

# エクアドル共和国代替エネルギー開発計画 予備調査報告書

昭和59年6月

国際協力事業団



# エクアドル共和国代替エネルギー開発計画 予備調査報告書

JICA LIBRARY



1028672[2]

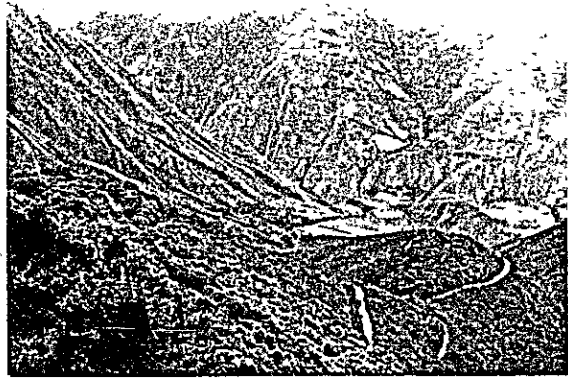
昭和 59 年 6 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84.10.30	706
登録No. 10815	67
	MPP



チェスビ河水力開発計画：  
ダム建設予定地点から下流を眺める



チェスビ河水力開発計画：  
ダムサイトへのアクセスロード  
(正面左がダム建設地点)



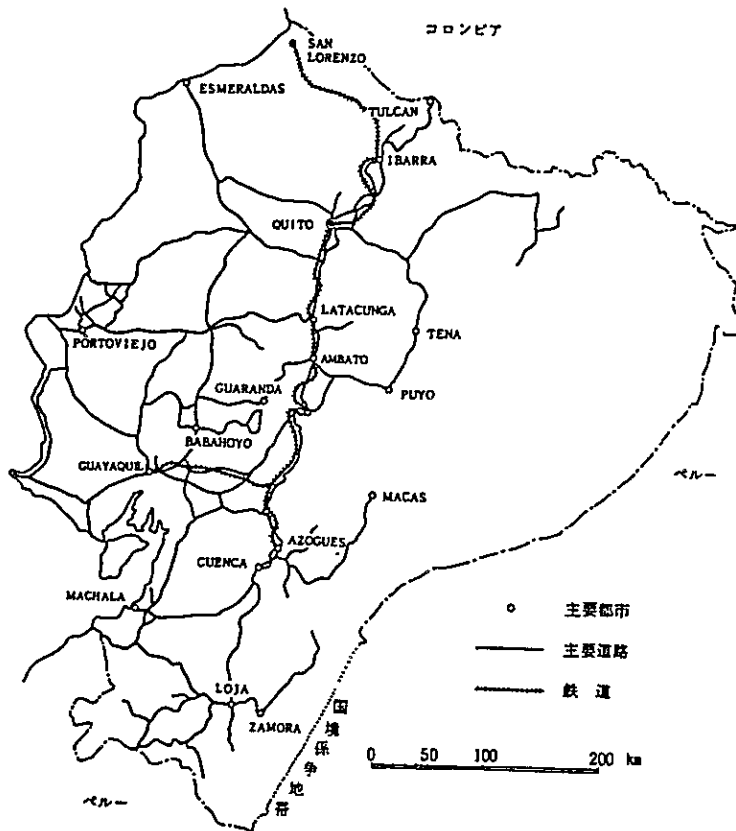
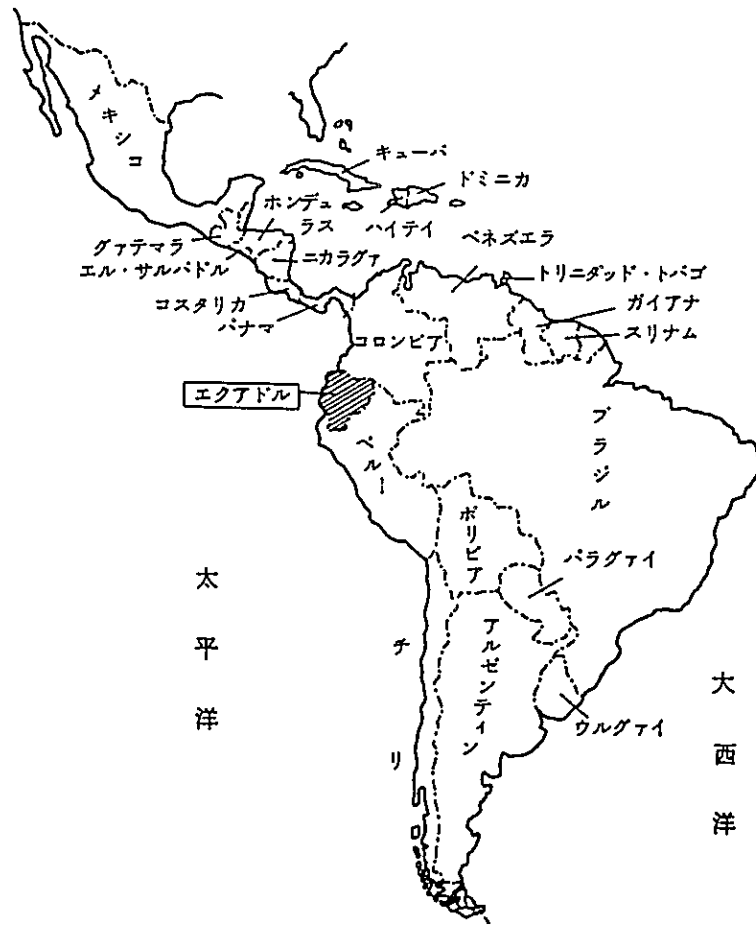
インバブラ地熱開発計画：温泉水湧出地点



インバブラ地熱開発計画：温泉水湧出地点



# エクアドル







# 目 次

1. 調査団派遣の目的 .....	1
2. 調査団の構成 .....	1
3. 調査日程 .....	1
4. 調査結果の概要 .....	2
4-1 チェスビ河水力開発計画 .....	2
4-2 インパブラ地熱開発計画 .....	2
4-3 ガラパゴス島・太陽エネルギー利用計画 .....	3
4-4 その他 .....	3
5. エクアドルにおける水力発電計画 .....	4
5-1 エクアドルの包蔵水力 .....	4
5-2 チェスビ水力発電計画 .....	4
5-3 小水力発電計画 .....	7
6. エクアドルにおける電力供給の現状 .....	13
6-1 電力供給事業体 .....	13
6-2 電力設備の現状 .....	13
6-3 電力需要の推移と需要予想 .....	13
6-4 電力開発計画 .....	14
7. エクアドルにおける地熱開発計画 .....	24
7-1 地熱エネルギー政策 .....	24
7-2 地熱開発の現状 .....	26
7-3 現地調査の概要 .....	28
7-4 調査結果 .....	29
7-5 その他 .....	30
8. エクアドル共和国の一般概況 .....	43
8-1 国 土 .....	43
8-2 人口・人種 .....	43
8-3 政治環境 .....	43
8-4 最近の経済動向 .....	44



## 1. 調査団派遣の目的

多くの開発途上諸国においては、石油に代わるエネルギー源の開発及び純国産エネルギー源の確保のために代替エネルギーの開発（地熱、小水力等）を指向するとともに、併せて地域開発の振興及び地場産業の育成を計画している。

今回、本件調査団を派遣したエクアドル共和国においても代替エネルギー開発計画の策定を急務としており、今回の調査団はこうしたエクアドル側の要望・要請内容の確認、さらに関係政府機関との意見交換を通して、我国の代替エネルギー政策を紹介しつつ、「エ」側の同分野（特に地熱、水力分野）における具体的ニーズを聴取し、併せて工業分野でのプロジェクト等についても「エ」側の要望等について聴取することを目的として実施した。

## 2. 調査団の構成

団長	鈴木英夫（総括）	通産省技術協力課長
団員	井津端修司（技術協力行政）	通産省技術協力課
団員	辰田昌功（代替エネルギー政策）	資源エネルギー庁石油代替エネルギー課
団員	佐々木弘世（業務調整）	JICA 鉱工業計画課
団員	中澤博次郎（地熱開発）	(財)新エネルギー財団
団員	塚原澄雄（水力開発）	(株)日本工営

## 3. 調査日程

昭和59年3月16日より3月25日までの10日間

（但し鈴木団長及び井津端団員は各々3月17日パナマ及びベルーより本件調査に参加）

日曜	月日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	3月16日	金	東京 → サンフランシスコ	移 動
2	17日	土	←マイアミ → キト	鈴木団長パナマより移動、井津端団員ベルーより移動
3	18日	日		団内打合せ、資料収集
4	19日	月	キト ↔ チェスビ	INECEL（エクアドル電力庁）にて打合せ、 サイト踏査
5	20日	火	キト ↔ インパブラ	サイト踏査
6	21日	水		日本国大使館にて打合せ、INECELにて打合せ
7	22日	木		エクアドル外務省、資源エネルギー省、商工統合省、 OLADEにて打合せ
8	23日	金	キト → ニューヨーク	日本国大使館にて調査結果報告、移 動
9	24日	土	← ニューヨーク →	移 動
10	25日	日	→ 東京	

\* OLADE : ラテンアメリカエネルギー機構  
INECEL : エクアドル電力庁

#### 4. 調査結果の概要

上記1の調査団派遣の目的に沿って、INECEL（エクアドル電力庁）より強い要望のあったチェスピ河水力、インバブラ地熱の各々のサイトについて現地踏査を実施した。

両計画の概要及び調査結果の概要は下記の通りである。

##### 4-1 チェスピ河水力開発計画

標記プロジェクトは、エクアドルにおけるアゴヤン水力、パウテC水力に続く重要プロジェクトとして位置づけられており、その運開は1992年に予定されている。本件プロジェクトの選定理由として(i)開発規模(100MW)(ii)プロジェクトへのアクセスの容易さ(iii)プロジェクトサイトが電力の最大需要地である首都のキト(Quito)に近いこと(iv)建設のために必要な投資額が比較的安価であると予想されること等があげられている。

##### 〔調査結果の概要〕

標記プロジェクトについて、INECEL（エクアドル電力庁）と打合せた席上、INECEL側より本件は最重要プロジェクトであり、F/S調査の早期実施が強く求められ又担当プロジェクトチームの編成、調査のためのアクセス道路の新設・整備等を行うなど本件に対して並々ならぬ熱意を示した。

調査団は、「エ」国における電力需給の将来予想の妥当性及び本件プロジェクトの緊急度、さらに候補地点の地形等立地条件ならびに計画規模等を総合的に勘案し、その緊急性および実現性の観点から本件に対する調査協力の妥当性を確認した。

##### 4-2 インバブラ地熱開発計画

インバブラ地域はキト(Quito)の約120Km北方、西部山系中に位置する。全地域は標高2,300m以上でCachimbiro複合ドーム、更にCaiiochu火山カルデラで特徴づけられている。

当該地域に対する我国への協力要請は、昭和58年8月にPre F/S調査の要請があり、INECEL独自で地質、地化学探査等の基礎調査を終えて、現在レポートの最終とりまとめ段階にある。

##### 〔調査結果の概要〕

標記プロジェクトについては、INECEL側より(i)「エ」国における電力開発長期計画立案上種々の電力源について比較検討の必要性(ii)洪水期対策(iii)投資規模及び金融取得上の容易さ等から、「エ」側にとって緊急かつ重要プロジェクトである旨表明された。

調査団は、上記INECEL側の考え方を聴取すると同時に現地踏査の結果を踏まえ、本件がいまだ極めて初期の段階にあるため、調査協力するにしても基礎的なステージから開

始する必要があることを述べるとともに、地熱プロジェクト調査に必要なボーリングについても大口経の本格的ボーリングを我方の負担によって実施することはきわめて困難であるとの意向を表明したが、INECEL側は、我方の考え方を充分理解した上で、なお協力を要請したいとの意向を明らかにした。

調査団としては「エ」側のこうした意向を理解しながらも、本件については資料等の検討が必要なことから持ち帰り検討することとした。

#### 4-3 ガラパゴス島太陽エネルギー利用計画

調査団に対し、INECELよりガラパゴス島の環境保護のためソーラー電池、その他の方法による発電等についての調査の要請がなされた。調査団は民間ベースによる協力も含めて持ち帰り検討することとした。

#### 4-4 その他

INECELより調査団に対し、中小水力及び水力開発に関するPre-F/S及びマスタープラン作りについての協力を今後日本に対し要請する意向のあることが表明された。

この他、中小企業開発、投資促進、貿易拡大等について日本に対し協力を要請したいとの意向がエクアドル商工総合省よりなされたのを受け、現地日本国大使館及びJETRO等と連絡を取るよう指示した。

## 5. 水力発電計画

### 5-1 エクアドルの包蔵水力

#### (1) 地理的条件

エクアドルにおいては、その中央部をアンデス山脈が南北に走っており、この山脈を中心に比較的幅の広い地域が標高 2,000 m を超える高原を形成している。その高原地帯を流れた比較的水量豊かな河川が東のアマゾン流域及び西の太平洋岸へ向けて急流となって流れ落ちるため、比較的高落差がとり易く水力開発には非常に適している。Paute 発電所の落差 668 m をはじめとして計画されている地点は 100 m を超える高落差地点である。従って、建設費は安く水力開発に有利な条件となっている。

#### (2) 降雨量

中央高原地帯は比較的雨が少なく年間降雨量が 500 から 1,500 mm の範囲内にある。しかし、アンデス山脈の東側及び西側の斜面特に北のコロンビアに近い地帯で降雨量が非常に多い。東側は広い地域に亘り年間 3,000 mm 以上の雨が降り北の国境近くでは最大 6,000 mm を超える雨が降る所がある。しかしながら西の太平洋側はそれに比較して大分少なく、Guayas 州から北の地域は 2,000 mm を超える降雨量があるが南側ではそれ以下である。

以上の様な理由で東のアマゾン支流の河川は水流も豊富で水力ポテンシャルは高い値を示している。一般にアンデスの東側と西側では雨期、乾期の時期がずれるので両側バランスのとれた開発が望ましいが、実際はどうしても東側に偏ることになってしまう。

#### (3) 包蔵水力

エクアドルでは日本からの派遣専門家の指導を受けて、全国的な包蔵水力調査を行ない 1982 年 12 月に報告書を提出している。

包蔵水力の算出方法は主要河川について、各地点毎に年負荷率 50%、年間 90% 保証の出力を求めて、それを積算したものである。主要 30 河川の合計出力は 2,200 万 kW と算出されている。但し、この数字は比較的優良地点だけを拾い出したもので、中小河川、低落差地点等条件の余り良くない地点を含めると更に大きな数字になることは確実である。

いずれにせよ、当面の発電計画を作成するに当っては、水力資源は無尽蔵にあるとの考え方で問題無いと判断される。

### 5-2 チェスピ水力発電計画

#### (1) 計画の概要

この計画は Quito 市の東側を流れて、最終的には太平洋岸の Esmeraldas 市付近に

注ぐ Guayllabamba 河の中流域の水力ポテンシャルを開発するものである。発電計画の位置は5-1図に示す通りで、Quito市の北約30Kmに位置している。この地点はずっと以前から有望地点として着目されており、河川の測水も1965年から行なわれている。INECELはこの発電所の1992年完成を目標としている。この計画は標高約1,400mの地点に取水ダムを建造して、約65Kmの圧力トンネルで導水して静落差260m(有効落差237m)と最大流量約50m<sup>3</sup>/秒の水を利用して約100MWの発電を行なうものである。計画の概要は5.2図(ダム及び取水口)、5.3図(コンクリート重力式ダム断面図)、5.4図(圧力トンネルの断面図)及び5.5図(鉄管路断面図)に示す通りである。

発電計画の諸元は下記に示す通りである。

発電所形式	………	日間調整池付きの流れ込み式発電所
重力式コンクリートダム	………	H = 40.0 m, L = 100 m
貯水池最高レベル	………	EL 1,405 m
放水位	………	EL 1,140 m
最大流量	………	49.0 m <sup>3</sup> /秒
導水トンネル	………	L = 6,490 m, φ = 4.2 m
利用落差		
静落差	………	260 m
有効落差	………	237 m
設備容量	………	98,000 kW

(2) 利用可能なデータ

この計画は有望地点として早くから着目されていて、種々のレポートやデータが利用可能である。下記のようなデータがある。

- a) 流量観測データ …… 1965-84の20年間、地点はGuayllabamba A.J. Cubi 及びGuayllabamba D.J. Alambiの2地点  
1983年12月の水理スタディーのレポートもある。
- b) 地形図 …… 1/25,000 及び1/5,000の2種類。他に1/200,000 及び1/60,000の地図もある。
- c) 地質関係      レポートはドラフト段階であるが、フィージビリティ調査迄には間に合う予定。1/5,000のプロジェクト現場の地質図もある。
- d) 過去のスタディー、レポート類 …… 計画自体、地質、水理等につき合計11のレポートがある。

(3) INECELの体制

INECELは大型プロジェクトを施工する場合、本部にプロジェクト室を設置して計画から建設まで、一貫して責任をとる体制をとっているが、Chespi計画についても Paute C, Paute - Mazar 等の計画と並んでプロジェクト室が設置されている。現地では調査用のダム地点迄の取付け道路は既に建設済みで、発電所迄の道路及び調査用の現地宿舎を現在建設中である。調査の遂行には特に問題無いと思われる。

(4) 建設費及び工期

INECELの試算による建設費は工事実費約1億ドル、更に工事期間中の利子を含めて約1億2千万ドルとなっており、このクラスの発電所としては非常に安いものである。その理由は約6.5Kmのトンネルで260mの高落差がとれることと、現地への取付け道路や送電線巨長も短かいと云う地理的条件に恵まれているためである。

工期としては、フィージビリティ・スタディー及び詳細設計で3年、入札・契約及び建設で5年と見積られているがこれは妥当な期間と思われる。中間でファイナンスのために或程度の期間が予想されるため、1992年に完成を目標とした場合早期にフィージビリティ・スタディーを開始する必要がある。

(5) 技術的問題点

現地調査の結果として予想される技術的問題点としては下記のようなものがある。

a) 取水ダムの位置

現計画では取水ダムの位置を、水位EL 1400としているが、このダム地点から上流約3Kmの区間は深いV字状をなしてどこへでもダム建設可能と思われる。

1/5,000地図によると約2.7Kmで河床標高が約70m違っておりダム地点の上流移設につき検討が必要である。この谷のどこにダムを建設すると経済価値が最大となるかを検討しなければならない。

b) 推砂問題

ダム上流の流域の広い地域が乾燥地で砂質の崩れ易い地質になっている。一度雨が降ると多量の砂が流れ出ることが予想される。ダム予定地点付近では100mを超える高いダムの建設も可能であるが、推砂が予想されるために廃案にしたとのことであるが、この案についても検討が必要である。又、調整池の一日量調整容量確保のための排砂の方法についても検討しなければならない。

c) 地質問題

現地で聞いた日本人鉱山技術者の話しでは、Chespiの現場付近を大きな断層が走り地質的には要注意であるとのことであった。エクアドルの地質図にも南北に走る断層がある事が記入されているし、未だドラフト形式ではあるがINECELの



地質技術者の調査報告書も地表探査からいくつかの断層の存在を報じている。断層の存在はトンネル等の建設費及び工期に大きく影響を与えることに存るので、現地調査の際に注意する必要がある。

d) 鉄管路と発電所建屋

今回の限られた日数での現地調査で現地を見ることはできなかったが、現地は急峻な山岳地帯で特に河川沿いは絶壁になっているようである。表面設置には困難が伴うと考えられるので、基本設計の段階で技術的及び経済的得失についてよく検討して決定しなければならない。

e) 工事用電力

この計画の工事用電力のとり方としては、①最終計画の132KV線を工事前に建設して、その送電線を通して受電する。②現存のQuito - Ibarra間の132KV線から33KV程度に降圧して受電する。132KV線への距離は約12Kmである。③現地にディーゼル発電機を設置する。上記中①が一番良い方法と思われるが、資金をどうするかなど問題があり、INECELとの話し合いの上決定する必要がある。

### 5-3 小水力発電計画

(1) 中小水力開発概論

エクアドルでは水力発電計画の区分を、大水力-50MW以上、中水力-50-5MW、小水力-5MW未満としている。

現状では、中小水力発電所は完成後地方電力会社の所有になると考えられるが、開発計画は国家的観点からINECELで作成している。

(2) 具体的案件

現在INECELはkW当りの建設費の安い大水力による開発計画をたて、おり、中小水力開発を行なう具体的計画は無いようである。今後中小水力計画が取り上げられるためには、下記のような条件の場合が考えられる。

- a) 地理的条件が特に秀れている地点、すなわち適当な落差が容易にとれる箇所
- b) 総合開発計画によりダム等の費用分担が軽減され実質的に発電計画が分担する費用が少なくなる場合
- c) 全国送電網からの送電が困難な地方の発電計画

INECELとして考えている地点は数ヶ所あるが、INECEL内部で検討後具体的に技術援助の申請をしたい意向とのことであった。

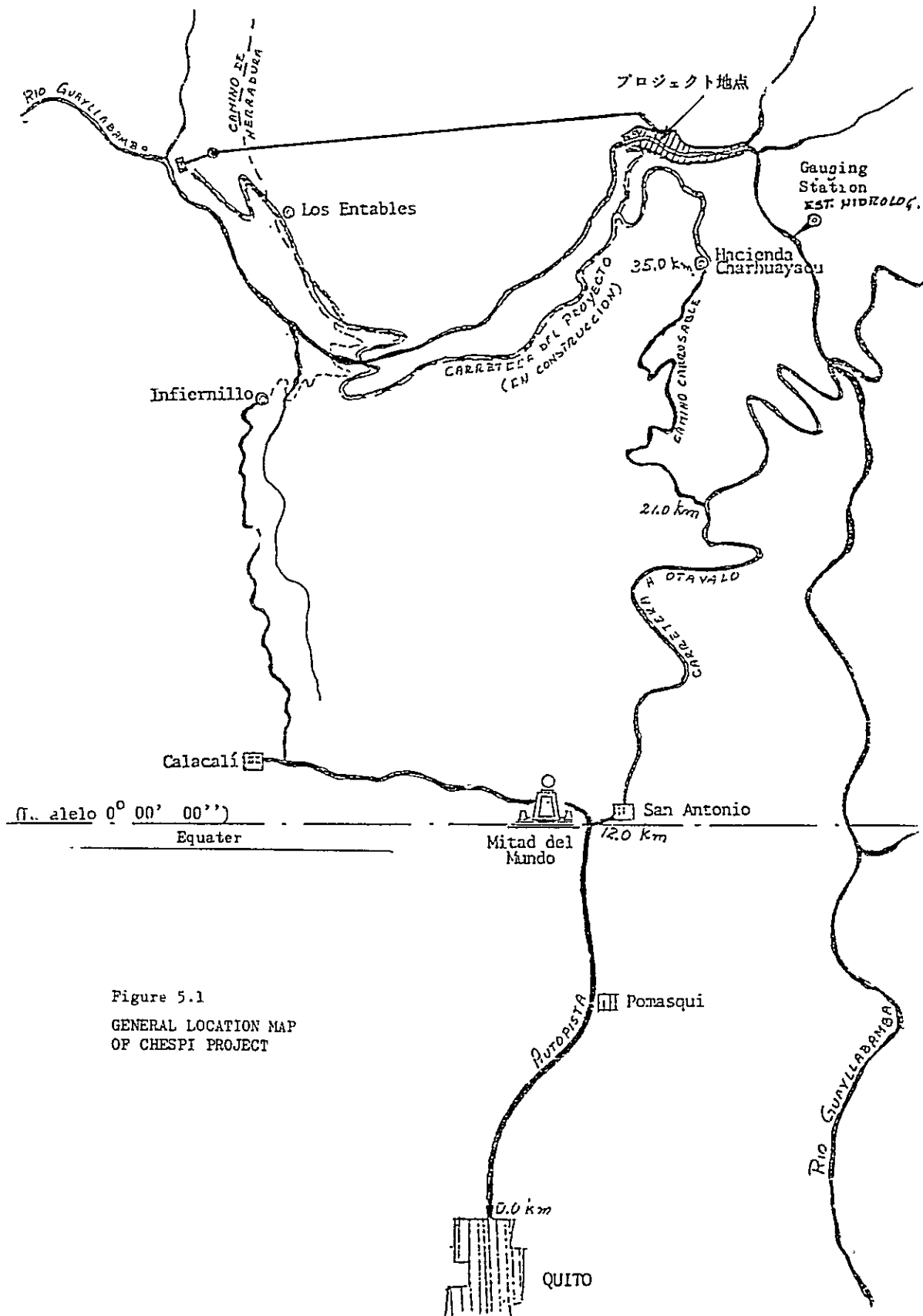
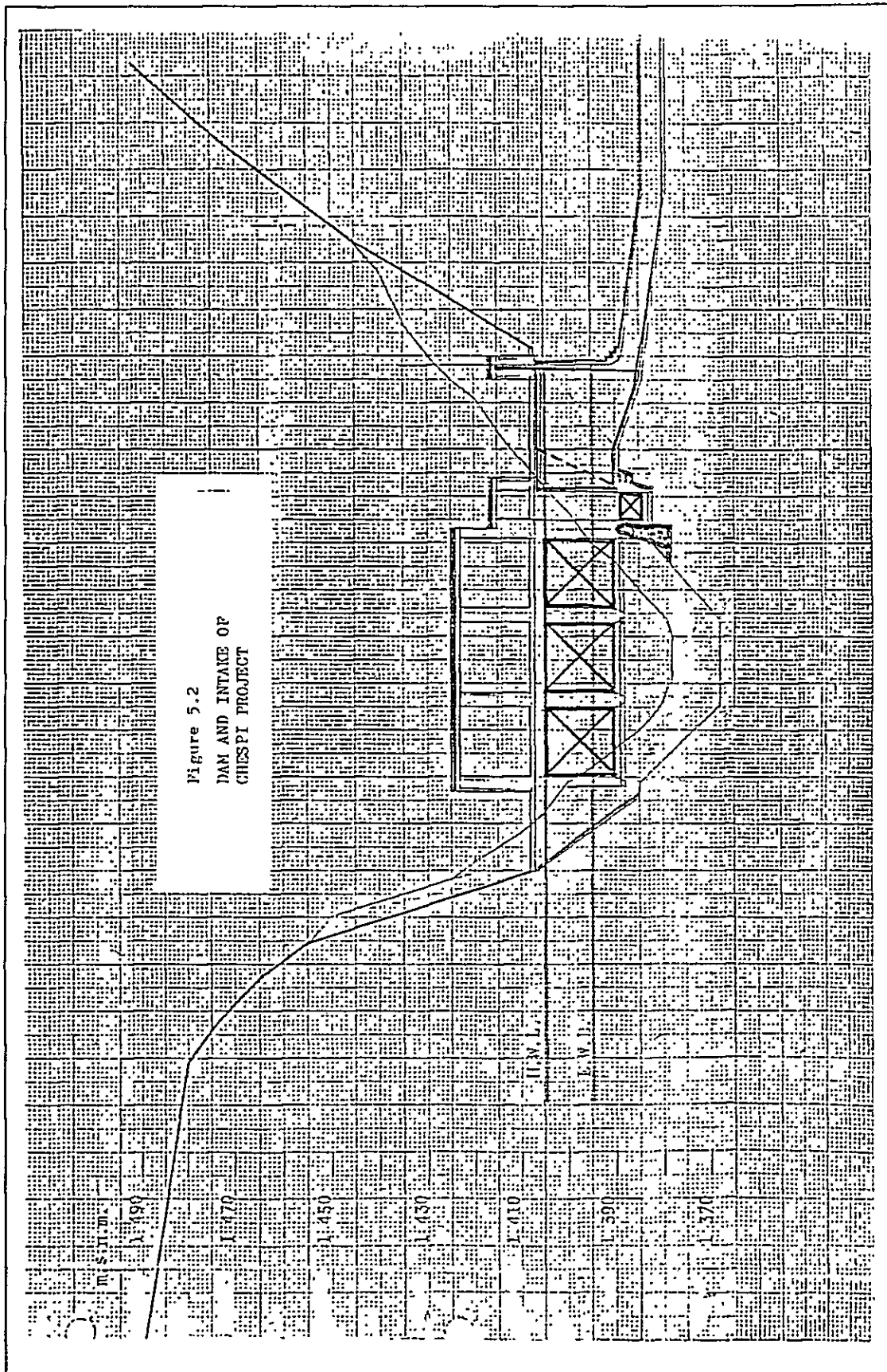


Figure 5.1  
GENERAL LOCATION MAP  
OF CHESPI PROJECT



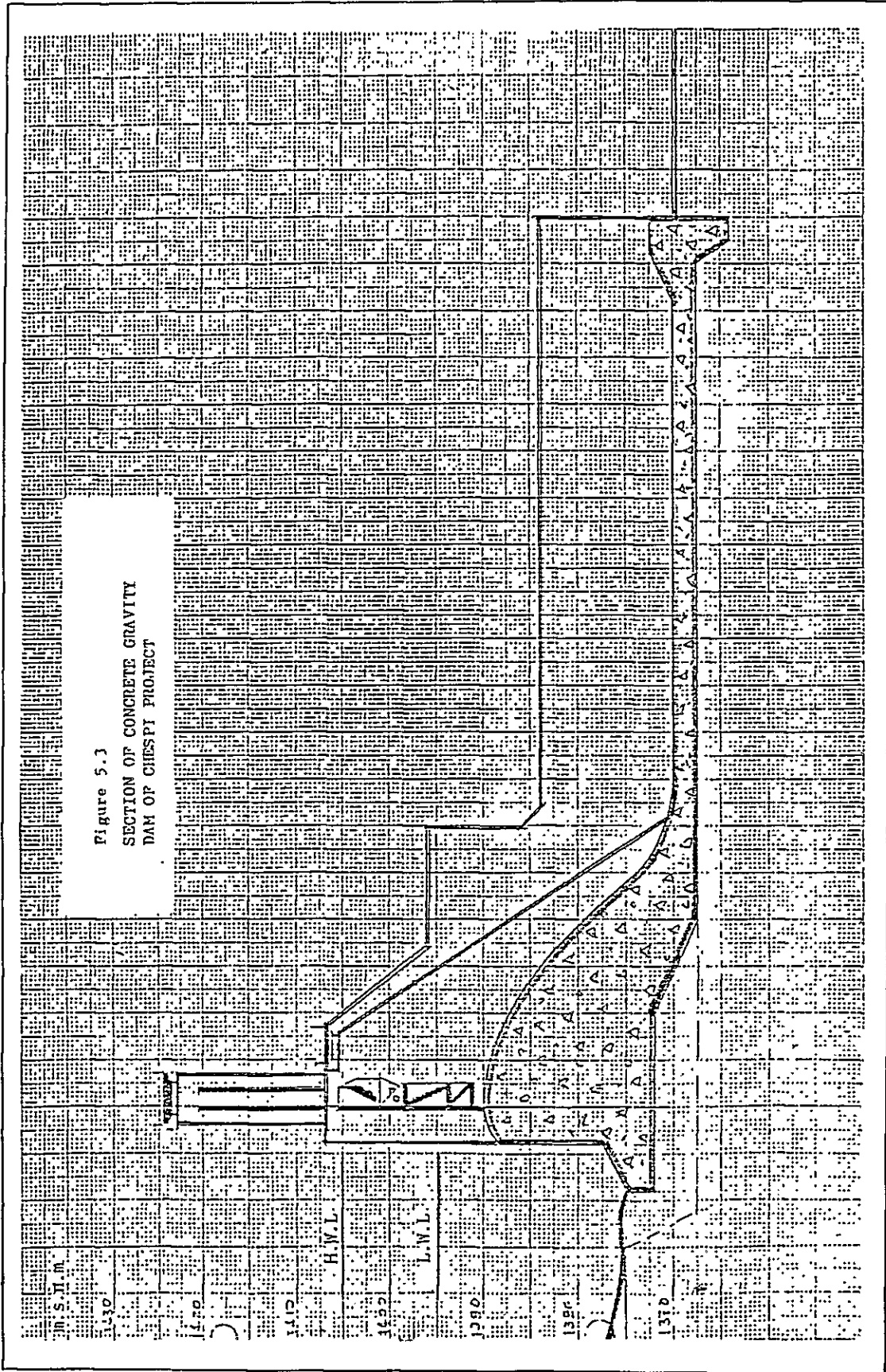


Figure 5.3  
SECTION OF CONCRETE GRAVITY  
DAM OF CHESPI PROJECT

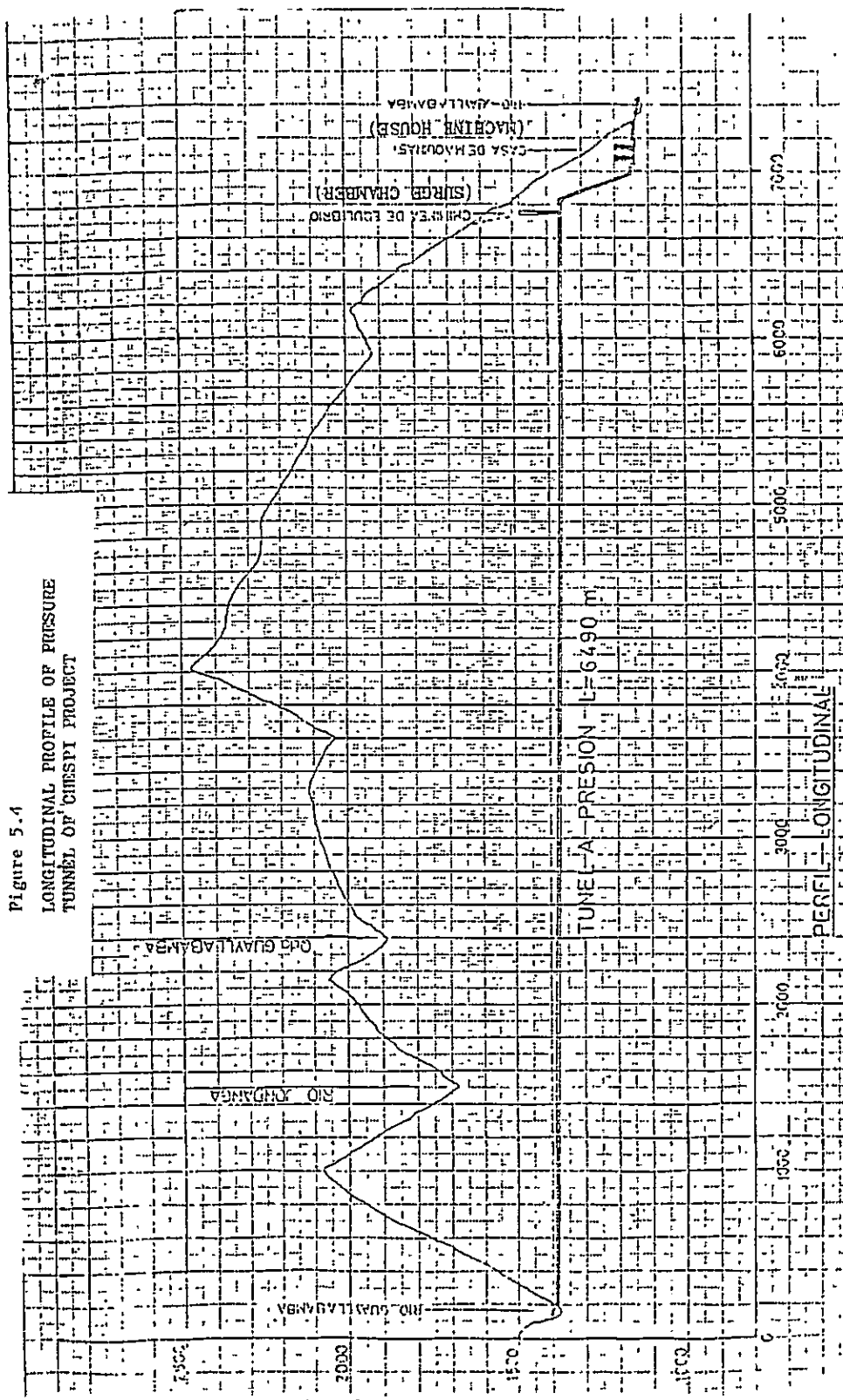
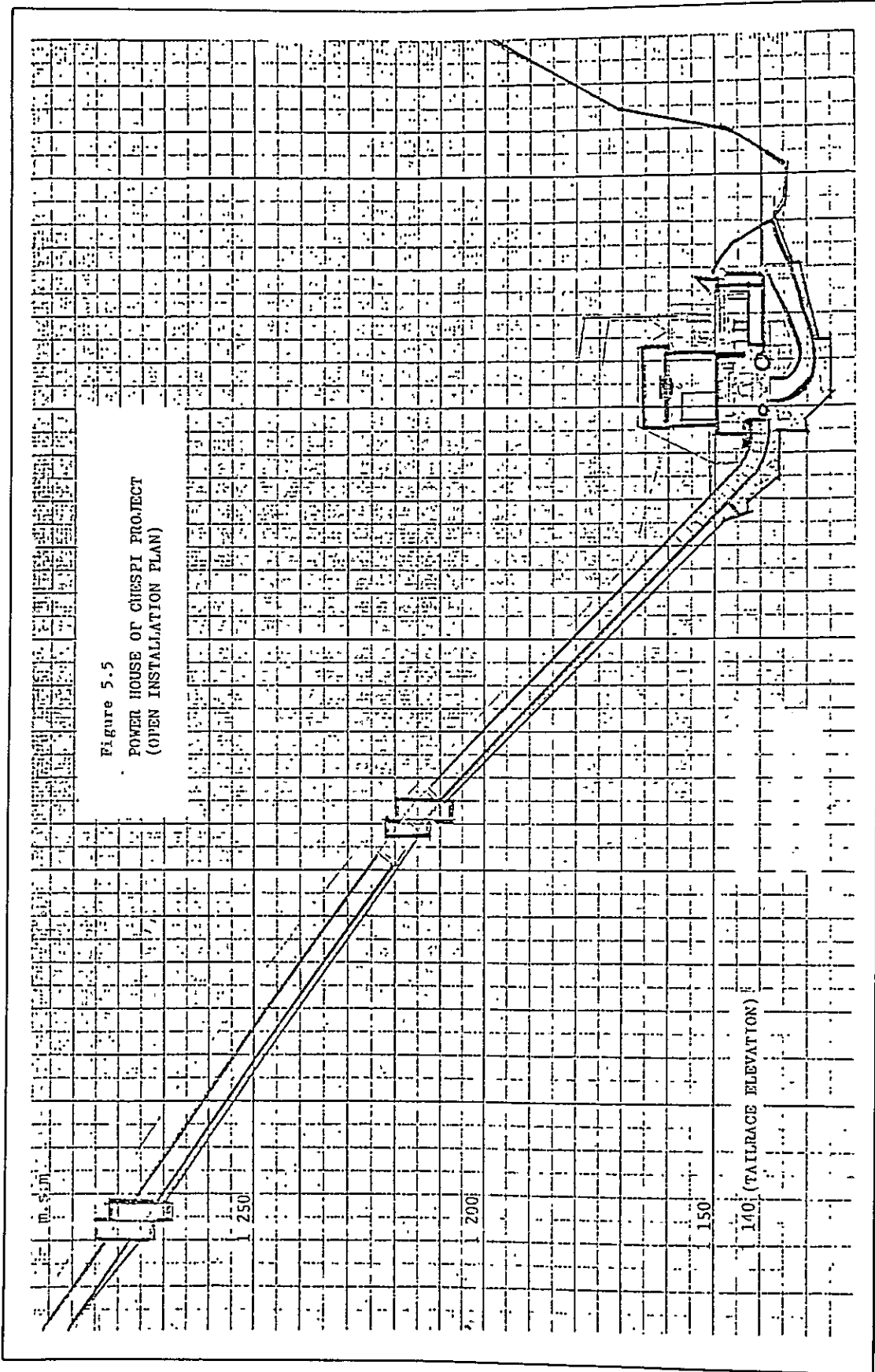


Figure 5.4  
 LONGITUDINAL PROFILE OF PRESSURE  
 TUNNEL OF CHIESPI PROJECT



## 6. 電力供給の現状

### 6-1 電力供給事業体

エクアドルの電力供給は政府の電力公社である Instituto Equatoriano de Electrificación (INECEL) により総括されている。INECELの建設プロジェクト遂行に関する組織は6.1図に示す通りである。INECELは主要な水力及び火力発電所、230KV及び132KVの基幹送電線及び主要変電所を管轄しており、国全体としての電力行政を担当している。

上記の主要変電所の2次側に接続される66KV及び33KVの2次送電線から需要地への電力供給まで、地方電力会社の責任範囲になっている。地方の中小水力発電所、小型のディーゼル発電所などもこの地方電力会社の所管になっている。この地方電力会社はINECEL(51%)と地方自治体・私企業(49%)出資の協同企業体になっていて、大体州毎の単位で組織されている。

### 6-2 電力設備の現状

1984年1月現在の発電力の設備容量は水力723MW(44%)火力907MW(56%)で合計1,630MWである。発電力の一覧表は6.1表(全体)、6.2表(水力)、6.3表(火力)に示す通りである。INECELの保有する発電設備は948MW(58%)、地方電力会社分682MW(42%)である。この国の水力発電設備は90%可能出力を設備容量の80から90%程度に設定しており、通常ベース発電所として乾期にも相当な出力を保証できるように計画されている。非常に効率の悪いガスタービンが208MW(全体の13%)もあるが、石油資源の輸出用への確保のためにもなるべく運転したくない発電所とのことであった。

エクアドルの発電力が今後kW当り建設費の安い、例えばPaute発電所の様に高落差、大容量の水力発電所が中心になっていくことから全国的な送電網の完成は必要欠くべからざるものである。現在のPauteフェーズA、B発電所は出力500MWと現在のエクアドルの全電力需要の半分以上であり、kW当り建設費は1,000ドル弱で発電コストは非常に安く、1次・2次の送電網を通して供給される電力のコストは他の方法(火力)よりもはるかに安くなる。PauteフェーズA、B完成に伴って1985年迄に建設される230KV及び132KVの送電系統は3.2図に示す通りで、全国の主要都市は殆んどカバーすることになる。送電線の総延長は230KV線975Km、132KV線959Kmになる。更に、66KV及び33KVの2次送電線も別途拡充計画が進行中である。

### 6-3 電力需要の推移と需要予測

1965年から1983年の間のエクアドルの消費電力量、発電々力量及び発電端最大

電力の推移、及び1965年から1980年までの5年毎の電力の平均伸び率及び1980年から1983年の間の平均伸び率は6.4表に示す通りである。1960年代11%程度だった電力消費は1973年以降石油採掘の本格化と共に急速化し1970年代後半にはエクアドル経済の活性化を反映して17%を超える伸び率を示した。しかし、1980年代に入ると1982年現在の電化率60%と電力供給地域の伸びが大きくは期待できなくなったこと及びエクアドル経済の伸び悩みを反映して電力消費の伸びも鎮静化の傾向を示している。

1984年2月にINECELは2010年迄の電力需要の予測を行なった。将来のGNPの伸び率を5.5%、4.0%、2.8%と3つの値を推定して、需要予測を行っているが、開発計画用には伸び率が一番大きいGNP伸び率5.5%のケースを採用するよう勧告している。その場合の2010年迄の需要予測は6.6表に示す通りである。この需要予測は、1982年に行なった需要予測を大幅に下方修正しており、1992年時点の最大電力は1,825 MWから1,330 MWと約500 MW少なく予測している。

#### 6-4 電力開発計画

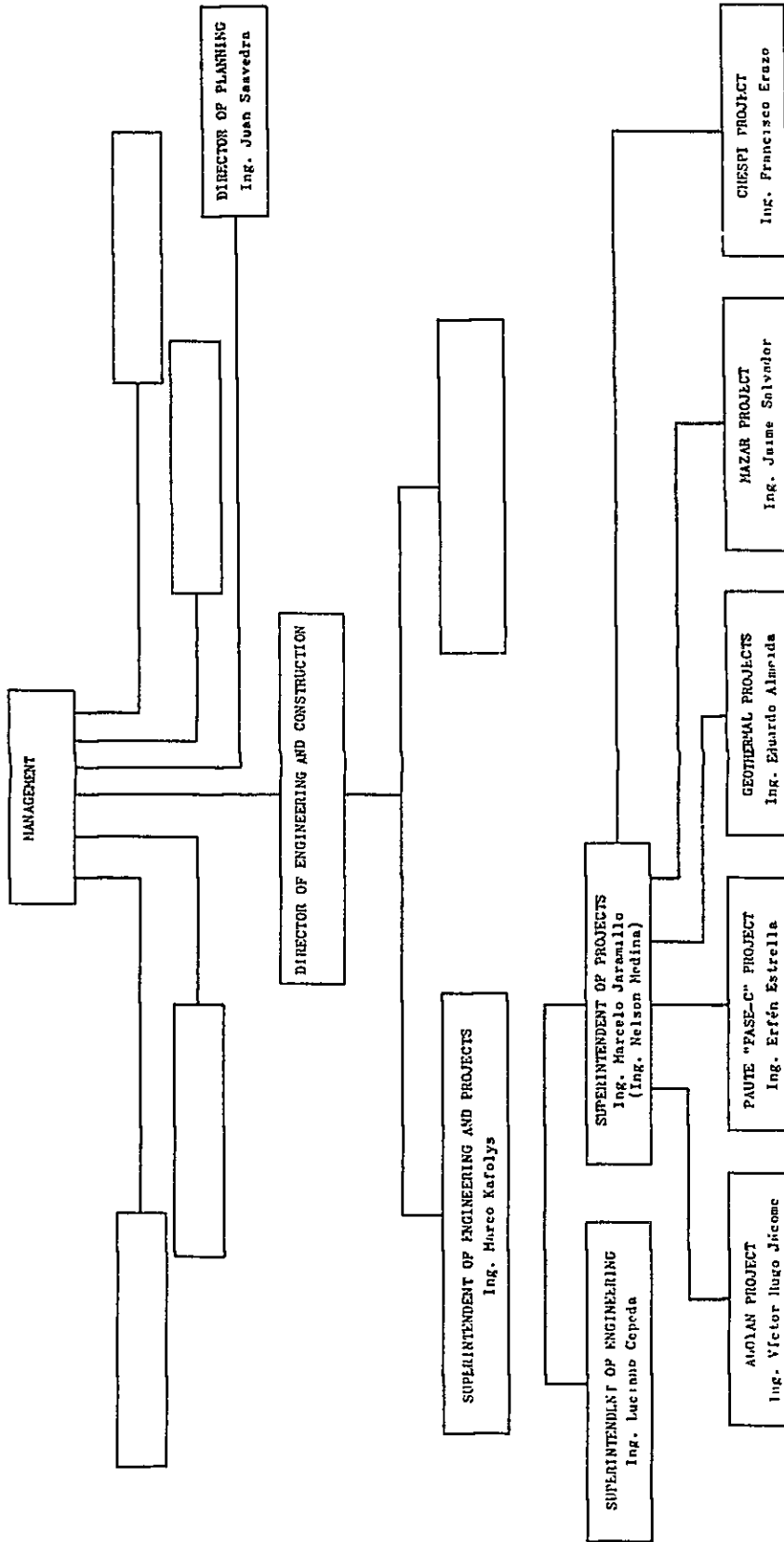
発電力を石油を消費する火力から可能な限り水力に移行させ、移行により浮いてくる石油を輸出用に振り向けたいと云うのがエクアドル政府の方針であり、又、INECELの基本方針でもある。現在具体的に開発計画に上げられているのは単位当り建設費が比較的安い大型水力発電計画のみで、火力発電機等の輸入は緊急止むをえざる場合を除き禁止されており、現在具体的な計画はない。

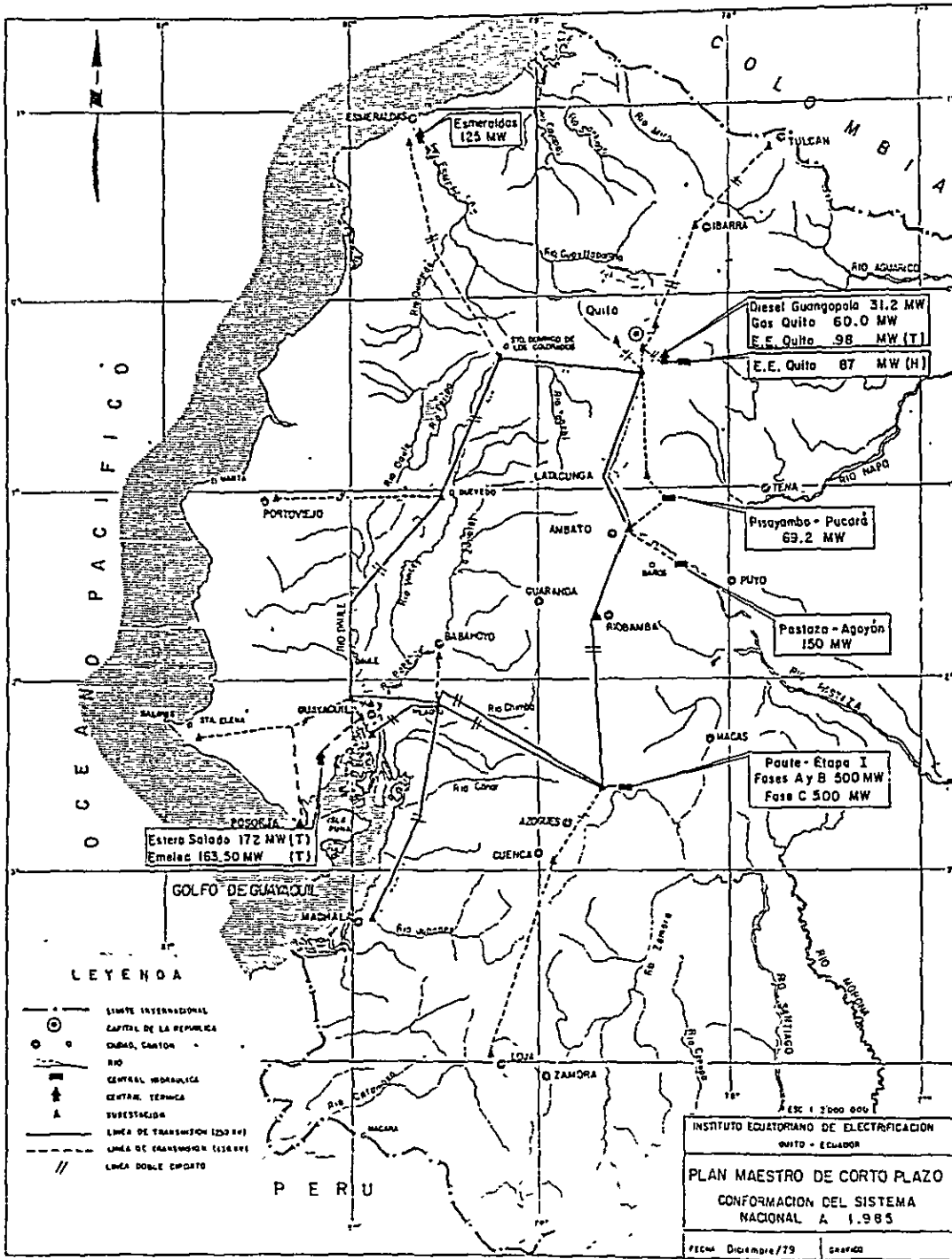
現在建設中の発電所はPasaza-Agoyan (156 MW)及びDaule-Peripa (130 MW)の2発電所で、後者は灌漑を含む総合開発計画の一部として開発するものである。前者は1987年、後者は1969年の運転開始を予定している。

現在1992年迄の開発計画を具体化する段階にあるようであるが、Paute フェーズCに既に準備段階に入っているが、その次として6.6表のようにPaute-Mazar を建設する案と6.3図のようにPaute-Mazar の前にChespiを入れる案とがあるようである。6.3図は1982年ベースの需要予測を最少限満足させるための建設計画であるが、1984年2月に下方修正された需要の場合、1992年頃には豊水期には水力発電だけで全需要を充足できるといえると思われる。PauteフェーズCの6.7表に記載してある90%保証出力の438 MWは上流のPaute-Mazar の高ダム完成後、河川流量を調整した後に達成できるものと思われ、それ以前に保証出力は期待できない。こうして、常時は水力発電だけで全需要を充足し、乾期には補給用として一部の火力発電所を運転すると云う当面の目標は達成できる見込みである。



Figure 6.1 ORGANIZATION OF INECEL FOR PROJECT EXECUTION





Configuración física del Sistema Nacional de Transmisión

Figure 6.2 CONFIGURATION OF NATIONAL TRANSMISSION SYSTEM

Figure 6.3 FUTURE HYDRO POWER DEVELOPMENT PLANS

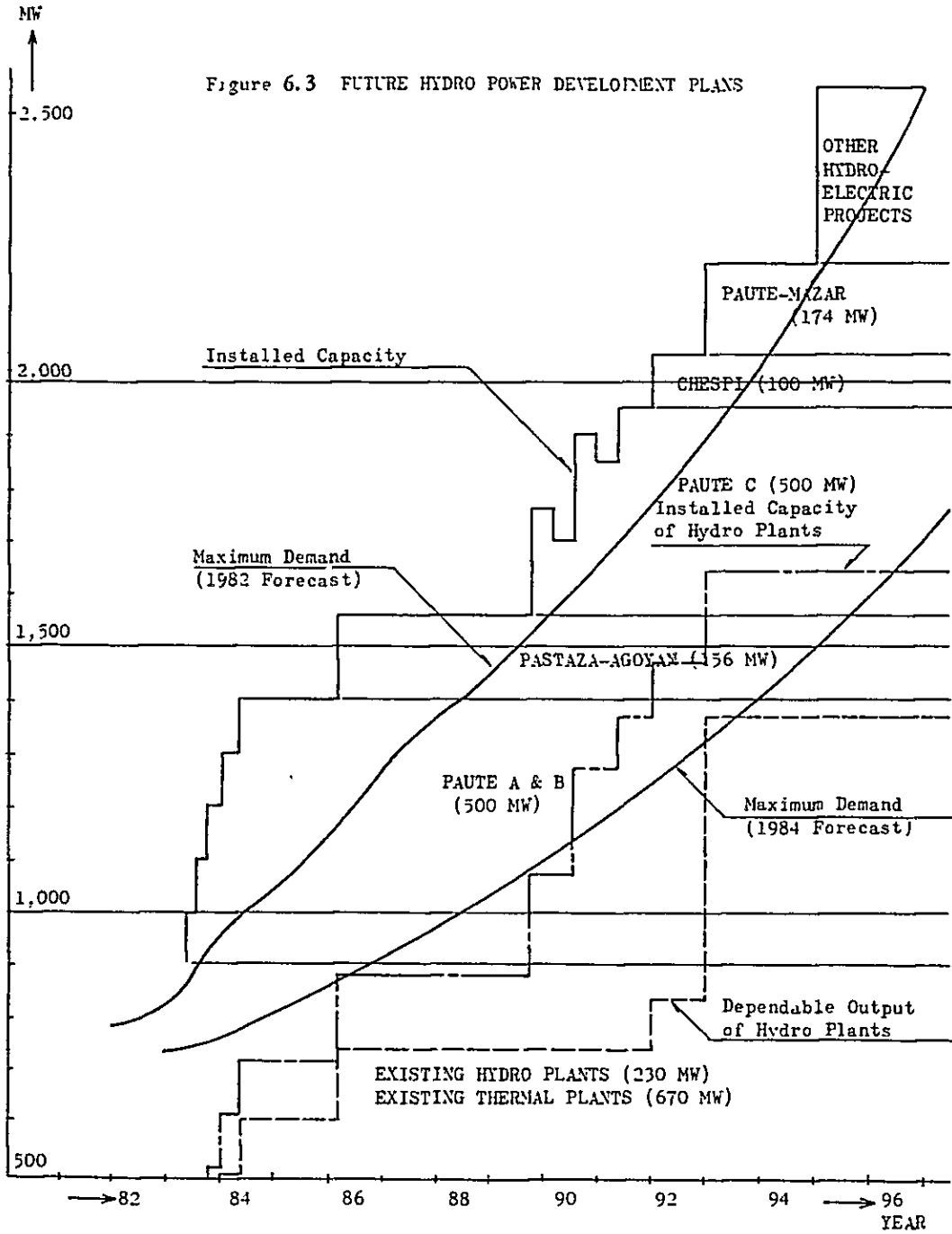


TABLE 6.1  
 AVAILABLE OUTPUT OF POWER STATIONS  
 HYDROELECTRIC AND THERMAL  
 AS OF JANUARY 1984

(REGIONAL SYSTEM + NATIONAL INTERCONNECTED SYSTEM)

TYPE OF POWER STATION	OUTPUT (MW)			
	INSTALLED	(%)	GUARANTEED	(%)
a. Hydroelectric	722.56	(44.00)	613.93	(43.00) <sup>/1</sup>
b. Thermal power	907.21	(56.00)	830.22	(57.00)
- Diesel	365.11	(23.00)	309.56	(21.00)
- Gas	208.10	(13.00)	204.51	(14.00)
- Steam	334.00	(20.00)	316.15	(22.00)
c. Total of country	1,629.77	(100.00)	1,444.15	(100.00)

Note: <sup>/1</sup> Guaranteed output of a hydroelectric power is based on the monthly guarantee of 90%.

TABLE 6.2  
AVAILABLE OUTPUT OF HYDROELECTRIC POWER STATIONS  
AS OF JANUARY, 1984

	REGIONAL SYSTEM		NATIONAL INTERCON. SYSTEM		PUBLIC SERVICE	
	OUTPUT (MW)		OUTPUT (MW)		OUTPUT (MW)	
	INSTALLED	GUARANT.	INSTALLED	GUARANT.	INSTALLED	GUARANT.
A. NORTHERN ZONE	119.48	93.14	69.20	63.60	188.68	156.74
- NORTHERN SYSTEM:	<u>11.28</u>	<u>9.80</u>			<u>11.28</u>	<u>9.80</u>
El Ambi	8.00	7.00			8.00	7.00
La Playa	1.32	1.11			1.32	1.11
Others (1)	1.96	1.69			1.96	1.69
- PICHINCHA SYSTEM:	<u>87.36</u>	<u>64.61</u>			<u>87.36</u>	<u>64.61</u>
Cumbayá	40.00	29.00			40.00	29.00
Nayón	29.70	21.70			29.70	21.70
Guangopolo	9.40	8.06			9.40	8.06
Faschoa	4.50	2.30			4.50	2.30
Los Chillos	1.76	1.66			1.76	1.66
La Calera	2.00	1.89			2.00	1.89
- CENTRAL NORTH SYSTEM:	<u>20.84</u>	<u>18.73</u>	<u>69.20</u>	<u>63.60</u>	<u>90.04</u>	<u>82.33</u>
Pisayambo			69.20	63.60	69.20	63.60
Illuchi	4.20	3.50			4.20	3.50
La Península	3.00	2.50			3.00	2.50
Miraflores	1.28	1.05			1.28	1.05
Alao	10.48	10.00			10.48	10.00
Chimbo	1.55	1.41			1.55	1.41
Others (1)	0.33	0.27			0.33	0.27
B. SOUTHERN SYSTEM	33.88	19.19	500.00	438.00	533.88	457.19
- CENTRAL SOUTH SYSTEM:	<u>31.48</u>	<u>17.19</u>	<u>500.00</u>	<u>438.00</u>	<u>531.48</u>	<u>455.19</u>
Paute A, B			500.00	438.00	500.00	438.00
Saymirín	6.44	4.40			6.44	4.40
Saucay	24.00	12.00			24.00	12.00
Others (1)	1.04	0.79			1.04	0.79
- SOUTHERN SYSTEM:	<u>2.40</u>	<u>2.00</u>			<u>2.40</u>	<u>2.00</u>
San Francisco	2.40	2.00			2.40	2.00
TOTAL (A + B):	153.36	112.33	569.20	501.6	722.56	613.93

Notes: (1) "Other Power Station" comprise the small existing power stations whose installed capacity are not larger than 500 kW.

Table 6.3 AVAILABLE CAPACITY OF THERMAL POWER PLANTS (MW)  
(As of January, 1984)

	Regional System		National System		Public Service	
	Installed	Guarant.	Installed	Guarant.	Installed	Guarant.
A. NORTHERN ZONE	138.62	114.31	207.20	192.20	345.82	306.51
a. 1) DIESEL POWER	114.52	90.31	31.20	25.20	145.72	115.51
Northern System	8.40	7.30	--	--	8.40	7.30
Pichincha System (1)	65.60	48.42	31.20	25.20	96.80	73.62
Central North System	18.28	14.41	--	--	18.28	14.41
Esmeraldas System (1)	22.24	20.18	--	--	22.24	20.18
a. 2) GAS TURBINE	24.10	24.00	51.00	49.50	75.10	73.50
Pichincha System	24.10	24.00	51.00	49.50	75.10	73.50
a. 3) STEAM PLANT			125.00	117.50	125.00	117.50
Esmeraldas System			125.00	117.50	125.00	117.50
B. SOUTHERN ZONE	389.39	359.31	172.00	164.40	561.19	523.71
b. 1) DIESEL POWER	219.39	191.05	--	--	219.19	194.05
Central South System (1)	38.10	34.44	--	--	38.10	34.44
Southern System	16.12	13.85	--	--	16.12	13.85
Manabi System (1)	57.60	51.04	--	--	57.60	51.04
Guayas Los Rios System (1)	71.69	61.54	--	--	71.69	61.54
El Oro System (1)	35.58	33.18	--	--	35.58	33.18
b. 2) GAS TURBINE	107.00	105.41	26.00	25.60	133.00	131.01
Guayas Los Rios System	107.00	105.41	26.00	25.60	133.00	131.01
b. 3) STEAM PLANT	63.00	59.85	146.00	138.80	209.00	198.65
Guayas Los Rios	63.00	59.85	146.00	138.80	209.00	198.65
TOTAL (A + B)	528.01	473.62	379.20	356.60	907.21	830.22
Diesel	333.91	284.36	31.20	25.20	365.11	309.56
Gas	131.10	129.41	77.00	75.10	208.10	204.51
Steam	63.00	59.85	271.00	256.30	334.00	316.15

(1) - Considered as Diesel-Bunker plants.

Table 6.4 RECORD OF POWER DEMAND AND GROWTH RATE

<u>RECORD OF POWER DEMAND</u>			
Period 1965 - 1983			
<u>YEAR</u>	<u>CONSUMPTION (GWh)</u>	<u>GENERATION (GWh)</u>	<u>MAXIMUM DEMAND (MW)</u>
1965	389.3	462.2	106.0
1966	414.0	504.4	116.2
1967	461.2	557.7	134.7
1968	526.9	642.3	151.7
1969	600.6	726.8	166.8
1970	656.8	792.2	181.7
1971	714.5	873.2	202.4
1972	799.3	965.0	218.5
1973	865.3	1052.2	237.4
1974	1015.9	1229.9	271.0
1975	1172.7	1435.9	315.2
1976	1409.9	1676.0	372.3
1977	1638.8	2002.8	438.3
1978	1964.4	2370.5	501.9
1979	2211.1	2696.2	570.1
1980	2591.4	3068.0	642.1
1981	2828.3	3329.9	690.7
1982	3062.8	3691.0	753.3
1983	3287.9	3868.1	763.1

AVERAGE GROWTH RATES OF POWER DEMAND

	<u>1965 - 1970</u>	<u>1970 - 1975</u>	<u>1975 - 1980</u>	<u>1980 - 1983</u>
Consumption	11.0	12.3	17.2	8.3
Generation	11.4	12.6	16.4	8.0
Maximum Demand	11.4	11.6	15.3	5.9

Table 6.5

SUMMARY OF FORECAST OF POWER MARKET  
(GNP Growth Rate of 5.5%)

YEAR	CONSUMPTION (GWh)	RATE OF INCREASE (%)	GENERATION (GWh)	RATE OF INCREASE (%)	MAXIMUM DEMAND (MW)	RATE OF INCREASE (%)
1984	3,557	6.2	4,235	5.6	812	5.9
1985	3,776	6.2	4,473	5.8	860	6.5
1990	5,112	6.9	5,931	6.5	1,181	6.3
1995	7,139	8.5	8,113	8.5	1,605	8.2
2000	10,741	8.5	12,206	8.9	2,382	8.6
2005	16,447	8.8	18,690	8.8	3,604	8.5
2010	25,072		28,491		5,421	
1984-2010		7.8		7.6		7.6



Table 6.6 SHORT TERM HYDROELECTRIC PROJECTS

VALUES OF ENERGY AND COST

PROJECT	INSTALLED CAPACITY (MW)	GUARANTEED CAPACITY (MW)	PRIMARY ENERGY (GWh)	SECONDARY ENERGY (GWh)	TOTAL ENERGY (GWh)	INVESTMENT COST 10 <sup>3</sup> US\$	POSSIBLE TIME OF STARTING OPERATION
Pastaza - Agoyán	156	130	673	458	1,131	196.31	March/87
Daule - Peripa	130	76	410	180	590	132.16	Dec./89
Paute - Fase C	500	438	-	1,416	1,416	352.97	Jan./90
Paute - Mazar	174	93	502	231	733	540.49	Jan./92

1/ With monthly guarantee of 90%.

2/ Price level: January of 1983

Includes: Direct costs, Engineering and Administration, Contingency for power station, moreover transmission system associated with each project.

3/ For reason of construction.

## 7. エクアドルにおける地熱開発計画

### 7-1 地熱エネルギー政策

エクアドルの直面している根本問題の一つ、エネルギー政策はいずれの発展途上国においても同様に重要な問題であり、エクアドル政府は、全国の電力普及率を高めることが、国家経済成長の基礎の一つであるとしている。然しその発電設備の実に76%が火力発電即ち石油に依存しているのが現状である。

今までエクアドル経済を大きく支えてきた石油は、急増する国内需要に発見埋蔵量が伴わないために、石油輸出量は急速に減少し、1980年代後半には石油の輸入国に転落する事が明らかである。そこで政府は、未開発の水力発電を早急に開発すると共に、将来の代替エネルギー源として、最近世界的に注目を集めている地熱資源についても研究、開発を行って実用化への道を急ごうとしている。

1979月に政府から発表された「エクアドルの開発5ヶ年計画(1980~84年)」における主要40プロジェクトによれば、その投資額の実に32%がエネルギー関係にあてられ、(第7-1表参照)その内の一部を地熱等、将来の代替エネルギー開発の調査、研究を行おうとしている。

水力発電開発計画と平行して地熱開発計画を行う理由、特にその経済性について、どのような意向をINECELは持っているのかをたじた所、次のような明確な回答を得た。即ち

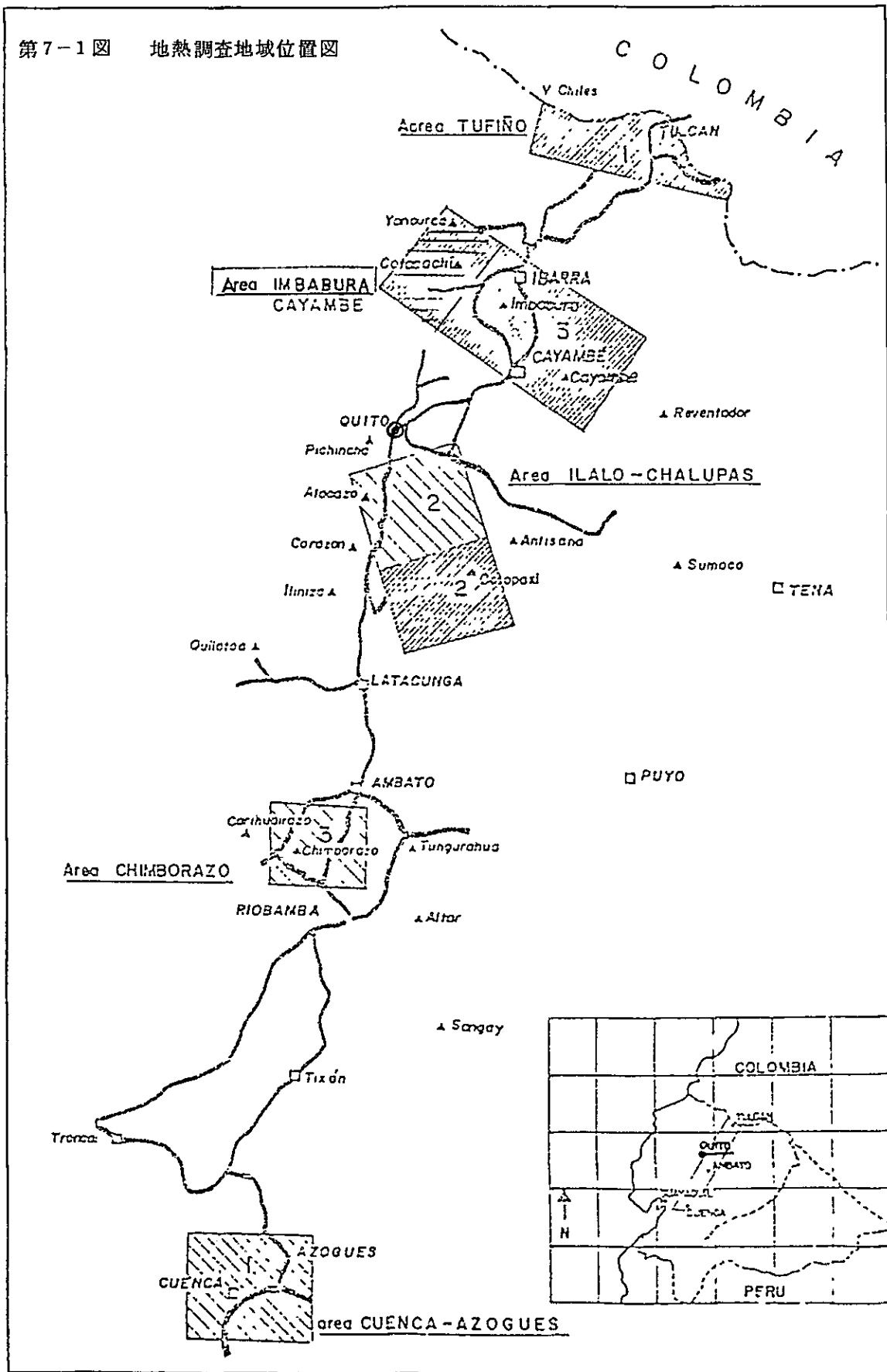
- ① 国策としての国産エネルギー源の多様化の主旨に沿うため、水力開発計画と同一レベルの精度において、地熱調査を今後行っておきたい。そして、いかなる時期においても水力は勿論、火力とも比較対象出来る状態において、常に国家的見地において、その選択の判断を誤まらぬようにしたい。
- ② 当国の多雨地帯は東部、即ちアマゾン流域に偏在し他方、電力の需要地帯は西部に偏り、しかも水力に有利な地形もこれと一致する。従って当国の水力発電の欠点は、渇水期問題であり、この解決策は今後地熱発電よりない。

即ち、当国の地熱発電は、水力発電の渇水期の補充用として必要である。

- ③ 水力発電と比して発電規模を問わず、発電に至る初期投資額のみを比較した場合は、地熱発電の方が、初期投資額が少なくてすむ。当国の如くローカル、エネルギー源を考慮する場合は、これは極めて大きな要素である。
- ④ 資金調達面を考慮した場合、水力発電の如く土木工事費のウエイトの大きなものより、地熱発電のような設備投資額の大きい方が、遥かに有利である。

国際金融機関を利用する場合には、この要素が重要である。

第7-1図 地熱調査地域位置図



第7-1表

A. 社会の改良	34.1%
B. エネルギー	31.9%
C. 地域開発	16.1%
D. インフラ整備	11.4%
E. 製造業	6.5%
計	100%

## 7-2 地熱開発の現状

1978年、INECELは同国の地熱ポテンシャルの高い事に着目して、全国の地熱エネルギー調査の開始を決定した。翌年より、自力で全国地熱基礎調査を実施したが、その調査技術の未熟なことから、OLADE（ラテンアメリカエネルギー機構）にその協力方を要請することとなった。

これを受けてOLADEは、1979年にINECELと共同でエクアドル全国地熱予備調査を行い、可能性の高い地域を選定した。当時エクアドル国内には、地熱に関する基礎資料は殆んどない状況であったため、OLADE～INECELの調査は火山地質、変質帯分布、温泉等地熱徴候、推定地下構造など地熱探査の初期から基礎段階の手法に止まった。

選定された地域は、より可能性の高いものを、A、他をBと2グループに分けた。地域名は次の通りである。

Aグループ：ツフィーニョ（Tufinõ）地域

イムバプラーカヤンベ（Imbabura-Cayambe）地域

チャルパス（Chalupas）地域

Bグループ：イラロ（Ilalo）地域

チンボラソ（Chimborazo）地域

クエンカ（Cuenca）地域

INECELはその後、Aグループについては、引き続き独自に、或いは他と共同で調査を行っている。

各地域の従来の調査概要は次の通りである。

### (1) Tufinõ:

キトー市から北に約150kmのコロンビア国境に接する地域で、西部山系に位置する山岳地帯である。対象面積は凡そ1,800km<sup>2</sup>にわたる。付近にはチレ（Chile）、セロ Negro（Cerro Negro）の火山があり、更新世以降現在に至るまで活動を続けている。

OLADE調査により可能性地域と選定された後、INECELはOLADEの技術指導の

もとに、同地域の火山地質調査、変質帯調査、温泉水、ガスの分析等の概査へ基礎調査を行った結果、浅所に地熱貯溜層が存在する可能性があるとして推論している。

尚、本地域の地熱帯は北方に延び、国境を越えてコロンビア側にわたる事から、エクアドル・コロンビア両国は1983年同地域一帯の共同探査協定を結んだ。

この協定の主な点は、

- ④ エクアドル～コロンビアは共同で両国にまたがる地熱地域の協同探査を行う。
- ⑤ 探査内容は、第2段階調査として、地質、物理探査、化学探査、ボーリング深度400m×数本とする。
- ⑥ 技術援助はOLADEに仰ぎ、探査費はイタリアに無償援助をOLADE経由で求める。

(2) Imbabura-Cayambe :

対象地域は、キトー市の北にある地方都市イバラ市(Ibarra)の西20kmの地域で西部山系中に位置する山岳地帯である。付近にはクイコチャ(Cuicocha)、ネグロプノ(Negro puno)等の各火山や、ドームがあり特に地域内にあるチャチンピロ(Chachimbiro)温泉は、良く知られ、地熱徴候地としても重要である。

1979～1980年にOLADE～INECEL共同で、3,000km<sup>2</sup>の広域を対象に予備調査が行われ、当地域中に1,000km<sup>2</sup>を可能性地域として選定した。その後1982年にINECELは独自で、この地域の調査を実施した。調査内容は、火山地質を主とし、変質帯調査、温泉水の分析等を行い、地下構造を推定して、当地域内に有力な地熱貯溜層の存在が予想されると結論づけた。

(3) Chalupas :

当地域はキトー市の南方約60kmの地域で東部山系(Cordillera Real)中に位置し、平均標高3,000mの山岳地帯で地形急峻である。対象地域はChalupasカルデラ(15km×20km)を含む一帯の約1,000km<sup>2</sup>で、付近にはCotopaxi火山、カルデラ内部のQuilindanã火山等が存在するが、温泉等顕著な地熱徴候は見当たらない。

1979～1980年にOLADE～INECEL共同調査が行われて当地域が地熱可能性地域として選定され、その後をうけてINECELはOLADEの技術指導を受けながら、独自に基礎調査を行った。

調査は、主に火山地質に置かれ、他に数10ヶ所の湧水サンプルの化学分析を行う等、3地域の中で最も調査が進んでおり、次の様な仮説を推論した。

＝地熱モデル仮説＝

④ 熱 源

Chalupas, Cotopaxi火山群の活動が現在まで継続していること、特にカルデラ内のQuilindanã火山が新しい陥没を生じないことは、熱源となるマグマ溜りがカ

ルデラの浅部に存在することの証明である。

#### ⑧ 貯溜層

カルデラ陥没地帯内部の1,000mにわたる堆積岩類は十分に貯溜層になる可能性がある。

#### ⑨ キャップロック

カルデラの上部充填堆積物はQuilindanã火山体、火山碎屑岩、氷河堆積物、新期泥流等すべて難透水性～不透水性を持ち、十分にキャップロックになっている。当地域では顕著な地熱徴候がない事も説明出来る。

#### ⑩ 地下水の供給

本地域は、比較的雨量が多く、年間平均3,315%,最低2,688%,最高4,000%との記録もある。この多量の天水は、陥没周辺破碎帯にそって、地熱系に供給される。

### 7-3 現地調査の概要

調査団は、INECELから技術協力要請のあったImbabura地熱地域について、3月20日現地予備踏査を行った。

以下概要を述べる。

#### (1) 位置・交通・植生

Imbabura地熱地域は首都キトー市の北方約80Kmにあり、付近を北上するPan American High wayの西に広がる約1,000Km<sup>2</sup>の地域である。現地に至る交通は車のみである。キトー市から国道(Pan American High way)を北上してイバラ市に至り、西に折れて20Kmで調査地域中央に達するが道路事情が良いので、所要時間は約3時間弱で距離は120Kmである。然し域内では道路は殆んどなく交通は困難である。

調査地域は、標高は2,500～3,000mの高地であるが、気候温暖であり、雨量は1,300%前後なので植生は良い。平地は農業に使用され、山岳地帯はユーカリ等の闊葉樹～カン木が繁り、急峻な地形と共に、野外調査は困難を伴う。

#### (2) 地質

南米大陸は、西海岸全域にわたる地殻変動により、海岸線近くに迫る大アンデス山系の巨大な地塁の隆起をみた結果、西海岸は狭い海岸地帯となり、アンデスの東部はアマゾンを中心とする大平原が形成された。

南米大陸の西海岸に位置するエクアドルは、従って、大アンデス山系が中央部を縦走し、その西側は海岸地帯に、その東側は丘陵～平原地帯と3分される。アンデス山系は南北に連なる西部山系と、東部山系よりなり、その間は低地帯となる。

東部山系は往時の大陸棚や大陸斜面の堆積物で、新生代に東方より圧縮されて褶曲、隆起した。従ってこの山系は古生代変成岩から成る基盤をもち、一般に火山は少ない。

西部山系は、中生代～新生代の火山岩、深成岩、及びそれに伴う堆積岩からできていて、殊に、山頂部は最近の火山からできている。西部山系は、白亜紀火山岩類からなる。一般に活火山が多い。

当地熱地域は、アンデス西部山系に属し、東側中央低地に近い1,000 Km<sup>2</sup>の範囲である。付近には、Cotucachi (4,937 m), Cusin, Negro puno, Ventanieas, Huagrabola, Yanaulco 等の極めて若い火山、Cuicocha火山カルデラ、Cachimbrio 複合ドーム等多数の火山ドームが密集する火山地帯である。

付近の地質は東側は白亜紀の弱変成岩が、又西側は中生代緑色火山岩類(主に輝緑岩)がそれぞれ基盤をなし、これらに不整合に第三紀～第四紀の火山岩、火山砕屑岩類が厚くおおっている。又、第三紀時代の貫入と考えられる内緑岩、安山岩の発達も部分的に認められる。付近の露出は悪く、第三紀及び中生代の基盤岩類は河川の侵蝕箇所、採石場、道路の切り通し部等にわずかに露出しているにすぎない。

このように第三紀層及び中生層には、広く本地域全域にわたって第四紀層が分布し、数10～数100 mの厚さをもって下部層を覆っている。従って第三紀以前の岩層の調査は局部的に限られ、全般的な地質調査は極めて困難である。

当地域の地質構造は、NNE - SSWの大構造様に大きく規制されるほか、これと交差するNW - SE系断層群が発達している。各火山もこの構造様に規制されるが、この地域に多数存在する火山ドーム(石英安山岩)もこの両構造線の交点に集中し整然と配列されている。

### (3) Chachinbiro 温泉

Chachinbiro 火山の山麓に位置するChachinbiro 温泉は良く知られた温泉であると共に、当地域の重要な地熱徴候地の一つである。温泉地の標高は2,600 m、温度は最高55℃、PH 7、弱食塩泉である。泉源は溪谷沿いに数100 mの間に分布し、各所に小規模ではあるが粘土化帯、硬化帯が点在する。総湧水量は0.5 m<sup>3</sup>/分と推定される。

この他に当地域には数ヶ所の温泉がある模様であるが、位置、温度差等詳しい資料はない。

## 7-4 調査結果

- (1) Imbabura 地熱地域はアンデス中央低地帯の西縁の拡張構造帯にあたる事、付近に若い火山が集中しており、新しい時期に火山活動が活発であった事、等から当地域には地熱の熱源となりうるマグマが地下浅所に上昇している可能性が強い。

又、同地域の基盤をなす火山岩類は、その後の地殻変動によって擾乱、破碎されて透水性をもち地下水の移動を容易にすると共に、形状により充分に貯溜層になり得る。そして付近に発達する構造線、断層群は天水の地下深部への供給を容易にしている。

付近の第三紀、第四紀の火山性熔岩、碎屑岩の堆積はキャップロックの作用をなす。又地熱示徴として唯一の温泉水の分析資料であるが高温地熱の傾向を示している。

以上の事から当地域には有力な地熱資源の賦存の可能性が高い。

- (2) 従来 INECEL の実施した調査は、域内の要点のみをチェックした程度のいわば予察作業にすぎないので、これをもって当地域の地熱ポテンシャルの評価、有望地区のしぼりこみは殆んど不可能に近い。

INECEL の地質調査を示した地質図は、単なるスケッチの域を出ず本来の地質調査の初期段階であるにもかかわらず、次の物理探査、試錐探査に移ろうとしている。地化学探査についても同様で、僅かのサンプルより得られた結果から総てを推論しようとするなど、INECEL 地熱担当者は極めて熱心に作業をしているが、調査内容は火山地質学、分析化学の理論にはしる傾向にあり、本来の目的から逸脱気味である。

これらに INECEL の地熱担当者に対して適切な技術指導のないまゝ、調査を実施した結果にほかならず、良い技術協力者、良いアドバイスを与えて、基本的地熱調査手法を知れば、彼らの能力、熱意をもってすれば、本地熱調査も必ず成功するであろう。

- (3) 以上、本プロジェクトの可能性、カウンターパートとしての資質、当国政府の地熱政策等を考慮の上、本プロジェクトは技術協力の価値ありと判断する。

但し、現状では最有望地域をしぼるだけの資料に乏しいので今後の調査は、広域概査的手法から始める必要がある。又当対象地域は、地質的に極めて複雑な構造をもつので、地熱調査は慎重に対処する必要がある。

## 7-5 その他

- (1) 質問状に対する回答

本調査団は INECEL の地熱関係者に対して、要請地熱プロジェクトの背景をより明確にするために、書面による質問を行い、回答を得たので、これを記載する。

本回答書は、当方の質問事項に対しかならずしも正確に回答していない項目も多いが、これは回答者の能力に起因するよりも、むしろ INECEL 内部機構或いは当国の政府機関の能力によるものと解すべきであろう。

いづれにせよ、本回答書により、当プロジェクトの背景はだいたい理解出来ると思う。

- (2) INECEL による Imbabura 探査計画案

INECEL は本調査団の来訪に当り、技術協力要請を行った Imbabura 地熱プロジ

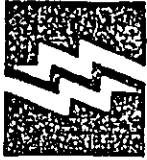


エクトにつき、その次期調査計画案を提示した。

参考のため本文を別添するが、その概要は次の通りである。

第2期調査期間 18ヶ月

調査内	地質調査	(詳細なし)		
	地化学調査	( " )		
	物理探査及解析	( " )		
	水文地質調査	( " )		
	ボーリング調査	( " )		
調査費	外国援助額	2,269,410	79%	(日本を想定)
	エクアドル負担分	501,515	17%	
	他	104,650	4%	(OLADEを想定)
	US\$	2,875,575	100%	



**INECEL**

#### 1-1 ORGANIZACIONES NACIONALES QUE INVESTIGAN LA ENERGIA GEOTERMICA

En el Ecuador, la exploración de los recursos geotérmicos de alta entalpía con fines de generación eléctrica, son llevados a cabo por INECEL, Institución Estatal de derecho público, dependiente del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos y normalizada por la Ley Básica de Electrificación, expedida en 1974. De acuerdo con esta Ley, INECEL está autorizada, entre otras cosas, a inventariar los recursos energéticos del país para la producción de energía eléctrica. Además está encargada de proyectar, financiar, construir gestionar y obtener recursos financieros dentro y fuera del país, de conformidad con la ley, para el cumplimiento de sus fines específicos.

Las investigaciones geotérmicas son llevadas a cabo por el Proyecto Geotérmico, unidad de trabajo de la Dirección Ejecutiva de Ingeniería y Construcción del Instituto.

Los recursos geotérmicos de baja entalpía y su aplicación a fines no eléctricos son investigados por el Instituto Nacional de Energía, dependiente del mismo Ministerio anteriormente citado.

#### 1-2 POLITICA SOBRE EL DESARROLLO DE LA GEOTERMIA

INECEL formó el Proyecto Geotérmico en el año de 1978, debido a que asigna la máxima prioridad a la sustitución de los derivados del petróleo, por fuentes alternas de energía, en la generación eléctrica, provenientes de recursos naturales renovables.

#### 1-4 NUMERO DE TECNICOS DEL PROYECTO GEOTERMICO DE INECEL

El Proyecto Geotérmico está constituido por cuatro geólogos los cuales están encargados de:

- Jefatura del Proyecto,           Ing. Eduardo Almeida
- Estudios geovulcanológicos,   Ing. Eduardo Almeida
- Estudios geofísicos             Ing. Bernardo Beate
- Ing. Jorge Ayala
- Estudios geoquímicos,         Ing. Gastón Sandoval

Para sus investigaciones específicas se recibe la cooperación de las áreas de Hidrología y Topografía del Instituto.



#### 1-5 EQUIPAMIENTO DEL PROYECTO GEOTERMICO DE INECEL

Un gravímetro WORDEN MASTER  
Un resistivímetro de gran profundidad de penetración Mc Phar  
Un potenciómetro con electrodo específico para determinación en el campo de amoníaco  
Un titulador para determinación en el campo de Carbonatos y Cloruros  
Un conductivímetro digital  
Un medidor de PH.  
Dos microscópios petrográficos de luz polarizada  
Un microscópio petrográfico de luz reflejada

El Proyecto Geotérmico recibe el apoyo del Departamento de Hidrología para la determinación de Sílice y Bicarbonatos en el campo mediante un Espectrofotómetro. Además la División de Geotécnia del Instituto cuenta con dos perforadoras LONGYEAR 38 las cuales eventualmente podrían ser utilizadas durante las fase de prefactibilidad.

#### 1-6 LABORATORIO

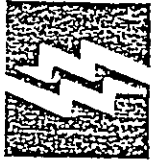
Hay tres microscopios  
No está preparado para análisis químico ni Rayo-X.

#### 1-7 ASUNTOS LABORALES

Días feriados públicos u oficiales son 14 días.  
Tiempo de trabajo normal son 8 horas.  
Se pagan sobretiempos en dinero la cantidad de que se calcula;  
SUELDO BASICO DEL TRABAJADOR, DIVIDIDO PO 8 HORAS Y MULTIPLICADO POR EL NUMERO HORAS TRABAJADAS.  
El salario minimo vital es de \$6.600/mes  
Existe un Código de Trabajo que ampara a los trabajadores  
Existe un Sindicato de trabajadores en INECEL

#### 2-1 ASPECTOS GENERALES SOBRE EL PROYECTO IMBABURA

- a) El extremo Sur del área se encuentra aproximadamente a 140 Km. del aeropuerto internacional de la ciudad de Quito. El acceso se lo hace por la carretera panamericana, de primer orden, y el viaje dura aproximadamente dos horas y media. La zona se encuentra a treinta minutos, en promedio, de la ciudad de Ibarra, capital de la Provincia de Imbabura, la cual dispone de todas las facilidades de alojamiento, restaurantes, hospitales y teléfonos.



**INECEL**

b) Existe una carretera de segundo orden (lastrado) que recorre la zona de estudio de Sur a Norte, partiendo de la población de Cotacachi en dirección de las fuentes termales de Chachimbiro. Además a estas fuentes se puede llegar por la carretera panamericana y luego un ramal de segundo orden, el viaje por esta vía toma aproximadamente cuarenta minutos.

c) El area se ocupa por las haciendas (cultivos y ganadería) y las partes improductivas que localizan sobre los 3.600m de altura, aproximadamente 50% respectivamente.

## 2-2 CONDICION CLIMATICA

La temperatura máxima es 22°C, mínima es 6°C y promedio 12°C.

## 2-3 INFORMACION TOPOGRAFICA Y GEOLOGICA

- Mapa Geológico Nacional, escala 1:1'000.000, editado por la Dirección General de Geología y Minas en el año de 1982
- Mapas Geológicos IBARRA y OTAVALO a escalas 1:100.000, editados por la Dirección General de Geología y Minas
- Mapa Geovulcanológico del Proyecto Geotérmico Imbabura, elaborado por INECEL - OLADE en el año de 1982, inédito.

-La explicación general de geología se ve en el informe aparte.

## 2-4 MANIFESTACION GEOTERMICA

Existen manatíal caliente, lago de crater, caldera, tierra deslizada.

No se observa geysers, fumaroles, solfataras, ni charcos calientes.

No existe mapa geotérmico.

Los documentos de estudios anteriores se ha entregado a la misión



**INECEL**

#### 2-5 AREA PARA PERFORACION Y CONSTRUCCION DE LA PLANTA ELECTRICA

- El area es bien amplia tanto para perforar y construcción.
- El agua para el consumo de perforación y generación de la planta tiene su recursos con la distancia menor que 1 km (bombear y no bombear).
- El acceso para el equipo de perforación será necesario construir parcialmente.

#### 2-6 PROBLEMA AMBIENTAL

- Se espera ningún efecto ecologico a los animales y las plantaciones por la deforestaciones. Tampoco puede haber gran cambio de paisaje.
- Efecto al fuente de agua termal sera minimo.
- El area no habrá hundimiento. Puede haber probablemente pequeño, sismo.
- Problema de CO<sub>2</sub> no existe. Lo de H<sub>2</sub>S será mínimo o tolerable. Habrá una pequeña posibilidad de problema de As.

.....

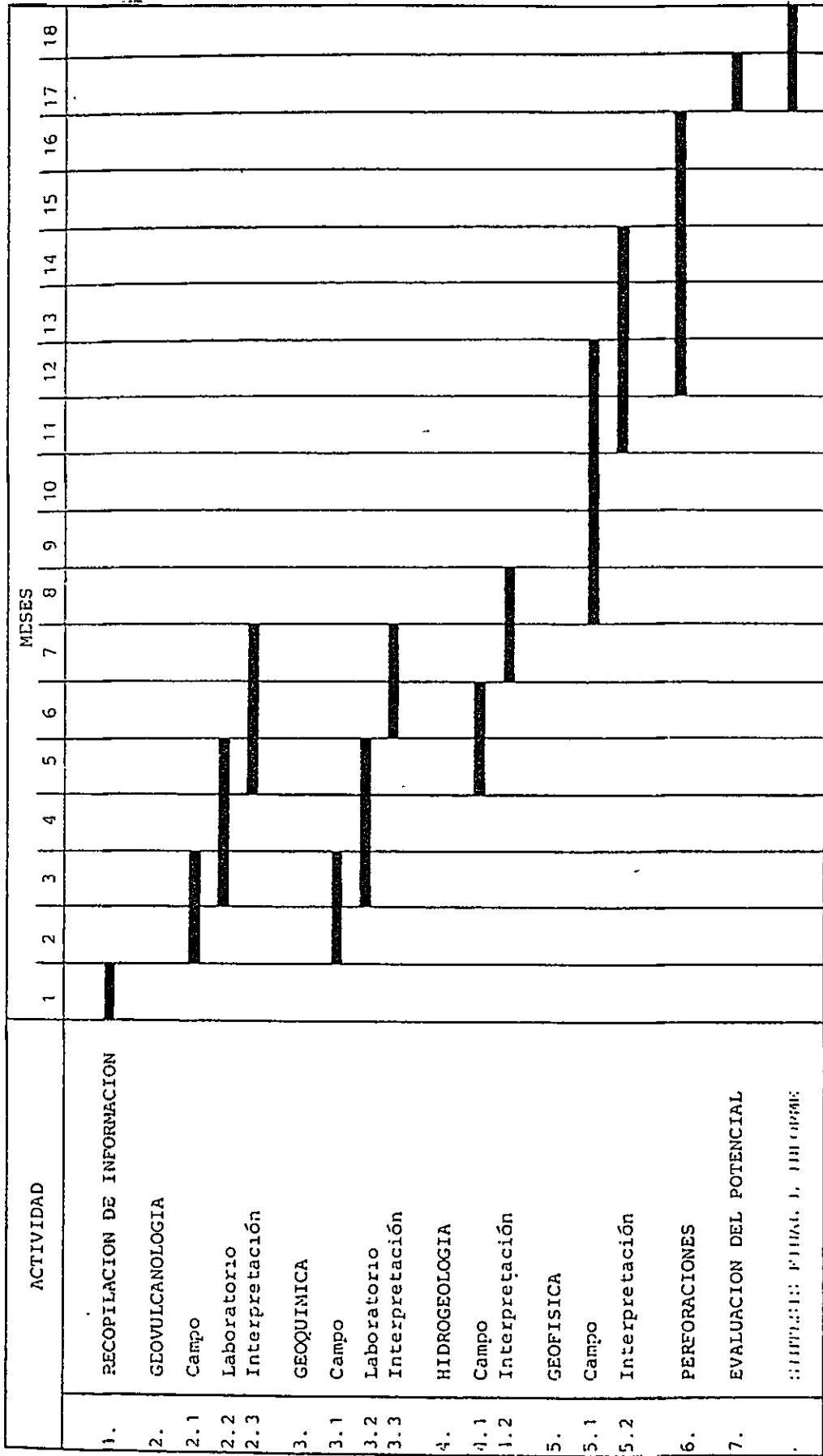
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO GEOTERMICO IMPABURA

ANEXO No 1

PRESUPUESTO ESTIMADO Y CRONOGRAMA DE TRABAJOS

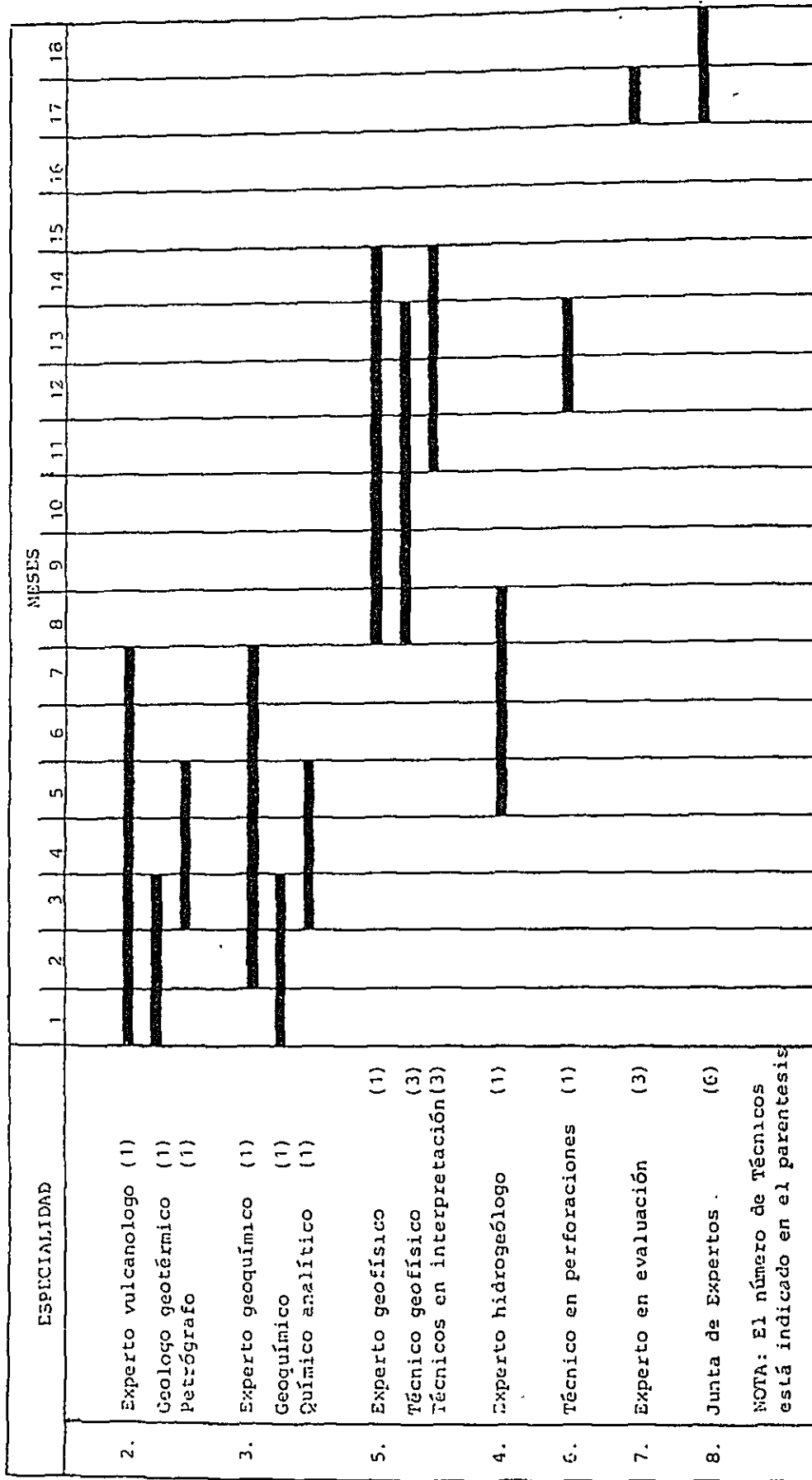
ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO GEOTERMINO IMBABURA

CRONOGRAMA DE TRABAJOS



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL PROYECTO GEOTERMICO IUSABURA

CRONOGRAMA DE UTILIZACION DEL PERSONAL DE APOORTE EXTERNO



NOTA: El número de Técnicos está indicado en el parentesis



PROYECTO GEOTERMICO JHABURA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD  
PRESUPUESTO ESTIMATIVO ( U.S. DOLARES )

1. SERVICIOS PROFESIONALES

CATEGORIA		APORTE EX- TRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
1.1	Institución Especializada				
1.1.1	Honorarios: 18 H/M a U.S \$6000.00 por mes			84.000	84.000
1.1.2	Viajes: 6 a U.S \$300.00 c/u y 1 a U.S \$ 2200.00 c/u			4.000	4.000
1.1.3	Viáticos: 60 días a U.S \$ 50.00 diarios			3.000	3.000
	SUBTOTAL 1.1			91.000	91.000
1.2	Expertos de grupos especializados				
1.2.1	Honorarios: 70 H/M a un promedio de U.S \$ 7.200.00c/u	504.000			504.000
1.2.2	Viajes: 14 a U.S \$ 2.200 c/u	30.800			30.800
1.2.3	Viáticos: 750 H/M a U.S \$50.00 diarios	37.500			37.500
	SUBTOTAL 1.2	572.300			572.300
1.3	Gastos generales: 15% Honorarios	75.600			75.600
	SUBTOTAL 1.3	75.600			75.600
TOTAL SERVICIOS PROFESIONALES		647.900		91.000	738.900

2. PERSONAL PROFESIONAL LOCAL

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
2.1	Honorarios: 80 H/M a un promedio de U.S \$ 1350.00 c/u		108.000		108.000
2.2	Viáticos: 1.500 días a U.S \$30.00 diarios		45.000		45.000
TOTAL PERSONAL PROFESIONAL LOCAL			153.000		153.000

3. TOPOGRAFIA

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
3.1	Salarios: 80 H/M a U.S 550.00 cada uno		44.000		44.000
3.2	Viáticos: 900 H/M a U.S \$ 20.00 diarios		18.000		18.000
TOTAL TOPOGRAFIA			62.000		62.000

4. SERVICIOS GEOFISICOS

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
4.1	Servicios integrales de inves- tigaciones geofísicas	400.000			400.000
TOTAL DE SERVICIOS GEOFISICOS		400.000			400.000

5. SERVICIOS DE LABORATORIO

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
5.1	Aguas y gases	3.100	3.100		6.200
	Rocas	2.400			2.400
	Isotópicos	4.000			4.000
TOTAL DE SERVICIOS DE LABORATORIO		9.500	3.100		12.600

6. EQUIPOS Y MATERIALES

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
6.1	Instrumentos Geofísicos	10.000			10.000
6.2	Laboratorio geoquímico	30.000			30.000
6.3	Vehículos doble tracción (2)	32.000			32.000
6.4	Estación Hidrológica	20.000			20.000
6.5	Equipos de campo geología	10.000			10.000
TOTAL EQUIPOS Y MATERIALES		102.000			102.000

7. SERVICIOS INTEGRALES DE PERFORACION

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
7.1	Servicios de perforación de 2.000 m. a U.S \$450.00 el metro	800.000	100.000		900.000
TOTAL DE PERFORACION		800.000	100.000		900.000

8. APOYO GENERAL

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
8.1	Personal de Apoyo y Secretaría		50.000		50.000
8.2	Publicidad y reproducciones	4.000	6.000		10.000
8.3	Operación y mantenimiento de vehículos		30.000		30.000
8.4	Locales, muebles y suministros		30.000		30.000
8.5	Servicios de computación y uso de programa.	10.000	2.000		12.000
TOTAL DE APOYO GENERAL		14.000	118.000		132.000

9. IMPREVISTOS

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
9.1	Imprevistos 15%	296.010	65.000	13.650	375.075

CATEGORIA		APORTE EXTRANJERO	CONTRAPAR- TIDA	OTRAS FUENTES	TOTAL
<u>TOTAL GENERAL</u>		2'269.410	501.515	104.650	2'875.575
PORCENTAJE		79%	17%	4%	100%

## 8. エクアドル共和国の一般概況

### 8-1 国 土

エクアドルは南米大陸の北西部にあり、首都キト（Quito）は赤道直下に位置している。北はコロンビアに、東および南はペルーに接し、西は太平洋に面している。

又太平洋上のコロソ群島（通称ガラパゴス諸島と呼ばれ、13の島、17の小島、47の岩島よりなる）を領有しており、面積は27万670平方キロメートルで、我国の本州と九州を合わせた広さに等しい。

気候はアンデス山脈、フンボルト寒流、中米暖流による影響をうけ変化に富んだものとなっている。西部海岸地方は熱帯気候に属し、山岳地域では標高差によって28℃より零度以下になる地帯もある。又アマゾン流域は一般的に温暖で湿度が高く、一年を通して雨量は多く、気温は20℃～25℃となっている。

### 8-2 人口・人種

人口は1981年現在、8.6百万人と推定され、その内44%が都市部に、56%が農村部に居住している。エクアドルにおける主要都市はキト（Quito）とグアヤキル（Guayaquil）の2都市で、人口の約27%がここに集中している。

人口密度は1平方キロメートル当り31人となっており、人口増加率は、3.3%で、西暦2000年の人口は1,600万人と予想されている（数値の出典は世界銀行「世界開発報告1983年」による）

人種構成比率は、白人10%、白人とインディオの混血（メスティソ）41%、インディオ39%、黒人およびインディオとの混血（ムラート）10%となっている。

### 8-3 政治環境

アンデス山中の貧しい農民と海岸地方の投機的アランターとのコントラストが強く、国内政治は常に不安定である。強烈なナショナリズムの意識よりむしろ貧困がエクアドルに政治的独立を与えたといえる。

国民の大部分を占める小農は政府の開発政策の実施により経済的に徐々に向上してはいるものの、なお低所得にとどまっている。

また、エクアドルにおいては、リージョナリズムが政治を動かす要因となっている。すなわち太平洋側の港町グアヤキル市（Guayaquil）とアンデス山中の首都キト市（Quito）との対立が激しく、前者は商人と貿易業者を中心とするいわばエクアドル経済の中心地であり、意識の面ではどちらかと言えば自由主義的、進歩的である。これに対しキト（Quito）は保守的、教権的色彩の濃い政治都市となっている。（「ラテンアメリカ辞典」による）

#### 8-4 最近の経済動向

##### (i) 経済の停滞要因

エクアドルにおいても、世界的な石油価格の低落等を主な原因とする経済の停滞に直面しており、又他のラテンアメリカ諸国と同様に対外債務問題をかかえ、今日のエクアドルにおける経済状況はかなりきびしいものと言える。

こうした経済危機の原因として考えられるものは、以下の様な要因である。

- (1) 国家財政の柱となっている石油輸出による収入が世界的な石油のたぶつき及び価格の低落により、大巾に減少したこと。
- (2) 対外債務に対する返済が一時的に集中していること（1982年10月より1983年12月までの債務は22億ドルとなっている。）
- (3) 1983年の豪雨・洪水による農産物生産の低落

こうした要因は短期的に改善可能なものと長期を必要とするものがあり、特に(1)の石油価格の低迷、及び(2)の対外債務問題に対しては長期的な視野に立った総合的な経済政策が必要であると思われる。

##### (ii) 国内総生産の動き

エクアドルでの70年代後半におけるGDPの伸び率の平均は5～6%の成長率を示しており、安定した成長がうかがえるが80年代に入り世界的な経済不況等を反映してその伸び率は著しく鈍化している。

セクター別に見ると、国内総生産の中で最も大きな比重を占める農林水産業の伸びが小さく特に'83年の洪水被害による落ち込みがはげしくなっている。

電気・ガス・水道部門は80年代に入っても一環して高い伸び率を示しており、80年代に入って伸び率が鈍化したものの比較的安定した成長を示している製造業とともに、今後GDPへの寄与率の高いセクターになるものと考えられる。

##### (iii) 消費者物価指数の移動

消費者物価の動きを見ると、70年代後半は10%台で推移し比較的安定していたものの、80年代に入り、かなりの高率を示し、エクアドル経済のインフレ基調を如実に表わしている。特に'83年9月の上昇率は平価切下げ、異常気象による農水産品の価格高騰などの影響により最高値を示している。

消費者物価指数・年間上昇率の推移

	物価指数	上昇率
1970	100	-
1975	185.3	14.4
1976	204.1	10.1
1977	230.5	12.9
1978	260.8	13.1
1979	287.2	10.1
1982	541.3	-
1983	721.4	47.8

「エクアドルの経済社会の現状・第2版」より

'82年、'83年の消費者物価前年同月比上昇の推移(%)

82年12月	24.4%
83年9月	63.4%
83年12月	52.5%
83年平均	47.8%

(エクアドル中央銀行資料による)

(iv) 貿易と国際収支

エクアドルの主要貿易品目は、輸出においては、石油、バナナ、コーヒー、ココア、水産品であり、輸入では、工業用原料・工業用機材が大部分を占めている。貿易相手国としては、アメリカの比重が特に大きい。近年ECの占める割合が輸出において近年とみに上昇している。

国際収支を見ると、経常収支の赤字が大きいことが明らかとなっており、この赤字幅は、GDPの7%にも達している。経常収支を赤字にしているのは、貿易外収支の赤字であり、これはますます拡大される傾向にある。この最大の原因は、対外債務の増加に伴う、利払い負担の増加である。民間・政府両部門をあわせると、中期及び長期の対外債務残高は、急増しており、1981年の残高は、34億ドルに達しており、エクアド

ル中央銀行の予想では1984年においては741億ドルの残高が見込まれている。

こうした対外債務の返済、利払いが、エクアドルの国際収支にとって大きな負担となっており、同国のデットサービス比(Debt Service Ratio)は1970年の9.1%より1981年には、17.8%に達している。

こうした債務問題に対してエクアドル政府は

- (a) 財政支出削減のため石油精製品に対する補助金の減額
- (b) 公共経費の支出統制を強化するため統制法の制定

### 国際収支の推移

(単位：百万ドル)

	1975	1976	1977	1978 <sup>*1</sup>	1979 <sup>*2</sup>
I 経常収支	-345	-115	-623	-607	-585
1. 貿易収支	-81	192	-155	-86	199
輸出	1,013	1,307	1,401	1,537	2,144
輸入	1,094	1,115	1,556	1,623	1,945
2. 貿易外収支	-296	-338	-504	-565	-824
3. 移転収支	32	31	36	44	40
II 資本収支	260	314	779	641	610
1. 公共部門	212	322	696	397	343
2. 民間部門 (誤差・脱漏を含む)	48	-8	83	244	267
総合収支 (I + II)	-85		156	34	35

注 \*1 暫定値

(出所) 中央銀行, IMF資料

\*2 推定値



	輸出総計	輸入総計	収 支
1975	1,014.6	-	
1976	1,297.1	993.1	30.4
1977	1,357.6	1,508.4	△150.8
1978	1,528.3	1,630.2	△101.9
1979	2,144.0	-	
1981	2,544	2,362	182
1982	2,343	2,181	162
1983	2,365	* 1,408	957

(単位：百万米ドル)

(エクアドル中央銀行，IMF資料)

\* 輸入制限措置のため，輸入額が激減している。

対外累積債務と今後の見通し (単位：億USドル)

	'82年末	'83年末	'84年末	'85年末	'86年末	'87年末
公共部門	47.0	53.3	57.2	51.3	42.9	34.5
民間部門	16.1	16.1	16.9	14.1	11.3	8.5
計	63.1	69.4	74.1	65.4	54.2	43.0

(エクアドル中央銀行資料)

(c) 国庫収入増大のためタバコ，ビール等の物品税の引上げ及び選択的消費税の創設  
(d) 電気・水道及び電話料金の値上げ実施，生活必需品価格の値上げ  
等を実施すると同時に，繰延べ，再融資により返済集中年である1983年を乗り越えたが，本年分(計6.0億ドル)の対外債務の繰延べ問題が依然として大きな問題として残されている。

# MAPA GEOVOLCANOLOGICO REGIONAL DEL PROYECTO IMBABURA

## INECEL PROYECTO GEOTERMICO

Escala Grafica:



Elaborado:  
J.M. NAVARRO  
J. AYALA

(Olade)  
(Inceel)

Dibujado: C.M.D.

Fecha: JUNIO 1983



### LEYENDA

	deslizamiento en masa
	morrenas
	aluvial
	flujos piroclásticos Ps-HP lahares provocados por flujos piroclásticos sobre hielo Ps-HL
	domos Ps-Hd
	lavas { composición ácida Ps-Ha " " " Intermedia Ps-Hi " " " básica Ps-Hb
	domos
	lavas { composición ácida Pma " " " Intermedia Pmi " " " básica Pmb
	Domos
	Lavas
	Lahares, flujos piroclásticos, volcanos sedimentos etc.
	Lavas y aglomerados
	Discordancia
	Sedimentos continentales plegados
	Discordancia angular muy fuerte
	Complejo ofiolítico: Metavolcanitas, filitas, etc.
	Esquistos, gneises, etc.

### SIMBOLOGIA

	arista glaciar
	falla normal
	id. inferida
	centro de emisión
	sin cráter o erosionado
	cráter
	caldera de colapso
	dirección de flujo en lavas y productos piroclásticos



# MAPA GEOVOLCANOLOGICO AREA DE TUFINO

Escala 1: 37.500

CONVENIO INECEL-OLADE

Elaborado por: E. Almeida y J. Ayala (INECEL) y J.M. Navarro (OLADE)  
OCTUBRE 1981

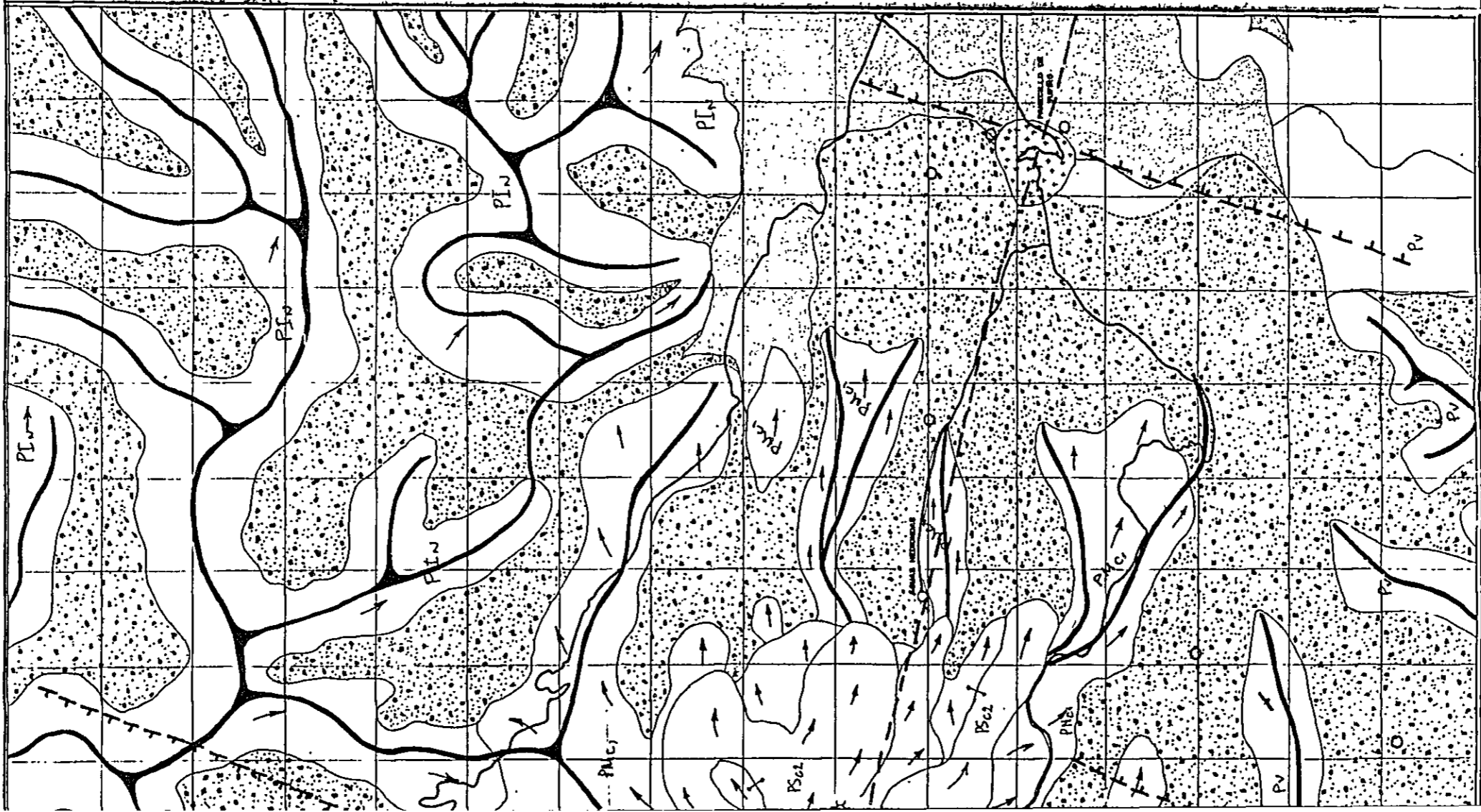
Escala gráfica: 0 500 1000 2000m.

## SIMBOLOS

- Carretera 23 orden
- Contacto, límite o supuesta
- Borde acuminado indica episodio o formación más joven
- dirección y buzamiento
- cráter de explosión
- cráter ampliado por acción gasea
- aristas lineiformes del volcán pizar
- deslizamiento en masa

## SUCESION ESTRATIGRAFICA

- SEDIMENTOS CUATERNARIOS
  - depósitos aluviales
  - depósitos morrénicos (cualquier período)
- DOMO EDAD INCERTA
  - Paredón de Tufito, dacolititas (?)
- REACTIVACION HOLOCENA
  - CERRO NEGRO 3 episdio explosivo freatomagmático (flujos de lavas, tal.)
  - CHILES 5 pequeñas explosiones freatomagmáticas (?)
- REACTIVACION DEI PLEISTOCENO SUP.
  - CERRO NEGRO 2 lavas de composición "ácida" (dacitos y dacolititas (?))
  - CHILES 2 depósitos de "nube ardiente" (composición dacítica)
  - lavas finas de composición "básica" (andesitos porfíricos y olvínicos)
  - trazo y grado de fragmentación
  - lavas heladas de composición "intermedia" (andesitos anfibolíticos)
- ESTRATOVOLCANES PLEISTOCENO MEDIO
  - CERRO NEGRO 1 andesitos porfíricos (lavas predominantemente)
  - CHILES 1 andesitos porfíricos y olvínicos (lavas, predominantemente)
- ESTRATOVOLCANES PLEISTOCENO INF.
  - PEÑA BLANCA predominio de lavas andesíticas, con aglomerados intercalados
  - MASAYE predominio de lavas andesíticas, con aglomerados intercalados
- VOLCANITAS PLEOCENAS
  - PV predominio de lavas andesíticas, con aglomerados intercalados
- BASAMENTO MESOZOICO
  - E filitas, gneissos, etc.















JICA