

No. 17

アルゼンティン共和国

ネウケン州北部地熱開発計画

調査報告書

1992年5月

国際協力事業団

総冊数
C R (3)
92-113

JICA

アルゼンティン共和国
ネウケン州北部地熱開発計画
調査報告書

92-5
国際協力事業団

017
MIN

アルゼンティン共和国

ネウケン州北部地熱開発計画

調査報告書

JICA LIBRARY



1097652(0)

23719

1992年5月

国際協力事業団

国際協力事業団

23719

序 文

日本国政府は、アルゼンティン共和国政府の要請に基づき、同国のネウケン州北部地熱開発計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、昭和62年11月平成4年3月までの間、10回にわたり電源開発（株）の藤田武俊氏（第一ステージ）及び増野昇氏（第二ステージ）を団長とする調査団を現地に派遣しました。

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

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

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

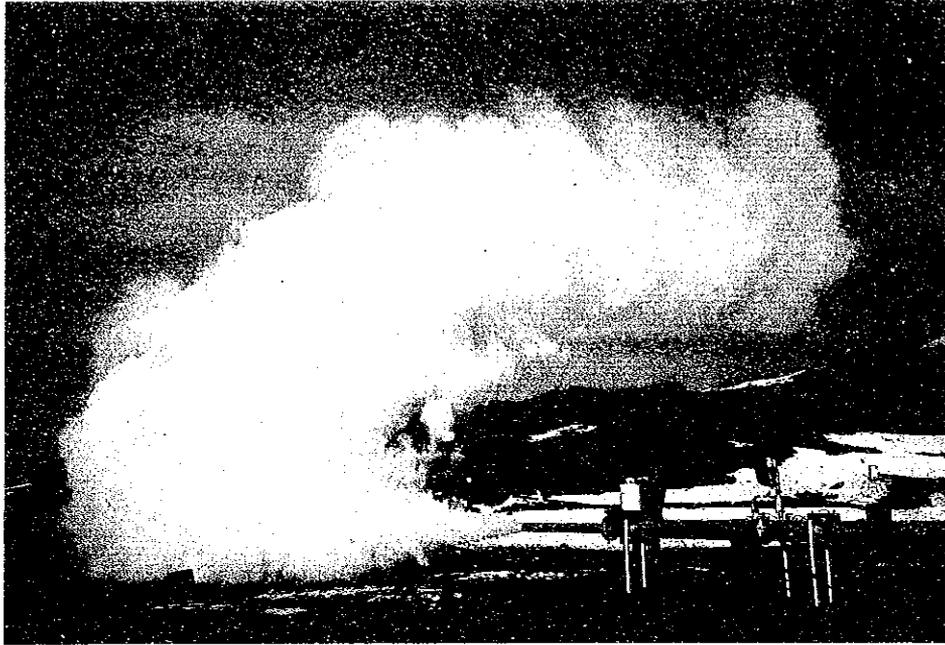
平成 4年 5月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



LANDSAT Imagery of the Project Area and the Periphery



Production Test of COP-3



Volcán Copahue from Las Máquinas

目 次

	頁
結論と勧告	
第1章 序 論	
1.1 計画の背景	1 - 1
1.2 Neuquén州北部地熱開発計画の経緯	1 - 2
1.3 業務内容	1 - 3
1.3.1 調査目的	1 - 3
1.3.2 調査対象地域	1 - 3
1.3.3 調査範囲	1 - 3
1.3.4 調査内容	1 - 3
1.4 調査工程および参加者リスト	1 - 5
1.4.1 調査工程	1 - 5
1.4.2 現地調査業務	1 - 5
1.4.3 参加者リスト	1 - 6
第2章 アルゼンティン共和国の一般概要	
2.1 地 理	2 - 1
2.2 気 候	2 - 2
2.3 人 口	2 - 3
2.4 経済およびエネルギー資源	2 - 4
第3章 計画地域の概要	
3.1 位置および地形	3 - 1
3.2 気 候	3 - 1
3.3 植 生	3 - 2
3.4 産 業	3 - 2

第4章 電力需要と供給計画

4.1	アルゼンティンにおける電力供給の現状	4-1
4.1.1	アルゼンティンにおける電力供給体制	4-1
4.1.2	電力供給事業における規制と運用	4-2
4.1.3	アルゼンティンにおける電力エネルギーの供給と消費	4-3
4.1.4	アルゼンティンにおける電力供給設備	4-6
4.2	アルゼンティンにおける電力需要想定と開発計画	4-8
4.2.1	需要想定	4-8
4.2.2	開発計画	4-9
4.3	Neuquén州における電力の供給と需要	4-13
4.3.1	Neuquén州における電力事業およびエネルギー事情	4-13
4.3.2	電力需要	4-17
4.4	Neuquén州における電力系統	4-24
4.4.1	Neuquén州における発電設備	4-24
4.4.2	Neuquén州における送・変電設備	4-26
4.4.3	電力需要想定	4-29
4.5	Neuquén電力系統より見た本計画の位置づけ	4-33
4.5.1	地熱発電開発の規模	4-33
4.5.2	本計画が完成することによるNeuquén電力系統に対する貢献	4-33
4.5.3	30MW地熱発電所の完成に伴う系統構成	4-35

第5章 地熱資源量の評価

5.1	地熱調査	5-1
5.1.1	調査概要	5-1
5.1.2	地質	5-3
5.1.3	物理探査	5-13
5.1.4	地化学調査	5-19
5.1.5	坑井試験	5-30

5.2	総合解析	5-47
5.2.1	熱構造	5-47
5.2.2	貯留構造	5-48
5.2.3	流体流動	5-51
5.2.4	地熱系モデル	5-52
5.3	地熱資源量の評価	5-55
5.3.1	地熱資源量評価方法の概要	5-55
5.3.2	自然状態のモデリング	5-55
5.3.3	容積法による評価	5-57
5.4	発電出力の評価および決定	5-63
5.4.1	発電規模の評価	5-63
5.4.2	発電出力の決定	5-65

第6章 発電設備の予備設計

6.1	予備設計条件	6-1
6.1.1	サイト状況	6-1
6.1.2	発電所位置の選定	6-1
6.1.3	設計条件および基本特性	6-5
6.1.4	発電プラントの運転条件	6-5
6.1.5	発電プラントの基本特性	6-5
6.2	発電所の基本設計	6-7
6.2.1	基本的レイアウト	6-7
6.2.2	進入道路および敷地造成	6-7
6.2.3	蒸気生産井の掘削	6-7
6.2.4	淡水取水設備	6-8
6.2.5	蒸気パイプラインおよび関連設備	6-8
6.2.6	タービンおよび関連設備	6-10
6.2.7	電気設備	6-12
6.2.8	発電所建屋および関連建物	6-12

第7章 送変電設備の予備設計

7.1 基本計画	7-1
7.1.1 発電所出力とユニット出力	7-1
7.1.2 送電計画	7-2
7.1.3 本計画実施に伴う電気設備の新設範囲	7-8
7.2 系統解析	7-9
7.2.1 系統解析の目的	7-9
7.2.2 電力潮流解析	7-9
7.2.3 短絡電流計算	7-10
7.3 発電所単線接続図および所内回路	7-14
7.3.1 発電所単線接続図	7-14
7.3.2 所内負荷に対する電力供給	7-16
7.3.3 直流回路設計	7-19

第8章 建設工事

8.1 建設工事工程	8-1
8.1.1 一般	8-1
8.1.2 工事着手前の諸手続き	8-1
8.1.3 発電所本体工事前の工事	8-2
8.1.4 発電所本体工事	8-2
8.1.5 年次別建設工事概要	8-4
8.2 建設計画	8-5
8.2.1 資機材の輸送	8-5
8.2.2 建設用設備	8-5
8.2.3 主機据付工事計画	8-5
8.3 概算工事費	8-7
8.3.1 要旨	8-7
8.3.2 工事費の算定方針	8-7

第9章 環境の現状と対策

9.1	一般的な環境に関する条件	9-1
9.1.1	要 旨	9-1
9.1.2	Copahue州立公園指定の経緯	9-1
9.1.3	公園に関する調査	9-3
9.1.4	自然特性	9-3
9.2	社会状況	9-14
9.2.1	人 口	9-14
9.2.2	産 業	9-14
9.2.3	アクセス道路	9-14
9.2.4	観光資源	9-14
9.2.5	遺跡とサイト周辺の歴史	9-16
9.3	発電所建設に伴う環境に与える影響	9-17
9.3.1	大気環境に与える影響	9-17
9.3.2	熱水・凝縮水等の影響	9-21
9.3.3	騒音の影響	9-23
9.3.4	環境保全のための対策	9-23

第10章 経済・財務評価

10.1	経済評価	10-1
10.1.1	経済評価の方法	10-1
10.1.2	本計画の経済的費用	10-3
10.1.3	本計画の経済的便益	10-5
10.1.4	経済評価	10-8
10.1.5	感度分析	10-10
10.2	財務評価	10-11
10.2.1	財務評価の方法	10-11
10.2.2	財務的費用および便益	10-11
10.2.3	財務評価	10-11

10.3 総合評価	10-17
10.3.1 発電原価	10-17
10.3.2 総合評価	10-17
第11章 今後の調査計画	11-1

[収集資料一覧]

ABBREVIATIONS

1. General

AH	: Ampere Hour
Apr.	: April
ASL	: Above Sea Level
Aug.	: August
B/C	: Benefit Cost Ratio
B-C	: Benefit Cost Value
CB	: Circuit Breaker
CH	: Cable Head
CIF	: Cost, Insurance and Freight
COP	: Symbol of Drilling Number
CSAMT	: Controlled Source Audio Magnetotelluric
CT	: Current Transformer
D.C.	: Domestic Currency
DC	: Direct Current
Dec.	: December
DUC	: Despacho Unificado de Cargas
E	: East
EC	: Electric Conductivity
EIRR	: Economic Internal Rate of Return
F.C.	: Foreign Currency
Feb.	: February
FIRR	: Financial Internal Rate of Return
FOB	: Free on Board
F/S	: Feasibility Study
FTK	: Full Turn Key
GDP	: Gross Domestic Product
GNP	: Gross National Product
GT	: Gas Turbine
Jan.	: January
JIS	: Japanese Industrial Standard
LA	: Lightning Arrestor
LS	: Line Switch

Mar. : March
 Max. : Maximum
 Min. : Minimum
 N : North
 Nov. : November
 NPV : Net Present Value
 Oct. : October
 O&M : Operation and Maintenance
 PD : Potential Divider
 pH : Potential of Hydrogen
 PS : Power Station
 R-gas : Residual Gas
 S : South
 Sept. : September
 SIN : Sistema Interconectado Nacional
 SS : Substation
 S.T : Standing Time
 Temp. : Temperature
 Tr. : Transformer
 U.S.A. : United States of America
 U.S.S.R. : Union of Soviet Socialist Republics
 VES : Vertical Electric Sounding
 W : West
 Wh : Watt Hour Meter

2. Organizations

AREXA : Argentine Executing Authorities
 AyEE : Agua y Energía Eléctrica
 CNEA : Comisión Nacional de Energía Atómica
 COMIP : Comisión Mixta Argentina-Paraguaya del Río Paraná
 COPADE : Consejo de Planificación para el Desarrollo
 CREGEN : Centro Regional de Energía Geotérmica del Neuquén
 CTM : Comisión Técnica Mixta de Salto Grande
 DEBA : Dirección de la Energía de la Provincia de Buenos Aires
 EBY : Entidad Binacional Yacyreta
 EIU : The Economist Intelligence Unit

EPEC	: Empresa Provincial de Energía de Córdoba
EPEN	: Ente Provincial de Energía del Neuquén
HIDRONOR	: Hidroeléctrica Norpatagonia S.A.
IIRG	: Instituto Internazionale Ricerche Geotermiche
JICA	: Japan International Cooperation Agency
SEGBA	: Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires
YPF	: Yacimiento Petrolíferos Fiscales

3. Units

3.1 Length

mm	: Millimeter
cm	: Centimeter
m	: Meter
km	: Kilometer
in.	: Inch

3.2 Area

mm ²	: Square Millimeters
cm ²	: Square Centimeters
m ²	: Square Meters
km ²	: Square Kilometers

3.3 Volume

cm ³	: Cubic Centimeters
l	: Liter
m ³	: Cubic Meters
Nm ³	: Normal Cubic Meters at 0°C

3.4 Weight

mg	: Milligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
t	: Ton

3.5 Time

s	: Second
min.	: Minute
h	: Hour
d	: Day
y	: Year

3.6 Density

kg/m ³	: Kilogram per Cubic Meters
t/m ³	: Ton per Cubic Meters
ppb	: Parts per Billion
ppm	: Parts per Million
mg/l	: Milligram per Liter
o/oo	: Permill

3.7 Pressure

kg/cm ²	: Kilogram per Square Centimeters
kg/cm ² g	: Kilogram per Square Centimeters Gauge
ata	: Kilogram per Square Centimeters Absolute
atm	: Atmosphere

3.8 Flow Rate

t/h	: Ton per Hour
m/s	: Meter per Second
m ³ /s	: Cubic Meters per Second
m ³ /h	: Cubic Meters per Hour
kcal/h	: Kilocalorie per Hour
kg/min.	: Kilogram per Minute
km/h	: Kilometers per Hour

3.9 Energy

kcal	: Kilocalorie
kJ	: Kilojoule
kWh	: Kilowatt Hour
MWh	: Megawatt Hour
GWh	: Gigawatt Hour

3.10 Temperature

°C : Degree Centigrade

3.11 Electricity

W : Watt
kW : Kilowatt
MW : Megawatt
A : Ampere
kA : Kiloampere
V : Volt
kV : Kilovolt
kVA : Kilovolt Ampere
MVA : Megavolt Ampere
MWA : Megawatt Ampere
Hz : Hertz
Ω : Ohm
S : Siemens

3.12 Chemistry

TU : Toritium Unit

3.13 Viscosity

CP : Centipoise

3.14 Currency

A : Austral
US\$: Unite States Dollar

結論と勧告

結 論 と 勧 告

Neuquén州北部地熱開発計画は首都Buenos Airesの西南西約1,170kmのCopahue地域に位置する計画である。調査検討の結果、本計画は技術面、環境面、経済性の観点からフィージブルであることが判明した。以下に結論と勧告を記す。

結 論

1. アルゼンティンの電力供給計画によると、1990年で設備容量が15,640MWで2000年には24,290MWと年率5.5%の伸びが想定されている。この電力供給計画の伸び率の内、西部地域に主として賦存する水力発電の開発に主力がおかれ、続いて原子力発電の開発によって需要を賄う計画になっている。一方非再生化石燃料を用いた火力発電の開発は減少させる計画となっている。
2. Neuquén州は水力、石油および天然ガスのエネルギー資源に恵まれ、これら資源の開発、関連産業の設置等で経済活動が活発となっており、このため他州からの人口流入も多い。Neuquén州の1990年の発電設備容量は4,815MWであるが、電力消費量は僅か462.5GWhであり、年間の電力需要はフラットな傾向にある。このため、当州で発電された電力は大消費地に500kVの送電線で送電されている。この傾向を勘案すると、本地熱発電所で発電された電力はEPENの電力系統に投入し、Neuquén州のベース需要に充当させることが妥当であると考えられる。
3. 本計画地域の1,200m付近に賦存している蒸気を用いて、30年間発電する場合の地下資源としての出力を評価すると、10～50MWと幅の広い数値となっている。資源面および経済面の両面から試算される最大確率点は25～30MW付近となる。一般に調査が初期の段階では、資源面での評価確率カーブは低出力側に偏る傾向があることを勘案して、本発電所の発電規模は30MWが妥当であると結論づけた。

4. 発電所の設計条件および基本特性は下記の通りである。

出力規模	: 30 MW × 1 unit
年間利用率	: 85 %
所内率	: 6 %
年間発生電力量	: 210×10^6 kWh
坑井	: 1,200m × 7 本 (傾斜掘り 坑井長 : 1,340m)
送電線	: Copahue ~ Loncopue (亘長 80km 電圧 132kV)

5. 建設工事工程は先行坑井掘削に2.5年、後続の坑井掘削と発電所本体工事に2.5年、合計5年間の工程が必要と史料される。

6. 上記の4項を基本条件として、概略建設工事費を1991年12月時点の価格を基準に積算すると $53,700 \times 10^3$ US\$ (外貨分 $15,089 \times 10^3$ US\$, 内貨分 $38,611 \times 10^3$ US\$) である。但し、エスカレーションは見込んでいない。

7. 本発電所計画地点はCopahue 州立公園内にあるため、本発電所開発による周辺環境に与える影響がないように対策を講ずる必要がある。

1) 自然環境：計画地域は、ほとんどが準砂漠、荒地、一部が「上流域の草本灌木複合体」であり、標高1,800m以下の岩や斜面上に生育するaraucaria等の特有な種の植生がみられる。また、動物（脊椎動物）の生息標高限界は2,050mとなっているが、脊椎動物に限っても、固有種など保護すべき動物も少なくない。

2) 社会環境：計画地点周辺には約400人の住民がおり、温泉保養設備、数軒のホテルや体育館等の設備があり、夏の間は賑わっており、また冬のスキーシーズンには観光客も多い。

発電所計画地点周辺では気象条件の厳しさから、考古学的価値のある遺跡は存在する可能性は少ない。

3) 発電所建設に伴う環境対策：上記の観点から発電所建設に際して排出ガス、一般排水、騒音、温泉、景観等に関して環境対策を講ずる。

8. 経済・財務評価の結果、以下の通り経済的・財務的健全性が判明した。

1) 経済評価：代替電源設備アプローチ法により経済的分析を行った。

$$B - C = 3,977 \times 10^3 \text{ US\$} \quad (\text{割引率 } 10\%)$$

$$B / C = 1.10 \quad (\text{割引率 } 10\%)$$

$$EIRR = 12.67\% \quad (\text{資本の機会費用 } 12\%)$$

2) 財務評価：割引現金フロー法により財務評価を行った。FIRRは12.33%であり、予想借入金の利率8%に比較して財務的に健全であると評価できる。また、資金返済計画を策定した結果、キャッシュ・フローによると運開後7年目には黒字になることが判明した。

3) 発電原価：電力の発電原価をアルゼンティン国エネルギー庁で使用している方式によって試算した結果は0.0365US\$/kWh となった。

9. 本発電所計画は上記に述べた如く技術的にも、また経済的・財務的にも充分成立することが確認された。更に本計画の建設によって、下記のような間接的な効果が期待される。

- a) 石油、天然ガス代替のための新エネルギー源の開発促進に貢献する。
- b) 地熱発電技術の習得により、南米の国々に対して技術の普及、伝播が可能となる。
- c) 本計画周辺地域の地域振興にも寄与する。
- d) 本計画地域の電力供給の質・信頼度の向上に寄与する。

以上の間接効果も考慮し、総合評価として本計画は早期促進に値する計画であることが結論づけられる。

勸 告

1. 本地熱発電所の建設は南米で最初の本格的発電所であり、技術的にも、また経済的・財務的見地からもフィージブルであるので、南米諸国の地熱発電所の建設・運転・保守・維持管理の技術の普及、伝播にも寄与するので、早期に開発することが期待される。
2. 本計画地点の開発にあたっては、事前の十分な物理探査、既設井を利用した流電電位法による調査、JICAの供与機材による小口径の地質構造ボーリングにより地下構造調査、温度検層、噴気試験等を実施し、本格的な生産井掘削に向けて準備を推進することが望まれる。
3. 本報告書では発電出力を30MWと設定しているが、更に調査範囲を拡大すれば蒸気卓越型貯留層でも出力の増加が期待でき、また、1,400mより深部においても、熱水卓越型貯留層の存在が推定されているので、発電所増設を目指して今後継続して調査を実施することが推奨される。

第1章 序 論

第1章 序 論

目 次

	頁
1.1 計画の背景	1 - 1
1.2 Neuquén州北部地熱開発計画の経緯	1 - 2
1.3 業務内容	1 - 3
1.3.1 調査目的	1 - 3
1.3.2 調査対象地域	1 - 3
1.3.3 調査範囲	1 - 3
1.3.4 調査内容	1 - 3
1.4 調査工程および参加者リスト	1 - 5
1.4.1 調査工程	1 - 5
1.4.2 現地調査業務	1 - 5
1.4.3 参加者リスト	1 - 6

List of Table

Table 1-1 Work Schedule

第1章 序 論

1.1 計画の背景

アルゼンティン共和国は、石油を始め、天然ガス、石炭、ウラン等あらゆるエネルギー資源を持つ、恵まれた資源国である。石油に関しては、国内での油田開発を進め、1983年には遂に輸入依存を「ゼロ」とし、完全国内自給を達成している。

一方、エネルギー消費の点から見ると、再生産の不可能な化石エネルギーへの依存度が極めて高く、石油52%、天然ガス30%、石炭2%、計84%（1990年）となっている。

アルゼンティン政府は、エネルギー需給構造の目標を示す国の総合エネルギー計画として“PLAN ENERGETICO NACIONAL 1986-2000”（国家エネルギー計画）を策定しており、①豊富な埋蔵量を誇る天然ガス利用を増大させ、徐々に石油との代替を進めていくこと、②新しい供給資源の探究、開発を強化すること、を基本的な考え方としている。

これに基づき、長期計画及び電源の多様化が図られているが、地熱発電は比較的短期間に実現可能なエネルギー資源として位置づけられている。

1979年に「国家地熱開発基本計画（大統領令第3408号）」が公布され、国内の地熱資源開発を目的とした調査、研究及び技術開発の振興に国家資金を充当することを認めた。

1980年3月にはこの基本計画を実施するため1980～1984年にわたる「地熱開発実施計画」が策定された。これにより、石油代替エネルギー開発政策の一環としての位置付けとともにAndes山系沿いの山岳地域半乾燥地域に地熱発電によるローカルエネルギー源を確保して、これを民生用、鉱物資源開発、牧畜あるいは新規産業開発に振向け、同国内での社会的、経済的後進地域の開発振興を図ることとした。これは国内の有望地域の抽出と概略の評価を比較的短期間で実施したものであり、全国を7つのブロックに分けて初期調査が実施された。この結果、全国に10ヶ所の有望地域が抽出された。

その中でNeuquén州のCopahue地域は最も調査が進んでおり、2本の調査井から蒸気の産出に成功するなど、よい調査結果を収めている。ここでは、2本の中1本の井戸から産出する蒸気を用いて1988年4月以来、設備出力670kWのパイロットプラントが運転されている。これは南米大陸最初の地熱発電所である。

アルゼンティンの地熱調査・開発は、1985年11月以降エネルギー庁のイニシャティブの下、Ente Provincial de Energía del Nequén (EPEN)の中に設立されたCentro Regional de Energía Geotérmica del Neuquén (CREGEN)によって一元的に実施されている。

1.2 Neuquén州北部地熱開発計画の経緯

アルゼンティン政府は、前述の情勢の元に、1981年6月、日本政府に対し、地熱開発についての協力要請を行った。この要請を受けて、1981年9月、国際協力事業団（JICA）より予備調査団が派遣され、アルゼンティン政府から地熱調査候補地点として示された4地域について総合的に検討した。これらのうちMendoza州Tupungato地域を第一順位とするが、今後予定されるJICA調査団による技術的再評価の実施を勧告した。

次期調査団は、これを受けて既存資料等を国内にて再検討し、Tupungato地域はその地質環境から火山性地熱賦存の可能性が高く、かつ先方政府の早期開発の希望も強いので、この地域を第一順位とする案をもって1981年12月に現地入りしたところ、相手政府より新たにNeuquén州北部地域を最優先順位として調査して欲しい旨、強い要請を受けた。

JICA調査団は、この要請に基づき、前述のTupungato地域と当該Neuquén州北部地域共に現地調査を行い、比較検討の結果、先方政府の意向も十分配慮の上、地熱開発協力調査対象地域として、Neuquén州北部地域を選定することとし、アルゼンティン側との合意を得た。

これに基づき、Domuyo地域を最終的に選出し、同地域の地熱エネルギーを評価することすなわち、当該地区に於ける貯留層を推定し、そのタイプ、範囲、深度、規模等を推定し、併せてその後、行われる探査の為の調査井掘削計画を策定する調査を1982年1月から1984年12月までの3年間にわたり実施した。その結果、当該地域での地熱ポテンシャルは非常に有望であると判明した。

1986年7月アルゼンティン大統領の来日を契機として、JICAは1987年3月調査団を派遣し、さらなる協力の可能性につき、アルゼンティン政府と協議を行うとともに、現地踏査を実施した結果、より開発のステージが進んでいるNeuquén州Copahue地区が今後の調査協力対象地域として最適である旨を、アルゼンティン政府に勧告した。

その後、アルゼンティン政府のCopahue地区に関する調査協力の正式要請を受け、1987年7月さらに事前調査団を派遣し、Copahue地区の地熱開発調査に係るS/W（“Scope of Work of the Feasibility Study on the Northern Neuquén Geothermal Development Project”）が締結された。

1.3 業務内容

1.3.1 調査目的

本調査の目的はNeuquén州Copahue地域における地熱エネルギーポテンシャルを詳細に評価し、最適開発計画を策定すること、および本調査を通じアルゼンティン国側カウンターパートに対し技術移転を行うことにある。

1.3.2 調査対象地域

調査対象はNeuquén州Copahue地区を中心とした地域とする。

1.3.3 調査範囲

これまでに調査対象地域で実施された地質、地化学、物理探査の調査結果を再検討し、これに基づき調査井を掘削、坑井調査を行うとともに、貯留層評価等を通じて地熱ポテンシャル詳細評価を行い、地熱発電のフィージビリティ調査を行うことまでを範囲とする。

1.3.4 調査内容

本調査は第1ステージ（地熱資源量の評価）および第2ステージ（フィージビリティ調査）の2段階に分けて実施する。

(I) 第1ステージ

第1ステージの業務は更に次の3ステップに分けることが出来る。

第1ステップ： 既往調査資料を収集検討すると共に、野外調査を行って、地熱系モデルを作成し、新たな調査井1本の掘削位置を選定する。合わせて電力事情と経済的観点から、この計画の位置付けを予備的に検討する。

第2ステップ： 小坑径の調査井1本（COP-3）の掘削を行う。

ボーリング機械はJICAが供与し、掘削作業の技術指導をJICAチームが行う。

第3ステップ： 新たに掘削された調査井について地質、地化学調査と坑井試験を行う。得られた資料と、第1ステップでの検討結果と合わせて解析することにより、地熱系モデルを構築する。これに基づいて地熱資源量の評価作業を行う。

(2) 第2ステージ

第1ステージの結果に基づき、本計画の最適発電出力、最適サイトの決定を行うと共に、社会経済、環境調査、フィージビリティ設計、工事費積算、経済・財務評価を実施する。

1.4 調査工程および参加者リスト

1.4.1 調査工程

調査は1987年11月に開始され、第1ステップの調査結果は1988年3月に「プログレスレポート」として提出された。第2ステップの調査井掘削は1989年1月に開始された。計画では5月には掘削終了の予定であったが、諸種のトラブルに見舞われたため、2回のスケジュール変更が行われ、1991年5月に深さ1,065mで掘削を終了した。(掘削作業の不調に伴う作業工程の変更は、1989年7月及び1990年7月の2回、JICAミッションがアルゼンティン国に赴き協議の上決定された。)調査井掘削終了に引き続き、既に吹雪が始まった標高2,000mのサイトで坑井試験装置の設置作業が進められ、1991年6月1日調査井COP-3は噴気に成功した。調査井の掘削及びこれに関連した坑内検層、コア調査、坑井地化学及び坑井試験結果を総合的に検討し、本計画地域の地熱資源量の評価を行い、「中間報告書」としてまとめられ1991年10月提出された。

第2ステージは1991年11月に開始され、現地での資料収集、打合せに基づき国内解析を実施してその結果が1992年3月、「最終報告書草案」としてとりまとめられた。アルゼンティン側に説明後、1992年5月に「最終報告書」が作成された。

Table 1-1 に調査工程を示す。

1.4.2 現地調査業務

1987年11月から1992年3月までの期間に調査団は以下に示す日程で現地作業を実施した。

第1ステージ

- 第1ステップ	1987年11月24日	～	1988年1月22日	第1回現地調査
	1988年3月20日	～	1988年3月31日	プログレスレポート説明
- 第2ステップ	1988年10月7日	～	1989年5月22日	調査井掘削指導
	1989年11月22日	～	1990年3月30日	"
	1990年12月17日	～	1991年3月30日	"
	1991年3月11日	～	1991年3月31日	検層・コア調査
	1991年4月5日	～	1991年6月10日	調査井掘削指導
- 第3ステップ	1991年5月15日	～	1991年7月10日	検層・坑井試験・地化学調査
	1991年10月22日	～	1991年11月5日	中間報告書説明

第2ステージ

1991年11月26日 ～ 1991年12月25日 第2回現地調査
1992年3月16日 ～ 1992年3月30日 最終報告書案説明

1.4.3 参加者リスト

本調査に関連したカウンターパートおよび調査団員は下記の通りである。

(1) カウンターパート

Neuquén州政府

Ing. Alfredo Pujante : Secretaria de Estado de Energia y Minería
*Ing. Luis E. Galardi : Secretaria de Estado de Energia y Minería
Lic. Garciela Misa de Romero : Asesora en Planificacion Energetica

EPEN/GREGEN

Ing. Ricardo D'Angelo : Presidente
*Ing. Roberto Della Negra : Administrador General
Ing. Roberto Malcotti : Gerente de Ingenieria
*Ing. Alfredo H. Esteves : Director de Nuevas Fuentes de Energia
Ing. Jose L. Sierra : Director de Nuevas Fuentes de Energia
Lic. Mario O. Gings : Departamento de Geologia
Lic. Luis C. Mas : Geologia Mineralogia de Alteración
Ing. Delio G. Lanchas : Geofísica
Ing. Nestor R. Dominguez : Ingeniería de Perforación
Ing. Graciela E. Pedro : Ingeniería Geoquímica y de Reservorio
Ing. José A. Dates : Ingeniería Mecánica
Sr. Ricardo F. Kubli : Jefe de equipo de perforación
Sr. Modesto Villalba : Jefe de turno de perforación
Sr. Juan Perazzi : Jefe de turno de perforación
Sr. Juis Torres : Jefe de turno de perforación
Sr. Daniel Bomaiuto : Administrativo
Ing. Ruben O. Levi : Gerencia de Operacion
Ing. Hugo O. Insaurrealde : Director de Planificacion Tecnica
Ing. Alberto M. Fedele : Dpto. Planes y Programas

(2) JICA調査団

第1ステージ

総括	: 藤田 武俊	調査井掘削指導	: 掛川周男○
地質調査	: 阿部 信	"	: 木間塚道義○
"	: 山田 守	"	: 中山 勇○
"	: 戸高 法文	"	: 石井佐市○
地化学探査	: 鈴木 敏	"	: 堀口 進○
"	: 伝法谷宜洋*	発電設備	: 増野 昇
"	: 石井秀夫	電力調査	: 木田橋勉
物理探査	: 福井幸夫	社会・経済	: 佐藤博文
貯留層工学	: 中西繁隆	"	: 平原哲也*
"	: 原田 円		

第2ステージ

総括	: 増野 昇	電力調査	: 松本純治*
土木・環境	: 河合 肇	発電設備	: 佐野孝義*
社会・経済	: 佐藤博文	土木・環境	: 吉田秀雄*
"	: 平原哲也		

[注] ○は日鉱探開株式会社所属、他は電源開発株式会社所属

*は国内作業のみ参加

第2章 アルゼンティン共和国の一般概要

第 2 章 アルゼンティン共和国の一般概要

目 次

	頁
2.1 地 理	2 - 1
2.2 気 候	2 - 2
2.3 人 口	2 - 3
2.4 経済およびエネルギー資源	2 - 4

List of Tables

Table 2-1 Industrial Origin of Gross Domestic Product

Table 2-2 Sectoral Growth Rate of GDP

Table 2-3 External Trade by Product Group

Table 2-4 Major Economic Indicators

第2章 アンゼンティン共和国の一般概要

2.1 地 理

アルゼンティン共和国は南米大陸の東南部に位置している。面積は3,761,274km²（南極大陸部を含む）でBolivia, Brazil, Chile, Paraguay, Uruguayの各国に接している。

首都はBuenos Airesで 2,095千人（周辺部も含めたGran Buenos Airesで7,926千人）の人口を擁する。

アルゼンティンには23の州（含準州）が存在するが、自然・経済条件に従い通常5つの地域に区分される。

Nordeste（東北部）	: Misiones, Corrientes, Formosa, Chaco, Santa Fe（一部）
Noroeste（北西部）	: Salta, Jujuy, Tucuman, Catamarca, Santiago del Estero La Rioja, Cordoba（一部）
Cuyo（クーヨ）	: San Juan, Mendoza, San Luis
Pampa（パンパ）	: Buenos Aires, Santa Fe（一部）, Entre Rios, Cordoba（一部）, La Pampa
Patagonia（パタゴニア）	: Neuquén, Rio Negro, Chubut, Santa Cruz, Tierra del Fuego

国土の西側には Andes山脈が南北に走り、山脈地帯の主要部は標高4000～5000mの山稜をなし、南米大陸の最高峰でもある Aconcagua山(6960m)やTupungato山(6800m)をはじめとする山並が続いている。一方東側にはPampa と呼ばれる大草原が広がる。

主要な河川としてはLa Plata河がある。Brazilに源をもつParana河（全長2500km）および Uruguay河（全長4500km）が合流してLa Plata河となる。Parana河支流にはIguazu河、Paraguay河、Salado del Norte河等がある。このうち大部分が航行可能でアルゼンティンの経済にも大きな影響を与えている。その他 Colorado河、 Negro河、 Chubut河、 Deseado河、 Santa Cruz河が国土を横断するように大西洋に向かって流れている。

2.2 気 候

アルゼンティンは国土が南北に3694kmと長く広がっているため、気候は地域により変化に富んでおり、北から南に向かって亜熱帯、温帯、乾燥帯、寒冷帯の4つに大別される。

年間降雨量は Andes山脈東側と Patagonia地方で 250mm以下、 Pampa地方で 500～1000mm、北東部のMisiones州では1600mmを超える地域もある。

主要都市の年平均気温を以下に示す。

Unit : °C

City		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Buenos Aires	Max.	30	29	26	22	18	15	15	16	18	21	25	29
	Min.	18	17	15	12	9	6	6	6	8	11	13	16
Cordoba	Max.	32	31	28	25	21	19	19	20	23	26	28	31
	Min.	17	16	14	11	7	4	4	5	8	11	13	16
Bariloche	Max.	21	21	18	14	10	7	6	8	10	11	16	18
	Min.	8	8	6	4	2	1	0	0	1	3	5	6

(Source : The South American Handbook)

2.3 人口

アルゼンティンの人口は1991年国勢調査によると32,370,296人で、1980年時点と比較して15.3%の増加となっている。年率に直すと1.4%の増加率となり、ラテンアメリカの中でも低い値である。人口構成は女性が51%、男性が49%で、世帯数は9,878,128である。1989年時点での都市部の人口比率は81.8%であった。

主な州の人口は以下の通りである。

<u>州名</u>	<u>(州都)</u>	<u>人口(人)</u>
Buenos Aires	(Buenos Aires)	12,538,007
Santa Fe	(Santa Fe)	2,782,809
Cordoba	(Cordoba)	2,761,067
Mendoza	(Mendoza)	1,400,142
Tucuman	(San Miguel de Tucuman)	1,136,345
Entre Rios	(Parana)	1,021,042
Salta	(Salta)	863,688
Chaco	(Resistencia)	799,302
Corrientes	(Corrientes)	780,778
Misiones	(Posadas)	779,089
Santiago del Estero	(Santiago del Estero)	670,388
Neuquén	(Neuquén)	385,606

アルゼンティンの人口のうち85%はヨーロッパ系で35%がイタリア系、25%がスペイン系となっている。

2.4 経済およびエネルギー資源

(1) 経済事情

アルゼンティンは世界の穀倉地帯と呼ばれる肥沃なPampa地方を擁し、19世紀末から20世紀初めにかけて農牧産品の輸出が国の基盤固めに大きく貢献した。しかし1930年代の世界恐慌で農牧産品輸出が激減したこと、および第2次世界大戦の政治的不安定から経済政策に一貫性を欠くこともあり、経済は低迷していた。以前より国営企業が国内経済に占める割合が大きかったが、ここ数年、より効率的な経営をめざすため国営企業の民営化をすすめており、運輸、通信、電力といった公共部門もその対象となっている。

国民所得の面からみると、1990年時点で製造業がGDPの20.7%、農牧林業が16.7%、サービス業が13%を占めている。1984~1990年における各セクターにおける成長率の推移をみると、建設業で大きな落ちこみが見られるほか製造業でも4年連続しての低下が見られる。

Table 2-1 に1989・1990年のGDP、Table 2-2 に1984~1990年のGDP 分野別成長率を示す。

貿易面では農牧産品（牛肉、大豆、小麦、とうもろこし等）が伝統的に重要な輸出産品となっている。総輸出額に占める割合も加工食品を含めると40%近くに達する。輸入については化学製品および機械類で約50%を占める。Table 2-3 に1989~1991年の分野別貿易額を示す。

1989~1990年における主な貿易相手国は次の通りである。

輸出： USA, Netherlands, Brazil, Germany, USSR, Italy, Japan

輸入： USA, Brazil, Germany, Bolivia, Italy, France, Japan

その他の経済指標として、為替レート、対外債務、消費者物価指数、失業率をTable 2-4 に示す。

**Table 2-1 Industrial Origin of Gross Domestic Product
(Factor Cost, 1970 prices)**

Unit: Million Australes

Item	1989		1990	
	Value	%	Value	%
Agriculture, livestock & fishing	1,382.6	15.3%	1,518.0	16.7%
Mines & quarries	263.2	2.9	259.1	2.9
Manufacturing	1,972.1	21.9	1,878.2	20.7
Construction	209.0	2.3	169.7	1.9
Electricity, gas, water	492.2	5.5	489.4	5.4
Commerce, restaurants & hotels	1,196.6	13.3	1,176.9	13.0
Transport & communications	1,065.2	11.8	1,103.4	12.2
Finance, insurance, etc.	745.5	8.3	760.5	8.4
Community, social & personal services	1,698.5	18.8	1,708.1	18.8
Total	9,025.0	100.0	9,063.4	100.0

Source: EIU Country Profile 1991-92 (Argentina)

**Table 2-2 Sectoral Growth Rates of GDP
(% real change on previous year)**

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Agriculture, livestock & fishing	3.1	-1.7	-3.2	3.0	-0.7	-2.9	9.8
Mines & quarries	-0.6	-2.6	-3.8	0.2	9.5	3.2	-1.5
Manufacturing	4.0	-10.3	13.0	-0.6	-6.9	-7.1	-4.6
Construction	-20.0	-6.7	9.7	14.7	-14.5	-31.6	-18.8
Electricity, gas, water	6.5	1.3	7.4	6.1	4.9	-1.3	-0.6
Commerce, restaurants & hotels	4.5	-8.3	8.7	1.4	-5.7	-8.1	-1.7
Transport & communications	5.5	-3.8	5.0	2.6	-2.7	-3.0	3.0
Finance, insurance, etc.	1.2	-1.2	7.1	2.9	-0.6	-2.5	2.0
Community, social & personal services	2.7	2.2	1.6	2.2	1.7	1.2	0.6
Total	2.6	-4.3	5.6	2.3	-2.7	-4.4	0.4

Source: EIU Country Profile 1991-92 (Argentina)

Table 2-3 External Trade by Product Group

Unit: Million US dollars

Exports by product group						
	1989	%	1990	%	1991*	%
Processed foods & tobacco	1,923	20.1	1,998	16.2	779	17.0
Agricultural products	1,557	16.3	2,598	21.0	1,111	24.3
Metals & metal products	1,222	12.8	1,105	8.9	355	7.8
Animal products	909	9.5	1,027	8.3	417	9.1
Oils & fats	880	9.2	1,119	9.1	520	11.4
Chemicals	533	5.6	556	4.5	188	4.1
Textiles	451	4.7	577	4.7	181	4.0
Skins & hides & products	438	4.6	555	4.5	223	4.9
Machinery	427	4.5	463	3.7	1,365	29.8
Mineral products	352	3.7	938	7.6	336	7.4
Plastics	244	2.5	244	2.0	67	1.5
Transport equipment	189	2.0	205	1.7	85	1.9
Paper	154	1.6	218	1.8	45	1.0
Total incl. others	9,579	100.0	12,354	100.0	4,575	100.0

Imports by product group						
	1989	%	1990	%	1991*	%
Chemicals	1,080	25.7	1,036	25.4	513	21.1
Machinery	1,079	25.7	963	23.6	680	28.0
Mineral products	554	13.2	509	12.5	242	10.0
Metals & metal products	399	9.5	277	6.8	176	7.3
Transport equipment	239	5.7	282	6.9	133	5.5
Plastics	224	5.3	264	6.5	172	7.1
Optical & scientific equipment	185	4.4	196	4.8	115	4.7
Agricultural products	126	3.0	106	2.6	59	2.4
Textiles	74	1.8	96	2.4	93	3.8
Total incl. others	4,202	100.0	4,079	100.0	2,426	100.0

* Note: January - May

Source: EIU Country Profile 1991-92 (Argentina)

Table 2-4 Major Economic Indicators

	Exchange Rate (Austral/US dollar)	External Debt (million dollars)	Consumer Price Index (1980 = 100)	Unemployment (Percent)
1986	0.943	52,450	90.0	5.9
1987	2.144	58,423	131.6	5.2
1988	8.753	58,706	342.7	5.7
1989	423.340	64,745	3,079.2	6.1
1990	4,895.430	60,900	2,314.0	7.1
1991	9,435.77 ^{*)}	—	223.2	—

^{*)} Note : January - September

Source : EIU Country Profile 1991-1992 (Argentina)

(2) エネルギー資源

アルゼンティンは石油、天然ガス等の資源が豊富なおよび水力発電、原子力発電等によりエネルギーについてはほぼ自給を達成している。従って国内で比較的未開発の石炭および天然ガスを極く少量輸入しているに過ぎない。

(a) 石油

主要油田地帯は Neuquén 州の Plaza Huincul をはじめ Santa Cruz, Chubut, Mendoza その他の州に広範囲に分布しており、長距離パイプラインにより主要需給地である Buenos Aires へ送られている。

1989年における石油の確認残存埋蔵量は $344,010 \times 10^3 \text{ m}^3$ で同年の生産量は $26,650 \times 10^3 \text{ m}^3$ である。

(b) 天然ガス

政府の方針により石油消費の抑制策を打ち出しているため、天然ガスの使用量は近年急激に増大しつつある。

主産地は Neuquén 州、Santa Cruz 州、Salta 州など需給地とは離れた所で、長大なパイプラインにより供給されている。

1989年における天然ガスの確認残存埋蔵量は $681.123 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、同年の生産量は $24.167 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

(c) 石 炭

石炭埋蔵量は 860×10^6 トンと見積られており、年間平均40万トンの生産がなされている。最大の炭鉱は南西部のSanta Cruz州のRio Turbio地域である。

(d) 水 力

広大な国土と雨量に恵まれ、アルゼンティンの包蔵水力は約50百万kWと推定されており、約 $200 \times 10^3 \text{ GWh}$ の電力量を発生することが出来る。現状は包蔵水力の約10%しか開発されおらず、約90%が未開発のままである。これら包蔵水力のうちUruguay、Paraguayとの国境を流れる国際河川のUruguay河、Parana河に大きなポテンシャルがあるのが特色となっている。

また、Neuquén州境のRio Limay水系にもかなりポテンシャルがあり、既にその一部はHIDRONORにより開発されている。

水力発電のポテンシャルの多くは、他のエネルギー資源と同様需要地から遠隔な地域に位置しているため、高電圧の長距離送電線を必要とし、送電損失に加え輸送コストが高くなる問題を抱えている。

(e) ウラン

アルゼンティンは中南米諸国のうちではBrazilと共に原子力の分野では先進国であり、重水型原子力発電所の建設を中心としてウラン資源開発、重水製造、核燃料製造等積極的な活動を行っている。また、ウランの埋蔵量にも恵まれている。

第 3 章 計画地域の概要

第 3 章 計画地域の概要

目 次

	頁
3.1 位置および地形	3 - 1
3.2 気 候	3 - 1
3.3 植 生	3 - 2
3.4 産 業	3 - 2

List of Table

Table 3-1 **Climate of Project Area**

List of Figures

Fig. 3-1 **Location Map of Project Area**

Fig. 3-2 **Wind Directions and Intensity Zones at Project Area**

第3章 計画地域の概要

3.1 位置および地形

計画地域はFig. 3-1 に示すように、南緯37° 50'、西経71° 05'、Buenos Airesの西南西約1,170kmのChile国境に接する地域に位置している。

Neuquén市と計画地域との間はZapala, Las Lajas, Loncopueを經由して約360mの国道と州道で結ばれている。また、夏期には定期航空便が就航している。

計画地域はAndes山脈の脊梁部に位置し、Volcan CopahueやPaso Copahueに代表されるように太平洋と大西洋の分水嶺をなしている。

本地域の地形的な特徴は、本計画地域を取り囲む環状山地と氷河による浸食である。環状山地は北西-南東約19km、北東-南西約14kmの角張った盆地状地形をなし、計画地域はその北西部に位置している。環状山地はその西の部分を除き、山頂部に標高2,200m~2,400mの平坦面を持ち、盆地中央に向かって高さ500m前後の急傾斜をなすが、外側に向かっては10°前後の緩やかな斜面を残しており、カルデラによる地形であることを窺わせている。

一方、この地域は洪積世に広く氷河に覆われ、その浸食を強く受けている。前述の環状山地の山頂部は、標高2,200m~2,400mの平坦面を成しているが、この部分に明らかな氷河の擦痕が残されており、この標高がある時期の氷食の下端面であった可能性がある。この面は最も新しい時期の火山である、Volcan Copahueの中腹部及び盆地の中腹部である標高2,043.9mのLas Maquinasの頂上部にも認められている。

更に、氷食は谷氷河の形をなして下刻し、より低部を細部にわたって浸食している。すなわち、Paso CopahueからLago Las Mellizasの2つの湖を通る流れ、Arroyo Trolope上流からRio Agrioと合流して盆地より流れ出る部分、Lago Agrioの二条の流れ、Cajon ChicaからHualcopen部落への流れ、Hualcopen本流等がそれである。

カルデラの陥没によるとされている急崖は、殆ど氷河によるU字谷の浸食面である。このため、地形からカルデラの陥没の証拠を掴むことが困難になっている。

3.2 気候

計画地域は南部Andes山地に属しており、年間降雨量はVolcan Copahueで約2,000mmであるが、環状地の北東に位置するGendarmeria Nacional(Escadron Las Lajas)で観測され

た1年間の降雨量データによると Table 3-1 に示すように推定で1,155mmとなっており、Neuquén市周辺の150mmと比較すると多いが、その殆どが冬期間の降雪によるものである。年間降雪日数は上記のデータによると、162日となっており5月～10月の6ヶ月間に及んでいる。

上記データによると、気温は年平均で6.9℃であり、最高日平均気温及び最低日平均気温は、それぞれ2月の24℃,8月の-14℃となっている。

風速はやはり上記のデータによると、年平均風速が21m/sで各月の日平均風速はあまり大きな変化はない。なお、スキー場計画のために州政府によって1988年から1989年にかけて測定された結果を Fig. 3-2 に示すが、卓越風向は4月から9月までは西風で10月から3月にかけては南西風となっている。一般に計画地域は全期間を通じて風の強い地域であり太平洋からの西風がVolcan Copahueに遮られて、旋回流となり計画地域に流れ込む風とVolcan Copahueの北方のAndes山脈の低い領域を通して直接流れ込む風の2種類に分けられる。計画地点の風力は6月～8月の冬季に最大で35m/hを記録している。

3.3 植 生

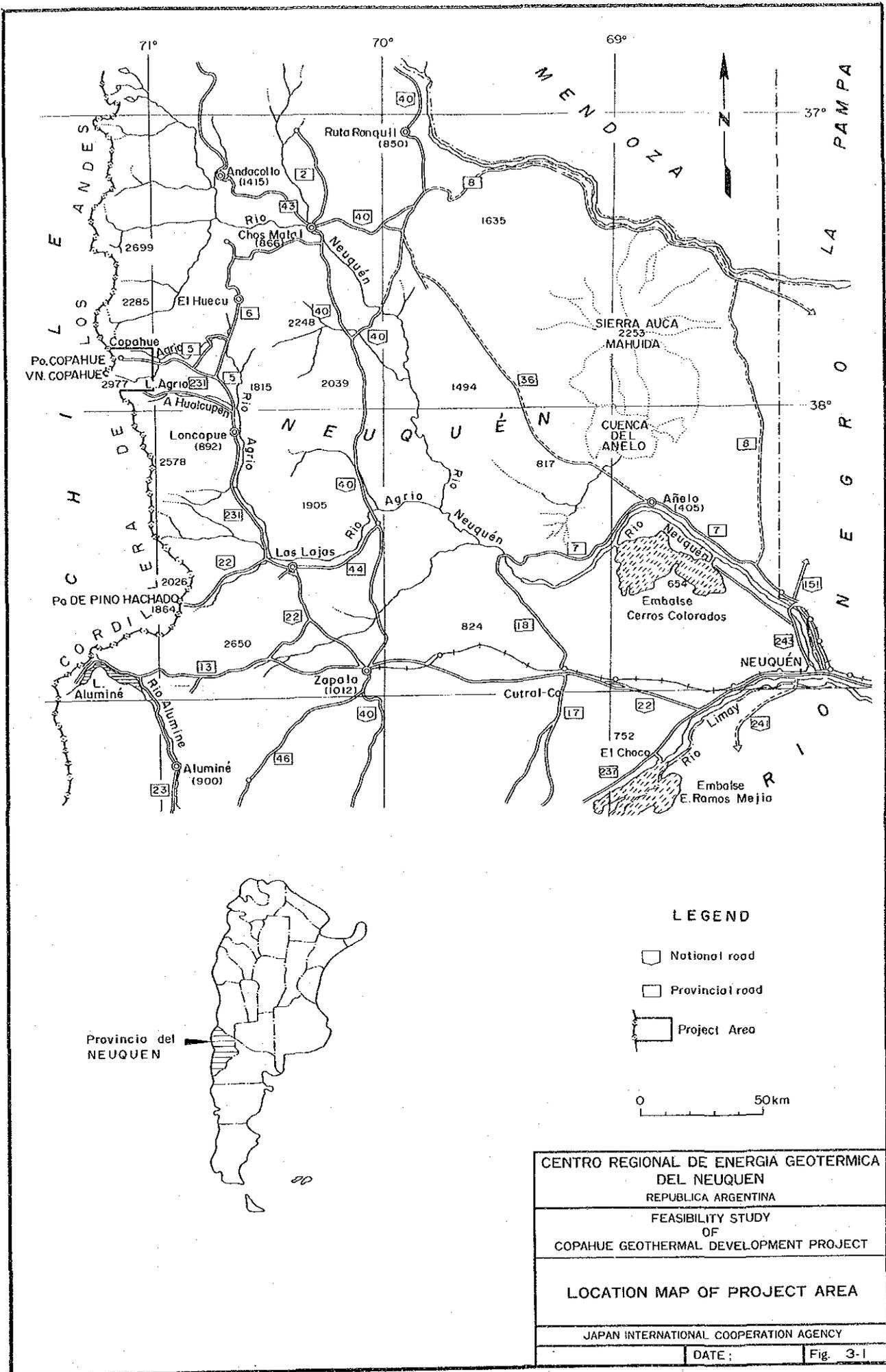
上記のような気候を反映して、計画地域には全体として岩肌が露出しており、高原性の乾燥に強い植物が点々と生えている程度で、不毛の状態と言える。しかし、盆地の東部には僅かながら灌木と草が、西部の山岳地域の一部にはアラウカリアの巨木が分布している。

3.4 産 業

計画地域は、気候的にも、また岩肌の露出した土地柄から農業には適していない。しかし、盆地の東部には僅かではあるが、灌木と草が生えており羊や山羊の放牧が夏期を中心に行われている。

また、温泉を利用した大規模な保養設備がTermas de CopahueとLas Maquinasにあって、夏の期間には賑わっているが、これらも冬季には閉鎖されている。Lago Agrioの西側斜面には州立を含め数軒のホテルや体育館等の設備があって、特に冬のスキーシーズンには観光客が多くみられる。

本地域は風光明媚な土地柄であるので、地熱発電所及び地域の観光開発によって、観光地として発展することが期待される。



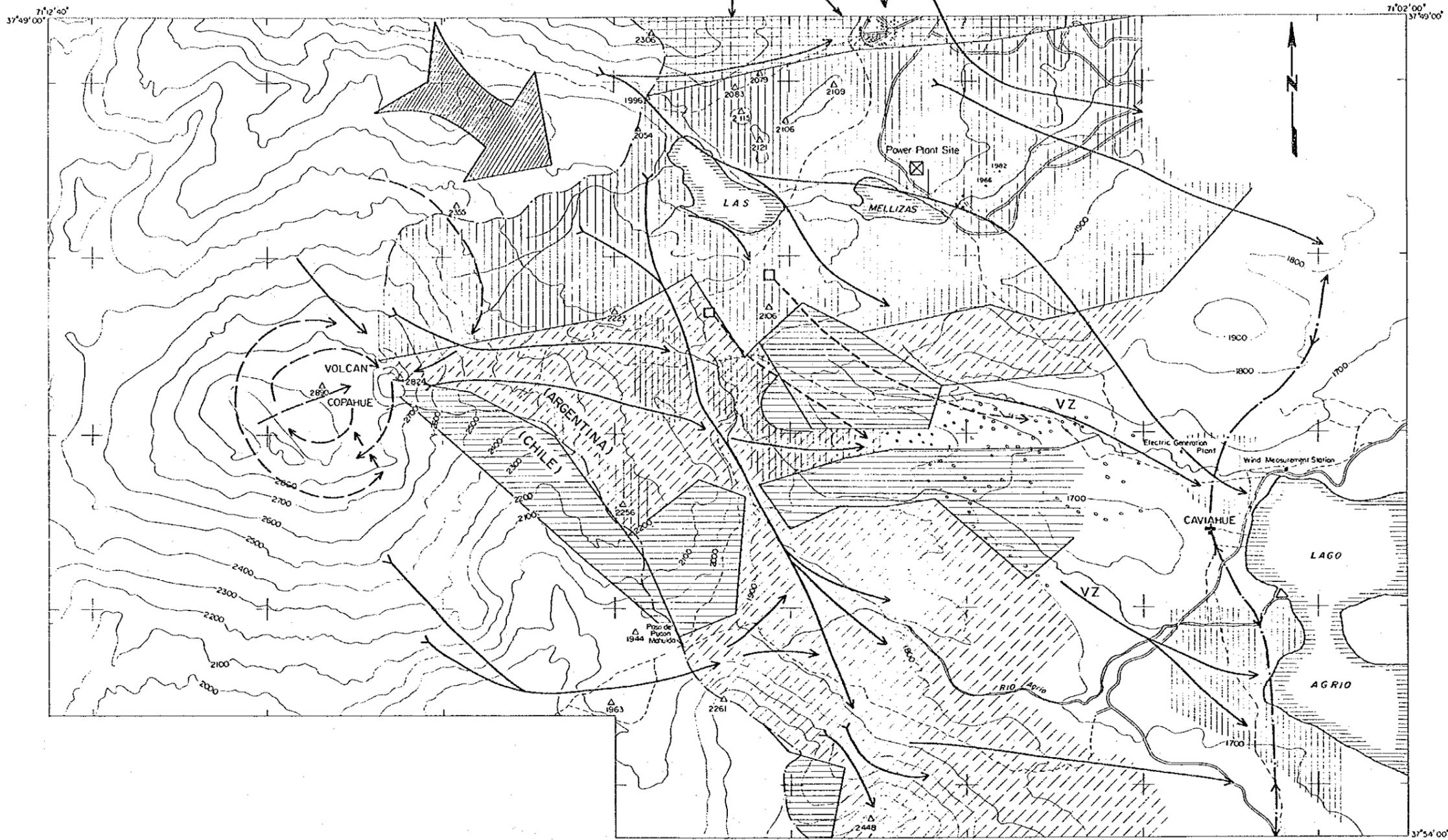
Provincia del NEUQUEN

LEGEND

- National road
- Provincial road
- Project Area

0 50km

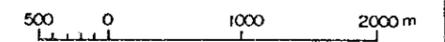
CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
 DEL NEUQUEN
 REPUBLICA ARGENTINA
 FEASIBILITY STUDY
 OF
 COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT
 LOCATION MAP OF PROJECT AREA
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 DATE: Fig. 3-1



LEGEND

Zones of wind intensity (by employment of traces)	Maximum wind
	More than 165 km/hr 1988/1989
	Jun. 130 Jul. 129 Aug. 122 1989
	Mar. 81 Apr. 95 May 93 1989
	to 15 km/hr 1989
	30 km/hr 1989
	between 130 and 80 km/hr 1989

- Principally predominated direction and intensity
- Circulation and rotation (Microclimate type)
- Very high winds (by depressions)
- Consolidated direction by topographical conformation
- Local wind in summer
- International border line
- Triangulation point
- Road
- Wood land path
- Lake
- Building



CENTRO REGIONAL DE ENERGIA GEOTERMICA
DEL NEUQUEN
REPUBLICA ARGENTINA

FEASIBILITY STUDY
OF
COPAHUE GEOTHERMAL DEVELOPMENT PROJECT

**WIND DIRECTIONS AND INTENSITY ZONES
AT PROJECT AREA**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DATE:	Fig. 3.2
-------	----------

Table 3-1 Climate of Project Area

Item	Unit	1990												1991												Remarks
		Oct.		Nov.		Dec.		Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May		June		July		Aug.		Sep.		
1. Precipitation Estimated Precipitation Rainfall Days	mm	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9	900	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Annual Precipitation = 1,155 mm Annual Rainfall = 34 days
	day	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	20	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2. Snowfall Max. Snowfall Snowfall Days	m	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.45	0.55	3.8	2.9	2.8							Annual Snowfall = 162 days
	day	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	30	30	30	30							
3. Temperature Average Temperature Max. Daily Average Temp. Min. Daily Average Temp.	°C	2	5	7	18	20	20	18	20	20	20	20	18	10	5	5	-8	-10	-5							Annual Average Temperature = 6.9°C Maximum Temperature = 24°C Minimum Temperature = -14°C
	°C	6	12	16	22	24	24	22	24	24	22	20	12	8	8	5	5	5	8							
	°C	-2	2	3	12	10	8	8	12	10	8	8	2	2	-8	-8	-12	-14	-12							
4. Wind Daily Average Wind Speed Days More Than 11 m/s Predominant Wind Direction	m/h	25	25	24	25	17	17	25	17	17	17	19	22	19	22	19	19	22	22							Annual Average Wind Speed = 21 m/h Annual Wind Speed = 285 days (More than 11 m/h)
	day	20	25	12	25	25	25	25	25	25	25	25	28	25	28	30	30	30	30							
	-	SH	SH	SH	SH	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	W	W	W	W	W	W	W							

Source: Gendarmeria Nacional (Escadron Las Lajas)

第4章 電力需要と供給計画

第 4 章 電力需要と供給計画

目 次

	頁
4.1 アルゼンティンにおける電力供給の現状	4-1
4.1.1 アルゼンティンにおける電力供給体制	4-1
4.1.2 電力供給事業における規制と運用	4-2
4.1.3 アルゼンティンにおける電力エネルギーの供給と消費	4-3
4.1.4 アルゼンティンにおける電力供給設備	4-6
4.2 アルゼンティンにおける電力需要想定と開発計画	4-8
4.2.1 需要想定	4-8
4.2.2 開発計画	4-9
4.3 Neuquén州における電力の供給と需要	4-13
4.3.1 Neuquén州における電力事業およびエネルギー事情	4-13
4.3.2 電力需要	4-17
4.4 Neuquén州における電力系統	4-24
4.4.1 Neuquén州における発電設備	4-24
4.4.2 Neuquén州における送・変電設備	4-26
4.4.3 電力需要想定	4-29
4.5 Neuquén電力系統より見た本計画の位置づけ	4-33
4.5.1 地熱発電開発の規模	4-33
4.5.2 本計画が完成することによりNeuquén電力系統に対する貢献	4-33
4.5.3 30MW地熱発電所の完成に伴う系統構成	4-35

List of Tables

Table 4-1	Historical Energy Supply in Argentina
Table 4-2	Historical Energy Consumption in Argentina
Table 4-3	Energy Loss of Total Argentina
Table 4-4	Total Installed Capacity of Argentina
Table 4-5	Forecast of Long Term Electric Energy Demand
Table 4-6	Present and Forecast Generating Facilities
Table 4-7	Projection of Total Investment of Energy Sector
Table 4-8	Evolution of Number of Customers by Category
Table 4-9	Energy Sales by Sector (1990)
Table 4-10	Energy Sales and Population by Region (1986)
Table 4-11	EPEN Energy Supply Balance
Table 4-12	Central System Generating Facilities in Neuquen Province (1990)
Table 4-13	Generating Facilities of EPEN (1990)
Table 4-14	Transmission Line Length in Neuquen Province (1990)
Table 4-15	Transformer Installed Capacity in Neuquen Province (1990)
Table 4-16	Long Term Load Forecast EPEN (1987-2000)

List of Figures

Fig. 4-1	Electric Energy Balance (1989)
Fig. 4-2	Power Development Program SIN System (1985-2000)
Fig. 4-3	Transmission Network 1996-2000
Fig. 4-4	Monthly Energy Sales EPEN 1986
Fig. 4-5	Typical Daily Load Curve EPEN Weekday (July 1987)
Fig. 4-6	Energy Supply to Users EPEN 1989
Fig. 4-7	Transmission System EPEN
Fig. 4-8	Energy Demand Forecast EPEN
Fig. 4-9	System Diagram EPEN 1990
Fig. 4-10	System Diagram EPEN after Geothermal Power Plant Installed

第4章 電力需要と供給計画

4.1 アルゼンティンにおける電力供給の現状

4.1.1 アルゼンティンにおける電力供給体制

アルゼンティンは国土も広く、隣国との国際河川の共同開発もあり、多くの公営電力事業者が存在する。主なものを下記に示す。

① AyEE (Agua y Energia Electrica)

(国営水利電力公社)

AyEEは電力及び灌漑用水などの全国向け供給を目的として1947年創立された。

② SEGBA (Servicios Electricos del Gran Buenos Aires)

(大ブエノスアイレス電力会社)

SEGBA前身の会社CATEは1889年に設立され、その後1920年にはCHADE、1936年にはCADEと変更があった。1958年には政府の100%買収により現SEGBAとなる。1958年同社の設備容量は693MWであった。

③ EPEC (Empresa Provincial de Energia de Cordoba)

(コルドバ州電力会社)

EPECは1953年にコルドバ州政令により設立

④ DEBA (Direccion de la Energia de la Provincia de Buenos Aires)

(ブエノスアイレス州電力局)

DEBAは政令により1947年に設立。

⑤ HIDRONOR (Hidroelectrica Norpatagonia S.A.)

(北部パタゴニア水力発電会社)

HIDRONORは1967年に設立。

⑥ CNEA (Comision Nacional de Energia Atomica)

(国家原子力委員会)

CNEAは1950年に原子力委員会(CNEA)が政令に基づき原子力関係のすべての活動を監理運営する目的で設立された。

⑦ CTM (Comision Tecnica Mixta de Salto Grande)

(サルト・グランデ二国間技術委員会)

CTMはアルゼンティンとUruguayの国境を流れるUruguay川の開発のために両国の共同出資により1964年に設立された国際機関である。

⑧ EBY (Entidad Binacional Yacyreta)

(ヤシレタ二国間機関)

EBYは1960年にParaguay国との共同出資によるParana川のYacyreta水力発電所(設備出力2,700MW) 建設計画のために設立された。

⑨ COMIP (Comision Mixta Argentino-Paraguaya del Rio Parana)

(パラナ川アルゼンティン-パラグアイ二ヶ国委員会)

COMIPはParana川のCorpus水力発電所(設備出力4,020MW) 建設のためParaguay国との共同出資により設立された。

この他にも地方の州電力会社、共同組合(Cooperativa)、自家発電設備等がある。

4.1.2 電力供給事業における規制と運用

アルゼンティンにおける電力供給は公共サービス省管下のエネルギー庁が管轄し、電力供給の最終責任を負っている。

また国際河川開発のために設立されたCTM, EBY, COMIPに送るアルゼンティン代表は外務省の管轄下にある。またCNEAは直接大統領府の統制下にある。

これら各電力会社の発電設備は全国連系システム(Despacho Unificado de Cargas : DUC)によって統轄されている。

各州政府も直接電力供給のための公社を設立するとともに共同組合を統轄している。

本報告書で対象とするNeuquén州においては州内の電力行政を主管する機関としてEnte Provincial de Energia del Neuquén (EPEN)を設立し、州内の発送電設備を建設するとともに州内にあるHIDRONORの建設した水力発電所およびAyBEの火力発電所からも電力供給をうけている。

4.1.3 アルゼンティンにおける電力エネルギーの供給と消費

アルゼンティンにおける電力供給量を Table 4-1 に示す。

Table 4-1 Historical Energy Supply in Argentina

(Unit : GWh)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Oil Thermal	14,095	13,442	12,061	13,920	15,805	20,646	21,239
Diesel	699	776	714	694	634	605	578
Gas Turbine	2,365	2,206	2,371	3,766	3,363	5,756	6,328
Hydro	18,334	19,785	20,554	20,936	21,819	15,179	13,253
Nuclear	3,405	4,641	5,766	5,711	6,465	5,798	5,038
Total	38,898	40,830	41,466	45,027	48,086	47,984	46,437

(Source : EPEN)

本表で見ると限りにおいては発電の主流は石油火力発電であることがわかる。但し、政府は豊富に存在する水力エネルギーの開発に着目しており、近い将来において水力発電によるエネルギー供給が主流を占めることになるものと思われる。

上記の電力エネルギー供給に対して需要実績を Table 4-2 に示す。

Table 4-2 Historical Energy Consumption in Argentina

(Unit : GWh)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Residential	9,034	9,578	9,746	10,540	11,771	11,130	10,579
Commercial	3,326	3,568	3,553	3,665	3,754	3,506	3,280
Industrial	15,227	15,635	15,455	16,955	18,174	18,916	17,643
Others	3,933	4,312	4,070	4,480	4,697	4,839	4,658
Total	31,520	33,093	32,824	35,640	38,396	38,391	36,160

(Source : EPEN)

本表によれば工業に対する電力エネルギー需要が全体の約48%を占め、ついで家庭用に対する電力需要が全体の約30%を占めている。

Table 4-1, Table 4-2 を比較すると、アルゼンティンにおける電力エネルギーの損失率は Table 4-3 の通りである。

Table 4-3 Energy Loss of Total Argentina

(単位：%)

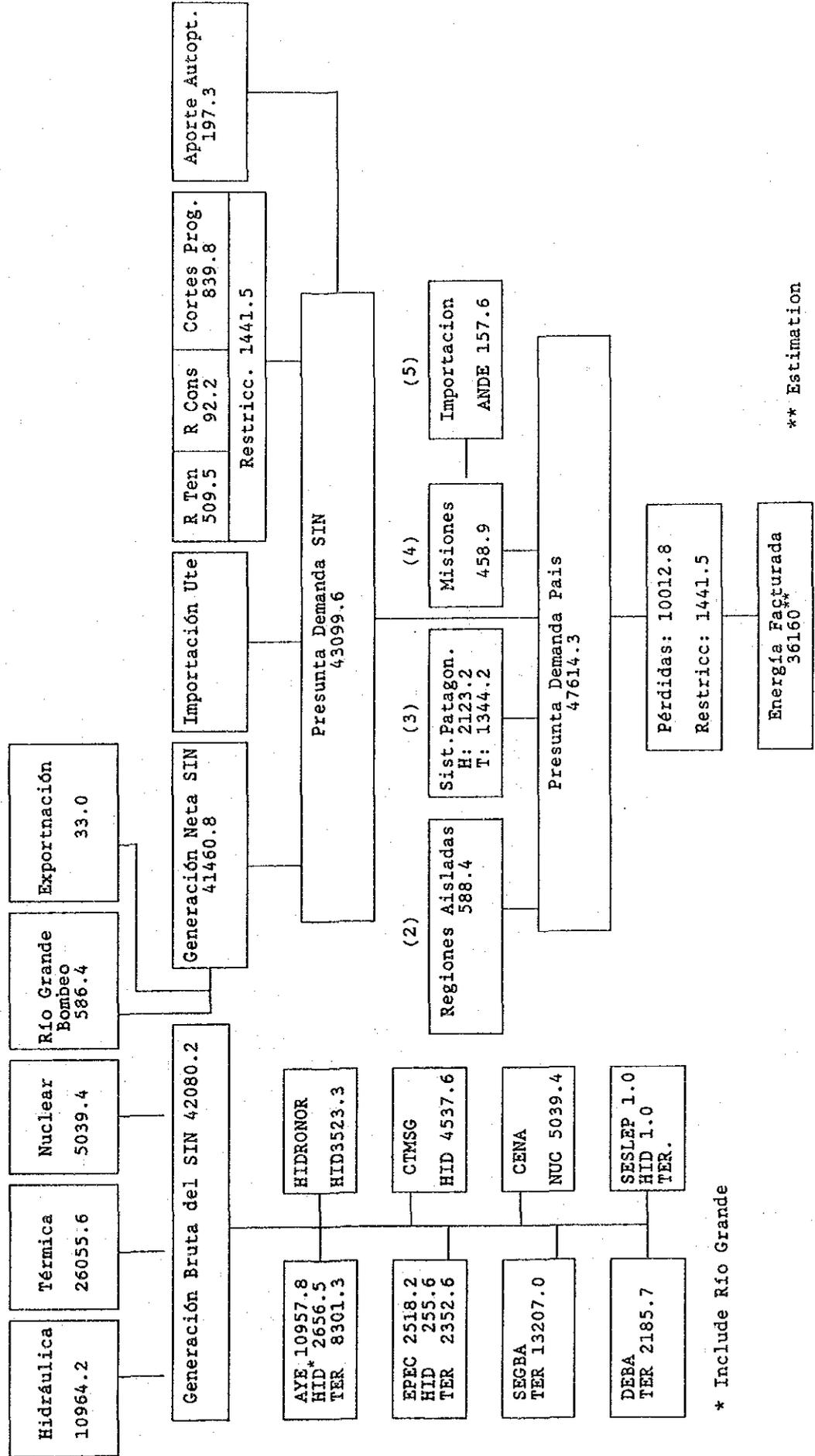
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Loss factor	18.97	18.95	20.08	20.08	20.15	20.00	22.13

本表から明らかなように需要電力量の増大に伴って損失率の増大が見られるのは、負荷の増大に対処して、送電線の改修（上位電圧への移行、送電設備増）が伴わないことに原因があるように思われる。

Fig. 4-1 にアルゼンティンの1989年における電力エネルギーの供給と需要のバランスを示す。

Fig. 4-1 Electric Energy Balance (1989)

Maximum Demand: 8200 MW
Load Factor : 56.3%



* Include Río Grande

** Estimation

Net Generation (1).(2).(3).(4).(5) 46,437.2 MWh

4.1.4 アルゼンティンにおける電力供給設備

アルゼンティンにおける発電設備の増強状況を Table 4-4 に示す。

Table 4-4 Total Installed Capacity of Argentina

	Oil Thermal	Diesel	Gas Turbine	Hydro	Nuclear	Total
	MW	MW	MW	MW	MW	MW
1974	3,507	752	1,121	1,508	340	7,228
1975	3,459	747	1,229	1,506	340	7,281
1976	3,769	768	1,254	1,721	370	7,882
1977	3,768	773	1,277	1,919	370	8,107
1978	3,621	771	1,367	2,920	370	9,247
1979	3,813	775	1,468	3,145	370	9,571
1980	3,818	783	1,514	3,601	370	10,086
1981	3,974	786	1,703	4,161	370	10,994
1982	3,964	789	1,773	4,628	370	11,524
1983	4,401	765	1,898	4,815	1,018	12,897
1984	4,233	733	1,985	5,355	1,018	13,324
1985	4,387	725	1,897	5,967	1,018	13,994
1986	4,387	713	1,963	6,192	1,018	14,277
1987	4,409	684	2,004	6,567	1,018	14,682
1988	4,454	683	1,975	6,566	1,018	14,696
1989	4,749	683	2,289	6,473	1,018	15,212
Ave. Inc. Factor	2.04 %	-0.60	4.87 %	10.20 %	7.58 %	5.09 %

(Source : EPEN)

本表によればアルゼンティンは1974年から1989年の15年間の発電設備の平均伸び率は5.09%となっている。

これを各機種別に見ると、石油火力の伸び率が2.04%に対して、水力の伸び率は10.2%となっており、水力の有効活用が図られていることがわかる。また、ディーゼル発電設備は次第に縮小する方向にある。

また、アルゼンティン政府は原子力の増強にも力を入れている。これは自国にウランを産出することに加えて、水力発電エネルギーにより、冷却材である重水（年間製造能力200トン）の製造設備を建設中であることから明らかである。

4.2 アルゼンティンにおける電力需要想定と開発計画

4.2.1 需要想定

アルゼンティンの長期電力需要想定は、Plan Energético Nacionalにおいて2000年まで行われている。この想定は国内総生産(GDP)の成長率を仮定し、電力需要との弾性値を用いてマクロ的に電力需要を算出したものである。想定に使用された数値は下記の通りである。

	GDP成長率(%)	弾性値	電力需要伸び率(%)
1985~1989	3.0	1.6	4.9
1990~2000	4.0	1.53	6.2
1985~2000	3.7	1.55	5.8

この結果、想定された電力エネルギー需要は Table 4-5 となる。

Table 4-5 Forecast of Long Term Electric Energy Demand

(Unit : GWh)

	1986	1990	1995	2000
Public Service	43,910	54,070 (5.3)	74,160 (6.5)	102,470 (6.7)
Auto Production	4,300	4,680 (2.1)	5,140 (2.0)	5,410 (1.0)
Total	48,210	58,750	79,300	107,880

Note : Figures in the parentheses show an average growth rate (%)

Source : Plan Energetico Nacional 1986-2000

4.2.2 開発計画

ここに策定された需要を満たすために必要な電源開発計画をコスト最小の観点から策定されたものを Table 4-6 に示す。なお、この電源開発計画策定に際して考慮された各種電源の位置付けは、次の通りである。

① 水力発電

アルゼンティンは未開発の大量の水力資源があり、初期発電コストは割高であるが、再生可能な国産エネルギーとして供給の安定性、長期的経済性に優れていることから、石油代替電源の主力として開発が進められている。

② 原子力発電

水力と同様国産エネルギーであり、水力発電に次ぐプライオリティを持って開発が推進される。工事中の Atucha II (745MW) の外に2000年までに技術開発の観点も加えて更に2基の建設が予定されている。

③ 火力発電

石油燃料の消費を抑え、資源の豊富な天然ガス火力発電を増加させ、石油代替化を促進させることとしている。

④ 新エネルギー

地熱発電などの新エネルギー源については、石油代替電源として位置付けられるが、開発計画作成時点において実施されていないこともあって本開発計画には採用されていない。

Table 4-6 に示すように上述の方針に基づき、水力の開発が主体となっている。

1989年現在の水力発電設備容量は Table 4-4 に示したように6,473MWで全設備容量の42.6%となっているが、2000年においては全体の58.8%となる計画である。

火力発電設備は1989年実績値で下記の通りである。

石炭火力	4,749 MW	(実績値)
ディーゼル	683 MW	(")
ガス・タービン	2,289 MW	(")
合計	7,721 MW	(全設備容量の50.08%)

これが2000年においては30.6%に減少する。

Table 4-6 Present and Forecast Generating Facilities

(Unit:MW)

	1985	1990	1995	2000
Hydro	5,860 (41.5)	6,620 (42.3)	9,760 (51.2)	14,290 (58.8)
Conventional	5,750	5,650	8,790	13,320
Pumped Storage	110	970	970	970
Nuclear	1,020 (7.2)	1,020 (6.5)	1,760 (9.2)	2,410 (9.9)
Thermal	7,180 (50.8)	7,850 (50.2)	7,410 (38.8)	7,430 (30.6)
Steam	4,420	5,120	4,700	4,450
Gas	1,990	2,000	1,980	2,140
Diesel	770	730	730	840
Others	60 (0.4)	150 (1.0)	150 (0.8)	150 (0.6)
Total	14,120 (100)	15,640 (100)	19,080 (100)	24,290 (100)

Note : Figures in the parentheses indicate percentage of total

Source : Plan Energetico Nacional 1986-2000

この開発計画を達成するための資金計画は Table 4-7 の通りである。

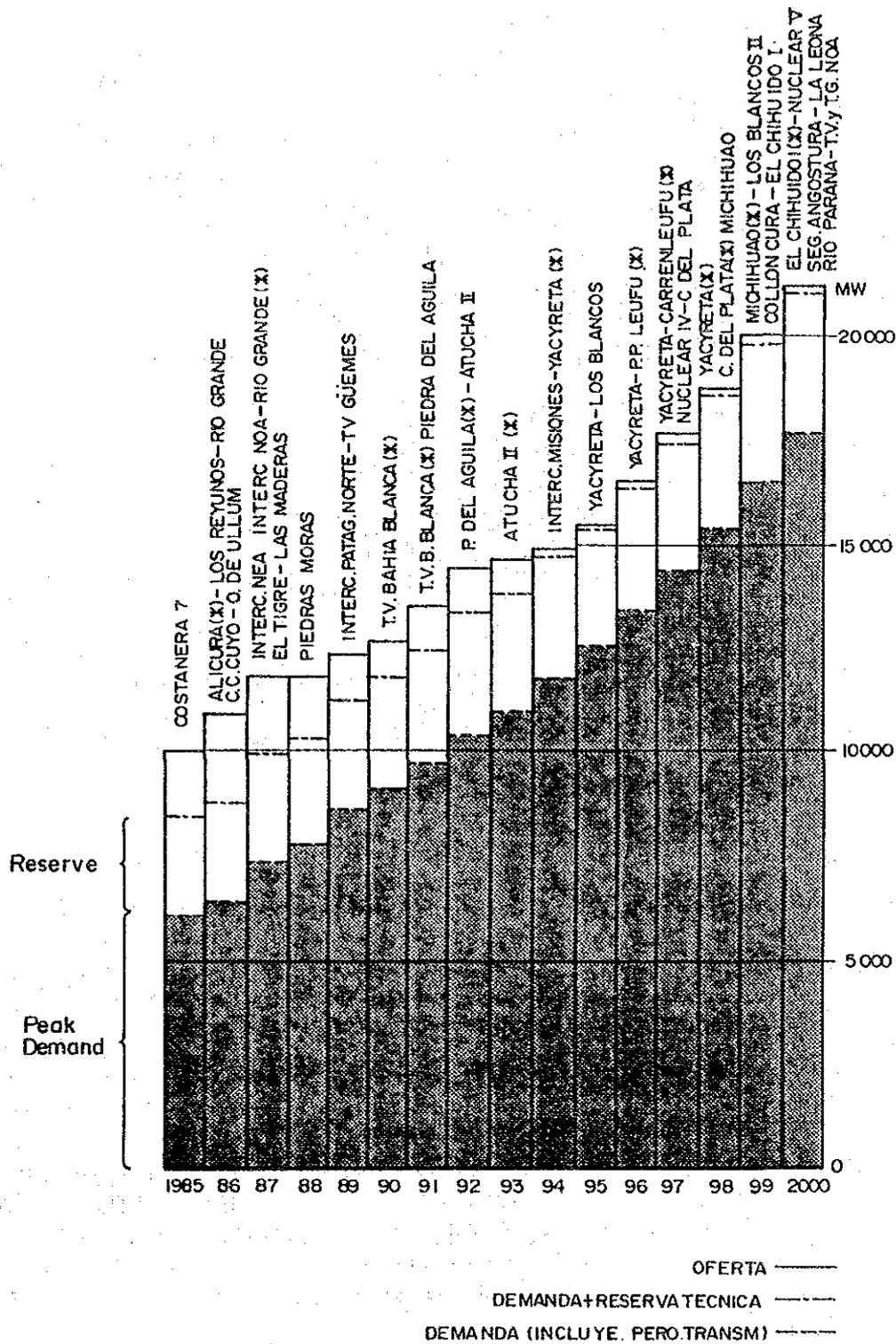
Table 4-7 Projection of Total Investment of Energy Sector

	Investment (Million US\$)		% of GDP	%	
	Total	Average/year		Electric Sector	Petroleum Sector
1986-1990	10,440	2,090	3.0	49	51
1991-1995	10,260	2,050	2.5	48	52
1996-2000	11,170	2,230	2.2	43	53
Total	31,870	2,120	2.6		

Source : Plan Energetico Nacional

また、この開発計画によって完成される設備増を Fig. 4-2 に示す。

また、この設備増強に対応する500kV送電線の設備増強を Fig. 4-3 に示す。



Source : Plan Energetico Nacional

Fig. 4-2 Power Development Program SIN System (1985-2000)

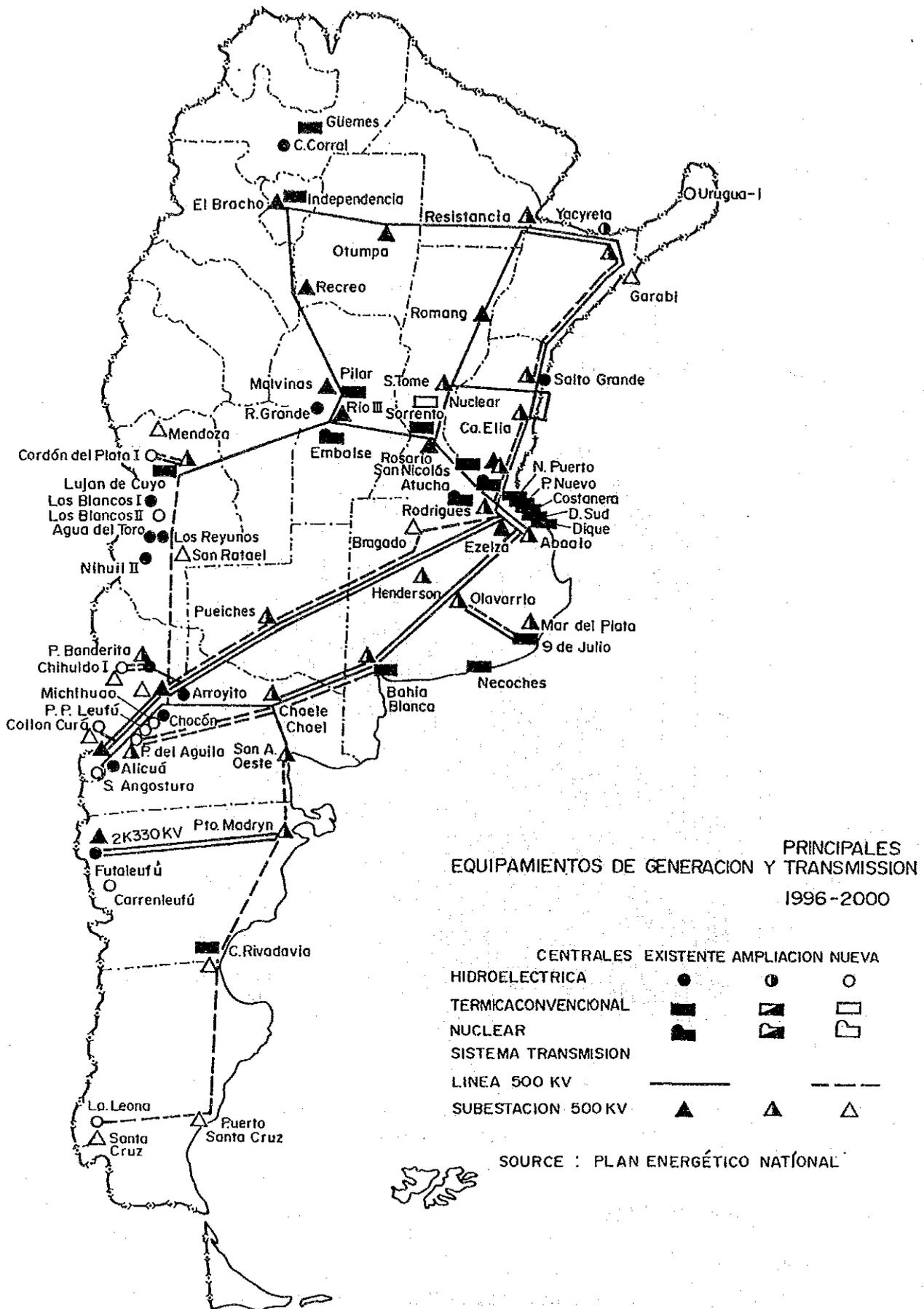


Fig. 4-3 Transmission Network 1996-2000

4.3 Neuquén州における電力の供給と需要

4.3.1 Neuquén州における電力事業およびエネルギー事情

(1) 組織

Neuquén州における電力供給事業はNeuquén州エネルギー公社（EPEN）を中心に行われている。

EPENは1981年州内の電気事業を担当する組織としてNeuquén州公共事業経済省（Ministerio de Economía y Obras Publicas）の機能を一部分割担当する形でAyEEの設備を引継ぎ誕生した。

EPENの誕生により電力設備の運営に関する意志決定が国から州へと移り、また電力開発が州の地域開発戦略と協調をとって進められることになった。

EPENの運営には総裁以下8部門の理事により行われている。これら8部門は、企画・技術・運用・営業・総務・法務・産業および炭化水素である。運用部の下には東・西・南・北の支所が設置されている。1989年末現在、EPENは620人の職員を擁し州内48箇所支所・営業所により電力供給を行っている。

業務範囲は州内の電力供給の全てに亘っていて、発電・送電・変電・配電の全ての部門をカバーしているが、後述するようにEPEN自身による発電量は非常に少なく、AyEEおよびHIDRONOR社からの買電電力量が圧倒的に多くなっている。また、1989年の実績では売電電力量の49%は電化組合への卸売りであり、一般需要家への直接供給は12%と少ない特色を有している。

EPENは州内の石油・天然ガスを中心とする工業の需要を満たして工業化を支援する一方、国境地帯の電化の推進による生活水準の向上を図るため、積極的に系統の拡張を行っている。また、系統のカバーしにくい地方に対しては新エネルギー源による供給を考え、ミニ水力、太陽光発電、風力発電などの再生可能エネルギーの開発に取り組んでいる。更に地熱開発には中央政府、Comahue大学と共同でNeuquén地熱エネルギー地域センター（CREGEN）を設立し活発な活動を展開している。

(2) 供給区域の概況

Neuquén州はPatagonia地方の北西部に位置し、Mendoza, La Pampa, Rio Negroの各州と隣接している。Andes山脈を隔ててChileと国境を接している。面積は94,000 km²で国土の2.5%を占め、1990年の州内人口は385.6千人で全国の1.2%、平均人口密度は4.1人/km²である。

州都はNeuquén市であり、全州は16の県より構成されている。便宜上、北部、西部、東部、中西部、南部の5地域に分けて扱われることが多い。東部地域は半乾燥地帯にあってRio Neuquén, Rio Limayの2つの大河川を擁し農業・林業が盛んである。また、同地域には州都があるほか石油・天然ガスなどの地下資源に恵まれているため、州の人口の80%がこの地域に集中し政治・経済・文化の中心を成している。

Neuquén州の特色は、石油・天然ガス及び水力のエネルギー資源に恵まれ、これら資源の開発・関連産業の設置等で経済活動が活発なことである。

このため他州からの人口流入も多く過去10年以上にわたって平均人口増加率4.8%が記録されており、アルゼンティン全体の平均増加率1.6%に比して極めて高い数字である。

(3) プロジェクトサイトの概況

Copahue地熱発電計画地点はNeuquén州の北部のNorquin県に位置している。Neuquén市よりLoncopue市までは陸路350km、LoncopueからCaviahueまでは50km、CaviahueからCopahueまでは7kmである。

Caviahueまでの道路は殆どアスファルト舗装されているが、CaviahueからCopahue間は未舗装である。Caviahueの標高は1,700m、Copahueは2,000mである。この地方は典型的な過疎地域であり、人口密度は0.8人/km²と1人を割っている。

夏のシーズン中はNeuquén市からCaviahueまでの航空便が毎日1便あり、飛行時間は約1時間である。

冬期は積雪のためCopahue-Caviahue間の道路が通行不能となるため、Copahueの町は閉鎖される。Caviahueまでの道路は冬期除雪されて交通が確保されている。

現在 Copahueには州立の温泉療養所が設立されて、全国から慢性疾患の治療のため多くの人々が訪れている。また、これらの人々のための州営の宿泊設備を中心に政府関係のサービス機関、夏期の別荘等があって、町を構成している。CopahueとCaviahueの間でかつプロジェクトサイトの近くにやはり地熱徴候地があり、温泉が湧出している。これを利用した陸軍の温泉療養所があり軍人およびその家族の温泉療養が行われている。

Caviahueは州政府がレクリエーションセンターとして開発を進めている所であり、カルデラ湖であるLago Agrioのほとりに州政府の建設したホテル、モーテル、体育館兼集会所、公務員宿舎等がある。風光明媚である上、夏は避暑、登山、湖上遊び、冬はスキーと年間を通じての利用が可能のため、州政府は更に積極的に開発を推進する意向である。

(4) エネルギー事情

a) 石油・天然ガス

Neuquén州はアルゼンティンの中でもエネルギー的に最も恵まれた州の1つである。先ず石油については州の北部・東部において産出が見られるが、北部のPuesto Hernandez、東部のAgua Toledo, Loma de la Lataなどに主要油田が存する。1985年の確認埋蔵量は 112×10^6 m³でこれはアルゼンチン全体の約30%に相当している。

天然ガスについては、その産地は石油のそれとほぼオーバーラップして北部、東部において産出し、特に東部のLindero Atravezado, Loma de la Lataに大きな埋蔵量が確認されている。アルゼンチン全体の約60%に及ぶ大きなポテンシャルを有する。

これら石油・ガス資源の探査、開発、製精、供給は一貫して国営の石油会社YPF(Yacimiento Petroliferos Fiscales)により行われている。石油・ガスともそれぞれ長大なパイプラインによりBuenos Aires方面へ送られている。

また、これら産油、産ガス地帯には、関連工業の設立が盛んでNeuquén州の産業地帯を構成している。

Neuquén州には天然ガスを燃料とする火力発電所としてはAyEEのAlto Valle (47.5MW)があり、州都への主要供給力の1つとなっている。

b) 水力発電

水力発電についてはRio NeuquénとRio Limayの両河川に大きな包蔵水力を有している。従前の調査によると、この両河川の包蔵水力は1,000万kWを超え、全国の約20%を占めている。この2つの川はNeuquén市の近くで合流し、Rio NegroとなってMar Argentinoへ流出している。

Rio Neuquénは同州北部西部を流れ東部に至る。現在までのところ、下流部にHIDRONORによりPlanicie Banderita発電所(450MW)が開発されたのみで、上流部にはEl Chihuido I & II (1,160MW)の計画がある。Rio LimayはNeuquén州とRio Negro州との境界を流れる川である。HIDRONORはこれら両河川の開発のために設立された会社である。

現在までにRio LimayにEl Chocon(1,200MW 1982年)、Arroyito(120MW逆調用)、Alicura (1,000MW 1985年)を開発済みであり、引続きPiedra del Aguila (1,400MW)を工事中である。更に中流部、上流部にはPichi Picún Leufú (400MW)、Michihauo (600MW)、Clantanitos Segunda Angostura等大規模計画地点を有している。HIDRONORは上述の発電設備により2,770MW、6,000GWhの発電を行い、地元Neuquén、Rio Negro両州に供給した上、その大部分を首都圏へ送電している。

c) 地熱発電

地熱ポテンシャルはCopahueの他北部のDomuyo等に徴候が表れており、現時点で100MW以上の開発の可能性があるといわれている。

以上のようにNeuquén州のエネルギー環境は極めて良好であり、大きなポテンシャルを有している。しかしNeuquén州内での消費量は1985年に全生産量のわずか4.3%に過ぎず、95%以上をBuenos Aires方面へ送出している。州内消費エネルギーの内訳は、石油が36.7%、ガス6%、電気は3.3%である。

これらのいずれもパイプラインまたは送電線により1,000km以上の長距離を輸送されて需要地へ送られている。この輸送コストは決して少なくなく、少なからず国民経済的に課題を投げかけている。今後この面を改善するとすれば、Neuquén州をはじめエネルギーの生産地或はその近傍において工業を興して、このエネルギーを直接利用するのが首都圏への一極集中をいくらかでも緩和し、地方の開発を促進する効果が上がるものと考えられる。

4.3.2 電力需要

(1) Neuquén州における需要家数と消費実績

Neuquén州における1984年から1989年にかけての電力需要家の契約口数を Table 4-8 に示す。

Table 4-8 Evolution of Number of Users by Category

Year	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Total	13,331	15,913	16,837	18,989	21,122	22,695
Residential	10,444	12,795	13,615	15,561	17,479	18,768
Commercial	1,852	1,986	2,063	2,202	2,306	2,497
Industrial	213	218	200	211	222	254
Cooperatives	5	5	5	5	5	5
Street Lighting and Irrigation	86	123	132	145	169	225
Bulk Users	96	100	104	116	125	80
Official Authorities	635	686	718	749	816	866

Source : EPEN

この需要家の需要電力量の配分を Table 4-9 に示す。

電化5組合に対する配電が全需要の50%を占める。また大口需要家80口に対する需要は35.9%となっている。

また、住宅用は18,768口で34,302MWhを消費するので1口当り消費量は1990年実績で1,828kWhとなる。負荷率30%、不等率1.4とすれば1戸当りの平均契約電力は約1.0kWと想定される。

Table 4-9 Energy Sales by Sector (1990)

	MWh	%
Residential	34,302	7.4
Commercial	11,711	2.5
Industrial	2,070	0.4
Public Lighting	5,525	1.2
Irrigation	1,278	0.3
Authorities	6,980	1.5
Total General Users	61,866	13.4
Bulk Users	165,944	35.9
Distributors	234,661	50.7
Bulk Users + Distributors	400,605	86.6
Grand Total	462,471	100

Fig. 4-4、Fig. 4-5 に Neuquén 州における季節的な電力需要の変化と、冬期（7月）における一日の負荷変化を示す。

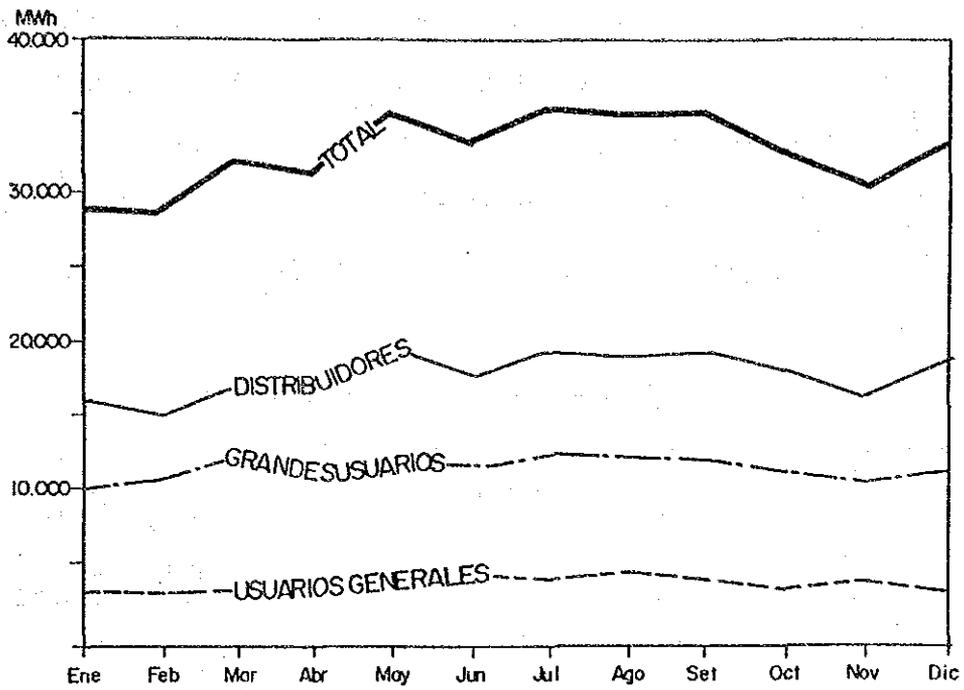


Fig. 4-4 Monthly Energy Sales EPEN 1986

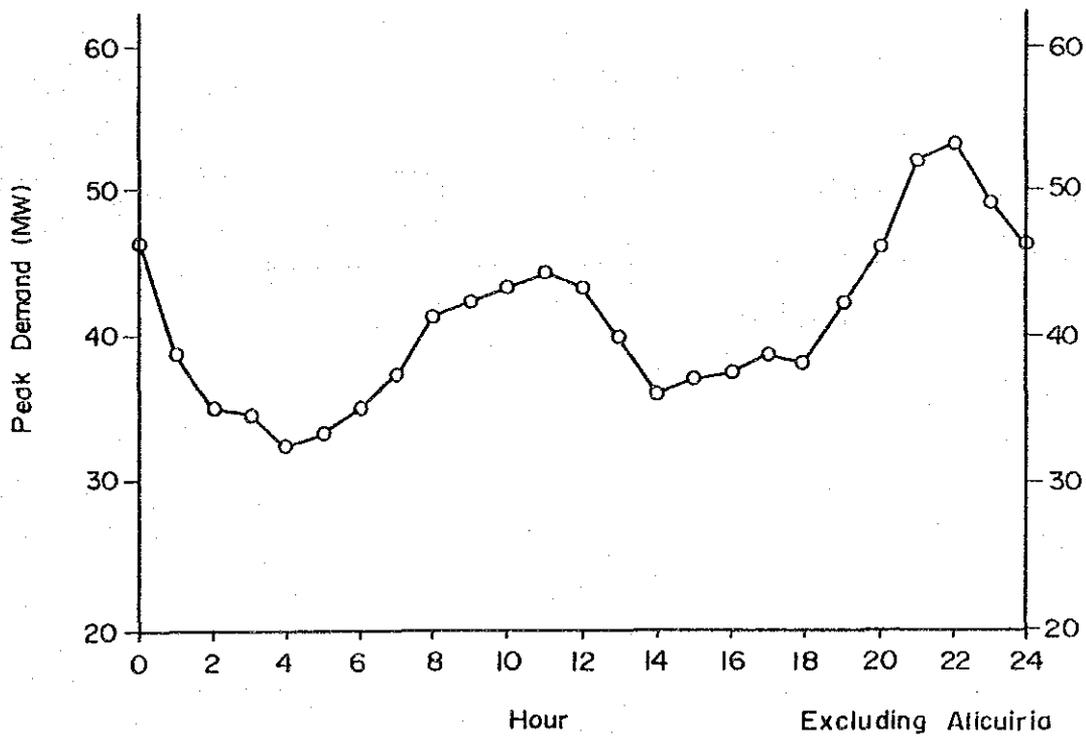


Fig. 4-5 Typical Daily Load Curve EPEN Weekday, July 1987

Fig. 4-4 に示すように電力需要の季節的変化は少ないが、全体的には夏期に需要が少なく、5月～9月の冬期に需要が多い冬期ピーク形である。これは夏の暑さがエアコンを必要とする程でなく、逆に冬期は電熱による暖房が行われていることによる。

Fig. 4-5 から明らかなように最大ピークは冬期の22時頃に現れているが、これは Neuquén州が典型的な点灯ピーク形態の需要であることを示している。

ここで、Neuquén州の地域的な人口分布と、電力消費量を Table 4-10 に示す。

Table 4-10 Energy Sales and Population by Region (1986)

	Sales		Population		Area (km ²)	Population Density (person/km ²)	Per Capita Sales (kWh/cap)
	(MWh)	(%)	(Person)	(%)			
North	7,582	2.0	18,679	5.7	19,925	1.0	405
East	306,436	79.3	225,486	69.3	23,587	9.6	1,360
South	19,420	5.0	39,927	12.3	29,052	1.4	485
West	8,052	2.0	13,650	4.2	16,964	0.8	590
West Central	45,084	11.7	27,808	8.5	5,200	5.3	1,620
Total	386,574	100	325,550	100	94,078	3.5	1,190

Source : EPEN Anuario 1986

Neuquén州は西にChileとの国境を接するAndes山脈のために西部は急峻な山岳地帯となっており、また、南部、北部ともに狭隘な地形のため、主たる産業活動は州都Neuquénを含めた中央部（東部および中西部地域）に集中している。

従って、Table 4-10でも明らかなように、この地域の人口は253,300人で州全人口326,000人の約78%が集中する。このために電力エネルギー消費も、全消費量の91%がこの地域だけで消費される。この地域の面積はNeuquén州の総面積の30%を占める。

幸いに中央部の州境を流れるLimay川、およびNeuquén川に大規模水力が開発され、中央地域に対して低損失で電力の供給が可能である。

北部、南部地域は人口分布も希薄であることから、電力供給はその地域毎の単独系統となっている。

Table 4-11にEPEN管内の電力供給の実績を示す。Table 4-11にて明らかなようにEPEN管内の電力供給は大きく中央電力系統からの供給に依存していることがわかる。

1989年実績値によればEPEN自体の供給は全供給量475GWhの1.85%である。一方、全供給量の系統損失は2.0%にすぎないことは、需要地が供給源に近いことを示している。

ここでEPENの需要電力エネルギーの配分を1989年実績で求めると、需要の49%がEPENから5つの電化組合に卸売りされ、35%が大口需要家への直接供給となっている。EPENから直接供給をうける需要家の消費電力量は12%である。

1989年におけるこれらの需要電力量の配分を Fig. 4-6 に示す。

Table 4-11 EPEN Energy Supply Balance

No.	Item	1984		1985		1986		1987		1988		1989	
		MWh	%										
(1)	Purchasing	323,782	93.65	343,219	96.59	386,030	98.26	438,840	98.61	475,323	98.60	466,138	98.15
	Y.P.F.	1,001		1,197		697		1,099					
	Hidronor	125,713		150,363		175,509		186,869		204,514		194,280	
(2)	Ay E.S.E.	197,068		191,659		209,824		250,872		270,809		271,858	
	EPEN Supply	21,972	6.35	12,112	3.41	6,832	1.74	6,181	1.39	6,749	1.40	8,807	1.85
	Thermal	16,756		9,551		5,183		5,771		6,422		7,458	
(3)	Hydro	5,216		2,561		1,649		410		327		1,349	
	Supply Total	345,754	100.00	355,331	100.00	392,862	100.00	445,021	100.00	482,072	100.00	474,945	100.00
(4)	System Loss	9,367	2.71	7,492	2.11	6,288	1.60	8,981	2.0	13,227	2.74	9,499	2.0
(5)	Salable Energy	336,387	97.29	347,839	97.89	386,574	98.40	436,040	98.00	468,843	97.26	465,446	98.00
			(100.00)		(100.00)		(100.00)		(100.00)		(100.00)		(100.00)
	EPEN Direct Sales	36,611	(10.88)	38,762	(11.14)	41,609	10.76	50,580	(11.60)	51,948	(11.08)	55,854	(12.00)
	Bulk Supply Users	124,122	(36.90)	125,196	(35.99)	136,777	35.38	160,027	(36.70)	181,536	(38.72)	181,524	(39.00)
	Bulk Supply to Cooperatives	175,654	(52.22)	183,881	(52.87)	208,188	53.86	225,433	(51.70)	23,359	(50.20)	228,068	(49.00)

Source: EPEN

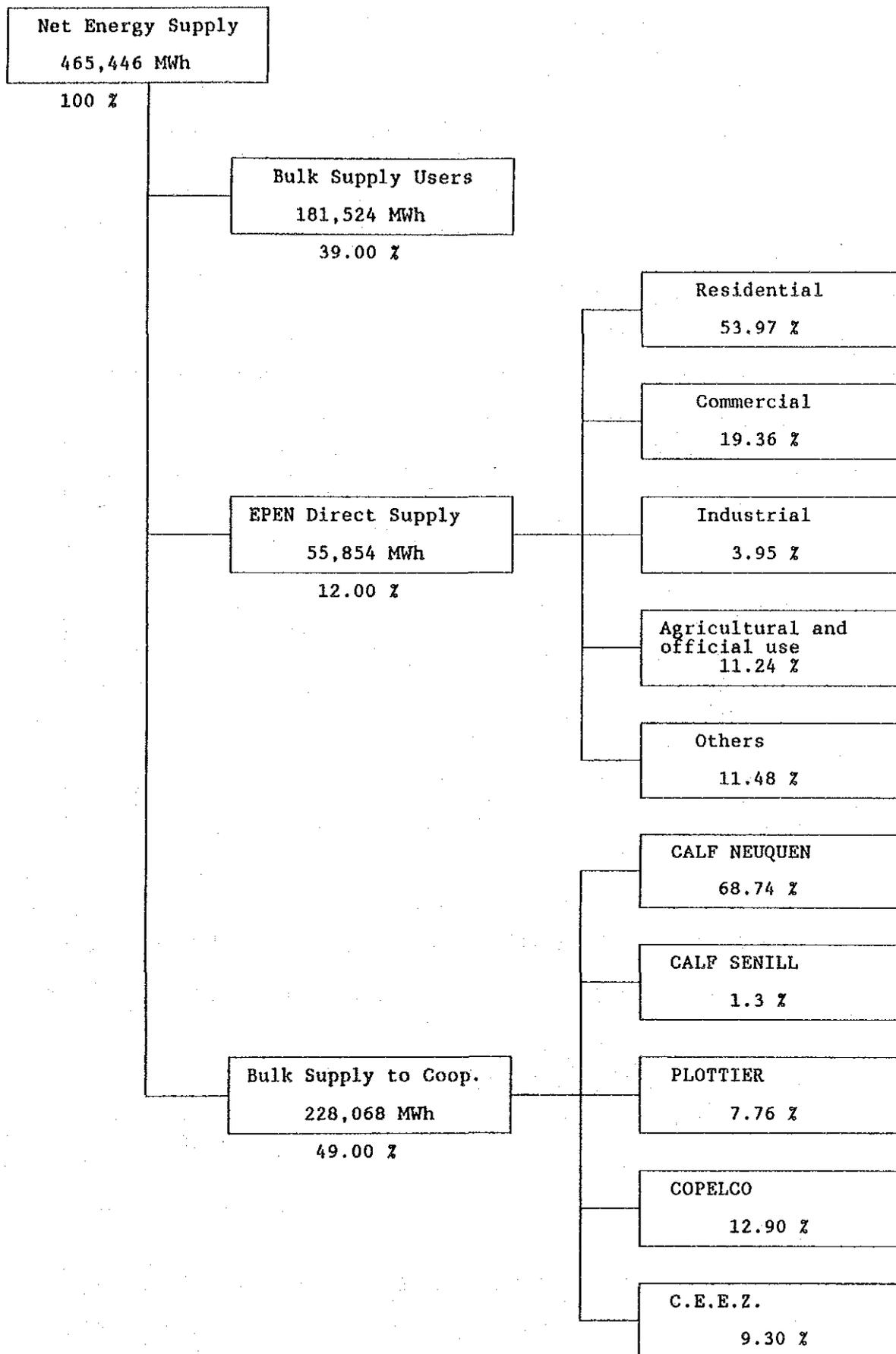


Fig. 4-6 Energy Supply to Users EPEN 1989

4.4 Neuquén州における電力系統

4.4.1 Neuquén州における発電設備

4.3.2で述べたようにNeuquén州には直接中央系統につながる大水力発電所が位置しており、この大水力からNeuquén州は電力を購入している。

従って、EPEN自体の発電設備は極めて小規模で北地域、南地域において単独系統を構成するものが多い。Table 4-12にNeuquén州管内に位置する中央系統発電所を示す。

Table 4-12 Central System Generating Facilities in Neuquen Province

Name of Plant	Type	Installed Capacity	Owner
El Chocon	Hydro	1,200 MW	HIDRONOR
Planicie Banderita	Hydro	450 MW	"
Arroyito	Hydro	120 MW	"
Alicura	Hydro	1,000 MW	"
Piedra del Aguila (Under Construction)	Hydro	2,000 MW	"
Alto Valle	Thermal	45 MW	AyEE
Total Capacity	—	4,815 MW	—

Source : EPEN, System Diagram 1990.

これらの大水力発電所は500kV送電線によって直接中央電力系統に接続されているが、また、これらの大容量水力発電所には500kV/132kVの連系用単巻線変圧器があり、EPENの電力系統と連系されている。

次にEPEN自体で所有する発電設備を Table 4-13 に示す。

Table 4-13 Generating Facilities of EPEN (1990)

unit : kW

Name	Type	Capacity
Alumine	M	385
Alumine	T	540
Andacollo	M	200
Andacollo	T	270
Auquinco	M	50
Butaco	M	450
Buta Ranquil	T	420
Chiquilihuin	M	75
Chorriaca	T	48
Chos Malal	T	720
Copahue	G	600
El Cholar	T	45
El Liuco	M	80
Guanacos	M	70
La Fragua	M	130
Las Coloradas	T	242
Los Miches	M	75
Los Miches	T	35
Santo Tomas	M	64
Santo Tomas	T	52
San Martin de los Andes	M	400
San Martin de los Andes	T	3,950
Tricao Malal	T	200
Varvarco	T	44
Villa La Angostura	T	2,000
Villa Traful	T	195
Planta Movil	T	340
TOTAL		11,680

M. Micro-hydroelectric

T. Thermal (Diesel)

G. Geothermal

Source : EPEN

Table 4-13 における Copahue 地熱発電所は本計画地点における試掘蒸気井の噴気を利用したもので、誘導発電機が順調に運転中である。

4.4.2 Neuquén州における送・変電設備

1990年現在、Neuquén州内の送電設備は Table 4-14 の通りである。また、変電設備容量を Table 4-15 に示す。これらの設備から構成される電力系統図を Fig.4-7 に示す。

Table 4-14 Transmission Line Length in Neuquén Province (1990)

Line Voltage	No. of Circuit	Total Length	Line Construction	Ownership
500 kV	2	320.15 km	4×300/50 AL/AC	HIDRONOR
500 kV	1	695.90	"	"
132 kV	1	31.50	1×300/50 AL/AC	"
132 kV	1	155.00	"	AyEE
132 kV	1	146.80	"	EPEN
132 kV	1	248.00	1×150/25 AL/AC	AyEE
132 kV	1	170.00	"	HIDRONOR
132 kV	1	450.00	"	EPEN
132 kV	1	81.00	1×240/40 AL/AC	YPE
33 kV	1	25.00	1×150/25 AC/AL	EPEN
33 kV	1	46.00	1×95/15 AC/AL	"
33 kV	1	52.30	1×70/30 AC/AL	"
33 kV	1	290.50	1×70/12 AC/AL	"
33 kV	1	50.00	1×50/8 AC/AL	"

Source : EPEN

Table 4-15 Transmission Installed Capacity in Neuquén Province(1990)

Voltage	Type	Capacity	Total No	Ownership
(KV)		(MVA)		
500/13.2	Auto Transformer with 3ry winding	150/150/35	3	HIDRONOR
500/132	"	100/100/33	1	"
132/33/13.2	$\Lambda - \Lambda - \Delta$	15/15/10	2	"
"	"	30/20/30	2	AyEE
"	"	"	2	EPEN
"	"	15/15/10	2	EPEN-AyEE
"	"	"	7	EPEN
"	"	15/10/10	1	HIDRONOR
"	"	15/10/15	1	AyEE
"	"	7.5/5/7.5	1	EPEN
"	"	7.5/5/7.5	1	"
33/13.2	$\Lambda - \Delta$	10.0	1	EPEN
"	"	9.0	2	"
"	"	7.5	2	"
"	"	5.0	1	"
"	"	4.0	1	"
"	"	1.6	2	"
"	"	1.0	4	"

Source : EPEN

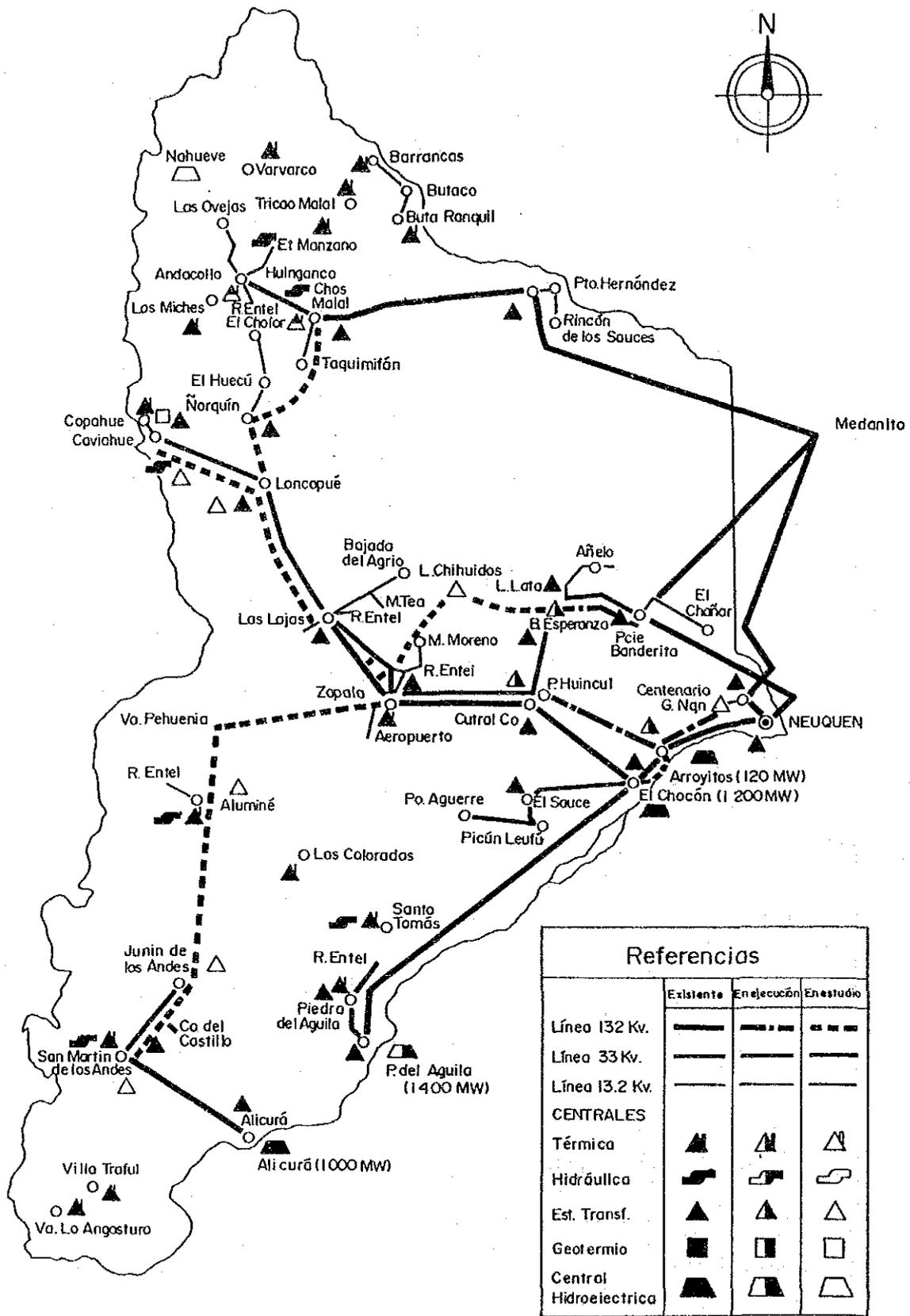


Fig. 4-7 Transmission System EPEN

4.4.3 電力需要想定

(1) 電力需要市場

本計画の電力市場としてはEPENの供給区域であるNeuquén州全体を採るのが妥当と考えられる。プロジェクトサイトのみを或いはアルゼンティン全国を対象とするのは適切でない。その理由は下記の通りである。

- ① 本計画の開発規模は30MWであるから、この規模はプロジェクトサイト近くのCopahue-Caviahueで消費できる大きさではなくEPENの系統へ送り込んでそこで消費する必要がある。
- ② プロジェクトの立地点はNeuquén州の西北に位置しNeuquén市からさえも350kmも離れている。従って州外への送電を考えるのは適切でない。
- ③ 更にEPENの電力系統はプロジェクトサイトの近くのCaviahueまでは33kV送電線が運用されており、本計画による発電電力はこの系統に接続されるのが適切である。

(2) 需要想定

EPENはその供給区域における需要の動向を把握し、これを満たし今後の開発計画、設備計画の基礎とするため、1986年EPENの企画部門スタッフにより2000年までの需要想定を行っている。この想定の結果は“Plan Energetico Provincial Periodo 1987-2000”（I & II 卷）として取りまとめられている。

ここで用いられた手法はいわゆる積上げ方式（Trend Method）と云われるもので以下の手順により需要想定が行われている。

- ① Neuquén州を地理的・社会経済的考慮に基づき、20の小地域に分類する。
- ② 各地域の社会・経済構造を分析の上1982～1986のデータに基づき電力消費の過去の成長実績を把握する。
- ③ 将来の需要を予測する。この際地域開発計画、工業化計画など将来その実現が確実視される大口需要を確認し一般需要に上積み計上する。
- ④ 州全体の需要をとりまとめこれを満たすための供給設備計画を策定する。

大口需要の中には、Arroyitoにおいて建設中の重水製造工場（設備出力56MW。1991年12月現在進捗率約80%と思われた）、およびPlaza Huinculに産出する石油、天然ガスを基にした石油化学工場（8プラント合計設備規模約25MW）があり、これらの成否は需要想定全体に大きな影響を与える。

上述の方法による需要想定の結果を Table 4-16 および Fig.4-8 に示す。

2000年の需要電力量は約 1,500GWhで1986年の3.9倍となり平均増加率は10%である。1992年までは重水工場をはじめとする大口工業負荷の完成が相次ぐため特に高い成長率17%となっている。

EPENによると、この需要を満たすための設備増強計画は発電設備の新設はなく東部の工業地帯における 132kV幹線の拡充及び関連変電設備の増強を中心として地方への送電線の延長が積極的に取り込まれている。

この計画には州南部の電力系統と中央部の系統の連系 (Alumine-Zapala) がはかられている上、本計画関係では Las Lajas-Loncopue 間の132kV送電線が1990年に、Loncopue-Caviahue 間の132kV送電線が1996年に予定されている。

以上の設備拡張に必要な所要資金は次のように予定されている。

1987-1990	45.4×10 ⁶ Austral
1991-1995	22.4
1996-2000	3.8

一方EPENは1985年にマクロ手法による需要想定を試みている。これは前述の需要想定の前段をなすものであり、同様にEPENの企画部により実施された。この想定法は過去における Neuquén州における国内総生産 (GDP) 及び人口と電力消費の相関を求め、この関係を利用して将来の電力需要予測を行うものであり、一般に広く行われている。

この方法による場合は前述の積上げ方式の如く、個々の大口需要家の需要は考慮されないが将来の需要の動向の大勢を把握するのに適しておりしばしば積上げ方式の確認のために用いられる。

EPENは1970～1982年の Neuquén州におけるデータをベースにして、1986年から2010年までの長期需要想定を試み、結論として2000年には1985年の需要の4.8倍の1,850GWhを想定している。これは平均増加率11%に相当する (ピーク電力は1985年の70MWに対し2000年には365MWを想定)。この想定結果を Fig.4-8 に重ねて示した。

この両需要想定を比較すると1990年まではほぼ一致している。1991年から1996年の間は積上げ方式が上まわっているが、1996年以降は積上げ方式が下まわっている。

本計画で特に必要としている今後10年間即ち1997年頃まではきわめて良く一致していると云うことが出来る。1997年に大きな違いが出ているのは重水工場等の例外的に大きな大口需要家によるものであり、積上げ方式では、これを考慮しているのに対し

マクロ方式では当然のことながら考慮していない。

本フィージビリティスタディにおいては以下の理由によりEPENの行った需要想定（積上げ方式）を採用し、これに基づき開発計画の策定を行うこととする。

① EPENの積上げ方式による需要想定は極めて綿密に行われ、現時点でこれを上まわるものは得られないこと。

② マクロ的手法によるチェックによってもほぼその妥当性が証明されていること。

③ EPEN系統においては過去10年以上にわたり11%以上の需要の伸びの実績がありかつ今後も石油・天然ガス工業を中心に活発な経済成長が見込めること。

これを裏付ける如く Neuquén 州の人口の増加率は4.8%と全国平均1.6%をはるかに上まわりこの州への人口流入が非常に大きいことを示している。

④ 大口需要家、特に重水工場は現在のEPENのピーク電力の60%にも相当する大きなものであり、これが計画通りに竣工しないと需要想定に大きな影響を与える。しかるにこのプラントは既に工事が進捗しており予定通りの運開がほぼ間違いない。

また、次いで大きい需要である Plaza Huincul は近傍における石油化学プラントもイタリアの政府援助（1988年より5年間で50億ドル）の約束が取付けられている等、その実現がかなり確実と思われる。

Table 4-16 Long Term Load Forecast EPEN (1987-2000)

(Unit : GWh)

	1986	1990	1995	2000
Energy Demand (%)	387 (100)	651 (168)	1,141 (295)	1,495 (387)

Source : EPEN, Plan Energetico Provincial 1987-2000

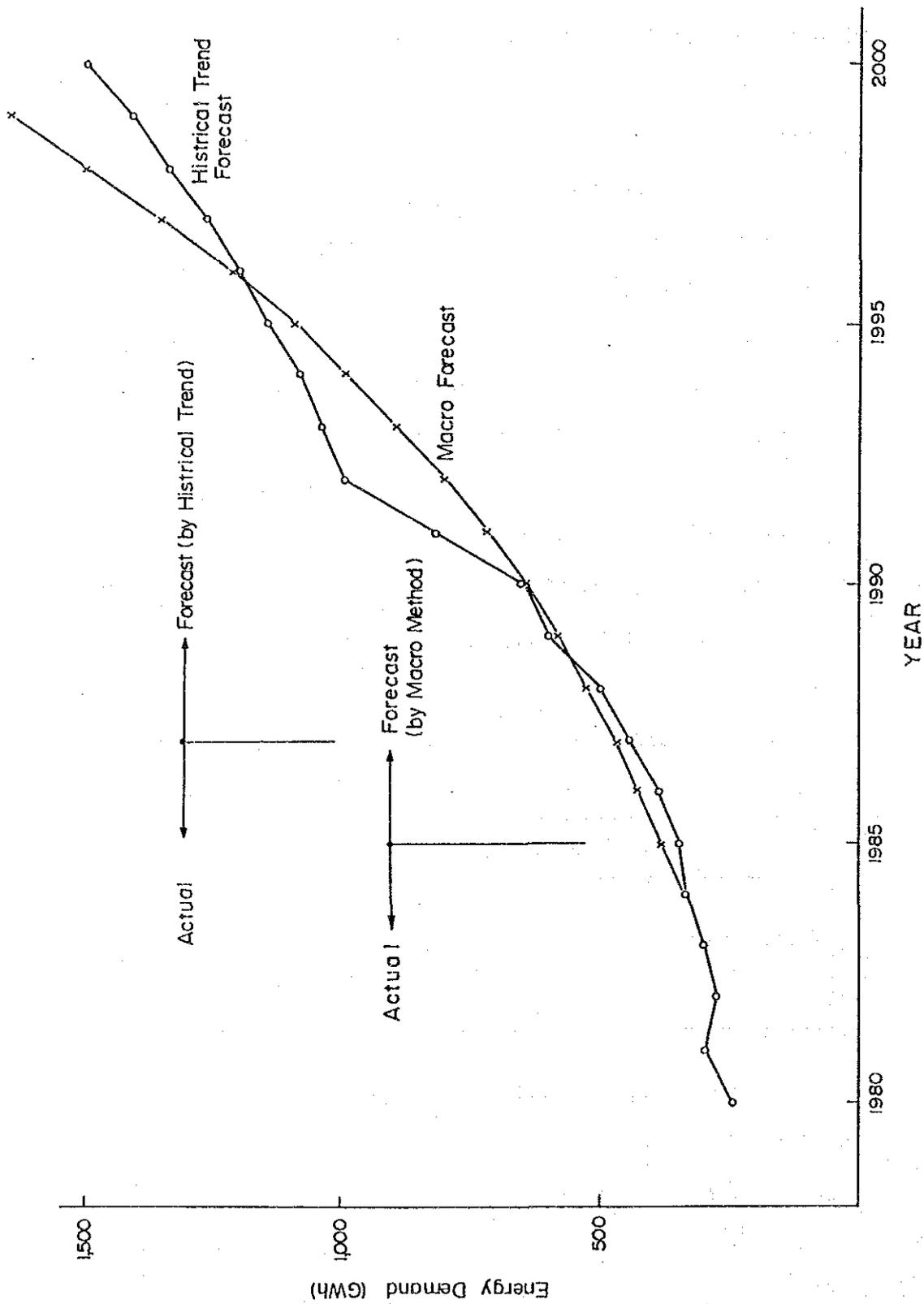


Fig. 4-8 Energy Demand Forecast EPEN

4.5 Neuquén電力系統より見た本計画の位置づけ

4.5.1 地熱発電開発の規模

地熱発電所はその特性として年間を通じて燃料費を要せずコンスタントに定格出力を発生することが出来る。日本での実績によると年間の点検・保守のために必要な停止期間は、2週間程度であるので年間稼働率は90～95%と極めて高い。

本計画では設備利用率80%、所内電力消費を6%と仮定すると、次の出力を送電することが出来る。

発電所出力 (MW)	発生電力量 (GWh)	送電端電力量 (GWh)
10	70	65.8
30	210	197.4
50	350	329.0

地熱発電所は火力発電所と異りボイラー部分がないので補機の数少なく従って信頼度の高い運用が期待できる。また、地熱発電所が水力発電と大きく異なるのは水力発電のダムなどの先行投資分がないので、需要の増大に応じて段階的に開発して行くのに適していると云える。

既に述べたように本計画の開発規模は種々の探査結果より、30MWを先ず開発し、その後のNeuquén州の電力需要の伸びに伴って、開発の規模を増大することが望ましいと結論づけられた。

従って、本計画は当面30MWの開発に相応して、系統計画を想定するものとする。

4.5.2 本計画が完成することによるNeuquén電力系統に対する貢献

(1) EPENの中央電力系統より購入する電力量の減少

現在、EPENは1989年実績で下記の電力エネルギーを購入している。

AyEE	271.86 GWh
HIDRONOR	194.28 GWh
合 計	466.14 GWh

従って、本計画で計画された地熱発電所が完成すると、年間で197.4GWhが新たにEPENの系統に投入されるので、1989年実績値で268.74GWhだけ電力エネルギーの購入を削減し得ることになる。

この購入節減分に対するEPENのHIDRONOR, AyEEへの支払い電力料金より、地熱発電所の年間経費が廉価ならばEPENは地熱開発によって便益をうけることになる。

ここで便益は下記の様に想定される。

(2) 系統末端発電所としてのメリット

Neuquénの電力系統はNeuquén市を中心にして3方向に放射状に構成され、北系統、中央系統共に末端に有効な電源を持っていない。

従って、中央系統末端の主幹変電所Loncopueに30MWが投入され、且つLoncopue, Chos Malalが132kV送電線の新設で接続されるならば北系統と中央系統とはループ化されて系統が強化され、電力供給が安定する。(4.4 Fig.4-7参照)

現状ではLas Lajas~Loncopue間は33kV1回線で結ばれているが、30MWの地熱電力が系統に投入される時点までには132kV送電線に変更しておくことが望ましい。

(3) Copahue地域の電力供給の安定

既述のごとく、Copahue, Caviahueは州政府の手で観光開発が進められ、Copahue地区には州立の温泉療養所が設立され、全国からの慢性疾患の治療のため多くの人が訪れている。また、Caviahueは現在州政府がレクリエーションセンターとしての開発を推進しているところであるが、電力の供給はLoncopueから33kV1回線で供給され、受電用変電所はCaviahue 5,000kVA, Copahue 1,000kVAとなっている。

また現在、EPENによって開発された試掘蒸気井によって、800kVAの発電が実施されており、この発生電力もCopahue, Caviahue地区で消費することが可能なので、ピークで5,000kW程度の需要には応じ得る。

しかし、Loncopue~Caviahueの33kV1回線送電線60kmは急峻な山岳地帯を通るため、雨期や冬期の降雪時は大自然の脅威にさらされる。また試掘蒸気井からの発電は誘導発電機であるため、33kV送電停止時には800kVAの発電を継続し得ない。

従って、本計画による本格的な発電所が完成したときには、この地区への電力は直接この地熱発電所から供給することが可能となり、電力供給信頼度は格段に向上する。

電力供給信頼度の向上は現在政府の推進している地域開発に大きな貢献をすることになる。

4.5.3 30MW地熱発電所の完成に伴う系統構成

1994年以降に本計画が実現するものとする、30MWの電力をEPEN系統に投入するためには、現行の系統構成を変更する必要が生ずる。Fig. 4-9 に1990年現在の系統構成を示し、Fig. 4-10 に1994年以降本計画による30MW地熱発電所が完成したときの系統計画を示す。

Fig. 4-10 に示すように35MVA主変圧器3次巻線（容量10MVA）から直接Copahue, Cavihueに13.2kVで送電するので、前述したようにこの地域の電力供給信頼度は格段に向上する。

Fig. 4-10 に示す系統構成における系統解析は別途に示す。

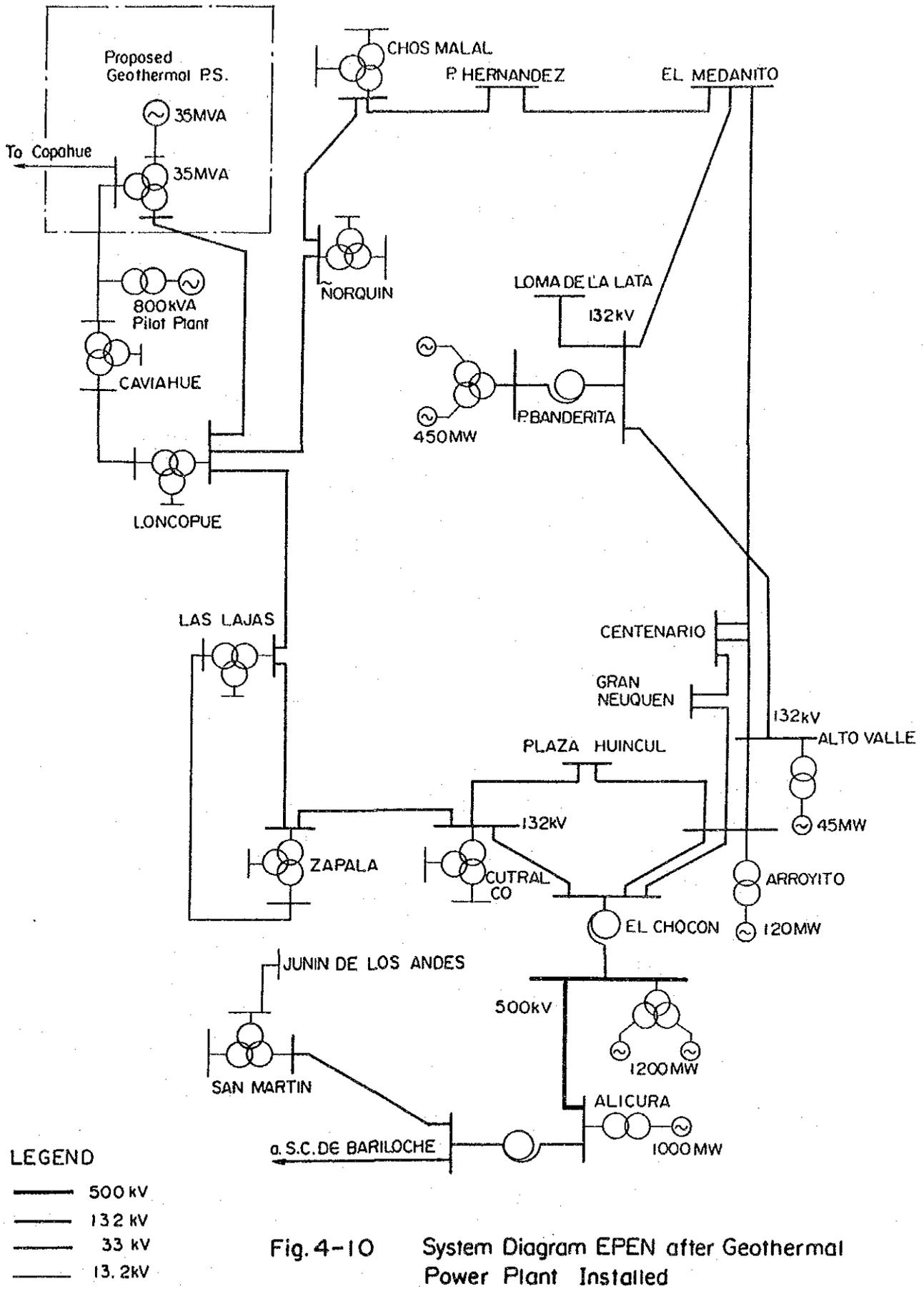


Fig. 4-10 System Diagram EPEN after Geothermal Power Plant Installed

第 5 章 地熱資源量の評価

第 5 章 地熱資源量の評価

目 次

	頁
5.1 地熱調査	5 - 1
5.1.1 調査概要	5 - 1
5.1.2 地質	5 - 3
5.1.3 物理探査	5 - 13
5.1.4 地化学調査	5 - 19
5.1.5 坑井試験	5 - 30
5.2 総合解析	5 - 47
5.2.1 熱構造	5 - 47
5.2.2 貯留構造	5 - 48
5.2.3 流体流動	5 - 51
5.2.4 地熱系モデル	5 - 52
5.3 地熱資源量の評価	5 - 55
5.3.1 地熱資源量評価方法の概要	5 - 55
5.3.2 自然状態のモデリング	5 - 55
5.3.3 容積法による評価	5 - 57
5.4 発電出力の評価および決定	5 - 63
5.4.1 発電規模の評価	5 - 63
5.4.2 発電出力の決定	5 - 65

List of Tables

Table 5-1	List of Geothermal Investigation Works in Copahue Area
Table 5-2	Stratigraphic Correlation between This Report and Other Reports
Table 5-3	Chemical Composition of Ground Surface Water and Hot Spring Water
Table 5-4	Gas Composition and Geochemical Temperature
Table 5-5	Isotope Analysis of Meteoric Water and Geothermal Fluids
Table 5-6	Quantity of Geochemical Survey in Wells
Table 5-7	Chemical Analysis of Geothermal Fluid from COP-1 and COP-3 Well
Table 5-8	Chemical Analysis of Hot Water from COP-3 Well
Table 5-9	Isotope Analysis of Geothermal Fluid from COP-1 and COP-3
Table 5-10	Results of X-ray Analysis on COP-1 and -2
Table 5-11	Characteristics of Alternative Location of COP-3
Table 5-12	Results of Microscopic Observation for COP-3
Table 5-13	Result of X-ray Analysis of COP-3
Table 5-14	Physical Properties of Cores of COP-3
Table 5-15	Homogenization Temperature of Fluid Inclusion of COP-3
Table 5-16	Pressure and Temperature Values Measured at Feed Zone for COP-3
Table 5-17	Parameters in Calculation of Reserve for Confirmed Area
Table 5-18	Parameters in Calculation of Reserve for Whole Area

List of Figures

- Fig. 5-1 Location Map of Investigation Works
- Fig. 5-2 Volcano Distribution along the Andes Surrounding Project Area
- Fig. 5-3 Geologic Columnar Section of the Survey Area
- Fig. 5-4 Geologic Map of the Survey Area
- Fig. 5-5 Geologic Columnar Section of Caldera Wall
- Fig. 5-6 Composite Map of Geology and Lineaments (1)
- Fig. 5-7 Geologic Profile
- Fig. 5-8 Composite Map of Geology and Lineaments (2)
- Fig. 5-9 Schematic Profile Showing Geologic Structural History
- Fig. 5-10 Map of Bouguer Anomaly
- Fig. 5-11 Two Dimensional Analysis of Gravity Prospecting
- Fig. 5-12 Idealized Profile of Resistivity Layers
- Fig. 5-13 Characteristics of VES Curves
- Fig. 5-14 Map of Top of Intermediate Depth High Resistivity Layer
- Fig. 5-15 Map of Detected Depth of Deep Low Resistivity Layer
- Fig. 5-16 Map Showing Sampling Point of Fluid
- Fig. 5-17 Key Diagram of Chemical Composition
- Fig. 5-18 Hexadiagram of Chemical Composition
- Fig. 5-19 Trilinear Diagram for H₂S, CO₂ and R-Gas
- Fig. 5-20 Isotopic Composition of Waters
- Fig. 5-21 Map of Anomaly of Hg, CO₂, Temperature in Soil
- Fig. 5-22 Geologic Correlation between Wells
- Fig. 5-23 Temperature vs Depth Diagram of Thermal Gradient Holes
- Fig. 5-24 Isotherms at 50 m Depth
- Fig. 5-25 Integrated Columnar Section of COP-1
- Fig. 5-26 Temperature vs Depth Diagram of Exploratory Wells
- Fig. 5-27 Pressure and Temperature Profiles for COP-1
- Fig. 5-28 COP-1 Well Characteristic Curve
- Fig. 5-29 COP-1 Production History
- Fig. 5-30 COP-1 Schematic Production Curve
- Fig. 5-31 Integrated Columnar Section of COP-2
- Fig. 5-32 Pressure and Temperature Profiles for COP-2
- Fig. 5-33 Horner Buildup Graph for COP-2
- Fig. 5-34 COP-2 Well Characteristic Curve
- Fig. 5-35 COP-2 Production History

Fig. 5-36 COP-2 Schematic Production Curve

Fig. 5-37 Casing Program of COP-3

Fig. 5-38 Columnar Section of COP-3

Fig. 5-39 Distribution of Alteration Minerals from COP-3 Detected by X-ray
Diffractometer

Fig. 5-40 Homogenization Temperature of Fluid Inclusion of COP-3

Fig. 5-41 Pressure and Temperature Profiles for COP-3

Fig. 5-42 Pressure Transient during Injection on COP-3

Fig. 5-43 Injectivity of COP-3

Fig. 5-44 Horner Buildup Graph for COP-3

Fig. 5-45 COP-3 Production History

Fig. 5-46 COP-3 Well Characteristic Curve

Fig. 5-47 Composite Map of Geology and Bouguer Anomaly

Fig. 5-48 Geology and Resistivity Profile

Fig. 5-49 Composite Map of Bouguer Anomaly, Resistivity and Faults

Fig. 5-50 Compiled Map Showing Result of Each Survey

Fig. 5-51 Model of Geothermal System

Fig. 5-52 Conceptual Flow of Resource Assessment in Copahue Study

Fig. 5-53 Simulation Model

Fig. 5-54 Computed Temperature Distribution

Fig. 5-55 Computed Pressure Distribution

Fig. 5-56 Computed Steam Saturation Distribution

Fig. 5-57 Computed Mass Flux Distribution

Fig. 5-58 Permeability Distribution

Fig. 5-59 Schematic Representation of the Monte Carlo Simulation Process

Fig. 5-60 Map of Confirmed and Whole Areas

Fig. 5-61 Histogram of MW Capacity, Confirmed Area

Fig. 5-62 Mean of MW Capacity vs. No. of Trials, Confirmed Area

Fig. 5-63 Cumulative Probability of MW Capacity, Confirmed Area

Fig. 5-64 Histogram of MW per Square Kilometer, Confirmed Area

Fig. 5-65 Cumulative Probability of MW per Square Kilometer, Confirmed Area

Fig. 5-66 Histogram of MW Capacity, Whole Area

Fig. 5-67 Mean of MW Capacity vs. No. of Trials, Whole Area

Fig. 5-68 Cumulative Probability of MW Capacity, Whole Area

Fig. 5-69 Histogram of MW per Square Kilometer, Whole Area

Fig. 5-70 Cumulative Probability of MW per Square Kilometer, Whole Area

Fig. 5-71 Evaluation Curve of Plant Capacity

第5章 地熱資源量の評価

5.1 地熱調査

5.1.1 調査概要

1. 既往調査内容

Copahue 地域について、本格的な現地調査が開始されたのは、Comisión Nacional de Estudios Geotérmicos が設立された1974年以降である。地質調査，地化学調査，重力調査，熱流量調査（17坑）が実施された後、1976年には調査井COP-1が深さ954 mまで掘削された。

1979年からは政令により地熱調査はNeuquén州にゆだねられることになり、州開発審議会=Consejo de Planificación para el Desarrollo(COPADE)を通じて実施されて来た。1980年にはLatinoconsult/ELC-Electroconsultに委託して地質調査，電気探査及び流体地化学調査が実施され、翌年には調査井COP-1の改修と増掘（1981年3月、深さ1,414m）が行われた。また、1982年には深部電気探査が実施されている。

1985年11月に亜国全体の地熱調査を所管する機関としてCentro Regional de Energía Geotérmica del Neuquénが設立され、調査井COP-2（1986年3月終了、深さ1,241m）が掘削されたのを始め、1987年までの間に、土壌地化学調査，流体地化学調査，COP-1,2の噴気試験等が実施されている。

既往調査内容を Table 5-1 に示す。また、調査位置図を Fig.5-1 に示す。

2. 日亜技術協力プログラムで実施された調査

この技術協力プログラムには亜国側の意向により、追加の地球物理・地化学的探査は含まれなかった。従って、JICAチームは1987年12月から1988年2月の間に前節で掲げた既往調査結果の図・表等を収集、解析すると共に下記の調査を実施した。

・航空写真及びランドサット画像の解析

・地質踏査

・ボーリングコア、カッティングの観察

CREGEN保管分 ; COP-2

Y P F 保管分 ; COP-1、熱流量調査坑(PC-1,2,3)

・岩石薄片観察 ; 地表サンプル 8 試料

COP-2 のカッティング 8 試料

5.1.2 地質

1. 地質概要

本地域はほぼ南北に伸びるAndes山脈の東側に位置する。広域的にみると活動時期、活動形態の良く似た複合火山が北限をNahueverリニアメント、南限をPino Hachadorリニアメントとする約220km間に南北に連なり(Ramos, 1978)、太平洋側との分水嶺を成している(Fig. 5-2)。複合火山は、中新世以前の堆積岩類や火山岩類を不整合に覆っており、それぞれ傾斜の緩やかな成層火山を成している。鮮新世に始まるこの火山活動は、サブダクションゾーン後方の南北方向の造構的起伏帯に生じた引張り応力場に位置し、その火成活動はカルクアルカリ系列及びショショナイト系列で特徴付けられる(Pesce, 1987)。

調査地域のあるCopahue-Cavihue複合火山体は、前述の火山列のほぼ中央に位置し、特徴ある環状地形を有している。盆地を取り巻く環状の山陵は2,220~2,400mの標高を持ち、環状地西端には第四紀の火山であるVn. Copahue(EL. 2,980m)がある。この環状構造については、Latinoconsult/ELC-Electroconsult(1980)⁽¹⁾は本地域の陥没構造を火山構造的陥没とし、陥没後の火山活動としては唯一Vn. Copahueのみであり、陥没の凹地を埋める火山噴出物はないとしている。一方、Pesce(1987)⁽²⁾は陥没構造を火山物質の噴出によって引き起こされたカルデラとしており、陥没の凹地はカルデラ形成後の火山物質の噴出により厚く埋められたとしている。3.1で述べた通り、地形的にはカルデラを示唆するものであるが、氷河による浸食を強く受け開析されており、火山物質の噴出によって引き起こされたカルデラであるとする十分な証拠は得られていない。また、今回掘削したCOP-3のコアの中にも、陥没を引き起こしたような火山噴出物及びそれらの再堆積物も見つかっていない。輪郭が円形またはそれに近い火山性の凹陷地をカルデラと呼ぶものであり、この環状地形をカルデラと呼ぶことに問題はないが、Pesce(1987)のカルデラ説を確認するには至っていない。

調査地域は、この環状盆地の北西域で、Vn. Copahueの北東約7km周辺に位置し、4カ所の噴気を主とする地熱徴候地がある。

2. 地質層序

本地域の模式柱状図を Fig. 5-3 に、地質平面図を Fig. 5-4 に示す。また、Pesce (1987)、Latinoconsult/ELC-Electroconsult (1980) 及び本報告書の層序区分を対比したものを Table 5-2 に示す。

(1) 基盤岩類

基盤岩類はCopahue地域地表には分布せず、調査井COP-1, 2, 3でも確認されていない。Latinoconsult/ELC-Electroconsult(1980)によると、本地域の基盤岩類はNeuquén盆地堆積層と呼ばれ、古生代二疊紀～中世代白亜紀にかけての海成層で、Neuquén州北部中央山地にかけて発達しているとし、本地域における基盤深度は電気探査の深部低比抵抗層分布から地下1,700～1,800mと推定した。

Pesce(1987) は、Chile側に分布している新第三紀中新世の堆積岩類Trapa Trapa formation あるいはEpulafquen formationが鮮新世の火山岩類の下位に分布し、その深度はおよそ3,000mと推定している。また、公刊地質図(1982)によれば、本地域の北方の A° Pilunchayoには中生界の堆積岩が分布しており、この地層が本地域の鮮新世の火山岩類の下位に分布している可能性がある。なお、この地層は最近の石油地質調査から第三系であるとされている(Pesce, 私信)。

(2) 第三系

現在までに明らかにされているCopahue地域の火山活動は鮮新世に始まり、この時期にHualcupen formationを形成した。

Hualcupen formationは、安山岩～玄武岩質安山岩及び集塊岩を主体とし、凝灰岩、礫岩、砂岩等を挟在する。環状地形をなす急崖における地質は、溶岩と火砕岩の互層で、一般に上部で溶岩が、下部で火砕岩が卓越する (Fig. 5-5)。

また、地層の傾斜は10° 前後であり、その走向傾斜からHualcupen formationを形成した火山はLaguna Las Mellizas付近を山頂とした成層火山であると推定される。

本層はChile側で1,800m以上 (Pesce, 1987)、環状地形をなす急崖で600m以上観察されるが、環状盆地内では調査井COP-1, 2, 3 (1,414, 1,241, 1,065m) では確認されておらず、その上面深度は明らかではない。