

保存用

持出禁止

パラグアイ国農村電化計画

Pirapo 電源開発計画
調査報告書

昭和43年3月

海外技術協力事業団



国際協力事業団

受入 月日 '84. 3.15	708
登録No. 00295	83.9
	KE

は し が き

日本政府は、パラグアイ共和国政府の要請にこたえて、同国の農村電化計画の一環であるイタプア県 Pirapo 電源開発計画およびアマンバイ県 Aquidabán 電源開発計画に関するフィジビリティ調査を行うこととなり、その実施を政府の実施機関である海外技術協力事業団に委託した。

事業団は同国における農村電化の重要性に鑑み、調査の効率的な実施を期して、電源開発株式会社柳井泰介を団長とする電源開発関係の専門家6名より成る調査団と編成した。

調査団は42年8月初旬より約40日間現地に滞在し、パラグアイ国政府関係当局と打合せを行うと共に計画地点を踏査し、資料の収集を行った。

幸い現地における調査は、パラグアイ国政府関係者の格別の支援と協力によって行われ、ここに報告書提出の運びとなった。

事業団として、本調査が同国農村電化計画の推進に寄与し、同時に我国とパラグアイ共和国との友好親善および経済交流に貢献するならばこれにまさる喜びはない。

終りに本調査の実施に当り、支援を借しきれなかったパラグアイ国政府関係者に対し、また調査団々員各位、現地において調査に協力された在外公館および海外移住事業団の方々、並びに調査団の派遣に御協力をいただいた通商産業省、外務省、電源開発株式会社、株式会社新日本技術コンサルタント、西日本技術開発株式会社関係各位に対し、この機会に厚く御礼申し上げます。

昭和43年3月

海外技術協力事業団
理事長 洪 沢 信 一

伝 達 状

海外技術協力事業団

理事長 渋 沢 信 一 殿

茲にパラグアイ国 Pirapo 電源開発計画調査に関する報告書を提出することを光栄に思います。調査団は昭和42年8月7日から約40日間パラグアイ国に滞在し、この間パラグアイ国政府との打合せ、計画地域の測量、電力市場調査、水文関係資料の収集等を行いました。

帰国後調査団は、これらの資料を基に本計画に対し、各種の検討を行い本報告書を作成致しました。本報告書の作成に当っては、予備設計作業は電源開発株式会社が担当し、このうち一部は株式会社新日本技術コンサルタントおよび西日本技術開発株式会社が分担致しました。

Pirapo 電源開発計画は、パラグアイ国南部イタプア県を流れる Pirapo 川に最大出力1800kW、年間発生電力量12,000,000kWhの水力発電所を建設し、同川流域の日本人移住地およびその周辺の農村に電力を供給するのであります。

この計画の実施には、第一期工事完成による発電開始までに約2年の工期と¥407,000,000の工事費を必要とし、その後の配線設備の拡張工事に約4年の工期と¥39,600,000の工事費を必要としますが、代替ディーゼルプラントと経済比較の結果、有利なプロジェクトと考えられます。

しかし、本川には流量資料が全く欠けておりますので、今後これに関する基礎資料の整備が必要であります。

私はこの報告書がパラグアイ国の農村電化計画に役立つと共に、日パ両国間の今後一層の友好親善に寄与することを期待致すものであります。

昭和43年3月

パラグアイ国農村電化調査団長

電 源 開 発 株 式 会 社

柳 内 泰 介

目 次

第 1 章	諸 論	3
1 - 1	経 緯	3
1 - 2	目 的	3
1 - 3	調 査	3
1 - 4	資 料	4
1 - 5	謝 辞	4
第 2 章	結 論 と 勧 告	5
2 - 1	結 論	5
2 - 2	勧 告	6
第 3 章	需 要 想 定	7
3 - 1	関 連 地 域	7
3 - 1 - 1	関 連 地 域 の あ ら ま し	7
3 - 1 - 2	電 気 事 業 の 形 態	9
3 - 2	需 要 想 定	13
3 - 2 - 1	供 給 地 域	13
3 - 2 - 2	需 要 想 定	13
3 - 3	需 給 バ ラ ン ス	13
3 - 3 - 1	kW バ ラ ン ス	13
3 - 3 - 2	kWh バ ラ ン ス	14
第 4 章	計 画 概 要	22
4 - 1	計 画 地 域 の 概 要	22
4 - 2	計 画 概 要	22
4 - 2 - 1	発 電 計 画	22
4 - 2 - 2	送 変 配 電 計 画	22
第 5 章	水 文 お よ び 地 質	27
5 - 1	水 文	27
5 - 1 - 1	月 平 均 流 量	27
5 - 1 - 2	洪 水 量	28
5 - 1 - 3	蒸 発 量	28
5 - 2	地 質	30
5 - 3	材 料	30

第6章 発生電力	33
6-1 開発規模の決定	33
6-2 発生電力量	33
第7章 予備設計	37
7-1 設 計	37
7-1-1 土木構造物	37
7-1-2 水車および発電機	37
7-1-3 開 閉 所	38
7-1-4 送変配電設備	38
7-1-5 通 信 設 備	39
7-1-6 主要諸元表	39
7-2 工程および施工方法	42
7-2-1 工 程	42
7-2-2 施 工 方 法	42
第8章 工 事 費	51
8-1 基 本 条 件	51
8-2 工事費総括表	51
第9章 経 済 評 価	55
第10章 資 金 計 画	57
10-1 所 要 資 金	57
10-2 資 金 調 達	57
10-3 資金返済能力	57
付 録	61
A-1 開発規模の決定	61
A-1-1 開発規模決定のための基本条件	61
A-1-2 出力および使用水量	62
A-1-3 各案の経済比較	62
A-1-3-1 比較に用いた各案の主要諸元	62
A-1-3-2 利 用 可 能 水 量	63
A-1-3-3 各案の工事費および年間経費	68
A-1-3-4 需 要	69
A-1-3-5 販売可能電力と販売可能電力量	69
A-1-3-6 代 替 設 備	70

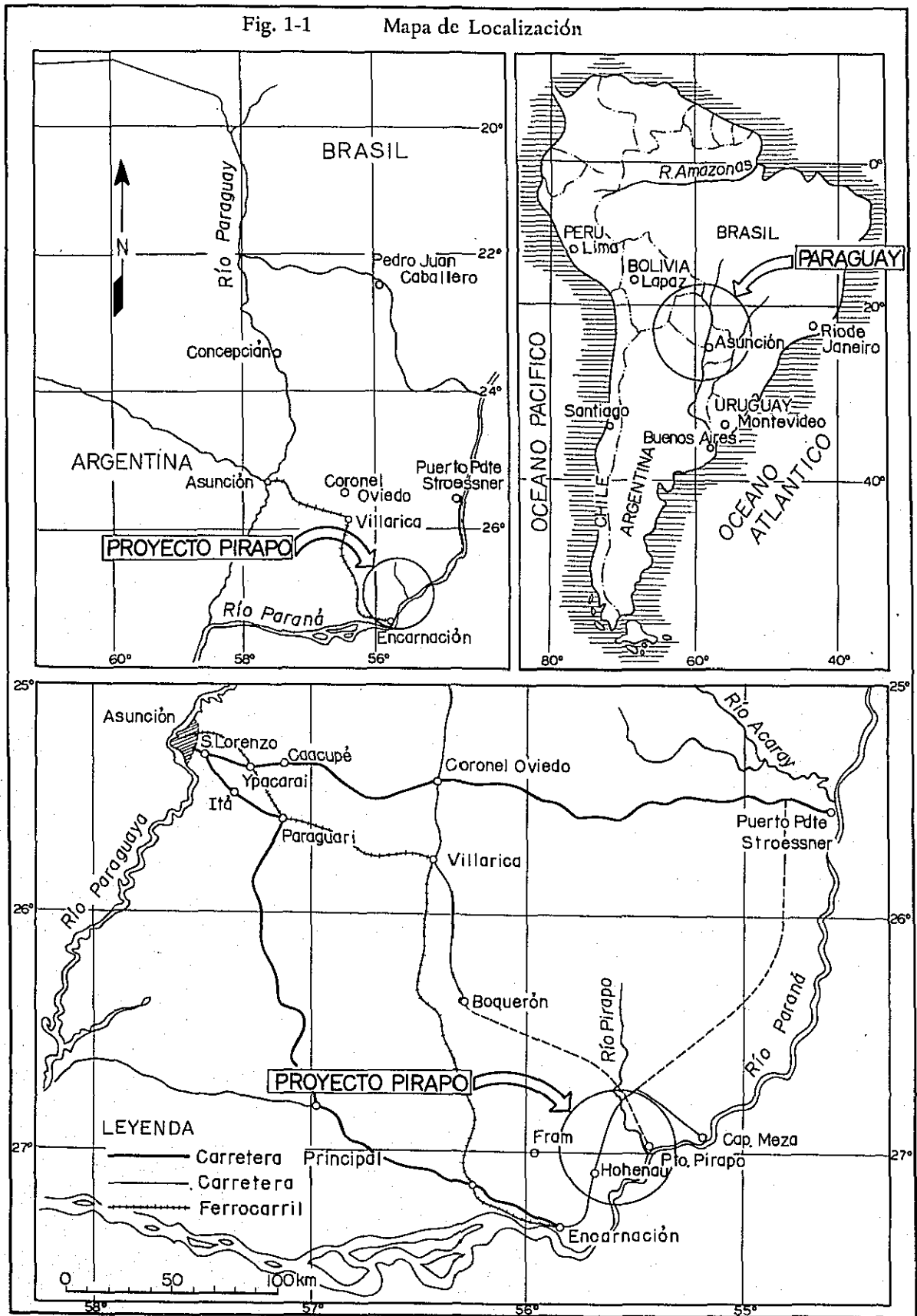
A-1-3-7	経済比較表	70
A-2	Pirapo 発電所の経済評価	72
A-2-1	販売可能電力および販売可能電力量	72
A-2-2	年間費用と電力コスト (kWh 当りの費用)	72
A-2-3	代替案との比較	73
A-2-4	便益 - 費用比	74
A-3	Acaray 発電所から受電する案	75
A-4	付表および付図	77
Table A-4-1	アルトパラナ試験農場における月別雨量	77
Table A-4-2	Acaray 川ダム地点測水所流量	77
Table A-4-3	土木工事費内訳	78
Table A-4-4	機器材料費および据付工事費内訳	79
Table A-4-5	水車発電機および付属機器材料費および据付工事費内訳	80
Table A-4-6	送配変電設備工事費内訳	81
Fig A-4-1	パラグアイ国等雨量曲線	82
Fig A-4-2	パラグアイ国等降雨日数曲線	83
Fig A-4-3	パラグアイ国等気温曲線	84
Fig A-4-4	パラグアイ国等蒸発量曲線	85

本報告書は下記のような替為レートに従って作成した。

$$1 \text{ ₤} = 1 / 123.6 \text{ US\$}$$

$$1 \text{ ₤} = 2.91 \text{ 円}$$

Fig. 1-1 Mapa de Localización



第1章 緒論

第 1 章 緒 論

1-1 経 緯

Pirapo 水力発電計画および Amambay 地区電化計画 (Aquidabán 水力発電計画, Ypañe 水力発電計画) の両計画は, パラグアイ国政府による同国農村電化計画の一環をなすものである。

パラグアイ国政府は 1967 年 7 月, 日本国政府に対し, これらの計画の Feasibility 調査を要請した。日本国政府はこの要請を受けて, 海外技術協力事業団を通じ, 同年 8 月 電源開発株式会社柳内泰介を団長とする下記の調査団を派遣し, これら 3 つの計画地点に対し調査を行った。

団長	柳 内 泰 介	電源開発株式会社	計画技師
	三 島 進	通商産業省	電気技師
	橋 本 尚	株式会社新日本技術コンサルタント	電気技師
	古 田 宏	西日本技術開発株式会社	土木技師
	進 藤 一 夫	電源開発株式会社	土木技師
	加 賀 美 浩	電源開発株式会社	電気技師

なおこれら計画に対しては, 1964 年アメリカ合衆国 Agency for International Development (AID) によって, 現地調査および Feasibility Report が作成されており, 日本国調査団はこの AID 作成の Feasibility Report を参照しつつ本調査を行った。

1-2 目 的

本調査報告書は前記 3 ケ地点のうち Pirapo 水力発電計画に対する技術的および経済的可能性を明らかにしたものである。

Pirapo 水力発電計画は, パラグアイ国南部 Itapúa 県の Pirapo 川流域のアルトパラナ日本人移住地およびその周辺に電力を供給することを目的とした計画である。

1-3 調 査

調査団は 1967 年 8 月 9 日から約 40 日間にわたってパラグアイ国に滞在し, パラグアイ国政府および同国電力公社 (Administración Nacional de Electricidad) (ANDE) と調査および計画について打合せを行った後, Pirapo 川計画地点においての現地調査 (約 10 日間) を行い, またさらに Asunción 市 Encarnacion 市および同国が現在建設中の Acaray 発電所工事地点等において計画の立案に必要な各種資料の収集を行

った。

現地調査終了後調査団は同年10月から日本国において電力需要計画、発電計画、計画の経済性の検討を実施し、Pirapo水力発電計画のFeasibility Reportを作成した。

1-4 資 料

Pirapo水力発電計画の検討立案にあたって使用した基礎資料は、調査団がパラグアイ国企画庁、ANDE および日本国海外移住事業団から提供を受けたものである。

1-5 謝 辞

本調査を実施するにあたり、終始支援と協力を与えられたパラグアイ国政府を始めとする上記各機関の関係者に対し深く感謝の意を表わすものである。

第2章 結論と勧告

第2章 結論と勧告

2-1 結論

Pirapo川開発計画は、Pirapo川の水文資料が現時点では未だ不完全であるので今後同川の水文資料が得られた時点において更に検討が加えられるべきものである。しかし今回調査団が入手した範囲のごとく僅かな水文資料を基にして、必要かつ妥当と考えられる検討を行った結果では、以下に述べる結論が得られた。

なお、Pirapo川開発計画の一つの代替案と考えられるAcaray発電所からアルトパラナ日本人移住地へ電力を供給する案については、Acaray発電所～Encarnación間の送電線の建設に関して、未確定要素が多いので、本調査報告書では同案を検討の対象から除き、付録で簡単に述べるに止める。

- (1) 現在アルトパラナ日本人移住地においては、移住事業団事務所および病院において小規模な自家用Diesel発電(18kW)が行われているに過ぎない。しかし、この移住地の将来の発展のためには事業用電力供給設備が必要である。
さらに上記日本人移住地に隣接するドイツ人移住地には、現在200kWのDiesel Plantが建設されつつあるが、この移住地の規模人口等からみて、今後電力供給設備を増設する必要がある。
- (2) 以上の電力需要に対応する供給設備としてはPirapo水力発電所(以下Pirapo発電所という)を建設する案、ディーゼル発電所を建設する案、両者を併用する案の3つの案が考えられる。これら3案を検討した結果、両移住地への電力供給設備としては、まず、Pirapo発電所を建設し、増分需要に対してはDiesel Plantを建設するのが、両移住地にとって経済的となる。
- (3) この場合、アルトパラナ日本人移住地に対しては配電設備を設け、各需要家に対し電力供給を行う。一方ドイツ人移住地に対しては、同移住地内のObligadoまで送電線を建設すると共に、受電変電所を設け、同変電所6.0 kV側母線において既存の電力会社にPirapo発電所の電力を売電する。
- (4) Pirapo川開発計画はPirapo発電所の建設、アルトパラナ日本人移住地内の配電線の建設、ドイツ人移住地への送電線の建設、Obligado変電所の建設が主体となる。
- (5) Pirapo発電所の開発規模は1800kW程度とするのが最も経済的である。この規模で同発電所を建設する場合、必要な工事費は、発電設備で¥234,510,000 送変配電設備を含めば¥446,600,000と見積られる。
- (6) Pirapo発電所の需要端(この場合ドイツ人移住地に対しては前記のObligado変電所をいう)のkWh当りの原価は年利子率6.5%、耐用年数50年(ただし水車発電機は

85年)と考えた場合4.1 $\text{¢}/\text{kWh}$ と見積られる。

(7) Pirapo 発電所計画は代替案として考えられる Diesel Plant をもとにして経済評価を行うと、その便益—費用比は1.58 となり、有利なプロジェクトと考えられる。

(8) 資金返済については、総工事費の50%を自己資金で、残りの50%を借入金でまかなうものとする。この場合、借入金を

年 利 子 率	6.5 %
据 置 き 期 間	5 年 間
返 済 期 限	据 置 き 5 年 を 含 め 2 0 年 間

の条件に従って返済するものとするれば、アルトパラナ日本人移住地に対して4.5 $\text{¢}/\text{kWh}$ ドイツ人移住地に対しては既設 Diesel 相当分電力量に対し3.0 $\text{¢}/\text{kWh}$ ・増分需要に対しては3.5 $\text{¢}/\text{kWh}$ を売電単価として借入金の返済は可能である。

2-2 勧 告

以上の結論にもとづき、次の勧告がなされる。

- (1) 直ちに Pirapo 川に測水所を設け、今後流量測定を行う。
- (2) Pirapo 発電所は有効容量8,000,000 m^3 程度の月間調整池を有するダム式発電所として開発し、最大出力1,800 kW程度の規模とする。
- (3) Pirapo 計画は、その電力供給地域を、アルトパラナ日本人移住地およびこれに隣接するドイツ人移住地とする。
- (4) Pirapo 発電所は1 stage で開発し、将来の需要の延びに対しては Diesel Plant を設けて、水火併用で電力供給を行う。
- (5) Pirapo 発電所の運転開始は1972年半ばとする。
同発電所の建設にあたっては、1968~1969年に流量資料を整え、1970年前半 Definite Study および工事入札を行い、1970年半ばと本工事着工とする。
- (6) 今後 Acaray 発電所の送電線建設計画が或る程度確定した段階において、同発電所から受電する案について検討を行い、同案と Pirapo 発電所計画との経済比較を行う。

第3章 需 要 想 定

第3章 需 要 想 定

3-1 関 連 地 域

3-1-1 関連地域のあらまし

(1) 一般事情

パラグアイ国は、南米大陸のほぼ中央部 Parana 河の中流域に位置し、面積約407,000 km² の内陸国である。パラグアイ国土は、その中央部を北から南へ流れる Paraguay 河によって西部地域 (Chaco) と東部地域に2分されている。西部地域は国土の $\frac{2}{3}$ を占めているが、土地利用は一部放牧畜に利用されている程度である。

これに対して東部地域の面積は約160,000km² であるが、土壌は肥沃でその多くは原始林に覆われているが、開発された地域は農牧に利用されており、また林業も行われている。

気候は一般に亜熱帯気候で、夏季の平均気温は31.5°C、冬季のそれは14.5°C、であり年間降雨量は600~1,700mm 程度である。

地形は比較的なだらかな波状の形を呈し、東北部では海拔600m に達する所もあるが一般には300m 以下の所が多い。

パラグアイ国内で水力資源として利用可能な河川は、主として同国の東部 Brazil および Argentina との国境地域に集中している。現在 ANDE によって Acaray 発電所が建設されており、Acaray 川はその一つである。

交通機関としては、首都 Asunción 市と Encarnación 市を結ぶ鉄道と、乗合バスがその主要なものであるが、道路網の整備されていない同国では TAM とよばれる国内航空が多く利用されている。

道路については、現在 Asunción 市より Puerto Pdte. Stroessner. までの国際道路が完全に舗装されており、さらにこの道路は Brazil の大西洋岸の自由港 Paranagua 港まで延長されている。パラグアイ国の輸出入物資の輸送は Parana 河および Paraguay 河を利用する舟運に大きく依存しているが、上記の Paranagua 港も利用可能である。

パラグアイ国の人口は1962年の国勢調査においては1,816,890人であったが、1965年には2,000,000人に達したものと予想される。人口の増加率は過去10年間に於いて年率7.2%であった。これらの人口の約81%は Asunción, Puerto Pdte. Stroessner, Encarnación の3点を結ぶ三角地帯 (Triangle Area と云われる) のなかに居住している。

パラグアイ国の主要な都市としては、首都の Asunción 市 (400,000人) のほか、Encarnación 市 (35,000人), Villarica 市 (30,500人), Concepción (33,

500人)等があげられる。

パラグアイ国の経済開発は、同国南部、面積約51,000km²のTriangle Areaを中心に進められており、この開発計画はTriangle Planとよばれている。それによれば、今後の発展地域は、主としてPuerto Pdte. Stroessner周辺と、同港とEncarnación市を結ぶ地域となろう。

そして開発の方法としては、農牧畜の振興と森林資源の開発ならびに、これら一次産品の加工工業の設立に重点が置かれている。

主要な工業としては、Asunción地域における食肉加工工業、Asunción市およびEncarnación市の搾油工場、Concepción市付近のValle-miにあるセメント工場等が代表的なものである。

パラグアイ国の経済は、同国で生産される1次産品の輸出によって支えられている。

(2) Pirapo川流域およびその隣接地域

この地域はパラグアイ国南部Itapúa県のほぼ中央部に位置しており、Triangle Areaの南部の経済中心地で県庁の所在地でもあるEncarnación市の北東30~80kmにまたがる地域である。

この地域には、住民が主としてドイツ人移住民であるHohenau, Obligado, Bella-Vista, アルトパラナ日本人移住地等のColoniaがある。これらのColoniaを含めてParana河に沿ってPuerto Pdte. Stroessnerに至る地域はTriangle Planにおける重点的な開発対象地域となっている。これらの移住地域を通り、Encarnación市からCapitan Mezaまで未舗装ではあるが、幅員8mの道路が開通しており、乗合バスも運行されている。

この地域における各河川は、いずれも西から東へ流れParana河に注いでいる。そのうちで水力資源として利用可能と考えられるものは、アルトパラナ日本人移住地の中央部を流れるPirapo川とドイツ人移住地を流れるCapibari川である。そのうち本調査の対象となっているPirapo川はEncarnación市北東約70kmの地点でParana河に注いでいる流域面積約1,100km²の川である。

電化計画の中心となるアルトパラナ日本人移住地は人口約1,600人、面積約84,000haで、標高は100~350m程度のなだらかな丘陵地帯をなしている。ここでの営農の中心作物はTung(油桐)であり、その他短期作物として綿花、とうもろこし、大豆、米等が栽培されているが、近年Tungの市場価格が低下傾向にあるため、営農の中心作物の転換が企図されつつあり、養蚕、牧畜等を加えて、営農の多角化を図ろうとしている。

日本人移住地の南に隣接するObligado, Hohenau, Bella-Vistaのドイツ人移住

地は、人口約16,000人（内市街地人口約4,300人）で営農の中心作物はTung および Yerba Mate（マテ茶）である。

これらのColonia の農産物はEncarnación市を經由して国内および国外の市場に出荷される。これらの地域における工場はObligadoにあるTungの搾油工場およびYerba Mateの加工工場を除いてはみるべきものはない。

3-1-2 電気事業の形態

(1) 電気事業の現状

パラグアイ国における一般電気供給事業は、法律№966によりAdministración Nacional de Electricidad（ANDE）が独占的に行うことになっている。しかしながら、ANDEが直接電気供給事業を行う段階に至っていない地域においては、ANDEの許可を受けてANDE以外の電気事業者が設立され、事業を行っている。その中には地方都市の市営の電気事業者も存在している。Table 3-1はパラグアイ国における発電設備の概要を示す。これによると、パラグアイ国における発電設備容量は約57,000 kWで、そのうち一般電気供給事業の用に供するものは、約67%に相当する38,000 kWであり、残りは工場等における自家発電設備である。

一般電気供給事業者のうち最大規模のものは、ANDE自身による事業で、その供給区域は首都であるAsunción市であり、発電設備は、合計設備容量で33,200 kWである。次いで2,250 kWのディーゼル発電所を有するEncarnación市を供給地域とするElectro Industrial y Comercial S.A.があり、その他の一般電気事業者は極めて小規模のものである。一部には、工場の自家発電設備を利用して、その近傍の住宅に電力の供給を行っているものもある。

パラグアイ国においては、現在まで連系された電力系統は存在せず、各発電所はそれぞれごく限られた地域に電力を供給しているにすぎない。

電気料金はAsunción市（ANDE）においては、家庭用は8.5 ¢/kWh、工場用は8.50 ~ 5.95 ¢/kWhであり、またEncarnación市においては家庭用が13.0 ¢/kWh、工場用が8.0 ~ 11.5 ¢/kWhとなっている。

パラグアイ国においては、一部工場の自家発電設備を除いて、周波数はほとんどすべて交流50%であり、ANDEとしては全国的な電力系統網もこの周波数に統一する方針である。

送電系統の電圧は220KV・130KV・66KVおよび22.9KVが採用されることになっており高圧配電線は6.0 KVがAsunción市等で採用されている。低圧線は今後は380/220V

に統一される方向にある。

Table 3-1 発電設備の概要

県 別	発電設備容量 (kW)		
	電気事業者	自家発	合計
I 東部地域 (TRIANGLE)			
CAPITAL	3 3,2 0 0	2,8 0 8 ^(※1)	3 6,0 3 5
CORDILLERA	6 6 3	7 5	7 0 8
GUAIRA	4 0 0	3,5 2 5 ^(※2)	3,9 2 5
CAAGUAZU	6 7	—	6 7
ITAPUA	2,2 5 0	7 3 9	2,9 8 9
MISIONES	5 7	—	5 7
PARAGUARI	(※3)	1 8 0 ^(※7)	1 8 0 ^(※4)
ALTO PARANA	8 0	2,1 1 0 ^(※5)	2,1 9 0
CENTRAL	5 2 4	3,3 1 6	3,8 4 8 ^(※6)
小 計	3 7,2 4 1	1 2,7 5 3	4 9,9 9 4
II 東部地域(その他)			
CONCEPCION	6 9 0	1,3 5 0	2,0 4 0
AMAMBAY	5 0	3 0	8 0
SAN PEDRO	1 2 1	1 5 0	2 7 1
NEEMBUQU	(※3)	2,8 8 0 ^(※2)	2,8 8 0
小 計	8 6 1	4,4 1 0	5,2 7 1
III 西部地域 (CHACO)			
OLYMPO	(※3)	—	(※3)
BOQUERON	(※3)	1,7 3 3	1,7 3 3
PRESIDENTE			
HAYES	(※3)	3 8 3	3 8 3
小 計	(※3)	2,1 1 6	2,1 1 6
IV 合 計	3 8,1 0 2	1 9,2 7 9	5 7,3 8 1

注：(※1) 2 自家発の設備容量不明

(※2) 自家発よりの一般供給を含む

(※3) 設備容量不明

(※4) 電気業者と自家発の区分不明

(※5) ANDEのAcaray水力発電所の建設工事発電所 2,000kW(ANDE: 1,000 kW, TORNO: 1,000 kW)を含む

(※6) 出力不明 1カ所, 電気事業者と自家発の区分不明の 3 kWは自家発に含めた。

(※7) 電気事業者と自家発と区分できないものは自家発に計上した。

(2) 国内電化計画

パラグアイ国は、目下同国の経済開発を、同国南部の Triangle Area を中心として重点的に実施している。この Triangle plan の具体化の一環として現在 Puerto Pdte. Stroessner の北方 5 km の地点で ANDE が Acaray 水力発電所を建設中である。

同発電所の設備出力は、第 1 期分として 45 MW 機 2 台が計画されており、1968 年末には 1 号機が運転を開始することになっている。この発電所の第 1 期工事が完成すると Asunción 市の電力需要をすべてまかなうとともに、さらに Triangle Area の 43 町村の電化が行なわれ、一部は Brazil および Argentina 両国へも送電されることになっている。

Acaray Project の Benefit として期待されているものは、Triangly Area の主要都市および農村の電化促進と、電気料金の低減による地域内産業の振興および国民生活の向上である。

この電化計画の概要は Fig 3-1 に示すとおりである。

一方 Triangle Area 以外の地域に対しては現在 ANDE としての電化計画は未だ研究の段階にある。

(3) Pirapo 川流域およびその隣接地域の農村電化計画

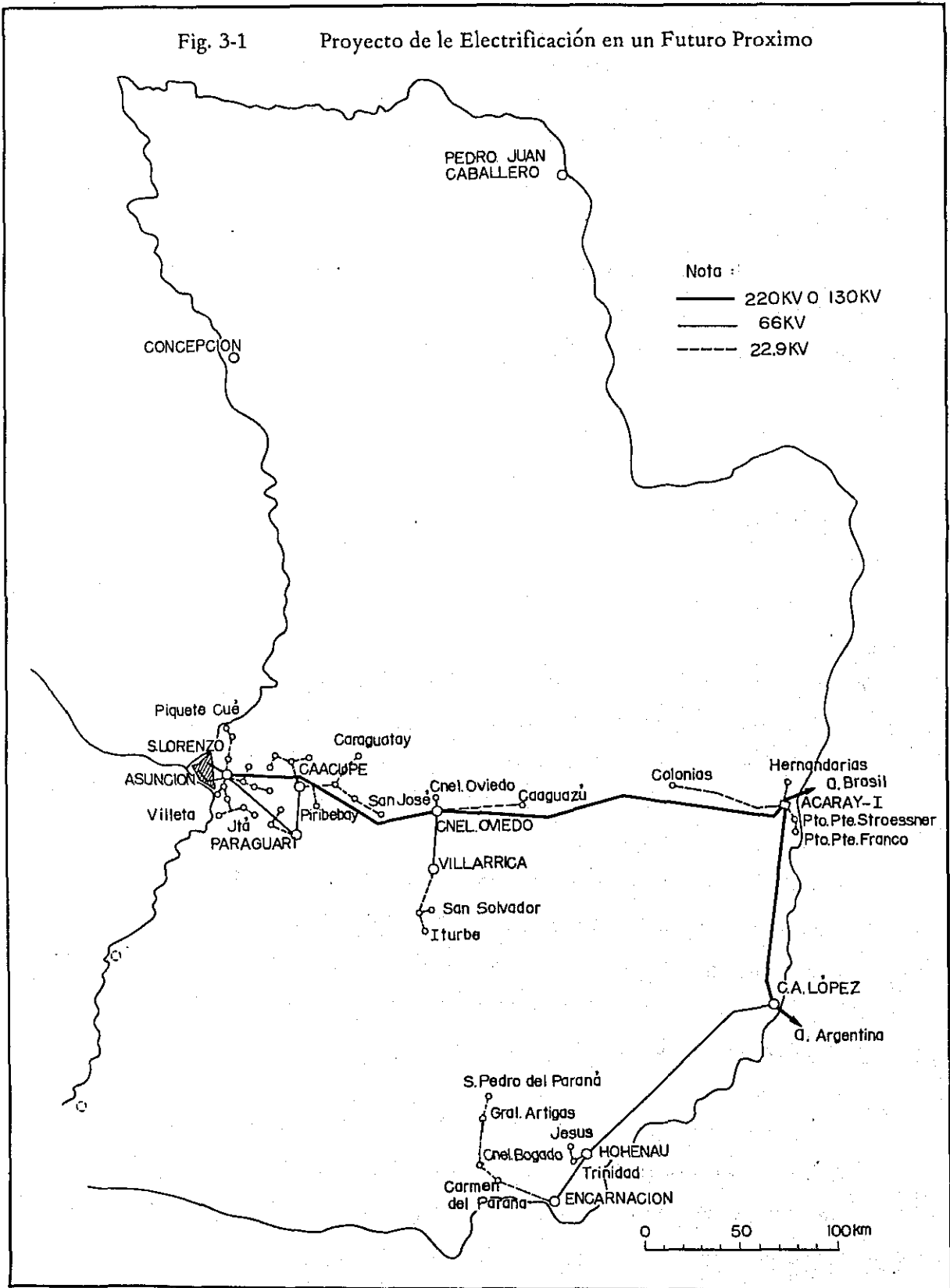
この対象地域は、Pirapo 川流域を中心とする日本国移住事業団経営のアルトパラナ日本人移住地およびその南側に隣接するドイツ人移住地の Obligado, Hohenau, および Bella-Vista である。この地域の農村電化計画で最も進んでいるのは HIDROSA (Hidroelctrica S.A) の電化計画である。

HIDROSA は Hohenau, Obligado および Bella-Vista 地域の電化を目的として 1966 年 9 月に設立された電気事業者で、1967 年 11 月に電力供給事業を開始する。電源は、設備容量 200 kW の Diesel Plant である。上記のほか、ANDE の Acaray Project のなかの O.A. Lopez~Encarnacion 間の 66 KV 送電線建設計画の一環として、Hohenau の電化計画があるが、現在のところ完成予定時期は、明確な段階に至っていない。

上記の 2 つの電化計画を除いては、現在のところ具体化された農村電化計画はない。なお、Encarnación 市においては 1963 年 12 月に設備容量 2,250 kW の Diesel Plant が Electro Industrial y Comercial により建設され、電力供給事業を開始している。

Fig. 3-1

Proyecto de le Electrificación en un Futuro Proximo



3-2 需 要 想 定

3-2-1 供 給 地 域

Pirapo 発電所計画の供給地域を選定するにあたっては、まず Pirapo 発電所による電力供給が可能と考えられる地域、すなわちアルトパラナ日本人移住地、ドイツ人移住地、Fram 移住地、Chavez 移住地、さらに Encarnación 市等を考え、これらの地域への送電距離、およびこれらの地域の需要の大きさ等の面から考えて Pirapo 発電所が最も経済的に電力供給を行い得る範囲を検討した。

この結果、本計画の供給地域は 3-2-1 (2) に述べるアルトパラナ日本移住地および HIDROSA の供給地域であるドイツ人移住地の Hohenau, Obligado および B-Vista とする。ただしこの場合、ドイツ人移住地に対しては、新設 Obligado 変電所において、前記 HIDROSA に売電するものとする。

3-2-2 需 要 想 定

需要想定は、前記のアルトパラナ日本人移住地とドイツ人移住地の両者に対して行う。この場合、ドイツ人移住地に対してはドイツ人移住地において考えられる発電原価を下廻る電気料金で売電するものとし、Pirapo 発電所計画の立案に必要かつ十分な期間と考えられる 1967 年～1982 年の 16 年間にわたって行う。

この場合、日本人移住地については市街地用電灯、入植者住宅用電灯、絹糸工場用電力、自動車修理工場用電力等、需要項目別に需要の積上げを行うこととする。またドイツ人移住地については 3-1-2 (3) で述べた HIDROSA による想定値があるので、安全をみてこの想定値の 60% を需要に見込み、延び率をこの地域に対して妥当と考えられる 6% として想定する。その結果を Fig 3-2, Fig 3-3, Table 3-2 に示す。

3-3 需 給 バ ラ ン ス

3-3-1 kW バ ラ ン ス

前記供給地域において、電力が最大需要を示す月は 5 月である。したがって kW バランスを見るための需要は各年の 5 月最大需要を採る。また、kW バランスを見るための供給力としては Pirapo 発電所の供給力が最小となる月の供給力を採る。この場合、第 5 章において述べる如く水文資料は 1964～1966 年にわたって得られているので、この 3 年間の各年の最濁水月における供給力の平均をもってこの供給力とする。

検討期間は、kW バランスの検討に必要な期間と考えられる 1972～1982 年の 11 年間とする。

このようにして得られた結果を Fig 3-4, Fig 3-5 および Table 3-3 に示す。

これによれば1976年にはPirapo発電所が能力一杯に運転し、ドイツ人移住地の既設Diesel Plant 200kWが運転しても、なおkWが不足するので新しい供給力が必要となることがわかる。

3-3-2 kWh バランス

前記供給地域における年間を通じてのkWhバランスを検討するに当っては、第6章において述べる如く1966年を代表年とし、この年の発生可能電力量と、平日、休日の需要変化を織り込んだ日需要電力量とを各年毎に月別に比較し、供給力が需要に比し小なる場合は、不足電力量を既設Diesel Plant 200kWで充当し、なお不足する場合はその電力量を新しい供給力で充当することにした。

このようにして得られた結果をTable 3-3に示す。これによれば1976年には供給力が不足し、Pirapo発電所および既設Diesel Plant 200kW以外の新しい供給力が必要となることがわかる。

Table 3-2 年 別 需 用 (kW)

需用項目	年 数															
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
(アルトバに移住人口) (人)	(1,720)	(1,780)	(1,990)	(2,200)	(2,600)	(3,000)	(3,370)	(3,780)	(4,200)	(4,630)	(5,150)	(5,600)	(6,100)	(6,600)	(6,980)	(7,230)
電 市街地住宅 (kW)	3	3	4	6	8	11	15	20	26	34	42	51	60	73	86	101
灯 入植地住宅(農家) (kW)	62	65	70	78	91	110	135	160	185	210	236	267	300	340	384	432
需 公共建物 (kW)	17	17	18	22	33	36	39	48	47	51	56	56	57	57	57	58
要 街 路 灯 (kW)	0	0	0	0	0	9	13	17	22	37	43	49	55	64	75	86
	82	85	92	106	132	166	202	240	280	332	377	423	472	534	602	677
点灯時合成最大 (kW)	(48)	(48)	(48)	(48)	(51)	(55)	(60)	(64)	(67)	(71)	(73)	(76)	(78)	(81)	(86)	(93)
要 一人当り電力 (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	15	15	15	15
棟 瓦 工 場 (kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ト 製 米 工 場 (kW)	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ベ ラ ナ 乾 豆 工 場 (kW)	0	0	120	170	170	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
日 本 糸 工 場 (kW)	0	0	0	0	0	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
人 製 材 所 (kW)	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
移 住 地 自動車修理工場 (kW)	10	10	10	10	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20
	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120	175	175	240	240	320	320
屠殺冷凍設備 (kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
種 鶏 場 (kW)	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5
養 蜂 精 製 所 (kW)	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
市 街 地 簡 易 水 道 (kW)	0	0	5	5	5	33	33	33	33	33	54	54	54	54	54	70
カ-ア-レス港灣設備 (kW)	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10
そ の 他 (kW)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	25	33	47	62	65
小 計 (kW)	40	40	168	223	238	556	556	556	676	681	794	799	872	886	981	1,025
合 成 最 大 (kW)	-	-	-	-	-	546	546	547	667	672	786	787	855	870	963	1,010
点 灯 時 (時)	36	36	150	200	210	492	492	493	574	578	655	655	713	725	802	843
合 成 最 大 (点灯時) (kW)	118	121	242	306	342	658	694	733	854	910	1,032	1,078	1,185	1,259	1,404	1,520
オ-カ-ウ、オ-リ-カ-ド点灯時需要 (kW)	400	424	449	476	505	535	567	601	637	676	716	759	805	852	904	958
アルトバ、オ-カ-ウ、オ-リ-カ-ド合成最大 (点灯時) (kW)	518	545	691	782	847	1,193	1,261	1,334	1,491	1,586	1,748	1,837	1,990	2,111	2,308	2,478
日 負 荷 率 (%)	-	-	-	-	-	64	64	63	62	61	60	59	58	58	57	57
発電端最大需要(損失率13%) (kW)	600	630	800	900	980	1,370	1,450	1,540	1,720	1,820	2,010	2,110	2,290	2,430	2,660	2,850

Table 3-3 kW および kWh パランス

項 目	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1-1 最大電力需要 (kW)	(600)	(630)	(800)	(900)	(980)	1,370	1,450	1,540	1,720	1,820	2,010	2,110	2,290	2,430	2,660	2,850
年間需要電力 (MWh)	-	-	-	-	-	6,121	6,986	7,285	8,186	8,450	9,882	9,611	10,431	10,856	11,884	12,733
(年負荷率) (%)	-	-	-	-	-	※1 (51)	(55)	(54)	(53)	(53)	(52)	(52)	(51)	(51)	(51)	(51)
可能供給力	-	-	-	-	-	1,370	1,404	1,453	1,537	1,591	1,689	1,748	1,800	1,800	1,800	1,800
Pirapo 発電所 (MW)	-	-	-	-	-	-	46	87	183	200	200	200	200	200	200	200
既設ディゼル発電所 (MW)	200	200	200	200	200	0	0	0	0	0	121	162	290	430	660	850
※2 その他電源 (MW)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
合 計 (kW)	-	-	-	-	-	1,370	1,450	1,540	1,720	1,820	2,010	2,110	2,290	2,430	2,660	2,850
1-2 設備出力	-	-	-	-	-	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
Pirapo 発電所 (MW)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
既設ディゼル発電所 (MW)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
※3 その他電源 (MW)	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	500	500	500	1,000	1,000	1,000
合 計 (MW)	200	200	200	200	200	2,000	2,000	2,000	2,000	2,500	2,500	2,500	2,500	3,000	3,000	3,000
2-1 可能供給電力	-	-	-	-	-	6,121	6,948	7,196	7,933	8,192	8,839	9,141	9,701	9,841	10,389	10,988
Pirapo 発電所 (MWh)	-	-	-	-	-	-	38	89	203	240	265	298	452	615	720	720
既設ディゼル発電所 (MWh)	-	-	-	-	-	0	0	0	0	18	128	177	278	400	775	1,075
その他電源 (MWh)	-	-	-	-	-	6,121	6,986	7,285	8,186	8,450	9,832	9,611	10,431	10,856	11,884	12,733
合 計 (MWh)	-	-	-	-	-	6,121	6,986	7,285	8,186	8,450	9,832	9,611	10,431	10,856	11,884	12,733

※1: 新永工場は1972年9月運用予定。

※2: ディゼルプラントにより供給されるものとする。

※3: 既設ディゼルプラント容量。

Fig. 3-2 Curva de Carga Diaria en la Colonia ALTO PARANA (PIRAPO)

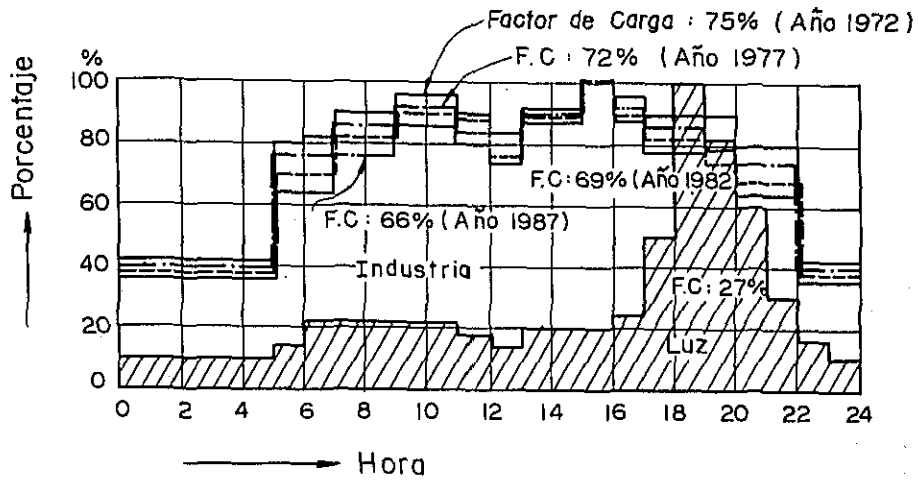


Fig. 3-3 Curva de Carga Diaria en los Distrios HOHENAU, OBLIGADO y B-VISTA (estimada por HIDROSA en el año de 1963)

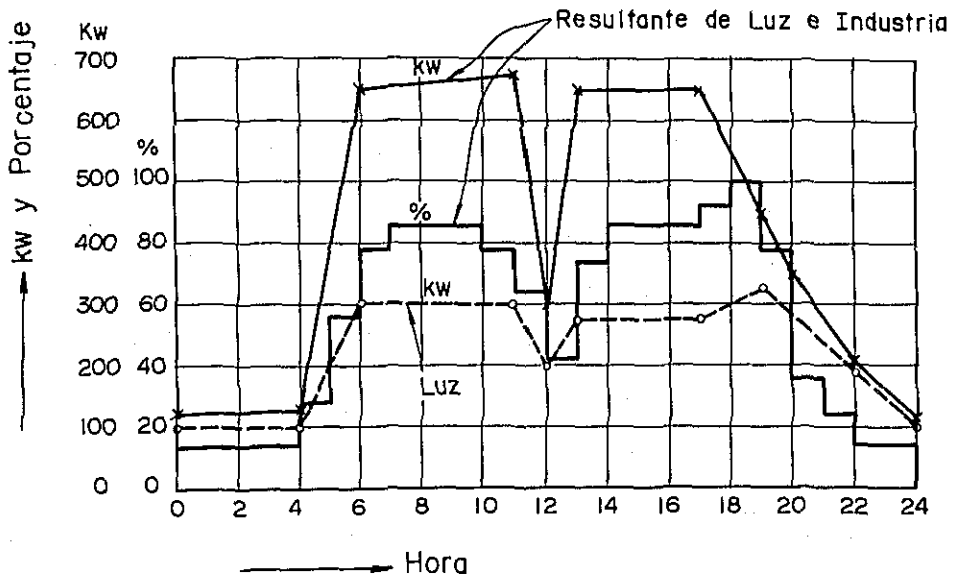


Fig. 3-4 Balance de Demanda Máxima y Suministro Posible en Estación Seca (Período: 1972 - 1982)

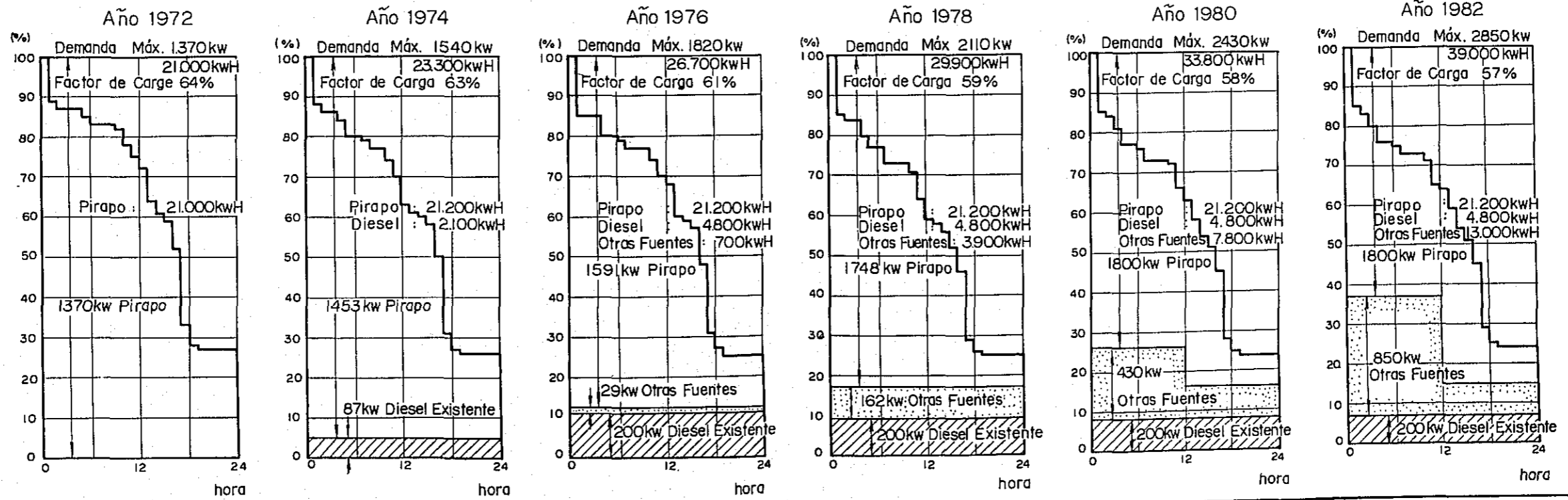
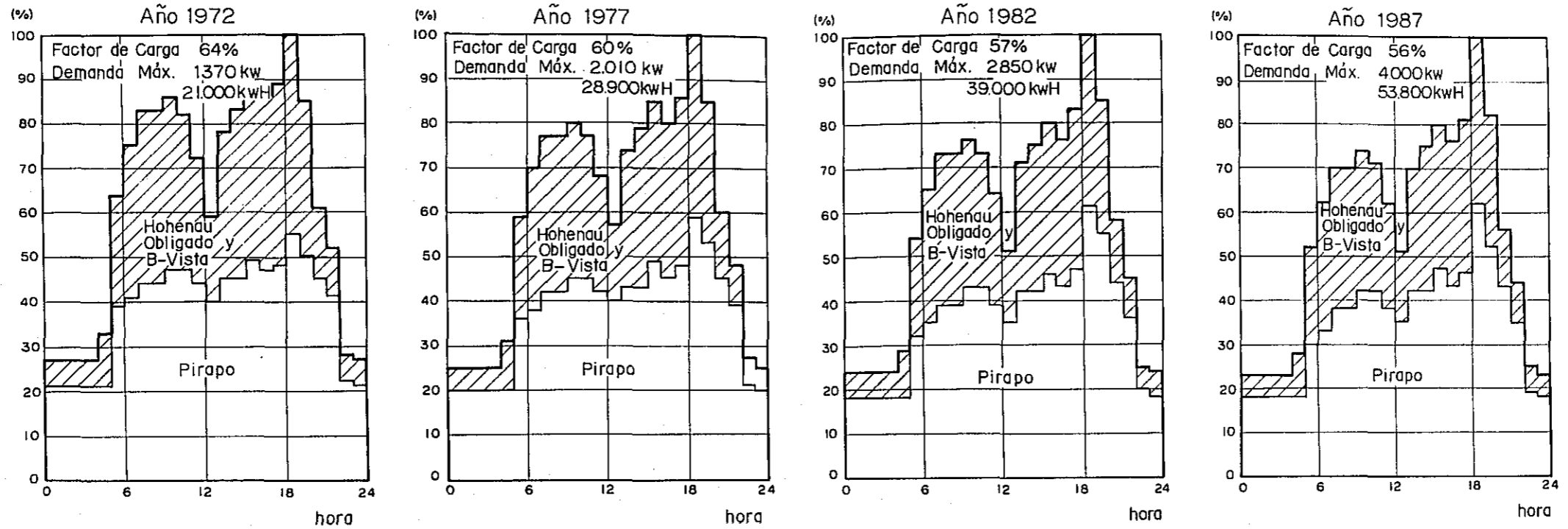
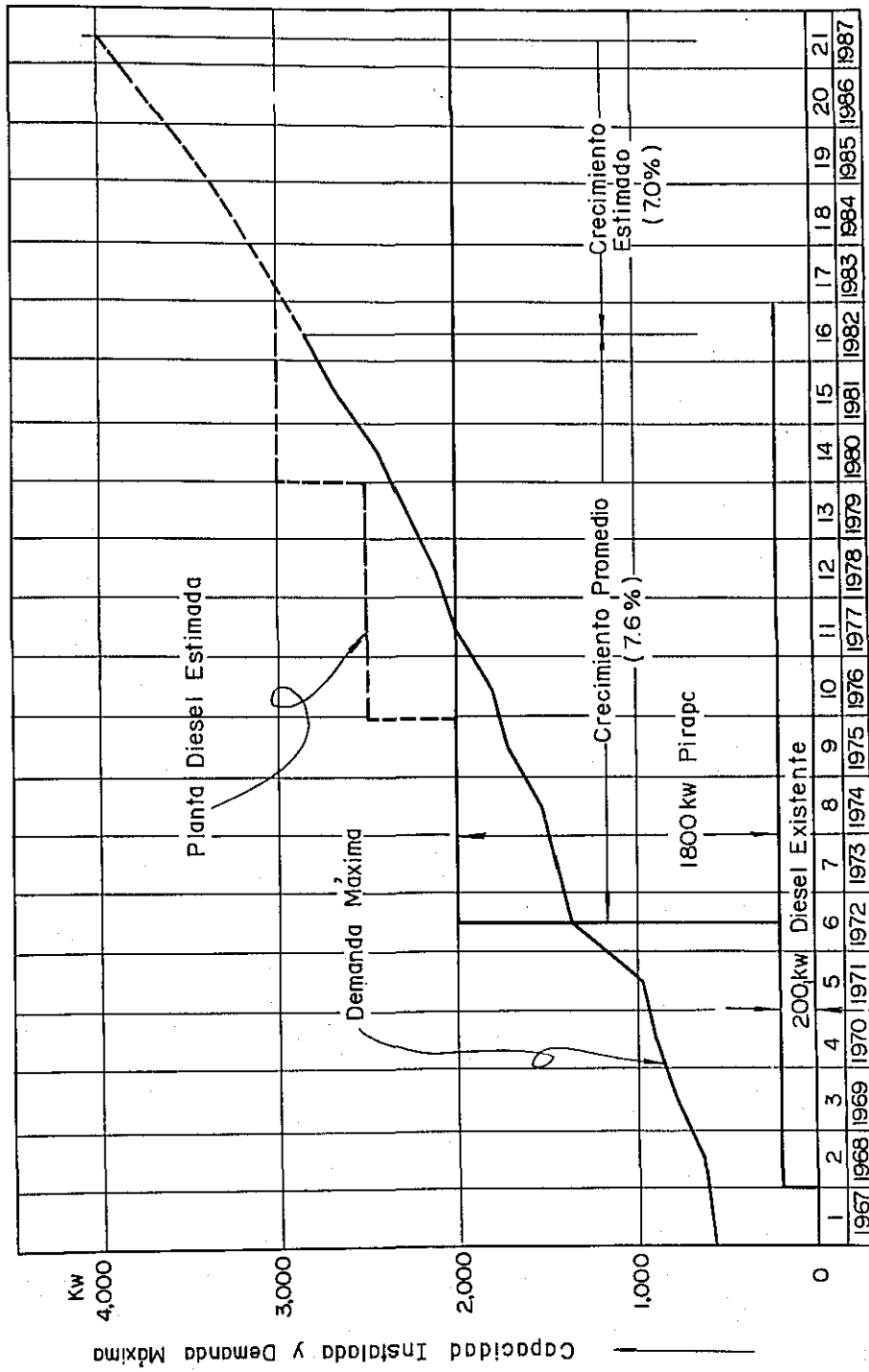


Fig. 3-5 Demanda Máxima y Capacidad Instalada



第4章 計画概要

第4章 計 画 概 要

4-1 計画地域の概要

本計画は Itapúa 県内を流れる Pirapo 川の流域の日本人移住地およびその南部のドイツ移住地の両地域を計画の対象とする。

開発対象となる Pirapo 川は Parana 河との合流点において流域面積約 $1,100 \text{ km}^2$ であり、計画地点流域内の降雨量は年間約 $1,700 \text{ mm}$ 、年平均気温は 22°C 、流域内は一部の開拓された地域を除き、樹高 20 m 程度の樹木に覆われた密林となっている。この川の下流部約半分はアルトパラナ日本人移住地内を蛇行して流れ、河川勾配はこの部分で、約 $1/1000$ 程度である。Pirapo 川が Parana 河に注ぐ付近は Parana 河の大きな水位変動に応じ、かなりの水位変動がある。Pirapo 川の開発は現在まで未だ何らの形でも行われていない。

4-2 計 画 概 要

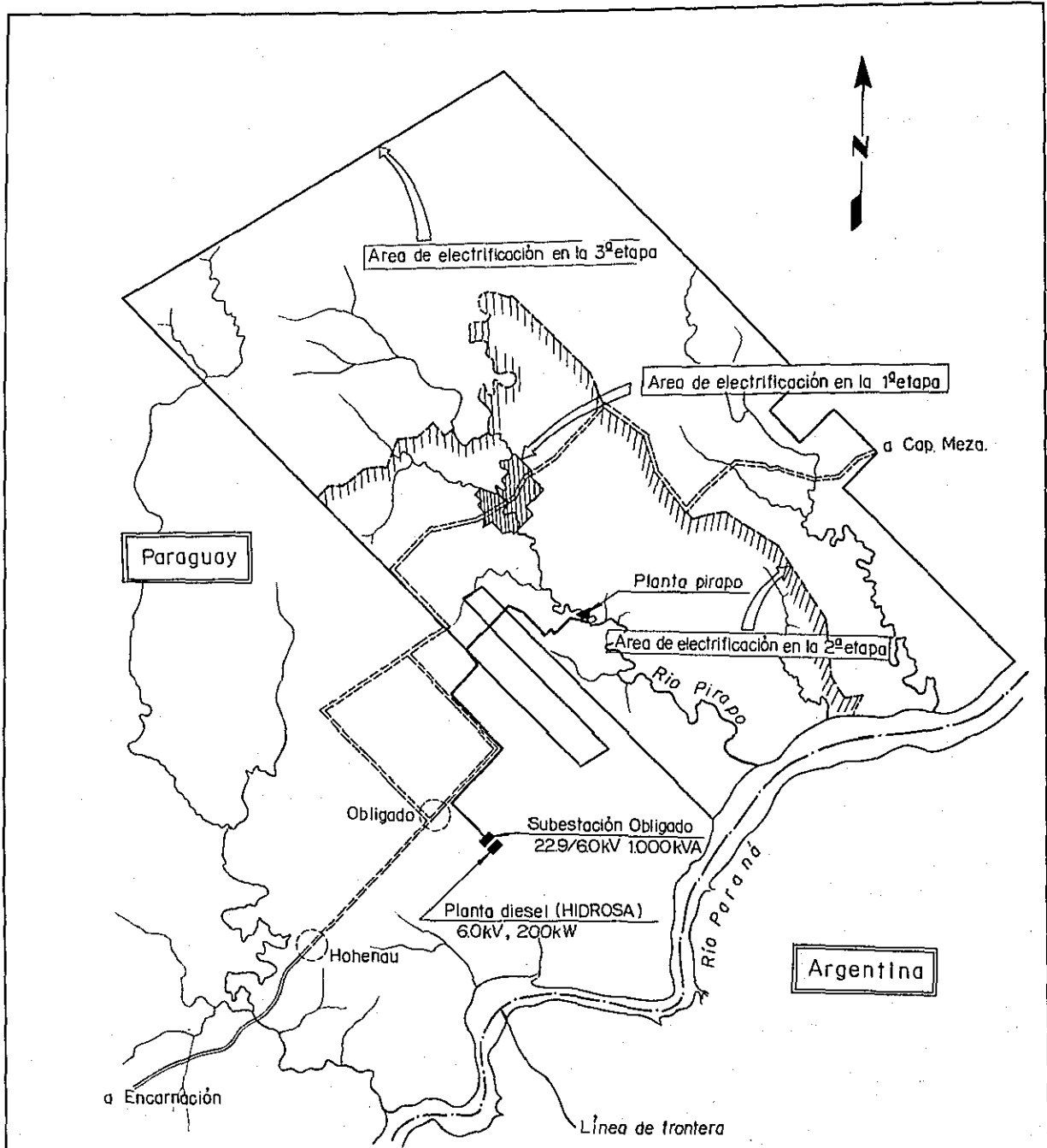
4-2-1 発 電 計 画

Pirapo 発電所計画は、Pirapo 川が緩流河川であることからダム式の開発を行うこととし、この見地から最も谷巾が狭く、所要ダム工事費が最少となり、かつ Parana 河の大きな水位変動の影響を受けない位置を発電所位置とするべく検討を行った。その結果 Pirapo 川が Parana 河に注ぐ位置から上流約 12 km (直線距離) の谷巾の狭い位置をダム位置とする。そして貯水池満水位標高を 130 m とし、ダムは高さ 22 m 、長さ 345 m 、中央部をコンクリート重力式ダムとし左右両岸部をアースフィルダムとする。

発電所はダム直下流に設け、調整容量約 $8,000,000 \text{ m}^3$ の池によって渇水月に流量補給を行いながら、約 14.4 m の落差を利用して最大出力約 $1,800 \text{ kW}$ 年間発生電力量約 $12,000,000 \text{ kWh}$ (Pirapo 発電所に余剰電力が生じなくなった場合の値) の発電を行うこととする。また Pirapo 発電所の主機台数は2台とする。

4-2-2 送 変 配 電 計 画

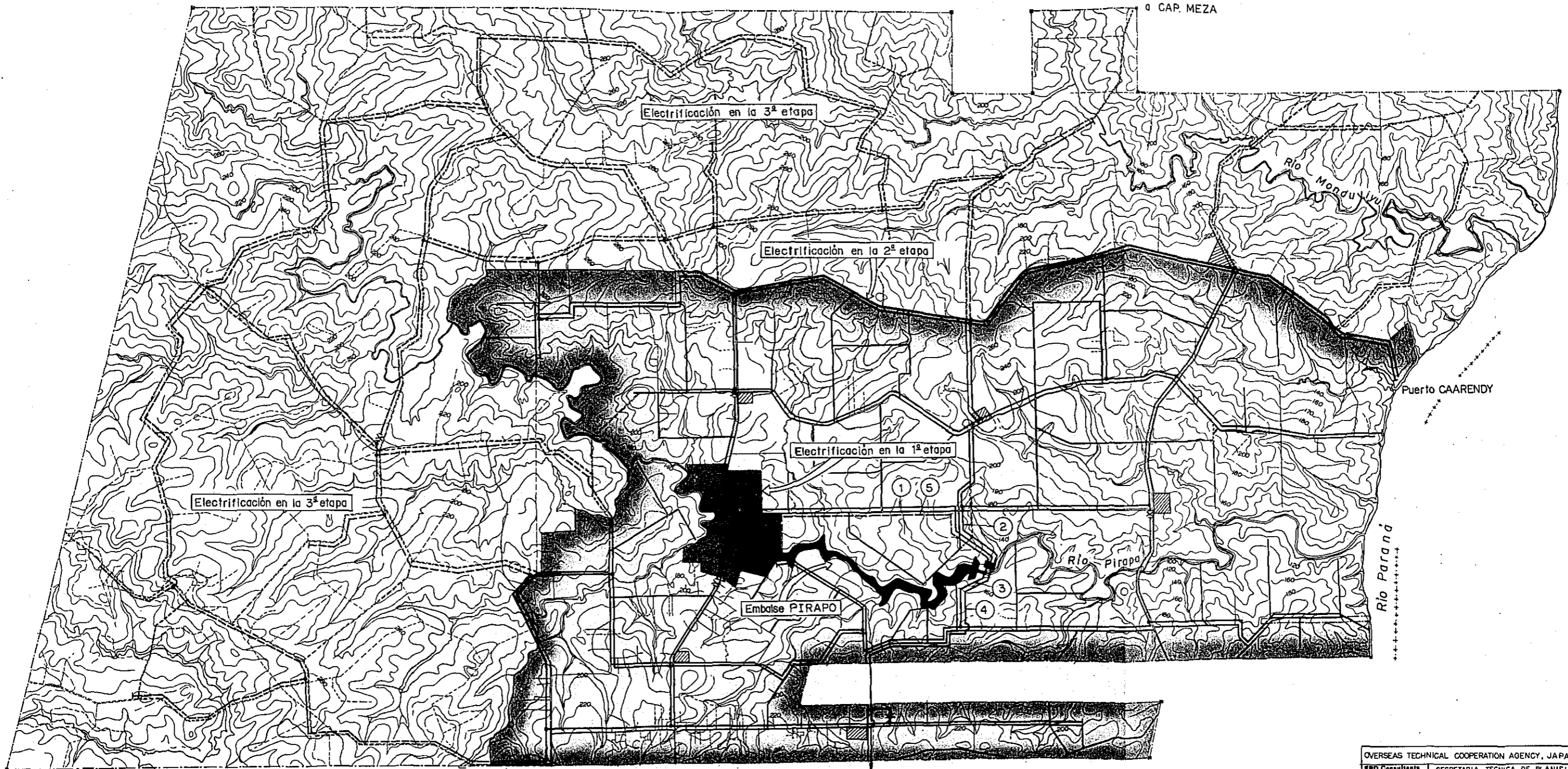
Pirapo 発電所の電力は延長 181 km 、電圧 22.9 kV 3 回線の配電線(将来 1 回線増設)で、アルトパラナ日本人移住地内に供給する他、延長 24 km 、電圧 22.9 kV 1 回線の送電線によって隣接ドイツ人移住地内の Obligado 変電所 ($1000 \text{ kVA} \times 1$ 台) に送電する。



Nota : El área de electrificación considerada para la Colonia ALTO PARANA en este informe pertenece a la 1ª y 2ª etapa

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPD. C. No. 1000 (1971/1972) (1971/1972)	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PARAGUAY
PROYECTO	PROYECTO PIRAPO
SUB-PROYECTO	RUTA DE LA LINEA DE TRANSMISION
ESTADISTICA	Sub Obligado -- Planta Pirapo
DISEÑADO POR DIBUJADO POR ESCALA 1:1000	Dibujo No. 1

ESTADO	NOVA	INDICACION	PM
--------	------	------------	----



LEYENDA

- ① : Línea de distribución No.1
- ② : Línea de distribución No.2
- ③ : Línea de distribución No.3
- ④ : Línea de transmisión
- ⑤ : Línea de distribución futura

- ▣ : Edificios públicos
- : Líneas de transmisión y distribución proyectadas en este informe (22.9KV)
- - - : No está incluida esta línea en el informe

▣ Subestación OBLIGADO

REVISION	FECHA	DESCRIPCION	POR

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPD Consultants (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PARAGUAY
DISEÑADO:	PROYECTO PIRAPO
REVISADO:	RUTA DE LAS LINEAS DE DISTRIBUCIONES EN LA COLONIA ALTO PARANA
COMITIDO:	
RECOMENDADO:	
APROBADO:	Dibujo No.2
DI. TÉCNICO: SPOC	
FECHA: mayo de 1968	

第5章 水文および地質

第5章 水文および地質

5-1 水 文

5-1-1 月平均流量

5-1-1-1 得られた資料

Pirapo 川に関しては、1967年8月現在にいたるまで、流量記録は得られていない。したがって調査団はやむを得ず、Pirapo 川の流量を、ダム位置付近で得られた雨量記録および他流域で得られた流量記録から推定することにする。

ダム位置付近の雨量記録としては、アルトパラナ日本人移住地内のアルトパラナ試験農場における1964年から1967年8月現在にいたるまでの約3ヶ年間の記録がある。また他流域の流量記録としては Acaray 発電所地点付近のダム地点測水所（流域面積 $9,880 \text{ km}^2$ ）における1955年～1958年の4ヶ年間の流量記録がある。これらの記録をもとに Pirapo ダム地点の流量を推定する。

5-1-1-2 流量の推定

月平均流量は次のようにして推定する。

- (1) Pirapo 川における年流出係数は Acaray 川の年流出係数（0.3）に等しいとする。
- (2) Pirapo 川の渇水月の比流量は、流域面積の違いから考えて、Acaray 川の渇水月の比流量の90%であるとして、Pirapo 川の渇水月の月平均流量を求める。
- (3) 渇水月以外の月平均流量は、渇水月以外の月の各月の間の流量比が各月の間の雨量比に等しいとして推定する。

上記の仮定に従い Pirapo ダム地点（流域面積 940 km^2 ）の月平均流量を求めると次のとおりとなる。

- (i) 渇水月の月平均流量 = $5.4 \text{ m}^3/\text{s}$

(ii) 月平均流量

Table 5-1 Pirapo ダム地点月平均流量

		単位: m^3/s		
年	月	1964	1965	1966
	1	5.4	13.0	29.7
	2	15.2	27.7	29.2
	3	10.2	11.0	22.1
	4	20.2	31.5	7.4
	5	5.4	20.4	5.4
	6	5.4	11.1	25.8
	7	8.9	22.6	5.4
	8	22.9	24.1	12.6
	9	10.3	10.0	6.5
	10	8.4	39.9	22.4
	11	7.4	5.8	7.9
	12	16.8	45.2	20.4
平均		11.4	21.9	16.2

なお1967年8月18日、調査団は表面浮子法によってダム地点の流量を測定し、 $4.7 m^3/s$ の結果を得たが、この日以前の雨量記録から判断してこの値はこの川の最濁水量であると考えられるので、濁水月の平均流量としては前記の $5.4 m^3/s$ を採って差しつかえないものと考えられる。

5-1-2 洪水量

Pirapo 川には洪水観測記録がないので、Acaray 発電所地点の計画洪水量および Pirapo ダム地点付近の洪水の痕跡から、Pirapo ダム地点の計画洪水量を推定する。

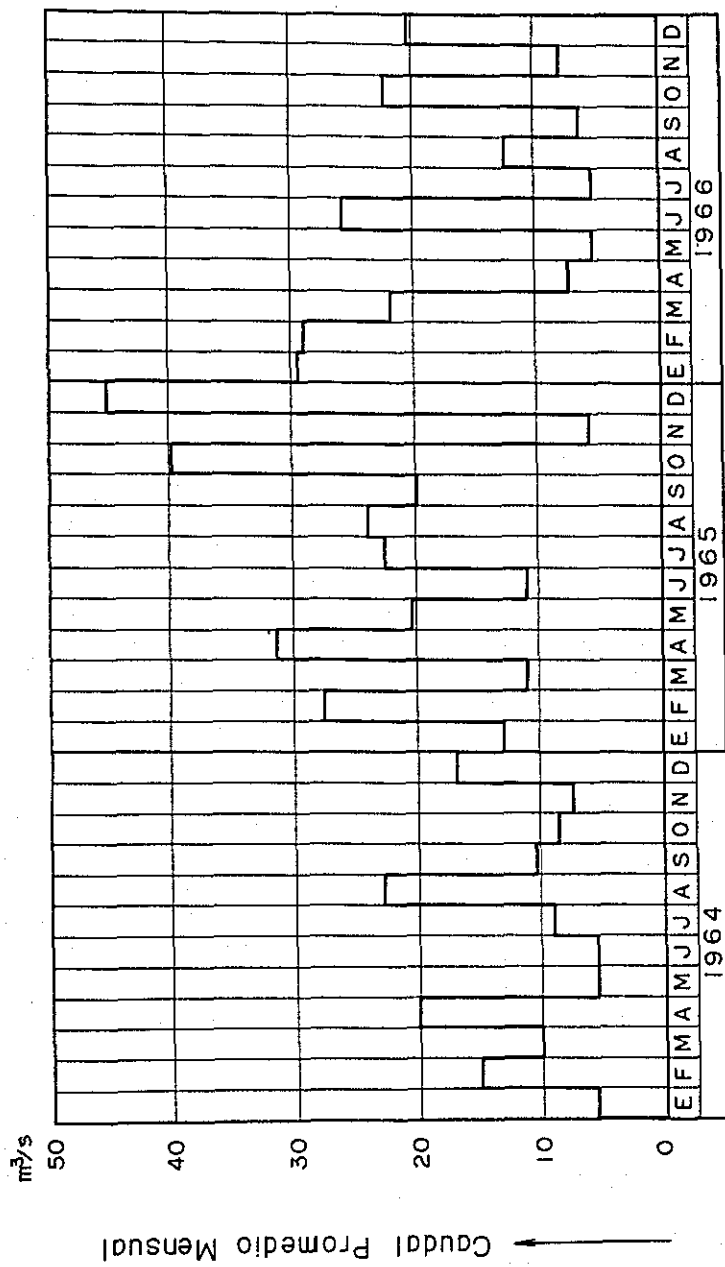
Acaray 発電所地点の計画洪水量は流域面積 $10,540 km^2$ に対して $6,500 m^3/s$ を採っており、比流量は $0.62 m^3/s/km^2$ となっている。

Pirapo ダム地点の流域は $940 km^2$ であるので洪水量の比流量は Acaray 地点のそれより大きな値となると考えられる。この点を考慮し、また Pirapo ダム地点の洪水の痕跡から推定して、本地点の洪水量の比流量は約 $1.5 m^3/s/km^2$ 、計画洪水量は $1,500 m^3/s$ とする。

5-1-3 蒸発量

Pirapo 川流域付近の蒸発量は、パラグアイ国政府発表の資料によれば 1941

Fig. 5-1 Caudal Promedio Mensual en el Lugar de la Presa Pirapo



年～1964年の間の期間において平均1,350mm程度である。調査団の計画しているPirapo貯水池の貯水面積は約2.4km²であるので、年間の蒸発量は3,000,000m³であり、ダム地点の年間総流入量510,000,000m³(代表年1966年の値)に比べて小さな値であるので、今回の計画ではその影響を無視した。しかし、今後行われる実施計画の段階ではこの影響を考慮する必要がある。

5-2 地 質

Pirapo川計画地域であるパラグアイ国東部地域は古生層からなる大波状地形であって、この古生層の表層はGreat Brazilian Shield(大ブラジル盾状地)の西端にあたる。

すなわちパラグアイが海侵後上昇を受け、二疊紀からジュラ紀にかけて河川や氷河の侵蝕堆積を受けた後、熔岩流によって覆われたもので、このように東部パラグアイの丘陵台地は古い地層からなり、これらのうち表部の火成岩は深く風化を受け厚い残積土を形成している。この火成岩は主として三疊紀ジュラ紀の玄武岩で、この玄武岩の下部には玄武岩生成以前に存在していた砂岩があり、この他所々にデボン紀、二疊紀の花崗岩、シルリア紀のものと思われる石灰岩も存在している。

Pirapo川ダム地点付近は玄武岩を基盤とし、その上を玄武岩の風化残積土であるテラロッシャで覆われている。

ダム地点は川幅31mで、河床には玄武岩(又は輝緑岩)の岩盤が露出している。川岸は兩岸共高さ2～3mの崖となっており、その上部は兩岸共1:8程度のゆるい斜面をなしてテラロッシャ表土で覆われている。これらの表土は標高の低い部分では、薄いが高標高が高くなるにつれその厚さを増し、標高140m付近ではその厚さは5～10mに達するものと推定される。

河床の岩盤は表面が一部風化しているが、この風化部分は僅かであってその下に堅硬な岩盤が存在するものと推定され高さ22mのコンクリートダムの建設は可能と思われる。

左右兩岸のテラロッシャの層は十分締まったものであって、表面の腐植土を除去すれば、支持力、水密性の両面からみて十分アースダムの基礎となり得るものと考えられる。

5-3 材 料

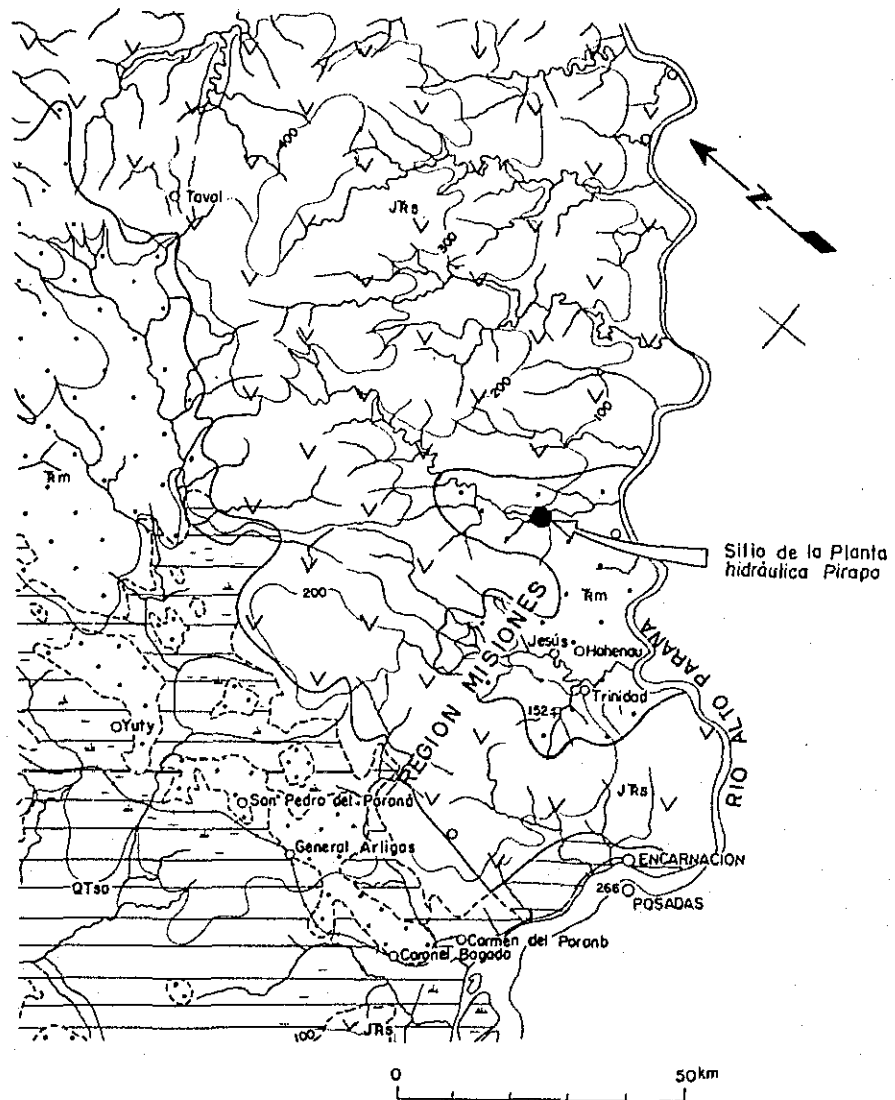
(1) コンクリート骨材

(a) 粗 骨 材

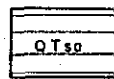
計画地域周辺には粗骨材として使用できるような砂礫堆積層がないので、ダム地点下流約4kmに位置するPirapo川左岸の地山を原石山とし、粗骨材を採取する。

Fig. 5-2

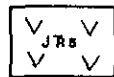
Mapa geológico del lugar cercano al Proyecto Pirapo



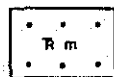
Leyenda



Pantano y aluvión
Arcillo inconsolidado, sedimentación de barro y arena fino
(CUATERNARIO)



Lava basáltica con unos cuantos estratos delgados de arenisca roja y conchillas
(JURASICO O TRIASICO)



Arenisca roja maciza con algo de conchillas rojas y esquisto de barro
(TRIASICO)

(Este mapa geológico ha sido preparado en base al informe de "Department of the Interior US geological Survey")

(b) 細 骨 材

日本人移住地内 Caarendy 港付近の Parana 河右岸に大量に存在する堆積砂を使用するが、この堆積砂は粗粒分が不足しているので、この部分は人工砂によって捕う。

(2) 土 質 材 料

Pirapo ダムの両岸部に位置するアースダム部分の築造材料としてはダム付近に大量に存在するテラロッシュを用いる。

第6章 発生電力

第6章 発生電力

6-1 開発規模の決定

Pirapo 発電所の規模の決定にあたっては Pirapo 発電所単独の経済性から判断することを避け、Diesel Plantとの組み合わせで経済性を検討することとした。すなわち、同地点において予想される需要を満たす電力供給源として水力(Pirapo 発電所)および火力(Diesel Plant)を考え、水力の開発規模を変化させ、需要を水力だけで満たす場合、需要を火力だけで満たす場合、および水火併用の設備で満たす場合について検討を行った。その結果、付録A-2に述べるごとく、まず Pirapo 発電所を建設して電力を供給し、その後の需要の増分に対しては Diesel Plantを建設して水火併用で需要を満たすのが経済的であり、その場合の Pirapo 発電所の開発規模は下記に示すものが最も経済的であるとの結論を得た。

満水位	130 m
利用水深	5 m
基準取水位	129.4 m
放水位	114 m
総落差	15.4 m
損失落差	1 m
有効落差	14.4 m
水車および発電機総合効率	80%
最大使用水量	16.0 m ³ /s
設備出力	1,800 kW

6-2 発生電力量

Pirapo 川のダム地点の調整後の利用可能水量は Table 6-1のとおりである。

月別可能発電電力量を算出するにあたっては、本地点においては、流量の季節変動のパターンが一定していないので1963~1966年の3ヶ年の月平均流量を用いるのは適当でない。また Pirapo 発電所は Diesel Plantと連系されることから最渇水年の流量を用いるのも適当でない。したがって年流量が3年間の年流量の平均にほぼ等して1966年をもって発電電力量計算を行う代表年とする。また第3章で述べたように Pirapo 発電所運転開始後しばらくの間は余剰電力が発生するのでこの影響を計算に織り込む。このようにして、耐用年数50年間にわたって計算した発電電力および発電電力量は Table 6-3に示すとおりである。

Table 6-1 月別利用可能水量

單位： m^3/s - 月

月	1964			1965			1966			利用可能 平均
	自流	調整 水量	利用 可能	自流	調整 水量	利用 可能	自流	調整 水量	利用 可能	
1	5.4	+3.1	8.5	13.0	+3.1	16.1	29.7	0	29.7	18.1
2	15.2	-2.5	12.7	27.7	-3.1	24.6	29.2	0	29.2	22.2
3	10.2	+2.5	12.7	11.0	+3.1	14.1	22.1	0	22.1	16.3
4	20.2	-3.1	17.1	31.5	-3.1	28.4	7.4	+0.5	7.9	17.8
5	5.4	+1.5	6.9	20.4	0	20.4	5.4	+2.6	8.0	11.8
6	5.4	+1.6	7.0	11.1	+3.1	14.2	25.8	-3.1	22.7	14.6
7	8.9	0	8.9	22.6	0	22.6	5.4	+3.1	8.5	13.3
8	22.9	-3.1	19.8	24.1	-3.1	21.0	12.6	-3.1	9.5	16.8
9	10.3	0	10.3	10.0	+3.1	13.1	6.5	+3.1	9.6	11.0
10	8.4	+1.0	9.4	39.9	-3.1	36.8	22.4	-3.1	19.3	21.8
11	7.4	+2.1	9.5	5.8	+3.1	8.9	7.9	+3.1	11.0	9.8
12	16.8	-3.1	13.7	45.2	-3.1	42.1	20.4	-3.1	17.3	24.4
計	136.5	0	136.5	262.3	0	262.3	194.8	0	194.8	197.9

Table 6-2 Pirapo 發電所，月別可能發電々力量

月	利用可能水量 (m^3/s)	發電可能水量 (m^3/s)	日可能發電電力量 (kWh)	月可能發電電力量 (10^3 kWh)
1	29.7	16	4 3,3 0 0	1,3 4 0
2	29.2	16	4 3,3 0 0	1,2 1 0
3	22.1	16	4 3,3 0 0	1,3 4 0
4	7.9	7.9	2 1,4 0 0	6 4 2
5	8.0	8.0	2 1,7 0 0	6 7 3
6	22.7	16	4 2,3 0 0	1,3 0 0
7	8.5	8.5	2 3,1 0 0	7 1 5
8	9.5	9.5	2 5,8 0 0	8 0 0
9	9.6	9.6	2 6,0 0 0	7 8 0
10	19.3	16	4 3,3 0 0	1,3 4 0
11	11.0	11.0	2 9,8 0 0	8 9 0
12	17.3	15.0	4 2,3 0 0	1,3 1 0
計	194.8	149.5	—	1 2,3 4 0

Table 6-3 年別販売可能電力および販売可能電力量

年	発電々力 (kW)	発電々力量 (kWh)	販売可能電力 (需要端) (kW)	販売可能電力量(需要端)		
				日本人移住地 (kWh)	ドイツ人移住地(kWh)	
					A ※1	B ※2
1972	1,370	6,121,000	1,233	3,342,000	1,140,000	1,007,000
73	1,404	6,948,000	1,264	3,467,000	1,140,000	1,675,000
74	1,453	7,196,000	1,308	3,594,000	1,140,000	1,772,000
75	1,537	7,933,000	1,383	4,112,000	1,140,000	1,907,000
76	1,591	8,192,000	1,432	4,300,000	1,140,000	1,947,000
77	1,689	8,939,000	1,520	4,807,000	1,140,000	2,103,000
78	1,748	9,141,000	1,573	4,914,000	1,140,000	2,178,000
79	1,800	9,701,000	1,620	5,286,000	1,140,000	2,304,000
80	1,800	9,841,000	1,620	5,636,000	1,140,000	2,055,000
81	↑	10,389,000	↑	6,135,000	1,140,000	2,030,000
82	↑	10,938,000	↑	6,669,000	1,140,000	1,969,000
83	↑	11,355,000	↑	7,050,000	0	3,089,000
84	↑	11,772,000	↑	7,423,000	0	3,078,000
85	↑	12,340,000	↑	7,926,000	0	3,069,000
86	↑	12,340,000	↑	8,536,000	0	2,403,000
87	↑	↑	↑	9,184,000	0	1,695,000
88	↑	↑	↑	9,908,000	0	904,000
89	↑	↑	↑	10,670,000	0	72,000
90	↑	↑	↑	10,736,000	0	0
2020	↓	↓	↓	↓	↓	↓
2020	1,800	12,340,000	1,620	10,736,000	0	0
2021	1,800	12,340,000	1,620	10,736,000	0	0
平均	1,764	11,500,000	1,587	9,130,000	251,000	705,000

注：7月より翌年6月までの期間に発生する電力量を以ってその年の発生電力量とする。

※1 既設200kW Diesel 相当分電力量(年負荷率65%)

※2 増分需要

Fig. 6-1 Caudal Disponible en la Planta Pirapo
(en el año típico 1966)

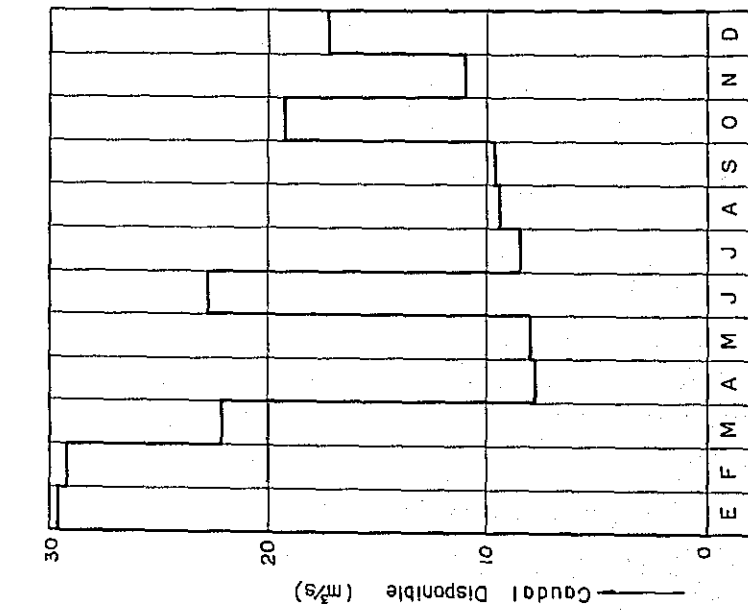
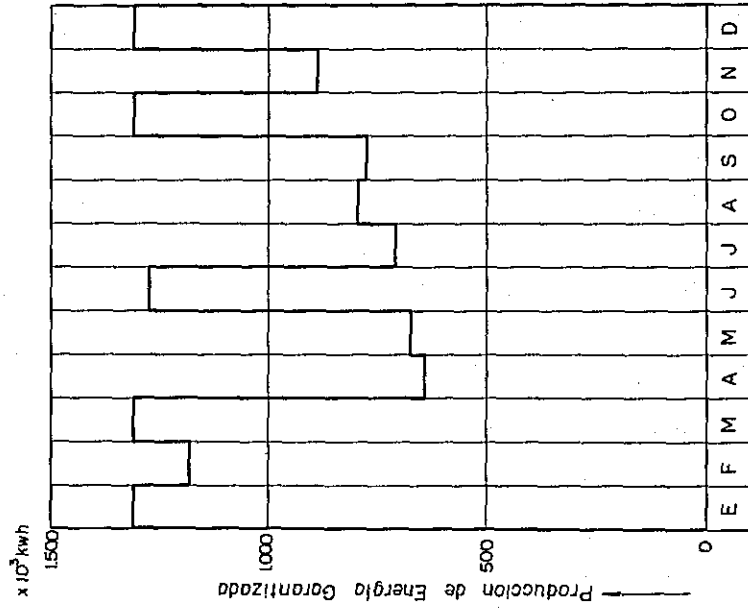


Fig. 6-2 Produccion de Energia Garantizada
Mensualmente en la Planta Pirapo



第7章 予備設計

第7章 予 備 設 計

7-1 設 計

7-1-1 土木構造物

Pirapo 発電所の土木構造物は Pirapo ダムおよび同ダムに付属する取水口、水圧鉄管、発電所、放水路からなる。

(1) Pirapo ダム

Pirapo ダム地点で容易に得られるダム築造材料はテラロッシュである。また Pirapo ダム地点の計画洪水量は第5章で述べたごとく $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ に達するので、同ダム地点の地形および地質の状態から考え、この場合コンクリートダム上に洪水吐を設けるのが得策である。

これらの点を考慮し Pirapo ダムの型式は中央部を越流型重力式コンクリートダムとし、これより右岸側には非越流部として均一型アースダムを設け、左岸側は発電所の取り付く部分を非越流型重力式コンクリートダムとし、それより更に左岸側の非越流部は均一型アースダムとする。

洪水吐容量は $1,500 \text{ m}^3/\text{s}$ としゲート3門を備える。このうち1門は壅介流しのため上部に Flash board を備える。なおダム型式として、上記の案の他に、中央部を越流型バットレス式コンクリートダムとし、発電所をその内部に設置する案も考えられるがこれらの案の比較については今後詳細設計の段階で検討されるべきであろう。

(2) 取 水 口

取水口はユニット毎に設け、それぞれ制水ゲートを備える。

(3) 水 圧 鉄 管

取水口に接続する2本の水圧鉄管はそれぞれ長さ 17 m 内径 2 m でダム内に埋設される。

(4) 発 電 所

発電所はダム直下流の左岸の岩盤上に設ける。型式は地上式屋内型とする。発電所進入路は左岸下流側に設け発電所内組立室に連絡する。主変圧器は後述の開閉所内に設ける。

(5) 放 水 路

放水路は左岸の発電所側の地山を掘削して設ける。

7-1-2 水車および発電機

(1) 主 機 台 数

Pirapo 発電所の設備出力 $1,800 \text{ kW}$ は、深夜部分負荷運転を行う場合に、水車発電

機の総合効率の点から2台案が有利であること、また主機が1台であれば事故時あるいは点検に際し系統への送電が停止することなどから900kW2台とする。

(2) 水車型式

この発電所の有効落差14.4m、落差変動5m、水車1台当りの最大使用水量8.0m³/sから最適の水車型式はカプラン水車となり土木工事費の節減を考慮し、横軸カプラン水車(筒型水車)とする。

7-1-3 開閉所

開閉所は発電所直下流の左岸斜面を整地して設け、3.3kV/22.9kV主変圧器、遮断器など屋外に設ける。引出線の回線数は運転開始時に4回線とし、将来更に1回線増設を考慮する。

7-1-4 送変配電設備

(1) 22.9kV送配電線および低圧配電線

主幹送配電線の対象となる電圧は、電圧変動率を±10%以下送変配電設備の合計電力量損失率を13%以下となるようにすれば10kVおよび20kV級の電圧とするのが適当となる。この両者について電力量損失および建設費の面からいずれが適当であるかを検討しその結果22.9kVがパラグアイ国の標準電圧であることも考えて22.9kVを採用する。

電線は22mm²裸硬銅撚線を採用する。接地方式は地絡事故時の異常電圧の抑制、接地検出の確実性、および経済的な見地から直接々地方式とする。

絶縁設計は内部異常電圧として開閉サージを採り、耐雷性を考慮した設計とする。また、この地方は強雷地域であるので架空地線を設け、必要な個所に避雷器を設ける。

22.9kV送配電線の回線数はPirapo市街地1回線(将来1回線増設)、Pirapo川を境として、Pirapo川北部1回線、南部1回線Obligado変電所間送電線1回線の合計5回線を設ける。

22.9kV電線路と低圧配電線とが併架される場所については低圧線路を垂直配列とし、また必要な場合は22.9kV電線路の下部に接触金具を設け、22.9kV電線路の事故遮断を確実にする。

アルトパラナ日本人移住地内の低圧配電は22.9kV/380V、配電用変圧器によって、中性点直接々地方式の3相4線式380V/220Vによって行う。

配電用変圧器は集中負荷に対しては、それぞれ専用の変圧器を設け入植農家(分布負荷)に対しては平均約10戸の農家別に将来の需要増も考慮した変圧器を設置する。

22.9kV送配電線のルートは出来るだけ幹線道路に沿って樹枝状に設けることとする。また電線路が一部故障の場合、健全線を利用して出来るだけ電力供給が出来るようにル

ープ個所を設ける。Fig 4-1 に送配電線ルートを示す。

なおアルトパラナ日本人移住地および Obligado 送電線の主な内容は Table 7-1 に示すとおりである。

Table 7-1 Pirapo, Hohenau, Obligado および
B-Vista 地区送配電線の主な内容

区 分	回 線 別	最大負荷 (kW)	延 長 (km)	380V 配電線延 長(km)	配電用変圧器 合計容量(kVA)
22.9 kV 配電線	No 1	712	18	25	1160
	No 2	175	90	63	500
	No 3	126	73	50	380
	No 4 (将来増設)	—	—	—	—
22.9 kV 送電線		676	24	—	—

注：上記数値は1976年の値を示す。

(2) 変 電 所

Obligado 変電所は22.9 kV/6.0 kV 主変圧器，遮断器など屋外に設け通常の屋外式変電所とする。ただし6.0 kV 側引出設備は本計画の中には含まれていない。

7-1-5 通 信 設 備

短波無線電話設備を設けて電力設備の運転保守に用いる。

固定局はPirapo 発電所，Obligado 変電所，本社事務所の3個所とし，移動局は保線車の1個所とする。

7-1-6 主 要 諸 元 表

Pirapo 計画の主要諸元は次の通りである。

名 称	型 式	諸 元
ダム		越流型重力式コンクリートダムおよびアースフィルダムの組み合わせ式
	天 端 標 高	133 m
	堤 頂 長	コンクリート部分47.5 m，アースフィル部分297.5 m
	高 さ	22 m
	体 積	コンクリート部分14,650 m ³ アースフィル部分98,000 m ³
	計画洪水量	1500 m ³ /s

名 称		諸 元
水 压 鉄 管	種 類	溶 接 鉄 管
	長 さ	1 7 m
	条 数	2
	内 径	2 m
放 水 路	長 さ	4 5 m
	種 類	開 渠
調 整 池	有 効 容 量	8,0 0 0,0 0 0 m ³
	利 用 水 深	5 m
発 電 所		
建 物	型 式	地 上 式
水 車	型 式	Horizontal Shaft, Tubler Water Turbine
	出 力	9 6 0 kW
	基 準 有 効 落 差	1 4. 4 m
	最 大 使 用 水 量	8. 0 m ³ /s
	回 転 数	5 0 0 rpm
	台 数	2
発 電 機	型 式	3 相 交 流 同 期 発 電 機
	容 量	1, 1 0 0 kVA
	電 压	3. 3 kV
	周 波 数	5 0 %
	台 数	2
屋 外 開 閉 所		
主 変 圧 器	型 式	3 相 油 入 白 冷 式
	出 力	2, 0 0 0 kVA
	電 压	3. 3 / 2 2. 9 kV
	台 数	1
建 物	敷 地 面 積	4 7 0 m ²
送 電 線	区 間	Pirapo 発 電 所 ~ Obligado 変 電 所 間
	延 長	2 4 km
	方 式	3 相 方 式
	電 压	2 2. 9 kV

名 称		諸 元
	回 線 数 電 線 が い し 支 持 物	1 回 線 2 2 mm 裸硬銅撚線 2 5 0 mm 懸垂がいし 2 2.9 kV 用支持がいし 木 柱
2 2.9 kV 配電線	区 間 延 長 方 式 電 圧 回 線 数 電 線 が い し 支 持 物	Pirapo 発電所～各負荷間 1 8 1 km 3 相方式 2 2.9 kV 3 回 線 (将来 1 回線増設) 2 2 mm 裸硬銅撚線 2 5 0 mm 懸垂がいし 2 2.9 kV 用支持がいし 木 柱
Obligado 変電所 建 物 変 圧 器 通 信 設 備	敷 地 面 積 形 式 相 数 容 量 電 圧 台 数 種 類 端 局	5 1 0 m ² 屋外式，油入自冷式 3 相 1 0 0 0 kVA 2 2.9 / 6.0 kV 1 台 短波無線電話 固定局 Pirapo 発電所 Obligado 変電所 本社事務所 移動局 保線車

7-2 工程および施工方法

7-2-1 工 程

Pirapo 発電所の建設は1972年半ばに運転を開始するため Fig 7-1 に示すような工程表に従って行う。すなわち、本工事着工は1970年7月とする。

7-2-2 施 工 方 法

(1) 輸送ルート

1971年には Asunción ~ Encarnación 間約300 km には舗装道路が開通すると予想され、Encarnación とアルトパラナ日本人移住地内のダム地点付近の間約100 km には未舗装ではあるが道路が通じている。本計画の工事の実施にあたっては、Encarnación ~ アルトパラナ日本人移住地間の橋3ヶ所を補強し、また日本人移住地の道路から分岐してダム地点にいたる長さ約1 km の工事用道路を新設し、工事用資材および機械類は " Asunción ~ Encarnación ~ ダム地点 " のルートによって輸送する。輸入資材および機器は Asunción 港に荷揚げし、上記ルートによってトラック輸送する。

なお Encarnación 港には荷揚げ設備はないが輸送船搭載のクレーンおよびはしけによって荷揚げ可能な資材は Encarnación 港に荷揚げし、Pirapo 地点までトラック輸送する。

(2) 労務者および資材の調達

工事用労務者はパラグアイ国内より雇傭する。セメント木材等の資材はパラグアイ国内より調達し、鉄筋その他の鋼材、火薬などの資材、水圧鉄管、水車発電機、変圧器、電線、がいし等は輸入する。

工事用電力は小型 Diesel Plant により供給する。

(3) 施 工 方 法



本計画の施工方法は工事の種類および規模からみて特に問題となる事はないと考えられる。ただし、コンクリート用骨材のうち粗骨材の調達に関しては原石山地点に対し、表土の厚さ、原石の質および量等について調査を十分に行う必要がある。

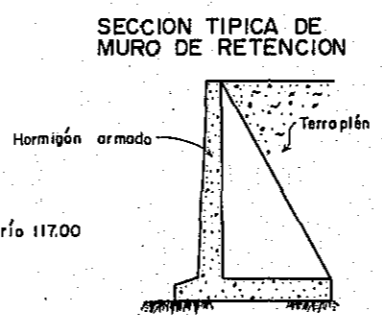
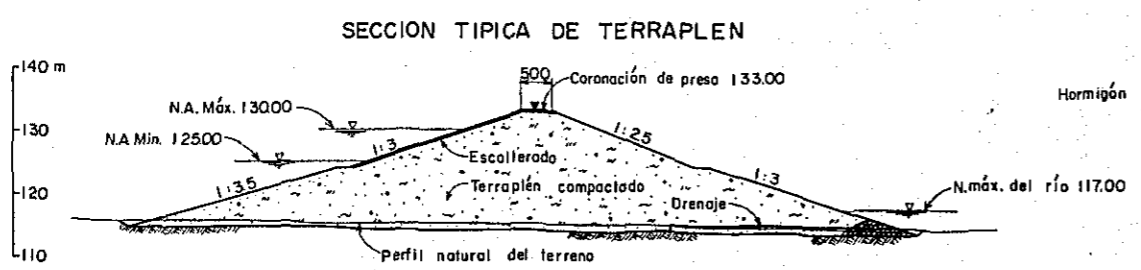
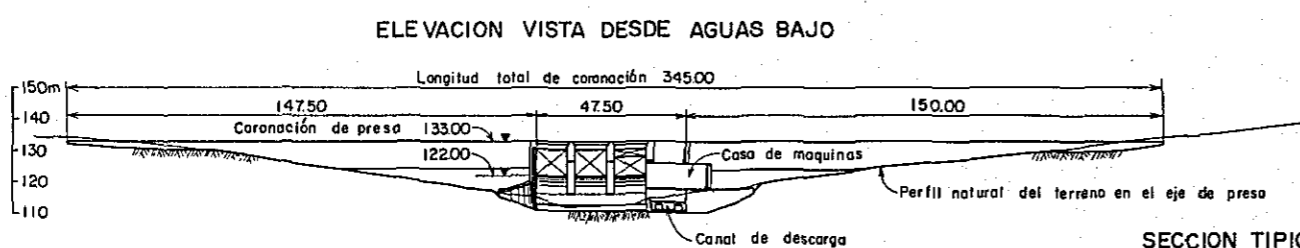
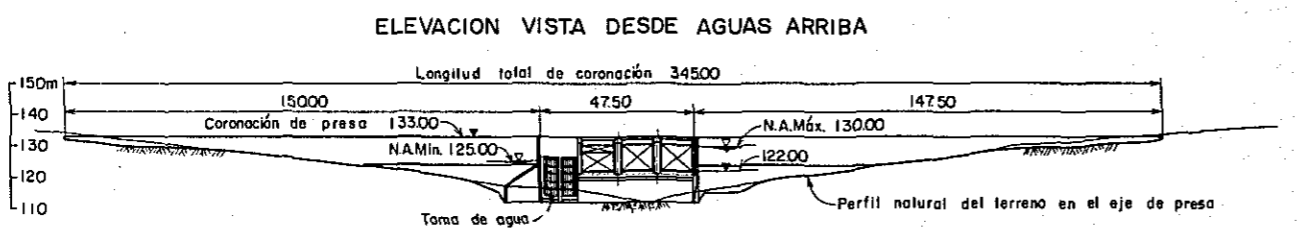
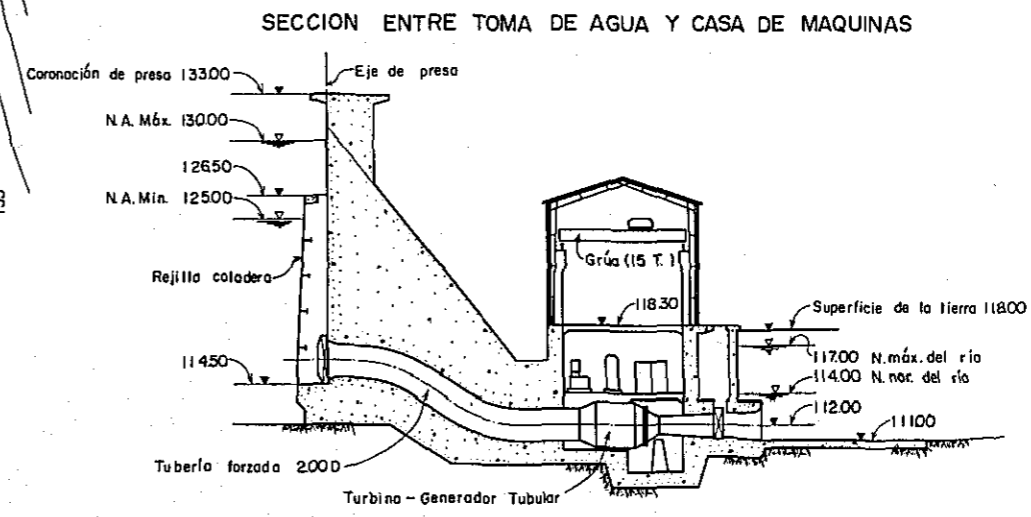
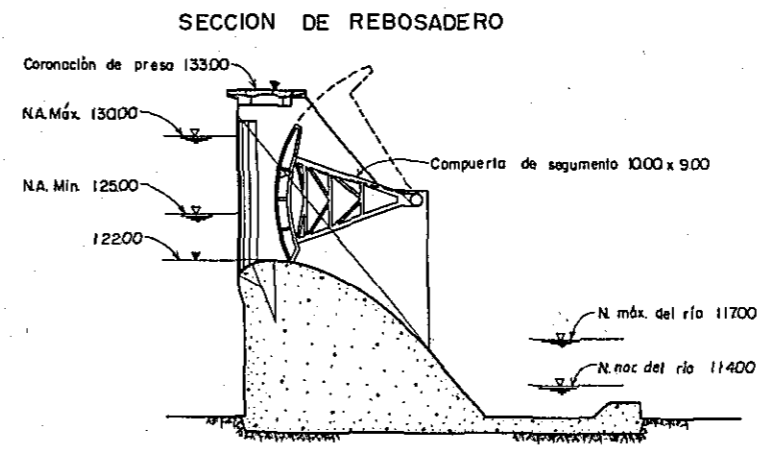
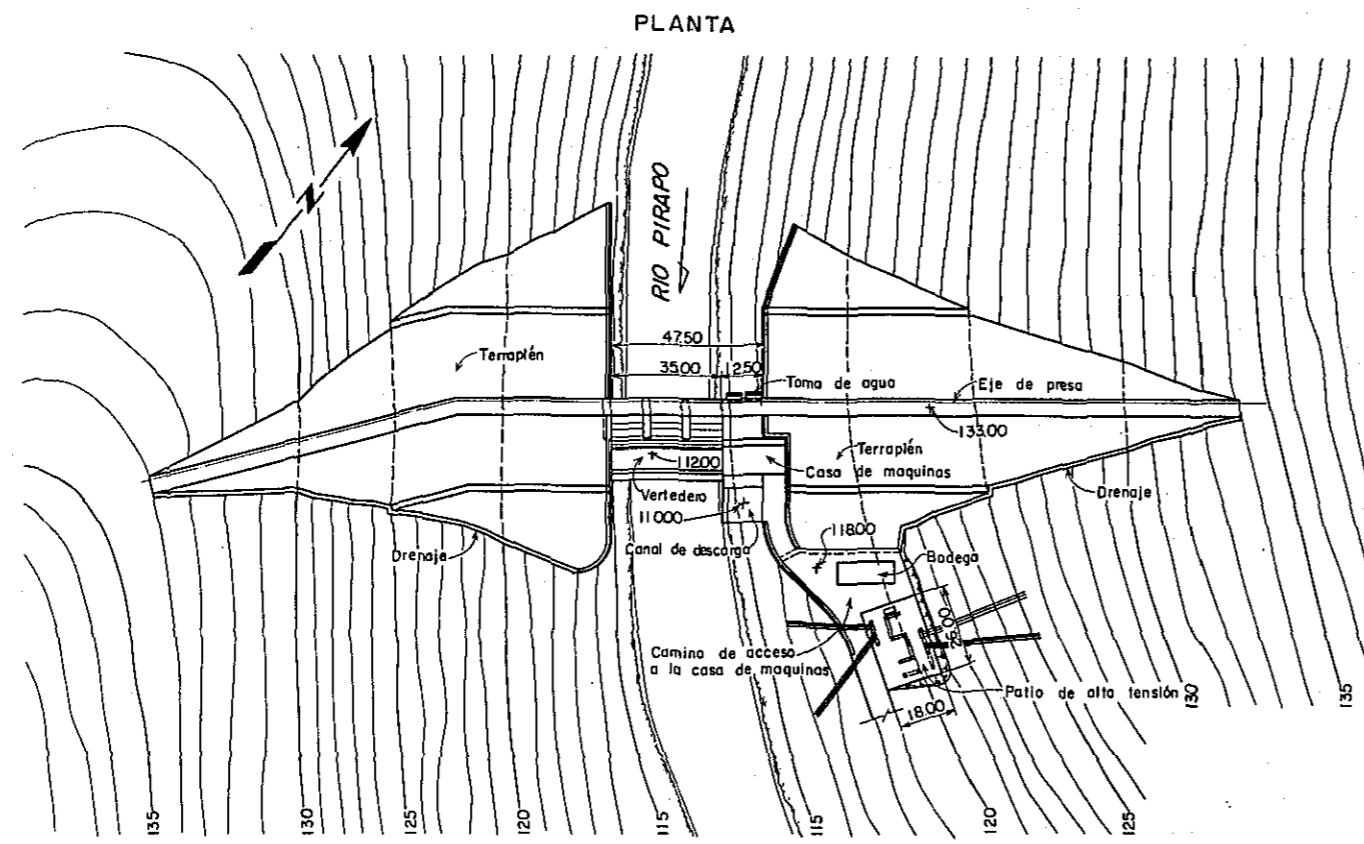
Fig. 7-1 Programa de Avance de la Construcción

Ítem	Cantidad	1970												1971												1972												
		E			F			M			A			E			F			M			A			E			F			M			A			
Estudio definitivo y Licitación																																						
Camino de acceso																																						
Planta de construcción																																						
Presa	Concreto	Exc. 4500 m ³ Conc. 14,650 m ³																																				
	Terraplén	Terra. 98,000 m ³																																				
Compuerta																																						
Toma de agua																																						
Tubería forzada																																						
Casa de máquinas	Exc. 1350 m ³ Conc. 1050 m ³																																					
Canal de descarga	Exc. 2750 m ³ Conc. 1060 m ³																																					
Turbina y Generador																																						
Equipos menores																																						
Patio de alta tensión																																						
Línea de transmisión																																						
Subestación Obligado																																						
Líneas de distribución																																						

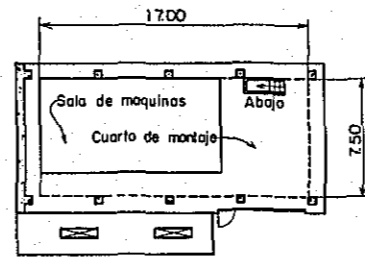
Notas:
 Exc.: Excavación
 Conc.: Obras de concreto
 L: Longitud

División de Obras	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Obra civil							
Turbina y Generador							
Línea de transmisión y distribución							

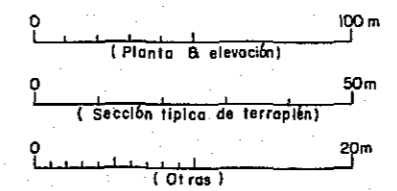
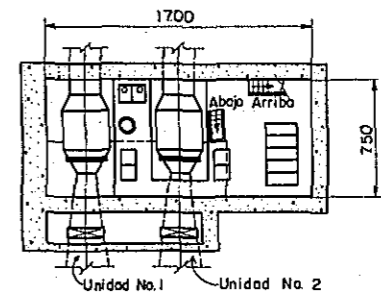
 Obra en el lugar
 Fabricación y transportación



SECCION HORIZONTAL Nivel: 11800

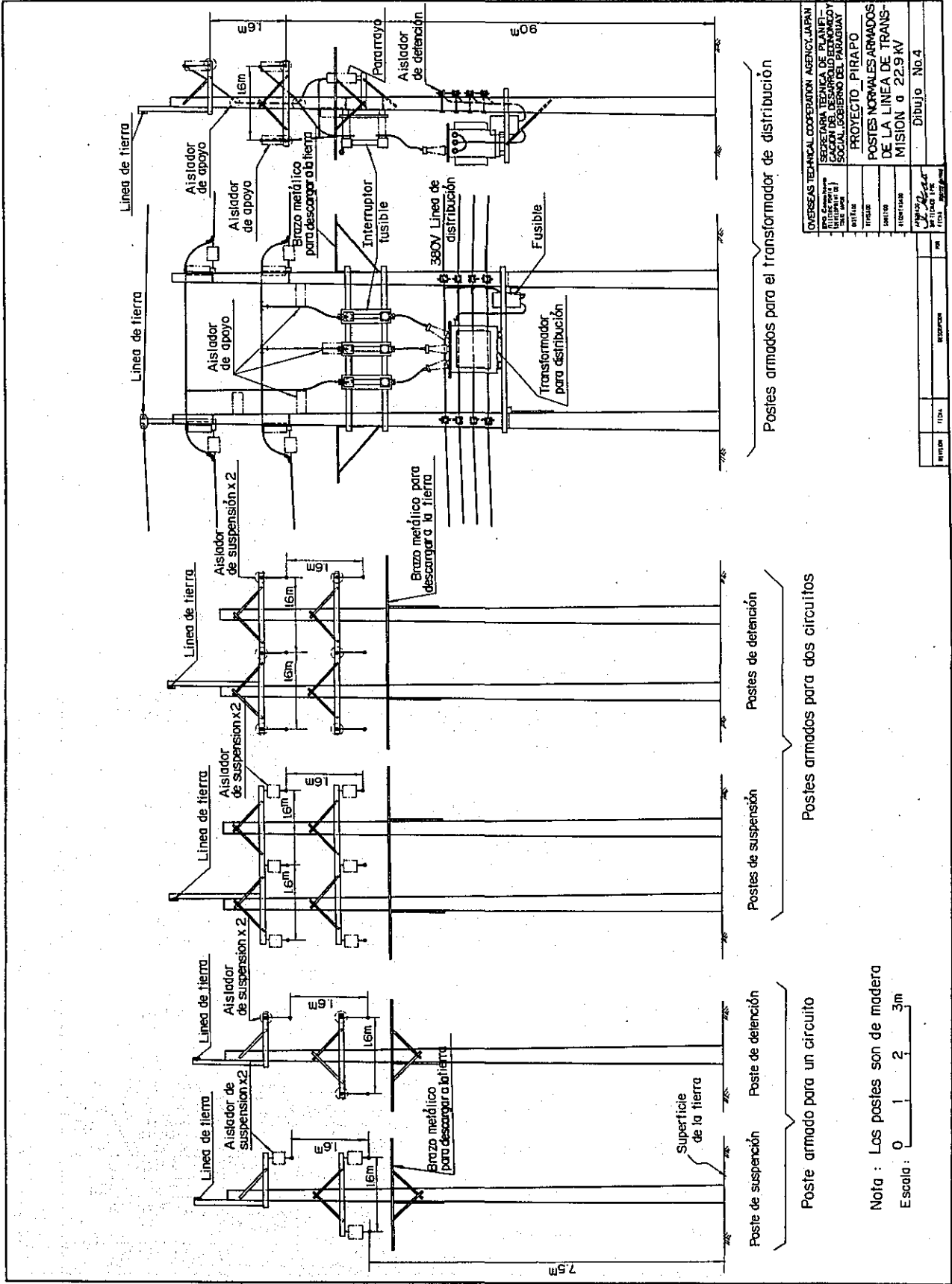


SECCION HORIZONTAL Nivel: 11400



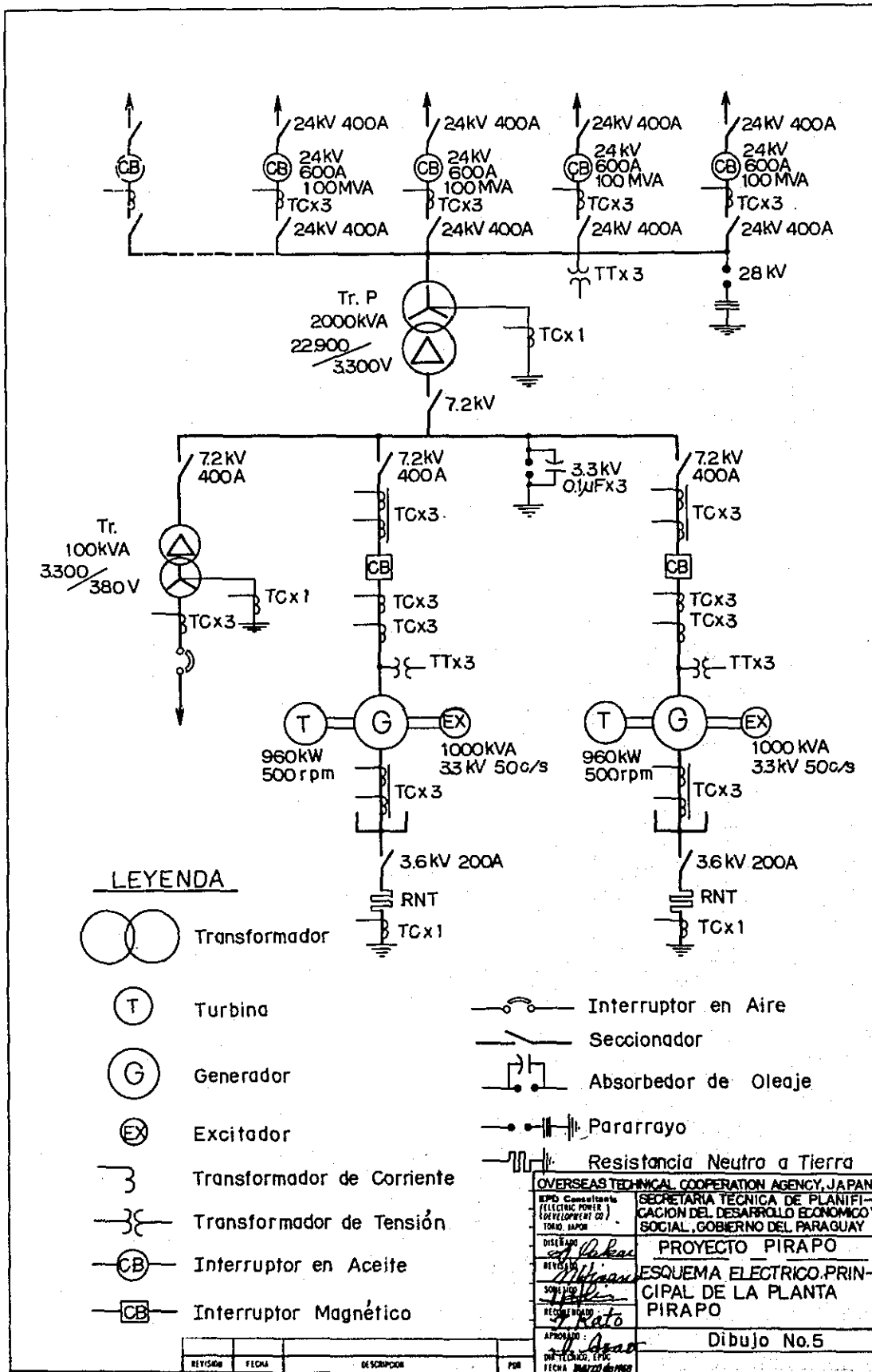
OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPD Consultante (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) YOKOYO, JAPAN	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL GOBIERNO DEL PARAGUAY
DISEÑADO: A. Nishimura	PROYECTO PIRAPO
REVISADO: A. Nishimura	PRESA & CASA DE MAQUINAS PLANTA, PERFL & SECCION
SOLICITADO: A. Nishimura	
RECOMENDADO: A. Nishimura	
APROBADO: A. Nishimura	Dibujo No. 3
DIEN. TECNICO E P.D.C.	FECHA: marzo de 1964

REVISION	FECHA	DESCRIPCION	POR



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN
SECRETARIA TECNICA DE PLANEACION DE DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PARAGUAY
PROYECTO PIRAPO
POSTES NORMALES ARMADOS DE LA LINEA DE TRANS-MISION a 22.9 kV
Dibujo No.4

Nota : Los postes son de madera
Escala : 0 1 2 3m

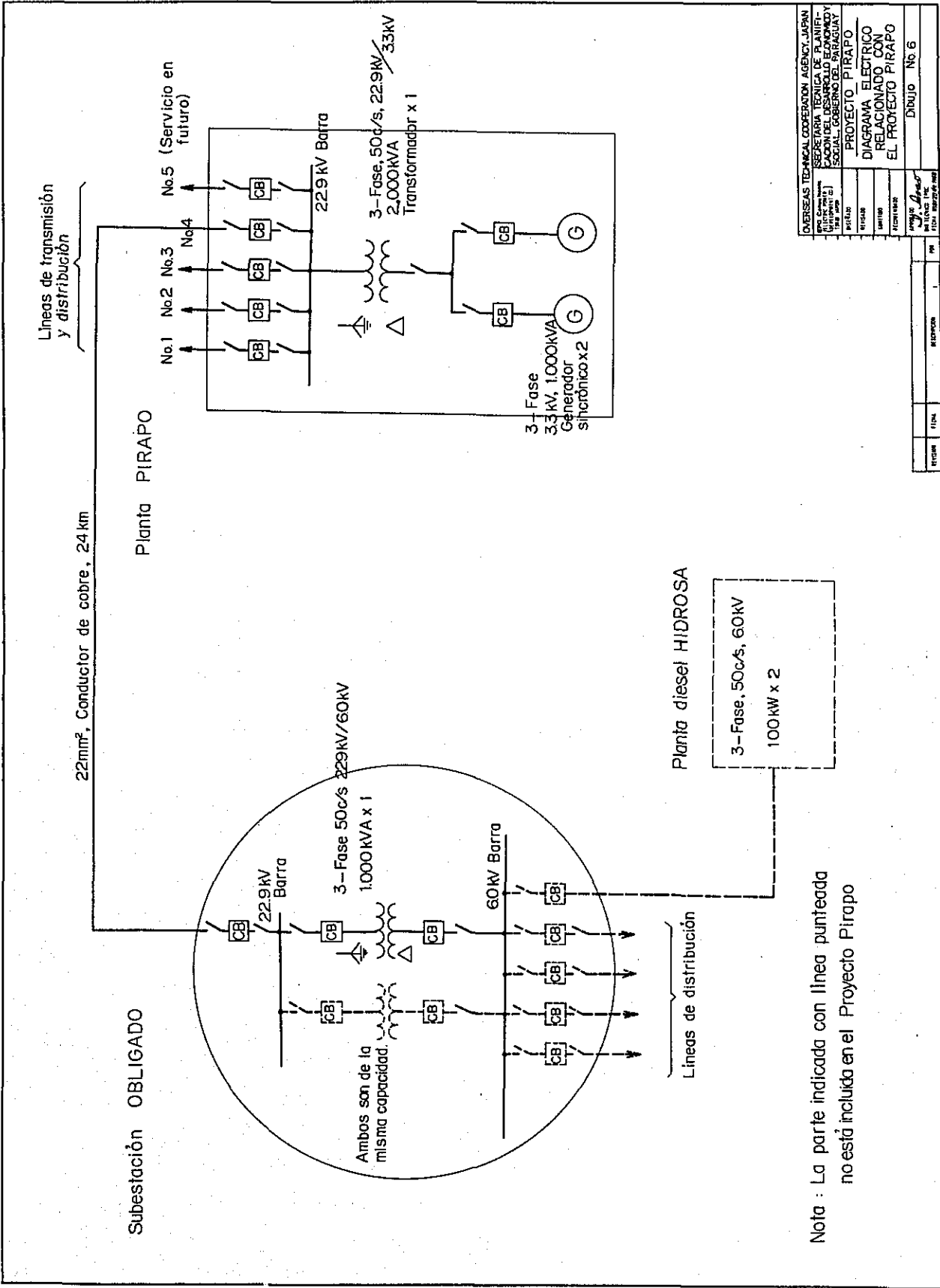


LEYENDA

- Transformador
- Turbina
- Generador
- Excitador
- Transformador de Corriente
- Transformador de Tensión
- Interruptor en Aceite
- Interruptor Magnético
- Interruptor en Aire
- Seccionador
- Absorbedor de Oleaje
- Pararrayo
- Resistencia Neutra a Tierra

OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY, JAPAN	
EPIC Consultants (ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO.) TOKYO, JAPAN	SECRETARIA TECNICA DE PLANIFICACION DEL DESARROLLO ECONOMICO Y SOCIAL, GOBIERNO DEL PARAGUAY
DISEÑO: <i>[Signature]</i>	PROYECTO PIRAPO
REVISIÓN: <i>[Signature]</i>	ESQUEMA ELECTRICO PRINCIPAL DE LA PLANTA PIRAPO
APROBADO: <i>[Signature]</i>	Dibujo No.5
DR. TECNICO, EPIC	FECHA: 28/07/1969

REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCION	POR



OVERSEAS TECHNICAL COOPERATION AGENCY-JAPAN	
PROYECTO	PROYECTO PIRAPO
ESTADIO	DIAGRAMA ELECTRICO
FECHA	RELACIONADO CON
ELABORADO POR	EL PROYECTO PIRAPO
REVISADO POR	
APROBADO POR	
FECHA	DIBUJO No 6

REVISOR	FECHA	RESPONSOR

Nota : La parte indicada con línea punteada no está incluida en el Proyecto Pirapo

第 8 章 工 事 費

第 8 章 工 事 費

8 - 1 基 本 条 件

本計画の工事費を積算するにあたり、次の事項を基本条件とする。

- (1) 工事費積算範囲は Pirapo 発電所、アルトパラナ日本人移住地内配電線、Pirapo 発電所 ~ Obligado 変電所間の送電線および Obligado 変電所 (6.0 KV側引出設備を除く) とする。
- (2) 工事費算定に用いる単価は 1967 年の Acaray 発電所工事およびパラグアイ国内の他工事等における単価を参照し Table 8 - 1 に示すように見積る。
- (3) 工事数量は本報告書に添付する予備設計図によって起算する。
- (4) 工事費は、現地通貨分と外貨分に分ける。現地通貨分は国内労務者の賃金およびセメント、木材など国内で調達し得る建設資材の費用および国内輸送費などとし、これら以外はすべて外貨分とする。
- (5) 工事は請負方式により行い、又設計施工監督は Consulting Engineer が行うものとして見積る。
- (6) ゲート、水圧鉄管、水車発電機、変圧器、電線、がいし等は運搬据付工事と材料製作に要する費用を分けて計上する。
- (7) アクセス道路、建物、備品、諸車など工事遂行のために必要な諸経費をアクセス道路その他として計上する。
- (8) 予備費としては土木および鉄構類工事に対して約 15%、電気機器工事に対して約 5% 送配電線および変電所工事に対して約 10% を見込む。
- (9) 建設中利息としては内貨外貨共年利率率 6.5% を見込む。
- (10) 水車発電機等の輸入機器に対しては輸入税が免除されるものとする。

8 - 2 工 事 費 総 括 表

本計画の総工事費は \$ 44,600,000 であり、その概略内訳は Table 8 - 2 のとおりである。

Table 8-1 工事費単価

工事種別又は材料	単位	単価 (円)	備 考
マスコンクリート	m ³	3,600	
無筋 "	m ³	4,500	
鉄筋 "	m ³	6,000	ピヤ, ウオール等
表土はぎ	m ³	50	
堀削(土)	m ³	120	
"(岩)	m ³	500	
リップラップ	m ³	600	
アース盛立	m ³	230	
ゲート	t	86,000	
ペンストック	t	52,000	} FOB価格
スクリーン	t	35,000	
セメント	t	7,000	
鉄筋	t	30,000	
木柱(14m)	本	6,700	
(10m)	本	2,300	
22mm 裸硬銅撚線	km	34,000	} FOB価格
14mm " "	km	22,000	
250mm 懸垂がいし	個	300	
22.9KV 用支持がいし	個	1,100	
配電用変圧器 10 KVA	台	55,000	229KV/380V } FOB価格
20 KVA	台	75,000	"
30 KVA	台	93,000	"
50 KVA	台	114,000	"

Table 8-2 工事費総括表

単位: 10³ 円

項目	1970		1971		1972		一陽工事合計		配電配線工事(1972~1976)		合計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
土木工事及び機械器具	10644	6826	17270	52385	27960	80295	14868	7572	22485	77842	42158	120000
ゲート、ベントック取付	-	-	-	670	200	870	900	1800	2700	1570	2000	3570
発電所機械設備取付	-	-	-	890	290	680	850	2450	1240	2900	1240	2900
送変配電設備取付	-	-	-	8250	1900	10150	10200	2000	18450	4750	22350	4100
小計	10644	6826	17270	61845	30850	91995	26813	13982	40795	99102	50958	150060
機械材料費	-	-	1250	-	12380	12380	-	1250	1250	-	15480	15480
ゲート、ベントック	-	3310	3310	-	27240	27240	-	4750	4750	-	35300	35300
発電所機械設備	-	9090	9090	10000	79100	89100	7690	9090	16780	17680	97280	114970
送変配電設備	-	13650	13650	10000	119270	129270	7690	15090	22780	17690	148010	165700
小計	-	5800	6700	4300	7400	11700	2100	3200	5400	7800	16000	22800
設計監費及び管理費	1400	5800	5700	4300	7400	11700	2100	3200	5400	7800	16000	22800
予備費	1500	1180	2780	7950	6150	14100	2360	1500	3360	11910	8980	20840
土木工事及びゲート、ベントック	-	170	170	20	1370	1890	40	870	410	60	1910	1970
発電所機械設備	-	910	910	1830	8100	9980	1790	1110	2900	3820	10120	13740
送変配電設備	1500	2260	3860	9800	15620	25420	4190	3080	7270	15590	20960	36550
小計	2350	3460	5810	5560	11220	16780	660	640	1300	8570	15320	23890
建設中利息	21994	32396	54290	91305	188860	275165	41453	36092	77545	154752	252248	407000
合計	14000	19940	29000	70000	70000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000

項目	土木工事及び配電工事		機械材料費		設計監費及び管理費		予備費		建設中利息		その他		合計	
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨
土木工事	123570	-	15430	-	8900	-	20840	-	11150	-	3500	-	163390	-
発電所機械設備	4140	-	35300	-	6000	-	1970	-	3010	-	700	-	51120	-
送変配電工事	22350	-	114970	-	8900	-	13740	-	9780	-	2800	-	172490	-
小計	150060	-	165700	-	23800	-	36550	-	23890	-	7000	-	407000	-
配電線拡張工事	4950	-	29310	-	800	-	3430	-	1110	-	-	-	89600	-
合計	155010	-	195010	-	24600	-	39980	-	25000	-	7000	-	446600	-

第9章 經濟評估

第9章 経 済 評 価

Pirapo 発電所の経済性は需要端の発電原価および便益-費用比によって評価する。第8章で述べた工事費をもととし、Pirapo 発電所および送配変電設備の耐用年数を50年(但し水車発電機の耐用年数は35年)、年利子率6.5%、残存価値零として減債基金法により、金利および償却を算出し、さらに運転維持費(人件費、修繕費、管理費)8,300,000円/年として、Pirapo 発電所の年間費用を計算するとその値は8,630,000円となる。この値と第6章で述べた販売可能電力量からPirapo 発電所の需要端の平準発電原価を求めると4.1円/kWhとなる。

一方このPirapo 発電所に代るべき発電設備として450kW×6台のDiesel Plantを分置すると考え、Diesel Plantの耐用年数15年、配電設備の耐用年数50年、年利子率6.5%、残存価値零として金利及び償却を算出し運転維持費9,900,000円/年、燃料単価11円/lとして、このDiesel Plantの発電原価を見積るとその値は需要端で6.1円/kWhとなる。

したがってPirapo 発電所の発電原価は代価Diesel Plantのそれに比較し経済的である。

また、この代替Diesel PlantのkW当りの固定費およびkWh当りの可変費をPirapo 発電所のkWおよびkWh便益単価として、Pirapo 発電所の年間便益を計算するとその値は60,800,000円となり、これを年間費用8,630,000円で除せば、同発電所の便益-費用比は1.58となる。このように発電原価および便益-費用比のいずれの指標からみてもPirapo 発電所は代替Diesel Plantよりも経済的である。なお、Pirapo 発電所の経済評価の詳細は付録A-2において述べるとおりである。

第10章 資金計画

第10章 資金計画

10-1 所要資金

本計画の総工事費は第8章で述べたように $446,600,000$ であり、その年度別内訳はTable 8-2に示すとおりである。

10-2 資金調達

本計画の実施にあたって必要な所要資金は、その50%を自己資金によって、残りの50%を借入金によって充当するものとする。借入金に対しては国際金融機関並みの次のような条件を考える。

年利子率：6.5%

償還方法：据置き期間5年。その後元利均等償還

償還期限：据置き期間5年を含み20年

10-3 資金返済能力

パラグアイ国の主要都市における電気料金は第3章で述べたとおりであり、このうち最低料金はAsunción市における工業用電力の最低料金 5.95 $\$/kWh$ である。本Pirapo発電計画においては、アルトパラナ日本人移住地において、上記の値を下廻る 4.5 $\$/kWh$ で需要家に売電する。

一方、ドイツ人移住地内Obligado変電所における本計画の売電料金は、代替Diesel Plantの発電端の発電原価あるいは燃料費を規準に考える。ドイツ人移住地にDiesel Plantを設けたと考えた場合その発電原価は発電端で 4.2 $\$/kWh$ と見積られ、このうち燃料費は 3.0 $\$/kWh$ と考えられる。したがってドイツ人移住地に対してはオブリガード変電所における売電電力量のうち、既設の 200 kW Diesel Plantが稼動したと考えた場合の同Plantの発電電力量に等しいと考えられる電力量については 3.0 $\$/kWh$ で売電し、残りの電力量については 3.5 $\$/kWh$ で売電するものとする。

このようにして本計画の電気料金収入を算定するとTable 10-1のとおりとなる。

Pirapo発電所および送配変電設備の保守運転費を当初10年間 $4,700,000$ $\$/年$ 、11年以降 $7,400,000$ $\$/年$ とし、電気料金収入から保守運転費、管理費、減価償却費、支払利息を差し引くと各年のNet incomeはTable 10-1のとおりとなる。

10-2で述べた借入条件にもとずいて各年の資金返済額を算定しこれと各年の返済源資と対比すればTable 10-2およびTable 10-3のとおりとなり、本計画は資金計画面からみても成立する。

Table 10-1 Statement of Income

単位：100万

項目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
販売可能電力(兆Wh)																				
アトバラナ移住地	3,342	3,467	3,594	4,112	4,300	4,807	4,914	5,286	5,636	6,135	6,669	7,050	7,423	7,926	8,536	9,194	9,908	10,670	10,736	10,736
ドイツ人移住地 I	1,007	1,675	1,772	1,907	1,947	2,103	2,178	2,204	2,055	2,080	1,969	3,089	3,078	3,089	2,403	1,675	904	72	-	-
ドイツ人移住地 II	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	1,140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
電気料金収入(100万)	15,050	15,600	16,130	18,500	19,350	21,650	22,100	23,750	25,200	27,600	30,000	31,700	33,400	35,600	38,400	41,300	44,500	48,000	48,400	48,400
アトバラナ移住地	3,520	3,860	4,000	4,500	4,700	5,200	5,300	5,600	5,900	6,400	6,800	7,200	7,600	8,100	8,600	9,100	9,600	10,100	10,200	10,200
ドイツ人移住地 I	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ドイツ人移住地 II	21,990	24,880	25,750	28,580	29,570	32,120	33,120	35,230	35,920	38,120	40,310	42,500	44,150	46,300	48,800	51,200	53,900	56,900	58,200	58,200
保守運転費	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
免電電費	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
送配電費	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
管理費	8,583	8,781	8,979	9,177	9,375	9,573	9,771	9,969	10,167	10,365	10,563	10,761	10,959	11,157	11,355	11,553	11,751	11,949	12,147	12,345
小計	14,283	14,481	14,679	14,877	15,075	15,273	15,471	15,669	15,867	16,065	16,263	16,461	16,659	16,857	17,055	17,253	17,451	17,649	17,847	18,045
C Operating Income(A-B)	7,707	10,399	11,071	14,877	14,495	17,345	18,045	20,155	20,845	23,045	25,245	27,445	29,645	31,845	34,045	36,245	38,445	40,645	42,845	45,045
D 支払利息	-	-	-	-	-	1,960	1,880	1,790	1,700	1,610	1,520	1,430	1,340	1,250	1,160	1,070	1,000	930	860	800
E Net Income(C-D)	7,707	10,399	11,071	14,877	14,495	15,285	16,165	18,365	19,145	21,435	23,725	26,015	28,305	30,595	32,885	35,175	37,465	39,755	42,045	44,335

Table 10-2 資金返済計画表

単位：100万

項目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
投入額	407,000	99,000	99,000	99,000	99,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
借入金額	203,500	49,500	49,500	49,500	49,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
金利息	13,220	14,400	15,680	17,000	18,450	19,600	18,800	17,900	17,000	16,050	15,000	13,850	12,650	11,400	10,050	8,600	7,060	5,440	3,750	1,850
元本返済	-	-	-	-	-	1,260	1,340	1,430	1,520	1,610	1,700	1,830	1,950	2,080	2,210	2,350	2,510	2,670	2,840	3,020
元利合計	-	-	-	-	-	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220
現金	216,780	286,070	256,700	278,650	302,050	289,450	276,050	261,750	246,550	230,400	213,200	195,400	175,300	154,500	132,350	108,750	83,610	56,850	28,400	0

Table 10-3 Statement of Cash Flow

単位：100万

項目	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Cash from Income	16,290	19,180	20,050	22,880	23,870	27,120	28,620	31,530	32,220	34,370	36,110	37,950	39,800	41,750	43,700	45,650	47,600	49,550	51,500	53,450
Net Income	7,707	10,399	11,071	14,877	14,495	15,285	16,165	18,365	19,145	21,435	23,725	26,015	28,305	30,595	32,885	35,175	37,465	39,755	42,045	44,335
Depreciation	8,583	8,781	8,979	9,177	9,375	9,835	9,955	10,165	10,275	10,485	10,695	10,905	11,115	11,325	11,535	11,745	11,955	12,165	12,375	12,585
債務償還	-	-	-	-	-	1,260	1,340	1,430	1,520	1,610	1,700	1,830	1,950	2,080	2,210	2,350	2,510	2,670	2,840	3,020
Net Cash Provided	16,290	19,180	20,050	22,880	23,870	25,860	27,280	29,100	30,920	32,740	34,560	36,380	38,200	40,020	41,840	43,660	45,480	47,300	49,120	50,940

Table 10 - 4 Depreciation

單位：10³ 円

項 目	1972	1973	1974	1975	1976	1977
設 備 金 額						
土木工事及び送配電設備	355,880	-	-	-	-	-
発電所機械設備	51,120	-	-	-	-	-
配電線拡張工事	-	9,900	9,900	9,900	9,900	-
計	407,000	9,900	9,900	9,900	9,900	-
設 備 償 却 費						
土木工事及び送配電設備	7,118	7,118	7,118	7,118	7,118	7,118
発電所機械設備	1,465	1,465	1,465	1,465	1,465	1,465
配電線拡張工事	-	198	396	594	792	792
計	8,583	8,781	8,979	9,177	9,375	9,375

付 録

A-1 開発規模の決定

A-1-1 開発規模決定のための基本条件

Pirapo 発電所の規模決定の基本条件として下記の事項を考える。

- (1) 電力供給地域はアルトパラナ日本人移住地の他、Obligado 変電所渡しの kWh 当りのコストが Diesel Plant によるコストより低額であるので、ドイツ人移住地も含める。
- (2) Pirapo 発電所の規模決定にあたっては Pirapo 発電所単独の経済性だけから判断することを避け、Diesel Plant との組み合わせで経済性を検討する。
- (3) Pirapo 発電所をダム地点の地形上許される限りの大きさに開発した場合（A 案と呼ぶ）の設備 kW およびそれに見合う kWh を所要 kW および所要 kWh と呼ぶ。
- (4) 前記の所要 kW および所要 kWh に対し、規模の異なる 2 つの Pirapo 発電所とこれに併用される Diesel Plant（以下火力と呼ぶ）の組み合わせ案を 2 つ考え（B 案、C 案と呼ぶ）A 案を加えて、これら A、B、C 案のうち便益-費用比および発電原価の両面から最も経済的な案を求め、この案における Pirapo 発電所（以下水力と呼ぶ）の規模を以って同発電所の最適規模とする。

- (5) 組み合わせ案の便益-費用比は

$$\frac{\text{水力の便益} + \text{火力の便益 (費用)}}{\text{水力の費用} + \text{火力の費用}}$$

とし、発電原価は

$$\frac{\text{水力の費用} + \text{火力の費用}}{\text{所要 kWh}}$$

とする。

- (6) 水力の費用は水力発電所の耐用年数 50 年、残存価値零、年利子率 6.5 % として減済基金法によって算出された金利および償却費に人件費、修繕費、管理費を加えたものとする。

火力の費用は予備力 25 % を見込んだ代替 Diesel Plant について年利子率 6.5 %、耐用年数 15 年で算出した kW 当り固定費（kW 価値）、kWh 当り可変費（kWh 価値）から算出する。

- (7) 水力の便益は、（販売可能電力 × kW 価値）+（販売可能電力量 × kWh 価値）を各年について求め、これを耐用年数間に平準化したものとする。火力の費用は所要 kW および所要 kWh から水力の平準化した販売可能電力および販売可能電力量を差し引いたものに前記の火力の kW 当り固定費、kWh 当り可変費を乗じて求める。

- (8) 平準化した販売可能電力および販売可能電力量は Pirapo 発電所運転開始後、需要が水力の供給力に達するまでは、水力だけで需要を満たし、需要が水力の供給力を越えた

場合は火力でこの増分需要を満たすと考え、各年における需要の月別の大きさ、月別の日負荷率及び調整後の月別流量をもとに、50年間にわたり各年の全販売可能電力および全販売可能電力量を求め、これを耐用年数50年に平準化した値をもってその値とする。

(9) 計算に用いる流量は、1964年～1966年の3ヶ年のうち、年流量が3年間の流量の平均に近い1966年の流量を代表年の流量として用いる。

A-1-2 出力および使用水量

アルトパラナ日本人移住地およびドイツ人移住地の需要の日負荷率は60～50%と予想される。Pirapo 発電所の最大使用水量はこれに合わせ、調整池による調整後の温水月平均流量の2倍をもって最大使用水量とした。各案の比較にあたっては調整池の運用を考えて基準水位を定め、落差損失分を1mとした基準有効落差を以って出力の算出を行った。

比較を行うべき案としては、Table A-1-1に示すようにA、BおよびC案の満水位をそれぞれ標高135m、130m、125mとして各案について最も経済的な利用水深を定めた。

この結果B案がTable A-1-9に示すとおり最も発電原価が低額で、Fig A-3-3の便益-費用曲線からみても $\frac{B+B_0}{C+B_0}$ が最大となる最も経済的な規模と考えられるので、この案をもってPirapo 発電所の開発規模とした。

A-1-3 各案の経済比較

A-1-3-1 比較に用いた各案の主要諸元

比較に用いた各案の主要諸元は次表のとおりである。

Table A-1-1 各案の主要諸元

項 目	単位	A 案	B 案	C 案
発 電 方 式		ダ ム 式	ダ ム 式	ダ ム 式
調整池 満 水 位	m	135.00	130.00	125.00
有 効 貯 水 量	m ³	21,000,000	8,000,000	1,500,000
利 用 水 深	m	7.00	5.00	3.00
型 式		重力式コンクリート		
ダ ム		およびアース	同 左	同 左
高 さ	m	27.00	22.00	17.00
コンクリート	m	64.00	55.00	55.00
堤長	m	392.00	290.00	189.00
ア ー ス	m			
コンクリート	m ³		16,200	9,200
堤体積	m ³	220,000	99,000	40,000
ア ー ス	m ³			
洪 水 吐		中央越流型ゲート 10m×8m×3門	同 左	同 左
計 画 洪 水 量	m ³ /s	1,500	1,500	1,500
水 路 水 圧 管 路		20m×3条	18m×2条	16m×2条
発 電 基 準 取 水 位	m	133.30	129.40	124.60
放 水 位	m	114.00	114.00	114.00
基 準 有 効 落 差	m	18.30	14.40	9.60
最 大 使 用 水 量	m ³ /s	22.40	16.00	12.00
常 時	"	11.20	7.90	6.00
最 大 出 力	kW	2,280	1,800	910
常 時 出 力	"	1,160	620	380
年 間 発 生 常 時 電 力 量	kWh	14,000,000	7,750,000	4,090,000

A-1-3-2 利用可能水量

調整池によって自然流量を調整すれば各案の利用可能水量は Table A-1-2, Table A-1-3, Table A-1-4 のとおりとなる。なお月別可能発電電力量の計算に当っては本文第6章に述べた理由により、1966年における利用可能水量の値を用いる。

Table A-1-2 月別利用可能水量 (A案)

単位: m^3/s - 月

年 月	1964			1965			1966		
	自 流	調 整 量	調整後水量	自 流	調 整 量	調整後水量	自 流	調 整 量	調整後水量
1	5.4	+ 7.4	12.8	13.0	+ 1.9	14.9	29.7	0	29.7
2	15.2	- 2.4	12.8	27.7	- 8.1	19.6	29.2	0	29.2
3	10.2	+ 2.6	12.8	11.0	+ 8.1	19.1	22.1	0	22.1
4	20.2	- 8.1	12.1	31.5	- 8.1	23.4	7.4	+ 3.1	10.5
5	5.4	+ 3.9	9.3	20.4	0	20.4	5.4	+ 5.0	10.4
6	5.4	+ 3.9	9.3	11.1	+ 8.1	19.2	25.8	- 8.1	17.7
7	8.9	+ 0.3	9.2	22.6	- 2.1	20.5	5.4	+ 5.4	10.8
8	22.9	- 8.1	14.8	24.1	- 6.0	18.1	12.6	- 1.7	10.9
9	10.3	+ 1.1	11.4	10.0	+ 8.1	18.1	6.5	+ 4.4	10.9
10	8.4	+ 3.0	11.4	39.9	- 8.1	31.8	22.4	- 7.2	15.2
11	7.4	+ 4.0	11.4	5.8	+ 8.1	13.9	7.9	+ 7.2	15.1
12	16.8	- 1.9	14.9	45.2	- 8.1	37.1	20.4	- 7.6	12.8
計	136.5	-	142.2	262.3	-	256.1	194.8	-	195.3

利用水深 7.00 m

有効貯水量 $V = 21,000,000 m^3 \left(\frac{21,000,000 m^3}{30日 \times 86,400秒} = 8.1 m^3/s \right)$ ファーム流量 $\frac{1}{3} (9.20 + 13.90 + 10.40) = 11.2 m^3/s$

Fig. A-1-1 Storage Capacity & Water Surface Area
(Pirapo Regulating Reservoir)

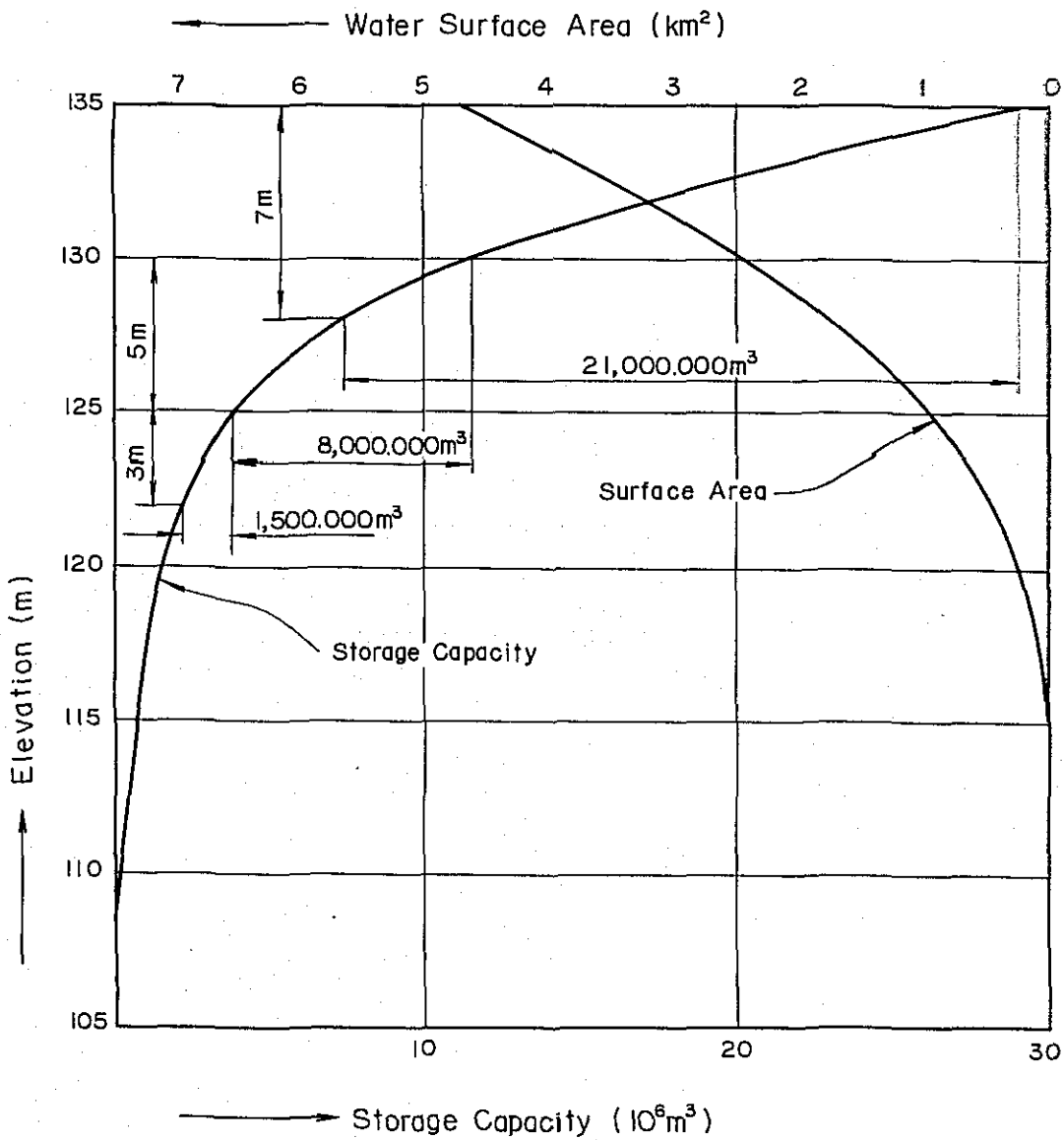


Table A-1-3 月別利用可能水量 (B案)

単位: m^3/s - 月

年 月	1964			1965			1966		
	自 流	調 整 量	調 整 後 水 量	自 流	調 整 量	調 整 後 水 量	自 流	調 整 量	調 整 後 水 量
1	5.4	+ 3.1	8.5	13.0	+ 3.1	16.1	29.7	0	29.7
2	15.2	- 2.5	12.7	27.7	- 3.1	24.6	29.2	0	29.2
3	10.2	+ 2.5	12.7	11.0	+ 3.1	14.1	22.1	0	22.1
4	20.2	- 3.1	17.1	31.5	- 3.1	28.4	7.4	0.5	7.9
5	5.4	+ 1.5	6.9	20.4	0	20.4	5.4	2.6	8.0
6	5.4	+ 1.6	7.0	11.1	+ 3.1	14.2	25.8	- 3.1	22.7
7	8.9	0	8.9	22.6	0	22.6	5.4	+ 3.1	8.5
8	22.9	- 3.1	19.8	24.1	- 3.1	21.0	12.6	- 3.1	9.5
9	10.3	0	10.3	10.0	+ 3.1	13.1	6.5	+ 3.1	9.6
10	8.4	+ 1.0	9.4	39.9	- 3.1	36.8	22.4	- 3.1	19.3
11	7.4	+ 2.1	9.5	5.8	+ 3.1	8.9	7.9	+ 3.1	11.0
12	16.8	- 3.1	13.7	45.2	- 3.1	42.1	20.4	- 3.1	17.3
計	136.5	-	136.5	262.3	-	262.3	194.8	-	194.8

利用水深 5.00 m

有効貯水量 = $8,000,000 m^3$, ($\frac{8,000,000 m^3}{30 \times 86,400 s} = 3.1 m^3/s$)ファーム流量 $\frac{1}{3} (6.90 + 8.90 + 7.90) = 7.9 m^3/s$

Fig. A-1-2 Average Monthly Run-off after being Regulated by Pirapo Regulating Reservoir

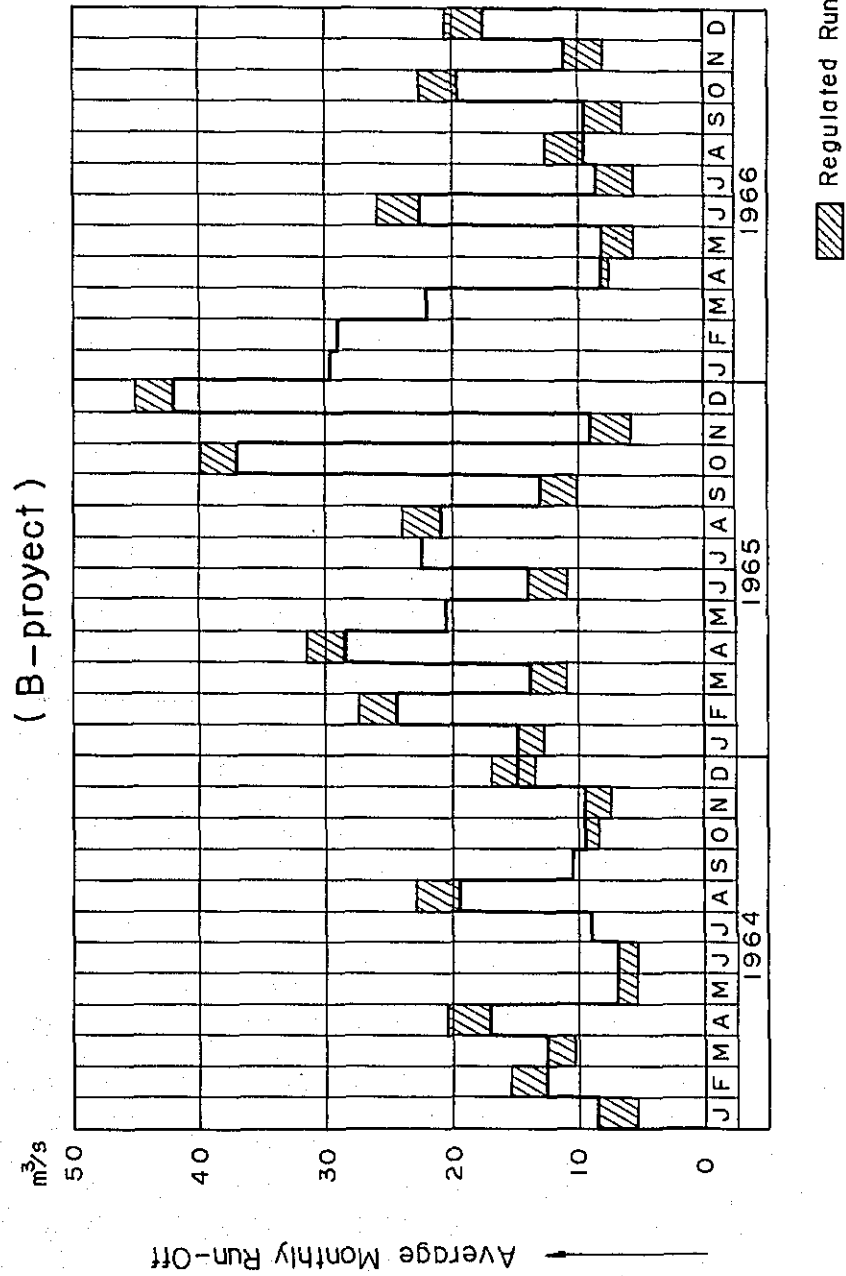


Table A - 1 - 4 月別利用可能水量 (C案)

単位: m^3/s - 月

年 月	1964			1965			1966		
	自 流	調 整 量	調整後水量	自 流	調 整 量	調整後水量	自 流	調 整 量	調整後水量
1	5.4	+ 0.6	6.0	13.0	+ 0.6	13.6	29.7	0	29.7
2	15.2	- 0.6	14.6	27.7	- 0.6	27.1	29.2	0	29.2
3	10.2	+ 0.6	10.8	11.0	+ 0.6	11.6	22.1	0	22.1
4	20.2	- 0.6	19.6	31.5	0	31.5	7.4	0	7.4
5	5.4	+ 0.3	5.7	20.4	- 0.6	19.8	5.4	+ 0.6	6.0
6	5.4	+ 0.3	5.7	11.1	+ 0.6	11.7	25.8	- 0.6	25.2
7	8.9	0	8.9	22.6	- 0.6	22.0	5.4	+ 0.6	6.0
8	22.9	- 0.6	22.3	24.1	0	24.1	12.6	- 0.6	12.0
9	10.3	0	10.3	10.0	+ 0.6	10.6	6.5	+ 0.6	7.1
10	8.4	0	8.4	39.9	- 0.6	39.3	22.4	- 0.6	21.8
11	7.4	+ 0.6	8.0	5.8	+ 0.6	6.4	7.9	+ 0.6	8.5
12	16.8	- 0.6	16.2	45.2	- 0.6	44.6	20.4	- 0.6	19.8
計	136.5	-	136.5	262.3	-	262.3	194.8	-	194.8

利用水深 3.00 m

有効貯水量 = $1,500,000 \cdot \left(\frac{1,500,000 m^3}{30 \times 86,400 s} = 0.6 m^3/s \right)$ ファーム流量 $\frac{1}{3} (5.70 + 6.40 + 6.0) = 6.0 m^3/s$

A - 1 - 3 - 3 各案の工事費および年間経費

各案の工事費および年間経費を求めると次のとおりである。

Table A - 1 - 5 各案の工事費 (単位 10³円)

項 目	A	B	C
土木関係工事費	226,000	139,000	89,000
電気関係工事費	67,000	36,000	19,000
小 計	293,000	175,000	108,000
予 備 費	44,000	26,000	16,000
管理費及技術費	34,000	20,000	12,000
建設中利息	18,000	11,000	7,000
合 計	389,000	232,000	143,000

Table A-1-6 各案の年間経費(単位10³円)

項目	A	B	C
金利及償却	26,300	15,800	9,800
修繕費	2,300	1,400	900
人件費	1,200	1,200	1,200
管理費	1,000	1,000	1,000
合計	30,800	19,400	12,900

A-1-3-4 需 要

各年における発電端の需要は次のように想定する。

Table A-1-7 発電端における需要

年	電力(kW)	電力量(kWh)
1 1972	1,370	6,121,000
2 1973	1,450	6,986,000
3 1974	1,540	7,285,000
4 1975	1,720	8,136,000
5 1976	1,820	8,450,000
6 1977	2,010	9,332,000
7 1978	2,110	9,611,000
8 1979	2,290	10,431,000
9 1980	2,430	10,856,000
10 1981	2,660	11,884,000
13 1984	3,260	14,279,000
15 1986	3,730	16,337,000
20 1991	5,230	22,907,000

A-1-3-5 販売可能電力と販売可能電力量

発電端における平準化した販売可能電力および販売可能電力量は次のとおりである。

Table A-1-8 平準販売可能電力および平準販売可能電力量

名称	平準販売可能電力(kW)	平準販売可能電力量(kWh)
A	2,450	12,000,000
B	1,740	10,500,000
C	920	6,970,000

注：発電所の耐用年数を50年，年利子率を6.5%として計算した。

A-1-3-6 代替設備

代替設備としては次のような Diesel Plant を考える。

(1) 発電所諸元

設備出力	500kW×4台(このうち500kW1台は予備力)
年間発生電力量	2000×8760×0.50=8.76×10 ⁶ kWh
所内損失	4%
燃料単価	11円/ℓ, 3.06円/kWh
建設費	円41,000,000

(2) 年間費用

固定費	
金利及償却	円4,350,000
修繕費	円1,300,000
人件費	円3,000,000
管理費	円1,000,000
合計	円9,650,000
kW当り固定費	円6,430
可変費	
燃料費	円26,800,000
kWh当り可変費	円3.06

発電原価

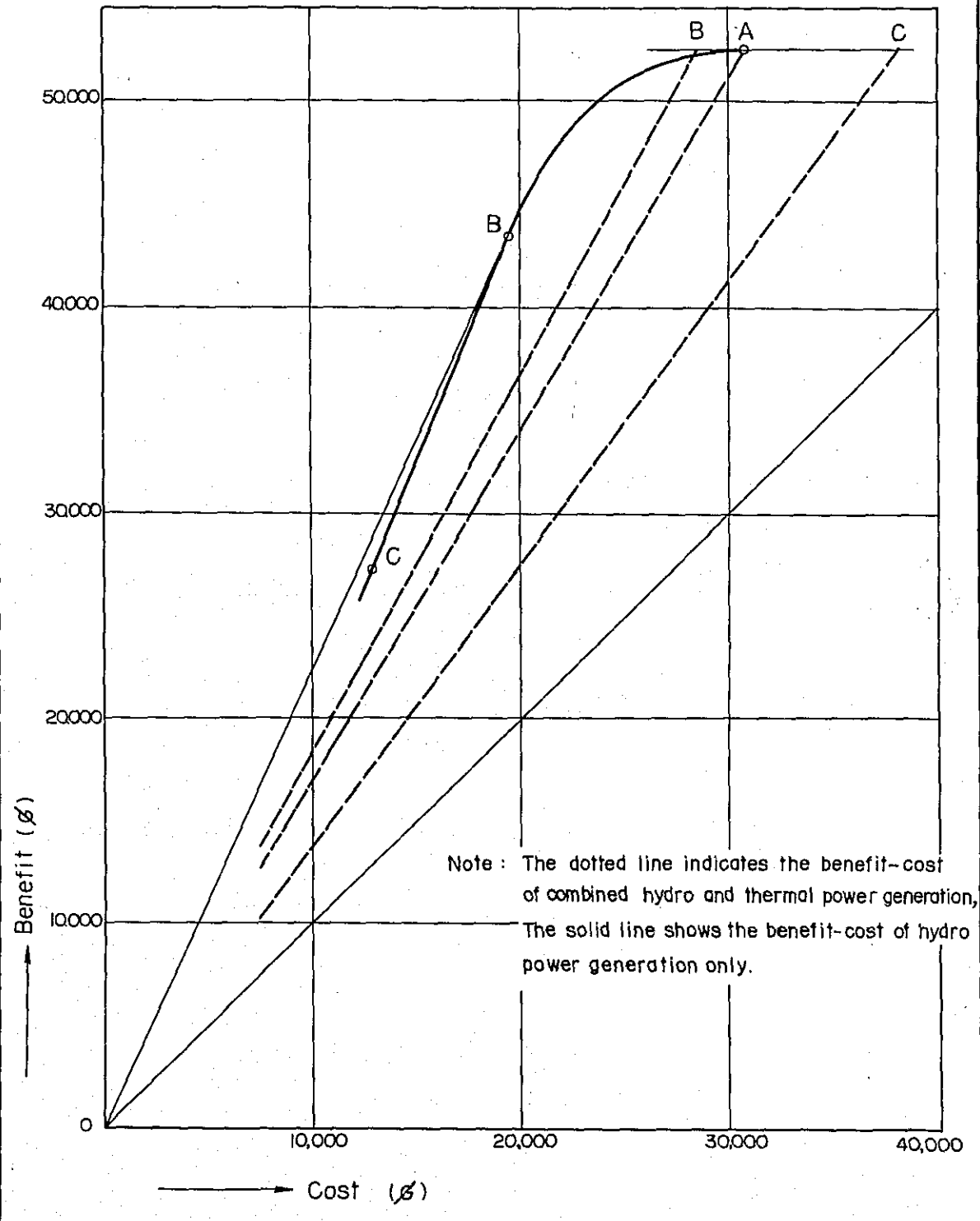
$$\frac{9,650,000 + 26,800,000}{8,760,000} = 4.16 \text{ 円/kWh}$$

A-1-3-7 経済比較表

各案の発電端における便益-費用比および発電原価は次表のとうりである。

項目	ケース	A	B	C	備考
便益(B)	平準販売可能電力(kW)	2,450	1,740	920	
	平準販売可能電力の便益(10 ³ 円)	15,750	11,200	5,920	
	平準販売可能電力量(Mwh)	12,000	10,500	6,970	
	平準販売可能電力量の便益(10 ³ 円)	36,700	32,100	21,300	
	便益計(B)(10 ³ 円)	52,450	43,300	27,220	
経費(C)	経費(C)(10 ³ 円)	30,800	19,400	12,900	
	火力年間経費(B ₀)(10 ³ 円)		9,150	25,230	(B) _A - (B) _B , (B) _A - (B) _C
	便益-費用比 $\frac{(B) + (B_0)}{(C) + (B_0)}$	1.70	1.84	1.38	
	発電原価(円/kWh)	2.56	2.38	3.18	(C) + (B ₀) / 12,000,000

Fig. A-1-3 Pirapo Power Plant Benefit and Cost



A-2 Pirapo 発電所の経済評価

A-2-1 販売可能電力および販売可能電力量

Pirapo 発電所の経済計算に用いる電力および電力量としては、第6章 6-3の
需要端の販売可能電力および販売可能電力量を用いる。

A-2-2 年間費用と電力コスト (kWh 当りの費用)

年間費用の算定は次の条件によって行う。

(1) 利子率

利子率は年6.5%とする。

(2) 設備投下資金

設備投下資金は下表の通りである。

Facility	一期工事	拡張工事	合計
Generation	234,510	-	234,510
(Civil work)	(183,390)	(-)	(183,390)
(Turbine & Generator)	(51,120)	(-)	(51,120)
Transmission, Substation & Distribution	172,490	396,000	212,090
Total	407,000	396,000	446,600

(3) 耐用年数

Pirapo 発電所 (送変配電設備を含む) の耐用年数は50年とする。

但し水車および発電機のそれは35年とする。

(4) 金利及び償却

金利および償却は減債基金法により平準年費用を求める。残存価値は考えない。

(5) 人件費

2,000,000 ¥/年

とする。

(6) 修繕費

発電設備 1,300,000 ¥/年

送変配電設備 4,000,000 ¥/年

とする。

(7) 管理費

1,000,000 ¥/年

とする。

以上の条件に従い年間経費を算定すると Table A-2-2 のとおりであり、これを需
要端の平準 kWh , 9.468,000 kWh で除せば需要端の kWh 当りの平準原価 4.1 円/kWh
が得られる。

A-2-3 代替案との比較

代替案としては下記の Diesel Plant を 2ヶ所に分置するものとする。

出力	450kW×6台
利用率	58%
年間発生電力量(発電端)	12,300,000kWh
(需要端)	10,736,000kWh
所内損失	4%
燃料単価	11円/ℓ 3.06円/kWh
建設費	
発電設備	54,000,000
配電	182,890,000

このような Diesel Plant の年間経費の算定は次の条件に従って行う。

- (1) 利子率 年6.5%

項目	経費(円)
本土構造物及送配変電設備金利及償却	26,500,000
水車発電機金利及償却	3,730,000
人件費	2,000,000
修繕費	5,400,000
管理費	1,000,000
合計	38,630,000

Table A-2-3 代替 Diesel Plant 年間経費

項 目	経 費 (G)
Diesel Plant 金利及償却	5,750,000
配電線設備金利及償却	12,450,000
人 件 費	3,300,000
修 繕 費	5,600,000
管 理 費	1,000,000
小 計 (固定費)	28,100,000
燃料費 (可変費)	37,700,000
合 計	65,800,000

- (2) 耐用年数 発電設備 15年
配電〃 50〃

- (3) 全利および償却

耐用年数間の平準年費用とする。残存価値は考えない。

- (4) 人 件 費 3,300,000 〃/年
(5) 修 繕 費 発電設備 1,600,000 〃/年
配電〃 4,000,000 〃/年
(6) 管 理 費 1,000,000 〃/年

このような条件に従って年間費用を算定すると Table A-2-3 のとおりであり、需要端における kWh 当りの平準原価 6.1 〃/kWh が得られる。

A-2-4 便益-費用比

前項で求めた代替案 Diesel Plant の kWh 当りの固定費、kWh 当りの可変費を Pirapo 発電所の kWh および kWh 便益単価とする。第 6 章で求めた各年の販売可能電力及び販売可能電力量にこの単価を乗じ、これら各年の便益を 1972 年現在の価値に換元し、その総計を年平均化した値が平準便益であり、その値は 60,800,000 となる。

上記平準年間便益と A-2-2 で述べた平均年間費用との比を求めればその値は 1.58 となり、Pirapo 発電所は代替 Diesel Plant と比較し有利な計画である。

A-3 Acaray 水力発電所から受電する案

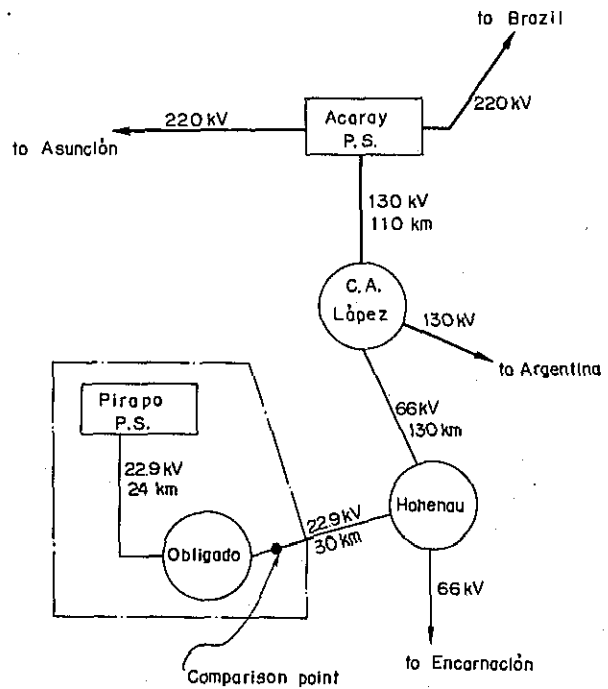
日本人移住地およびドイツ人移住地へ電力を供給する方法として現在建設中の Acaray 水力発電所からの受電を考えてみる必要がある。

ANDE の計画によると国内電化計画の第一期計画で Acaray 水力発電所の電力は 66 kV, 50% 1 回線によって Hohenau を経由し Encarnación に送電されるので Hohenau 地点で Step down し Obligado を経て受電することに対する経済的検討が生じる。(次図参照)

従って Acaray から受電する場合に必要な共用送電線の費用配分は潮流 kW により行い送電線, 変電所の原価を夫々求めれば次の如くなる。

50 年間にわたる平準送電原価	1.3 ㊦ / kWh
“ “ 変電原価	0.3 ㊦ / kWh

さらに Acaray 発電所の発電端原価に対し, Loss 率を考慮して Obligado 変電所で受電した場合の原価を求め上記送電原価と合算し比較する。ANDE によれば Acaray 発電所の発電端原価は 1.2 ㊦ / kWh といわ



れており, これに一般管理費等の間接費或いは適正な事業報酬を含めなければならない。

従って Obligado での受電端推定発電原価は下記の如く 3.4 ㊦ / kWh となる。

Obligado で評価した Acaray 発電原価 (Loss 率 20% を見込む)	1.5 ㊦ / kWh
送電原価	1.6 ㊦ / kWh
その他諸経費	0.3 ㊦ / kWh
	計 3.4 ㊦ / kWh

しかし, Acaray 発電所は運転開始後当分の間需要の不振から設備の有効利用が難しく従って発電原価の高騰を余儀なくされるであろう。

一方 Pirapo 発電所の発電端原価は次の如く計算される。

発電所設備償却および金利	16,110,000 ㊦ / 年
保守運転費	2,300,000 ㊦ / 年
管理費	1,000,000 ㊦ / 年
計	19,410,000 ㊦ / 年

Pirapo 発電所の50年間の平準発電々力量 10,500,000 kWh/年
から, 1.85 円/kWhとなる。

またObligado 変電所における Pirapo 発電所の発電原価は

送電線および変電所償却および金利	1,500,000 円/年
“ “ 保守運転費	600,000 円/年
ドイツ人移住地への Pirapo 発電所の50年 間の平準販売可能電力量	2,000,000 kWh/年

から得られる送変電原価1.05 円/kWhを前記発電端の発電原価1.85 円/kWhに加え
ると2.9 円/kWhとなる。

これらの数字から見れば Pirapo 発電所の発電原価は Obligado 変電所において, Acaray
発電所から受電した場合の発電原価を下廻り, したがって Pirapo 発電所の建設が優先す
ることになる。

しかし以上の比較は略算によるものであるから両案の比較は今後資料の整った段階で再
び行われる必要がある。

A-4 付表および付図

Table A-4-1 アルトパラナ試験農場における月別雨量

単位：mm

月 \ 年	1964	1965	1966	平均
1	32.0	118.7	331.7	160.8
2	147.0	252.0	269.4	222.8
3	98.5	99.9	203.8	134.1
4	195.8	286.5	68.4	183.6
5	35.7	185.9	26.6	82.7
6	8.4	101.3	238.7	116.1
7	(86.0)	205.3	47.7	113.0
8	(223.0)	219.8	116.2	186.3
9	100.0	90.9	59.8	83.6
10	82.2	362.9	206.2	217.1
11	71.1	52.4	72.9	65.5
12	162.8	411.6	188.4	254.3
計	1,242.5	2,387.2	1,829.8	1,819.9

Table A-4-2 Acaray 川ダム地点測水所流量
(流域面積 9,880 km²)

単位：m³/s

月 \ 年	1954	1955	1956	1957	1958
1	—	93.3	121.0	126.0	107.0
2	—	35.0	150.0	127.0	76.7
3	—	98.8	86.9	61.8	123.0
4	—	126.4	474.0	55.4	168.0
5	—	227.0	359.0	156.0	95.8
6	—	252.0	446.0	164.0	73.6
7	—	302.0	313.0	215.0	69.7
8	—	195.0	381.0	246.0	111.0
9	—	171.0	297.0	398.0	177.0
10	242.0	122.0	224.0	240.0	257.0
11	217.0	97.4	213.0	222.0	
12	120.0	68.3	120.0	135.0	
平均	—	149.0	265.0	179.0	

Table A-4-3 土木工事費内訳

単位: 10⁵円

項目	単位	数量	単価	1970		1971		1972		計				
				内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨					
前流処理	式	1	(G)	3,600	2,400	6,000				3,600	2,400	6,000		
ダ														
表土はき	m ²	17,300	50	470	895	865	-	-	-	470	395	865		
掘削(土)	m ³	3,300	120	214	182	396	-	-	-	214	182	396		
掘削(岩)	m ³	1,200	500	270	330	600	-	-	-	270	330	600		
マスコンクリート	m ³	7,050	3,600	-	-	-	12,400	5,600	18,000	5,100	7,880	25,880		
鉄筋コンクリート	m ³	7,600	6,000	5,900	8,100	9,000	24,200	12,400	36,600	-	30,100	45,600		
アース盛立	m ³	98,000	230	-	-	-	10,000	6,800	16,800	3,450	5,750	22,550		
リッパラフ	m ³	7,300	200	-	-	-	-	-	-	860	600	1,460		
基礎処理	式	-	-	-	-	-	1,740	1,260	3,000	-	1,740	3,000		
小計				6,854	4,007	10,861	48,340	26,060	74,400	9,410	51,180	35,247	99,851	
発電所														
掘削(土)	m ³	700	120	45	39	84	-	-	-	-	45	39	84	
掘削(岩)	m ³	650	500	145	180	325	-	-	-	145	180	325		
無筋コンクリート	m ³	350	4,500	-	-	-	1,130	445	1,575	-	1,130	445	1,575	
鉄筋コンクリート	m ³	700	6,000	-	-	-	2,800	1,400	4,200	-	2,800	4,200		
建屋	式	1	-	-	-	-	-	-	-	800	200	1,000		
小計				190	219	409	3,930	1,845	5,775	800	200	1,000	7,184	
放水														
掘削(土)	m ³	2,000	120	-	-	-	65	55	120	65	55	120	240	
掘削(岩)	m ³	750	500	-	-	-	-	-	-	170	205	375	875	
無筋コンクリート	m ³	510	5,300	-	-	-	-	-	-	1,650	650	2,300	2,300	
鉄筋コンクリート	m ³	550	6,000	-	-	-	-	-	-	2,200	1,100	3,300	3,300	
小計				-	-	-	65	55	120	4,085	2,010	6,095	2,065	6,215
開閉所														
掘削(土)	m ³	600	120	-	-	-	-	-	-	40	32	72	72	
鉄筋コンクリート	m ³	20	6,000	-	-	-	-	-	-	80	40	120	120	
建屋	式	1	-	-	-	-	-	-	-	448	110	558	558	
小計				-	-	-	-	-	-	568	182	750	750	
合計				10,644	6,626	17,270	52,335	27,960	80,295	14,868	7,572	22,435	42,158	120,000

Table A-4-4 機器材料費および据付工事費内訳

単位: 10³ 円

項目	1970			1971			1972			合計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
材料費												
洪水吐ゲート	-	1,000	1,000	-	8,000	8,000	-	1,000	1,000	-	10,000	10,000
取水口ゲート	-	110	110	-	880	880	-	110	110	-	1,100	1,100
放水口ゲート	-	17	17	-	186	186	-	17	17	-	170	170
取水口スクリーン	-	33	33	-	264	264	-	33	33	-	330	330
水圧鉄管	-	90	90	-	720	720	-	90	90	-	900	900
小計(FOB)	-	1,250	1,250	-	10,000	10,000	-	1,250	1,250	-	12,500	12,500
Insurance	-	-	-	-	130	130	-	-	-	-	130	130
Freight	-	-	-	-	2,800	2,800	-	-	-	-	2,800	2,800
小計(CIF)	-	1,250	1,250	-	12,930	12,930	-	1,250	1,250	-	15,430	15,430
据付工事費												
輸送費	-	-	-	570	-	570	-	-	-	570	-	570
据付工事費	-	-	-	100	200	300	900	1,800	2,700	1,000	2,000	3,000
小計	-	-	-	670	200	870	900	1,800	2,700	1,570	2,000	3,570
合計	-	1,250	1,250	670	13,130	13,800	900	3,050	3,950	1,570	17,430	19,000

Table A-4-5 水車発電機および付属機器, 材料費および据付工事費内訳

単位: 10³円

項目	1970			1971			1972			合計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計
材料費												
水車	-	1,070	1,070	-	8,560	8,560	-	1,070	1,070	-	10,700	10,700
発電機	-	940	940	-	7,520	7,520	-	940	940	-	9,400	9,400
主変圧器	-	140	140	-	840	840	-	420	420	-	1,400	1,400
その他の	-	1,160	1,160	-	8,120	8,120	-	2,320	2,320	-	11,600	11,600
小計(FOB)	-	3,310	3,310	-	25,040	25,040	-	4,750	4,750	-	33,100	33,100
Insurance	-	-	-	-	340	340	-	-	-	-	340	340
Freight	-	-	-	-	1,860	1,860	-	-	-	-	1,860	1,860
小計(CIF)	-	3,310	3,310	-	27,240	27,240	-	4,750	4,750	-	35,300	35,300
据付工事費												
輸送費	-	-	-	300	-	300	80	-	80	380	-	380
据付工事費	-	-	-	90	290	380	770	2,610	3,380	860	2,900	3,760
小計	-	-	-	390	290	680	850	2,610	3,460	1,240	2,900	4,140
合計	-	3,310	3,310	390	27,530	27,920	850	7,360	8,210	1,240	38,200	39,440

Table A-4-6 送配変電設備工事費内訳

単位: 10³円

項目	1970		1971		1972		一期工事合計		築設工事合計		合計		
	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	内貨	外貨	
	計	計	計	計	計	計	計	計	計	計	計	計	
材料費	-	-	10,000	-	7,000	7,000	17,000	-	17,000	5,500	-	22,500	-
電柱	-	3,250	26,000	3,250	3,250	3,250	32,500	32,500	82,500	-	9,500	42,000	42,000
電線	-	670	5,360	670	670	670	6,700	6,700	6,700	-	1,200	7,900	7,900
配電用変圧器	-	70	550	70	70	70	690	690	690	-	-	690	690
主変圧器	-	5,100	40,800	5,100	5,790	5,790	51,000	51,000	51,690	-	12,000	63,000	63,000
その他	-	9,090	10,000	9,090	16,780	16,780	17,690	9,0890	108,580	5,500	22,700	28,200	113,590
小計(FOB)	-	9,090	92,710	8,900	8,900	8,900	8,900	8,900	8,900	260	-	1,150	1,150
Insurance	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Freight	-	-	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	850	850	6,350	6,350
小計(FOB)	-	9,090	100,000	79,100	89,100	76,900	17,690	97,280	114,970	5,500	23,510	28,310	121,090
送付工事費	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
輸送費	-	-	2,250	-	1,000	1,000	3,250	-	3,250	850	-	4,100	-
延付工事費	-	-	6,000	1,900	7,900	9,200	15,200	3,900	19,100	3,900	200	19,100	4,100
小計	-	-	8,250	1,900	10,150	10,200	18,450	3,900	22,350	4,750	200	28,200	4,100
合計	-	-	9,090	18,250	81,000	92,250	17,890	101,180	137,320	10,250	24,010	34,260	126,190
合計	-	-	9,090	18,250	81,000	92,250	17,890	101,180	137,320	10,250	24,010	34,260	126,190

※ 築設工事は1973年から1976年までをいう。

Fig. A-4-1 Annual Mean Isohyetal Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

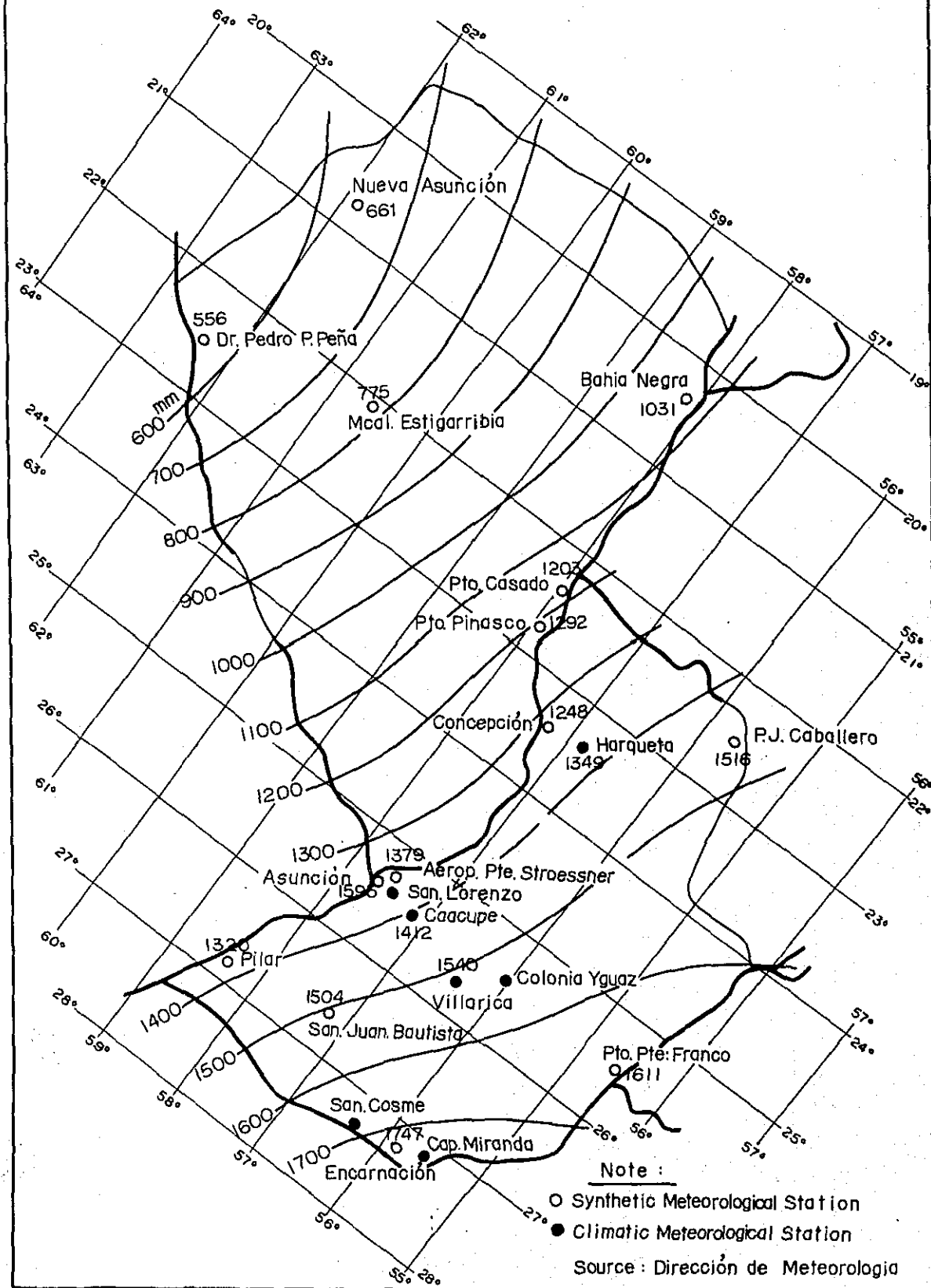


Fig. A-4-2 Annual Mean Isohyetal-day Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

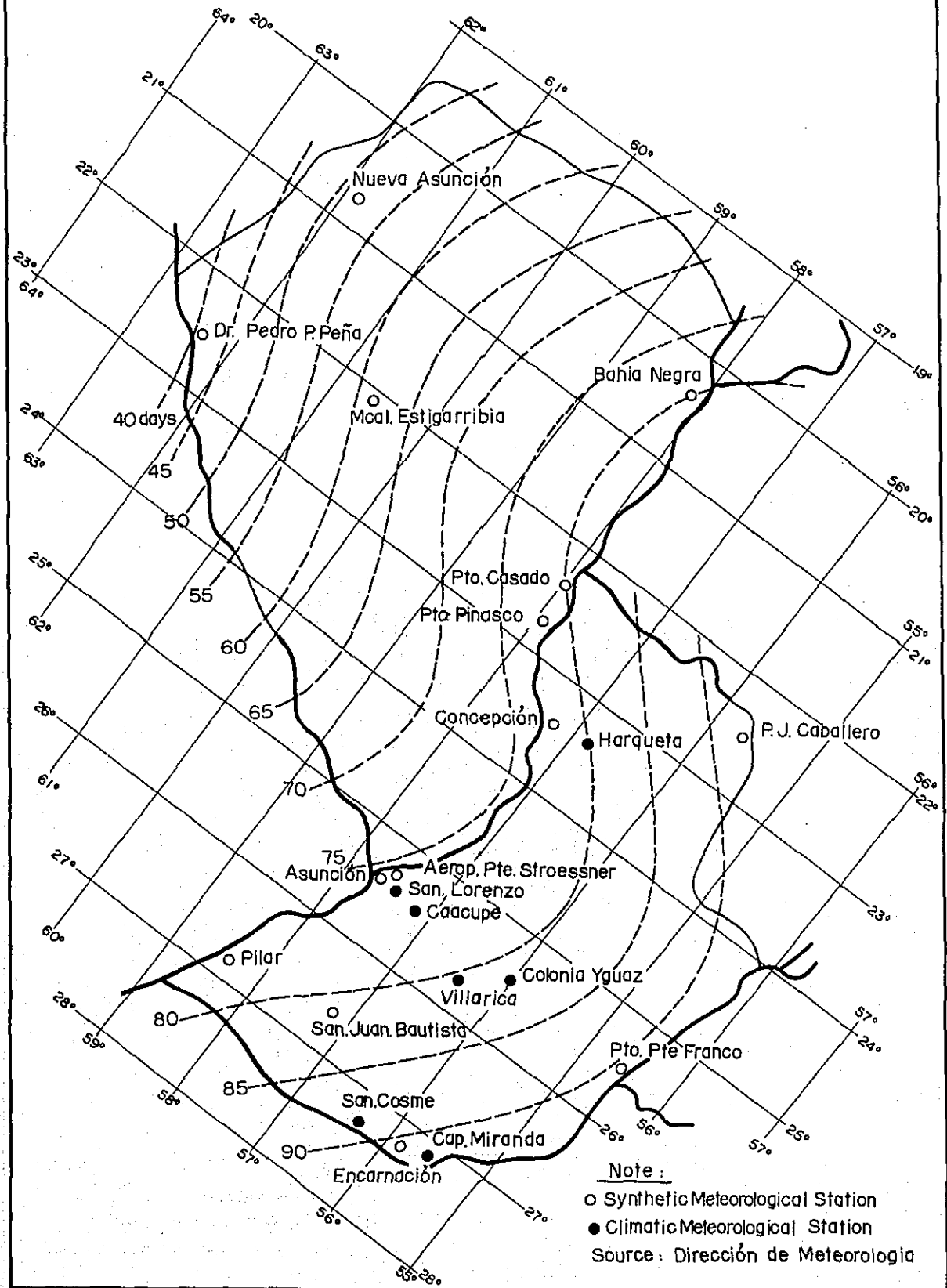


Fig. A-4-3 Annual Mean Isothermal Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

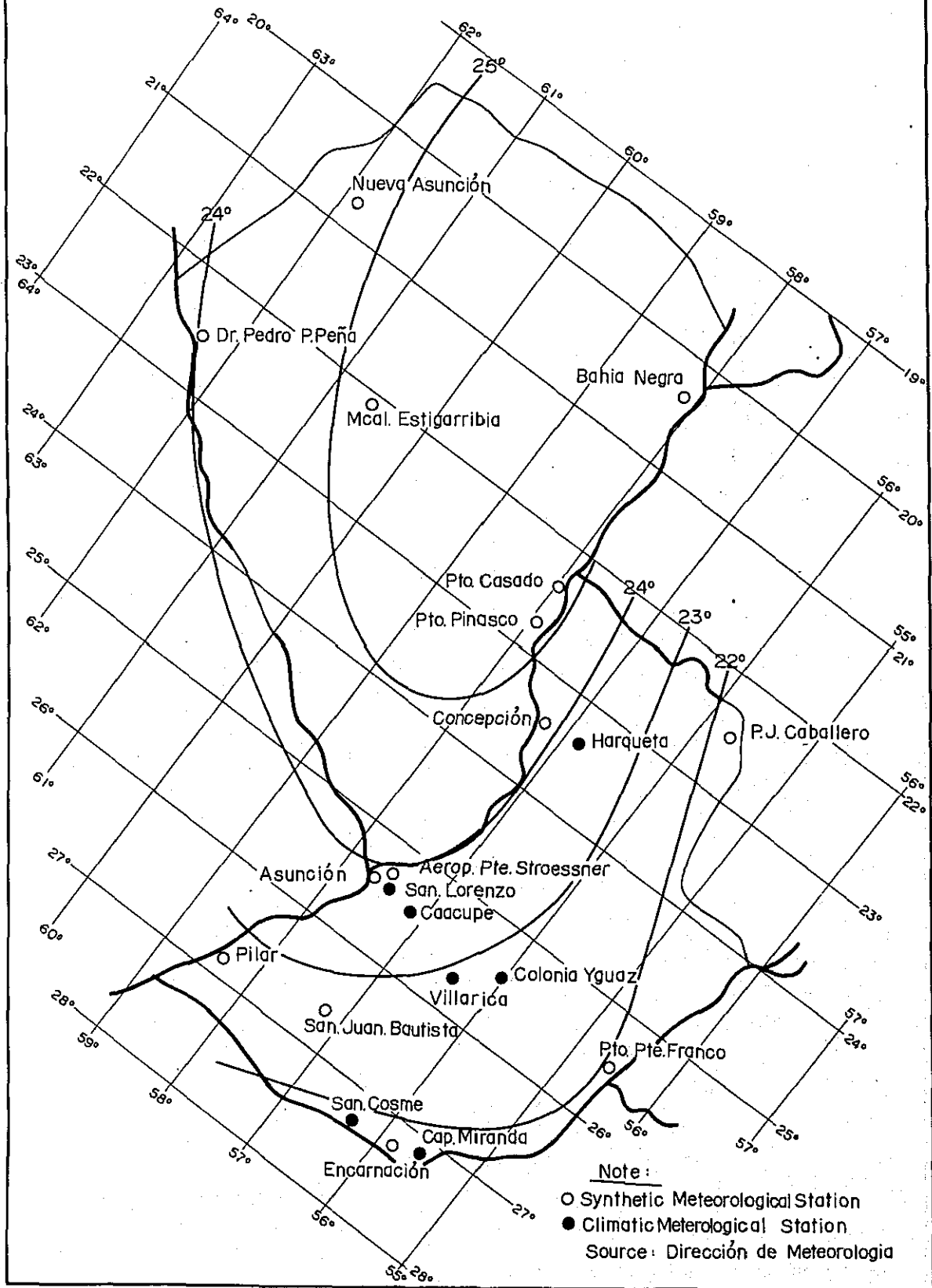


Fig. A-4-4 Annual Mean Isoevaporation Map in Paraguay Period: 1941 - 1964

