

ペルー共和国
ミチキジャイ送電計画
調査報告書

昭和50年9月

国際協力事業団

正 誤 表

頁	行	誤	正
6	下から8行目	…の送電はルート…	…の送電線ルート…
7	上から12行目	…おり最大需給は…	…おり最大需要は…
7	下から7行目	(Carhuaquers 水力…	(Carhuaquero 水力…
23	上から11行目	Santa Rose ,	Santa Rosa ,
26	上から3行目	…なる。1987年以降…	…なる1987年以降…
26	下から7行目	…需要員数か…	…需要家数か…
44	下から9行目	Celendin の…	Celendin への…
54	下から15および16行目	San Pable	San Pablo
60	上から7行目	… Fig 6 - 5 に示す。	… Fig 6 - 7 に示す。
62	下から3行目	… Fig 6 - 6 に示す…	… Fig 6 - 5 に示す…
64	上から10行目	… Fig 6 - 7 に示す。	… Fig 6 - 6 に示す。
90	下から2行目	$670 + j 348.2$	$51.0 + j 24.7$
91	上から14行目	… / Niyt = P/N	… / Night = P/N
A-5	上から14行目	… Spaca …	… Space …
A-62	下から2行目	El Chimbote -	El Chorro -
A-63	下から1および2行目	…現行御売単価…	…現行卸売単価…

は し が き

日本政府は、ペルー共和国の要請に基づき同国ミチキジャイ鉱山および周辺地域の電力供給計画策定のための調査を行なうこととし、その実施を国際協力事業団に委託しました。

同事業団はペルー共和国におけるミチキジャイ鉱山開発ならびに同鉱山周辺地域の電化の強化など社会的、経済的重要性に鑑み、山崎 武氏（電源開発株式会社工務部主査）を団長とする6名からなる調査団を編成し、昭和49年11月12日から昭和50年1月10日までの間、現地に派遣いたしました。

調査団は帰国後、現地調査期間中に得た調査結果ならびに収集資料の解析、検討を行ない、今般ここに本報告書が完成、提出の運びとなりました。

ミチキジャイ鉱山は、銅鉱石の埋蔵量において世界稀有の銅鉱山であります。この送電計画の実現により、電力の供給がなされるならば、ミチキジャイ鉱山の開発はもとより、周辺地域の開発と住民の福祉向上が促進されるであります。

本報告書がミチキジャイ送電計画の実現のための一助となれば幸いこれにすぎるものではありません。終りに際し、今回の調査に当られた団員各位に謝意を表すと共に、調査団派遣にご協力頂いた日秘関係機関の各位に対し深く感謝の意を表するものであります。

昭和50年 9月

国際協力事業団

総裁 法眼 晋 作

伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作 殿

今般 ベルー共和国カハマルカ県に位置するミチキジャイ鉱山開発の基礎となるインフラストラクチャーの電力部門である“ミチキジャイ送電計画”のフィジビリティ報告書を提出致します。

昭和49年10月 国際協力事業団の要請により上記計画調査のため、国際協力事業団および電源開発株式会社の専門家6名からなる調査団が編成されました。

調査団は昭和49年11月12日より昭和50年1月10日に亘る60日間ベルー国を訪問し計画作成に必要な資料の収集、関係機関との協議ならびにプロジェクト地域の現地踏査を実施致しました。帰国後、調査団は現地調査の結果および収集した資料を基にし、関連する地域の電力需給、送電計画、電力系統の解析および経済評価等一連の国内検討作業を進め、ここに報告書を作成したものであります。

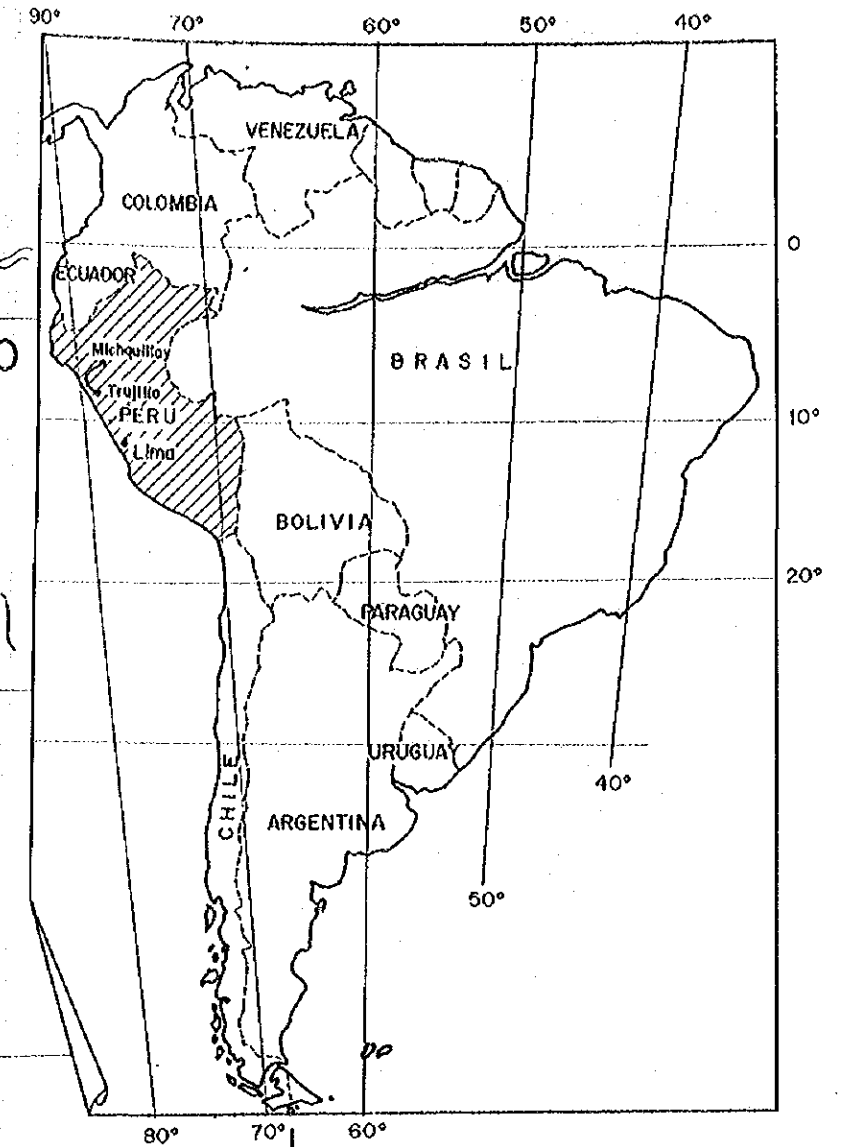
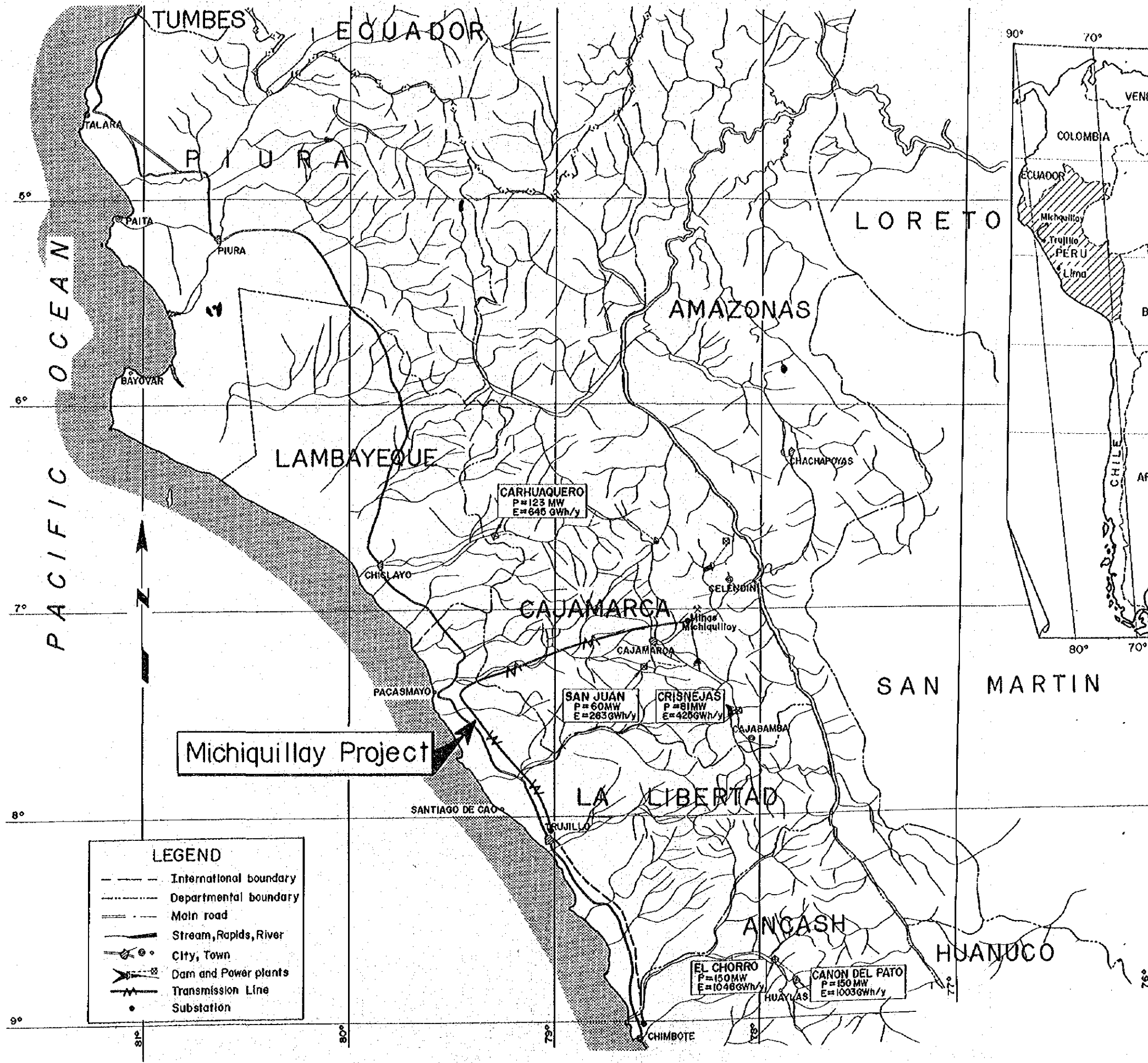
この報告書の提出により、送電計画が早期に実現しミチキジャイ鉱山の開発およびカハマルカ地方の地域開発と経済の発展が一段と推進されることを切に念願するものであります。

報告書の作成に当り、現地調査と資料収集のため多大な協力と援助を頂いたベルー共和国の鉱山動力省、鉱山会社、電力会社、関係官庁、在リマ日本大使館および現地の関係会社ならびに調査遂行に協力をいただいた国際協力事業団および関係諸官庁に対し深甚の謝意を表すものであります。

昭和50年 9 月

ミチキジャイ送電計画調査団

団 長 山 崎 武



LEGEND

- International boundary
- - - - Departmental boundary
- == Main road
- ~ Stream, Rapids, River
- City, Town
- ⊥ Dam and Power plants
- Transmission Line
- Substation



KEY AND LOCATION MAP

本報告書で用いられている主な機関の名称と略称

日本名	略称	現地名
動力鉱山省	MEM	Ministerio de Energia y Minas
農林省		Ministerio de Agricultura
鉱山公社	MINEROPERU	Empresa Minera del Peru
電力公社	ELECTROPERU	Empresa Publica del Sector de Energia y Minas "Electricidad del Peru"
石油公社	PETROPERU	Petroleos Peru
漁業公社	EPCHAP	Empresa Publica de Comercializacion de la Harina y Aceite de Pescado
開発金融公社	COFIDE	Corporacion Financiera de Desarrollo
鉄鋼公社	SIDERPERU	Empresa Siderurgica del Peru
気象庁	SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorologia e hidrologia
リマライト電力会社	EE. EE. AA.	Empresas Electricas Asociadas

本文で用いられた主要な略号および交換レートは次のとおり

kw	:	kilowatt
MW	:	10^3 kilowatt
kWh	:	kilowatt hour
MWh	:	10^3 kilowatt hour
GWh	:	10^6 kWh
S/	:	Soles
km	:	kilometer
B/C	:	Benefit-Cost ratio
mills/kWh	:	10^{-3} US \$/kWh

1 US \$ = 300 Yen , 1 US \$ = 43.38 Soles

目 次

はしがき	
伝達状	
第1章 調査の背景と目的	1
1-1 背景	1
1-2 目的	2
1-3 調査団の構成	4
1-4 現地調査期間	4
第2章 結論と勧告	5
2-1 結論	5
2-2 勧告	9
第3章 プロジェクト対象地域の開発の現状	11
3-1 経済構造	11
3-2 電気事業の現状	16
3-3 Michiquillay 鉱山開発の現状	23
第4章 電力需要想定	25
4-1 基本的な考え方	25
4-2 Michiquillay 鉱山および周辺地域の電力需要	25
4-3 Santa 電力系統および Chiclayo 電力系統の電力需要	26
4-4 中央電力系統の電力需要	30
4-5 マクロ的手法による電力需要想定	32
4-6 電力需給バランスと中央電力系統から Santa 系統への送電電力	34
第5章 電力供給計画	43
5-1 前提条件	43
5-2 電力供給計画	43
5-3 電力供給計画の評価	45
第6章 予備設計	54
6-1 送電線の予備設計	54
6-2 変電設備の予備設計	64
6-3 通信設備の予備設計	70
第7章 工事工程、工事費および経済評価	82
7-1 工事工程	82
7-2 工事費	82

7-3	内部収益法による 220 kV 送変電設備の評価	85
第 8 章	系統解析	89
8-1	系統解析の概要	89
8-2	電圧調整	89
8-3	過渡安定度	93
8-4	定態安定度	94
8-5	送電線の保護	95
8-6	線路しゃ断時の電圧上昇	98
8-7	短絡電流	99
8-8	1 線地絡時の電圧上昇	100

APPENDIX

A-1	Alto Chicama 石炭火力発電所について	A-1
A-2	中央電力系統および Santa 電力系統の電力需要想定	A-8
A-3	Pacasmayo diesel power plant	A-16
A-4	電力系統の解析	A-26
A-5	Chiclayo および新規電源との連系	A-50
A-6	Michiquillay 送電線の代案ルート	A-53
A-7	資金計画	A-57
A-8	Trujillo Norte 変電所地点における発電コスト	A-62

第1章 調査の背景と目的

第1章 調査の背景と目的

1.1 背景

南米大陸の太平洋に面し、南北に延々5,600kmに及ぶ山岳地帯はいわゆる「アンデス・カッパーベルト」といわれる産銅地帯である。

ペルー共和国の北部Cajamarca市の近くに位置するMichiquillay 鉱山はこのカッパーベルトの一部に位置し、1970年にペルー鉱業公社(MINEROPERU)が採掘権を得たことで日本、ペルー両国で開発の準備が進められている。この鉱山は1970年にペルー国家の所有に帰すまで、米国の鉱山会社アサルコ(ASARCO)が同鉱山を所有していた。同社の予備調査によると銅品位0.72%、埋蔵量 570×10^6 tonを確認している。一方、1971年12月日本の非鉄業会合同の技術調査団(金子ミッション)が現地調査を行ない現在のところ平均銅品位0.75%、埋蔵量 412×10^6 tonを確認している。

Michiquillay 鉱山の開発は、ペルー政府と日本側は民間企業であるミチキジャイ鉱業株式会社(参加会社:三井金属,日本鉱業,三菱金属,住友金属,同和鉱業,古河鉱業,日鉄鉱業)の両者によって行なわれるが日本政府はペルー政府の要請に応じて、本鉱山の開発に関連した経済的技術的協力を約束してきている。その一環として日本政府は本鉱山関係のインフラストラクチャーについての調査団(目良ミッション)を1973年6月にペルー国に派遣した。本調査団は目良調査団の下記提言のうち、電力開発の部門についての調査を実施するために派遣されたものである。目良調査団による日本政府への提言の要旨は次のとおりである。

(1) 鉱山都市開発

Michiquillay 鉱山開発に伴う鉱山都市の基本計画および基本設計を日本の技術協力によって行なう。又鉱業企業体以外の人口が利用する部分については詳細設計も技術協力に含めることが望ましい。建設費に関しては同じく鉱山企業体以外の人口(全体の約3分の1)が利用すると推定される公共施設費および宅地の造成費についても(約 5×10^6 US\$)資本協力を行なうことを提言する。

(2) 水資源開発

Michiquillay 鉱山の用水計画は現在、西ドイツの技術援助の下で行なわれているJequetepoque 総合開発の一環として考えるべきであり、1973年度中にそのフィジビリティ調査が完成すれば西ドイツから政府間援助が供与されると見られている。しかし、西ドイツから資本協力が難航する場合には日本からの資本協力を考慮すべきである。

(3) 電力開発

Trujillo ~ Michiquillay送電線のフィジビリティ調査を1974~1975年に日本の技術援助で行なうことが望ましい。又比較的経済性の高いと想定されているYangas の水力発電のプレフィジビリティ調査を出来るだけ早く日本の技術援助で行なうことが望ましい。

(4) 道路開発

Oajamarca地域において改良舗装を提言した6本の道路のうち、1975年までに建設すべき Abra Gavilan ~ Oajamarca, Oajamarca ~ Namora, Santa Margarita 入口 ~ 鉱山入口, Oajamarcaバイパスについての実施設計および建設費、総費用 $51,750 \times 10^3$ S/ (約 1.3×10^6 US\$) に対して資本協力を行なうことが望ましい。又残りの2本 (E-I工区および Baños del Inca ~ Santa Margarita 入口) についても資本協力を考慮すべきである。

(5) 港湾開発

Michiquillay 鉱山の生産規模と Smelting および Refining の可能性についてある程度の見通しがつき次第 Pacasmayo港のフィジビリティ調査および詳細設計計画に対する技術援助を1975年に建設費(本調査では総費用約 16×10^6 US\$) に対する資本協力を1977年頃に供与することが望ましい。

以上の提言と資本技術協力スケジュールをとりまとめると Table 1-1 の如くなる。

1.2 目的と対象地域

ペルー国の首都リマ市を中心とした中央電力系統(総設備出力936MW)とペルー北部の Santa 電力系統(総設備出力182MW)とは1978年に日本政府の円借款で建設が予定されている 220kV 1回線、400km の Lima-Chimbote 連系送電線によって連系される。この連系によって中央電力系統および Santa 電力系統の豊富低廉な水力電気をペルー北部の工業地域である Chimbote 市に供給すると共に Michiquillay 鉱山を含む北部ペルーの電力需要に供給しようとするものである。

本プロジェクトはこのように Lima-Chimbote 送電線が完成し、さらに現在入札が進められている Chimbote-Trujillo 送電線(Lima-Chimbote 連系送電線完成時には138kVより220kVに昇圧される)が完成し、中央電力系統と Santa 電力系統が、Trujillo まで220kV送電線で連系されていることを前提に、Michiquillay への電力供給のための送変電計画を立案しようとするものである。

本調査団はペルー北部の Ancash 県、La Libertad 県、Oajamarca 県、Lambayeque 県の4県を調査対象地域として具体的には下記の目的で現地調査を実施した。

- (1) 1973年12月 金属鉱業事業団が作成した“ペルー共和国カハマルカ地区開発計画基礎調査報告書”を基本に基幹送変電計画を作成すること
- (2) ELECTROPERUの太平洋岸沿いの基本送変電計画との協調を計ること
- (3) 周辺地域への送電計画を立案すること
- (4) 中央電力系統および Santa 電力系統から Michiquillay 鉱山への電力供給のための既設および開発が予定されている電力供給設備に供給能力があるかどうかの検討をすること
- (5) 上記(1)~(4)の調査のため現地を踏査し、資料収集を行ないペルー政府関係機関と意見交換

Table 1-1 Study and Investment Schedule Suggested by Mera Mission

Year	Nature of activity	Study cost (US\$ thousands)	Total investment	
			Cost (US\$ thousands)	Foreign currency (US\$ thousands)
1974	Power: Preliminary study at Yangas	110		
	Roads: Paving, Abra Gavilán - Cajamarca		100	50
	• Paving, Cajamarca - Namora		600	200
	• New construction, Cajamarca bypass		300	100
	Sub-total	110	1,000	350
1974-75	City: Basic design & construction planning	1,800		
	Power: Feasibility study of Trujillo- Michiquillay transmission line	300		
	Roads: Paving & re-alignment from approach to Santa Margarita to approach to the mine		400	200
	Sub-total	2,100	400	200
1975-76	Power: Construction planning for Trujillo-Michiquillay transmission line	1,000		
	Roads: Paving, Baños del Inca- approach to Santa Margarita		400	200
	Harbor: Feasibility study for Pacasmayo harbor, preparation of master plan & detailed design	600		
	Sub-total	1,600	400	200
1976-79	City: Construction (Housing site preparation; public facilities)		5,000	1,000
1977	Harbor: Construction of Pacasmayo harbor		15,600	12,000
1977-79	Power: Construction of Trujillo- Michiquillay transmission line		13,700	9,100
1979	Roads: New construction, E-1		200	100
	Sub-total		34,500	22,200
	Total	3,810	36,300	22,950

を行なりこと。

1.3 調査団の構成

当調査団の派遣時における団員の業務分担、所属は次のとおりである。

団 長	山 崎 武	総 括	電源開発株式会社	工務部
団 員	三 国 雅 士	火力計画	"	火力部
団 員	加賀美 浩	需要想定	"	海外技術協力部
団 員	長 坂 麒公文	送变电計画	"	工務部送变电課
団 員	佐 藤 欣 哉	系統計画	"	工務部技術室
団 員	神 田 道 男	経済分析	国際協力事業団	工業調査課

1.4 現地調査期間

現地調査は3班に分け下記の期間ペルー国で必要な資料収集および現地踏査を行なった。

山 崎 武	}	昭和49年11月13日～昭和50年1月8日
加賀美 浩		
長 坂 麒公文		

三 国 雅 士	}	昭和49年11月13日～昭和49年12月10日
佐 藤 欣 哉		

神 田 道 男	昭和49年11月13日～昭和49年12月2日
---------	------------------------

第2章 結論と勧告

第2章 結論と勧告

Michiquillay 鉱山は世界的にも有数の埋蔵量を誇る巨大銅山であり、この銅山の開発がペルー一国の経済、国際収支の改善、発展ならびに同国で比較的開発の遅れている Cajamarca 地方の地域開発に与える影響は極めて大きなものがある。

鉱山開発に伴って周辺地域の経済活動を大きく増大させ、同地域の牧畜業、林業および農業の生産性は一段と向上するであろう。この報告書は鉱山開発に伴うインフラストラクチャー整備のうちの電力部門について、電力の供給の方法を技術的、経済的に検討したものであるが、中央電力系統および Santa 電力系統より豊富低廉な電力を供給することは可能であり同時にプロジェクト関連地域の周辺住民の生活向上と民生安定に大きく貢献するものと考えられる。

2.1 結論

2.1.1 中央電力系統および Santa 電力系統の Michiquillay 鉱山およびその周辺地域への電力供給能力

(1) 電力需要想定

Michiquillay 鉱山が操業を開始する 1982年初めの中央電力系統の電力需要は 1,801 MW、Santa 電力系統のそれは 370 MW、1985年には 2,170 MW（年伸び率 8.7%）および 413 MW（年伸び率 9.6%）に達するものと予想される。

Michiquillay 鉱山の電力需要は 1982年の操業開始時に最大電力 40 MW、1987年以降は 65 MWと想定され、電力需要の占める比率は夫々 1.9% および 2.2% である。

(2) 電力需給バランス

1978年には Lima-Chimbo te 連系送電線が完成し、中央電力系統と Santa 電力系統は連系され Mantaro 水力発電所（684 MW）の余剰電力の消化が期待出来るが、電力需要の伸びに応じて 1980年には電力需給バランスが逼迫するものと予想される。しかし、1981年に Sheque 水力発電所（585 MW）が完成すれば中央電力系統には更に供給余力が生じる。

なお、Santa 電力系統においては 1982年に El Chorro 水力発電所（160 MW）が運開の予定であり 1982年の連系系統の電力需要 2,102 MW、および 12,652 GWH に対し、系統の供給力は保証出力（dependable power）2,232 MW、保証電力量（dependable energy 水力については一次電力量）12,285 GWH であり、電力系統内の火力発電設備の定期点検に伴う停止を Mantaro 水力発電所の豊水期（二次電力量 1,990 GWH）に行なえば必要な供給力は年間をとおして確保することが出来る。

2.1.2 Michiquillay 鉱山および関連地域への電力供給と系統連系

(1) Michiquillay 鉱山への電力供給

Michiquillay 鉱山に電力を供給するためには次の 3つが考えられる。

- a) 現地に火力発電設備を設けて電力供給する。
- b) Trujillo に臨海火力発電所と送電線を建設し、電力を供給する。
- c) 送電線を建設し、中央電力系統および Santa 電力系統の既設および将来開発予定の発電設備の供給力でもって供給する。

上記3つの供給方法について、技術的、経済的に検討した結果b)案の臨海火力発電所を建設し供給する場合は、a)案に比し年間 1.043×10^9 US\$, c)案の場合は ELECTROPERU の現行全国統一卸売料金 (Michiquillay 鉱山に適用した場合 14.7 mills / kWh) で Trujillo 地点を受給地点と仮定して適用し Michiquillay 鉱山での売電料金を 22.2 mills / kWh とした場合 a)案に比し年間 $1,700 \times 10^9$ US\$ のメリットがある。従って Michiquillay 鉱山および周辺地域への供給電源としては中央系統と Santa 系統の電力を期待しこの電力を Trujillo Norte 変電所を経由して送電線で Michiquillay 鉱山および関連地域に供給することが経済的に妥当である。なお c)案の全国統一卸売料金は 1982年に Michiquillay 鉱山が操業を開始するにあたって中央電力系統および Santa 電力系統より Trujillo Norte 変電所地点で受電する場合の 220 kV 系統の発電コスト 13.6 mills / kWh と近似である。

本プロジェクトの送電線のルートは Pacasmayo 地区への電力供給、北部地域との連系等将来の電力計画を考慮すれば Trujillo Norte 変電所より Pacasmayo 経由で Michiquillay 変電所に至るルートが技術的経済的に優れている。

電圧および回線数は需要想定を基に送電容量、送電損失ならびに将来の系統計画を含めた総合的な面より検討し経済的にも有利な 220 kV, 1 回線鉄塔送電線とした。

Michiquillay 変電所は電力需要の大部分が鉱山の負荷であり、鉱山の近くに設置することが有利なため、鉱山敷地に隣接した敷地に設ける。その容量は鉱山および周辺都市の需要を考慮し 80 MVA とした。Michiquillay 鉱山への電力供給の方法としては、さらに Pacasmayo にディーゼルプラントを建設し単独に電力を供給する方法も考えられるが、現在開発が予定されている水、火力発電設備の開発の見通しおよび電力需要の推移をみながら決定する必要がある。

なお、本プロジェクトの送電はルート選定にあたっては開発が予定されている Alto Chicama 石炭火力発電計画 (最終出力 480 MW) との関連も検討されたが、Alto Chicama 火力発電所の規模からみて、Trujillo Norte 変電所と直接連系することが妥当である。

(2) Cajamarca 市への電力供給

Cajamarca 市は現在小規模の水力発電設備とディーゼル発電設備により電力の供給が行なわれているが Michiquillay 変電所が竣工する 1982 年以降は同変電所から送電線により電力を供給することが経済的に有利である。送電線の電圧は送電距離、電力需要の大きさからみて 33 kV の電圧が最適であり、1994 年頃までの電力需要に対応出来る。Cajamarca 市の

変電設備は当初5 MVA容量の変圧器を設置するものとし逐次Cajamarca市の電力需要増に応じ段階的に増設するものとした。

(3) Celendin 市への電力供給

Celendin 市は現在小規模なディーゼル発電設備により電力の供給が行なわれているが、その電力需要は100 kW以下でありその殆んどが電灯負荷である。電力需要の大きさからみてMichiquillay 変電所より電力を供給する場合、電力コストが高く経済的でなく現地のディーゼル発電設備を整備拡充すべきである。しかし、Celendin 市の電力需要が0.8MW以上に達した場合、Michiquillay 変電所からの送電線供給によるメリットを生じその時期は1990年頃となるであろう。

(4) Pacasmayo市への電力供給

Pacasmayo地域はPacasmayo, San Pedro de Lloc, Chopen, Guadalupe 町村で夫々独立して、小規模ディーゼルプラントにより電力供給が行なわれており最大需給は合計約2.0 MWである。Pacasmayo市の郊外にはCia de Cemento Pacasmayo のセメント工場があり独自の発電設備(7 MW)を有し操業中であり1977年には生産拡大のため18MWの電力設備増設計画を持っている。

1982年Michiquillay 送電線完成時におけるPacasmayo市を含めた3市町村の電力需要は13MWと想定されるが、電力需要が分散しており2次送変電設備およびPacasmayoに変電所を建設し送電することは多額の資金を要するため電力コストの面より経済的でない。供給メリットの生じる電力需要の大きさは約48MWであるが、この需要に達する時期は、セメント工場の需要を含め1987年頃であり、この時期にはPacasmayoセメント工場の既設自家発電設備の更新時期とも一致するので、1985年から1987年までの間にPacasmayoに変電所を設置することとした。

(5) Chiclayo 地域との連系

Chiclayo 地域とSanta電力系統とを連系する時期については同地域の電力需要の大きさおよび同地域周辺における新規電源開発とが連系の経済性を大きく左右する。

Chiclayo 市の現在の電力需要は9 MWである。周辺地域の電力需要も含めて連系によってメリットが生じる電力需要78 MWに達するのは1997年頃と想定されるが、新規水力電源(Carhuaguers 水力発電所123MW)の開発が1997年以前に行なわれるならば、その時期に連系することが妥当である。

(6) 新規水力電源とMichiquillay 変電所との連系

Michiquillay 変電所周辺にはYangas(50MW), San Juan(60MW), Crisnojas(81MW)等の新規電源開発計画がある。これら水力電源は現在の開発規模、地理的条件よりMichiquillay 変電所を經由しSanta系統と連系するのが技術的経済的に有利である。Michiquillay 変電設備はこれら水力電源との連系が将来可能となるよう必要なスペースを考慮した。

2.1.3 本プロジェクトの設備概要および工事費

本設備の概要は Trujillo Norte 変電所より Pacasmayo 経由、Michiquillay に至る 220kV 送電線 1 回線 240km および Michiquillay 変電所 (80MVA) を建設し、さらに Michiquillay 変電所より 33kV 送電線 30km を建設し Cajamarca 市に電力を供給しようとするものである。この送変電設備の総工事費は建設中利息を含めて $24,010 \times 10^3$ US\$ と見積られそのうち外貨は、 $14,350 \times 10^3$ US\$、内貨は $9,660 \times 10^3$ US\$ である。(工事費および経済評価に用いた金額は 1975 年 4 月時点の物価および労務費で算定されたものであり建設工事開始までエスカレーションは考慮されていない。)

Michiquillay 送変電設備計画概要

1) 送電設備

Trujillo ~ Pacasmayo ~ Michiquillay

電圧 220 kV 1 回線 240 km

Michiquillay ~ Cajamarca

電圧 33 kV 1 回線 30 km

2) 変電設備

Trujillo 変電所 220 kV 開閉設備

Michiquillay 変電所 220 kV 33 kV 開閉設備 変圧器 80 MVA

Cajamarca 変電所 33 kV 13.8 kV 開閉設備 変圧器 5 MVA

3) 通信設備

保安用電力搬送通信設備

送電線保守用無線通信設備

Michiquillay 送変電設備工事費 単位 10^3 US\$

	外貨	内貨	合計
220 kV 送変電設備 (含通信)	13,600	9,260	22,860
33 kV 送変電設備	750	400	1,150
合 計	14,350	9,660	24,010

2.1.4 プロジェクトの経済評価

プロジェクトの経済評価は Michiquillay 鉱山の電力量需要が 95% 以上であるので Michiquillay 鉱山の電力需要のみを対象として評価した。評価の方法は割引率を 10% とし現地ディーゼル発電プラントによる発電コストを便益(B)とし、Trujillo に火力発電設備を建設し、更に送電線を Trujillo-Michiquillay 間に建設して Michiquillay 鉱山に電力を供給した場合の送変電コストを含

めた発電コストを(C)とし便益-コスト法(B/C)により評価した。その結果は次のとおりである。

- a) 本プロジェクトの耐用年数間に亘る年平均便益(B)は $10,628 \times 10^3$ US\$ であり、コスト(C)は $9,585 \times 10^3$ US\$ であるので B/C は 1.11 であり又 $B - C$ は $1,043 \times 10^3$ US\$ である。
- b) 1987年には Pacasmayo に変電所が建設されるので Trujillo から Pacasmayo までの送電線工事費を Pacasmayo 変電所の電力量需要の大きさと Michiquillay 鉱山の電力量需要の大きさとでアロケーションすれば B/C は 1.15 となる。

以上行なった評価はペルーの現行価格の C 重油を使用した火力発電設備による電力コストでの評価であるが、送電連系により Sheque, El Chorro および Yuncan より供給される水力電気による Michiquillay 変電所地点での発電コストと C 重油の国際価格での山元ディーゼル発電コストを比較した場合 B/C は 1.60 となる。

2.2 勧告

- (1) 本プロジェクトの送変電計画は技術的経済的な観点から中央電力系統および Santa 電力系統の既設および将来開発される発電設備より電力の供給をうけるために建設すべきであり、そのルートは Trujillo Norte 変電所よりパンアメリカンハイウェイ沿いに Pacasmayo を経由し、Michiquillay 鉱山に至るルートとすべきである。
- (2) Michiquillay 鉱山の操業開始が予定されている 1982 年初めまでに鉱山ならびに Cajamarca 市に電力を供給することの送変電計画を完成させるためには 1977 年より 1978 年にかけてデフィニットスタディを実施し、1979 年には建設工事に着手する必要がある。
- (3) Michiquillay 鉱山への電力は 1978 年に Lima-Chimbote 送電線により中央電力系統と連系される Santa 電力系統より供給されるが、この電力供給のためには Mantaro 水力発電所の 4 号機から 7 号機 (ユニット容量 114 MW) までの増設、Sheque 水力発電所 (585 MW) の建設、El Chorro 水力発電所 (160 MW)、Yuncan 水力発電所 (160 MW) 等の開発を計画通り推進させることが必要である。
- (4) 上記(3)に述べた電源開発計画および電力需要の推移をみながら Michiquillay 鉱山への電力供給の方法としての Pacasmayo ディーゼルプラントの建設、Santa 電力系統内での Alto Chicama 火力発電計画の繰り上げ建設等を本プロジェクトのデフィニットスタディーの終了する 1978 年末までに決定し、Michiquillay 鉱山への電力供給の裏付けを明確にすべきである。
- (5) Michiquillay 変電所敷地の造成
Michiquillay 変電所は、その需要の大部分が鉱山負荷のため、鉱山用地に隣接し計画されている。したがって変電所用地の造成に際しては、鉱山側が行なう敷地造成時に同時に変電所敷地の造成を実施することが技術的、経済的に有利である。この場合、変電所敷地は将来

の増設計画を含めた用地と大型変電機器の搬入路についても併せて鉱山側と協議施工すべきである。

(6) 送電線のルート選定

Pacasmayo附近およびMichiquillay 附近の送電線のルート選定に際しては、Pacasmayo 変電所の引込、将来の北部 Chiclayo 連系、また Michiquillay 附近は将来の Yargas, San Juan 計画の連系を考慮したルートの選定、設計を行なわなければならない。

第3章 プロジェクト対象地域の開発の現状

第3章 プロジェクト対象地域の開発の現状

3.1 経済構造

3.1.1 ベルー経済の近況

(1) 国内総生産

1974年のベルー経済は先進国を含む世界的な経済危機の中で例外的に順調な発展を示した。すなわち国内総生産において、前年比は1973年の5.6%に比し、6.3%を記録した。国内総生産の部門別伸び率をベルー5ヶ年計画（1971-1975）との対比で示せば次の如くなる。

	(1971-1975) ベルー5ヶ年計画 目標成長率%	1973年 (前年比%)	1974年 (前年比%)	単位: %
農 業	4.2	2.4	1.2	
漁 業	4.8	-22.6	51.8	
鉱 業	5.7	0.7	4.2	
製 造 業	12.4	7.5	8.0	
建 設		8.5	20.2	
そ の 他	6.6	-	-	
合 計	7.5	5.6	6.3	

出典 EL COMERCIO 1º DE ENERO DE 1975

(2) 投 資

1974年の投資は1973年に比べ24.7%の伸びを示し、その投資額は $53,900 \times 10^6 S/\$$ に達した。この投資によるGDP比率は1968年の12.9%に比し17.9%に増加した。ベルー5ヶ年開発計画の目標値との対比を示せば次の如くなる。

単位: $10^6 S/\$$

	1973	1974
公共部門		
5ヶ年計画(1971-1975)	28,530	33,751
実績投資額	14,210	19,943
比率(%)	49.8	59.1
民間部門		
5ヶ年計画(1971-1975)	20,240	23,377
実績投資額	29,023	33,957
比率(%)	143.4	145.3

合 計

5ヶ年計画(1971-1975)	48,770	57,128
実績投資額	43,233	53,900
比率(%)	88.6	94.3

(3) 消費者物価指数その他

消費者物価指数は1974年に17.5%の上昇が記録されたが、ペルー政府は経済的な後退をさけるために食糧、石油等には国際価格に比して割安な料金を決め国庫が負担する政策を採用している。Lima 首都圏の失業率は1973年の7.3%から1974年には6.5%に低下した。

3.1.2 プロジェクト対象地域の経済

ペルー北部の経済は銅、亜鉛、鉛などの鉱産物、綿花、砂糖、とうもろこし等の農産物、魚粉魚油を主とする漁獲物およびペルー国唯一の製鉄所であるSIDERPERUの生産活動等によって支えられている。SIDERPERUの1974年の洗鉄の生産量は 400×10^3 tonに達し、国内需要の60%を満たした。北部における工業化はLoreto 県のSan Jose de Saramuroから延々825 kmのアンデス横断の石油パイプラインが太平洋岸のBayobarに達する1977年以降に大きな期待がよせられている。

Trujilloには自動車部品の生産、組立工場の建設が予定されているが、1974年に 120×10^6 S/、を投じた巨延工場が完成し操業に入った。

農 業

この地域の一般的特徴として、海岸地帯にみられる輸出農業(砂糖、綿花)は比較的発達したインフラストラクチャーとより多くの近代的生産手段を利用している。その結果より高い労働生産性をあげている。すなわち海岸地帯の農耕地は北部全耕地面積の36%に過ぎないが農業生産額の72%を生産している。その内56%は輸出指向農業である。一方アンデス山岳地帯の農業は、ほとんどが原住インディオを担い手とする自給自足農業であり、その農産物の大部分は国内で消費されている。

鉱業石油

鉱業はペルー産業の中で最も有望な分野であり、山岳地帯を中心に銅、鉄、亜鉛、鉛等の豊富な資源が確認されている。特にMINEROPERUの手によって開発が予定されている開発計画のうち開発規模の大きさではMichiquillay 鉱山の開発が最も大きなものであり世界的にも有数の銅鉱山になる可能性がある。ペルー北部の鉱山開発の占める位置は1972年においてTable 3-2に示すごとく総生産額のうち約10%を占めている。

ペルー国の石油生産は1925年から開始され1961年までは国内消費を上廻る生産が続けられた。しかし1961年以降国内需要の消費の伸びに生産が伴わず、1971年には 36×10^6 barrelの

Table 3-1 Cropped Area, Production and Ratio on National Basis of Principal Agricultural Products (1971)

	Northern Region (A)		Entire Peru (B)		Ratio A/B	
	Cropped area (10 ³ ha)	Production (10 ³ ton)	Cropped area (10 ³ ha)	Production (10 ³ ton)	Cropped area (%)	Production (%)
Rice	102	482	147	591	69.4	81.5
Barley	38	26	183	159	20.8	16.4
Wheat	53	42	139	122	38.1	34.4
Maize	142	138	373	616	38.1	22.4
Potato	36	262	320	1,968	11.3	13.3
Cotton	59	85	137	232	43.1	36.6
Cane	122	7,201	154	8,778	79.2	82.0
Alfalfa	16	671	135	6,346	11.9	10.6
Banana	35	207	137	919	25.5	22.5
Coffee	32	16	136	71	23.5	22.5
Other	241	-	804	-	29.9	-
Total	876	-	2,665	-	32.9	-

Note: Total agricultural production in 1971 of entire Peru is 39,000 million Soles

Table 3-2 Production of Principal Mineral Products (1972)

Minerals	Northern region		Entire Peru		Ratio A/B (%)
	Production (10 ³ ton)	Value(A) (10 ⁶ s/.)	Production (10 ³ ton)	Value(B) (10 ⁶ s/.)	
Copper	11	306	204	5,841	5.2
Zinc	17	107	397	3,392	3.2
Lead	13	86	184	1,506	5.7
Iron ore	0	0	9,414	2,787	0
Silver (ton)	137	215	1,291	2,076	10.4
Petroleum (10 ⁶ barrel)	14	1,190	22	1,921	61.9
Total	-	1,904	-	17,523	10.9

Data source: Anuario de la Minería del Perú 1972, and data on petroleum for 1971.

消費に対し 22×10⁶ barrelの生産にとどまった。この間のこれらの石油の大部分は、ペルー北部の Talara 県で生産され残りの一部が東部森林地帯で採油された。Talara 地区での生産は1964

年に 21×10^9 barrel の最大生産量を示したが、その後減少傾向をたどり 1971 年の生産量は、 14×10^9 barrel にとどまった。一方東部森林地帯の Zocalo での生産は 1965 年以降順調に生産が伸び、1970 年には 10×10^9 barrel に達したが、その後減少傾向にある。一方ペルー政府は地続きのエクアドルの石油開発が大成功をおさめたのに刺激され 1970 年以降アマゾン上流（ペルーの東北部）の開発に本格的にとりくみ 1971 年から 1972 年にかけて 10 数本を試掘あわせて日産 11×10^9 barrel の出油に成功した。アマゾン河上流部の石油開発のための投資は 1974 年末までに 27×10^9 US\$ に達するが 1976 年中頃に完成するアンデス山脈横断パイプライン（全長 825 km、直径 36 in）によりペルー北部太平洋岸の Bayovar 港まで送油される。1976 年の送油量は 250×10^9 barrel/日、1980 年には 1000×10^9 barrel/日と予想されているが現時点では未だ確実な産出予定は作られていない。なお Talara 地区では現在石油の生産にもなって 20×10^9 ft³ の天然ガス埋蔵量 $761,500 \times 10^9$ ft³ が産出されそのうち 7×10^9 ft³ は石油生産の動力および採油井戸の圧力保持のために利用されている。この残りの天然ガスは現在日本からの技術経済援助により建設中の Talara 肥料工場での肥料生産のために用いられる予定である。ペルーの石炭の主要な鉱床は La Libertad 県（Chicama 川流域）Ancash 県（Santa 川流域）および Lima 近郊（Oyon ~ Chaeras）に位置しその埋蔵量は $2,363 \times 10^9$ ton と想定されている。しかし現状では正確な資料が不足しているため石炭の物理的・化学的な性状および経済的な採炭可能量についても不明である。なお、ペルー北部に位置する Santa 川鉱床では 1940 年から 1960 年まで平均 100×10^9 ton の無煙炭が採炭されてきたが 1958 年以降減少傾向をたどり 1971 年に Chimbote を中心とする大地震により閉山された。

漁業

1971 年までペルーは世界全体の漁業生産高の 6 分の 1 を占める世界最大の漁業国であった。ただしその大部分（98%）はアンチョビ（片口イワシ）であり、それは魚粉飼料と魚油の製造のために使用され、総輸出外貨の 30% を占める重要な資源であった。しかし、1971 年から最近まで 3 年間のアンチョビの異常な不漁が原因でペルー北部に位置する魚粉、魚油工場（37 工場）の大部分はその操業を停止した。しかし 1974 年に入ってアンチョビの漁獲は増えはじめ最盛期の漁獲量約 12×10^9 ton に比し、 4×10^9 ton が期待されている。

Table 3-3 にペルー北部での漁獲量とその全国比とを示す。

なおペルー政府は国民のたん白質摂取率を高めるため食用漁業生産拡大政策をかけたペルー北部では Paita, Samancos (Chimbote) に缶詰、冷凍、そしてくんせい加工処理のための大工場を建設しようとしている。

工業

国家開発 5 ヶ年計画（1971 年～1975 年）の計画期間に予定される公共投資総額の 25.1% は工業部門に向けられ、工業生産の対 GDP 比率は 70 年の 20.9% から 75 年には 26.9% に高められようとしている。ペルー北部に関連する政府投資としては Chimbote に位置する SIDERPERU

Table 3-3 Haul of Anchovy and Fish Meal Production

Unit: 10³ ton

	1968			1970			1972		
	Northern region	Entire Peru	Ratio (%)	Northern region	Entire Peru	Ratio (%)	Northern region	Entire Peru	Ratio (%)
Haul of Anchovy	4,847	10,263	47.2	4,391	12,277	35.7	979	4,446	22.0
Fish meal	881	1,922	45.8	797	2,253	35.4	219	894	24.5
Export	-	2,083	-	716	1,873	38.2	478	1,524	31.4
Internal consumption	-	47	-	-	33	-	-	68	-
Increase and decrease in stock	-	-208	-	-	347	-	-	-656	-
Stock	-	392	-	-	654	-	-	128	-
Fish oil	-	292	-	-	311	-	-	-	-
Export	-	323	-	-	200	-	-	300	-

Table 3-4 Investment Scheme of Fishery at Northern Region

Project	Cold store (10 ³ ton)	Export (10 ³ ton)	Internal consumption (10 ³ ton)	Fishing boat No. of boat	Capacity (ton)	Total investment (10 ⁶ US\$)
Paíta	42	17	25	15	1,800	25.8
Samancos	25	20	5	5	2,000	16.4

Data source: EPCHAP

(1974年の洗鉄の生産量 400×10^3 ton) に 1.3×10^9 S/.、Talaraの肥料工場に 1.6×10^9 S/. を投資する予定である。なお1977年操業開始を目標に砂糖きびの絞りかす(バカス)をベースにした新聞用紙製造工場がTrujilloに建設される予定である。工場の建設には 2.2×10^9 S/. の投資が要求されるが、このうち 0.6×10^9 S/. はCOFIDEが出資し残額は外資の融資を受ける。工場の生産量は年間 110×10^3 tonとし、国内市場をまかなうに十分な量である。なお、Trujilloには自動車関連産業を中心とする各種工場の建設が予定されており工業都市として急速な発展が予想される。又上記以外にアマゾン上流で採油された石油の積出港となるBayovarには石油コンビナートの計画も考えられているが、具体化までには至っていない。

ペルー北部の既存の工業としてはSIDERPERUとその関連産業であり、今後期待出来る地域であるといえよう。

以上ペルー北部の農業、鉱業石油、漁業、工業について述べたが、この地域の業種別労働人口を示せばTable 3-5の如くなる。

Table 3-5 Labor Population Devided into Regions(1970)

Regions		Agri- culture	Mining	Manu- facture	Con- struction	Com- mercial	Service	Others	Total
Northern	Population (10 ³ persons)	680	15	155	28	94	190	36	1,199
	Ratio (%)	(57)	(1)	(13)	(2)	(8)	(16)	(3)	(100)
Central	Population (10 ³ persons)	483	48	333	71	264	511	71	1,782
	Ratio (%)	(27)	(3)	(19)	(4)	(15)	(24)	(4)	(100)
Southern	Population (10 ³ persons)	635	17	119	26	94	177	29	1,097
	Ratio (%)	(58)	(2)	(11)	(2)	(9)	(16)	(3)	(100)
Amazon	Population (10 ³ persons)	114	1	15	3	16	36	5	191
	Ratio (%)	(60)	(1)	(8)	(2)	(9)	(19)	(3)	(100)
Entire Peru	Population (10 ³ persons)	1,912	81	623	128	470	913	142	4,269
	Ratio (%)	(45)	(2)	(15)	(3)	(11)	(21)	(3)	(100)

3.2 電気事業の現状

電力設備の建設および運営に関する許認可は公共電力、自家用電力共に動力鉱山省の電気局において行なっている。1972年までは公共に供される電力の供給はSEN(Servicios Electricos Nacionales)、地方の公団(Santa公団等)市町村営および私営で行なわれていたがペルー政府は、これらを統合して国営の一貫した組織に変更を計り、SEN、Mantaro公団、Santa公団、Taena公団等を合せて、電力公社(ELECTROPERU)の組織を1972年10月に発足させた。

今後のペルー国内の公共の電力供給は主としてELECTROPERUが行なうこととなり市町村営、私営の供給機関も順次吸収されることとなる。

ELECTROPERUの供給範囲は、配電会社への卸売り、工場等大口需要家への直接供給および一部地方都市で小規模単独系統での直接供給の方法がとられる。

ペルー国の電気事業のための地域区分はFig 3-1に示す如く4地域に区分される。又主要発電所の位置をFig. 3-2に示す。ペルー国の電気料金は電気事業者から申請された料金を動力鉱山大臣が認可する形で夫々独自に決められている。ペルー政府は1974年12月30日付の動力鉱山省令1385 EM/DGEによって、ELECTROPERUが電気事業者および工業用需要家に供給する電気料金について、全国统一料金を実施することに決め1975年1月15日から実施した。ELECTROPERUが電気事業者および工業用需要家に売電する電気料金はTable 3-6に示す如く3部料金制が適用される。

RTable 3-6 Tariffs of Electric Power Sold by ELECTROPERU

Classes	No. 100	No. 200	No. 300	Reference
Demand charge	100 s/. /kW	90 s/. /kW	80 s/. /kW	Based on maximum monthly demand
Energy charge	0.6 s/. /kWh	0.55 s/. /kWh	0.5 s/. /kWh	
Reactive power energy charge	0.3 s/. /kVarh	0.28 s/. /kVarh	0.25 s/. /kVarh	More than 60% of effective energy
Minimum charge	100 s/. /kWx0.6	90 s/. /kWx0.6	80 s/. /kWx0.6	Based on contract power

Note (1) 料金種別 100 は受電電圧 13.8kV で最大電力需要が 50kW 以上の場合。

(2) 料金種別 200 は受電電圧が 13.8kV 以上 60kV で最大電力需要が 50kW 以上の場合

(3) 料金種別 300 は受電電圧が 60kV を超えて最大電力需要が 50kW 以上の場合

なお、公共電気事業用で最大電力需要が 30,000kW 以下の電気事業者には 25% の割引が行われる。又工業需要家とは "Ley Genral de Industria" に規定されている需要家をいう。

Michiquillay 鉱山の電気料金は上表の 300 を適用して計算すれば 14.7 mills/kWh となる。

3.2.1 中央電力系統

1973年10月に Mantaro 水力発電所 342MW の第一期工事が完成し、同時に竣工した総延長 765km の 220kV 送電線をとおして EE, EE, AA. の電力系統 (総設備出力 594MW) との連系が可能となった。この連系は全国連系系統を構成するための第一歩であり、さらに 1976年には Centromin 電力系統 (総設備出力 183.5MW), 1978年には Cahua 電力系統 (設備出力 40MW) および Santa 電力系統 (総設備出力 182MW) がこの連系系統に統合される予定である。

EE, EE, AA. と Mantaro 水力発電所との間の連系系統の運用は電力需要の増加と共に電力融通量は拡大するものと予想されるが、1974年1月の電力融通契約は 100MW で 1978年に Mantaro 2期工事 (114MW×4 Unit) が完成すると EE, EE, AA. への電力供給は 270MW まで増加する予定である。この連系系統の完成によって Pisco 市への電力供給も可能となった。

ペルー総人口の 30% を有する Lima を中心とする中央電力系統は、ペルー国全体の工業生産の 60% を占め電力消費は全国消費量の約 70% を占めている。Mantaro 水力発電所の完成により連系系統の総設備出力は 936MW で、1974年の連系系統の総需要 525MW に比し供給力にかなりの余力がみられる。しかし、連系系統の拡大、配電網の拡大整備が進むにつれて電力需要は今後共 10% 近い伸び率を示すものと思われ Mantaro に続く大規模水力電源の開発が待たれている。

中央電力系統で期待される大規模水力は Sheque 水力電源開発計画がある。

この Sheque 水力発電所 (設備出力 585MW) は既設 Huinco 水力発電所の取水口地点と既設 Marcapomacocha 分水トンネルよりアマゾン河流域から平均 22.8m³/s の分水を行ない最大出力 585MW を発電すると共に既設 Huinco 水力発電所に 60MW の発電機 1 台を増設すると共に下流増の電力量を含めて 2,985,000MWh を発電しようとするものである。この Sheque 水力発電所

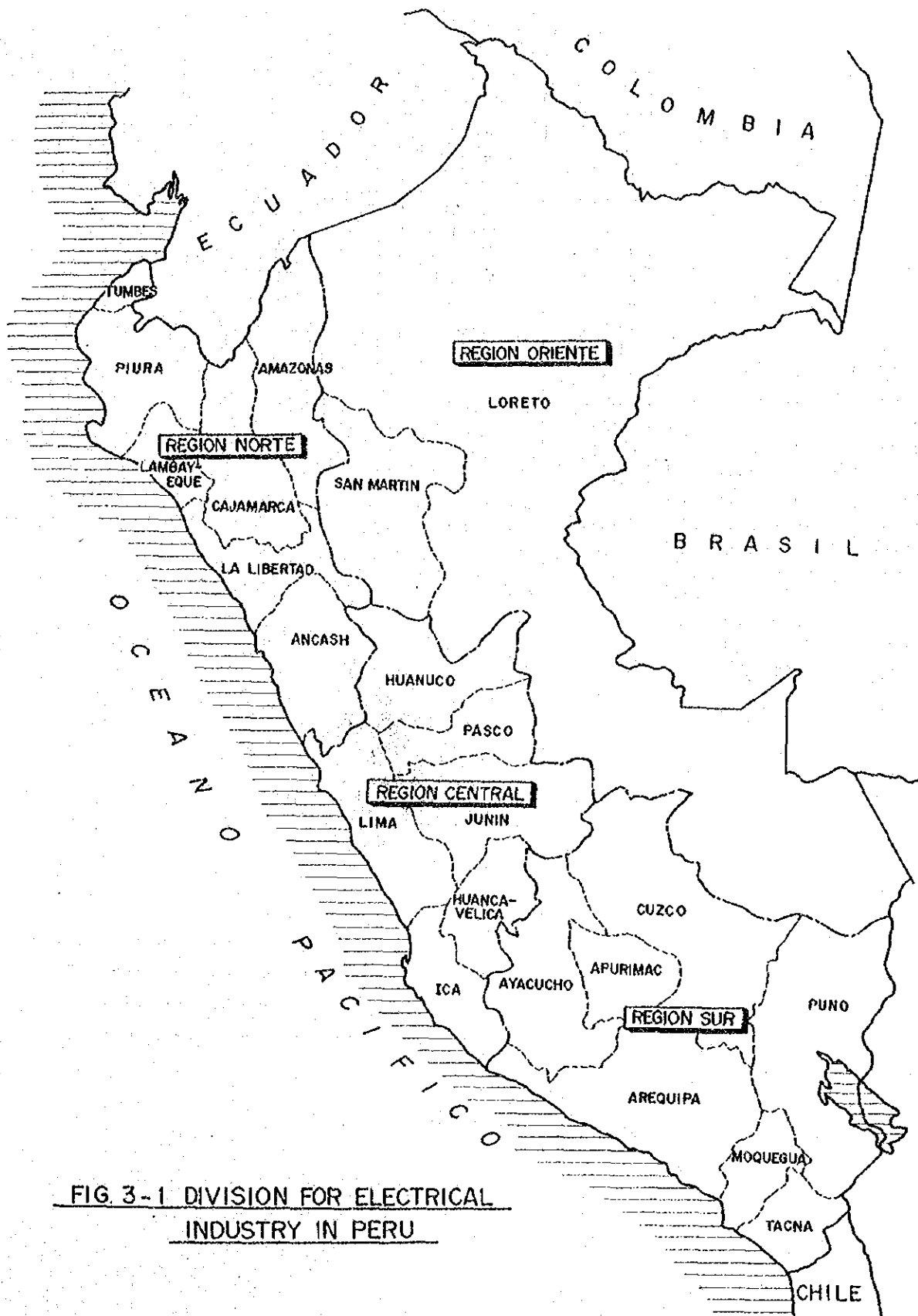
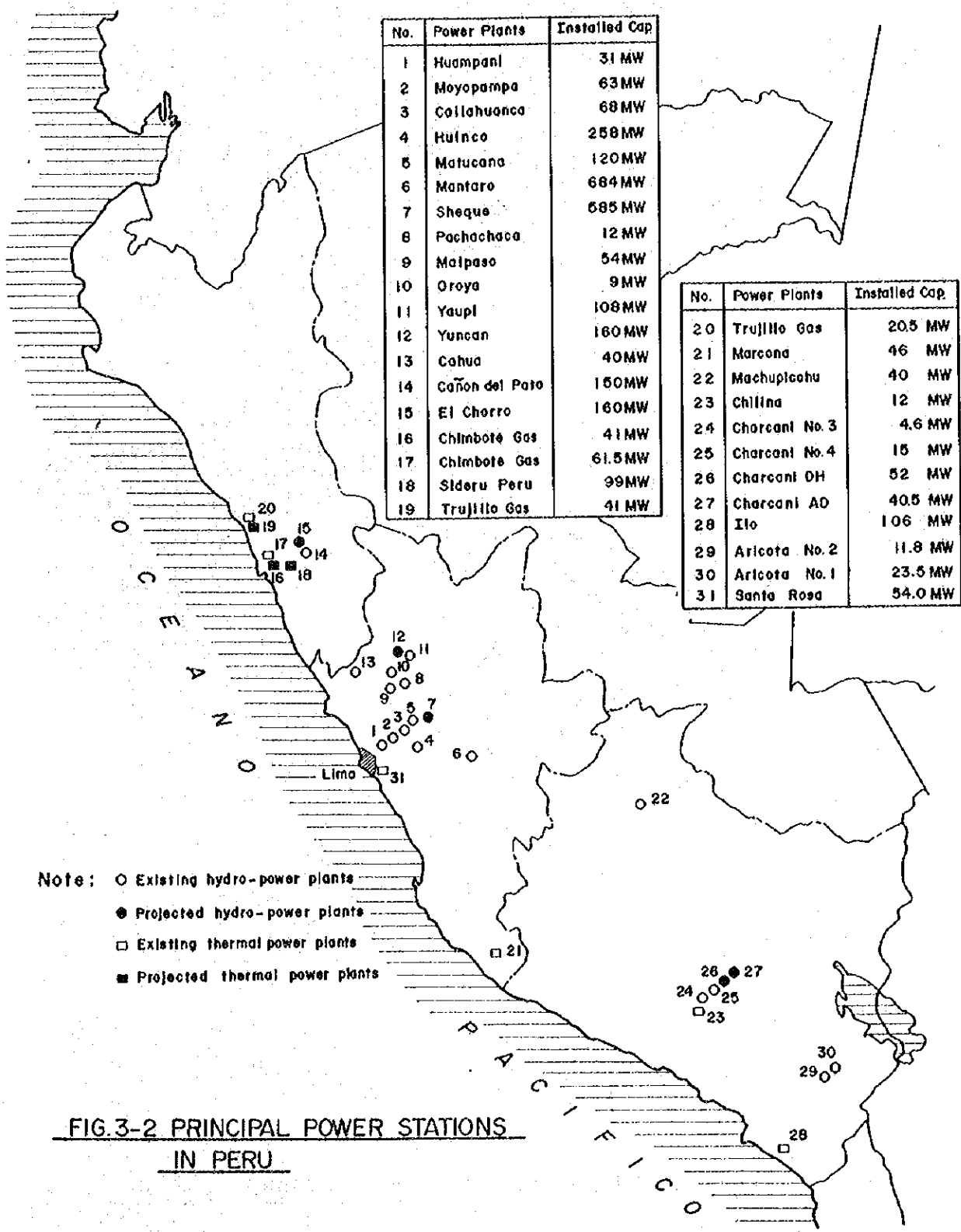


FIG. 3-1 DIVISION FOR ELECTRICAL
INDUSTRY IN PERU



No.	Power Plants	Installed Cap
1	Huampani	31 MW
2	Moyopampa	63 MW
3	Callahuanga	68 MW
4	Huinco	258 MW
5	Matucana	120 MW
6	Mantaro	684 MW
7	Sheque	685 MW
8	Pachachaca	12 MW
9	Malpaso	54 MW
10	Oroya	9 MW
11	Yaupi	108 MW
12	Yuncan	160 MW
13	Cahua	40 MW
14	Cañon del Pato	150 MW
15	El Cherro	160 MW
16	Chimbote Gas	41 MW
17	Chimbote Gas	61.5 MW
18	Sideru Peru	99 MW
19	Trujillo Gas	41 MW

No.	Power Plants	Installed Cap
20	Trujillo Gas	20.5 MW
21	Marcona	46 MW
22	Machupicahu	40 MW
23	Chilina	12 MW
24	Charcani No. 3	4.6 MW
25	Charcani No. 4	15 MW
26	Charcani DH	52 MW
27	Charcani AD	40.5 MW
28	Ilo	106 MW
29	Aricota No. 2	11.8 MW
30	Aricota No. 1	23.5 MW
31	Santa Rosa	54.0 MW

Note: ○ Existing hydro-power plants
 ● Projected hydro-power plants
 □ Existing thermal power plants
 ■ Projected thermal power plants

**FIG.3-2 PRINCIPAL POWER STATIONS
 IN PERU**

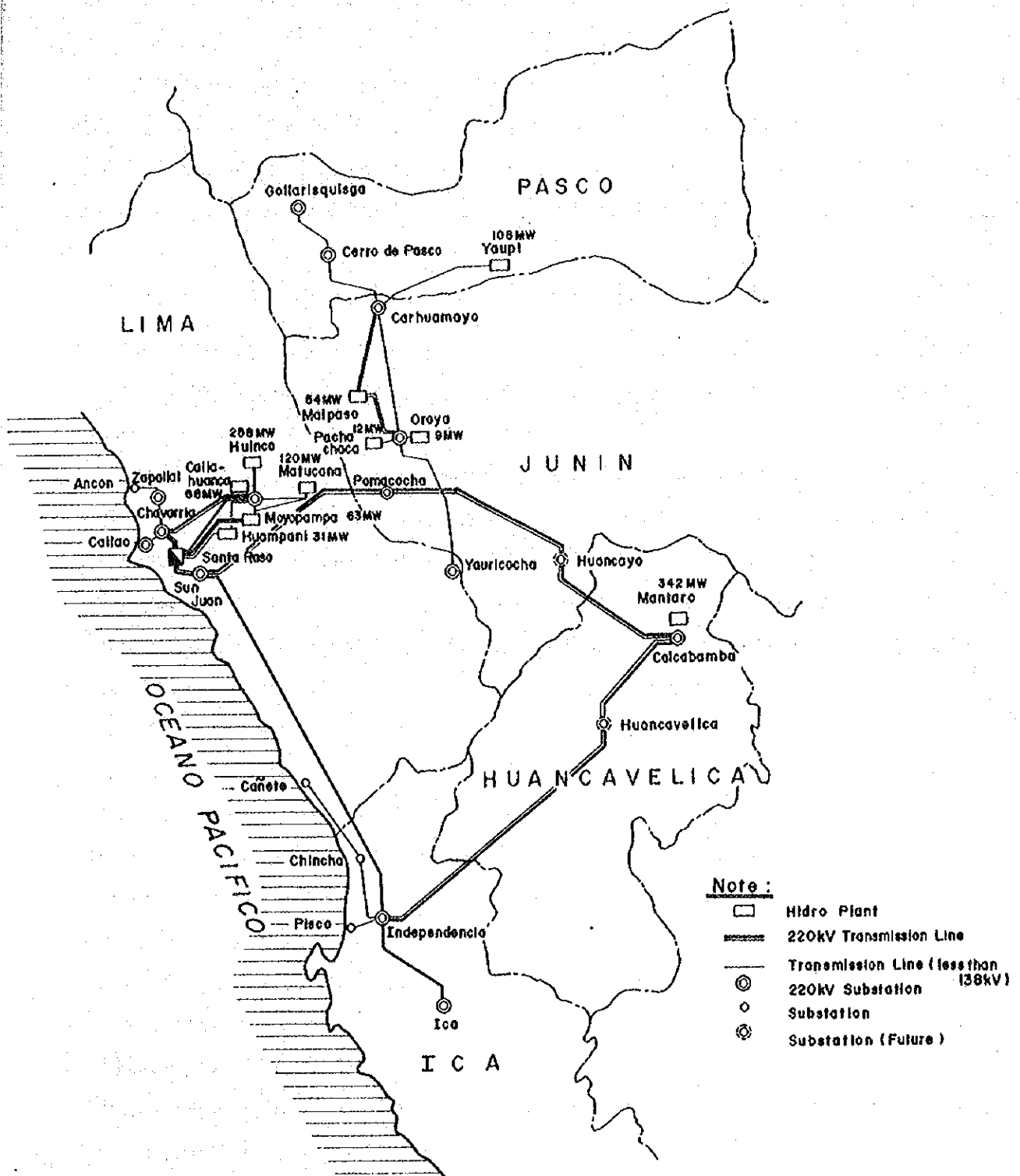


Fig. 3-3 EXISTING POWER SYSTEM IN CENTRAL REGION (1974)

の最終計画書の作成は、1974年10月に ELECTROPERU と Motor Columbus との間で契約され、実現への第一歩を踏み出しており、1980年末には第一期工事が完成するものと予想される。

なお、Shoque 水力計画は2期工事に分けられる予定である。中央地域の既設電力系統図を Fig 3-3 に示す。

3.2.2 北部地域の電力系統の現状

北部地域(プロジェクトの対象地域)には Chimbote市を中心とする Santa 系統の他、Santiago de Cao, Pacasmayo, Cajamarca, Chiclayo 地域などの電力系統があるが、これらの間には連系線がなく単独の電力系統を構成している。北部地区既設電力系統の系統図を Fig 3-4 に示す。

(1) Santa 電力系統

Santa 電力系統はペルー北部唯一の工業地帯である Chimbote 市を中心とした 138kV, 66kV の電力系統であり ELECTROPERU の Cañon del Pato 水力発電所から Chimbote 市 Trujillo 市, Huaylas 地区に電力を供給している。Chimbote 市には、国営製鉄所 (SIDERPERU), 魚粉工場, カーバイト工場などがある。

発電設備は Santa 川上流の Cañon del Pato 水力発電所 100MW (25MW×4) があり又ピーク用、非常用のガスタービンが Chimbote に 61.5MW (20.5MW×3), Trujillo に 20.5MW がある。なお、Cañon del Pato 発電所は水中に砂礫が多く水車ランナーおよびノズルの磨耗がはげしく発電機の停止(1台)が多い。したがって保証出力は 75MW としている。

138kV 送電線は Cañon del Pato - Chimbote 間 2 回線 93km, Chimbote - Trujillo 間に 1 回線 139km がある。

なお Santa 電力系統は 1978 年に中央電力系統と 220kV 送電線で連系される。

(2) Santiago de Cao 地域

Trujillo - Pacasmayo 間に農業用及び工場の自家用設備が点在している。主な発電設備は汽力、ディーゼル発電機であり Santiago de Cao の製紙工場 (TRUPAL) の 12.5MW, Cartavio の製糖工場の 4.6MW, Casa Grande 農協の 14MW, Laredo 農協の 4MW などがある。製紙工場と製糖工場は 34.5kV 送電線で連系されているが他は単独系統である。

なお 1976 年に Trujillo - Santiago de Cao 間に 138kV 2 回線送電線が建設され Santa 電力系統と連系される。

(3) Pacasmayo 地域

Pacasmayo 市は Eléctrica San Andres S.A. が 800kW のディーゼルで町の電力供給を行なっている。郊外にはセメント工場があり 7MW の汽力とディーゼルを持っており 1977 年に日産 1,000ton から 3,000ton に増設する計画があり、これにともない 18MW の火力発電所の建設を計画している。

又 Pacasmayo 市の周辺には San Pedro de Lloc 470kW, Chepen 及び Guadalupe に 950kW のディーゼル発電機がありそれぞれその地区に電力を供給している。

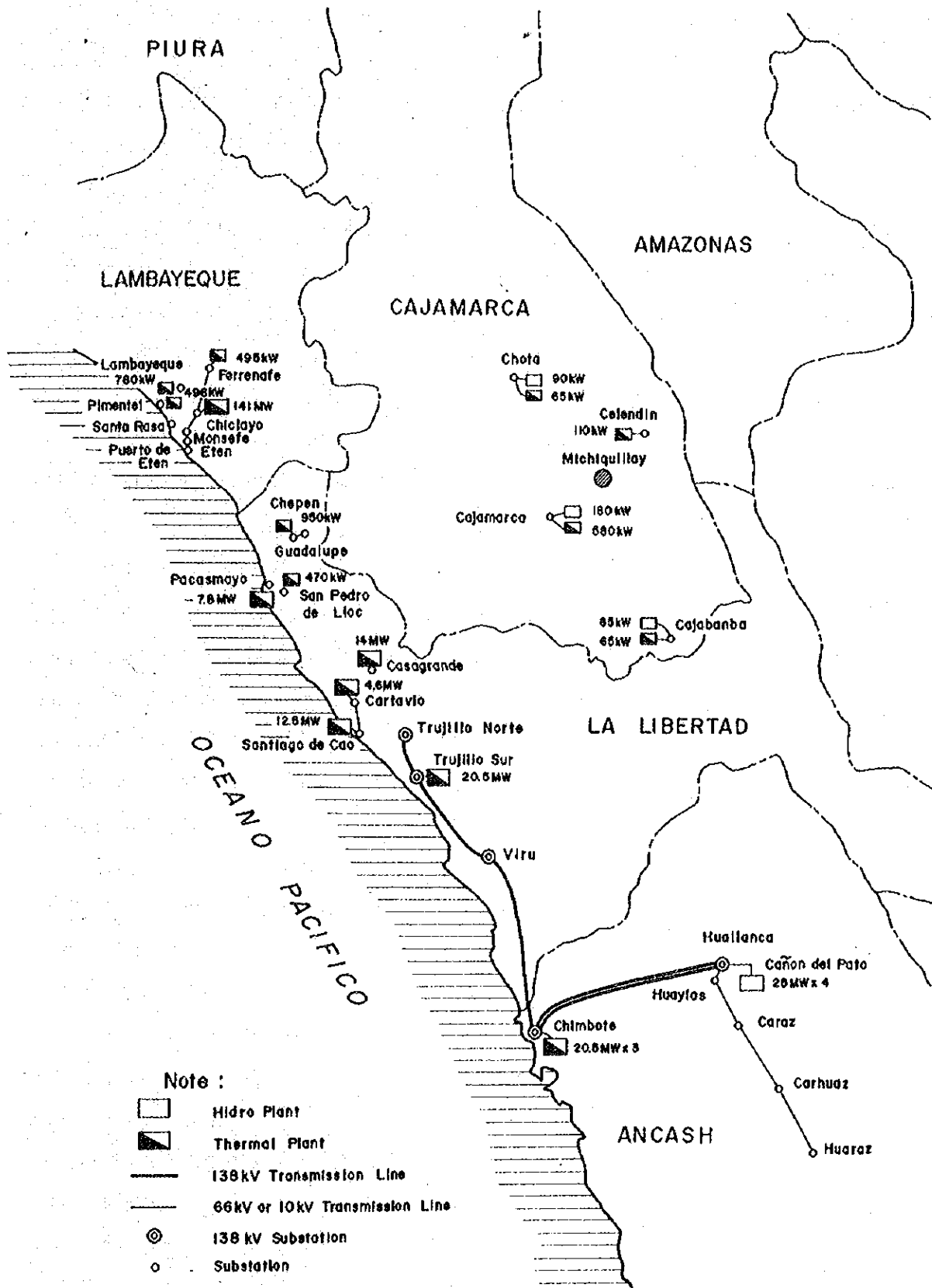


Fig. 3-4 EXISTING POWER SYSTEM IN NORTHERN REGION (1974)

(4) Cajamarca地域

この地域は農業を中心とした地域でCajamarca市の大部分は電灯需要である。電力供給は市内の水力発電所とディーゼル発電所より13.8kVで電力供給を行っている。

発電設備は3,760kWである。この他にColandin, Cajabamba, Chotaなどの各町がありそれぞれ独立した系統を構成している。

(5) Chiclayo 地域

Chiclayo を中心とした地域で砂糖キビ、米を中心とした農業地帯である。Chiclayoの火力発電所より10kVの配電線でChiclayo市、Monsefu, Eten, Puerto de Eten, Ferrenafeの各町に電力を供給している。発電設備はChiclayo発電所に汽力、ディーゼル14.1MW(内3MWは修理中)、Ferrenafeに495kWのディーゼルがある。

またLambayeque, Pimentel, Santa Rosa, San Joseの各町は各々ディーゼルを設置し電力供給を行なっているが、近々10kVの配電線でChiclayoと連系される。

なお、ELECTROPERUは将来220kV送電線でSanta系統と連系する計画をもっている。

3.3 Michiquillay 鉱山開発の現状

1957年にペルー人により発見されたMichiquillay 鉱山はその後いくつかの変遷を経て1970年の鉱区失効宣言による国有化によりASARCOの所有していた鉱業権はペルー政府に移譲されその後ミチキジャイ鉱業株式会社とMINEROPERUとの間で鉱山開発を共同開発することに決まり現在総合開発計画書(F.R)のとりまとめが進められている。

鉱山開発のために必要な調査を鉱山開発計画とインフラ整備計画とに2分すれば次の如くなる。

(1) 鉱山開発計画

地質調査、採鉱基本計画、土木関係付帯設備(廃滓、用水ダム、河川切替、道路および設備土建基礎工事)、選鉱研究、地形図の作成は終了し、選鉱計画(パイロット・プラント)の最終的な結論のとりまとめ等をMINEROPERUとミチキジャイ鉱業、双方の技術者の協同作業でペルー国内で進められている。一方、日本においては鉱量、品位計算、採鉱計画、選鉱基本フローシート、機械設備計算、各付帯設備の土木工事費計算、各メーカー見積りとりよせ、最適規模の決定等の検討がほぼ終了し現在とりまとめが進められている。

(2) インフラ整備計画

1973年7月金属鉱業事業団の委託により国際開発センターがCajamarca地区インフラ基礎調査(目良ミッション)を実施し鉱山都市、水資源開発、電力開発、港湾開発の基本計画を立案、さらに必要な調査を日秘両国政府に勧告したが、これをうけて、1974年11月に本プロジェクトの調査である電力部門の調査団の派遣が行なわれ、引続き1975年3月に道路開発の調査団がペルー国に派遣された。港湾、鉱山都市、水資源開発についても順次調査団が派遣される予定である。なお1982年に操業を開始するためには、これらのインフラ整備

事業が不可欠でこのための建設期間は5ヶ年が必要とされている。

鉱山の開発は露天掘により1982年より 40×10^3 ton/dayの鉱石を処理し産出銅精鉱を新設予定のPacasmayo港まで240kmをパイプ流送し、脱水、乾燥、搬出する。鉱石の埋蔵量は品位0.75%以上の銅鉱石で 412×10^6 tonといわれており 40×10^3 ton/dayの処理で鉱山ライフは約30年である。

総開発起業費は当初の見込額 284×10^6 US\$より石油危機以来の諸物価の急騰により約 400×10^6 US\$以上に上昇する見込で、採掘規模を経済性の見地から大きくする必要があり1987年からは 70×10^3 ton/dayの鉱石処理が考慮されている。なお品位を確立するためのパイロットプラントが1974年9月に操業を開始したが、その結果は非常に良好で鉱山の開発に明るい見通しを与えている。

Comparison of Dimensions for Development of the Michiquillay Mine

Dimensions	Japanese Mission	ASARCO
Quantity of ore (10^6 ton)	412	519
Handling of ore (10^3 ton/day)	30	36
Average grade of ore for 13 years (%)	Cu 0.823	0.80
Total average grade of ore (%)	0.75	0.72
Initial strip sand and soil (10^6 ton)	60	143
Copper ore mining ratio (%)	87.7	87
Copper concentrate (%)	Cu 30	29
Annual production of copper (ton)	75,800	95,600
Total development cost		
Mining (US\$ 10^6)	240	} 338
Infrastructure (")	44	
Total (")	284	338

第4章 電力需要想定

第4章 電力需要想定

4-1 基本的な考え方

Michiquillay 送変電設備によって供給される電力量は 95% が Michiquillay 鉱山で消費される。したがって本プロジェクトの技術的経済的な評価に必要な電力需要想定は Michiquillay 鉱山の電力需要を正確に把握すればその目的の大半は達成されることになる。しかし Michiquillay 鉱山に電力を供給するために必要な電力が、既存の発電設備および電源開発計画をとおして十分な供給能力があるかどうかを検討する必要がある、この意味から中央および Santa 電力系統の電力需要想定が必要である。

中央電力系統および Santa 電力系統については、1974 年に動力鉱山省の電気局が実施した電力需要想定、さらに Santa 電力系統については日本政府調査団が 1975 年 2 月にペルー国政府に提出した“ヤンガス水力開発計画予備調査報告書”に詳細な電力需要想定が行なわれている。これらは地域別に需要想定を行ない累積したいわゆる積上方式である。調査団はこれらの数値をベースに現地調査の結果得られた資料で若干の補正を加え、中央電力系統および Santa 電力系統の電力需要想定を行なった。

そしてこれらの結果(積上方式による需要想定)をマクロ的な電力需要想定とクロスチェックすることによりその妥当性を確認することにした。

4-2 Michiquillay 鉱山および周辺地域の電力需要

4-2-1 Michiquillay 鉱山の電力需要

Table 4-1 Demand at Michiquillay Mine

Classification	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Mining: Max. demand (MW)	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.9
Energy (GWh)	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	17.1
Concentrate:						
Max. demand (MW)	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	46.0
Energy (GWh)	197.8	197.8	197.8	197.8	197.8	321.4
Mining city and others:						
Max. demand (MW)	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	16.1
Energy (GWh)	70.4	70.4	70.4	70.4	70.4	114.2
Total: Max. demand (MW)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	65.0
Energy (GWh)	278.7	278.7	278.7	278.7	278.7	452.7

Note: 1/ Constant in and after of 1987

Michiquillay 鉱山の電力需要は鉱山開発に伴なり鉱山都市約 4 万人への必要な電力供給も含めて、採掘規模を 40×10^3 ton/日とすれば、その最大電力 40 MW、採鉱規模が 70×10^3 ton/日となる。1987 年以降は 65 MW と予想される。年度別の最大電力および電力量は次の如くなる。

Michiquillay 鉱山需要の中で留意すべき電力需要に同期電動機の負荷約 15.2 MW がある。この需要は鉱石を粉砕するミルの駆動用電動機が主たるものであり、高負荷率運転 (LF=0.84) が予想される。

4-2-2 Michiquillay 鉱山周辺の電力需要

Michiquillay 鉱山の位置する Cajamarca 県の電力需要は、県首都であり人口約 5 万人を有する Cajamarca 市で 1974 年 10 月の実績において 2,000 kW に満たない。発電設備を有する市町村の実績を示せば Table 4-2 の如くなる。

Cajamarca

Table 4-2 Actual Demand of Cajamarca in October 1974

Cities	Urban population (10 ³ persons)	Effective installed capacity (kW)	Max. demand (kW)	Generation (MWh)	L. f (%)	No. of customers	kWh per. customers	Reference
Cajamarca	49.8	3,760	1,740	509.2	40.6	4,484	114	Diesel, Hydro
San Marcos	2.1	75	46	8.1	27.4	448	18	Hydro
Cajabamba	5.8	125	-	4.6	-	399	12	Diesel, Hydro
Celendin	8.0	189	75	11.3	20.9	792	14	Diesel
Bambamarca	5.0	63	21	5.9	39.0	132	47	Hydro
Chota	6.1	195	99	23.9	33.5	732	33	Diesel, Hydro
Santa Cruz	2.8	217	63	8.8	19.4	243	36	Diesel,
Cascas	2.5	145	79	15.4	27.1	405	38	Hydro
Niepos	0.8	26	7	2.5	49.6	81	31	Hydro
Contumaza	2.6	155	51	10.4	28.3	334	32	Hydro

Michiquillay 鉱山に隣接して建設される Michiquillay 変電所から 30km 以内に位置し、供給の対象として考慮しうる都市は Cajamarca 市および Celendin 市がある。現在の都市人口と需要員数からみて潜在需要は現在需要の 1.5~2 倍程度と想定される。

Cajamarca, Celendin の電力需要想定結果を Table 4-3 に示す。

Cajamarca, Celendin の地域開発による需要増として期待されるのは、製材業、製粉業、ならびに窯業等の軽工業があげられるが、当面具体的な計画はない。

4-3 Santa 電力系統および Chiolayo 電力系統の電力需要

既存の Santa 電力系統は Santa 川に位置する Cañon del Pato 水力発電所 (100 MW) を中心に、

Table 4-3 Demand of Cajamarca and Celendin

Location	Year	1976	1978	1980	1982	1985	1990	Increase (%)
Cajamarca:								
Max. demand (MW)		2.1	2.7	3.3	4.0	5.0	6.5	8.4
Energy requirement (GWh)		7.1	8.9	10.6	12.3	14.6	18.3	7.0
Celendin								
Max. demand (MW)		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.9	11.2
Energy requirement (GWh)		0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.9	8.7
Total Total								
Max. demand (MW)		2.3	3.0	3.7	4.5	5.6	7.4	8.7
Energy requirement (GWh)		8.0	10.0	12.0	14.0	16.6	21.2	7.2

Source: Prefeasibility Report on Yangas Hydro Power Project, prepared by JICA

Chimbote 変電所および Trujillo 変電所に設置されたガスタービン(合計出力 82MW), これらの電源を連系する 138 KV 送電線および Chimbote 市および Trujillo 市に位置する受電変電所により構成されている。

この Santa 電力系統の 1974 年の最大電力需要は 82MW でその 60% は Chimbote 市に位置する SIDERPERU で消費されている。

Table 4-4 Actual Demand in Santa Power System

Year	Cañon del Pato (GWh)	Chimbote Gas turbine (GWh)	Trujillo Gas turbine (GWh)	Total generated energy		L. F (%)	Energy demand at customer			Loss factor (%)
				(GWh)	(MW)		SIDER-PERU (GWh)	Residential and others (GWh)	Total (GWh)	
1968	210.2	-	-	210.2	51.5	46.6	76.6	119.4	196.0	6.8
1969	218.1	-	-	218.1	51.0	48.8	84.9	121.0	205.9	5.6
1970	113.4	-	-	118.2	53.0	25.5	37.5	72.2	109.7	7.2
1971	245.0	5.4	-	250.3	60.0	47.6	117.6	106.7	224.3	10.4
1972	247.0	16.5	3.4	263.7	57.0	52.8	125.4	111.4	236.8	10.2
1973	321.0	12.4	2.4	335.8	71.0	54.0	184.4	119.2	303.6	9.6
Increase (%)	8.8	-	-	9.8	6.6		20.1	0.0	9.0	-

近年の Santa 電力系統の発電実績を Table 4-4 に示す。

なお、1970年5月に Chimbote市を中心に大地震が発生し、Cañon del Pato水力発電所は復旧工事のため長期に亘って停止の止むなきに至った。この結果1970年の発電実績は1969年に比し、約50%となっている。Cañon del Pato水力発電所の長期に亘る停電事故が Chimbote市を中心とした被災地域の復旧工事に大きな支障をあたえたが、ペルー政府は急拠このような不測の非常事態に対応出来るよう Chimbote市に 20.5MW のガスタービン3台、Trujillo 市に同一ユニット容量のガスタービン1台を夫々1971年および1972年に建設した。

Pacasmayo からパン・アメリカン道路で約100Kmに位置する Chiclayo はペルー北部において最大の都市である Trujillo に次ぐ才2の主要都市で人口約20万人を擁する Chiclayo 市の電気事業は私企業であり、Cia. de Servicios Eléctricas S.A は1974年10月現在総設備出力14.1MWを有し、最大9.0MWの発電を行なっている。1968年以降の発電実績および消費電力量を Table 4-5 に示す。

Table 4-5 Actual Demand in Chiclayo City

Year	Generated energy (GWh)	Max. demand (MW)	L. f (%)	Energy demand at customer end (GWh)	Loss factor (%)	Reference
1968	26.4	5.5	54.8	-	-	
1969	28.4	5.9	54.9	-	-	
1970	30.0	6.3	54.3	-	-	Energy sold in
1971	32.5	6.8	54.6	-	-	1973:
1972	35.1	7.3	54.9	-	-	s/.56,977x10 ³
1973	36.3	7.9	52.5	29.9	17.6	
Increase (%)	6.6	7.5	-	-	-	

Cia de Servicios Eléctricas S.A は電力需要の伸びに対処するため 2.5MW ユニットのディーゼル発電設備の増設計画を進めており 1975年3月に完成の予定である。

1976年以降の Santa 電力系統および Michiquillay プロジェクト対象地域の電力需要を MEM の想定値および Yangas 水力開発計画調査団の想定値と対比すれば Table 4-6, 4-7 の如くなる。なお1976年から1990年までの毎年の詳細な想定値は Table A-2-1, A-2-2 に示すとおりである。なお、我々調査団はヤングス調査団の電力需要想定値のうち SIDERPERU の電力負荷を調査団が入手した最新の設備計画をベースに見直された電力需要を SIDERPERU の電力需要とし、その他は同一の値を採用した。

Table 4-6 Power Demand in Santa and Other Systems

Item	Unit: MW						
	Year	1976	1978	1980	1985	1990	Increase (%)
		2/					
Sistema Santa		(-)	(357)	(413)	(580)	(627)	(7.1)
		139	253	279	350	415	8.1
Pacasmayo		(-)	(21)	(23)	(46)	(64)	(9.8)
		2	7	9	18	29	21.0
Lambayeque (Chiclayo)		(-)	(-)	(95)	(113)	(142)	(4.1)
		14	16	20	35	51	9.7
Cajamarca	}	2	3	4	5	7	9.4
Celendin							
Michiquillay 1/				1/	(50)	(57)	(-)
		-	-	-	40	65	-
Total		(-)	(378)	(531)	(789)	(890)	(9.5)
		157	279	312	448	567	9.6

Note : 1/ Michiquillay mine will be put in operation in 1982.

2/ Figures in parenthesis indicate the demand estimated by MEM.

Table 4-7 Energy Demand in Santa and Other Systems

Items	Unit: GWh						
	Year	1976	1978	1980	1985	1990	Increase (%)
		2/					
Sistema Santa		(-)	(1,348)	(1,855)	(2,533)	(2,937)	(7.7)
		631	1,128	1,340	1,926	2,213	9.4
Pacasmayo		(-)	(103)	(115)	(188)	(267)	(8.6)
		11	30	40	70	95	16.6
Lambayeque (Chiclayo)		(-)	(-)	(487)	(564)	(680)	(3.4)
		66	79	93	140	200	8.2
Cajamarca	}	8	10	13	17	21	7.1
Celendin							
Michiquillay 1/					(287)	(323)	(-)
					278	452	-
Total		(-)	(1,451)	(2,457)	(3,572)	(4,207)	(10.1)
		716	1,247	1,486	2,431	2,981	10.7

Note : 1/ Michiquillay mine will be put in operation in 1982.

2/ Figures in parenthesis indicate the demand estimated by MEM.

4-4 中央電力系統の電力需要

中央地域の連系系統を構成する電力系統は 1976 年以降において既設の Mantaro 電力系統, EE, EE, AA 電力系統, Centromin 電力系統および Marcona 電力系統の 4 電力系統によって構成される。

又、1978 年には Lima-Chimote 連系送電線の完成によって既設 Paramonga 電力系統が中央電力系統に連系される。この結果 1978 年以降に中央電力系統に連系されない中央地域内の電力系統は総設備出力の 10% 以下となる。

1974 年の Paramonga 電力系統を含む 5 電力系統の総設備出力は 1,207 MW, 最大電力需要は 745 MW (想定) である。

中央電力系統のうち EE, EE, AA の電力需要の占める比率は 70%, Centromin の電力系統が占める割合は 18% である。この両電力系統の電力需要の過去の実績を Table 4-8 に示す。

Table 4-8 Actual Data of EE, EE, AA and Centromin

Year	EE, EE, AA		Centromin		Remarks
	Max. Demand (MW)	Generated Energy (GWh)	Max. Demand (MW)	Generated Energy (GWh)	
1968	338	1,733	123	951	
1969	353	1,842	126	920	
1970	391	1,994	127	924	No available data on
1971	425	2,204	129	876	Centromin for 1973
1972	444	2,345	130	973	
1973	485	2,555	-	-	
Increase(%)	7.6	8.1	-	-	

Centromin は 1980 年までに Toromocha 鉱山の新規開発および既設鉱山の Cofriza, Casapalca の開発により年間 118×10^3 ton の電気銅の生産計画を推進している。このための電力需要と既設の鉱山電力需要を合わせると需要は倍増するものと予想され、このために必要な電源として Yuncan 水力発電計画 (160 MW) が進められている。

Lima 市南方 400 Km に位置する Nazca にペルーで才 2 番目の製鉄所建設計画があり、ペルー政府は 1980 年に操業開始を目途に諸準備を進めている。鉄鉱石は近くの Marcona 鉱山から供給される予定である。

1976 年以降の中央電力系統の電力需要想定結果を MEM の想定値と調査団が入手した EE, EE, AA の 1973 年の発電実績を考慮して補正した電力需要想定値とを対比すれば Table 4-9, 4-10 の如くなる。

Table 4-9 Power Demand in Interconnected Central Power System

Item	Unit: MW						
	Year	1976	1978	1980	1985	1990	Increase (%)
		(623)	(789)	(958)	(1,366)	(1,940)	(8.5)
Sector Lima		600	714	850	1,313	2,030	9.1
S. Paramonga-Huacho		-	62	66	69	80	-
S. Pisco		16	17	17	20	23	2.6
S. Ica		8	9	10	14	19	6.4
S. Nazca		-	-	16	72	107	-
S. Marcona Mining		115	115	115	115	126	0.7
S. Huancavelica		-	20	36	43	49	7.8
S. Centromin		209	289	392	439	485	6.2
S. Tarma		17	20	27	35	40	6.3
S. Huancayo		-	14	17	23	32	7.8
S. Otros		6	15	20	27	39	-
Estimated new demand		-	-	-	-	75	-
		(994)	(1,350)	(1,674)	(2,223)	(3,015)	(8.3)
Total		971	1,275	1,566	2,170	3,105	8.7

Note: Figures in parenthesis indicate the maximum demand estimated by MEM.

Table 4-10 Energy Demand in Interconnected Central Power System

Item	Unit: GWh						
	Year	1976	1978	1980	1985	1990	Increase (%)
		(3,274)	(4,148)	(4,941)	(7,213)	(10,414)	(8.5)
Sector Lima		3,153	3,752	4,467	6,901	10,669	9.1
S. Paramonga-Huacho		-	312	334	350	410	2.3
S. Pisco		39	53	61	73	86	5.8
S. Ica		36	43	51	71	94	7.1
S. Nazca		-	-	56	403	635	-
S. Marcona Mining		638	638	638	638	704	0.7
S. Huancavelica		-	170	215	253	288	4.5
S. Centromin		1,517	2,107	2,877	3,221	3,556	6.3
S. Tarma		91	104	135	181	205	6.0
S. Huancayo		-	40	49	74	107	9.0
S. Otros		30	63	79	109	138	-
Estimated new demand		-	-	-	-	416	-
		(5,625)	(7,678)	(9,436)	(12,586)	(17,053)	(8.2)
Total		5,504	7,282	8,962	12,274	17,308	8.5

Note: Figures in parenthesis indicate the energy demand estimated by MEM.

なお、1976年から1990年までの毎年の詳細な想定値はTable A-2-1, A-2-2に示されておりである。

4-5 マクロ的手法による電力需要想定

国民1人当りの所得と1人当りの電力消費量との間には非常に密接な相関があることは良く知られた事実である。Fig 4-1に1973年の国連統計年鑑の世界各国の1人当りの国内総生産と1人当りの消費電力量との間の相関関係を示す。

Table 4-11 Comparison of Load Forecast between Macro and Analytical Method

Unit: 10^6 kWh

Year	1980	1985	1990
I. Load forecast by macro method			
(1) Growth rate of GDP: 4 %			
Santa system	1,072	1,447	1,958
Central system	6,525	8,803	11,914
Total	7,597	10,250	13,872
(2) Growth rate of GDP: 6 %			
Santa system	1,217	1,867	2,834
Central system	7,404	11,359	17,273
Total	8,621	13,226	20,107
(3) Growth rate of GDP: 8 %			
Santa system	1,444	2,100	3,994
Central system	8,784	12,779	24,298
Total	10,228	14,879	28,292
II. Load forecast by analytical method			
(1) Load forecast by mission			
Santa system	1,353	2,291	2,781
Central system	8,962	12,274	17,308
Total	10,315	14,565	20,089
(2) Load forecast by MEM			
Santa system	1,855	3,008	3,527
Central system	9,436	12,586	17,053
Total	11,291	15,594	20,580

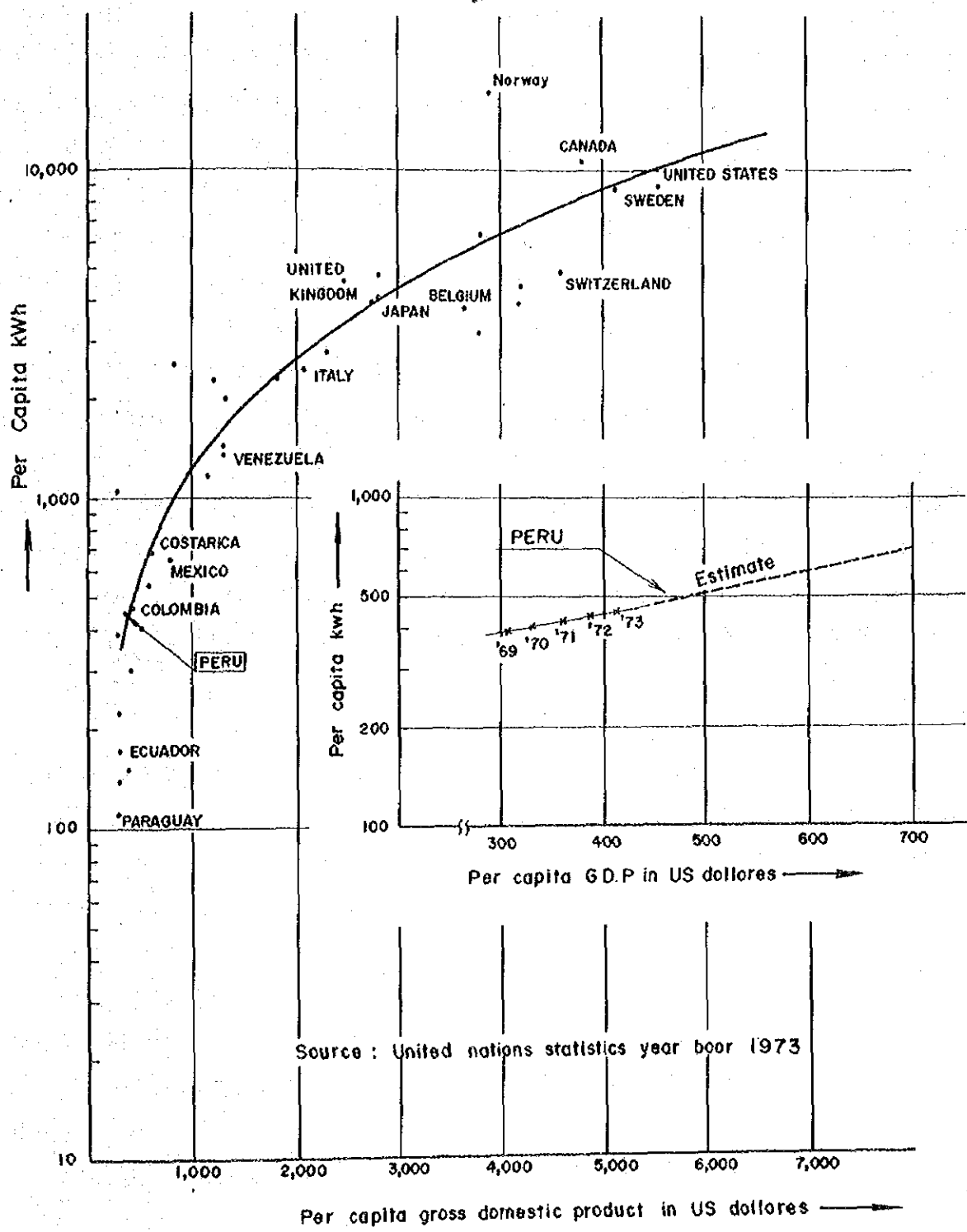


Fig. 4-1 RELATION BETWEEN PER CAPITA KWH AND GROSS DOMESTIC PRODUCT

ペルー国の1人当りの消費電力量と国民1人当りの国内総生産はほぼ世界の平均的な位置にあり、国民1人当りの国内総生産(1人当りの所得とみても良い)の伸びに応じて世界の平均的な電力消費の伸びをトレースするものと考えて良いであろう。

マクロ的な手法による電力需要想定をペルー国の中央電力系統および北部電力系統に適用するにあたっては国内総生産GDPの動向を将来に亘って想定する必要がある。ペルー国の1971年から1975年までの5ヶ年計画の国内総生産の目標伸び率は毎年7.5%であるが、実績は1973年が5.6%、1974年は6.3%の伸びを示した。国内総生産を長期に亘って想定することはペルー経済の経済構造からみて困難である。すなわち、鉱山資源を主とする経済開発計画は世界経済の動向と密接な関係があり、国際市場価格にも左右される。

したがって、ペルー国の国内総生産が1990年まで毎年8%、6%、4%で伸びた場合のペルー国全体の電力需要を求め中央電力系統およびSanta電力系統が全国の電力需要に示める比率は将来でも変わらないものとして電力需要を算出した。その結果をTable 4-11に示す。

このマクロ手法による想定結果より、積上方式の電力需要想定の結果を評価すれば1980年までの電力需要の伸びは、国内総生産の伸びが7%程度なければ達成が困難と思われる。1990年までの長期に亘るマクロ手法による想定結果は国内総生産の伸び6%の場合と良く一致している。

なお、Santa電力系統の積上方式による電力需要想定結果は、マクロ手法による想定結果の上限にあるが、SIDERPERUの増設計画およびMichiquillay鉱山の電力需要による影響が大きいものと思われる。

4-6 電力需給バランスと中央電力系統からSanta電力系統への送電々力

電力需給バランスを検討するにあたっては中央電力系統とSanta電力系統は1978年にはLima-Chimbote連系送電線によって連系されるので、連系系統全体での電力需給バランスを検討すると共にLima-Chimbote連系送電線による中央電力系統よりSanta電力系統への供給余力についても合わせ検討した。

4-6-1 電源開発計画

電源開発計画については、既存の報告書をベースに現時点で尤も妥当と思われる建設工程を検討し、下記の電源設備が1985年までに系統に連系されるものとした。

中央電力系統

Mantaro 水力発電所	4号機	114MW	1976年10月
	5号機	"	1977年3月
	6号機	"	1977年7月
	7号機	"	1977年12月
Lima 火力発電所		125MW	1978年
Sheque 水力発電所	1期	292.5MW	1981年

Huinco	水力発電所	増設	60MW	1981年
Sheque	水力発電所	2期	292.5MW	1983年
Yuncan	水力発電所		160MW	1984年
	小計		1,386MW	

Santa 電力系統

Gas turbine			82MW	1976年
Cañon del Pate (増設)			50MW	1978年
SIDERPERU	火力発電所		99MW	1978年
EL Chorro	水力発電所		160 MW	1982年
	小計		391 MW	

4-6-2 電力需給バランス

電力需要は積上方式によって想定された電力需要を採用し、又供給力については各発電所別に

Table 4-12 Supply Capability in the Central and Santa Power Systems up to 1985

Name of power plants	Installed capacity (MW)	Dependable power (MW)	Dependable energy (GWh)	Remarks
I. Central power system				
a) Existing power plants				
EE, EE, AA				
Huinco	258	240	875	
Matucana	120	90	745	
Callahuanca	68	60	505	
Moyopampa	63	63	460	
Huampani	31	27	190	
Santa Rosa	54	48	47	Gas turbines
sub-total	594	528	2,822	
Centromin				
Pachachaca	12	4.5	38	
Malpaso	54.5	43	200	
Yaupi	108	86.4	680	
La Oroya	9	7	47	
sub-total	183.5	140.9	965	
Cahua	40	40	175	HIDROANDINA
Marcona	47	42	245	Marcona Mining Co.
Mantaro	342	342	2,990	ELECTROPERU
Total	1,206.5	1,092.9	7,197	

b) Under construction or planning				
Sheque	585	585	1,792	
Huinco	60	0	1,193	after completion of Sheque 2nd stage
Mantaro	456	342	70	
Lima thermal	125	113	766	
Yuncan	160	160	910	
Sub-total	1,386	1,200	4,731	
Total	2,592.5	2,272.9	11,928	

2. Santa power system

a) Existing power plants

Cañon del Pato	100	75	630	
Chimbote Gas turbine	61.5	61.5	54	
Trujillo Gas turbine	20.5	20.5	18	
Sub-total	182	157	702	

b) Under construction or planning

Cañon del Pato	50	50	25	Additional 2 unit
Chimbote Gas turbine	41	41	36	20.5 MW x 2 unit
Trujillo Gas turbine	41	41	36	ditto
El Chorro	160	120	1,046	
SIDERPERU	99	66	605	
Sub-total	391	318	1,748	
Total	573	475	2,450	

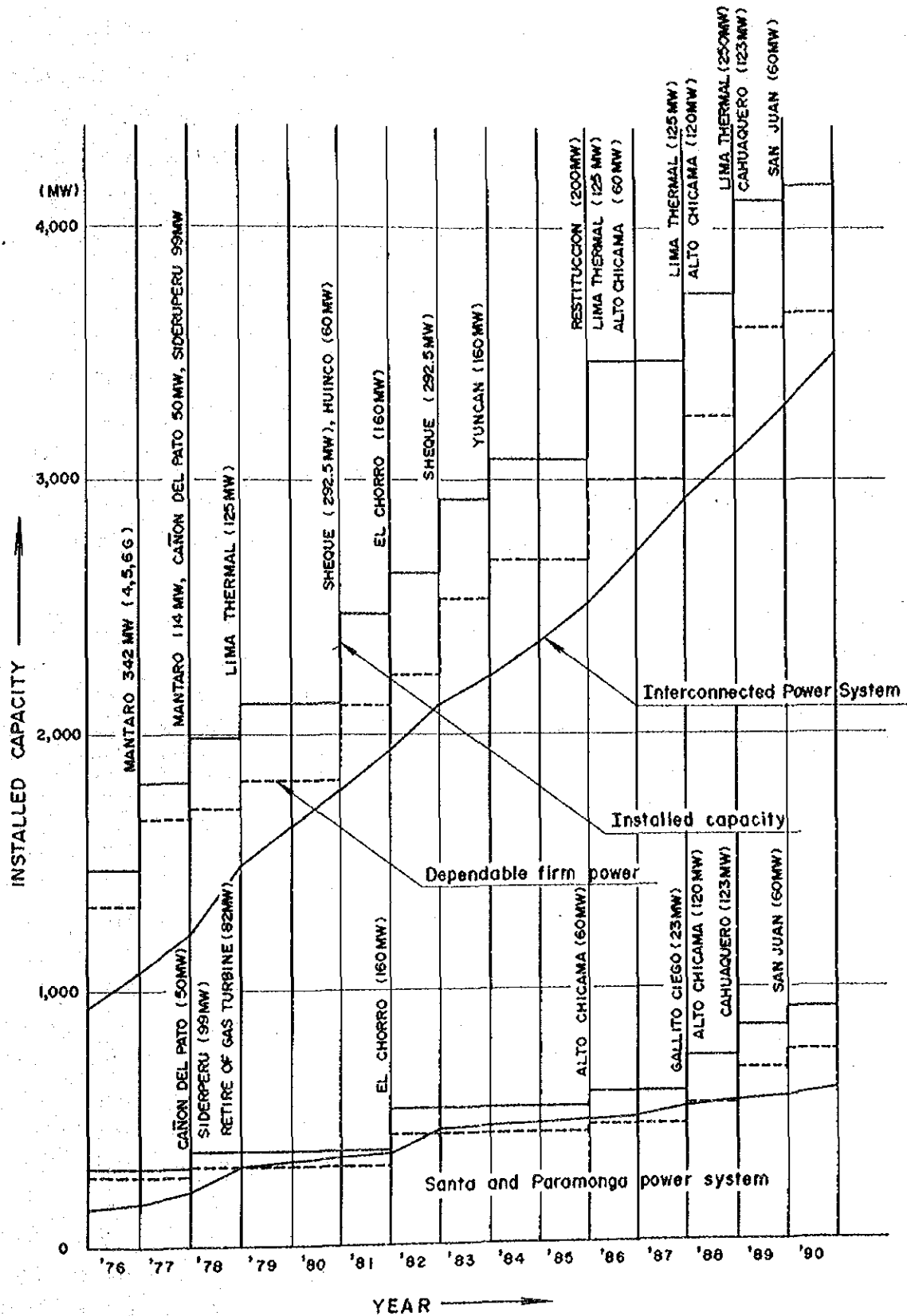


Fig. 4-2 INTERCONNECTED POWER SYSTEM

年間をとおして保証しうる供給能力をもって電力需要に対応する供給力とした。

電源開発計画に沿って系統に投入される発電所の供給力は既存の報告資をベースにしたが、Yuncan 水力発電計画、El Chorro 水力発電計画のように設備出力が変更になるものは補正を加えた。なお、Alto Chicama 石炭火力開発計画の単機容量は120MW が予定されているが、Santa 電力系統容量および Lima-Chimbote 連系送電線の送電容量からみて、才1期計画は単機容量60MW 程度が妥当であろう。

中央電力系統および Santa 電力系統の供給力を Table 4-12 に示す。

Fig 4-2 に示す如く 1982 年に Michiquillay 鉱山が操業に入るが、その前年の 1981 年までに現在 Motor Columbus によってディフイニット・スタディが進められている Sheque 水力発電所の完成が必要となる。現在 Sheque 発電所の導水路となる既設水路の拡幅工事が、アマゾン河水系からの分水を必要としない雨期を利用して進められており 1981 年に充分運開するものと予想される。

アマゾン河水系の Mantaro 川に位置する Mantaro 発電所は最終設備出力 684MW (予備機 114 MW × 1 台を有する) となるが、発電所の 2 次電力量は 1,990GWh に達する。この電力量の有効

Table 4-13 Power flow from Central System to Northern System

Year	Central Power System			Power flow to Northern power system (MW)	Santa & Paramonga System			
	Peak demand (MW)	Dependable firm power (MW)	Surplus power (MW)		Peak demand (MW)	Dependable firm (MW)	Surplus with gas, turb. (MW)	Power without gas turb. (MW)
1976	897	1,053	156	-	139	239	100	18
1977	1,010	1,393	383	-	168	239	71	-12
1978	1,167	1,393	226	84	315	313	-2	-84
1979	1,312	1,506	194	96	327	313	-14	-96
1980	1,445	1,506	61	61	345	313	-32	-114
1981	1,575	1,799	224	126	357	313	-44	126
1982	1,664	1,799	135	87	438	433	-5	-87
1983	1,771	2,091	320	93	444	433	-11	-93
1984	1,886	2,251	365	102	453	433	-20	-102
1985	2,019	2,251	232	131	482	433	-49	-131
1986	2,221	2,543	322	88	493	487	-6	-88
1987	2,382	2,543	161	129	534	487	-47	-129
1988	2,547	2,656	109	16	552	618	66	-16
1989	2,721	2,881	160	0	573	741	168	86
1990	2,910	2,881	-29	-29	596	801	205	123

Note: Maximum transmission capacity will be 150 MW at Chavarria Substation.

Table 4-14 Energy Balance between Central and Santa System

Year	Central Power System			Power flow to Northern power system (GWh)	Santa & Paramongs System			Surplus energy(A)+(B) (GWh)
	Energy demand (GWh)	Dependable energy (GWh)	Surplus energy(A) (GWh)		Energy demand (GWh)	Dependable energy (GWh)	Surplus energy(B) (GWh)	
1976	5,504	7,022	1,518	-	631	774	143	-
1977	6,356	7,092	736	-	830	774	-56	-
1978	6,970	7,092	122	15	1,450	1,507	57	179
1979	7,854	7,859	5	5	1,522	1,507	-15	-10
1980	8,628	7,859	-769	0	1,687	1,507	-180	-949
1981	9,287	9,732	445	336	1,771	1,507	-264	181
1982	9,932	9,732	-200	-200	2,350	2,553	203	3
1983	10,533	10,844	311	0	2,421	2,553	132	443
1984	11,166	11,754	588	27	2,508	2,553	45	633
1985	11,924	11,754	-170	0	2,641	2,553	-88	258
1986	12,995	13,415	420	0	2,689	2,921	232	652
1987	13,957	13,415	-542	0	2,928	2,921	-7	-549
1988	14,880	14,182	-698	-559	3,013	3,572	559	-138
1989	15,849	15,715	-134	-134	3,097	4,248	1,151	1,017
1990	16,898	15,715	-1,183	-1,183	3,191	4,809	1,618	435

Note: (1) Transmission line loss more than 138 kV does not considered in the energy demand

(2) Secondary energy of Mantaro Hydro Power Station is to be 1990 GWh, which will be going to become effective energy by combination operation of the thermal power plants.

利用は既設および将来建設予定の火力発電所との組合せ運転により有効化することが可能となる。Table 4-14 に示す中央地域および Santa 電力系統の不足電力量はこの 2 次電力量によってカバーされるであろう。

Santa 電力系統で至近年に増強される発電設備は Chimbote 市および Trujillo 市に設置が予定されている単機容量 20.5MW のガスタービン 4 台, SIDERPERU の凝結スチームタービン単機容量 33MW が 3 台設置が予定されている。

又, EL Chorro 水力発電計画は, 1975 年 9 月から最終計画書の作成に入るが, 現在地質調査用の横坑掘削が進められており, 1982 年の運開は充分可能と思われる。Table 4-12 に Santa 電力系統の供給力を示す。

なお, 1985 年以降に予定されている供給力は, いずれも予備調査レベルでの報告書をベースに供給力に組み入れたものである。したがって, 将来開発規模および系統への投入時期など変わることとも予想される。

4-6-2 中央電力系統より Santa 電力系統への供給余力

前述の電力需給バランスをベースに Santa 電力系統のガスタービンを予備力扱いとした場合,

中央電力系統より Santa 電力系統には、Fig 4-3 に示す如く 1978 年の連系時に 84MW、1982 年には 87MW、1985 年に 131MW の電力が送電される。

電力量受給バランスからみると 1980 年には 949×10^6 kWh の電力量不足がみられるが、ガスタービンと Lima 火力発電所を Mantaro 発電所の 2 次電力量を利用しうるよう適切な組合せ運転を行なえば電力量不足は来たさないものと思われる。Table A-2-5、および A-2-6 に中央および Santa 電力系統の需給バランスを示めす。

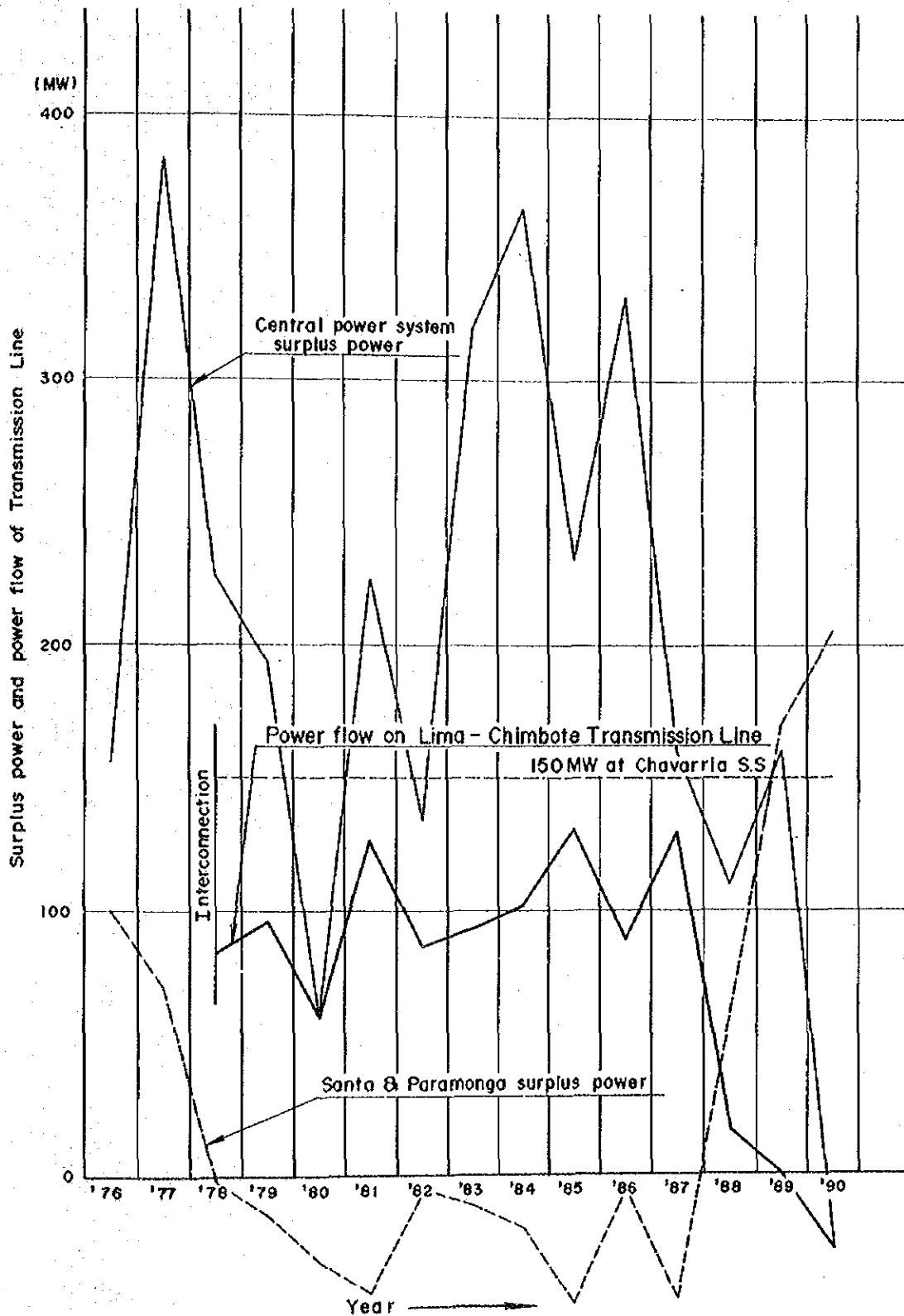
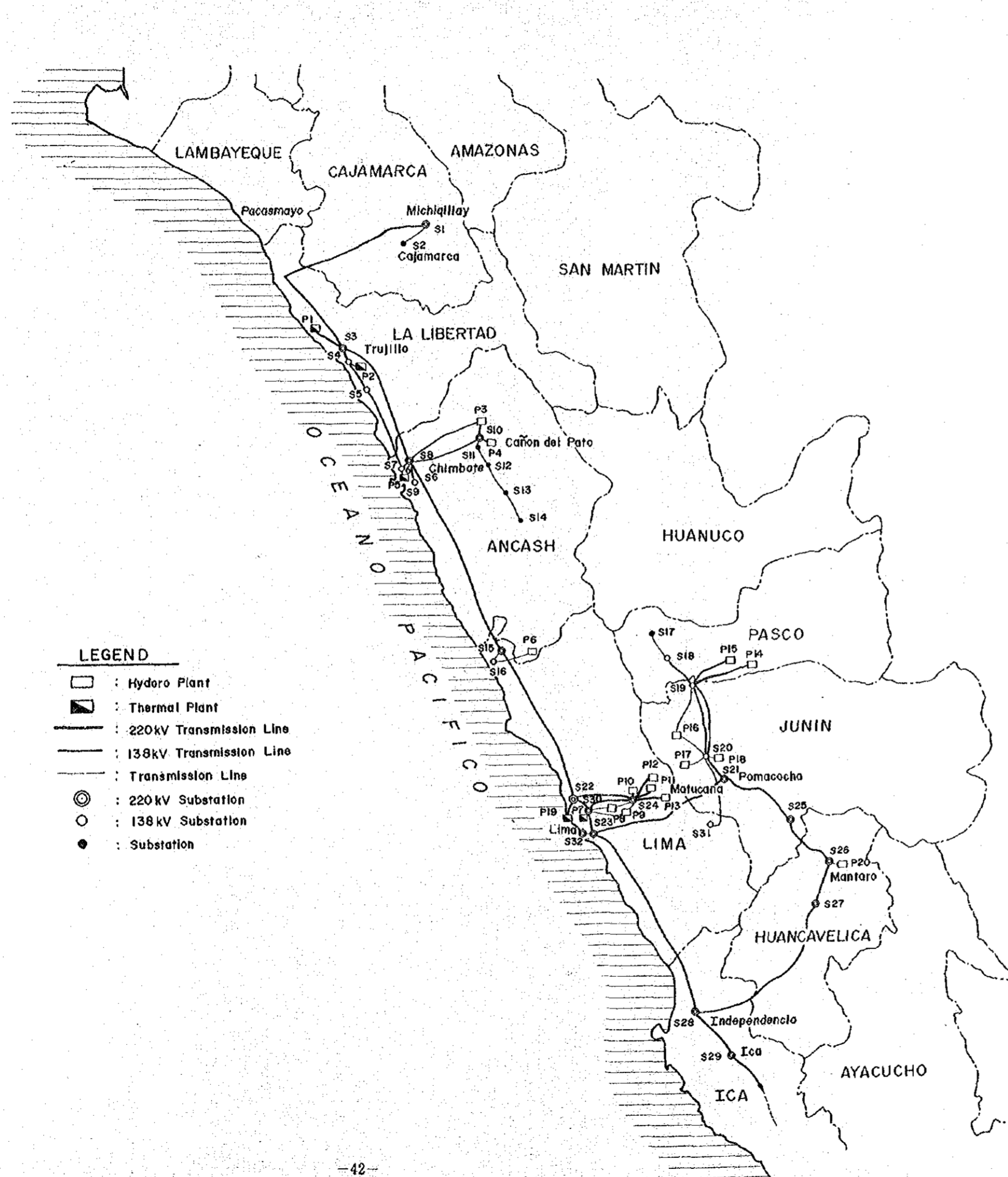


Fig. 4-3 POWER FLOW OF LIMA-CHIMBOTE TRANSMISSION LINE



LEGEND

- : Hydro Plant
- : Thermal Plant
- : 220kV Transmission Line
- - - : 138kV Transmission Line
- : Transmission Line
- ⊙ : 220kV Substation
- : 138kV Substation
- : Substation

POWER PLANT

No.	Power Plants	Installed Cap.(MW)
P 1	Santiago de Cao	12.5 (T)
P 2	Trujillo	41 (T)
P 3	El Chorro	160 (H)
P 4	Cañon del Pato	150 (H)
P 5	Chimbote	130 (T)
P 6	Cahu	40 (H)
P 7	Santa Rosa	54 (H)
P 8	Huampani	31 (H)
P 9	Moyo Pampa	63 (H)
P 10	Callahuanca	68 (H)
P 11	Huico	325 (H)
P 12	Sheque	585 (H)
P 13	Motucana	120 (H)
P 14	Yaupi	108 (H)
P 15	Yuncon	160 (H)
P 16	Malpaso	54 (H)
P 17	Pachachaca	12 (H)
P 18	Oroya	9 (H)
P 19	Lima	125 (T)
P 20	Mantaro	798 (H)

SUB-STATION

No.	Sub-Station
S 1	Michiquillay
S 2	Cajamarca
S 3	Trujillo Norte
S 4	Trujillo Sur
S 5	Viru
S 6	Chimbote Norte
S 7	Chimbote No. 2
S 8	Chimbote No. 1
S 9	Chimbote Sur
S 10	Huallanca
S 11	Huaylas
S 12	Coraz
S 13	Carhuaz
S 14	Huaraz
S 15	Paramonga Nueva
S 16	Paramonga
S 17	Gollarisquisga
S 18	Cerro de Pasco
S 19	Carhuamayo
S 20	Oroya
S 21	Pomacocha
S 22	Chavarrilla
S 23	San Juan
S 24	Callahuanca
S 25	Huancayo
S 26	Colcabamba
S 27	Huancavelica
S 28	Independencia
S 29	Ica
S 30	Santa Rosa
S 31	Yauricocho
S 32	Balnearios

Note : (T) Thermal Power Plant
(H) Hydro Power Plant

Fig.4-4 INTERCONNECTED ELECTRIC POWER SYSTEM IN PERU (IN 1985)

第5章 電力供給計画

第5章 電力供給計画

5-1 前提条件

Michiquillay 鉱山およびこれに関連する地域に電力を供給する本計画を作成するに際しては、次に示す前提条件に基づいて行った。

- (1) 日本の金属鉱業事業団の調査団によって提出された報告書“ペルー共和国カハマルカ地区開発計画基礎調査報告書”(1973年12月作成)の電力開発計画を基にして現地の踏査を実施し、技術面、経済面について総合的な検討評価を行い最適な計画を作成する。
- (2) ペルー国において策定されている同地域周辺の電力長期計画と協調を計る。
- (3) 電力需要想定は1990年までとし、これに対し安定供給可能な送電設備とする。
- (4) 本計画が完成する1981年末までに Trujillo Norte 変電所は220KVに昇圧し、中央電力系統と連系されているものとする。

5-2 電力供給計画

5-2-1 Michiquillay 鉱山の電力供給

Michiquillay 鉱山および周辺都市を含めた電力需要はTable A-2-1に示す如く鉱山操業開始時の1982年で44MW、1990年で72MWと想定され、その電力の90%は鉱山負荷である。

この電力を供給する方法としては、現地にディーゼル発電所を建設し電力を供給する方法と、Santa 系統の Trujillo Norte 変電所より送電線により電力を供給する方法とが考えられる。

(1) 現地のディーゼル発電所による電力供給

Michiquillay 鉱山は標高約3,600mに位置するため、ディーゼル発電設備の出力低下が約30%ある。

発電設備の単機容量は定期点検のための予備設備を必要とするため大容量とすることは経済的でない。これらを総合的に検討し、鉱山の操業開始当初の電力需要40MWに対応する発電設備の規模は予備設備を含め11.5MW6台を必要とする。

なお、電力需要増加に対しては、段階的に発電機数を増加することが効果的である。

(2) 送電線による電力供給

1) 送電線ルート

Trujillo Norte 変電所と Michiquillay 間の送電線ルートとしては

“A案” Trujillo より Pacasmaya を経由して Michiquillay に至るルート

“B案” Trujillo より Chicama 川沿いに Michiquillay に至るルート

が考えられる。

これら両ルートは、Fig 6-1, Fig A-6-1~Fig A-6-3 に示す通りであり、地理的条件は

直長の点を除けばAルートがBルートに比し送電線の建設工事および保守運用の面より明らかに良好といえる。

このルートの決定に当っては、経済性はもとより、ペルー国北部地域の電力長期計画など総合的に検討を行った結果、5-3-1に述べる如くAルートが有利である。

2) 送電々圧と回線数

Michiquillay 鉱山の負荷の $\frac{1}{3}$ は同期電動機を使用するため送電容量は定額安定度によって定まる。この送電容量を満足するためには送電線は138KV 2 cct 又は220KV 1 cct を必要とする。

138KV 2 cct 送電線とした場合、Trujill Norte変電所に220KV/138KVの連系変圧器を必要とする。また、送電線建設費は220KV 1 cct 送電線に比し割高となるので、220KV 1 cct 送電線が経済的に有利である。

一方、1 cct 送電線は事故時を考慮すれば供給信頼度の点で2 cct 送電線より劣る。しかし、一般に送電線事故の復旧は短時間に行えるので、Michiquillay 鉱山が同鉱山の建設時に使用した電源設備を非常用電源設備として保有することにより、これに対処することが可能であり、将来 Michiquillay 周辺の新規電源が連系されることにより信頼度の向上が計れる。また、送電線ルートは前述の通り Pacasmayo 経由が有利となり、北部地域連系送電線の一部となるなどを考慮し、220KV 1 cct として検討を進めた。

5-2-2 Cajamarca市の電力供給

Cajamarca市の電力供給は同市の北東約14kmにある Chonta 川の水力発電所(設備出力720KW)と市内のディーゼル発電所(設備出力4,897KW)により行なわれており、ディーゼル発電設備の大部分は1972年に新設されたものである。

1982年に Michiquillay 変電所が運開された場合、Cajamarca市の電力供給は同変電所より送電線により行なうことが可能となる。Cajamarcaの電力供給を Michiquillay 変電所から送電線により行なった場合、同市の発電設備は一部非常用電源設備として残し、他地域の電源設備として流用することが望ましい。

5-2-3 Celendinの電力供給

Celendinの電力供給は市内のディーゼル発電所(設備出力187KW)により夜間の時間供給がなされており、その負荷はすべて電灯負荷である。過去において100KWの最大供給実績があったが、現在は出力低下のため約60KWの供給にとどまっている。Michiquillay 変電所が運開した場合、同変電所より送電線により供給することが可能となる。

5-2-4 Pacasmayo地域の電力供給

Pacasmayo地域は、Pacasmayo、San Pedro de Lloc および Chepen と Guadalupe の3地域に分かれた市町村で夫々独立した電力供給が行なわれており、最大需要は2MWでそのほとんどが電灯負荷である。

Pacasmayo郊外には Cia de Cemento Pacasmayo のセメント工場があり、セメント日産1,000

tonで稼働中である。電力は自家用発電設備(重油火力、ディーゼル発電設備合わせて7 MW)により供給されている。同工場は1977年頃に生産量を3倍の日産3,900 tonにするため18MWの設備増設計画を持っている。

また、Jequetepaque川のGallito Ciego地点には灌漑計画に伴った28MWの発電計画があるが建設時期は確定的でない。

Michiquillay送電線が完成した場合、Pacasmayo地域の電力の供給は同地域に発電所を建設し、Santa系統より行なうことが可能である。しかし、Pacasmayo地域はセメント工場と各市町村に分かれた小規模な需要が点在しているため、電力供給に際しては多額の資金を必要とする。従って、これらの地域にSanta電力系統より電力供給を行なう場合、需要の大部分を占めるセメント工場の電源設備の増設、更新の時期、ならびに需要の動向が供給モリットの大きな要素となる。

5-3 電力供給計画の評価

Michiquillay鉱山および周辺都市への電力供給としては次の3案が考えられる。

- (1) 新規水力電源+Michiquillayまでの送変電設備
- (2) 臨海火力発電所+Michiquillayまでの送変電設備
- (3) 山元ディーゼル発電

このうち送変電設備を建設して、中央電力系統およびSanta電力系統より電力供給を行なう場合の電源としては、開発が予定されている新規水力発電所か、または臨海火力発電所を建設し供給するかのいずれかである。

新規水力発電所を建設し、Michiquillay鉱山に電力を供給する場合は第3案の(2)で述べたペルー全国統一電気料金がTrujillo Norte変電所220 kV送電で適用されるものと考えてよいであろう。なぜならば全国統一料金をMichiquillay鉱山の電力需要に適用した場合14.7 mills/kWhとなるが、この料金はAppendix A-8章で述べる如く新規水力発電設備の送電コストを含めた発電コストとほぼ等しいので14.7 mills/kWhを発電コストとする。

臨海火力による発電コストは16.45 mills/kWhであり全国統一料金によるMichiquillayへの供給単価14.7 mills/kWhの方が明らかに低廉である。したがって臨海火力発電および山元ディーゼル発電設備によるMichiquillay鉱山への電力供給より低廉な新規水力発電による供給が可能となる。

この意味において経済評価は、臨海火力発電所を建設しMichiquillay鉱山に電力を供給する場合と、山元ディーゼル発電設備を建設し供給する場合の経済比較を行なう。

したがって臨海火力発電所をTrujilloに建設し、電力供給を行なうものとしてこれを臨海火力発電設備とし、その発電コストとさあTrujillo-Michiquillay間の送電経費を含めたコストを、電力コスト(C1)とし、山元ディーゼル発電設備の電力コスト(C2)を比較とし、現在価値に換算し比較を行なった。

経済評価の前提となった送変電設備、基準火力発電設備、代替ディーゼル発電設備の耐用年数、割引率、設備経費率およびディーゼル発電用燃料価格ならびに基準火力発電原価を次に示す。

(1) 耐用年数

送電設備 (鉄塔線路)	30年	残存価格 10%
送電設備 (木柱線路)	20年	残存価格 10%
基準火力発電設備 (スチーム)	25年	残存価格 10%
代替発電設備 (ディーゼル)	20年	残存価格 10%
変電設備	30年	残存価格 10%
通信設備	10年	残存価格 10%

(2) 年利子率

10% (内貨・外貨とも)

(3) 割引率

10%

(4) 経費率

(単位: %)

	(金利償却)	(運転維持)	計
送電設備(鉄塔線路)	10.55	2.50	13.05
送電設備(木柱線路)	11.57	2.50	14.07
変電設備	10.55	3.00	13.55
通信設備	16.27	-	16.27

(5) 燃料価格

ペルー国の現行価格と国際実勢価格を考慮し、Salaverry 港の価格を基準として地点別にか夫の燃料輸送費を加味した価格とした。燃料価格を Table 5-1 に示す。

Table 5-1 Fuel Price in 1973

Location	Present price in Peru		International market price		Reference
	US\$/kl	US\$/ton	US\$/kl	US\$/ton	
Salaverry	16.37	17.23	50.00	52.63	Bunker C.
Trajillo, Pucasmayo	20.31	21.38	53.94	56.78	9,700 kcal/l
Chiclayo	23.70	24.95	57.33	60.35	10,200 kcal/kg
Cajamarca	26.69	28.09	60.32	63.49	
Michiquillay	27.63	29.13	61.30	64.53	
Calendín	31.99	33.67	65.62	69.07	

Note: Present fuel price in Peru was adopted for economic evaluation

Fuel price	Generating cost (mills/kWh)
Present fuel price in Peru	16.45
International market price	15.14

Installed capacity	125 MW x 2 unit
Construction cost	117,530 10^3 US\$
Unit construction cost	470 US\$/kW
Fixed cost	13.74 %
Thermal efficiency	36.5 %
Station service use	6.0 %
Plant factor	70.0 %

5-3-1 Michiquillay 鉱山の電力供給の評価

(i) 送電線ルートの評価

送電線ルートとしては、前述の如く A, B の 2 案があり、この両ルートの工事費は Table 5-2 の通りで、A ルートは B ルートに比し約 $1,000 \times 10^3$ US\$ 高くなる。

Table 5-2 Comparison of Construction Cost
(Unit: 10^3 US\$)

	Route A	Route B
Voltage and No. of cct.	220 kV, 1 cct	220 kV, 1 cct
Length of transmission line	240 km	180 km
Construction cost		
a) Transmission line	15,140	14,074
b) Transforming facilities		
Trujillo	1,296	1,296
Michiquillay	5,672	5,672
c) Telecommunication facilities	774	774
Total	22,882	21,816

しかしながら、ペルー政府の電力長期計画として基幹送電線による北部地域との連系計画があり、Trujillo から直接 Michiquillay に結ぶB案を採用した場合、新たに Trujillo ~ Pacasmayo 間の送電線を新設する必要が生ずる。この新たな送電線の建設費用として、約 $5,000 \times 10^3$ US\$が見込まれ、Pacasmayoまで送電線の延長を合わせ考えれば工事費はB案がA案より約 $4,000 \times 10^3$ US\$ 高くなる。

しかし、A、B 2案の経済的優劣は北部地域への連系時期および Pacasmayo変電所新設の必要時期に左右される。経済的にAルートが有利となるのは、同送電線完成後 18年以内、すなわち2,000年以前に北部地域への連系、または Pacasmayo変電所が設置される場合である。

5-3-4で述べる如く Pacasmayo変電所は、1985 ~ 1987年頃に設置することが最も効果的であり、又 A-5-1で述べる通り北部地域への連系は1995年頃が経済的である。

従って、Michiquillay への送電線ルートは Pacasmayo経由のAルートで行うべきである。

(2) 送電線による電力供給と代替設備の評価

送電線はAルートとし、送電線と代替用の現地ディーゼル発電設備の電力コストを比較すると Table 5-3 の如くとなり、送電線による電力供給が経済的であるのでこれを採用すべきである。

Table 5-3 Comparison of Generating Cost at Michiquillay

(Unit: mills/kWh)

	Diesel plants at Michiquillay (B)	Supply through interconnected transmission line (C)	(B)/(C)	(B)-(C)
Present fuel price in Peru	27.83	25.10	(1.11)	2.73
International market fuel price	35.74	34.03	(1.05)	1.71

Note: LF = 70%

経済評価に用いた諸元

○連系線 (1975年価格)

(1) 送電線(Aルート)

区 間 : Trujillo ~ Michiquillay

直 長 : 240 km

電圧・回線数 : 220 kV 1 set

工 事 費 : $15,140 \times 10^3$ US\$

2) 変電設備

Trujillo	:	引出設備	1 cct
Michiquillay	:	引出設備	1 cct
	:	変圧器	80 MVA 220KV/33KV
工事費	:		6.968×10^3 US\$

3) 通信設備 1式 工事費 774×10^3 US\$

○現地ディーゼル・プラント

設備有効出力	:	5.0 MW
設備	:	11.5 MW \times 6 unit (1 unit 予備)
建設費	:	$32,790 \times 10^3$ US\$
KW建設単価	:	656 US\$/KW
経費率	:	15.52%

5-3-2 Cajamarca市の電力供給の評価

Cajamarca市の電力コストを Michiquillay まで送電線による場合と、代替ディーゼル発電の場合とを比較すると Table 5-4 の如くである。

なお、送電線の場合の電力コストは、Michiquillay までの送電設備は既存のものとして、基準火力発電原価、Michiquillay までの電力損失、および Cajamarca 送電設備の経費を考慮した。

その結果、送電線供給の場合が代替設備の場合の約1/2の電力コストとなる。従って送電線による電力供給を行なうべきである。

また、Michiquillay 変電所運用時期迄の Cajamarca の最大電力需要は 3.7 MW と想定され、同市の既存発電設備の有効出力も概ねこれに相当するものと考えられる。従って、設備の充分な整備を行つと共に円滑な運用を行つことが望まれる。

Table 5-4 Comparison of Generating Cost at Cajamarca

	(Unit: mills/kWh)			
	Diesel plants at Cajamarca (B)	Supply through interconnected transmission line (C)	(B)/(C)	(B)-(C)
Present fuel price in Peru	53.85	27.77	1.94	26.08
International market fuel price	61.75	37.03	1.67	24.72

Note: L.F. = 35%

経済評価に用いた諸元 (1975年価格)

○送変電設備

1) 送電線

区 間 : Michiquillay ~ Cajamarca
 直 長 : 30 Km
 電圧・回線数 : 33KV 1 set (80 mm² ACSR)
 工 事 費 : 346 × 10³ US\$

2) 変電設備

変 圧 器 : 5 MVA 33KV/13.8KV
 工 事 費 : 774 × 10³ US\$

○現地ディーゼル・プラント(代替設備)

設備有効出力 : 7.5MW
 設 備 : 2,875 kW × 3 unit (1 unit 予備)
 建 設 費 : 4,445 × 10³ US\$
 kW 建設単価 : 592 US\$/kW
 経 費 率 : 16.00%

5-3-3 Celendinの電力供給の評価

Celendinの電力コストの比較をTable 5-5に示す。

送電線による電力コストは割高となり経済的に不利である。従って、当面はディーゼル発電設備の整備・拡充によるべきである。

Table 5-5 Comparison of Generating Cost at Celendin

(Unit: mills/kwh)

	Diesel plants at Celendin (B)	Supply through interconnected transmission line (C)	(B)/(C)	(B)-(C)
Present fuel price in Peru	63.28	66.30	0.95	-3.02
International market fuel price	71.18	75.33	0.94	-4.15

Note: LIF = 35%

しかしながら、Celendinの電力需要が0.8MW以上となれば送電線による供給が経済的となり、需要想定よりその時期は1990年頃である。

なお、将来送電線による供給を行なう場合は送電電圧は33KVを推奨する。13.8KVを採用した場合、電圧降下の面より送電容量は1MWが限度である。33KVの場合初期投資額は若干大きくなるが、電力需要増加に伴う設備費用を考慮すれば、初期より十分な供給能力を有する設備とすることが得策である。

経済評価に用いた諸元 (1975年価格)

送変電設備

1) 送電線

区 間 : Michiquillay ~ Celendin
巨 長 : 30 Km
電圧・回線数 : 33 KV 1 cct (電線 $32mm^2$ ACSR)
工 事 費 : 313×10^3 US\$

2) 変電設備

変 圧 器 : 500 kVA 33KV/13.8KV
工 事 費 : 507×10^3 US\$

現地ディーゼル・プラント(代替設備)

有 効 出 力 : 600 kW
設 備 : 250 kW \times 3 unit (1 unit 予備)
工 事 費 : 352×10^3 US\$
kW 建設単価 : 587 US\$/kW
経 費 率 : 20.39%

5-3-4 Pacasmayo地域の電力供給の評価

Michiquillay 送変電設備の竣工する1982年におけるPacasmayoのセメント工場と3市町村の電力需要ではTable 5-6に示す如くなり。Santa電力系統よりの電力供給は変電設備および二次側供給設備に多額の設備投資を要するため経済的でない。しかし、電力需要が48MW以上となれば経済メリットが生じ、その時期は1987年である。

セメント工場は7MWの負荷があり、独自の発電設備により供給している。この電源設備は、1966年に建設されたものであり、その耐用年限に達するのは1985～1987年頃であろう。

また、同工場は1977年頃電源設備18MWの増設する計画であり、Michiquillay送変電設備完成との間に5年のずれがあるため、これを独自で行なわなければならない。

従って、セメント工場の旧電源設備の更新時期1985～1987年にPacasmayoの変電所を新設し、Santa電力系統よりセメント工場および3市町村に電力を一括供給することが既設設備の有効利用の面より最も効果的であり、かつ最も経済的なものと考えられる。この場合変電所新設、

ならびに二次側の供給設備に要する費用は約 $8,300 \times 10^3$ US\$ となる。

1977年セメント工場に増設される新規電源 18MW の設備は Santa 電力系統およびセメント工場の予備力として充分活用可能と考えられる。

Table 5-6 Comparison of Generating Cost at Pacasmayo

	(Unit: mills/kwh)			
	Diesel plants at Pacasmayo (B)	Supply through the substation newly installed in 1982 (C)	(B)/(C)	(B)-(C)
Present fuel price in Peru	22.68	24.43	0.93	-1.75
International market fuel price	30.58	33.13	0.92	-2.55

Note: LF = 50 %

経済評価に用いた諸元

送変電設備

1) 送電線

送電経費 : 燃料ペルー国現行価格の場合 0.97 mills/kWh
 : 燃料国際実勢価格の場合 1.00 mills/kWh

註・Trujillo ~ Pacasmayo 間の送電経費および Trujillo の引出設備経費

2) 変電設備

Pacasmayo : 引出設備 2 cct
 変圧器 60 MVA × 1台, 220 KV / 66KV / 33KV
 建設費 4830×10^3 US\$

なお、変圧器容量は 1990年の電力需要に対応するものとした。

Pacasmayo セメント工場供給設備

送電線 : 66KV 1 cct
 亘長 : 10Km
 変電設備 : 30MVA
 建設費 : $1,151 \times 10^3$ US\$

Pacasmayo 3 市町村供給設備

送電線 : 33KV 1ccf
亘長 : 35km
変電設備 : 10MVA 3箇所
建設費 : 2.367×10^9 US\$

現地ディーゼル・プラント

設備有効出力 : 5 MW 級 unit 10台 (1 unit 予備)
建設費 : 22.596×10^9 US\$/unit
kW 建設単価 : 452 US\$/kW
経費率 : 16.93%

第6章 予備設計

第 6 章 予 備 設 計

6-1 送電線の予備設計

6-1-1 220KV送電線

(1) 予備設計の基本方針

Michiquillay 鉱山ならびに関連地域に経済的な電力供給を行なうため、中央電力系統に連系される Santa 電力系統の Trujillo Norte 変電所から送電線により供給するものとし、需要想定に基づき、供給信頼度、経済性および北部ペルーの将来の系統計画等を勘案し、電圧 220KV 1 cct, Pacasmayo 経由の送電線路とした。

(2) 予備設計の概要

1) 送電線ルート

本計画の送電線ルートは Trujillo Norte 変電所を起点とし、太平洋岸沿いに Pacasmayo を経由し Jequetepeque 川沿いにアンデス山脈を越え新設される Michiquillay 変電所に至る、亘長 240Km のルートである。

太平洋岸沿いの Trujillo より Pacasmayo に至る約 100Km の区間は砂漠地帯であり、ルートの大部分は パンアメリカンハイウェイ沿いにある。この地域一帯は海からの定常風による塩害汚損地帯であり、塩害汚損軽減のためルートは内陸側に選定された。

Pacasmayo より San Pable に至る Jequetepeque 川沿いの区間は標高は低い起伏の多い地形であり、San Pable より Cajamarca 市北部を通り Michiquillay 変電所に至る区間は標高は高いが、なだらかな地形の高原地帯である。これら区間のルートは建設および保守を容易にするため、道路に沿って選定された。

なお、Pacasmayo 付近のルートは、将来変電所の新設を考慮して選定された。

本送電線のルートの概要を Fig 6-1 に示す。

2) 気 象

送電線の設計は気象条件に左右されるところが大きい。この気象条件の検討に当っては、SENAMHI および Michiquillay 鉱山より観測データを入手して行なうとともに既設送電線の設計条件も参考とした。入手した気象観測点の位置関係を Fig 6-2 に示す。

送電線の経済的設計を行なうため、送電線ルートの周囲条件に応じた次の 4 つの Zone に区分し、夫々 Zone 毎に気象条件を設定した。(Fig A-6-2 参照)

Zone 1	標高 1,000 m 以下	海岸地域	塩害地域
Zone 2	標高 1,000 m 以下	一般山岳部	
Zone 3	標高 1,000 ~ 3,000 m	山岳部	高標高地域
Zone 4	標高 3,000 ~ 3,800 m	山岳部	高標高地域

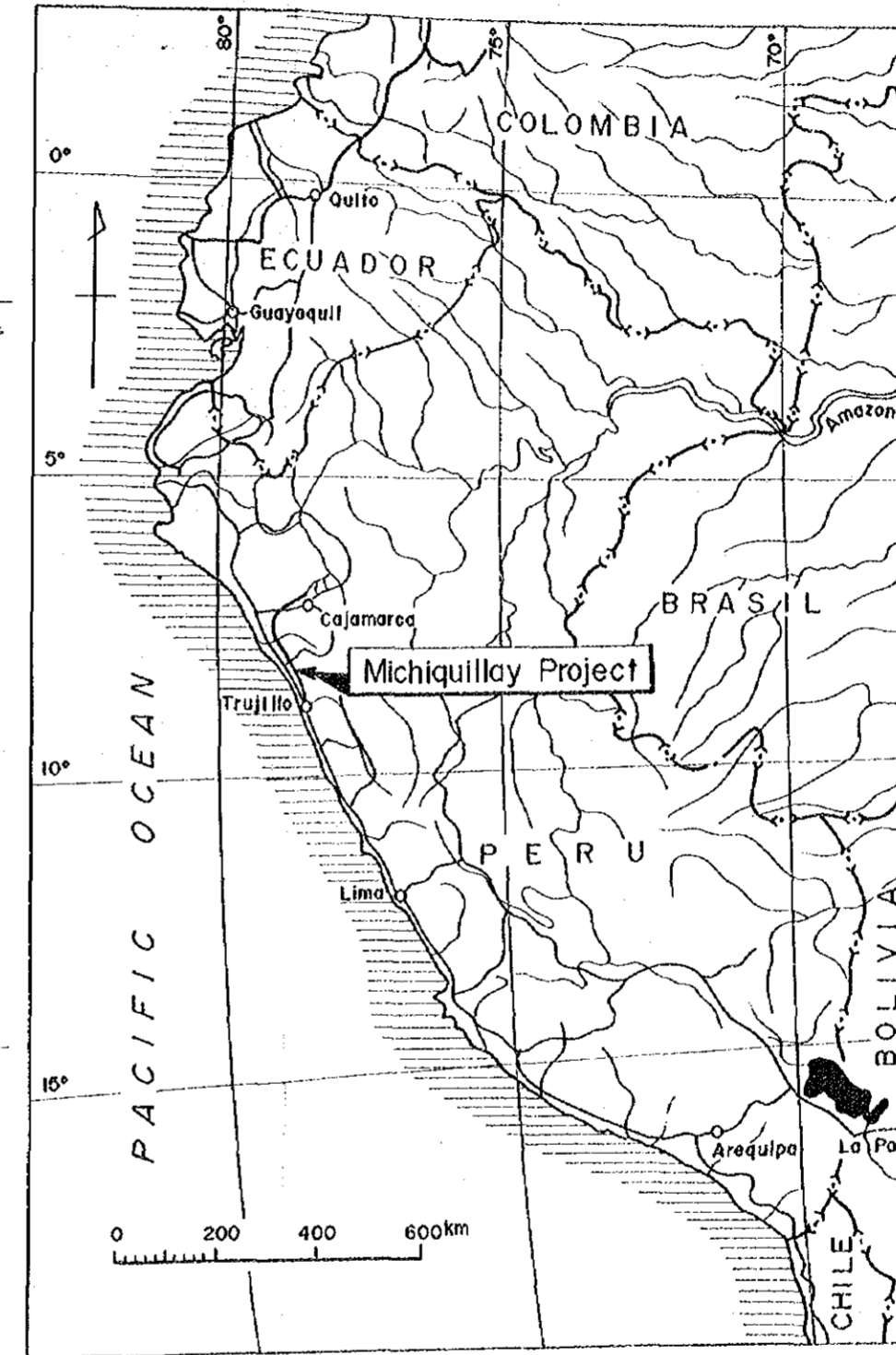
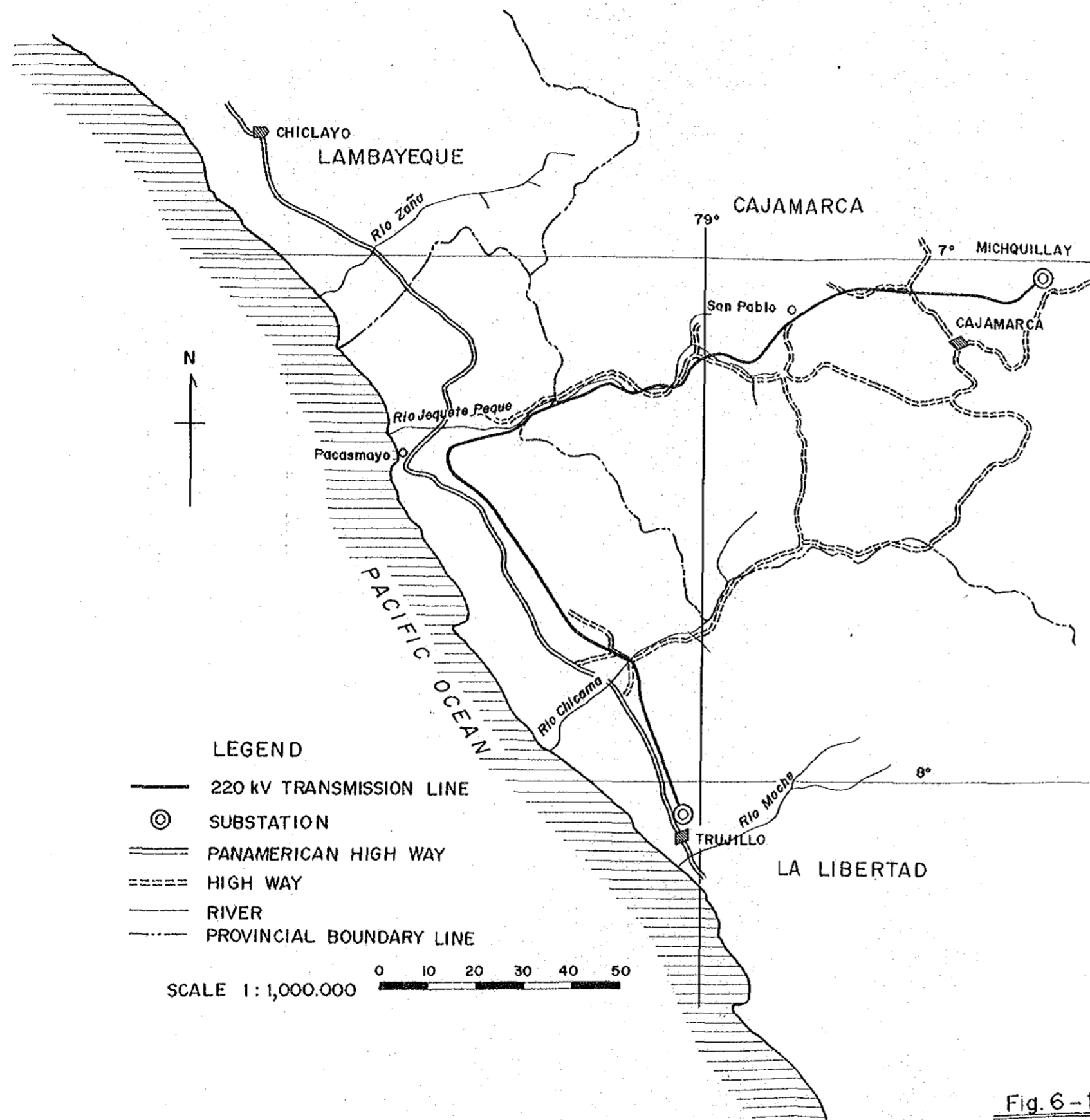
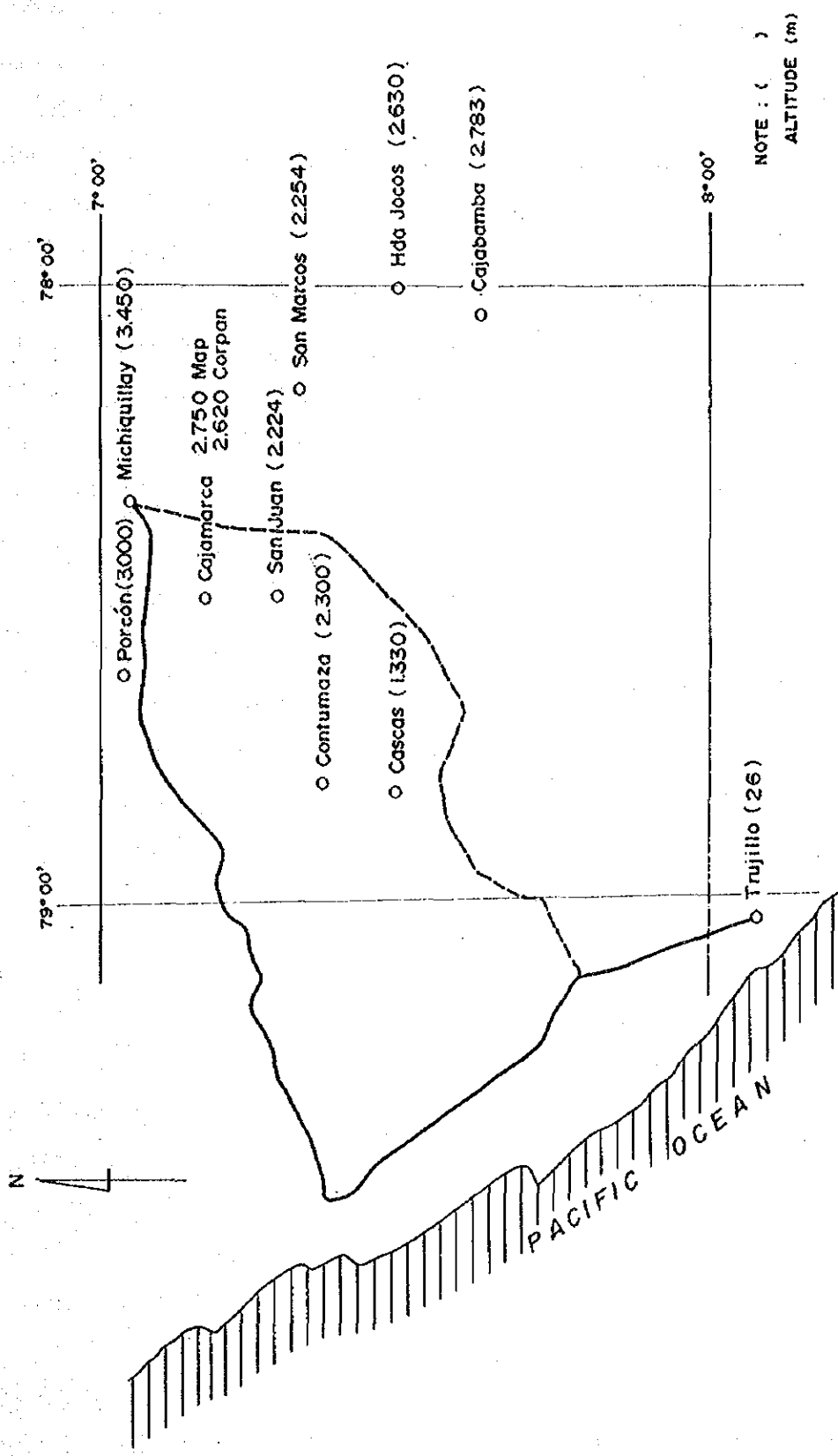


Fig. 6-1 GENERAL MAP OF MICHQUILLAY TRANSMISSION LINE PROJECT



NOTE : ()
ALTITUDE (m)

Fig.6-2 LOCATION MAP OF METEOROLOGICAL OBSERVATORY

a) 雨 量

本送電線の通過する海岸地帯は全く降雨がないと言ってよい。降雨のみられるのは高標高地域であり、この地方の気象統計によれば最も降雨の多い Porcon にて年間平均 1,260 mm、月間最大 250 mm 程度である。関係地点における月間平均降雨量を Fig 6-3 に示す。

b) 気 温

気温の統計資料によると最高・最低はいずれも Michiquillay で観測されており、最高 32.5°C 最低 -6°C であり、最低気温が摂氏零度以下となるのは Zone 4 のみである。関係地点における気温の状況を Fig 6-4 に示す。

c) 風速および風圧荷重

この地方への台風の襲来は全くなく、風速に関しては比較的ゆるやかな条件といえる。最大風速（10 分間平均）は Michiquillay で 35 m/s と推定される。

なお、風圧荷重の設定に当っては、高標高による空気密度の低下による風圧荷重の低下を考慮して行った。

前述の通り気象の統計資料を検討し、Table 6-1 の通り設計条件を定め設計を進めた。

Table 6-1 Meteorological Conditions for Design of the Transmission Line

Zone	Temperature (°C)			Maximum wind speed (m/s)	Wind pressure load (kg/m ²)	Sleet (mm)
	Average	Maximum	Minimum			
1	20	35	5	25	40	0
2	20	35	5	25	40	0
3	15	35	0	30	45	0
4	10	35	-10	35	50	6

3) 絶縁設計

本送電線の絶縁設計の基本条件として 220kV 系統は有効接地系（直接々地）とし、開閉サージおよび内部異常電圧に耐えるよう夫々の Zone の周囲条件に応じた設計とした。

a) 海岸地帯は海よりの定常風により碍子の塩分付着があり、その汚損量を周囲状況より 1.0mg/cm と想定し Fog Type の碍子にて設計を進めた。

b) Zone 3, 4 については、高標高による絶縁低下を考慮し設計を進めた。

夫々の Zone における絶縁設計は Table 6-2 の通りである。

4) 耐雷設計

この地方における雷に関する統計資料は全くないが、Michiquillay および Cajamarca につい

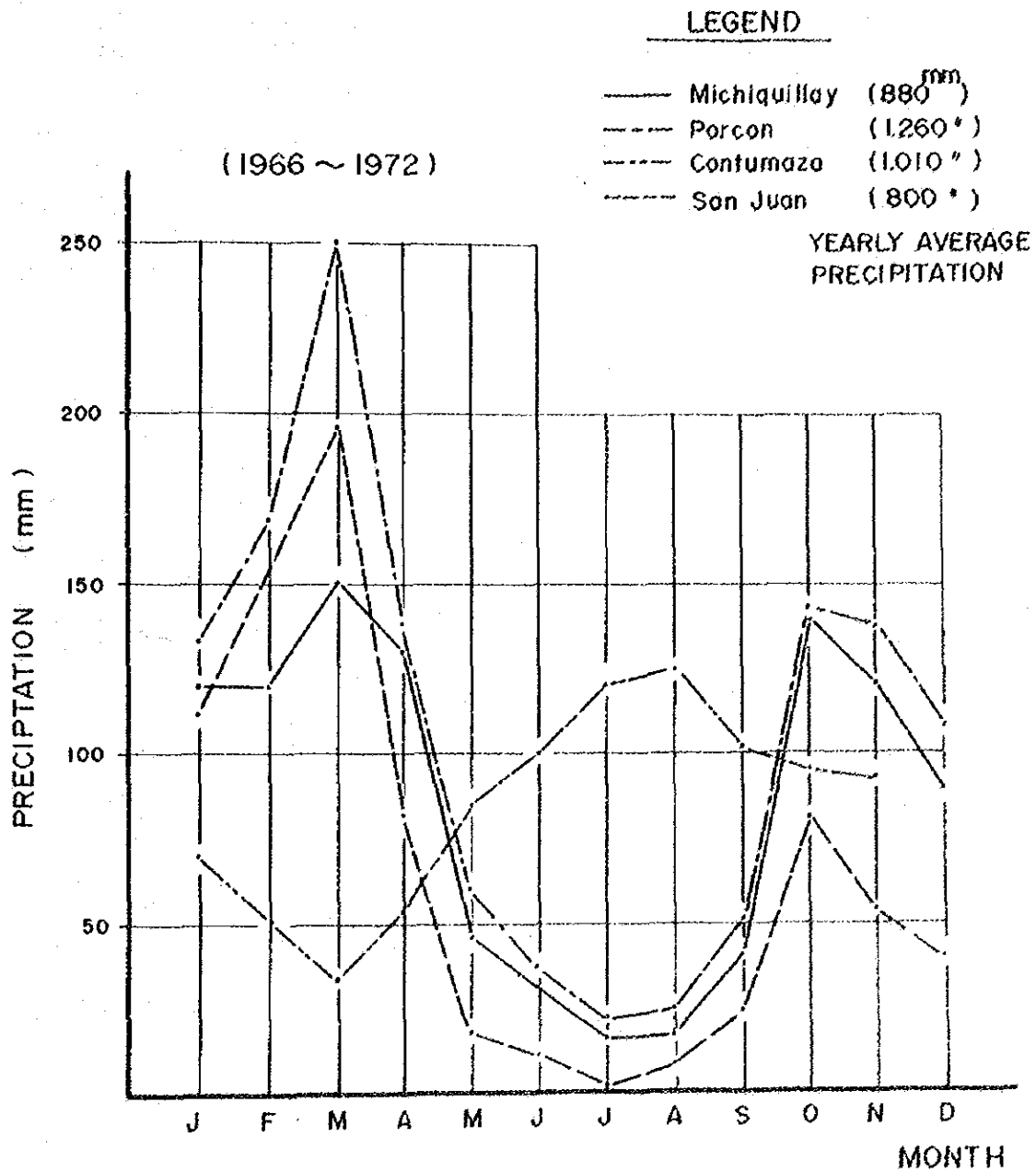
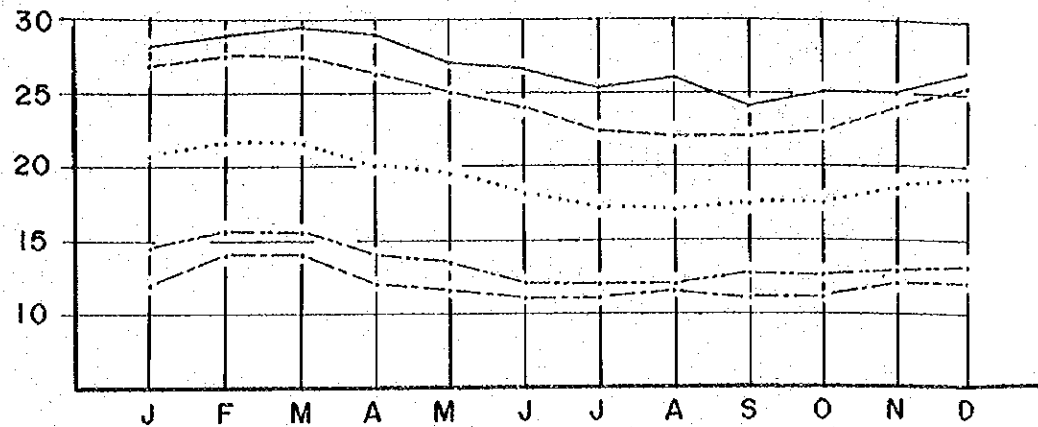
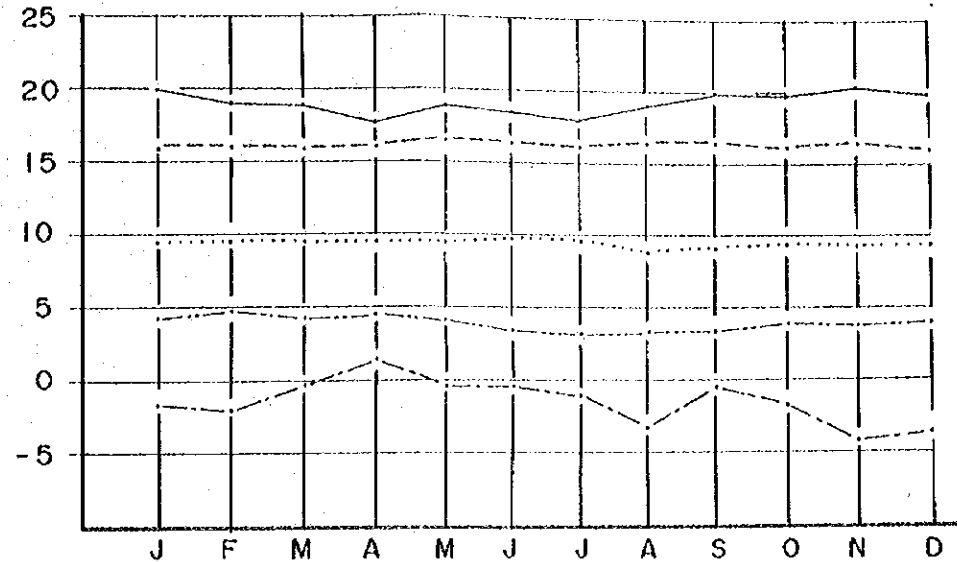


Fig. 6-3 MONTHLY AVERAGE PRECIPITATION CURVE

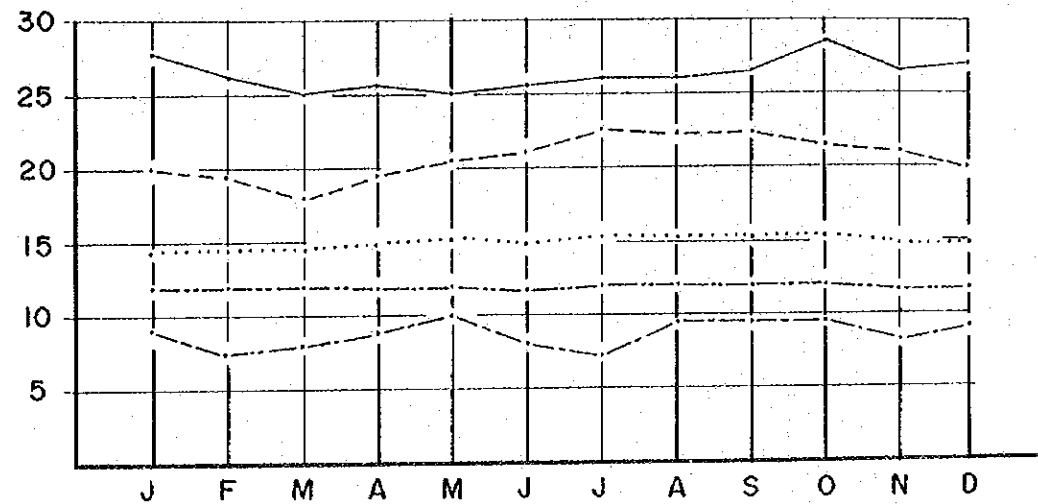
Trujillo (1961~1970)



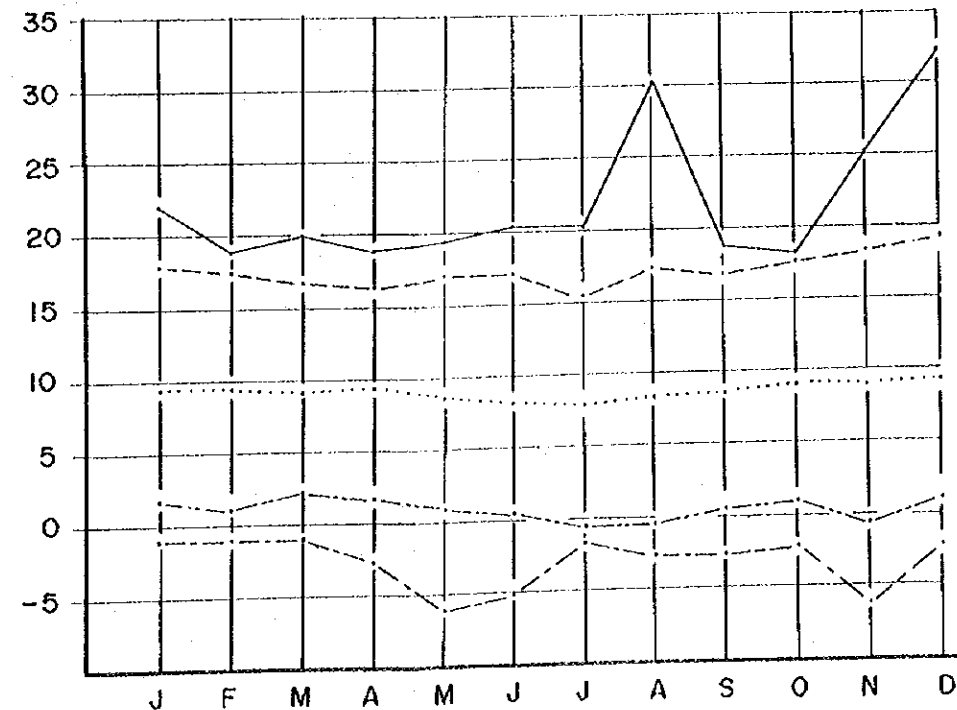
Porcon (1967~1972)



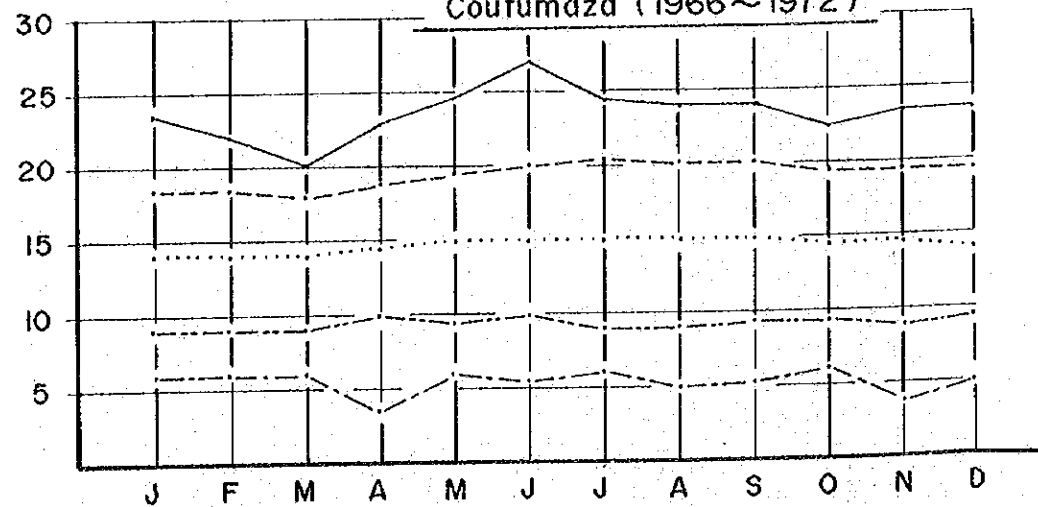
San Juan (1967~1972)



Michiquillay (1965~1973)



Coutumaza (1966~1972)



TEMPERATURE °C

MONTH

LEGEND

- Maximum
- - - Average maximum
- Average
- - - Average minimum
- Minimum

Fig.6-4 MONTHLY TEMPERATURE CURVE

ては落雷実績がある。従って標高の高い Zone 3, 4 については耐雷設計が必要と考えられる。

この雷撃に対する対策として2条の架空地線を設置し事故の低減を計るとともに碍子連にアーキングホーンを取り付け碍子の損傷を防止することとした。

5) 支持物

支持物については経過地の状況、信頼度および経済性等を検討の結果、亜鉛メッキ・アングル鉄塔とし海岸地帯に対しては防蝕性の高い耐候性鋼材を考慮した。

夫々の Zone における標準鉄塔の姿図を Fig 6-5 に示す。

6) 電線

電線については送電容量、コロナ障害および海岸地帯の腐蝕などの技術面と建設費、送電損失などの経済面とを総合的に検討し、夫々の Zone 毎に最適な電線を選定した。

その結果は次の通りである。

Table 6-2 Insulation Design for The Transmission Line

Zone	1	2	3	4
Type of insulator	250 ϕ Fog	250 ϕ	250 ϕ	250 ϕ
No. of insulator	21	13	16	17
Horn-gap (mm)	-	-	1,990	2,110
Standard insulation distance (mm)	1,900	1,900	2,300	2,400
Minimum insulation distance (mm)	1,300	1,300	1,600	1,800

Zone 1 400 mm^2 ACAR

Zone 2 410 mm^2 ACSR

Zone 3 520 mm^2 ACSR

Zone 4 610 mm^2 ACSR

架線設計としては、常時の電線応力と最大荷重時の電線応力の双方から検討する必要がある。

ここでは、常時(年平均温度、無風、無被氷)の電線応力を破断荷重の 18% (ACAR), 20% (ACSR) 以下とし、最大使用張力は破断荷重に対し安全率 3.0 以上として検討を進めた。

また、電線の被劣を防止するため電線支持点にはダンパーならびにアーモロッドを取付けることとした。

(3) 送電線の設備概要

本計画の送電線設備の概要は次の通りである。

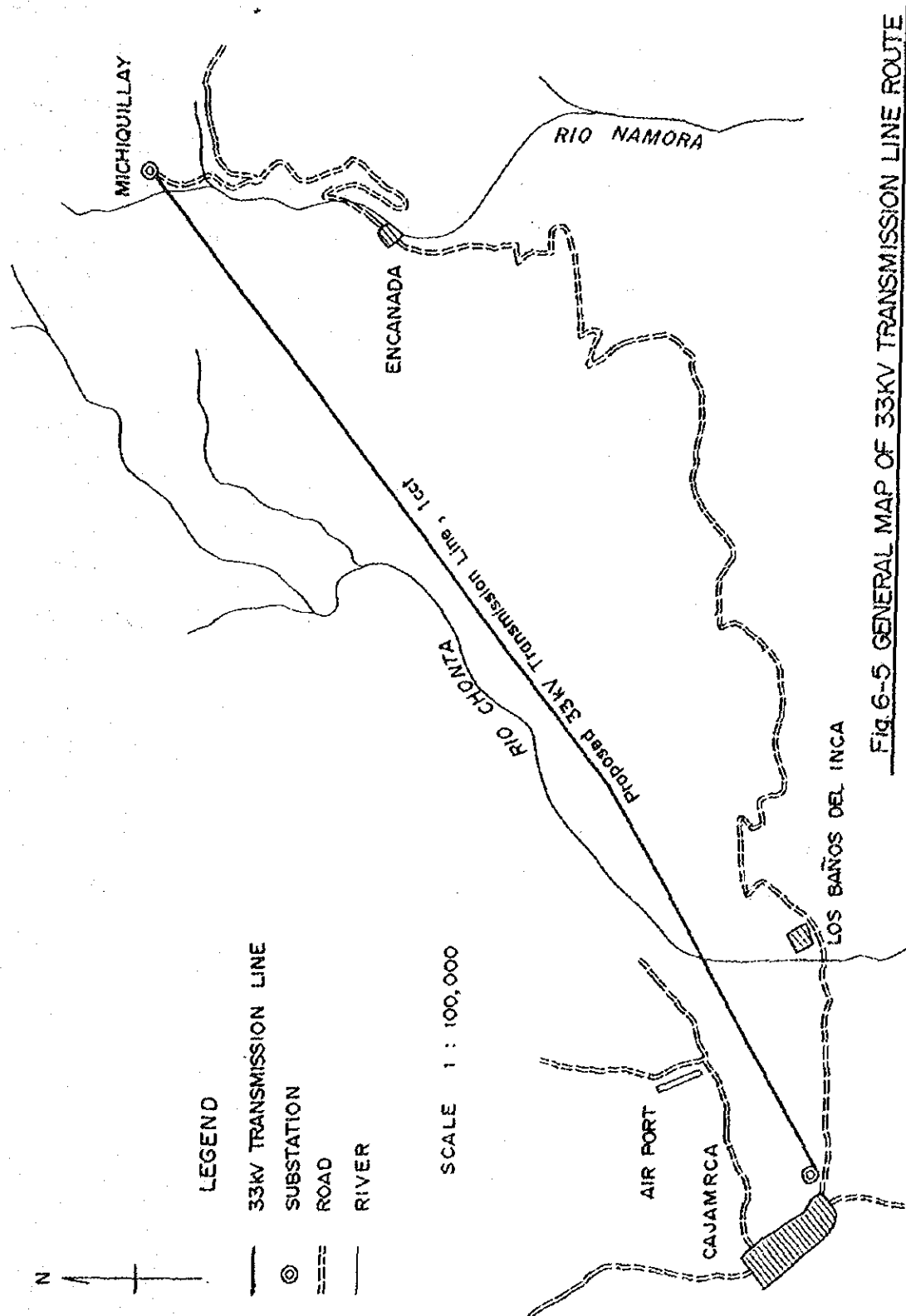


Fig. 6-5 GENERAL MAP OF 33KV TRANSMISSION LINE ROUTE

Table 6.3 Outline of 220 kv Transmission Line

Distance	240 km			
Voltage	220 kv			
System	A. C., 3 phase, 3 wire			
No. of circuit	1 cct.			
Standard span	400 m			
Zone	1	2	3	4
Conductor	400 mm ² ACAR	410 mm ² ACSR	520 mm ² ACSR	610 mm ² ACSR
Overhead ground wire	Non	Non	90 mm ² GSC 2 wire	90 mm ² GSC, 2 wire
Type of insulator	250 mm Fog, 21 pieces	250 mm, 13 pieces	250 mm, 16 pieces	250 mm 17 pieces
Supporting structure	Steel tower with one (1) circuit			

6-1-2 33KV 送電線

(1) 予備設計の基本方針

Cajamarca市に経済的な電力を供給するため Michiquillay 変電所より送電線により供給するものとシ、Cajamarca市の需要想定を基に技術的、経済的に有利な電圧33KV 1cct 送電線路とした。設計に際しては220KV送電線に用いた Zone - 4 の夫々の条件に準じて行なった。

(2) 予備設計の概要

1) 送電線ルート

33KV の送電線ルートは Fig 6-6 に示す通り Michiquillay 変電所より Cajamarca市の変電所に至る比較的ゆるやかな地形の Cajamarca 高原地帯を經過している巨長 30 km のルートである。

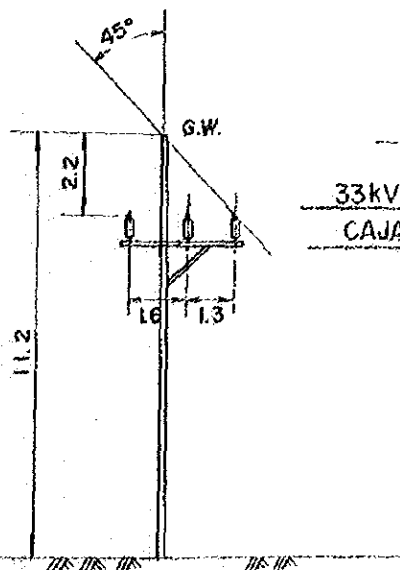


Fig 6-6

33KV STANDARD TYPE POLE FOR
CAJAMARCA TRANSMISSION LINE

220 KV 1CCT STANDARD SUSPENSION TOWER

Basic span 400 (m)

Unit : Meters

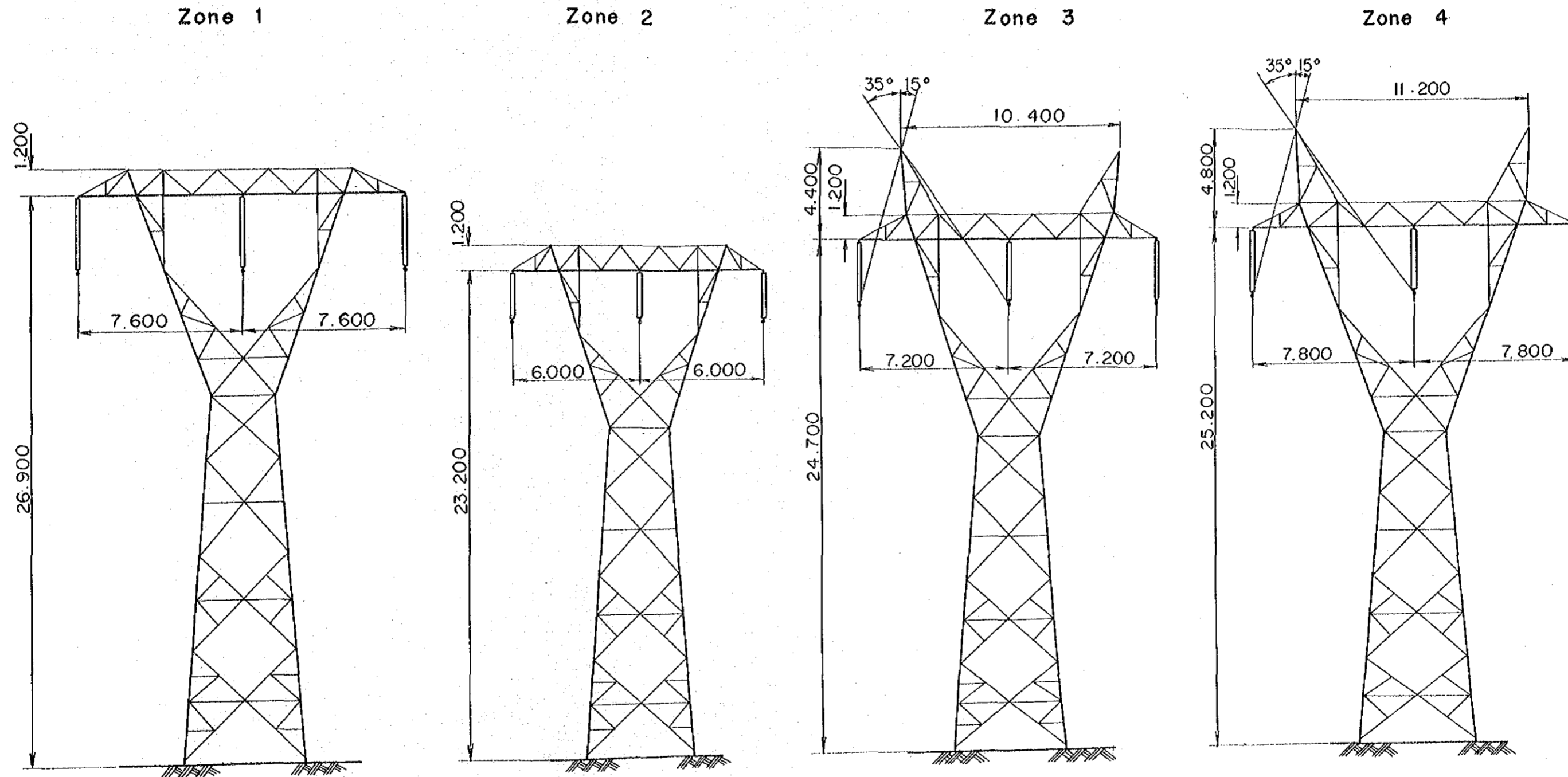


Fig.6-7 STANDARD SUSPENSION TYPE TOWER FOR MICHQUILLAY
TRANSMISSION LINE

2) 絶縁および耐雷設計

絶縁設計の基本条件としては中性点抵抗接地系とし、開閉サージおよび内部異常電圧に耐えるものとし、220KV線路の Zone - 4 の周囲条件に応じた設計を行ない、碍子は Line Post 碍子とした。

耐雷設計としては架空地線1条を設けるものとし、雷撃事故の低減を計った。

3) 支持物および電線

支持物は木柱として設計を行なった。電線については、Cajamarca の電力需要想定を基に送電容量、電圧低下率等の技術面と建設費、送電損失の経済面とより検討し最適な 80 mm² ACSR 電線とした。

木柱送電線の標準姿図を Fig 6-7 に示す。

(3) 送電線の設備概要

本計画送電線の設備概要は Table 6-4 に示す通りである。

Table 6-4 Outline of 33 kV Transmission Line

Distance	30 km
Voltage	33 kV
System	A. C., 3 phase, 3 wire
No. of circuit	1 cct.
Standard span	100 m
Conductor	80 mm ² ACSR
Overhead ground wire	45 mm ² GSC
Type of insulator	LP insulator
Supporting structure	Wooden pole

6-2 変電設備の予備設計

6-2-1 予備設計の基本方針

本計画の変電設備は Michiquillay 鉱山およびこれに関連する地域における 1990 年までの電力需要想定をもとに、後述する 2ヶ所の変電設備と 1ヶ所の送電線の引出設備を設置することとした。

個々の変電設備の設計に当っては、将来の電力需要の推移、系統運用、系統構成、安定度、電圧変動、潮流解析、故障計算、塩害並びに標高差による絶縁設計、機器定格容量、増設スペース等の技術的内容を検討すると共に経済性や地域性を勘案した。

6-2-2 予備設計の概要

(1) 母線方式

1) Trujillo Norte 変電所

本計画における電力供給端となる Trujillo Norte 変電所は、1990 年度の北部地域連系計画上で Chinbote No 1 と共に最も重要な変電所となる地点である。

したがって、信頼度の高い $1\frac{1}{2}$ CB 方式を本変電所の母線方式として採用される予定であるので、この母線方式に合わせて Michiquillay 送電線引出設備を計画した。

2) Michiquillay 変電所

a) 220KV 母線

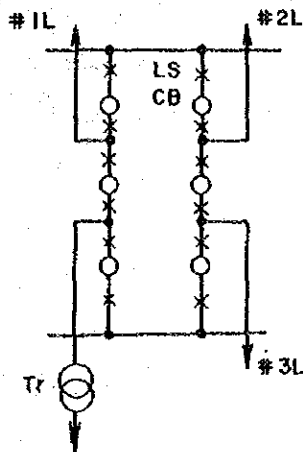
Michiquillay 変電所は、当初送電線引出設備 1 回線、変圧器 1 パンクの設備であるが、将来 Yangas, San Juan Crisnejas 等の水力開発が計画されており、最終規模は送電線引出設備 3 回線、変圧器 1 パンク設備を想定した。

上記条件を考慮して母線方式を検討すると次の 4 案が考えられる。

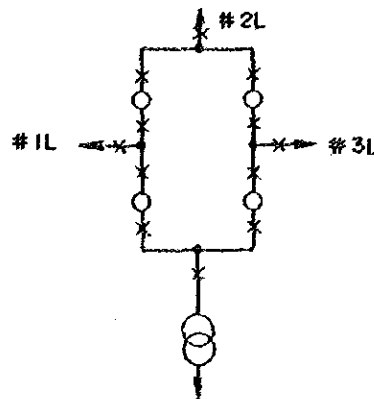
① $1\frac{1}{2}$ CB 方式 (CB 6 台)

② リング母線方式 (CB 4 台)

① $1\frac{1}{2}$ CB System (CB 6 Units)



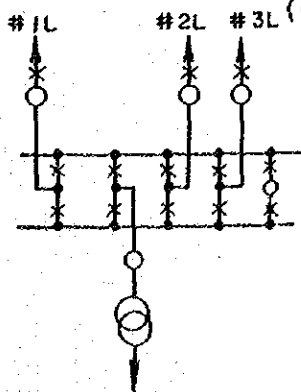
② Ring Bus System (CB 4 Units)



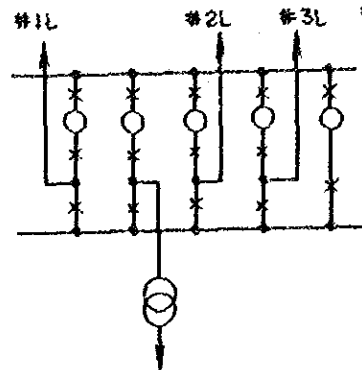
③ 2重母線1ブスタイ (CB 5 台)

④ 点検母線方式 (CB 5 台)

③ Double Bus Single Breaker System (CB 5 Units)



④ Double Bus System (One Stand-By for Inspection) (CB 5 Units)



これ等4案について、系統構成、保守運用、CB台数、所要敷地について比較検討し、技術的、経済的に有利なリング母線方式を採用した。

尚、当初は単母線方式で運用する。

b) 33KV 母線

主要変圧器が1バンク構成であること、1ルート、1回線構成のフィーダーが多いことから、経済性を考慮して点検母線方式とした。

(2) 絶縁設計

変電所機器の絶縁設計は送電線と絶縁協調を計り、Trujillo Norte 変電所の塩害と Michiquillay 並びに Cajamarca 変電所の高標高を考慮して絶縁設計を行なった。

1) Trujillo Norte 変電所の送電線引出設備

本変電所は地理的に海岸に近く耐塩害設計を考慮した。

送電線の場合と異なり変電機器の過絶縁は経済的に限度があり、活線洗浄による定期的な洗浄を前提として機器の絶縁設計を行なった。

尚、機器の塩害汚損条件は 0.03 mg/cm^2 とする。

2) Michiquillay 変電所および Cajamarca 変電所

これら変電所は夫々標高 $3,500 \text{ m}$ 、 $2,700 \text{ m}$ の高標高地に位置する。空気密度低下による大気および碍子類絶縁耐力の低下は標高 $3,500 \text{ m}$ では 76% となる。〔ANSI C3704, AC High-Voltage circuit breakers の Table-1 を参照。〕

したがって、母線の碍子個数、絶縁距離は、標準大気条件のそれらの値より増加し、次表のようになる。

機器の内部絶縁については標高による絶縁低下の補正は行なわないが、ブッシングならびに碍管などの外部絶縁については標準絶縁に対し、 1.32 倍の絶縁耐力の補正が必要である。

(3) 中性点接地方式

1) 220KV 系統

Table 6-5 Insulation Design for the Substation

System voltage (kV)	No. of insulator 250 mm	Standard insulation distance (mm)			
		Phase-to-ground		Phase-to-phase	
		Minimum	Standard	Minimum	Standard
220	18 (17)	2,500	3,200	3,150	5,000
33	5 (4)	500	720	650	1,250

中性点接地方式は1線地絡故障時、健全相の対地電圧の抑制、開閉アーク電圧の低減および故障時選択しゃ断が確実にこなえる直接々地方式を採用した。

2) 33KV, 13.8KV 系統

本計画の33KV, 13.8KV線路は多回線となり、事故時の選択しゃ断が必要である。従って、非接地方式は好ましくなく、直接々地又は高抵抗接地方式が必要である。

直接々地方式は、保護継電方式上好ましいが、33KV, 13.8KVの電圧では故障電流が大きくなり通信線への誘導障害等に問題が生じるので、故障電流が小さくなる高抵抗方式を採用した。

(4) 変圧器

1) 特別三相器

Michiquillay 変電所用変圧器に関しては、3相器1台に設計すれば輸送重量が95~100 tonとなり、100 ton トレーラー使用となる。

標高3,500m地点への輸送問題の道路車負、カーブ時の道路曲率半径、橋梁の補強、トンネル形状等を検討した結果、100 ton トレーラーの通過は不能と考えられる。

上記変圧器の輸送問題を解決するため、各相の分割輸送が可能な構造の特別三相器を採用した。

その結果、輸送重量は40 ton 以下となる。

2) 巻線方式

接地抵抗器を2次中性点におき、所内電源および調相設備を3次巻線に求める3巻線方式と上記を33KV母線に求める2巻線方式との比較検討の結果、2巻線の方が経済的であるのでこの案を採用した。

(5) しゃ断器

1990年における系統構成を考慮して、各変電所の220KV, 33KVの母線個所における故障計算を行い、しゃ断器容量を決定した。

(6) 電圧調整設備

本計画におけるMichiquillay 鉱山およびその周辺都市地域の負荷ピーク時、オンピーク時の条件をもとに、中央電力系統とLima-Chimbote 連系送電線で連系されるSanta 電力系統との諸条件をもとに、1982, 1985, 1990年時のそれぞれの電力潮流ならび電圧変動率の系統解析を行ない、その結果変電所の変圧器は±10%の範囲で電圧調整が可能な負荷時タップ切換器付変圧器とし、更に220KV系統電圧の上昇、降下を抑制するため、Michiquillay 変電所の33KV母線に分路リアクトル5MVA 2台とコンデンサー7.5MVA 2群を設けることとした。

(7) 保護継電方式

送電線の保護継電方式については才8章8-5を参照のこと。

(8) 機器定格容量

電力機器の設備場所が高標高地点の場合空気密度が低下するため、機器の冷却効果の低減並び

に空気圧縮装置吐出量の低下を生じ、その割合は標高に比例して低下するので、機器の定格容量の設計に当っては、これ等を考慮して設計した。

(a) Michiquillay 変電所

標高 3,500 m に対して、油中絶縁機器（例えば、変圧器、リアクトル、コンデンサー類）の冷却効果の低下率は 12%～18%、気中絶縁機器（例えば、断路器、電線、端子類、変流器、しゃ断器など）の冷却効果の低下率は 9%、および空気圧縮装置吐出量の低下率は 30% となる。

(b) Cajamarca 変電所

標高 2,700 m に対して、油中絶縁機器の冷却効果の低下は 8%～12%、および気中絶縁機器の冷却効果の低下率は 4% となる。

(9) 所要敷地

Fig 6-8 の Layout of Michiquillay Transmission Network に示すごとく、1990 年までの送電線の系統構成や、同系統の将来における増設、保守運用等が円滑に行なわれるよう配慮し、また、Fig 6-9～Fig 6-11 に示す各変電所の単線結線図にもとづいて配線設計を行ない所要敷地を決定した。

Fig 6-12～Fig 6-14 にこれ等を示す。

6-2-3 変電設備の概要

(1) 変電所概要

1) 220KV 変電所

a) Trujillo Norte 変電所

Trujillo Norte 変電所は本計画の送電線の引出口となるので 220KV 送電線引出設備を設置した。

b) Michiquillay 変電所

Michiquillay 鉱山と Cajamarca 市への電力供給のため Michiquillay 鉱山プラント近傍地点に 220KV 用変電設備を設置することとした。

両地点への送電線は Michiquillay 変電所の 33KV 母線に接続されるものとし、220KV から 33KV へ降圧する容量 80 MVA の主要変圧器 1 バンクを計画した。

なお、Michiquillay 変電所は、将来 Yungas, San Juan, Crisnejas 等の水力発電所の電源系統と連系する計画があり、将来リング母線として構成するため 220KV 2 回線送電線引込回線を増設スペースとして設計した。

但し、当初は単母線方式とし、しゃ断器は 1 台のみとし、初期投資を少なく設計した。

尚、33KV 回路についても Celendin と周辺地域への電力供給のため、2 回線の増設スペースを計画して所要敷地を決めた。

2) 33KV 変電所

Cajamarca 市附近に変電所を設置するものとし、主要変圧器、5 MVA 1 バンクを設置し、

Michiquillay よりの 33 KV の送電線から受電し 13.8KV に降圧し、Cajamarca市へ 13.8KV 5 回線にて配電することとした。

(2) 設備概要

1) Trujillo Norte 変電所 (送電線引出設備)

220KV送電線引出設備.....	1回線
しゃ断器 12.5KA 800 A	2台
断 路 器 800 A	4台

2) Michiquillay 変電所

220KV送電線引出設備.....	1回線
しゃ断器 12.5KA 800 A	1台
断 路 器 800 A	1台
220/33KV 主要変圧器.....	1台 特別 3相 2巻線
80MVA OLTC付	±10%
33KV 調相設備.....	1式
分路リアクトル 33KV 5MVA	2台
コンデンサー 33KV 7.5 MVA	2群
しゃ断器 12.5KA 600 A	2台
断 路 器 600 A	10台
33KV送電線引出設備.....	5回線
しゃ断器 12.5KA600 A	5台
断 路 器 600 A	15台
33KV母線設備.....	1式
しゃ断器 20KA 2000 A	2台
断 路 器 2000 A	5台
33KV 系統接地設備.....	1式
接地用変圧器 2MVA	1台
しゃ断器 12.5 KA600 A	1台
断 路 器 600 A	3台
接地用抵抗器 100 A	1台
33KV 所内受電設備.....	1式
所内変圧器	1台
しゃ断器 12.5KA 600 A	1台
断 路 器 600 A	3台

3) Cajamarca 変電所

33KV 送電線引出設備	1 回線
しゃ断器 12.5KA 600A	1 台
断 路 器 600A	1 台
33/13.8KV 主要変圧器	1 台 3相2巻線
5MVA OLTTC付	±10%
13.8KV 配電線引出設備	5 回線
しゃ断器 12.5KA 600A	5 台
断 路 器 400A	5 台
13.8KV 系統接地設備	1 式
接地用抵抗器 100A	1 台
13.8KV 所内受電設備	1 式
所内変圧器	1 台
断 路 器 400A	2 台

6-3 通信設備の予備設計

6-3-1 予備設計の概要

本計画における電力系統の規模および既設通信設備との関連を勘案し、以下の方針で通信回線を構成することとした。

(1) 給電指令用電話回線

Chimbote No1 変電所を給電指令所とし、Chimbote No1 変電所～Trujillo Norte 変電所および Chimbote No1 変電所～Michiquillay 変電所間に夫々電力線搬送装置を設置し、給電指令用電話回線を構成する。

なお、Trujillo Norte、Michiquillay 変電所にトーンリンガーを設置し選択呼出が可能なものとする。

(2) 業務用電話回線

Chimbote No1 変電所～Michiquillay 変電所間に電力線搬送による業務用電話回線を構成する。この回線は Chimbote No1 変電所の既設自動交換機および Michiquillay 変電所に新設する自動交換機に接続され、トールダイヤル回線を構成する。

(3) 送電線保守用 VHF 回線

Trujillo Norte 変電所および Michiquillay 変電所から送電線沿線の保守員と直接通話を可能とする VHF 基地局 2 局を設置し、これら基地局と Trujillo Norte 変電所および Michiquillay 変電所との間に固定回線を構成する。この回線のうち Pozo Seco～Michiquillay 変電所間は電力線搬送回線、Pacasmayo～Trujillo Norte 変電所間は VHF 回線とする。

(4) キャリヤリレー

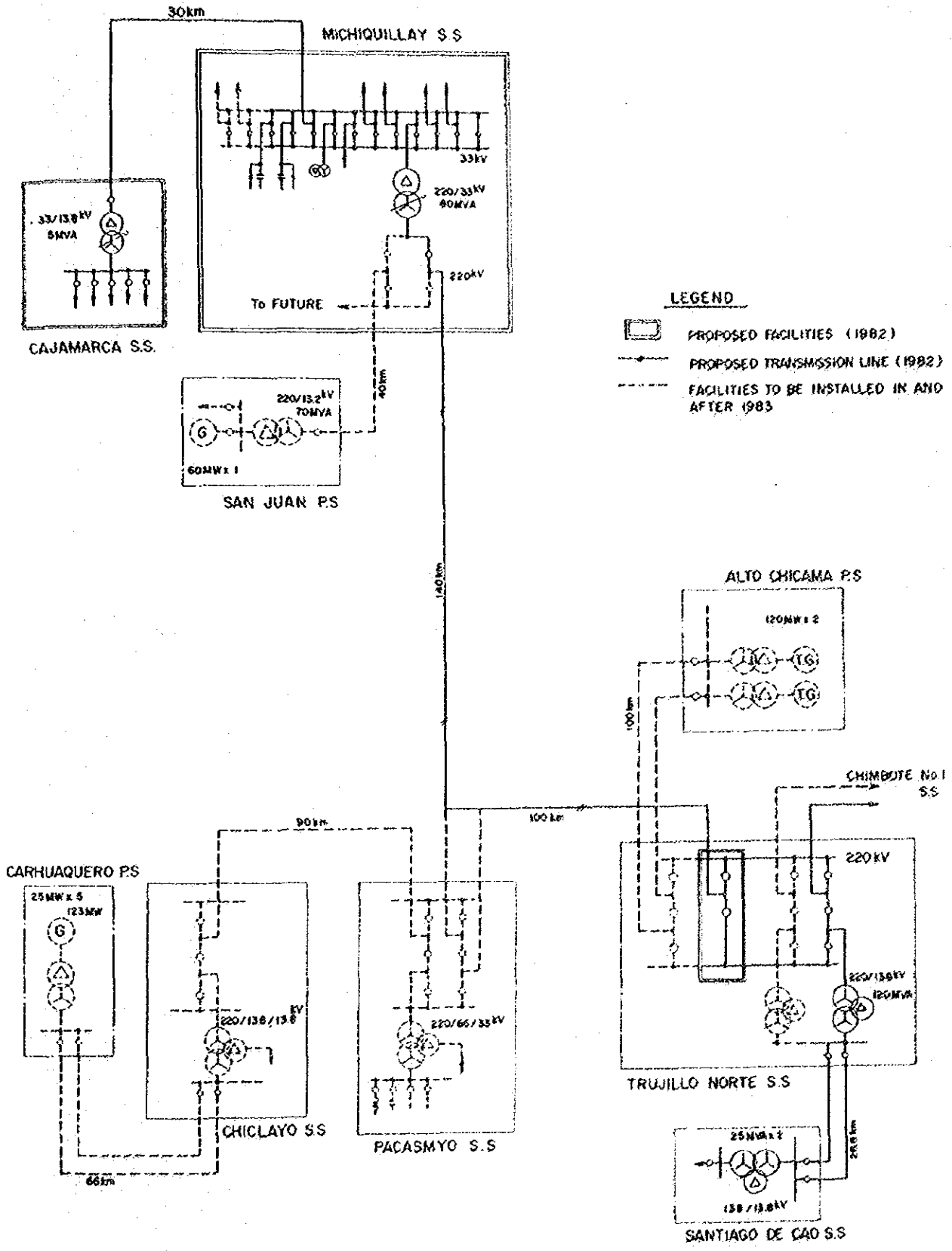


Fig. 6-8 SINGLE LINE DIAGRAM RELATED WITH MICHQUILLAY S.S.

220kV
TO MICHIGUILLAY SS

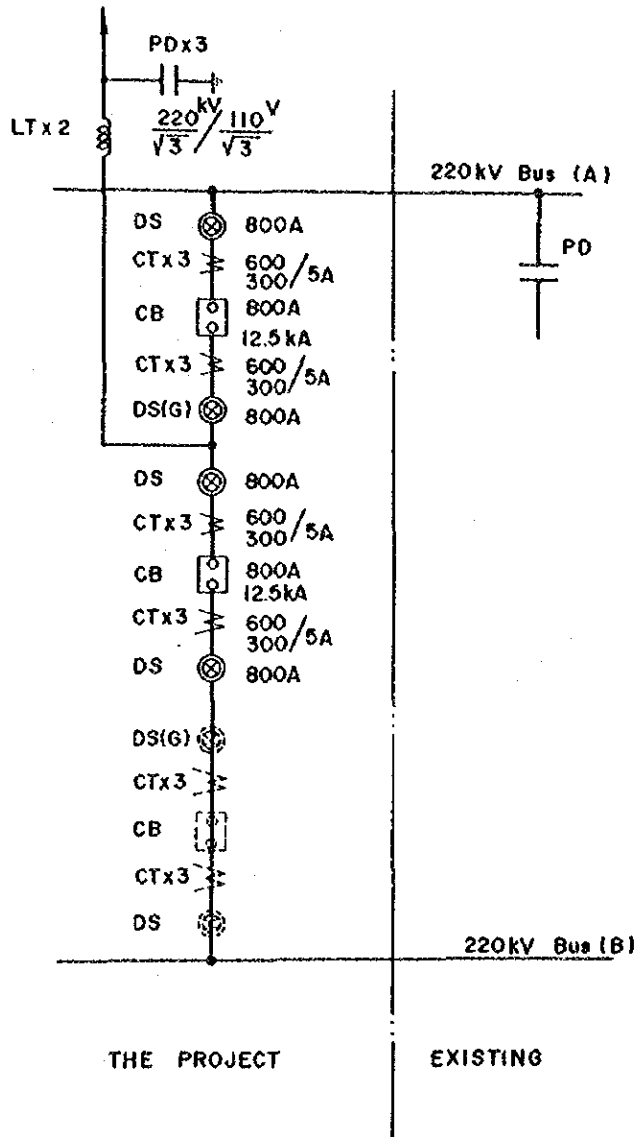


Fig.6-9 ONE LINE DIAGRAM OF TRUJILLO SUBSTATION

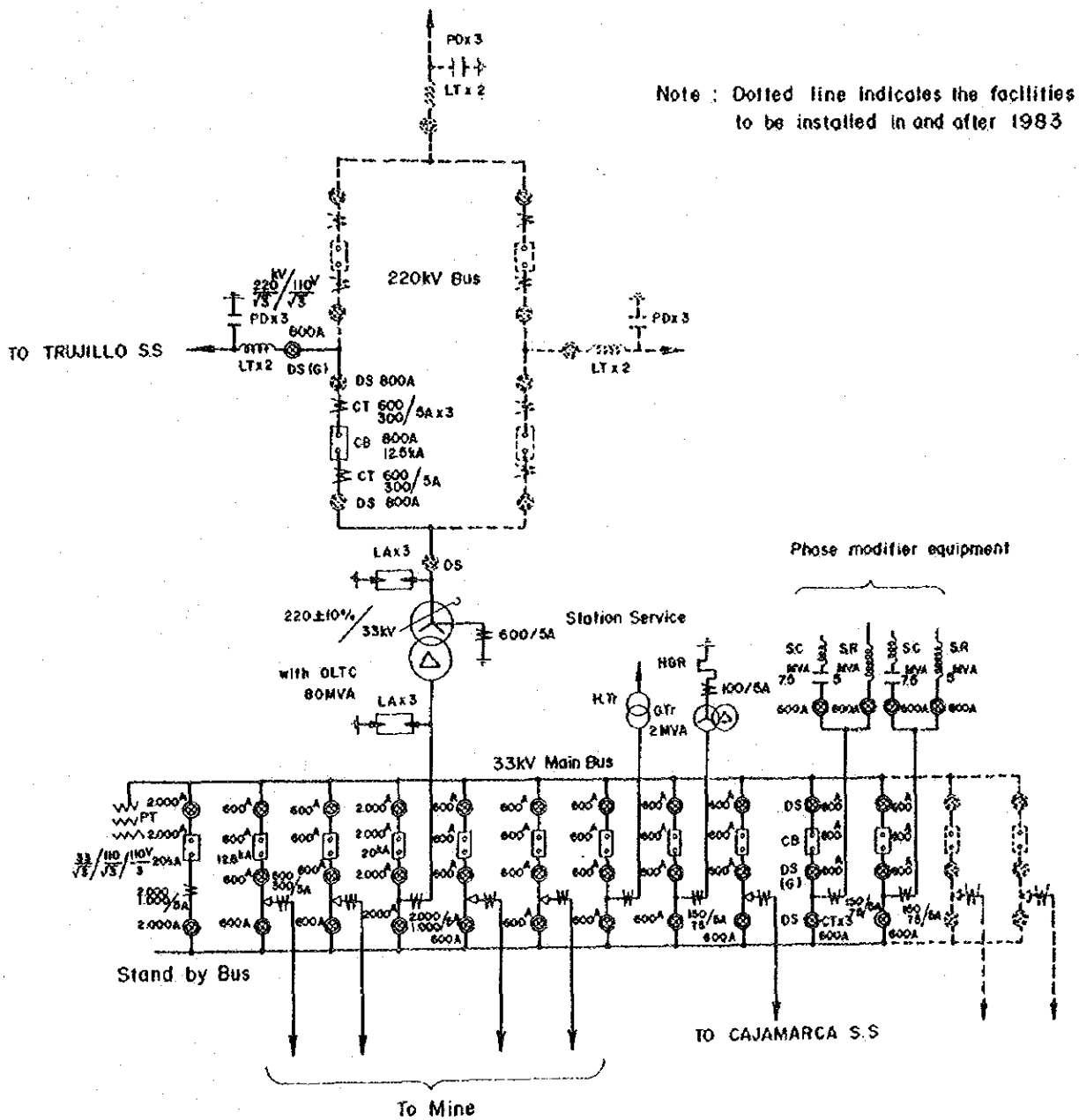


Fig. 6-10 ONE LINE DIAGRAM OF MICHQUILLAY SUBSTATION

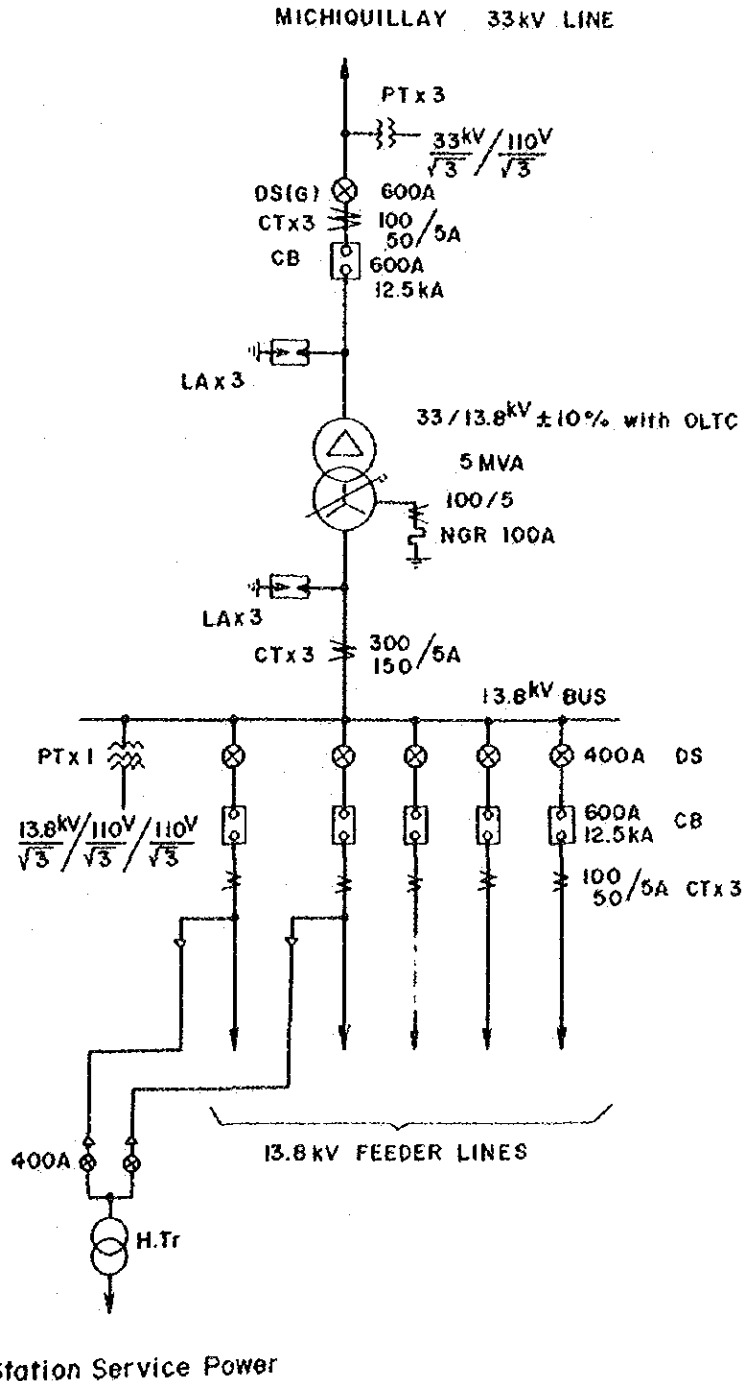
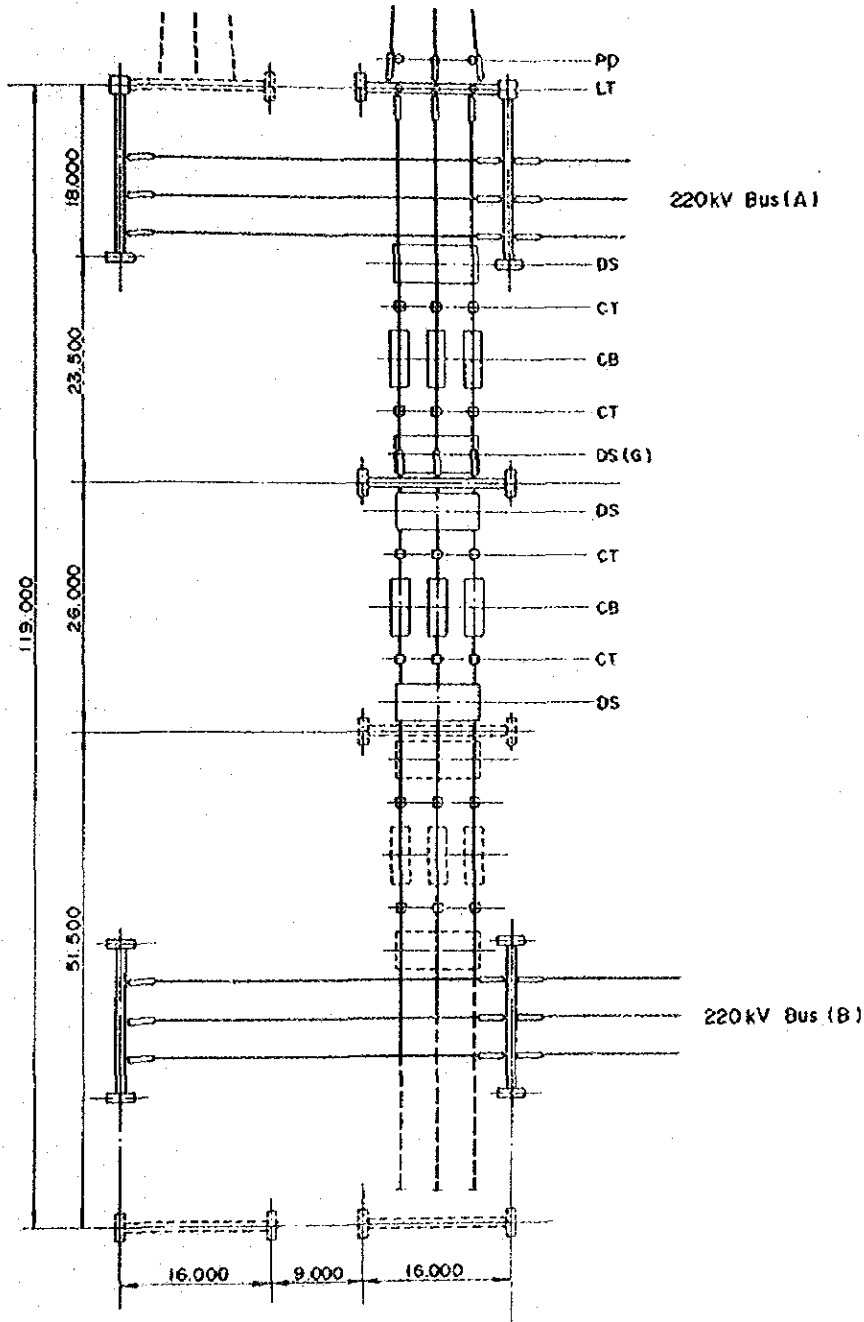


Fig. 6-11 ONE LINE DIAGRAM OF CAJAMARCA SUBSTATION

TO MICHIOQUILLAY S.S
220KV

(FUTURE TO PACASMAYO S.S)



Scale : 0 5 10 15m
S=1/500

Fig. 6-12 GENERAL ARRANGEMENT OF EQUIPMENT TRUJILLO NORTE
SUBSTATION

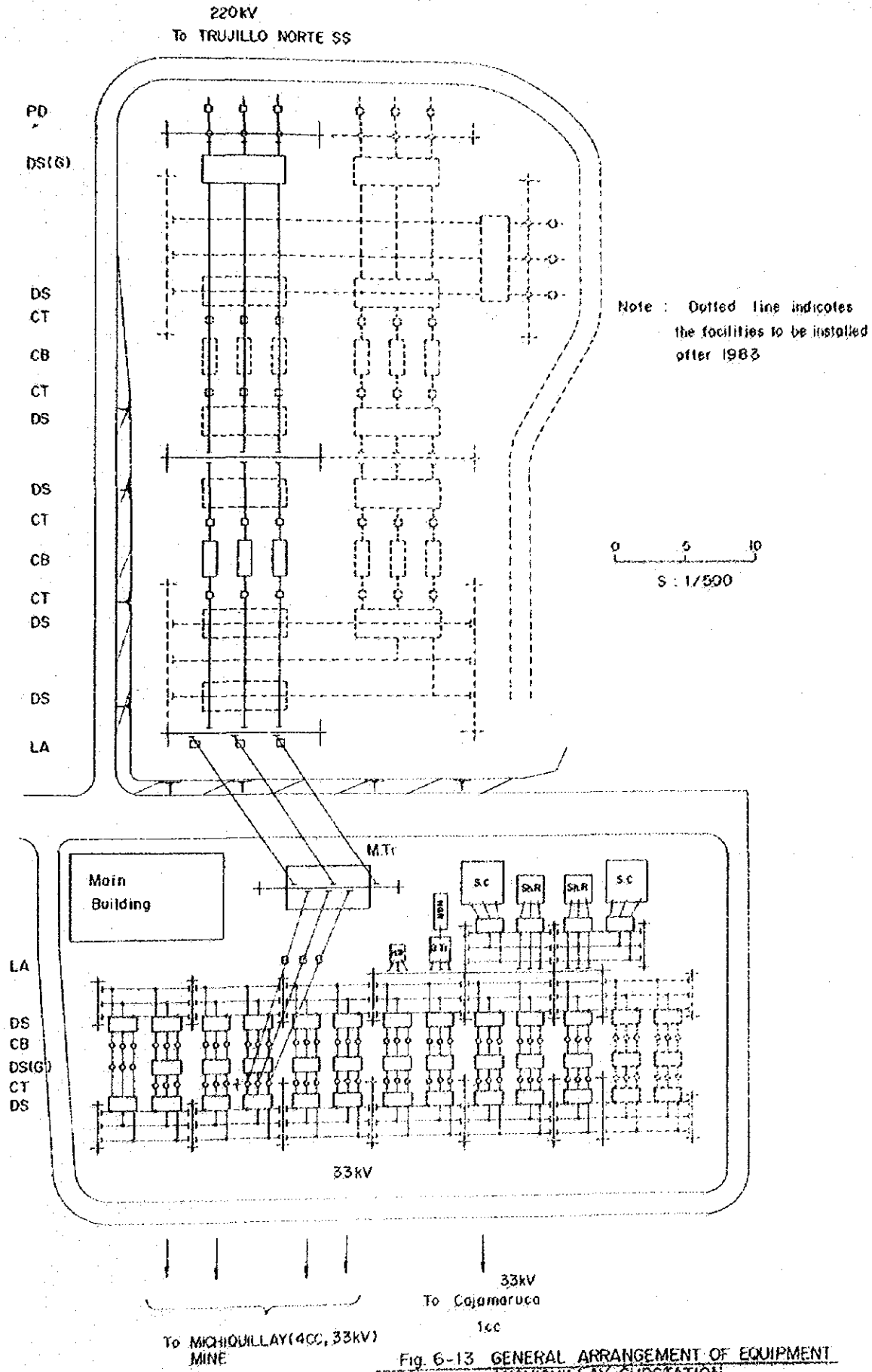
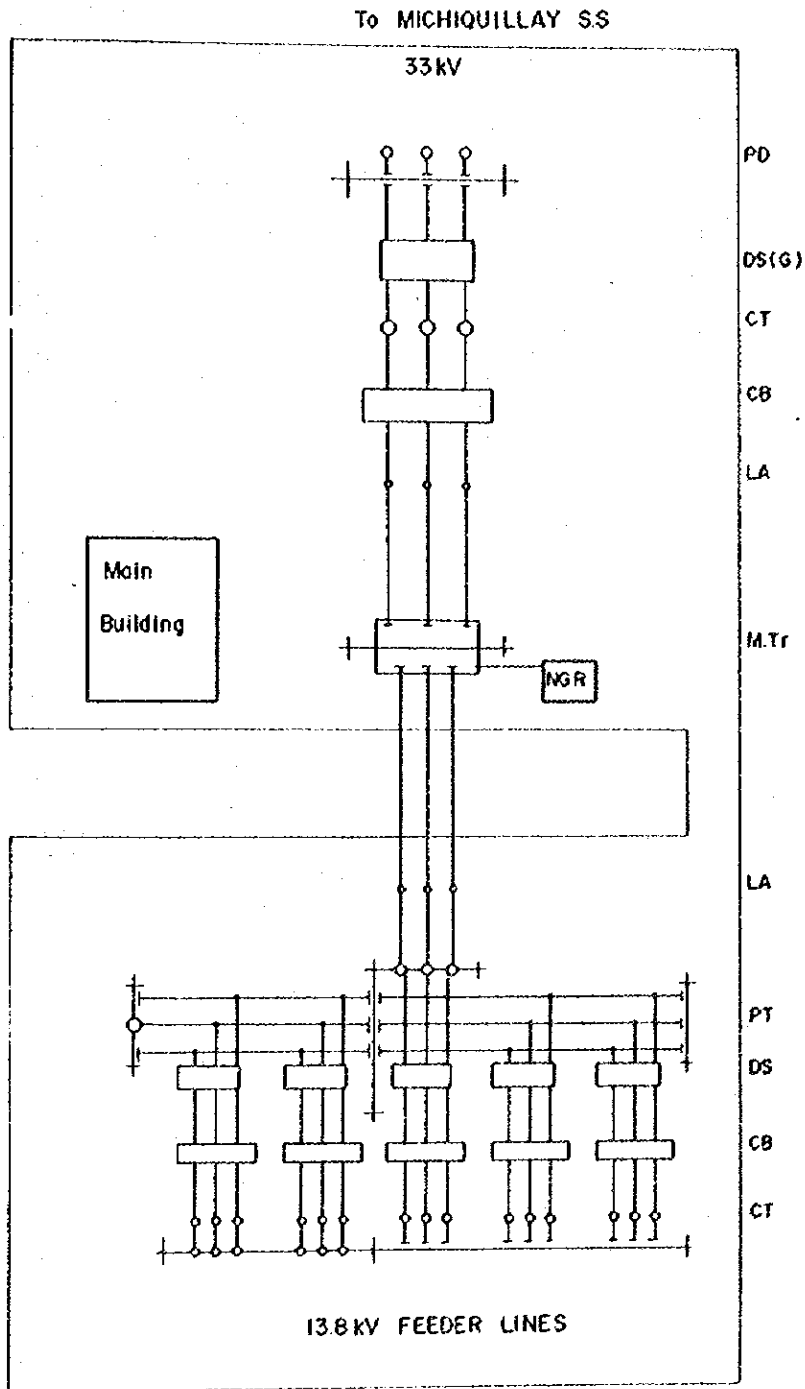
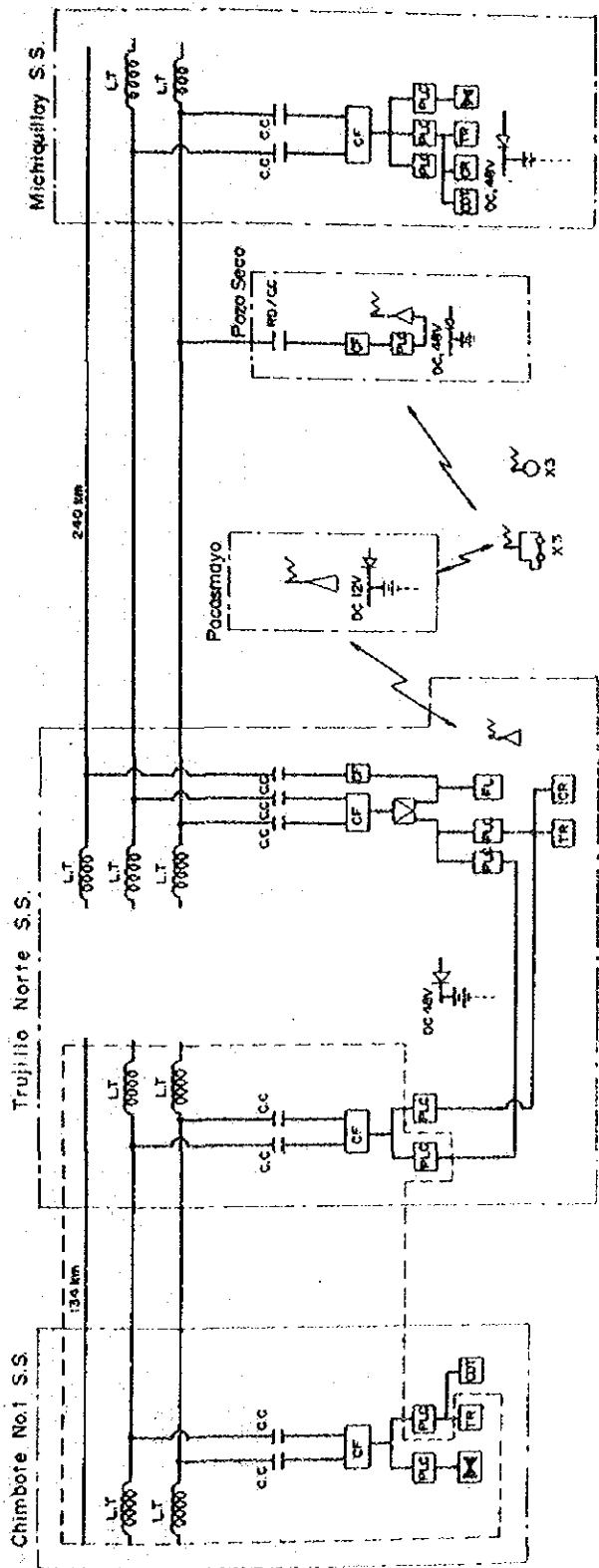


Fig. 6-13 GENERAL ARRANGEMENT OF EQUIPMENT
MICHQUILLAY SUBSTATION



Scale : $\frac{1}{200}$

Fig. 6-14 GENERAL ARRANGEMENT OF EQUIPMENT CAJAMARCA SUBSTATION



Note

(1) Existing Equipment

(2) Trujillo Norte S.S. ~ Pocono Seco : 100 km
 Michiquilay S.S. ~ Pocono Seco : 40 km

Legend

- LT : LINE TRAP
- CC : COUPLING CAPACITOR
- PD : POTENTIAL DEVICE
- CF : COUPLING FILTER
- PLC : POWER LINE CARRIER TELEPHONE EQUIPMENT
- COT : CYCLIC DIGITAL TELEMETER
- FL : FAULT LOCATOR
- CR : PROTECTIVE RELAYING CARRIER SIGNAL EQUIPMENT
- ⊠ : AUTOMATIC TELEPHONE EXCHANGE
- TR : TONE RINGING PARTY LINE EQUIPMENT

Fig. 6-15 TELE-COMMUNICATION SYSTEM BLOCK DIAGRAM

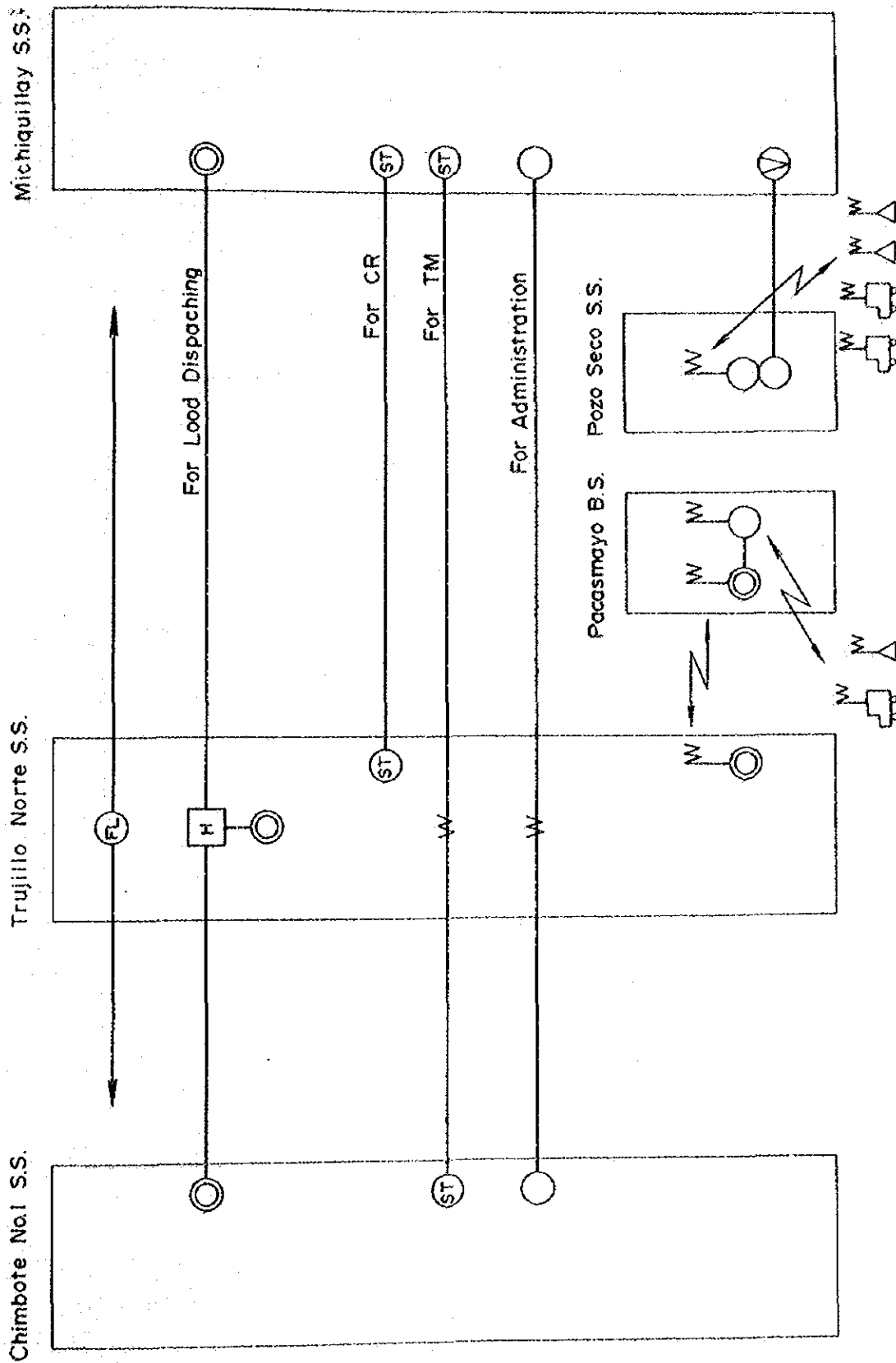


Fig. 6-16 TELECOMMUNICATION CIRCUIT DIAGRAM

Trujillo Norte 変電所～Michiquillay 変電所間の電力線搬送回線のテレメーター CH を使用したキャリアリレーを1対向新設する。

(5) フォルトロケータ

送電線の事故復旧の迅速化を計るため、Trujillo Norte 変電所にC型フォルトロケータを新設する。

(6) テレメータ

Michiquillay 変電所～Chimbote No 1 変電所間に電力線搬送回線のテレメーター CH を使用したテレメータ回線を構成する。

Michiquillay 変電所の220KV側の有効電力および電圧テレメータおよびしゃ断器のスーパービジョンを行なう。

6-3-2 通信設備の概要

Table 6-6 Telecommunication Facilities for Transmission Line

Items	Michiquillay	Trujillo Norte	Chimbote No. 1
	S, S	S, S	S, S
Power line carrier equipment (1 CH, 45 dBr)	2	2	
Power line carrier equipment (1 CH, 35 dBr)	2 ^{1/}	1	1
Carrier relay equipment	1	1	
Fault locator equipment (C type)		1	
VHF Base radio equipment (25 W)	1 ^{1/}	1 ^{2/}	
VHF Stationary radio equipment (10 W)		1	
VHF Mobile radio equipment (10 W)	1	2	
VHF Portable radio equipment (1 W)	1	2	
C. D. T. equipment (6 words 200 bit/sec)	1		1
Automatic telecommunication exchanger (20 ch)	1		
Tone ringger (10 ch, cop)	1	1	
Power unit for telecommunica- tion (48 V)	2 ^{1/}	1	
Power unit for telecommunica- tion (12 V)		1 ^{2/}	
Distribution line 2 km	1 ^{1/}	1 ^{2/}	

NOTE, ^{1/}: Including equipment of Pozo Seco VHF Base Radio Station

^{2/}: Including equipment of Pacasmayo VHF Base Radio Station