

チリ共和国プチャルディサ地区

地熱開発計画調査報告書

1979年11月

国際協力事業団

設計費  
13,422



チリ共和国プチュルディサ地区

# 地熱開発計画調査報告書

JICA LIBRARY



1026034[7]

1979年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 30	.704
登録No. 02301	64.3
	MPN

## は し が き

日本政府は、チリ共和国政府の要請に基づき、プチュルディサ地区の地熱開発計画調査を実施することとなり、その実施を国際協力事業団に委託した。当事業団は、大手開発株式会社坂井定倫氏を団長とする9名の調査団を編成し、1978年11月1日より同年12月30日までの60日間現地に派遣し、地熱貯留層に関する基礎的資料の収集、経済的開発の可能性の予測評価を前提とし、次に行なわれるべき調査井の位置の選定を目的として、地質調査・地化学探査・重力探査・電気探査及び磁気探査による調査を実施した。

この結果、プチュルディサ地区には優勢な地熱徴候があり、地熱発電の可能性が高いことが認められた。本報告書がプチュルディサ地区の地熱発電開発に寄与するとともに、同国の経済発展ならびに日本・チリ両国の友好親善の一助になれば幸いである。

最後に、本調査の任にあたった調査団員各位の労をねぎらうとともに、調査に際し多大の御協力をいただいたチリ共和国政府関係各位をはじめ、在チリ共和国日本大使館ならびに調査団派遣について御支援をいただいた外務省、通商産業省その他関係団体の関係各位に対し、深甚なる謝意を表すものである。

1979年9月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作



## 伝 達 状

国際協力事業団

総 裁 法 眼 晋 作 殿

ここで提出する報告書は、チリ共和国プチュルディサ地区地熱開発計画調査に関する報告書であります。この調査は、プチュルディサ地区の地熱貯留層を解明し、調査井の位置を選定することを目的として実施されたものでございます。

調査団は、昭和53年11月1日から同年12月30日までの60日間、CORFO (Corporacion de Fomento de La Produccion)の協力を得て地質調査・地化学探査・重力探査・電気探査及び磁気探査を実施いたしました。

調査団は帰国後、各種観測記録の解析及び資料の分析等を行ない、従前の調査結果と併せ検討した結果、プチュルディサ地区は有望な地熱地帯であり、潜在する地熱エネルギーは、将来地熱開発にとって十分期待できるものと考えられます。

本報告書の提出にあたり、諸般の御協力を賜りました CORFO、イキケ州政府その他関係政府諸機関ならびに在チリ共和国日本大使館、外務省、通商産業省の方々に対し、心から感謝の意を表します。

1979年9月

チリ共和国地熱開発計画調査団

団 長 坂 井 定 倫





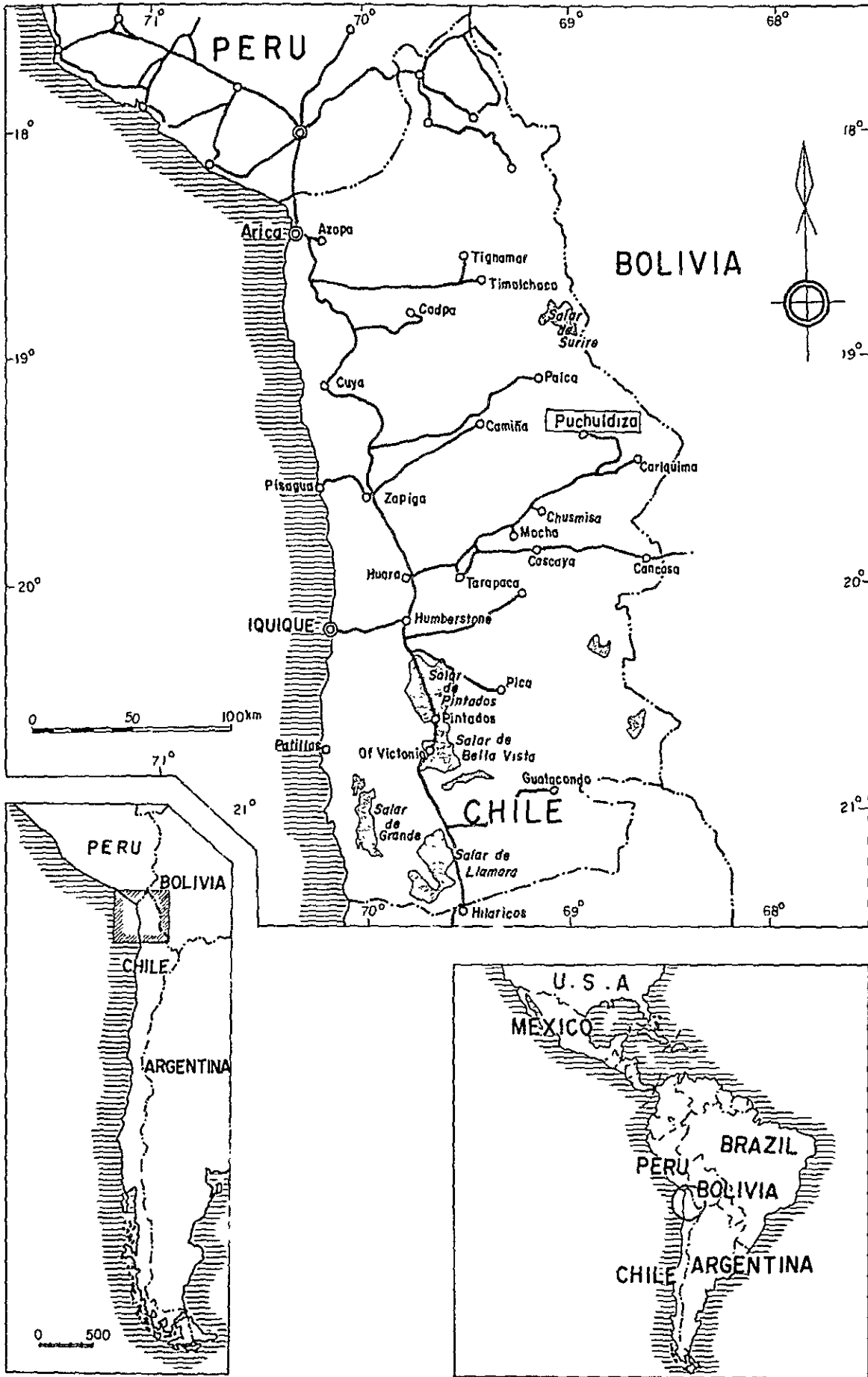
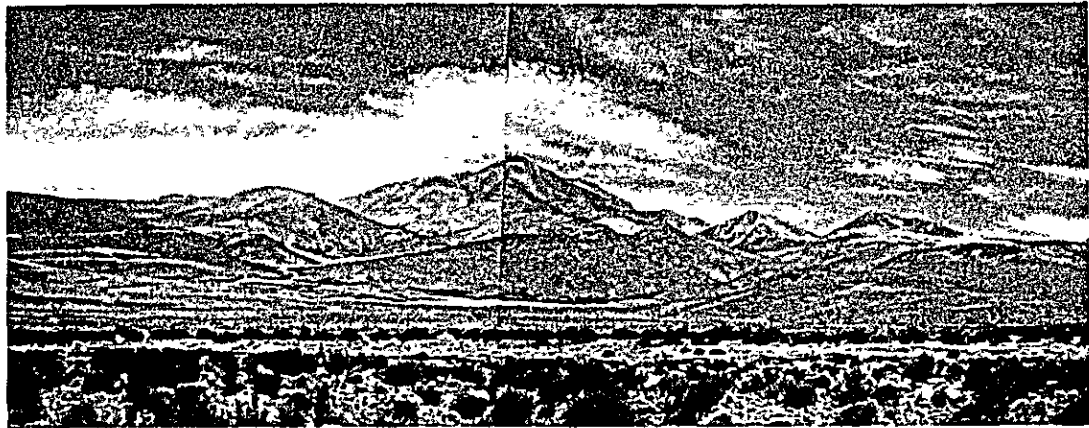
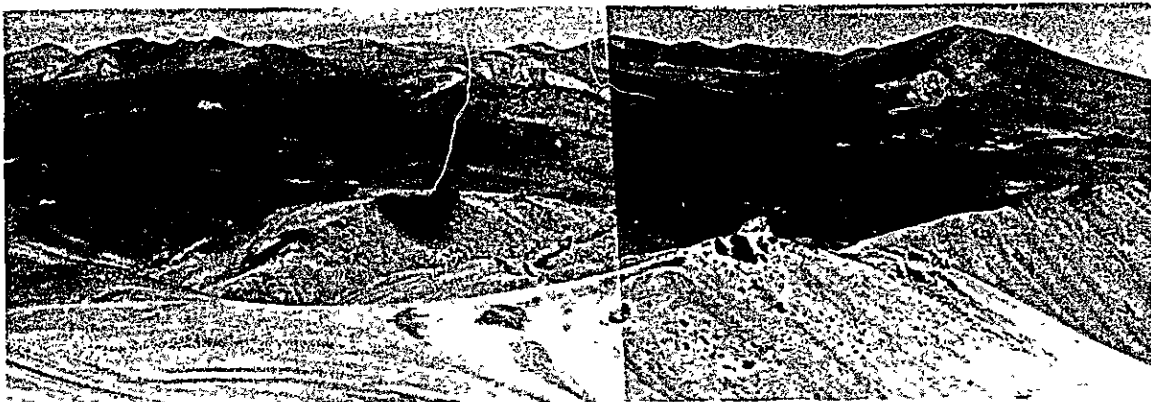


Fig I-1-1 LOCATION OF THE SURVEY AREA

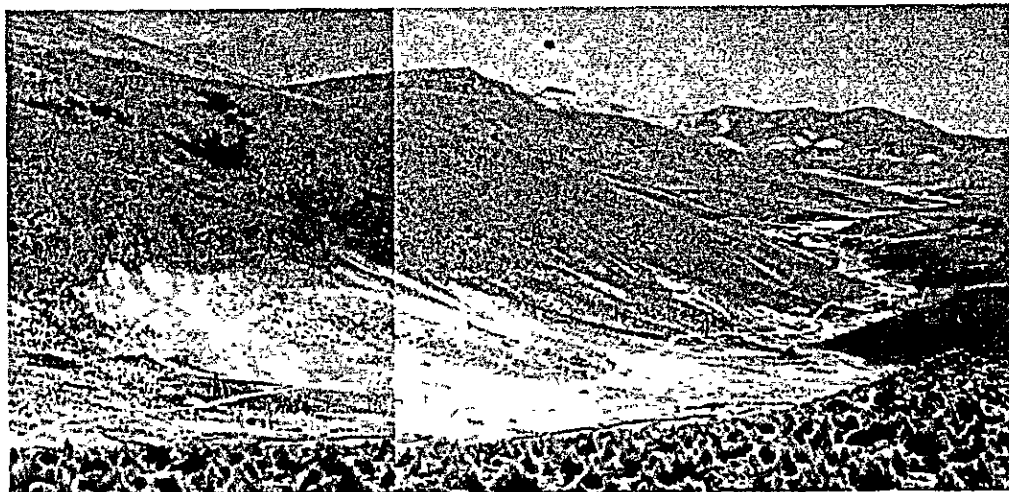




Survey area (center:Co.Blanco, 521m elevation)



A perspective view of the survey area from Co.Blanco



Manifestations



## 結 論 と 勧 告

### 結 論

地質調査、地化学調査及び各種物理探査の総合討論の結果、次のことが判明した。

1. 本地域は、複雑な地塊運動の結果、調査地域中央のタイピコージョ (Tahipicollo) 山及び西方地域を中心とする陥没盆状構造を形成した。これは、重力探査による大規模な低重力異常帯として確認され、そのひろがりは東西 5 km、南北 4 km と考えられる。
2. この構造の中で、高温地熱流体は、堅硬緻密な安山岩溶岩を帽岩として下位の低比抵抗な酸性凝灰岩類の厚く堆積する地域に潜在する。その位置は、陥没盆の西方、深部であると考えられる。
3. 既存調査井の熱水温度は比較的低温であるが、変質鉱物の異常ならびに化学成分の量比による深部地熱流体の温度推定では、地熱発電に利用しうる高温熱水が潜在することを示唆している。
4. 以上のことから、今後、地熱発電に利用しうる高温地熱流体を調査するため、次の位置に調査井を掘削し、さらに詳細に貯留層の各種情報を得る必要がある。

- 試錐候補地
- A 重力探査測点 105 周辺  
(500.9 E, 856.6 N 周辺)
  - B 重力探査測点 107 周辺  
(502.1 E, 856.5 N 周辺)
  - C 重力探査測点 75 周辺  
(502.6 E, 857.5 N 周辺)

以上の3地点は、次の理由により選定された。

1. 盆状構造の内部にあって、地質及び重力探査により推定された構造線に近い。
2. 上部に帽岩となる第四紀及び第三紀のプチュルディサ安山岩が厚く、低比抵抗が深部に続いている。



## 勸告

今回の調査をもとに、チリ共和国が今後地熱発電開発計画を具体的におしすすめるためには、次の諸点に留意して調査をすすめる必要がある。

### 1. 調査井掘削

- (1) 掘削深度は少なくとも1,000 m以上とし、地質層序・地温勾配・地熱流体の性状等を調査すること。
- (2) 実施にあたっては、原則としてコアーは全量採取とし、もし不可能な場合は少なくとも30 m間隔に採取して代表的なコアーについては、検鏡・X線回折分析・各種物性測定等を行なうこと。
- (3) 掘進中は浅部の水止めを十分に行ない、泥水の送排泥の量及び温度等の記録をとり、逸泥箇所を明確にすること。
- (4) 掘進中の逸泥箇所及び各深度における状況を調べるため、ケーシングの挿入前に必ず、物理検層（温度検層及び電気検層）を実施すること。
- (5) 噴気の際は、噴気量及び性質を計測すること。
- (6) 第1孔の掘削結果にもとづき、第2孔の位置及び深度観測内容を再検討すること。

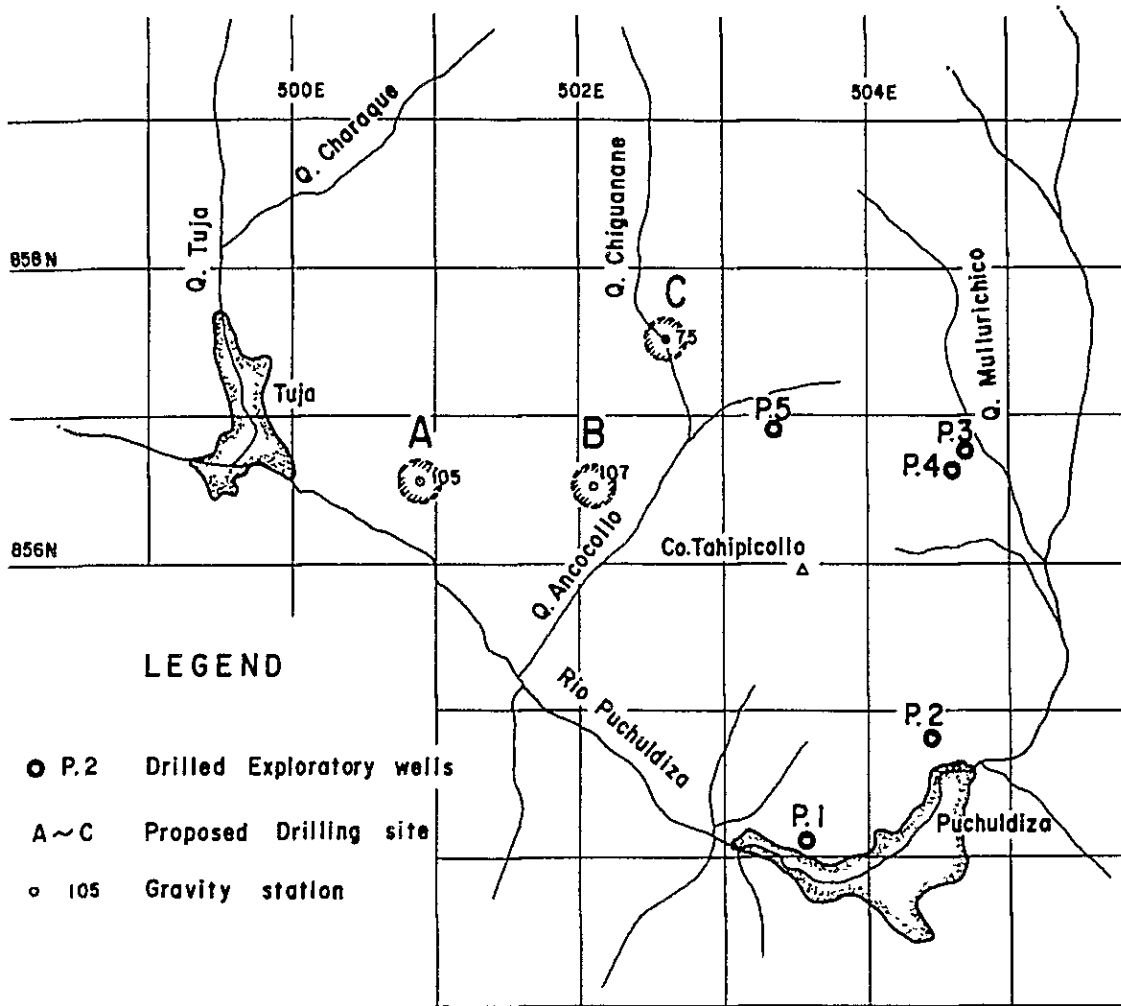
### 2. 追加探査

将来の発電規模を決定する資料として、上記試錐調査と併行し、貯留層の規模をさらに詳細に確認するため、少なくとも6 km 2本の南北方向の電気探査を実施すること。測線は、501 E及び502 Eに沿うものを推薦する。

また、低重力異常の北西方への伸展を調査するため、少なくとも500点の重力探査を実施するのが望ましい。







PROPOSED DRILLING SITE



# 目 次

はしがき  
伝 達 状  
結 論 と 勧 告  
目 次

## 第 I 編 概 論

第 1 章	序 論	1
1 - 1	調査の目的	1
1 - 2	調査の経緯	1
1 - 3	調査団の編成	2
1 - 4	調査日程	4
1 - 5	調査団の訪問機関	6
第 2 章	チリ共和国の一般事情	7
2 - 1	位置・地形・気候	7
2 - 2	人 口	8
2 - 3	経 済	8
2 - 4	産業開発公社 (CORFO)	10
第 3 章	調査地域の一般事情	13
3 - 1	位置・面積及び人口	13
3 - 2	産 業 事 情	14
3 - 3	インフラストラクチャー	16
第 4 章	調査地域の自然条件	17
4 - 1	地 勢	17
4 - 2	気 候	18
4 - 3	地 震	19
第 5 章	チリのエネルギー動向、特に電力事情	21
5 - 1	エネルギー供給の概要	21
5 - 2	電力事業の運営	21
5 - 3	電力の現状	22

5-4	タラパカ州の電力事情	25
5-5	チリ北部(タラパカ州・アントファガスタ州)の 地熱発電計画	25
第6章	地熱地帯の概況	29
6-1	プチュルディサ地熱地帯の概況	29

## 第Ⅱ編 各 論

第1章	地質調査	31
1-1	調査目的および方法	31
1-2	地史概要	31
1-3	地質層序および岩石記載	32
1-4	地質構造	53
1-5	試錐の地質	58
第2章	地化学探査	61
2-1	調査目的	61
2-2	方 法	61
2-3	地熱徴候	62
2-4	変質鉱物	63
2-5	温泉水の化学	69
2-6	同位体分析	71
第3章	重力探査	73
3-1	調査目的	73
3-2	調査方法	74
3-3	重力補正	79
3-4	解析方法	86
3-5	解析結果	89
第4章	電気探査	97
4-1	調査目的	97
4-2	調査方法	97
4-3	解析方法	101
4-4	解析結果	105
第5章	磁気探査	115

5 - 1	調査目的	.....	1 1 5
5 - 2	調査方法	.....	1 1 5
5 - 3	解析方法	.....	1 2 0
5 - 4	解析結果	.....	1 2 3

### 第Ⅲ編 総合検討

第1章	探査結果の要約	.....	1 2 7
1 - 1	地質調査	.....	1 2 7
1 - 2	地化学探査	.....	1 2 7
1 - 3	重力探査	.....	1 2 7
1 - 4	電気探査	.....	1 2 8
1 - 5	磁気探査	.....	1 2 8
第2章	地熱系の考察	.....	1 3 1
2 - 1	地質構造と地熱流体	.....	1 3 1
2 - 2	地熱系の水理地質	.....	1 3 4
第3章	試錐技術の調査	.....	1 3 7
REFERENCES	.....		1 3 9
PHOTOGRAPHS	.....		P-1~P-4
VES CURVES	.....		V-1~V-12

## 圖 表 一 覽

### MAP LIST

Fig. I -1-1	Location of the Survey Area
Fig. I -4-1	Schematic Cross-Section of Elevation
Fig. I -4-2	Rain-fall in Northern CHILE
Fig. I -4-3	Elevation and Rain-fall in Northern CHILE
Fig. I -5-1	Location of Power Plants and Proposed Geothermal Power Plants
Fig. I -5-6	Location of Geothermal Fields in CHILE
Fig. II -1-1	General Relief of the Central Andes
Fig. II -1-2	Geological Map
Fig. II -1-3	Geological Section (E-W)
Fig. II -1-4	" (N-S)
Fig. II -1-5	Location of Collected Samples (Rock, Hot Water)
Fig. II -1-6	Lineament on the Surface
Fig. II -1-7	Fault System and Block Movement
Fig. II -1-8	Geologic Drill Log with Temperature Curve (1)
Fig. II -1-8	" (2)
Fig. II -2-1	Location of Surface Geothermal Activities and Exploratory Wells
Fig. II -2-2	Thermal Manifestation at Puchuldiza Area
Fig. II -2-3	X-ray Diffraction (TUJA)
Fig. II -2-4	" (Well No. 2)
Fig. II -2-5	" (Well No. 5)
Fig. II -2-6	Relative Curve between Temperature and Solubility of Silica
Fig. II -2-7	D/H and $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ratios

Fig. II-3-1	Location of Gravity Observation Points
Fig. II-3-2	Bouguer Anomaly Map
Fig. II-3-3	Residual Gravity (Normal) Map
Fig. II-3-4	First Order Surface Fit Map
Fig. II-3-5	Third Order Surface Fit Map
Fig. II-3-6	First Order Residual Map
Fig. II-3-7	Third Order Residual Map
Fig. II-3-8	Cross-Section of Line A-A' and Line B-B'
Fig. II-3-9	Cross-Section of Line C-C' and Line D-D'
Fig. II-3-10	Relation between Gravity Value and Elevation
Fig. II-3-11	Diurnal Variation at Gravity Station
Fig. II-4-1	Location of Electrical Survey Lines
Fig. II-4-2	Apparent Resistivity Section (Line-A,B,C)
Fig. II-4-3	Lateral Change of Apparent Resistivity
Fig. II-4-4	Apparent Resistivity Map (AB/2=500m)
Fig. II-4-5	" (AB/2=1,000m)
Fig. II-4-6	Resistivity Section (Line-A,B)
Fig. II-5-1	Total Intensity of the Geomagnetic Field
Fig. II-5-2	Location of Magnetic Survey Lines
Fig. II-5-3	Diurnal Variation at Magnetic Station
Fig. II-5-4	Magnetic Profile (Line-1~Line-7)
Fig. II-5-4	" (Line-8~Line-14)
Fig. II-5-5	Magnetic Anomaly Caused by Sphere Model
Fig. II-5-6	Magnetic Anomalies Caused by Dyke, Sphere and Horizontal Cylinder Models
Fig. II-5-7	Observed Magnetic Map
Fig. II-5-8	Magnetic Profiles

- Fig. II-5-9 Analytical Map of Magnetic Survey
- Fig. III-2-1 Consolidated Geophysical Anomaly
- Fig. III-2-2 Flow of Natural Underground Water



- 表I-3-1 面積
- 表I-3-2 人口
- 表I-3-3 業種別人口
- 表I-3-4 全国対比生産比率
- 表I-3-5 漁油生産量
- 表I-3-6 漁粉生産量
- 表I-3-7 鉱業生産量
- 表I-3-8 インフラストラクチャー
- 表I-4-1 地勢と気候
- 表I-4-2 タラパカ州の雨量
- 表I-4-3 タラパカ州近傍における主な地震
- 表I-5-1 年度別原油生産量
- 表I-5-2 年度別天然ガス生産量
- 表I-5-3 発電電力表
- 表I-5-4 地域別発電電力量
- 表I-5-5 発電設備
- 表I-5-6 地域別発電設備
- 表I-5-7 タラパカ州発電所設備能力
- 表I-5-8 チリ北部・電力需給バランス
- 表I-5-9 コスト比較表
- 表I-5-10 発電の長期計画表
- 表I-6-1 アンデス山地の気象

Table I -1-1	Itinerary of Japanese Survey Team
Table II -1-1	Geologic Succession
Table II -2-1	X-Ray Diffraction Analysis of Altered Mineral
Table II -2-2	" Cores and Sludges from Exploratory Wells
Table II -2-3	Chemical Composition of Hot Water in Puchuldiza Geothermal Area
Table II -2-4	Temperature of Geothermal Fluids in the Reservoir
Table II -2-5	Deutrium : Hydrogen and $^{18}\text{O}$ : $^{16}\text{O}$ Ratios
Table II -3-1	Calculation of Gravity Standard Value
Table II -3-2	Average Density of Rock Samples
Table II -4-1	Measuring Electrode Spacing
Table II -4-2	Resistivity of Surface Water
Table II -4-3	Classification of VES Curves (1)
Table II -4-3	" (2)
Table II -5-1	Magnetic Susceptibility
Table III -2-1	Physical Properties of Rock Samples

第 I 編

概論

10/10/10

20

10/10/10

# 第 1 章

## 序 論



# 第1章 序 論

## 1-1 調査の目的

この調査は、チリ共和国 (The Republic of CHILE) 政府の要請に基づき、同国北部のタラパカ (Tarapaca) 州に位置するプチュルディサ (Puchuldiza) 地熱地帯に対し、地質調査・地化学探査ならびに物理探査などの諸調査を実施したものである。

この地熱地帯は、チリ国政府によってすでに一部の基礎調査がなされているが、生産井の掘削に先立ち精密調査を行なって、地質構造および地熱貯留層の規模・深度を究明し、次に行なわれるべき調査井の位置・掘削深度を決定することを目的とした。

また、調査井試錐のためのチリ国側実施体制の事前調査を行い、今後の技術協力計画に対する資料を集めることとなった。

## 1-2 調査の経緯

チリ共和国は我が国同様、環太平洋火山帯に属し、多地域に亘って地熱開発の可能性が大きい。このことから、チリ共和国産業開発公社 CORFO (Corporacion de Fomento de la Produccion, Republica de CHILE) は、1968年地熱委員会 (Comite para el Aprovechamiento de la Energia Geotermica) を発足させ、地熱開発の有望地区として、エル・タティオ (El Tatio) 地区およびプチュルディサ地区を選定した。エル・タティオ地区については、1968年より1974年まで国際連合 (UNDP) の経済技術援助を受けて探査を行い、地熱発電開発に成功し、近日発電所建設のための国際入札が行われることになっている。プチュルディサ地区については、CORFO 独自で調査を行い、概査の結果、きわめて有望であるとみなされている。しかし、資金および技術力の不足から地熱開発の緊急性を認めながらも意の如く前進せず、その打解策に苦慮しているのが現状である。

一方、タラパカ州を含むチリ国北部には、わが国の有力企業も進出し、同国の鉱物資源の開発に協力中であり、また、その他にも幾多の鉱山開発計画が進められている。しかし、将来の電力需要に対する安価な供給源を求めることは、技術的にも地理的にも困難な状況にあるため、安定したエネルギー供給源として、プチュルディサ地熱開発の成功が渴望されているのが現状である。

1977年11月地熱技術株式会社は、通産省の海外投資および開発輸入促進費補助金の交付を受けて、プチュルディサ地熱地帯を調査した結果、民間企業が現地点で進出することは困難であるが、更に精密な基礎調査を行って開発計画を樹立すれば、当地熱地帯の開発は、きわ

めて有望であるとの結論を得ている。

チリ共和国は、我国の地熱開発技術を高く評価し、日本政府の援助を求め、1978年5月外交ルートを通じて公式要請書を提出した。日本政府および国際協力事業団は、かかる経緯をもって発展途上国に対する経済技術援助の一環として、本調査団を派遣したものである。

### 1-3 調査団の編成

調査団の編成は下記のとおりである。

区分	氏名	所属	担当
団長	坂井定倫	三菱金属(株)資源本部地熱開発担当 次長(大手開発(株)嘱託技師長)	総括
団員	竹本節生	国際協力事業団鉱工業計画調査部 資源調査課課長代理	業務調整
"	黒田英夫	三菱金属(株)地熱開発事務所課長 (大手開発(株)調査部付)	地質調査
"	中村仁一	三井金属エンジニアリング(株) 開発計画部地質課長	地化学探査
"	服部旭	大手開発(株) 物理探査部課長	物理探査 総括及磁気
"	黒沢昌志	大手開発(株) 秋田事業所地熱主任技師	電気探査
"	田中栄治	三井金属エンジニアリング(株) 物探測量部物探課主任	電気探査
"	加藤雅胤	大手開発(株) 物理探査部技師	電気探査
"	藤本俊昭	日鉱探開(株) 地質物理探査部技師	重力探査
"	大柳雅寒	日鉱探開(株) 地質物理探査部主任技師	重力探査




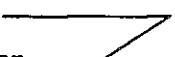
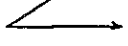
カウンターパート

Project Manager	:Patricio Trujillo Ramirez	CORFO地熱委員会
Assistant Project Manager	:Raul Bravo Espinoza	"
Geophysicist (Camp Manager)	:Jorge Sanchez Uribe	"
Chemist	:Yurides Solor	"
Mining Engineer	:Aladio Godoy	"
Geologist	:Ricardo Sandoval	"
Measurement Engineer	:Garlos Araya	"

1-4 調査日程

TABLE I-1-1 ITINERARY OF JAPANESE SURVEY TEAM

No.	Date	Day	Schedule
1	1978. Nov.	1	Tokyo Lv. → New York Ar. Lv.
2		2	↓ Santiago Ar.
3		3	A courtesy call on the Japanese Embassy, CORFO etc.
4		4	Purchase the goods and pass customs inspection.
5		5 Sun.	Arrange for the survey.
6		6	Make arrangements with CORFO. Transport the equi. .
7		7	Santiago → Arica → Iquique
8		8	A courtesy call on the relative facilities in TARAPACA.
9		9	Iquique → Chusmiza (3,500 m elevation)
10		10	Chusmiza → Puchuldiza (4,300 m elevation)
11		11	Around of inspection at the survey area.
12		12 Sun.	1 ↑ Beginning of the survey
13		13	
14		14	
15		15	
16		16	5
17		17	
18		18	
19		19 Sun.	
20		20	
21		21	10
22		22	
23		23	
24		24	
25		25	
26		26 Sun.	15
27		27	
28		28	
29		29	
30		30	
31	Dec.	1	20
32		2	

No.	Date	Day	Schedule
33	1978. Dec. 3	Sun.	
34	4		
35	5		
36	6		25
37	7		
38	8		
39	9		
40	10	Sun.	30
41	11		
42	12		
43	13		
44	14		↓ Finish the survey
45	15		Puchuldiza → Chusmiza
46	16		Chusmiza → Iquique
47	17	Sun.	
48	18		Arrange the survey data. Pack and transport the equi.
49	19		
50	20		Report to the relative facilities of CORFO.
51	21		
52	22		Iquique → Arica → Santiago
53	23		
54	24	Sun.	Calculate the data. Write up the interim report.
55	25		" "
56	26		Report the interim report and export the equipments.
57	27		Santiago 
58	28		San Francisco
59	29		San Francisco 
60	30		Return to Japan  Tokyo

1-5 調査団の訪問機関

日本大使館

特命全権大使 山下重明氏

参事官 柘植方雄氏

CORFO (産業開発公社)

Ministro Vicepresidente, Ejectivo de CORFO (國務大臣, CORFO副総裁)

:General Luis Danus C.

Gerente de Desarrollo de CORFO (地熱開発委員会会長)

:Comandante Hernan Velasques Mullatti

Secretario Ejectivo del Comite Geotermico (エネルギー開発部長)

:Ingeniero Jorge de la Fuente

Jefe Finanzas Gerencia de Desarrollo (財務局長)

:Asesora Isabel Letelier

Director Regional de CORFO, Iquique (CORFOイキケ事務所長)

:Gilberto Navarro

SERPLAC Primero Region Tarapaca (タラパカ州計画局)

Secretario Regional (計画局開発部長)

:Egidio Feliu

## 第 2 章

### チリ共和国の一般事情



## 第2章 チリ共和国の一般事情

### 2-1 位置・地形・気候

チリ共和国は南米大陸の南西部、大太平洋に沿って南北に長く伸びた国で、南緯17度30分から55度59分、西経66度30分から75度40分に位置し、北はペルー(Peru)、東はボリビア(Bolivia)およびアルゼンチン(Argentina)に接している。西は太平洋、南は南氷洋に面し、国土の長さは南北に4,270kmあるのに対し、幅は平均175km、最も広い所で355kmにすぎない。

面積は、南極地域を除いて74,176.7km<sup>2</sup>で日本の面積の約2倍に当り、南米大陸の中では7番目の大きさである。

チリの地勢の最大の特徴は、細長い国土の両側にアンデス(Andes)山脈と海岸山脈という2つの山脈が南北に走り、その間に両山脈を分けるように中央平原があることである。アンデス山脈は、南米大陸を南北に縦走して、その背骨的存在となっている。北部(南緯27度以北)の砂漠地帯のアンデス山脈は火山性であり、5,000~6,000m級の山岳がそびえている。中央部(南緯27度から35度)には、6,000m級の山岳が集中しており、チリ最高峰オホス・デル・サラド(Ojos del Salado)山6,863mもここに含まれている。これに対して南緯35度以南では、アンデス山脈は急速に低くなり、灌木地帯に代って森林地帯となる。また溪谷が発達し、氷河の通ったあとには湖が多く形成されている。

海岸山脈の形態も南と北ではその趣を異にしている。北部では、海岸から直接400~800m突き出た断崖で、そのところどころに1,500m以上の山岳がそびえている。中央部ではアンデス山脈の支脈が海岸近くまで延びているため、これと区別しにくい、あまり高くない不規則な山並みとして続いている。

中央平原は、北部では砂漠、中央部では溪谷となっている。ペルーとの国境から、コピアノ(Copiano)川までの約1,000kmにわたる中央平原は、平均して高さ約1,000m幅50kmの盆地を形成する。この一帯は世界有数の乾燥地帯であり、アタカマ(Atacama)砂漠と呼ばれている。アンデス山脈から海に向う河川は、水量が極めて乏しい上に、鉱業や農業用水等に使用されるため、水量の殆んどが海岸山脈に到着する前に砂漠の中で消滅する。この地域は地下資源が豊富で、硝石・硫黄・ヨード・銅などを産出している。

チリの気候は国土が南北に長いこと変化が著しい。北は亜熱帯に属し、南は南氷洋に接している。北部の砂漠地帯は日中と夜間の温度差が大きいのに対し、南のパタゴニア(Patagonia)地方は寒冷・湿潤で年間雨量が5,000mmを超える所もある。また、国土の幅が狭いため、全地域が海洋の影響を受けやすく、チリの海岸沿いに北上するフンボルト(Humboldt)

寒流の影響で同緯度の他国より気温が低い。一般に気候は南へ下るに従って次第に低くなるが、急激に低くなる訳ではなく、気温を決定するのは緯度よりはむしろ高度であるといえる。

チリは環太平洋の火山帯に属している上、高さ数1,000mのアンデス山脈が国土の東側を縦走し、西側の太平洋には国土に沿って深いチリ海溝が走っているため、有数の地震国となっている。

## 2-2 人 口

チリの総人口は、1976年に10,454千人である。1970年の人口は9,368千人であり、これを比較すると1.12倍、年率1.8%の増加率を示している。人種構成は、メスティーソ（白人とインディオとの混血）が66%、スペイン人が25%、インディオが5%、その他のヨーロッパ系人種（ドイツ・イタリア・イギリス等）が4%となっている。

チリは行政上25の州に分けられており、それが更に13の地域に統合されている。全人口の約80%がアコンカグア州からカウティン州までの中央部に居住しており、中でもサンチャゴ首都圏には全人口の38%が集中している。このため人口密度は、全国平均では1人当たり、13.5人であるのに対し、サンチャゴ首都圏では238.7人と高い値を示している。都市人口は全国平均で約75%を示し、人口の都市集中化は今後も続くものと考えられるが、サンチャゴ州の他、今回の調査区域に当たる北部のタラバカ州、アントファガスタ（Antofagasta）州、ヴァルパライソ（Valparaiso）州はいずれも人口の90%以上が都市部に住んでいる。

1975年の経済的活動人口は3,184千人で、このうち就業人口は2,716千人である。第三次産業が就業人口全体の53%を占め、第一次産業が25%、第二次産業22%となっている。更に細分すると、農漁業に従事する人口が最も多く22%、次いで製造業17%、商業15%となっている。宗教は国民の88.4%がカトリック教で、また、言語はスペイン語が公用語である。

## 2-3 経 済

チリの社会主義的な変革を目差したアジェンデ（Allende）政府の経済政策は、銅資源の国有化、主要産業・企業の国営化、農業改革、所得の再配分などを内容としたものであったが、1973年に崩壊した。1973年9月のクーデター直前は、イ）高率のインフレーションの発生、ロ）日常生活物資の不足、ハ）国営化された諸企業での経営の非効率と赤字累積、ニ）労働者の実質賃金・給与水準の大幅な悪化、ホ）農業生産の大幅な後退、ヘ）国際収支の悪化対外債務の増加など深刻な経済危機に陥った。

これらの経済危機を受けついで軍事政権は、経済の立直しを国家再建の柱とした。この内容



は、均衡財政主義、市場機構の自由な動きと貿易・資本の自由化を最大限保障するという開放的な自由主義経済体制の再建をはかることによって経済危機を克服し、同時にチリ経済の体質、特に対外的競争力を強化しようとするものであった。

その結果、1974年には前年と較べるとマイナス3%と落ち込んでいた経済成長率は5%と上昇し、銅・硝石・鉄鋼・石灰など鉱業分野での生産は増加し、また、マイナス24%と大きく後退していた農業部門は約15%の生産増と大幅に回復した。しかし、インフレーションは抑制できず、1973年9月より1974年9月の物価上昇率は611.1%に達し、失業率も上昇した。また、1973年末の石油ショック以降の世界的不況により国際収支は改善に向うに至らなかった。

このため軍事政権は、まずインフレーションの克服を最大の目標とし、1975年5月からの財政支出の15～25%の削減を手始めに所得税の引上げ、国営企業の赤字の縮小計画、金融の引締めなど一連の厳しい緊縮・均衡財政政策を導入した。また、資本・貿易の自由化を更に進め、アンデス条約から脱退し、関税を引き下げ、輸出の多角化を含めた輸出の振興拡大をはかった。

しかしながら、1975年には石油ショックを契機とした世界経済の停滞の中で激しい不況に見舞われた。経済成長率は13.1%下落し、銅・石灰の生産も減少した。国際収支も、輸入の減少と輸出における非伝統的品目の増大はあったが、銅価格の下落による外貨損失のため、総合収支で2億7千万ドルの赤字となった。また、インフレーションも340.7%と抑制できず失業率も18.7%に達した。

1976年に入ると、銅価格の好転に農産物の輸出拡大が加わり国際収支は黒字に転じた。インフレーション抑制策も効果を現わし、174.3%までに低下した。このため政府は更に減税・金利引き下げ・投融資増大など生産活動にも力を入れはじめ、その結果低迷していた工業生産も12%増と上向きはじめた。

1977年に入って、インフレーションは着実に下降を続け、年間上昇率は60%、1978年には31.3%と下り1979年には20%台と予想されている。貿易も好調で輸出は非伝統品目の伸びがめだち、輸出額に占める銅の比率は1977年度は55%、1978年度は50%を切るまでに低下すると思われる。

現在の経済政策の基本方向は、効率の良い部門を伸ばすことにあり、国内工業は自由化促進による輸入品との競争のため業種による明暗がはっきりしてきており、チリ経済の先行きは明るさを増してきているといえる。

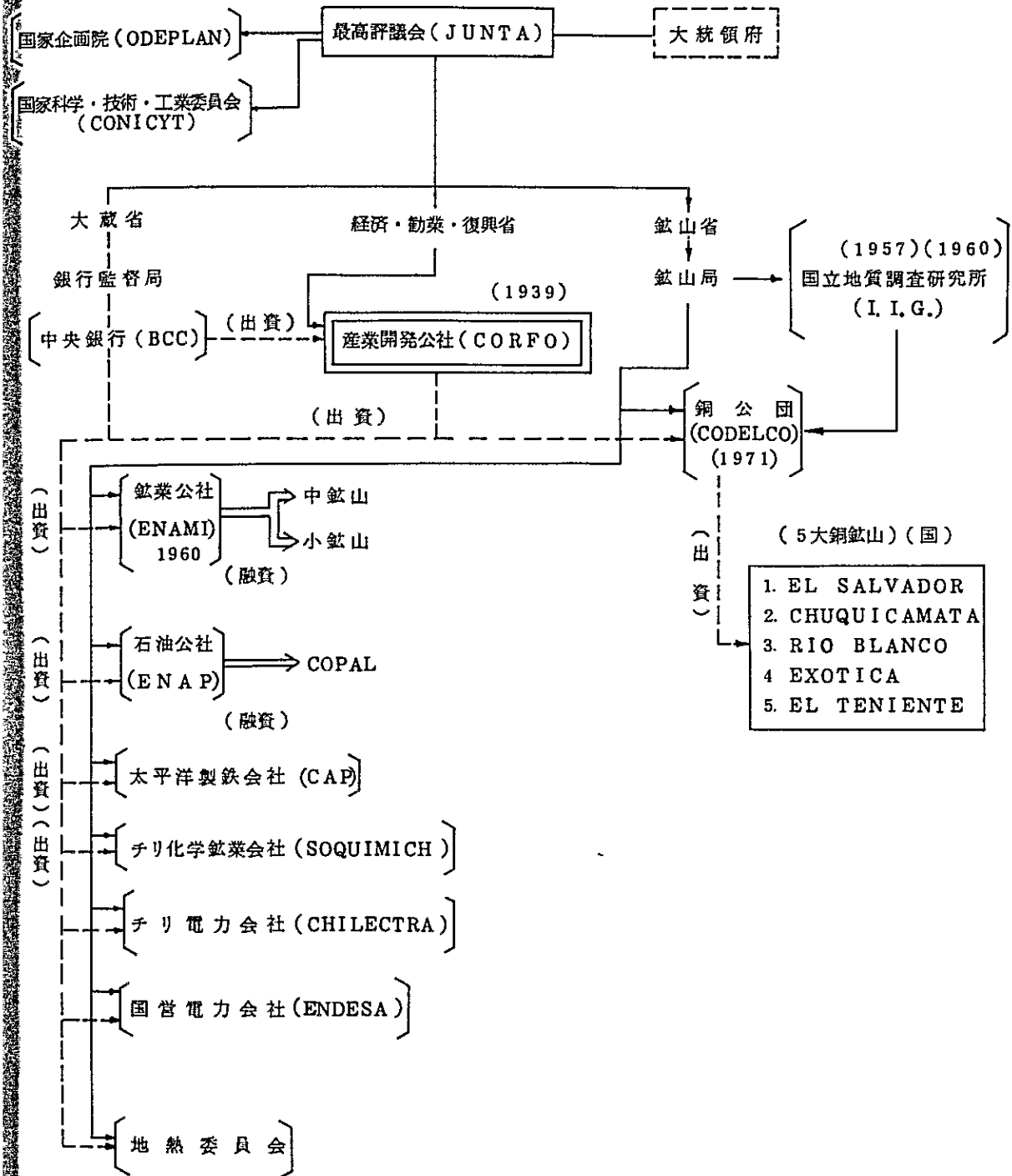
## 2-4 産業開発公社 (CORFO)

CORFO (Corporacion de Fomento de la Produccion) は、1939年4月29日公布の政令№6334に基づいて組織されたチリに存在する唯一の自治権のある行政機関であり、行政府に所属している。行政府を通じて国家がその機能の一部を履行するという形で機能的に分権化された公共的サービス機関であり産業開発公社と訳されている。従って、チリ国経済発展の推進と方向づけを行なう機能をもっている。その主な目的は、国家の生産活動を促進することで、国家経済の基礎をなす産業全般、例えば電気事業・鉄鋼業・石油および硝石の探査、臨海製糖業・電波通信などの投資計画の立案とその実施機関であると同時に企業に対する融資業務も行なっている。

CORFO の組織は、22の局からなっており、その局は更に細分化された組織をもって個別的な機能を分担しているが、その主な業務は下記のとおりである。

- 産業の調査・研究・増産計画の検討、生産の多様化の検討、これらの機能は開発管理委員会その他 CORFO の所属する各種委員会や組織を通じて実行される。
- 信用供与および助成、資金獲得の仲介、助成金の管理による個人企業の担保付与
- 天然資源の発見、探査ならびに評価
- 生産技術の改良および適応
- 労働力雇用の拡大および労働条件の改善
- 探鉱資金の融資ならびに企業化に要する機械・設備に対する財政資金の割当投資など

チリ共和国鉱物資源調査開発関係機関 (1974. 7. 1)





## 第 3 章

### 調査地域の一般事情



### 第3章 調査地域の一般事情

#### 3-1 位置・面積および人口

調査対象地域であるタラバカ州（アリカ県・イキケ県）は、Fig.I-1-1に示すように、アンデス山脈の西側斜面から太平洋に至る南緯19度45分から20度30分および西経68度50分から70度10分の緯経線に囲まれた地域である。

面積は、表I-3-1に示す如く、58,072.7 km<sup>2</sup>で全国比は約8%弱である。

表I-3-1 面積

	面積 (km <sup>2</sup> )	全国比
アリカ県	16,924.6	2.24%
イキケ県	41,148.1	5.43%
計	58,072.7	7.67%

人口は、1975年現在国全体の約2%に当たる212,750人で人口密度は、1 km<sup>2</sup>当り3.6人となっており、国全体の13.5人と比較するとかなり低いが人口増加率は4%以上を示しており、国全体の年平均増加率3.2%を越えている。

表I-3-2 人口

	1960年(人)		1970年(人)		1975年(人)		1977年(人) (推定)	
アリカ県	51,947	0.67%	95,902	1.1%	126,766	1.2%	122,390	1.15%
イキケ県	71,123	0.94%	79,079	0.9%	85,984	0.8%	101,120	0.95%
計	123,070	1.63%	174,981	2.0%	212,750	2.0%	223,510	2.10%
全国	7,585,350	100	8,884,768	100	10,353,706	100	10,655,757	100

( ESTADISTICAS E INDICADORES REGIONALES SEPTIEMBRE 1977 )

チリ経済企画庁の予測によるタラバカ州の将来の人口は、1985年には現在の223人から273人と約23%増となっている。これは、1977年政府がイキケ港を自由港にする事を決定し、アリカ市と同様に自由港化によるイキケ市への人口移入が起るものと予想されているため、都市への人口集中率は94%と今後ますます集中化が進むと予想される。

タラバカ州の就業者人口は、表I-3-3に示すとおり、78千人と総人口の35%が就業していることになり、当州の世帯当りの平均家族数を5人と仮定すると、一世帯当りの平均就

業者数は1.75人となり、同州における失業率は必ずしも高くないと考えられる。

表1-3-3 業種別労働人口

区 分	人 口	割 合
農 漁 業	14,342人	18.33%
鉍山採石業	2,948	3.77
製造工業	10,383	13.27
電気ガス水道	373	0.48
建 設	4,464	5.71
商 業	10,455	13.36
運輸・通信	7,532	9.63
金融機関	902	1.16
公共団体	24,321	30.97
そ の 他	2,599	3.32
計	78,229	100.00

(ESTADISTICAS E INDICADORES REGIONALES SEPTIEMBRE 1977)

### 3-2 産業事情

タラパカ州の経済が国全体に占める割合は、表1-3-4に見られるとおり、1975年に2.8%で人口比率2.0%よりわずかに高い数値を示している。産業別には、漁業が全体の24.6%を占め、次いで運輸6.3%、商業5.1%を占めている。チリの主要産業である鉍業は、現在では1.1%にすぎない。これは以前栄えていたチリ硝石が空中窒素固定法の工業化により、廃閉山が引き続いたためであり、また、既に鉍量は発見されながらエネルギー供給等の条件によって開発が引き延ばされている銅鉍床、例えばケブラダ・ブランカ (Quebrada Blanca)、セロ・コロラド (Cerro Colorado)、コパキレ (Copaquire) の開発が遅延しているからである。



表 1-3-4 全国対比生産比率

		1972年	1973年	1974年	1975年
農	業	0.4%	0.4%	0.3%	0.4%
漁	業	24.6	24.2	24.2	24.6
鉱	業	1.1	1.5	1.3	1.1
工	業	3.4	3.4	3.3	3.4
建	設	3.5	3.5	3.5	3.5
運	輸	6.3	4.3	4.3	6.3
商	業	5.1	3.5	3.6	5.1
サ	ービス業	0.8	1.4	1.4	0.9
そ	の他	0.9	1.3	1.4	0.8
計		2.29	2.55	2.38	2.80

漁業および鉱業の最近の生産量は、表 1-3-5 から表 1-3-7 に示すとおりである。

表 1-3-5 魚油生産量(t)

	1974年		1975年			1976年		
	数 量	全国比%	数 量	全国比%	前年比%	数 量	全国比%	前年比%
アrika県	8,104	27.89	9,230	36.20	14	10,196	29.10	10
イキク県	12,500	43.01	9,126	35.80	△ 27	18,132	51.74	99
計	20,604	70.90	18,356	72.00	△ 11	28,328	80.84	54

表 1-3-6 魚粉生産量(t)

	1974年		1975年			1976年		
	数 量	全国比%	数 量	全国比%	前年比%	数 量	全国比%	前年比%
アrika県	64,586	33.28	61,128	39.15	△ 5	80,879	31.99	32
イキク県	70,906	36.54	52,029	33.32	△ 27	116,426	46.05	124
計	135,492	69.82	113,157	72.47	△ 16	197,305	78.04	74

表 1-3-7 鉱業生産量

	銅 (t)	銀 (kg)	金 (kg)	硝石 (t)	沃度 (t)
1974年	9,807	-	-	96,500	278,450
1975年	6,295	-	-	92,256	229,848
1976年	11,949	1,447	7	73,610	122,700
全国比	(1.18%)	(0.64%)	(0.17%)	(11.89%)	(8.72%)

(ESTADISTICAS E INDICADORES REGIONALES SEPTIEMBRE 1977)

### 3-3 インフラストラクチャー

タラパカ州の港湾は、アリカとイキケにある。イキケ港はチリ硝石搬出のため、1928年に建設され水深は約10mで4万トン級の船まで接岸可能である。道路網は、Fig. 1-1-1 に示すように、タラパカ州を南北に縦断する5号線、パンアメリカン・ハイウェイ (Pan American Highway)、州都イキケとパンアメリカン・ハイウェイを結ぶ16号線、イキケとアントファガスタを海岸線沿いに結ぶ1号線、更に北部国境沿いにボリビア共和国に抜ける11号線が主要道路である。これらは国道で すべて比較的良好に保持補修されている。国道の約80%はアスファルト・コンクリート舗装されているが、地方道は砂利道のままである。

表 1-3-8 インフラストラクチャー

各種道路	km	アリカ 県	イキケ 県	計	対全国比率
		上級	2480	5360	7840
コンクリート舗装		7.0	-	7.0	
アスファルト舗装		241.0	225.0	466.0	
二重処理		-	311.0	311.0	
下級		1170.0	2962.0	4132.0	10.0%
砂利道		61.5	1194.0	1255.5	
泥道		1108.5	1768.0	2876.5	
計		1418.0	3498.0	4916.0	9.8%
橋の数				17	
鉄道	総 区 間		チリ国内区間		
	アリカ-ラバス鉄道	439km (狭軌)		207km (狭軌)	
	アリカ-タクナ鉄道	60 "		18 "	
	県内鉄道総延長			225km	
対全国比率			25%		
航空路	国際空港	1 (アリカ)			
	国内線空港	3			
海路	アリカ港	港の構所内 25 HA			
	イキケ港	出入能力 100万 t/年			
		出力能力 50万 t/年			

## 第 4 章

### 調査地域の自然条件



## 第4章 調査地域の自然条件

### 4-1 地 勢

タラパカ州の地形の特徴は、チリ全土のそれと同じく 1)海岸山脈地帯、2)中央砂漠盆地帯、3)アンデス山脈地帯の3つに大別できる。海岸山脈地帯は太平洋岸より急激に高度を増し、標高1,300m~1,600mの山脈が南北に連なり、東側斜面は比較的緩傾斜である。

中央砂漠盆地帯は、海岸山脈地帯の東側に連続する幅40~50kmの閉鎖盆地で、標高1,000~1,500mを示し、地勢的にはアタカマ砂漠の北部延長に位置する。本地域ではパンパ・デルタマルガルと名付けられている。この盆地の西部には、南北に縦走するパン・アメリカン・ハイウェイがあり、これに沿ってウアラ (Huara)、ポソ・アルモンテ (Pozo Almonte) などの小部落が存在する。

中央砂漠盆地帯の東側は、高度を急激に増し、アンデス前縁地帯ともいうべき標高2,500~3,000mの準平原地形と貫入火成岩体による突出山塊および、これを深く刻んで発達する東西系の溪谷がおりなす地形を呈している。

アンデス山脈地帯は一般に高度3,000m以上の山地をなし、その東部はチリ・ボリビア両国の国境地帯に位置している。本地域のアンデス山脈は南北に走る2条の平行した山系よりなり、東側の山系がボリビアの国境に接することが多い。一般に西側の山系は東側に較べてやや低く5,000mを越えることが少なく、5,000mを越える高峰はほとんど東側の山系に集中している。この平行した2条の山系に挟まれて高度3,400m~4,200mの平坦地形が発達する。この平坦地形はアンデス高地平原地帯と称され、幅5~20kmの規模で南北に断続して連なっており、遊牧民の住居が点在している。

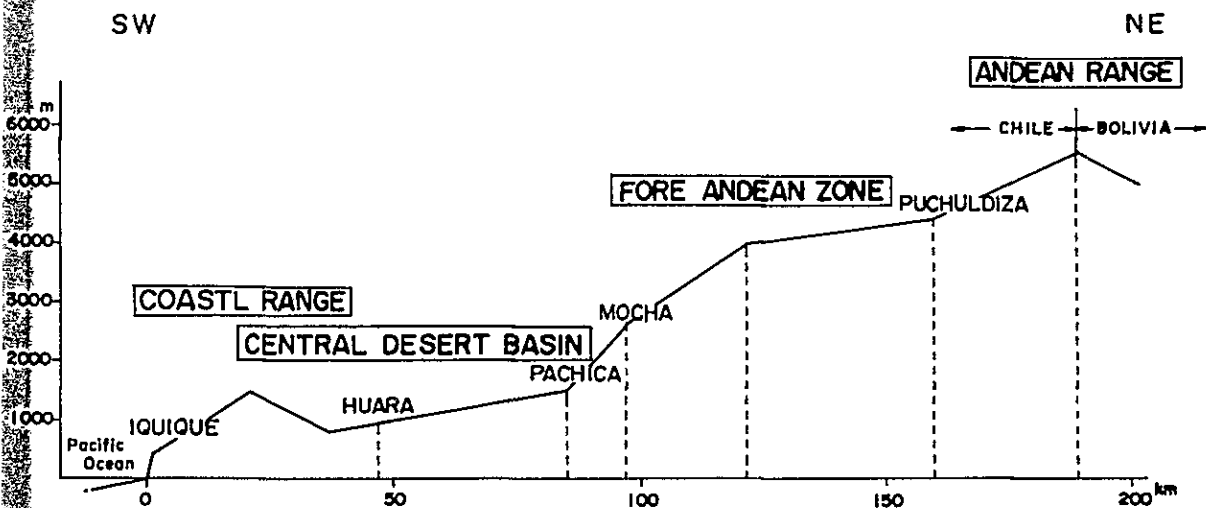


Fig. I-4-1 SCHEMATIC CROSS SECTION OF ELEVATION

#### 4-2 気 候

当地域の気候は、緯度から考えると亜熱帯に属するが、太平洋岸に沿って北上するフンボルト寒流が北上するため、同緯度の他国より低温であり、また高度の違いによる影響の方が大きい。海岸山脈地帯はこの寒流の影響を受け、6月から9月までは曇天が多く、高度500~800mの低層雲や霧が発生する。

中央砂漠盆地は極端に雨が少なく、昼夜の気温差が激しい。アンデス高原および山脈地帯は、気温の上昇する12月から3月にかけて年間降雨量のほとんどが集中し、ポリビア・ウィンターと呼ばれている。この季節の降雨量は4,500~5,000m以上の高地では降雪となり、アンデス山脈地帯の地表流水、ひいては中央砂漠盆地帯の地下水の水源となっている。

表 I - 4 - 1 地勢と気候

地 勢	標 高 ( m )	気 候	温 度 ( °C )		雨 量 ( mm )
			最 高	最 低	
海 岸 山 脈 中央砂漠盆地	0~1,600	砂漠乾燥気候	31.2	4.8 (Huara)	2.3
アンデス前縁地帯	1,300~3,000	砂漠乾燥気候	23.1	6.4 (Mamiña)	31.0
アンデス高原地帯	3,700~4,200	アンデス草原気候	15.7	-8.0 (Cayacagua)	151.0
アンデス山脈地帯	4,200~4,500	高山気候			

表 I - 4 - 2 タラバカ州の雨量

位 置	標 高 ( m )	観測期間 ( 年 )	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年 間 ( mm )
IQUIQUE	8	1967 ~1976	0.7	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.7
ARICA	58	1967 ~1976	0.2	0.0	0.0	-	0.0	0.3	0.7	0.3	0.1	0.0	-	-	1.6
CAMIÑA	2,380	1962 ~1975	4.8	8.4	7.1	-	-	4.5	-	-	3.6	-	0.2	0.6	29.2
MAMIÑA	2,730	1972 ~1975	35.4	15.7	4.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54.5
CHUCHUYO	4,200	1962 ~1975	97.8	94.0	50.3	3.6	0.4	6.6	7.3	0.2	1.9	1.7	7.6	25.8	297.2

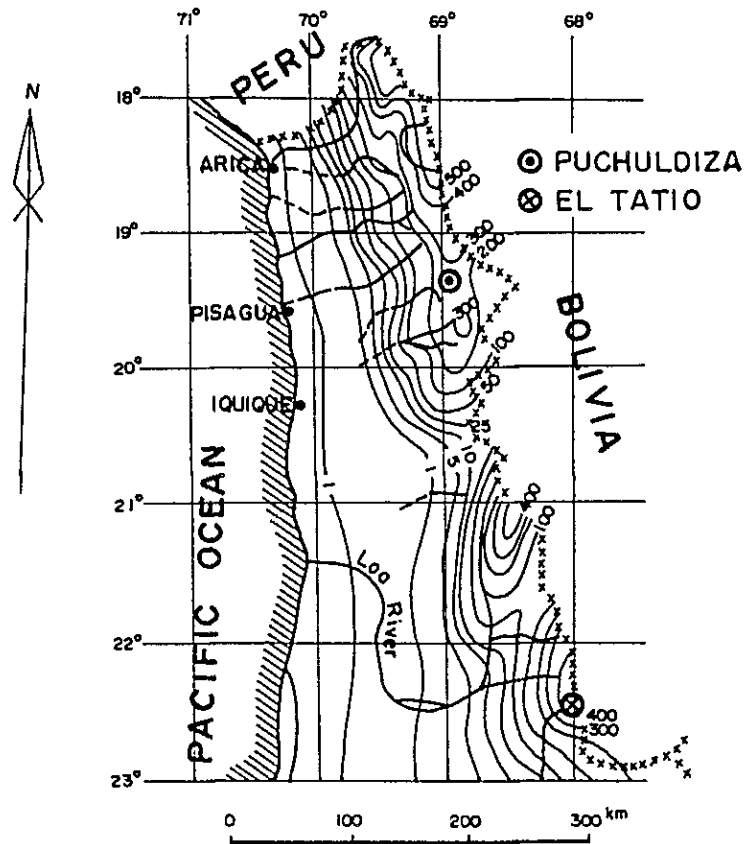


Fig I-4-2 RAIN- FALL IN NORTHERN CHILE

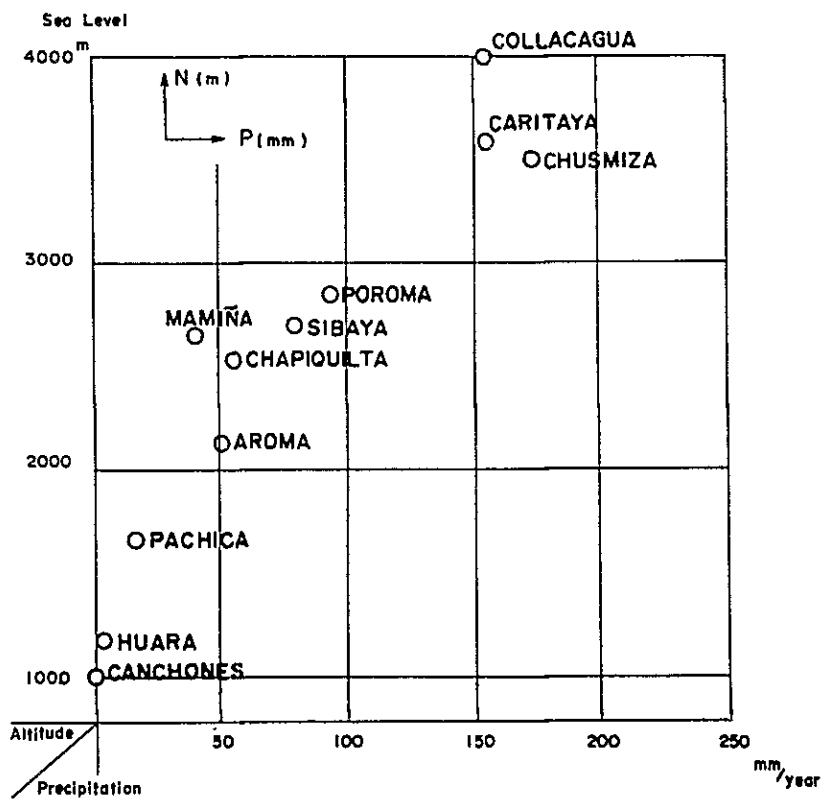


Fig I-4-3 ELEVATION AND RAINFALL IN NORTHERN CHILE





### 4-3 地震

チリは火山帯に属しているうえ、高さ数1,000mのアンドス山脈が国土の東側を縦走し、西側の太平洋にはチリ海溝が走っているため地震が多い。表I-4-3は1908年以降、タラバカ州で発生したマグニチュード6以上の地震の記録を示す。

表I-4-3 タラバカ州近傍における主な地震  
(LATITUDE 18° - 22°S. 1908 - 1977)

No.	Date of Occurrence	Epicenter	Affected Area	Magnitude
1	Feb. 23, 1908		Sierra Gorda	
2	Jun. 16, 1908		Tacna, Arica	
3	Sep. 15, 1911	20°00'S, 72°00'W	Pozo Almonte, Iquique	7.3
4	Oct. 19, 1929	23°00'S, 69°00'W	Antofagasta, Calama	7.5
5	Feb. 23, 1933	20°00'S, 71°00'W	Iquique	7.6
6	May 11, 1934	19°30'S, 72°00'W	Pisagua, Iquique	
7	Mar. 31, 1940	19°00'S, 70°30'W	Arica	6
8	Oct. 6, 1940	22°00'S, 71°00'W	Tocopilla	6.75
9	Jul. 26, 1946		Iquique	
10	May 11, 1948	17°30'S, 70°18'W	Arica	7.3
11	Apr. 25, 1949	19°48'S, 69°00'W	Arica, Iquique	7.3
12	Dec. 3, 1963	22°40'S, 69°18'W	Calama	6.1
13	Jul. 30, 1965	30km north from Arica 21°48'S, 70°00'W	Arica	6.0
14	Aug. 20, 1965	Volcan Isluga 18°54'S, 69°00'W	Border area with Bolivia	6.2
15	May 11, 1967	Cerro Haila 20°18'S, 68°30'W	Border area with Bolivia	6.1
16	Dec. 21, 1967	Tocopilla 21°48'S, 70°00'W	Tocopilla, Calama	6.3
17	Dec. 27, 1967	Ollague 21°12'S, 68°18'W	Border area with Bolivia	6.4
18	Jun. 19, 1970	50 km off Tocopilla 22°11'S, 70°31'W	Tocopilla	6.2
19	Nov. 28, 1970	80 km south-east from Iquique, Salar Grande 20°55'S, 69°50'W		
20	Nov. 29, 1976	Salar de Pintados 20°36'S, 68°54'W	Iquique, Huara, Pozo Almonte	7.3

Source: Ministerio de Defensa Nacional, Direccion Meteorologico de Chile



## 第 5 章

チリのエネルギー動向、特に電力事情



## 第5章 チリのエネルギー動向、特に電力事情

### 5-1 エネルギー供給の概要

1976年におけるチリのエネルギー供給源は、石油52%、天然ガス32%、石炭12%、電力4%の配分となっており、エネルギー全体の外国依存度は、全体で34%、石油は75%である。1975年度における発電設備は2,620千kW、発電総量8,737,323 KWHで、内70%が水力、火力は30%を占めている。現在、チリ南部においては大規模水力発電の計画があり、アルミ製錬など特殊産業用として利用されることになっており、1980年代には原子力発電が計画されている。また、エル・タティオの地熱発電所が1980年代の初期に運転開始が予想されている。

石油の国内生産供給率は1975年度で25%、原油確認埋蔵量は2億パーレル（1975年1月現在）、可採年数は19年とされ、生産量は減少の傾向にある。但し、オイル危機以来、国家プロジェクトとして石油探査を積極的に推進し、現在マゼラン地域では既に955万 $m^3$ を確認し、1980年代初期より営業生産にはいる事になっている。精油所能力は12.4万パーレル/日である。

表I-5-1 年度別原油生産量

年度	1970	1973	1974	1975	1976	1978 見通し
$km^3$	1,977	1,817	1,599	1,422	1,350	2,000

天然ガス生産量は表I-5-2に示す。LNGは現在、設備建設中で1980年度には3,900百万 $m^3$ の生産を意図している。

表I-5-2 年度別天然ガス生産量

年度	1973	1974	1975	1980 見通し
百万 $m^3$	7,377	7,042	7,097	7,300

### 5-2 電力事業の運営

チリ政府は、電力開発の総合計画を立案・実施するための機関として、1944年に産業開発公社CORFOの補助機関として、国営電力会社ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A.) を設立した。ENDESAは電源開発に関しては、民間企業によって達成されない開発計画を遂行し、増大する電力需要に最も効果的に対処する責任を負ってい

る。政府としては、エネルギー部門の国営化を基本方針としており、1970年にはSouth American Power Co.の子会社であったCompania Chilena de Electricidad (CHILECTRA)を国有化し、更にCia General de Electricidad IndustrialとCia National de Fuerza Electricaを国有化計画の対象とし、これによって電力生産・配電すべてを国家の手に治めることとした。

このほかに、民間電力会社や自家発電設備もあり、1975年度末現在の国全体の発電設備に対してENDESAの占める割合は56.6%となっている。

### 5-3 電力の現状

電力系統は、チリ全土を北から南へ次の7ブロックに分けて、その中にそれぞれの電力系統を設け、各系統は北部地区を除いては大部分連系されていて電力の融通も行なわれている。なお、首都サンチャゴを含む第3ブロックの発電能力は全国の50%以上を占めている。

- 第1ブロック Arica ~ Chanaral
- 第2ブロック Caldera ~ Salamanca
- 第3ブロック Los Vilas ~ Parral
- 第4ブロック San Carlos ~ Victoria
- 第5ブロック Lautaro ~ Puerto Monto
- 第6ブロック Chiloe ~ Aiser
- 第7ブロック Magallanes

供給電力は一般家庭用、工業用の場合は各ブロック共通に50サイクル、220/380ボルトが採用されている。高圧送電の場合の電圧は15万4,000ボルト、11万ボルト、6万6,000ボルト、2万3,000ボルト、1万3,200ボルトである。

チリにおける電力の現状(1975年末)を表1-5-3から表1-5-6に示す。

表I-5-3 発電電力量

100万kwh

年度	自家発			事業者							計		
	火力	水力	計	ENDESA			その他事業者			計	火力	水力	計
				火力	水力	計	火力	水力	計				
1940	9890	376.4	1365.4	-	-	-	1901	398.0	588.1	588.1	1179.1	77.4	1953.5
1945	1304.3	629.1	1933.4	3.3	13.5	16.8	138.5	538.9	677.4	694.2	1446.1	118.15	2627.6
1950	1094.1	689.8	1783.9	6.1	399.4	405.5	193.9	559.4	753.3	1158.3	1294.1	164.86	2942.7
1955	1284.9	731.2	2016.1	5.1	959.7	964.8	257.5	627.6	885.2	1850.0	1547.6	231.85	3866.1
1960	1445.1	805.1	2250.2	47.9	1529.1	1577.0	121.8	642.9	764.7	2341.7	1614.8	297.71	4591.9
1965	1712.2	821.8	2534.0	125.1	2493.8	2618.9	339.4	638.7	978.1	3597.0	2176.7	395.40	6131.0
1970	1859.5	794.9	2654.4	433.7	2916.4	3350.1	950.3	595.7	1546.0	4896.0	3243.5	430.70	7550.5
1971	2091.5	741.4	2832.9	819.0	3070.7	3889.7	1216.7	584.9	1801.6	5691.3	4127.2	439.70	8524.2
1972	1994.6	795.4	2790.0	818.3	3812.7	4631.0	895.3	617.4	1512.7	6143.7	3708.2	522.55	8933.7
1973	1858.6	749.4	2608.0	895.4	3922.2	4817.6	693.4	647.3	1340.7	6158.3	3447.4	531.89	8766.3
1974	1982.4	801.9	2784.3	645.7	4597.6	5243.3	620.7	649.0	1269.7	6513.0	3448.8	604.85	9297.3
1975	1714.7	814.4	2529.1	240.4	4669.7	4910.1	642.3	650.5	1292.8	6202.9	2597.4	613.46	8732.0

表I-5-4 地域別発電電力量

100万kwh(1975)

地域別	自家発			事業者							計		
	火力	水力	計	ENDESA			その他事業者			計	火力	水力	計
				火力	水力	計	火力	水力	計				
1 a	1033.9	2.2	1036.1	145.0	70.2	215.2	1.9	-	1.9	217.1	1180.8	72.4	1253.2
2 a	332.7	28.2	360.9	49.9	23.6	73.5	0.1	-	0.1	73.6	382.7	5.18	434.5
3 a	78.0	778.5	856.5	-	2575.9	2575.9	639.6	647.6	1287.2	3863.1	717.6	400.20	4719.6
4 a	220.7	1.5	222.2	4.8	1485.7	1490.5	0.2	-	0.2	1490.7	225.7	148.72	1712.9
5 a	7.1	1.9	9.0	-	502.7	502.7	0.1	2.9	2.9	505.6	7.2	50.74	514.6
6 a	0.7	1.0	1.7	1.4	11.6	13.0	0.3	0.1	0.4	13.4	2.4	1.27	15.1
7 a	41.6	1.1	42.7	39.3	-	39.3	0.1	-	0.1	39.4	81.0	1.1	82.1
全国	1714.7	814.4	2529.1	240.4	4669.7	4910.1	642.3	650.5	1292.8	6202.9	2597.4	613.46	8732.0

表1-5-5 発電設備

単位1,000 kw

年度別	自家発			事業者							計		
	火力	水力	計	ENDESA			その他事業者			計	火力	水力	計
				火力	水力	計	火力	水力	計				
1940	2491	590	3081	-	-	-	866	920	1786	1786	3357	1510	4867
1945	2565	984	3549	12	90	102	865	1049	1914	2016	3442	2123	5565
1950	2759	1088	3847	51	1555	1606	1222	1068	2290	3896	4032	3711	7743
1955	3399	1108	4507	134	3052	3186	1159	1601	2220	5406	4692	5221	9913
1960	4321	1111	5432	274	3762	4036	886	1078	1964	6000	5481	5951	11432
1965	4541	1122	5663	517	4949	5466	2375	1033	3408	8874	7433	7104	14537
1970	5912	1115	7027	2043	8550	10593	2798	1008	3806	14399	10753	10673	21426
1971	5861	1115	6976	2002	8560	10562	2780	1008	3788	14350	10643	10683	21326
1972	6198	1115	7313	2159	8560	10719	2780	1010	3790	14509	11137	10685	21822
1973	6077	1091	7168	2203	11560	13763	2780	1001	3790	17553	11060	13661	24721
1974	6067	1092	7159	2239	12545	14784	2778	1001	3779	18563	11084	14638	25722
1975	6501	1078	7579	2299	12545	14844	2780	1000	3780	18624	11580	14623	26203

表1-5-6 地域別発電設備

1000kw(1975)

地域別	自家発			事業者							計		
	火力	水力	計	ENDESA			その他事業者			計	火力	水力	計
				火力	水力	計	火力	水力	計				
1a	3233	02	3235	562	102	664	14	-	14	678	3809	104	3913
2a	1314	45	1359	272	160	432	00	-	00	432	1586	205	1791
3a	988	1006	1994	-	6057	6057	2697	990	3687	9744	3685	8053	11738
4a	729	06	735	1250	5360	6610	57	-	57	6667	2036	5366	7402
5a	56	11	67	-	836	836	01	09	10	846	57	856	913
6a	15	02	17	24	30	54	11	01	12	66	50	33	83
7a	166	06	172	191	-	191	00	-	00	191	357	06	363
全国	6501	1078	7579	2299	12455	14844	2780	1000	3780	18624	11580	14623	16203



#### 5-4 タラバカ州の電力事情

タラバカ州の火力・水力発電所設備は、表 I-5-7 及び Fig. I-5-1 に示すとおり、火力発電3箇所、水力発電1箇所の配置で設備能力は、68 MWであり各発電所は送電線により連系されている。

表 I-5-7 タラバカ州発電所設備能力

発電所名	発電タイプ	能力 (MW)	全国比
CHAPIQUIÑA	水力	10.2	
ARICA	火力	14.3	
IQUIQUE	火力	37.0	
VICTORIA	火力	6.5	2.6%
合計	4ヶ所	68.0	2.6%

しかし、この中で著しく老朽化したものもあり年率約5%の出力低下が予想されている。

現在の発電能力68 MWに対し、需要は37 MWにすぎず、家庭用電気の消費量が年率6%の増加に対しても、鉱工業の著しい発展新規開発がない限り1983年度迄は電力不足は見込まれていない。発電は都市部で行なわれ、パン・アメリカン・ハイウェイ沿いの町まで送電線が伸びており、一般家庭用220ボルト、工業用380ボルトが供給されている。

#### 5-5 チリ北部(タラバカ州、アントファガスタ州)の地熱発電計画

1) 北部2州の電力需給バランスは、表 I-5-8 に示すとおり既存の火力発電所に依存しているが、近い将来に不足する事が明らかで、新規エネルギー源を求めなければならない。

これに対処するため、1967年 CORFO 内部に地熱委員会を発足させ、カラマ (Calama) 市東方約100 kmにあるエル・タティオ地熱地帯の組織的な探査と開発の準備を開始した。これと同時にプチュルディサ、スリリ、プタナなどについても探査活動を行ってきたが、これは今後10年以内に当地域の地熱発電開発を行なって、現在まで外国企業によって探鉱された当地域の銅鉱山、例えば、エル・アブラ、ケブラダ・ブランカ、セロ・コロラド、コパキーレなどの開発を促進させることである。

2) 一方、この地方の特徴として砂漠乾燥地帯にあるため、人口密度は小さくまた小部落が互いに離れて存在するため、発電コストは割高となっている。これは、アリカ東部のアンデス山麓にあるチャピキーニャ (Chapiquiña) 水力発電所を除き火力発電がベースとなっているが、各発電所とも発電機は既に老朽化しており、低効率となってきたこと

とに起因するもので、今後、地熱発電をベースとした電力供給を行なって、発電コストを下げ企業の誘致を促進させることである。

	開始	完成
スリリ, プタナ 30 MW	1987	1989
送電線連結 (タラバカーアントファガスタ)		
第1段階 ビクトリア迄	1983	1984
第2段階 クルセロ (Crucero) - アントファガスタ	1982	1984
第3段階 ビクトリア-クルセロ	1985	1987

5) 投資額

86 生産井とその評価	44,550	US\$×10 <sup>3</sup>
330 MW 発電所	242,000	
送電線	43,200	
その他	5,500	
計	335,250	

表 I-5-8 チリ北部の電力需給バランス (MW)

		1978	1980	1983	1985	1988	1990
タラバカ州	供給	68.0	60.8	53.4	48.5	48.5	48.5
	需要	37.5	41.5	47.5	77.5	109.0	133.5
	差	-	-	-	29.0	60.5	85.0
アントファガスタ州	供給	215.5	214.1	182.1	157.1	157.1	157.1
	需要	215.0	226.0	245.0	285.0	375.0	480.0
	差	-	11.9	62.9	127.9	217.9	322.9
合計	供給	283.5	274.9	235.5	205.6	205.6	205.6
	需要	252.5	267.5	292.5	362.5	484.0	613.5
	差	-	-	57.0	156.9	278.4	407.9

サンチャゴ首都圏と北部州の発電コストを比較すると表 I-5-9 のとおりで、北部州のコストが非常に高い事を示している。これは、首都圏では水力発電をベースとし、火力発電所規模も北部に較べて大規模である事による。従って、北部州においては今後、地熱発電をベースとして電力供給を行なう事により、発電コストを下げることは可能であると

考えている。

表 I - 5 - 9 コスト比較表

	北 部	首 都 圏
家庭用電力	8.2 ¢/KW	4.5 ¢/KW
工業用電力	7.7~10.1 ¢/KW	3~4.1 ¢/KW

3) 1990年迄の需要供給の推定 (表 I - 5 - 10, Fig. I-5-1)

表 I - 5 - 8 で述べたように、チリ北部の2州は1983年には大幅な電力不足を示している。これは、一般家庭電力の伸び約6%を想定し、また、老朽火力発電所の出力低下を考慮したものであるが、特にトコピージャ (Tocopilla) にある91 MWの老朽発電機は、緊急用としてしか使用できず、鉱業化学会社 (SOQUIMICH) の57 MWの発電機も1983年には25 MW, 1985年には使えなくなる。また、タラパカ州のビクトリ (VICTORIA) 発電所6.5 MWも同様な状態であり、出力は急激に減少する。

一方、地熱発電の規模として、エル・タティオ (El Tatio) は120 MW, プチュエルディサは150 MWの発電を期待しており、その他スリリ・ブタナの地熱地帯に対しては各々30 MWの発電を目標としている。

また、地方開発計画として外国企業によって開発評価の段階にあるケブラダ・ブランカ, セロ・コロラド, コパキールは1985年に生産開始が可能となり、1990年にはフル生産できる電力を供給する。また、エル・アブラについては1985年には、現需要量の20%を供給し、1990年までには全需要電力を供給することを目標としている。

4) 各地熱発電所建設の計画は下記のとおりである。

		開 始	完 成
エル・タティオ発電所			
第1段階	30 MW	1979	1981
第2段階	30 MW	1981	1983
第3段階	60 MW	1982	1985
プチュエルディサ発電所			
第1段階	30 MW	1982	1984
第2段階	120 MW	1984	1987

表 I-5-10 LONG TERM PLAN OF GEOTHERMAL SECTION

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Complementary study, Drilling, Evaluation													
Production wells, Puchuldiza 1st step, 30MW	1,400												
Evaluation of wells, Puchuldiza 1st step	3,000												
Tender, Puchuldiza 1st step	150												
Tender, Puchuldiza 1st step	50												
Construction of Power Station, Puchuldiza 1st step	26,000												
Puchuldiza - Haura	5,000												
Reinforcement of actual interconnection line, Haura - Victoria	1,600												
Construction of interconnection line for mining projects, Colorado - O. Blanca	6,000												
Drilling and Evaluation of wells, Puchuldiza 2nd step.	15,500												
Tender, Puchuldiza 2nd step	50												
Construction, Puchuldiza 2nd step, 120MW	72,000												
Reinforcement lines and substations, Puchuldiza - Victoria	2,000												
Interconnection line, I II Region, Victoria - Crucero	8,000												
Detailed Study in Suriri - Roads, Camp	1,500												
Drillings in Suriri for 30MW	3,000												
Evaluation of wells, Suriri	200												
Tender, Suriri	50												
Construction of Power Station, Suriri 30MW	26,000												
Construction of transmitter line, Suriri - Interconnection line	4,500												
SUBTOTAL I REGION	178,000												
Drilling and Evaluation of wells	750												
Reinforcement of actual interconnection line	26,050												
Tender, Tatío I step, 30MW and construction, Tatío I step	5,000												
Construction of Transmitter line and substation, Tatío - Chumucamata	5,200												
Drilling and evaluation of wells, Tatío II step for 30MW	30												
Tender, Tatío II step	26,900												
Construction, Tatío II step for 30 MW	1,000												
Reinforcement line, Tatío - Chumucamata	10,500												
Drilling Wells, Tatío III step for 60MW and evaluation	50												
Tender, Tatío III step	40,000												
Construction, Tatío III step for 60MW	3,500												
Reinforcement line, Tatío - Chumucamata and Trunk from Valdivia to Pedro	5,600												
Construction line from Valdivia to Pedro, Antofagasta	15,000												
Detailed studies at Putana, Roads and Camp	5,000												
Drillings at Putana for 30MW	200												
Evaluation of Wells, Putana	50												
Tender, Putana	26,000												
Construction of electric station, Putana 30MW	1,000												
Construction of transmitter line, Putana - Interconnection line	1,000												
SUBTOTAL II REGION	197,250												
TOTAL I AND II REGION	375,250												

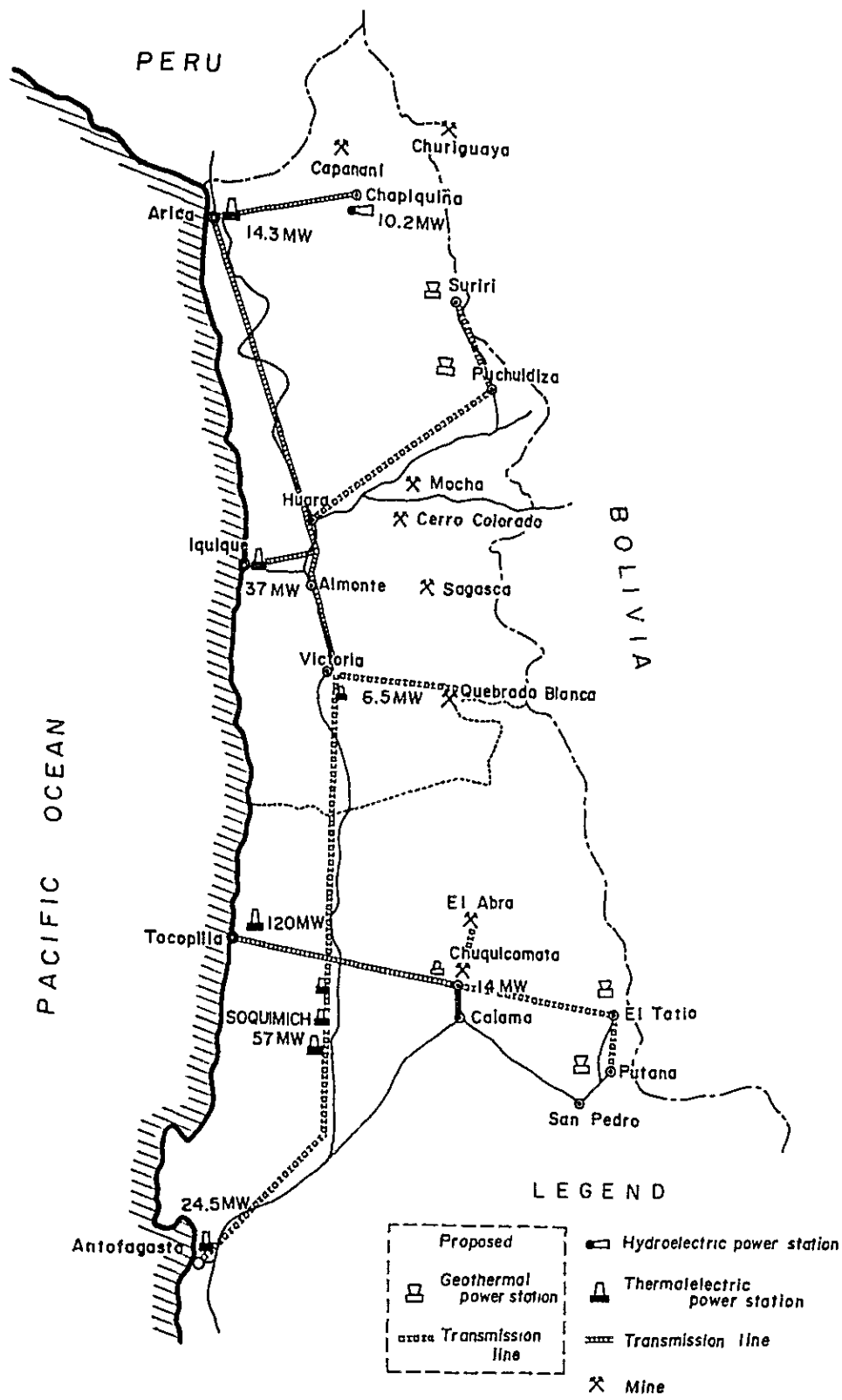


Fig I-5-1

LOCATION OF POWER PLANTS  
AND  
PROPOSED GEOTHERMAL POWER PLANTS



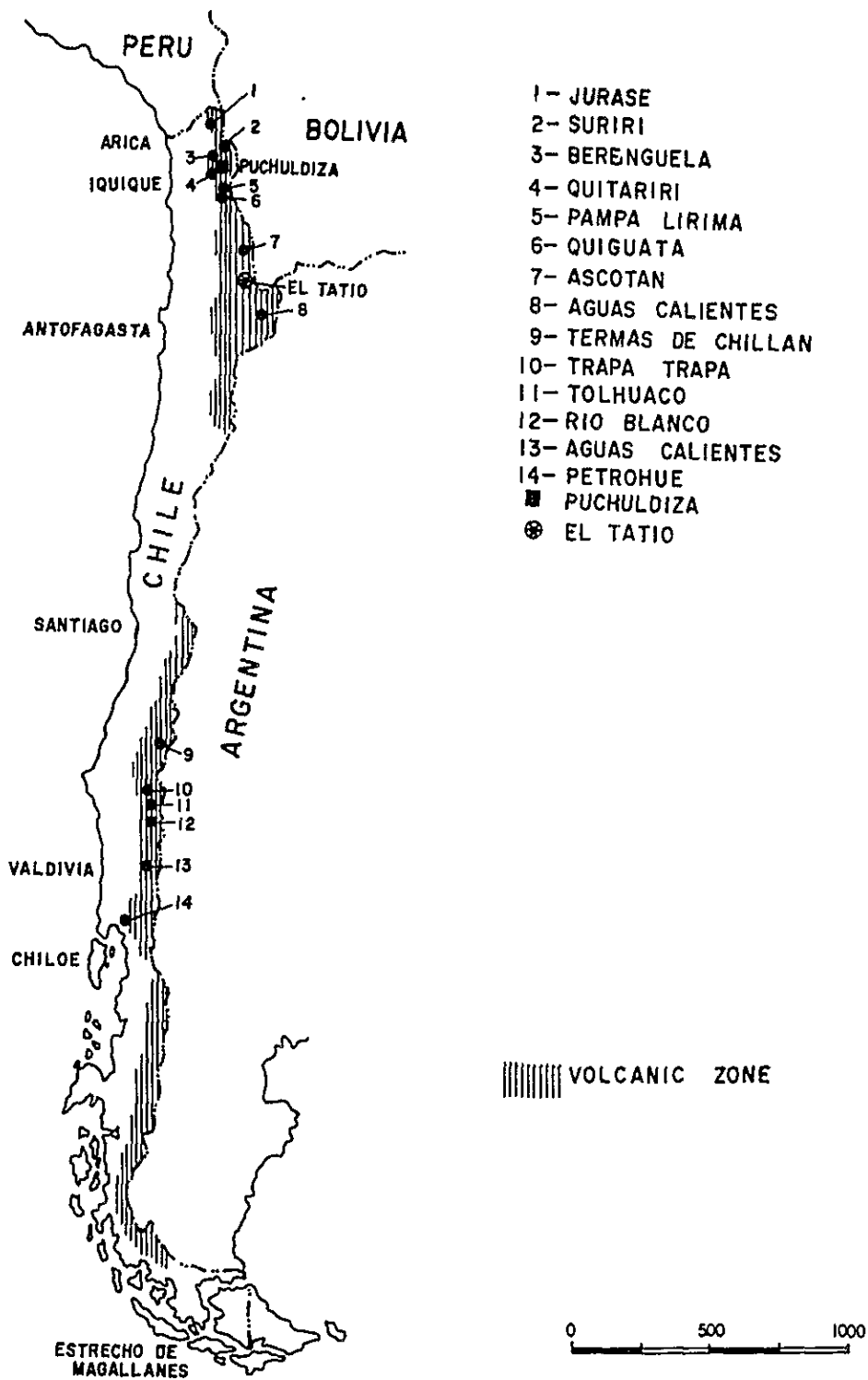


Fig I-5-6 LOCATION OF  
GEOHERMAL FIELDS IN CHILE





## 第 6 章

### 地熱地帯の概況

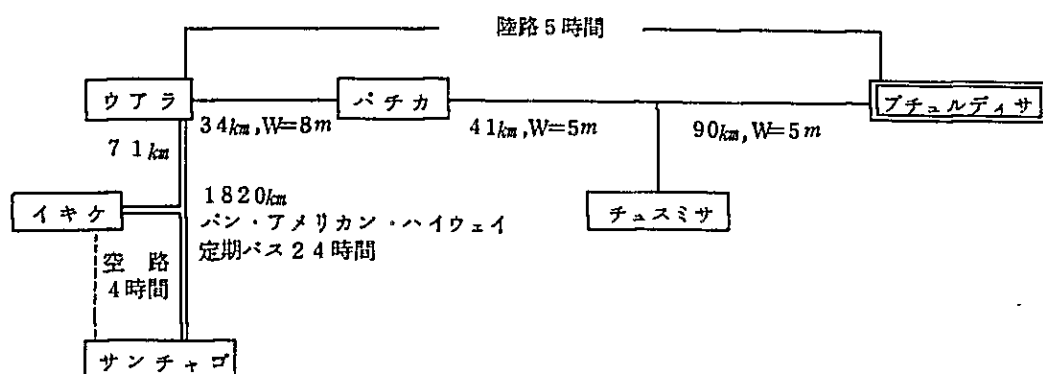


## 第6章 地熱地帯の概況

### 6-1 プチュルディサ地熱地帯の概況

プチュルディサ地熱地帯はタラバカ州イキケ市の北東方向直距離155kmにあり、調査対象地域は南緯 $19^{\circ}17'57'' \sim 19^{\circ}27'45''$ 、西経 $69^{\circ}03'26'' \sim 68^{\circ}52'34''$ の範囲内にあつて面積は約300km<sup>2</sup>である。

首都サンチャゴからプチュルディサに達するには次のルートがある。



イキケ市からウアラまでは国道16号線およびパン・アメリカン・ハイウェイの2車線アスファルト舗装道路であるが、それより先は未舗装道路である。道路状況は登勾配10分の1以下で、30トローラートラックの通行が可能で、イキケ～プチュルディサ236km間、橋の架設は1ヶ所も見当たらない。但し、1,000m級台地ではボリビアンウインター直後の異常出水があった場合、道路が冠水し泥土化するため一時的に交通が遮断されることがある。

地表地熱徴候の激しいプチュルディサおよびトゥーハ地区の地形は、高度4,000m～4,500mのアンデス高地平地帯ともいえる比較的起伏の緩かな地形を呈するが、第四紀火山岩の露出するところでは急峻な山岳地形となっている。

当地域の一般的な気候はボリビア側からの気候に支配され、冬期の4月～10月は全く降雨がなく、雨量はボリビアンウインターと呼ばれる季節風に伴って夏期の12月～3月に集中する。国营電力会社(ENDESA)の観測による標高4,000m南緯 $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 間のアンデス山地における気象観測資料は表1-6-1のとおりである。

表 I - 6 - 1 アンデス山地の気象

1974年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
日最高温度の 月平均値℃	13.2	12.1	12.1	11.5	0.5	4.8	-	6.9	10.1	9.5	13.3	12.3
日最低温度の 月平均値℃	-2.1	-3.6	-7.5	-9.0	-12.4	-13.4	-	-11.8	-8.1	-11.2	-9.0	-8.4
月間雨量 mm	75.0	36.2	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
月間平均気圧 mbs	602	602	602	602	603	602	605	603	602	602	602	602

地熱開発のためのキャンプハウスは、プレハブ建築で標高4,300 mに設置され、常時50～60名の宿泊が可能である。設備としては事務所、修理工場（自動車・試錐機等）岩芯倉庫、機器倉庫の他従業員宿舎がある。イキケ市にある地熱委員会事務所とは常時無線電話により交信連絡が可能である。

機器資材の運搬は、イキケ市の運送業者に委託しているが、キャンプにも小型トラック、ライトバン、トヨタランドクルーザー各1台を保有している。

付近にはボリビア国の原住民であるアイマラ族（AIMARA）がごく少数、リヤマ（Llamma）、アルパカ（Alpaca）の放牧に従事し、居住している。植生としては、標高4,500 m以上の高山部を除いてクメ（CUME）、リキア（LIQUIA）、パハ（PAJA）、チャチャ（O HACHA）、コバ（COBA）など高さ20～50 cmの草類が全域的に分布するほか、モネーネグロ（MONE-NEGRO）、サボテンの群生が所々に見られる。

第 II 編

各 論

Handwritten notes in the top right corner, possibly including a date and some illegible text.

Handwritten notes at the bottom left, possibly including a signature or initials.

Handwritten notes at the bottom right, possibly including a date or initials.

# 第 1 章

## 地 質 調 查

1

2

3

4

5

6

7

8



# 第1章 地質調査

## 1-1 調査目的及び方法

### 1-1-1 調査目的

プチュルディサ (Puchuldiza) 及びトゥーハ (Tujá) 噴気・噴湯群は、地下に包有された地熱流体の地表における発露であると解せられる。地熱流体を包有する地下構造の推定及び次に実施すべき調査井の位置選定に役立たせることを最終目的とし、本地域における地質層序と地質構造の解明のための地表地質調査及び既に実施された調査井のコアとカッティングの調査を実施した。

### 1-1-2 調査方法

地表の主要露頭を踏査し、各露頭の岩相や構造、各地層の分布状況や相互関係などを記載し、地層間の対比と地質構造の解析を行なった。地形図は縮尺1/25,000を使用した。

主要岩石については、試料を採取し、薄片による顕微鏡観察を行なった。岩石試料の大半は物性測定に供された。試錐コア及びカッティングについても、同様な調査・検討を行ない、地表地質調査結果と対比された。調査結果は、縮尺1/25,000の地質図及び地質断面図に総括し、これを1/50,000に縮小して本文に掲載した。

本地域の地質については、A. Lahsen 及び P. Trujillo による調査・研究があり、これらの貴重な調査データは、今回の調査実施にあたって有益に活用された。

## 1-2 地史概要

チリ北部地域は、アンデス山脈の西側の系列である西部山脈 (West Andean Range) の西斜面に位置しており、本地域の地質及び地質構造は、アンデス造山帯 (Andean Orogeny) の進化・発達によって特徴づけられている。

アンデス山脈の基盤を構成するのは、激しく褶曲した堆積岩類及び片麻岩や結晶片岩などの変成岩類より成る先古生代 (Pre-Cambrian) から古生代にまたがる岩石であるが、これらの基盤岩類は小範囲に断片的に分布している。

アンデス造山帯の活動は、中生代三畳紀にさかのぼる。この時代に Gondwana 大陸の分裂が始まるとともに、本地域の東方で古生代の厚い堆積岩地域に激しい造山運動が起り、ボリビア台地 (Bolivian Plateau) を挟んで、アンデス山脈の東縁を構成する東部褶曲山脈が形成された。

ジュラ紀 (Jurassic) に入ると、地殻の活動の主軸は西へ移動し、旧大陸の西縁に位置していた本地域に大規模な海進が起るとともに、いわゆるアンデス地向斜 (Andean Geo-

syncline) が形成され、火山岩類を挟む海成層が堆積した。

白亜紀 (Cretaceous) には、アンデス地向斜はさらに西方へ移動し、海退の進行とともに火成活動が活発化した。陸成堆積物を伴う安山岩質火山岩類が厚く堆積し、又、花崗岩類が進入し本地域は造山期を迎える。

第三紀に入ると、ほとんどの地域が陸化し、激しい火山活動が再開し、層厚 1,000 m を越える厚い白色凝灰岩層 (Liparitic Formation) が堆積した。

第四紀には、火山活動の中心が東部に移動し、西部山脈の中心部チリ・ボリビア国境線に沿って火山弧が形成された。総計 1,000 を越す火山から、安山岩質及び玄武岩質溶岩が噴出し、5,000 m ~ 6,000 m 級の成層火山が形成され、その活動は一部現在におよんでいる。

白亜紀以後の造構造運動を特徴づけるのが、N-S 系断層による地塊化運動であり、この運動が西部山脈と海岸山脈 (Coastal Range) の分化を決定づけている。なお、白亜紀の造山運動と第三紀以後の火山活動とは、中心が一致していないだけでなく、その方向がやや斜交しており、NNW-SSE 方向の火山弧が N-S 方向の白亜紀造山帯を斜めに縦断している。

激しい火山活動の継続と、多量の火山性物質の蓄積が、西部山脈の地質上の特徴であるが、これは西側の海洋性ナスカ・プレート (Nazca Plate) の運動に由来するものであろうと推論されている。(Fig. II-1-1)

本調査地域は、西部山脈がボリビア台地と接合する位置にあり、第三紀～第四紀の安山岩を主とする火山岩類が地表部を広く覆って分布し、その下位に第三紀の白色凝灰岩類の厚層が伏在している。第四紀の火山弧に沿って、多数の地熱徴候地が帯状配列しており、本地域の地熱活動は、第四紀の火山活動に由来すると推定される。

また、後者が本地域の地熱貯留層を構成し、前者がその被覆層を構成していると推論される。

### 1-3 地質層序および岩石記載

本調査地域のほぼ 1/2 が、第四紀更新世の火山活動による安山岩質溶岩に被覆されている。本地域の基盤岩類は、白亜紀に対比される緑色砂岩・礫岩および火山岩類で、これらは地塁状に南北方向に小規模に露出する。基盤岩類と第四紀火山岩類の間には、第三紀中新世に対比される白色凝灰岩類および安山岩類の厚層が発達し、さらに鮮新世に対比される砕屑岩類が断片的に分布している。(Table II-1-1, Fig. II-1-2 ~ II-1-5)

本地域の地質層序については、A. Lahsen (Junio 1973) による詳細にわたる調査・研究があり、今回の調査では、これを参考とし、地層名については A. Lahsen による名称に従ったが、層序区分を一部変更し、地層名の新設も行った。

TABLE II - 1 - 1

GEOLOGIC SUCCESSION

Geologic Age	Geologic Group	Geologic Formation	Geologic Symbol	Abbr.	Thickness (m)	Rock Type	Intr.	
Quaternary		Alluvium		Qa		mud, sand, gravel		
	Holocene	Volcanic	Pleistocene Andesite		Qap	800 ±	Bt - Hb - andesite	
Tm						Sandstone and pyroclastics (in the eastern area)		
Tertiary	Clastic	Mauque		T1a-T1s	100 -	Bt-Hb-andesite and pyroclastics with breccias		
				T1l	150 ±	Sandstone and conglomerate		
		Guacalliri		Tpa	250 +	Px-Ol-basaltic andesite (in the eastern area)		
				Tpt	200 ±	Andesitic ignimbrite		
		Puchuliza		Tpl	400 ±	Bt-Hb-Px andesite intercalated with dacitic tuff		
	Miocene	Liparitic	Condoriri		Tct	300 +	Rhyolitic and dacitic tuff with pumice and breccia	
					Tch	350 ±	Greenish and brownish sandstone with conglomerate	
	Mesozoic	Basement	Utayane		Tu-1	400 ±	Dacitic ignimbrite	
					Tu-2	300 ±	Rhyolitic tuff	
			Churicollo		Kch-1	400 +	Green sandstone and conglomerate	
Kch-2					200 ±	Rhyolitic tuff and ignimbrite		
Kch-3			300 +	Andesitic and dacitic ignimbrite				

Bt = biotite    Hb = hornblend    Px = pyroxine    Ol = olivine    Waved line shows unconformity

### 1-3-1 基盤岩類

本地域に露出する最下位の地層は、緑色～青灰色砂岩で代表されるチュリコージョ層群 (Churicollo Group) である。本砂岩 (Kch-1) は、全体的に凝灰質であり、粘土質の部分もある。細粒から粗粒まで粒度変化が激しく、通常よく成層し、礫岩層を挟んでいる。礫種は砂岩・頁岩・チャート・安山岩など多様であり、礫は小礫から巨礫まで分布する。巨礫には安山岩質溶結凝灰岩が含まれる。本岩は、その岩相よりみて、河成～湖成の陸成層であると判断される。A. Lahsen によれば、本岩は中部～上部白亜紀に対比される。層厚は 400 m 以上に達する。A. Lahsen および P. Trujillo は本砂岩層 (Kch-1) をチュリコージョ層と限定したが、本岩の下位に流紋岩質凝灰岩および安山岩質溶結凝灰岩が介在している。

これらの火砕岩類と上位の砂岩層とが整合的關係を有すること、火砕岩類と同質の礫が砂岩類中に認められること、などの事実より、今回の調査では、本火砕岩類を本地域の基盤であるチュリコージョ層群の一部を構成するものとして定義した。

流紋岩質凝灰岩 (Kch-2) は、優白色で、石英及び長石の破片状斑晶を含み、全体的に結晶作用を強く受けている。層厚は 200 m 程度である。最下位の安山岩質溶結凝灰岩 (Kch-3) は、茶褐色を呈し、強い溶結作用の結果、多量に含まれる軽石類が引伸され、石基部とともに著しい縞状構造が発達しており、長石・黒雲母・角閃石などの半自形斑晶を点在する。層厚は 300 m 以上である。

本チュリコージョ層群は、ブチウルディサ地熱帯の南部に隣接して露出するが、その分布は小範囲に限定されており、規模は 2×2 km 程度である。又、約 4 km 北方のムジュリ・グランデ谷 (Q. Mulluri Grande) にも小規模な露出があり、本層群は全体的に、南北方向の塊状分布を示すと考えられる。

本層群は、著しい褶曲作用と強い圧砕作用及び圧密作用を受けている。本層群の褶曲軸は、NS ないし NNE-SSW 方向であり、その落しは S～SSW であり、全体として複合向斜構造を示している。破砕面は NS 方向が顕著である。

#### (岩石記載)

(1) 岩石名：凝灰質砂岩 (変質)

地層名：チュリコージョ層群上部 (Kch-1)

試料：RS1204

採取地：チュリコージョ山

写真：Photo-1

検鏡結果：褐鉄銨の汚染が著しい砂岩～凝灰質の岩石、緑泥石、炭酸塩銨物、隠晶質の珪酸銨物などの変質銨物が多量に生じている。

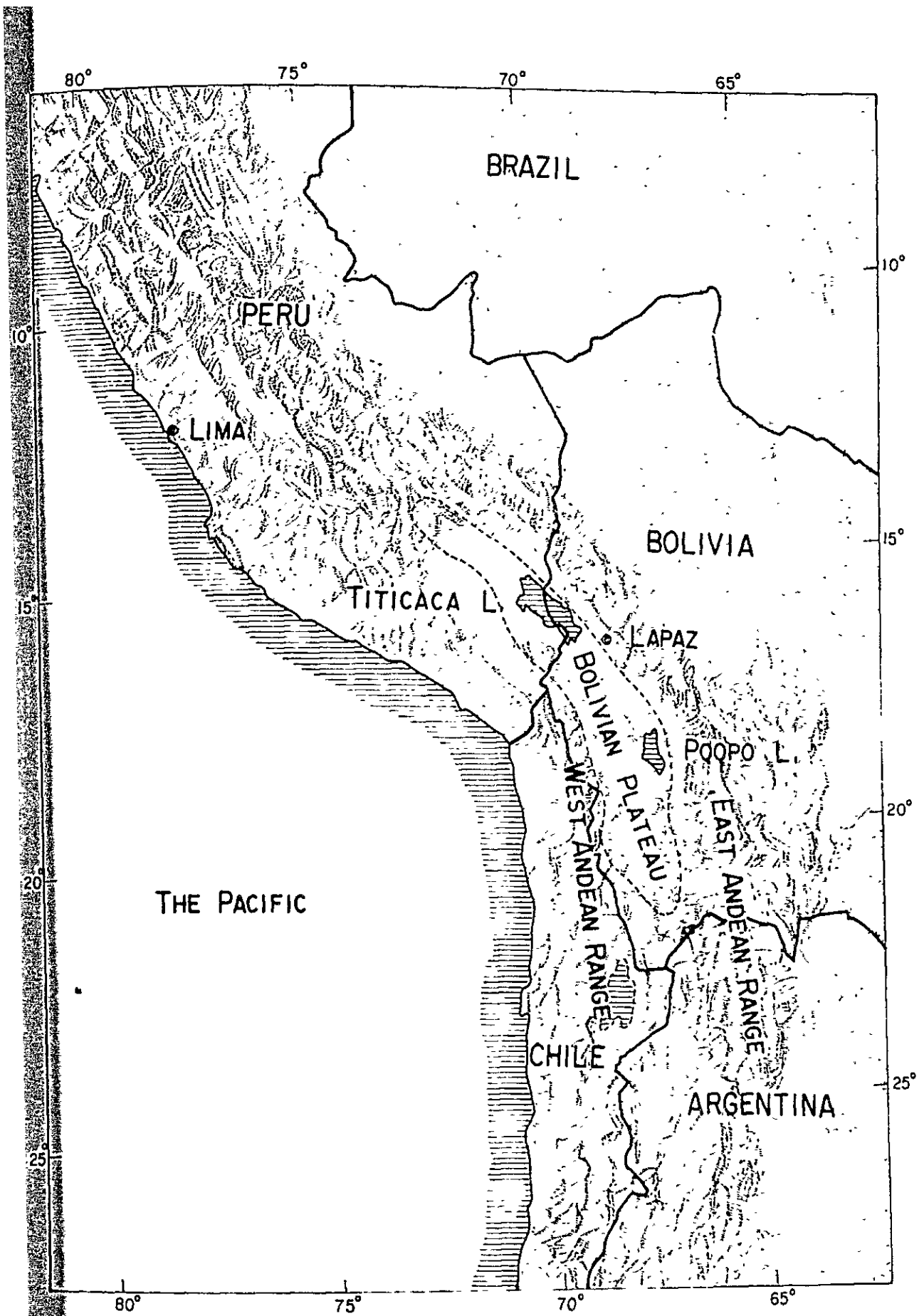
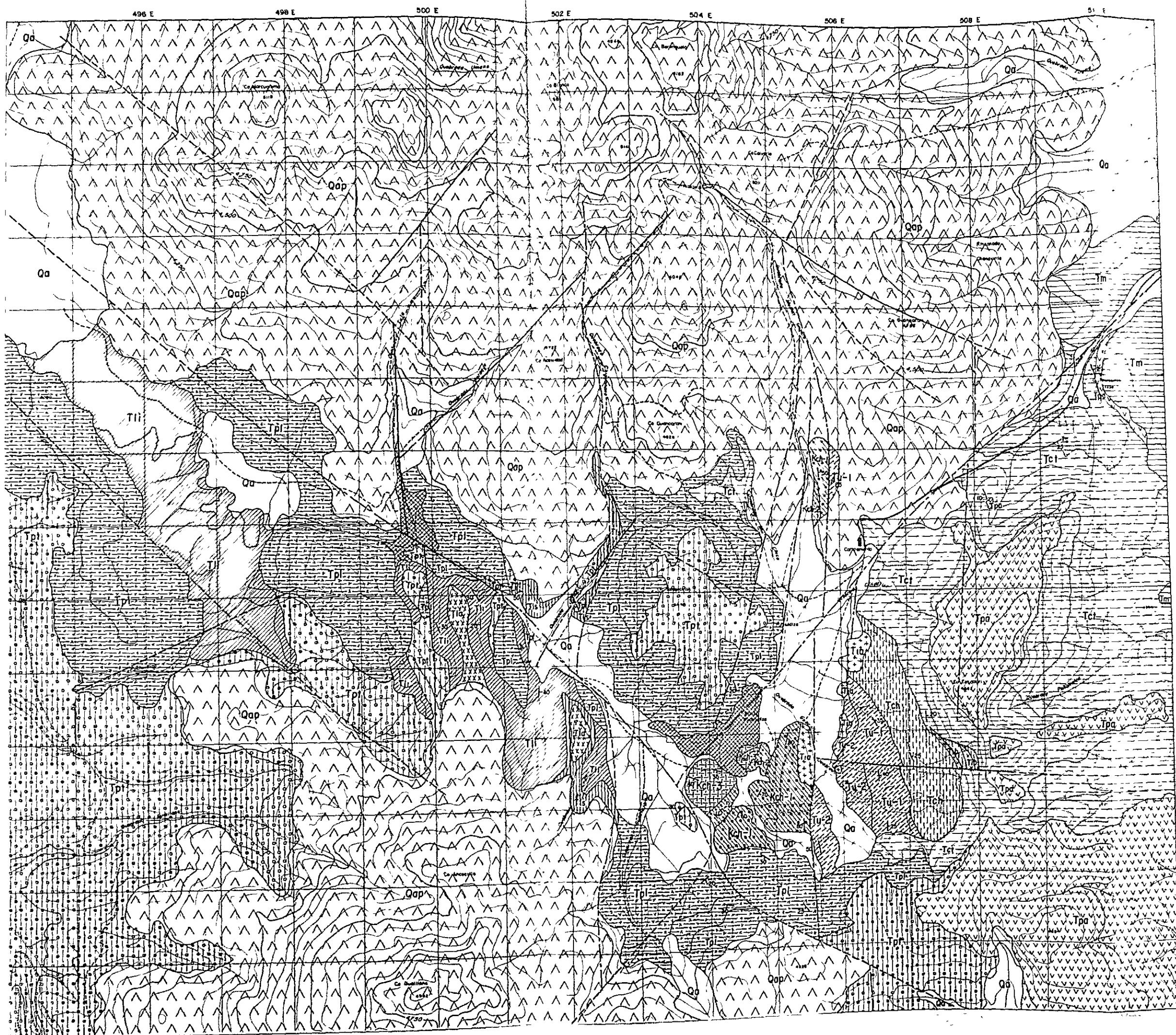


Fig II-1-1

GENERAL RELIEF OF THE CENTRAL ANDES



Geothermal Power Development Project  
in Puchuldiza  
the Republic of Chile

## GEOLOGICAL MAP

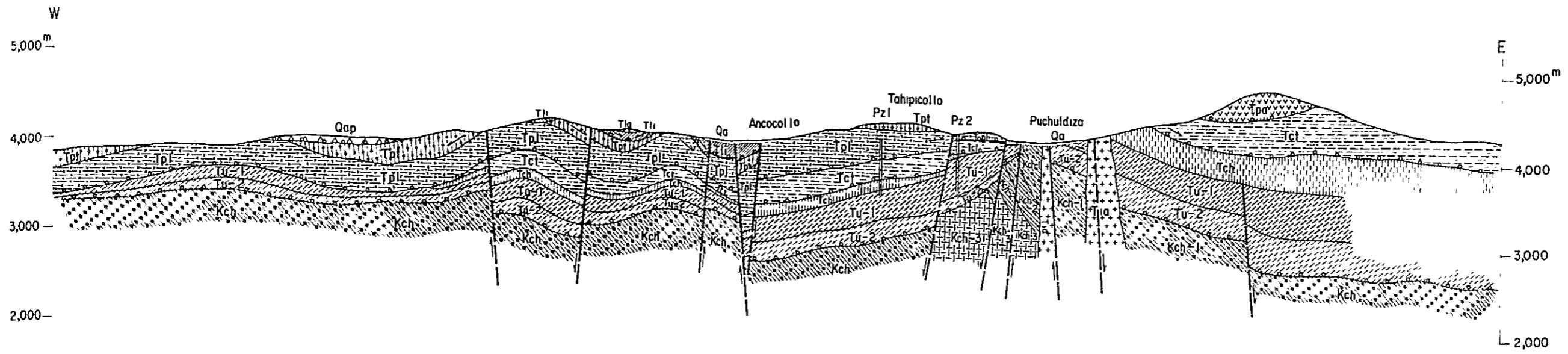
1: 50,000

Nov ~ Dec, 1978 **Fig. II-1-2**

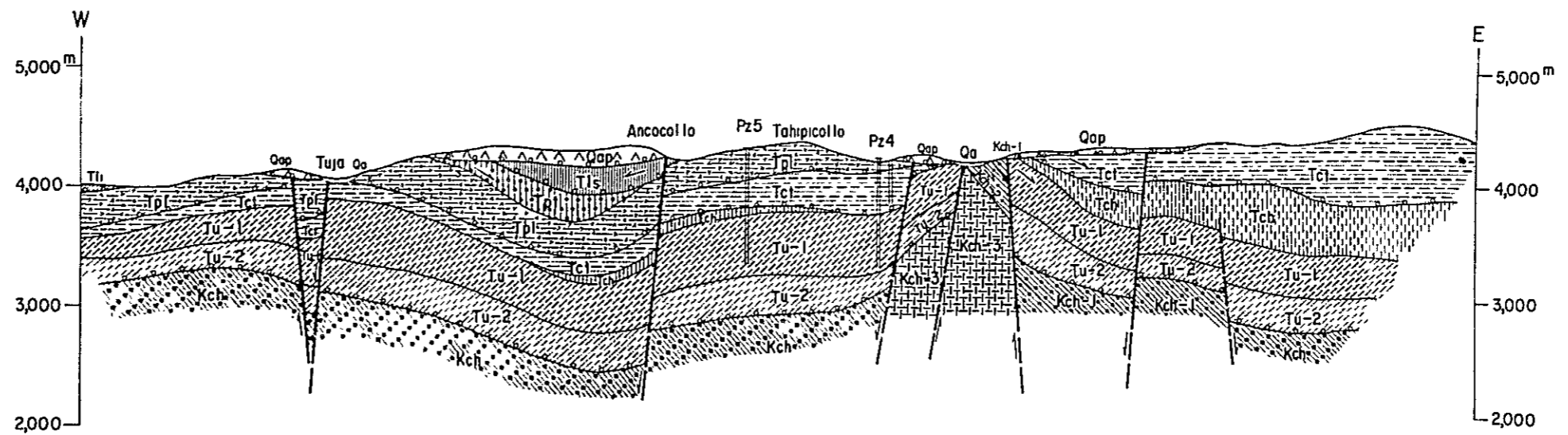
### LEGEND

	Sinter Deposits	
	Alluvium	
<b>Volcanic</b>		Pleistocene Andesite
		Mauque
<b>Clastic</b>		Lupe
		Guacalliri
<b>Andesitic</b>		Puchuldiza
		Condoriri
<b>Liparitic</b>		Chojña Chaya
		Utayane
<b>Basement</b>		Churichillo
	Confirmed Fault	
	Concealed Fault	
	Inferred Fault	
	Geological Boundary	
	Bedding	

( 855 N )



( 857 N )

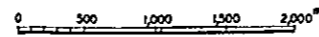


Formati

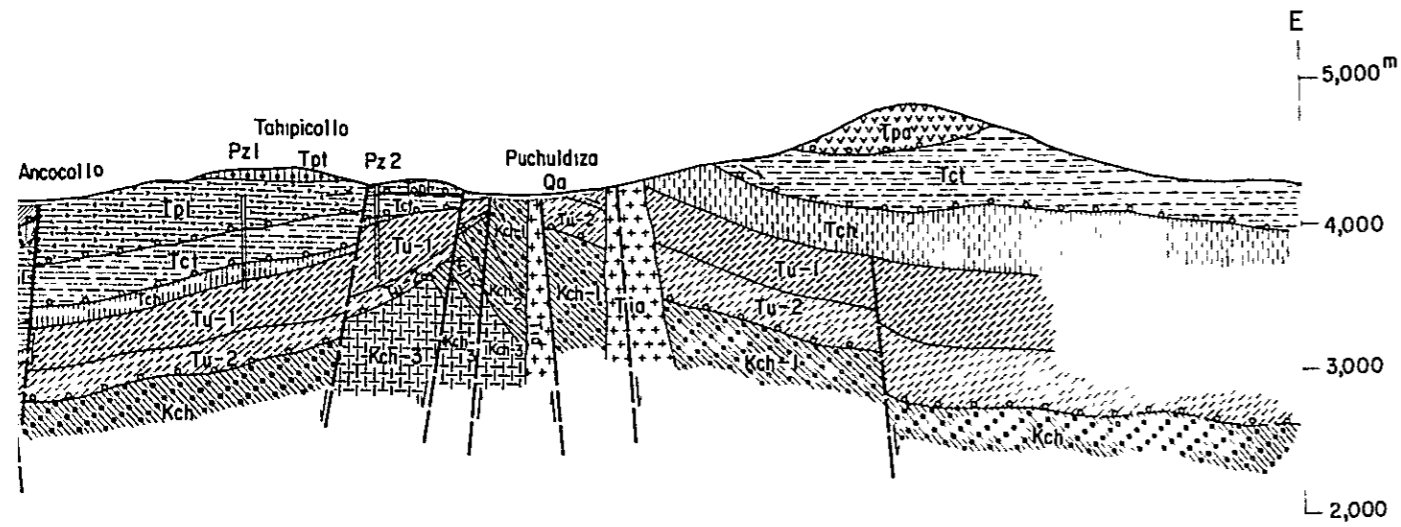
[Symbol]	Qa	All
[Symbol]	Qap	Plc
[Symbol]	Tia	Luj
[Symbol]	Tis	Luj
[Symbol]	Tli	Luj
[Symbol]	Tpa	Guc
[Symbol]	Tpt	Puc
[Symbol]	Tpl	Puc
[Symbol]	Tct	Con
[Symbol]	Tch	Chc
[Symbol]	Tu-1	Uta
[Symbol]	Tu-2	Uta
[Symbol]	Kch-1	Chu
[Symbol]	Kch-2	Chu
[Symbol]	Kch-3	Chu
[Symbol]	Tia	Intr

Geology

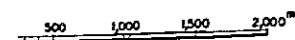
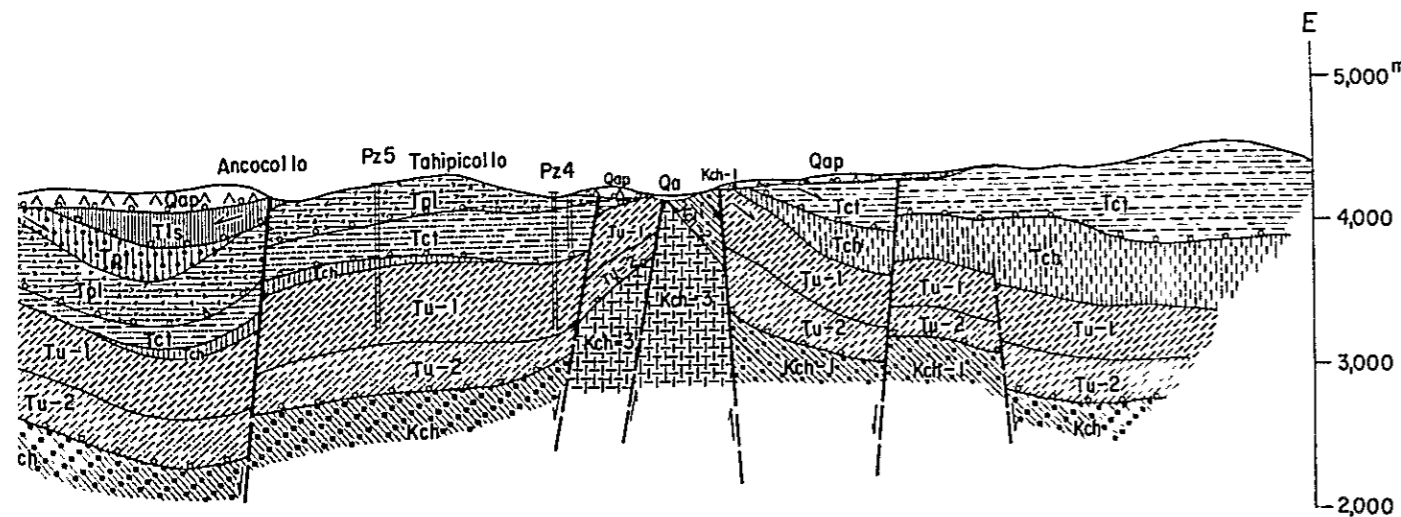
[Symbol]	Faul
[Symbol]	Bedr
[Symbol]	Geol
[Symbol]	Uncl
[Symbol]	Wel



( 855 N )



( 857 N )



LEGEND

Formation, Rock Type and Group

	Qa	Alluvium	
	Qap	Pleistocene Andesite	
	Tia	Lupe, Andesite and Pyroclastics	Clastic
	Tis	Lupe, Andesite and Pyroclastics	
	Tii	Lupe, Sandstone and Conglomerate	
	Tpa	Guacaliri, Andesite	Andesitic
	Tpl	Puchuldiza, Andesitic Ignimbrite	
	Tpl	Puchuldiza, Andesite	
	Tct	Condoriri, Rhyolitic and Dacitic Tuff	Lipartitic
	Tch	Chojña Chaya, Sandstone With Conglomerate	
	Tu-1	Uyayane, Dacitic Ignimbrite	
	Tu-2	Uyayane, Rhyolitic Tuff	Basement (Kch)
	Kch-1	Churicollo, Green Sandstone and Conglomerate	
	Kch-2	Churicollo, Rhyolitic Crystalline Tuff	
	Kch-3	Churicollo, Andesitic Tuff	
	Tia	Intrusive	

Geology

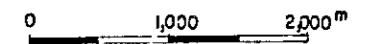
	Fault
	Bedding
	Geological Boundary
	Unconformity
	Well

Geothermal Power Development Project  
in Puchuldiza  
the Republic of Chile

GEOLOGICAL SECTION

( E - W )

1 : 50,000

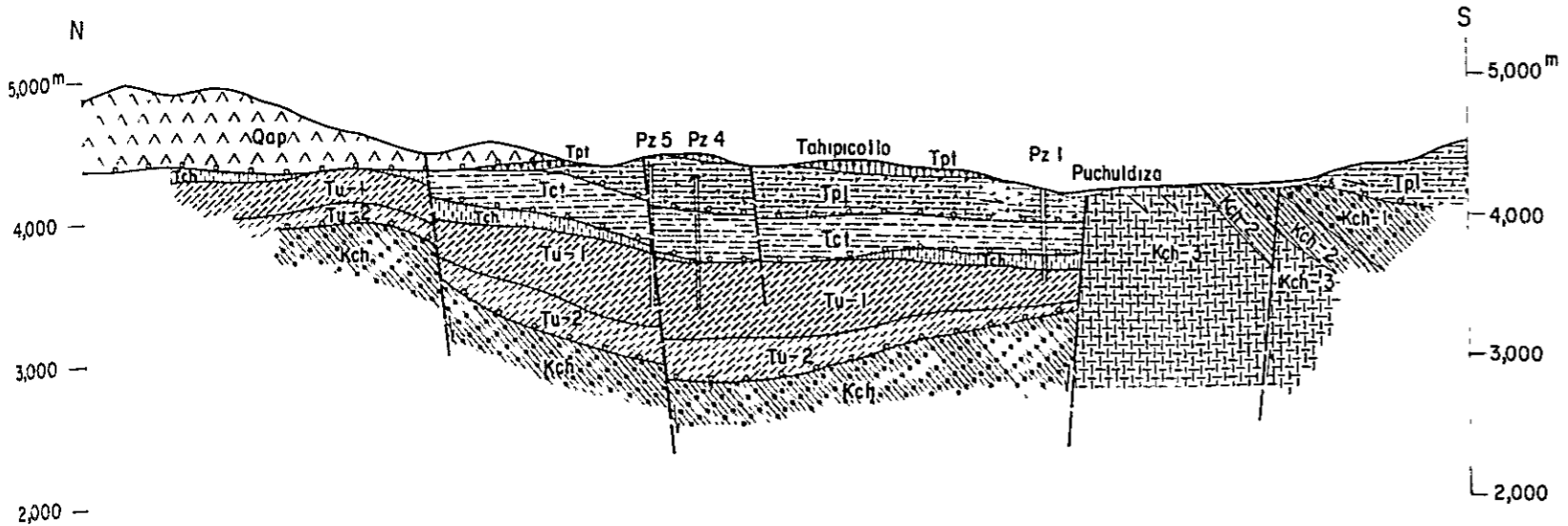


Nov ~ Dec, 1978

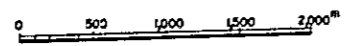
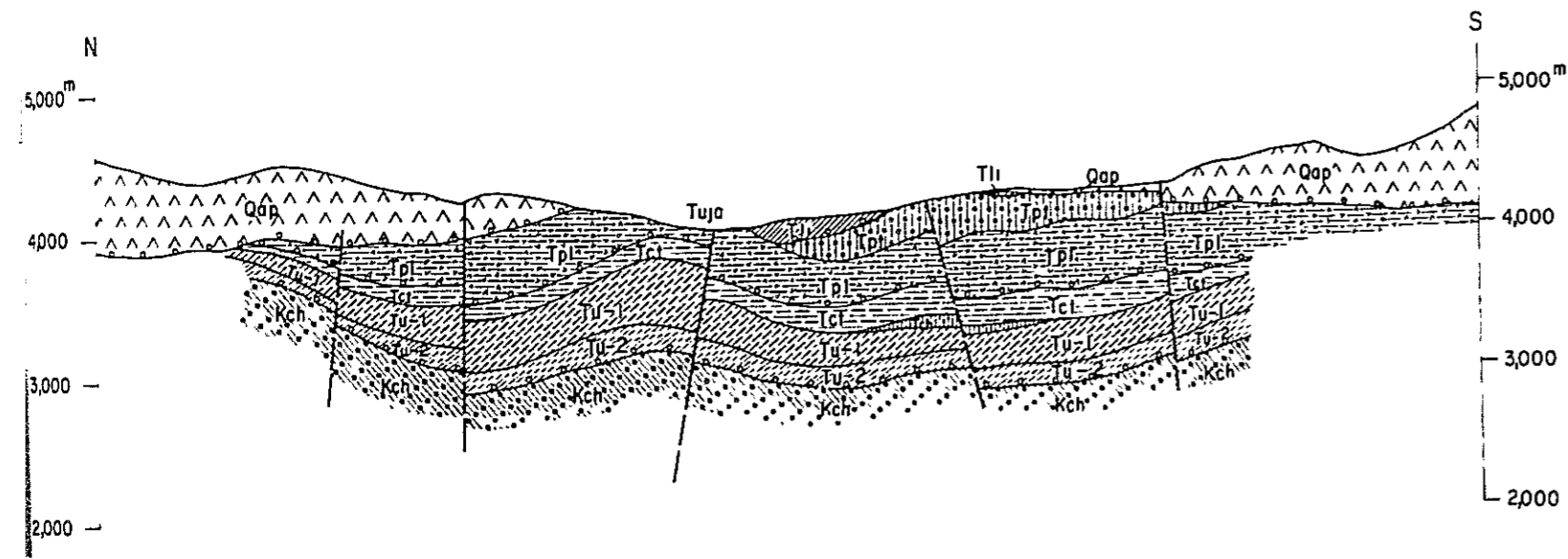
Fig. II-1-3



(504 E)



(500 E)



LEGEND

Formation, Rock Type and Group

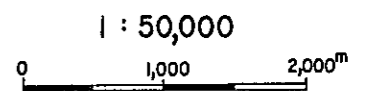
- |  |       |  |                |
|--|-------|--|----------------|
|  | Qa    | Alluvium                                     |                |
|  | Qap   | Pleistocene Andesite                         |                |
|  | Tla   | Lupe, Andesite and Pyroclastics              | Clastic        |
|  | Tls   | Lupe, Andesite and Pyroclastics              |                |
|  | Tli   | Lupe, Sandstone and Conglomerate             |                |
|  | Tpa   | Guacalliri, Andesite                         | Andesitic      |
|  | Tpt   | Puchuldiza, Andesitic Ignimbrite             |                |
|  | Tpi   | Puchuldiza, Andesite                         |                |
|  | Tct   | Condoriri, Rhyolitic and Dacitic Tuff        | Liparitic      |
|  | Tch   | Chojna Chaya, Sandstone With Conglomerate    |                |
|  | Tu-1  | Utayane, Dacitic Ignimbrite                  |                |
|  | Tu-2  | Utayane, Rhyolitic Tuff                      | Basement (Kch) |
|  | Kch-1 | Churicollo, Green Sandstone and Conglomerate |                |
|  | Kch-2 | Churicollo, Rhyolitic Crystalline Tuff       |                |
|  | Kch-3 | Churicollo, Andesitic Tuff                   |                |
|  | Tia   | Intrusive                                    |                |

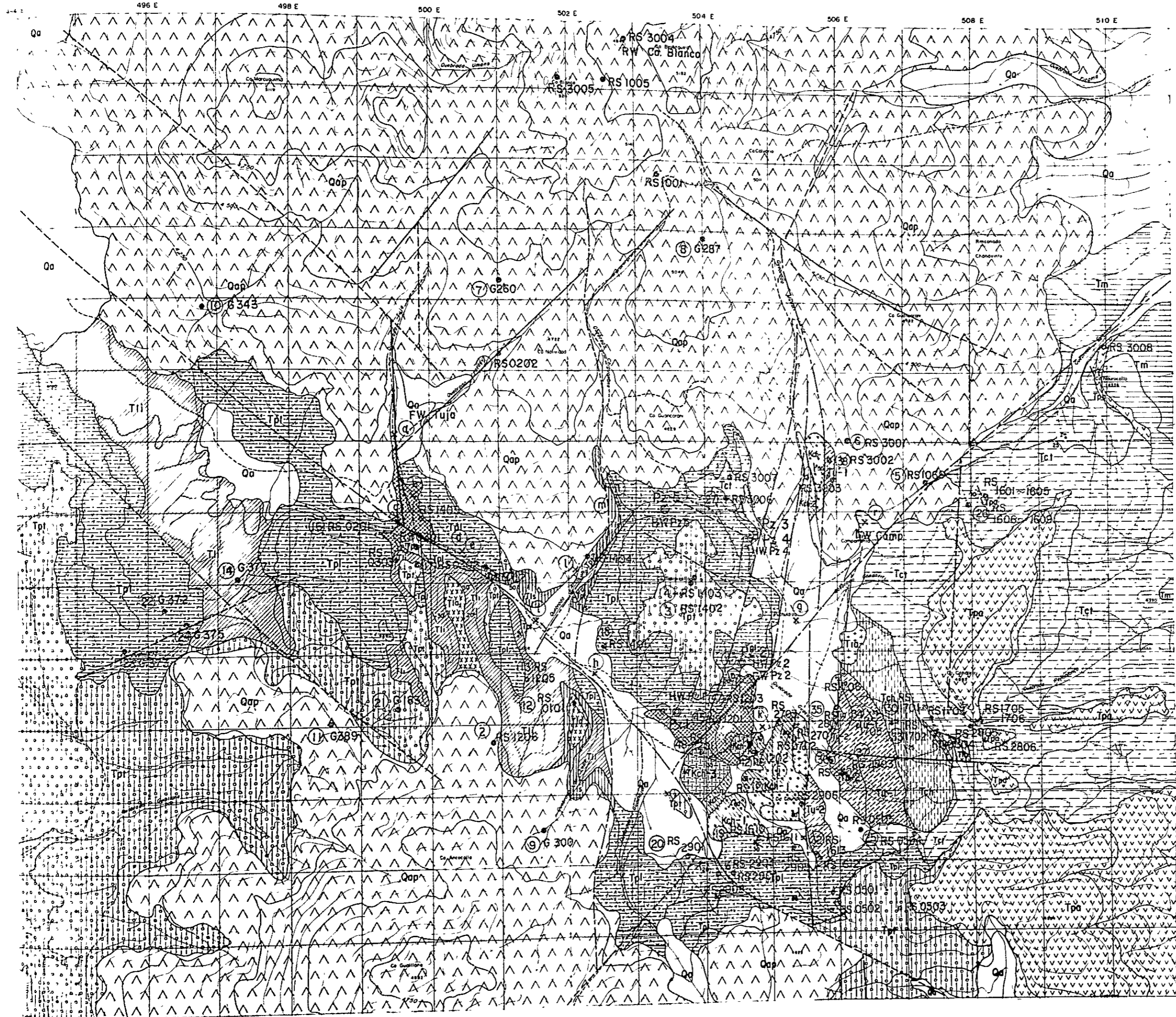
Geology

- |  |                     |
|--|---------------------|
|  | Fault               |
|  | Bedding             |
|  | Geological Boundary |
|  | Unconformity        |
|  | Well                |

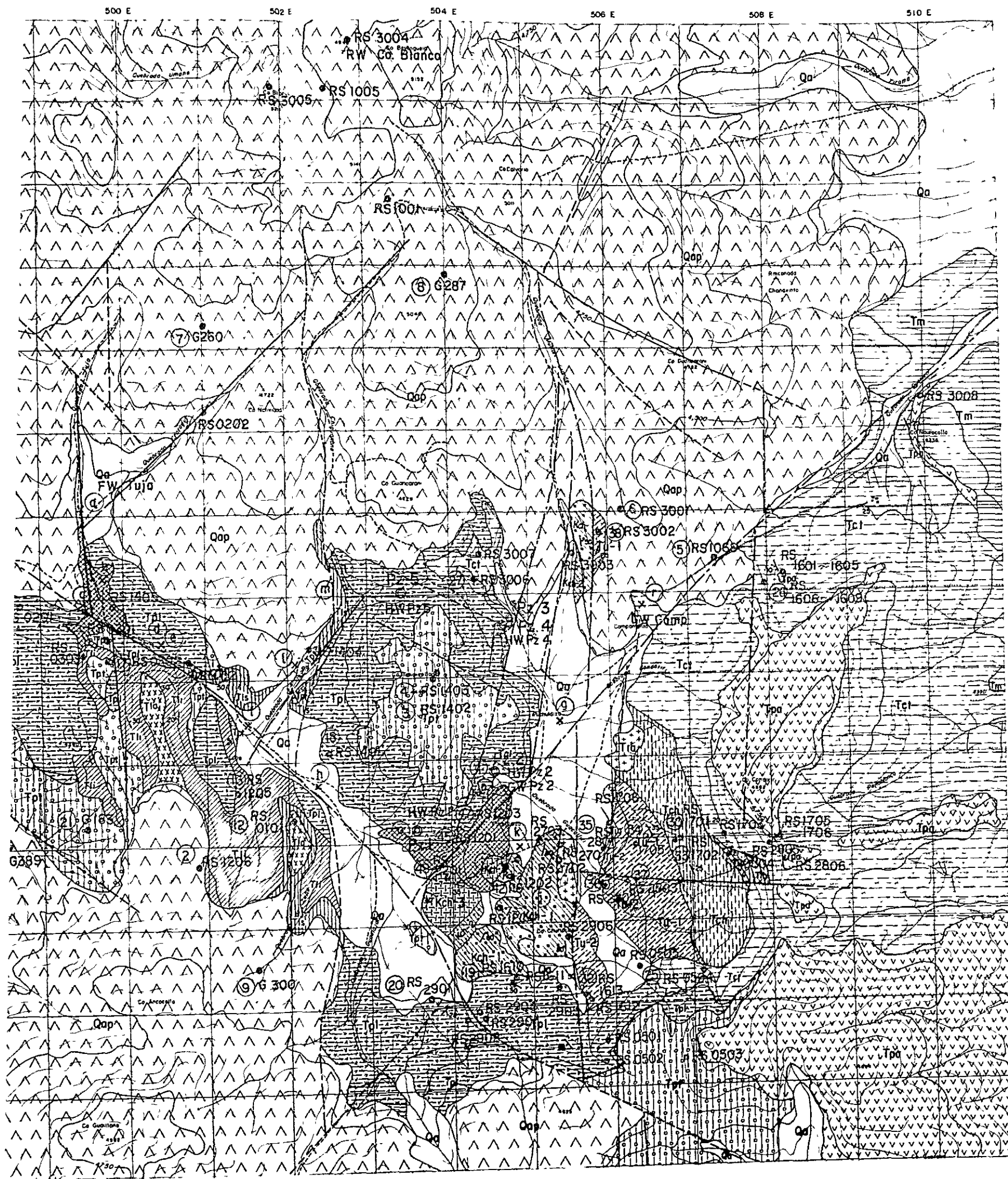
Geothermal Power Development Project  
in Puchuldiza  
the Republic of Chile

GEOLOGICAL SECTION  
( N - S )





	Sinte
	Qa
	Alluv
	Pleisi
	Mauq
	Tia
	Tis
	Tii
	Tpa
	Tpl
	Tpl
	Tpl
	Tct
	Tch
	Tu-1
	Tu-2
	Kch-1
	Kch-2
	Kch-3
	Conf
	Conc
	Infe
	Geol
	Bedc



Geothermal Power Development Project  
in Puchuldiza  
the Republic of Chile

**LOCATION OF  
COLLECTED SAMPLES  
(ROCK, HOTWATER, etc.)**

1 : 50,000

0 2,500m

Nov ~ Dec, 1978 **Fig. II-1-5**

**LEGEND**

- |  |                               |  |   |
|--|-------------------------------|--|---|
|  | Sinter Deposits               |  | Rock Sample                             |
|  | Alluvium                      |  | Physical characteristics measurement    |
|  | Volcanic Pleistocene Andesite |  | Observation point of water conductivity |
|  | Clastic Mauque                |  | Hot water                               |
|  | Clastic Lupe                  |  | Rainwater                               |
|  | Andesitic Guacaliri           |  | Underground water                       |
|  | Andesitic Puchuldiza          |  | Flow water                              |
|  | Liparitic Condoriri           |  | Andesite                                |
|  | Liparitic Chojna Chaya        |  | Diorite Porphyry                        |
|  | Liparitic Utayane             |  |   |
|  | Basement Churicolto           |  |   |
|  | Confirmed Fault               |  |   |
|  | Concealed Fault               |  |   |
|  | Inferred Fault                |  |   |
|  | Geological Boundary           |  |   |
|  | Bedding                       |  |   |



CHURICOLLO ( Kch - 1 )

No. RS 1204

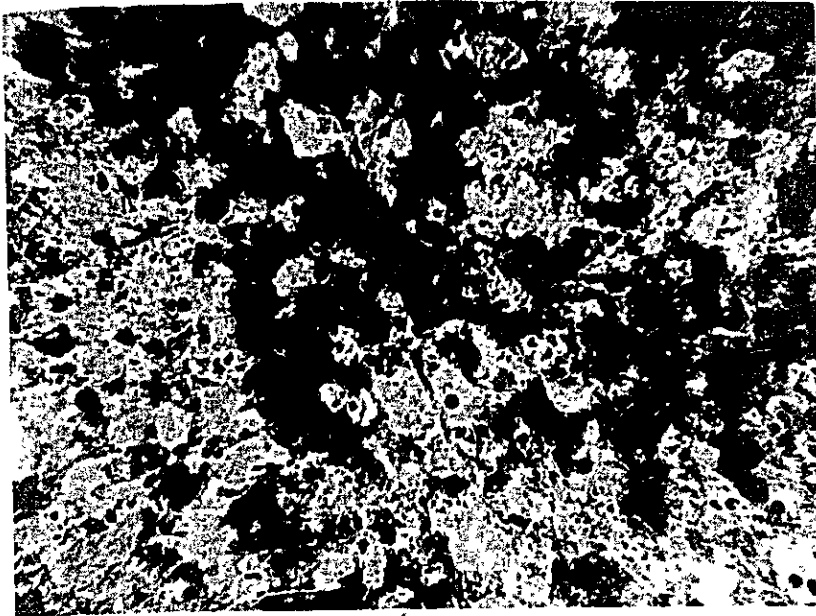


Photo - 1a

tafaceous S S  
( alteration )

x 33

Open nicols

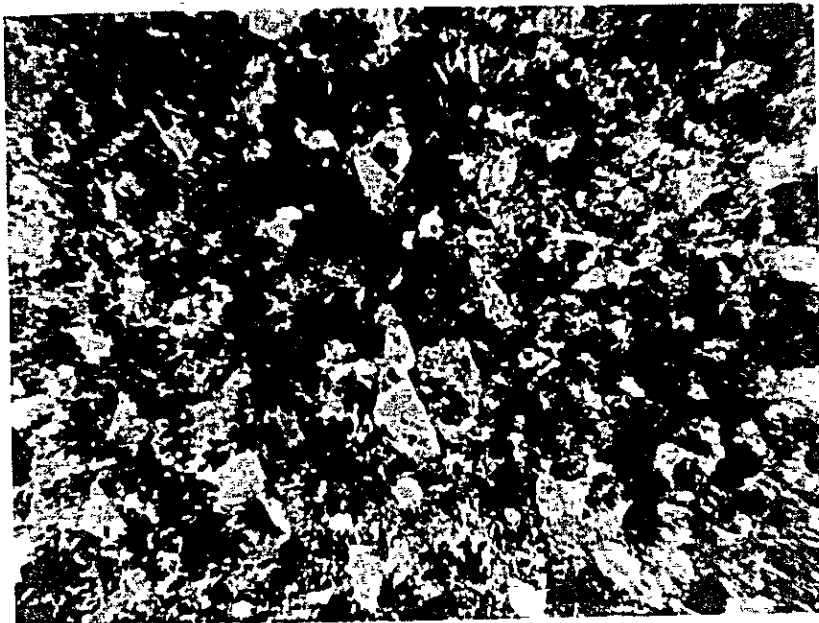


Photo - 1b

Cross nicols