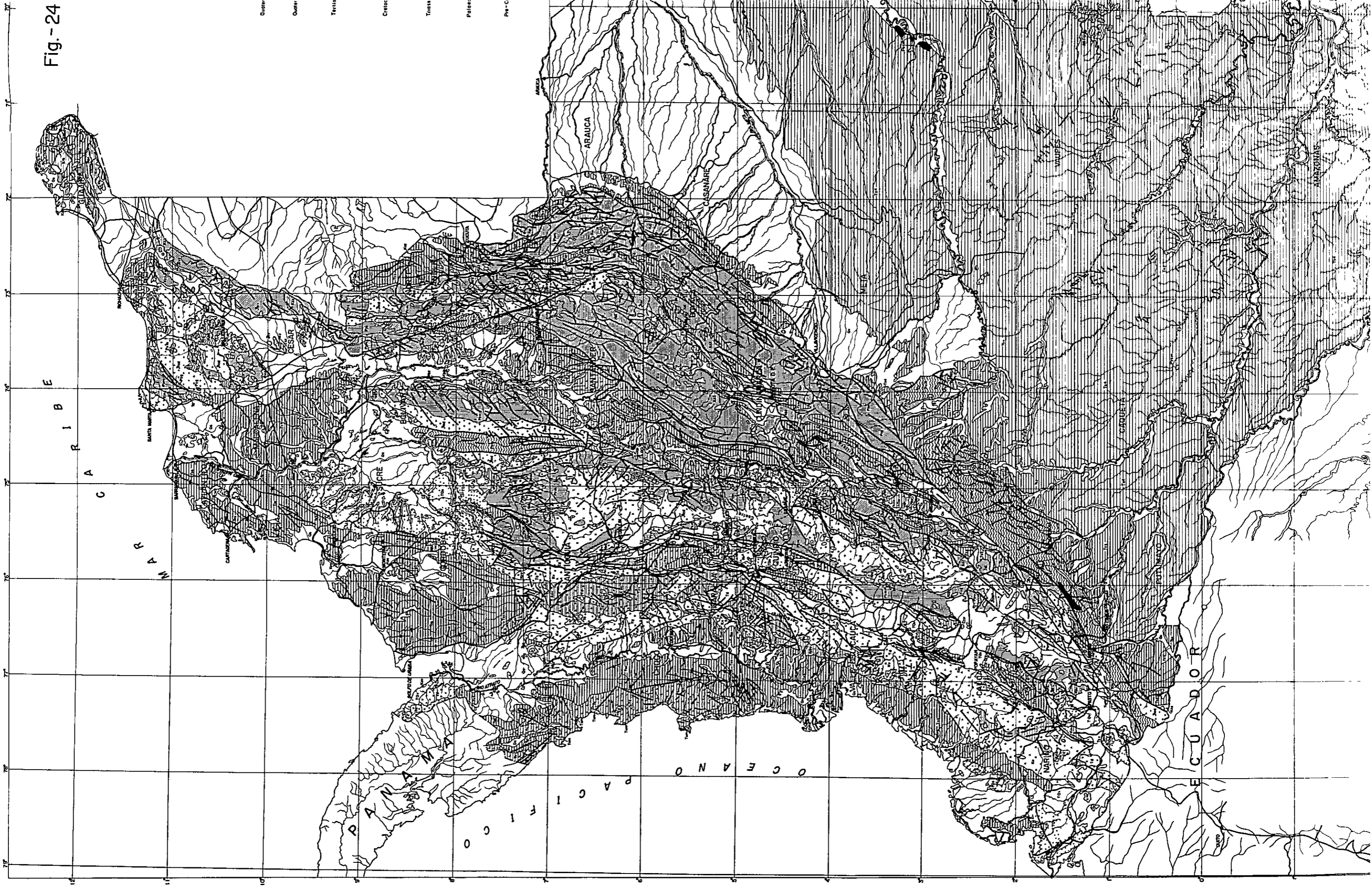
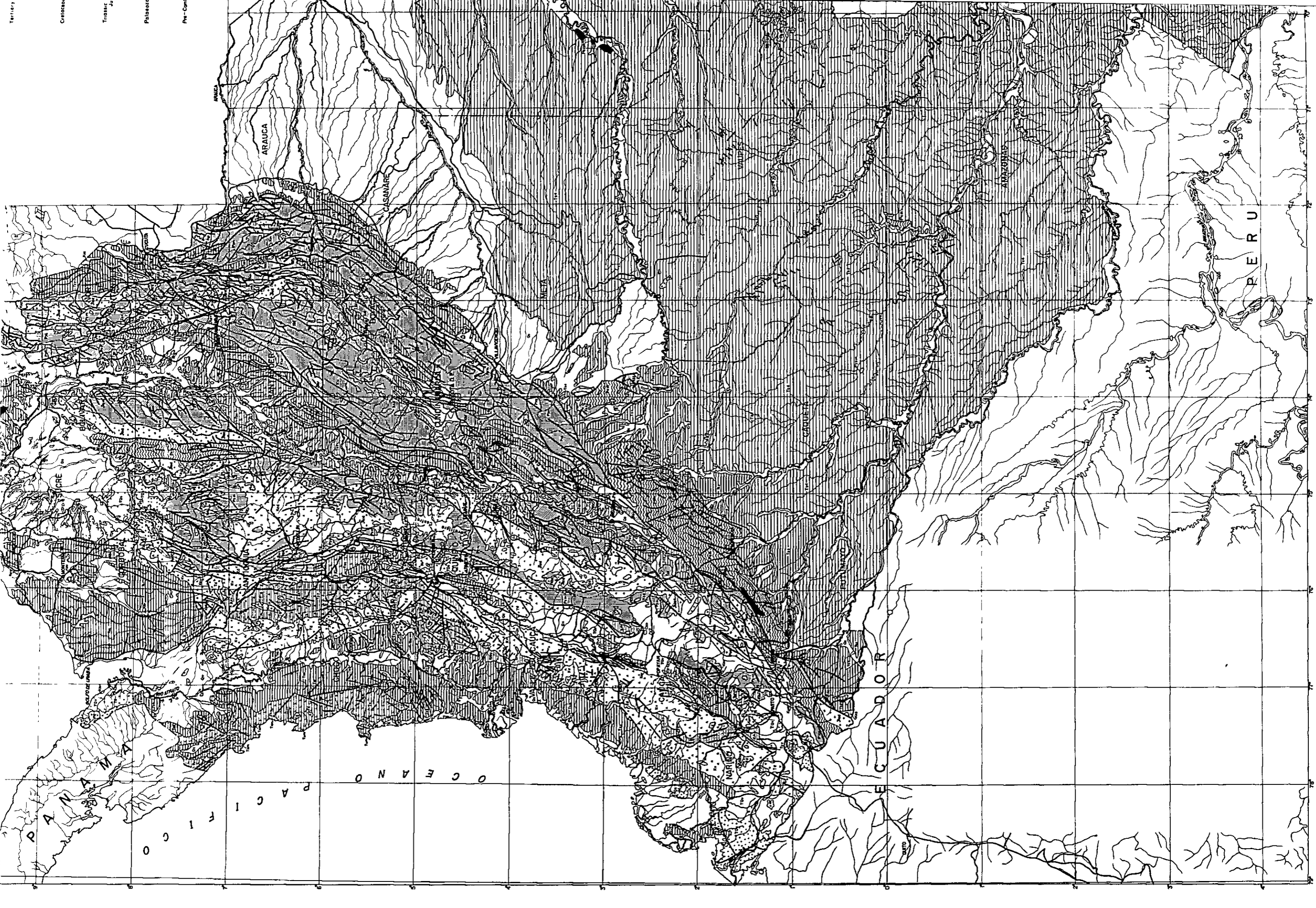


Fig. - 24



Tertiary
Cretaceous
Tertiary -
Jurassic
Palaeozoic
Pre-Cambrian



5. コロンビアの地質・構造の概要

5. コロンビアの地質・構造の概要

コロンビアの地質は大きくみて、Guayana Shield (ギアナ楯状地)に属する先カンブリア系からなる東部安定地塊, および古生代以降のAndes (アンデス)造山帯とに大別される。

Guayana Shield はBrazilian Shield (ブラジル楯状地)と共に南米大陸の中核をなすもので始生代から原生代の高度変成岩類と花崗岩質貫入岩類からなる。

古生代以降の地向斜性堆積物は、コロンビアの西半分を略N30°E方向に走るコロンビア・アンデス褶曲山脈に沿って分布し、大きく分けると西側より東側に向けて、優地向斜性、劣地向斜性、陸成の3種の堆積相の帯状分布を示す。

5-1 地 質 分 布

5-1-1 先カンブリア系

コロンビアはGuayana shieldの西縁に位置しているが、先カンブリア系の分布面積は概して小さく、東部山脈、中央山脈、Santa Marta (サンタ・マルタ)山地、Guajira (ガヒラ)半島、アマゾン流域が主な分布地である。このうち、コロンビアにおける最古の年代はSanta Marta山地で年代測定された1,350 m.y.であるが、Guayana shield 中心部には更に古い岩石が分布しており、フランス領ギアナにおいては4,100 m.y.が測定されている。

構成岩類は、ミグマタイト、グラニュライト、チャルノック岩、角閃岩等の高度変成岩類、酸性-塩基性準片麻岩、準片岩等の低度変成岩類およびこれらに貫入した花崗岩質岩石等よりなる。

5-1-2 古生代以降

1) 古 生 界

カンブリア・オルドビス紀から二畳紀まで及んでおり、優地向斜堆積相、劣地向斜堆積相、エピコンチネンタル堆積相から成る。優地向斜堆積相はオフイオライトで代表される塩基性火山岩類、スレート、千枚岩、珪岩等よりなり、コロンビア中央～西部にかけて分布し、一部は緑色片岩、黒色片岩に変成されている。劣地向斜堆積相は黒色頁岩、砂岩、礫岩、石灰岩等よりなり、コロンビア中央～東部にかけて分布し、一般に非変成で火成活動は余り認められない。エピコンチネンタル堆積相は、赤色砂岩、シルト岩、礫岩等に一部石灰石を挟み、コロンビア東部～アマゾン流域平原に分布する。

この他、コロンビア東部平地Guaviare 川附近のアルカリ閃長岩、東部山脈Santander Massif の黒雲母-石英-長石正片麻岩はオルドビス紀後期の深成岩であり、中央山脈にはメタ・トナール岩 (Puqui 地方)、石英モンゾニ岩 (Medellin 南部 Amagá 地方)等の酸性岩類が貫入している。

II) 中生界

a) 三畳系～ジュラ系

この時代は中央山脈が大部分陸化していた時であり、コロンビア東部地域では大規模な陸成層の堆積が行われ、一方西部山脈方面では活発な火山活動を伴う優地向斜性堆積が行われた。東部地域には特徴的岩相を示すモラッセタイプの陸成赤色層と呼ばれる赤色の礫岩、砂岩、シルト岩が広く、厚く堆積しており、Jordan 層などは層厚 3,500～4,000m に達する。又、西部山脈には塩基性火山岩類、シルト岩、砂岩、チャート等のフリッシュタイプの堆積岩が分布している。

この時代には、中央山脈、東部山脈、Santa Marta山地等にかなり大規模な閃緑岩、石英閃緑岩、石英モンゾニ岩等の貫入が見られる。

b) 白亜系

この時代は中央山脈の一部を残してコロンビア・アンデス全域が海域となった時で、西部山脈方面には優地向斜性堆積が行われ、東部山脈地域からその東側までの広い範囲に劣地向斜性堆積が行われた。

西部山脈地域では塩基性海底火山活動が旺盛に見られ、玄武岩、安山岩、熔岩流、火山砕屑岩類が広く分布し、黒色頁岩、グレーワック、チャートに一部石灰岩を伴ってフリッシュタイプの堆積相が分布する。又、東部山脈地域には劣地向斜性小堆積盆地が数多く存在し、黒色頁岩、砂岩、礫岩、チャートの累層に一部リン酸塩岩を伴った堆積相が分布するが、火山岩類は少い。

この他、東部山脈～東部平原にかけては、エビコンチネンタル～陸成相の堆積岩が分布する。

この時代の後期には、Antioquia batholithで代表される花崗岩質深成岩が中央山脈地域に広範囲に貫入し、又、西部山脈地域には褶曲帯主軸に沿って超塩基性岩の貫入が見られる。

III) 新生界

a) 第三系

第三紀に入るとコロンビア全体に海退が始まったので、海成層は現在の海岸地域のみで限定されて分布し、泥岩、シルト岩、砂岩、チャートの厚層に一部礫岩、石灰岩を伴う深海性の堆積相を示す。

この地域には玄武岩、安山岩、同質砕屑岩の活動が見られ、優地向斜性の環境を若干残している。

しかし乍ら、第三紀の大部分はモラッセタイプの陸成層であり、礫岩、砂岩、シルト岩等に石灰岩を伴っていることが多く、隆起したアンデス山地内陸盆地の至る所に分布して

いる。

第三紀の花崗岩類は Guajira 半島, Santa Marta 山地, 西部山脈, 中央山脈等に数多く分布しているが, 単位岩体としての規模はあまり大きくない。又, 中央山脈から西部山脈にかけては, カンラン岩, 輝岩, はんれい岩等の超塩基性～塩基性貫入岩類が若干認められる。

6) 第四系

第三紀末～第四紀に活動した火山岩類—安山岩, 玄武岩, 凝灰岩が中央山脈の中～南部沿に分布する。又, 同時代の沖積層は北部の平原地帯, Magdalena, Cauca 両河川沿および南部海岸沿に見られる。この他, 第四紀洪積層は主要河川沿, 北部平原地帯および海岸地帯に広く分布する。

5-2 火成活動

5-2-1 深成火成活動

コロンビアにおける深成火成活動としては時代別に, 次のサイクルに大別される。

i) 先カンブリア紀後期

ii) オルドビス紀後期

iii) 古生代末期

iv) 三疊紀後期～ジュラ紀

v) 白亜紀

vi) 第三紀 (始新世中期及び漸新世～中新世)

i) 先カンブリア紀の深成火成活動は, 略 1,350 m.y. と 950 m.y. の 2 回に亘る造山運動に伴うもので, 再生マグマによるグラニュライトを主とし, 他に部分的にミグマタイト化を与えたものであるが, これははっきりした Plutonic Magmatic activity の証拠は認められてない。分布としては, 先述の先カンブリア系の地質の中に包含される。

ii) オルドビス紀後期の深成火成活動は, この期の造山作用に伴ったもので, 東部地域および東部山脈に見られる。東部平地 Guaviare 地区に見られるアルカリ閃長石, 東部山脈の Santander Massif を構成する黒雲母—石英—長石正片麻岩などがこの期の代表的深成岩であり, 明確な Plutonic magmatic activity の証拠が認められる。

iii) 古生代末期の深成火成活動は主に中央山脈に見られる。古生代末期に中央山脈地域に見られる。古生代末期に中央山脈地域では大規模な隆起があり, この造陸運動に伴って Plutonic magmatic activity があつた。Puqui 地方や Medellin 南部の Amagá 地方に見られる酸性深成岩類が主なものである。

iv) 三疊紀後期～ジュラ紀の深成火成活動は, 三疊紀の Santa Marta 山地および東部山脈に

見られる造山運動に伴った中～酸性岩による batholith 活動に始まり、Santa Marta 山地、東部山脈および中央山脈の東縁に分布するジュラ紀の batholith 活動まで継続された。Santa Marta batholith, Ibagué batholith などがこの代表であり、閃緑岩、石英閃緑岩、石英モンソニ岩などからなる大岩体を形成している。

V) 白亜紀後期にはこの期前期に西部山脈地域一帯の優地向斜帯や中央山脈地域に大規模な褶曲運動が起き、西部山脈地域の褶曲帯主軸部にカンラン岩、蛇紋岩等の超塩基性岩類が、又、中央山脈地域には Antioquia batholith で代表される石英閃緑岩、花崗閃緑岩、石英モンソニ岩等の広範を花崗岩質深成岩が貫入した。一般的に花崗岩質岩石の岩相は均質である。

VI) 第三紀の深成火成活動は、前～中期に Santa Marta 山地、Guajira 半島の褶曲作用に伴った小型 batholith 状の岩体、および中期に西部山脈、中央山脈の中生代優地向斜帯に沿って細長く貫入している岩体とが見られる。岩質は石英閃緑岩、閃緑岩および花崗岩等であり、西部山脈には数多くの貫入岩体が認められる。この他、西部山脈にはカンラン岩、輝岩、はんれい岩等の超塩基性～塩基性岩類の貫入が若干見られる。

5-2-2 火山活動

古生代カリブリア・オルドビス紀から三疊紀前半までの間、中央山脈を中心とし、一部西部にまたがる優地向斜帯においてオフイオライトを伴う塩基性火山活動が見られる。

又、白亜紀に発達せる西部山脈の優地向斜帯には塩基性海底火山活動が旺盛に見られ、玄武岩および安山岩熔岩流、同岩質火山砕屑岩類が広範囲、且つ厚く分布している。

新生代第三紀には、優地向斜帯は劣化し海岸沿に狭少となったが、同地帯の各地に玄武岩、安山岩、同岩質火山砕屑岩類が認められ、又、第四紀には中央山脈中～南部に安山岩、玄武岩、同岩質凝灰岩の活動が認められる。

5-3 地質構造発達史

Guayana shield 中心部の最古の部分には 3,000 m.y. 以前に起きたベネズエラ南東部の優地向斜性 Imataca complex の変成より更に古期の変成作用が見られ、その後、2,250~1,850 m.y. 間に再度変成作用を蒙り、少くとも 2 回の花崗岩類マグマの活動を受けたのち安定したクラトン (craton) となった。コロンビアの地史は、この先カンブリア界 Guayana shield 西縁に沿って、海洋性物質の堆積を伴って形成された現在のコロンビア・アンデス 3 山脈の生い立ちを推定することである。

古生代初期には Guayana shield の北西縁沿に周縁大陸性優地向斜 (peri-continental eugeosyncline) が形成されたが、オルドビス紀後期の造山運動を経たのち、古生代末期に強い変質作用を伴って花崗岩質岩の貫入活動があり、結晶片岩地帯を形成し、古期中央山脈をもたらしした。これは更に NE 方向に伸長し、Santa Marta 山地 (Sevilla 弧)、Guajira 半島

(Guajira 弧) まで延長している。これが現地のコロンビア・アンデスの脊稜を成す NE 方向弧状結晶片岩帯である。

中生代に入ると、初期～中期には古生代の造山弧沿に Santa Marta batholith および南部の Ibagué batholith と云った大岩体の貫入があり、続いて後期において、第 2 の周縁大陸性優地向斜帯が、古生代末の造山弧の外側に形成された。白亜紀末期にこの優地向斜性堆積物は造山作用を受け強く褶曲したが、変成作用は部分的のみであった。これらの造山作用の結果、中央山脈、西部山脈、及び Santa Marta 山地と Guajira 半島の北西帯が形成された。

そしてこの白亜紀末の造山弧 (Late Cretaceous Orogenic Arc) の内側に沿って Antioquia batholith 及び衛星的諸岩体の貫入など激しい活動があった。

この後、第三紀に入り、始新世中期に Santa Marta 山地、Guajira 半島地域で、又、漸新世～中新世初期には西部山脈地域で、それぞれ造山運動に伴った小さな花崗岩質深成岩が造山帯の軸に沿って数多く貫入した。そして、この第三紀中期アンデス造山期に同時に東部山脈が形成された。即ち、中央山脈の東側においては、オルドビス紀後期及びジュラ紀の craton 内造山運動を除き、Guayana shield は隠生代 (Cryptozoic eons) の間欠的縁海性劣地向斜型堆積の後には比較的安定したプラットフォーム (platform) であったが、この中新世初期の造山運動により非常に強い周縁性撓曲 (marginal flexures) - 褶曲作用を受け、東傾斜の高角度逆断層を生じ、東部山脈はこれに沿って上昇した。

以上、概括的に見れば、コロンビア・アンデス 3 山脈は地質的にも異り、生い立ちの時代も異っている。

- i) 古生代後期 - 古期中央山脈の形成
- ii) 中生代後期 - 中央山脈、西部山脈の形成
- iii) 第三紀中期 - 東部山脈の形成

その後、この 3 山脈は、第三紀後期及び現世の後造山性の上昇により、現在の地形が形成された。

又、コロンビア最西部に見られるブーグ異常、及びパナマ最東部に塩基性火山岩類を覆って深海～半深海性堆積物があることは、パナマ地峡が、恐らく海底地殻 (Oceanic crust) 源であり、アンデス造山運動中に、アンデスと連結したものであろうと推定される。

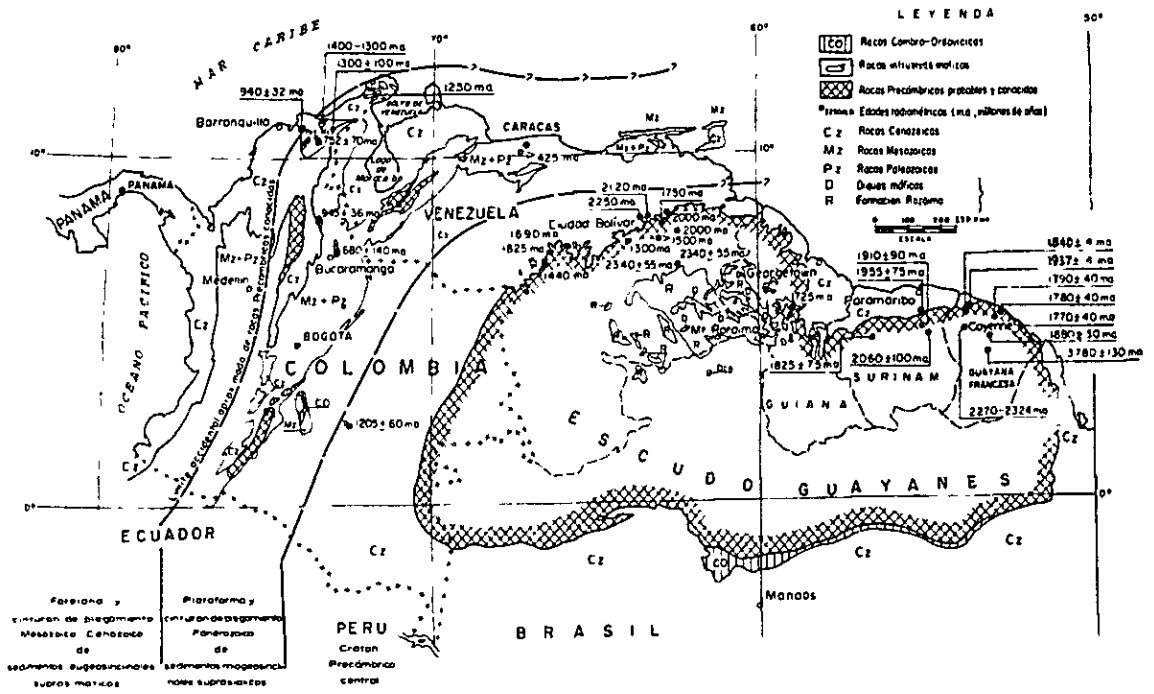


Fig 2- Distribución de rocas Precámbricas y Cambro-Ordovicianas, de edades Precámbricas conocidas, y de las subdivisiones tectónicas mayores de la parte septentrional del continente sudamericano

Fig.- 25 Rock Distribution In Precambrian, Cambro - Ordovician, and Major Tectonic Zones in the Northern Part of South American Continent

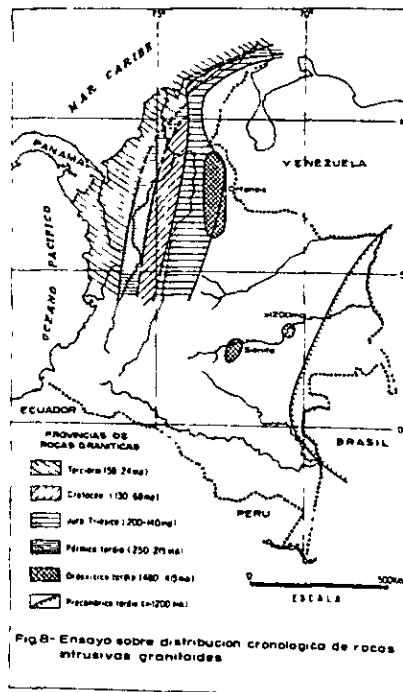


Fig.- 26 Geochronologic Distribution of Granitic Rocks in Colombian Andes

Fig.-27 Sedimentation and Orogeny in Phanerozoic
Eons in Colombian Andes and its Adjacent Area

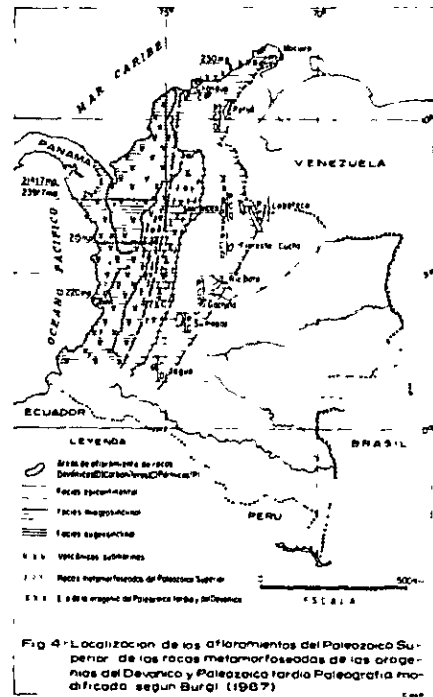
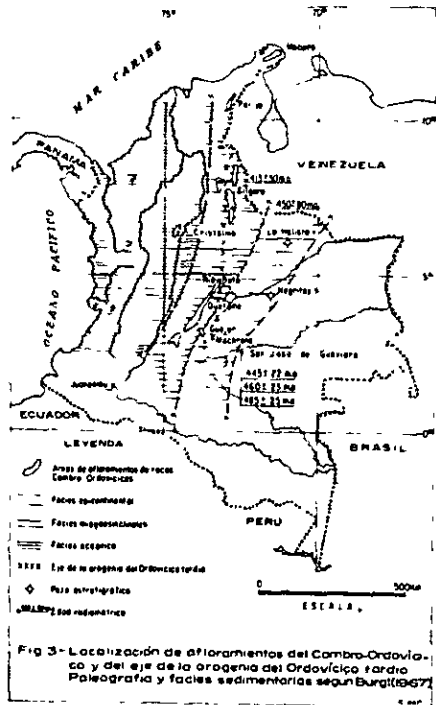


Fig.- 27-1 Cambro - Ordovician

Fig.- 27-2 Late Palaeozoic

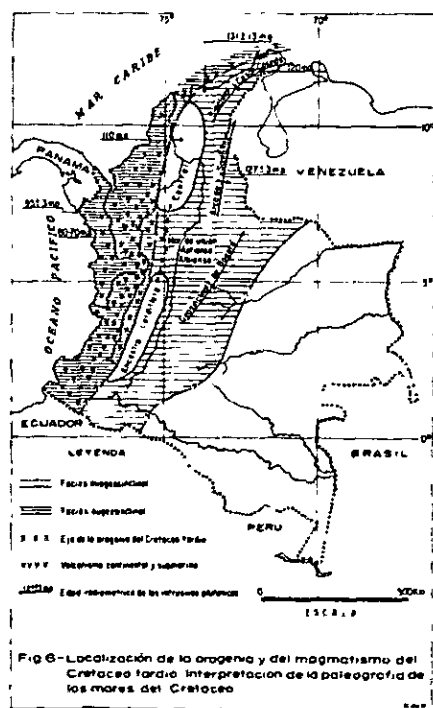
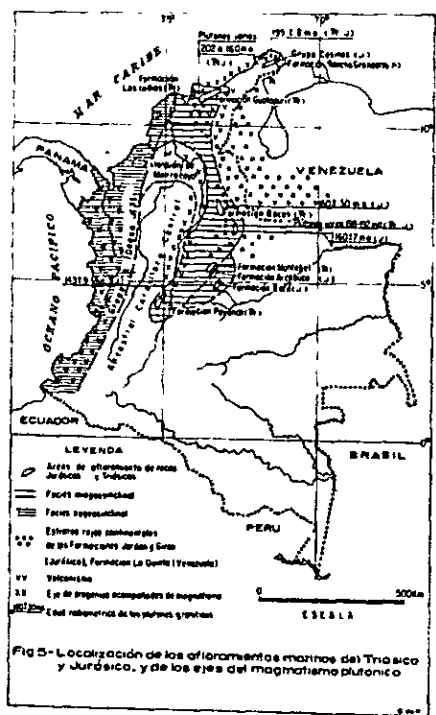


Fig.-27-3 Trias - Jurassic

Fig.-27-4 Late Cretaceous

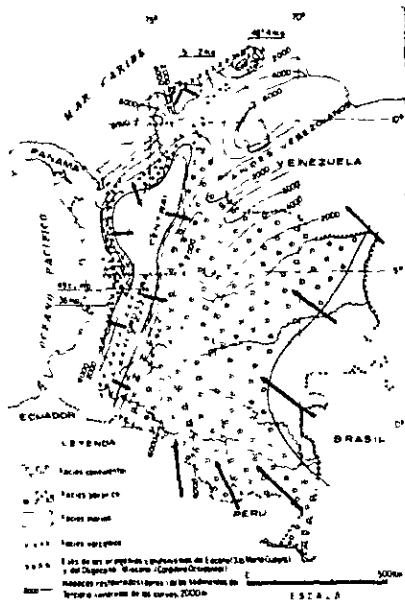


Fig. 7- Configuración de las cuencas mayores de sedimentación durante el Terciario temprano, antes de la orogénesis Andina que ocasionó la formación de las cuencas longitudinales intramontañas actuales.

Fig.-27-5 Early Tertiary (Pre-Andian Orogeny)

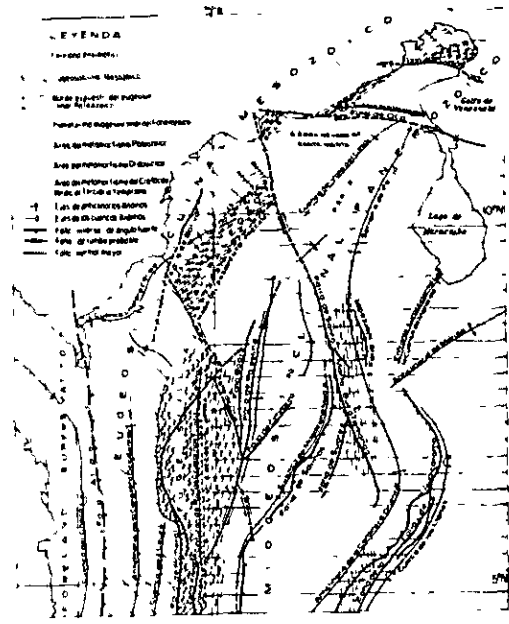


Fig. 8- Principales elementos tectónicos de los Andes más septentrionales de Colombia.

Fig.-28 Tectonic Elements in the Northern Part of Colombian Andes

ERA'S	FACIES					PRINCIPALES EPISODIOS OROGENICOS
	REGION CORDILLERA OCCIDENTAL	REGION CORDILLERA CENTRAL	REGION CORDILLERA ORIENTAL	LLANOS	PRINCIPALES EPISODIOS OROGENICOS	
CENOZOICO					escudo	OROGENIA ANDINA
MESOZOICO	eugeosinclinal	microgeosinclinal	microgeosinclinal	epicontinental	escudo	OROGENIA SANTA MARTA-GUAJIRA OROGENIA CORDILLERA OCCIDENTAL Y SANTA MARTA-GUAJIRA BATOLITO ANTIOQUEÑO
PALEOZOICO		eugeosinclinal	microgeosinclinal	epicontinental	escudo	OROGENIA SANTANDER-SANTA MARTA OROGENIA DE LA CORDILLERA CENTRAL ETC. PERTURBACION DEL DEVENIR TARDIO OROGENIA ORDOVICICA
PRECAMBRICO TARDIO	oceanico	oceanico?	eugeosinclinal		escudo	OROGENIA PRECAMBRICA DE 950 m.a. (Facies antioqueña y gran póide)
PRECAMBRICO MEDIO	oceanico	oceanico?	escudo	escudo	escudo	OROGENIA PRECAMBRICA DE 1450 m.a. (Facies antioqueña y gran póide)
PRECAMBRICO TEMPRANO	oceanico	oceanico?	escudo	escudo	escudo	


Fig.-29 Westward Progressive Movement of Eugeosynclinal Axis with Continental Accretion in Colombian Andes

5-4 火成活動と鉱床生成期

次表 (Table-11) はコロンビアにおける主な地質時代、地殻変動期と鉱床生成との関係をまとめたものである。

現在広域探査中の主要な銅鉱床のタイプはポーフイリー・カッパー型鉱床およびスカルン型鉱床である。このうち、ポーフイリー・カッパー型は中央山脈中～南部に見られる白亜紀貫入の斑岩類に伴うもの、及び西部山脈沿に見られる第三紀貫入の閃緑岩類、斑岩類に伴うものと2種が現在までに確認されており、スカルン型は中央山脈に見られ、白亜紀斑岩類の活動に伴うものが存在する。

Table-11 地質時代と鉱床生成との関係略表

地質時代	鉱床	地殻変動	火成活動
第四紀	砂金類	(東部山脈隆起) (アンデス造山)  (アルプス造山)	塩基性～中性火山活動
第三紀	金, 銀, 銅, 鉛, 亜鉛 マンガン etc 石油, 石炭, 岩塩 ポーキサイト, 硫黄 etc ※ポーフリー・銅 生成		塩基性～中性火山活動 (玄武岩, 安山岩 etc.) 中性～酸性岩 (閃緑岩, 石英閃緑岩, 花崗岩, 斑岩) および塩基性～超塩 基性岩 (カンラン岩, 輝岩, はんれ い岩) の貫入
	下部第三紀 } 白亜紀		金, 銀, 銅, 鉛, 亜鉛 ニッケル, 鉄, 水銀 etc エメラルド, 岩塩, 石炭 石膏 etc. ※ポーフリー・銅 生成 ※スカム型鉱床生成
ジュラ紀 } 三畳紀	?		(造陸性造山)
二畳紀 } デボン紀	?	(パリスカン造山)	中性～酸性岩 (メタ・トナル岩, 石英 モンゾニ岩 etc.) の貫入 オフィオライト活動
オルドビス紀 } カンブリア紀	?	(カレドニア造山)	酸性岩 (アルカリ閃長岩 etc.) の貫 入 オフィオライト活動
先カンブリア紀	鉄, マンガン etc.	(先カンブリア紀後 期造山)	塩基性～酸性岩貫入

6. コロンビア北西部および 中部地域の地質鉱床概要

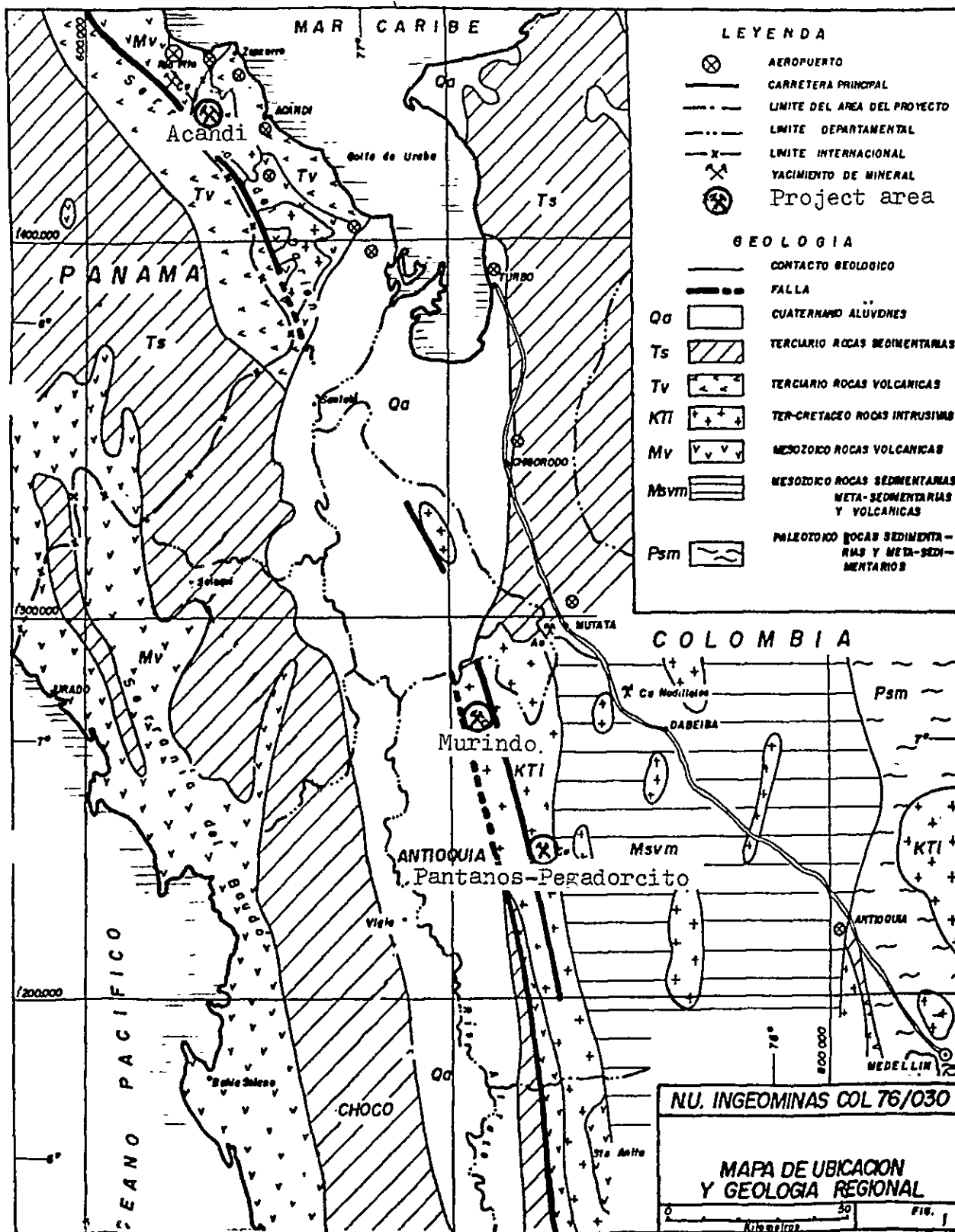


Fig. 30 Location map of Acandi, Murindo, and Pantanos-Pegadorcito area

6. コロンビア北西部および中部 地域の地質鉱床概要

6-1 コロンビア北西部地域の地質鉱床

6-1-1 地質分布

本地域の山系は東から西へ中央山脈、西部山脈、及び海岸に沿う Baudo (バウド) 山脈の3列があり、南北に伸びている。中央山脈と西部山脈の間には Cauca 川が北に向って流れ、中央山脈と東部山脈の間を流れる Magdalena 川と合流し、カリブ海に注ぐ。西部山脈と Baudo 山脈との間の Atrato 川も、ほぼ真北に向いカリブ海の Uraba (ウラバ) 湾に注いでいる。本地域の地質はそれらの山脈と川によって大きく分けられている。即ち、Cauca 川の東部には変成岩を主とする古生層及びそれに貫入した底盤 (batholith) 状深成岩類が分布し、西側には優地向斜型の塩基性火山岩類を含む白亜系堆積岩層が広く分布する。Cauca 川は Medellin 市北方約 90 Km にて北東方向に流路を変えているが、その北方 30 Km 付近から、第三系海成層がカリブ海の海岸まで占めている。西部の Atrato 川は、湿地帯を含む低地帯の中を流れており、第四系洪積層が分布しているが、太平洋岸近くでは、再び白亜紀末期の塩基性火山岩類が露出している。

中央山脈を占める古生層の岩相は、石英・絹雲母片岩、緑色片岩、角閃石片岩、ゆうれん石片岩及び原岩構造を残す程度の変成岩などから成っている。古生界の原岩はカンブリア紀からオルドビス紀に Guayana 盾状地塊の北西部に発達した劣地向斜及び優地向斜の堆積層で、中央山脈の西側では優地向斜性の火山碎屑物を互層状にはさんでいる。この地層に変成作用が行われた時期は古生代後期と考えられている。

西部山脈の地質は白亜紀に開始された優地向斜性堆積による塩基性火成岩類からなっており、コロンビア北西部海岸地域から西部地域を含み更にエクアドル方面迄広く分布しているものである。本層の最下部は Cauca Ophiolite Complex と呼ばれる海洋底起源の超塩基性火成岩類が占め、その上位に塩基性火山岩類が、砂岩、頁岩類と互層した Dagua group (当北西部地域では Cañas gordas → カニャスゴルダス層群と称される) 及び Diabase group が堆積しているものである。これらの地層は白亜紀末期に太平洋側からの横圧力による褶曲・造山運動により一部に軽度の変成作用を蒙っている。太平洋岸にも本層が一部露出しているがその間にある Atrato 川流域と、Cauca 川の北部には、海成第三紀層が厚く堆積している。

6-1-2 火成活動

コロンビアに於ける深成岩活動としては次の6回の活動期が知られている。a. 先カンブリア紀末期, b. オルドビス紀末期, c. 古生代末期, d. 三疊紀末からジュラ紀, e. 白亜紀, f. 第三紀 (始新世中期と, 漸新世から中新世迄の間)

この内、北西部地域では中央山脈西側に分布する古生代末期（250-215 m.y.: 二疊紀）の火成岩が最初期の貫入岩体をなし、その東側にジュラ紀・三疊紀の火成活動があつて南北に連なる。白亜紀にはその2帯の中間地帯即ち中央山脈の東側に貫入岩体が並んでいる。特に Medellín 東方には東西約70 Km 南北約100 Kmの大規模底盤状貫入岩体（Antioquia batholith）として分布する。第三紀の貫入深成岩体は、白亜紀後期の褶曲帯の外側に分布している。特に西部山脈の西側には幅20 Kmで南北に細長く連なる貫入岩体（Mandé batholith）が分布する。

古生代末期の火成岩は変成岩類の形成と密接に関連し、石英閃緑岩、石英モンゾニ岩質の貫入片麻岩状岩体をなす。ジュラ紀及び三疊紀の火成岩は、角閃石に富む石英閃緑岩を主とし、閃緑岩、石英閃緑岩質岩石を伴う。

白亜紀の火成活動は、中央山脈の東と西とでは様相を全く異にし、東部では石英閃緑岩乃至花崗閃緑岩を主とするが、西部では、ジュラ紀から形成し始めた優地向斜の沈降に伴って海底火山活動が激しく行われ、暗灰色砂岩、頁岩と互層して玄武岩質乃至安山岩質火山岩類が大量に堆積し、層厚9,000 mに達している。主要堆積期が白亜紀中であることは、化石から決定されているが、その末期に造山運動が開始され、褶曲作用及び一部に変成作用が生ずると共に各所に超塩基性火成岩の貫入が行われた。その後、第三紀に入ってこれらを買いて石英閃緑岩類の底盤状進入が行われ、その進入固結に引き続いて、石英斑岩、石英安山岩質斑岩等の貫入が行われた。第三紀酸性火成岩類は、中央山脈地帯にも貫入し、分布している。

第三紀乃至第四紀の火山活動は Medellín 付近から北部には存在しない。

6-1-3 地質構造

主として古生界からなる中央山脈と白亜系からなる西部地域とは Cauca 川の近傍を南北に走る Romeral (ロメラル) 断層によって境界をなしている。その西部では南北系の多数の断層があり、これに次いで NW-SE 系、NE-SW 系の断層群が発達している。Romeral 断層から西方約100 Kmには南北に連続性の強い Murindó 断層がある。第三紀石英閃緑岩底盤岩体（Mandé batholith）の分布に沿って延長していることから、底盤岩体貫入前の弱線帯の存在を示しているものとみられる。NW-SE 系の断層構造としては Medellín から NW 方向に向って幅数 Km の断層帯が発達しており、その南西側が南東へ転移した構造を示している。これは Medellín と Manizales (マニサレス, Medellín 南方約100 Km) との間が、太平洋側からの圧力で最も大陸側に押しこまれた形状をなすためである。今回調査を行った Acandí 地域及び Pantanos 地域の石英閃緑岩が、波動消光を示す石英を有し cataclastic (破砕) 構造を示すのは、これらの閃緑岩体貫入後にも横圧力又は剪断力が継続していたことを示している。

更に北方では、Uraba 湾を境として、東部は全体的に東方へ撓曲し、西部は西方へ弓状に方向を変え、Acandí 地域を経て、パナマ国 Darien (ダリエン) 地域へ連なる。

6-1-4 鉱床分布

コロンビア北西部，即ち Antioquia, Choco, 及び Cordoba 各州に分布する主なる鉍床乃至鉍徴地は次の如くである。

i) 超塩基性火成岩類と関係ある鉍床

1) ニッケル：Cerro Matoso (セロ・マトソ) 鉍床

Medellin 北方約 200 Km に所在する当国最大のラテライト状ニッケル鉍床で埋蔵鉍量 14 百万 t 品位 2.5 % Ni と云われる。原岩は白亜紀末貫入したハルッパージャイト (harzburgite), ダナイト (dunite) 等の超塩基性鉄苦土質岩石である。近辺には低品位ながら (Ni 1.3 % ±) Planeta Rica (プラネタ・リカ), Uré (ウレ) 等の鉍徴地がある。1940 年頃から調査されているが最初は鉄原料として検討されており，1958 年から初めてニッケル鉍床として注目されるようになった。コバルトが副成分として 0.05 % 程度含有されている。1973 年から当地区について Undp - Ingeominas の共同調査が行われ，鉍床規模，成因等が研究された。

2) プラチナ

コロンビアは世界でも第 4 位のプラチナ生産国であるが，その 98 % を，Choco 州 Quibdó (ギブドー) 付近から生産している。北方の Dabeiba 付近からも産出がある。これらは白亜紀貫入の超塩基性岩石から由来した漂砂鉍床である。1975 年の生産量は 22,000 トロイオンスであるが，約 30 年前には約 2 倍の生産量であった。

3) クロム

Córdoba 州に Salunas (サルナス), Querezas (クレスアス) 鉍徴地がある。かんらん岩とはんれい岩の境界付近にクロム鉄鉍が濃集しているものである。

4) アスベスト

非金属鉍床であるが，この種の鉍床は世界的に少なく，カナダなどに偏在して居るので，当国のアスベスト鉍床の存在，開発は重要な意味がある。Medellin 北方約 120 Km に，Las Brisas 鉍床があり磁力探査，試錐調査が行われ，1980 年生産開始を目指し，現在稼行設備建設中である。中央山脈中の白亜紀の蛇紋岩体中に多数の水平的な脈状をなして生成している。

ii) 酸性火成岩と関係ある鉍床

1) 金

金鉍床に関連ある酸性火成岩類は次の 2 種類あり，鉍床型がやや異なる。

a) 第三紀以前の貫入岩

Medellin 北東約 100 Km 付近に多数あり，Antioquia batholith と変成岩類の接触部に出来た，鉍染状乃至脈状鉍床で，銅・鉛・亜鉛を少量伴う。

b) 第三紀貫入岩

西部山脈地帯の白亜系塩基性火山岩質堆積岩層に貫入した石英閃緑岩，花崗閃緑岩，斑岩等に伴ってその縁辺部に生成した鉱脈状金鉱床で，同様に銅・鉛・亜鉛を少量伴う。

これら，いずれの鉱床群の下流にも，多数の砂金鉱床が分布している。Choco州 Quindó 南方に散在する砂金鉱床は b) 型の鉱床地帯からのものである。

2) 銅

当地域にはまだ稼行されている銅鉱床は存在しないが，1972年以來実施されてきた A I D (米国国際開発局)，UNDP 及び Ingeominas による一連の組織的調査によって数ヶ所の大規模銅鉱徴地が発見された。その内，Pantanos - Pegadorcito, Murindó, Acandí 地域に対しては，地質調査，地化学探査，物理探査が精力的に実施され，Pantanos, Acandí 地域では，それぞれ11本，6本の試錐探査も行われた。これらは西部の白亜系に貫入した酸性火成岩類に伴った所謂ポーフィリー・カンパー性鉱床で，モリブデン及び一部には金を伴っている。但し，開発に至るにはまだ試錐探査等を加える必要がある。

3) 鉛・亜鉛

Medellín 北東約150Kmに所在する Remedio (レメディオ)，Segovia (セゴビア) 等に，鉛・亜鉛鉱石の産出が知られているが，これらは前記金鉱床に伴う副産物として生産されているもので，鉛・亜鉛を主とする鉱床は少い。

6-2 コロンビア中部 (Tolima 州中部および南部) の地質・鉱床

Tolima 州の州都 Ibagué 市の南方地域は Tolima 州の中部および南部を占め，主として Magdalena 河の支流の Saldaña (サルダニャ) 河の本流および支流の流域にある。本地域の地質は先カンブリア系，古生界，三疊系～ジュラ系，白亜系，第三系およびこれらを覆う第四系の地層よりなる。これらのほかに，上部ジュラ紀およびそれ以後の火成岩が分布している。

6-2-1 変成岩および堆積岩類

先カンブリア系の片麻岩，角閃岩は Ibagué 市の東南方および南方で小規模に露出しているほかに，Ibagué batholith 中に捕獲岩状に分布している。

古生界の地層は石英・絹雲母・石墨片岩と緑泥石・陽起石・石英片岩よりなり，西方の Quindío (キンディオ) 州および南西方の Valle de Cuenca (バーリエ・デ・クエンカ) 州との州境の中央山脈に沿って高地に分布している。

三疊系～ジュラ系の地層は，下部から Pre-Payandé (パヤンデ)，Payandé (パヤンデ) および Post-Payandé (後パヤンデ) の3層よりなり，Ibagué 市の東南方の Payandé 町から Chaparral (チャパラル) 町の南方にかけて NNE-SW の方向に分布している。最下部の Pre-Payandé 層は礫岩，砂岩，頁岩よりなる。Payandé 層は主として石灰岩よりなり，NNE-SW の方向に細長く分布しているが，Post-Payandé 層，第三紀層および Ibagué batholith

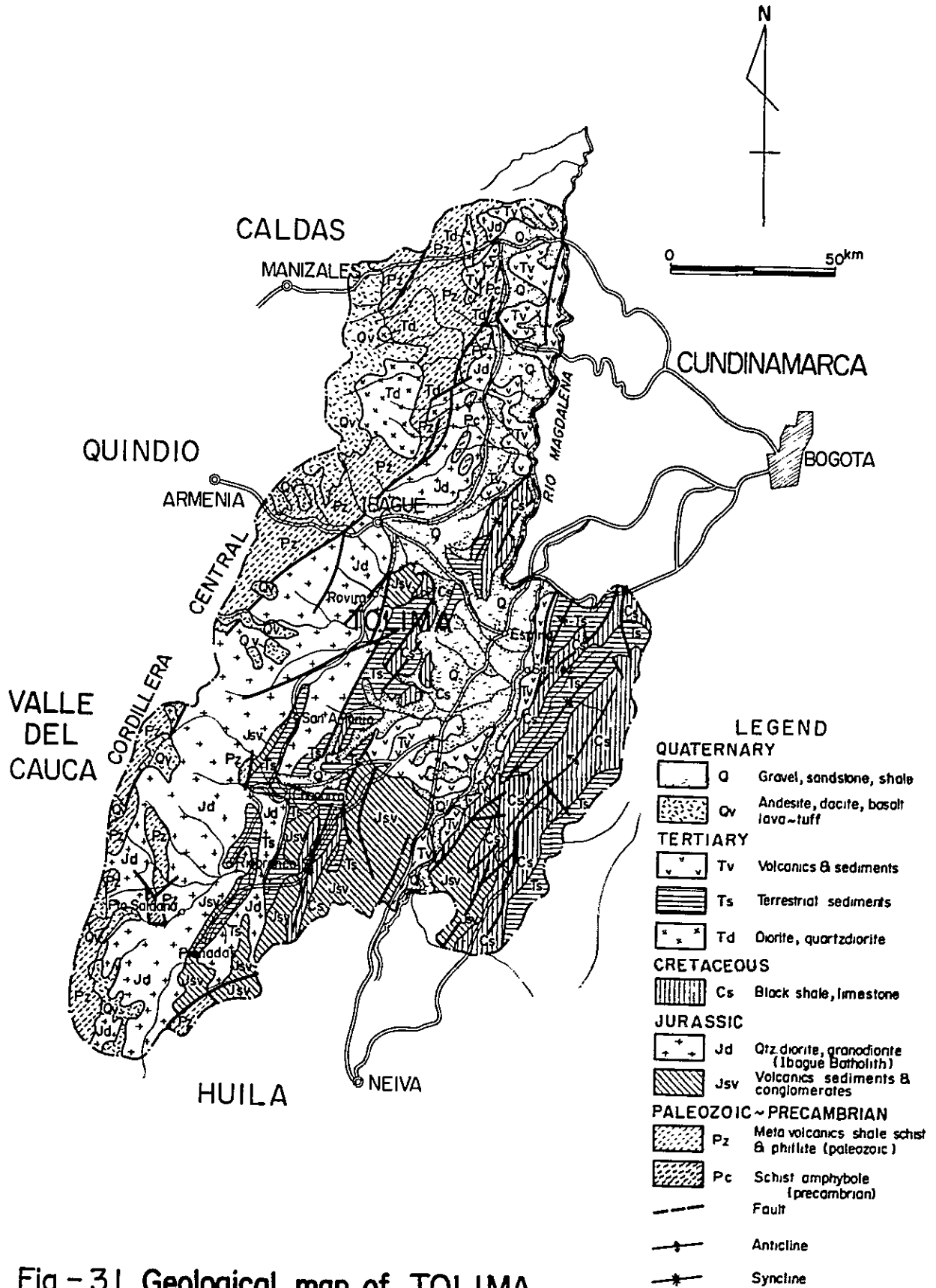


Fig.-31 Geological map of TOLIMA

とはNNE-S SW系の断層で接している所が多い。Post-Payandé層は主として陸成の粘板岩よりなり、石英安山岩質～安山岩質の熔岩流を伴って、南方のHuila州との州境付近に広く分布している。

白亜系の地層は黒色頁岩、石灰岩、石灰質砂岩、粘板岩よりなり、三畳系～ジュラ系の地層に平行してその東方の地域に幅せまく分布している。第三系およびPost-Payandé層とはNNE-S SW系の断層で接している所が多い。

第三系の地層は河成の泥岩、砂岩、礫岩よりなる。Payandé町からChaparral町の南方にかけてNNE-S SWの方向に分布し、下位の地層およびIbagué batholithとは多くの場所で断層で接している。

第四系の地層は主として泥流および集塊岩と沖積層からなる。Ibagué市は東南方へ緩く傾斜する広大な泥流および集塊岩からなる台地の西端に位置している。

6-2-2 火成岩類

上部ジュラ紀の火成岩はIbagué batholithを構成する石英閃緑岩で、Ibagué市の北方よりCauca州の南部にかけてNNE-S SWの方向に長さ約400 Km, 幅45 Kmに亘って広く分布し、古生界の地層とともに中央山脈を形成している。石英閃緑岩は石英モンゾニ岩、花崗閃緑岩などへ岩相変化を示す。Ibagué batholithの年代は、Dr. Barrero ほか(1976)により143±5 m.y. (上部ジュラ紀)と報告されている。

白亜紀の火成岩は斑状安山岩質岩で、一部では閃緑岩の岩相を示し、南西部のIbagué batholithと古生層との接触部付近にNNE-S SWの方向に分散して分布している。

第三紀の火成岩は安山岩質～石英安山岩質斑岩で、Ibagué batholithの西部および南西部で同 batholithおよび古生層を切って、NNE-S SWの方向に分布しているが、交通不便のため殆んど調査は行われていない。

6-2-3 地質構造

全般の地質構造は、中央山脈にはほぼ平行したNNE-S SWの方向を示している。すなわち堆積岩に見られる褶曲軸、Ibagué batholithの分布、白亜紀および第三紀の貫入岩の分布断層群はNNE-S SWの方向にのび、西部の古生層とIbagué batholithが中央山脈の中心部を構成している。白亜紀および第三紀の貫入岩類はIbagué batholithの西縁部に集中して高地に分布している。

6-2-4 鉱床

鉱化作用は多くの地点で知られているが、一般にその規模は小さく、開発の対象となる鉱床は殆んど発見されていない。現在生産中の鉱山はわずかに4鉱山で、Chaparral郡のSanta Rosa(サンタ・ロサ)鉱山で砂金を、San Luis(サン・ルイス)郡のMina Vieja 鉱山およびValle de San Juan(バーリエ・デ・サンフォアン)郡のEl Sapo 鉱山で含銅スカルン鉱床を、

また Coyaima (コヤイマ) 郡の Mal Nombre 鉱山で鉄鉱層を採掘している。

i) 金および銀

Ibagué パソリスの石英閃緑岩中の金・銀鉱脈のほか、Chaparral 町の周辺の Saldaña 河の本流および支流の流域で砂金鉱床が知られているが、いずれもその規模は一般に小さい。唯一の稼行鉱山である Santa Rosa 鉱山では、第四系礫層中の砂金を人力採掘および挽がけによって採集しているが、生産量は不明である。

ii) 銅

中央山脈の東斜面で、接触交代鉱床、鉱脈およびポーフイリー・銅鉱床が知られている。接触交代鉱床は Ibagué パソリスの石英閃緑岩と三疊系～ジュラ系の Payandé 層の石灰岩との接触部付近にあり、Payandé 町の西南方の Mina Vieja, El Sapo の鉱床のほか南部の San Antonio (サン・アントニオ) 町の北方で Los Guayabos (ロス・グアヤボス) 鉱化帯が知られている。Mina Vieja 鉱床は埋蔵量 400～500 千トン程度で、粗銅 250 トン/日 (Cu 1.9%, Au 5 g/t), 浮選精銅 270 トン/月 (Cu 25～29%) を生産している。El Sapo 鉱床のスカルン帯の規模は幅 2～10 m 程度で、手選精銅を生産すると共に採銅が行われている。Los Guayabos 鉱化帯は今回の概査の結果、Mina Vieja 鉱床と同程度の埋蔵銅量が期待される。

銅鉱脈は主として Ibagué パソリスの石英閃緑岩中で約 30 箇所知られているが、いずれも脈幅 30 cm 以下でその規模は小さい。

ポーフイリー・銅鉱床の変質銅化帯は、Rovira 町の北西方の Los Andes および南西方の Infierno 地域で、Ibagué パソリスおよびこれに貫入する石英斑岩～石英安山岩質斑岩の中に知られているが、試錐資料によると銅品位は低い。Chaparral 町の南西方の Puerto Saldaña 地域の銅・モリブデン銅化帯は、Ingeominas の最近の調査によると、Ibagué パソリス中の断層に関係ある鉱脈および細脈として評価し、銅化帯の規模は断層に沿って長さ 3,500 m, 幅 70 m と見積っているが、今回の概査によると、Puerto Saldaña 銅化帯はポーフイリー・銅鉱床の変質銅化を示している。

上記の Mina Vieja 鉱山および Los Andes, Infierno, Los Guayabos, Puerto Saldaña の各銅化帯については調査地域の各論で詳しく述べる。

iii) モリブデン

Ibagué パソリスの石英閃緑岩中に石英・黄鉄鉱・輝水鉛銅の細脈として分布しているほか、パソリス中の捕獲岩状の珪岩、石灰岩および片麻岩中にその銅化が知られている。これらの中で、Rovira 郡の Santo Domingo (サント・ドミンゴ) では石英閃緑岩中に 10 ヘクタールに亘って、石英・黄鉄鉱・輝水鉛銅・黄銅銅の細脈 (幅 1～2 cm) が、また同郡の Los Andes では石英閃緑岩中に幅 20 cm の石英・黄鉄鉱・輝水鉛銅の細脈の露頭が知られて

いる。Ingeominas 調査によると、上記の2地域では何れも細脈の両側にカリ長石化の変質が確認されているので、ポーフイリー・銅型鉍化変質帯の露頭として注目する必要があると考えられる。

IV) 鉛

Chaparral 町の北方および Rovira 町の南方で石英閃緑岩中に黄鉄鉍、閃亜鉛鉍、黄銅鉍を伴う石英・方鉛鉍の鉍脈があるが、何れも小規模である。

V) 亜鉛

接触交代鉍床は Rovira 町の北方の El Bosque (エル・ボスケ) で、Payandé 層の石灰岩と Ibagué batholith の石英閃緑岩との接触部付近にある。また、上記の両岩体の接触部付近の交代鉍床および一部裂か充填鉍床として、Rovira 町の南方で4鉍床が知られている。これらのほかに、石英閃緑岩および古生界の片岩中に石英、黄鉄鉍、方鉛鉍を伴う鉍脈があるが、何れも小規模である。

VI) 鉄

白亜系の堆積岩中の赤鉄鉍の鉍層が2地区に、Ibagué batholith の石英閃緑中の鏡鉄鉍の鉍脈が5地区に、また石英閃緑岩中のマグマ分化鉍床が3地区に知られている。これらの中で、唯一の稼行鉍山は Chaparral 町の東方にある Mal Nombre 鉍山で、露天掘りによって300トン/月生産している。この鉍床は白亜系の石灰岩中の褐鉄鉍・針鉄鉍の5鉍層よりなり、各層の厚さは40~80cm程度である。

Ibagué 市の東南方25kmにある Rio Luisa 鉍山は白亜系の頁岩中の堆積性魚卵状鉍床よりなり、鉍層の厚さは50mで地域の堆積岩の一般走向に一致するN40°Eの方向に広く分布しているが、その品位はFe 22~36%であるため開発の価値はないと評価されている。その他の鉍床はいずれも小規模である。

VII) アンチモン

Ibagué 市の西方の Valle de Cauca 州との州境付近に集中して5鉍床が知られている。鉍床はいずれも古生界の片岩中の石英・輝安鉍の鉍脈で、脈幅は1~10cmでせまいが品位が高く、Au 97~135g/tを示す Orinoco (オリノコ)、Pajarito (パハリト) および El Diamante (エル・ディアマンテ) の3鉍床は探鉍価値ありと評価されている。

VIII) 水銀

Ibagué 市の西方の Cajamarca (カハマルカ) 町の西方の El Cinabrio と Rovira 町の西方の La Luisa で水銀鉍床が知られている。El Cinabrio 鉍山はかつて露天掘り、坑内掘りで稼行されたが、現在入坑出来ない。鉍床は古生界の片岩中の石英・方解石・辰砂の細脈である。

La Luisa 鉍山では、表土中に自然水銀のしずくが混入している。付近の地質は石英閃緑

岩とこれ貫く多数の安山岩の岩脈よりなるが、自然水銀の分布は断層に支配されたと考えられている。

Photo. 3 INGEOMINAS Medellin Branch Office



Photo. 4 Discussion on geological informations of Acandf and Cerro Pantanos areas, at INGEOMINAS Medellin Branch Office



Mr. H. Kamono
Mr. N. Alzawa
Mr. T. Suzuki
Dr. H. Gonzalez
(Jefe)
Mr. J. Oikawa
Dr. E. Alvarez
(subjefe)

7. 調査地域各論

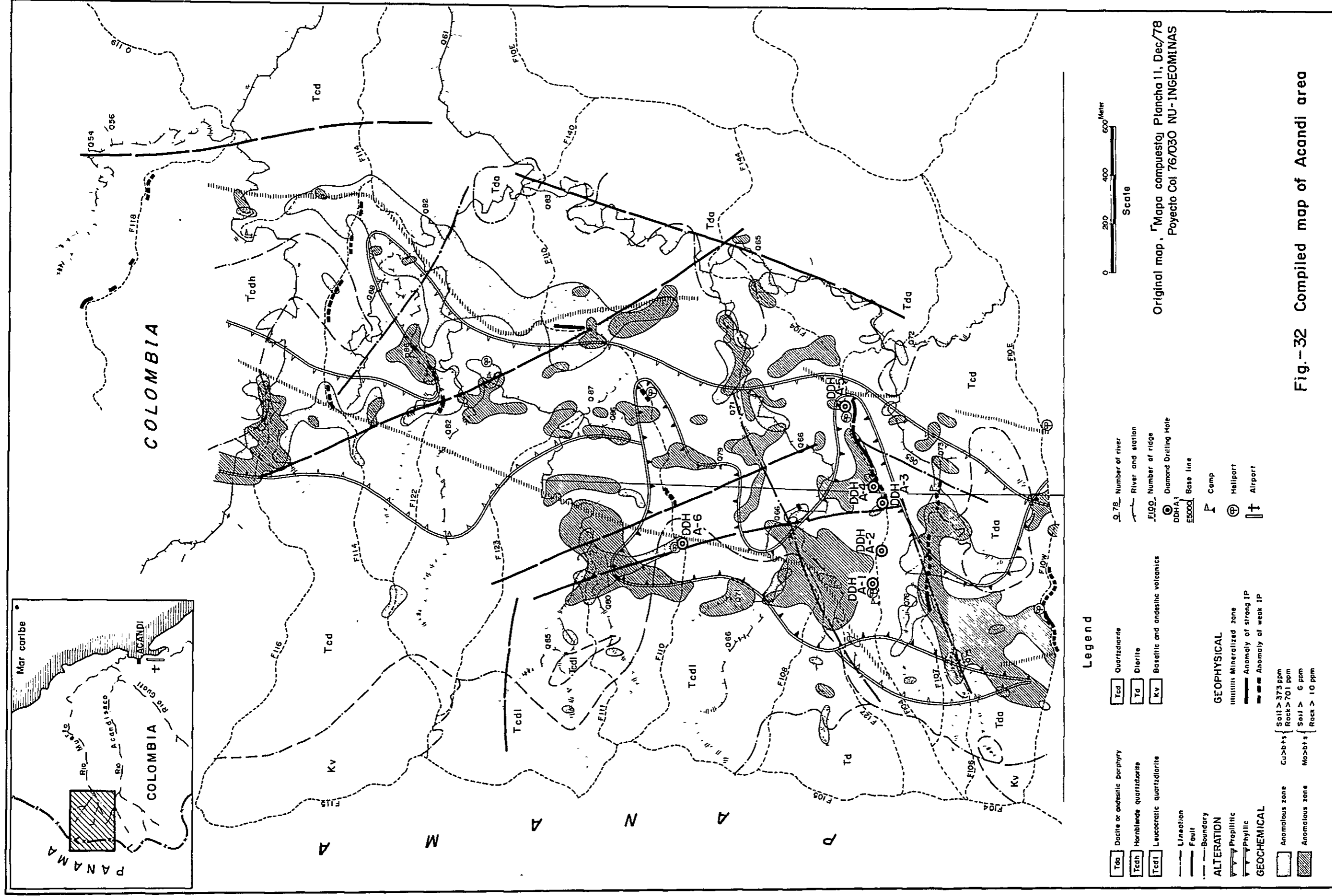


Fig.-32 Compiled map of Acandí area

7. 調査地域各論

7-1 Acandi 地域

7-1-1 位置・交通・地形

Choco州北部のカリブ海に面した Acandi 町の西北方約 15 Km の一帯，面積約 30 Km² の地域である。

コロンビア共和国第 2 の都市 Medellin 市から現地に至るには，約 3 分の 2 が無舗装である陸路 370 Km を自動車にて Uraba (ウラバ) 湾の漁港 Turbo 町に到り，そこから船又は小型飛行機にて Uraba 湾を横断し，Acandi に達する。今回の調査団は，Medellin から大型ヘリコプターを使用し，約 1 時間半にて Turbo に至り同地のホテルに宿泊，更にヘリコプターにて Acandi 鉱床地域に約 40 分にて到着，調査を行った。

現地の地形は，多雨地帯のため侵蝕が激しいので V 字型の谷が発達し，壮年期の地貌を示す。海拔標高は約 100 m から 500 m で，樹枝状に河川が発達し，すべて東部に向い Muerto (ムエルト) 川に集ってカリブ海に注ぐ。

鉱床地の分布する上流地域では，尾根と河川との距離が 100~400 m，その標高差 100 ~ 250 m で，斜面の傾斜 30~45° をなす。最上流地域には多数の滝が分布する。

気温は，日中には 25℃ 以上になることもあり，非常に暑い。しかし，高所では雨期間 15℃ 程度になる。年間降雨量は約 3,000 mm に達する。乾期は 1, 2, 3, 7, 8, 9 月である。

以上のような高温多湿地帯のため，植生は典型的な熱帯の密林の状況を示し，10 数 m 乃至 30 m に達する樹林が密生している。

Acandi 部落には陸路がなく，又大型の船が接岸出来る水深もないので，林業，漁業等は発達しておらず，主要産業はバナナ，イモ類の農業及び若干の牧畜である。

調査地域内には，現地人の住居も少ないので，UNDP-Ingeominas による調査は，各所に仮設キャンプを造って実施された。

7-1-2 調査経緯

本地域の地質鉱物資源についてはあまり良く知られていなかった。1959 年になって，この地域からの一つの岩石試料が Cu 4.4% を示したことから，銅鉱床の可能性が言われるようになった。しかし，1960 年に於けるこの地区及び周辺の詳細な調査結果，鉱化作用は裂か帯のみに限られるとして放棄された。1972 年に於ける Choco 州の鉱物資源調査では，Acandi 地帯の海岸の重砂が対象であった。

1974 年，UNDP と Ingeominas との貴金属調査プロジェクトによって，本地域 Muerto 川の川口近くでの川砂試料に銅を含有することが報告され，更に 1975 年ベースメタル調査プロジェクトによって，Muerto 川上流に銅アノマリー地帯があることが確認された。この調査

は、1975年1月から1976年4月迄連続して実施され次のような作業を行っている。

i) 太平洋岸の Jurado (フラド) から Acandí 北方にある Zapzurro (サブズロ) にかけて面積約 2,500 Km² 内に於ける広域地質調査と、広域地化学探査。地化学探査は、第一段階には、川砂 (Active sediments) 及び浜砂、並びに若干のパンニング重砂を採取。分析は Cu, Pb, Zn, Ni の 4 成分を行った。

ii) その結果発見された銅鉱微地帯を含む Acandí 地域約 30 Km² に於いて、川砂の精密サンプリング、尾根ぞいの土壌サンプリング及び谷または尾根に露出する岩石のサンプリングを実施。

iii) 更に 1976年に、3,75 Km² の地域について IP 探査と、磁力探査の実施。

以上の調査結果、Acandí 地域の北西部に南北約 2 Km 東西幅 0.5 Km の鉱化中心地区を抽出、そこには 2ヶ所の Potassic alteration zone (カリ変質帯) があり、Phyllic alteration zone (絹雲母・珪化変質帯)、Propylitic alteration zone (プロピライト化変質帯) の分布が、一般的ポーフリー・銅型鉱床のそれと合致し、地化学探査アノマリーのパターンともよく調和して居り、且つ物理探査結果でも有望な硫化鉱物の胚胎が示されているとして、試錐探査の実施と、北部の物理探査範囲の拡大を勧告した。

これを受けて第一次調査の Acandí 地域の北半分約 15 Km² について、1977年8月から1979年5月迄第二次調査が実施された。調査は、地形測量、地質精査、地化学精査、物理探査及び試錐探査が行われた。その結果の要約は、Fig-32 及び Fig-34 に示す如くであるが、第一次調査結果の予想と異って、非常に品位の低い鉱化帯以外得られなかった。変質帯の分布についても、Phyllic alteration zone が Propylitic zone の上に水平的に分布し、Potassic alteration zone を欠除する変則的な形状をなしていることが確認された。

今回の調査の対象地域の一候補地として本地域が挙げられたのは、鉱化示徴地域が広いので、まだ調査価値のある所が残存しているか、又は新たな考え方を出すことが出来るかということであった。

調査団は、Ingeominas Medellín 支局にて地質資料の検討と、試錐コアの観察を行った後、現地主要露頭の調査を行った。

7-1-3 地質・構造

UNDP-Ingeominas の調査報告書、特に第二次調査報告書を参考として当地域の地質・構造を記述すれば、以下の通りである。(Fig.-32)

i) 地 質

当地域の地質は、上部白亜系に属する安山岩質～玄武岩質の火山岩類と、これらを買く前～中期第三紀活動の関係岩類からなる深成岩類、並びに安山岩質乃至塩基性岩脈類から構成され、パナマ・コスタリカに連なるパナマ地峡地質構造とコロンビアの地質構造との接点に

位置する。

火山岩類は、当地域西部パナマとの国境地帯に分布し、貫入せる深成岩類の上にルーフ・ペンダント状に位置しその接触面はほぼ水平である。熔岩、集塊岩、凝灰岩等からなり、熔岩は非顕晶質から斑晶質構造まで変化に富み、安山岩質乃至玄武岩質を主とするが、輝緑岩、流紋岩などを若干挟み、磁鉄鉱、黄鉄鉱を含んでいる。堅硬、緻密で風化に強く、変質せる深成岩類と異なるため、尾根線に分布し特徴的な急峻な地形をなしている。本火山岩類が当地域で最も古く、西方の San Blas 層との対比及び貫入岩類の年代決定結果から、本層は、上部白亜系と決定されている。

深成岩類は貫入時期の早期のものから、閃緑岩、優白色石英閃緑岩、及び角閃石石英閃緑岩に分類される。このうち石英閃緑岩が鉍化作用と関係が深い。閃緑岩は、細粒乃至中粒で灰緑色を呈し、当地域の西部に長さ 1,200m、幅 400m の小岩株状に分布する。半自形粒状組織をなし、約 70% を占める斜長石にはしばしば周辺からの曹長石化作用が認められ、又全般的にソーシュライト (Saussurite) 化が著しい。角閃石の殆んどが緑泥石化、緑れん石化、及び方解石化作用を受けている。石英は 5% 以下である。

石英閃緑岩は、当地域の中央部を占め、鉍化作用と密接な関係を有する。中粒で灰色乃至プロピライト化により灰緑色を呈する。破碎作用を蒙り、細脈中に黄鉄鉱鉍染がみられる。顕微鏡下では、半自形粒状又はやや斑状組織で、斜長石は 60~70% を占め、果帯構造がみられる。結晶周辺から曹長石化作用が行われている。石英は波動消光をなすものがあり、破碎作用の存在を示す。角閃石は 10~15% を占めるがいろいろな程度に緑泥石化、緑れん石化、方解石化作用を受け、時により黄鉄鉱・黄銅鉱による交代が行われている。前記の閃緑岩をゼノリス状にとり込んでいる所が見られるので、閃緑岩の後の迸入であることが判明している。K/Ar法による年代決定では $36 \pm 3 \text{ m.y.}$ (始新世-漸新世)であったが、変質作用の時期を示すと考えられるので、岩体の貫入時期は、より古い。優白色石英閃緑岩は、中央西部に分布し延長 1,600m、最大幅 800m の岩株状をなす。鏡下では半自形、破碎組織をなし、長石は絹雲母化、カオリン化を受け、鉄苦土鉍物類は殆んどすべて緑泥石化を受けている。石英は約 20% を占めるが破碎作用を受け、強い波動消光を示している。破碎性小裂か中には石英と共に一部正長石がみとめられる。

角閃石石英閃緑岩は最北部に分布する岩体で、比較的多量に含む角閃石が緑泥石化作用を受け暗緑色を呈する。顕微鏡下では既述の石英閃緑岩と同様の構造を持ち、同様にプロピライト化を蒙っている所以識別困難であるが、本岩の方が変質が弱く、斜長石、角閃石とも比較的新鮮である。細脈中に黒雲母が生成している所があり、一部は緑泥石化を受けている。

上記の深成岩類の他に、石英斑岩や安山岩質の部分が上記閃緑岩中にそれらの周縁相や貫入岩脈として小規模に存在する。石英斑岩は、顕微鏡下では典型的な斑状組織をなし、斑晶

の石英，斜長石は融食構造を持ち，小結晶の角閃石は緑泥石化を受けている。しかし，これらの岩石は熱水変質やCu-Moの鉍化作用を伴っていない。

塩基性岩脈としては，一部に大きさ2cmまでの角閃石，輝石の斑晶を伴うランプロファイアーの岩脈がある。本岩は上記すべての岩石を貫いている最も新しいもので鮮新世-更新世と考えられている。

II) 構造

本地域の主要構造線はNW-SE及びE-Wの2系統で，これは，パナマから連続するSan Blas断層がコロンビアに入っても南部に撓曲しながら連続していることに由来するものである。又本地域内のすべての岩体には強い剪断・破砕作用を受けて居りその方向の統計的調査結果では，N-S，E-Wの2方向が卓越しており，次いでこれより弱いN40°E，N40°Wのものがある。傾斜は両側に60°乃至垂直である。鉍化作用はこれらの各方向に及んでおり，特に顕著な方向性はない。但し，物理探査結果では大よそN20°E方向の鉍化作用方向を示唆している。

7-1-4 鉍化・変質

I) 鉍化作用

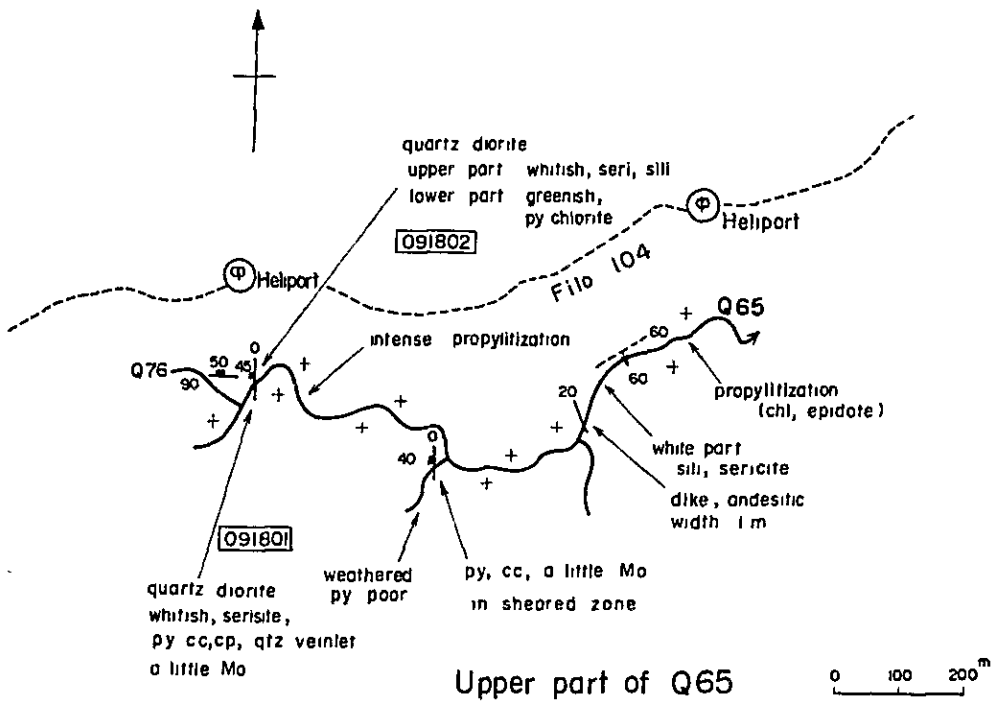
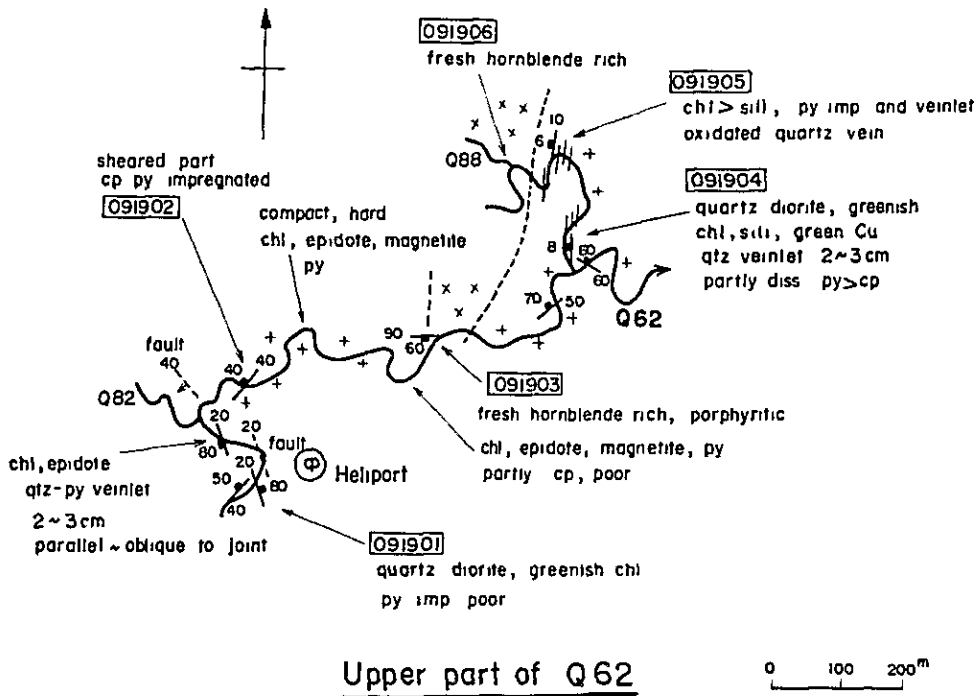
銅・モリブデン鉍化作用は石英閃緑岩及び優白色石英閃緑岩に伴って居り，黄銅鉍細脈中及び鉄苦土鉍物類に付着した形で黄鉄鉍と共に晶出している。輝水鉛鉍は主として石英細脈中や空洞中に晶出していることが多い。

尾根から20~30mは酸化・漂白化を行っているが，雨量の多い地域であるため2次富化沈殿帯を形成せず，酸化帯からすぐに初生鉍化帯に変っている。谷の両岸には局部的に藍銅鉍，孔雀石等が見られるがフィルム状の薄いものである。川底には新鮮な岩石が比較的良く観察出来る。

II) 変質

地域的な変質帯の分布と鉍化帯との関係について，第一次調査に於いてはLowell & Gilbert (1970)のモデルによって説明されていたが，第二次調査に於ける試錐結果と地質精査，岩石薄片の顕微鏡観察等の詳細検討の結果，Phyllic alterationとPropylitic alterationの2つの変質帯以外認められず，且つ分布図も異なったものとなった。(Fig.-32)

すなわち，Phyllic alterationは強い珪化作用と絹雲母化作用を相伴ったもので，一般に鉄苦土鉍物も緑れん石，屑石等に変質，又は全く石英に置換され，全体的に優白色に変っている。この変質帯は本地域の中南部Q-65，Q-66の谷の上流及び10号，104号，110号尾根線(Filo 10, Filo 104, Filo 110)付近に分布し，下部は緑泥石化帯とはほぼ水平な面で接する。試錐結果によればその厚さは60-90mで地表に近いこともあって，斜長石はカオリン化を強く受けている。銅鉍物は黄銅鉍の他，2次鉍物として輝銅鉍，銅藍，



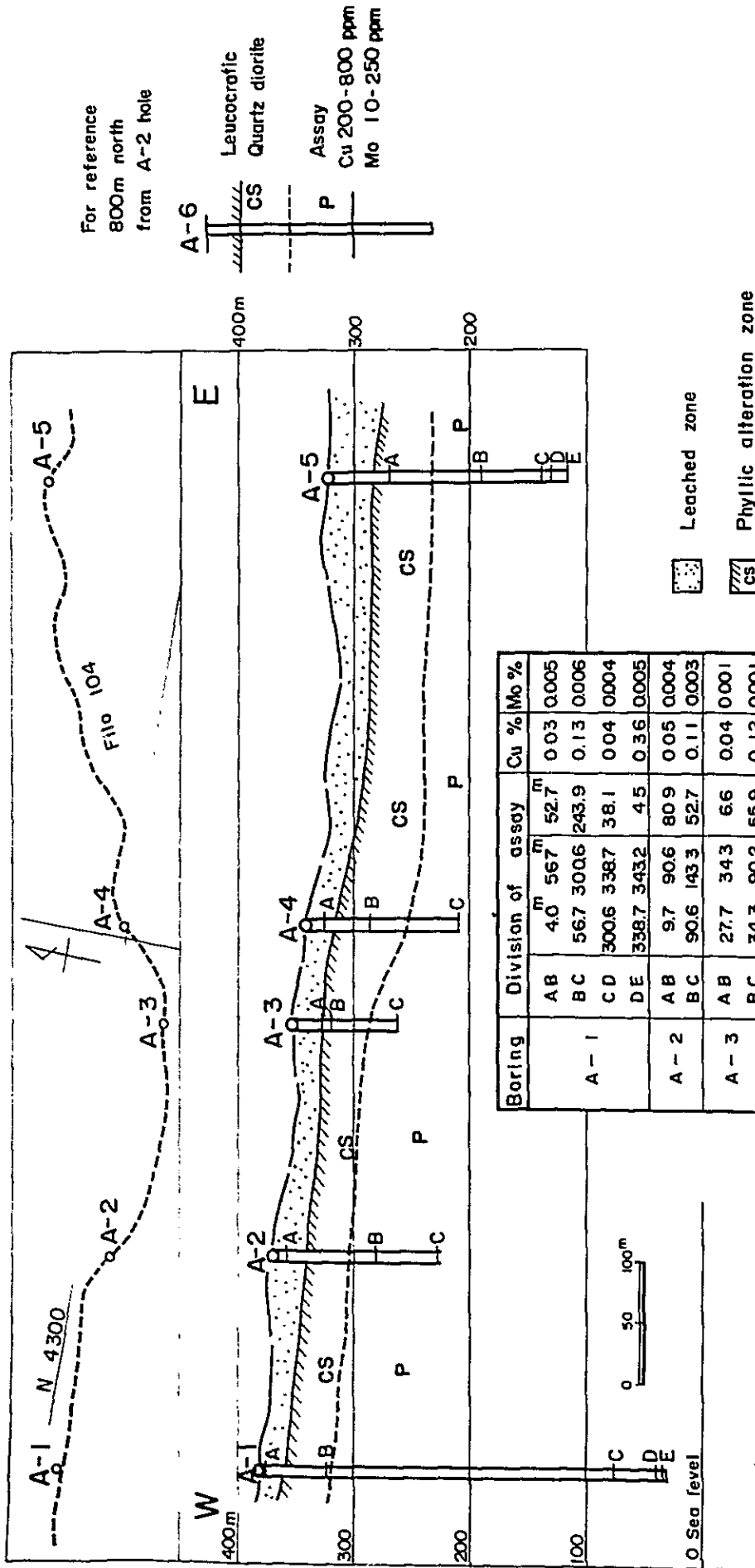
West part, overlaid white zone of phyllic alteration, and down stream exposes propylitized quartz diorite

Legend

- * * hornblende
 - * * quartz diorite
 - ++ quartz diorite
 - chl chloritization
 - sili silicification
 - py pyrite
 - cp chalcopyrite
 - cc chalcocite
- 10 30 joint/fissure
60 50 fault

SampleNo	Cu %	Mo ppm	Au ppm
091801	0.01	49	< 0.2
091902	0.42	6	< 0.2

Fig.-33 Geological sketch of investigated places in Acandi Area



Original: Section vertical
 Fig. 17, 12/78, Proyecto Col
 76/O30, NU-INGEOMINAS

Fig.-34 Summary Section of Diamond
 Drilling Exploration in Acandí Area

Boring	Division of assay	m	m	Cu %	Mo %
A-1	AB	4.0	567	0.03	0.005
	BC	56.7	300.6	0.13	0.006
	CD	300.6	338.7	0.04	0.004
	DE	338.7	343.2	0.36	0.005
A-2	AB	9.7	90.6	0.05	0.004
	BC	90.6	143.3	0.11	0.003
A-3	AB	27.7	34.3	0.04	0.001
	BC	34.3	90.2	0.12	0.001
A-4	AB	26.04	5333	0.04	0.001
	BC	53.35	77.89	0.13	0.008
	CD	77.89	133.01	0.06	0.005
A-5	AB	54.60	133.40	0.15	0.005
	BC	133.40	184.20	0.06	0.003
	CD	184.20	192.40	0.04	0.001
	DE	192.40	210.58	0.18	0.001

For reference
 800m north
 from A-2 hole

Leucocratic
 Quartz diorite
 Assay
 Cu 200-800 ppm
 Mo 10-250 ppm

Leached zone
 Phyllic alteration zone
 Propylitic alteration zone

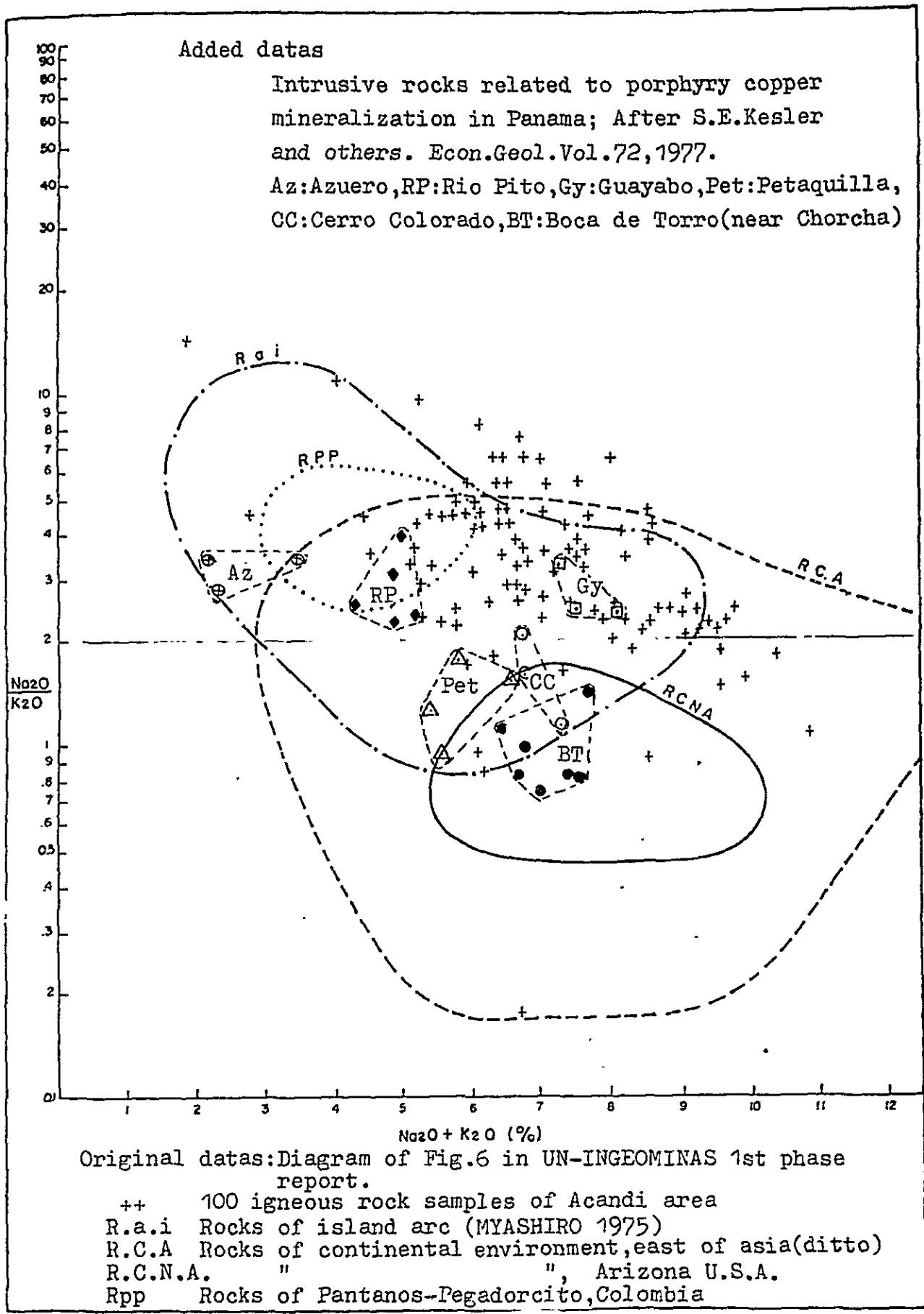
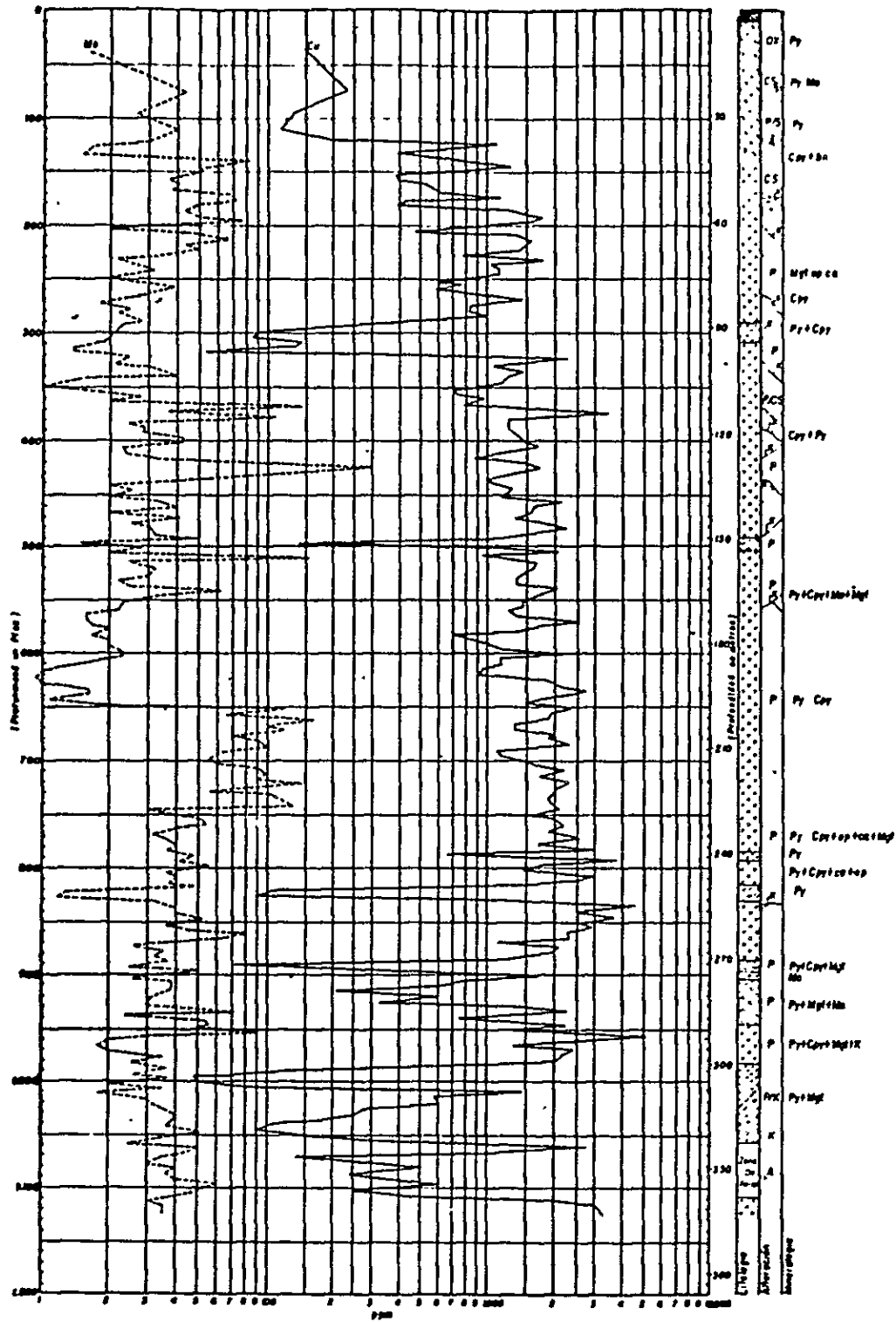


Fig.35 Diagram of Na_2O/K_2O v.s. Na_2O+K_2O of Acandi and neighboring Porphyry-Copper intrusive rocks.

Fig.-36 Drilling Core Log and Assay (Cu-Mo-Pb-Zn)
in Acandi Area

No. 1, No. 2, No. 3

No. 4, No. 5, No. 6



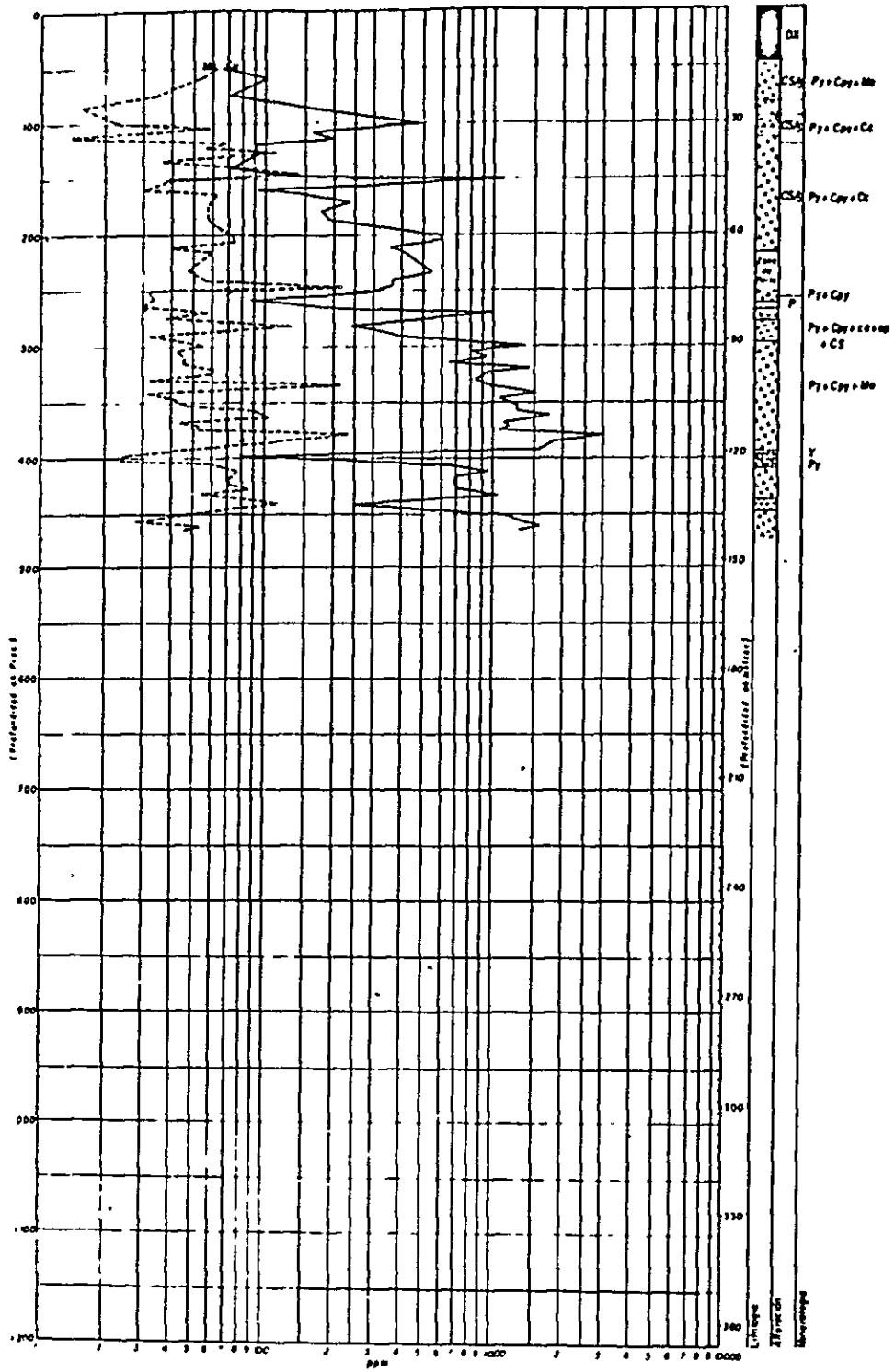
ALTERACION

- K - Potasio
- Ca - Calcio
- S - Sodio
- A - Azufre
- P - Fósforo
- Base Libre
- Py - Pirita
- Cyl - Calcopirita
- ba - Barita
- Mgl - Magnetita
- ep - Epido
- ca - Calcita
- Mo - Molibdeno
- V - Vanadio

LEYENDA

- Sobrecarga
- Zona Limada
- Basalto Partido
- Andesita Partida
- Cuarzo

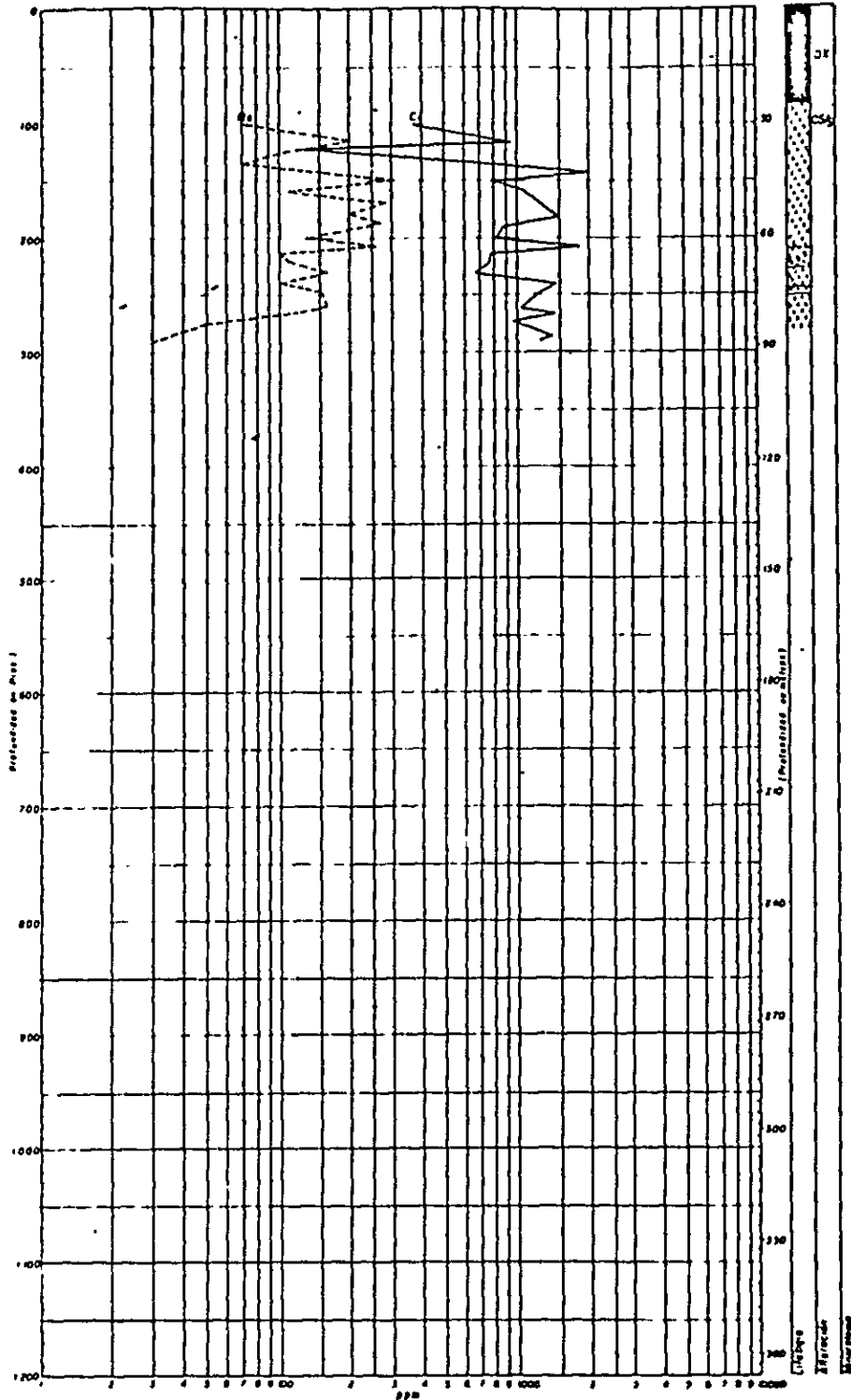
NACIONES UNIDAS-INGEOMINAS CDL 76/D30	
ZONA DE ACANDI	
VARIACION VERTICAL Cu - Mo	
Pozo A 1	
Fecha Diciembre/76	Fig 11



- ALTERACION**
- A - Patencia
 - CS - F. ca
 - S - S. ca
 - A - A. ca
 - P - P. ca
 - Py - P. ca
 - Coy - Coy. ca
 - Mo - Mo. ca
 - Mg²⁺ - Mg. ca
 - Ca - Ca. ca
 - Na - Na. ca
 - Y - Y. ca

- LEYENDA**
- Subcarga
 - Zona Lixiviada
 - Dec. ca. Porf. ca
 - And. ca. Porf. ca
 - Cuarzo. ca

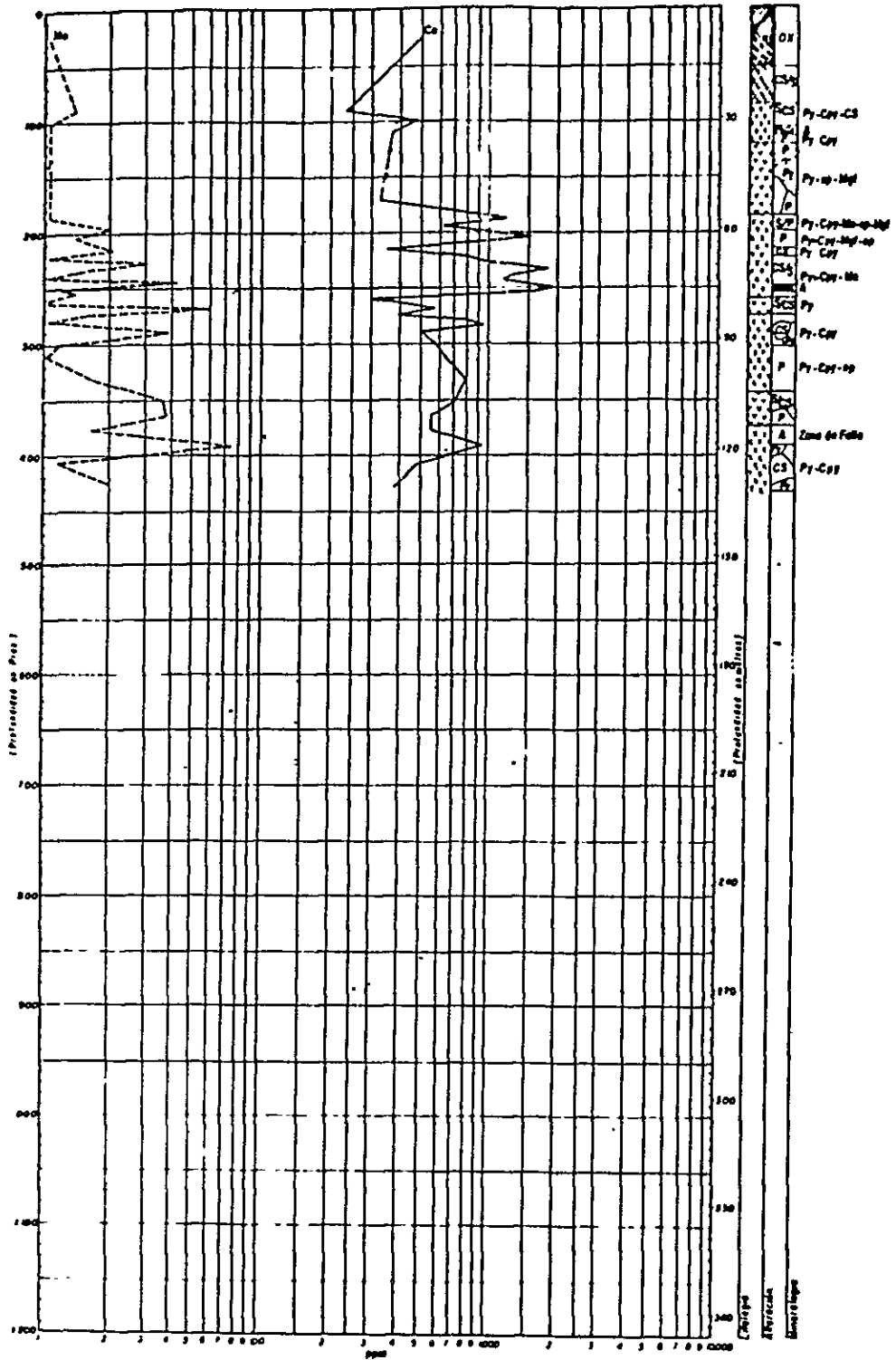
NACIONES UNIDAS-INGEOMINAS
 C.G. 76-34
 ZONA DE ACANDI
 VARIACION VERTICAL Cu Mo
 Pozo A 2
 Fecha Diciembre 78 F. 12



- ALTERACION**
- K - Potásica
 - CS - Fílica
 - S - Siliceo
 - A - Aluminosa
 - P - Propiética
 - Base Liberada
 - Py - Pirita
 - Cpy - La coprita
 - sn - Sulfuro
 - Mgt - Magnetita
 - ca - Calcita
 - Mo - Monogonita
 - T - Yeso

- LEYENDA**
- Sobrecarga
 - Zona Liberada
 - Ocaso Parfida
 - Anodito Parfida
 - Coarzoarita

NACIONES JUNGAS-INGEOMINAS	
CGL 76/50	
ZONA DE ACANDI	
VARIACION VERTICAL Cu-Mo	
Pozo A-3	
Fecha	29
Diciembre '88	19



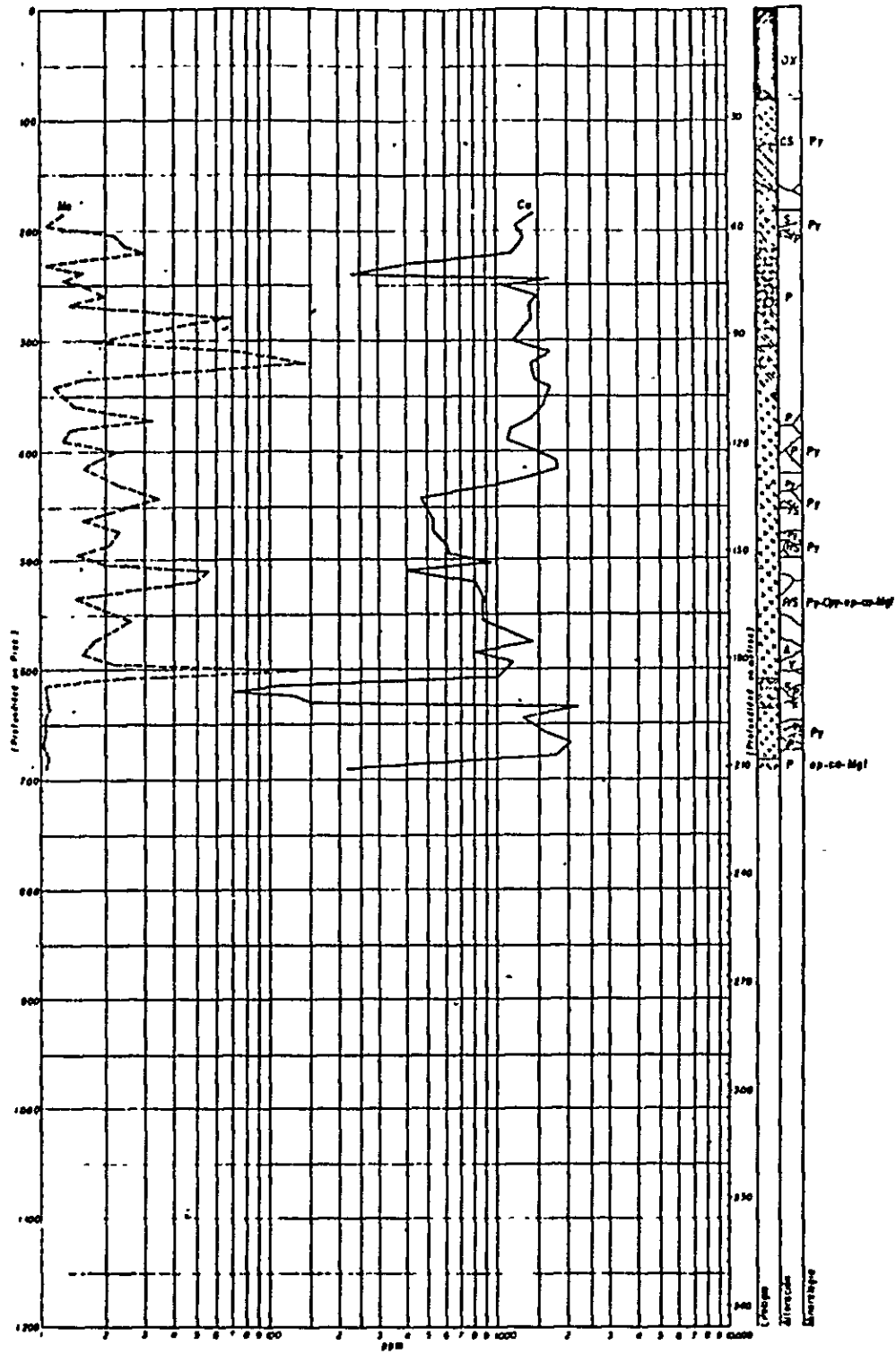
ALTERACION

- K — Potasio
- Ca — Calcio
- S — Sulfuro
- A — Ácido
- P — Fosfatos
- Py — Pirita
- Csp — Calcosita
- Mg — Magnesita
- Ep — Epistota
- Co — Calcita
- Mn — Manganesita
- T — Yeso

LEYENDA

- Sulfocarga
- Zona Lixiviada
- Dacita Partida
- Anodita Partida
- Cuarzoarrita

NACIONES UNIDAS INGENOMINAS COL 18/030	
ZONA DE ACANDI	
VARIACION VERTICAL Cu-Mo	
Pozo A-4	
Fecha	Fig
Diciembre/78	14



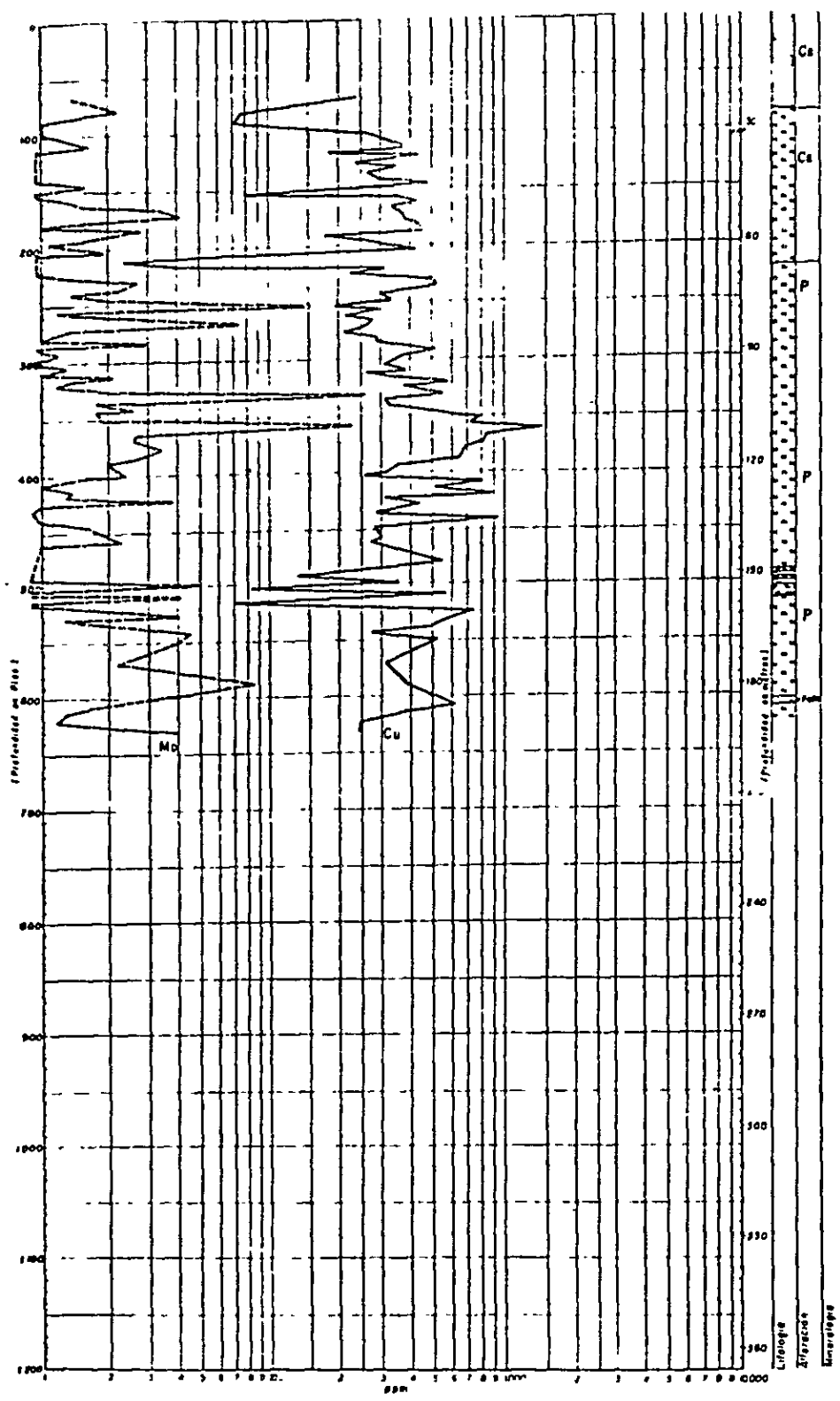
ALTERACION

- K - Potasica
- CS - Filica
- S - Silicea
- A - Arcillosa
- P - Propilitica
- Base Alteracion
- Py - Pirita
- Cpy - Calcopirita
- bn - Bornita
- Mg - Magnetita
- ep - Epitita
- co - Calcita
- Mo - Molibdenita
- Y - Yeso

LEYENDA

- Sobrecarga
- Zona Alterada
- Dacita Porfidoica
- Andesita Porfidoica
- Cuarzoarrita

NACIONES UNIDAS-INGEOMINAS CD. 76/030	
ZONA DE ACANDI	
VARIACION VERTICAL Cu Mo	
Pozo A-5	
Fecha	F.º
Diciembre/74	15



ALTERACION

- A — Potásico
- Ca — Férreo
- S — Síliceo
- A — Arcilloso
- P — Fosfórico
- Sin Alteración
- Py — Pirita
- Cu — Carbonático
- Mo — Molibdenífero
- Op — Oxidado
- Ep — Epitaxial
- Ca — Calcítico
- Mo — Molibdenítico
- Y — Yoda

LEYENDA

- Sobrecarga
- Zona Lixiviada
- Derrame de Pirita
- Alteración
- Alteración

NACIONES UNIDAS GEOLOGICAL SURVEY	
ZONA DE AGANDI	
VARIACION VERTICAL Cu Mo	
Pozo A-6	
Fecha: 2 de mayo de 1968	Escala: 1:5000

Photo. 5 Heliport on the F-104 ridge,
in Acandí area

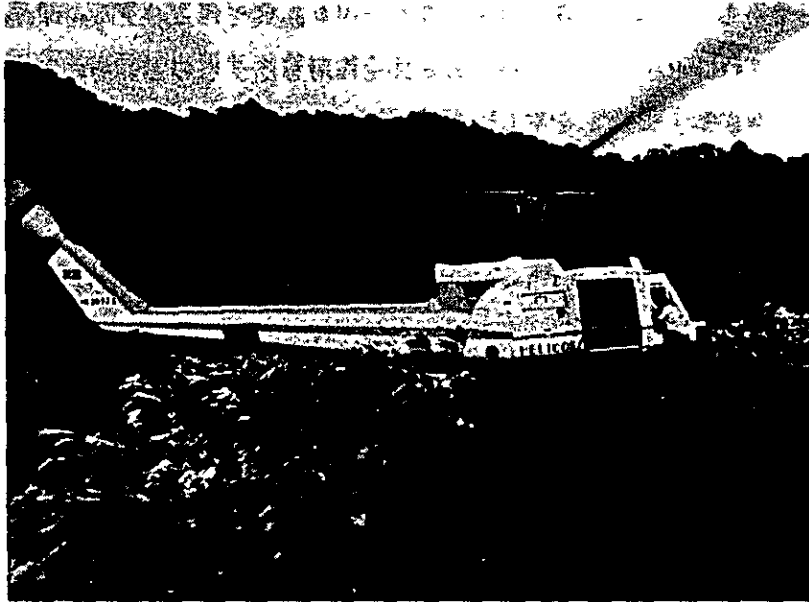
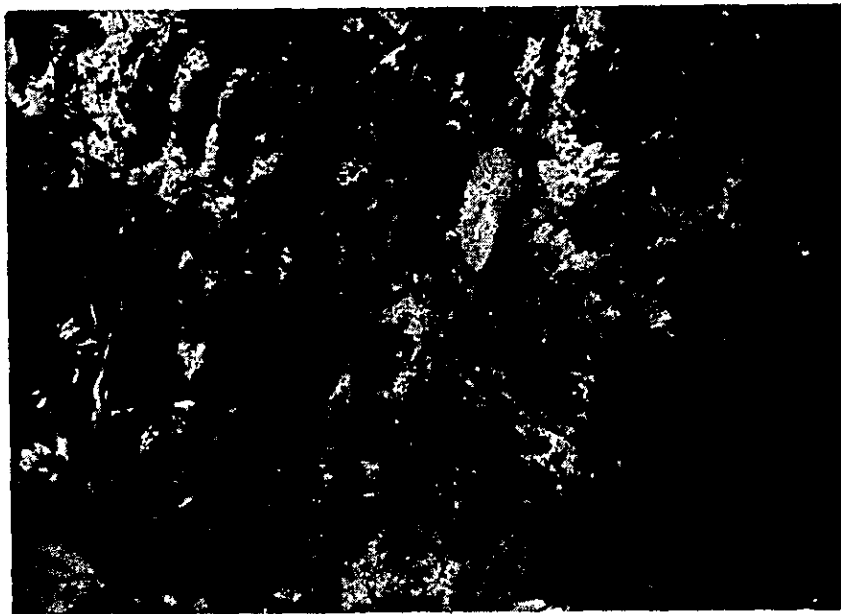


Photo. 6 Outcrop of altered quartzdiorite at Q-65
valley, in Acandí area



Upper part; Phyllic altered zone
Lower part; Propylitic altered zone

藍銅鉍，赤銅鉍が認められるが鉍物量比としては1%以下の少量である。

Propylitization zone では，方解石も生じ，斜長石の曹長石化もよく認められる。又，初生の硬石膏から変成したとみられる石膏の存在も観察される。Propylitization zoneは，Phyllic alteration zoneの下に横たわる珪化作用を伴うものと，その周辺にあつて銅は殆んど含まず，黄鉄鉍・磁鉄鉍を有し，Pb-Zn 地化学探査アノマリーとほぼ対応する分布をなすものの2つに分類出来る。この内，前者の珪化・プロピライト化帯が最も銅品位の高い変質帯である。そこでは黄鉄鉍：黄銅鉍 = 1：1ないし2：1であるが全体的に鉍化作用が弱く，試錐結果ではCu品位0.15~0.25%，Mo品位0.005%程度であつた。尚，モリブデンの鉍化はむしろPhyllic alteration zone中の石英脈や珪化空洞中に入っていることが多い。

第二次調査に於ける地化学探査の結果では，銅のアノマリーが北東部に東西約300m南北に約1,000mの大きさで検出されたものの，地質調査で最もよい銅鉍化が観察された中南部地区にはアノマリーは現われなかつた。これは気候条件から土壤中のPH及びEhが，銅元素の残留に適しなかつたためと考えられており，一方モリブデンは比較的地質状況と調和した分布をし，あまり移動性を持たなかつたとしている。鉛・亜鉛アノマリー帯は銅・モリブデン・アノマリー帯の外側に分布する状況を示し，大よその鉍化帯の輪郭を示唆している。

7-1-5 調査結果のまとめ

現地調査は，No 1からNo 5迄の試錐を行った南部の尾根線Filo 104南側にあつてそれとほぼ平行に東に向つて流れる65号谷と，銅アノマリーの分布があつて物理探査で調査継続を勧告されている北東部地区を流れる62号の両溪谷を調査した。それぞれの地質状況は，Fig. 33の通りで，65号谷に於いては，最上流のヘリポート南約150mの地点に，Phyllic zoneとPropylitic zoneの境界が露出しており，その関係を観察することが出来た。そこには川底から約1m上位まで緑泥石化石英閃緑岩があつて磁鉄鉍，黄鉄鉍を比較的多く含み，微量の黄銅鉍も認められた。その上部は，ほぼ水平な境界でもつて比較的急激に白色乃至灰色の珪化，絹雲母化を強く受けた変質岩石になっており微量の黄銅鉍，輝水鉛鉍，黄鉄鉍がみられるが，境界部に於ける原岩の粒度変化も認められず，原岩構造が類似してゐるので同一岩体中の変質相の違いと考えられる。下流の露出岩は幅約1mの安山岩質岩脈を除きすべて緑泥石化，緑れん石化を強く受けた石英閃緑岩で，所々に方解石脈も認められ，典型的なPropylitic alteration zoneを示している。両変質帯共に弱い破砕作用を受け黄鉄鉍化作用は特にその中の強い破砕帯中に多く見受けられるが全体的に弱く，そこに見られる黄銅鉍もごく微量である。下流では破砕作用も次第に弱くなり，塊状，緻密な所が多い。この谷の北側の尾根にはFilo 104線上で5本の試錐調査を行つており，その結果の要約は断面図Fig.-34に示されている通りであるが，Phyllic alteration zoneの分布と分析品位は，これらの地表地質状況とよく調

和している。5本の試錐はほぼ東西に並び、800mの間に実施されており、深度はNo1孔が343.2mで最も深く、次いでNo5孔が210.59m、No2孔143.3m、No4孔132.97m、No3孔90.12mの順位である。銅品位はいずれに於いても0.03~0.15%で、最高でも0.36%の所がNo1孔の最下部に4.5mのみ、局部的に出現しただけである。モリブデン品位も0.001~0.008%である。なお、No2孔から北方へ約800mの地点で本プロジェクトの最後の試錐No6孔を1927.1m実施しているが、Cu 0.02~0.08%、Mo 0.001~0.025%で、この地点でも非常に弱い鉱化作用しか得られていない。岩質もほぼ類似し優白色石英閃緑岩で上部66m迄は *Phyllic alteration*、その下部は *Prophyllitization* となっている。

北部の62号谷の調査は、銅アノマリーの優勢な地区であり物探結果が調査継続を勧告している地区でもあるので、期待を持ったが、南西部の試錐探鉱地区以下の弱い鉱化作用しか認められなかった。特に北端部に分布する角閃石に富む石英閃緑岩に注意を払ったが、黒色中粒緻密塊状の比較的新鮮な岩体であった。地化学探査のアノマリー分布図では、舌状に北方から突き出したような本岩の周辺にアノマリーが分布するが如き印象を持ったのであるが、これらの方向（ややV字型をなす）は石英閃緑岩体中の裂かの発達方向を示すものであって、露頭状況も裂かの多数認められる付近が特に黄鉄鉱、黄銅鉱の鉱染の強い所となっている。角閃石の多い石英閃緑岩体は裂かの発達が少いこと、比較的新鮮であること、その分布範囲中にCu、Moアノマリーがないこと等から、鉱化作用以後の貫入と思われる。すなわち、本岩体の周辺に強い鉱化帯を期待し得るような地質的理由は特に見出されなかった。上記の調査において、破碎帯の鉱化の強い部分2m長をサンプリングし、分析した結果は、Cu 0.42%、Mo 6 ppm、Au < 0.2 ppmであったが局部的であり、その周辺はそれよりも低品位である。又、上記の調査した地区は、Acandí 鉱化帯中で最も興味を持てる地区と云われた地区であって、これらの他に特に異ったよい鉱徴示徴地も見出されなかったので、本地域について悲観的結論を出さざるを得なかった。

更に、それに対する説明として次の如く解釈することが可能である。

本地域は中米と南米大陸の接点に当り、西北部には、Rio Pito, Petaquilla, Cerro Colorado, 及び Chorcha (チャルチャ)等のポーフイリー・カッパー型鉱床が連なっており、Rio Pito はまだ探鉱が進んでいないが、他の3鉱床は稼行可能な経済的価値を持った鉱床であることが知られている。又、南方には、後述の Murindó, Pantanos - Pegadorcito 鉱化帯があり、探鉱価値の高い有望な鉱床であることが判明している。この内、パナマ国内のポーフイリー・カッパー型鉱床について Kesler 他 (1977年)の研究報告があり、次のような結論を導き出している。

Most, but not all, late-stage intrusions are richer in potassium than their earlier counterparts. Porphyry copper mineralization is widespread

in these calc-alkaline rocks and is usually larger scale and higher grade in late-stage intrusions, regardless of their potassium content.

本地域の母岩の $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ について、UNDP第一次調査報告書のFig.-6を利用し、上記 Kesler 他の分析値との比較を行えば Fig.-35の通りになる。すなわち、 $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}=2$ 付近で区分すれば、Acandí 地域は、Azüero, Río Pito, Guayabo と Na_2O rich のグループに入り、Petaquilla, Cerro Colorado, Chorchá は K_2O rich グループに入る。後者は鉍化の良いグループであり、前者は程度の差はあるが鉍化の弱いグループである。但し、Río Pito はまだ充分探鉍されて居らず、今後の探鉍結果次第であるが、現在迄の所、低品位である。又、Pantanos - Pegadorcito 鉍床の母岩については、 K_2O poor のグループに入っているが、鉍化作用は Acandí 地域の石英閃緑岩 (Mandé quartz diorite) と類似の底盤状岩体に石英斑岩が貫入して鉍床を作っており、diagram中の試料がどちらの岩石か不明である。今回の調査で、石英斑岩はかなり酸性の岩石と認められたので、その分析値で検討すべきであり、又、鉍化帯の規模・品位等がもっと明確になることが望まれる。Acandí 地域にも石英斑岩の存在が認められているが、鉍化作用を伴って居らず、岩体も小規模である。これらの地域的特徴については今後の研究の進展に待ちたい。又、Acandí 地域の鉍化作用の一つの特徴は、低いアノマリー (土壤の場合 $\text{Cu} = b + s = 375 \text{ ppm}$, b : back ground 加重平均, s : 標準偏差, $\text{Mo} = b + s = 6 \text{ ppm}$) が東西約 3 Km, 南北約 10 Kmの広い範囲の中にまばらに分布することがある。また一つには、中心部と思われる所で、phyllitic alteration zone はあるが、potassic alteration zone がごく僅かしか認められず、珪化作用も全体的に弱いことである。

以上のことから、Cerro Colorado - Petaquilla - Pantanos とポーフイリー・カップー型鉍床胚胎有望地帯の中に位置しているものの、 $\text{Cu}-\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 等を濃集するような活発な "Magmatic Evolution" がなかった為に、広範囲に微量の Cu を含有したまま石英閃緑岩体が固結し、僅かに断層裂か帯及びその周辺に微弱な鉍化作用をもたらしたものと考えられる。

7-2 Cerro Pantanos 地域

7-2-1 Pantanos - Pegadorcito 地域

1) 位置・交通・地形

Antioquia 州々都 Medellín 市の西北西直距約 120 Km, 西部山脈西斜面の北端に近い熱帯ジャングル地帯に位置し (Fig.-30), 当地域に至るには、陸路では Frontino 町, Alto Cuevas 部落 (自動車道路終点) を経由し、馬, 徒歩にて Medellín より 3~4 日の行程で達する。しかし乍ら、一般には Medellín より Dabeiba 町 (基地) を経由して、ヘリコプターが使用されており、Medellín より 1 時間半, Dabeiba より 30 分で達する。今回の現地

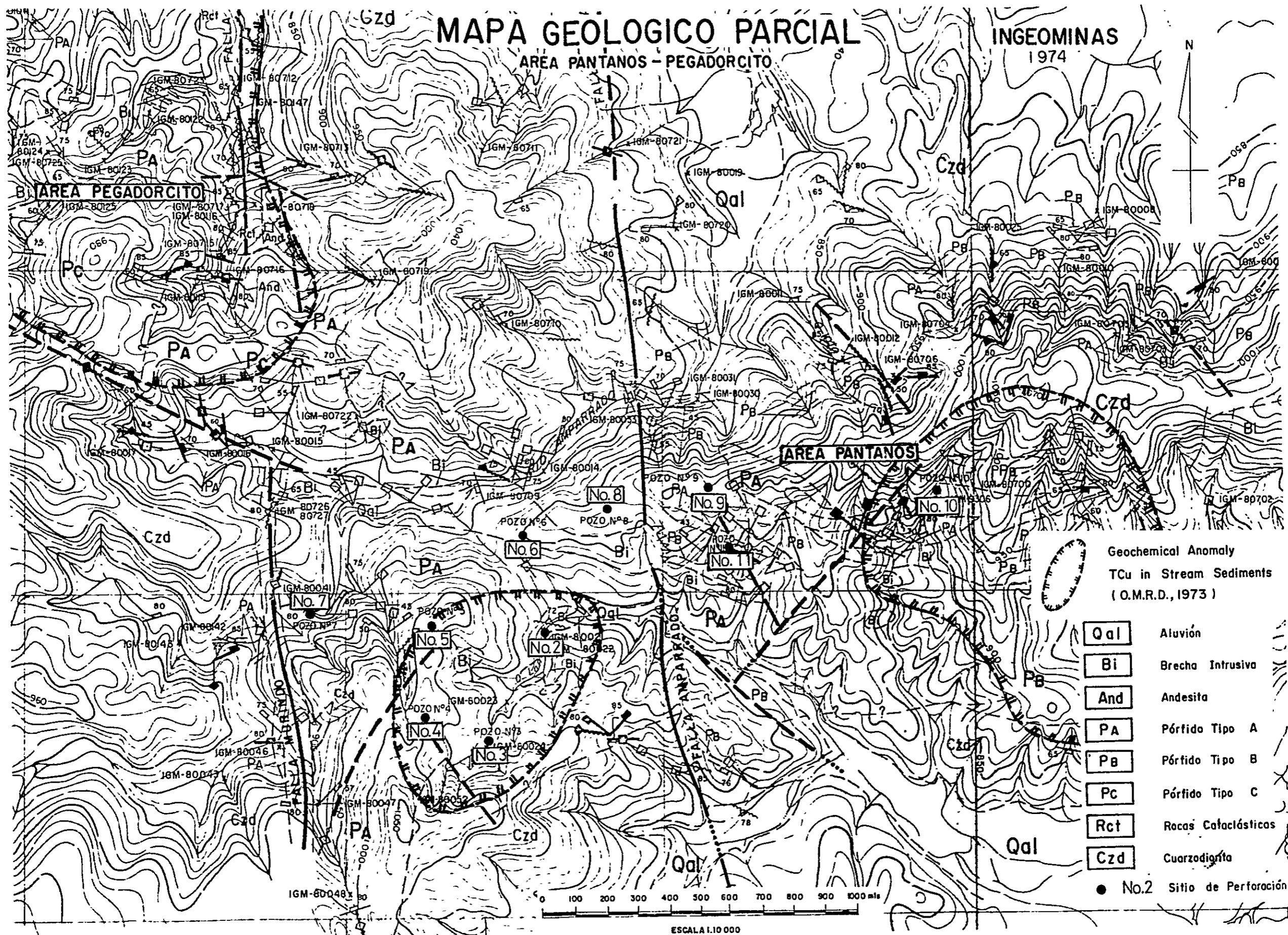


Fig. - 37 - a Geological Map of Pantanos - Pegadorcito Area

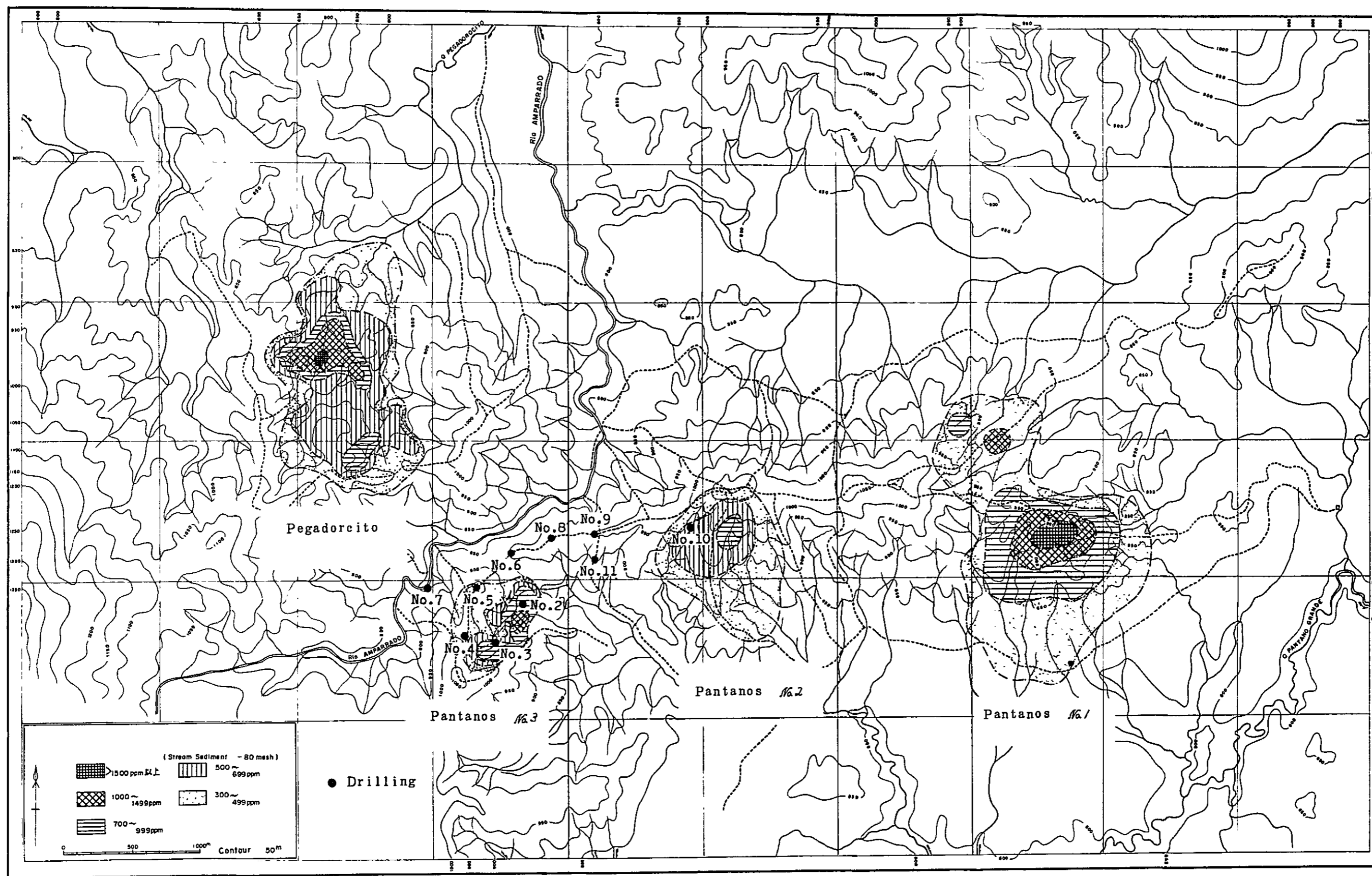


Fig.-37-b Geochemical Anomaly of Pantanos - Pegadorcito Area, TCu in Stream Sediments (O.M.R.D., 1973)

調査はヘリコプターによって実施した。

現地は多雨地帯であるが海拔標高800m~1,050mの比較的平坦な地形を示す。地形の特徴としては、地域中央部にE-W乃至NE方向に細長い丘陵(Cerro Pantanos)があり、北部および Amparradó川西方には数本のN-S方向の丘陵が見られる。Cerro Pantanos西方部は Alto Chajeradó につながり、その西側は低標高の平原地帯に変わる。

本地域を貫流する主要河川としては、Rio Amparradó, Rio Pantanos, Rio Chontaduroがあり、それらの支流は密な樹枝状パターンを示す。これらの水系は全てRio Amparradóから Rio Sucioを經由し、Rio Atrato に合流しカリブ海に注いでいる。

ii) 調査経緯

1970年、Ingeominas による西部山脈広域調査の地化学探査で捕捉された Pantanos-Pegadorcito のCu-Moアノマリー帯に対し、1973年~1974年の間 Ingeominas によって再び詳細な調査が実施され現在に至っている。

Ingeominas による実施作業内容は以下の通りである。

1) 地質調査・地化学探査

範囲； 南北11Km×東西13Km 143 Km²

調査スケール； 河川図の作成，地質調査および地化学探査 1/10,000

採取試料数； 岩石628個，ストリーム・セジメント647個，土壌548個，バンニング重砂393個

採取方法； 岩石は全て露頭から採取。ストリーム・セジメントは本流200m~500m間隔と各沢股より採取。試料は Bogotá にて-80mesh にフルイ分け。土壌は50~70cm深度で沢沿約100m 間隔でB層より採取。試料は研究所にて-80 meshにフルイ分け。重砂は本流500m毎，合流点で採取。試料は研究所にて手選で磁鉄鉱を取り除いた。

分析方法； 岩石→-150mesh 破砕，半定量光電比色 (Bogotá)，ストリーム・セジメント→10~18mesh 破砕，冷却酸による抽出 Cu 簡易分析 (現場) と-80 mesh による光電比色 (Bogotá)，土壌→-80 mesh，光電比色 (Bogotá)，重砂→フォルマリン臭素により分離した重試料を光電比色 (Bogotá)。

岩石による地化学探査の結果，Pantanos 地区には Pantanos尾根を中心に東西約4Km×南北約1Kmの楕円状に，又，北西部の Pegadorcito 地区には直径約1Kmの円形状に，それぞれ Cu 700 ppm~15,000 ppmの大規模な Cu アノマリー帯が捕捉された。

2) 航空写真による地質解析

本地域を含む南北70Km×東西30Kmに対し，航空写真から地質構造の解析を行い，岩石分布，構造，変質などの Photogeological mapを作成した。又，1973年，航空写真

より Pantanos - Pegadorcito 地域の地形図 (1/10,000) が図化された。

3) 試 錐

Pantanos 地区の Cu アノマリー帯西部地区を中心にして、孔数；11本、掘進総延長；547mが実施された。

この結果、No 1, No 2 は non-core であつたが、No 3 で Cu 最高 1.0%, 平均 0.42%, No 4 で Cu 最高 1.0%, 平均 0.32%, No 5 で局部的に Cu 1.6% が捕捉され、更に No 11 では全孔の平均は Cu 0.28% ながら、溶脱された地表下 30m より孔底 100m までは Cu 最高 1.0%, 平均 0.50% 前後の典型的ポーフイリー・カッパー型鉱化が認められた。

(Fig.-40)。

尚、本地域の中心部は、1973年4月～5月、海外鉱物資源株式会社 (O.M.R.D.) によって地質概査、地化学探査概査が実施されたが、その結果、Cu 0.6～0.7%, 億トン・クラスのポーフイリー・カッパー型鉱床賦存有望地域であると評価された。

O.M.R.D.による調査作業の概要は次の通り。

範 囲； 東西約 8Km × 南北約 4Km

調査スケール； 1/10,000 地形図使用

採取試料数； 岩石 69個, ストリーム・セジメント 137個

採取方法； 岩石は露頭から採取。ストリーム・セジメントは 200m～500m 間隔に -80 mesh を採取。

地化学探査試料は全量日本に持ち帰り分析された結果、ストリーム・セジメントにより、Pantanos 地区に、No 1 アノマリー (800m × 1,100m, Cu 700ppm 以上), No 2 アノマリー (700m × 450m, Cu 300ppm 以上), No 3 アノマリー (700m × 350m, Cu 500ppm 以上) の 3 個所の銅アノマリーが、又、Pegadorcito 地区に 1 個所の銅アノマリー (1,500m × 700m, Cu 500ppm 以上) が限定された。

iii) 地質・構造

1) 地 質

本地域の地質は、西部山脈北部西側に巾 20Km で南北に細長く連なって貫入する中部第三紀の Mandé batholith (石英閃緑岩, 細粒閃緑岩, 石英閃緑岩質斑岩より構成される) 中に在り、batholith の石英閃緑岩とこれを貫く斑岩類および角礫岩脈から構成され、局部的に安山岩岩脈が認められる。

a) 石英閃緑岩

本岩は Mandé batholith を構成する主要岩石と見られ、当地域では斑岩類および角礫岩脈等に貫かれ、最も広く分布している。今回の調査では地表での新鮮な試料の採取が出来なかつたが、試錐岩芯よりサンプリング出来たので、これを基に過去のデータを参

考として記載する。

地表での岩相は、外見上中粒、一部細粒で、斑岩類に貫かれる附近などでは境界線に平行に片理構造が発達した部分もみられる。有色鉱物は角閃石を主とし、黒雲母から成っているが、新鮮な所は少く、一般に角閃石は緑泥石など2次鉱物に変質していることが多い。

鏡下における観察によると、本岩は粒状の半自形深成組織を呈しており、鉱物組成の推定比率は、石英10~20%、斜長石55~75%、有色鉱物5~25%、不透明鉱物0.5~1.5%、となっている。石英は他形粒状を呈し、斜長石はOligoclase~Andesineの性質を示し、半自形~他形をとっている。カリ長石は一般に見られないが、極く僅かに間隙に粒状を呈することがある。又、試錐No.9、No.11各孔の深部での試料の鏡下観察では、一般に粒状で、cataclastic textureを示し、直径1~5%大の石英斑晶が5:1位に引き伸ばされて平行配列しており、一部には波動消光が認められることから、本岩体は低温低圧下で圧縮応力の場合にあったことが推定される。長石類は一般的に斜長石であるが、No.9孔140m附近の試料では多量のpotassic alterationを受けた長石が観察される。長石類は強弱の差は認められるが、大部分はセリサイトに変質している。有色鉱物では、角閃石は1~5%大を示し、ほとんどが主に緑泥石、緑簾石、セリサイトに変っており、又黒雲母もほとんどが緑泥石、緑簾石に変質し、変質結晶の中心部に不透明鉱物の核を持っている。不透明鉱物は、磁鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱などから成り、その他に有色鉱物に伴ったチタン鉄鉱、チタン石とこれからの変質鉱物である白チタン石、それに燐灰石などが認められる。

b) 斑岩類

本岩類は当地域内では石英閃緑岩に次いで広く分布しており、石英安山岩成分の半深成岩岩体である。今回の調査は局部的調査に終始したので、以下主にIngeominasの報告書(1974年)を基に記載する。

石英閃緑岩と斑岩類との接触部はほとんど露出していない。斑岩類は場所によって岩相を著しく異にしており、岩相の相違および有色鉱物の含有量などを基として、A、B、Cの3タイプに分類される。これら3タイプの明瞭な関係は野外では観察されていないが、同一の貫入でその中で岩相変化と考えられ、その原因は周囲の岩石との混成作用とか、斑岩類の蒙った熱水変質の強度、タイプなどの差によるものと推定される。

3タイプの斑岩類は、マトリックスが非顕晶質ないし細粒状を示し、主に長石および石英から成り、石英、斜長石、緑泥石(角閃石仮像)および黒雲母の斑晶が目立っている。

Aタイプ、Bタイプ共にマトリックスは非顕晶質で主に長石から成っているが、

鏡下でB-タイプの中には角閃石又は角閃石仮像の緑泥石斑晶が認められることで、A-タイプと区別される。C-タイプはマトリックスが細粒状を示し、大半が石英から成ること、およびしばしば新鮮な黒雲母（多分熱水変質によって生成されたものであるが）斑晶の存在することで、A-タイプおよびB-タイプと区別される。

b)-1 A-タイプ斑岩

地域西部に分布し、Quebrada Lanitoに沿って主に見られる。新鮮な露頭では美しい灰色を示すが、強い変質、溶脱を受けた露頭では白色となり、又孔雀石のある場所では緑色を示す。

主要構成鉱物は、石英、長石で岩石の50%以上を占め、斑晶は直径0.1%~1cmに達する石英および直径0.5%~3.5%に及ぶ斜長石、稀に黒雲母からの仮像緑泥石などから成り、マトリックスは非顕晶質を長石から成っている。斜長石はOligoclase~Andesine成分に入る。アクセサリ-鉱物としては、ジルコン・チタン石、燐灰石および不透明鉱物が、又、2次鉱物としてはセリサイト、方解石、緑簾石、カリ長石、緑泥石および褐鉄鉱がある。有色鉱物は完全に緑泥石に変わっており、不透明鉱物は多い順に黄銅鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱およびチタン鉄鉱となっている。本岩はStringham（1971年）の区分に従えば石英閃緑岩質斑岩に該当するとされる。しかし乍ら、今回の調査ではほとんどこのA-タイプ斑岩から試料サンプリングを実施したが、その鏡下における観察結果では、全試料共に典型的斑状組織を示し、斑晶の石英は直径1~2%、斜長石は直径1~5%を有し、マトリックスは石英、長石共に最大0.5%±大の径を有する石英斑岩又は石英安山岩質石英斑岩である。斑晶の長石は大半がセリサイト又はカオリンに変質しており、又、マトリックスの長石はほぼ完全にソーシュライト又はカリオンに変わっている。

b)-2 B-タイプ斑岩

地域の東部に露出しており、東-西方向に細長く分布する。一般的にB-タイプはA-タイプより変質が弱く、鉄苦土鉱物類の含有量が多いため暗い灰色を示す。

本岩中の主要構成鉱物は、石英、斜長石および変質角閃石で斑晶を成し、岩石の50%以上を占める。この他にアクセサリ-鉱物としては普通磁鉄鉱、黄鉄鉱、黄銅鉱、燐灰石、チタン石等があり、又、2次鉱物としては角閃石から変った緑泥石、緑簾石および方解石、セリサイト、カリ長石などが一般的である。石英の斑晶は直径0.5%~4%大でセリサイトに取り囲まれており、斜長石の斑晶は0.3%~4.5%大の直径を有する。本岩はA-タイプに比較し斑晶中の石英と斜長石の量比は石英が減り斜長石が増加している。角閃石は全岩中の2~5%を占めているに過ぎないが、ほぼ2次鉱物に変わっている。マトリックスは長石に若干の石英から成り、非顕晶質組織を示す。

b) 3 C-タイプ斑岩

地域北西部に露出し、大半は Quebrada Pegadorcito の支流一帯に分布する。本岩の特徴はマトリックスが A-タイプ、B-タイプに比較して粒状であることで、2～3 の露頭において新鮮な黒雲母の小型結晶（熱水変質による生成物と考えられる）が認められることである。本岩と A-タイプとの関係は露出がないので不明である。通常、明瞭な灰色～暗灰色を示し、斜長石、石英および黒雲母の斑晶が目立っている。

本岩の主要構成鉱物は、石英、斜長石であるが、鏡下では他形のカリ長石粒子が認められ、マトリックス中の有力構成成分となっている。石英の斑晶の全岩中に占める割合は A-タイプ、B-タイプより減少している。長石の斑晶は自形、半自形があり、若干セリサイトに変質し、又一部分カリ長石に置換されている。

c) 角礫岩脈

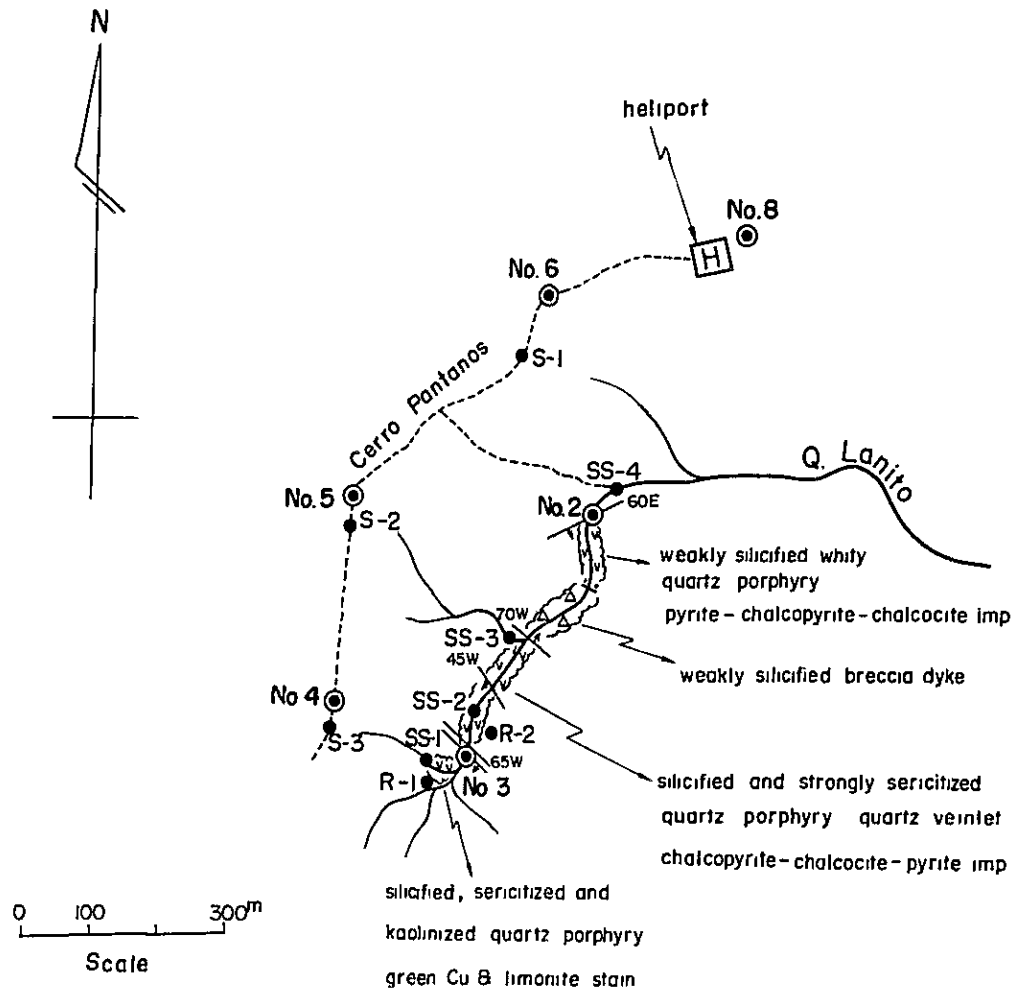
地域東部に主に露出し、東西方向に細長く分布し、B-タイプ斑岩と密接に伴っているが、この他、地域中～南部や Pegadorcito 地区でも A-タイプ斑岩中に小岩体で見られる。本岩は主として rounded～subangular の石英閃緑岩および A-タイプ斑岩の礫から構成され、緑灰色～暗灰色の斑岩質マトリックスで充填されている。礫の直径は数%～80 cm までである。Rio Amparrad6 中に見られ現象から見て、本岩は貫入岩であると考えられる。東部地区での B-タイプ斑岩とは密接な関係にあるように見られ、若干の露頭ではあるが、B-タイプ斑岩との境界は漸移的に見られる場所もある。

2) 構造

当地域を含む附近一帯には航空写真解析の結果、 $N 10^{\circ} \sim 20^{\circ}W$ 、 $N 30^{\circ} \sim 40^{\circ}W$ 、 $N 10^{\circ} \sim 20^{\circ}E$ 、 $N 50^{\circ} \sim 60^{\circ}E$ の4方向の優勢な構造線が認められるが、当地域においては、Pantanos 西部から Pegadorcito 東部を貫通する N-S 乃至 NNW-SSE 系の Murindo 断層およびこの約 1 Km 東側を略同方向に貫通する Amparrad6 断層の 2 断層が主要構造線である。

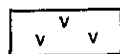
当地域内での測定では、岩石の割目のパターンが E-W 系乃至 $N 70^{\circ} \sim 80^{\circ}W$ 系、および N-S 系乃至 $N 20^{\circ}W$ 系に集中する傾向にあり、又、剪断系パターンは、 $N 20^{\circ}W$ 乃至 $N 20^{\circ}E$ 系および $N 50^{\circ} \sim 60^{\circ}W$ 系に集中する傾向にある。これは岩石の裂かパターンが主要断層に略々直交する方向性を示すのに対して、剪断系パターンは主要断層と平行する方向性を示しており、いずれも主要断層形成時の構造運動から派生して形成されたものと考えられる。これらの裂か系および剪断系は斑岩類および角礫岩脈の貫入を支配しており、Pegadorcito 地区での C-タイプ斑岩は $N 70^{\circ} \sim 80^{\circ}W$ 系裂か沿に、又、A-タイプ斑岩は Murindo 断層と $N 70^{\circ} \sim 80^{\circ}W$ 系裂かの交錯する部分に塊状に、更に東部地区の B-タイプ斑岩および角礫岩脈は E-W 系裂かにそれぞれ支配されて貫入している。このため、

Fig.-38 Geological Route Map of Quebrada Lanito, in Pantanos - Pegadorcito Area

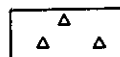


LEGEND

middle tertiary



quartz porphyry



breccia dyke



drilling site

● location of samples

R - 1 : P (R) 092101

R - 2 : P (R) 092102

S - 1 : P (S) 092101

S - 2 : P (S) 092102

S - 3 : P (S) 092103

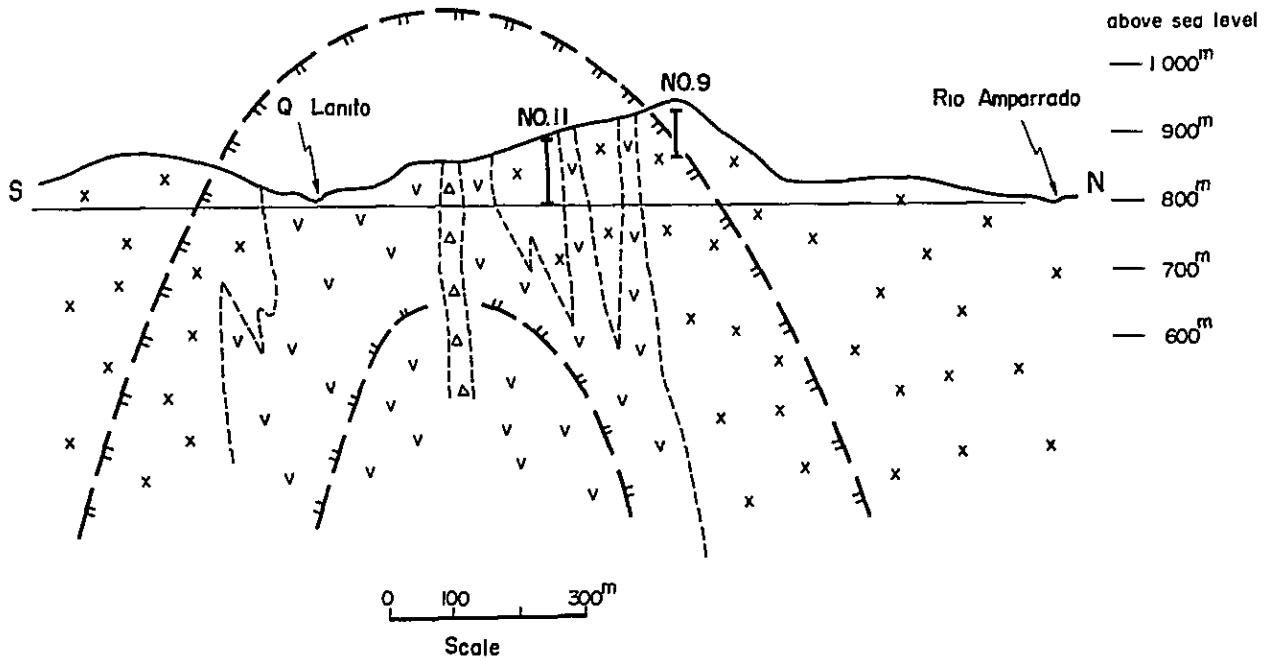
SS - 1 : P (SS) 092101

SS - 2 : P (SS) 092102

SS - 3 : P (SS) 092103

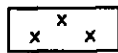
SS - 4 : P (SS) 092104

Fig.- 39 Mineralization Model with Genetic Relationship to Porphyritic Intrusion in Central Pantanos

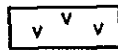


LEGEND

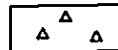
middle tertiary



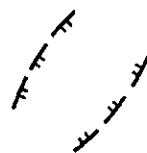
quartzdiorite



quartz porphyry



breccia dyke



main mineralization zone



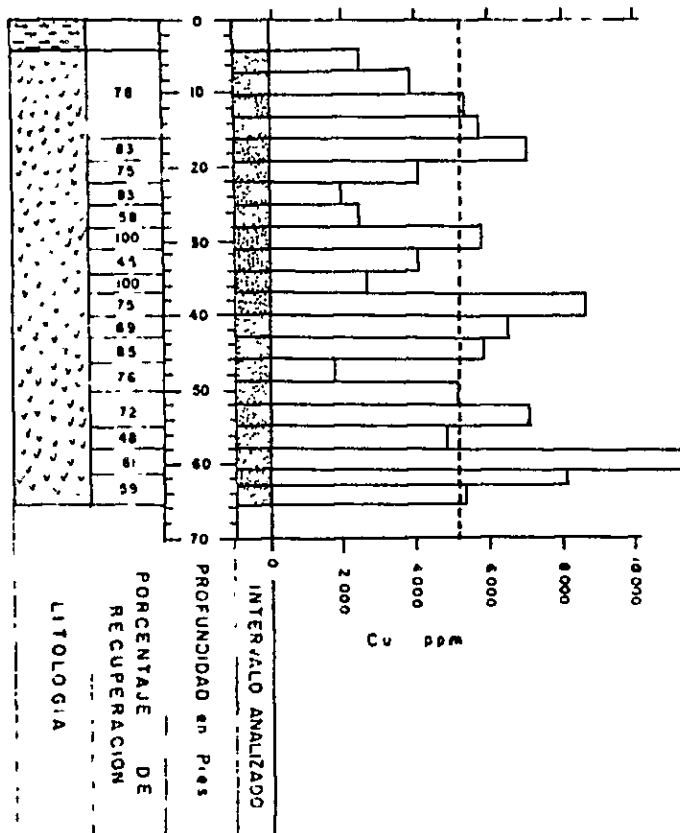
drilling hole

Fig.- 40 Drilling Core Log and Assay (Cu)
in Pantanos - Pegadorcito Area

No. 3, No. 4, No. 5, No. 7

No. 9, No. 10, No. 11




POZO N° 3 - PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos-Cobre



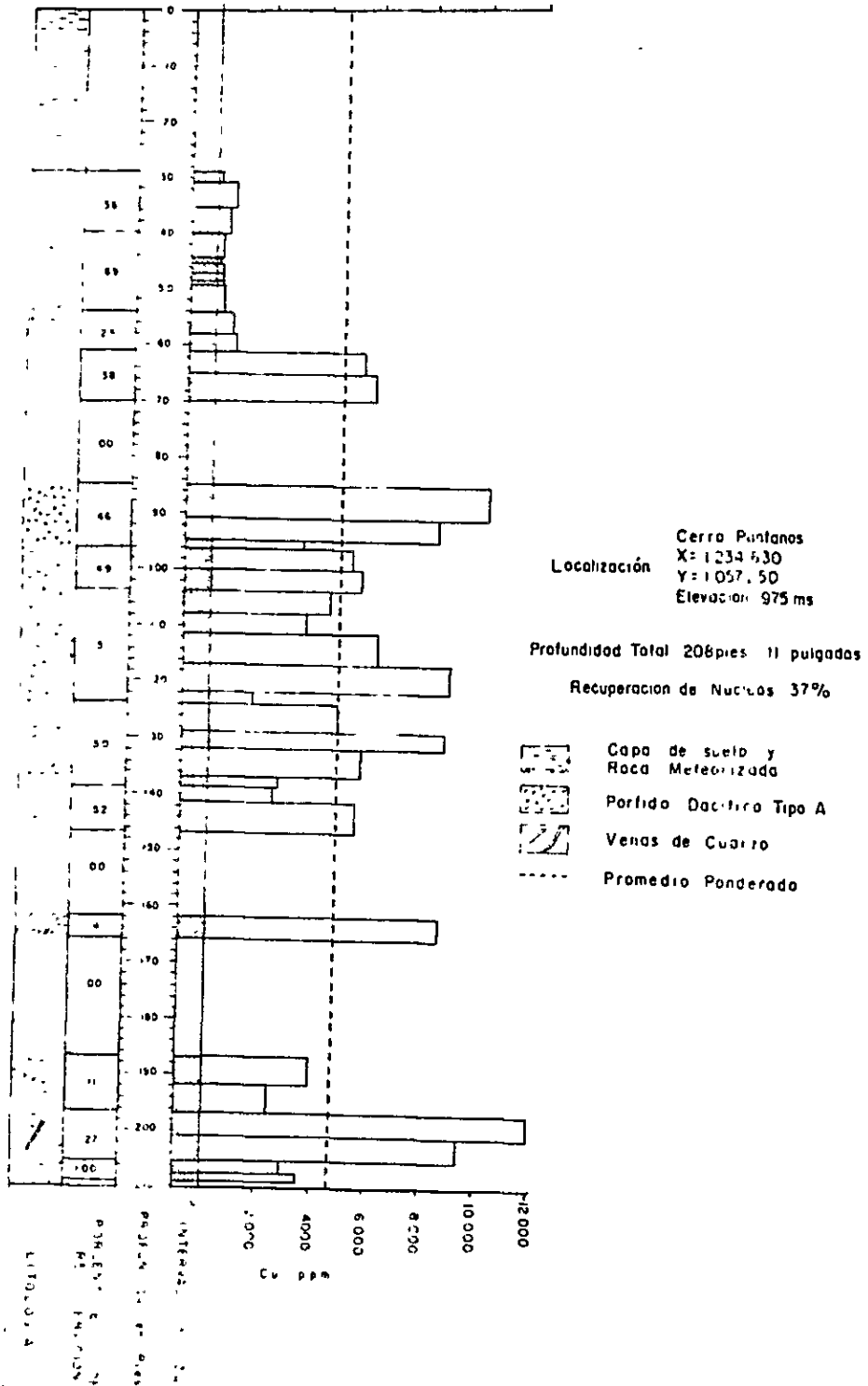
Quebrada Lano
 Localización X: 1'234 550
 Y: 1'057 450
 Elevación = 910 ms

Profundidad Total: 65 pies - 9 pulgadas

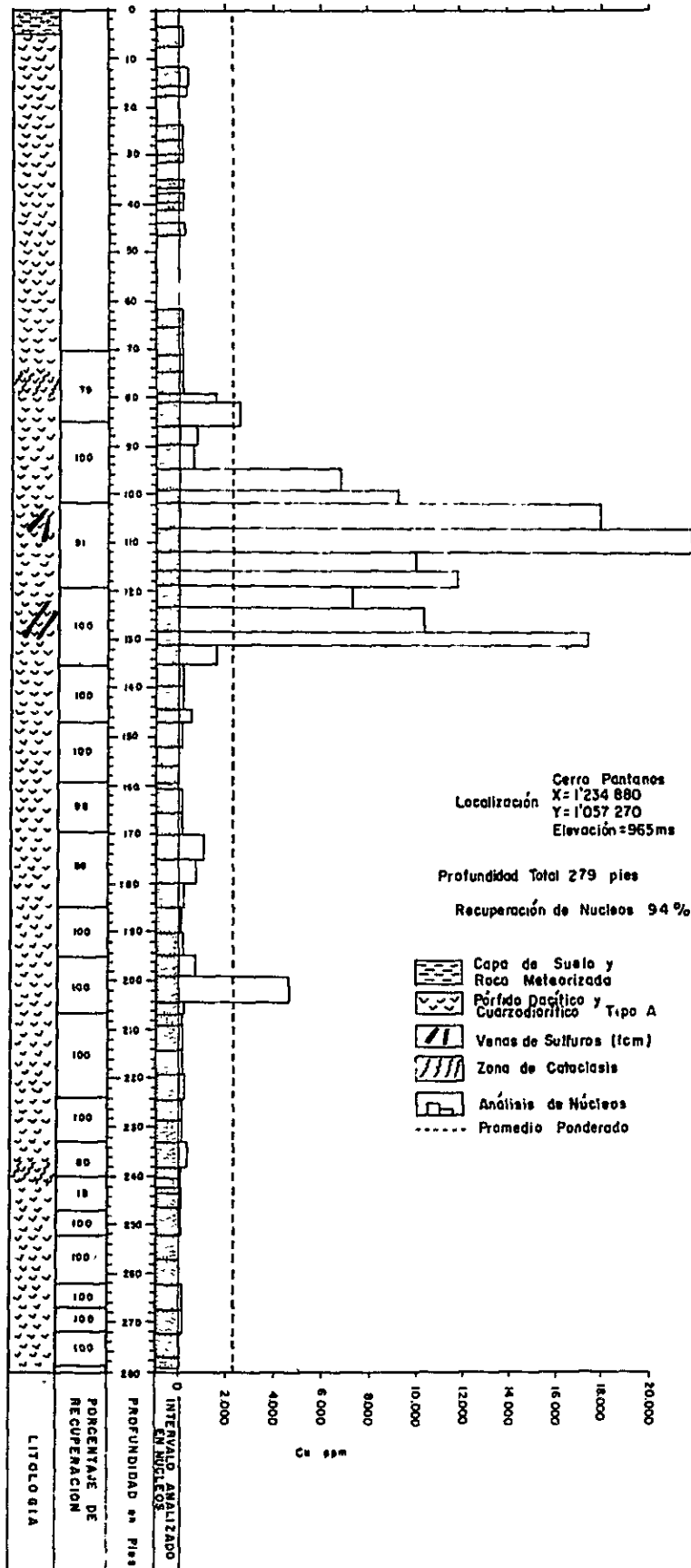
Recuperación de Núcleos 74%

-  Capa de suelo y Roca Meteorizada
-  Porfido Dacítico - Tipo A
-  Promedio ponderado

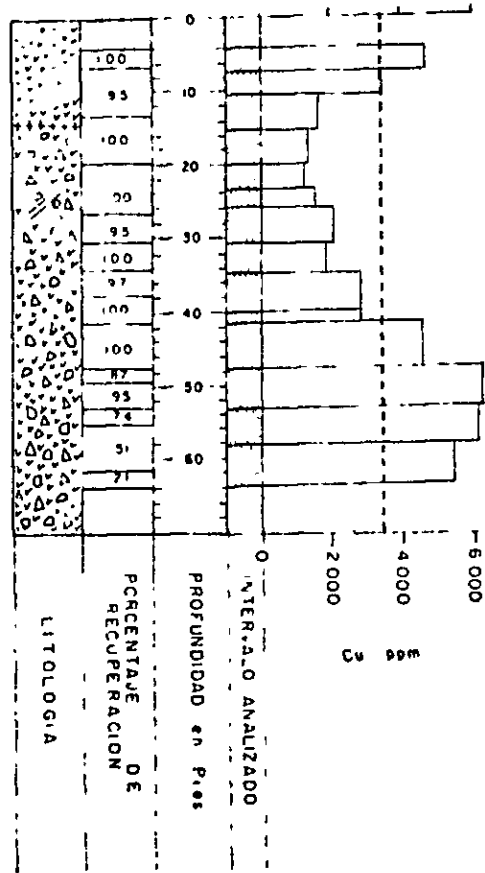
POZO Nº 4 - PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos-Cobre



POZO N°5 - PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos - Cobre







POZO Nº 7- PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos-Cobre



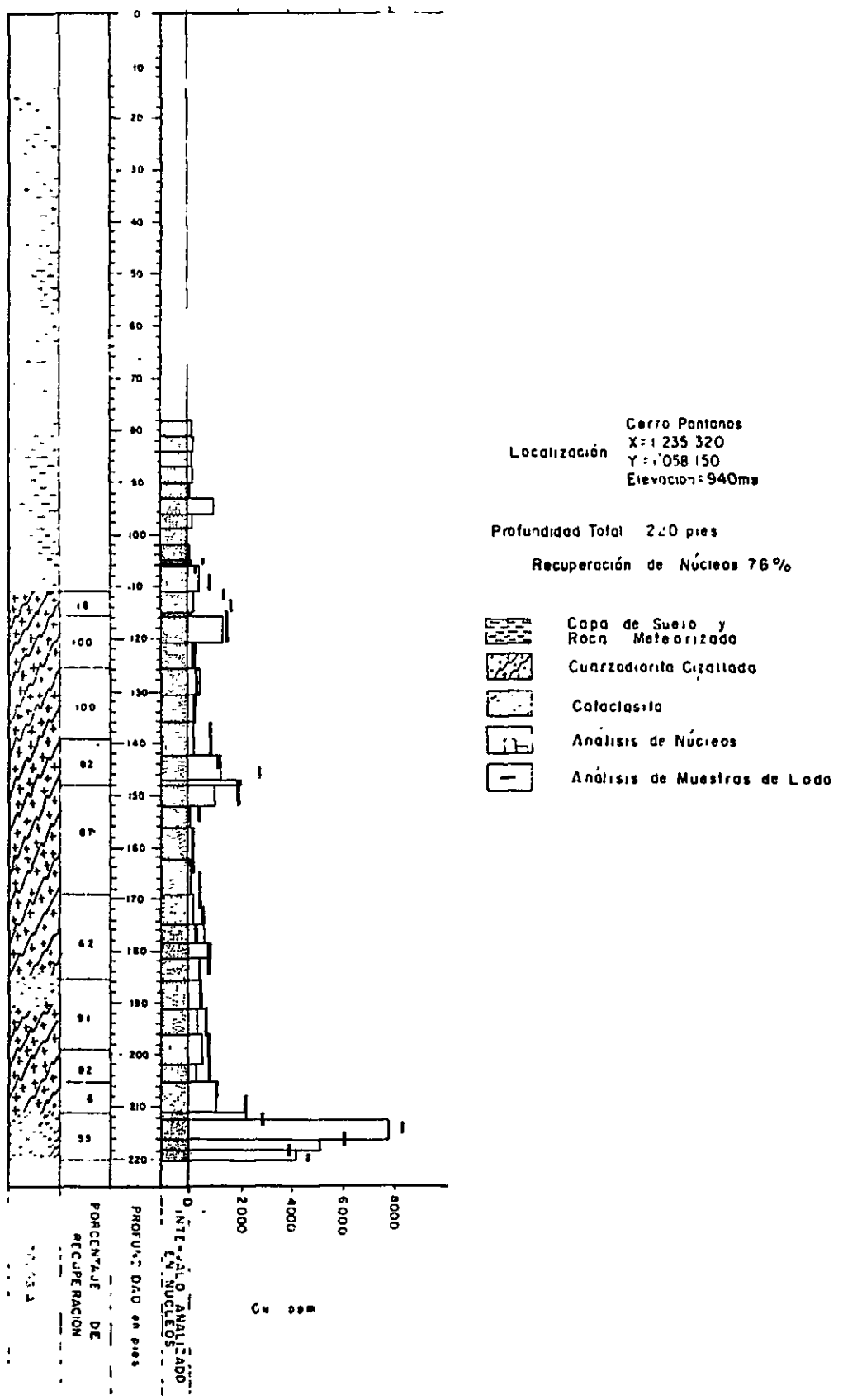
Localización Río Amparrado
 X= 1'234 950
 Y= 1'056 970
 Elevación=850ms

Profundidad Total 63 pies - 5 pulgadas

Recuperación de Núcleos 89%

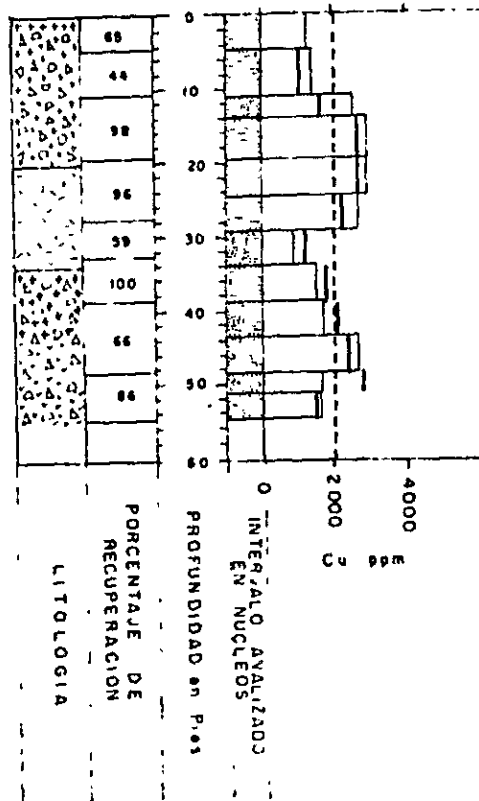
-  Partido Dacítico Tipo A
-  Cuarzodiorita
-  Brecha Intrusiva (Matriz de Partido Dacítico)
-  Venas de Cuarzo
- Promedio Ponderado

POZO N° 9 PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos y Lodos-Cobre



POZO N° 10-PANTANOS








Análisis por Absorción Atómica de Núcleos y Lodos-Cobre



Localización Tributaria de la Q Lano
 X= 1'235 280
 Y = 1'058 870
 Elevación=900ms

Profundidad Total: 54 pies - 8 pulgadas

Recuperación de Núcleos 78%

-  Cuarzodiorita
-  Brecha Intrusiva (Predominan fragmentos de Cuarzodiorita)
-  Dique de Andesita
-  Brecha Intrusiva (Predominan fragmentos de Pórfido Dacítico)
-  Análisis de Núcleos
-  Análisis de Muestras de Ludo
-  Promedio Ponderado

POZO N°11 - PANTANOS
Análisis por Absorción Atómica de Núcleos y Lodos-Cobre

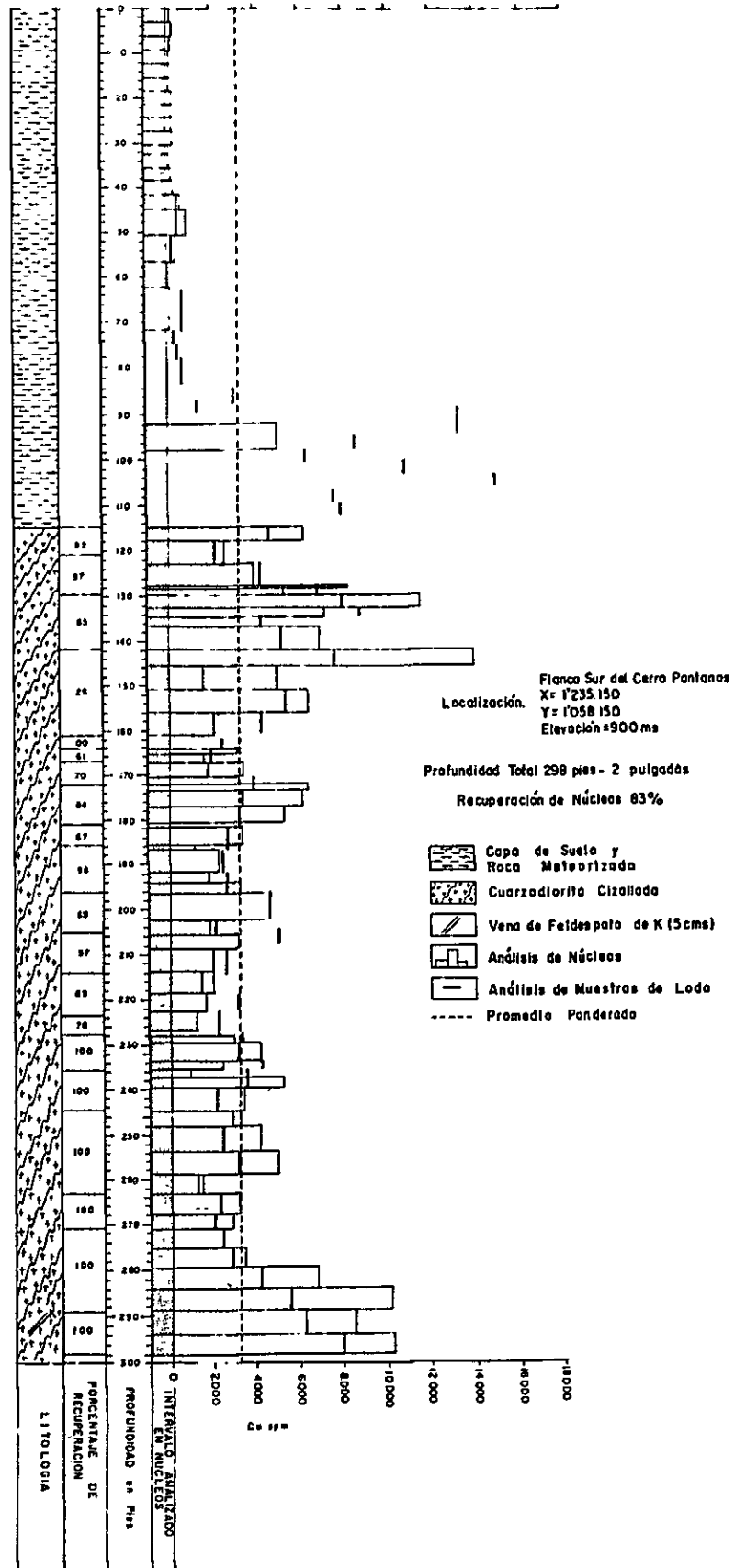




Photo. 7 Geochemical soil
sampling, in
Pantanos-Pegadorcito
area

Photo. 8 Outcrop of breccia dyke, at Lanito valley in
Pantanos-Pegadorcito area



Weakly silicified but no mineralization

Murindo断層はAタイプ斑岩の貫入部分では完全に構造が不明瞭化されている。

Murindo断層は北部のMurindó地域方面に約40Km連続することが航空写真より判読されているが、当地域でもその近傍には最大巾200mの破碎帯を形成している。Amparradó断層はMurindo断層より不明瞭で、当地域の北方約10KmでMurindo断層に合流している。

IV) 鉍化・変質

1) 鉍化作用

硫化鉍物は裂か系や剪断系沿に鉍染しており、割目の集中している場所に濃集している。鉍化脈は一般に1~2%巾の細脈であるが、石英-黄銅鉍-黄鉄鉍脈で巾60cmに達するものも存在する。一方、母岩となる岩石の違いによる鉍化の差異が認められ、銅鉍化に関しては、角礫岩脈は若干の黄鉄鉍-黄銅鉍鉍染が見られるが一般的に弱い。斑岩類の中ではAタイプが鉍化が優勢であるが、バラツキが強い。又、Cタイプにはこれまであまり優勢な鉍化は観察されていないが、地表での観察は限られており、未だ試錐も実施されていないので詳細は不明である。

BタイプについてもCタイプと同様である。Aタイプ中には既にNo.3, No.4, No.5, No.8の合計4本の試錐が実施されており、No.3孔では黄銅鉍、斑銅鉍が認められ、Cu最高1.0%, 平均0.42%, No.4孔では黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍が見られ、Cu最高1.6%, 平均0.32%, 又、No.5孔では黄鉄鉍-輝銅鉍-斑銅鉍鉍脈が観察され、一部分ではCu 1.6%が捕捉されている。石英閃緑岩中で一般的に斑岩類との接触部附近に鉍化が見られるが、接触部から離れるに従って不明瞭となる。No.11孔の深部では石英閃緑岩中に網状の黄鉄鉍-黄銅鉍-石英脈が発達しており、Cu最高1.0%, 平均0.50%前後の典型的ポーフイリー・銅型鉍化が観察されている。

河床の露頭で見られる鉍化は、Pantanos地区では一般に黄鉄鉍-黄銅鉍の初生的組合せの鉍染細脈が多く、採取試料の分析結果では、初生鉍染帯の品位はCu 0.1~0.45%であった。しかしながら、試料採取出来る部分が極端に少ないので、地域全体を代表する品位であるかどうか不明である。一方、Pegadorcito地区に見られるものは、2次銅鉍物が大半で、輝銅鉍、斑銅鉍が粘土化したCタイプ斑岩中に観察される。輝水鉛鉍は試錐No.3, No.4, No.11各孔の岩芯に僅かに認められるだけで少い。この他、閃亜鉛鉍は鏡下の観察で若干確認されているに過ぎない。又、Au, Agについては、日本のO.M.R.D.調査報告書(1973年)によれば、地表試料より、Au 0.1~0.2g/t, Ag 1.0~6.0g/tが報告されている。

2) 変質

Pantanos-Pegadorcito地域における変質は、ポーフイリー・銅型鉍に伴う変質が認

められ、potassic alteration, phyllic (sericitic) alteration, argillic alteration, propylitic alteration および silicification の5種類が認められる。このうち、potassic alteration は稀に認められるだけで、Pegadorcito地区のCタイプ斑岩中に2次黒雲母が若干と、試錐No 11孔岩芯(290フィート附近)の石英斑岩中にカリ長石が認められる他、No 9孔の岩芯(140フィート附近)にカリ長石化を受けた斜長石が認められている(Fig.-58, No CO-17)。phyllic alteration および argillic alteration は、Aタイプ斑岩に選択的に認められ、多くの銅鉱物を伴っている。この変質は、斜長石の一部~全部を交代しており、細かいセリサイトおよび粘土鉱物などから成り、一般に黄鉄鉱-黄銅鉱を伴っている。

silicification は全ての斑岩類中により顕著に認められ、数%~数cmの石英脈が多く見られる。試錐岩芯で見る限り、石英脈の多い場所には強いセリサイト化が見られる。

propylitic alteration は、石英閃緑岩およびBタイプ斑岩に多く見られ、有色鉱物の緑泥石、緑簾石および方解石への変質によって特徴付けられている。石英閃緑岩中には緑簾石に伴って方解石脈が一般的に観察される。

V) 調査結果のまとめ

今回の調査は、先ず Ingeominas Medellin 支局にて地質資料の検討と、既採取岩石試料および試錐岩芯の観察を行ったのち、現地の主要露頭部の調査を行い、その後再び Medellin 支局にて試錐岩芯の再鑑定を実施した。現地調査は気候とヘリポートの整備の関係で、Pantanos 地区西部の Quebrada Lanito 沿の鉱化帯 (Pantanos No 3 アノマリー, O.M.R.D. 1973, Fig.-37-a & b) に対する現地グラント・チェックングおよび地化学探査サンプリングだけで終わった。踏査ルートは、Pantanos 尾根の試錐No 8孔附近のヘリポートより尾根沿に No 6孔, No 5孔, No 4孔跡を廻り、Quebrada Lanito に下り、沢沿に No 3孔, No 2孔跡ルートを調査したが、露岩はAタイプ斑岩および角礫岩脈であり、このうち、Aタイプ斑岩は石英、斜長石の斑晶を有し、強い珪化、セリサイト化およびカオリン化を受けており、所謂 phyllic alteration zone を示し、黄鉄鉱-黄銅鉱-石英細脈および鉱染が連続的に観察され、特に破砕構造の多い場所で優勢であった。2次銅鉱物として、輝銅鉱、斑銅鉱および孔雀石が随所で見られ、黄銅鉱-輝銅鉱を鉱染する変質した斑岩の試料の分析結果では、Cu 1.14%, Mo 17 ppm, Au < 0.2 ppmであった (Table.-13)。一方、角礫岩脈は珪化は認められたが、他の変質はあまり顕著でなく、銅鉱化は微弱であった。

今回の調査で採取したストリーム・セジメントおよび土壌の試料の分析値は別表 (Table.-12) に示した通りであるが、ストリーム・セジメントは Cu 441~897 ppm 程度の比較的高い Cu value を示している。

以下、現地調査、Ingeominas Medellin 支局における試錐岩芯観察および岩石試料調査の

結果を総合し、調査結果にまとめれば次の通りとなる。

- 1) Pantanos-Pegadorcito 地域には、中部第三紀の Mandé batholith を構成する石英閃緑岩が広く分布し、これに NW-SE 系および E-W 系の裂か系に支配された斑岩類の貫入が行われた。
- 2) 当地域の鉍化作用は、後期貫入の斑岩類に伴うポーフイリー・銅型鉍化で、斑岩類と石英閃緑岩との接触部に濃集する傾向が認められる。
- 3) 当地域に見られる変質作用は、phyllitic, argillic, propylitic の各変質帯が広範囲に確認されているが、potassic zone は Pantanos 地区の下部（試錐岩芯）および Pegadorcito 地区で若干認められるだけである。
- 4) 鉍化帯の中心部は Pantanos 地区中～西部（既試錐実施地区）では地下深部に賦存する可能性が高く、一方、Pegadorcito 地区ではやや上昇し、地表部附近に賦存する可能性が強いと判断される。
- 5) 鉍化作用は裂か系の支配を受け貫入した斑岩類の境界沿に優勢なので、鉍化帯は不規則で、且つブロック化して分散している可能性がある。

以上の如く、Pantanos-Pegadorcito 地域には典型的ポーフイリー・銅型鉍化作用が認められ、今後の探鉍進捗に伴って地表で可成りの鉍量が期待され、且つ下部で拡大する可能性が予想されるなど、探鉍地域としては有望な地域であると判断される。但し、先述の如く鉍化帯がブロック化している可能性が強いので、鉍量確認には細かい試錐が必要と見られ、割高な探鉍費が要求されよう。

尚、Acandí 地域の項で述べられている通り、既存資料からの K_2O , Na_2O diagram (Fig-35) によれば、当地域の岩石は所謂ポーフイリー・銅鉍床生成に不利と云われる K_2O poor zone にプロジェクトされており、Acandí 地域と同様の悲観的なデータとなっているが、当地域には鉍化に関係する、より酸性と認められる斑岩類の活動が強く見られるので、この点を踏まえ、探鉍の進捗と共に再検討の要がある。

7-2-2 Murindó 地域

1) 位置・交通・地形

Pantanos-Pegadorcito 地域の北北西約 40 Km の Choco 州北東部、Antioquia 州との境界部にあり、西部山脈北端に位置する。(Fig.-30)

現地に至るには、陸路、水路、空路の 3 つがあり、陸路では Medellín 市よりパン・アメリカン道路の Mutatá 町経由で Pavarandó 部落まで自動車、以降は馬又は徒歩にて鉍化帯のある Rio Jiguamiandó 又は Rio Jarapetó まで達するが、Medellín より 3 日間を要する。水路では、カリブ海に面した Turbo 町又は Choco 州州都 Quibdó 市から Rio Atrato を

進み、Rio Murindóを遡り、Murindó部落から馬又は徒歩にて到達するが、基点の町より1～2日を要する。空路では、Pantanos-Pegadorcito地域同様に、MedellinよりヘリコプターにてDabeibaを経由し、Dabeibaより約30分で容易に到達出来る。今回の現地調査はヘリコプターによって実施した。

現地一帯は熱帯原始林の繁茂する多雨地帯であるが、鉍化・変質帯の地域は海拔標高200～500mの比較的平坦な地形を示す。

鉍化・変質帯の南西約3Kmには海拔標高約1,000mのCerro Careperro(セロ・カレペロ)があり、水系の大半はこの山に端を発している。本地域の主要水系はRio Coredocito, Rio JarapetoおよびRio Jiguamandóの上流部の各支流であり、密な樹枝状パターンを示す。これらの水系は全てRio Jiguamandóに集り、Rio Atratoに合流してカリブ海に注いでいる。

II) 調査経緯

本地域はPantanos-Pegadorcito地域と同様に、1970年にIngeominasによって開始された西部山脈広域地化学探査によって捕捉された銅-モリブデン・アノマリー帯の一つで、その後、1973年8月、アノマリー帯を含む東西約10Km×南北約13Km、面積約130Km²に対して銅アノマリー帯をより限定するための地化学探査および河川測量、地質概査が実施された。1974年～1975年12月間一時作業が中断されたが、1976年1月に再開され、第1次の調査によって部分的に限定された最有望銅アノマリー帯に対して、東西2Km×南北約10Km、面積約20Km²の細長い範囲で土壤による詳細な地化学探査、IPおよび磁力探査による物理探査が実施された。この間に実施された作業の内容は次の通りである。

1) 作業内容

a) 地質概査, 河川測量, 地化学探査

範囲; 南北13Km×東西10Km

面積130Km²

調査スケール; 1/10,000

b) 土壤による地化学探査精査

範囲; La Rica, Jarapeto, Taparos 3地区

南北10Km×東西約2Km

面積20Km²

調査スケール; 1/10,000

c) IP-比抵抗探査

範囲; La Rica地区

南北約2.75Km×東西2Km

面積 5.5 Km²

調査スケール； 1/10,000

d) 磁力探査

範囲； La Rica, Jarapeto 両地区

南北 8 Km × 東西 2 Km

面積 16 Km²

採取試料数；

- ・岩石；997個（露頭987個，転石10個）→薄片作成289個
- ・土壌；3,781個（第1次568個，第2次3,213個）
- ・ストリーム・セジメント；1,246個
- ・パンニング重砂；684個

試料採取方法；

- ・岩石；露頭および転石
- ・土壌；河川および道沿に200m間隔，流水面より10m上部。
グリット採取では200m間隔，B層より採取。-80 mesh。
- ・ストリーム・セジメント；河川主流では最大200m間隔，支流では20~30m間隔。-80 mesh。
- ・重砂；河川主流，支流共最大500m間隔。-100 mesh。

試料分析法；

- ・岩石；-150 mesh 破砕，スペクトル分析および原子吸光分析（Bogotá, Medellín）
- ・土壌；-80 mesh スペクトル分析（33成分，Medellin）。
原子吸光分析（4成分，Bogotá）。
- ・ストリーム・セジメント；-80 mesh，半定量スペクトル分析。
- ・重砂；-100 mesh スペクトル分析。

物理探査仕様；

- ・IPおよび比抵抗探査
測線間隔200m，測点間隔100m，測線総延長33Km。
Heinrichs GEOEX器。
- ・磁力探査
測線間隔200m，測点間隔50m，測線総延長53.5Km。
Flux Gate M-700器。

2) 調査結果

地化学探査の結果，地域南部の La Rica 地区に銅アノマリー2ヶ所，北部の Jarapeto

および Taparos 地区に銅アノマリー 4 ケ所、計 6 ケ所のアノマリーが限定された。各アノマリーの概要は次の通り。

a) La Rica 地区

zone - I ; 0.15 Km² (不規則), 岩石 Cu 700~10,000 ppm, 土壤 Cu 300~2,360 ppm。

zone - II ; 1.0 Km², 岩石 Cu 700~20,000 ppm, 土壤 Cu 300~4,200 ppm。
(II-A, II-B)

このうち、0.5 Km² の範囲で Au 0.05~2.5 ppm のアノマリーがあり、その中心部では 0.2~2.5 ppm を示す。又、Mo は全体的に 200 ppm 程度で、Zn が Cu の囲りにハローで分布している。

b) Jarapeto 地区

zone - III ; 1.1 Km², 岩石 Cu 700~15,000 ppm, 土壤 350~1,390 ppm。

Mo は全体的に 700 ppm 程度で分布し、若干の Au を伴い、又、Zn も Cu の囲りにハローで分布している。

zone - IV ; 0.12 Km², 岩石 Cu 700~5,000 ppm, 土壤 Cu 350~2,800 ppm。

zone - V ; 0.16 Km², 岩石 Cu 700~5,000 ppm。

c) Taparos 地区

zone - VI ; 0.32 Km², 土壤 Cu 350~980 ppm。

(VI-A, VI-B, VI-C)

これ等のうち、zone - II, zone - III, zone - VI の 3 アノマリーが、規模および濃集度の点から経済的に重要であると判定された。尚、物理探査によるアノマリーと一致しており、更に東側および西側に連続するよう見られる。

III) 地質・構造

1) 地 質

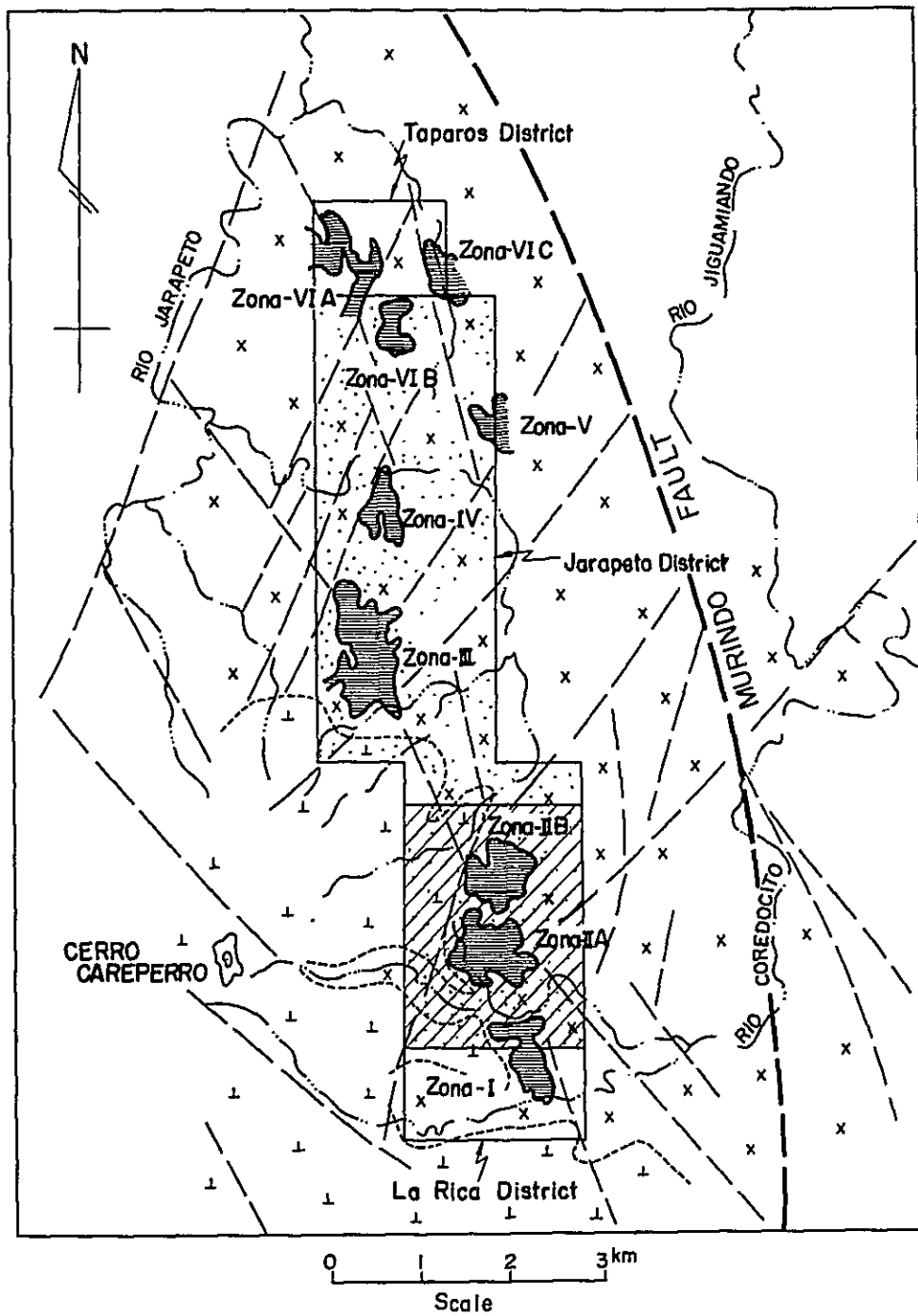
UNDP-Ingeominas による報告(1977年)、および既存の広域地質資料を基にして当地域の地質・構造を記述すれば、当地域には、白亜系の Cañasgordas group (カニャスゴルダス層群、コロンビア南部の Dagua group・ダグア層群に対比される)の堆積岩類、これを貫く上部白亜紀~下部第三紀の超塩基性~中性深成岩類、および前二者を貫く中部第三紀の Mandé batholithが分布している。この他、batholithを切つて末期の小型で細長い塩基性~中性半深成岩類の貫入が認められる。

Cañasgordas groupは次のように細分される。

・堆積岩層

砂質-粘土質部層→Urrao member (ウラオ部層), 頁岩, グレーワック, 泥岩, 礫

Fig.- 41 Compiled Map of Murindō Area



- Geochemical Survey Area (Soil)
- Magnetic Survey Area
- I.P.-RES. Survey Area
- Geochemical Anomaly Zone (Soil, Cu > 800 ppm)
- Cretaceous Basic Volcanic Rocks and Gabbro
- Quartzdioritic Rocks (Mondē Batholith)
- Faults

Fig.-42 Geochemical and Geophysical Anomaly of La Rica District, in Murindó Area

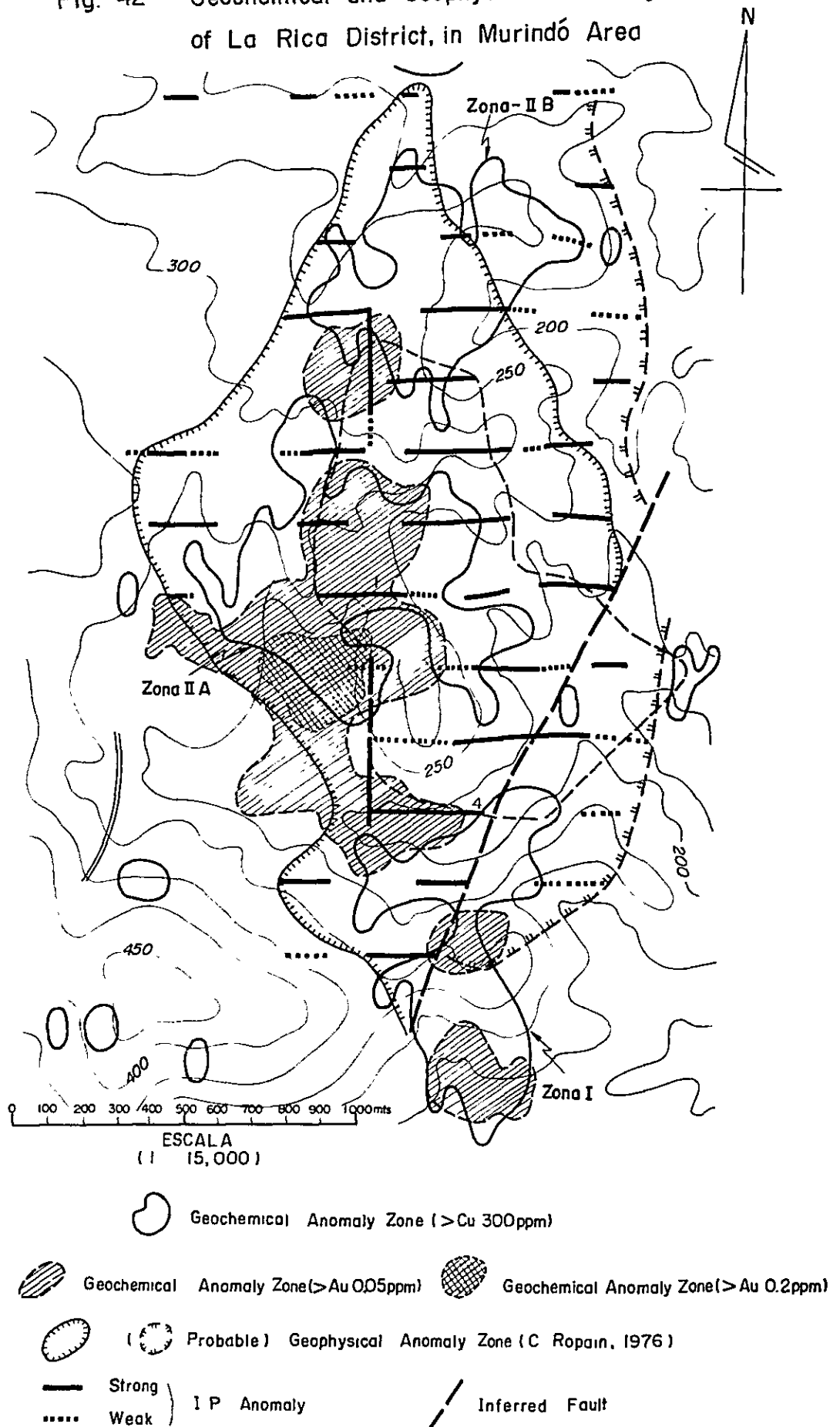
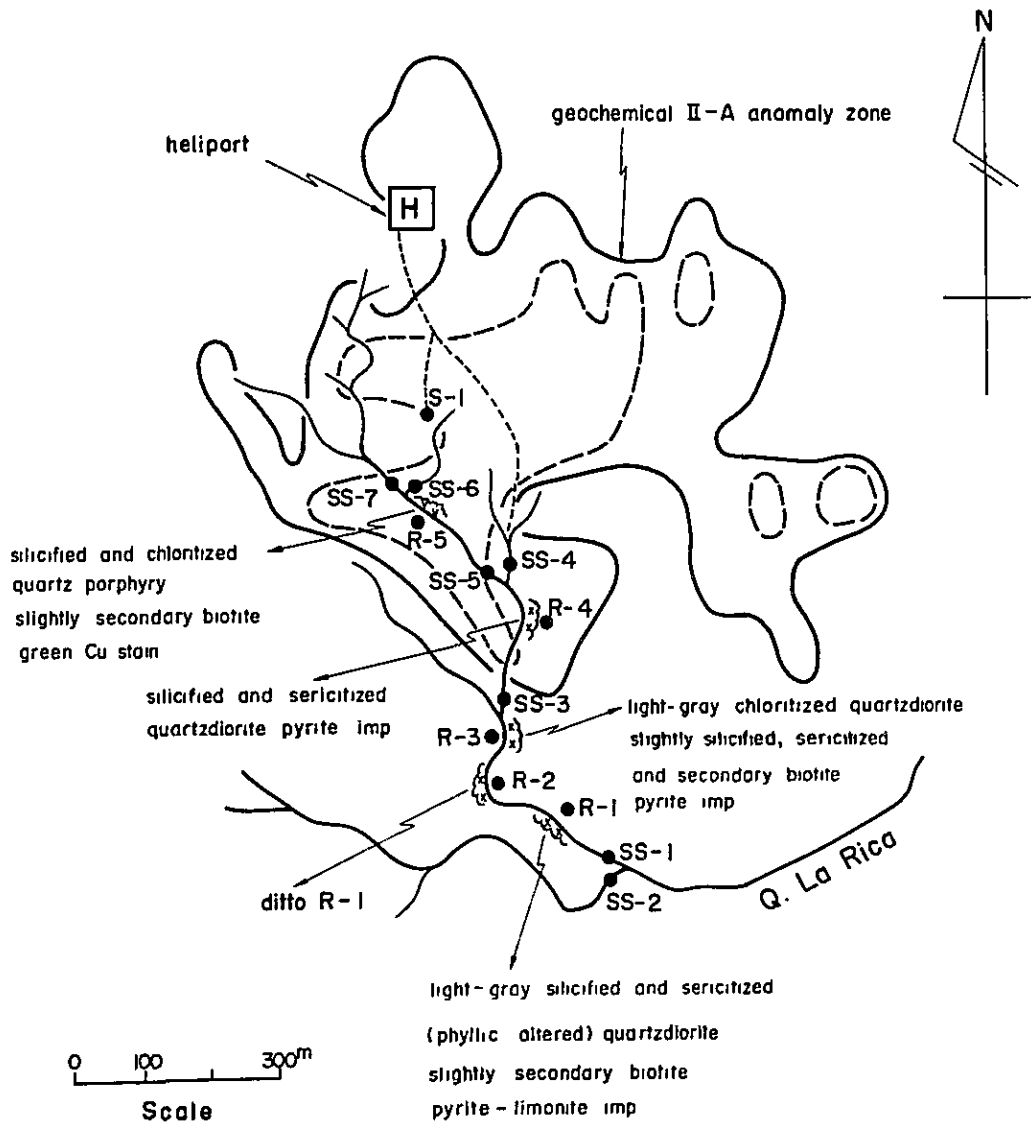


Fig.-43 Geological Route Map of Quebrada La Rica, in Murindó Area



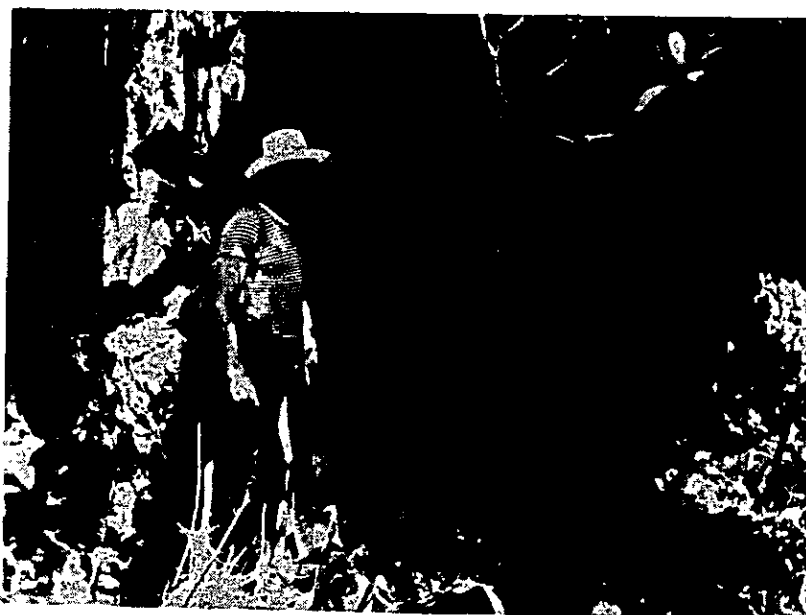
LEGEND

middle tertiary		● location of samples
	quartzdiorite	
	quartz porphyry	
geochemical anomaly		
	Cu > 300ppm (soil)	
	Cu > 800ppm (soil)	
	R-1 M(R) 092001	SS-1 M(SS) 092001
	R-2 M(R) 092002	SS-2 M(SS) 092002
	R-3 M(R) 092003	SS-3 M(SS) 092003
	R-4 M(R) 092004	SS-4 M(SS) 092004
	R-5 M(R) 092005	SS-5 M(SS) 092005
		SS-6 M(SS) 092006
	S-1 M(S) 092001	SS-7 M(SS) 092007

Photo. 9 Field survey under escort of Colombian soldiers, at La Rica valley in Murindó area



Photo. 10 Outcrop of phyllic altered quartzdiorite, at La Rica valley in Murindó area



Containing pyrite-limonite-quartz veinlet and dissemination
(M(R)092001)

頁岩，グレーワック，泥岩，礫岩

石灰質部層

チャート，石灰岩，頁岩

・火山岩層→Barroso formation (バロソ層)

スビライト質玄武岩，輝緑岩，玄武岩質斑岩，安山岩，火山円礫岩，火山角礫岩。超塩基性～塩基性深成岩類は，閃緑岩，はんれい岩および蛇紋岩小岩体よりなり，蛇紋岩は断層沿に部分的に現出している。

Mandé batholithは，石英閃緑岩，細粒閃緑岩，石英閃緑岩質斑岩から成り，全体として石英閃緑岩質の岩相を示す。

又，最末期に貫入した，石英安山岩質～安山岩質斑岩および角閃石玄武岩の存在は，カルクアルカリ岩系火成活動の発達を示唆している。

以下，当地域に分布する火成岩類を，超塩基性火成岩類，塩基性火成岩類，中性火成岩類およびその他岩石類の4種類に区分し，以下に記載する。

a) 超塩基性火成岩類

- ・蛇紋岩；本地域内には2ヶ所露出しており，Rio Coredocito に巾10 mで，又Q. Tupurrudó 上流にはMurindó断層と同方向に巾2 mで見られる。
- ・輝緑岩；主にQ. Batatal 上流域の斜面から転石で採取され，鏡下で確認された。

b) 塩基性火成岩類

- ・角閃石はんれい岩；石英閃緑岩中に小岩体として現出しており，区分不明の塩基性岩類と混然としている。石英閃緑岩に貫かれ残存しているものと見られる。
- ・角閃石閃緑岩；一般的に，石英閃緑岩中に独立して小岩体状に露出している。石英閃緑岩に貫かれ，捕獲岩状に残る。Rio Coredocito およびRio Jarapetó の上流域に多く見られる。
- ・角閃石玄武岩；地域内ではRio Coredocito 上流域の南側支流南部で石英閃緑岩を貫いて板状に1ヶ所見られる。この他，Murindó 部落へのQ. PuertoルートおよびCerro Careperro斜面に見られる。最末期の貫入岩。
- ・輝緑岩；Q. Puerto上流に1ヶ所。他岩との関係は不明。

c) 中性火成岩類

石英閃緑岩質岩および斑状岩に大別される。

- ・石英閃緑岩質岩；本地域の大半を占め，Mandé batholithの一部を形成している。トナール岩，斑状石英閃緑岩，石英閃緑岩質斑岩まで岩相変化する。石英閃緑岩は顕晶質で，塊状，中～粗粒を示し，白色に黒斑点を持っている。Murindó断層の近傍ではCataclasticになり，縞状構造を示す。今回の調査で，La Rica地域のⅡ-Aアノマ

リー附近から採取した石英閃緑岩試料の鏡下観察の結果では、石英が割合多く、全体の30%程度を占め径1~2%大、又、斜長石は径1~3%大で Labradorite 成分を示しアルバイト化が見られる。有色鉱物では1~3%大の角閃石が多く、可成り緑泥石に変わっている。岩石全体としては、cataclastic texture が見られ、圧縮応力の場にあったことが推定される。斑状石英閃緑岩および石英閃緑岩質斑岩は岩相変化が激しく、前者は斑晶がマトリックスより若干多いが、後者はマトリックスの方が斑晶よりも多くを占める。主要構成鉱物は多い順に、石英、斜長石、黒雲母（緑泥石化）で、この他に不透明鉱物が見られる。斜長石は、An 36-46 の Andesine 成分を示し、部分的にカリ長石に置換されている。

斑状石英閃緑岩および石英閃緑岩質斑岩の岩相変化は鉍化作用と密接な関係を持っており、銅硫化鉍物含有量との相関性を持っている。La Rica 地区では、地化学探査銅アノマリーの中心部は石英閃緑岩中の斑状岩相部によって占められている。しかし乍ら、今回の調査では確認出来なかったが、これらの斑状岩相部は石英閃緑岩からの岩相変化ではなくて、後期に石英閃緑岩に貫入した半深成岩体である可能性が強く、この点の解明は今後の鉍化帯の追跡には絶対に欠かせない条件であり、更に詳しい地質精査が要求されよう。

- ・斑状岩；石英閃緑岩質斑岩とは別に、石英安山岩質斑岩および安山岩質斑岩が見られる。両者共に地域全体に見られ、石英閃緑岩を貫いて最大巾150m前後の板状小型岩体で露出し、鏡下では硫化鉍物を所有している。Pantanos-Pegadorcito地域と当地域との岩石類の類似性を考慮すれば、これらの斑状岩はPantanos-Pegadorcito地域の斑岩類に該当する可能性があり、石英閃緑岩-トナル岩の同一マグマからマグマ分化の産物と考えられる。
- d) その他岩石類
 - ・角礫岩脈；Rio Coredocito 上流と Q. Batatal 上流に見られ、約4m²大の小露出で存在する。岩質は、石英安山岩成分の斑岩のマトリックスに囲まれた石英閃緑岩の礫から構成されている。
 - ・破碎岩（Cataclastic rock）；Murindó断層系によって生じた動力変成によって生成された。断層角礫からウルトラ・マイロナイトまで組織は変化する。

2) 構造

当地域内の主要構造線は Murindó断層系で、N30°W 方向に40Km以上にわたって連続している。鉍化帯の東側を通る Murindó主要断層は Pantanos-Pegadorcito地域から連続しているもので、これと平行して鉍化帯の西側を別の Murindó系断層が1本貫通している。これらの構造線の変位は明らかでないが、構造線に沿って蛇紋岩小岩体が露出しているの

で、これらの断層系は垂直変位を示しているものと推定される。

一般的に云って、当地域に露出する各岩石は、Murindó断層およびその衛星的2～3の断層—Táparos断層や、地域外のTupurrudó断層およびJiguamiandó断層—等の構造線への遠近の差によって強弱の差に破碎されている。

当地域内の主要裂か系—剪断系は、方向略々N45°WからN45°E間に集中しているが、そのうち特にN10°EからN10°W間のものが優勢で、70°乃至90°の急傾斜を示す。

地域内の裂か系の大半は、貫入現象と直接関係し、温度の変化に対応して生成されたものと考えられ、又、剪断系はMurindó断層およびその衛星的断層に直接関係している。

IV) 鉍化・変質

1) 鉍化作用

当地域の鉍化作用は主に深成型 (hypogene type) で、中性火成岩類中に見られ、鏡下で主に、黄鉄鉍、黄銅鉍から成る初生硫化鉍物が観察される。アノマリー範囲内の岩石についての鏡下観察では、黄鉄鉍：黄銅鉍 (稀に斑銅鉍を含む) 比は略々4：1と報告されている。鉍化は主に裂かや剪断帯に伴って存在し、鉍染状鉍化が最も重要と見られる。

銅鉍物の大半は、特にMandé batholithを構成する石英閃緑岩又は斑状細粒石英閃緑岩、および石英閃緑岩質斑岩に伴って見られるが、部分的には大変細かい鉍染のことがあり、肉眼的に識別不可能な場合がある。鏡下の観察結果では、硫化鉍物は一般に緑泥石と共生しているように見られる。

当地域における硫化鉍物の酸化は、La Rica 地区を除いては一般に弱く、緑青、珪孔雀石、孔雀石等が若干見られるに過ぎない。La Rica 地区においては、酸化および風化が相当強いので、酸化のもとになった銅硫化鉍物の同定は難しい。又、Q. La Rica, Q. BatatalおよびRio Jarapetó上流と云った2～3の流域では角礫化帯に褐鉄鉍の充填が見られる。当地域全体としては浅成 (supergene) の2次富化は大変稀で、僅かにQ. Batatal上流において黄鉄鉍、黄銅鉍を交代して輝銅鉍、銅藍が見られるだけである。輝水鉛鉍、閃亜鉛鉍、方鉛鉍と云った他の硫化鉍物は当地域内においては極く限られており、輝水鉛鉍は転石中に肉眼的に見られただけ、又、閃亜鉛鉍はQ. Táparos地域の試料で鏡下で確認されただけである。しかし乍ら、当地域の岩石試料に対するスペクトル分析の結果では、ほとんどの試料がMo, Pb, Zn, K positive を示している。

この他、La Rica 地区では、土壌および岩石試料の原子吸光分析によってAuの高い値 (1.98 ppm も存在する) が得られており、この地区の地化学探査による銅アノマリーは合金質であることを示唆している。このように、La Rica地区にAuが多く存在する理由としては、同地区に珪化が優勢だったこと、および酸化が強かったことに起因している可能性が高い。

2) 変 質

Murindó 地域における変質は、風化や浅成変質 (*supergene alteration*) が強く、岩石露出が少ないため深成変質 (*hypogene alteration*) についての調査は大変困難であるが、Ingeominas の報告 (1977年) によれば、ポーフイリー・カッパー鉱床の変質帯の分帯に用いられる Lowell and Guilbert (1970年) 等の分類法に基き、*potassic alteration*、*phyllitic (sericitic) alteration* および *propylitic alteration* が報告されている。このうち、*potassic* および *propylitic alteration* は良く発達しているが、*phyllitic alteration* は概して弱い。この他、*argillic alteration* はほとんど欠如しているが、稀に初生的に見られる。

potassic alteration は、石英閃緑岩、トナール岩、石英閃緑岩質斑岩、石英安山岩質斑岩および、特に斑状細粒石英閃緑岩中に見られ、La Rica 地区や Jarapetó 地区の地化学探査による主要銅アノマリーと密接に関係して観察される。La Rica 地区においては、*potassic alteration* は *silicification* を伴っており、不規則な方向の石英脈が多数認められる。*potassic alteration zone* には、カリ長石および明瞭な 2 次の葉片状黒雲母が卓越して見られ、しばしば斜長石の弱いセリサイト化、有色鉱物の緑泥石化および珪化を伴う。2 次のカリ長石は普通微細な割目を充填し石英を伴って脈状に存在し、2 次の黒雲母は磁鉄鉱や角閃石結晶の周囲を囲むような形状の他形～半自形葉片状結晶の集合体として存在し、又一部には微細な割目を黄鉄鉱を伴って充填しているものと見られる。

phyllitic (sericitic) alteration は、破砕岩および石英緑岩中に見られるが発達は良くなく、特に断層帯に伴って存在し、しばしば *potassic zone* の近傍およびそれと重複して存在する。

通常、石英およびセリサイトが見られ、石英は粒状～モザイク状の他形 2 次石英として生成されている。破砕岩中の 2 次石英は初生石英のような変形を受けてはおらず、構造運動の後の変質であったことが推定される。

セリサイトは一部分微細な割目を充填、又は細かい集合体として斜長石を変質生成しており、時には緑泥石や硫化鉱物と共生し小葉片集合体として存在する。破砕岩中においてはしばしば石英粒子の周囲を囲むように存在している。

propylitic alteration は地域の全体に見られ、はんれい岩や閃緑岩に対しても斑岩類や石英閃緑岩と同様にこの変質が与えられている。

propylitic alteration は緑泥石、緑簾石および方解石を多く伴うが、稀にゼオライトや長石のアルバイト化を伴っている。緑泥石はほとんどの場合、角閃石や黒雲母から変質生成され、他形葉片状集合体、時には空隙充填の形で存在し、無色～青緑色を示す。緑簾石は一般的に緑泥石と伴うが、しばしば斜長石中に核として見られる。又、破砕構造を充

塊し粗粒散点状に見られることもある。2次の方解石は緑泥石などを置換して見られ、一部は斜長石の中に核状に、および割目に沿って存在する。アルバイト化は、斜長石中にアルバイトの細脈が認められる。

V) 調査結果のまとめ

今回の調査は、先ず Ingeominas Medellín 支局にて地質資料の検討と Ingeominas による既採取岩石試料の観察を行った後で現地調査を行った。現地調査はヘリポート整備の都合、および資料検討の結果から最有望と判断された地区である、Rio Coredocto 上流の北側支流 Q. La Rica (La Rica 地区の中心部) 沿の、地化学探査 zone-II アノマリー南部 (II-A アノマリー) 地帯に対して踏査および地化学探査サンプリングを実施した。zone-II アノマリーはアノマリーの範囲が広く、且つ当地域の全アノマリー中、最も高い Cu value を示しており、特に Au 含有量が多いので、注目された地区である。今回の調査で採取した鉍化岩石、ストリーム・セジメントおよび土壌試料の分析値は別表 (Table-12 および Table-13) に示す通りである。これらの分析値によれば、ストリーム・セジメントの Cu 値は最高 3,342 ppm で、全体的に高い値を示しており、特に支流の上流部の II-A アノマリーではその中心部に向って高くなる傾向が見られ、II-A アノマリーが有望な銅鉍化帯であることを示唆している。又、Au 値も 0.1~0.3 ppm を示し、II-A アノマリーが含有質アノマリーであることを示している。

一方、今回の調査ルートに分布する岩石は Mandé batholith の一部を形成しているやや斑状組織を示す石英閃緑岩および斑岩類で、全体的にセリサイト化、珪化および粘土化が見られ、一部には2次の黒雲母らしきものがあり、明らかに phyllic alteration を示しており、黄鉄鉍の他に黄銅鉍、一部斑銅鉍、輝銅鉍などの銅鉍物を伴っていることから、ポーフイリー・カッパー型鉍化であることが確認された。

踏査した沢沿の露頭においては、黄鉄鉍-黄銅鉍-石英に若干の2次銅鉍物を混えた細脈および鉍染が連続的に観察されたが、溶脱した部分も多く見られ、地表での鉍化岩石試料の分析値は別表 (Table-13) の如く高品位は示していない。この他、沢底には孔雀石を強く侵み込ませた転石が多数観察された。

以下、現地調査のデータを中心に、既存資料などを総合して調査結果をまとめれば次の通りとなる。

1) Murindó 地域には白亜系 Cañasgordas group の堆積岩類、これ貫く上部白亜紀~下部第三紀の超塩基性~塩基性深成岩類および前二者を貫く中部第三紀の Mandé batholith が分布し、この他、最末期に batholith を切って貫入した細長い石英安山岩質~安山岩質斑岩が認められる。

2) 当地域の鉍化作用は Au を伴うポーフイリー・カッパー型鉍化作用で、Mandé batho-

ith の一部である石英閃緑岩類およびこれ貫る石英安山岩質～安山岩質斑岩などの、所謂中性火成岩類に伴って観察される。

3) 地化学探査、物理探査の結果では、Murindó地域には6ヶ所の銅アノマリーが限定されており、このうち、3ヶ所が経済的に有望と見做されている。

4) 石英閃緑岩類は、斑状石英閃緑岩～石英閃緑岩質斑岩まで激しい岩相変化を示すが、一般的には斑状部分に銅硫化鉱物の濃集する傾向が見られ、La Rica 地区などでは、石英閃緑岩中の斑状岩相部分が地化学探査銅アノマリーの中心部を占めている。

5) 今回の調査では確認出来なかったが、前記の斑状岩相部分は、石英閃緑岩からの岩相変化ではなく、同一マグマから分離して後期に貫入した斑状岩類である可能性が強いものと考えられる。

6) 石英閃緑岩類を後期に切って貫入している小型岩体の石英安山岩質～安山岩質斑岩は、Pantanos-Pegadorcito 地域の斑岩類に対比されるもので、当地域の鉱化作用の時期に関連する活動と考えられるが、前項5)のように、石英閃緑岩類中の斑状岩相部分が後期の貫入岩体である場合には、これらと同一グループの最末期の活動と見ることが出来る。

以上の如く、当地域の鉱化作用は地質的条件などから判断して、Pantanos-Pegadorcito 地域と類似しており、地化学探査アノマリーの規模などの点から見ても、同地域と同様の大型ポーフィリー・銅-鉛-亜鉛床賦存の可能性の高い地域であると判断され、今後のフォローアップ探査が是非要求される地域である。

尚、Acandí 地域で議論されている鉛床母岩の K_2O diagram については、当地域からの既存のデータがなく、今回の調査でもこの点の分析・検討は実施していないが、地域的に前記の Pantanos-Pegadorcito 地域と同様の考え方を採用して無理はないものと考えられ、今後の探査の進捗に伴っての研究が待たれる。

7-3 Rovira-Chaparral 南部地域

本調査地域は Tolima 州の州都 Ibagué 市の南方の Cordillera Central の東側山麓に位置し、北から Los Andes 地域、Infierno 地域、Los Guyabos 地域及び Puerto Saldaña 地域に細分される。

尚、今回の調査に先立ち、同じ Tolima 州にあり現在コロンビア国内では唯一の操業中の銅鉱山である Mina Vieja 鉱山を参考のため視察した。

各地域に至る為の最寄りの町村は下記の通りで、距離は全て Ibagué 市からの距離を示してある。

Rovira 3 4 Km

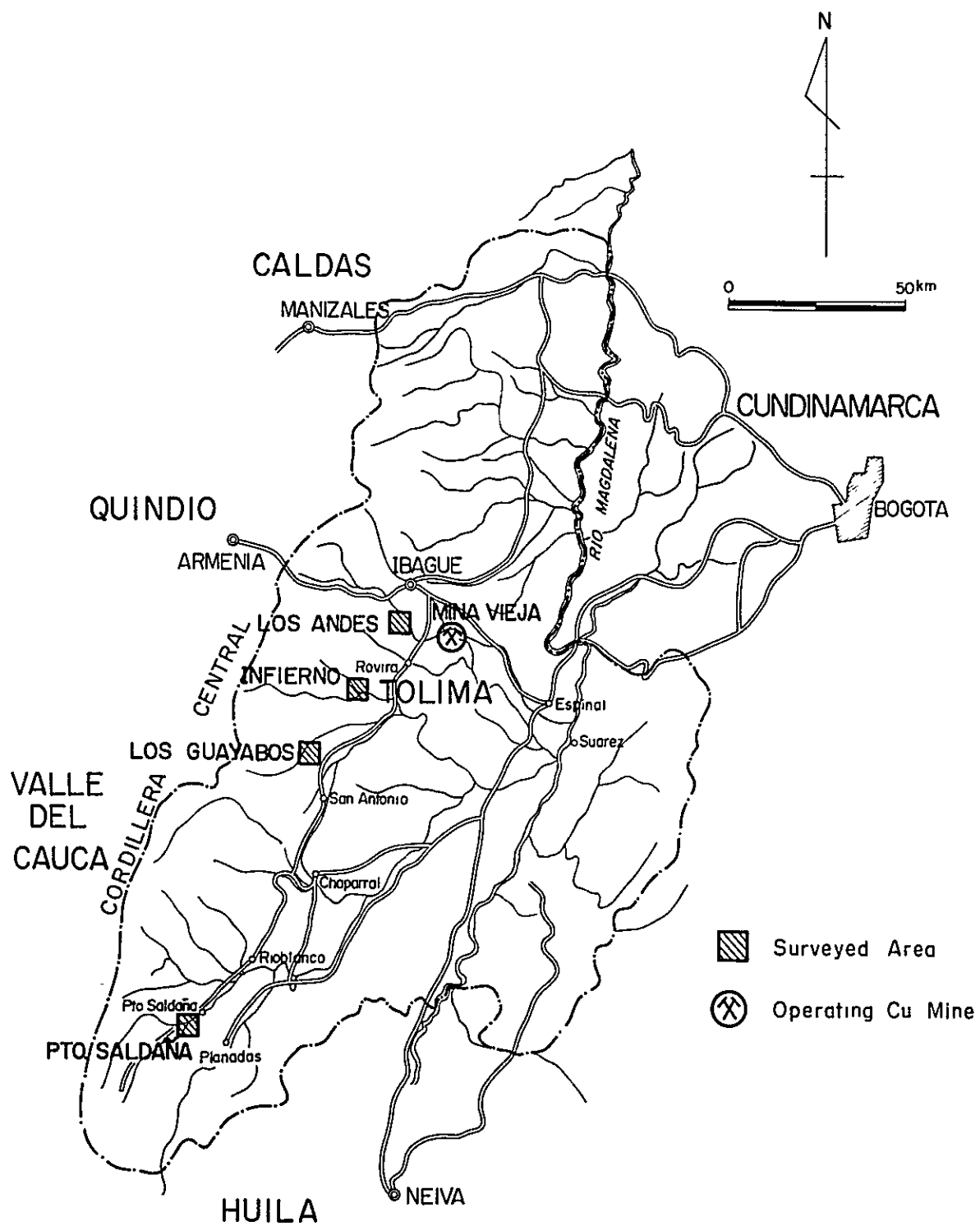


Fig-44 Location map of Rovira ~ South Chaparral area