
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		建設費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	計	0.0	0.0	0.0	12.0	1,204.0	1,216.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,216.0	
事 項 別	鉄 道 学 園 整 備	資本費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	401.8	217.5	619.3	
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	88.7	110.9	
		建設費	54.7	6.2	60.9	0.0	0.0	0.0	1,243.0	466.5	1,709.5	1,770.4	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	3,000.0	3,020.0	3,040.0	
計	計	54.7	6.2	60.9	0.0	0.0	0.0	1,887.0	3,750.5	5,437.5	5,498.4		
事 項 別 合 計	事 項 別 合 計	資本費	14,500.7	410,391.2	424,891.9	330.0	247,086	247,416.0	1,887.0	164,566.5	166,253.5	822,043.7	
		新道費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
総 合 計	総 合 計	建設費	95,304.1	559,351.2	654,655.3	98,955.9	346,847.8	470,803.7	23,844.0	204,458.3	228,102.3	1,110,657.3	
		電気費	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
計	計	95,304.1	559,351.2	654,655.3	98,955.9	346,847.8	470,803.7	23,844.0	204,458.3	228,102.3	1,110,657.3		



## 第 16 章 經濟・財務分析





## 第16章 経済・財務分析

### 16-1 経済分析

本節では、策定された2020年を目指した段階別投資計画が経済的にみて実現可能性を有するか否かの検討を行う。

#### (1) 評価方法

以下の分析では、策定された段階別投資計画の完成する2020年以降40年までをプロジェクトライフ（建設期間の30年を合わせると70年間）として、割引費用・便益分析を行い、次式によって経済内部収益率（EIRR）を求める。これにより、本計画の経済的妥当性の検証を行う。

$$0 = \sum_{t=1}^n (B_t - C_t) / (1 + EIRR)^{t-1}$$

n : 分析期間  
B<sub>t</sub> : 各年毎の便益  
C<sub>t</sub> : 各年毎のコスト

#### 1) 投資コスト

第15章に示した段階別投資計画の投資規模を基に、関税、諸税等移転項目を控除して投資コストの計算価格を求めた。建設期間中の各10年間における支出は各年均等とした。

マスタープラン線路改良費及びMotacucito-Puerto Busch 新線建設費の外貨部分については、5%の関税及び11.11%の付加価値税（IVA）を控除して計算価格とした。信号設備、通信設備、車両等の外貨部分については、CIF価格であるため第15章の金額をそのまま使用した。また内貨部分については、全て10%の付加価値税を控除した。予備費は総投資額の10%とした。段階別投資計画の投資額を表16-1-1に示す。

また、減価償却については、償却資産の耐用年数を表16-1-2に示すように定めた。信号設備及び通信設備については、耐用年数経過後再投資額を計上した。車両については、耐用年数経過後買い替えるものとし、また本調査が提案する段階別投資計画を実施しなかった場合（Without）についても現有車両及び2020年までの輸送需要量に応じた車両の買い替えを行うものとした。但し Without

の場合、工場設備の改良を行わないことから、現在の車両稼働率等を考慮して所期の耐用年数より5年早く買い替えをするものとした。但し、路盤、橋梁、トンネル、建物等については、Without の場合も再投資を考慮しないことから、本計画でも再投資を計上しなかった。

表16-1-1 総投資額（経済価格）  
（単位：千US\$）

項 目		1991~2000	2001~2010	2011~2020	合 計
改 良 費	内貨	70,983	53,325	20,595	144,903
	外貨	118,667	37,256	34,267	190,190
新 線 建 設	内貨		30,234		30,234
	外貨		42,560		42,560
車 両	外貨	360,817	232,593	160,816	754,226
信号通信等	内貨	5,601	1,675	899	8,175
	外貨	35,755	8,864	3,664	48,283
工場・設備	内貨	10,056	180		10,236
	外貨	24,336	12,273		36,609
予 備 費		62,622	41,896	22,024	126,542
総 計		688,837	460,856	242,265	1,391,958

表16-1-2 償却資産の耐用年数  
（単位：年）

項 目	耐用年数
路 盤	57
橋 梁	50
トンネル	60
建 物	45
機 械	20
信号設備	20
通信設備	20
車 両	25
貨 車	35
電 算 機	5

## 2) 便益の算定

本計画の便益は、策定された段階別投資計画を実施しない場合に比べ同計画を実施する場合 (With) の経済的費用の節減額として表される。具体的には、With と Without の鉄道、道路及び水路を含む総輸送コストの差である。更に鉄道整備による列車遅延の回避、スピードアップによる到達時分の短縮による時間便益及び道路交通量の変化による道路保守費の差、本計画実施による Oruro-Cochabamba 間災害復旧費の回避及び列車事故の減少についても考察を行う。

### a) 総輸送コスト

#### ① 鉄 道

鉄道の輸送コストについては、本調査団が試算した計画年度の管理運営費を基に10%の I V A を控除して計算価格に変換した。但し、貨物と旅客の管理運営費を区分できない費目があるため、両者込みのコストになっている。計画を実施しない場合の輸送コストについては、1989年の管理運営費の実績を基にして推計した。1989年の輸送量は 897,481千人トキ知であったが、計画を実施しない2000年の鉄道輸送量は 1,096,359千人トキ知と推計されている。また、1989年の E N F E 全体の変動費は全輸送コストの30%を占めている。このことから、30%の変動費分について1989年と2000年の輸送量の差を勘案して2000年の Without の輸送コストを計算した。2010年及び2020年についても同様に輸送量の変化を考慮して Without の鉄道輸送コストを推計した。

#### ② 道 路

道路については、鉄道と競合すると思われる大型バス及び大型トラックの輸送コストを INSTITUTO DEL TRANSPORTE Y VIAS DE COMUNICACION ( I T V C ) の1987年の報告書「COSTOS DE OPERACION VEHICULA」及び現地調査によるデータに基づいて推計した。

道路の走行経費は道路の状態、地形等により大きく左右されるため、本調査では地形の差及び道路の舗装状態を考慮して3区間をサンプルとして取り、走行経費を計算した。すなわち、舗装されていて比較的高低差の少ない区間 ( L A P A Z - O R U R O ) 、舗装されているが高低差の大きい区間 ( C O C H A B A M B A - S A N T A C R U Z ) 及び未舗装の区間 ( O R U R O - P O T O S I ) の3区間である。この3区間の走行経費を

各OD間の地形及び道路の舗装状態を考慮してそれぞれに適用した。

車の走行経費は、変動費と固定費からなる。変動費は距離に比例して計算され、固定費は時間に比例して計算される。全てのコストは税を除いた価格である。

#### 変 動 費

- 燃料費

道路の舗装状態、勾配、路側等を考慮した走行1 Km当たりの燃料消費量に基づいて計算する。

- 油脂費

燃料費同様、道路状態を考慮して走行1 Km当たりの消費量に基づいて計算する。

- タイヤ費

タイヤの平均耐用走行キロ及びタイヤ式の経済価格より走行1 Km当たりの費用を計算する。

- 保守費

保守費は年間に要するスペアパーツ及び保守時間から構成される。後者には、修理工場の機械使用料も含まれる。車の保険料もこの範疇に含める。

- 減価償却費

車の減価償却費の50%を走行に伴う償却とし、残り50%を時間の経過による償却とした。残存価格は、大型バスの場合5%、大型トラックの場合10%とした。

#### 固 定 費

- 乗務員

大型バスの場合長距離走行を予想して運転手2名、車掌1名の3名勤務とし、大型トラックの場合は運転手1名、助手1名の2名勤務として乗務員に係る費用を計算した。

- 減価償却費

上述したように、車の減価償却費の50%を時間の経過による償却とした。

- 利 息

資本の機会費用として、残存価格を除く車両価格の50%に耐用年数にわたり金利を乗じた。金利は、1989年～1990年ボリヴィア中銀の平均貸出金利である14%を適用した。

- 一般管理費

一般管理費には、事務所賃貸料、人件費、光熱費、道路通行料、諸手当等が含まれる。本調査では、上記コストの20%を一般管理費として計上した。上記車の走行経費の計算を表16-1-3～5にまとめて示した。

なお単位走行費用の計算は、大型バスの場合乗車効率を60%、また大型トラックの場合50%と設定した。

表16-1-3

車の走行経費の計算(LA PAZ-ORURO)

項目	単位	大型バス	大型トラック
1 定員/積載重量	人/トン	36	12
2 車両価格	US\$	60,000	70,000
3 耐用年数	年	7	12
4 年間走行時間	時間/年	1,300	900
5 年間走行距離	KM/年	80,000	47,000
6 タイヤ一式の価格	US\$	1,040	1,040
7 耐用走行距離	KM	34,000	33,000
8 タイヤ費用	US\$/KM	0.031	0.032
9 燃料費単価	US\$/L	0.26	0.26
10 燃料消費量	L/KM	0.32	0.42
11 オイル単価	US\$/L	0.97	0.97
12 オイル消費量	L/KM	0.004	0.004
13 年間保守時間	時間/年	400	400
14 保守費単価	US\$/H	6	6
15 スペアパーツ費用	US\$/年	4,286	2,917
16 乗務員費用	US\$/H	3.21	1.84
17 利息	US\$/H	3.231	5.444
18 減価償却(距離)	US\$/KM	0.051	0.056
19 減価償却(時間)	US\$/H	3.132	2.917
		大型バス	大型トラック
変動費用 (US\$/KM)		0.252	0.314
燃料費		0.083	0.109
油脂費		0.004	0.004
タイヤ		0.031	0.032
保守費		0.084	0.113
減価償却		0.051	0.056
固定費 (US\$/H)		14.59	15.52
乗務員		3.21	1.84
減価償却		3.13	2.92
利息		3.23	5.44
一般管理費		5.02	5.32
車の走行費用 (US\$/KM)		0.489	0.611
単位走行費用 (US\$/P-KM, US\$/T-KM)		0.023	0.102

表16-1-4

## 車の走行経費の計算(COCHABAMBA-SANTA CRUZ)

項目	単位	大型バス	大型トラック
1 定員/積載重量	人/トン	36	12
2 車両価格	US\$	60,000	70,000
3 耐用年数	年	5.5	10
4 年間走行時間	時間/年	2,000	1,150
5 年間走行距離	KM/年	100,000	40,000
6 タイヤー式の価格	US\$	1,040	1,040
7 耐用走行距離	KM	28,000	22,000
8 タイヤ費用	US\$/KM	0.037	0.047
9 燃料費単価	US\$/L	0.26	0.26
10 燃料消費量	L/KM	0.38	0.64
11 オイル単価	US\$/L	0.97	0.97
12 オイル消費量	L/KM	0.004	0.004
13 年間保守時間	時間/年	400	400
14 保守費単価	US\$/H	6	6
15 スペアパーツ費用	US\$/年	5,455	3,500
16 乗務員費用	US\$/H	3.21	1.84
17 利息	US\$/H	2.100	4.261
18 減価償却(距離)	US\$/KM	0.052	0.079
19 減価償却(時間)	US\$/H	2.591	2.739
		大型バス	大型トラック
変動費用 (US\$/KM)		0.270	0.444
燃料費		0.099	0.166
油脂費		0.004	0.004
タイヤ		0.037	0.047
保守費		0.079	0.148
減価償却		0.052	0.079
固定費(US\$/H)		12.18	13.70
乗務員		3.21	1.84
減価償却		2.59	2.74
利息		2.10	4.26
一般管理費		4.28	4.86
車の走行費用(US\$/KM)		0.514	0.838
単位走行費用(US\$/P-KM, US\$/T-KM)		0.024	0.140

表16-1-5

## 車の走行経費の計算 (ORURO-POTOSI)

項目	単位	大型バス	大型トラック
1 定員/積載重量	人/トン	36	12
2 車両価格	US\$	60,000	70,000
3 耐用年数	年	7	11
4 年間走行時間	時間/年	1,400	1,110
5 年間走行距離	KM/年	70,000	36,000
6 タイヤ一式の価格	US\$	1,040	1,040
7 耐用走行距離	KM	30,000	25,000
8 タイヤ費用	US\$/KM	0.035	0.042
9 燃料費単価	US\$/L	0.26	0.26
10 燃料消費量	L/KM	0.41	0.68
11 オイル単価	US\$/L	0.97	0.97
12 オイル消費量	L/KM	0.004	0.004
13 年間保守時間	時間/年	400	400
14 保守費単価	US\$/H	6	6
15 スペアパーツ費用	US\$/年	4,286	3,182
16 乗務員費用	US\$/H	3.21	1.84
17 利息	US\$/H	3.000	4.414
18 減価償却 (距離)	US\$/KM	0.058	0.080
19 減価償却 (時間)	US\$/H	2.908	2.580
		大型バス	大型トラック
変動費用 (US\$/KM)		0.299	0.457
燃料費		0.107	0.177
油脂費		0.004	0.004
タイヤ		0.035	0.042
保守費		0.096	0.155
減価償却		0.058	0.080
固定費 (US\$/H)		13.93	13.56
乗務員		3.21	1.84
減価償却		2.91	2.58
利息		3.00	4.41
一般管理費		4.81	4.73
車の走行費用 (US\$/KM)		0.577	0.875
単位走行費用 (US\$/P-KM, US\$/T-KM)		0.027	0.146

③ インターモーダル

インターモーダルの道路輸送コストは前述の道路走行コストを、地形及び道路の舗装の状態を勘案して適用した。

インターモーダルの水路での輸送コストについては、Empresas CAEM-CONINがMamore川で行った調査を基に以下のように推計した。

- 下り 0.022 米ドル/Ton-Km
- 上り 0.034 米ドル/Ton-Km

また、インターモーダルの積卸しの費用は、需要予測において使用したトン当たり単価から10%のIVAを控除して4.16 米ドルとした。

マスタープランの各年度のWithout とWithの総輸送コストを表16-1-6に示す。

表16-1-6 各年度の総輸送コスト (単位：千US\$)

年 度	鉄 道		道 路		合 計	
	貨物・旅客	インターモーダル	貨 物	旅 客		
2000年	W/O	46,520	12,415	225,511	147,122	431,568
	With	43,829	28,924	186,999	131,423	391,175
2010年	W/O	47,567	16,460	313,966	161,066	539,059
	With	54,808	34,150	228,537	130,224	447,719
2020年	W/O	51,756	21,028	391,323	181,097	645,204
	With	65,315	42,626	283,984	146,553	538,478

b) 時間便益

① 単位時間価値

旅客及び貨物の単位時間価値を、以下のように設定した。

- 旅 客

1990年のENFE職員の一人当たり基本給及び付加給の合計は、月当り500 ボリヴィアノスである。またENFEが行った2回のアンケート調査によると列車の乗客の50%が業務目的であり、更に乗客の75%がボリヴィア人であった。このことから、以下の式により旅客の単位時間価値を計算した。

$$\frac{\text{Bs.}500}{\text{US}\$3.2} \times \frac{1 \text{ 月}}{21 \text{ 日}} \times \frac{1 \text{ 日}}{8 \text{ 時}} \times 0.5 \times 0.75 = 0.35 \text{ US}\$ / \text{時}$$

• 貨物

鉄道で運ばれる貨物の単位時間価値は、表16-1-7に示す品目別内訳及び単価により計算した。加重平均による貨物のトン当たり単価は3,530米ドルとなり、これに資本の機会費用である14%を乗じ、更に365日と8時間で除して貨物の単位時間価値を求めた。列車で運ばれる貨物のトン・時当たりの時間価値は、0.17米ドルと計算された。

表10-1-7 貨物の構成比及び単価

品目	構成比 (%)	単価 (US\$/t)
亜鉛	13.1	1,200
すず	5.5	5,500
小麦	20.4	100
その他	61.0	5,000

② 列車遅延回避による時間便益

• 旅客

1989年～1990年のENFEの旅客列車の遅延は、全列車当たり西部局では1列車当たり平均155分、東部局で106分であった。この遅れが段階別投資計画の実施により回避される。列車遅延回避により鉄道利用者が享受する時間便益は年間で、2,752千米ドルとなる。

• 貨物

1989年～1990年のENFEの貨物列車の遅延は、全列車当たり西部局では1列車当たり平均217分、東部局で137分であった。この遅れが段階別投資計画の実施により回避される。貨物に対する時間便益は、年間3,759千米ドルである。

③ 改良後のスピードアップによる時間便益

段階別投資計画の実施により鉄道設備が改良されることで、列車のスピードアップが可能となる。列車到達時分の短縮による時間便益を享受できるのは通

常交通 (Without の場合の鉄道利用者) のみである。スピードアップにより短縮される時間は、年間で旅客列車の場合1,680 千人・時となり、これに旅客の単位時間価値を乗じて旅客のスピードアップによる時間便益を計算すると年間588 千米ドルとなる。

貨物の場合スピードアップにより短縮される時間は、年間で9,166 千 t・時である。これに前述した貨物の単位時間価値を乗じてスピードアップにより貨物の時間便益を求めると年間1,558 千米ドルとなる。

c) 道路保守費

世銀の「Export Corridors Project」によると、1988年ボリヴィアが舗装及び砂利道路で行ったKm当たりの保守実績は、1,340 米ドルであった。同報告書によれば、この保守費は日常的保守に限れば充分であるが、定期的保守費を含めば約2倍の 2,600米ドルが必要であるとしている。

一方1988年のボリヴィアにおける内々交通を除くトラックの輸送量は 385百万トン・Km、バスは 4,715百万人・Kmであったと推計される。表16-1-8に1988年及び段階別投資計画の各年度の道路交通量を示す。

表16-1-8 道路交通量

年 度		貨物 (千トン・Km )	旅客 (千人・Km )
1988年実績		384,800	4,714,520
2000年	Without	1,599,008	5,850,446
	With	1,327,390	5,247,827
2010年	Without	2,250,982	6,758,302
	With	1,650,462	5,468,359
2020年	Without	3,209,264	7,623,914
	With	2,284,250	6,169,912

道路保守費単価と道路交通量との関係についてボリヴィアの適当なデータが得られなかったため、ここではフィリピンで1980年発表された大規模な総合交通調査「National Transport Planning Project」のアスファルト・コンクリート道

路における交通量と道路保守費との関係式から、各年度別の道路保守費の差を推計した。

$$(US\$ 750 + 1.7 \text{ E.V.U.})/\text{Km} \cdot \text{年} \quad (1980\text{年価格})$$

E.V.U. = Equivalent Vehicle Unit

大型トラック = 3.0台分と計算する。

大型バス = 2.5台分と計算する。

また、ITVCの「Reevaluacion Economica de la Asistencia Tecnica para el Mantenimiento de Carreteras, 1987」によると、主要舗装、砂利道路における年平均日交通量 (AADT) は、470 台でその内大型トラックと大型バスの混入率はそれぞれ13%、4%であった。この状況が1988年も続くとすれば、1988年におけるE.V.U.は621台となる。表16-1-8に示す道路交通量の伸びから同様にして各年度のWith及びWithoutのE.V.U.を計算した結果を、表16-1-9に示す。ただし、大型トラック及び大型バス以外の車両の台数は、各年度、Without, With共一定と仮定した。

表16-1-9 AADT及びE.V.U. (単位：台)

年 度		AADT	E.V.U.
1988年		470	621
2000年	Without	667	1,209
	With	621	1,073
2010年	Without	774	1,529
	With	674	1,231
2020年	Without	930	1,995
	With	777	1,539

計算されたE.V.U.を上記の式に代入して1980年価格の道路保守費を求め、それを前述したKm当たり道路保守費2,600米ドルを基にして1990年価格に変換した(表16-1-10参照)。

表16-1-10 各年度の道路保守費単価  
(単位：US\$/Km)

年 度		2000年	2010年	2020年
保守費単価	Without	4,040	4,823	5,964
	With	3,707	4,093	4,847

道路保守費単価を道路の総延長に乘じ、各年度のWithとWithout のケースの道路保守費を比較し、節減される道路保守費を計算した。その結果を表16-1-11に示す。なお本調査対象の道路網の総延長は、7,730Kmである。

表16-1-11 道路保守費の節減額  
(単位：千US\$)

年 度	2000年	2010年	2020年
節 減 額	2,574	5,643	8,634

d) 災害復旧費の回避

西部局のOruro ~ Cochabamba 線区は、毎年災害に見舞われ復旧に1~3ヵ月を要している。策定された段階別投資計画では、この災害線区を1991~2000年の期間に災害を受けないように改良工事を行う計画となっている。従って、2000年以降は毎年災害復旧工事を行う必要がなくなり、ボリヴィアの資源の節約につながる。

節約される資源の額については、従来の災害復旧費の変動が大きいため、1981年から1990年までの10年間の平均をとり、年間435千米ドルとし段階別投資計画実施による便益として算入した。

e) 交通事故の低減

ENFEにおける現在の事故件数は、年間2,000件にのぼっている。その原因の多くは、劣化した鉄道施設や車両及び教育訓練の不徹底さにあるものと推測される。段階別投資計画では、目標年度の2020年までに既存の主要鉄道網の改良、車両工場の整備あるいは鉄道学園の整備等を実施する計画となっている。

こうした鉄道整備及び教育訓練の拡充により、交通事故は大幅に減少することが期待できる。ちなみに事故によるENFEの被害額は1989年で378千米ドル、また1990年は493千米ドルであった。この他道路側の被害も予想されるので、交

通事故の被害額は前記金額よりさらに高いものであったと思われる。

以上の点を考慮して、本経済分析では段階別投資計画の実施により目標年度2020年までに1990年の被害額の70%程度の345千米ドルが毎年節約されるものと仮定した。なお交通事故の低減による便益は、本段階別投資計画の全便益に占める割合が0.3%弱と低いため、仮定した節減率70%が大きく変化してもEIRRの値にはほとんど影響を及ぼさない。

## (2) 分析結果と感度分析

前節で述べた投資コスト及び推計された便益を基に策定された段階別投資計画のEIRRを計算した結果、11.0%となった。これは1989年～1990年のボリヴィア中銀の平均貸出金利である14%に比べると低いが、世界銀行のプロジェクト選択基準の一応の目安といわれる10%を超えている。

また本段階別投資計画は今後30年にわたる長期のものであり、その中にはいくつものプロジェクトが含まれている。その中には経済的収益性の高いプロジェクトもあれば比較的収益性の低いプロジェクトもあると予想される。従って、実際の運用に当たっては、プロジェクトの実施に先立ち各プロジェクトの経済的収益性を十分検証してから着手されることになる。

一方、EIRRの計算結果に重大な影響を与えるものと思われる建設費、輸送需要の2要因について感度分析を行った。結果を表16-1-12に示す。

表16-1-12 感度分析結果

ケース	EIRR (%)
基本ケース	11.00
建設費10%アップ	10.05
輸送需要10%ダウン	9.96
建設費10%アップ+輸送需要10%ダウン	9.08

感度分析の結果、建設費が10%上昇するより輸送需要が10%減少の方がEIRRの計算結果に与える影響が大であることがわかった。また建設費の上昇と輸送需要の減少が同時に起こった場合、EIRRは基本ケースに比べ2%近く下がることわかった。従って、段階別投資計画の実施に当たっては、特に輸送需要の喚起に留意する