

研究一切科學之基礎與科學之進步

實業科學之發展與科學之進步

科學之進步與社會之進步

科學之進步與社會之進步

平成9年3月

JICA LIBRARY



J 1137521 [9]

國際協力事業團

技術協力事業團

01-111-1111  
 01-111-1111  
 01-111-1111



ホンデュラス共和国サンアントニオ地域

資源開発協力基礎調査報告書

地域開発計画調査

中間報告書

平成9年3月

国際協力事業団

金属鉱業事業団



1137521 (9)

## は し が き

日本国政府はホンデュラス共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置するサンアントニオ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査、物理探査及びボーリング調査の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。本調査は、平成8年度を第1年次とする1年次にあたり、金属鉱業事業団は8名の調査団を編成して平成8年8月26日から平成9年1月22日まで現地に派遣した。

現地調査は、ホンデュラス共和国天然資源省鉱山石油総局の協力を得て完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

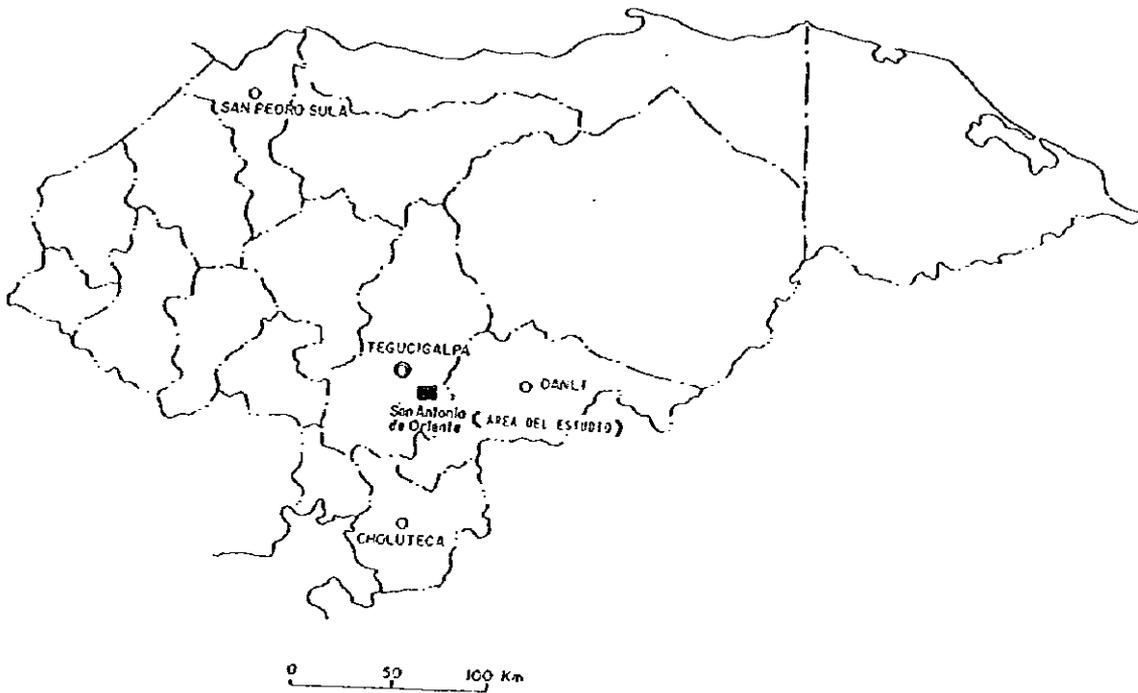
おわりに、本調査の実施にあたってご協力いただいたホンデュラス共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ホンデュラス共和国日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成9年2月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

金属鉱業事業団  
理事長 清瀧 昌三郎





第 I - 1 図 調査地域位置図



## 要 約

本報告書は、ホンデュラス共和国サンアントニオ地域において実施した資源開発協力基礎調査の結果をとりまとめたものである。

調査結果、総合評価及び次年度への探鉱指針をとりまとめると以下のとおりである。

### 調査結果

- ・主に中生代白亜系Yojoa層群の石灰岩類, Valle de Angeles層群の頁岩, 砂岩, 礫岩と第三系火山岩類から構成される。
- ・主要な鉱床を胚胎するYojoa層群の石灰岩類は層厚200m以上と見積もられる。
- ・断層や割れ目の方向は東西系(西北西—東南東系), 北西—南東系及び北東—南西系が卓越する。特に, 東西系の断層や割れ目は粘土化変質の分布を規制している。
- ・第三系火山岩類中に認められる粘土化変質は, 熱水作用によるもので鉱化作用と関連がある。
- ・本地域の鉱床は, 構造規制を強く受けた熱水鉱床と考えられる。
- ・既知鉱床から金の鉱化作用が認められ, 注目する必要がある。
- ・物理探査の結果, 鉱床は低比抵抗・高IP, 石灰岩は高比抵抗に解析され, 本タイプの鉱床探査に有効であることが判明した。

### 総合評価

本地域に広く分布する粘土化変質帯の地化学分析結果は, 直接鉱化作用を反映しており, 抽出された異常部の深部に鉱床賦存の可能性がある。

地化学分析で抽出された鉱徴地は, 東からLa Plomosa II, San Antonio de Oriente, El Portillo II, El Taladron, Capa Rosa Sur I 及びEl Gallo地区である。

さらにこれらの地区のうち, 深部に低比抵抗と高比抵抗が対で存在する地区が有望であり, La Plomosa II, San Antonio de Oriente, El Taladron, Capa Rosa Sur I に絞られる。

Capa Rosa Sur I は比抵抗構造から鉱脈型の可能性が考えられる。

### 次年度への探鉱指針

総合評価で述べた地区に対して, ボーリング調査が望まれる。

- 優先度 I La Plomosa II  
II San Antonio de Oriente  
III El Taladron



ホンデュラス共和国サンアントニオ地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
地域開発計画調査

目 次

はしがき  
調査地域位置図  
要約

第 I 部 総 論

第 1 章	調査概要	
1-1	調査の経緯及び目的	1
1-2	第 1 年次調査の範囲及び作業の概要	2
1-3	調査団の編成	2
1-4	調査期間及び調査量	3
第 2 章	調査地域の地理	
2-1	位置及び交通	7
2-2	地形及び水系	7
2-3	気候及び植生	7
第 3 章	一般地質	
3-1	既往調査の概要	9
3-2	ホンデュラスの地質概要	9
3-3	調査地域周辺の地質概要	13
第 4 章	調査結果の総合検討	
4-1	地質構造、鉍化作用の特性と鉍化規制について	17
4-2	地化学異常と鉍化作用との関係について	17
4-3	物理探査結果と鉍化作用、地質構造の関係について	18
4-4	鉍床賦存のポテンシャルについて	18
第 5 章	結論及び提言	
5-1	結 論	19
5-2	第 2 年次調査への提言	19

## 第II部 各 論

### 第1章 地質調査

1-1	調査目的	23
1-2	地質調査結果	
1-2-1	地質構造	23
1-2-2	鉱床, 鉱化作用	29
1-2-3	化学分析結果	31
1-2-4	粘土化変質作用	57
1-2-5	流体包有物均質化温度測定結果	63
1-3	考 察	65

### 第2章 物理探査

2-1	調査目的	71
2-2	調査方法	71
2-2-1	IP法	71
2-2-2	TEM法	73
2-3	調査結果	76
2-3-1	IP法	76
2-3-2	TEM法	103
2-4	考 察	
2-4-1	物理探査の調査結果と考察	127
2-4-2	今後の物理探査の課題	129

### 第3章 ボーリング調査

3-1	目 的	139
3-2	ボーリング工事	
3-2-1	作業概要	139
3-2-2	掘進状況	142
3-3	調査結果	
3-3-1	孔内地質	143
3-3-2	鉱化作用	147
3-3-3	考 察	148

### 第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結 論	149
第2章	第2年次調査への提言	151
	参考文献	153

## 【挿入図目次】

- 第I-1図 調査地域位置図
- 第I-2図 テグシガルバにおける降水量・平均気温
- 第I-3図 ホンデュラス共和国地質概要図
- 第I-4図 調査地域地質概要図
- 第I-5図 調査結果総合解析図
- 第II-1-1図 地質調査位置図
- 第II-1-2図 地質模式層序図
- 第II-1-3図 鉱微地位置図
- 第II-1-4図(1) 化学分析値のヒストグラム及び累積度数分布図 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, As)
- 第II-1-4図(2) 化学分析値のヒストグラム及び累積度数分布図 (Sb, Hg)
- 第II-1-5図(1) 地化学異常分布図(Au)
- 第II-1-5図(2) 地化学異常分布図(Ag)
- 第II-1-5図(3) 地化学異常分布図(Cu)
- 第II-1-5図(4) 地化学異常分布図(Pb)
- 第II-1-5図(5) 地化学異常分布図(Zn)
- 第II-1-5図(6) 地化学異常分布図(Fe)
- 第II-1-5図(7) 地化学異常分布図(S)
- 第II-1-5図(8) 地化学異常分布図(As)
- 第II-1-5図(9) 地化学異常分布図(Sb)
- 第II-1-5図(10) 地化学異常分布図(Hg)
- 第II-1-6図(1) 粘土鉱物分布図(1)
- 第II-1-6図(2) 粘土鉱物分布図(2)
- 第II-1-7図 流体包有物均質化温度ヒストグラム
- 第II-1-8図 MetalonII坑道分析値及びPb/(Pb+Zn)値
- 第II-1-9図 地化学分析試料のPb/(Pb+Zn)値分布図
- 第II-2-1図 物理探査位置図
- 第II-2-2図 測線・測点位置図
- 第II-2-3-1図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (A測線)
- 第II-2-3-2図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (B測線)
- 第II-2-3-3図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (C測線)
- 第II-2-3-4図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (D測線)
- 第II-2-3-5図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (E測線)
- 第II-2-3-6図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (F測線)
- 第II-2-3-7図 見掛比抵抗及び分極率断面図 (G測線)
- 第II-2-3-8図 見掛比抵抗平面図
- 第II-2-3-9図 分極率平面図
- 第II-2-4-1図 比抵抗構造断面図

- 第II-2-4-2図 比抵抗構造断面図
- 第II-2-4-3図 比抵抗構造断面図
- 第II-2-4-4図 比抵抗構造断面図
- 第II-2-4-5図 比抵抗構造断面図
- 第II-2-4-6図 比抵抗構造断面図
- 第II-2-4-7図 比抵抗構造平面図（地表下 0m）
- 第II-2-4-8図 比抵抗構造平面図（地表下 100m）
- 第II-2-4-9図 比抵抗構造平面図（地表下 200m）
- 第II-2-4-10図 比抵抗構造平面図（地表下 300m）
- 第II-2-5-1図 二次元シミュレーション解析図
- 第II-2-5-1図 二次元シミュレーション解析図
- 第II-2-6-1図 総合解析図（1）
- 第II-2-6-2図 総合解析図（2）
- 第II-3-1図 ボーリング調査位置図
- 第II-3-2図 ボーリング位置図
- 第II-3-3図 ボーリング柱状図概要

**【挿入表目次】**

- 第I-1表 調査計画及び折衝
- 第I-2表 現地調査団
- 第I-3表 現地指導監督
- 第I-4表 調査期間
- 第I-5表 調査内容及び数量
- 第I-6表 室内試験項目及び数量
- 第II-1-1表 La Plomosa地区鉱石分析結果比較表
- 第II-1-2表 統計数値及びしきい値
- 第II-1-3表 地区別，成分別地化学異常一覧表
- 第II-1-4表 流体包有物均質化温度測定結果一覧表
- 第II-1-5表 La Plomosa地区鉱石分析成分比率比較表
- 第II-2-1表 室内試験結果一覧表
- 第II-3-1表 孔別工事量及びコア採取率
- 第II-3-2表 掘進実績表

**【別添図目次】**

- P L. 1 地質平面図 (1:2,000)
- P L. 2-1 地質断面図 A—A´, B—B´ (1:2,000)
- P L. 2-2 地質断面図 C—C´, D—D´, E—E´ (1:2,000)
- P L. 3 鉱物研究試料採取位置図及び詳細スケッチ位置図 (1:5,000)
- P L. 4 地化学分析試料採取位置図及び詳細スケッチ位置図 (1:5,000)
- P L. 5 地表スケッチ及び坑道スケッチ (1:200~1:1,000)
- P L. 6 ボーリング地質断面図(1:2,000)

【巻末資料目次】

[ 地質調査 ]

- AP. 1-1 採取試料一覧表 (岩石・鉱石)
- AP. 1-2 化学分析結果一覧表 (岩石・鉱石)
- AP. 1-3 薄片観察結果一覧表及び薄片顕微鏡写真
- AP. 1-4 研磨片観察結果一覧表及び研磨片顕微鏡写真
- AP. 1-5 X線回折結果一覧表

[ ボーリング調査 ]

- AP. 3-1 孔別掘進作業総括表
- AP. 3-2 孔別時間総括表
- AP. 3-3 主要機材・設備表(1)(2)
- AP. 3-4 消耗品使用明細表(1)(2)
- AP. 3-5 ダイヤモンドビット成績表
- AP. 3-6-1 掘進実績表(MJHS-1)
- AP. 3-6-2 掘進実績表(MJHS-2)
- AP. 3-6-3 掘進実績表(MJHS-3)
- AP. 3-6-4 掘進実績表(MJHS-4)
- AP. 3-6-5 掘進実績表(MJHS-5)
- AP. 3-7-1 ボーリング調査成果表 MJHS-1
- AP. 3-7-2 ボーリング調査成果表 MJHS-2
- AP. 3-7-3 ボーリング調査成果表 MJHS-3
- AP. 3-7-4 ボーリング調査成果表 MJHS-4
- AP. 3-7-5 ボーリング調査成果表 MJHS-5
- AP. 3-8-1 ボーリング柱状図 (MJHS-1)
- AP. 3-8-2 ボーリング柱状図 (MJHS-2)
- AP. 3-8-3 ボーリング柱状図 (MJHS-3)
- AP. 3-8-4 ボーリング柱状図 (MJHS-4)
- AP. 3-8-5 ボーリング柱状図 (MJHS-5)
- AP. 4-1 採取試料一覧表 (岩石・鉱石)
- AP. 4-2 鉱石化学分析一覧表
- AP. 4-3 薄片観察結果一覧表及び薄片顕微鏡写真
- AP. 4-4 研磨片観察結果一覧表及び研磨片顕微鏡写真
- AP. 4-5 X線回折結果一覧表

**【付 帯 資 料 目 次】**

**[ 地 質 調 査 ]**

- a) ルートマップ
- b) 岩石及び鉍石サンプル
- c) 岩石薄片
- d) 鉍石研磨片
- e) 作業状況記録写真
- f) フロッピーディスク及び出力表

**[ 物 理 探 査 ]**

- a) フロッピーディスク及び出力表
- b) 作業状況記録写真

**[ ボ ー リ ン グ 調 査 ]**

- a) 岩石及び鉍石サンプル
- b) 岩石薄片及び鉍石研磨片
- c) ボーリング柱状図 ( 1 : 2 0 0 )
- d) 孔別作業状況記録写真
- e) 全コアのカラー写真



# 第 I 部 總 論



## 第1章 調査概要

### 1-1 調査の経緯及び目的

ホンデュラス共和国は、国土面積 112,442 km<sup>2</sup>の広さを有し、人口は 550万人 (1994年) である。

ホンデュラスでの鉱物資源の利用は古く、15世紀末以前のマヤ文明では既に金属を使用しており、遺跡からは金、銀、銅の装飾品が発掘されている。

植民地時代には、カリブ海沿岸地域を中心に砂金の採取が活発に行われ、その後鉱山からの採掘も開始された。

1821年の独立以後、鉱業は同国の経済の重要な産業であったが、政情不安や乱掘などにより次第に衰退した。

現在稼行中の鉱山は、中米最大の鉱山である El Mochito(エルモチト)鉱山 (銀、鉛、亜鉛) や San Andres(サンアンドレス) 鉱山 (金、銀) ほかわずかである。

GDPに占める鉱業生産額は 1.9%(1992年)と高くはないが、他の中米諸国と比較すると鉱業の経済に占める割合は大きく、政府は鉱業部門への投資の活発化を重点課題の一つとして重視している。

鉱業を管轄する政府機関は天然資源省鉱山石油総局 (Secretaría de Recursos Naturales, Dirección General de Minas e Hidrocarburos: DGMH) であり、その活動は国連回轉基金、米州開発銀行等の国際機関及び先進諸国の技術援助による協力プロジェクトが中心である。

日本国政府による援助では、1977年から1979年にかけてのホンデュラス西部地域 (資源開発基礎調査) の調査や1993年のJICAの技術協力による Agua Fria(アグア フリア) 鉱床の鉱量調査がある。

また、1987年から1992年にかけては、フランスのBRGMがホンデュラス国内 234鉱床を調査した。その結果、有望鉱床として San Antonio de Oriente(サンアントニオ デ オリエンテ) 鉱床等が選ばれ、さらにボーリング調査が実施されている。

San Antonio de Orienteにおいて実施されたボーリング調査で、埋蔵鉱量 153万ト、銀品位 27 3g/t、鉛品位 3.08%、亜鉛品位 2.30% が確認され、フィージビリティスタディの結果、さらに 50~130万トの鉱量があれば開発可能であると判断された。

鉱床は頁岩が選択的に鉱化されて生じた層状鉱床であると解釈され、南西方向に鉱床延長部が期待されることが判明した。また、第三紀凝灰岩中に浅熱水性鉱床賦存の可能性もあり、物理探査を含む総合的な探査が必要と判断された。

本調査は、ホンデュラス政府の要請を受け、日本国政府が鉱物資源調査を実施するものであり、1996年7月2日付けで調印された Scope of Work に基づき調査を開始した。

調査の目的は、本地域において地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、既知鉱床の鉱量増大をはかるとともに新鉱床を発見することである。

さらに、本調査を通じてカウンターパートである DGMH に対し調査・解析手法の技術移転をはかるとを目的とする。

### 1-2 第1年次調査の範囲及び作業の概要

本調査は、1996年度を第1年次として2年間行われるものである。第1年次の調査範囲は、4km<sup>2</sup>を対象とし、銀を含む鉛・亜鉛鉱床の地質調査、物理探査及びボーリング調査である。

地質調査は日本人技師1名とカウンターパート3名で、物理探査は日本人技師3名とカウンターパート2名、またボーリング調査は日本人技師4名とカウンターパート3名で実施した。

### 1-3 調査団の編成

調査団の編成は、調査計画及び折衝、現地調査団及び現地指導監督からなり、次表のとおりである。

第I-1表 調査計画及び折衝

日本側			ホンデュラス共和国側		
(氏名)	(所属)		(氏名)	(所属)	
西川 信康	金属鉱業事業団		Yolanda Rodriguez	SRN	
高橋 健一	国際協力事業団		Miguel Villeda Villela	DGMH	
日黒 清太郎	金属鉱業事業団 (メキシコ事務所)		Victor M. Guadron	DGMH	
			Pedro O. Mejia	DGMH	

第I-2表 現地調査団

日本側			ホンデュラス共和国側		
(氏名)	(役割)	(所属)	(氏名)	(役割)	(所属)
橋本 守男	(団長・地質)	MINDECO	Pedro O. Mejia	(総括)	DGMH
齋藤 章	(物探)	MINDECO	Jose R. Irias	(地質)	DGMH
トリス マルティン	(同)	MINDECO	Jose A. Lozano	(同)	DGMH
大橋 正	(同)	MINDECO	Carlos F. Gutierrez	(物探)	DGMH
小肩 雅之	(ボーリング)	MINDECO	Lesry C. Andara	(同)	DGMH
角本 信利	(同)	MINDECO	Rori A. Padilla	(ボーリング)	DGMH
山角 光繁	(同)	MINDECO	Alberto W. Reina	(同)	DGMH
長谷川 仁	(同)	MINDECO	Hugo C. Avilez	(同)	DGMH

MINDECO : 三井金属資源開発株式会社

SRN : Secretaría de Recursos Naturales

DGMH : Dirección General de Minas e Hidrocarburos

第I-3表 現地指導監督

(氏名)	(所属)
五十嵐 吉昭	金属鉱業事業団

( )

1-4 調査期間及び調査量

調査期間は次表のとおりである。

第I-4表 調査期間

項目 \ 期間	1996年					1997年	
	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
計画・準備	25						
現地調査	26					22	
解析・報告書		26					28

調査量は以下のとおりである。

第I-5表 調査内容及び数量

調査内容	調査数量																				
地質調査	調査面積 踏査ルート長		4km <sup>2</sup> 30km																		
物理探査	TEM法 測線延長	16km	<table border="1" data-bbox="922 658 1270 831"> <tr> <td>A~J測線</td> <td>: 1,000m</td> </tr> <tr> <td>K測線</td> <td>: 900m</td> </tr> <tr> <td>L~N測線</td> <td>: 700m</td> </tr> <tr> <td>O~S測線</td> <td>: 600m</td> </tr> </table>	A~J測線	: 1,000m	K測線	: 900m	L~N測線	: 700m	O~S測線	: 600m										
	A~J測線	: 1,000m																			
K測線	: 900m																				
L~N測線	: 700m																				
O~S測線	: 600m																				
IP法 測線延長	7km ( A~G測線 : 1,000m )	7本 560点																			
ボーリング調査	<table border="1" data-bbox="689 1249 1225 1496"> <thead> <tr> <th>孔番号</th> <th>傾斜</th> <th>掘進長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MJHS-1</td> <td>-90°</td> <td>300m</td> </tr> <tr> <td>MJHS-2</td> <td>-90°</td> <td>300m</td> </tr> <tr> <td>MJHS-3</td> <td>-90°</td> <td>300m</td> </tr> <tr> <td>MJHS-4</td> <td>-90°</td> <td>300m</td> </tr> <tr> <td>MJKS-5</td> <td>-90°</td> <td>249.8m</td> </tr> </tbody> </table>	孔番号	傾斜	掘進長	MJHS-1	-90°	300m	MJHS-2	-90°	300m	MJHS-3	-90°	300m	MJHS-4	-90°	300m	MJKS-5	-90°	249.8m		計5孔 1,449.8m
孔番号	傾斜	掘進長																			
MJHS-1	-90°	300m																			
MJHS-2	-90°	300m																			
MJHS-3	-90°	300m																			
MJHS-4	-90°	300m																			
MJKS-5	-90°	249.8m																			

室内試験項目及び数量は以下のとおりである。

第1—6表 室内試験項目及び数量

調査内容	試験項目	数量
地質調査	①岩石薄片 ②鉱石研磨片 ③粉末X線回折 ④流体包有物均質化温度測定 ⑤化学分析(岩石) 分析成分: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, As, Sb, Hg ⑥化学分析(鉱石) 分析成分: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, As, Sb, Hg, Cd, In, Ga	30件 15件 150件 5件 302件  42件
物理探査	①比抵抗測定 ②分極率測定	30件 30件
ボーリング調査	①岩石薄片 ②鉱石研磨片 ③粉末X線回折 ④化学分析(鉱石) 分析成分: Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, As, Sb, Hg, Cd, In, Ga	22件 14件 60件 20件

0

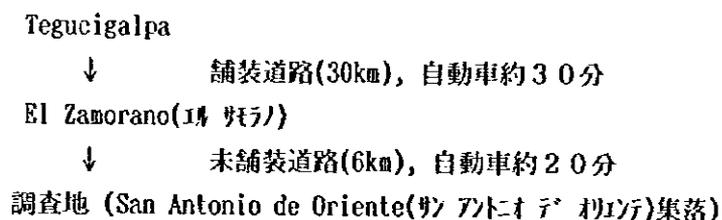
(1)

(2)

## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

San Antonio地域は、ホンデュラス共和国の首都Tegucigalpa(テグシガパ)の東南東約30kmに位置する。調査地に至るには；



### 2-2 地形及び水系

ホンデュラスでは北部の海岸地帯は平坦地または丘陵地となるが、国土の65%が山岳地帯で、平均標高1,000m~1,500mの高原地帯が中央部から南部にかけて横たわっている。

調査地域は高原地帯に属し、標高1,000mから1,400mまでの比較的急峻な地形を示す。

調査地内の水系は、北北西-南南東及び東西方向を示すものが顕著である。

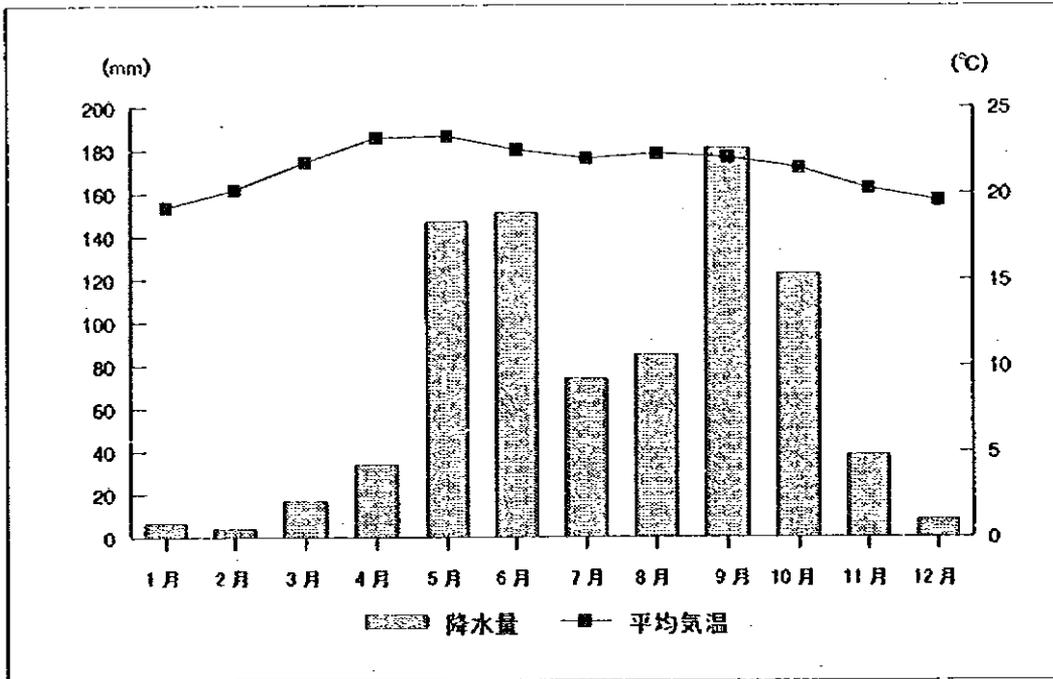
### 2-3 気候及び植生

ホンデュラスの気候は海岸地方が高温多湿の熱帯性気候であるのに対し、高原地帯は比較的気温が低い。

高原地帯にある首都Tegucigalpaでは、月平均気温が1月の19.2°Cから5月の23.3°Cまでを示し年間の温度変化は小さい。5月から11月が雨期にあたり、750mmから1,500mmの降雨があるが、残りの期間は乾燥する。(第I-2図)

北部の海岸地方では乾期が短く、熱帯雨林に覆われているが、調査地域を含む内陸には松や桧が茂り、乾燥した盆地にはサバンナが広がる。

調査地域内には毒蛇、サソリ、ダニなどが棲息している。



第1-2図 テグシガルパにおける降水量・平均気温

## 第3章 一般地質

### 3-1 既往調査の概要

本地域の調査の記録は、Svanholm(1968)によれば、1927年のJuan Miguel Callejasの情報をもとにしたHerbert RoseのメモとCusting Helling F.による1966年の報告書とが知られている。両者とも図面類がなく詳細は不明であるが、水平～緩傾斜の鉛脈が数本あったと報告している。

Svanholm(1968)はコンパスと間縄を使用して4千分の1の地質予察を実施した。そして火山岩中の鉛化作用を確認するとともに、数箇所の旧坑のうち3箇所の取り開けを行い、坑道内での亜鉛鉛化作用も確認している。

1987年から1992年にかけては、フランスのBRGMがホンデュラス国内 234鉛床を調査した。その結果、有望鉛床としてSan Antonio de Oriente鉛床等が選ばれた。

フランスBRGMとDGMHによる本地域での探鉛は、フェーズI (1987-1989) とフェーズII (1991-1992) に分かれ、フェーズIでは地質調査、物理探査(自然電位法、磁気探査法、IP法、比抵抗法、流電電位法)とボーリング調査(3孔、計443m)が、フェーズIIでは地質調査、ボーリング調査(10孔、1,808m)が実施された。

さらに、DGMHは1995年にJICA専門家の技術指導のもとに1孔のボーリング(S-10<sup>2</sup>; 247m)を実施した。

### 3-2 ホンデュラスの地質概要(第I-3図参照)

ホンデュラスは、メキシコ南部よりグアテマラを経て、西インド諸島に連なる東西系ないし北東-南西系の構造線と、ニカラグア-コスタリカ-パナマに連なる北西-南東系の構造線との交錯する地域にあたる。

ホンデュラスは三つの構造区よりなり、グアテマラより連続する中米北部山脈区(Sierra of Northern Central America)が同国中部及び西部地域の大半を占める。その一般褶曲軸方向は北東-南西方向と東西方向の2方向が交錯し、東部はニカラグアとの国境にかけて北東-南西方向が卓越している。太平洋岸沿いには第四紀の火山帯が北西-南東方向に走り第二の構造区Pacific Volcanic Chainを形成し、この中間部が第三の構造区Volcanic Range And Plateauで主として第三紀の火山岩類からなっている。

Sierra of Northern Central America構造区は主として古生代の変成岩類、中生代の堆積岩類及びこれらに貫入した火成岩類から構成される。

ホンデュラスの基盤をなす古生層は、上位のPetén(ペテン)層と下位のCacaguapa(カカグアパ)層に分けられる。本層はグアテマラ国境より東西方向に延長し、当国北部及び東部の主要部を占めて分布する。古生層は白亜紀または第三紀の深成岩類により貫かれている。

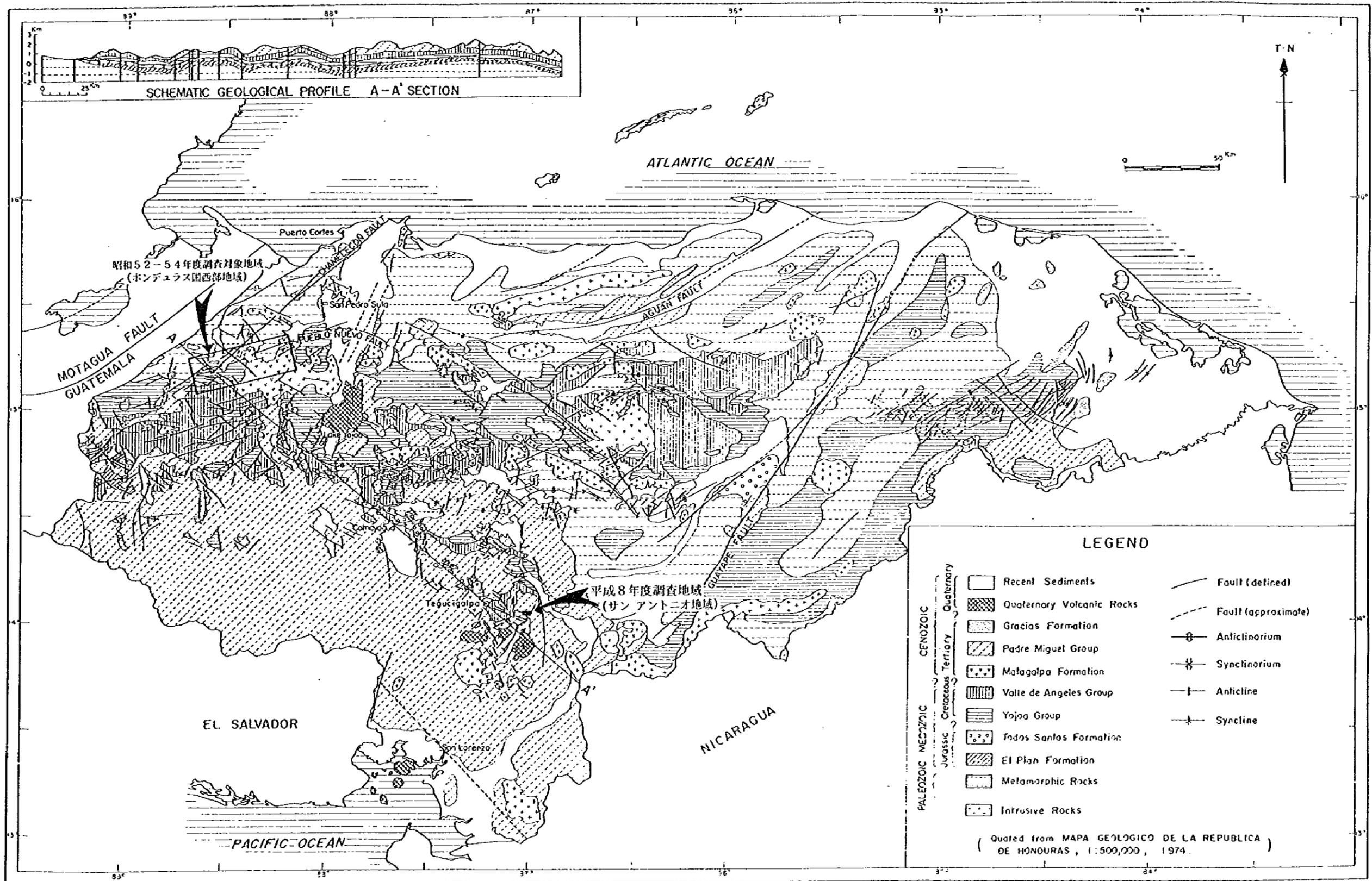
中生層は、ジュラ紀のHonduras層群、白亜紀下部のYojoa(ヨア)層群及び白亜紀上部のValle de Angeles(バジェ デ アハリス)層群に大きく分けられ、主に当国の中央部を占め南部側で第三紀火山岩類と接している。

0

( )

( )





第1-3図 ホンデュラス共和国地質概要図



第三紀火山岩類は、主として漸新世～中新世のPadre Miguel(パドレ ミゲル)層群が南部一帯を広く覆っている。

第四紀の火山岩類は、玄武岩及び安山岩が極めて局部的に分布している。

### 3-3 調査地域周辺の地質概要 (第 I-4 図参照)

調査地域周辺の地質は、中生代白亜系Yojoa層群の石灰岩類及びValle de Angeles層群の頁岩、砂岩、礫岩及び石灰岩とこれらを不整合に覆う第三系Matagalpa(マタガパ)層の安山岩・玄武岩類及びPadre Miguel層群の凝灰岩、イグニブライトと第四系玄武岩類から構成される。

Yojoa層群はボーリング調査で確認されているだけで、地表部では調査地内でも周辺でも確認されていない。この石灰岩類は含まれる有孔虫からAtima(アティマ)層に対比されている (DGMH-BRGM, 1992)。主要な鉱床はこの層準に胚胎されている。

Valle de Angeles層群は、下部のVilla Nueva(ヴィジャヌエバ)層と上部のRio Chiquito(リオチキト)層に細分される。岩相は類似しているが、Rio Chiquito層の方が相対的に細粒を呈す。両者の関係は整合関係にある。

調査地域のValle de Angeles層群はVilla Nueva層に対比され、地窓状にPadre Miguel層群中に認められる。岩質は石英の円礫を多量に含む細粒から粗粒の礫岩、砂岩および頁岩で礫岩、砂岩はしばしば赤色を呈する。上位の砂岩を含む頁岩層は上部のRio Chiquito層に対比される可能性がある。

第三系Matagalpa層は極めて局部的に分布しているにすぎない。また、Padre Miguel層群は、本調査地内において広範囲に熱水変質作用を被っており、白色化が著しい。その一部には、鉛・亜鉛の鉱化作用が認められる。

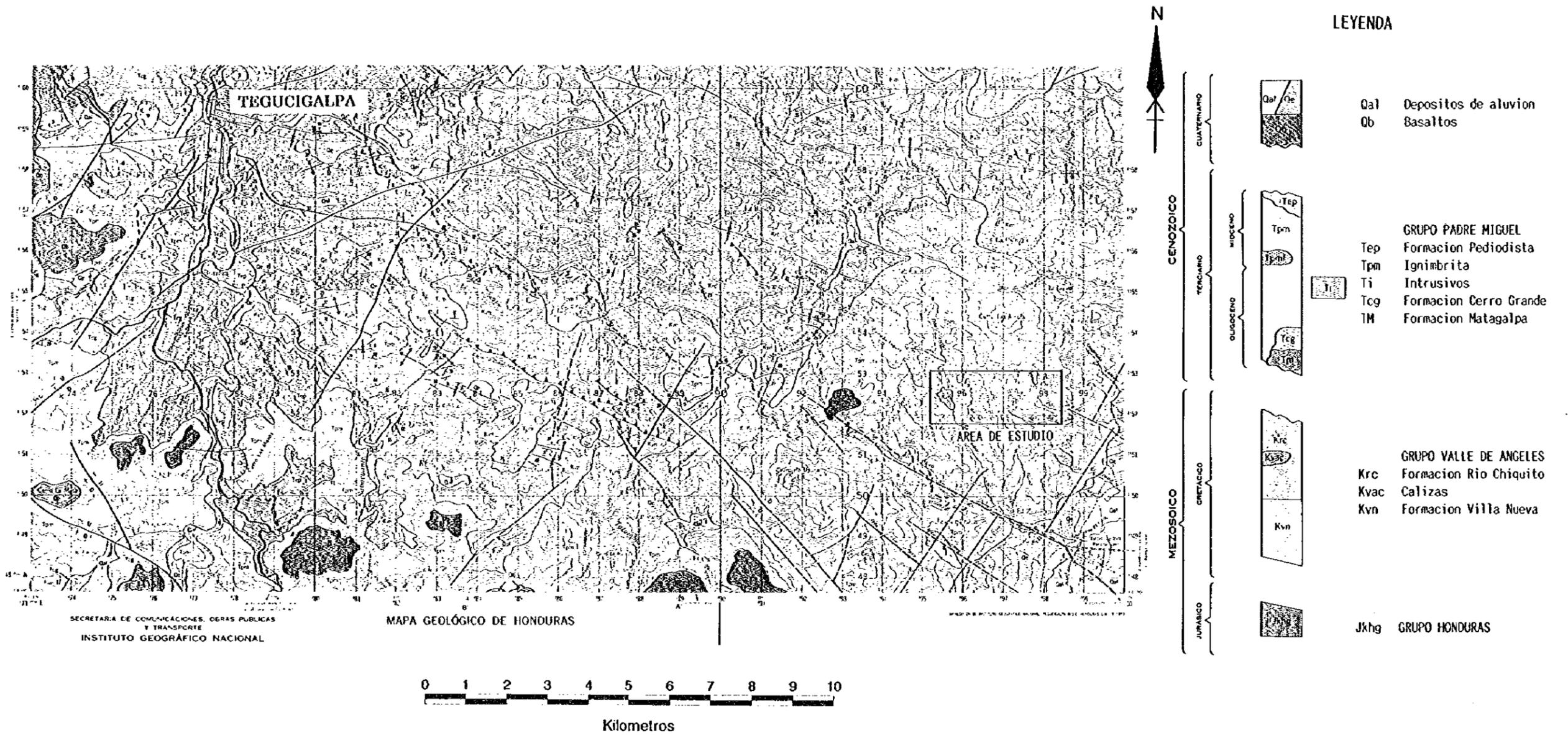
第四紀の玄武岩はEl Gallo(エルガッロ)西方の尾根に認められる。

3

4

5





第1-4図 調査地域地質概要図



## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 地質構造、鉱化作用の特性と鉱化規制について

本年度の調査では、まずLa Plomosaにある旧坑群を調査し、既知鉱床の性格を明らかにするよう努めた。その結果以下の特徴がみられた。

- ① 閃亜鉛鉱の産状は塊状、鉱染状、縞状及び脈状を示すが、鏡下では産状の差による鉱物組成に大差がない。
- ② フランボイダル状黄鉄鉱が認められ、頁岩と同時に沈殿したのも存在する可能性がある。
- ③  $Cu/(Pb+Zn)$ 及び $Au/Ag$ は極めて小さくマッカーサー型鉱床と類似し、 $Pb/(Pb+Zn)$ は鉱体の外側に向かい高くなる。
- ④ 流体包有物の均質化温度は比較的高温を示し、鉱床が浅熱水～中熱水の領域で沈殿したことを示唆している。
- ⑤ ボーリングの結果、既知鉱床を胚胎しているAtima層の石灰質頁岩を確認したが鉱石部は捕捉できなかったことから、鉱床は構造規制を強く被っているといえる。
- ⑥ 一部にAu品位の高い箇所（最大5.37g/t）がみられた

一方、第三紀火山岩類中には東西方向に粘土化変質帯が広く分布している。この粘土化変質帯の性質を探り、鉱化作用との関係を検討した。その結果

- ① 粘土化帯中に鉱染状、脈状の方鉛鉱の鉱微が認められた。
- ② 粘土は大部分明礬付/スズ付混合層鉱物から構成され、中性熱水作用により生成された。
- ③ 重晶石の沸騰を示す流体包有物均質化温度から、地表部の粘土化帯は140℃前後で生成した。
- ④ ボーリングで捕捉された閃亜鉛鉱細脈は、地表の粘度化変質帯との位置関係から、同じ熱水からの生成と考えられ、既知鉱床の鉱石と鉱物組成が類似している。

等が判明した。

以上の結果から、地表に広く分布している粘土化変質帯は熱水鉱化作用のハローと考えられ、既知鉱床と一連の鉱化作用と推定される。

### 4-2 地化学異常と鉱化作用との関係について

上述したように、地表で広く分布している粘土化変質が熱水鉱化作用のハローと解釈されることから、地化学異常は直接鉱化作用を反映していると考えられる。

Metalon II坑道の鉱石分析結果を検討した結果、 $Pb/(Pb+Zn)$ 値は鉱床の外側に向かい高くなる傾向が認められた。一方、La Plomosa II地区の分析結果をみると $Pb/(Pb+Zn)$ 値が高いことから、La Plomosa II地区は鉱床または鉱体の外側部にあたると思われる。

さらに、La Plomosa II地区の化学分析結果と既知鉱床 (Metalon II坑道) の化学分析結果の比較から、外側部にあたるLa Plomosa II地区はAg, As, Sbが高いことが判明した。

したがって、地化学分析結果Pb/(Pb+Zn)が高く、Ag, As, Sbの3成分の異常が認められる箇所は鉱化帯の外側部に相当する可能性があり、一般にその深部に向かい鉱化帯の中心に向かうことが予想される。

#### 4-3 物理探査結果と鉱化作用、地質構造の関係について

本年度の物理探査の結果、黄鉄鉱を伴う鉛・亜鉛の既知鉱床は、当初の予想通り低比抵抗・高I Pを示し、また石灰岩は高比抵抗を示した。

したがって、本地域の鉱床におけるI P法、TEM法の有効性が証明されたと考えられる。

しかし、本年度のボーリングは、物理探査で低比抵抗・高I Pを示した箇所で実施されたにもかかわらず、優勢な鉱床を捕捉することができなかった。ボーリングコアからは微細な黄鉄鉱が鉱染状を呈して普遍的に認められており(分析結果Fe値は約2%を示した)、黄鉄鉱が低比抵抗・高I Pを示した要因と考えられる。

本地域の優勢な鉱化作用は石灰質頁岩中に認められ、この下位に石灰岩が分布していることから、このような地質構造を示す箇所、つまり低比抵抗と高比抵抗が対になって表れる箇所が有望地区と考える。

#### 4-4 鉱床賦存のポテンシャルについて

地化学分析結果から各成分毎に異常部を抽出すれば、La PlomosaからEl Galloにいたる熱水変質帯の下部に鉱床賦存の可能性がある。

地化学異常のうち、Ag, As, Sbの3成分が異常を示す箇所の深部がポテンシャルが高いことから、これらの異常を示す箇所として、東からLa Plomosa II, San Antonio de Oriente, El Taladron, Capa Rosa Sur I, El Galloが挙げられる。

さらに、深部にAtima層の石灰質頁岩が存在すればかなりまとまった鉱量が期待できる。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結論

本年度調査において得られた結論を、以下に述べる。

- ・本年度の調査の結果から、本地域の鉱床は、構造規制を強く受けた熱水鉱床と考えられる。
- ・地表に広く分布している粘土化変質帯は浅熱水鉱化作用のハローと解釈され、地化学異常は直接鉱化作用を反映しているものと考えられる。
- ・地化学分析成分のうち、特にAg, As及びSbが示す異常帯の深部が有望である。
- ・物理探査の結果、既知鉱床が低比抵抗を示し、その下位の石灰岩が高比抵抗に解析された。

以上のことから、①地化学分析結果 Ag, As, Sbの異常が認められた箇所に、②物理探査で深部に低比抵抗とその下位に高比抵抗が解析された箇所が重複する地区が鉱床賦存のポテンシャルが高いと考えられる(第I-5図)。

### 5-2 第2年次調査への提言

上述のポテンシャルの高い地区として、優先順に下記地区が挙げられ、さらなる調査が必要と考える。

(1) La Plomosa地区では、La Plomosa谷を走る西北西—東南東の断層によって既知鉱床を胚胎するAtima層の石灰岩類が転移している。谷の北側には本年度調査で品位を確認した鉱微地(La Plomosa II)が存在している。さらに、尾根の斜面にはDGMH-BRGMによるトレンチが実施されており、銀の異常を報告している。

このLa Plomosa II地区では、本年度の物理探査(TEM, IP)によって比抵抗異常が確認されている。

深部に鉱化したAtima層の石灰質頁岩が期待され、地形上傾斜ボーリングによる調査が必要である。

(2) 第三紀火山岩類の分布する地区では、San Antonio de Oriente地区が第1の有望地としてあげられる。地化学分析の結果で10成分中の内4成分(Ag, Cu, Pb, Zn)に異常が認められた。

本地区では物理探査(TEM)で低比抵抗異常が解析されている。

深部に鉱化したAtima層の石灰質頁岩が期待され、地形上傾斜ボーリングによる調査が必要である。

(3) El Taladronでは地化学分析の結果で3成分(Sb, Fe, Zn)の異常が認められた。本地区では物理探査(TEM)で低比抵抗異常と高比抵抗帯が解析されている。

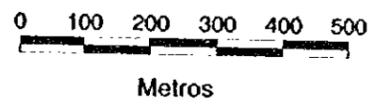
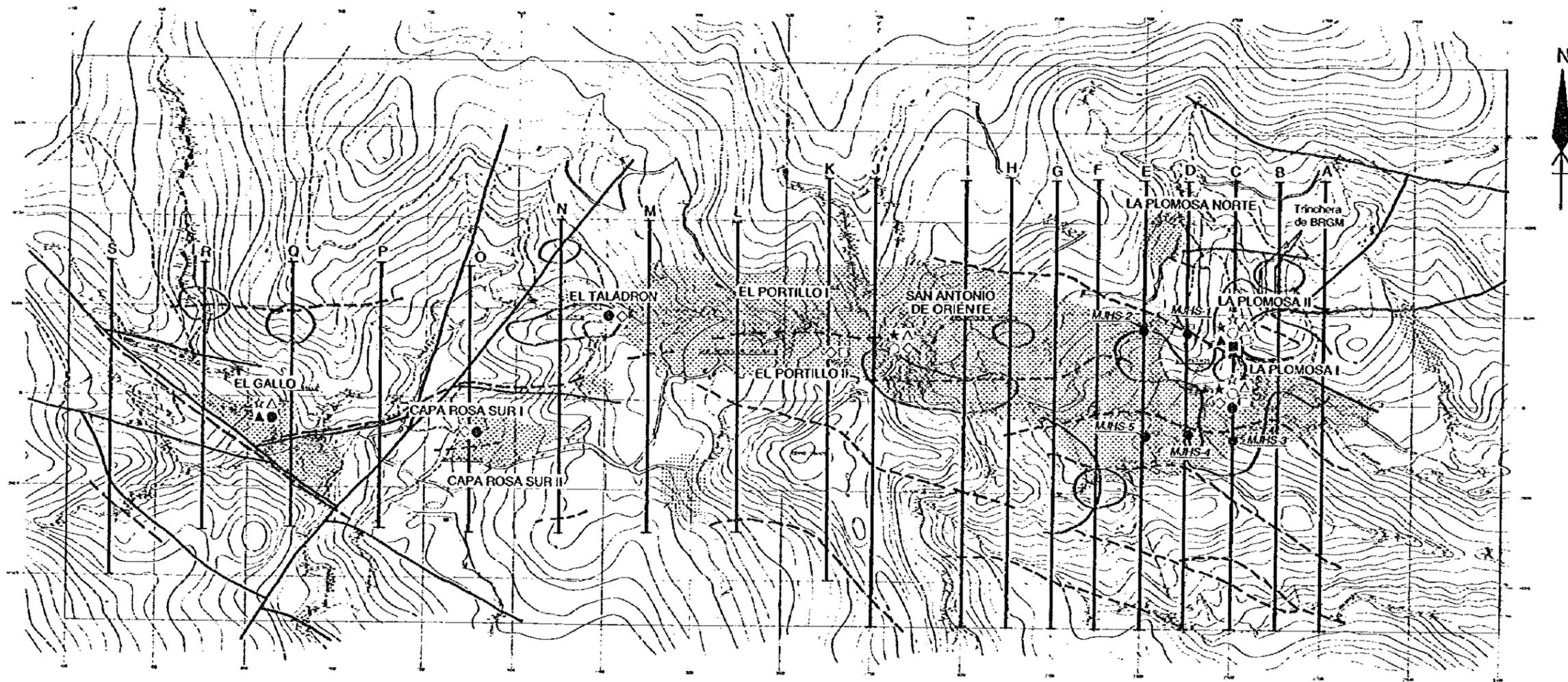
深部に鉱化したAtima層の石灰質頁岩が期待され、ボーリングによる調査が必要である。

0

( )

)





LEYENDA

- |  |   |  |    |  |                 |
|--|---|--|----|--|-----------------|
|  | Zona alterada hidrotermal                             |  | Au |  | Linia de perfil |
|  | Falla   |  | Ag |  |                 |
|  | Linia de discordancia para estructura de resistividad |  | Cu |  |                 |
|  | Anomalia de TEM                                       |  | Pb |  |                 |
|  | Anomalia de IP  |  | Zn |  |                 |
|  |   |  | As |  |                 |
|  |   |  | Sb |  |                 |
|  |   |  | Hg |  | Perforacion     |

第 I - 5 図 調査結果総合解析図



## 第 II 部 各 論



## 第1章 地質調査

### 1-1 調査目的

調査地域4km<sup>2</sup>を対象とした地質調査、鉱微地調査及び旧坑調査を行った(第II-1-1図)。

調査地域の地質についてはホンデュラスDGMHとフランスBRGMにより調査がなされている。

従って本調査では、地質は既存地質図の地質境界を確認する程度にとどめ、鉱微地の地質鉱床の特徴の把握を主目的とした地質調査を行った。特に、既に確認されている白亜紀堆積岩中の鉱化作用と第三紀火山岩類中に広く認められている白色粘土化変質作用との関連を解明することを重点とした。

具体的には、ポケットコンパスと間縄を活用し、鉱微地(含旧坑)及び重要な露頭では、縮尺200分の1~1,000分の1の調査及びカラー写真撮影を行い、岩石及び鉱石試料を採取した。

試料は顕微鏡観察、X線回折及び化学分析に供した。

調査班は、日本人技師1名とカウンターパート技師1名及び助手で構成した。

地質調査の結果を、縮尺2千分の1の地質図(Pl. 1, Pl. 2-1, Pl. 2-2)にまとめた。

### 1-2 地質調査結果

#### 1-2-1 地質構造

本地区の地質はDGMH-BRGM(1992)によって纏められており、地質区分はそれに従った。

調査地域は、中生代白亜系Yojoa層群の石灰岩類、Valle de Angeles層群の頁岩・砂岩・礫岩・石灰岩とこれらを不整合に覆う第三系Matagalpa層の安山岩類、Padre Miguel層群のイグニブライト、凝灰岩及び第四系玄武岩類から構成される(第II-1-2図)。

#### (1) Yojoa層群

一部に赤色砕屑岩類を挟むが、大部分は石灰岩類より成る。

石灰岩類は、良く成層した厚い石灰岩、頁岩、石灰質頁岩、マール、ドロマイト、石灰質砂岩及び石灰岩礫岩などから構成されている。

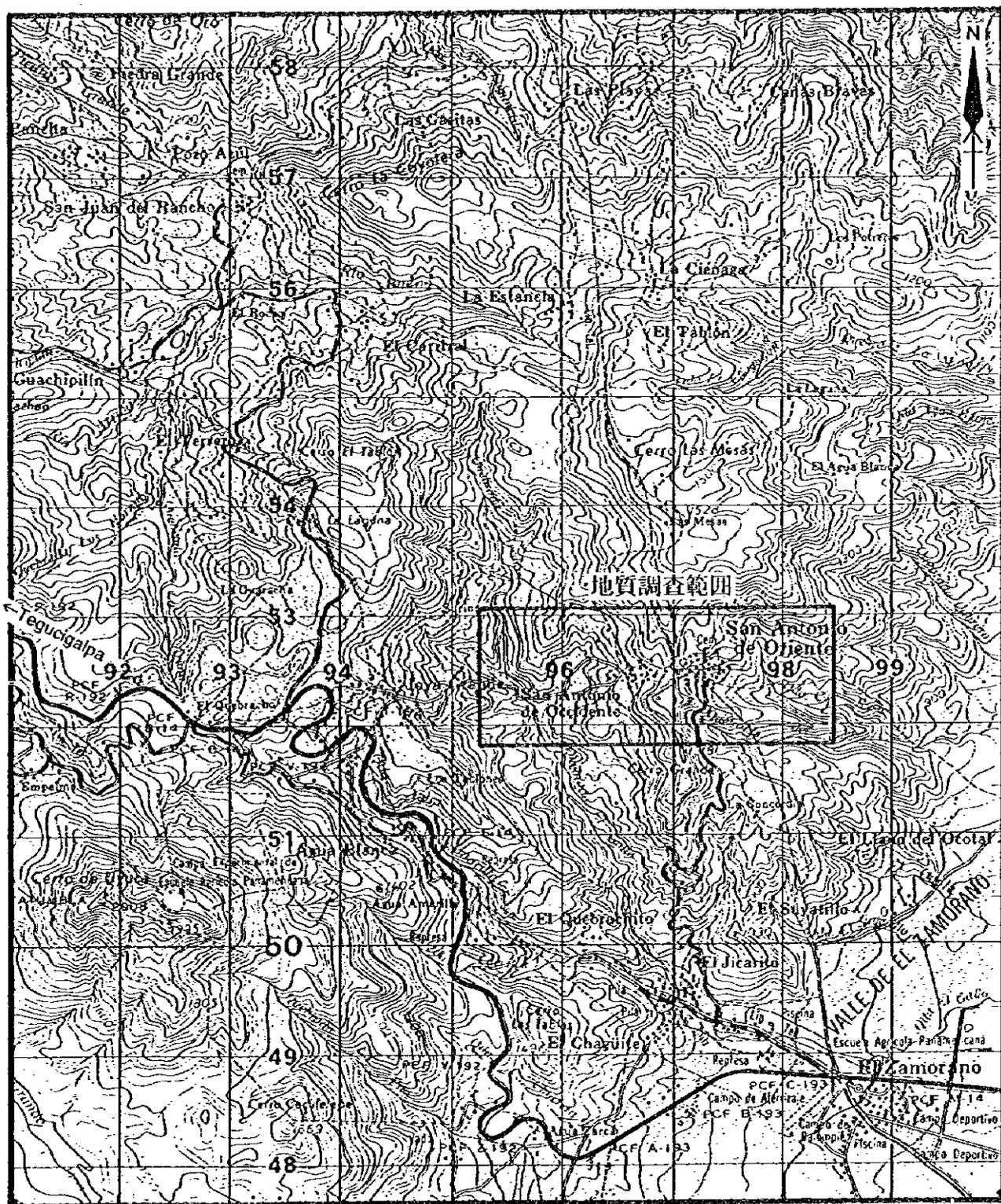
調査地域では、ボーリング調査でしか確認されておらず、この層をValle de Angeles層群の挟みとする考えもあるが、DGMH-BRGMは石灰岩類に含まれる有孔虫からYojoa層群上部のAtima層に対比した。本報告書もDGMH-BRGMに従ってこの石灰岩類をAtima層に対比した。

本層は、調査地周辺の地表部では確認されていない。今年度の調査でもボーリングで確認されたにすぎないが、コアには多量の化石(有孔虫、二枚貝、腹足類、ウニ類、海綿など)が含まれており正確な時代の同定が必要である。

主要な鉱床はこの層準に胚胎されている。

#### (2) Valle de Angeles層群

Valle de Angeles層群は、主に赤色砂岩・礫岩からなる下部のVilla Nueva層と主に赤色頁岩・赤色砂岩からなる上部のRio Chiquito層に2分される。岩相は類似しているが、Rio Chiquito層

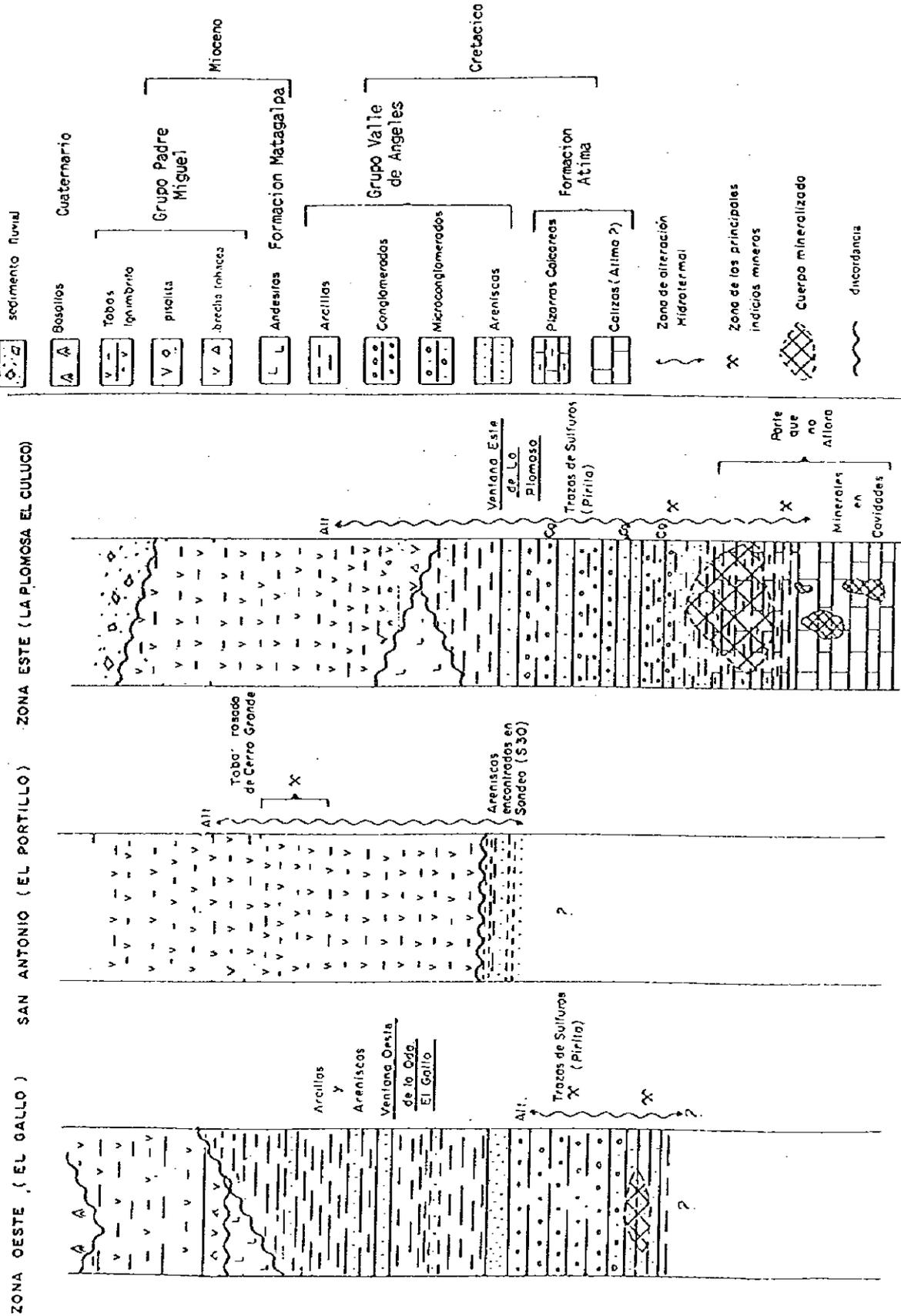


Escala 1: 50,000



第II-1-1 図 地質調査位置図

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL DISTRITO SAN ANTONIO DE ORIENTE



第II-1-2 地質模式層序圖

の方が相対的に細粒を呈す。両者の関係は整合関係にある。

調査地域の地表部白亜紀層は、Padre Miguel層群分布地域の内座層として地窓状に小分布している。それらは、調査地域東部のLa Plomosa(ラ プロモサ)地区と調査地域西部のEl Gallo地区～El Taladron(エル タラドロン)地区に露出している。西方の本層群の分布状況、地質構造及び岩相から、北側の赤色頁岩・赤色砂岩層がRio Chiquito層に、南側の赤色砂岩・礫岩層がVilla Nueva層に対比される可能性が高いが、本報告書ではDGMH-BRGM (1992) の分類に従い、本層をVilla Nueva層とした。

La Plomosa地区では、やや複雑な地質構造を示している。La Plomosa鉱床周辺部では断層及び変質により構造、層序は明瞭でない。全体的にみると地層は南側が急傾斜で北側が緩傾斜となっている。岩質は南側に礫岩、粗粒砂岩及び頁岩が露出し、北側は赤色を帯びた細粒砂岩、頁岩となっている。本層群と上位の第三系火山岩類とは不整合関係及び断層関係で接しているのが地表及び旧坑調査で確認された。

El Gallo地区では、本層群は断層によって切られてはいるものの、比較的単調な地質構造を示しており、ほぼ西北西—東南東の走向を示し、El Taladron西部の一部を除いては北に急傾斜となっている。El Taladron西部では南に急傾斜して地層は逆転しており、北東—南西方向の断層による影響とみられる。岩質は、南から北に向けて礫岩、砂岩、頁岩と細粒になり、大半が赤色を帯びている。礫岩(H11)は鏡下では細粒～中粒砂岩質の基質に最大径4 cmまでの石英の円礫～亜円礫を多量に含んでおり、他に珪質片岩、珪岩等の礫が僅かに認められる。礫岩は大部分が塊状を呈し、層厚は100m以上と見積もられる。調査地の砂岩・頁岩の薄層は厚さ10cm～50cmと変化する。本層全体の層厚は600m以上と推定される。

本層群はTegucigalpa市から調査地周辺にかけては西北西—東南東方向の背斜一向斜構造を示しているが、地層の傾斜は低～中角度であることから、本地域は60°以上の急傾斜を示す部分が多く、比較的強く造構運動を被っているといえる。

### (3) Matagalpa層

調査地域に局部的に認められる安山岩類がMatagalpa層に対比されている。時代は、Tegucigalpaの5万分の1の地質図幅(1993)では漸新世としてPadre Miguel層群の最下位層に置いているが、本報告では同層群から独立した地層として扱う。

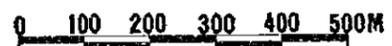
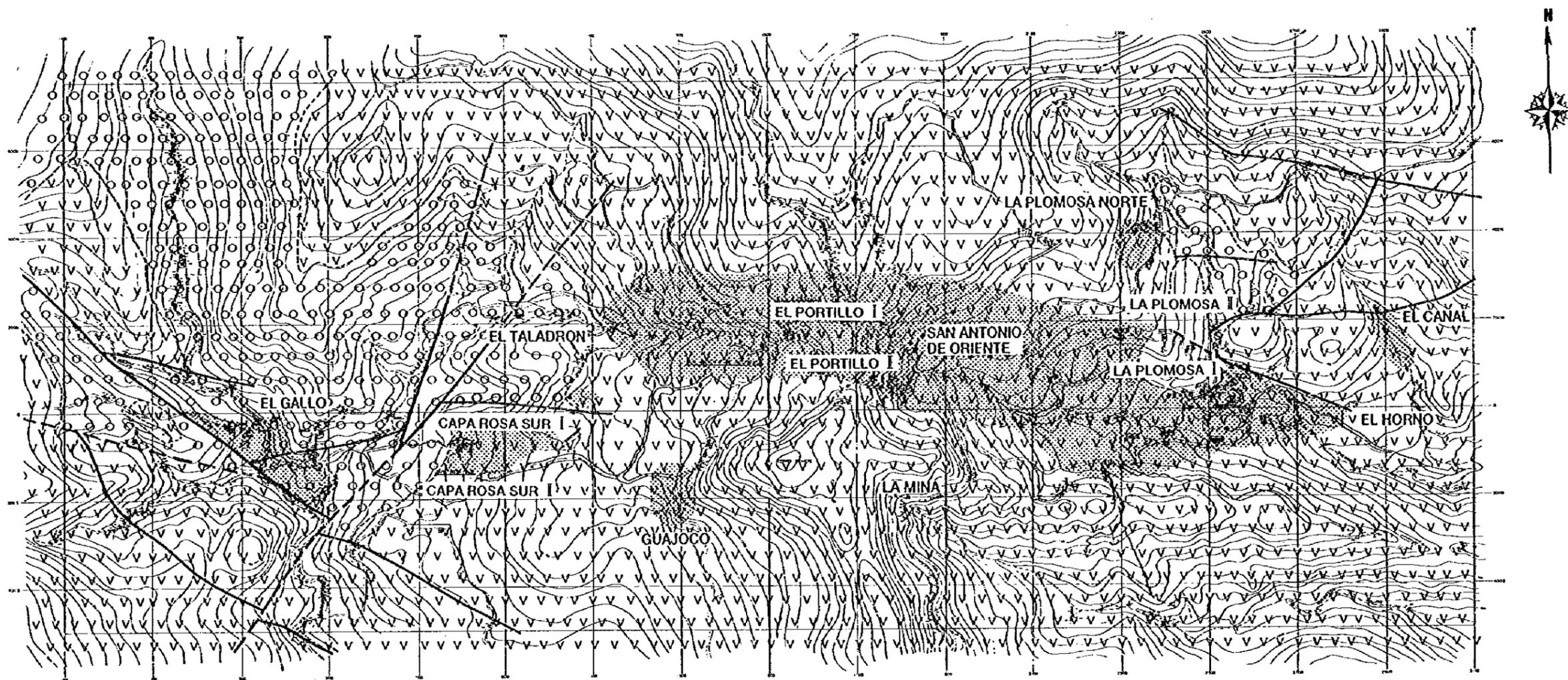
本調査地域では極めて局部的に分布し、La Plomosa地区及びEl Gallo地区で確認された。

La Plomosa地区ではMetalon I坑道内で安山岩の溶岩(H10)が認められ、黄鉄鉱の鉱染を伴う珪化変質を被っている。鏡下では自破碎状を呈し、絹雲母やアデュラリア等の中性変質鉱物が生成している。

El Gallo地区ではGallo川(H85B)及び支流沿い(H100A)に小規模にPadre Miguel層群の内座層として認められる。鏡下及びX線回折結果では絹雲母化、緑泥石化、炭酸塩化等を被った安山岩～デイサイト溶岩である。

なお、DGMH-BRGM報告のLa Plomosa南方に分布するとされた安山岩は、顕微鏡観察の結果、Padre Miguel層群の流紋岩溶岩(H138)及びイグニンプライト(H52)であることが判明した。





LEYENDA

-  Cuaternario
-  Terciario
-  Cretácico
-  Zona de alteración hidrotermal
-  Falla

第II-1-3図 鉍微地位置図



#### (4) Padre Miguel層群

流紋岩質～デイサイト質のイグニンプライトを主とし、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、凝灰岩及び流紋岩溶岩を伴っている。

火山岩類は全体的には緩傾斜でValle de Angeles層群を覆っている。

Williams and McBirney(1969)はホンデュラスのイグニンプライトの年代測定を行い15Ma～20Ma(中新世中期)のK-Ar年代を得ている。

イグニンプライトは風化面では黄土色を破面では赤褐色～白色を呈す。肉眼で石英、長石及び黒雲母の斑晶がみられ、長石は鏡下では斜長石のほかにカリ長石(サニディン)が認められた。また、異質岩片として角礫、亜角礫状の安山岩、流紋岩、凝灰岩、泥岩及び石灰岩が認められる。基質は一般に強く溶結し、ユークキサイト組織を示す。なお、非溶結の流紋岩質凝灰岩が認められる。

La Plomosa NorteではValle de Angeles層群の赤褐色砂岩を不整合に覆っている。そこでは火山豆石や珪化木を含んでおり、また他の場所では河川堆積物、崖錐堆積物等が挟まれ、不安定な堆積環境を示している。

第三紀火山岩類は広範囲に粘土化変質作用を被っており、東からLa Plomosa, San Antonio de Oriente, El Portillo, El Taladron, Capa Rosa Sur及びEl Gallo等の変質帯(鈳微地)が存在する(第II-1-3図)。その一部には鉛、亜鉛の鈳微が認められた。

第三紀火山岩類中の割れ目として目立つのは西北西-東南東又は東北東-西南西系で左横ずれを示す断層がみられる。ほかに北西-南東系、北東-南西系がみられ、南北系はまれである。La Plomosaでは南北系断層が東西系割れ目を左横ずれでずらしたり、北西-南東系断層が南北系割れ目を左横ずれに転移させている箇所がある。

#### (5) 第四紀玄武岩

El Gallo西方の尾根に転石として認められる。

暗褐色ないし黒色細粒のかんらん石玄武岩(H126)で、鏡下では斜長石、かんらん石の斑晶が特徴的に認められる。

なお、この地点の西方約2 kmのJoya Grandeには玄武岩の小火山体の分布が知られており(Rogers and Oconner, 1993)本地域の玄武岩もこれに関連したものと考えられる。

#### 1-2-2 鈳床、鈳化作用

San Antonio地域で東西に分布する粘土化変質帯中及びその周辺には、旧坑やカラミ等の鈳微がみられ、詳細スケッチとサンプリングを実施した(PL.3~PL.5)。

分析結果はAP. 1-2に示す。

La Plomosa(I, II)地区には、ゴッサンの露頭と多くの旧坑群が存在している。

La Plomosa I地区のMetalon I坑道では入口に近い箇所が粘土化を被り、奥に向かい珪化作用を強く被っている。薄片観察結果(安山岩, H-10), 変質鈳物として石英以外にアデュラリアの存在が確認されている。

Metalon II坑道は入口から約50mまではPadre Miguel層群に伴う河川堆積物で、白亜紀堆積岩類にアバットしており、奥が方鉛鈳・閃亜鉛鈳と多量の黄鉄鈳を伴う頁岩となっている。頁岩の走

向・傾斜や割れ目の走向は北西—南東方向で南西に急傾斜となっている。細脈状や縞状の閃亜鉛鉱も頁岩の走行・傾斜に調和的に認められる。

Metalon II 坑道の北側に隣接するゴッサン鉱微部 (La Plomosa II 地区) には、褐鉄鉱化した白亜紀堆積岩類が分布する。

旧坑群は主として北西—南東方向と東西方向の割れ目に沿って掘進されている。

その他地区の旧坑群は粘土化変質帯を掘進しているが、顕著な鉱微は確認されていない。

また、El Taladronでは方鉛鉱の鉱染した岩石(HI51, HI52, HI53)や黄鉄鉱の濃集した岩石(HI50)の転石を、さらにCapa Rosa Sur Iでは方鉛鉱の濃集した鉱石(MH156)の転石を認めた。

その他に黒色マンガンの細脈が、La Plomosaで3箇所(H281ほか)とEl Taladronで1箇所(MH302)のいずれも第三紀火山岩類中に認められる。La Plomosaでは、北東—南西系と東西系の割れ目1cm~3cmを充填している。El Taladronのマンガン細脈は赤鉄鉱及び褐鉄鉱を随伴する。

また、方解石の細脈がEl Gallo川沿いの砂岩中に4箇所認められた。脈の方向は南—北系と北東—南西系および北西—南東系の3方向がみられ、脈幅は3cm以下を示す。

San Antonio地域の鉱床はAtima層の細粒砂岩を含む石灰質頁岩中に認められ、多量の黄鉄鉱を伴う含銀方鉛鉱・閃亜鉛鉱からなり、これ以外の岩相中では優勢な鉱化作用を確認していない。

国際鉱物資源開発協力協会(Japan Mining Engineering Center for International Cooperation; JMEC, 1996)によれば、鉱床を胎する頁岩には、岩片が認められなく、黄鉄鉱・閃亜鉛鉱・方鉛鉱の鉱染する珪質硫化鉱で、ほかに多量の石英(大半が珪化による石英)、イライトのほか、緑泥石および変質鉱物のアクチノ閃石から構成されている。また、炭質物の存在は認めていない。

Metalon II 坑道の鉱床はDGMH-BRGMがボーリングで確認した鉱床の上部にあたる。そこで採取された鉱石(HI40~HI46)の顕微鏡観察の結果、全体的にみると多量の黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱を主とし、閃亜鉛鉱中のドットとしてAg-Sb鉱物、Pb-Bi鉱物、黄銅鉱、四面銅鉱が確認された。Ag-Sb鉱物は濃紅銀鉱、輝安銀鉱、火閃銀鉱、ポリバサイトが同定されている。

黄鉄鉱は、粒径0.01mm~0.3mm大の自形~半自形を呈し塊状、鉱染状、脈状に認められる。一部にフランボイダル状の黄鉄鉱が存在する。

閃亜鉛鉱は粒径0.3mm大までの塊状、脈状及び網状を呈す。黄鉄鉱の粒間を埋めており、晶出時期は明らかに黄鉄鉱より後である。透過光で透明であることから、鉄をほとんど含んでいない。また、離溶組織も認められない。

方鉛鉱は不規則形をして鉱染状に点在するほか、閃亜鉛鉱と共生したり、また閃亜鉛鉱中にドット状に包有される。

脈状を呈する閃亜鉛鉱の試料(H-146)から、粒径0.01mm大のエレクトラムが1粒、閃亜鉛鉱中に包有されているのが認められた。付近で採取された試料の分析結果からは5.37g/t(MH-57)及び3.01g/t(MH-65)の金品位が得られている。また、坑道内で採取された試料22個の平均は0.69g/tを示す。

なお、DGMH-BRGMで報告された硫砒鉄鉱は、本調査ではMetalon II 坑道では認められていないが、後述する今年度のボーリングでは確認されている。

### 1-2-3 化学分析結果

#### (1) 鉱石分析

本調査で優勢な鉱微部が確認されたのはLa Plomosa地区のMetalon II坑道 (La Plomosa I地区) と北側に隣接するゴッサン鉱微部 (La Plomosa II地区) である。地化学分析用に採取された試料のうち、優勢な鉱微部の42個の試料について鉱石分析を実施した。

採取箇所をPL. 3, PL. 5に、分析結果をAP 1-2に示す。

両鉱微地は隣接しているにもかかわらず、鉱石分析結果は好対照をなす(第II-1-1表)。すなわち、La Plomosa I地区の鉱床はLa Plomosa II地区の鉱微に比べて、①Au品位、Zn品位及びCd品位が高く、②Ag品位、As品位及びSb品位が低いという特徴が認められ、Cu品位及びHg品位はあまり変わらない。

第II-1-1表 La Plomosa地区 鉱石分析結果比較表

箇所	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Fe	S	As	Sb	Hg	Cd	In	Ca	
	g/t	g/t	PPM	%	%	%	%	%	%	PPM	PPM	PPM	PPM	
(A)	最低	<0.01	8	13	0.07	0.06	3.05	2.19	0.02	<0.01	<0.1	44	<2	8
	最高	5.37	127	175	2.84	6.19	13.09	20.60	0.15	0.05	6.1	1,400	<2	16
	平均	0.69	49	46	10.49	1.75	8.45	13.01	0.10	<0.01	1.2	514	<2	11
(B)	最低	<0.01	13	28	0.20	0.02	2.95	0.61	0.05	<0.01	0.1	1	<2	2
	最高	0.97	417	290	7.09	0.29	20.00	7.59	2.61	1.46	2.7	80	<2	12
	平均	0.19	147	89	2.91	0.08	11.87	4.33	0.59	0.19	1.1	17	<2	5

(A) : La Plomosa I地区 (Metalon II坑道: MH44~MH65)

(B) : La Plomosa II地区 (地表, 旧坑: MH06~MH24)

#### (2) 地化学分析結果

主に第三紀火山岩類中の粘土化変質作用と鉱化作用との関係を明確にし、熱水変質帯の深部に未確認有望な鉱床賦存の可能性を検討するために302個の岩石試料について地化学分析を実施した。

採取箇所をPL. 4, PL. 6に、分析結果をAP. 1-2に示す。

各成分の異常値を抽出するためヒストグラムと累積度数分布図を作成した。検出限界以下のものについてはその1/2の値をもって代表させた(第II-1-4図)。

各成分の累積度数分布図は明瞭な屈曲部を示さないことから、対数値による統計処理を行い(第II-1-2表)、平均値+標準偏差 ( $m+\sigma$ ) をしきい値とし、それ以上を弱異常、平均値+ $2\times$ 標準偏差 ( $m+2\sigma$ ) を強異常とし異常図を作成した(第II-1-5図, (1)~(10))。

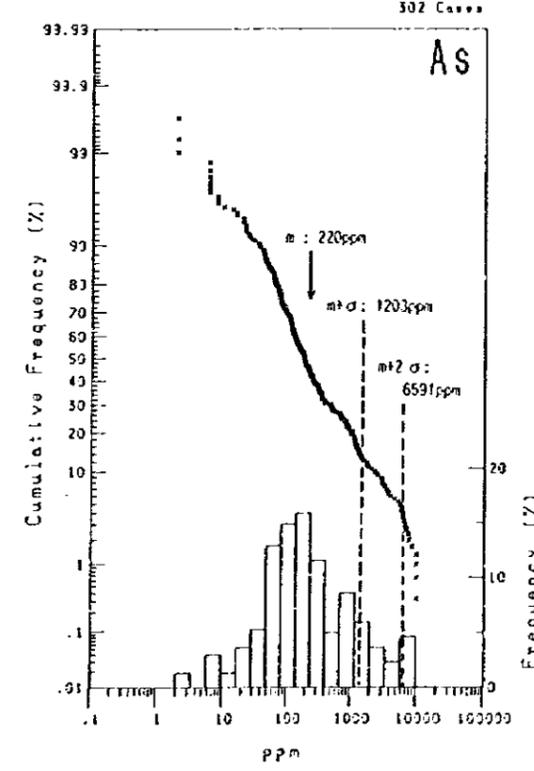
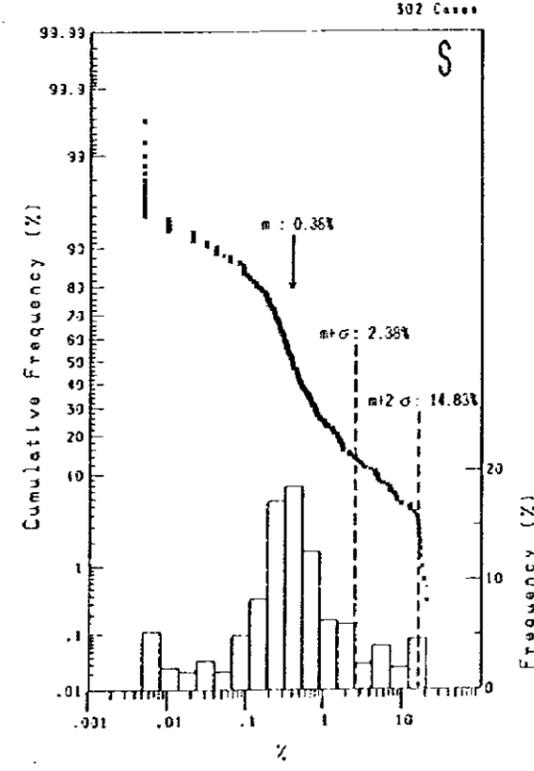
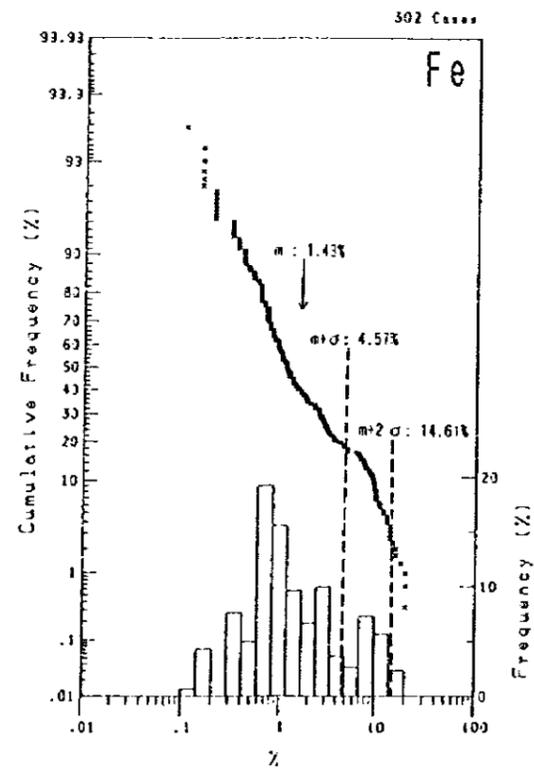
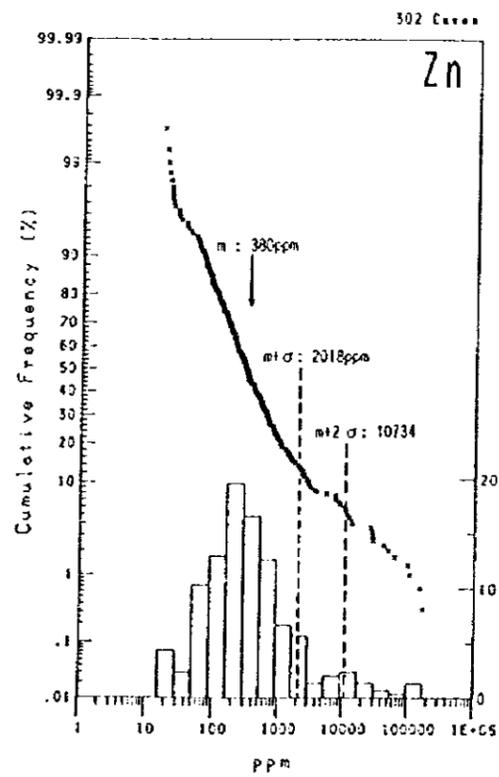
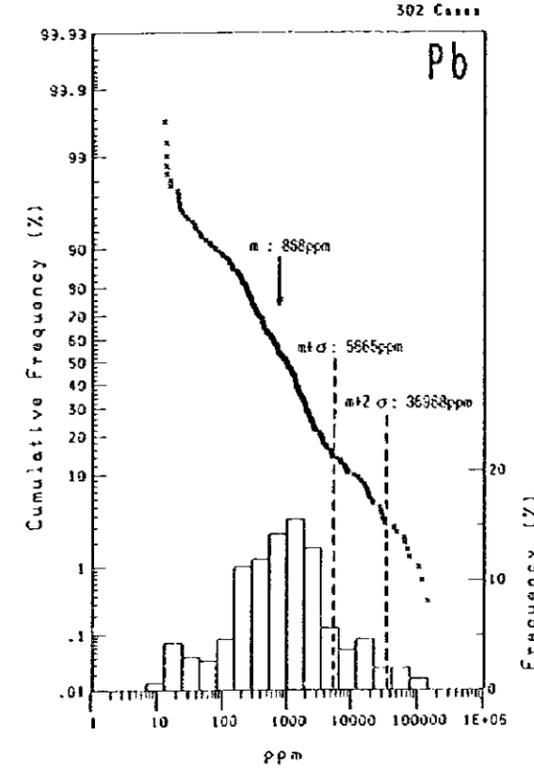
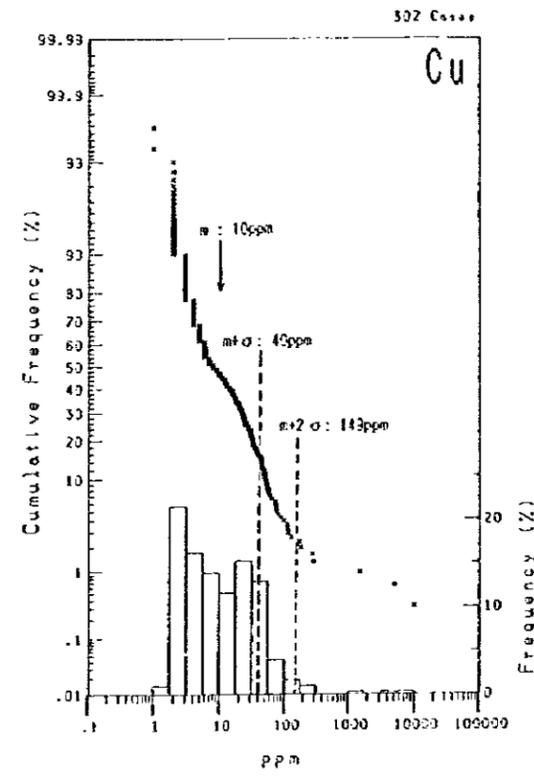
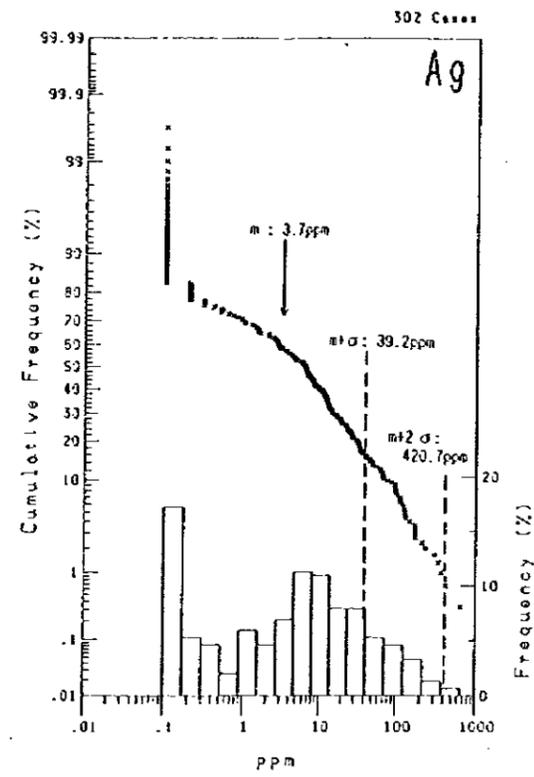
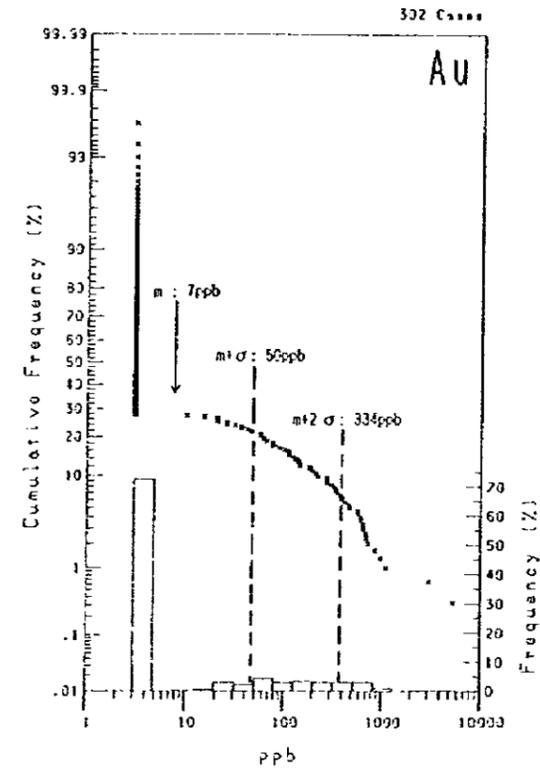
強異常を示す箇所は既知鉱床 (Metalon II) 及びその周辺 (La Plomosa II地区) のみで、各成分毎に弱異常を示した箇所はEl Gallo(Au,Cu,Fe,As,Sb), Capa Rosa Sur I (Zn,Sb), El Taladron(Zn,Fe,Sb), El Portillo II (Zn,Hg)及びSan Antonio de Oriente(Ag,Cu,Pb,Zn)である(第II-1-3表)。

0

( )

)

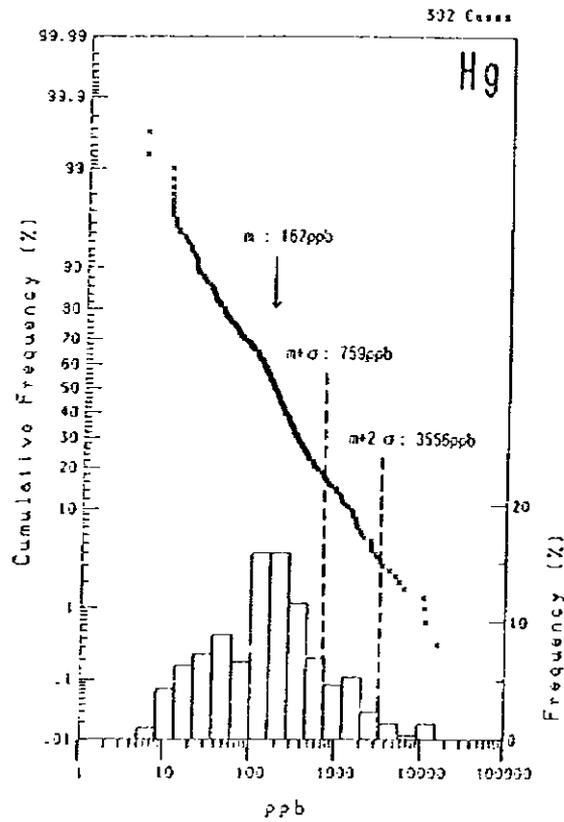
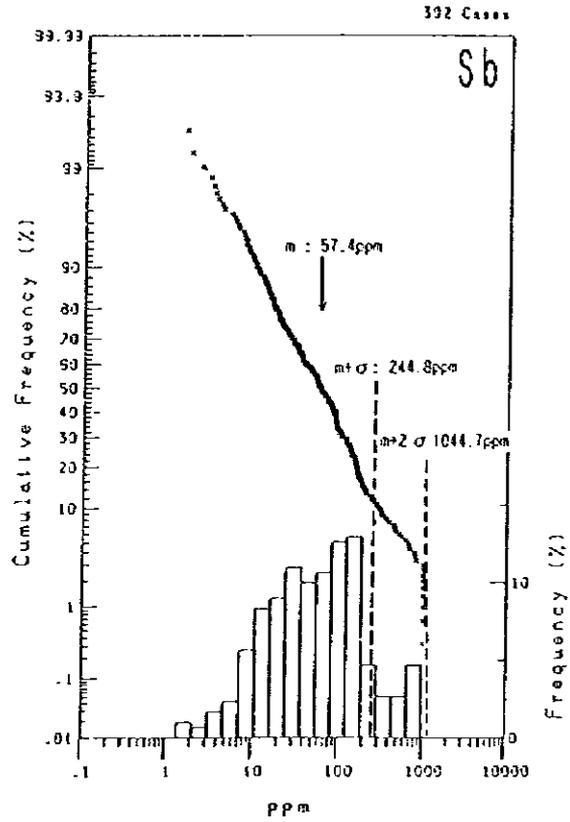




第II-1-4図(1) 化学分析値のヒストグラム及び累積度数分布図 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, S, As)

m : Media aritmetica  
σ : Desviación estándar logaritmico





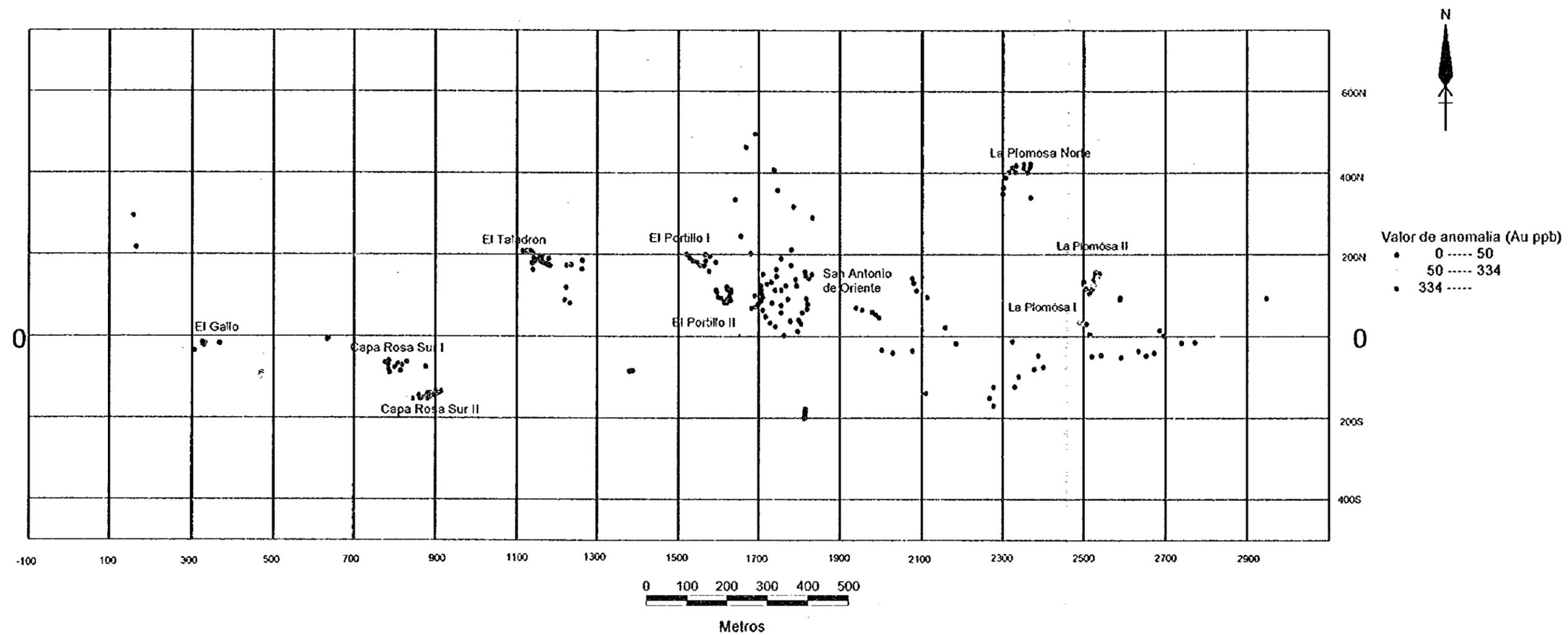
第II-1-4図(2) 化学分析値のヒストグラム  
及び累積度数分布図 (Sb, Hg)

$m$  : Media aritmetica  
 $\sigma$  : Desviación estándar logarítmico

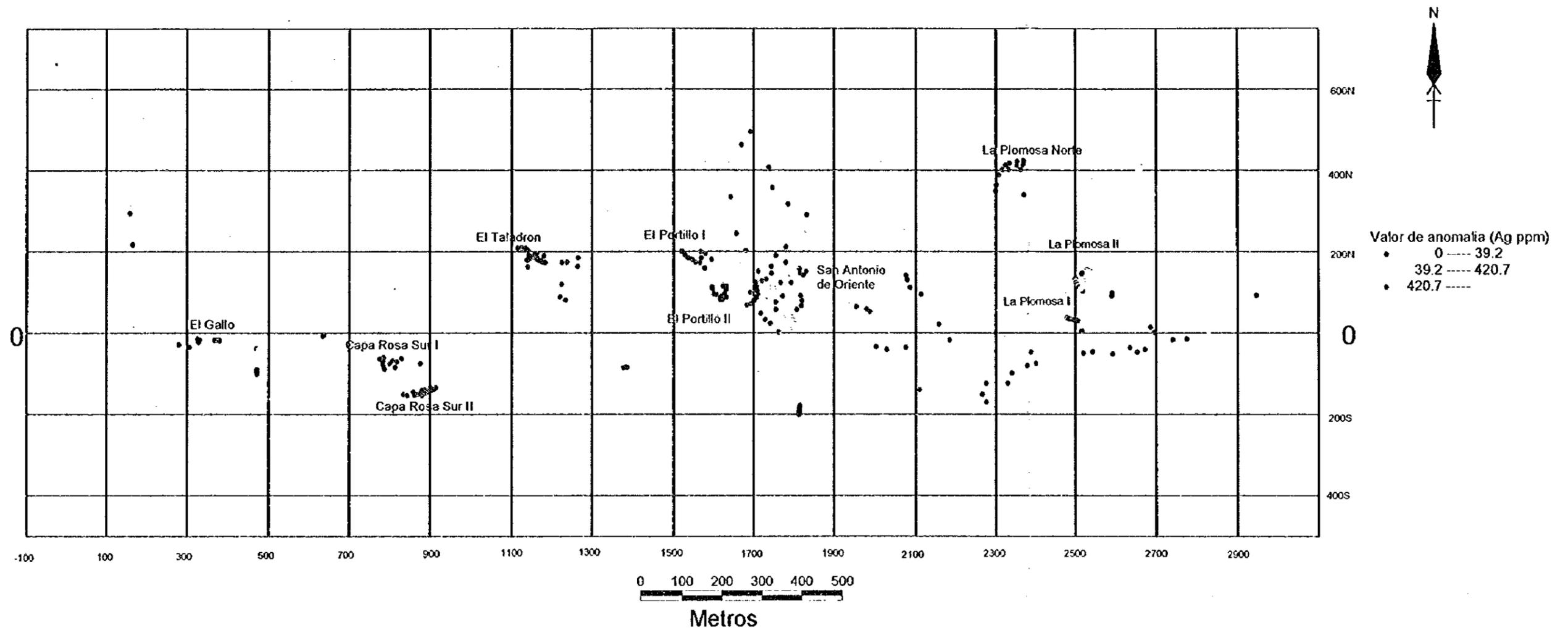
0

0

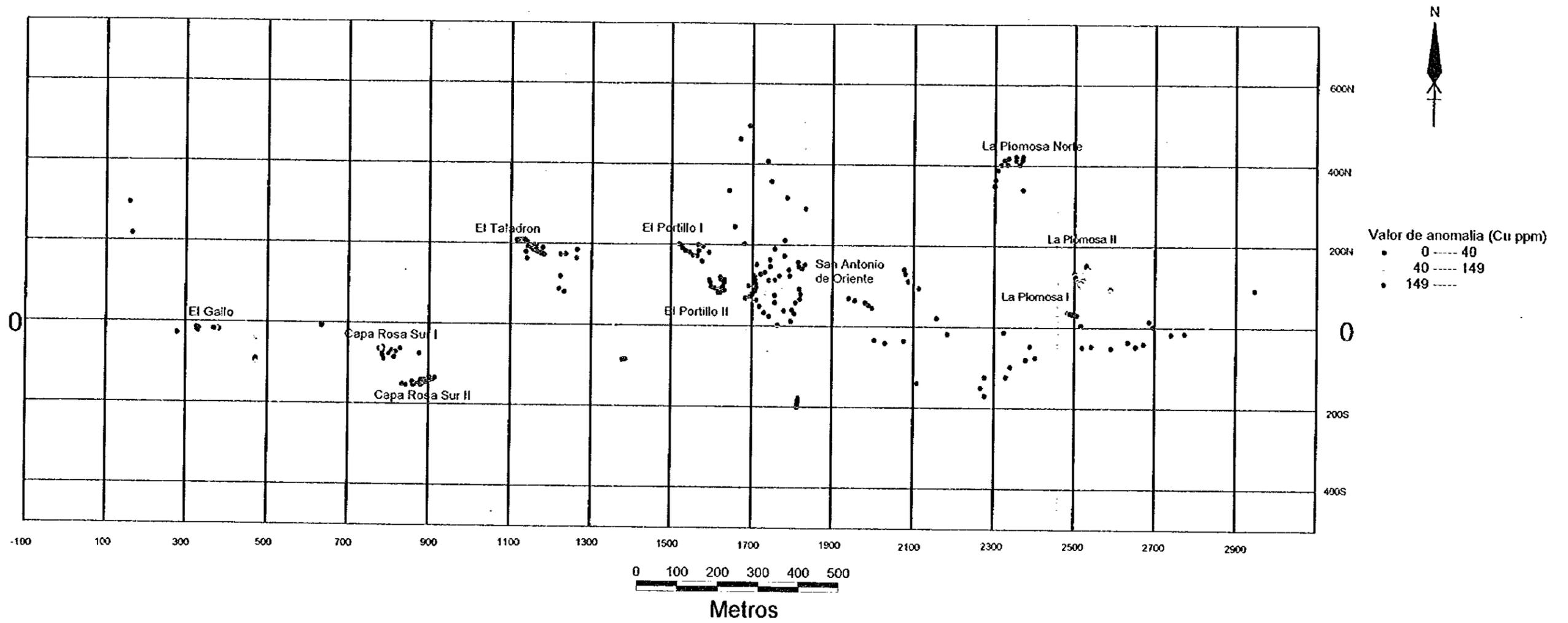




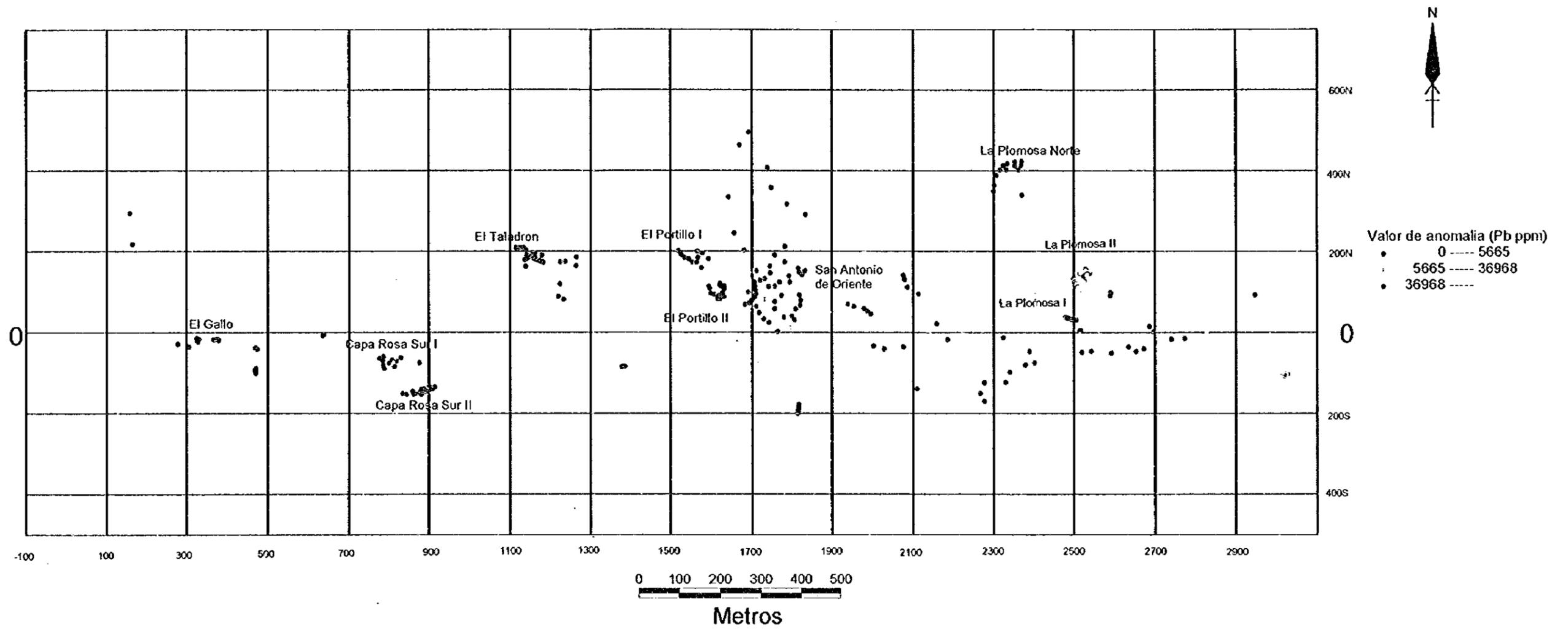
第II-1-5 図(1) 地化学異常分布図(Au)



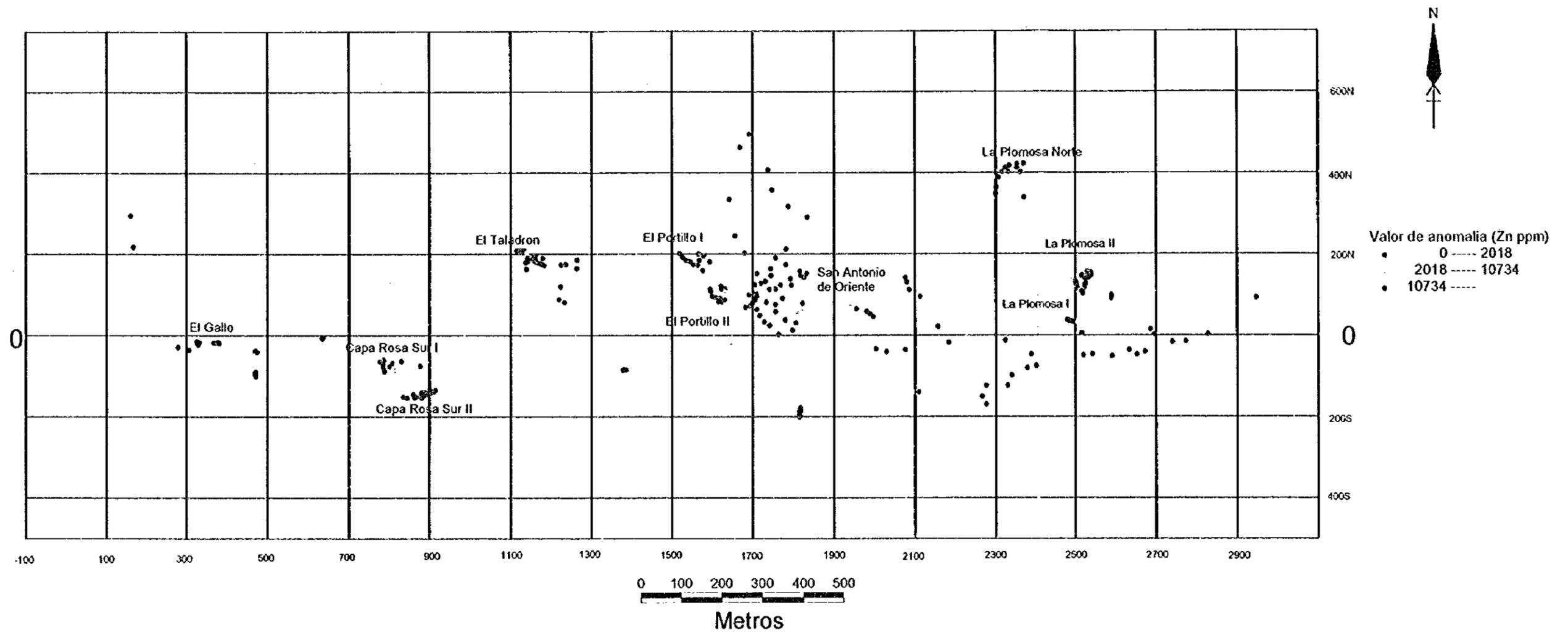
第II-1-5 図(2) 地化学異常分布図(Ag)



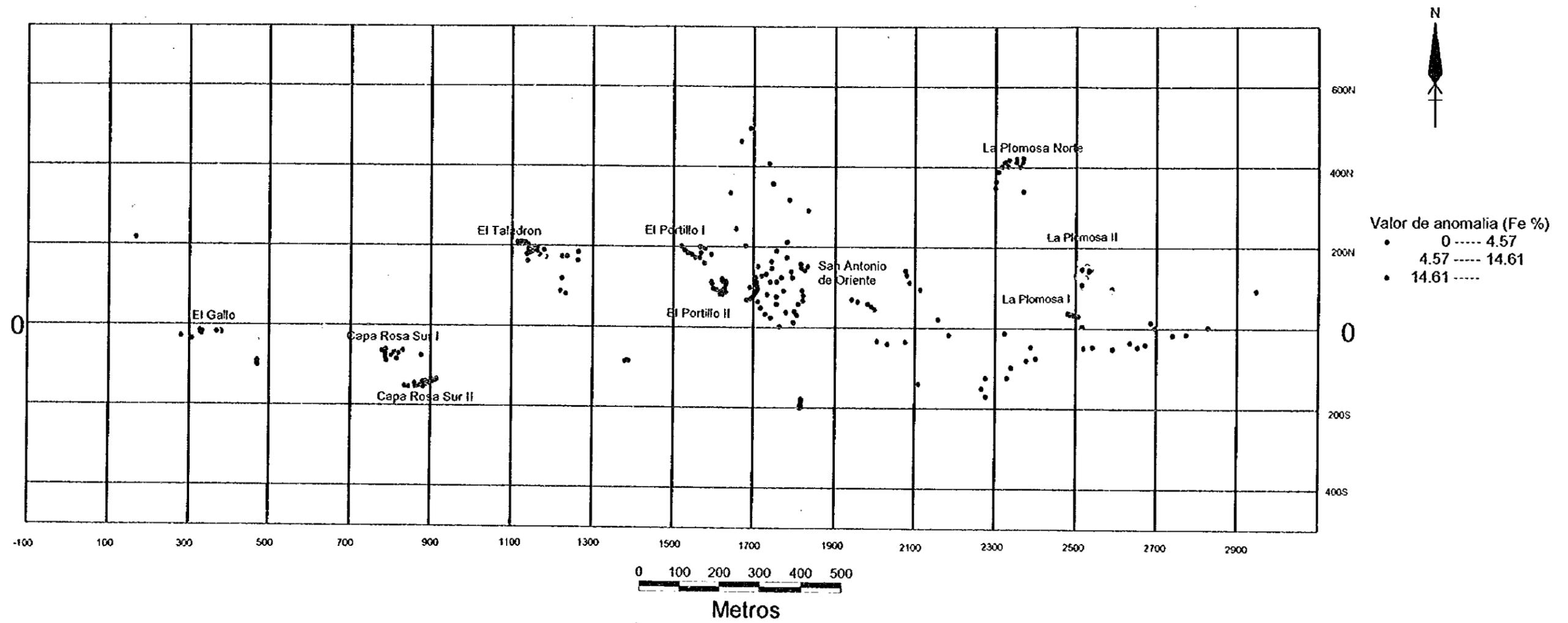
第II-1-5 図(3) 地化学異常分布図(Cu)



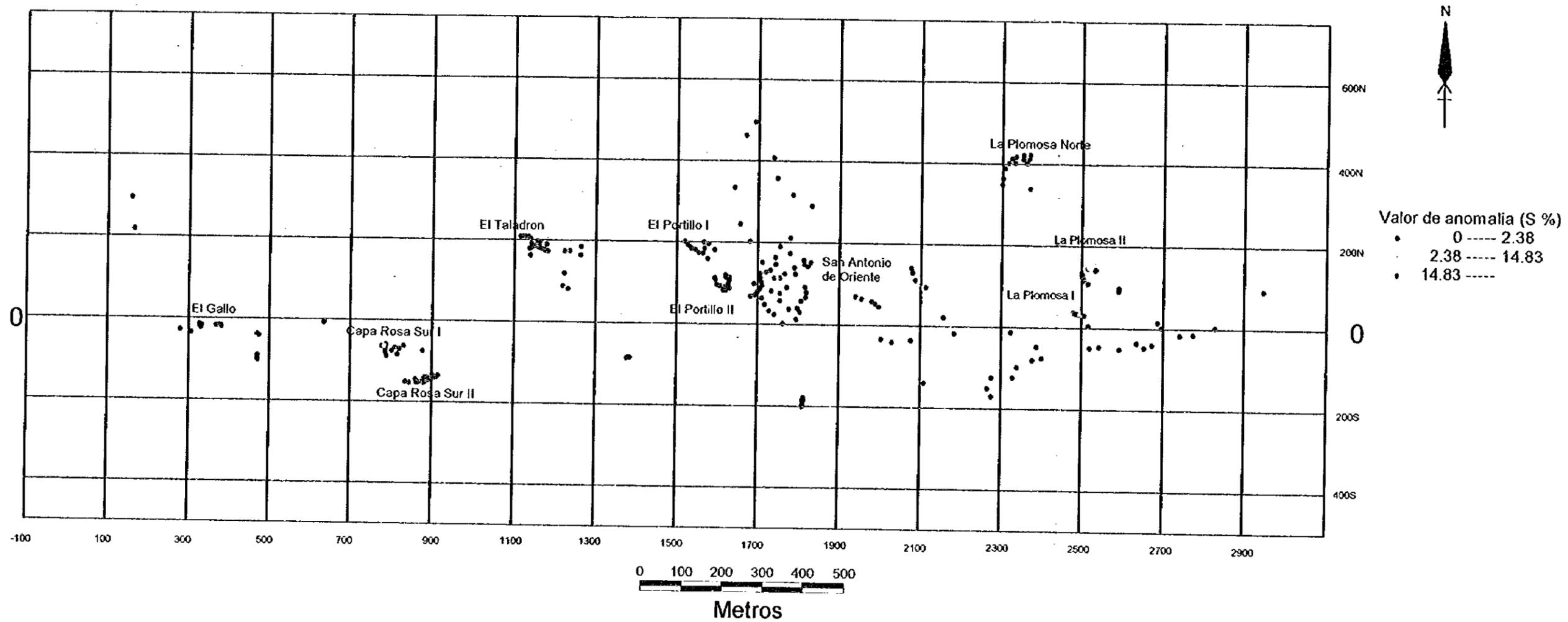
第II-1-5 図(4) 地化学異常分布図(Pb)



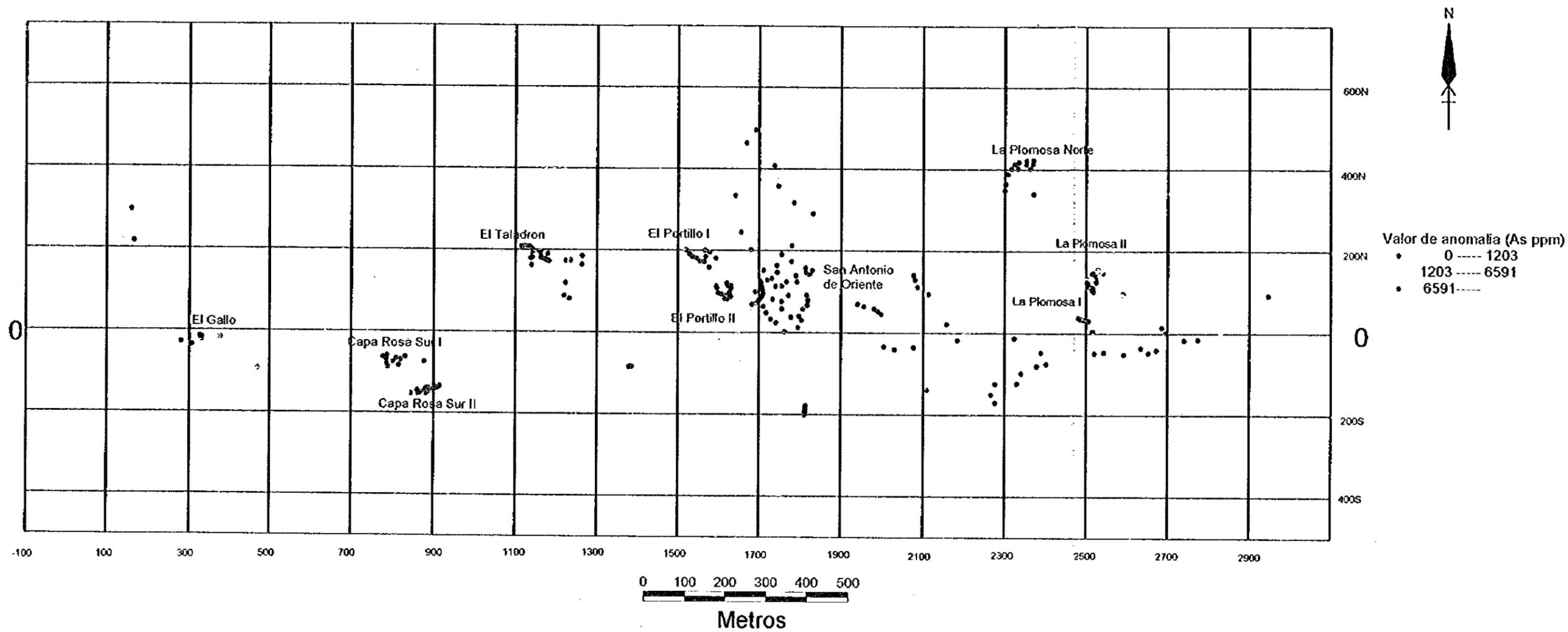
第II-1-5图(5) 地化学异常分布图(Zn)



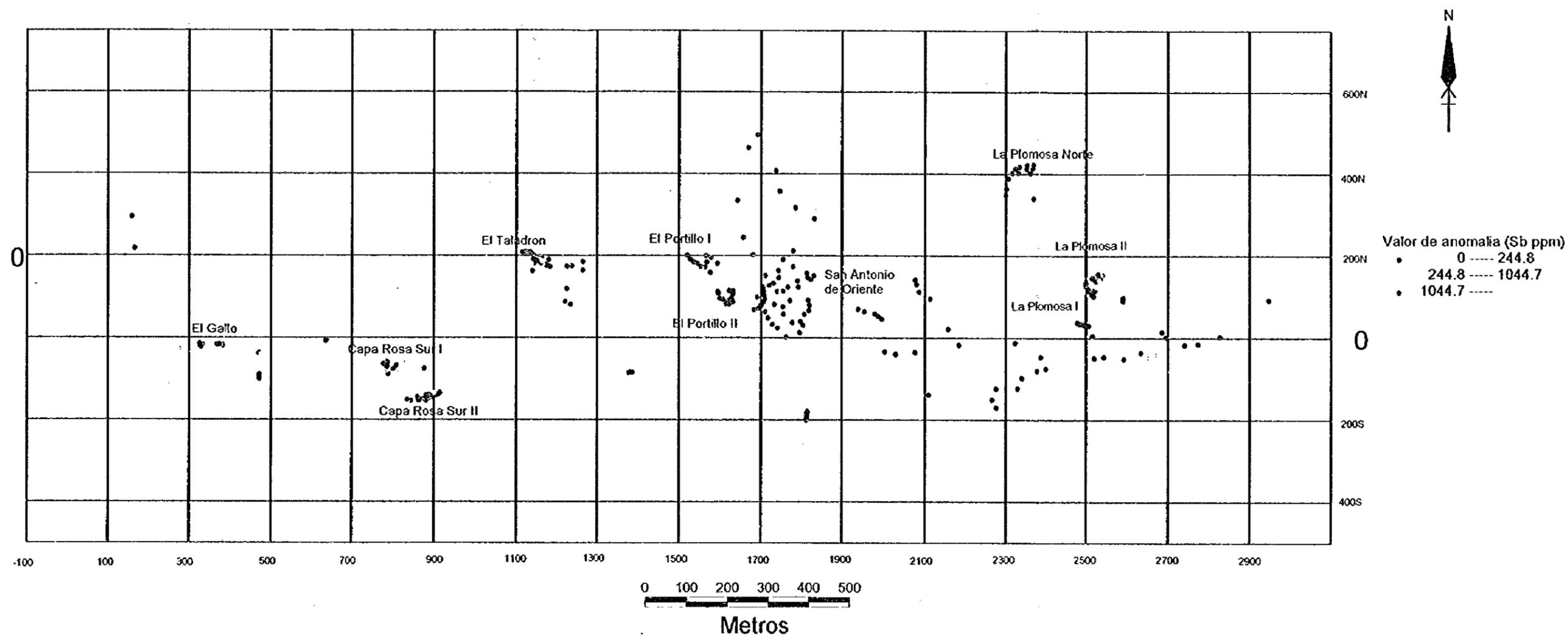
第II-1-5图(6) 地化学异常分布图(Fe)



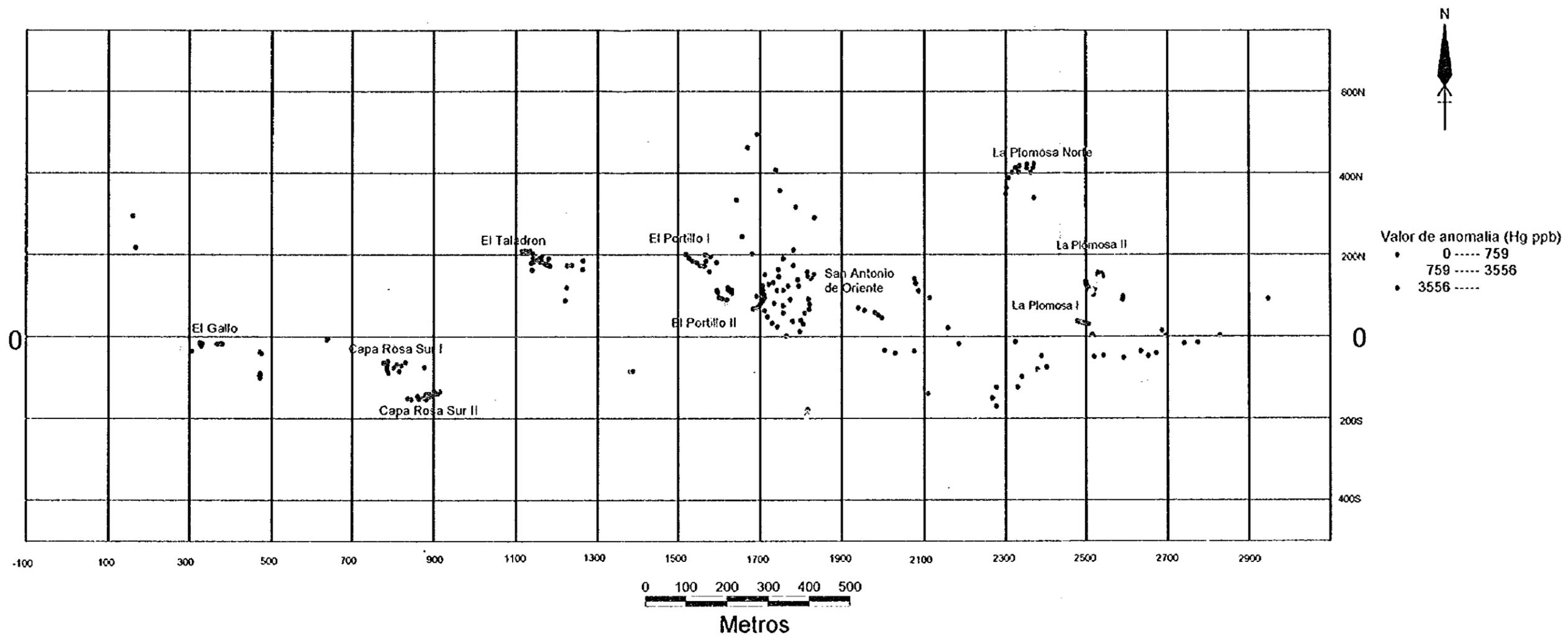
第II-1-5图(7) 地化学异常分布图(S)



第II-1-5図(8) 地化学異常分布図(As)



第II-1-5图(9) 地化学异常分布图(Sb)



第II-1-5图(10) 地化学异常分布图(Hg)



第II-1-2表 統計数値及びしきい値

成分 項目	Au ppb	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Fe %	S %	As ppm	Sb ppm	Hg ppb
最高値	5,370	648	7,600	147,000	175,000	20	20.6	26,100	14,600	15,300
最低値	<5	<0.2	<1	7	16	0.1	<0.01	2	1.4	<10
平均値 (m)	7	3.7	10	868	380	1.4	0.38	220	57.4	162
標準偏差(σ)	7	10.7	4	7	5	3.2	6.24	5	4.3	5
m+σ	50	39.2	40	5,665	2,018	4.6	2.38	1203	244.8	759
m+2σ	334	420.7	149	36,968	10,734	11.6	14.83	6,591	1,011.7	3,556

第II-1-3表 地区別、成分別地化学異常一覧表

		W ← → E									
	El Gallo	Capa Rosa Sur		El Taladron	El Portillo		San Antonio de Oriente	La Plomosa			
		I	II		I	II		Norte	II	I	
Au	△	—	—	—	—	—	—	—	△	○	
Ag	—	—	—	—	—	—	△	—	△	△	
Cu	△	—	—	—	—	—	△	—	△	△	
Pb	—	—	—	—	—	—	△	—	○	△	
Zn	—	△	—	△	—	△	△	—	—	○	
Fe	△	—	—	△	—	—	—	—	○	△	
S	—	—	—	—	—	—	—	—	△	○	
As	△	—	—	—	—	—	—	—	○	—	
Sb	△	△	—	△	—	—	—	—	○	△	
Hg	—	—	—	—	—	△	—	—	△	○	
層準	G.Valle de Angeles	G.Padre Miguel						G. Valle de Angeles			

○ :強異常 △ :弱異常

1-2-4 粘土化変質作用

第三紀火山岩類中の粘土化変質作用の性質を検討するため150個の試料についてX線回折分析を実施した。その結果をAP. 1-5に示す。

変質鉱物として、石英、クリストバル石、斜ブチロル沸石、モルデン沸石、スメクタイト、ハロイサイト、カオリナイト、セリサイト、緑泥石、セリサイト/スズン混合層鉱物及びカリ長石が存在する。

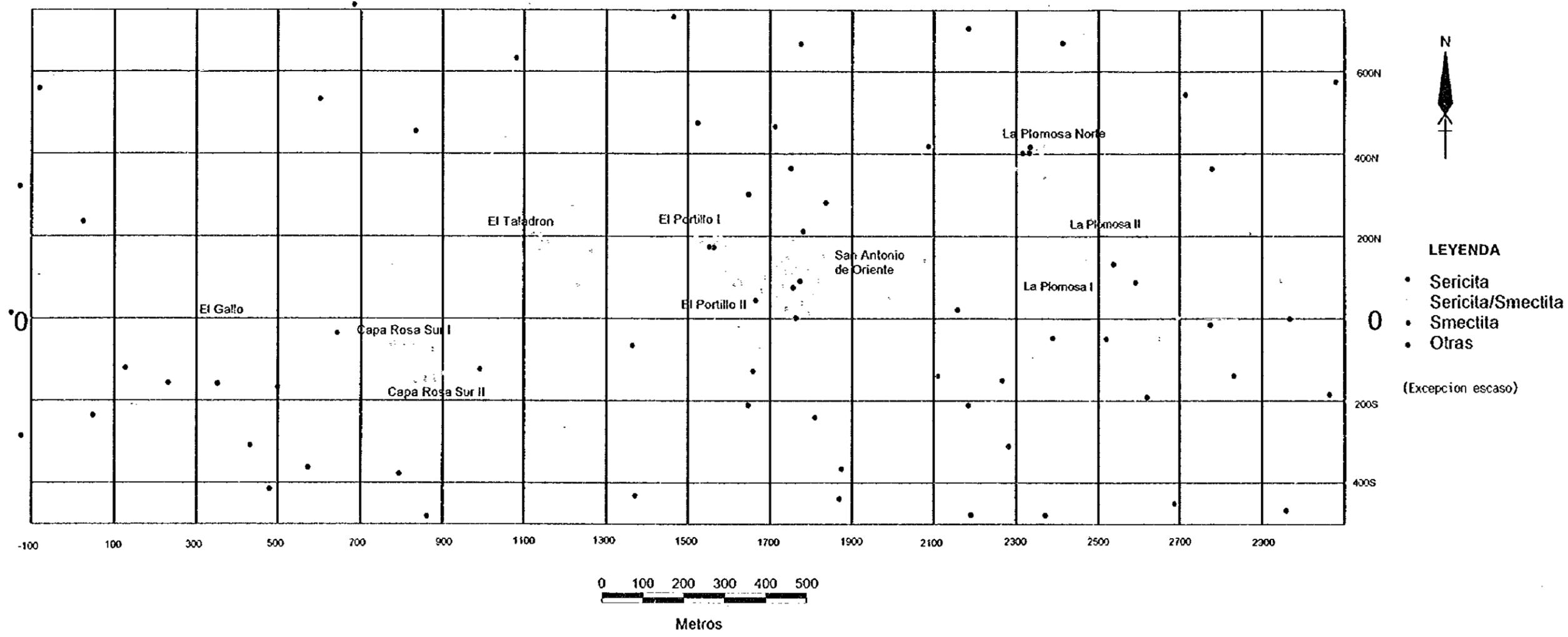
石英、クリストバル石及びカリ長石は原岩中に含まれている場合があり、変質鉱物かどうか判

0

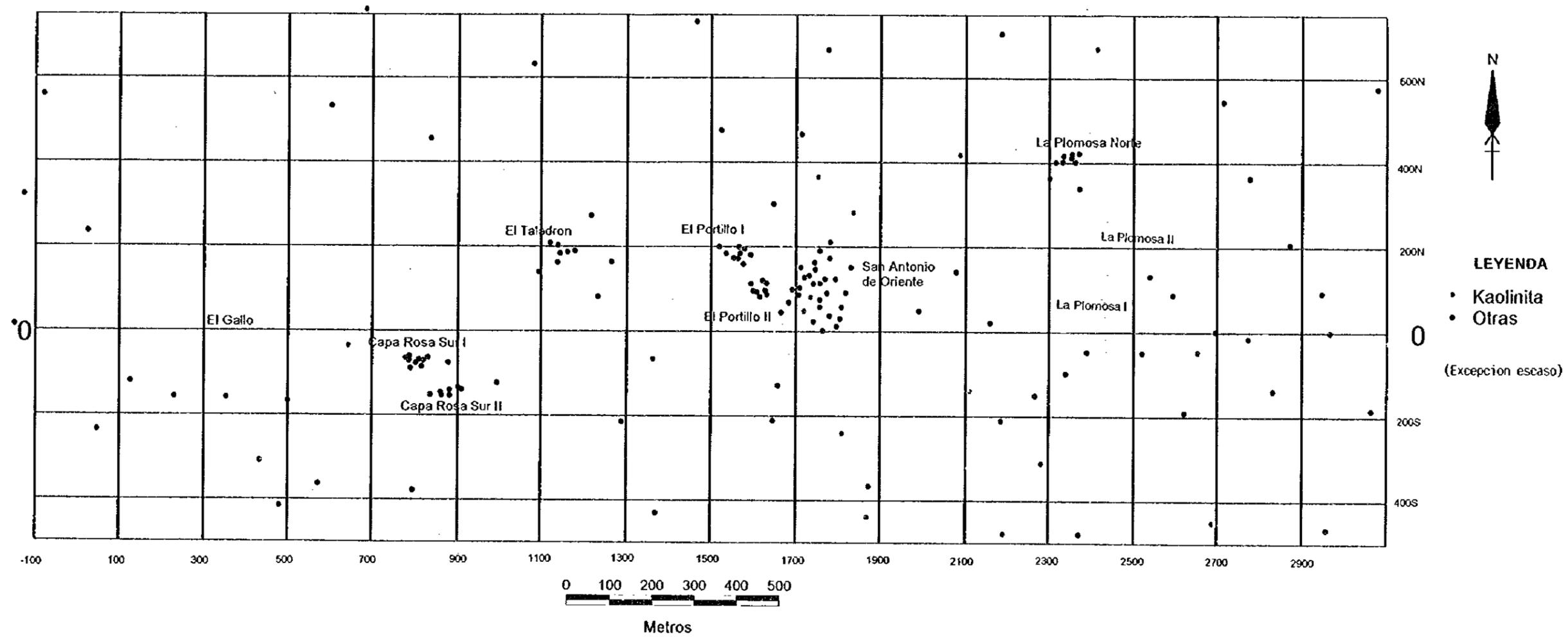
( )

( )





第II-1-6図(1) 粘土鉱物分布図(1)



第II-1-6图(2) 粘土鉱物分布图(2)



定できない。

ゼオライト類やハロイサイト、緑泥石、セリサイト及びスメクタイトは局部的に分布しており、まとまった分帯を示さない(第II-1-6図(1))。

地表に広く分布する変質帯の粘土は、従来カオリンとされていたが、カオリナイトは量的に少なく大部分はセリサイト/スメクタイト混合層鉱物であることが判明した(第II-1-6図(1),(2))。

#### 1-2-5 流体包有物均質化温度測定結果

鉱化作用の温度的性質を検討するために5個の試料の流体包有物均質化温度を測定した。その結果を第II-1-4表に、温度のヒストグラムを第II-1-7図に示す。

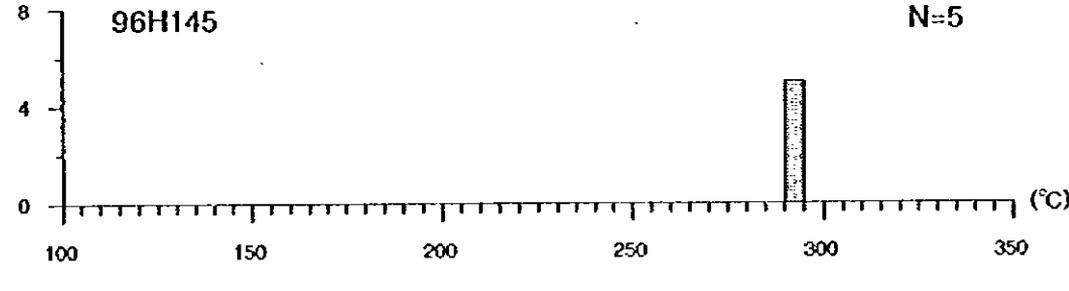
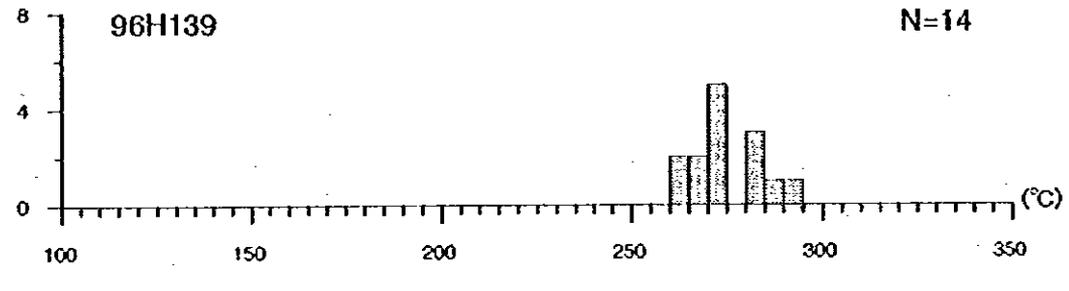
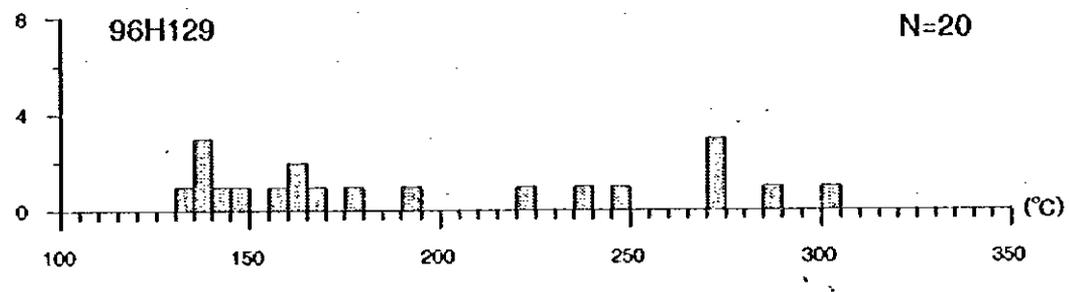
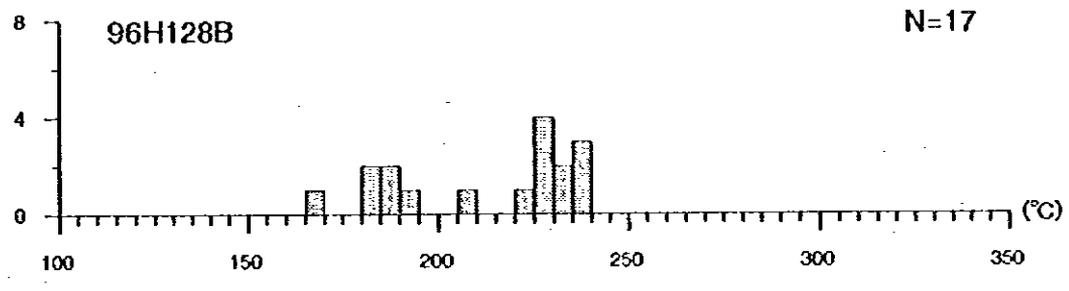
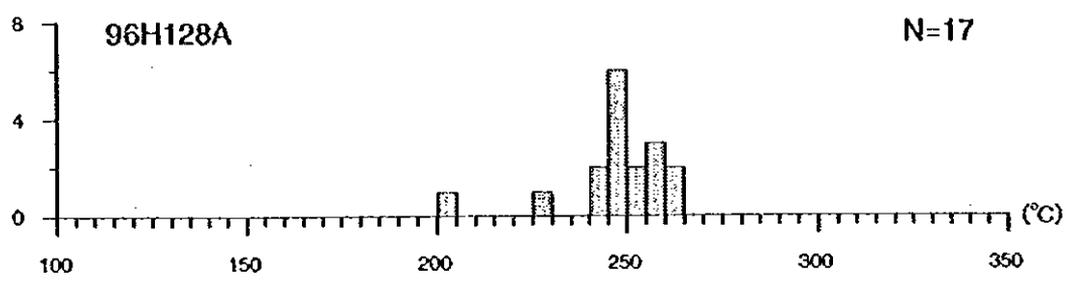
5試料中3試料が第三紀火山岩中から、残り2試料が白亜紀の堆積岩から採取された。

第三紀火山岩中の試料は石英(H128A, H128B)と重晶石(H129)でいずれもCapa Rosa Sur Iで採取された。石英中の流体包有物均質化温度の分布は170°C~261°Cを示し、平均温度はそれぞれ213°Cと248°Cを示した。重晶石の流体包有物の均質化温度は131°Cから303°Cと幅広く分布しているが、顕微鏡観察結果からは沸騰を示しており、重晶石が140°C付近で晶出したことを示唆している。

白亜紀堆積岩の試料は、La Plomosa I地区のMetalon II旧坑の既知鉱床から採取された閃亜鉛鉱を伴う晶洞中の石英で、均質化温度292°C~294°C、平均293°Cとかなり高い温度を示す。またEl GalloのTunnel 6のズリから採取された石英中の流体包有物均質化温度も262°C~294°C、平均276°Cと第三紀火山岩の試料の均質化温度より高い値を示した。

第II-1-4表 流体包有物均質化温度測定結果一覧表

	試料番号	採取箇所	鉱物	個数	温度幅(°C)	平均(°C)	記事
第三紀	H128A	Capa Rosa Sur I	石英	17	201 - 261	248	転石
	H128B	Capa Rosa Sur I	石英	17	170 - 240	213	転石
	H129	Capa Rosa Sur I	重晶石	20	131 - 303	199	転石 沸騰
白亜紀	H139	El Gallo (tunnel 6)	石英	15	262 - 294	276	転石
	H145	La Plomosa I (Metalon II)	石英	5	292 - 294	293	晶洞



第II-1-7図 流体包有物均質化温度ヒストグラム

### 1-3 考察

本調査地域では、鉱床胚胎層である白亜紀堆積岩類は第三紀火山岩類によって広く覆われている。特にLa Plomosa地区ではわずかに露頭が存在するだけで、したがってDGMH-BRGMが鉱量を計上した既知鉱床は鉱微の少ない潜頭鉱床の性格を有している。この既知鉱床の性格について考察をおこなった。

一方、第三紀火山岩類中には調査地中央部に東西方向に粘土化変質帯が分布している。この粘土化変質作用と鉱化作用の関係及びLa Plomosaの既知鉱床との関連を検討した。

(1) La Plomosaの既知鉱床の性格について、旧坑調査と採取試料の研究結果を基に考察してみると以下ようになる。

#### ① 産状

マクロ的な産状として、閃亜鉛鉱は黄鉄鉱と共に塊状、鉱染状に認められるほか、縞状を示す箇所もみられる。その一方では細脈状を呈しても認められる。

ミクロ的には、自形～半自形を示す黄鉄鉱のほか、フランボイダル状を示す黄鉄鉱が存在している。フランボイダル黄鉄鉱には頁岩が堆積した時と同時に沈殿したのも存在するかもしれない。鉱化作用との関係は不明である。

脈状を示す閃亜鉛鉱は、鏡下では周囲の鉱染状閃亜鉛鉱と鉱物組成に差がないことや、変質を与えてないことから、時間的に大差なく生成したものと解釈される。

鉱床が存在する周辺部は第三紀火山岩類が粘土化変質を被っていることから、鉱床が白亜紀の生成であるなら、同じ様な変質をうけていなければいけない。顕微鏡結果からは後(第三紀)の変質を受けた様子がみられない。

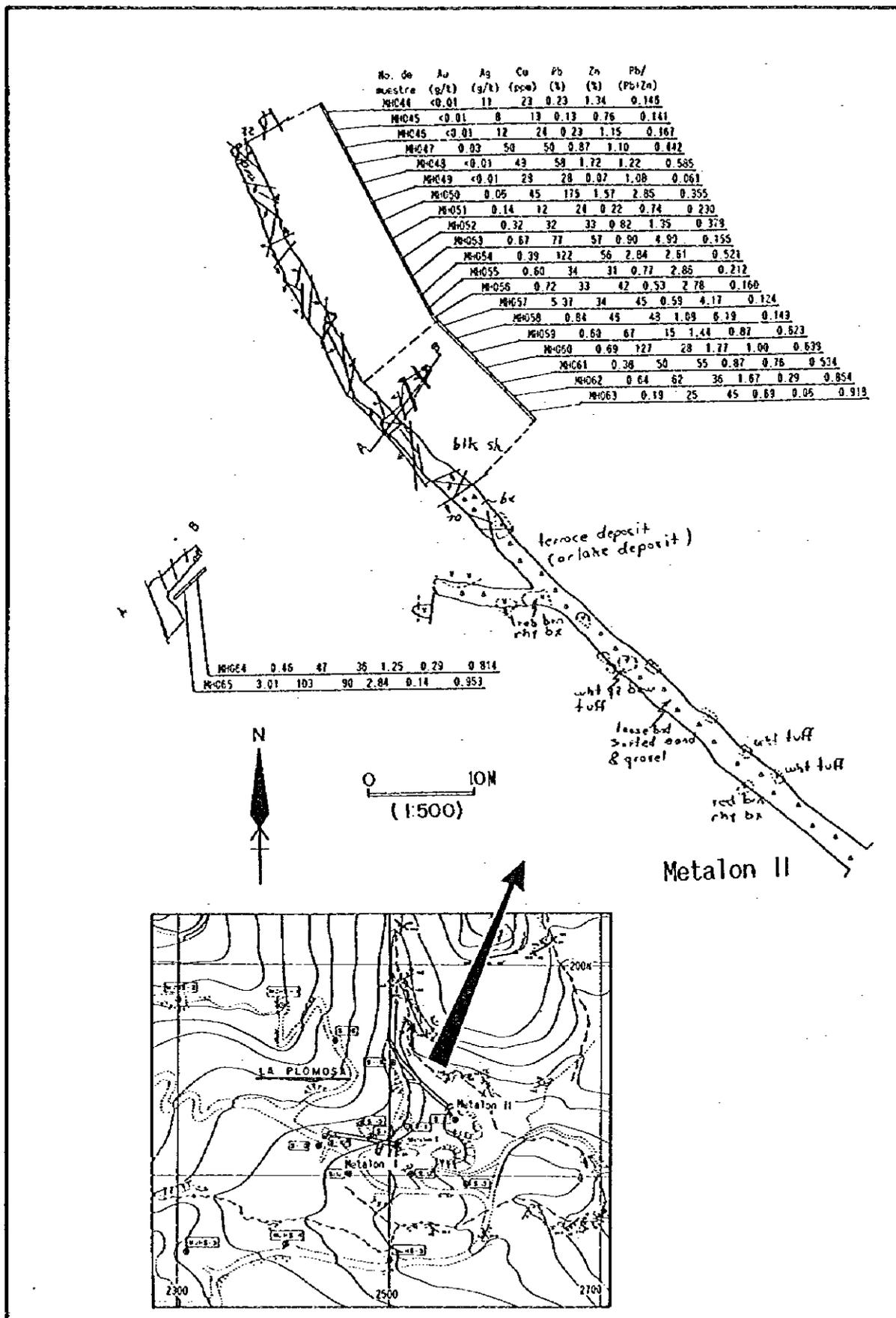
#### ② 鉱石品位

Metalon II坑道で採取した試料の分析成分比率(第II-1-5表)をみると、Cu/(Pb+Zn)比は平均0.00164、Au/Ag比は平均0.01405を示し、極めて小さく、マッカーサー型鉱床と同じ特徴を有する。

Au/Ag比は低い、坑道の一部にはAu品位の高い箇所(最大5.37g/t)もみられ、今後金鉱化作用の解明が大切である。

Pb/(Pb+Zn)比は、Metalon II坑道の平均が0.42を示し、DGMH-BRGMが実施したボーリングで捕捉された鉱石部の値と良い一致をみる。しかし細部をみると、その値は0.06～0.95まで変化しており、坑道入口(鉱床の外側)に向かい高くなる(Pbに富む)傾向が認められる(第II-1-8図)。今、石灰岩を交代した鉛・亜鉛鉱床で、強い層準規制を受けているペルーのワンサラ鉱床についてみれば、濱ほか(1986)は、Pb/(Pb+Zn)の値は1鉱体内でも鉱床全体についても、中心部で低く外側部で高くなっていると報告している。この事実と本調査の結果とは良い一致をみる。

したがって、La Plomosa II地区はPb/(Pb+Zn)が高いことから、鉱床または鉱体の外側部にあたると考えられる。



第II-1-8図 Metalon II坑道分析値及びPb/(Pb+Zn)値

第II-1-5表 La Plomosa地区鉛石分析成分比率比較表

箇 所		Cu/(Pb+Zn)	Au/Ag	Pb/(Pb+Zn)
La Plomosa I (Metalon II)	最低	0.00065	0.00005	0.06
	最高	0.00598	0.15794	0.95
	平均	0.00164	0.01405	0.42
La Plomosa II	最低	0.00042	0.00008	0.67
	最高	0.01913	0.00818	0.99
	平均	0.00297	0.00131	0.93

### ③生成温度

白亜紀層中の鉛石と共生する石英中の流体包有物均質化温度は、平均温度が293°C及び276°Cを示している。実際の生成温度はそれより低温とみられるが、浅～中熱水の領域に入る。

(2) 第三紀火山岩中の粘土化変質帯については、地表調査の結果、東西系割れ目と北西—南東系の割れ目が顕著に認められたことから、これらの方向の割れ目に規制されて熱水作用が起こったと考えられる。

X線回折解析結果、従来カオリンと見られていた粘土は主にセリサイト/スメクタイト混合層であり、粘土化変質が中性熱水によって生じたものと推定される。スメクタイトをほとんど含まないことと、一部にセリサイトが認められることから、熱水の温度はやや高温と推定される。Capa Rosa Surの地表部で採取された重晶石が沸騰をおこしていることから、140°C付近で沈殿したと推定されたのと良く一致している。

この変質帯中には、El Taladronや、Capa Rosa Surで方鉛鉛の鉛微が認められたことから、明らかに鉛化作用をもたらしている熱水作用といえる。

地化学分析結果のPb/(Pb+Zn)値はLa Plomosa Norte地区を除いて高い(第II-1-9図)。この地区以外の鉛微地の深部では鉛化帯の中心部(Pb/(Pb+Zn)値が低いゾーン)に向かうことが予想される。

また、既知鉛床北部の鉛微地(La Plomosa II地区)が鉛化作用の外側部と考えられ、Ag, As, Sbの3成分が高い値を示している。したがって、Ag, As, Sbの3成分が異常を示す箇所の深部が鉛化作用の中心部に相当する可能性がある。その箇所にさらにAtima層が分布していれば優勢な鉛・亜鉛鉛床が期待できる。

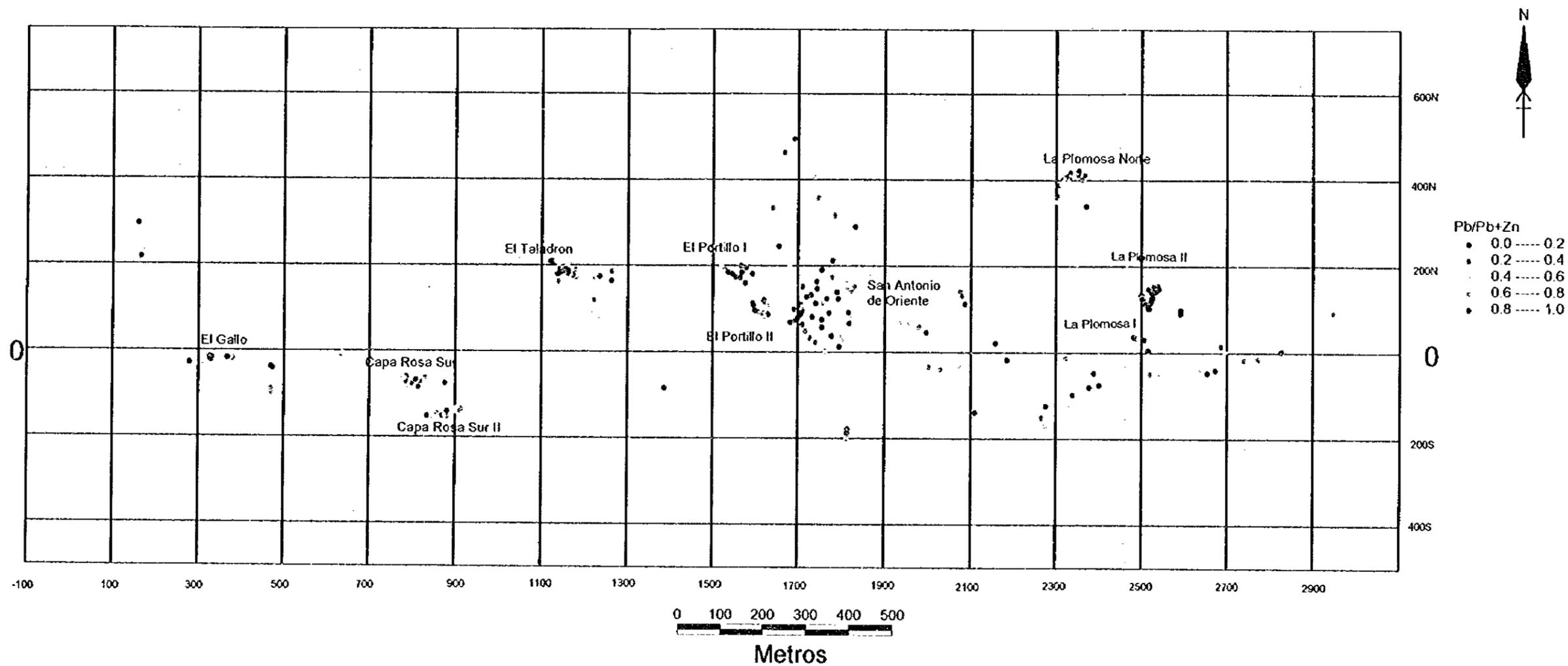
候補地として、東から、La Plomosa II, San Antonio de Oriente, El Taladron, Capa Rosa Sur I 及びEl Galloが挙げられる。

0

0

0





第II-1-9図 地化学分析試料のPb/(Pb+Zn)値分布図

