

ボリヴィア国鉄道網整備計画調査

最 終 報 告 書

(要 約)

1991年11月

国際協力事業団



社調

91-099(1/2)

JICA LIBRARY



1095292(7)

23187

ボリヴィア国鉄道網整備計画調査

最 終 報 告 書

(要 約)

1991年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

23187

序 文

日本国政府は、ボリヴィア共和国政府の要請に基づき、同国の鉄道網整備計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成2年3月から平成3年11月までの間、3回にわたり、社団法人 海外鉄道技術協力協会の黒田定明氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

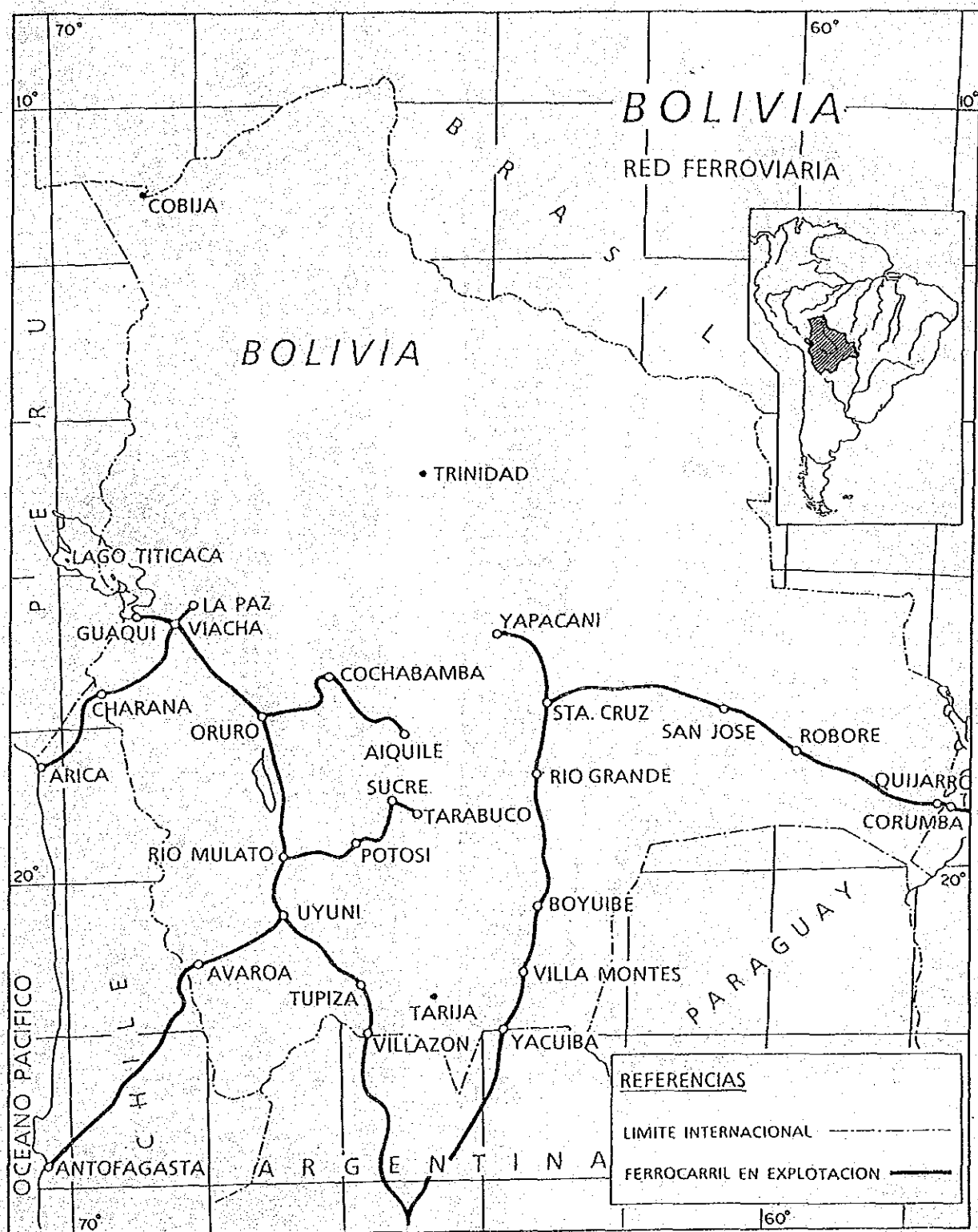
調査団は、ボリヴィア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



調査位置図



目 次

(要 約)

1. 序	1
2. ボリヴィア国鉄の現況	3
3. 2020年時点の最適鉄道網と段階別整備計画	6
3-1 最適鉄道網(2020年)の選定	6
3-2 段階別整備計画案(2000、2010、2020年)の策定	6
4. 需要予測	9
4-1 予測方法	9
4-2 社会経済フレーム	10
4-3 ゾーニング及び交通ネットワーク	11
4-4 サービスレベル	12
4-5 予測結果	13
5. 営業改善計画	17
5-1 営業改善の考え方	17
5-2 旅客営業の改善策	17
5-3 貨物営業の改善策	18
6. 輸送・車輛計画	22
6-1 輸送計画	22
6-2 車輛計画	26
7. 施設・設備計画	28
7-1 既設線の改良	28
7-2 新線計画	39
7-3 信号・通信設備計画	41
7-4 コンピューター設備計画	43
8. 管理・運営計画	44
8-1 組 織	44
8-2 要員、配置	47
8-3 教育、訓練	47
8-4 管理運営費	48

9. 投資規模と段階別投資計画	49
9-1 改良・建設費算出の前提条件	49
9-2 投資規模及び段階別投資計画	49
10. 経済・財務分析	53
10-1 経済分析	53
10-2 財務評価	56
11. 結論と提言	59
11-1 結 論	58
11-2 提 言	64

1. 序

ボリビア国鉄 (Empresa Nacional de Ferrocarriles: ENFE) は、約 3,650km (西部局 2,276 km、東部局 1,373 km で、両局間の連絡路線なし) の路線を有し、ボリビア国の輸出入貨物の大部分を輸送しており、国の大動脈として社会的、経済的な役割を担っている。しかしながら、資金不足のため、軌道の改良整備、信号通信設備の改良整備、新規車両の投入等進んでなく、鉄道施設の全般的な老朽化、車両稼働率の低下、自然災害等により、鉄道は、その機能を十分に発揮できない状況である。

このため、ボリビア国鉄は東・西部路線の連絡線建設、線路改良等の個別事業計画を有しており、また、運営の改善、現有施設および車両のリハビリテーションおよび近代化を必要としているが、それぞれの計画実施にあたって投資優先性の検討を行うための基本構想がない。かかる状況の中で、鉄道網整備に係るマスタープランを策定し、短・中・長期の段階別鉄道整備計画を策定することが急務となっている。

以上の背景のもとに、ボリビア政府は、同国の鉄道網整備計画調査の実施を日本政府に要請した。日本政府は、国際協力事業団 (JICA) 事前調査団とボリビア政府との間で 1989 年 10 月 5 日に締結された Scope of work に基づいて、JICA 調査団を派遣し、鉄道網整備に係るマスタープラン策定に関する調査を実施した。

本調査は、調査対象範囲をボリビア国鉄全線の地域とし、ボリビア国内の鉄道網整備に係るマスタープランの策定及び同マスタープランに基づく投資優先性を考慮した段階別鉄道整備計画の策定を目的としている。また、この調査を通じてボリビア国鉄技術者に対し、技術移転を図ることとしている。

本調査において、計画策定に当たっての基本的な考え方は次の通りであり、また、最適鉄道網の選定、段階別整備計画の設定に当たっては、ボリビア側と十分協議しながら進めた。

- (1) ボリビア国の経済、ENFE の財務状況を考慮し、適切な投資規模で現実的に具体化しやすい計画とする。
- (2) ボリビア国の社会・経済発展、国土開発に積極的に寄与する役割を果たす鉄道となるように改善計画を策定する。

(3) 信頼できる安全で安定した国内輸送を確保し、また同時に、国際的な鉄道網としての役割を果たすような計画とする。

(4) マスタープランにおける鉄道整備計画最終目標年を2020年とし、短期(2000年)、中期(2010年)における段階別鉄道整備計画を策定する。

この場合、整備プロジェクトの順位づけに当たっては輸送の安全、投資効果、経営上の重要度、緊急度、線区の重要度、投資コスト等を総合的に検討して計画する。

また、再生化、近代化の計画に当たっては、輸送の安全性、安定性、信頼性の確保と共に、収益性のあがる効率的な経営となるよう十分検討する。

(5) 安全で安定した輸送を確立するため、線区の現状、性格、重要度及び投資コスト等を十分考慮してサービスレベルを設定する。

(6) 開発計画、都市整備計画等、国、州レベルの各種計画との整合性をとり、また実施しようとしているENFE、世界銀行等の計画との整合性を図る。

(7) 鉄道整備は、既設線、現有設備についてリハビリテーション、近代化して有効利用することを重点に検討し、既設線に接続する新線建設計画の検討に当たっては、建設された鉄道と道路交通、水運が十分連携のとれた intermodal 輸送となるよう考慮すると共に、一方、同区間に鉄道建設を行わず、既存道路、水運と既設線との組合せによる intermodal システムの活用をも十分考慮する。

(8) 2020年における最適マスタープラン、及び短中期の段階別鉄道整備計画は経済、財務の定量的な評価を中心に、国、ENFEの方針、政策や社会面、技術面等の定性的な評価を加え、総合的な判断によって決定する。

本報告書(要約)は、2020年を目標とするマスタープラン及び短期(2000年)、中期(2010年)、長期(2020年)の各段階別鉄道整備計画について取りまとめたものの要約である。

2. ボリヴィア国鉄の現況

ENFEは、1964年に設立された運輸通信省管轄下の公共企業体で、約7,000人の職員により、約3,650 kmの営業路線が運営されている。

ENFE約3,650 kmの路線は、La Paz～Oruroを中心にペルー、チリ、アルゼンチンに通じる西部局線2,276 kmとSanta Cruzを中心にブラジル、アルゼンチンに通じる東部局線1,373 kmから構成されており、西部局線と東部局線とはボリヴィア国内では接続されていない。(図2-1参照) 路線概要を表2-1に示す。

ENFEの輸送は、貨物が主体で、大豆、鉱産物、木材、小麦等が運搬されている。特に輸出入貨物は、全輸送量の約8割を占め、隣接諸国を経由する鉄道により輸送されており、鉄道は国の大動脈として経済的社会的に貢献している。ENFEの輸送規模は、1988年において旅客が約100万人、約370百万人キロで、貨物が約80万トン、約420百万トンキロであり、旅客は1983年、貨物は1980年をピークに減少の傾向にある。これは、設備の老朽化、車両稼働率の低下等に加えて、災害による長期間の列車運休も大きな原因と考えられる。(図2-2参照)

現在運転されている営業列車の種別は、レールバス(Ferrobús)、急行旅客列車(Expreso)、旅客列車(Pasajero)、混合列車(Mixto)、貨物列車(Carga)で、輸送量が少ないことから曜日運転である。1988年の実績では年間約9,000本の列車が運転されており、列車の遅延状況は、全列車の1本あたり約2時間50分、遅延列車の1本あたり約4時間50分である。列車運転システムは、全て「職員の取扱い」のみにより構成されており、運転保安設備として機械化されたものは殆どない。また、ENFEが保有する車両数は、本線用機関車53両、入換用機関車10両、気動車22両、客車181両、貨車2,032両である。

ENFEの経営状況は、1988年において、収入が約100百万ボリヴィアーノス(約50億円)、支出が約97百万ボリヴィアーノスであり、長期債務の政府負担(1986年)や新規投資の抑制等により、一応収支の均衡が維持されているかの如く見受けられる。

しかし、鉄道施設の維持管理のため本来必要な投資の不足から、鉄道施設の改善が遅れ、全般的に老朽化が進んでおり、保守整備が十分な状況でない。さらに列車運転

システム、事故防止体制の遅れ等もあり、脱線等の事故が多発している。その上、自然災害による被害が毎年発生している。また車両も老朽化が進んでおり、部品の調達も十分でなく、車両稼働率が低下している。

これらの事から、ENFEは鉄道の本来持っている機能を十分発揮していない現状であり、安全で安定した円滑な輸送の確保が難しい状況である。そのため、現在、ENFEは世界銀行からの借款により、当面、輸出入産品の輸送路線（Santa Cruz～Quijarro, Viacha～Charaña）を重点的に整備することを計画し、同時に事務、営業管理の改善を図るべく努力している。

将来のENFEとして重要なことは、鉄道の持つ長距離大量輸送等の特性を発揮し、安全で安定した輸送を確保することである。その目的のため、長期的な展望の基に、鉄道運営に合理的な組織・体制を確立し、適切な投資による地上設備・車両の改善、増備を図るとともに、職員の教育による列車運行管理、地上設備・車両の効率的な維持管理等を推進していく必要がある。また、自然災害による事故、踏切事故等に対しても関係諸機関、住民の協力を得て、その防止に努める必要がある。

表2-1 路線概要

項 目	概 要	項 目	概 要
線路等方式	単線非電化	駅	136 駅
軌間	1,000 mm	信号所	66箇所
最小曲線半径	西部局 72 m	橋梁	954 箇所
	東部局 250 m	トンネル	26 箇所
最急勾配	西部局 38.5%	踏切	570 箇所
	東部局 33.3%	土道床区間	約 80%

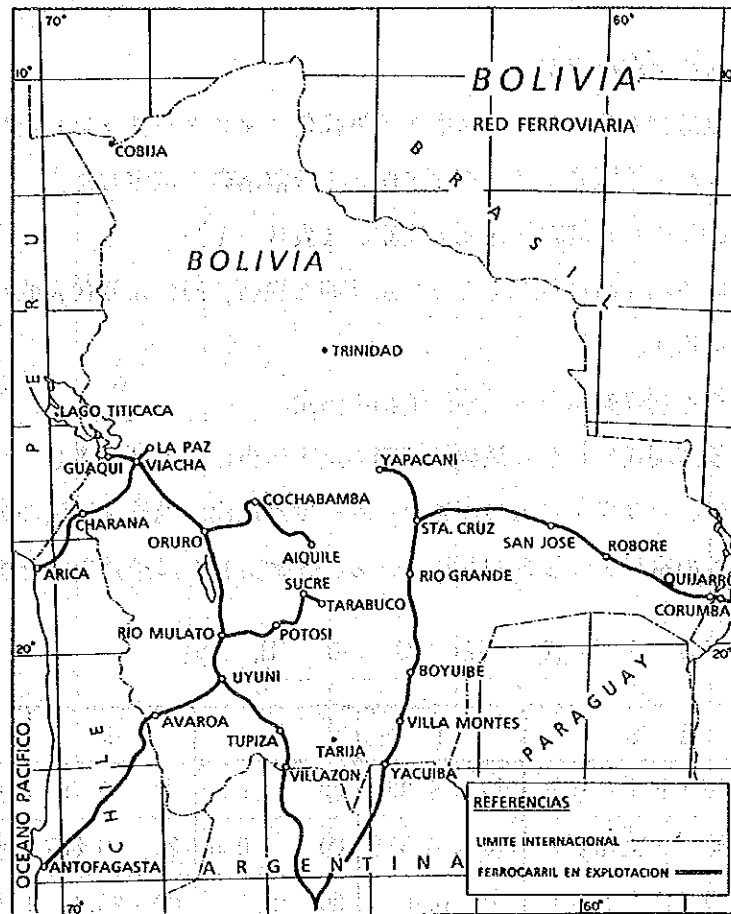


図2-1 ENFE線路略図

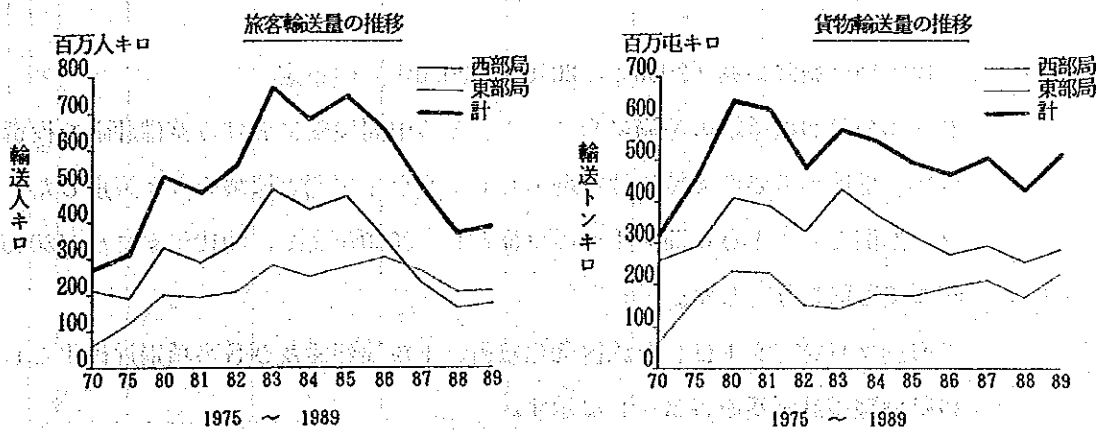


図2-2 旅客・貨物輸送量の推移

3. 2020年時点の最適鉄道網と段階別整備計画

3-1 最適鉄道網の選定

最適鉄道網とそれぞれに対応する近代化（マスタープラン）及び段階別整備計画案は、次の手順で、ボリヴィア側と十分協議の上策定した。

- ① 2020年の8鉄道網候補案を設定。（表3-1）
- ② 8鉄道網候補案から主として定性的な総合評価により代表的な4鉄道網代替案を選定。
- ③ 4鉄道網代替案から最適鉄道網を選定。

4鉄道網代替案から最適鉄道網の選定に当たっては、表3-2に示す比較表を基に、ボリヴィア国の運輸セクター投資規模、沿線地域開発の促進、国際鉄道網への寄与等の総合的な観点から、代替案Ⅱを最適鉄道網と選定した。

表3-2 代替案の比較

代替案	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
経済評価（EIRR）	④ 5.33	② 7.65	③ 6.79	① 8.84
財務評価（収支比率）	② 0.974	① 1.060	④ 0.837	③ 0.969
投資規模（億米ドル）	① 14.6	② 16.1	③ 25.1	④ 26.8

注1. ○数字は、優位の順位を示す。

注2. EIRRの単位： %

注3. 収支比率： 営業収入 / （営業支出 + 借款利子）

注4. Aiquile ~ Santa Cruz 間鉄道建設費は、ENFEが再評価した投資額を使用した。

3-2 段階別整備計画案（2000年、2010年、2020年）の策定

2020年の最適鉄道網の整備に当たって、その中間段階における整備計画を投資効率、線区の重要性・特殊性等勘案してボリヴィア側と協議のうえ策定した。又、期間として10年間を1つの単位とし、2000年まで、2010年まで及び2020年までを区切りとした。

整備プロジェクトは、9線区強化整備、1新線建設及び5事項別近代化とし、段階別整備計画案を表3-3に示す。

鐵道網係補案及代替案

No.	略図	既設線の改修 りへるべき部分	Intermodal 設備	新線施設	特長	建設費 概算	建設年度	建設進捗率	建設完了年	定住人口	備考
1		有	Guaculi Cochabamba Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Quilizarro {四}	無し	●	△	△	△	△	I	・投資回収感小 ・現状鉄道網の改善のみ
2		有	Guaculi Cochabamba Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Quilizarro {四} Puerto Masorecillo	(2) Yapacani~ Puerto Masorecillo	○	△	△	△	△	II	・北部地域に改善される鉄道網
3		有	Guaculi Cochabamba Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Quilizarro {四} Puerto Busch	(3) Motacuico~ Puerto Busch	○	△	○	△	○	III	・東部地域に改善される鉄道網 ・國際河川に連絡
4		有	Guaculi Cochabamba Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Quilizarro {四} Puerto Masorecillo	(2) Yapacani~ Puerto Masorecillo (3) Motacuico~ Puerto Busch	○	△	○	△	○	IV	・東部、北部地域に改善される鉄道網 ・國際河川に連絡
5		有	Guaculi Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Quilizarro {四}	(1) Aiquile ~ Santa Cruz	○	○	○	○	○	V	・中間的投資規模 ・東西幹線系が成立される鉄道網
6		有	Guaculi Villazon Quilizarro {四} Puerto Masorecillo	(1) Aiquile ~ Santa Cruz (2) Yapacani~ Puerto Masorecillo	△	○	○	○	○	VI	・候補案8に整備される段階的鉄道網
7		有	Guaculi Santa Cruz Puerto Villarroel Villazon Puerto Busch	(1) Aiquile ~ Santa Cruz (3) Motacuico~ Puerto Busch	△	○	○	○	○	VII	・候補案8に整備される段階的鉄道網
8		有	Guaculi Villazon Puerto Masorecillo Puerto Busch	(1) Aiquile ~ Santa Cruz (2) Yapacani~ Puerto Masorecillo (3) Motacuico~ Puerto Busch	△	○	○	○	○	VIII	・投資回収感大 ・充実した鉄道網

表3-3

段階別整備計画案

プロジェクト名	線路延長 (km)	投資効率	線路重要度		特殊条件	総合順位 (ランク)	整備案行程			記	事
			幹線系	支線系			1991	2000	2010		
1. 線路強化											
Red Andina											
Villazon L.	847.2	①	○	一部○		A					1991~2000 Lp.-Or. R. Mur.-Uyu. 2001~2010 上記以外
Guaqui L.	65.8	③			・現在整備中 (緊急度小)	C					
Charaña L.	208.3	①		○	・平行道路の整備2000 ・営業政策上緊急度大	A					
Avares L.	172.4	①			・輸送機能が比較的 良好(緊急度小)	C					
Cochabamba L.	204.8	②		○	・社会性の面で重要 ・災害警報区	A					
Sucre L.	348.2	②				C					
Red Oriental											
Quijarro L.	650.4	①	○	○	・平行道路の整備2020 ・営業政策上緊急度大	A					
Yacuiba L.	539.0	③	○		・平行道路の整備2010 ・営業政策上緊急度大 ・社会性の面で重要	B					
Yapacani L.	209.2	③				C					
2. 新線建設											
Pto. Busch L.	132.7	①			・鉱山開発の進捗との 整合	B					
3. 事項別近代化											
車両											需要に応じ車両を増備
工場											1991~2000 Viacha, Guaracachi工場
通信											UHF、交換機他
コンピュータ											
鉄道学園											1991~2000 既存の学園整備 2011~2020 総合鉄道学園

注) 線路強化の内容

- ・軌道改良——レール、分岐器、バラスト、保守用機器具
- ・橋梁改良——仮設橋梁取替、橋台補脚補強
- ・信号設備新設
- ・踏切改良
- ・防壁設備——のり面工、線路立入り防護壁
- ・通信設備一部改良
- ・停車場改良——配線変更、信号所、インターモダール設備
- ・ORURO-COCHABAMBA間災害警報区間改良

4. 需要予測

4-1 予測方法

(1) 予測フロー

図4-1 予測フローに示すとおり4段階推計法によることとした。

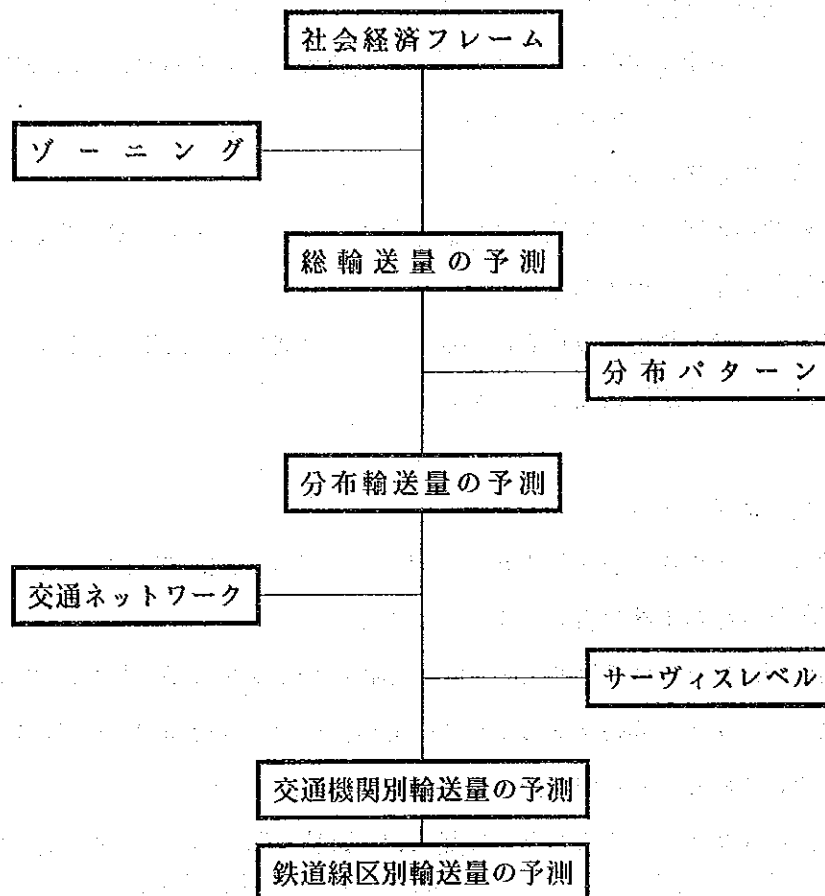


図4-1 輸送需要予測のフロー

(2) 予測年次

2000年、2010年、2020年

(3) 予測対象輸送機関

旅客； 鉄道、道路（バス）、航空

貨物； 鉄道、道路（トラック）

注：1988年の全貨物輸送実績の内、航空のシェアは1.2%と極めて少量なので貨物輸送の予測対象から除外した。

(4) 総輸送量の予測

旅客は人口1人当たりの国内総生産（P I B）の成長率と総旅客量の伸び率と

の間に相関係数0.9894の相関関係があることが分かったので、P I B / 人に比例して総旅客量を推計した。

貨物は総輸送量の52%をしめる道路輸送に関するデータが収集できないので、主要12品目の生産と消費の差を発生・集中とみなし、以下部門別P I Bの成長率から予測年次の発生・集中量を推計した。

(5) 分布輸送量の予測

各ゾーンの発生・集中量と距離からまず重力モデルで分布輸送量を計算し、次いでフレーター法で精度を上げた。

(6) 交通機関別輸送量の予測

交通機関別表定速度と運賃を抵抗値として、ロジットモデルで計算した。

(7) 鉄道線区別輸送量の予測

(6) で求めた鉄道のOD表における各ゾーン間OD輸送量を、通過する断面毎に集計して主要駅間輸送量を求めた。

4-2 社会経済フレーム

1978～1987年の国内総生産(P I B)、同対前年成長率、同部門別シェア、総人口及び同対前年伸び率の推移は表4-1に示すとおりである。

一次産品の国際価格の低迷に始まって1980年代はマイナス成長に転じ、1983年には-6.5%の大幅なマイナス成長となっている。その後徐々に回復傾向に転じ、1987年にはマイナス成長を脱し、2.2%の成長を達成している。

表4-1 国内総生産(P I B) および総人口の推移(百万ペソ 1980年固定価格)

部 門	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
製 造 部 門	農 牧 水 産	21,490	22,262	22,563	22,354	23,900	19,981	24,552	26,789	25,534
	鉱 業	24,140	19,478	19,407	20,139	19,526	18,614	16,335	14,281	12,062
	製 造 業	16,881	18,578	17,934	16,581	14,531	13,863	11,925	10,815	11,038
	建 設 業	6,681	6,479	4,521	4,058	3,698	3,639	3,555	3,168	2,918
	小 計	68,192	66,797	64,465	63,132	61,655	56,097	56,387	55,056	51,552
	※%	54.8	53.6	52.4	50.9	52.0	50.6	51.0	49.8	48.1
基礎サービス		7,380	8,311	8,127	9,081	8,729	7,997	8,142	8,285	8,544
	※%	5.9	8.7	6.6	7.3	7.4	7.2	7.4	7.5	8.2
其他サービス		45,329	46,310	47,066	48,117	47,200	46,422	45,770	46,177	45,889
	※%	36.4	37.2	38.3	38.8	39.6	41.8	41.4	41.8	42.8
輸入間接税		3,583	3,238	3,288	3,763	1,090	429	332	927	1,246
	※%	2.9	2.6	2.7	3.0	0.9	0.4	0.3	0.8	1.2
合 計		124,490	124,856	122,946	124,083	118,674	110,943	110,811	110,445	107,211
対前年比%		---	0.1	△ 0.4	0.9	△ 4.4	△ 6.5	△ 0.3	△ 0.2	△ 2.9
人口(千人)		---	---	5,600	5,755	5,916	6,050	6,211	6,321	6,559
対前年比%		---	---	---	2.8	2.8	2.3	2.7	1.8	3.7

注： ※印は構成比を表す。但し四捨五入の関係で総計は一致しない場合がある。

輸送需要予測における社会経済フレームは表4-2に示すとおりで、「経済社会開発戦略（1989～2000年）」（企画調整省）のPIB成長率をベースとした。1988～2000年は同戦略に同じ、2001～2020年については生産部門がそれ以前の1/2、サービス部門及び人口の伸びは、それ以前の平均値とした。ただし、鉱業は強気過ぎるので表4-2の80%とした。

表4-2 人口及び部門別PIB成長率

部 門	1988～2000	2001～2020
農 牧 業	3.8 %	1.9 %
鉱業、冶金	12.4	6.2
製 造 業	7.5	3.7
石 油 業	9.0	4.5
電力ガス水道	13.8	7.0
交通、運輸	4.4	2.2
建 設	3.6	1.8
以上平均	4.9	2.4
サーヴィス	4.9	
人 口	2.8	

4-3 ゾーニングおよび交通ネットワーク

国内18ゾーン、国外はブラジルおよびブラジル経由海外、チリおよびチリ経由海外、アルゼンチン・パラグアイ、ペルーおよびペルー経由海外4ゾーンの合計22ゾーンに分けた。図4-2にゾーニングを示す。また、2020年における鉄道、道路及び航空ネットワークを図4-3～5に示す通りである。

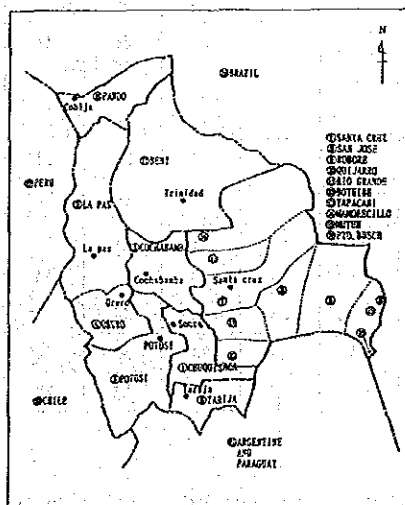


図4-2 ゾーニング

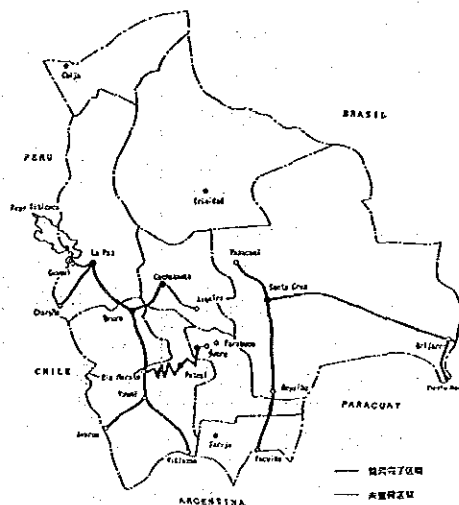


図4-3 鉄道ネットワーク

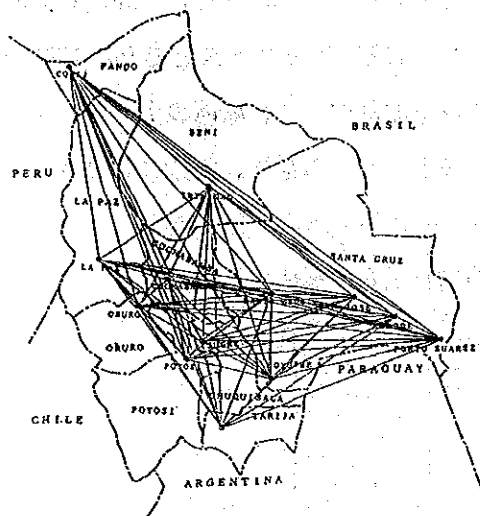


図4-4 航空ネットワーク

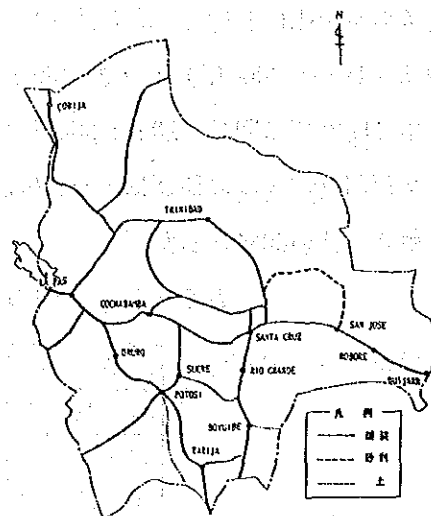


図4-5 道路ネットワーク

4-4 サービスレベル

2020年における鉄道、道路、航空のサービスレベル（所要時間、運賃）を以下に示す。

(1) 所要時間等

(a) 鉄 道

表4-3 鉄道の表定速度 (km/h)

区 間	旅 客				貨 物			
	現 行	2000年	2010年	2020年	現 行	2000年	2010年	2020年
La Paz - Oruro	47	62	62	62	45	51	51	51
Oruro - Rio murato	47	47	62	62	40	40	52	52
Rio Murato- Uyuni	47	62	62	62	37	53	53	53
Uyuni - Tupiza	47	47	62	62	35	35	41	41
Tupiza - Villazon	47	47	62	62	33	33	40	40
La Paz - Guacui	49	49	49	65	26	26	26	44
La Paz - Charana	58	62	62	62	36	41	41	41
Oruro - Cochabamba	46	40	40	40	25	30	30	30
Cochabamba- Aiquile	23	23	23	23	27	27	27	27
Rio Murato- Potosi	45	39	39	39	26	26	26	29
Potosi - Sucre	31	31	31	33	24	24	24	29
Uyuni - Avaroa	49	49	49	68	23	23	23	43
Santa Cruz- Quijarro	54	74	74	74	28	44	44	44
Santa Cruz- Yacuiba	58	58	74	74	28	28	38	38
Santa Cruz- Yapacani	--	--	--	--	22	22	22	22

(b) 道 路

表4-4をベースに表4-5、6を考慮して区間別表定速度を設定した。

Intermodalの場合には、表4-6を考慮した。

表4-4 地形・路面別平均走行速度(km/h)

地 形	路面状態	バ ス	トラック
高 地	舗 装	80	60
	砂 利	60	45
	土	40	30
山岳部	舗 装	45	40
	砂 利	35	30
	土	25	20
低 地	舗 装	80	60
	砂 利	60	45
	土	40	30

表4-5 道路輸送の休憩時間

旅 客	15分/走行1時間
貨 物	10分/走行1時間
	更に1時間/走行4時間
	更に1時間/走行8時間
	更に8時間/走行12時間

表4-6 貨物の積替時間(h)

駅 名	2000	2010	2020
Santa Cruz	8	8	8
Cochabamba	8	8	8
Tupiza	36	36	8
Villa Monte	36	36	8

航空輸送の所要時間

飛行時間 : $(0.00108 \times L + 0.293)$
時間 (L; 距離 km)

アクセス時間 : 1.0 時間

待ち時間 : 1.5 時間

(2) 運賃

改良後の鉄道貨物運賃は道路輸送運賃の90%とし、その他は全て現行通りとした。

4-5 予測結果

予測結果は表4-7および図4-6に年次別、輸送機関別輸送量およびシェアを示し、図4-7および4-8に鉄道の年次別、線区別断面輸送量を示した。

表4-7 予測年次別輸送量、シェア及び対1988年比

年次	旅 客					貨 物			
	鉄 道	道 路	航 空	全機関	W. OUT	鉄 道	道 路	全機関	W. OUT
2000	2,022	11,639	855	14,516	892	1,814	2,962	4,776	1,502
	13.9	80.2	5.9	100.0	6.1	38.0	62.0	100.0	31.4
	1.92	1.06	1.19	1.16	0.85	2.08	3.24	2.67	1.72
2010	3,178	12,379	888	16,445	787	4,183	2,551	6,734	1,850
	19.3	75.3	5.4	100.0	4.8	62.1	37.9	100.0	27.5
	3.02	1.13	1.24	1.31	0.75	4.80	2.79	3.77	2.12
2020	3,548	13,952	999	18,490	850	6,229	3,509	9,738	2,479
	19.2	75.4	5.4	100.0	4.6	63.6	36.4	100.0	25.5
	3.38	1.27	1.39	1.48	0.81	7.14	3.84	5.45	2.84
1988	1,051	10,964	719	12,734	—	872	914	1,786	—
	8.3	86.1	5.6	100.0	—	48.8	51.2	100.0	—
	1.00	1.00	1.00	1.00	—	1.00	1.00	1.00	—

注) 上段 輸送量 (千人/年)、貨物 (千トン/年)
中段 シェア (%)
下段 対1988年比 (倍)

W. OUT: 鉄道整備をしない場合

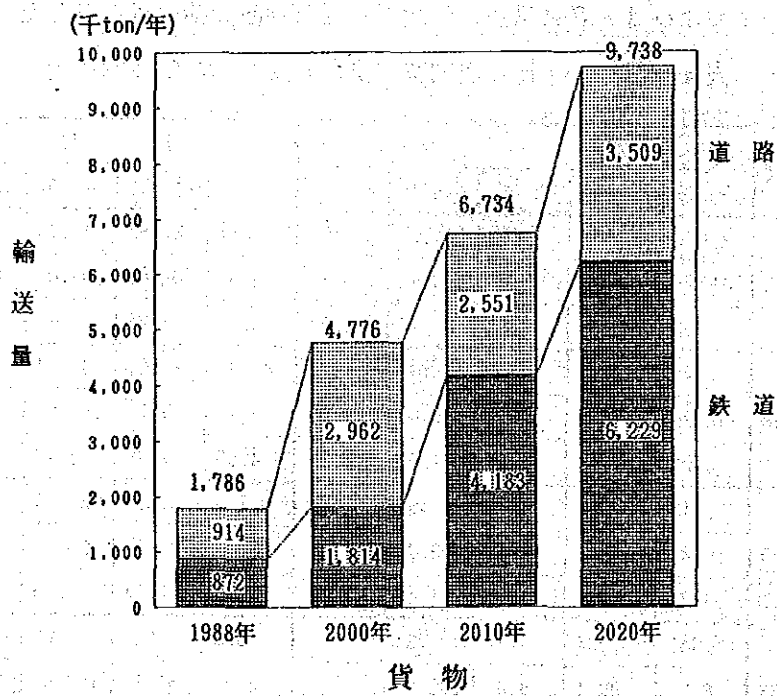
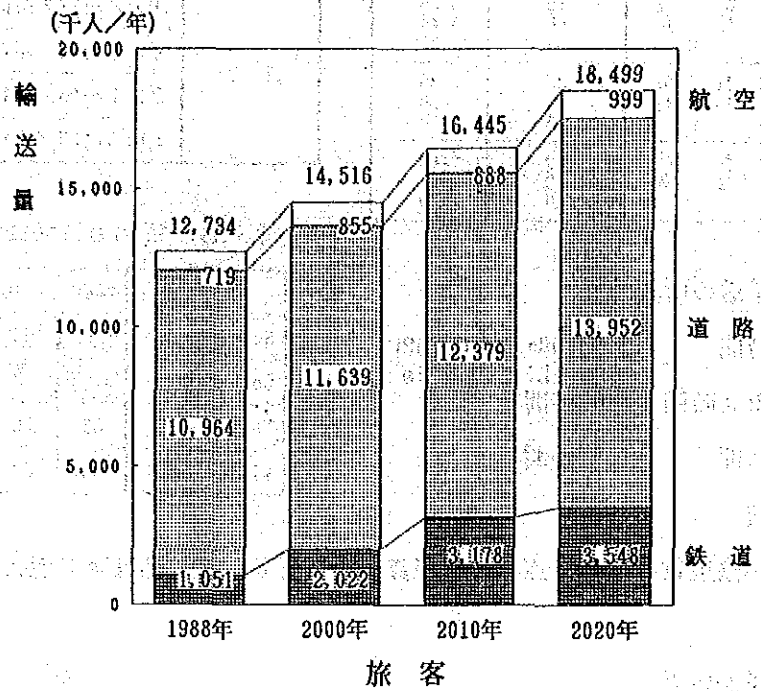


図4-6 年次別・交通機関別輸送量の予測結果

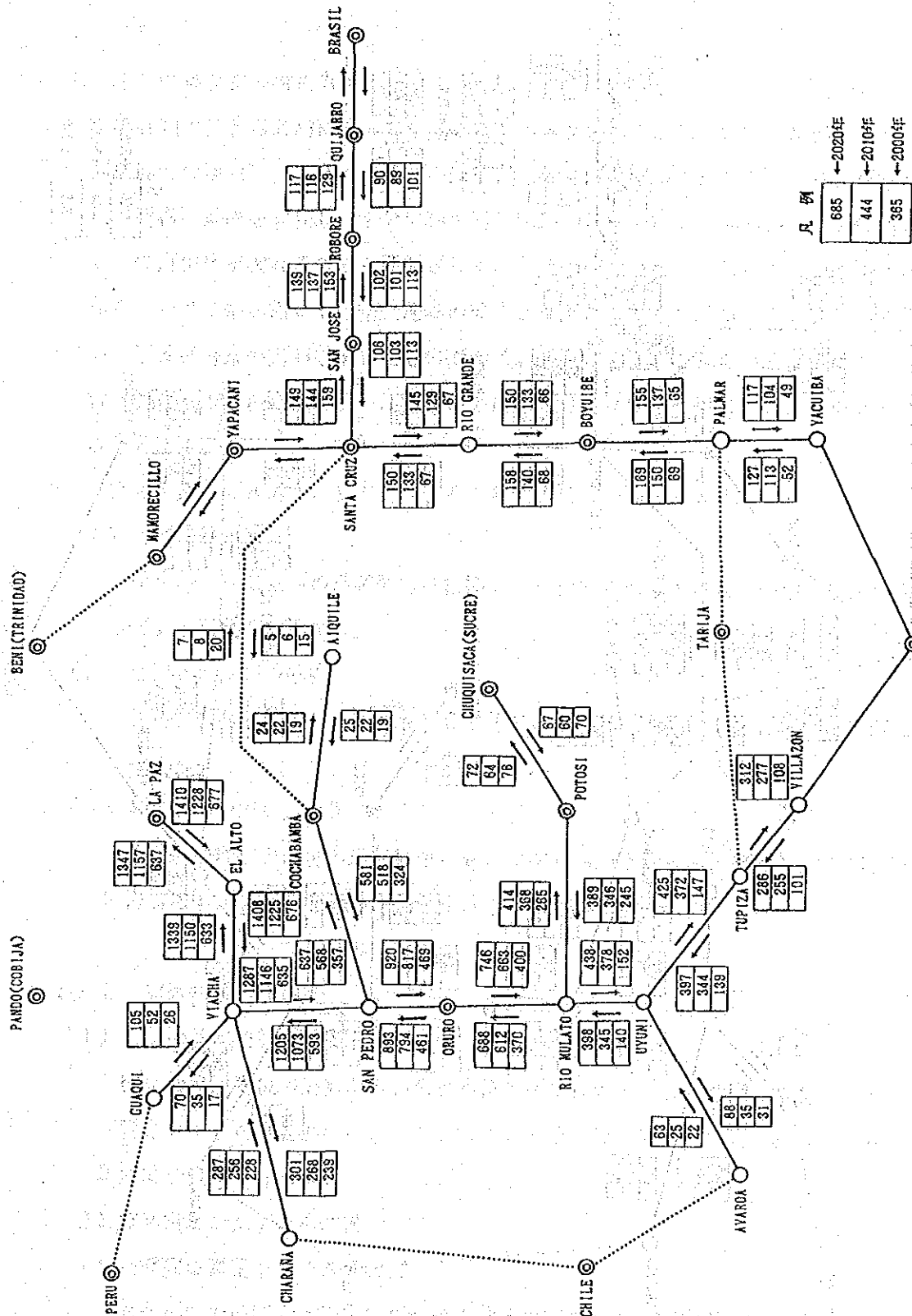


图 4-7 铁路旅客断面输送量 (×1000人/年)

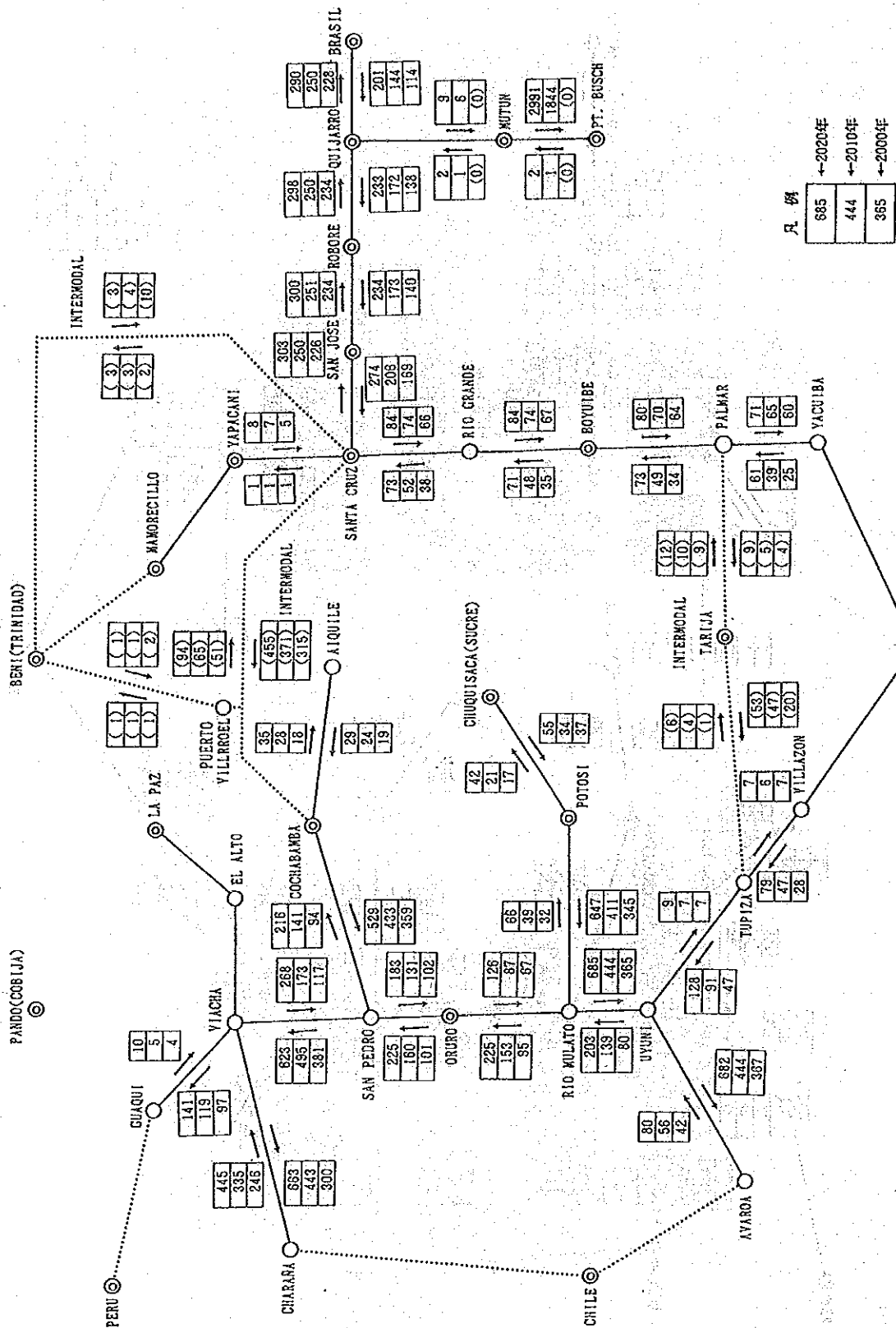


图 4-8 铁路货物断面输送量 (×1000 t/年)

5. 営業改善計画

5-1 営業改善の考え方

本計画の各改善計画によって示されたE N F Eの将来像は、線路・設備の改善、列車運転の速度及び安全・正確性の向上、組織・要員の適正化などにより、正常な鉄道運営の基盤を確立し、十分に利用者・国民の信頼を得て、魅力ある交通機関としての再生化が図れるものと期待される。営業の改善策は、これらの点を踏まえながら、今後の輸送需要や道路交通網の整備、他運輸機関との競争等を考慮し、改善の方策及び将来の方向を示したものである。したがって、これらの改善策のうち実行可能なものから順次着手し、将来の方向に向けて深度化して行くことが重要であると考えらる。

旅客・貨物に共通する基本的な改善の考え方は次の通りである。

(1) 営業姿勢の転換

従来のような受身の営業姿勢を転換し、積極的に旅客・貨物を誘致して市場を開発する営業へ転換する。

(2) 営業管理体制の確立

営業組織を一本化して、E N F E全体での営業活動を把握し、管理体制を確立する。

(3) 営業情報管理の近代化

輸送量の増加と時勢の進展に合わせ、コンピューターによる座席自動予約装置、貨物情報システムの導入等営業情報管理の近代化を図る。

5-2 旅客営業の改善策

(1) 営業の基本姿勢の転換

従来の鉄道本位の姿勢から利用者本位の姿勢に転換し、「利用しやすい鉄道」「愛されるE N F E」のイメージを定着させるため、列車時刻表の整備・公表や駅環境の整備を進める。

(2) 旅客営業システムの改善

① 旅客列車営業システムの改善

旅客輸送力の整備・増強に合わせ急行停車駅の設定、座席指定制の改善、旅客等級制度の改善等を図る。

2) 旅客運賃制度の改善

利用者の利便性のニーズに合わせ乗車券と急行券の分離、運賃の距離比例制の推進、遠距離てい減制の採用や小児運賃の設定など基本的な旅客運賃制度の仕組みを改善し、これによって各種乗車券の発売、割引乗車券の発売等が出来るよう改善を行う。

(3) 旅客営業の基盤整備

1) 観光開発と関連事業等

観光地の開発、観光客の誘致ができるような観光列車の設定を行うほか観光資源等を最大限に活用する。また、地元や関係事業者等との提携による温泉地等のリゾート開発を図る。

2) 民営バスとの連絡運輸

利用者の利便を考慮したフィーダーサービスとしてのバス連絡及び非鉄道区間に対しての補完的結合輸送としてのバス連絡運輸を行う。

以上の概要を図5-1に示す。

5-3 貨物営業の改善策

(1) 積極的な営業努力の展開

1) 商業契約の拡大

鉄道収入の8割を占める貨物営業は、今後ともENFEの営業の基幹としての重要な役割を担っている。個別の荷主との出荷条件を設定する商業契約の拡大を図り輸送量の確保に努める。

2) 私有貨車制度の推進

私有貨車制度を今後の貨車増備のために積極的に活用する体制を整え、ホッパ貨車、タンク車等の専用貨車の増備を推進する。

3) 市場調査・開発

支社営業部に市場開発課を設置し、荷主及び貨物流通の情報を把握するとともに、市場開発の組織づくり等を推進する。

(2) 輸送方式の近代化

将来の貨物流動の状況に合わせて、輸送の各分野ごとに効率的な輸送方式を設定し、物資別適合輸送及びコンテナ輸送等輸送方式の近代化を推進する。

1) 国際間貨物輸送

汎用貨車及び物資別専用貨車による、主要駅発国境駅行きの車扱直行列車方式とする。

2) 国内相互間貨物輸送

極力新しいコンテナ輸送方式を採用し、車扱、コンテナ混在の普通貨物列車方式とする。

3) 鉄鉱石専用貨物輸送

鉄鉱石積み用専用貨車によるピストン列車方式とする。

4) Intermodal輸送

トラック・貨車の積み替えのため、パレットの使用及びフォーク・リフトの導入を行い荷役作業の機械化を図るほか、国内輸送についてはコンテナによる積み替えを行う。

5) 貨車継送作業等の効率化

列車の直行化等貨車継送作業の単純化を進める。

(3) 輸送の効率化

1) 税関入り貨物の効率化

税関駅の検査時間帯の延伸を図るほか、将来の税関駅における検査時間の短縮等の改善策を進めて行く。

2) 輸出入貨車管理の適正化

輸出貨車の外国滞在日数を縮小するため、輸出貨車の現状把握の徹底、在外組織の強化、貨車運用体制の確立及び通信連絡設備の改善等により貨車運用効率の向上を図る。

3) 貨物取扱駅の縮小

貨物取扱駅の集約を逐次実施し、中・小の貨物取扱駅の統廃合を進め、適正な貨物駅の配置を図る。

(4) 貨物取扱設備等の近代化

1) 貨物駅の近代化

今後貨物営業の中心となる貨物取扱駅について、線路設備、貨物ホーム・上屋、貨物積卸場・通路等の改善を行うとともに最低限度の荷役機械を確保する。

2) 荷役方式の近代化

トラックとの共同輸送を推進するため、パレット方式の開発やコンテナ化の推進を図る。

3) 貨物情報システムの近代化

コンピューターによる貨物情報管理をオンライン化して、貨物営業情報、貨車輸送情報が日常営業管理に活用できるシステムとする。

以上の概要を図5-2に示す。

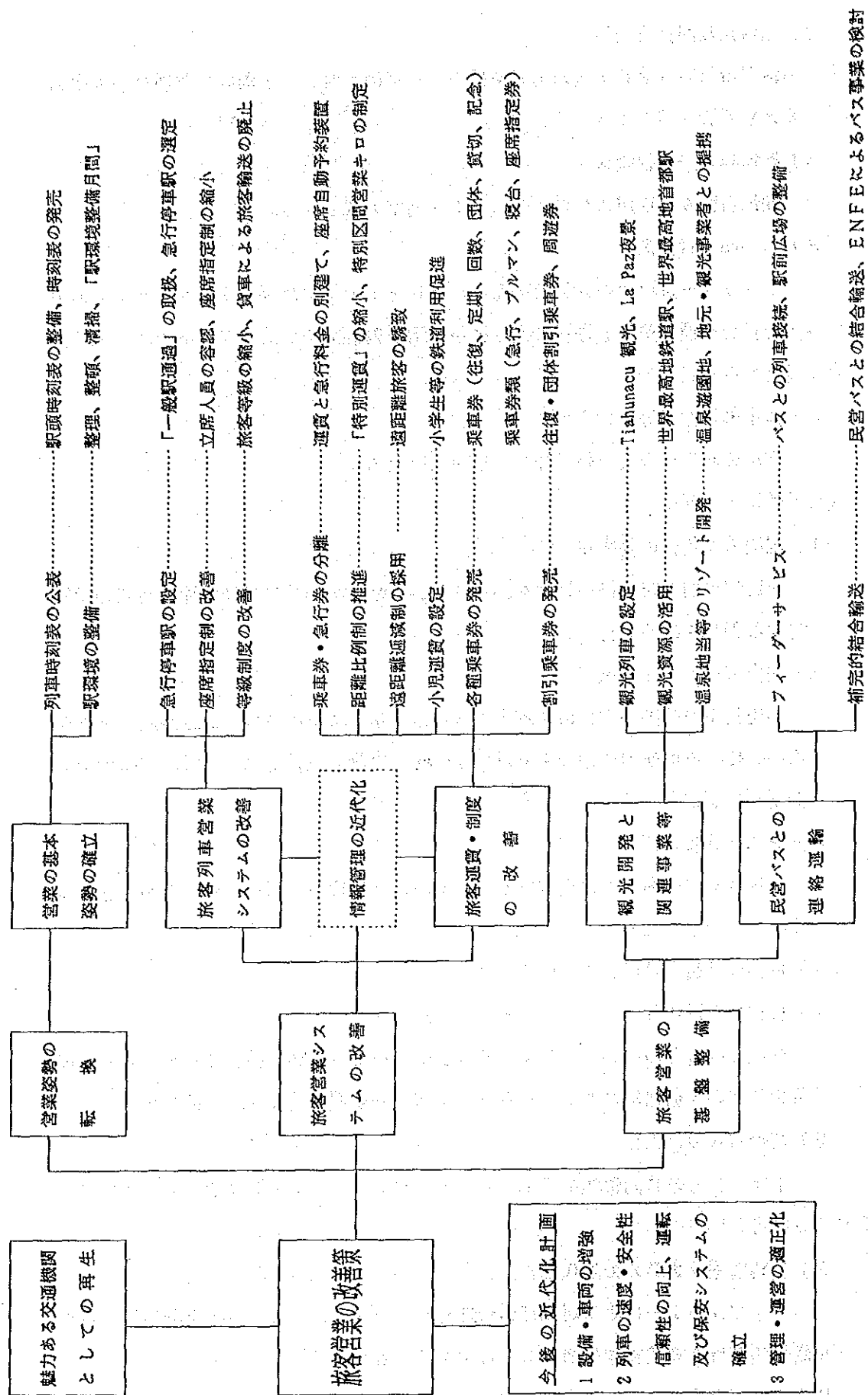


図5-1 旅客営業改善策

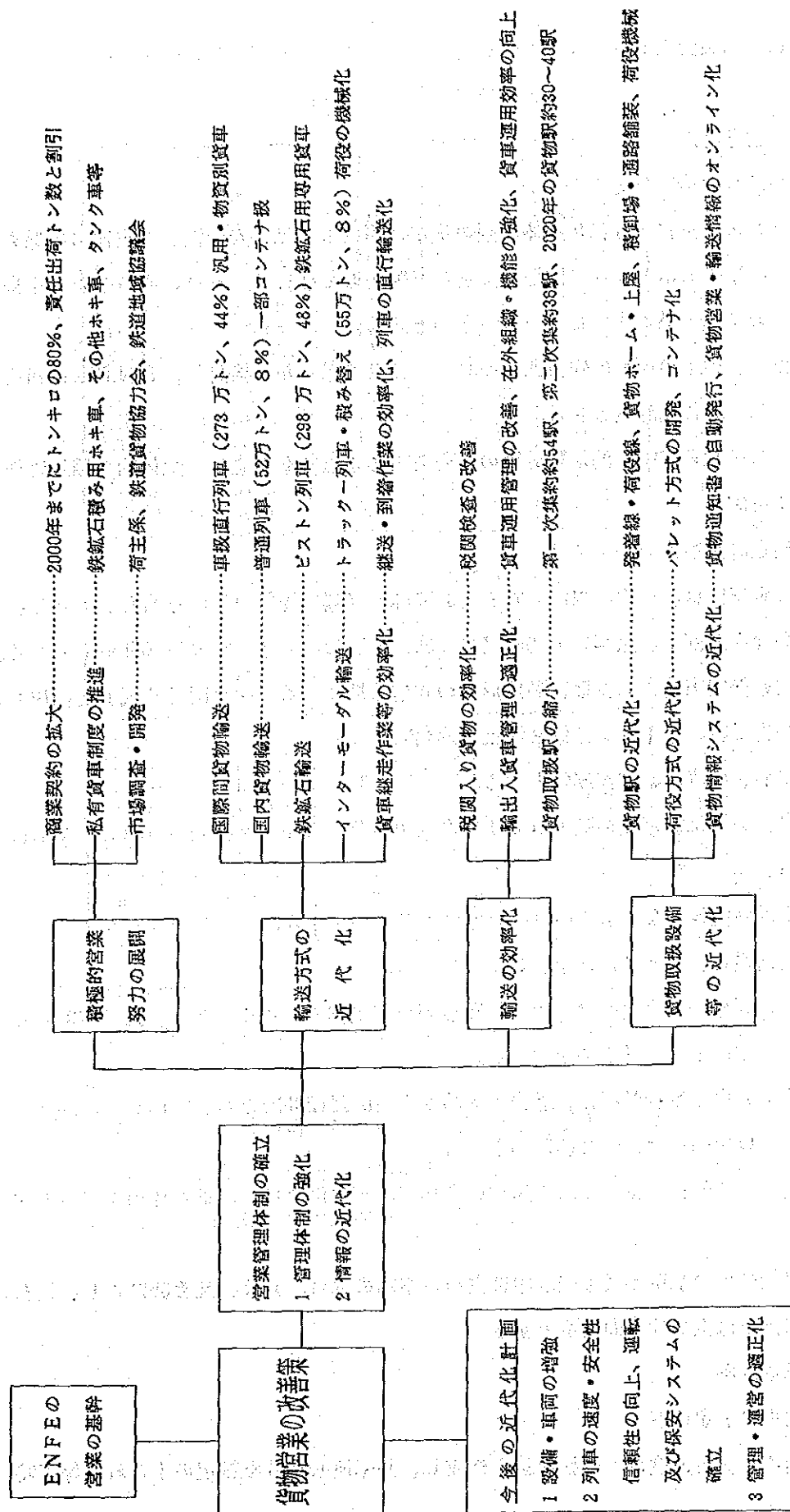


図5-2 貨物営業改善策

6. 輸送・車両計画

6-1 輸送計画

(1) 輸送計画策定の考え方

ENFEの再生化、近代化全体計画の策定に当たっては、安全性、安定性の確保を重視し、将来ともボリヴィア国経済発展の基幹として住民のニーズに適合した輸送機関としての役割を果たすことのできるものとする。

このため、列車の運転保安方式について、これを基本から検討し、ENFEに適応した再生化、近代化計画とする。

更に、ENFEが国際的な輸送網の中心を占める点をも考慮し、全体的な輸送管理の効率化を図る。

(2) 輸送計画策定の基本条件

1) 計画線区は、一部の線区を除き約3,550km（建設線約130kmを含む。）とし、最高運転速度は、旅客列車 95 又は 80km/h、貨物列車 75 又は 65km/h とする。

2) 運転保安方式としては、多燈形色燈式信号機による「連査閉そく式」を採用し、連動方式は、第1種又は第2種継電連動式とする。

なお、列車は、右側運転とする。

3) 動力方式は、電気運転とはせず旅客列車はDCとし、貨物列車はDEL牽引による。

4) 車両性能は、6-2車両計画に示されるものによる。

5) 輸送量は、第4章需要予測の結果による。

6) 旅客列車の乗車効率は、中、長距離列車が主体であることから、凡そ70%とし、1編成中に食堂車を連結する。

7) 貨物列車の積載効率は、過去の実績から70%(28トン)とし、Mutun～P.Buschの鉱石専用列車は、93%(37トン)とする。

8) 貨車の回帰日数は、輸出入用貨車を15日、国内用を11日、鉱石専用を1日とする。

9) 貨物列車の空車率（1編成中に占める空車の割合。）は、凡そ35%とし、鉱石専用列車は全て片方向積車とする。

(3) 輸送計画

1) 列車の表定速度

列車の表定速度は、運転曲線を作成し、基準運転時分を算定の上これに停車時

分等を加味して算定する。この結果を表6-1、2に示す。

表6-1 旅客列車の表定速度

(km/h)

区 間	区間キロ (km)	現 行		改 良 後	
		時 分	表定速度	時 分	表定速度
La Paz → Villaz.	845.6	18 h 05'	47	13 h 40'	62
La Paz → Guaqui	108.0	2 h 13'	49	1 h 40'	65
La Paz → Charana	248.5	4 h 16'	58	4 h 45'	52
Uyuni → Avaroa	170.6	3 h 31'	49	2 h 30'	68
La Paz → Cochab.	444.4	7 h 45'	57	8 h 35'	52
Cochab. → Oruro	210.7	4 h 33'	46	5 h 15'	40
Oruro → R.Mula.	208.7	3 h 02'	68	2 h 50'	74
R.Mula. → Potosi	174.3	3 h 51'	45	4 h 30'	39
Potosi → Sucre	175.3	5 h 35'	31	5 h 20'	33
La Paz → Sucre	801.0	16 h 11'	—	16 h 00'	50
S.Cruz → Quijar.	640.1	11 h 49'	54	8 h 40'	74
S.Cruz → Yacuib.	535.5	9 h 15'	58	7 h 15'	74

表6-2 貨物列車の表定速度

(km/h)

区 間	区間キロ (km)	現 行		改 良 後	
		時 分	表定速度	時 分	表定速度
Viacha → Villaz.	803.9	18 h 05'	47	13 h 40'	62
Viacha → Guaqui	65.3	2 h 13'	49	1 h 40'	65
Viacha → Charana	206.8	4 h 16'	58	4 h 45'	52
Uyuni → Avaroa	170.6	3 h 31'	49	2 h 30'	68
S.Pedro → Cochab.	210.7	7 h 45'	57	8 h 35'	52
R.Mula. → Potosi	174.3	4 h 33'	46	5 h 15'	40
Potosi → Sucre	175.3	3 h 02'	68	2 h 50'	74
Guaraca. → Quijar.	635.6	3 h 51'	45	4 h 30'	39
Guaraca. → Yacuiba	535.5	5 h 35'	31	5 h 20'	33

2) 輸送計画

旅客列車及び貨物列車の年次別の列車設定本数等は、図6-1、2に示すとおりである。

なお、列車本数の増大に伴い、線路容量の不足する区間では、近代化計画に併せて信号所の新設等の設備改良を実施する。この場合、輸送需要の増加に対応するため、一部先行して実施する区間もある。

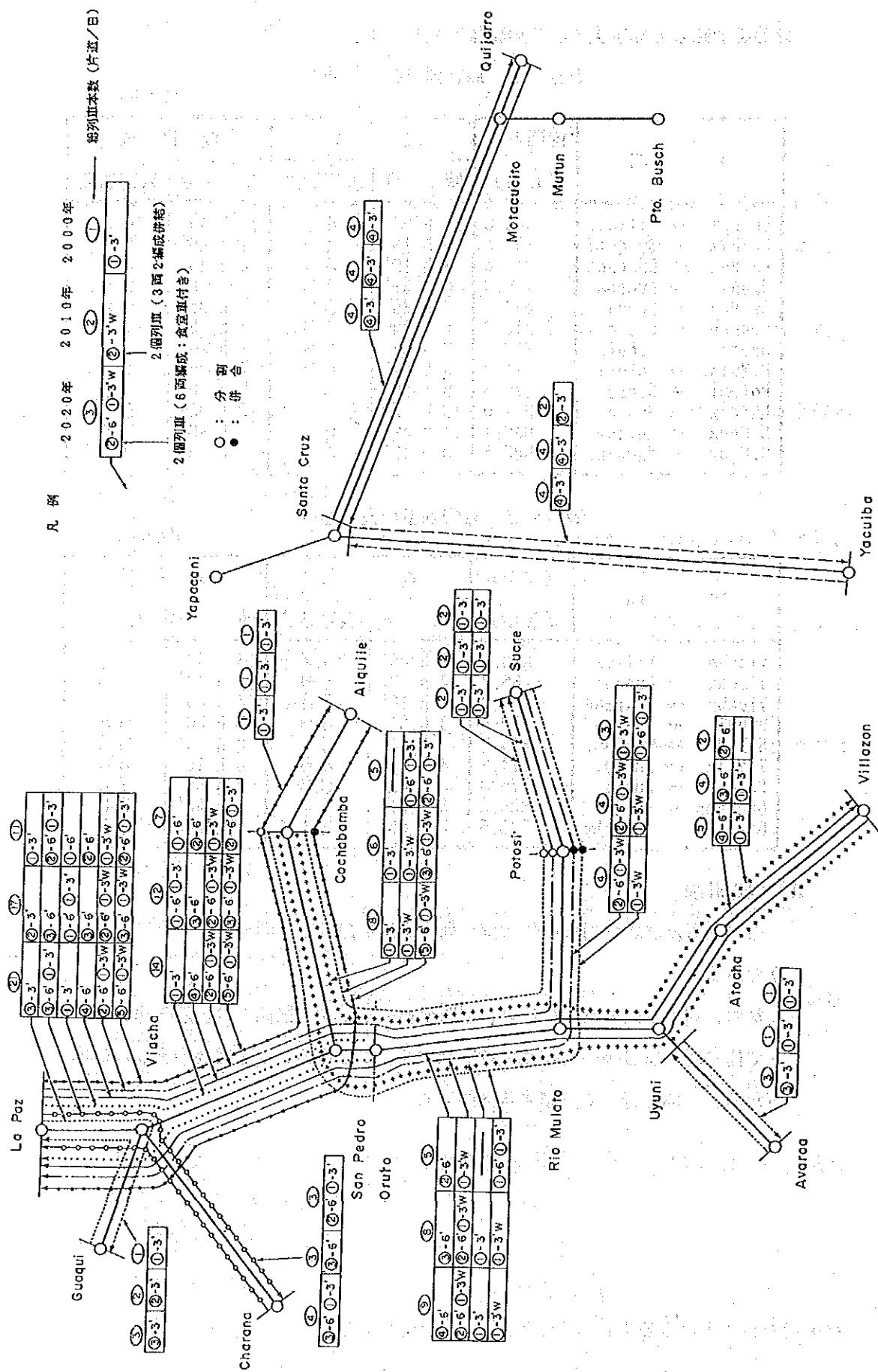


図6-1 線 区 別 旅 客 列 車 運 転 計 画

凡例

- 貨物取扱駅 (列車組成等: 主要ヤード)
- ◎ 貨物取扱駅 (中間組成駅)
- 1,200 ton 列車 (鉱石専用列車: ビストン輸送)
- 1,000 ton 列車
- 800 ton 列車 (機関車2重連)
- 600 ton 列車
- 400 ton 列車
- 300 ton 列車

61 5
 49 6
 38 1 3
 — 2020年
 — 2010年
 — 2000年

列車本数/日・片道
 積車数/日・片道
 列車本数/週・片道
 積車数/週・片道

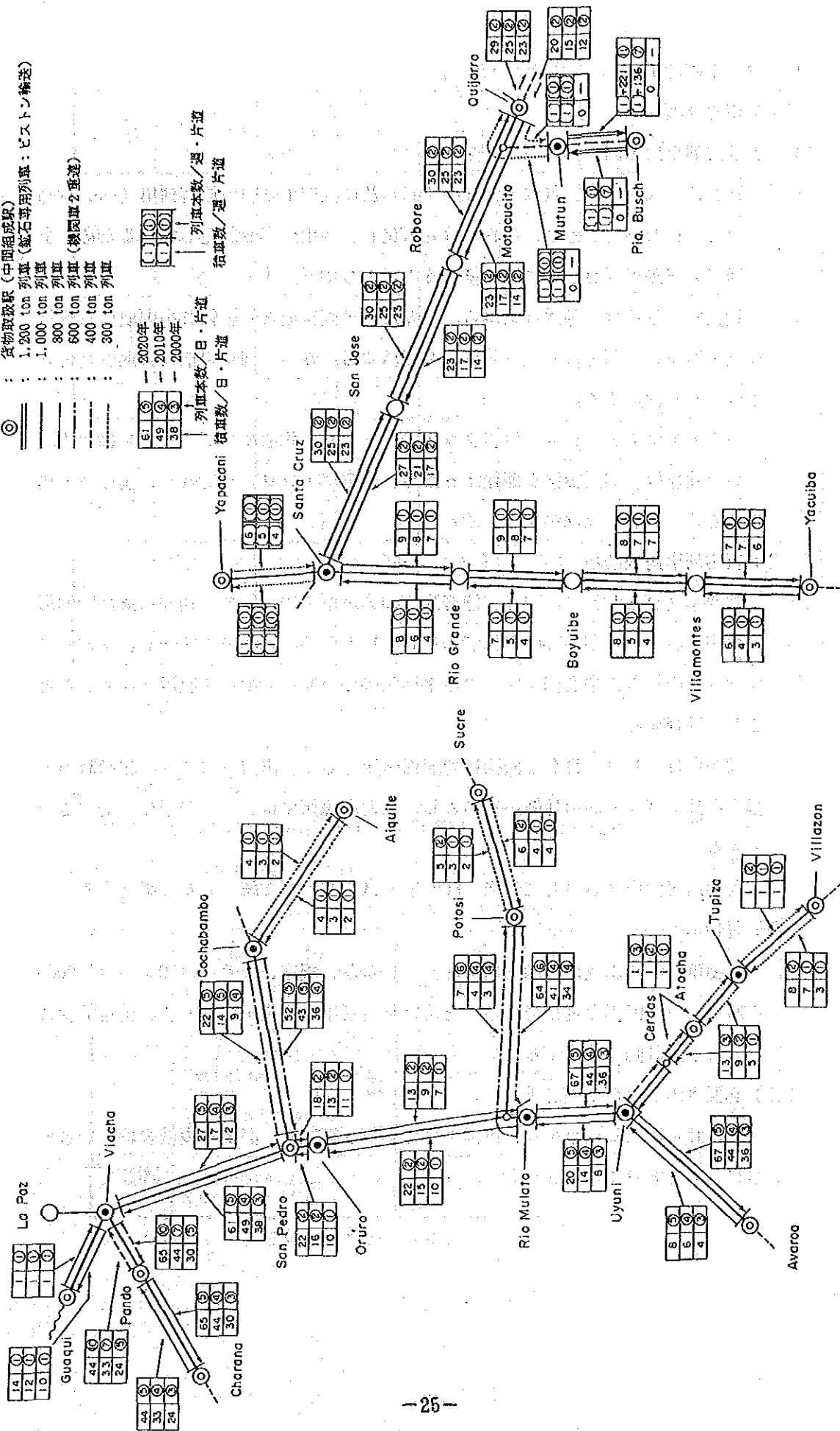


図6-2 線区別貨物列車運転計画

6-2 車両計画

(1) 車両計画

1) 旅客列車用車両

旅客輸送は、現在、気動車(Ferro Bus)及び機関車牽引の旅客列車(Pasajero)によって行われているが、これらは老朽化し、運用効率も悪化しているため、全て新形の気動車(DC)に置き換えることとして計画する。

投入するDCは、輸送計画から、3両及び6両編成とし、何れの編成にも食堂車(座席車の一部分に食堂を装備)を連結する。なお、列車の前後は運転台付き車両として編成する。

車両のアコモデーションは、クロスシートとし、物置及びトイレを装備する。

車両性能は、勾配線区を運転するため、全車にエンジンを搭載し、起動時の加速度も3、25km/h/sのものとする。

2) 貨物列車用機関車

機関車(DE L)は、現在、旅客及貨物列車牽引用として、1000形及び900形が使用されているが、900形は老朽化しているため、1000形に統一し、なおかつ、勾配線区の輸送効率を向上するため総括制御の可能なものに順次置き換えることとして計画する。

1000形DE Lは、DCと同様に勾配線区用として、出力1,140kw、起動時の引張力を凡そ22,500kgの性能のものとし、急勾配線区では、重連運転の可能なものとする。

入換用機関車(DHL 800形、500形)は、800形に統一した計画とする。

3) 貨物車

貨物車は、輸出入用と国内用に区分されるが、現在、凡そ2,150両の内、2000年時点で1,200両が運用できること及び私有貨車の増備を考慮して、輸送需要に応じた増備計画を策定する。

(2) 必要車両数及び増備計画

輸送計画による列車キロ、車両キロに基づき算定した必要車両数等は、表6-3に示すとおりである。

表6-3 必要車両数及び増備計画

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	
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. FC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。

(2) 車両保守計画

車両の保守管理は、「車両管理体制の確立」、「試験装置及び機械設備の充実」を図ることとし、2010年までに表6-4の工場及び保守センターの整備を計画する。

表6-4 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	〃		○
東部局	Tupiza 支援工場	〃		○
	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。

7. 施設・設備計画

7-1 既設線の改良

安全且つ安定輸送が実行出来る設備に改良するように計画した。改良の目標値は次に示す通りである。

- ・ 列車速度 旅客列車 95Km/H、貨物列車 75Km/H
- ・ レール 75Lb/Yard 以上、交換する場合は85Lb/Yard 以上
- ・ 枕木 木枕木 一般区間 1,600 本/Km
曲線区間 1,660 本/Km (R<600)
- ・ 道床 碎石 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)、10.20m (複線)

(1) 改良工事

1) 軌道関係

- ・ レール交換 75Lb/Yard未満のレールを 85Lb/Yardレールに交換する。
- ・ バラスト投入 土道床区間の碎石化及び不良枕木の交換を行う。
- ・ 分岐器交換 本線分岐器の半数を交換する。

軌道関係の改良工事数量は、表7-1に示す通りである。

2) 踏切

踏切を自動車等が支障なく通過出来る構造とし、横断箇所が明確となるように柵を設置するように改良する。(本編図11-1 参照)

踏切改良工事数量を表7-2に示す。

3) 停車場関係

- ・ 駅構内整備 駅周辺に人が多い駅を選んで構内立ち入り防止柵と必要に応じて横断通路を設置し、列車の安全運行と一般民衆の安全を確保出来るようにする。(本編図11-2 参照)
- ・ プラットホーム新設 現状では駅本屋前のみにプラットホームがあるが、駅構内に於いては下り本線と上り本線と区別して使用するため、旅客サービス上プラットホームを旅客扱を行う全駅に新設する。(本編図11-3 参照)
- ・ 配線変更 線形上牽引定数が不足する区間の輸送力を確保するため、貨物列車の分割・併合運転を行う必要がある区間がある。

表 7-1 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	
Ávaroa	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 7-2 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	Ávaroa	25	Quijarro	100
Guaqui	10	Cochabamba	60	Yacuiba	135
Charaña	30	Sucree	60	Yapacani	30
		Total	305	Total	265
ENFE TOTAL	570				

この区間の前後駅に分割・併合するための設備を設けるため現在駅の配線変更等を行う。(本編図11-4 参照)

- ・信号所新設改良 輸送力を確保するため、駅間距離の長い区間の中間付近に行き違い駅を新設、又は、現在ある分岐線を改良して信号所を新設する。(本編図11-5 参照)

- Intermodal設備 貨車から自動車、或いは自動車から貨車へ効率良く積み替
新設

え出来る設備を新設する。(本編図11-6 参照)

停車場関係の設備新設・改良数量を表7-3に示す。

4) 橋梁関係

現在枕木サンドル等の仮橋台や仮橋脚で、列車が通過している箇所を永久構造物に改良する。又、洗掘されている橋台橋脚等の基礎の補強を行う。

線区別の橋梁改良箇所数を表7-4に示す。

表 7-4 線 区 別 橋 梁 改 良 一 覧 表

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

5) 防護設備関係

盛土、切取法面の崩壊により、大きな被害を及ぼす恐れがある箇所に、土留工や法面防護工を設置する。又、家畜等が線路内に立ち入り、列車運転に支障を及ぼす区間に、線路立ち入り防止柵を設置する。

線区別の防護設備数量を表7-5に示す。

表7-3 停車場関係設備新設・改良一覧表

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
Red Andina					
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
Sucree	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
Red Oriental					
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

表 7-5 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)	Nombre de Lineas	法面防護工等 (延長 m)	立入防護工 (延長Km)
Red Andina			Red Oriental		
Villazon	8,470	42.3	Quijarro	650	247.2
Guaqui	---	3.3	Yacuiba	540	144.0
Charaña	2,930	10.4	Yapacani	---	---
Avaroa	---	8.6	Total	1,190	391.2
Cochabamba	3,580	20.9			
Sucree	4,270	21.3			
Total	19,250	106.8	ENFE TOTAL	20,440	498.0

6) Oruro~Cochabamba間の災害区間について

土石流による線路埋没、橋梁埋没及び河床上昇で線路が低くなっている箇所等毎年被害を受けている区間100K250M~137K500M、37K250m の改良を行う。詳細な検討については、今後フィージビリティ調査を行う必要がある。

今回の検討は、JICA専門家及びENFE職員によって検討された2方法の改良案に基づいて行った。(図7-1, 2) 2案の工事数量と工事費を表7-6に示す。

I、II案を比較すると、次の通りである。

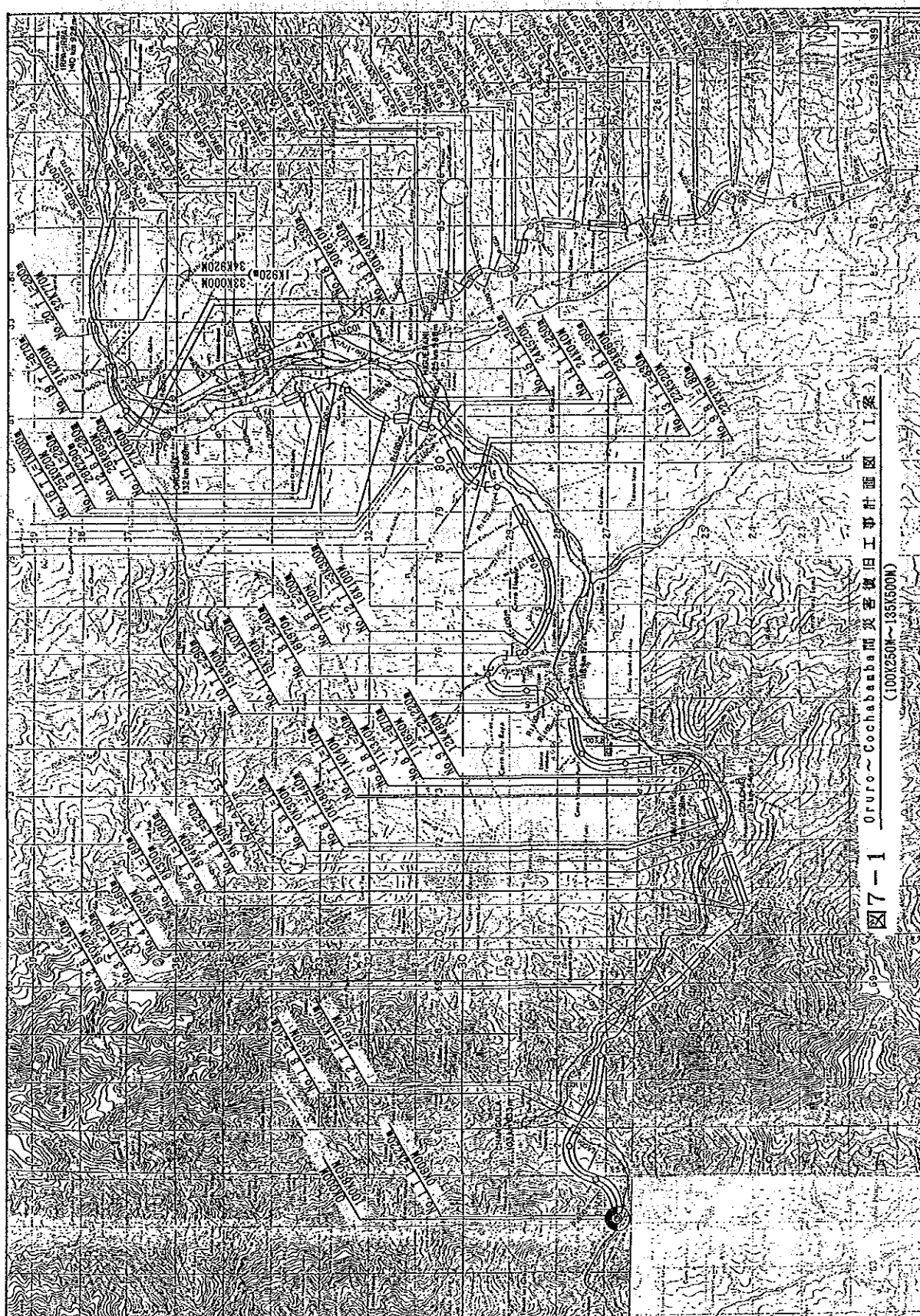
① 工事費の比較

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。



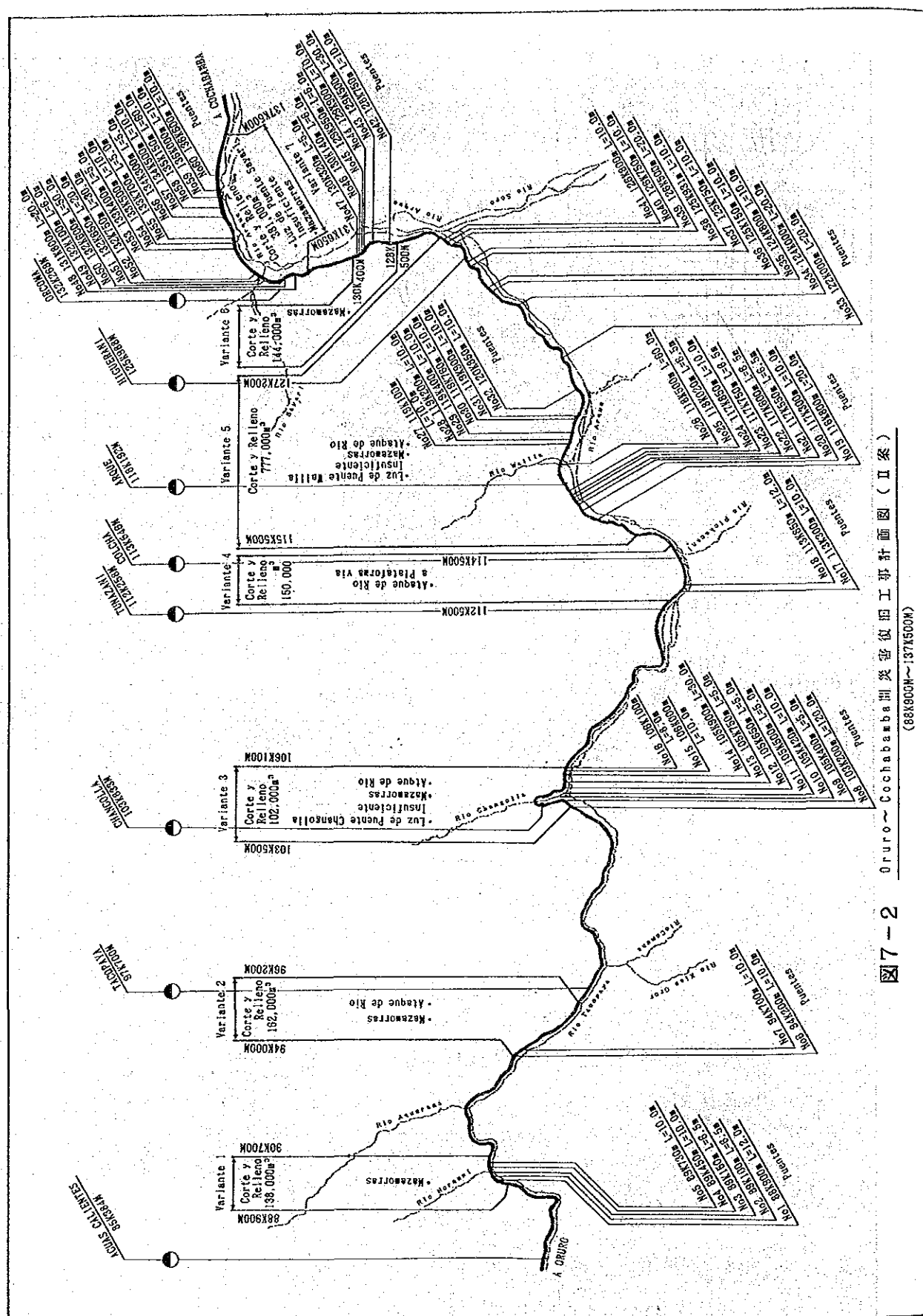


表 7-6 Oruro~Cochabamba間改良工事数量及び工事費

工 種	I 案		II 案		記 事
	数 量	工 事 費 (10 ³ us\$)	数 量	工 事 費 (10 ³ us\$)	
トンネル	18,230 m (20 箇所)	92,791			
橋 梁	4,300 m (13 箇所)	27,413	889 m (60 箇所)	6,919	
盛 土	251,924 m	1,109	135,000 m	795	
切 取	316,675 m	1,394	1,854,000 m	13,641	
停車場建物	600 m ²	533	600 m ²	935	5駅
信号設備	1 式	---	1 式	---	整備計画に含む
通信設備	1 式	---	1 式	---	整備計画に含む
軌 道	33 Km	1,637	30.9Km	851	整備計画に含む
防護設備	1 式	22	1 式	1,410	
その他	1 式	8,300			
計		133,199		24,551	

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案を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、フィージビリティ調査を行い詳細に検討する必要がある。フィージビリティ調査及び復旧工事の進め方を概略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。

(2) 保守体制

1) 線路検査体制の確立

軌道検査及び構造物検査体制を整えて、維持管理に必要なデータ収集を行い、これに基づいた線路保守を実施すること。

2) 規程等の整備

現在、軌道・工事部長名で通達されている文書の整理を行い、不足している取扱、作業標準等を追加する。これを保守作業を行っている末端の作業員まで徹底する。

3) 保守作業機械器具の投入

・レール交換、バラスト投入に伴う機械器具

レール溶接機、マルタイ、タイタンバー、モーターカー、ホッパー車等

・軌道管理、整正に使用する機器

軌道検測車、曲線整正器、不足しているゲージ、その他器具等

・雨の状態を認知するための自記雨量計

投入保守作業機械器具をまとめると表7-7に示す通りである。

表 7-7 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
マルタイ	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	曲線整正器	台	1	1	2
レ.運搬ト	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	自記雨量計	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	その他器具	式	1	1	2

(3) 段階別整備計画

施設関係の整備計画をまとめると、表7-8の通りである。

表7-8 施設関係段階別整備計画一覧表(1)

Nombre de Lineas	行 程				整 備 項 目							Observaciones	
					レール 交換 (Km)	分 岐 器 交 換 (組)	バラスト 投入 (km)	踏切改良 (箇所)	駅 構 内 整 備 (駅)	プラットホーム 新設 (駅)	配線変更 (駅)		
	1991	2000	2010	2020									
Red Andina													
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		
Avaroa					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		
Red Oriental													
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 関 係 段 階 別 整 備 計 画 一 覧 表 (2)

Nombre de Lineas	行 程				整 備 項 目						Observaciones	
					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)		
	1991	2000	2010	2020								
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		
S u c r e					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		

7-2 新線計画

ENFEでは、Land Bridge の構想から現在分断されている東西両局の鉄道網の連絡輸送を祈願としていることと併せ、国内鉄道網の確立、更に国際輸送網の拡充を図るために、各地域において新線建設を計画している。

本調査においては、2020年におけるボリヴィア国の最適ネットワークについて需要予測、運転計画、経済・財務評価等に基づく検討の結果、ENFEの新線計画のうち Motacucito ~ Puerto Busch間をネットワークに組み入れることとなった。

当新線計画は、東部局管内の Quijarro 線の Motacucito 駅を起点として、ボリヴィア国内で最大の鉄鉱石の鉱山と推定されている Mutunを経由して南下し、ブラジルとパラグアイの国境である Paraguai川に面した港町である Puerto Busch までの延長約 130kmの路線で、Mutun の鉄鉱石を Paraguai 川を利用して国外に輸出することを目的とした計画である。

ENFEの基本計画による建設費は、総額約92百万US\$と見込まれている。図7-3に Motacucito ~ Puerto Busch間の配線及び線路略図を示す。基本計画は、線形上ボリヴィ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、設備内容に再考慮が必要である。

建設時期は、2000~2010年の10年間で建設することで計画した。しかしながら、新線建設計画の具体的な時期については、Mutun 鉱山の開発状況を踏まえ、フィージビリティ調査を実施の上、十分検討する必要がある。

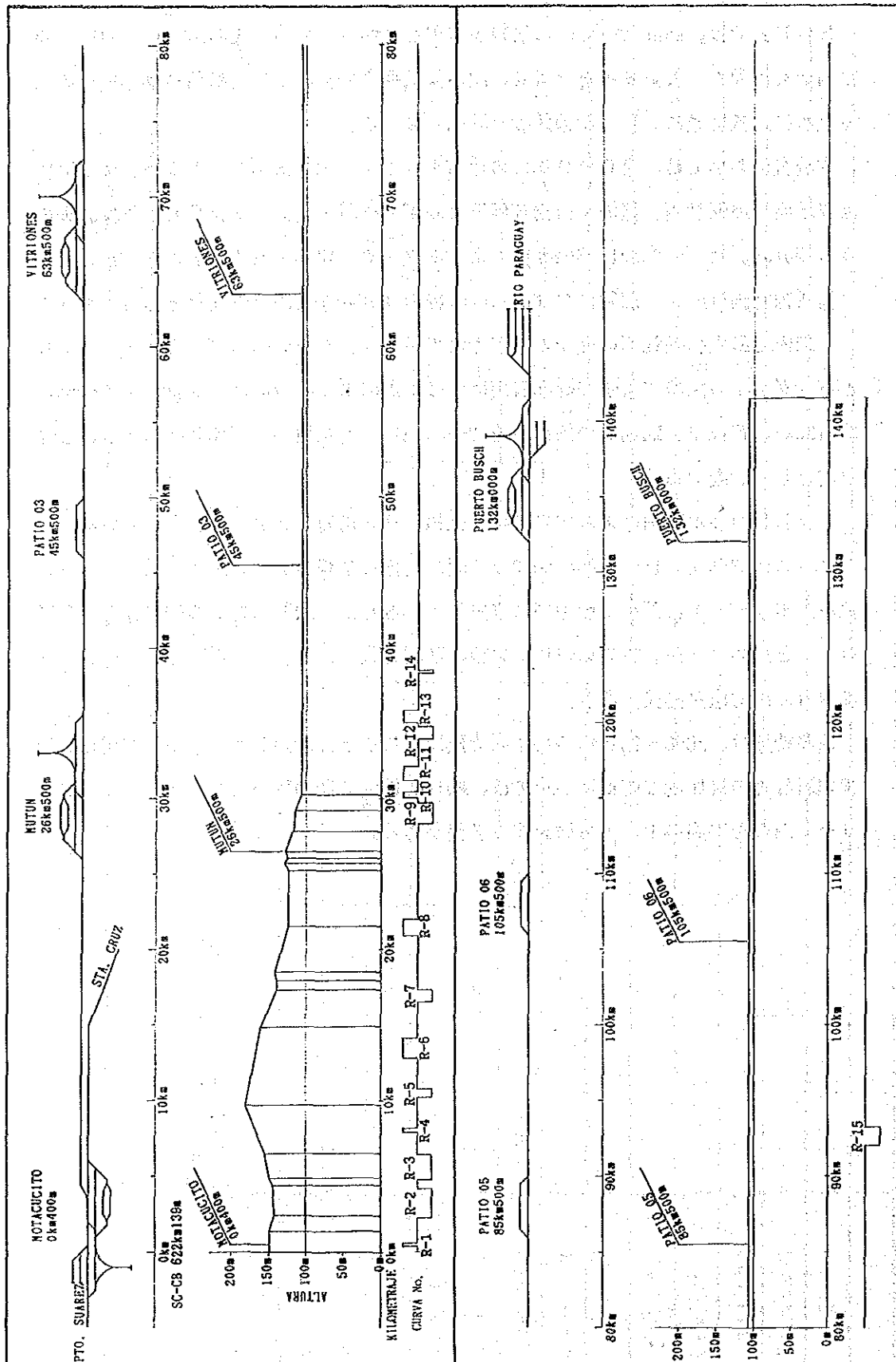


圖 7-3 Motacucito~Puerto B u s c h 間 配 線 ・ 線 路 略 図

7-3 信号・通信設備計画

(1) 信号設備計画

信号設備としては、主に次の設備の新設を実施する。

1) 閉塞装置

行違い可能な停車場間に対して、「連査閉塞装置」を設ける。

2) 信号機等

上記の停車場には、多燈形色燈式の「出発信号機」及び「場内信号機」を設け、必要により「遠方信号機」等を設ける。

3) 連動装置

同様に上記の停車場には、一般的に「第2種継電連動装置」を設備する。なお、主要な停車場は、転てつ器等を全て総括制御する「第1種電気継電連動装置」とする。

4) 踏切保安装置

踏切道には、道路交通量を勘案して、「踏切警報機」、「自動踏切遮断機」又は「踏切標識」を設ける。

(2) 通信設備計画

通信設備としては、現在の裸通信線及びHF帯無線電話によるネットワークを、次の設備に改良又は新設を実施する。

1) VHF無線電話システムの新設

- ・ 隣接駅間閉塞電話回線：駅間閉塞取扱い及び連絡用
- ・ 指令電話回線：指令員と駅長間の一斉又は個別の指令伝達及び情報連絡用
- ・ 列車無線用電話回線：指令員又は駅長と乗務員間の情報連絡用、駅長と沿線の保守要員等との連絡用、更に他線区から駅への緊急連絡用

2) UHFデジタル多重通信システムへの改良

現在のLa Paz～Oruro 間のUHFアナログ通信回線をデジタル化し、ENFE全域にデジタル多重通信ネットワークを拡大する。

この計画は、ENFEが1992年までに完成予定で計画中のプロジェクトを基本に対象範囲を拡大したものである。

3) 電話交換機

UHF回線を利用して、主要駅の電話交換機の整備と併せて、ENFE全体の電話番号の整備及び電話中継回線網の構成を計画する。

(3) 段階別整備計画

信号・通信関係設備の整備は、施設関係の整備計画及び世銀の援助で進められている通信設備改良を考慮して、表7-9、10により、段階別整備を計画する。

表7-9 信号関係段階別整備計画

線 名	行 程				信 号 関 係 設 備			踏切保安設備	
	1991	2000	2010	2020	第1種 継電化 (駅)	第2種 待避駅 (駅)	電化 行違駅 (駅)	遮断機 付 (ヶ所)	警報機 の み (ヶ所)
Villazon①					5	3	10	29	11
Villazon②					5	5	21	12	5
Guaqui					1	0	2	10	8
Charana					1	1	8	4	6
Avaroa					1	1	4	2	1
Cochabamba					1	8	21	18	14
Sucre					1	3	17	18	9
西部局 計					15	21	83	93	54
Quijarro					4	8	19	10	20
Yacuiba					1	6	16	14	27
東部局 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7-10 通信網整備計画

整 備 項 目	行 程				内容及び数量等
	1991	2000	2010	2020	
U H F					無 線 機：82組 鉄 塔：41 箇所 アンテナ：82台 電 源：49 組
V H F 固定局					無 線 機：765組 鉄 塔：181 箇所 アンテナ：765台 電 源：181 組
V H F 固定局 Puerto Busch					無 線 機：40組 鉄 塔：8 箇所 アンテナ：40台 電 源：8 組
V H F 移動局					176 台 (28 台)：Puerto Busch
交 換 機					100 回線用：14箇所 300 回線用：3箇所

7-4 コンピューター設備計画

2010年までに、コンピューター関係設備の改良・強化を段階的に実施し、コンピューターシステム及びオンラインによるそのネットワークを構成することによって、ENFE全体で効率の良い各種管理システムの近代化を図るものとする。

(1) LAN (Local Area Network) の導入

La Paz、Oruro 及び Santa Cruz 駅の各 C. P. D. (Centro de Procesamiento de Datos) のオフィスコンピューターを中心として、各3駅周辺の主要駅に設置するワークステーションを LAN としてオンラインで結合し、情報管理システムの近代化を図る。

更に、これら3駅の C. P. D. をオンライン化し、La Paz のシステムにおいて ENFE 本社として、全線区の各種情報の活用を図ることが出来るものとする。

このようなコンピューターシステムの構成によって、各3駅の C. P. D. は、次のような機能、役割を果たすものとする。

- La Paz C. P. D. : 本社としての経営管理、職員管理、各種の統計管理及び
資材、収入等の総合的管理
西部局の職員管理、資材・経理管理
- Oruro C. P. D. : 西部局の車両管理、旅客、貨物の販売管理等
- S. Cruz C. P. D. : 東部局の職員管理、資材・経理管理、車両管理、旅客、
貨物の販売管理等

(2) 段階別整備計画

コンピューター設備の整備は、オンライン化によるネットワークを構成し、効率的な各種管理業務を行うものとするため、通信回線網の整備を勘案して、表7-11に示す計画とする。

表7-11 コンピューター設備の整備計画

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 (CPD)					3 組 La Paz Oruro Santa Cruz	La Pazを中心としてネットワークを構成する。
L A N					3 組 La Paz Oruro Santa Cruz	3箇所で作ワークステーションを結合する。
ワークステーション					41 台 西部局26台 東部局15台	

8. 管理運営計画

8-1 組織

(1) 本社機能の確立

現在のENFEの本社兼西部局から西部局の機構を分離し、東部局と全く同等の立場で併置する。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る。

(2) 新本社機構の概要

1) 技師長

副総裁のほか、新たに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する。

2) 監査室、国際室及び総裁室

現在の企画調整室、法務室のほか、従来の補佐機関（UNIDADES DE ASESORAMIENTO）及び支援部門（UNIDADES DE APOYO）を統合して監査室、国際室及び総裁室とする。

3) 経営総局、運輸総局及び施設総局

従来の投資管理室及び建設局のほか、新たに経営総局、運輸総局及び施設総局の3総局を置いて、両支社の業務執行機関を各系統ごとに統括し、指導・調整、助言・助力等を行う。

ENFE本社の組織図（案）を図8-1に示す。

(3) 支社組織

本社組織の下に西部支社及び東部支社を置く。

支社組織（モデル）を図8-2に示す。

1) 総務・経理部門の再編成

従来の総務局、人事局を再編成して、総務部及び経理部とする。特に、経理・資材部門を独立し、資材管理等の責任体制の確立を図る。

2) 営業部の強化

現在の運輸総局運輸部を再編成して、従来運輸部に所属していた営業管理要員及び各線区の駅区（駅・車掌）を営業部の管轄の下に置いて、日常の営業活動を強化する。

3) 運転・施設部門の強化

現在は局全体の85%にも及ぶ巨大組織である運輸総局を再編成して、運転部、

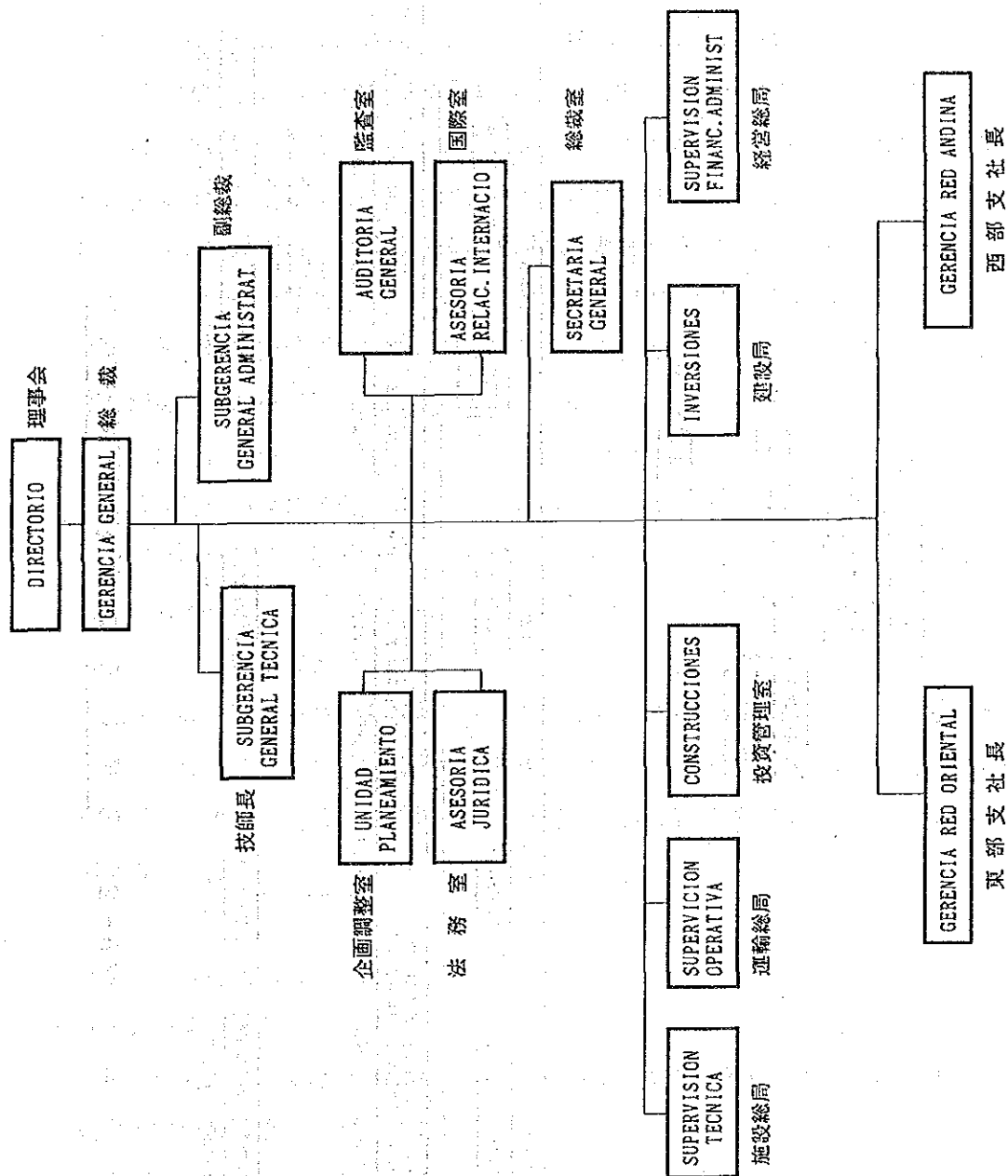


図8-1 ENFE組織図(案)

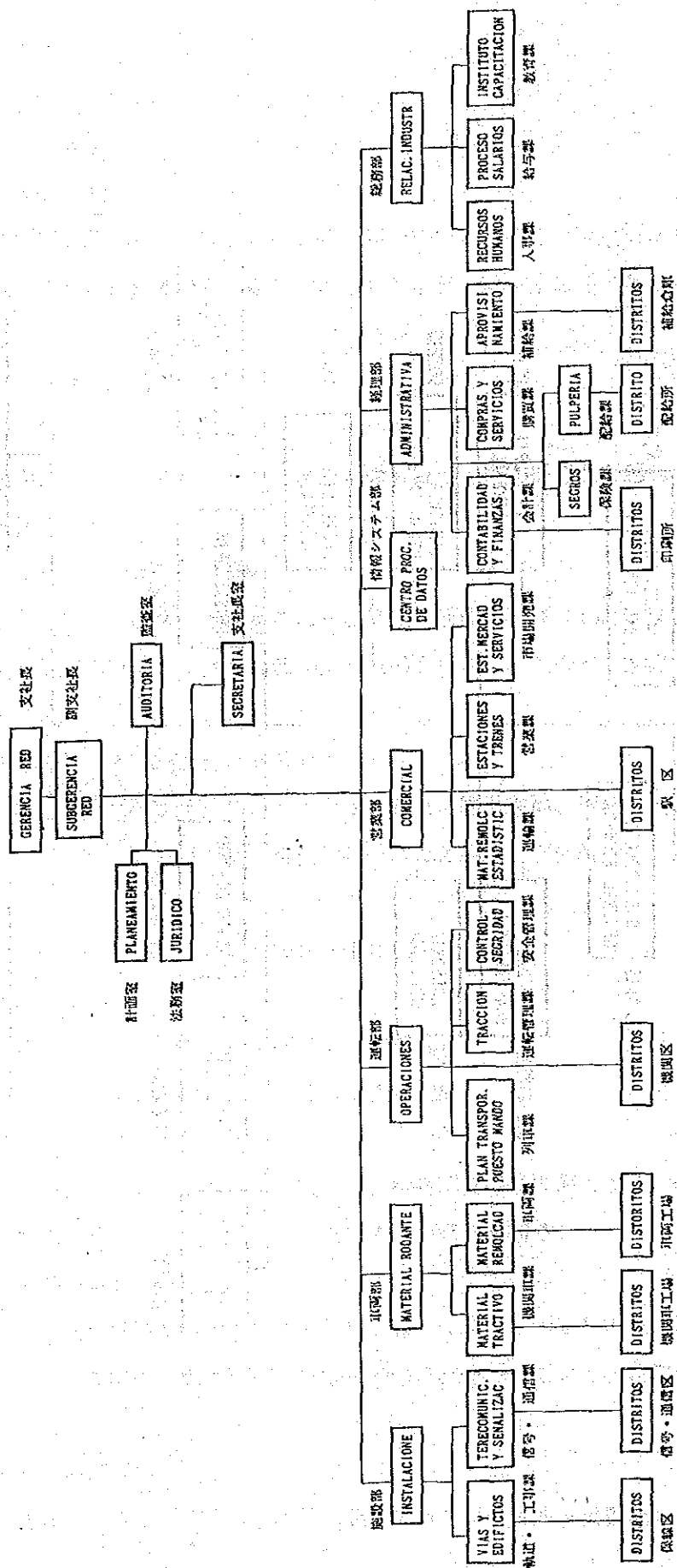


図8-2 ENFE支社組織図(モデル)

車両部及び施設部の3部とする。

運転部に新たに安全管理課を設け、運転事故の調査及び防止対策を強化する。

8-2 要員・配置

(1) 要員の適正化

ENFEの職員の生産性は、年々低下の傾向にある。1991年中に運輸省との計画合意書(1990年)とおりの要員削減(1989年の1,000人減)を行ったとしても、1人当りの運輸量は150千トンキロで、1983年、205千トンキロの73%程度にとどまる見込みである。したがって、当面は、この計画合意書の完全履行を目指しつつ、将来に向けてなお要員適正化の途を探ることが必要と考える。

なお、1991年の計画合意書においては、更に将来の目標を1989年の2,000人減としているが、将来段階的に運輸量が増加してゆく過程でも、極力省力化、合理化を図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。

(2) 採用管理の改善

今後新規採用等の停止措置が行われる時期に、将来の採用管理の基礎を固めておくことが必要である。新規採用は、職種別の合理的な採用基準や採用試験の方法等を十分検討しておくことが重要である。

(3) 配置管理の適正

職務以外の要素から、人事異動、昇進、昇格等の配置管理が行われることをさけるため、合理的な配置基準を設定しておき、これに基づいて適材、適所の公正な人事運用を行う。また、運転事故の防止のため列車の運転乗務員には、科学的適性検査を採用する。

8-3 教育・訓練

(1) 改善の考え方

現在の最大の問題点は、脱線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、不可欠である。

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。

(2) 教育施設の充実

1) 当面の設備充実策(2000年段階)

① 西部局のMachacamarcu 鉄道養成センターを整備する。

② 東部局のSanta Cruz養成センターの設備の充実を図る。

2) 総合的教育施設の建設(2020年段階)

「中央鉄道研修センター」の構想をたて、長期的な計画によりENFEの中心
的な総合教育施設を建設する。

3) その他の改善策

① 専任講師の設置

教師全部が派遣講師である現状を改善し、最低限度の専任講師を設置する。

② 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。また、これを廉
価で職員に頒布して活用を図る。

8-4 管理運営費

管理運営費については、ENFEの1989年の収支決算に基づき、各種経費の費目を
決定するとともに、各費目ごとに原単位を設定して積算した。

その結果は表8-1の通りである。

表8-1 管理運営費の試算

(千ペソ)

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