

ハラグアイ共和国

首都圏配電網整備計画調査

最終報告書

1990年5月

電力協力事業団

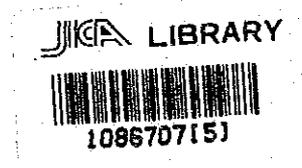
708
644
MPN

紙目次
C-B(3)
40-83

パラグアイ共和国

首都圏配電網整備計画調査

最終報告書



21792

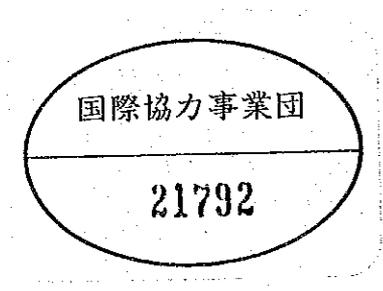
1990年5月

国際協力事業団

国際協力事業団

国際協力事業団 国際協力センター

国際協力事業団



国際協力事業団

国際協力事業団

序 文

日本国政府は、パラグアイ共和国政府の要請に基づき、同国首都圏の配電網整備計画調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、電源開発(株)の小山隆平氏を団長とする調査団を派遣し、1989年7月から1990年3月までの間、計3回にわたり、同調査団を現地に派遣した。調査団はパラグアイ国政府関係者と協議を行うとともに、当該地域での現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が当該計画の推進に寄与するとともに、ひいては同国と我が国の友好親善をより一層深めることに貢献できれば幸いである。

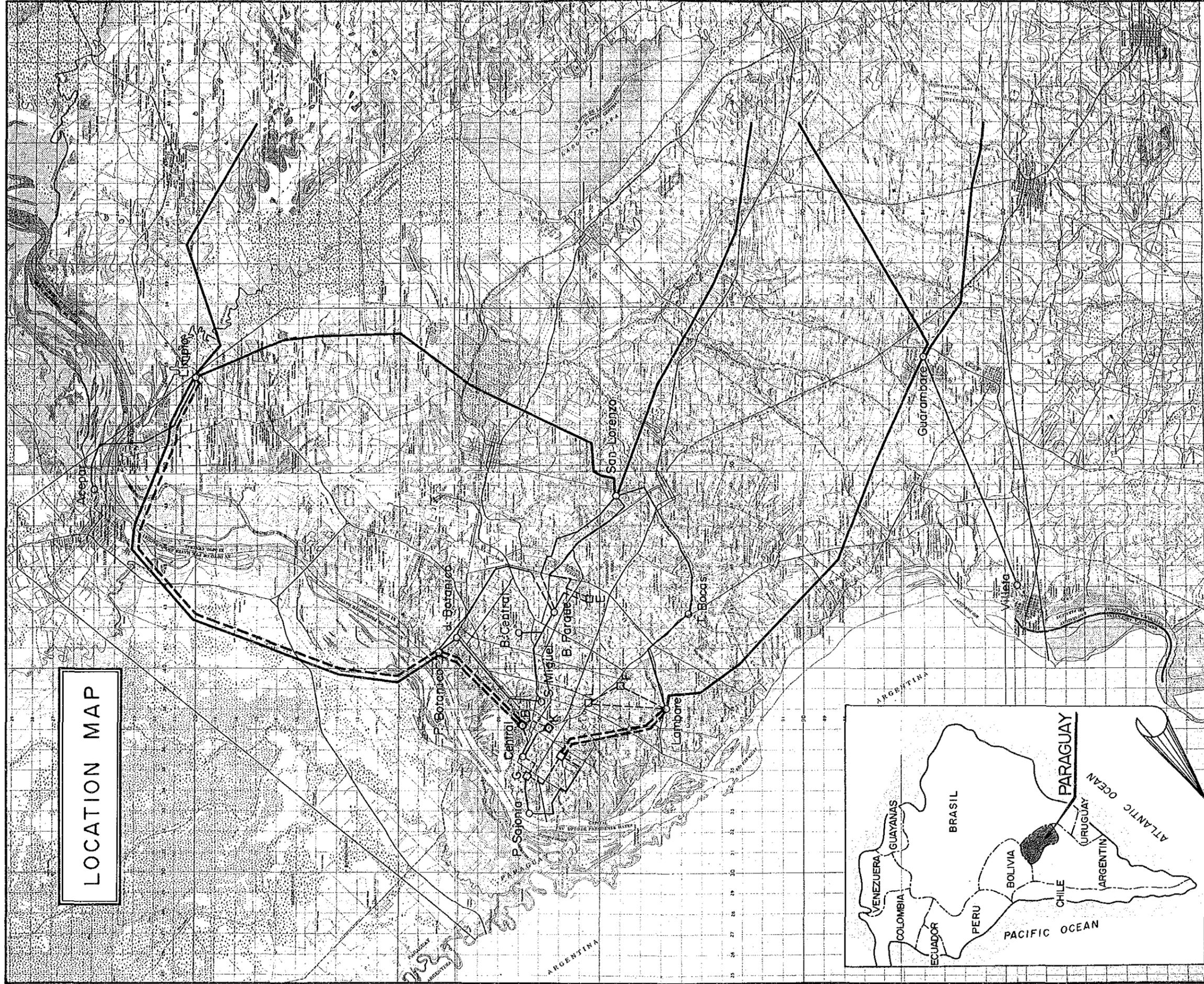
終わりに、本調査に際し、多大なご協力をいただいた同国の関係各位に対し、深く感謝の意を表するものである。

1990年5月

国際協力事業団

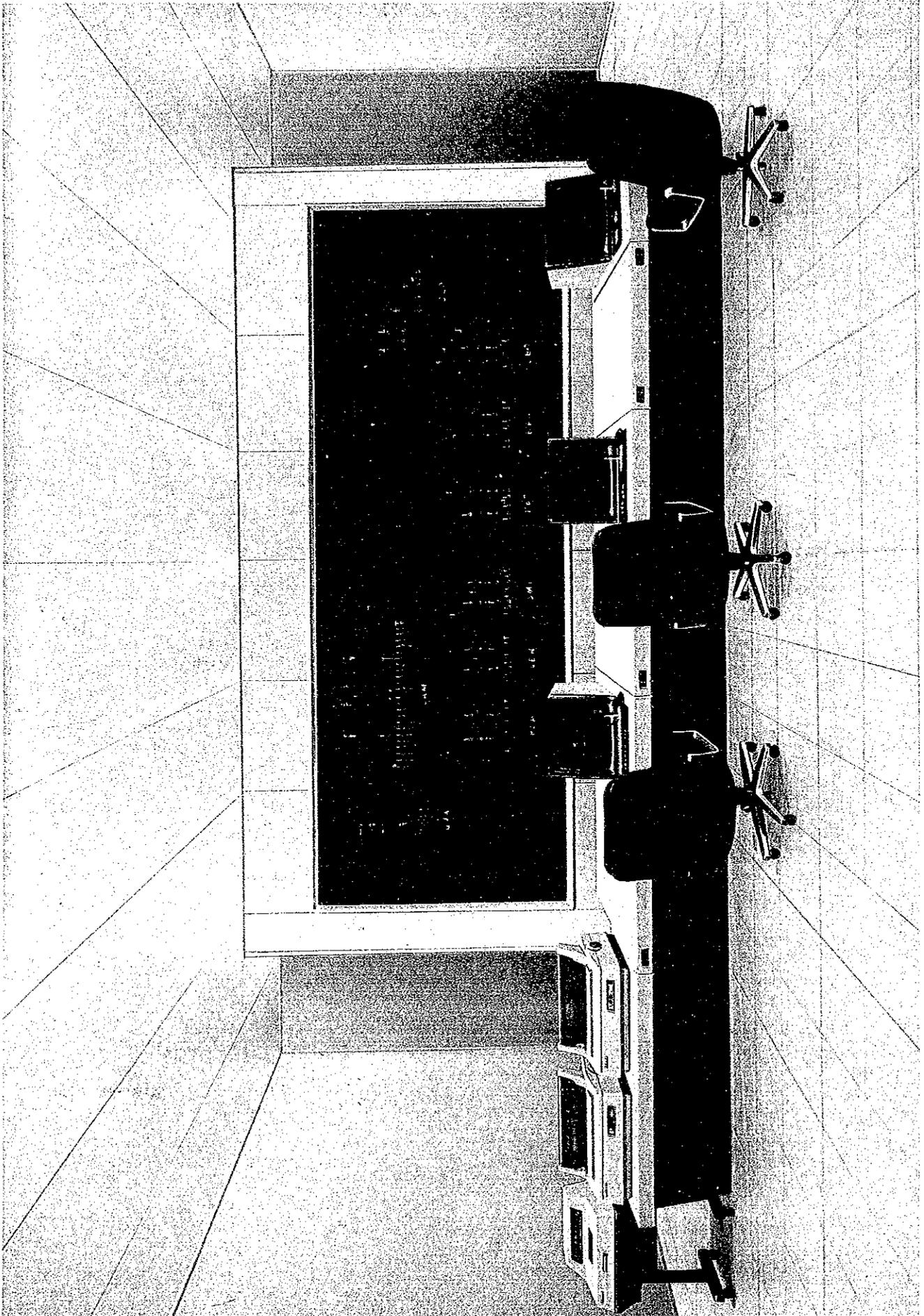
総裁 柳谷謙介

LOCATION MAP



LEGEND

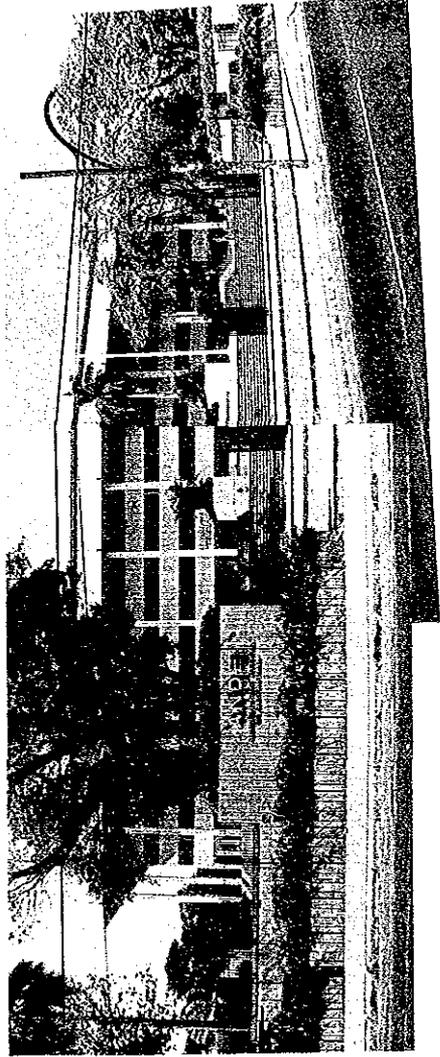
- : 220KV T/L existing
- - - : 220KV T/L to be constructed
- : 66 KV T/L existing
- - - : 66 KV T/L to be constructed
- : Substation existing
- : Substation to be constructed



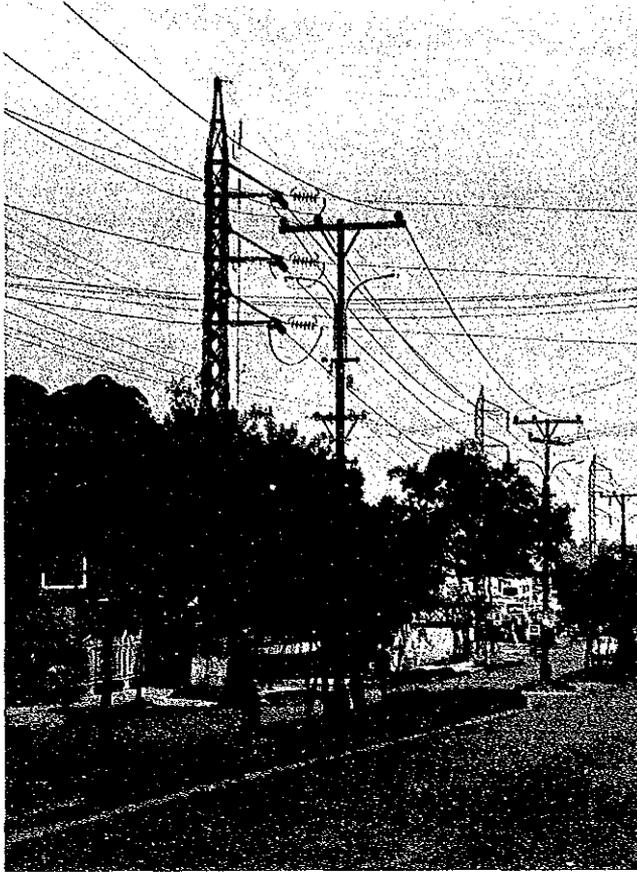
NEW DISTRIBUTION CONTROL CENTER



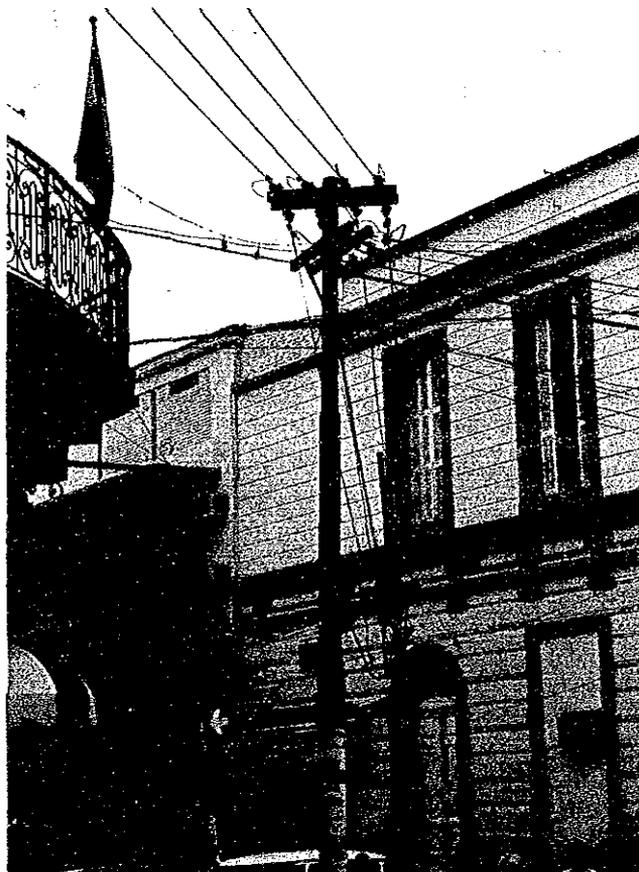
Asuncion City



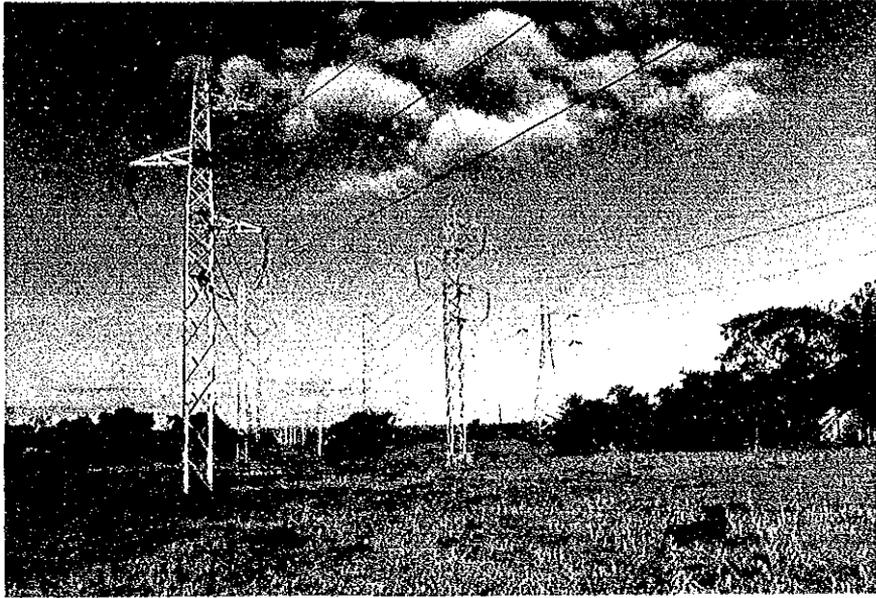
Head Office of ANDE



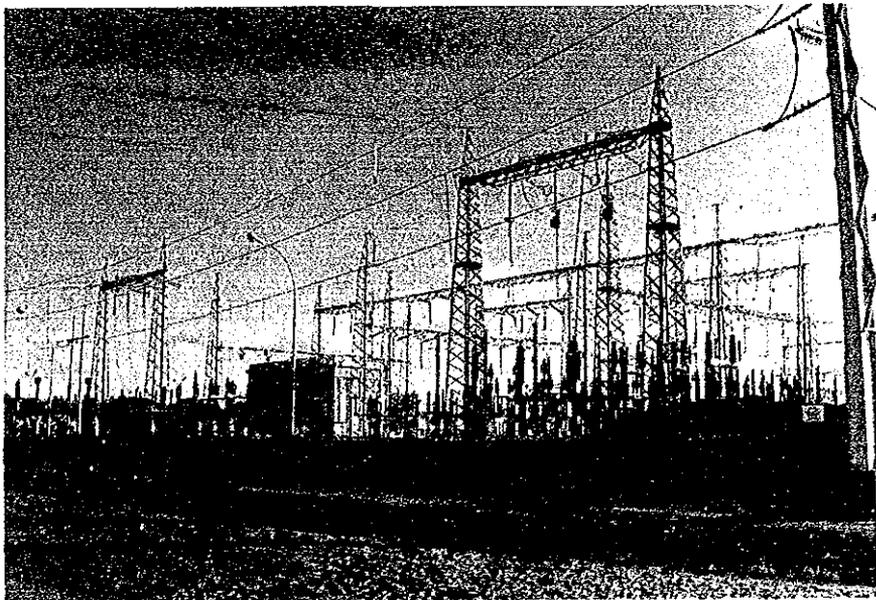
**66 kV Transmission Line and
23 kV Distribution Line**



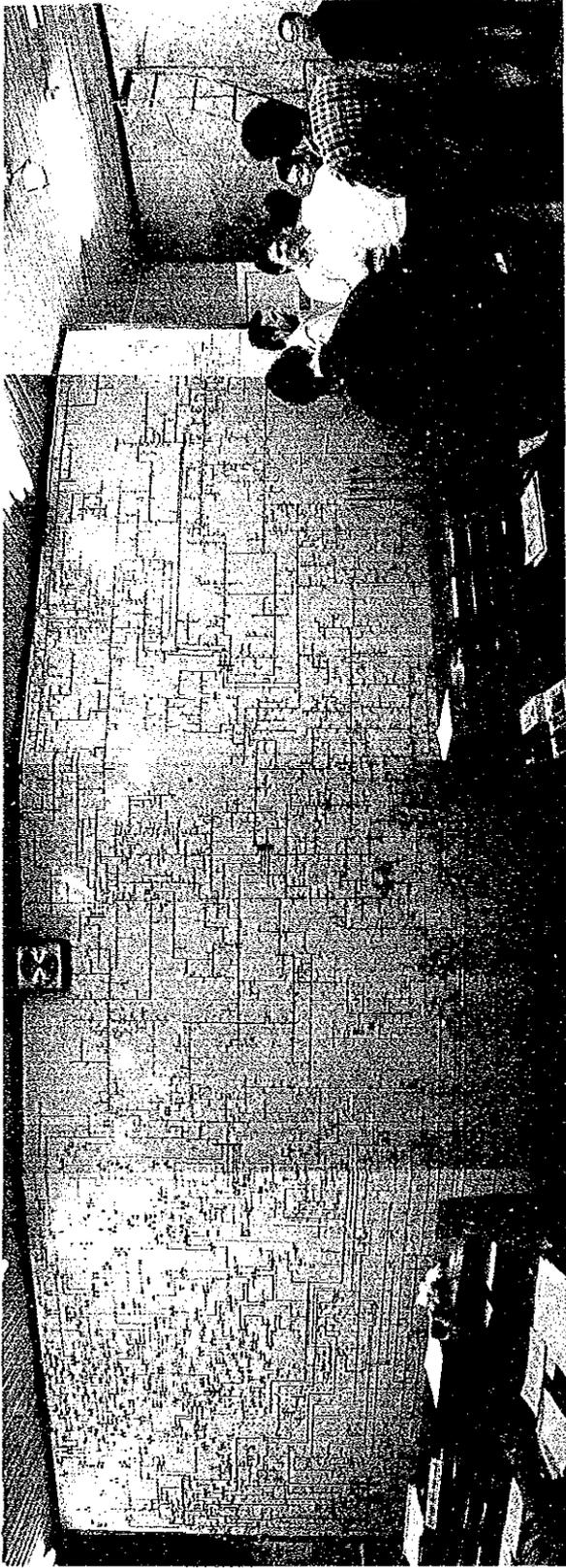
Low Voltage Distribution Line



220 kV Transmission Line



San Lorenzo Substation



Distribution Dispatching Center



The Location of New Distribution Dispatching Center

目 次

結論と勧告	CR - 1
第1章 緒 論	
1-1 調査の背景と経緯	1 - 1
1-2 調査の目的、対象地域および範囲	1 - 2
1-3 現地調査と国内作業	1 - 5
第2章 パラグアイ国の一般概況	
2-1 国土概況	2 - 1
2-2 経済概況	2 - 3
第3章 電気事業の現状	
3-1 電力供給体制	3 - 1
3-2 電力需給	3 - 5
3-3 電力設備	3 - 10
3-4 電気料金	3 - 24
第4章 電力需要想定	
4-1 電力需要の現状と動向	4 - 1
4-2 ANDEによる電力需要想定	4 - 12
4-3 計画地域の電力需要想定	4 - 21
第5章 電力系統計画	
5-1 パラグアイ国の電力系統の現状	5 - 1
5-2 計画地域の系統増強計画（220kV および 66kV 系統）	5 - 6

第6章 電力系統解析

6-1 系統解析のための諸条件	6 - 1
6-2 電力系統解析の結果	6 - 3

第7章 送変電計画

7-1 送電設備計画	7 - 1
7-2 変電設備計画	7 - 26
7-3 環境問題	7 - 117

第8章 配電網計画

8-1 配電設備の現状	8 - 1
8-2 配電線の絶縁化の推進	8 - 9
8-3 配電線地中化の推進	8 - 13
8-4 23kVおよび低圧配電線設備計画	8 - 14
8-5 配電用変圧器	8 - 18
8-6 区分開閉器	8 - 19
8-7 計画地域における配電システムの供給信頼度	8 - 21
8-8 配電システムの信頼度評価	8 - 35

第9章 配電制御所の監視制御システム

9-1 給・配電監視制御システムの現状	9 - 1
9-2 基本条件	9 - 4
9-3 新配電制御所の監視・制御システム	9 - 5
9-4 新配電監視・制御システムの概念設計	9 - 6
9-5 既設変電所での対策	9 - 22
9-6 配電制御所建物	9 - 23

第10章 通信システム計画

10-1 通信システムの現状	10 - 1
10-2 通信回線の整備	10 - 2
10-3 情報伝送システムの新設	10 - 14

第11章 建設工事工程および工事費

11-1 建設工事工程	11 - 1
11-2 建設工事費	11 - 1

第12章 経済評価

12-1 評価方法	12 - 1
12-2 前提条件	12 - 1
12-3 費用	12 - 2
12-4 便益	12 - 4
12-5 経済評価	12 - 8
12-6 感度分析	12 - 8

第13章 財務分析

13-1 分析方法	13 - 1
13-2 前提条件	13 - 1
13-3 建設工事費	13 - 2
13-4 減価償却	13 - 2
13-5 販売電力収入	13 - 2
13-6 財務分析	13 - 2

UNITS AND GLOSSARIES

(1) Units

mm	:	Millimeter
cm	:	Centimeter
m	:	Meter
km	:	Kilometer
cm ²	:	Square centimeter
m ²	:	Square meter
km ²	:	Square kilometer
kg	:	Kilogram
t	:	Metric ton
kW	:	Kilowatt
kWh	:	Kilowatt hour
MW	:	Megawatt (1,000 kW)
GWh	:	Gigawatt hour (1,000,000 kWh)
kV	:	Kilovolt
kVA	:	Kilovolt-Ampere
MVA	:	Megavolt-Ampere
MVAR	:	Megavar
MCM	:	Thousands of circular mils (for transmission line)
rpm	:	Revolutions per minute
Hz	:	Hertz (cycles per second)
El.	:	Elevation
°C	:	Degree in centigrade
%	:	Percentage
p.a	:	Per annum

(2) Glossaries

(i) Terms

US\$:	U.S. dollar
¢	:	Guarani
yr	:	Year
Max.	:	Maximum
Min.	:	Minimum
cct	:	Circuit
ACSR	:	Aluminum Conductor Steel Reinforced
GDP	:	Gross Domestic Product
IRR	:	Internal Rate of Return
UHF	:	Ultra High Frequency
VHF	:	Very High Frequency
IKL	:	Iso Keraunic Level

(ii) Agencies

ANDE	:	Administracion Nacional de Electricidad
EPDC	:	Electric Power Development Co., Ltd.
JICA	:	Japan International Cooperation Agency

(iii) Abbreviation of Substations

SLO	:	San Lorenzo
LAM	:	Lambare
GUA	:	Guarambare
PSA	:	Puerto Sajonia
SMI	:	San Miguel
BPA	:	Barrio Parque
ACY	:	Acaray
JBO	:	Jardin Botanico
PBT	:	Puerto Botanico
TBO	:	Tres Bocas
GEN	:	Centro
VTA	:	Villeta
LIM	:	Limpio
ACE	:	Acepar

結 論 と 勧 告

結 論 と 勧 告

結 論

- (1) 計画地域の1988年の電力需要は最大電力 225MW、消費電力 960Gwh であり、1982年～1988年の年平均伸び率はそれぞれ 9.1%および 9.9%である。

JICA調査団は、消費電力量の時系列的傾向を用いたマクロ的手法により電力需要予測を、またANDEが作成した2000年における計画地域の1kmメッシュ毎の需要想定結果に対して検討を行った結果、2000年における計画地域の電力需要は最大電力 674MW、消費電力量 2,776Gwh と予想した。

電力需要に対処するためには、220kV、66kV 各送電設備およびこれに連系する変電所からなる電力システムの増強を計る必要がある。

- ① 都心へ 220kV 2cct の送電線を導入する ② 一次変電所としてA,B 両変電所を新設し、二次変電所へ電力を供給する拠点変電所とするとともに、23kV配電を行う
③ A,B 両変電所および既設一次変電所と合わせて、二次側66kV送電線は計画地域を環状系統構成とする ④ 二次変電所は5変電所を新設する。

- (2) 2000年を対象とする長期の電力需要想定については、特に遠年度において社会情勢や経済動向の変化等により、予測値が実際と大きくずれることがある。

技術的、経済的に適切な設備計画を行うため、需要想定値を見直していく必要がある。

今回JICA調査団が採用した時系列によるマクロ手法では、一般に後年度で高めの値となる傾向があるので、1995年頃には需要想定の見直しを行うことが望ましい。

- (3) 本設備計画の一部が運開する1994年以後の計画地域の電力システムは、平常時運用には問題は生じないが、変圧器の運用限度を定格容量の80%で計画しているため、2バンク使用の変電所では変圧器1台事故時に23kV側の負荷切替や負荷抑制をすみやかにを行い、健全変圧器の過負荷を防止することが必要である。

- (4) 配電計画は需要増加に対応した設備増強を図るとともに、供給信頼度の向上を目的とし変電所の新增設に対応して下記の通り計画する。

- a) 中圧 (23kV) 配電線、低圧 (380V/ 220V) 配電線および配電用変圧器を増設する。
b) Centroおよびそれに隣接する東部地域の中圧、低圧配電線については全面的に絶縁化を図る。
c) Centro地域の23kV配電線については特に地中線化を図る。

- d) 配電方式は3分割3ループ方式とする。このため、23kVフィーダ幹線には自動区分開閉器を各2台設置するとともに、他の2つの幹線相互間を手動区分開閉器（常時“開”）で接続する。
- (5) 配電網運用の効率化及び事故復旧の迅速化を図るため、新設する配電制御所にはコンピュータを用いたSCADAシステムを導入する。
- (6) 通信システムは当面、2000年時点における計画地域内の17ヶ所の変電所の中圧・低圧配電網設備を監視・制御するためのシステムとして、UHF帯1,500MHz無線システムを整備する。さらに、配電線保守のために配電制御所を基地とし、移動無線車50台を対象にUHF帯400MHz無線システムを整備し、通話連絡はもとより、情報伝送回線によるハンディ・ターミナルやファクシミリ等のデータ伝送が可能なものとする。
- (7) 本整備計画は早急を実施する必要があるが、資金調達手続、詳細設計作業、入札手続き等を考慮すればその工事着手は1993年以降となろう。このため、本整備計画による初めての整備が完成するのは1994年末となり、以後2000年まで需要増に併せて工事を進めることとする。工事工程表は Table 11-1 の通りである。
- (8) 本整備計画の総所要資金（ただし建中利子を除く）は外貨分 121,048.4千ドル、内貨分 39,351.8百万円（32,793.1千ドル）と算出された。
- (9) 経済評価・財務分析
- 経済評価の結果は、経済的内部収益率（EIRR）14.9%、超過便益（B-C）25,236.3千ドル、便益・費用比率（B/C）1.18で、いずれの値からも本整備計画が経済的に十分成り立つものであると結論される。
- また財務分析では、Debt Service Ratio 1.31、財務的内部収益率（FIRR）10.7%と算出され、本整備計画が財務的に健全であることが確認される。
- (10) 環境問題面については、自然環境問題としての送電線の市街地経過に対しては、地中線の一部採用および景観への配慮により特に問題は生じない。社会的環境問題としてのラジオ、テレビ、無線等への電波障害に対しては、電線設計によるコロナ雑音発生防止により十分防止が可能である。

勧 告

- (1) 本整備計画を Table 11-1 に示すスケジュールで進めるために、早急に詳細設計の段階に進める必要がある。

詳細設計を開始する時点までには、一次変電所AおよびB、ならびに二次変電所E、F、G、KおよびL候補地点の用地取得を完了することを勧告する。

- (2) 本整備計画は2000年までを検討対象としており、計画終了時点で設備面で特に余裕をもっているものではない。したがって、ANDEは本整備計画が工事段階に進んだ時点で、2001年以降の新たな配電整備計画についての技術的検討を始めることを勧告する。
- (3) 建設費に占める内貨分の割合は21%と低いが、その調達金利は同国のインフレ率を反映して非常に高いために、本整備計画の収益性に大きな影響を及ぼすこととなっている。したがって、ANDEは外貨分はもとより、特に内貨分を可能な限り有利な条件で調達するよう勧告する。
- (4) 東部電源地帯から首都圏へ電力を送る 220kV系統は1990年に4回線となるが、その送電能力は簡易手法によると約 420MWと推定される。したがって、1994年には送電能力の限界に達することが予想される。このため、東部電源地帯から計画地域まで送電する 220kV送電線は本整備計画の一部が運開する1994年までに5回線化を終了しておく必要がある。さらに、1997年には 220kV送電線5回線でも送電能力の限界に達することが予想されるので、それ以後の主幹系統の増強について早急に調査・検討を始めることを勧告する。

第1章 緒論

第1章 緒 論

目 次

	頁
1-1 調査の背景と経緯	1 - 1
1-2 調査の目的、対象地域および範囲	1 - 2
1-2-1 調査の目的	1 - 2
1-2-2 調査対象地域	1 - 2
1-2-3 調査の範囲	1 - 4
1-3 現地調査と国内作業	1 - 5
1-3-1 現 地 調 査	1 - 5
1-3-2 国 内 作 業	1 - 5

List of Figure

Fig. 1-1 Project Area

第1章 緒 論

1-1. 調査の背景と経緯

パラグアイ国は豊富な水力資源の開発を積極的に推進し、ACARAY発電所（190MW）に続きITAIPU発電所（12,600MW、パラグアイ国の権利分 6,300MW）もパラグアイ国分は既に完成をみている。これにより、パラグアイ国は電力の輸出国となり、電源面では長期に亘って十分な供給力が確保されている。

また、首都圏への主幹送電系統については、ACARAY発電所からの既設 220kV送電線に加えて、ITAIPU発電所からの 220kV送電線を建設中であり、主幹送電系統についても当面供給力は確保される見通しである。

一方、首都圏の配電網は建設後20年以上を経過しており、その間設備の拡充・増強が実施されてきたものの、長期的な整備計画がないまま対応してきたため、その供給力が不足してきており、また、事故停電も多い。そのうえ、配電網の運用は専らUHFおよびVHF無線による通話連絡によって行われているため、停電時間も長く、需要家苦情の原因となっている。

さらに今後、首都圏においては引き続き高い需要の伸びが予測されており、信頼出来る電力供給に対する社会的要請がますます高まるものと予想される。

パラグアイ国政府は、このような背景から首都圏配電網の長期的な整備計画を早急に策定したいとの意向をもっており、1988年1月本整備計画を推進するための技術協力を日本国政府に要請してきた。

これを受けて日本国政府は国際協力事業団（以下JICAと略称）を通じ、1989年3月配電網整備開発計画の専門家から成る調査団を現地に派遣し、パラグアイ国政府の技術協力要請の背景調査、現地踏査、資料収集、今後の調査方針等について事前調査を実施した。

これに基づき日本国政府はパラグアイ国首都圏配電網整備計画について、フィジビリティ・スタディの実施を決定し、これを国際協力事業団に委託した。

1-2. 調査の目的、対象地域および範囲

1-2-1 調査の目的

本調査の目的は、“パラグアイ国首都圏配電網整備計画”に関し、現地調査および国内作業を実施し、技術的、経済的および財務的に最適な開発計画を策定し、フィージビリティ調査報告書を作成することにある。

さらに、本調査を通じて、パラグアイ国側カウンターパートに対して技術移転を図る。なお、計画の対象とする時期は2000年である。

1-2-2 調査対象地域

調査対象地域（以下“計画地域”と略称する）については、JICA事前調査団とパラグアイ国電力公社（LA ADMINISTRACION NACIONAL DE ELECTRICIDAD, 以下“ANDE”と略称する）との協議により、行政区域あるいはANDEの事業所の供給区域で表示するのは困難であるとの理由で、Fig.1-1の通り地図上に表示した範囲とされた。

この計画地域内の市町村および人口統計（Statistical Year Book 1985/86, by United Nations）による1972年および1982年の人口は次の通りである。

市 町 村	1972年人口	1982年人口
Asunción	388,958	454,981
Fdo. de la Mora	36,892	66,597
Lambaré	31,732	67,168
Limpio	12,767	16,036
Luque	40,677	64,289
M.R. Alonso	7,388	14,636
Nemby	6,899	8,293
San Antonio	7,321	8,924
San Lorenzo	36,811	74,468
Villa Elisa	4,774	12,038
Villa Hayes	7,195	19,875
計	581,769	807,305
(全 国)	(2,357,955)	(3,029,830)

この計画地域はANDEの資料における“首都圏”に対し、Itaugua, Caacupe, Paraguari, Quiindy および Caapucu が除かれており、若干狭い地域となっている。

1-2-3 調査の範囲

調査の範囲はJICA事前調査団とANDEとのScope of Work の協議により定められているが、主要項目について述べれば次の通りである。

- (1) 調査報告書および諸情報の収集
- (2) 現地踏査
- (3) 収集資料の分析・検討
- (4) 配電網整備計画の検討
- (5) 配電系統監視制御システムの検討
- (6) 本整備計画の経済評価および財務分析

1-3. 現地調査と国内作業

1-3-1 現地調査

首都圏配電網整備計画のフィジビリティ・スタディのための現地調査は、1989年7月5日～8月18日の45日間にわたり行われた。

調査団は下記の電源開発㈱の9名により構成され、それぞれの専門分野を担当した。

総括	小山隆平
系統計画	大森充広
送電	橋本和彦
変電	高柳忠
配電・配電制御	佐野孝義
配電・配電制御	藤内利正
通信	池田明敏
建築	姫野光本
経済	福島隆史

調査団は資料収集および現地調査のため、主として首都 Asunción を中心に行動し、フィジビリティ・レベルの調査に必要な資料を得るとともに、新設送電線・変電所の候補ルートあるいは地点についての現地踏査を実施した。

現地調査期間中、調査団と行動を共にしたANDEの技師はIng. Guillermo Krauch（営業局営業部長）を中心にそれぞれの専門分野の担当技師であり、調査に必要なコーディネーション業務は彼等によって行われた。

（以下この調査団を“JICA調査団”と称する）

1-3-2 国内作業

JICA調査団は帰国後1989年8月～1990年5月の期間に国内作業を行い、本報告書を作成した。

ANDEカウンターパートのうち、Ing. Alciviades CanteroとIng. Lucio Adorno両技師は本報告書作成過程における調査・検討に参加するため、1989年10月12日、国際協力事業団の研修生として来日し、1ヶ月間日本に滞在した。

JICA調査団はインテリム・レポートを携え、総括以下5名が1989年12月2日～12月16日の期間、さらにドラフト・ファイナル・レポートを携え、総括以下3名がそれぞれANDEに赴き、報告・協議を行った。

第2章 パラグアイ国の一般概況

第2章 パラグアイ国の一般概況

目次

	頁
2-1 国土概況	2 - 1
2-1-1 地 理	2 - 1
2-1-2 気 候	2 - 2
2-1-3 人 口	2 - 2
2-2 経済概況	2 - 3
2-2-1 農 牧 業	2 - 3
2-2-2 工 業	2 - 3
2-2-3 国 際 収 支	2 - 5
2-2-4 国 内 物 価	2 - 5
2-2-5 新 経 済 開 発 計 画	2 - 10
2-2-6 エ ネ ル ギ ー 資 源	2 - 10

List of Tables

Table 2-1	Gross Domestic Product of the Republic of Paraguay
Table 2-2	Exports (FOB)
Table 2-3	Imports (FOB)
Table 2-4	Balance of International Payments
Table 2-5	Consumer Price Index
Table 2-6	Forecast of Gross Domestic Products

第2章 パラグアイ国の一般概況

2-1. 国土概況

2-1-1 地理

パラグアイ国は南米大陸の中央部のやや南寄りに位置し、北はボリヴィア国、東はブラジル国、南と西はアルゼンチン国に接する内陸国である。(南緯 $17^{\circ} 56' \sim 27^{\circ} 30'$ 、西経 $54^{\circ} 45' \sim 63^{\circ} 27'$)

国土面積は 402,752km²であり、国土は北から南に流れるパラグアイ川によって東と西に2分されている。

東部は、国土の約40%を占め、森林の多い丘陵地帯(最高標高 700m)と平原(最低標高60m)が入り交じり、変化に富んだ地形になっている。

西部は国土の約60%を占める。“大平原”のスペイン語である“Chaco”と呼ばれ、地勢は平坦で、草原および灌木地帯が中心になっている。

内陸国のパラグアイ国から、海洋へ出る路はパラグアイ川とパラナ川の下流のラ・プラタ川により、アルゼンチン国の Buenos Aires に出る水路、ブラジル国の Paranaguá 等に達する陸路がある。近年、陸路の役割が重要になりつつあるとはいえ、国際貨物輸送量の75%は水路に依存している。

2-1-2 気候

パラグアイ国は、位置的に亜熱帯気候に属しているが、大陸内部にあるため、気候はきわめて大陸性で、日中と夜間の気温差が大きく、また年間の気象状況の変動も大きい。

首都圏における気温および降雨量は次の通りである。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
降雨量 mm (1965/85平均)	154	145	140	166	99	73	49	64	86	124	163	142	117
最高気温℃ (1965/85平均)	42.0	40.8	40.0	36.7	33.5	32.9	34.0	38.7	39.1	40.3	40.2	41.9	38
最低気温℃ (1965/85平均)	12.0	14.0	10.0	6.4	2.6	1.4	0.6	0.0	3.6	7.0	8.8	10.8	6.9
平均気温℃ (1971/80)	27.5	27.1	25.9	22.5	19.6	17.9	18.2	18.4	20.6	23.0	24.4	26.4	22.6
湿度 %	68	70	72	71	76	75	70	71	66	67	67	68	70

2-1-3 人口

国連統計による人口は1982年で 3,029千人で、それまでの10ヶ年平均増加率は2.54%/年である。

1988年の推定人口は 4,039千人であり、1982年からの年平均増加率は2.92%/年である。

1982年現在これら人口のうち Asuncion 市に 454千人、Central 県に 497千人 (うち都市部は 298千人) と、首都圏には総人口の約 1/3が集中している。

2-2. 経済概況

1980年代のパラグアイ国の経済は、1982年経済成長率が対前年比 2.0%増と後退を記録した。これは世界的な景気後退の中で、干ばつ、洪水、政府の政策不備などの国内要因が重なったためである。

しかしその後の経済活動は、1970年代に記録した良好な成長率の伸びには至らないものの、ゆるやかな回復に転じた。1983年から1988年までの年平均成長率は 3.5%であった。

Table 2-1 に国内総生産 (GDP) を示す。

ここで1986年のGDPの停滞は干ばつによる農産物への被害のためであり、一時的なものである。

2-2-1 農牧業

パラグアイ国のGDPのうちに占める農牧業の比率は1988年で27.4%と高く、中でも農業はその中で62%と大半を占めている。

比較的平坦で広大な肥沃な土地を有しているため、パラグアイ国政府は移住民によるコロニーの開発を積極的に行っており、近年その著しい成果が表われつつある。

移住民は日本を初め (初の日本移民は1936年)、ブラジル、ドイツ、イタリア、ポーランドなど多彩である。

これらのコロニーからの主要産出品は大豆、綿花および小麦であり、今では大豆と綿花の輸出総額に占める割合がそれぞれ36%、29% (1988年ドルベース) と、主要産業としての地位をますます強固なものとしている。

パラグアイ国は牛の多い国としても知られているが、牧畜業のGDPに対する寄与が8%と小さいのは、加工面での未成熟によるものと考えられる。

2-2-2 工業

工業部門のGDPに対する寄与は1988年で16%と比較的小さい。これは外国からの借款による製鉄 (ACEPAR) とセメント (INC) の2つの公社を除けば、植物油製油工場や伝統的な製品工場 (例えば皮製品、織物、木材、食用砂糖) など民間の製造部門が小規模なまま推移してきていることによる。

Table 2-1 Gross Domestic Product of the Republic of Paraguay

(Price of 1982: 10⁶ ₧)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Annual Growth Rate (1988/1983)(%)
Agriculture	111,418	119,663	126,865	110,880	121,635	143,934	
Stock Farming	55,489	57,771	58,706	60,619	62,134	64,455	
Forestry	18,039	18,490	19,311	20,837	22,087	23,274	
Fishing	1,045	1,066	1,098	1,131	1,165	1,200	
(Sub Total)	(185,991) 26.0	(196,990) 26.7	(205,980) 26.9	(193,467) 25.2	(207,021) 25.9	(232,863) 27.4	4.6
Mining	2,912	2,942	3,089	3,440	3,646	3,920	
Industry	115,861	121,075	127,129	125,345	129,732	136,610	
Construction	46,720	45,604	45,148	45,600	46,512	47,503	
(Sub Total)	(165,493) 23.1	(169,621) 23.0	(175,366) 22.9	(174,385) 22.8	(179,890) 22.5	(188,033) 22.2	2.6
Electric Power	15,014	15,344	16,221	18,060	19,605	21,542	
Water Service	2,765	2,820	2,961	3,158	3,315	3,448	
Transportation	30,742	31,852	33,468	35,142	36,699	39,101	
(Sub Total)	(48,521) 6.8	(50,016) 6.8	(52,650) 6.9	(56,360) 7.4	(59,619) 7.5	(64,091) 7.6	5.7
Commercial	190,171	193,634	202,871	209,437	216,767	224,741	
Government	32,172	32,953	33,941	34,620	35,312	35,666	
Disbursement							
Household	21,448	21,448	21,662	22,096	22,538	22,974	
Other Services	71,133	72,243	73,688	75,858	78,134	80,476	
(Sub Total)	(314,924) 44.1	(320,278) 43.5	(332,162) 43.3	(342,011) 44.6	(352,751) 44.1	(363,857) 42.8	2.9
Total	714,929 100.0	736,905 100.0	766,158 100.0	766,223 100.0	799,281 100.0	848,844 100.0	3.5
Growth Rate(%)	3.0	3.1	4.0	-	4.3	6.2	

Source: Banco Central

2-2-3 国際収支

パラグアイ国の1987年の輸出入概況は、農牧林産品が輸出総額の96%を占める一方で、食料（主に小麦）・飲料・タバコを除く工業製品が輸入総額の76%を占めており、貿易収支および経常収支は恒常的に赤字となっている。

この経常収支の赤字は1982年以降外貨準備の取崩しでカバーされてきており、そのため対外支払の遅延を招くことになった。中央銀行の外貨準備高（ネット）は1981年末の720百万ドルから1988年末には278百万ドルに減少した。

278百万ドルの内177百万ドルは送金可能な外貨、101百万ドルは送金不可能な外貨資産である。

1988年末対外債務残高は2,002百万ドルに達している。

Table 2-2, 2-3に主要輸出入品を示す。

Table 2-4に国際収支の推移を示す。

なお、中央銀行が公共企業の対外債務支払に対する為替補助を行っていたが、これは為替損となるものであり、中央銀行はこれを回収出来ないものであった。

この制度は現政権になって変更された。

2-2-4 国内物価

国内物価の安定は、経済成長の維持のために望まれることであるが、近年インフレは加速してきている。

Table 2-5に消費者物価指数を示す。

1987年、1988年の物価上昇率はそれぞれ21.8%、23.0%であり、1983年～1988年の年平均物価上昇率は24.3%である。

最低賃金は、上昇する生活費を補うため、またインフレへの対応を緩和するため、1987年に40%、1988年には35%引き上げられている。

インフレの主要な原因としては、十分な資金の裏付のない支払の顕著な増加、物不足による市場の投機的な動き、為替相場の低下などが挙げられる。

Table 2-2 Exports (FOB)

(1,000 US\$: %)

Items	Year									
	1983	1984	1985	1986	1987	1988				
Lumber	20,391	22,245	9,731	17,657	26,854					
Stock Farming Products	12,626	11,701	6,789	43,877	35,200					
Tobacco	10,171	15,253	6,033	5,448	9,860					
Soy Bean	88,487	101,572	106,328	45,776	125,011					
Vegetable	2,723	3,837	990	5,252	4,508					
Cotton	85,126	131,156	141,811	80,745	100,967					
Sugar	5,438	4,183	-	3,588	2,581					
Vegetable Oil	19,487	18,965	13,656	9,206	9,555					
Plant Lees	13,839	12,392	6,396	8,766	12,502					
Others	7,345	9,896	9,865	8,042	12,230					
Sub Total	265,633	331,200	301,599	228,357	339,288					
Industrial Goods	3,152	2,945	1,956	3,463	13,567					
Others	391	357	347	713	522					
Total	269,176	334,502	303,902	232,533	353,377					
Growth Rates	-18.4	24.3	-9.1	-23.5	52.0					

Source: Banco Central

Table 2-3 Imports (FOB)

(1,000 US\$: %)

Items	1983		1984		1985		1986		1987		1988	
	Year		Year		Year		Year		Year		Year	
Foods (Mainly wheat)	31,250	6.5	14,321	12.8	19,812	4.5	17,014	3.3	8,971	1.7		
Tobacco	15,569	3.3	25,483	5.0	25,059	5.7	33,945	6.7	41,627	8.1		
Fuel Oil	120,024	25.1	137,556	26.8	114,571	25.9	96,919	19.0	102,773	19.9		
Paper	7,045	1.5	7,803	1.5	9,303	2.1	8,801	1.7	10,464	2.0		
Chemicals	28,326	5.9	29,449	5.7	34,424	7.8	29,561	5.8	25,874	5.0		
Transport Equipment	29,437	6.2	102,636	20.0	30,515	6.9	30,663	6.0	47,869	9.3		
Textile Goods	8,546	1.8	6,075	1.2	8,698	2.0	10,347	2.0	12,375	2.4		
Agricultural Equipment	6,896	1.4	11,790	2.3	11,660	2.6	6,362	1.2	8,302	1.6		
Iron and Steel	39,584	8.3	23,460	4.6	17,855	4.0	28,803	5.7	24,371	4.7		
Nonferrous Metals	11,350	2.4	5,562	1.1	7,094	1.6	8,860	1.7	9,080	1.8		
Mechanical Goods	107,802	22.5	92,160	1.8	101,700	23.0	163,329	32.1	151,952	29.4		
Others	72,433	15.1	56,752	11.1	61,592	13.9	74,588	14.8	73,819	14.3		
Total	478,264	100.0	513,054	100.0	442,281	100.0	509,392	100.0	517,477	100.0		
Growth Rates		-17.7		7.3		-13.8		15.2		1.6		

Source: Banco Central

Table 2-4 Balance of International Payments

(10⁶ US\$)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Trade Balance	-282.2	-327.2	-191.5	-162.4	-97.2	
Service, Balance of Transfer Account	-120.7	-88.1	-34.0	-196.5	-36.2	
Current Balance	-402.9	-415.3	-225.5	-358.5	-133.4	
Capital Balance	371.8	296.3	61.6	190.0	175.3	
Total Balance	-39.6	-95.5	-115.3	-147.6	51.3	
Rate of Exchange (¢/US\$)			306.7	339.2	550	

Source: IMF, IFS

Table 2-5 Consumer Price Index

(100 in 1980)

Year	General Index	Increasing Rates (%)
1983	138.1	13.5
1984	166.1	20.3
1985	208.0	12.5
1986	274.0	31.7
1987	333.8	21.8
1988	410.6	23.0

Source: Departamento de Informatica

2-2-5 新経済開発計画

1989年2月の政変により、1954年以来の長期政権であった Stroessner 政権が崩壊し、Rodriguez 将軍が暫定政権を樹立した。

1989年5月1日の総選挙により信認された Rodriguez 新政権は、1989-90年の社会・経済開発計画を策定した。

その主要な目標は次の通りである。

(i) 開発計画の継続

(ii) 物価安定

(iii) 為替の複数レート制の廃止と変動レートの採用

(注) 1988年11月時点では3つのレートが存在した(1USドル当りのグアラニ・ G)

① 400 グアラニ 電力公社を含む公共部門の対外債務サービス、政府および公共部門による輸入、国立商船隊による輸入、石油・燃料の輸入

② 550 グアラニ 輸出、農業関連物資の輸入

③ 自由レート 950 グアラニ 農業関連物資以外の輸入、民間資金の移動

(iv) インフレの防止

(v) コスト・ベネフィットを重視した公共投資

(vi) アグロインダストリーをベースとした輸出の拡大

(vii) 外国との技術協力の推進

(viii) 国内農業部門の開発

(ix) 森林資源の保護

また、1989~2005年の長期経済計画による経済成長は Table 2-6の通りである。

すなわち、同期間における経済開発計画の経済成長について高め、中間、低めの3ケースについて予測している。

中間のケースでのGDPの年平均成長率は1990~1995年で5.3%、1995~2005年で5.0%である。

2-2-6 エネルギー資源

パラグアイ国の一次エネルギー源は薪、廃棄植物、石油系が大半を占め、石油系は全量輸入にたよっている。企画庁の想定によると、1985年から2000年にかけてエネルギー消費量は年率4.3%で増加し、そのうち水力による電気が11.0%、石油系が8.2%と大きく伸びると見込まれている。

Table 2-6 FORECAST OF GROSS DOMESTIC PRODUCTS

(Constant Price of 1982, 10⁶ ₦ ;%)

	1988	1990	1995	2000	2005	Annual Increase		
						1995/1990	2000/1995	
CASE 1 (High)	Primary Sector	236,783	287,760	469,633	709,256	1,084,023	10.3	8.7
	Secondary Sector	184,113	205,129	267,773	332,268	413,595	5.5	4.4
	Tertiary Sector	427,848	460,169	557,150	671,420	813,439	3.9	3.9
	GDP	848,744	953,058	1,294,555	1,712,944	2,311,057	6.3	6.0
CASE 2 (Medium)	Primary Sector	236,783	287,760	425,957	594,074	834,406	8.2	7.0
	Secondary Sector	184,113	205,129	265,581	332,188	416,120	5.3	4.6
	Tertiary Sector	427,848	460,169	545,147	646,324	769,079	3.4	3.5
	GDP	848,744	953,058	1,236,685	1,572,586	2,019,605	5.3	5.0
CASE 3 (Low)	Primary Sector	236,783	287,760	397,287	510,439	658,492	6.7	5.2
	Secondary Sector	184,113	205,129	257,973	301,786	353,342	4.7	3.2
	Tertiary Sector	427,848	460,169	543,232	641,948	761,579	3.4	3.4
	GDP	848,744	953,058	1,198,493	1,454,174	1,773,413	4.7	4.0

企画庁によるエネルギー消費量（原油換算千ト）の想定は次の通りである。

	1985	2000	年平均増加率（%）
薪	1,249.3 (53.8)	1,203.1 (27.4)	▲ 5.3
石油	555.0 (23.9)	1,807.7 (41.1)	8.2
廃棄植物	327.5 (14.1)	655.3 (15.0)	4.8
電気	108.4 (4.7)	516.4 (11.7)	11.0
木炭	68.9 (3.0)	183.7 (4.2)	6.8
その他	13.1 (0.5)	27.1 (0.6)	5.0
計	2,322.2 (100.0)	4,397.3 (100.0)	4.3

ボリヴィア国のチャコ地方に石油が出るため、パラグアイ国のチャコ地方にも可能性があると期待されて、1940年以降何度も米国企業が探査を行ってきたが、今日まで成功していない。水力資源はパラグアイ国が有する最大のエネルギー資源である。パラグアイ国政府は、その恵まれた水力資源を積極的に開発し、利用する政策のもとに1960年以来開発を進めている。

水力発電所の開発状況としてはACARAY発電所は既に完成しており、ブラジル国との共同事業による世界最大の ITAIPU 発電所と、アルゼンチン国との共同事業による YACYRETA 発電所が建設中である。ITAIPU発電所のパラグアイ国分は既に竣工している。YACYRETA 発電所の建設は共同開発国アルゼンチン国の政局および財政の破局により一次中断されたが、1986年に再開された。

第3章 電気事業の現状

第3章 電気事業の現状

目次

	頁
3-1 電力供給体制	3 - 1
3-2 電力需給	3 - 5
3-2-1 電力需給の推移	3 - 5
3-2-2 負荷特性	3 - 8
3-2-3 給電運用	3 - 8
3-3 電力設備	3 - 10
3-3-1 発電設備	3 - 10
3-3-2 送電設備	3 - 10
3-3-3 変電設備	3 - 18
3-3-4 配電設備	3 - 18
3-3-5 通信設備	3 - 23
3-4 電気料金	3 - 24

List of Tables and Figures

- Table 3-1 Power Demand and Supply
- Table 3-2 Energy by Category (ANDE)
- Table 3-3 Generating Capacity
- Table 3-4 Hydro-Power Stations under Construction
- Table 3-5 Transmission Lines
- Table 3-6 Transmission Lines under Construction
- Table 3-7 Substation
- Table 3-8 Substation under Construction
- Table 3-9 Distribution Lines
-
- Fig. 3-1 Organization of ANDE
- Fig. 3-2 Daily Load Curve (Project Area)
- Fig. 3-3 Transmission System Diagram

第3章 電気事業の現状

3-1. 電力供給体制

パラグアイ国の電気事業は国営電力公社（ANDE）とITAIPU合弁公社（パラグアイ国とブラジル国との合弁）とにより運営されている。

ANDEは発電から配電に至る電力系統全般の運営を、ITAIPU合弁公社はITAIPU発電所（700MW × 18：総出力12,600MW）の発電電力をANDEおよびブラジル国へ供給（売電）している。

このほか、未電化地域で小規模のディーゼルによる自家用発電が行われている。

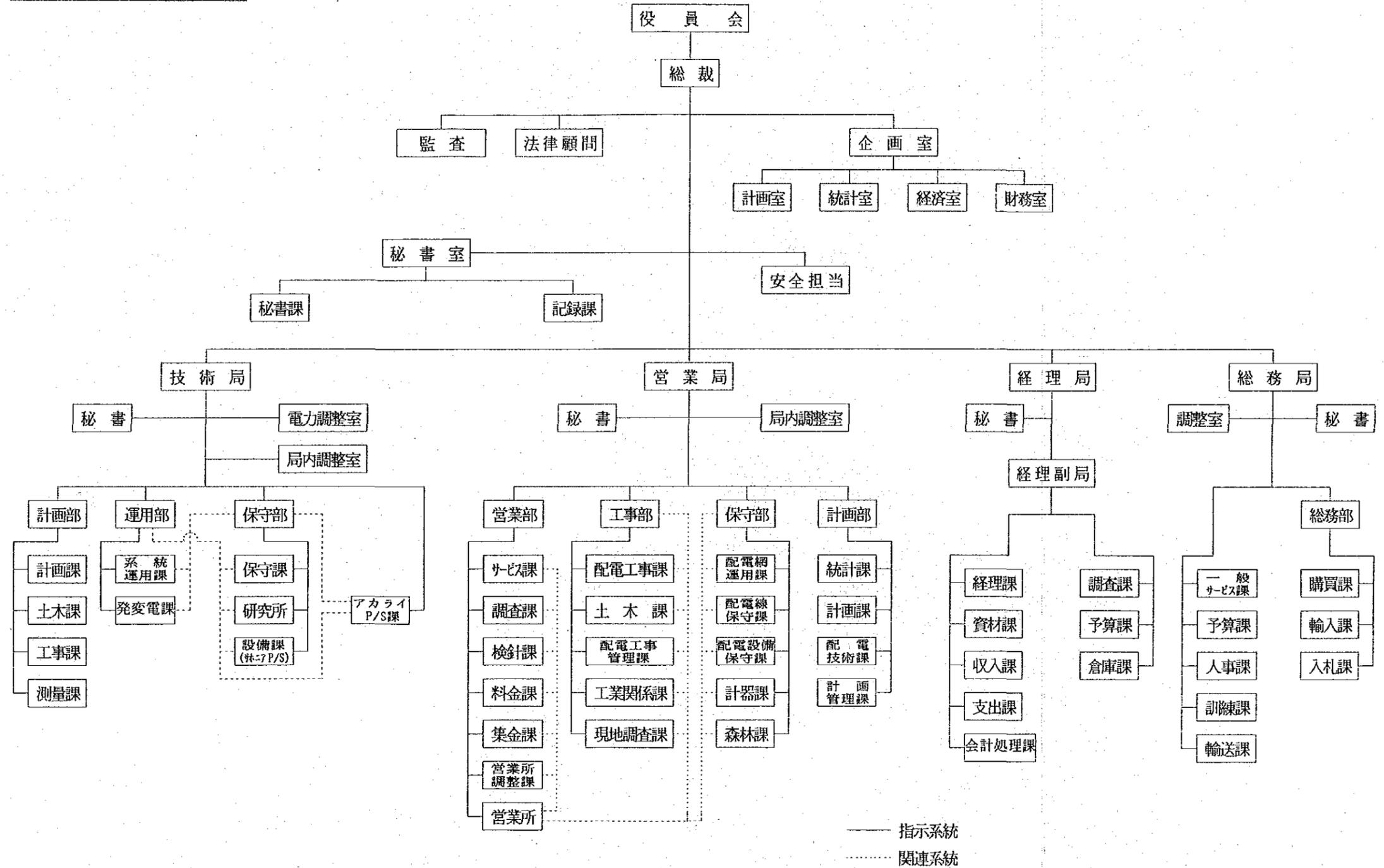
ANDEの組織図をFig.3-1 に示す。

ANDEの組織は技術局（発送変電担当）、営業局（配電担当）、総務局、経理局の実施部門と総裁直属の企画室で構成されている。

1988年末時点で資本金は2,280億グァラニ、従業員数は2,590名である。

ITAIPU合弁公社は1973年4月資本金1億US\$（両国折半出資）で設立され、ITAIPU発電所は1985年3月1日営業運転を初め、1989年時点で18台中15台まで竣工している。

Fig. 3-1 ANDEの組織図



3-2. 電力需給

3-2-1 電力需要の推移

パラグアイ国における電力需要の推移を Table 3-1 に示す。

1985年ITAIPU発電所の運転開始以来、電源の供給力は飛躍的に増大した。1988年において、発電供給力 6,574MWに対し、国内需要（ANDEの電力系統分、Sistema Interconectado Nacional, SINと略称）は 357MWであり、電力の大半はブラジル国へ輸出されている。

ANDEは電力の大半をITAIPU合弁会社から受電（買電）し、自社発電分を加えて、国内需要家に供給するとともに、ブラジル国およびアンゼンチン国への輸出ならびにITAIPU発電所およびYACYRETA発電所の工事用電力の供給を行っている。

1988年におけるANDEによる国内の供給電力量は 1,766GWh、消費電力量 1,509 GWh、ロス率14.5%、年間負荷率は56.4%であった。

このうち首都圏での供給電力量は1,238GWhと74%を占めている。

Table 3-2 にパラグアイ国内の需要種別の消費電力量を示す。

家庭用の消費電力量は年平均10.2%と堅調な伸び率を示しているに対し、工業用のそれは18.2%と顕著な伸びを示している。これは、1986年操業を始めた製鉄工場の寄与あるいは、北部 Vallemiや南部 Pilarの工場、あるいは、東部農村における集荷設備などの寄与によるものである。

電化率は1988年末現在、49.4%である。

1,000KW以上の大口需要家（23kV受電）は62戸で、このうち 3,000KW以上は次の7戸である。

IND, TEXTIL ASUNCENA	3,130 KW
CORPOSANA	3,000
BANCO CENTRAL	3,000
I.N.C.(Cement) CONCEPCION	20,000
ACEITERA (Oil)	4,100
I.N.C.(Cement) VILLETA	6,000
MANUF. DE PILAR (Industry)	9,000

Table 3-1 Power Demand and Supply

	Unit	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Capable Capacity	ANDE	274	274	274	274	274	274
	Itaipu	-	-	2,100	2,800	4,200	6,300
	Sub Total	274	274	2,374	3,074	4,474	6,574
Energy Generated by ANDE	ANDE	793.0	894.4	868.0	804.8	621.4	677.9
	Itaipu	-	161.6	391.2	837.8	1,114.6	1,414.8
	Import	226.2	62.0	2.3	1.8	2.1	2.6
	Sub Total	1,019.2	1,118.0	1,261.5	1,644.4	1,738.1	2,095.3
	SIN	995.2	1,090.4	1,211.4	1,331.9	1,489.3	1,766.3
Energy Supplied by ANDE	Export	24.0	27.6	50.1	312.5	248.8	326.9
	Sub Total	1,019.2	1,118.0	1,261.5	1,644.4	1,738.1	2,095.3
	SIN	202.0	217.5	242.0	271.5	303.1	357
Power	SIN + Export	204.0	221.5	246.0	276.5	339.0	
	SIN	827.2	907.3	999.9	1,110.0	1,275.9	1,509.6
Loss Factor	SIN	16.9	16.8	17.5	16.7	14.3	14.5
Load Factor	SIN	56.2	58.7	57.1	56.0	56.1	56.4

Source: ANDE

Note: "Import" : from Brasil

"Export" : to Brasil and Argentina,

Power of Construction Use for Itaipu P.S. and Yacyreta P.S.

"SIN" : Sistema Interconectado Nacional

Table 3-2 Energy by Category (ANDE)

(1) Consumed Energy

(GWh)

Year Category	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Annual Increase Rate (1988/1983) (%)
Household	492.2	540.7	399.5	461.2	504.9	566.6	10.2
Commercial			166.2	176.3	197.0	232.4	
Industrial	260.5	286.5	204.7	221.8	287.1	392.9	18.2
Others			143.7	158.6	184.0	209.1	
Municipal	32.6	33.1	34.9	36.6	42.8	45.3	
Public Lighting	41.9	47.0	50.9	55.5	60.1	63.3	7.8
Total	827.2	907.3	999.9	1,110.0	1,275.9	1,509.6	12.8

(2) Number of Customers

Year Category	1983	1984	1985	1986	1987	1988	Annual Increase Rate (1988/1983) (%)
Household	242,507	259,373	223,978	244,888	256,489	270,455	5.7
Commercial			35,415	37,986	43,505	49,008	
Industrial	1,580	1,620	3,330	3,493	3,862	4,335	
Others			15,300	16,394	18,984	21,514	
Municipal	1,100	1,148	1,214	1,303	1,399	1,494	8.0
Public Lighting							
Total	245,187	262,141	279,237	304,064	324,239	346,806	7.2

Source: ANDE

3-2-2 負荷特性

既述の通り首都圏の最大需要電力は1988年で 252MWと、全国の最大需要電力 357MWの約70%を占めている。

計画地域における負荷曲線の例を Fig.3-2に示す。家庭の炊事用には首都圏では一般にプロパンガスが使われているため、また特に大きな需要をもつ工場も少ないことから負荷曲線は典型的な点灯ピーク形を示している。また、そのピーク時間は2～3時間と比較的短い。

3-2-3 給電運用

ANDE本店ビルに隣接した建物内に中央給電指令所があり、発電運用、220KV送電線、66KV送電線および66KVまでの変電設備の給電運用を行っている。

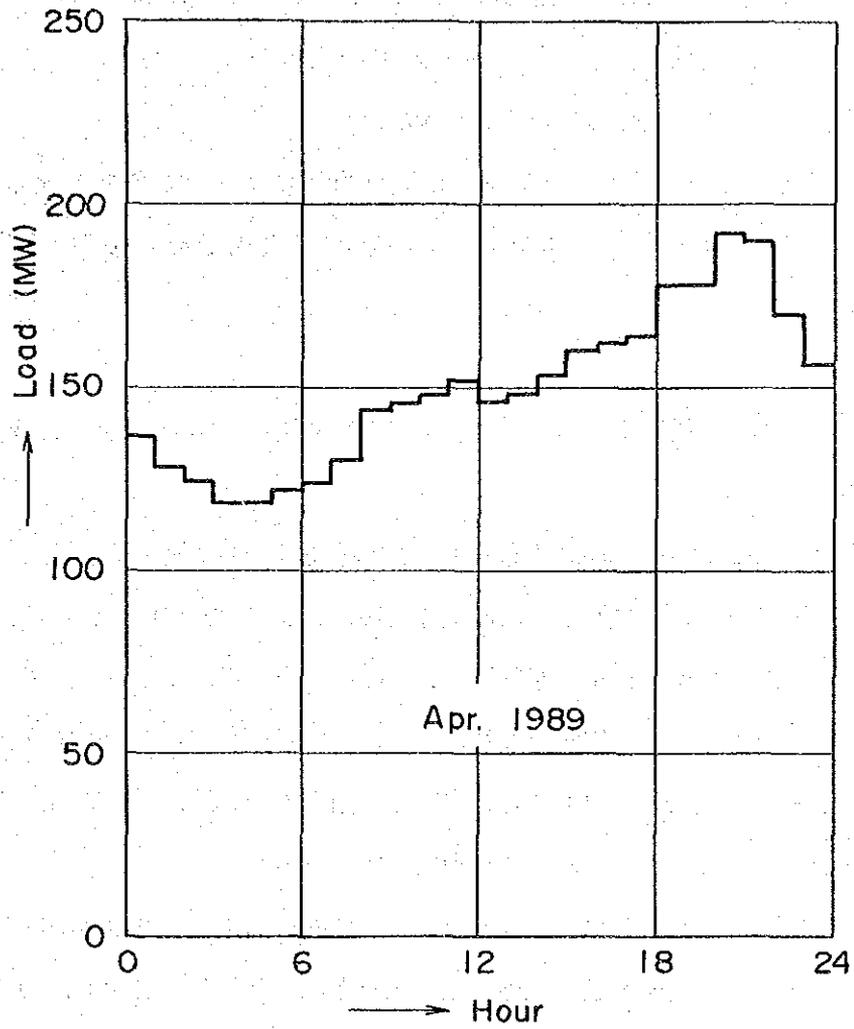
中央給電指令所から各所への連絡は、UHF無線による電話連絡である。遠方制御機能あるいはテレメータ装置は備えておらず、系統盤での監視運用が主体である。

ANDEは現在、コンピュータを用いた監視制御システムに変更する目的で試験設備を用いてテスト中である。

計画地域の配電指令所はCentro近傍の Don Boscoにあり、23KV以下の配電線の監視、運営、保守、および一般需要家からの苦情処理に当たっている。

ANDEは数年後にはこの配電指令所をCentro東部の Boggiani にあるANDEの資材倉庫敷地内に移転する計画をもっている。

Fig 3-2 Daily Load Curve
(Project Area)



3-3. 電力設備

3-3-1 発電設備

パラグアイ国の発電設備の現状をTable 3-3 に、建設および計画状況をTable 3-4 に示す。

1988年末現在の設備容量 6,574MWの内訳は水力6490MW、ディーゼル84MWで、周波数は50ヘルツである。水力発電所はACARAY発電所 190MWとITAIPU発電所 6,300MWの2ヶ所だけである。ディーゼル発電所はAsuncion市に73MW、地方都市に11MWが設置されているが、電力系統の拡大に伴い、Asuncion市のそれは予備力となり、未電化地域において小規模ユニットが運転しているにすぎない。

建設状況としてはアルゼンチン国との共同事業による YACYRETA 発電所（最終 6,750MW）の第I期工事（2,700MW）が1994年運開を目標に進められている。

3-3-2 送電設備

ANDEの送電系統図をFig.3-3 に、送電設備の現状をTable 3-5 に、建設の状況をTable 3-6 示す。

送電電圧は 220kVおよび66kVである。220kV 系統はACARAY発電所を起点とした放射状の構成で首都圏への主幹系統、南部主幹系統、北部主幹系統に区分され、それぞれ1968年、1982年、1984年に送電を開始し、その後拡充が行われて現在に至っている。首都圏への主幹系統は3回線から成り、需要拡大に対応してもう1回線（2回線鉄塔）が1990年完成を目標に建設が進められている。地方主幹系統は、容量的には十分な余裕があるが、長距離にもかかわらず放射状回線である。

1988年末現在の回線亘長は 1,890kmで、すべて架空送電線である。66kV系統は首都圏系統、中部系統、南部系統、北部系統に区分され、それぞれ1968年、1973年、1982年、1984年に送電を開始し、その後拡充が行われて現在に至っている。首都圏系統は、ループ状の構成となっているが、1回線事故時には送電容量が不足し、供給に支障を生じる現状である。地方系統は容量的には余裕があるが、放射状1回線である。1988年末現在の回線亘長は 590kmで、その内訳は架空線 578km、地中線12kmになっている。

Table 3-3 Generating Capacity

Owner	Type	Name	Installed Capacity (MW)	Year of Commissioning	Generated Energy								
					1983	1984	1985	1986	1987	1988			
La Entidad Binacional ITAIPU	Hydro	Itaipu	700	1985									
			700	"									
			700	"									
			700	1986									
			700	1987									
			700	"									
			700	1988									
			700	"									
			700	"									
					Total	6,300		161.6	391.2	837.8	1,114.6	1,414.8	
ANDE	Hydro	Acaray	47.5	1968									
			47.5	"									
			47.5	1975									
			Total	190		885.5	864.4	800.9	617.7	676.9			
		Diesel	Total	84		10.9	3.6	3.9	3.7	3.7			
	Total	Total	274		793.0	868.0	804.8	621.4	680.6				
Total	Hydro	Hydro	6,490		782.1	1,047.1	1,255.6	1,638.7	1,732.3	2,091.7			
					10.9	8.9	3.6	3.9	3.7	3.7			
		Total	6,574		793.0	1,259.2	1,642.6	1,736.0	2,095.4				

Source: ANDE

Table 3-4 Hydro-Power Stations under Construction

	ITAIPU	YACYRETA	CORPUS
Partner	Brasil	Argentina	Argentina
Location of the Dam	14 km upstream of Stroessner City	120 km down stream of Encarnacion City	14 km upstream of Encarnacion City
Installed Capacity	12,600 MW (6,300 MW)	1st Stage 2nd Stage 2,700 MW 4,050 MW (1,350 MW) (2,025 MW)	4,020 MW (2,010 MW)
Annual Energy	70 x 10 ⁹ kWh	27 x 10 ⁹ kWh	18.9 x 10 ⁹ kWh
Construction Period	1974 - 1991	1980 - 1994 (1st Stage)	Under Planning

Source: ANDE

Note: () is power for Paraguay.

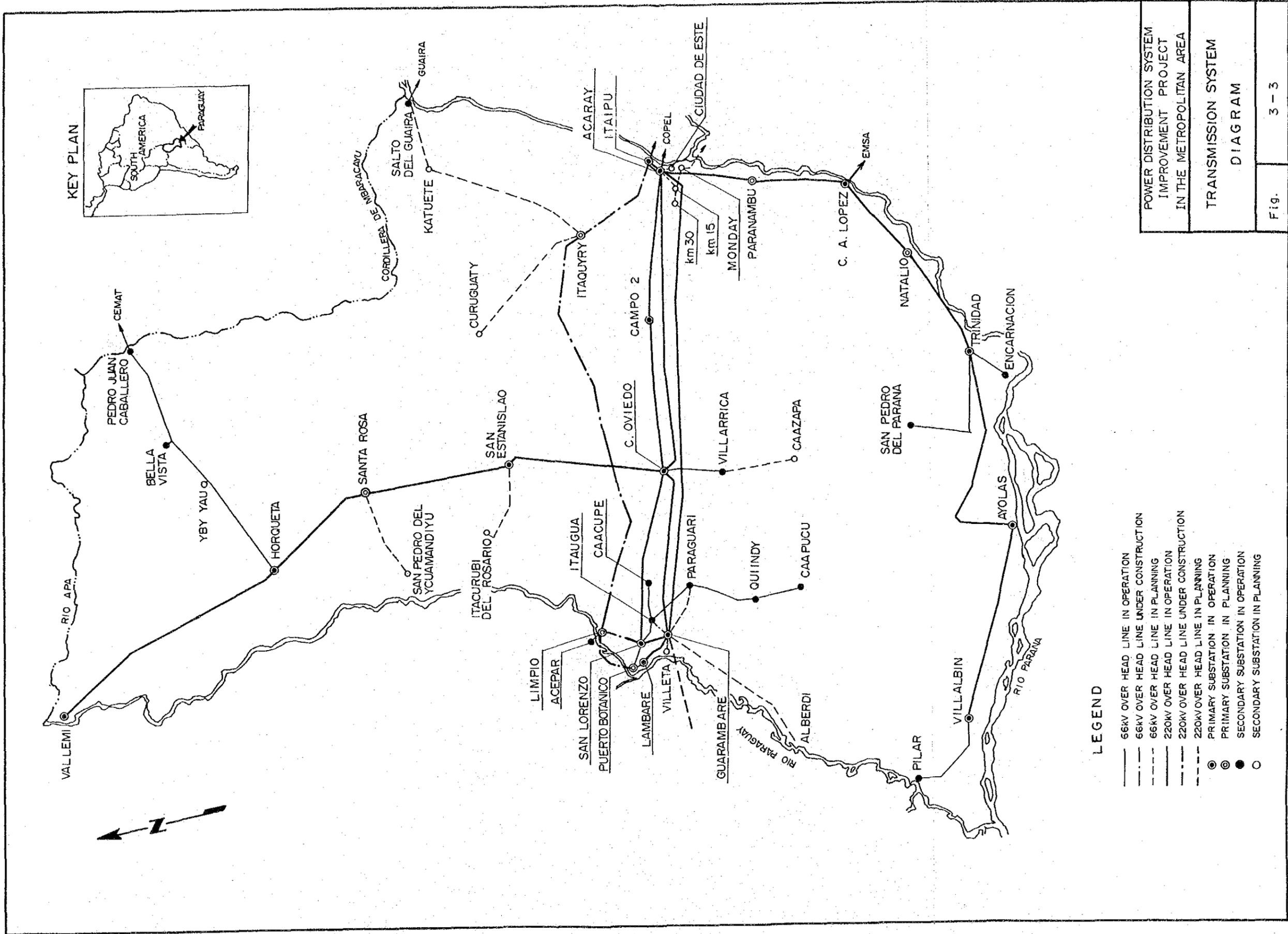


Table 3-5 Transmission Lines (1)

Voltage	System	Section	No. of Circuit	Circuit Length (km)	Size	Type of Support	Year of Commission	
220 kV	Trunk Lines to Metropolitan Area	Acaray - Campo Dos - C.Oviedo - San Lorenzo	1	302.2	ACSR 395.6 mm ²	Iron Tower	1968	
		Acaray - C.Oviedo - Guarambare - San Lorenzo	1	309.4	ACSR 374.7 mm ²	"	1980	
		Acaray - Guarambare	1	291.3	"	"	1981	
	Interconnect Line	Guarambare - Lambare	1	23.4	ACSR 481.3 mm ²	"	1981	
		Itaipu - Acaray	2	10.0	"	"	1984	
	Southern Trunk Lines	Acaray - Carlos A. Lopez	1	113.3	AAAC 402.8 mm ²	"	1982	
		Carlos A. Lopez - Trinidad	1	124.8	ACSR 374.7 mm ²	"	1982	
		Trinidad - Ayolas	1	159.3	"	"	1985	
		Ayolas - Villalbin	1	120.9	ACSR 481.8 mm ²	"	1987	
	Northern Trunk Lines	C. Oviedo - Horqueta	1	265.1	ACSR 374.7 mm ²	"	1984	
		Horqueta - Vallemi	1	178.0	"	"	1988	
			220 kV Total Circuit Length		1,897.7			

Source: ANDE

Table 3-5 Transmission Lines

Voltage	System	Section	No. of Circuit	Circuit Length (km)	Size	Type of Support	Year of Commission
66 kV	Metro-politan Area	San Lorenzo - Barrio Parque	1	8.5	ACSR 176.7 mm ²	Iron Tower	1968
		Barrio Parque - San Miguel	1	5.1	ACSR 176.7 mm ² XLPE 150 mm ²	Iron Tower Underground Cable	"
		San Miguel - Jardín Botánico	1	5.9	ACSR 176.7 mm ² XLPE 150 mm ²	Iron Tower Underground Cable	"
		Puerto Sajonia - Lambare	1	9.2	ACSR 176.7 mm ²	Iron Tower	"
		San Lorenzo - Jardín Botánico	1	11.9	"	Pipe Tower	1976
		San Lorenzo - Tres Bocas	1	8.6	"	Iron Tower	1968
		Lambare - Tres Bocas	1	6.0	"	"	"
		San Miguel - Centro	1	3.5	XLPE 150 mm ²	Underground Cable	"
		Centro - Puerto Sajonia	1	3.5	ACSR 176.7 mm ² XLPE 150 mm ²	Iron Tower Underground Cable	"
		Lambare - Centro	1	8.0	ACSR 176.7 mm ² XLPE 300 mm ²	Iron Tower Underground Cable	1987
	Rural Area	San Lorenzo - Itaugua	1	22.1	ACSR 142.5 mm ²	Pipe Tower	1973
		Itaugua - Caacupe	1	18.6	"	"	"
		Itaugua - Paraguari	1	28.9	"	"	"
		Paraguari - Quindy - Caapucu	1	75.3	"	"	"
	Central System	Coronel Oviedo - Villarrica	1	32.8	"	"	"
	Southern System	Trinidad - Encarnacion	1	27.2	ACSR 176.7 mm ²	Concrete Tower	1982
		Trinidad - San Pedro Del Parana	1	90.4	"	"	1984
		Villalbin - Pilar	1	54.4	"	"	1987
	Northern System	Horqueta - Pedro Juan Caballero	1	164.9	"	"	1984
			66 kV Total Circuit Length		590.5		

Table 3-6 Transmission Lines under Construction

System	Section	Voltage (kV)	No. of Circuit	Circuit Length (km)	Size	Year of Commission
Trunk Lines to Metropolitan Area	Itaipu - Limpio	220	1	321	ACSR 374.7 mm ²	1990
	Limpio - Jardin Botanico	220	1	28	"	"
	Limpio - San Lorenzo	220	1	24.4	"	220 kV design Operated at 66 kV
Metropolitan System	Guarabare - Itaugua	66	1	17.3	ACSR 176.7 mm ²	1989
	Guarabare - Villeta	66	1	12.5	"	

Source: ANDE

3-3-3 変電設備

ANDEの変電設備の状況をTable 3-7 に、建設および計画の状況をTable 3-8 に示す。

1988年末現在の変電所は29箇所、その内訳は 220kV系統用変電所が9箇所、配電用変電所が20箇所（220kV 3箇所、66kV 17箇所）である。変電所はAsuncion市のCentro変電所を除きすべて屋外式である。

1988年末現在、変圧器は43バンク、設備容量は 1,088MVA である。供給力は、66kV 側が 708MVA、23kV側が 638MVA である。

変圧器バンクのユニット容量は 220kV系統用変圧器が25MVA から 120MVA までの5種類、配電用変圧器が 5MVA から 60MVAまでの10種類である。進相用コンデンサは首都圏系統の変電所にはかなり設置されているが容量は小さい。また、地方の変電所にはあまり設置されていない。

変電所の建設状況としては、220kV送電線の新設に併せて首都圏系統で Limpio およびPuerto Botanico の両変電所、南部系統で Paranambuおよび Natarioの両変電所、東部系統では Itaquyry 変電所の新設がそれぞれ進められている。

3-3-4 配電設備

ANDEの配電設備の現状をTable 3-9 に示す。

配電電圧は中圧が23kV、低圧が 380/220V である。

1988年末現在23kV配電線延長は 5,774km、その内訳は架空線 5,451km、地中線が 323kmである。

23kV配電用変圧器は 8,768バンク、設備容量は 888MVA である。

また低圧配電線の延長は 6,639km、その内訳は架空線が 6,630km、地中線が 8 kmである。

建設状況としては、地方都市電化計画（IDB 2,000万ドル）が実施中である。また、ANDEの電化計画または需要家の申し込みによる個々の電化工事がANDE予算により毎年実施されている。

Table 3-7 Substation (1)

System	Substation	Voltage (kV)	Transformer		Capacity (MVA)		23 kV Feeder	Year of Commission
			Capacity and Number	Phase x Unit	66 kV	23 kV		
Metro-politan Area	San Lorenzo	220/66 220/23	60 x 2 40 x 1	1 x 3 x 2 3 x 1	120 40	40	8	1968
	Lambare	220/66/23	120/60/60 x 2	1 x 3 x 2	240	120	9	"
	Guarambare	220/66 66/23	37.5 x 1 20 x 1	1 x 3 x 2 3 x 1	37.5	20	4	1981
	Puerto Sajonia	66/23	20 x 2	3 x 2	40	40	5	1968
	San Miguel	66/23	20 x 2	3 x 2	40	40	5	"
	Barrio Parque	66/23	20 x 2	3 x 2	40	40	7	"
	Jardin Botanico	66/23	12 x 2	3 x 2	24	24	5	"
	Tres Bocas	66/23	10 x 2	3 x 2	20	20	4	1979
	Centro	66/23	20 x 2	3 x 2	40	40	4	1987
	Itaugua	66/23	20 x 1	3 x 1	20	20		1973
	Caacupe	66/23	12 x 1	3 x 1	12	12		"
	Paraguari	66/23	9 x 1	3 x 1	9	9		"
	Caapucu	66/23	5 x 1	3 x 1	5	5		"
Quiindy	66/23	5 x 1	3 x 1	5	5		1987	
Metropolitan Area	Project Area		661.5		-	384	51	
	Rural Area		51.0		-	51		
	Total		712.5		437.5	435		

Source: ANDE

Table 3-7 Substation (2)

System	Substation	Transformer			Capacity (MVA)		Year of Commission
		Voltage (kV)	Capacity x Unit (MVA)	Phase x Unit	220 kV	23 kV	
Central System	Coronel Oviedo	220/66 66/23	37.5 x 1 12 x 1	1 x 3 x 1 3 x 1	37.5	12	1973
	Villarica	66/23	10.7 x 1	3 x 1		10.7	"
	Campo Dos	220/23	10 x 1	3 x 1	10	10	1981
	Trinidad	220/66 66/23	37.5 x 1 10 x 1	1 x 3 x 1 3 x 1	37.5	10	1982
Southern System	Encarnacion	66/23	20 x 1	3 x 1		20	"
	San Pedro Del Parana	66/23	3 x 1	3 x 1		3	1984
	Carlos A. Lopez	220/23	12.5 x 1	3 x 1	12.5	12.5	1985
	Ayolas	220/23	20 x 1	3 x 1	20	20	"
	Villalbin	220/66/23	30/25/10 x 1	3 x 1	30	10	1987
	Pilar	66/23	15 x 1	3 x 1		15	"
Northern System	Horqueta	220/66 66/23	37.5 x 1 20 x 1	1 x 3 x 1 3 x 1	37.5	20	1984
	Pedro Juan Caballero	66/23	10 x 1	3 x 1		10	"
	Cruce Bella Vista	66/23	5 x 1	3 x 1		5	1987
	San Estanislao	220/66/23	25/15/15 x 1	3 x 1	25	15	"
Eastern System	Acaray	220/66/23	30/20/15 x 2	3 x 3	60	30	1970
SIN	Metropolitan System		712.5		437.5	435	
	Others		375.7		270	203.2	
	Total		1,088.2		707.5	638.2	

Table 3-8 Substation under Construction

System	Substation	Transformer		Capacity (MVA)		Year of Commission
		Voltage (kV)	Capacity x Unit (MVA)	220 kV	23 kV	
Metropolitan Area	Limpio	220/66 66/23	37.5 x 1 20 x 1	37.5	20	1990
	Puerto Botanico	220/66/23	120/60/60 x 1	120	60	"
Southern System	Paranambu	220/23	10 x 1	10	10	"
	Natarío	220/23	10 x 1	10	10	"
Eastern System	Itaquyry	220/66/23	25/15/15 x 1	25	15	"

Table 3-9 Distribution Lines

	Unit	A N D E S I N							Metropolitan Area						
		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1988	1983	1984	1985	1986	1987	1988	
Length of Lines	Overhead	2,917.4	3,429.7	3,933.9	4,376.8	4,890.9	5,451.3	5,451.3	622.2	651.8	675.1	698.8	735.1	776.5	
	Under-ground	250.8	260.1	270.1	274.9	306.7	322.7	322.7	250.8	260.1	270.1	274.7	305.6	318.5	
	Sub-Total	3,168.2	3,689.8	4,204.0	4,651.7	5,197.6	5,774.0	5,774.0	873.0	911.9	945.2	973.5	1,040.7	1,095.0	
Low Voltage	Overhead	4,520.0	4,966.5	5,325.0	5,774.2	6,181.5	6,630.8	6,630.8	2,075.9	2,173.8	2,231.2	2,279.5	2,342.3	2,409.1	
	Under-ground	-	-	2.2	5.0	7.0	8.3	8.3	-	-	2.2	4.0	5.7	6.0	
	Sub-Total	4,520.0	4,966.5	5,327.2	5,779.2	6,188.5	6,639.1	6,639.1	2,075.9	2,173.8	2,233.4	2,283.5	2,348.0	2,415.1	
23 kV Feeders						89	-	-					31	56	
Transformer															
	Number	4,172	4,740	5,549	6,333	7,299	8,768	8,768	2,329	2,562	2,802	3,052	3,422	3,863	
	Capacity MVA	498.8	548.9	618.9	679.6	763.8	888.0	888.0	312.9	338.2	369.7	397.9	436.7	484.9	

3-3-5 通信設備

AND Eの通信系統は電力線搬送と無線で構成されている。電力線搬送は 220kVおよび66kVの一部により主要変電所間の通信連絡、保護リレー、テレックスおよびテレメータに使用されている。無線はUHF（400MHz帯）およびVHF（150MHz帯）により構成され、専ら電話連絡に使用されている。