

グアテマラ国中部高原地下水開発計画調査事前調査報告書

グアテマラ国 中部高原地下水開発計画調査 事前調査報告書

平成 5 年 12 月

国際協力事業団

平成五年十二月


611
618
223

RY

社調二
JR
93-139

国際協力事業団

26019

JICA LIBRARY

1111698151

序 文

日本国政府は、グアテマラ国政府の要請に基づき、同国の中部高原地下水開発計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成5年5月23日から5月30日までの8日間及び平成5年9月13日から9月28日までの16日間の2回にわたり国際協力事業団（JICA）社会開発調査部社会開発調査第二課課長代理・小野仁規を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにグアテマラ国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

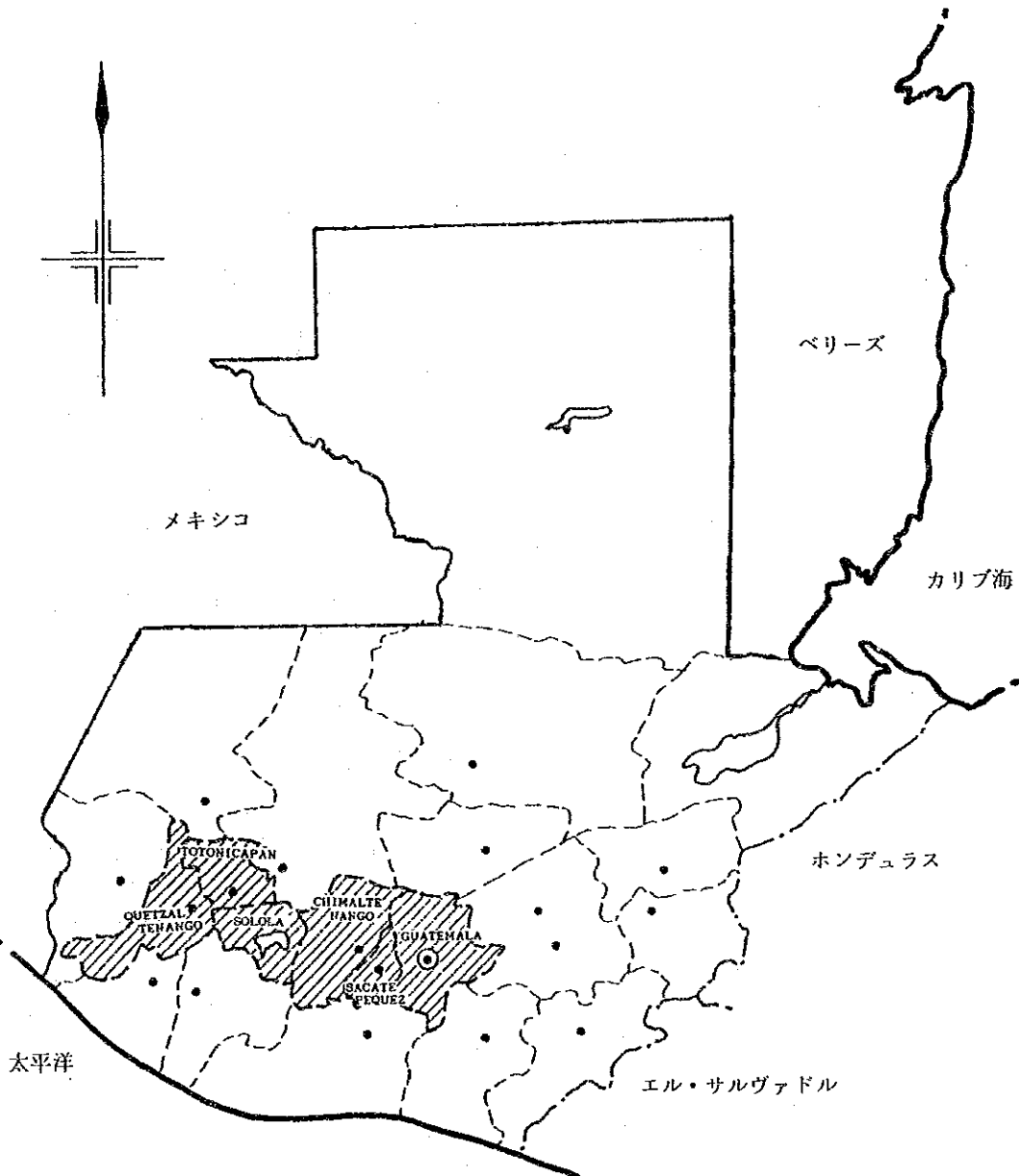
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、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5年12月

国際協力事業団

理事 佐藤 清



調査地域位置図



▲ S/W, サイン左から Marina Sagastume G (SEGEPLAN)
Fernando Gonzalez Davison (同上)
Gustabo A. Leal C (INFOM)
小野 仁規 団長



▲ 同 左 Fernando Gonzalez Davison
小野 仁規 団長



▲ Quetzaltenango 盆地の遠景



▲ Atitlan 湖



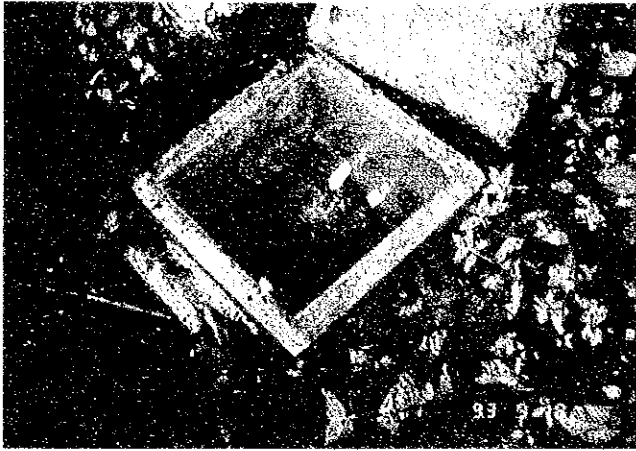
▲ Chimaltenango 付近の中央高原 トウモロコシ、キャベツ畑が広がる



▲ Chimaltenango 付近のパン アメリカン道路

Atitlan 湖北岸、Solola 市
下で見られる塊状凝灰岩の
絶壁に掛かる滝
不透水層となっているので分布に要注意





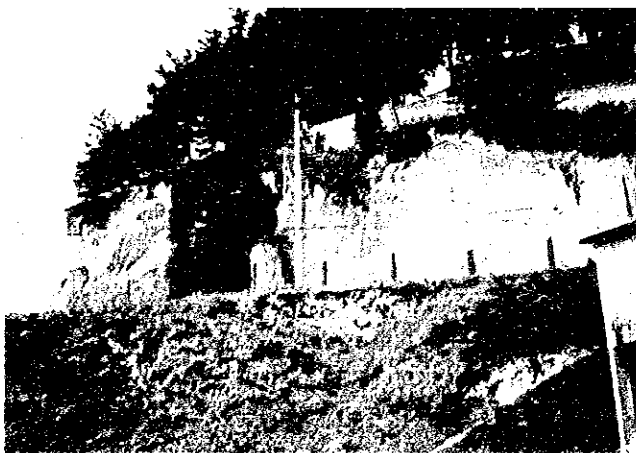
▲ Totonicapán 県 San Andres Xecul 湧水箱
(Nacimiento De Caja)



▲ 同 左 水源近くの小川で洗濯をする住民



▲ Atitlán 湖東部 Santa Catarina Palopo 集落



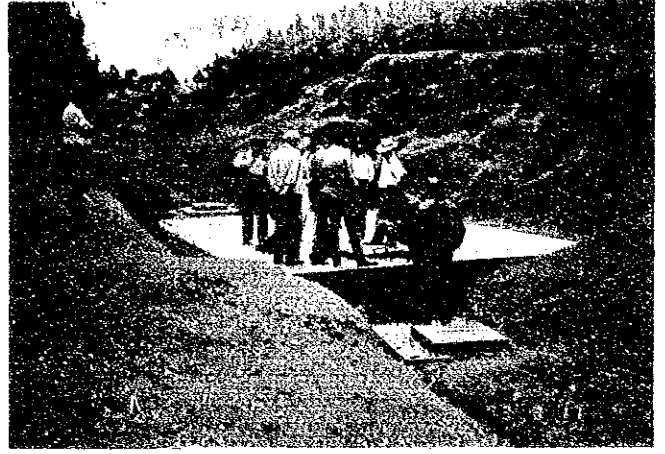
▲ Quetzaltenango 市 盆地内を埋める第四紀
軽石流堆積物



▲ Totonicapán, Solola 県境付近
細かい柱状節理の発達する第三紀安山岩



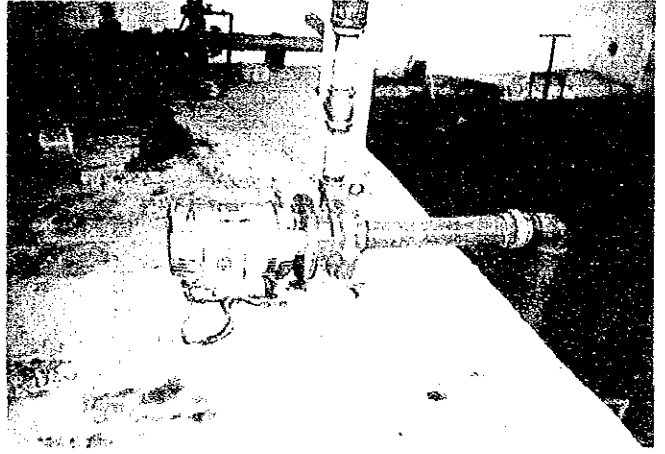
▲ Quetzaltenango 県
Cajolaの湧水箱、薄く白濁している



▲ Quetzaltenango 県 湧水箱に溜まった水をポンプ
San Francisco La Union 送水しているが水量不足



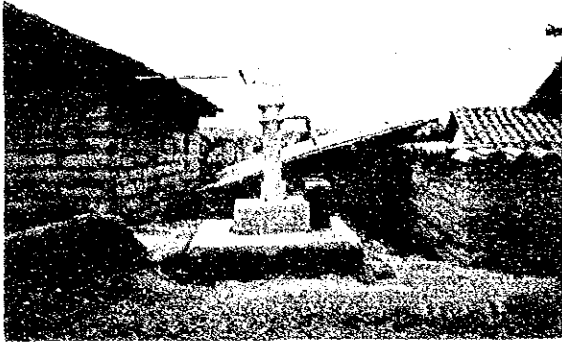
▲ Chimaltenango 県、Patzicia
個人の浅井戸、水位は 7-8m



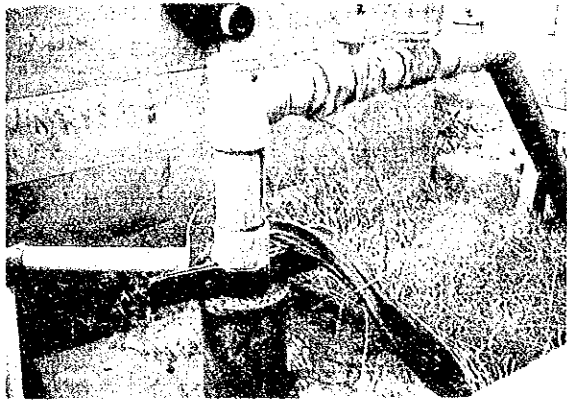
▲ Quetzaltenango 市送水場 付近の井戸から揚水
した水を貯水槽にため塩素消毒して送水している



▲ Guatemala 県 San Juan Sacatepequez 給水タンクのある高台から集落を望む



▲ Quetzaltenango 県 Cajola 近くで見られた
手押しポンプ付浅井戸



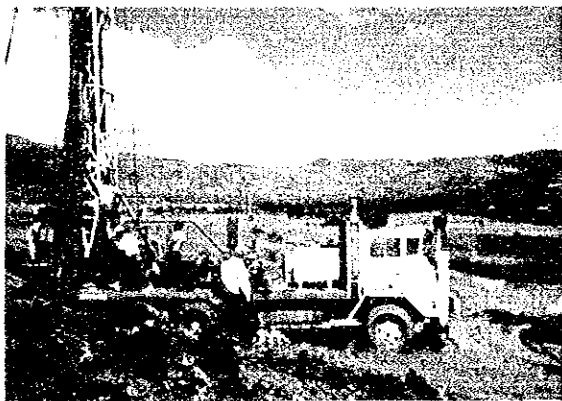
▲ Guatemala 県 San Raimundo
INFOM からの融資で新設された井戸
径 10 in、深度 500 ft



▲ ボーリング会社 Daho Pozos S.A 孔明管見本展示



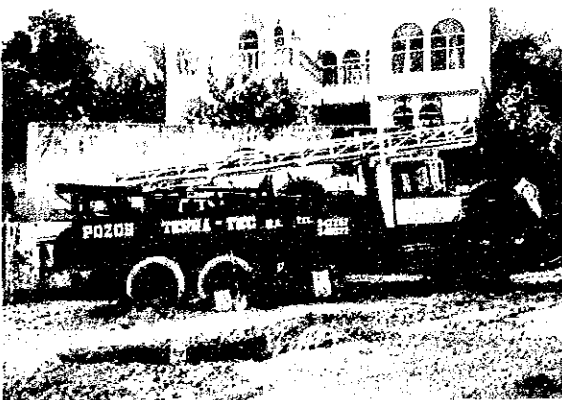
▲ ボーリング会社 Daho Pozos S.A
事務所前のトラック搭載型掘削機



▲ Guatemala 市南部の掘削現場
径 10 in、深度 1000 ft 施工者 : Terra Tec S.A



▲ 同 左 トリコン ビット



▲ Guatemala 市内の掘削現場
施工者 : Terra Tec S.A

目 次

序 文

調査対象地域図

調査写真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 要請の背景及び経緯	3
1-5 要請の内容	4
1-6 協議の経緯及び結果	5
第2章 グアテマラ国の概要	8
2-1 一般概況	8
2-2 政治・経済状況	9
2-3 ODAの現状・実績	10
第3章 調査対象地域・水道事業の概要	12
3-1 調査対象地域	12
3-2 地形・地質・気候	21
3-3 既往の地下水調査	50
3-4 水道システムの現状	50
3-5 地下水開発の現状と問題点	73
第4章 環境配慮に関する調査	76
4-1 対象地域の自然環境及び社会環境	76
4-2 環境関連法令	77
4-3 スクリーニング・スコーピングの結果	77

第5章 本格調査の概要	79
5-1 目 的	79
5-2 対象地域及び範囲	79
5-3 基本方針及び留意点	79
5-4 調査項目及び内容	80
5-5 調査工程	88
5-6 報告書	89
5-7 要員計画	89
5-8 本格調査資機材リスト（事前調査団案）	90

添 付 資 料

1. グアテマラ国からの要請書	93
2. Scope of Work	113
3. Minutes of Meeting	127
4. 質 問 書	133
5. 収集資料リスト	151
6. 面会者リスト	155
7. 上水道カード一覧表（表3-4）	157

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

本調査は、グアテマラ国政府の要請に基づき中部高原6県（ケッサルテナンゴ県、トトニカパン県、ソロラ県、チマルテナンゴ県、サカテペケス県及びグアテマラ市を除くグアテマラ県）の96市町村を対象とし地下水開発・生活用水供給基本戦略を策定し、優先市町村についてフィージビリティ調査（F/S）を実施するものである。1993年5月に本調査に係る事前調査団を派遣したが、派遣中にセラノ大統領が憲法の停止等非常事態処置の発動を布告したため、安全面を配慮のうえ、事前調査は中断された。その後、6月にデ・レオン新大統領が就任し、グアテマラ国情勢が安定したことにより、事前調査を再開した。

2回にわたる事前調査では、本調査に係る要請背景、内容、調査の範囲、優先度及び先方政府の意向を踏まえ、現地踏査、資料収集を行い、我が国の協力可能な範囲を踏まえた実施調査のS/W協議及び署名を行うことを目的とする。

1-2 調査団の構成

効率の観点から第一次、第二次事前調査共に同メンバーで調査を実施した。

氏名	分野	所 属
小野 仁規	総 括	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第二課課長代理
向井 靖雄	地下水開発計画	国際協力事業団国際協力専門員
立石 真澄	調 査 企 画	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第二課
亀澤 稔	水文地質・環境	中央開発株式会社
田口 好夫	ボーリング計画	中央開発株式会社
桜井左千代	通 訳	(財)日本国際協力センター

1-3 調査日程

1-3-1 第一次事前調査

日順	月日	調査日程	調査内容
1	5月23日(日)	東京(11:00)-NH010- -ニューヨーク(10:25)	移動
2	5月24日(月)	ニューヨーク(12:30)- AA651-マイアミ-AA929 -グアテマラ市(17:26)	移動
3	5月25日(火)		日本大使館表敬・打合せ 経済企画庁(SEGEPLAN)表敬 地方振興庁(INFOM)表敬・S/W説明
4	5月26日(水)		日本大使館打合せ INFOMにて資料収集
5	5月27日(木)		INFOMに調査中絶についての説明 資料整理
6	5月28日(金)	グアテマラ市(7:15)- AA928-マイアミ-AA1204 -ワシントン(15:59)	移動 JICAアメリカ事務所打合せ
7	5月29日(土)	ワシントン(13:40)→ JL25	移動
8	5月30日(日)	←東京(16:15)	

1-3-2 第二次事前調査

日順	月日	調査日程	調査内容
1	9月13日(月)	向井、立石、亀澤、田口、桜井: 東京(17:55)-AA060-グラス(15:25) グラス(17:18)-AA991-グアテマラ市(19:38)	
2	9月14日(火)		日本大使館打合せ、経済企画庁(SEGEPLAN) INFOM表敬・打合せ、S/W協議 UNDP/世銀表敬
3	9月15日(水) (祭日)		資料整理、グアテマラ現地踏査(Mixco)
4	9月16日(木)		トトニカパン現地踏査(San Andres Xecul) ケッサルテナンゴ現地踏査(San Francisco La Union, Cajola)
5	9月17日(金)		ケッサルテナンゴ現地踏査(Quetzaltenango, Salcaja) ソロラ現地踏査(Santa Catarina Palopo, San Andres Semetabaj)

日順	月日	調査日程	調査内容
6	9月18日(土)		チマルテナンゴ現地踏査(Patzicia) サカテペケス現地踏査(Magdalena Milpas Atlas, Santa Maria de Jesus)
		小野: 東京(17:55)-AA060-ダラス(15:25) ダラス(17:18)-AA991-グアテマラ市(19:38)	
7	9月19日(日)		グアテマラ現地踏査(San Pedro Sacatepequez, San Juan Sacatepequez, San Raymundo)
8	9月20日(月)		S/W協議、水資源庁表敬、現地業者調査
9	9月21日(火)		S/W・M/M協議・署名

(官ベース)

10	9月22日(水)	小野: グアテマラ市(12:50)-AA930-マイアミ(17:26) (23日-ワシントン)	
		向井、立石: グアテマラ市(10:32)-UA888-ロサンゼルス(14:30)	
11	9月23日(木)	ロサンゼルス(13:00)→ JL061	
12	9月24日(金)	←東京(16:15)	

(コンサルタント)

10-13	9月22-25日(水-土)		資料収集・整理
14	9月26日(日)	グアテマラ市(10:32)-UA888-ロサンゼルス(14:30)	
15	9月27日(月)	ロサンゼルス(13:50)→ NH005	
16	9月28日(火)	←東京(17:00)	

1-4 要請の背景及び経緯

グアテマラ国では1981年に「飲料水供給と衛生施設の改良に関する10か年計画」、また1987年にはIDBの協力で「全国上下水道整備計画(M/P)」を策定したが、水源開発は未だ遅れた状況である。

調査対象地域(総面積8,658平方キロメートル、人口約200万人、1987年)は、山岳地帯(2000m級)に位置し、給水率は69%(1988年)、平均給水時間は12時間以下である。グアテマラ国

地方都市振興庁（INFOM）は市町村における給水量目標を150リットル／人／日と設定しているが、現在の主要水源の湧水の流量が減少しているため、新たな水源開発を行わない場合、目標給水量を下回る市町村数は1993年の29から2010年には42に増加する見込みである。

かかる背景からグアテマラ国政府は、1990年1月我が国に対し中部高原地帯の市町村における上下水道整備の計画の策定に関する協力を要請し、1992年12月、調査対象を上水道整備に限定することを確認した。これを受け、1993年5月及び9月に事前調査団を派遣しS/Wを締結した。

1-5 要請の内容

1. プロジェクト名

中央高原地帯上水道整備計画

2. 対象地域

ケッサルテナンゴ、トトニカパン、ソロラ、チマルテナンゴ、サカテベケス及びグアテマラ市を除くグアテマラ県

3. 調査目的

- 1) 山岳地帯の上水道改善計画の策定（F/Sレベル）
- 2) 地方自治体の維持管理体制強化、INFOMの技術的強化
- 3) INFOM支部の組織強化

4. 作業内容

- 1) 調査地域の地下水ポテンシャルの推定
- 2) 優先地域における試掘及び揚水試験による地下水賦存量の確認
- 3) 2010年を目標年次にした水道供給及び下水道整備計画の提案
- 4) 上水道システムの維持管理体制改善に対する提言
- 5) INFOM支部の組織強化計画の提案
- 6) 財務計画の立案
- 7) 技術移転

5. 実施機関

地方都市振興庁（INFOM）

6. 調査期間

18か月

1-6 協議の経緯及び結果

1-6-1 第一次事前調査

事前調査団現地到着翌日の5月25日(火)朝、グアテマラ国セラノ大統領が憲法の停止、議会の強制的解散、最高裁判事の解任等の非常事態処置の発動を布告する事態が発生し、外務本省の指示に基づき安全面を考慮のうえ、26日より予定していた現地踏査は中止された。その後、事前調査団はグアテマラ市内でカウンターパート機関との協議を続行していたが、27日朝、日本側の本件調査一時中断決定を受け、翌日早朝現地発、30日帰国した。

第一次事前調査における協議結果は次のとおりである。

- 1) 本調査では下水を対象としないことについて、まず上水が緊急ということで合意する。
- 2) 本格調査の結果はソフトローン要請のベースとするが、現時点では特に方針は決まっていない。調査結果をもって判断したい。
- 3) 本調査は他の国際機関が実施している調査とは重複しない。UNEPAR(「グ」国村落担当機関)は米州開発銀行(IDB)及びドイツの銀行(KFWA)の協力により上水道導入工事を実施しているが、対象は村落であり、INFOMの所管である市町村とは重複しない。なお、IDB/KFWAのプロジェクトは水源ポテンシャル調査を含まない。
- 4) 水資源国家法により水資源庁が設置された。この機関は「グ」国全体の水資源開発調整業務を担当しており、INFOM、EMPAGUA、UNEPAL及び保健省衛生局の水供給事業を調整するが、設置されたばかりで、事実上まだ機能していない。
- 5) 地方都市の地下水賦存量調査は重要であり、多くの人口にかかわり、特に対象地域はインディオの比率も高く、本調査は大変重要である。
- 6) 日本側は、表流水の質が悪化しており、湧水の流量が減少しているため、地下水を中心とした調査を行うことを考えていたが、INFOMとしては調査が地下水に限定されるのは問題である。サカテペケス及びグアテマラでは地下水があるが、中部高原4県(トトニカパン、ケッサルテナンゴ、ソロラ、チマルテナンゴ)の水資源は主に表流水であるので、この4県においては調査内容を上水道整備としてはしい。また、調査範囲は処理までとしてはしい。
- 7) 調査の組立(Phase Iでの戦略策定と対象市町村の類型化・代表市町村選定、Phase IIでの優先市町村に係るF/S)及び調査フレームは了解した。

1-6-2 第二次事前調査

第一次事前調査は一時中断されたが、その後、6月にデ・レオン新大統領が就任し、グアテマラ国情勢が安定したことにより、事前調査が再開された。

S/W 協議の経緯と結果

事前調査団は、日本にて打ち合わされた対処方針及びS/W案を基に、SEGEPLAN、INFOM及びその他関連機関との協議、現地踏査を踏まえて、9月21日にINFOM Gustavo A. Leal C. 長官、SEGEPLAN Fernando Gonzalez Davison次官及び小野仁規事前調査団長との間でS/W及びS/W協議に係るM/Mの署名、交換を行った。主な協議内容は以下のとおりである。

- 1) 本調査は主に地下水開発を目的とするが、グアテマラ側の要望のとおり、地下水が不足している市町村では、表流水も水源として調査対象に含めることとした。案件名は“The Study on Groundwater Development in the Central Plateau Area”（中部高原地下水開発計画調査）のままとする。
- 2) 本調査の目標年次は2010年とする。
- 3) 本調査の対象地域は広域（6県、96市町村）であるため、フェーズⅠでは基礎調査、全地域に対する地下水開発・生活用水供給戦略及び優先市町村を選定し、フェーズⅡで、優先市町村においてフィージビリティ調査を行うこととする。優先市町村は地下水賦存量、サービスレベル、水需給バランス、社会・経済及び財務状況等により、選定することとする。なお、フィージビリティ調査の対象は1県につき1～2市町村と想定している。
- 4) フェーズⅡでは、水源から配水まで含めた計画とするが、日本側は一つの優先市町村の配水網を計画することとし、他の市町村の配水網計画はグアテマラ側が実施する。また、グアテマラ側は優先市町村の地形・地質図等の基礎データを用意する。
- 5) レポートの使用言語は英文とするが、各レポートのサマリー、ドラフト・ファイナル・レポート及びファイナル・レポートのメインレポートは西文も作成する。
- 6) SEGEPLAN、INFOM、EMPAGUA（グアテマラ市水道局）、UNEPAR（農村開発庁）、水資源庁、厚生省、通信公共省より構成されているCOPECAS（水道・衛生調整委員会）が本調査の運営・調整委員会となる。
- 7) INFOMは2台の調査用車両（四輪駆動、4～5人乗り）を用意するが、他に必要な車両は日本側に用意してほしいとの要望があった。
- 8) 「グ」側よりカウンターパートの日本での研修及びセミナー開催の要望があった。カウンターパート研修平成6年度分は、インテリム・レポート作成の時期が考えられる。
- 9) 「グ」側より日本側に通訳を用意してほしいとの要望があった。
- 10) グアテマラ側署名機関は「グ」側の要望により、INFOMのほか、援助窓口機関であるSEGEPLANも行うこととなった。

そ の 他

グアテマラは、我が国に「チマルテナンゴ県市町部上水道改善計画」の無償資金協力を要請していたが、平成5年6月、日・グ双方とも本調査結果を受けて無償案件の要請内容等を再検討することと合意していた。本事前調査においてチマルテナンゴの5市町部の位置付けを確認する予定であったが、チマルテナンゴ案件の実施機関であった開発省は、省庁の組織改革により在存しなくなったため、無償案件の要請は無視してよい、との説明を受けた。

第2章 グアテマラ国の概要

2-1 一般概況

グアテマラの国土は、北海道と四国を合わせたよりやや大きいくらいであるが、中米5か国中最大の人口（1991年現在961万人）を有し、北はメキシコ、東はベリーズとカリブ海、東南部はエル・サルヴァドル及びホンデュラスと国境を接し、また、南西岸は太平洋に洗われている。

国土の半分以上は山岳高原地帯であり、気候は1年中温暖で常春を思わせる。しかし、北部低地帯及び南西部海岸地方は熱帯性気候で年中暑い。

このように変化に富む気候と肥沃な土地により種々の農産物が作られ、この国の経済を支えている。また、多くの火山や風光明媚な湖があり、さらに、マヤ文明が栄えた当国には至る所に遺跡が散在し、先住民の手織りで作られるグアテマラ織りと共に豊かな彩りを添えている。

また、当国は、かつて中米・パナマを管轄するスペイン総督府が1543年から1820年まで置かれ、さらに、一時期、中米連邦の首都であったことから、それらの施設も残され、土着のインディオ文化とスペイン人のもたらしたラテン文化とが混在している。

主要データ

(1) 国名	グアテマラ共和国 (Republica de Guatemala)
(2) 独立	1821年9月15日
(3) 政体	共和制
(4) 元首	ラミーロ・デ・レオン・カルピオ大統領 (Ramiro de Leon Carpio) (1993年6月就任、任期：1996年1月)
(5) 国会	一院制、116議席 (主要政党：キリスト教民主党、連帯行動運動、国民中央連合、国民進歩党、グアテマラ共和戦線、国民解放運動、国民前進戦線、社会民主党、立憲民主党、人民民主党、革命党)
(6) 首都	グアテマラ市
(7) 面積	108,889平方キロメートル
(8) 人口	約974万人(1991年) (都市部：38.2%、農村部：61.8%)
(9) 人口増加率	2.9%
(10) 人種構成	原住民42%、欧州系白人8%、混血50%
(11) 宗教	カトリック

(12) 言 語 スペイン語

(13) 通 貨 ケツァル (Q) (1US\$ = 5.69Q、1993年7月27日現在)

2-2 政治・経済状況

2-2-1 政治状況

1991年に就任したセラノ大統領は経済のファンダメンタルを大幅に改善することに成功し、特に1992年には経済成長率が過去12年間最高の4.6%を記録した。しかし、政治面では、セラノ政権は1991年のベリーズ承認を機に連立政権は対立し、また、国民からの批判は徐々に高まった。1992年後半からは、政治批判、人権問題等をめぐり、マスコミ、カトリック教会、経済団体、市民団体とセラノ大統領との関係が著しく悪化した。

1993年4月、三党連合は解消し、また、同時的に、電気料金値上げに対する国民の不満及び学生証導入をめぐる学生暴動が発生するほか、セラノ大統領の汚職疑惑追及の動きが出始めたこともあり、5月25日、セラノ大統領は憲法一時停止措置の発動を布告し、憲法の一時的停止措置、国会・最高裁判所の解散等を発表した。

これに対し、憲法裁判所は違憲判決を出す等、国内各層からセラノ大統領のクーデターに対する全面的な反発が示されるとともに、国際社会からも直ちに非難の声が出た。5月31日、憲法裁判所による憲法秩序回復命令推考という形で、軍部がセラノ大統領に辞任を迫り、セラノ大統領が国外へ逃亡し、セルフクーデターが終結した。

6月6日に就任したデ・レオン新大統領は、人権状況を監督する人権擁護官を1989年から勤めており、国民の信頼が極めて高く、国民の全面的支持を得ている。しかし、特定の支持政党、基盤勢力を持たず、また、その行政手腕も未知数であるという状況下で、セラノ政権の残した負の遺産ともいべき難問題が山積みしており、今後の政策運営は必ずしも容易ではない。デ・レオン大統領も、任期2年半の間にできることは極めて限定されていることは承知しており、国民に理解を求めている。

2-2-2 経済状況

経済指標

(92年中銀推定値)

国民総生産	103.0 億ドル
一人当たりGNP	1,061.8 ドル
実質GNP成長率	4.6 %
失業率	6.1 % (不完全失業率: 33.3 %)
外貨準備高 (1993年3月末)	5.4 億ドル

対外債務残高（1992年末）	21.5 億ドル
財政規模（1993年度予算）	79.5 ケッツァル（約15億ドル）
観光収入	2.4 億ドル
貿易（輸出FOB）	13.1 億ドル
（輸入FOB）	21.4 億ドル

主要輸出品（FOB、単位は百万ドル）

コーヒー（248.9）、砂糖（158.0）、バナナ（102.4）、葉タバコ（35.9）、
野菜類（34.4）、カルダモン（32.1）、化学製品（31.8）

主要貿易相手国（単位は百万ドル）

輸出（FOB）：米国（453.2）、中米（395.4）、メキシコ（58.7）、ドイツ（44.3）、
パナマ（26.4）、イタリア（23.0）、オランダ（22.2）、日本（21.9）
輸入（CIF）：米国（1,080.6）、中米（239.7）、日本（146.7）、メキシコ（143.1）
ドイツ（113.3）、ヴェネズエラ（101.3）、ブラジル（61.2）

グアテマラでは1989年、輸出額の3割を占めるコーヒーの価格が下落すると、深刻な国際収支問題が発生したため、輸入を抑制し輸出を支援するため同年11月為替を自由化した。そのため物価が急上昇したが、さらに、湾岸危機による石油価格高騰も影響し、インフレは60%台にも達し、国民生活は悪化した。

セラノ政権下では、歳出削減、通貨引き締め、増税、などにより経済困難に対処した結果、91年にはインフレは10%台に収束し、為替も安定し、経済安定化に成功した。さらに、92年には過去最高の4.6%の経済成長率を達成した。ただし、インフレは14.2%に達し、また、貿易赤字の拡大、過剰流動性の問題等が深刻化しつつある。

また、92年12月には、当国の経済安定化努力が認められて世界銀行及びIMFとの交渉が妥結し、当国念願の国際金融社会への復帰が実現した。

セラノ前大統領は中米経済共同体形成を念頭に、1992年5月エル・サルヴァドル、ホンデュラスと中米三国自由貿易協定を締結したほか、1992年8月にはメキシコ中米自由貿易枠組み協定に署名し、1996年末までにメキシコとの自由貿易圏を目指すなど、地域経済統合に積極的な姿勢を見せた。デ・レオン大統領も中米統合の推進には積極的であり、現在、1960年に締結された中米経済統合一般条約の見直し作業が進められており、中米大統領会議において新条約が締結される見込みである。

2-3 ODAの現状・実績

グアテマラに対する援助については、二国間援助は153百万ドル（1991年）であり、主な供与

国は米国（91年シェア49.0％）、ドイツ（17.6％）、日本（9.7％）、イタリア（8.8％）である。国際機関からの援助は44百万ドルであり、主にFAO世界食糧計画（WFP）（35.5％）、EC（25.9％）、UNDP（12.7％）、IDB（12.0％）である。

我が国のグアテマラに対する援助は、グアテマラの政情が安定していなかったこともあり、これまでは技術協力が中心であったが、民主政権が1986年に誕生して以降、資金協力も拡充している。

無償資金協力については、従来は文化無償が主であったが、1989年度以降は無償資金協力適格国となったのに伴い援助を拡充しており、地方道路等の整備・補修など民生向上を目的とする援助を実施している。有償資金協力については、これまで首都圏の電話網の拡充及び地下水開発に合計106億円の供与を行っている。

技術協力については、通信・放送、運輸・交通、保健・医療などの分野で研修員受入れ、専門家派遣、機材供与、協力隊派遣を実施しており、開発調査では、首都圏の生活廃棄物処理、地下水開発、交通網整備のほか、農村総合開発等の調査を実施している。

1991年、我が国無償資金協力及び技術協力に関する今後の方向付けの協議のため調査団を派遣し、優先分野としては農業、保健・医療、道路交通等の分野で貧困対策に資するプロジェクトに重点を置いて協力を実施することが確認された。

第3章 調査対象地域・水道事業の概要

3-1 調査対象地域

1. 位置・交通

調査対象地域はグアテマラ国の背稜山脈をなすシエラ・マドレ山脈の南東部を占め、ほぼ北緯 $14^{\circ}30'$ ～ $15^{\circ}00'$ 、西経 $90^{\circ}30'$ ～ $92^{\circ}00'$ の間に位置する。

行政区画としては、96市町村を含む6県で西からケッサルテナンゴ、トトニカパン、ソロラ、チマルテナンゴ、サカテペケス、グアテマラ県（グアテマラ市を除く）で面積は合計8,685 km²である（図-1）。

交通は、幹線のパンアメリカン道路が調査地域のほぼ中央を縦走しており、これから分岐する支線が各市町村を結んでいる。パンアメリカン道路は、大部分が対面車線であるが、全面舗装されており、グアテマラ市からケッサルテナンゴ市までの約200 kmを3時間30分で走行可能である。各市町村を結ぶ支線は大部分が未舗装のうえ、路面状態は悪く、四輪駆動車の使用が無難である。

2. 社会・経済状況

調査対象地域の自治体別人口及び世帯数は表3-1に示すとおりであり、大都市を除く多くの自治体では、市町村に住む人口より地方に分散している人口の方が多い。本調査の対象となる市町村別人口分布図（1993年）は図3-2に示した。

各市町村では、一応電気、水道、病院、学校等の施設はあるが、完備しているとは言えず、地方に分散している住民の多くは今でも非文化的生活を送っている。

人種の構成も大部分は少数民族からなる先住民で、マヤ文化の伝統を受け継ぎ、地域ごとに特徴のある民族衣装が見られる。トウモロコシ、野菜、豆類、コーヒー等を主とした農業が生活の基盤となっている。

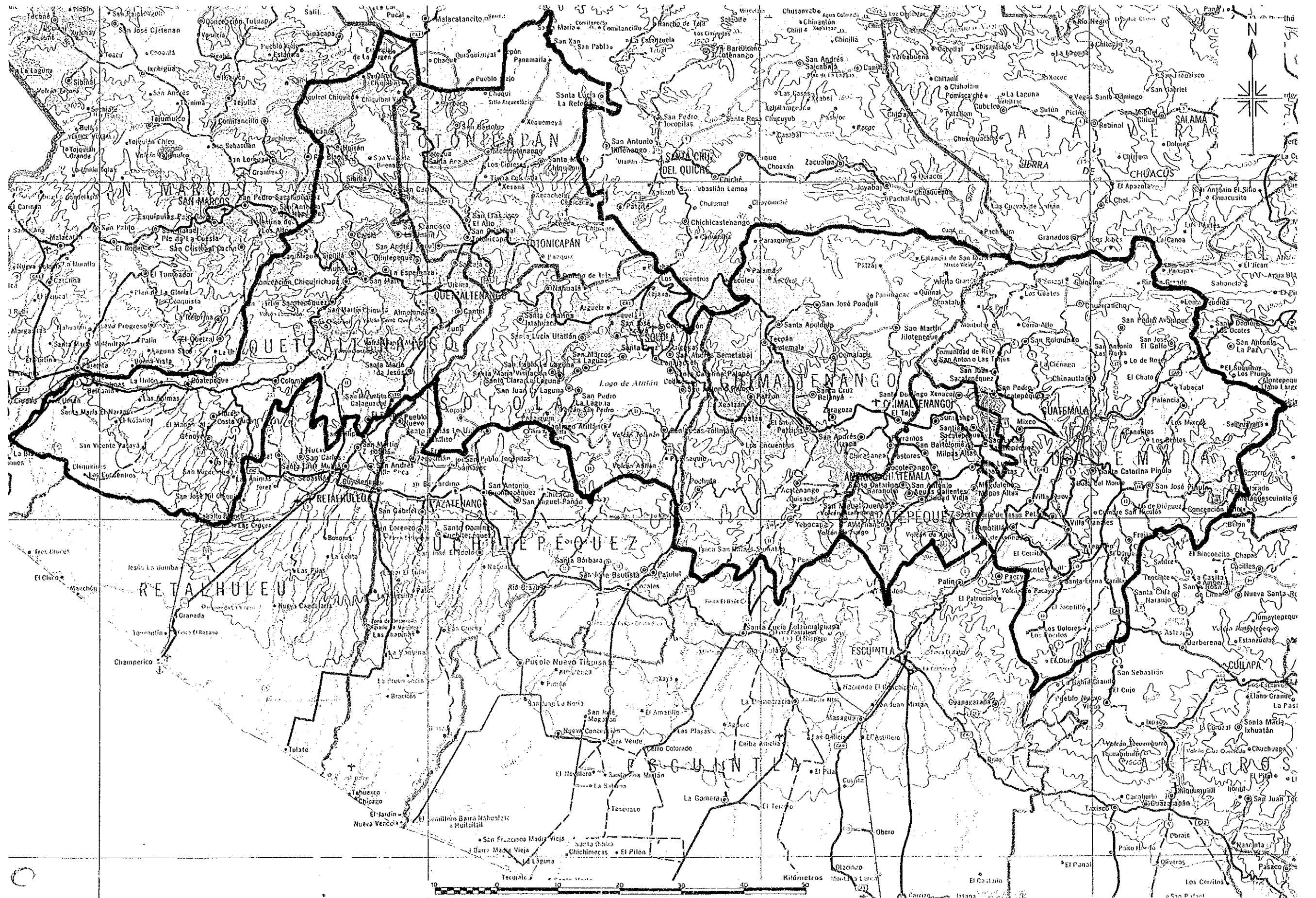


图 3-1 调查对象地域位置图

表 3 - 1 市町村別人口・世帯数表

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

(1)

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTO.	P O B L A C I O N			V I V I E N D A S		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
	D U E T Z A L T E N A N G O		225518	348132	573650	41003	63297	104300
901	DUETZALTENANGO	QTZ	95004	9482	104486	17434	1746	19180
902	SALCAJA	QTZ	11875	5487	17362	2159	998	3157
903	OLINTEPEQUE	QTZ	3898	14196	18096	707	2581	3288
904	SAN CARLOS SIJA	QTZ	3189	24091	29180	565	4742	5307
905	SIBILIA	QTZ	1034	9165	10199	188	1666	1854
906	CARRICAN	QTZ	1585	17497	19082	288	3181	3469
907	CAJOLA	QTZ	1986	7862	9848	361	1433	1794
908	SAN MIGUEL SIGUILA	QTZ	997	3525	4522	181	641	822
909	SAN JUAN OSTUNCALCO	QTZ	12688	27869	39677	2292	4922	7214
910	SAN MATEO	QTZ	1914	283	2199	348	51	400
911	CONCEPCION CHIQUELAPAN	QTZ	4742	9803	13745	862	1637	2499
912	SAN MARTIN SACATEPEQUEZ	QTZ	2998	12496	15486	544	2272	2816
913	ALMIGLEHA	QTZ	18356	1126	19482	1883	205	2088
914	CANTEL	QTZ	3272	23031	26303	595	4187	4782
915	HUITAN	QTZ	1799	7866	9665	327	1430	1757
916	ZUNIL	QTZ	4341	5136	14477	1153	934	2087
917	COLOMBA	QTZ	11839	34458	46297	2153	6264	8416
918	SAN FRANCISCO LA UNION	QTZ	1622	7583	9125	295	1364	1659
919	EL PALMAR	QTZ	3731	20537	24268	678	3734	4412
920	COATEPEQUE	QTZ	38388	42458	72830	5524	7718	13242
921	GENOVA	QTZ	3474	31133	34607	632	5661	6292
922	EL CAYE COSTA CUCA	QTZ	4797	17773	22570	872	3281	4154
923	LA ESPERANZA	QTZ	2528	5285	7733	468	946	1416
924	PALESTINA DE LOS ALTOS	QTZ	2761	9635	12397	582	1752	2254

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1990-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTO.	P O B L A C I O N			V I V I E N D A S		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
	T O T O N I C A P A N		45986	268248	386146	8347	47316	55663
801	TOTONICAPAN	TTM	14875	74982	89857	2559	13615	16174
802	SAN CRISTOBAL TOTONICAPAN	TTM	6758	22268	29018	1227	4849	5276
803	SAN FRANCISCO EL ALTO	TTM	8269	33611	41880	1583	6111	7615
804	SAN ANDRES XECUL	TTM	3563	14951	18514	648	2718	3366
805	MOHOSTENANGO	TTM	8311	71936	80247	1511	13879	14590
806	SANTA MARIA CHIQUIMULA	TTM	3116	27767	30883	567	5849	5615
807	SANTA LUCIA LA REFORMA	TTM	588	8797	9377	185	1599	1785
808	SAN BARTOLO AGUAS CALIENTES	TTM	1242	6828	7270	226	1896	1322

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1990-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

(2)

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTC.	POBLACION			VIVIENDAS		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
SOLOLA			91311	158452	249763	16602	28889	45411
781	SOLOLA	SLL	43611	29831	42642	2475	5278	7753
782	SAN JOSE CHACAYA	SLL	262	682	944	46	124	172
783	SANTA MARIA VISITACION	SLL	1878	327	1397	195	59	254
784	SANTA LUCIA UTATLAN	SLL	1971	16956	18927	359	3883	3441
785	NAHDALA	SLL	3935	39559	43494	715	7193	7908
786	SANTA CATARINA IXTAHUACAN	SLL	2167	29827	31994	394	5387	5781
787	SANTA CLARA LA LAGUNA	SLL	3944	1743	5687	717	317	1034
788	CONCEPCION	SLL	1541	1476	2817	244	288	512
789	SAN ANDRES SEMETABAJ	SLL	1167	6513	7680	212	1184	1396
718	PANAJACHEL	SLL	7816	2310	9326	1276	428	1698
711	SANTA CATARINA PALOPO	SLL	1599	309	1908	291	56	347
712	SAN ANTONIO PALOPO	SLL	2177	6175	8352	396	1123	1519
713	SAN LUCAS TOLIMAN	SLL	18288	8721	19001	1869	1586	3455
714	SANTA CRUZ LA LAGUNA	SLL	689	2248	2937	125	489	614
715	SAN PABLO LA LAGUNA	SLL	3398	8	5398	981	8	981
716	SAN MARCOS LA LAGUNA	SLL	1521	8	1521	248	8	248
717	SAN JUAN LA LAGUNA	SLL	3596	2878	6474	654	523	1177
718	SAN PEDRO LA LAGUNA	SLL	8238	784	9022	1498	143	1648
719	SANTIAGO ATITLAN	SLL	21529	9113	30642	3914	1657	5571

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1998-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTO.	POBLACION			VIVIENDAS		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
CHIMALTENANGO			141408	212477	353877	25789	38632	64341
491	CHIMALTENANGO	CHN	24289	22528	46237	4482	4894	8499
492	SAN JOSE POAGUIL	CHN	3692	13111	16803	671	2384	3055
493	SAN MARTIN JILOTEPEQUE	CHN	5388	43467	48795	985	7927	8912
494	SAN JUAN CORRALAÑA	CHN	15888	12832	27832	2823	2185	5858
495	SANTA APOLONIA	CHN	3584	6549	10133	652	1191	1842
496	TECPAN GUATEMALA	CHN	8195	36895	45098	1498	6788	8198
497	PATZUN	CHN	16888	28344	36424	2924	3699	6623
498	SAN MIGUEL FOCHUTA	CHN	3675	22422	26297	668	4877	4745
499	PATZICIA	CHN	11114	6684	17798	2821	1215	3236
418	SANTA CRUZ BALANZA	CHN	4317	1388	5625	785	238	1223
411	ACATEMANGO	CHN	3543	11785	15248	644	2128	2772
412	SAN PEDRO YEPUCAPA	CHN	7928	6818	14738	1448	1238	2678
413	SAN ANDRES ITZAPA	CHN	14586	2272	16858	2652	413	3065
414	FARRANOS	CHN	5267	637	5904	958	116	1073
415	ZARAGOZA	CHN	7344	4568	11904	1335	829	2164
416	EL TEJAR	CHN	4766	1133	5899	1238	286	1436

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1998-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

(3)

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTO.	POBLACION			VIVIENDAS		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
			SACATEPEQUEZ			137078	48419	185497
301	ANTIGUA GUATEMALA	SCT	20867	10466	31333	3794	1933	5697
302	JOCOTERANGO	SCT	21297	1327	22624	3872	241	4113
303	PASTORES	SCT	3816	4285	8101	694	765	1458
304	SUMPANGO	SCT	13696	6719	20415	2498	1222	3712
305	SANTO DOMINGO TENANCIO	SCT	5366	613	5979	976	111	1087
306	SANTIAGO SACATEPEQUEZ	SCT	9002	5092	14094	1637	924	2561
307	SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS	SCT	3168	0	3168	575	0	575
308	SAN LUCAS SACATEPEQUEZ	SCT	8838	1847	10685	1569	336	1905
309	SANTA LUCIA MILPAS ALTAS	SCT	1686	4873	6559	343	741	1083
310	MARDALENA MILPAS ALTAS	SCT	4189	2133	6322	762	388	1149
311	SANTA MARTA DE JESUS	SCT	18927	768	19695	1969	138	2107
312	CIUDAD VIEJA	SCT	14046	4192	18238	2554	762	3316
313	SAN MIGUEL QUENAS	SCT	3557	2382	5939	719	419	1138
314	SAN JUAN ACOTEQUAN	SCT	9352	3219	12571	1782	565	2347
315	SAN ANTONIO AGUAS CALIENTES	SCT	4792	1481	6273	871	269	1141
316	SANTA CATARINA BARAHONA	SCT	2187	0	2187	398	0	398

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1990-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

POBLACION Y VIVIENDA SEGUN DEPARTAMENTO Y MUNICIPIO
AÑO 1992

CODIGO	MUNICIPIO	DEPTO.	POBLACION			VIVIENDAS		
			URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL
			GUATEMALA			1782652	292481	2074133
181	GUATEMALA	GTM	1114432	0	1114432	202624	0	202624
182	SANTA CATARINA PINULA	GTM	7694	28396	26090	1399	3708	5107
183	SAN JOSE PINULA	GTM	18231	9283	19434	1868	1673	3533
184	SAN JOSE DEL GOLFO	GTM	1959	7259	9217	192	592	785
185	PALENCIA	GTM	5482	25623	31105	997	4659	5655
186	CHIMAUTLA	GTM	55492	6817	62309	10069	1239	11309
187	SAN PABLO AYAMPUE	GTM	5443	9729	15172	990	1769	2759
188	NIXCO	GTM	368946	13140	382086	67883	2389	69469
189	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	GTM	7371	9985	17356	1343	1815	3156
110	SAN JUAN SACATEPEQUEZ	GTM	9689	55769	65458	1747	18140	19887
111	SAN RAYMUNDO	GTM	4387	11281	15668	798	2837	3635
112	CHUARRANCHO	GTM	5435	4585	10020	988	834	1822
113	FRANJANES	GTM	4563	12098	16661	833	2198	3031
114	AMATILAN	GTM	35714	11992	47706	6493	2188	8674
115	VILLA NUEVA	GTM	134372	25278	159650	24431	4595	29026
116	VILLA CANALES	GTM	4680	51943	56623	851	9426	10277
117	SAN MIGUEL PETAPA	GTM	7139	21499	28638	1298	3989	5287

FUENTE: ESTADISTICAS DE POBLACION URBANA Y RURAL POR DEPTO. Y MUNICIPIO 1990-1995.
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GUATEMALA NOV. 1991

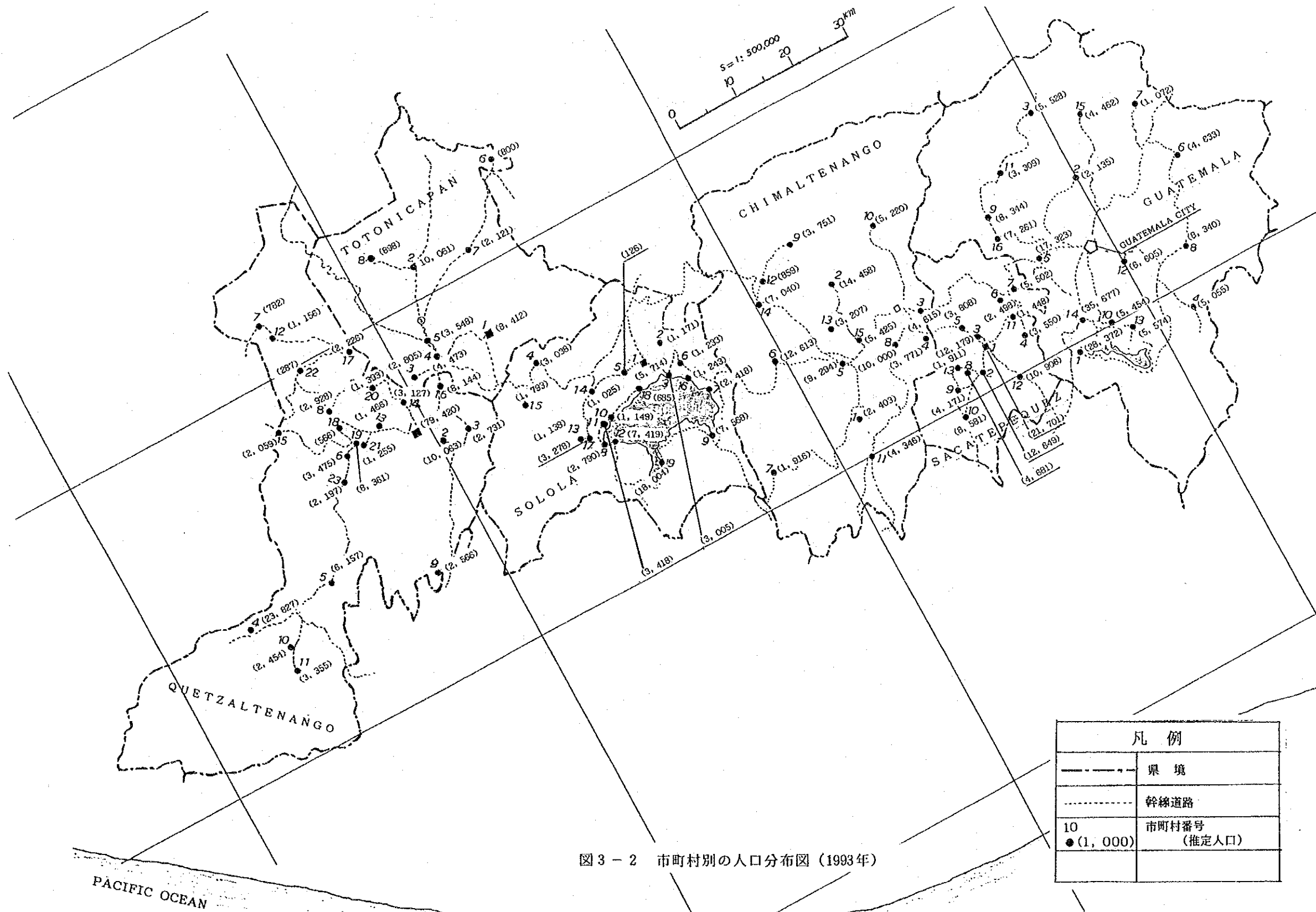


図3-2 市町村別の人口分布図(1993年)

3-2 地形・地質・気候

1. 地形

グアテマラの地形は、基本的に地質構造と密接な関係にあり、大略、太平洋側の海岸線と平行な下記の四つに区分することができる。

- (1) 主として、白亜紀～第三紀堆積岩の分布する北部丘陵、低地帯
- (2) 主として、変成岩類、貫入岩類の分布するモタグア川沿いの準高地
- (3) 主として、火山岩類から成る中央高地
- (4) 主として、第四紀堆積物から成る太平洋岸の低地

調査対象地域は、大部分が上記(3)に属し、標高1,500 m以上の山脈(シエラマドレ)内を占めるが、盆地と山地が入り組んだ複雑な地形となっている。

シエラマドレ山脈の南西縁には、富士山に似た美しいコニーデ型火山が鎖状に連なり、構造的な陥没湖と言われるアティトラン湖、アマティトラン湖とともに広大な景観を呈している。

調査地域内に点在する市町村の多くは山間の盆状地、あるいは台状地の平坦地を占める。

一般に山地の地形は急峻で、盆地内にあっても表流水による開析が進んで深く切れ込んだV字谷を形成している。

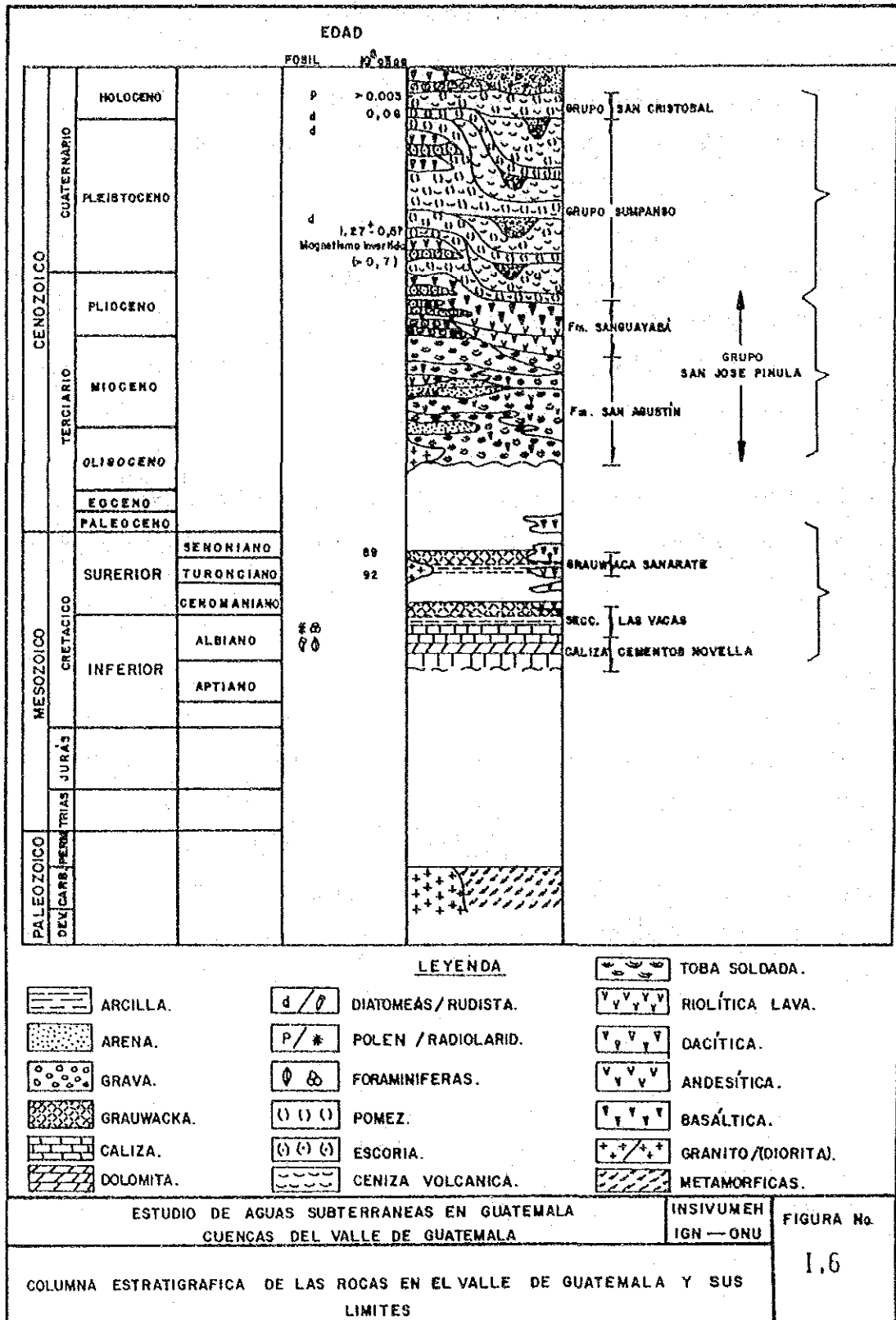
2. 地質及び地質構造

(1) 地質

調査地域の地質は、古生代の変成岩類、貫入岩類と白亜紀の堆積岩類を基盤に、これらを被う第三紀火山岩類、第四紀火山岩類、第四紀沖積層などから成る。

INSIVMEH 1978によるグアテマラ盆地周辺の地質層序を表3-2に示す。このうち、基盤岩類は、グアテマラ県北部とケッサルテナンゴ県北部の一部に分布するのみで、調査地域の大部分は第三紀及び第四紀の火山岩類と第四紀沖積層によって占められている。(図3-3)

表3-2 地質層序表



INSIVUMEH 1978.

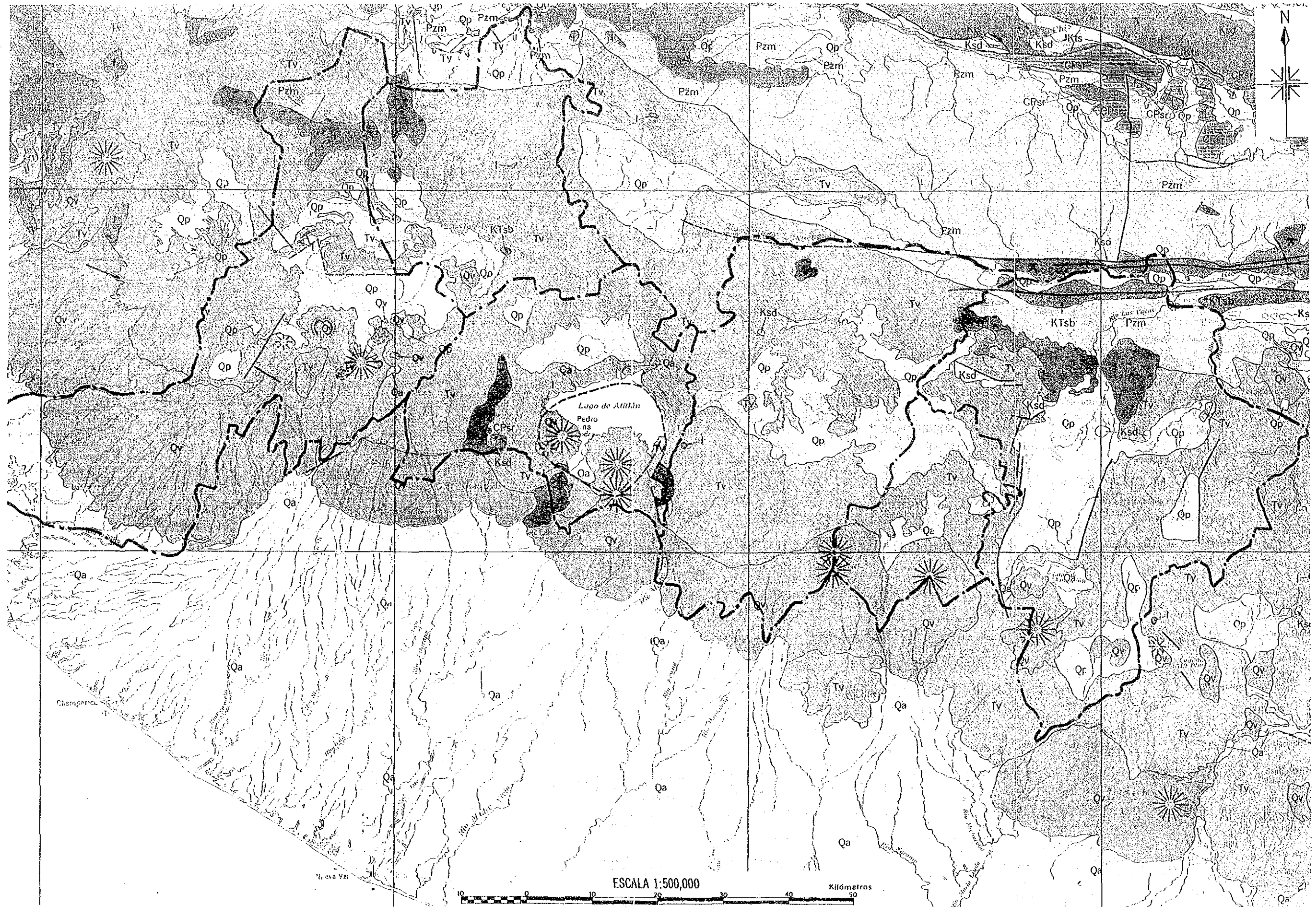


図 3 - 3 調査対象地域の地質図

地質凡例は次ページ

LEYENDA LEGEND






















	ALUVIONES CUATERNARIOS QUATERNARY ALLUVIUM
	TERCIARIO SUPERIOR OLIGOCENO-PLIOCENO Predominantemente continental: Incluye Formaciones Cayo, Armas, Caribe, Herrera, Bacalar, y White Mails UPPER TERTIARY OLIGOCENE-PLIOCENE Mainly continental: Includes Cayo, Armas, Caribe, Herrera, Bacalar, and White Mails Formations
	TERCIARIO SUPERIOR OLIGOCENO-MIOCENO Formaciones Río Dulce (caliza), Lecantón (capas rojas), y Desempeño (conglomerados) UPPER TERTIARY OLIGOCENE-MIOCENE Rio Dulce (limestone), Lecantón (red beds), and Desempeño (conglomerates) Formations
	EOCENO Formación Icaché y parte del Grupo Patón (Yeso y margo) EOCENE Icaché formation and part of the Patón Group (gypsum and marl)
	PALEOCENO-EOCENO Sedimentos marinos PALEOCENE-EOCENE Marine sediments
	CRETÁCICO-EOCENO Formación Subinel (capas rojas, predominantemente Terciarias) CRETACEOUS-EOCENE Subinel formation (red beds, mainly Tertiary)
	CRETÁCICO-TERCIARIO Formación Sepur, Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos clásticos marinos. Incluye Formaciones Toledo, Reforma y Cambio, y Grupo Veracruz CRETACEOUS-TERTIARY Sepur formation, Campanian-Eocene. Mainly marine clastic sediments. Includes Toledo, Reforma, & Cambio Formations, and Veracruz Group
	CRETÁCICO Carbonatos Neocomiano-Campanianos. Incluye Formaciones Cobán, Excoy, Campuz, Sierra Madre y Grupo Yeloa CRETACEOUS Neocomian-Campanian carbonates. Includes Cobán, Excoy, Campuz, and Sierra Madre formations, and Yeloa Group
	JURÁSICO CRETÁCICO Formación Todos Santos, Jurásico Superior-Neocomiano (capas rojas). Incluye Formación San Ricardo JURASSIC-CRETACEOUS Todos Santos formation, Upper Jurassic-Neocomian (red beds). Includes San Ricardo formation
	PÉRMICO Formación Chéché (carbonatos) PERMIAN Chéché formation (carbonates)
	CARBONIFERO-PÉRMICO Grupo Santa Rosa (lutitas, areniscas, conglomerados y filitas). Incluye Formaciones Santa Rosa, Sacapulas, Tacú y Macal CARBONIFEROUS-PERMIAN Santa Rosa Group (shales, sandstones, conglomerates, and phyllites). Includes Santa Rosa, Sacapulas, Tacú, and Macal Formations
	ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS IGNEOUS AND METAMORPHIC ROCKS
	CUATERNARIO Rellenos y coberturas gruesas de cenizas pómez de origen diverso QUATERNARY Thick pumice fills and mantles of diverse origin
	CUATERNARIO Rocas volcánicas. Incluye coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos QUATERNARY Volcanic rocks. Includes lava flows, lahatic deposits, tuffs, cones and domes
	TERCIARIO Rocas volcánicas sin dividir. Predominantemente Mio-Plioceno. Incluye tobas, coladas de lava, material lahárico, y sedimentos volcánicos TERTIARY Undivided Tertiary volcanic rocks. Mainly Mio-Pliocene. Includes tuffs, lava flows, lahatic deposits, and volcanic sediments
	Rocas plutónicas sin dividir. Incluye granitos y dioritas de edad pre-Pérmico, Cretácico y Terciario Undivided plutonic rocks. Includes granites and diorites of pre-Permian, Cretaceous, and Tertiary age
	Rocas ultrabásicas de edad desconocida. Predominantemente serpentinitas. En parte pre-Mesozoico Ultrabasic rocks of unknown age. Mainly serpentinites. In part pre-Mesozoic
	PALEOZOICO Rocas metamórficas sin dividir. Filitas, esquistos cloríticos y graníferos, esquistos y gneiss de cuarzo-mica-feldespatos, mármol, y migmatitas PALEOZOIC Undivided metamorphic rocks. Phyllites, chlorite and garnet schists, quartzitic-feldspar schists and gneisses, marbles and migmatites
	FALLA FAULT
	CONO VOLCÁNICO VOLCANIC CONE
	CÚPULA VOLCÁNICA VOLCANIC DOME
	ESTRUCTURA DE HUNDIMIENTO VOLCÁNICO VOLCANIC SUBSIDENCE STRUCTURE

图 3-3 の地質凡例

第三紀火山岩類：

調査地域内で最も広く分布している。灰白色～灰色の凝灰岩、溶結凝灰岩と流紋岩質～玄武岩質の各種溶岩から成り、砂岩、礫岩の薄層を挟む。下位ほど凝灰岩類が優勢で、上位では溶岩が多くなる。

ソロラ市からパナハチエルへ向かう道路では、灰色の塊状凝灰岩が高さ約300 mの断崖となって見事な滝を形成している。本岩は層厚が厚いうえに、ほとんど水を透さないと考えられるので地下水開発のためには本層の構造、分布に注意する必要がある。

各種溶岩類は、一般に細かい柱状節理、板状節理が発達しているものが多く、グアテマラ市南方のオホデアグア（Ojo de Agua）では破砕された安山岩層が優良な帯水層となっている。

第四紀火山岩類：

溶岩及び火山破屑岩類から成るが、溶岩は火口付近でのみ見られ、大部分は火山灰、火砕流堆積物、ロームなどの火山破屑岩類から成る。

火山破屑岩類は、主として軽石質の火砕流堆積物から成り、盆地や河川流域を厚く埋めている。未固結～半固結で透水性は良いが、粘土質な火山灰薄層や湖成堆積物と見られる粘土層を挟む。

第四紀沖積層：

サカテペケス県のグアカラテ川流域やソロラ県アティトラン湖畔の一部に分布する。砂礫層から成り、アティトラン北岸のパナハチエルでは本層の下部から大量の地下水を得ている。

(2) 地質構造

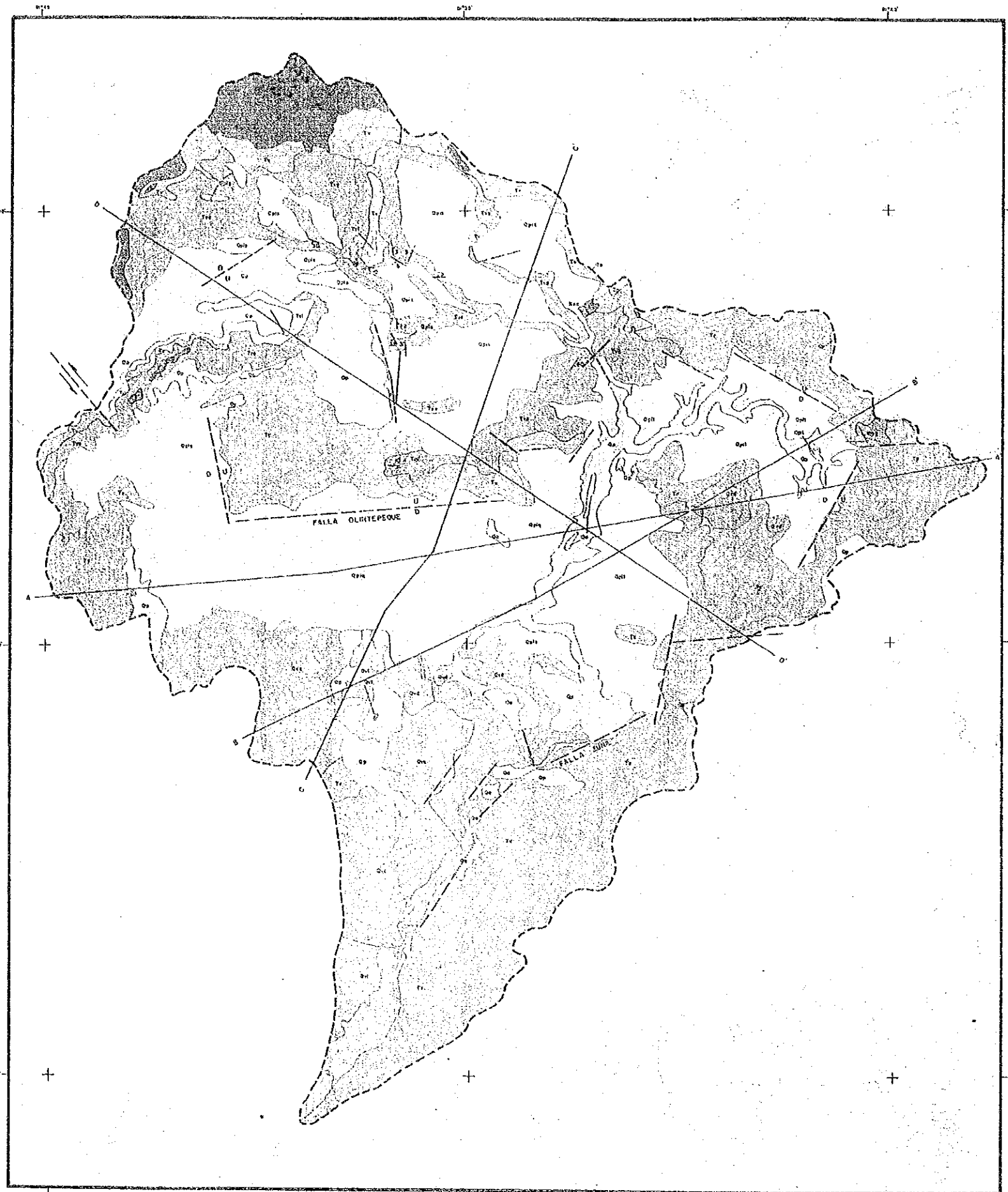
調査地域の地質構造は、北部のモタグア川に沿うほぼ東西のモタグア断層と密接な関係を有する。

モタグア断層は強い横圧力による左横ずれ断層であるが、調査地域内には、この断層に伴う南北系急傾斜の断層が知られている。

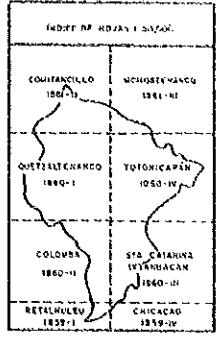
グアテマラ盆地をはじめ多くの盆地はこれらの断層による構造的な陥没低地が第四紀火砕岩類や第四紀堆積物によって埋められたものと推定されている。

図3-4～図3-7にINSIVMEHの作成したケッサルテナンゴ盆地及びグアテマラ盆地の地質断面図を示すが、これからも盆地の形態が断層に強く規制されていることがうかがえる。

調査地域内は一般にローム層に被われていることが多く、断層露頭を確認することは困難であるが、空中写真及び1/50,000地形図による微地形の判読から断層を推定することが重要と思われる。



8

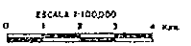


LA ESCALA DE COORDENADAS UTM ESTABLECIDA POR EL INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA, EN 1980, TIENE UNA PRECISION DE ± 1 METRO EN LAS COORDENADAS NOROCCIDENTALES Y ± 2 METROS EN LAS COORDENADAS ESTADIALES.

REFERENCIAS

- | | | |
|-------------|--------------------------------------|--|
| CUATERNARIO | | DEPÓSITOS FLUVIALES RECIENTES
Incluye arenas, grutas, pómez de origen diverso redepositados por agua |
| | | DETRITOS LAMÍNICO FLUVIALES DE ORIGEN VOLCÁNICO
Materiales volcánicos recientes depositados en forma de estratos locales fluviales |
| | | ROCAS VOLCÁNICAS RECIENTES NO DIFERENCIADAS
Incluyen conos, chimeneas, conos cónicos, coladas y domos de lava, éstos poseen gradualmente a los elevados de la planicie costera |
| | | ROCAS VOLCÁNICAS RECIENTES NO DIFERENCIADAS
(Qv1), incluye conos cónicos cónicos y coladas (Qv2) y domos de lavas (Qv3), que poseen gradualmente a los elevados de la planicie costera |
| CENOZOICO | | ROCAS PIROCLÁSTICAS Y PÓMEZ TIPO IGIMBRITA
Pómez muelle, arena, en arreglo cónico proveniente de explosiones de cenizas, generalmente referendo depósitos pre-existent (Qp1) pómez tipo ignimbrita de San Carlos Sija (Qp2), pómez tipo ignimbrita de Totonicapán (Qp3), pómez tipo ignimbrita de Chimaltenango (Qp4) |
| | | PRINCIPALMENTE VULCANITAS ESTRATIFICADAS
Incluyen sedimentos de origen volcánico depositados en cuencas interstratificadas, depósito tipo lobos, diatomitas |
| | | ROCAS VOLCÁNICAS NO DIFERENCIADAS
Incluyendo andesitos, basaltos, riolitos, rhyolitos y conglomerados loboceros |
| | | IGIMBRITA
Tobos aglutinados y no aglutinados |
| MESOZOICO | | ARENISCAS, LUTITAS Y CONGLOMERADOS EN CAPAS VERDES / ROJAS |
| | | ROCAS INTRUSIVAS
Principalmente granito basáltico, granodiorita, hornblenda-basáltico y diorita hornbléndica |
| | | LUTITAS CALCÁREAS |
| TECTÓNICO | | FALLA (U bloques levantados, O bloques hundidos) |
| | | Falla indicando el movimiento relativo de bloques |
| | | Falla normal |
| | | Falla asiente |
| | | Falla probable |
| | | Contacto hialógico |
| | | División de la cuenca |
| | Perfil geológico | |
| | 30
Rumbo y buzamiento de estratos | |

图 3-4
ケツサルテナンゴ盆地の地質図



INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA
VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
GUATEMALA, CENTRO AMÉRICA

GEOLOGÍA GENERAL

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN GUATEMALA
CUENCA DEL RIO SAMALÁ

MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS
 INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
 NACIONES UNIDAS
 GUATEMALA CENTRO AMERICA

PERFILES GEOLOGICOS

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN GUATEMALA
 CUENCAS DEL VALLE DE GUATEMALA

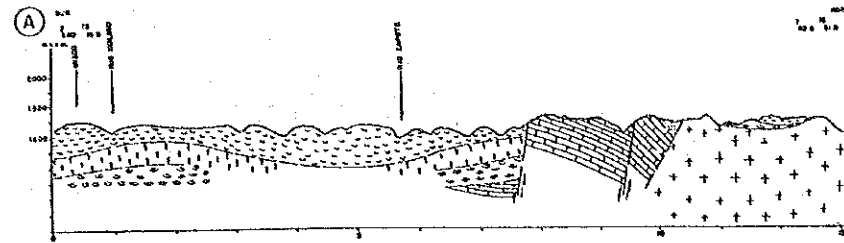


FIG. 30 PERFIL GEOLOGICO A-A' SUR-NORTE DE MISCO AL NORTE

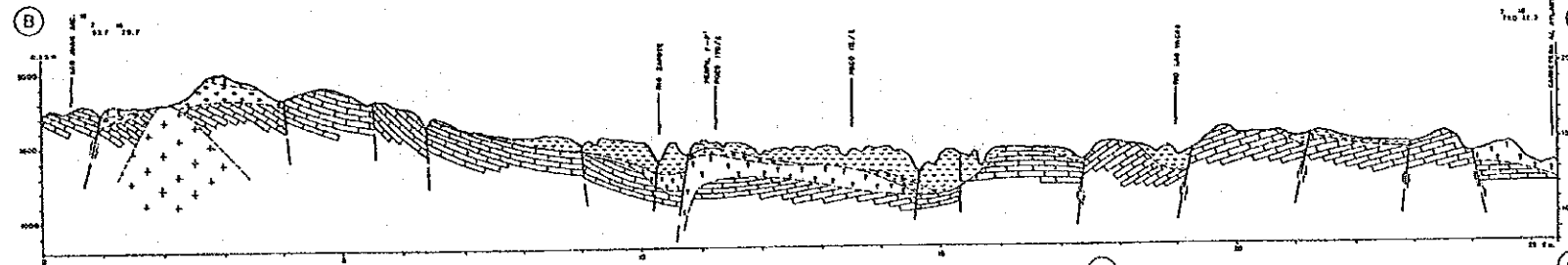


FIG. 28 PERFIL GEOLOGICO B-B' OESTE-ESTE DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ A LA CARRETERA DEL ATLANTICO CA-9

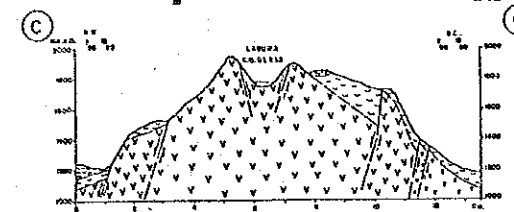


FIG. 3 PERFIL GEOLOGICO C-C' VOLCAN ANGAITZA



FIG. 6 PERFIL GEOLOGICO D-D' OMLA ORIENTAL LADO ATLANTICO

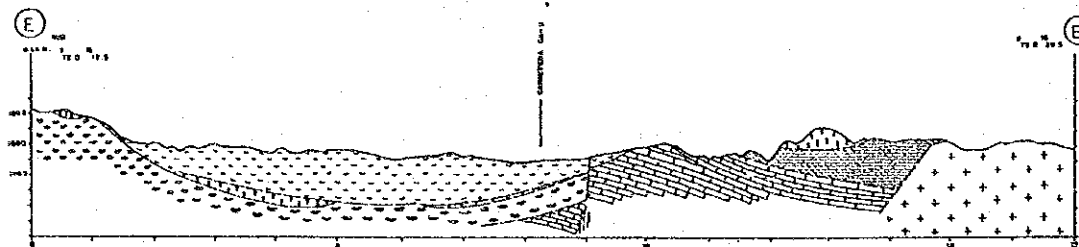


FIG. 31 PERFIL GEOLOGICO E-E' SUR-NORTE, LADO ORIENTAL DEL VALLE DE GUATEMALA



LEYENDA

- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Qol Aluvion | T1 Levas terciarias |
| Qp Carbos | T2 Levas andesitico-raltitico |
| Qh Levas | X1 Graxito florito |
| Ql Levas con graxito | X2 Graxitico granitico |
| Yp Taba soldada | X3 Caliza dolomita |
| | Falla con rechazo |
| | Contacto geologico |
| | 1200 Pasa perforado |
| | --- Divisora continental de aguas |

ESCALA VERTICAL 1:20,000
 ESCALA HORIZONTAL 1:50,000

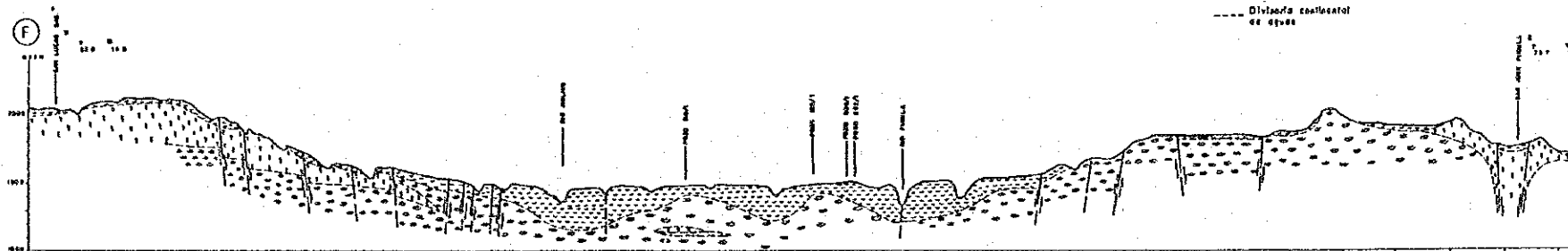


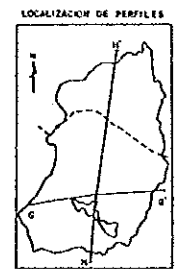
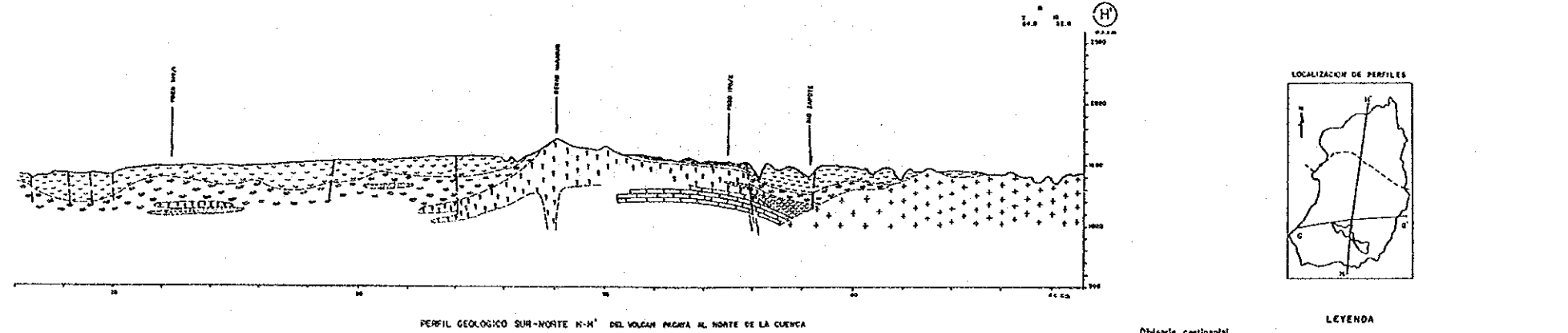
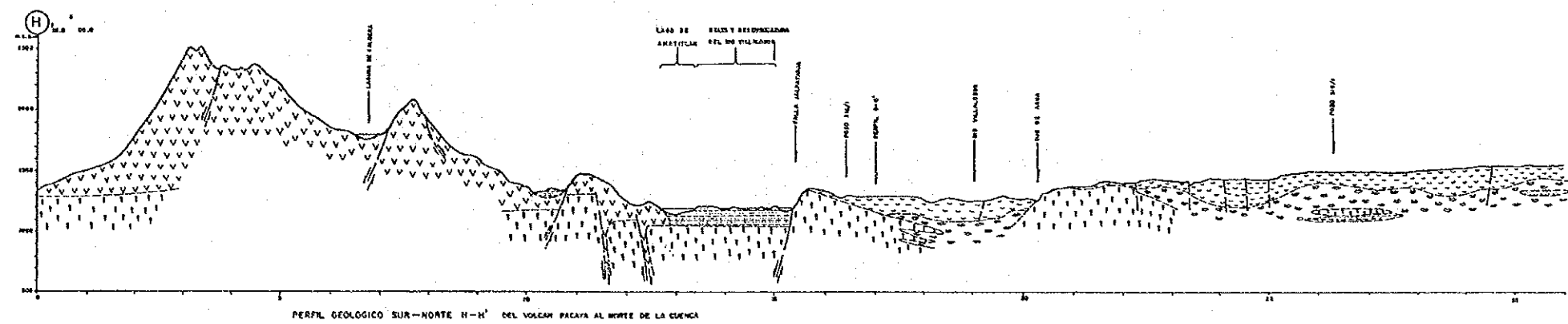
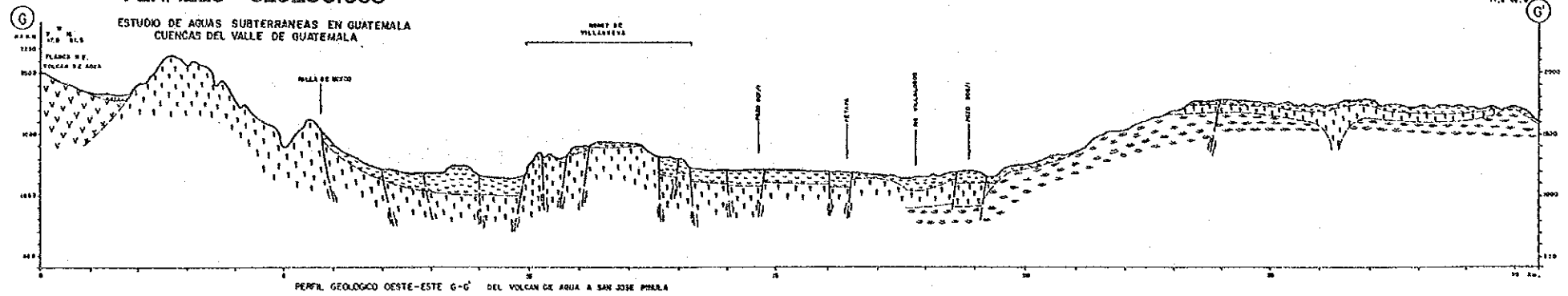
FIG. 27 PERFIL GEOLOGICO F-F' OESTE-ESTE DE SAN LUCAS SACATEPEQUEZ A SAN JOSE PINULA

図3-7 グアテマラ盆地の地質断面図 (1)

MINISTERIO DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS
 INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E MICROLOGIA
 INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL
 NACIONES UNIDAS
 GUATEMALA - CENTRO AMERICA

PERFILES GEOLOGICOS

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS EN GUATEMALA
 CUENCAS DEL VALLE DE GUATEMALA



LEYENDA

----- Diferencia contornos de aguas	[Symbol] Del Alvarion	[Symbol] XI Granito Olorito
[Symbol] Falla geologica	[Symbol] Qp(1/1) Cenizas	[Symbol] Ks Granosos Andesitos
[Symbol] Contacto geologico	[Symbol] Q1 Lava Andesitica	[Symbol] Ksd Colores Oolomitos
[Symbol] 120/1 Pozo perforado	[Symbol] Tp Taba Solada	[Symbol] T1 Lava andesitica-riftica

ESCALA VERTICAL 1:20,000
 ESCALA HORIZONTAL 1:50,000

図 3-7 グアテマラ盆地の地質断面図 (2)

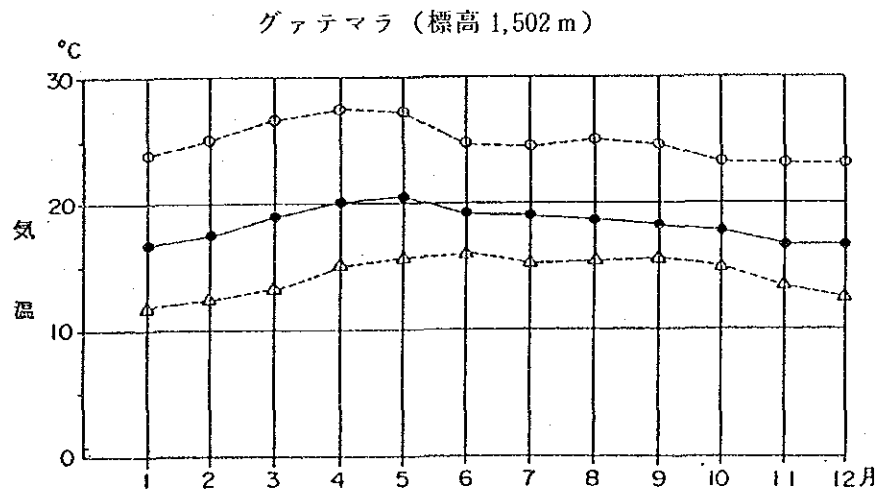
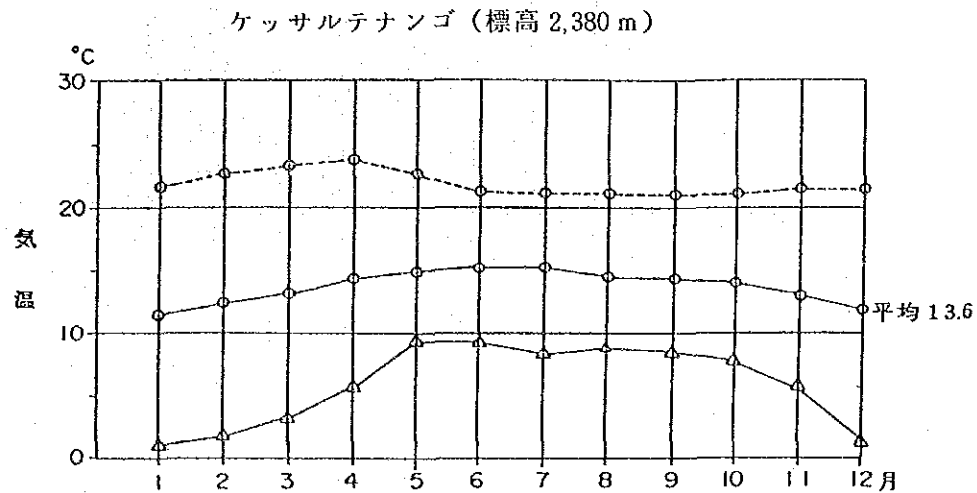
3. 気 象

グアテマラの気象観測は国立地震火山気象水文研究所（INSIVMEH）により全国93か所において観測されており、調査地域内の観測所は計22か所となる。（図3-8）

(1) 気 温

調査地域は、緯度的にはほぼフィリピンのマニラ市に当たるが、標高が1,500 m以上のため、年間平均気温は15℃～20℃と快適な気温を示す。（図3-9）

また、下図にグアテマラ市及びケッサルテナンゴ市の月別平均気温を示すが、これによると、季節の変化による気温の変化に比べ、最低、最高の気温差が大きく、特にケッサルテナンゴの冬期においてはその傾向が強い。



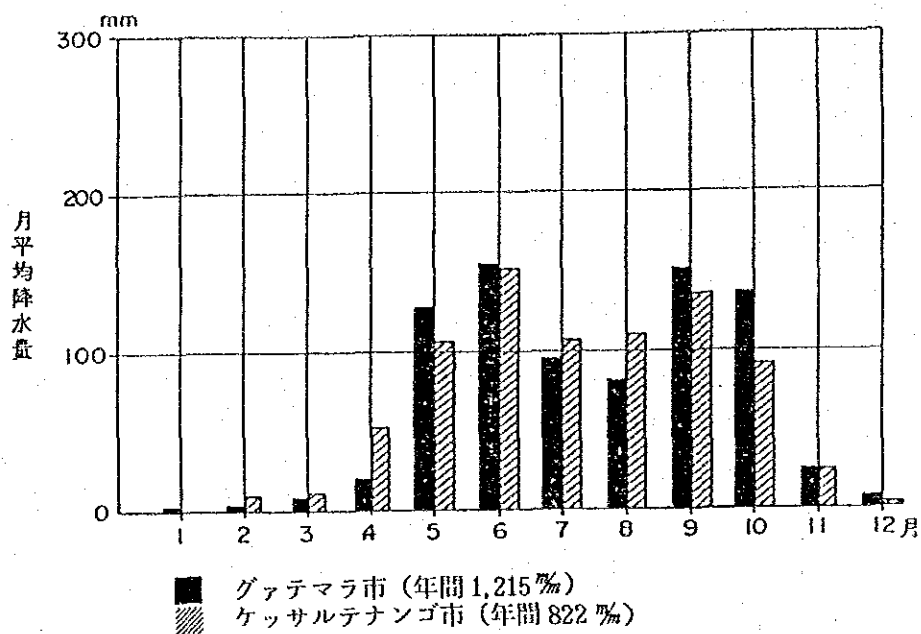
(2) 降 水 量

降水量も気温と同様、地形の影響が大きく、北部の低地では年間2,000～4,000mmで合計降水日も年間で200日を超える地域があるのに対して、中部高原地域では年間約1,000mm、

降水日は120～140日である。(図3-10、図3-11)

また、雨季、乾季が明瞭で、降水量の大部分は5月～10月に集中し、11月～4月はほとんど雨が降らない。

グアテマラ市及びケッサルテナンゴ市の月別降水量を下図に示す。



(3) 年間平均蒸発散量

図3-12に示すとおり年間1,400～1,600mmである。

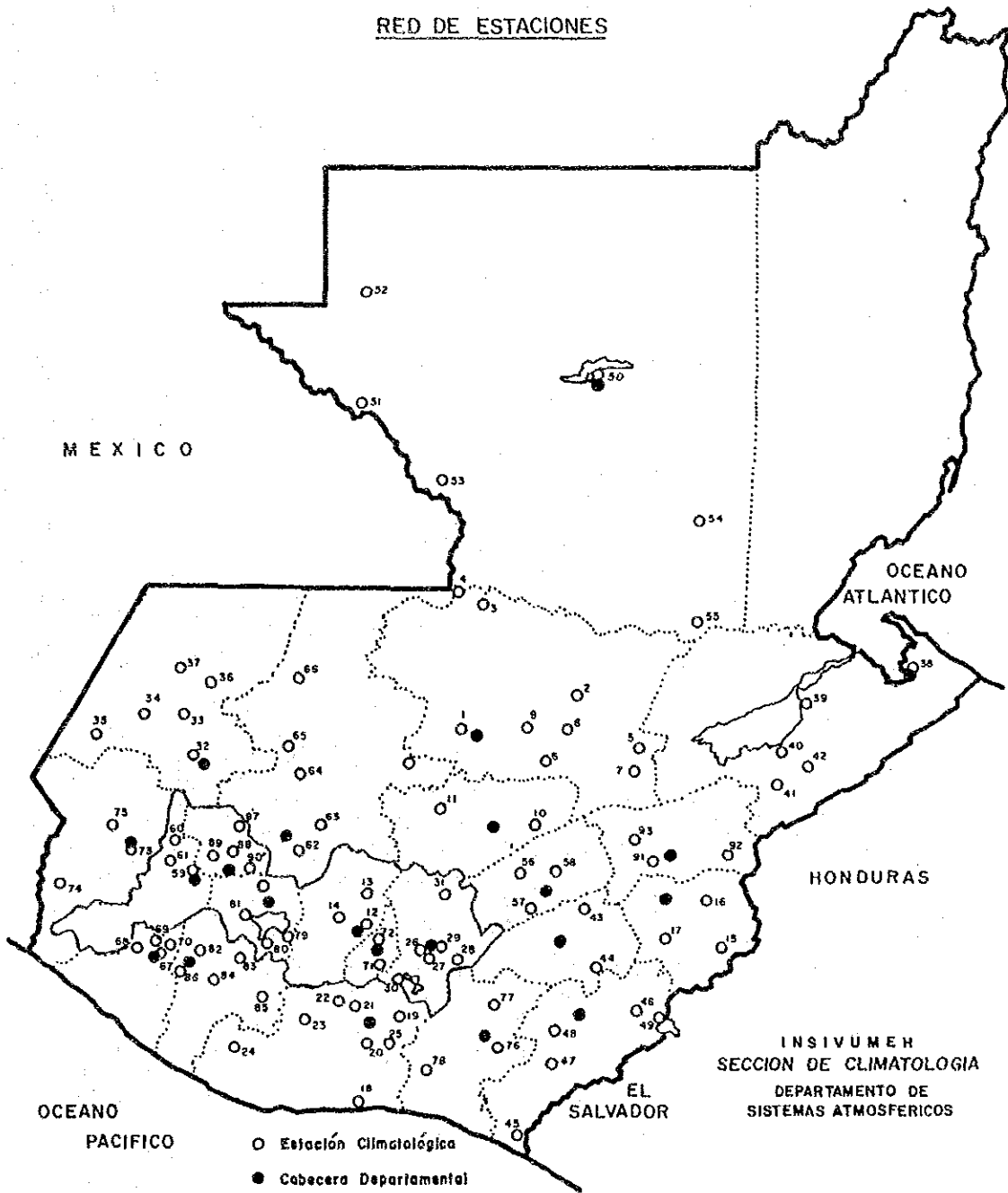


图 3 - 8 气象观测所位置图

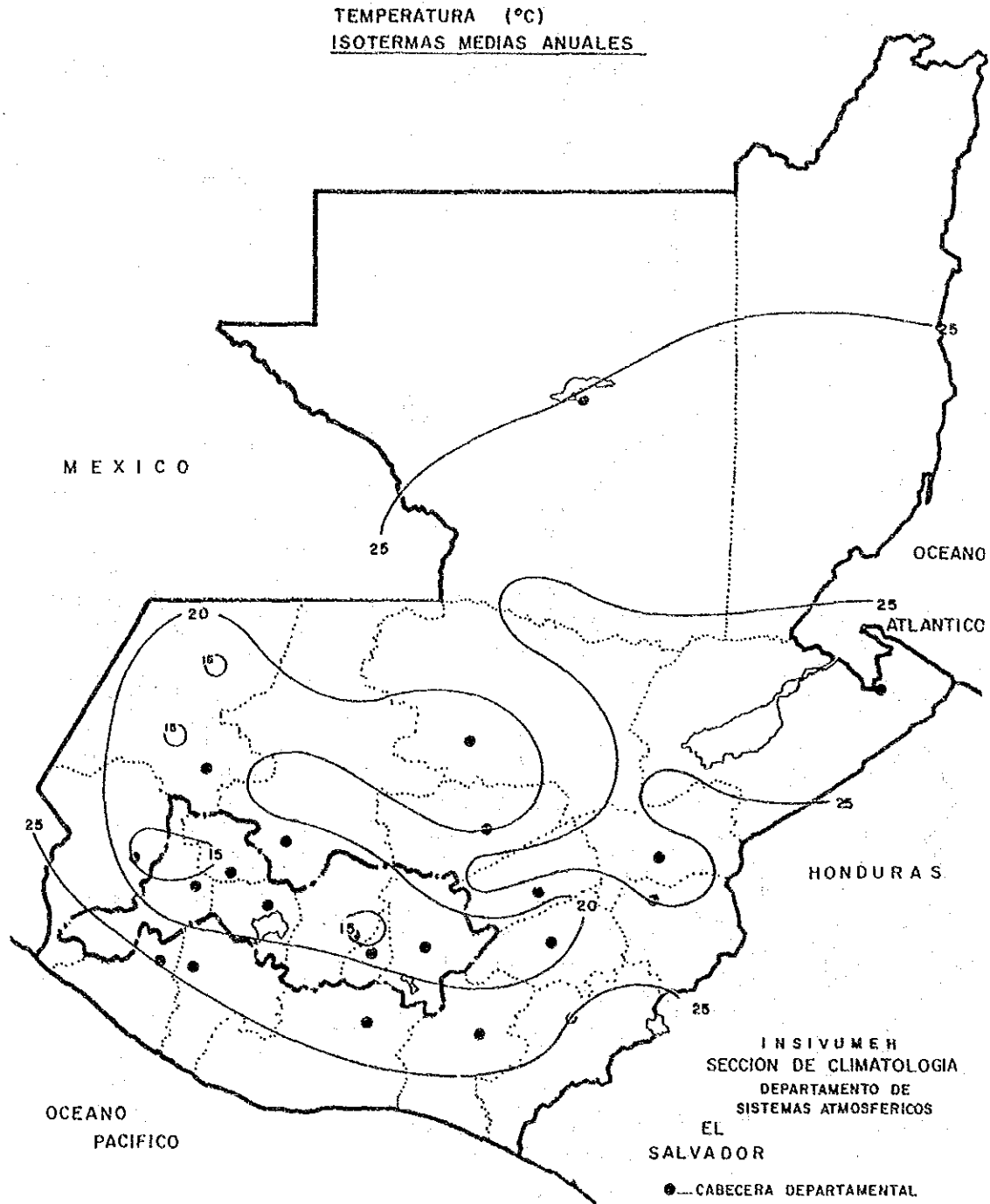


図 3 - 9 年間平均気温の分布図

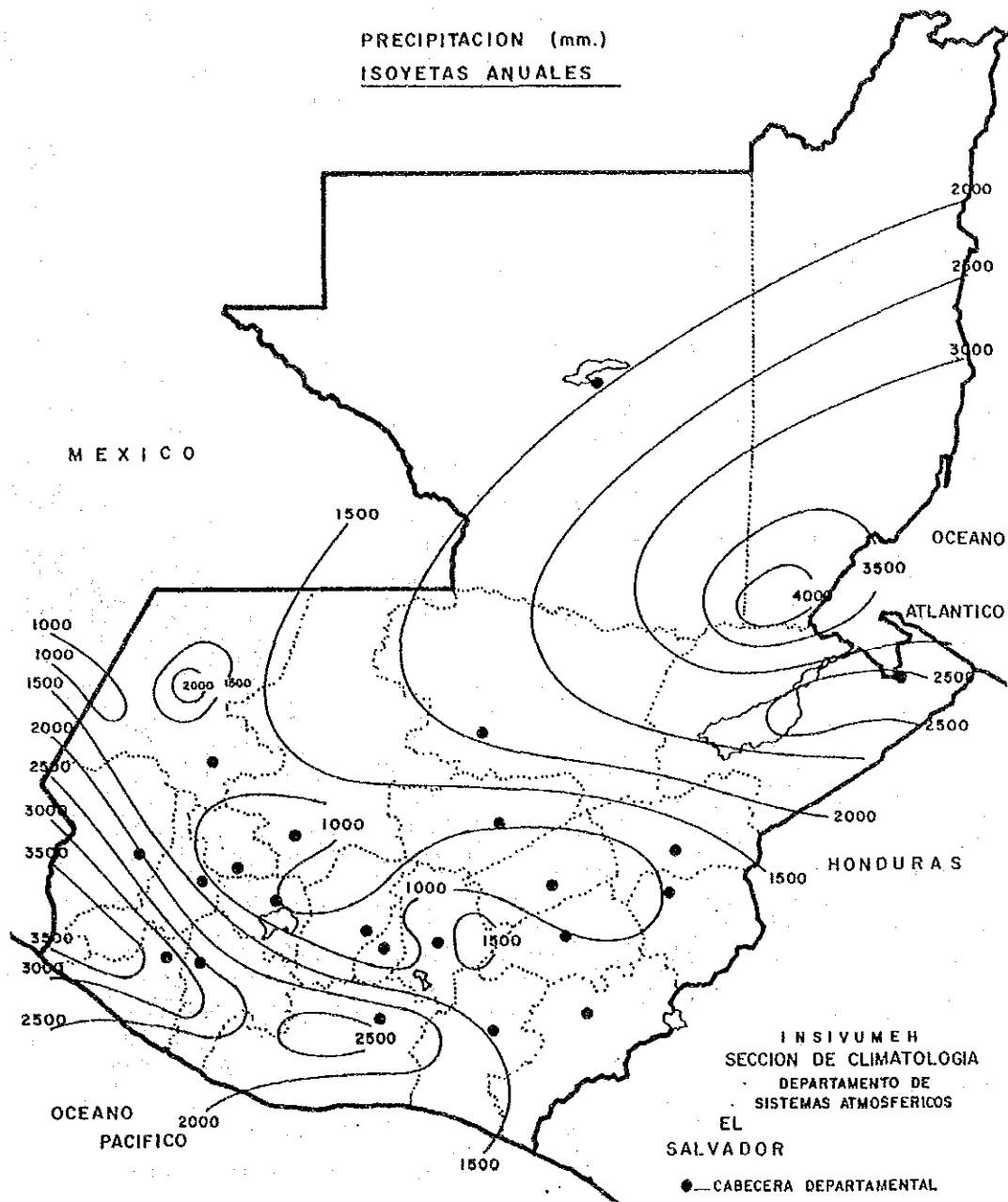


図 3 - 10 年平均降水量の分布図

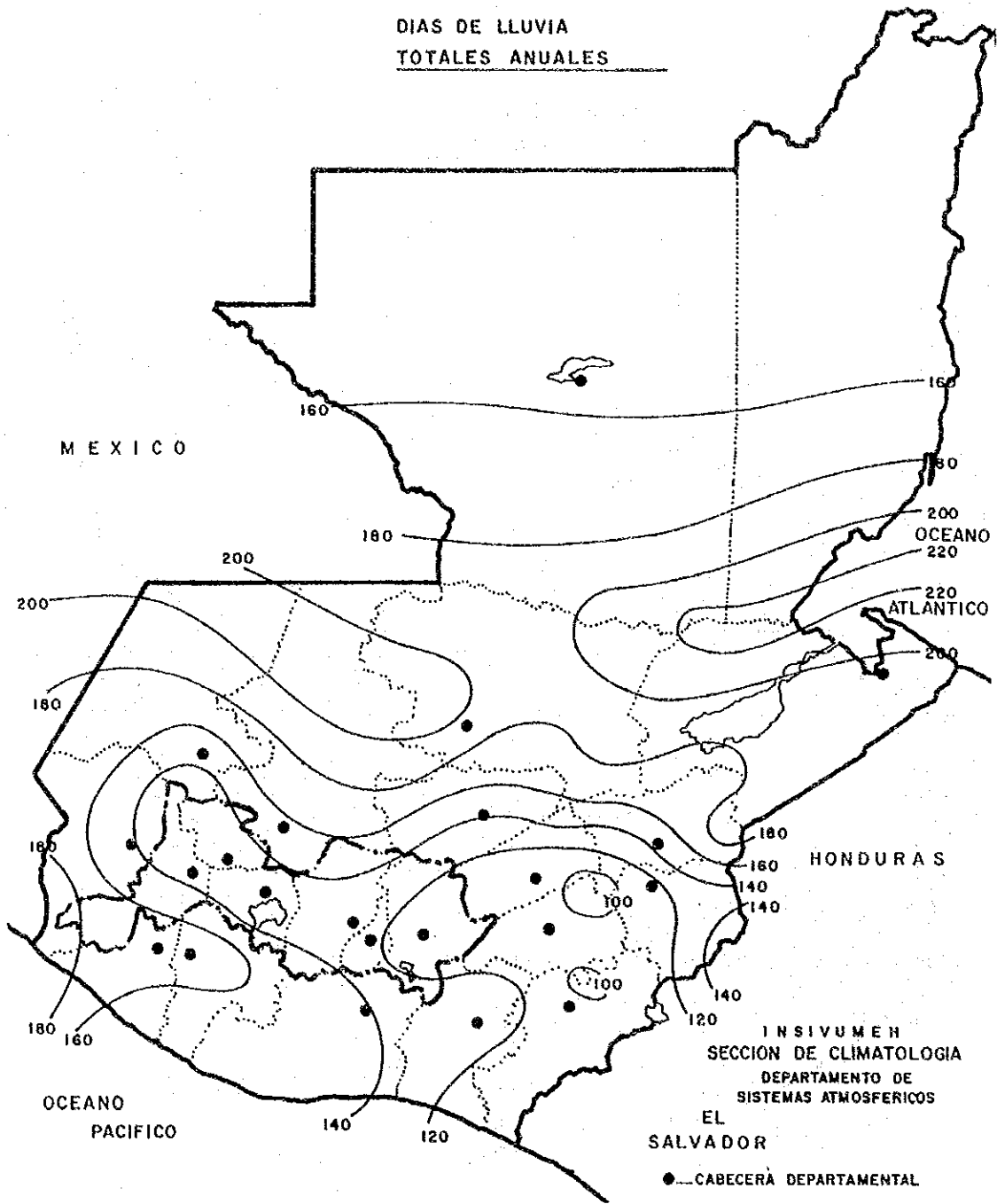


図 3 - 11 年間合計降水日の分布図

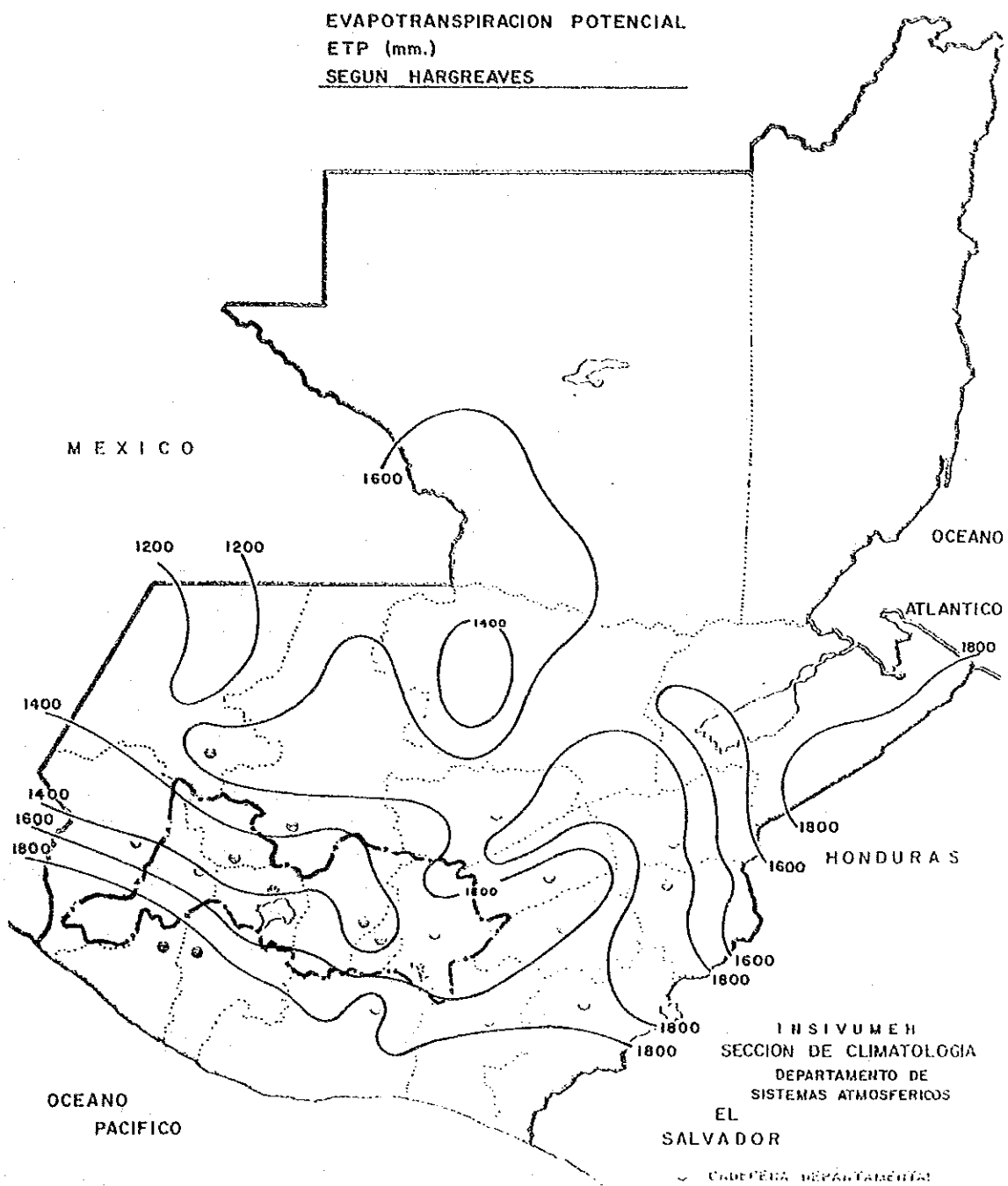


図 3 - 12 年間平均蒸発散量の分布図

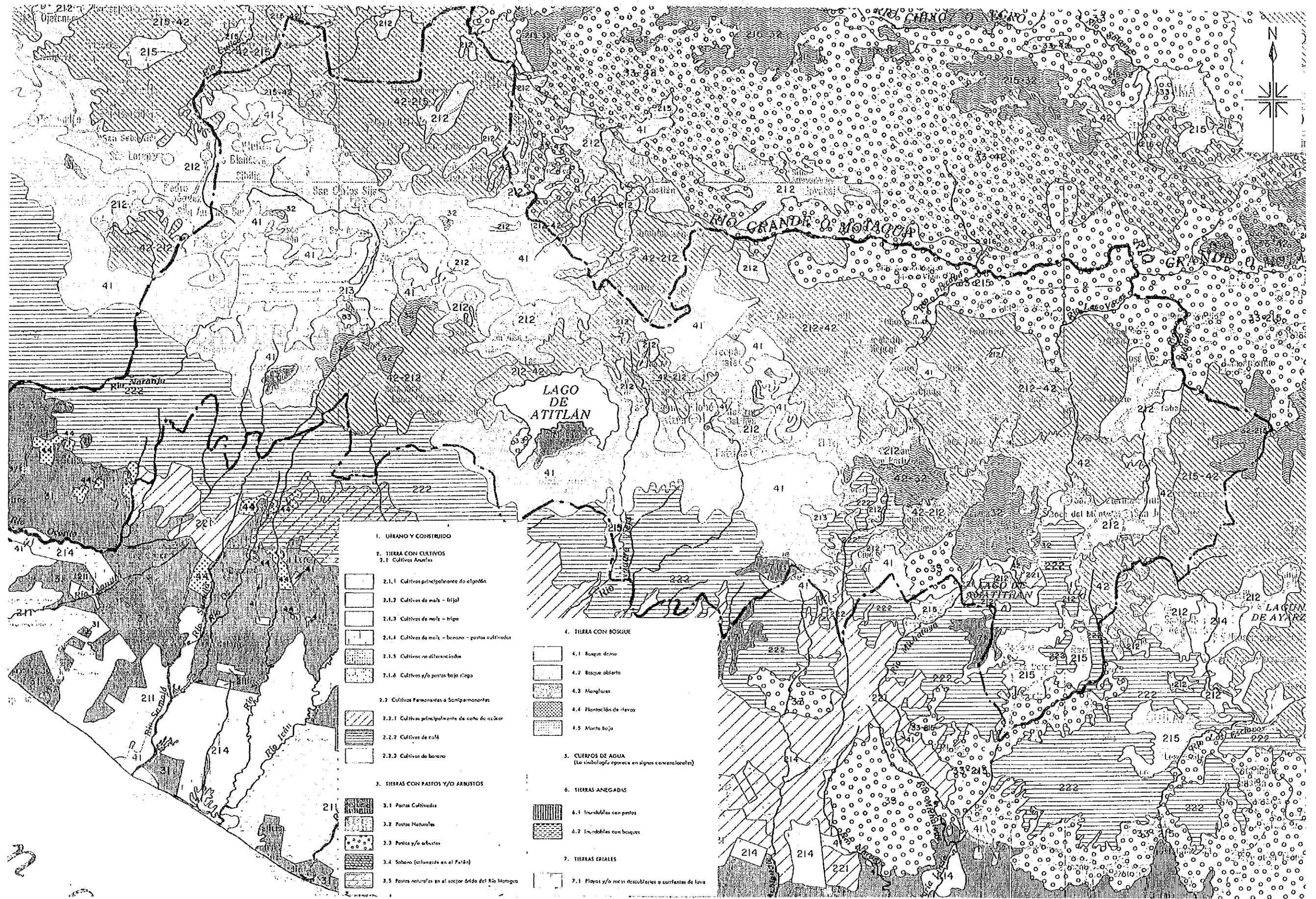


図 3 - 13 調査対象地域の植生・土地利用図

4. 植生と土地利用状況

(1) 植 生

調査地域一体は、基本的に植生は豊かで標高3,000 mに至っても針葉樹（松の一種）と広葉樹の中～高木が良く繁茂しており、畑地を除き裸地はほとんど見られない。広葉樹のほとんどは四季を通じて落葉しないとのことで、つた類がからみ、森林への立ち入りは困難と思われる。

(2) 土地利用状況

市街地を除き大部分が畑地として利用されており、作物は地域住民の主食となるトウモロコシ、麦、豆類が最も多く、最近では現金収入のための野菜類（キャベツ、ブロッコリ等）の栽培も盛んに行われている。

これらの畑地は、雨季にトウモロコシ、乾季には豆類を栽培するなど、年間を通じてほとんど休耕期はないと言われる。太平洋側中～高地ではコーヒー、低地では砂糖キビの栽培が多くなっている。（図-13）

5. 河川と表流水

調査地域が背稜山脈に沿った山地のため大きな河川はない。水系としては西北西-東南東方向の分水峯を境に、北部ではカリブ海に注ぐモタグア川水系、南部は太平洋に注ぐ小水系群に区分される。

調査時が雨季の終わりであったこともあり、各河川とも水量はかなり豊富であったが、かなり上流部まで山腹斜面に人家が点在し、生活排水により、汚染されている可能性は高い。

また、乾季には、ほとんど雨が降らないこと、地質構成が比較的透水性の良い火山砕屑岩類であること、から、乾季の流量は期待できない。

今回は河川の流量に関する資料を入手することができなかったが、INSIVMEHによって全国30か所余りの観測所で継続的に観測されている。