

エクアドル共和国鉱物資源調査報告書

1963年

海外技術協力事業団



JICA LIBRARY



1028669[8]

エクアドル共和国鉱物資源調査報告書

1963年

海外技術協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. -6	706
登録No. 03025	66.1
	KE

は し が き

政府はさきごろ、エクアドル政府の要請に基き、同国の鉱物資源開発計画の一環をなしている。マクチ鉱山地区の鉱床に関する基礎的諸条件の調査を行なうために調査団を派遣した。当海外技術協力事業団は昨夏設立以来、開発途上にある海外の地域に対して政府ベースによる技術協力を実施しつつあるがその初年序のプランの一つとして、この調査団の派遣がとりあげられたことは喜ばしいことである。

調査団は竹田英夫氏（通産省工業技術院地質調査所技官）を団長とし、3人の専門家をもつて構成され、昨年11月15日羽田を出発し、約15週間現地に滞在した。そして予定計画に載っているマクチ鉱山の鉱床を中心に地質地形の精査を行なう一方同国政府関係者と研究、討論を行ない期待通りの成果をおさめて全員無事帰国した。

本書はその調査報告書である。

開発途上にある国々に対するこの種の協力は技術の国である日本として最も適切な国際協力の手段であり、また明治以来短時日のうちに技術革新を達成したわが国の実績を被露する上にも意義深いことであろう。われわれは政府の方針に従って今後ともこの種の調査団を各地に送りたいと思つている。そしてこれらの国々の開発に少しでも役立ち、相互理解を深めることに寄与できればこれにまさる喜びはない。

終りに本調査の任に当られた調査団長をはじめ団員の方々の御苦勞に対しここに改めて感謝申上げるとともに調査団の派遣に御協力いただいた通産省はじめ海外鉱物資源開発協力協会等関係機関の方々に対し、この機会をかりて厚く御礼申上げる次第である。

昭和38年7月

海外技術協力事業団

理事長 波 沢 信 一

目 次

結 言	1
I 調査団の編成および日程	2
II エクワドルの地形および地質の概要	3
(1) 海岸地帯	3
(2) 山岳地帯	4
(3) 東部地帯	4
III 鉍業の概況	6
IV マクテ鉍山付近の地質および鉍床	8
1. 位置および交通	8
2. 地形	8
3. 地質概説	8
(1) 層序	8
(2) 構成岩類	9
(3) 地質構造	11
4. 鉍床概説	11
(1) 沿革および現況	11
(2) 鉍床	13
(3) 鉍石鉍物	14
(4) 脈石鉍物	14
(5) 鉍量	14
V 鉍山の将来性	15
VI 結 論	16
文 献	17

緒

言

1960年に行なわれた第一次エクワドル共和国鉱物資源調査団の調査の結果に基き、再びエクワドル政府から日本の鉱業技術者派遣について正式要請があつたため、これまでに銅鉱山として稼行実績のある同国コトバクシ州マクチ鉱山付近の地質鉱床精査を目的として、本調査団が編成され今回の調査を実施するべく派遣された次第である。

地質鉱床精査を目的とし詳細な地形図とこれに基いて地質図を作製した今回の調査はこれまで概査のみに終始したエクワドル共和国において初めての試みであり、マクチ鉱山付近の地質および鉱床に関して若干の新資料が得られ、地質図の完成をみたが、調査当初予定したマクチ鉱山を中心とする東西8km、南北10kmの地域を対象とした地形図および地質図の作製は調査期間がたまたま雨期に一致して連日の雨に妨げられ、また地形と交通事情および調査日程と人員などの関係から調査範囲を縮小せざるを得ず、また坑内調査も坑内が荒廃しているため入坑が不可能であり、露頭調査のみに限定されるなどの予定変更を余儀なくされたことは甚だ遺憾であつた。

しかし今回の調査が今後エクワドル共和国の鉱物資源開発の一助となり、さらに日エ両国の企業提携の上に将来いささかなりとも寄与するところがあれば幸甚である。

I 調査団の編成および日程

(1) 調査団の編成

- (1) 団 長 竹 田 英 雄 (通産省工業技術院地質調査所、技官)
- 団 員 小 野 広 一 郎 (石原産業株式会社社員)
- 古 谷 博 ()

(2) 調査日程表

年 月 日	内 容
昭 37. 11. 15.	羽 田 発
11. 18.	キ ト 一 着
}	日本大使館挨拶、エクワドル勸業省鉱山局と調査に関する打合せ
11. 27.	調査資料及び機材整備
11. 28.	
}	マクチク鉱山付近の予備調査
12. 24	
12. 25	
}	調査資料整備検討
昭 38 1. 5	
1. 6	
}	マクチク鉱山付近の地形測量および地質調査
2. 24	
2. 25	
}	調査機材発送の諸手続、資料整理、調査概要の説明および関係者への帰国挨拶
3. 2.	
3. 3.	キ ト 一 発
3. 5	羽 田 着

II エクワドルの地形及び地質の概要

エクワドル共和国の地形と地質の概要はすでに第1次調査団の記載があるので、ここでは簡単に述べることとする。

従来エクワドルは地形上海岸地帯 (Costa)、山嶽地帯 (Sierra) および東部地帯 (Oriente) に3区分されているが、これらの地帯はそれぞれ地質学的な特徴をもち、地形と地質が密接に関係している。

(1) 海岸地帯 (Costa)

アンデス山脈の西麓から太平洋岸に到る海岸地帯は主として標高300 m以下の平地を形成し、一部の地域では海岸段丘も発達する。

また太平洋岸に於て最大の河川であるグアヤス河がグアヤキール湾にそそいでいる。この海岸地帯は熱帯性気候に支配され、森林の繁茂が著るしい。

この地帯の地質は主に第3紀層と第4紀層から成り一部にこれらの共盤を構成する古生層、変質火山碎屑岩を主とする白亜紀層および白亜紀に貫入したとみられる花崗閃緑岩体などの露出がみられる。これらの層序学的関係は第1表⁴⁾に示されるが、この中Piñon層は後で述べるツチ地域を構成する変質火山岩類とその性質を同じくし、同一層準に対比されており、その上部に発達する上部白亜紀に属するCallo層中のCalentura層にはInoceramus plicatus d'Orbigny, Inoceramus roemeri Karsten, Inoceramus striatoconchetricus Gumbelなどが見出され、後期Turonianに属するとされているが、微化石の研究によればCenomanian乃至Cenonian期に相当すると考えられている。

このPiñonおよびCollo層群はペルーのClavulina頁岩層およびコロンビアのPalmiraおよびGuadalupeチャート層に対比されている。

第1表 海岸地帯の層序表 (BY J.G. Marks, 1956)

Age and stratigraphic position (with map unit abbreviations)		Rock units	Thickness (meters)
Quaternary (Qc)	Recent	Andean piedmont, fluvial, and mangrove deposits	?
	Pleistocene	Tablazos, alluvial fans	?
	Pliocene	Runa fm., Jama fm., Canoa fm.	80
	U. Miocene	Borbón fm. (part), Punta Gorda fm., strata on Runa Island	?
Tertiary (T)	M. Miocene	Borbón fm. (part), Bahia fm., Paule fm., Progreso fm.	3000
	L. Miocene	Angostura fm. (part), Onzole shale, Charafoto shale, Sibibaja fm.	600
	U. Oligocene	Angostura fm. (part), San Agustín sdst., Viche shale, Tosagua shale, Iacruz fm., Rodeo fm. (part)	650
	M. Oligocene	Chumunde ash beds, Zapotal sdst., Rodeo fm. (part)	?
	L. Oligocene	Playa Rica fm., San Mateo fm. (part) Ancon Point fm.	170
	U. Eocene	Zapallo shale, San Mateo fm. (part), Jueca shale, Salanguillo sdst., Seca shale, "Zapotal" fm. (subsurface), red-beds of El Morro	275
	M. Eocene	San Eduardo ls., Middle grits, Clay Pebbled, Javite ls., Socorro fm.	500
	Upper Cretaceous and Lower Eocene (Ru)	Paleocene: Estancia sandstone, San José sandstone, San José shale, Atlanta fm. U. Cretaceous: Callo fm., Guayaquil chert	1300 3000
Cretaceous Igneous (Ki)	Pascuales granodiorite		
Cretaceous or Jurassic (Jv)	Pinon volcanics	1000	
Paleozoic (Pal)	Runta Piedra rocks		

(2) 山嶽地帯 (Sierra)

この地帯は標高ほぼ3,000 m以上のアンデス山系を主体とするが、地形および地質上東部山脈 (Cordillera Oriental), 中間盆地 (Inter-cordilleran Depression) および西部山脈 (Cordillera Occidental) に分けられる。東部山脈と西部山脈は平行して南北に走り、これらの両山脈の間隔は30~40 kmで、その間に中間盆地が形成されるがキトーを始めいくつかの主要都市はこの中間盆地に存在している。

またこの地帯にはChimborazo (標高6272m)、Cotopaxi (標高5896m)を始めとして氷河を伴ういくつかの山嶽が聳えているが、一般に山嶽地帯は気候は年間を通じて温帯であり、雨量も少ない。

東部山脈地帯は結晶片岩および片麻岩から成る変成岩類が分布し、東部地帯に属する古生層と断層で以て接している。

一方西部山脈地帯は先に述べたPitron層に岩相上対比され得る変質火山碎屑岩類およびこれに伴う堆積岩類から成るジュラ紀~白亜紀層が広範に発達し、その東部に安山岩と凝灰岩および硅質頁岩などから成り、石灰岩の層を挟在する上部白亜紀層が分布する。

またこれらの地層に貫入する花崗閃緑岩体がみられるが、この貫入時期は白亜紀後期と推定されている。

中間盆地は大部分火山活動に関係した第4紀層によつて占められるが、一部では湖沼堆積物から成る第3紀層の分布もみられる。

(3) 東部地帯 (Oriente)

山嶽地帯の東斜面を構成する標高500~1,000 mの準アンデス山地からアマゾン平原に向つて緩傾斜する地帯は普通オリエンテ (Oriente) と呼ばれている。

この地帯は他の地帯に比べて熱帯湿潤で密林に蔽われ、交通も不便であるため、これまで調査は余り進まなかつたが、最近油田調査や砂金採集などが行われると共に地質状況も大分明らかになつてきている。

東部地帯もまた、海岸地帯と同じく主として第3紀層および第4紀層が広範に発達するが、西側では変成帯と断層で境する古生層が分布し、一部ジュラ紀および白亜紀の地層も存在する。これらの層序学的関係は第2表4)に示される。

上記3帯の地質構造から検討した地史の概略は、先ず、先カンブリア紀から古生代早期の時期に形成された地向斜がカレドニヤ造山運動により変成帯を構成し、その後石炭紀からジュラ紀にかけて数回の地殻変動による海浸海退があり、ジュラ紀後期から白亜紀早期にいちじるしい海退があり、それに引き続いて、烈しい造山運動があり、白亜紀後期にも構造運動がさらに加わっている。

古第3紀から新第3紀にかけて火山活動が活発化すると共に数回の地殻変動を生じ第4紀に入つて広範に氷河が発達し、後氷期に到つてアンデス山地は著しい隆起運動を起して現在みられるような地形および地質が形成されたと推定されている (第1図 第2図)。

第 2 表 東部地帯の層序表 (By H.J. Tschopp, 1956)

Age and stratigraphic position (with map unit abbreviations)		Rock units	Thickness (m)
Quaternary		Piedmont and Mes. deposits	
Tertiary-Recent Qm		Volcanic rocks deposited by Tertiary to Recent volcanoes	
Tertiary	Miocene and Pliocene	Chambira and Ushpa formations Curaray formation Arajuno and upper Pastaza for- mations	about 2500-
	Eocene- Oligocene	Chalchana, lower and middle Pastaza formations Tiyuyacu and Cuzutca forma- tions	5000
	Upper Cretaceous Paleocene- Lower Eocene	Thna formation	270-1000
Chiefly Cretaceous Ki		Igneous rocks, chiefly intrusive	
Cretaceous K	Upper Cretaceous	Napo formation	240-800
	Middle Cretaceous		
	Lower Cretaceous	Hollin formation	80-240
Upper, Middle and Lower Jurassic	Jv Middle to Upper Jurassic	Chapiza formation: in upper part, Misahualli member, equivalent to porphyrites and subsequent granite intrusions (Topo granite, Ki)	600-4500
	J Lower Jurassic	Santiago formation	1500-2700
Paleozoic PAL	Carboniferous (Pennsylvanian)	Macuma formation	Upper, about 1250 Lower, about 150-200
	Early Paleozoic	Pumbuiza and Margajitas for- mations	1000 plus
Crystalline Metamorphic Basement pKm	Paleozoic and/or pre-Paleozoic	Ortho- and paragneisses, mica schists, and phyllites in- truded by granitic rocks	

Ⅲ 鉱業の概況

現在エクワドルの鉱物資源の開発は遅れており、金および石油以外の鉱業はほとんどみるべきものがない。

しかし、最近鉱業に対する関心がたかまつており、各種鉱物の情報もたらされその分布も明らかにされつつある(第3図)。

エクワドルの鉱業の現況は第1次調査団の調査した1960年当時とほとんど変りがないが、この鉱業不振の原因の一つにこれまで、相当多数の研究者や調査団によつて調査されているにも拘らず鉱床情報地の概査の範囲に止まり、詳細な調査研究がなされておらず、十分な知識が得られていないこと、および組織的且つ永続的な調査機関をエクワドル政府がもっていないことがあげられる。

勿論相当広範囲の地域——とくに海岸地帯および東部地帯の大半——が森林に蔽われているため調査が困難であり、さらに第4紀の火山活動により多くの地域が火山灰に蔽われて鉱床の露頭が隠されていることも鉱床探査の条件を困難にしていることは確かである。

現在金は、El Oro州のPortovelo鉱山および各地に散在する砂金採集によつて供給されているが、エクワドルの鉱業の歴史は金によつて始まつたと見做される位に古くからその開発が進められてきた。この国の北西にあるSantiago河からは16世紀にすでに砂金が採集され1890年以降はイギリス、アメリカなどの会社が進出して砂金を採取したが、結局採算がとれないことが判明したため中止され、1910年以降は原住民による小規模の採取のみとなつた。目下砂金の採取地はエクワドル国内で2000を超えると云われている。

Portovelo鉱山は1549年に発足したが、1892年にSouth American Development Companyの手に移るに及んで本格的な開発が進められたが、1950年に品位が低下し鉱量が不足を来たしたため中止し、その後半官半民の形で稼行されている。

この鉱山はエクワドルにおける唯一の金鉱山であり、第1次調査団によれば1960年当時の生産は月産5,500トンの出鉱量を示し、金品位6~7 gr/t、銀品位60~70 gr/tと報告されている。

銀もまた金と同じくインカ時代から稼行され、スペイン植民地時代も探鉱が進められているが鉱床が多数分布するにも拘らず、小規模で且つ低品位であつたため、その開発は中断しがちで細々と行なわれてきた程度に過ぎない。現在銀もPortovelo鉱山において稼行されているが、この他Cañar州のPilzhum鉱山およびAzúay州のMolleturo鉱山は注目に値するものと云われている。とくにMolleturo鉱山はSouth American Development Companyの数年前調査した結果、2本の鉱脈から採取したサンプルの平均分析値は一方の鉱脈において金品位4.95 gr/t 銀品位854 gr/t 鉛8.1% 銅3.6% 亜鉛8.1% 他方の鉱脈では金品位43.5 gr/t 銀品位451 gr/t 鉛10.3% 銅2.2% 亜鉛11.5%の平均分析値を示し、1日40~100トンの鉱量が採掘され得ると推定されているが、立地条件からみて開発が困難と云われている。

銅に関しては今回調査の対象となつたMacuchi鉱山がCotopaxi Exploration Companyの手によつて1940年から1950年にかけて稼行され、銅量の産出は25,750 tに達したが、その大半はすでに採掘し尽されたものと見做されている。

またPichincha州にあるLa plata鉱山も1946年に同じ会社によつて探鉱されたが、前者に比して小規模であつたため中止された。

山岳地帯西部山脈の西斜面に南北に分布する変質火山碎屑岩を主とし、花崗閃緑岩の貫入のみられる地帯にはこの他多数の銅の情報地があるが、鉱石輸送や道路建設の関係などから採算の見合ひ鉱床は未だMacuchi鉱山以外に発見されていない。

鉄およびマンガンは海岸の打ち上げ砂鉄および小規模の磁鉄鉱—赤鉄脈が存在するのみで、重要な鉱床は知られていない。

鉛および亜鉛もこれまでエクワドルでは少量産出をみた程度で、目下開発対象となるような鉱山は存在しない。

石油は Santa Elena 半島のアンコン油田地帯で 1920 年以降現在まで開発が続けられてきており、エクワドルの鉱業において最も重要な位置を占めている。

この他、石炭、硫黄、石灰、カオリン、石膏、ペントナイトおよび建築石材などが小規模に採掘され、セメント工場も少数乍ら操業しているが、山岳地帯にはバーライト、硫黄およびその他の工業原料鉱物が相当豊富に存在するため、今後これらの活用が重要な課題として残されている。

IV マクチ鉱山附近の地質および鉱床

1. 位置および交通

マクチ鉱山はアンデス西部山脈の西斜面(西経79°、南緯1°)標高1600 m付近にあり、ラタクンガ(Latacunga)の西方直距離にして約60 Km、またケベード(Quevedo)の東方約40 Kmに位置する(第1図)。

交通は首都のキトー(Quito)からラタクンガおよびケベードを経てグアヤキール(Guayaquil)に到る幹線道路がマクチ(Macuchi)を通過しており、マクチ鉱山の旧選鉱場および製錬所跡がこの道路傍に存在する。この幹線道路は大部分補装された優良な道路で、グアヤキール——キトー間の定期バスも走っており交通が便利である(P11 Fig 1.2 参照)。

2. 地形

マクチ鉱山付近は先にも述べた如くアンデス西部山脈の西斜面の中腹にあり、一般に比較的急峻な地形を呈している。

調査地域の中央部をピラロ河(Rio Pilallo)が南北に貫流し、その支流のアマヤ川(Rio Amaya)は分岐してさらに南に延びマクチ鉱床の周辺を流れる。これらの河川を挟んで標高2500 m前後の山岳が南北に連なり、さらにマクチ鉱山の南方でアマヤ川とミンチュア川(Rio Minchua)の分水嶺を形成する。

この付近一帯は幼年期の地形を示し、河川の浸蝕が著しく深谷を形成するが、熱帯性気候に影響されて樹木の繁茂が著しく、人家周辺では砂糖蕉の栽培が盛んであり、バナナも少量産し山の中腹には牧草地が発達して牧畜も盛んである(P12 Fig 1,2 P13 Fig 1.2 参照)。

3. 地質概説

今回の調査はマクチ鉱山付近の地質鉱床精査を目的としたため、1/10,000地形図の作製とそれを基準にした地質調査を実施した。

地形測量はトランソットおよび平板測量を実施して地形図を作製し、地質調査は主として峡谷を登はんすることによつて露岩を追跡し、主要道路の調査と平行して地質図を作製したが、一般に峡谷を除いて露出状況は不良であり、また雨期に遭遇したため調査が妨げられ、当初予定した調査範囲まで及ぶことが出来なかつた。

従来の研究^{4),5)}によれば、マクチ鉱山付近の構成岩類はジュラ紀—白亜紀に形成された地角斜堆積物と考えられている。これらの構成岩類は低度の変質作用を受けた火山岩および火山碎屑岩類を主とするが、海岸地帯に分布するこれと同性質の構成岩類から成るPiñon層に対比され、このPiñon層がInoceramusを産するCallo層の下部に位置することから、マクチ地区の構成岩類もまたジュラ紀から白亜紀早期に形成されたものと推定されている。

今回の調査で凝灰岩の一部に放射虫及び珪藻(?)の微化石が見出されたが、これらの微化石を基準にしてPiñon層およびCallo層中の微化石と対比すれば、この地帯のより正確な時代が決定され得る可能性があると考えられる(P18 Fig 3.4 参照)

(1) 層序

マクチ地域の構成岩類は熱水変質作用を受けた緑色を呈する凝灰岩、凝灰角礫岩、集塊岩熔岩、頁岩および砂岩などの互層の他、糸長玢岩、角閃斑岩および石英閃緑岩などの貫入岩体が見られる。

これらの火山岩および火山碎屑岩を主とする本地域の層序は地質構造が複雑なため、正確な上下関係についてはより広範な地域を調査しなければならないが、ピラロ(Pilallo)東方からカリフォルニア(California)に到る間の幹線道路を調査した結果では、背斜構造を示すピラロ付近の頁岩層を最下盤として凝灰岩、凝灰角礫岩の互層がその上部に位置し

向斜構造を呈するマクチ (Macuchi) 付近の頁岩および凝灰岩を挟在する集塊岩がさらにその上部に発達するものと考えられる (第4図)。

マクチ鉱山付近の層序表は第3表に示される通りである。

第3表 マクチ鉱山付近の層序表

岩 層	層厚(m)	備 考
凝 灰 岩	100+	斜長形岩の貫入が認められる。
集塊岩・頁岩・凝灰岩互層	100	集塊岩が主体をなし、その上部に頁岩(厚さ0~15m)、その下部に凝灰岩(厚さ40m)頁岩(厚さ0~20m)を挟在し、マクチ鉱床の母岩をなす。
集塊岩・凝灰岩互層 ならびに凝灰角礫岩	200	集塊岩・凝灰岩互層と凝灰角礫岩は相貫関係を示す。
集塊岩ならびに凝灰岩	300	但し集塊岩の層厚は0~100mで、凝灰岩と相貫関係にあり。
凝 灰 角 礫 岩	100	
凝 灰 岩	200	
凝灰岩・頁岩互層	0~100	
凝 灰 岩	250	
集 塊 岩	150	
凝 灰 岩	250	石英閃緑岩の貫入岩体あり
凝灰角礫岩・凝灰岩互層	600+	凝灰角礫岩に赤色の角礫を伴い、上記の凝灰岩および凝灰角礫岩に比べて岩相上変化が認められる

(註) これらの凝灰岩中には一部熔岩を伴っている。

上記の岩層の一部では同一層準において岩相変化が著しく相貫関係を示し、全般的にも褶曲軸の両翼で非対称的な岩相の分布を示している(第5図、第4図)。

(2) 構 成 岩 類

調査地域の主要構成岩類は先にも述べたようにジュラ紀ないし白亜紀の地向斜において発達した安山岩質火山碎屑岩類から成るが、これらはいずれも広域的な熱水変質作用を蒙り、肉眼的には緑色を呈してわが国のいわゆるグリーンタフ地域の構成岩類に類似するが、変質程度は一般に低く多くの岩石は原岩の組織と鉱物を残している。

凝灰岩 野外では一般に緑色を呈し、無層理のものが多いが、一部には淘汰作用を受けて明瞭に層理の発達する部分も観察される(P14. Fig 1.2. 参照)

鏡下の観察によれば細粒の石英、炭酸塩鉱物および緑泥石を主とし、普通輝石、斜長石の晶出の認められる部分もあり、また玻璃包有物を伴うことも少なくない。層理の発達した凝灰岩中には上記鉱物の他、磁鉄鉱が層理に平行して配列することがある。(P18. Fig 1.2. 参照)

マクチ部落の北方N 4,000付近の凝灰岩中に放射虫および珪藻の微化石が多数認められたが、今後この地帯からも微化石産出の可能性が実証されたことは将来の時代決定に有力な資料を与えるものとして、注目すべき問題と考えられる(P18. Fig 3.4. 参照)

凝灰角礫岩 野外における観察によれば、粗粒の角礫状破片を含有するものから殆んど肉

眼的には観察の困難な角礫の小片を有するものまで、様々の粒度の角礫凝灰岩が存在するが凝灰岩と同じく熱水変質作用を受けて緑色を呈している。

鏡下では角礫の大部分は安山岩類によつて構成されるが、一部珩質頁岩も認められる。基底は緑泥石、緑簾石、炭酸塩鉄物および石英からなり、その大部分は熱水変質作用の産物と考えられる(Pl 9 Fig 3 参照)

熔岩 肉眼的には緑色を呈し、凝灰岩との識別が野外では困難なことが多く、地質図(第5図)に示した凝灰岩中には熔岩と互層するものが存在する。また鏡下で検討した結果白色の斑点を伴う緑色岩は熔岩であることが判明した。

マクチ地区の熔岩の大半は普通輝石安山岩であり、緑泥石化作用、緑簾石化作用の他珩化作用および炭酸化作用を受けているものが多い。

斑晶は普通輝石および斜長石を主とし、一部には角閃石を伴ない、斜長石はしばしば累帯構造を示している。石英は大部分斜長石から成り、普通輝石、磁鉄鉱も伴うが、石英の斜長石は流理構造を示すことが少なくない(Pl 9 Fig 1.2 参照)

白色の斑点を伴う熔岩において斑点の構成鉄物を検討した結果、石英、炭酸塩鉄物、緑泥石、沸石などの鉄物が認められ、熱水変質作用の産物と判明した。この斑点は後で述べる集塊岩中の熔岩塊にも発達するが、熔岩中にのみ存在する原因については不明である。

(Pl 9 Fig 4 参照)

集塊岩 野外では人頭大から拳大の円珠を帯びた熔岩塊が火山灰で凝結された集塊凝灰岩が多く(Pl 5 Fig 1.2 参照)、層理の発達した凝灰岩と2~3m巾で互層する集塊岩も観察される(Pl 6 Fig 1.2 参照)

岩塊を鏡下で検討するとき、その岩石学的性質は先に述べた熔岩と同じく輝石安山岩が大部分を占め、同じく熱水変質作用を受けて白色の斑点の生じているものもある。(Pl 9 Fig 4 参照)

頁岩 頁岩は層理が明瞭に発達するため構造解析の手懸りになるが、マクチ地区では凝灰岩または集塊岩に挟在された薄層であり、その連続性も乏しく分布範囲も限られている(Pl 9 Fig 4 参照)。

鏡下ではいちじるしく微粒の石英、斜長石および炭酸塩鉄物から成っている。

砂岩 ビラロ部落に近い頁岩中に砂岩が挟在されているが、鏡下では石英、斜長石、普通角閃石および黒雲母が認められ、微弱な熱変成作用の影響のあることが判明した(Pl 7 Fig 1 参照)。

またマクチ鉱床の北側において凝灰岩と互層する凝灰質砂岩の薄層が存在するが、鏡下の観察では石英、斜長石、炭酸塩鉄物などから成っている。(Pl 7 FIG 2 Pl 10 Fig 1 2 参照)

次にマクチ地区にみられる貫入岩類について述べる。

斜長玢岩 マクチ鉱床の西側に分布する斜長玢岩は集塊岩および凝灰岩の層理に斜交して貫入し、一部には凝灰岩を捕獲している。

肉眼的には灰白色を呈し、斑晶はほとんど認められず、均質で緻密堅硬な岩石である。

鏡下では斑晶として斜長石が多く、斜長石は累帯構造を示すが、この他少量の緑泥石化された有色鉄物(角閃石?)を伴うことがある。石英は大部分石英から成るが、少量の斜長石の晶出が認められる(Pl 10 Fig 4 参照)

角閃斑岩 マクチ鉱山の旧選鉄場跡から幹線道路に沿つてマクチ部落に到る間に、集塊岩

を貫く角閃斑岩の小岩脈が観察される。

鏡下での構成鉱物は斑晶および石基とも褐色普通角閃石、普通輝石、斜長石を主とし、微弱な炭酸化作用を受けて炭酸鉄鉱物の晶出が認められる (Pl 10 Fig 3 参照)。

石英閃緑岩 調査した地域には大規模の石英閃緑岩の活動は認められなかつたが、一部に小規模の石英閃緑岩の岩株が存在する。採取した標本は風化が著るしいため、鏡下での検討は未だしていない。

以上の構成岩類の変質作用を検討するとき地向斜堆積時の火山岩類および火山砕屑岩類は全般的に緑泥石化作用および緑礫石化作用を主とする熱水変質作用を蒙っており一部に珪化作用、炭酸化作用および沸石化作用も認められる。

後で述べるように、絹雲母化作用と珪化作用の著るしい変質岩も認められるが、これらは鉱化作用に関係したものであり、広域的な変質作用とその性質を異にしている。

これに反して、貫入岩類は熱水変質作用が微弱であり、広域的な変質作用の終了後活動したものと推定される。

(3) 地質構造

先にも述べた如く、ピラロ (Pilalo) からカリフォルニア (California) に到る間の幹線道路の調査により、ピラロ付近に明らかな背斜構造が認められ、一方幹線道路と N 5000 付近の交叉する付近に向斜構造の存在することが判明した。

これらの褶曲軸はほぼ南北に走り、褶曲軸の両翼における地層の傾斜は $50 \sim 70^\circ$ を示して著るしい構造運動を受けたことを物語っている。

またマクチ鉱山付近では小規模の背斜および向斜を繰り返すが、これらの構造は向斜構造の延長に当り、複向斜構造を呈するものと考えられる。

これらの褶曲軸は一般に南に落しているものと推定され、地形的条件も加わるため、南側で上部の地層が広範に分布する結果となる。

また、マクチ付近では軸方向が NNW を示すが、ミンチュア (Minchua) で NNE に転ずる傾向がある。この状態は全般的なものか極部的なものかは今後より広範な調査に俟たなければならぬ。

この地域を支配した造構造運動は恐らく白亜紀早期から中期にかけての地向斜堆積時に引き続いて生じたものと考えられる。

4. 鉱床概説

アンデス西部山脈の西斜面に南北に分布するマクチおよびラ・プラタ鉱山を胚胎する地帯には硫化鉄鉱および銅鉱の情報地が多数知られているが、実際にこれまで採行された鉱山は上記の2鉱山以外にはない。

この原因としてはこの地帯に森林が密茂し、これに加えて地形が急峻で交通が不便であることが開発を妨げていることは勿論であるが、現在まで精密な地形図もなく、組織的な地質調査による地質図の作製も行われておらず、さらに物理探鉱、化学探鉱および試錐も試みられないで単なる概査に終始していることも一つの重要な因子と考えられる。

(1) 沿革および現況

マクチ鉱山はスペインの植民地時代 Savaria 氏により金銀を対象として開発されたことがあり、その沿革は古い。その後、1930年から1935年にかけて Carlo Seminario 氏によつて採行されたが、1936年 South American Development Company の子会社である Cotopaxi Exploration Company の手に移り、本格的な探鉱が進められ、1940年

から1950年にかけて稼行された。

マクチ鉱山から産出された銅量は25,750 t、金は3000~4000 Kg程度と云われており、とくに1940年代に産出したエクワドルの銅の大半はマクチ鉱山から稼行されたものである。

当時マクチ鉱山から稼行された原鉱はマクチにおいて選鉱精錬され、精錬された金銀塊(matte)はアメリカ合衆国に送られていた。

マクチ鉱山の最盛期は1940年から1945年までで、それ以降は減産状態となり、1950年にはメルセデス(Mercedes)鉱体の大部分が採掘し尽され、その南およびミンチュアで新鉱体の発見に努力したが、採鉱の成果が望まらなかつたため休山の止むなきに到り、選鉱場および精錬所の諸施設は撤収された。

エクワドル政府鉱山局に提出されたCatopaxi Exploration Companyの資料によれば、1940年には水力発電所も完成され、坑内外の諸設備も整えられている。またAレベルにおいて物探異常地点の採鉱も進められ、1レベルでは試鑛による富鉱体の発見に成功している。6レベルはマクチからケベドを結ぶ道路工事で見発見された露頭の下部探査のため崩進されたが、火山岩のみで鉱体を見出せなかつた。

1940年における採鉱実績は58,046 tで1日当りの採掘量は平均163 tであり、この年の総生産量は金が558 Kg、銀が2,600 Kg、銅は1,850 tで、銅の粗鉱品位は3.2%となっている。

1942年には1カ年の採鉱実績は90,950 tに達し、実働日数が280日であるため、1日当りの採掘量は324 tに上昇している。この年の総生産量は金が912 Kg、銀が4,660 Kg、銅は3,800 tであり、銅の粗鉱品位は4.2%である。

また1942年の年間試鑛の総延長は3,400 mで、マクチ鉱山のメルセデス(Mercedes)鉱体の規模はほぼ判明したが、当初の予想鉱量に比べて推定鉱量が若干下廻り、また周辺地域で新鉱体発見の可能性も少ないことが明らかとなつた。

1944年の報告によれば、この年の総出鉱量は91,311 tで作業日数は年間286.5日であるため、1日当りの平均出鉱量は318.7 tとなっている。この鉱石の粗鉱品位は金が116 gr/t、銀が77 gr/t、銅が4.34%である。

1944年から翌年にかけてメルセデス鉱体の南側にある2035レベルおよび2170レベルを開発して試鑛を実施したが、低品位鉱しか発見されていない。

1944年におけるマクチ鉱山の従業員は坑内外を併せて1385人であり、この他外人技師が26人参加している。また従業員に支給し給料は日当25~30 sucre(Sucre)である。

1945年1月1日現在における各坑道の埋蔵鉱量は第4表に示す通りである。

1945年は前年に比して総出鉱量は99,000 tと上廻り、年間実働日数が288日であるため1日平均出鉱量は345 tに達した。しかし、この年には2レベル以上の富鉱体の採掘は完了に近く、残鉱整理も終つた。これらの出鉱原鉱の品位は金が126 gr/t、銀が67 gr/t、銅は4.88%である。

第4表 マクチ鉱山の埋蔵鉱量

(1945年1月1日現在)

坑道	既知鉱量 (t)	探掘鉱量 (t)	平均品位			埋蔵量(t)
			金(g/t)	銀(g/t)	銅%	
B-1/3および 上部	11,451	10,883	12.2	6.8	2.35	568
A~B	270,191	258,726	11.5	6.8	4.59	11,465
1~A	213,088	136,946	11.7	6.8	4.94	7,614.2
2~1	61,720	22,747	11.8	6.8	4.29	3,897.3
3~2	9,281	6,438	10.5	6.8	4.29	2,843
3以下	—	—	—	—	—	—
総計	564,731	435,740	11.6	6.8	4.67	129,991

1945年以降1950年まで稼行が継続されたが徐々に生産が減退していることは年間生産の銅量の数字をみても明らかである。

第5表 マクチ鉱山の銅生産量

年	Cu (t)	年	Cu (t)	年	Cu (t)
1940	1,850	1944	3,450	1948	350
1941	3,900	1945	4,000	1949	800
1942	3,800	1946	2,050	1950	600
1943	4,850	1947	100	(計)	25,750

現在マクチ鉱山は各坑道の坑口が崩壊したり閉鎖されたりしており、また坑内での硫化鉄の酸化熱のため坑内温度は相当上昇し、入坑することは不可能な状況にあり、さらに選鉱場および製錬所の諸設備も一切撤去されて、わずかに基礎のみを残している (Pl. 1 Fig. 2 参照)。

(2) 鉱床

今回の調査では入坑不能のため坑内調査が実施出来なかつたので、鉱床の詳細については不明であるが、坑内図および従来の調査資料によれば、稼行当時の鉱床の規模は走向延長約100m、鉱床の落し方向の総延長は125mに及び1レベル付近の富鉄部の最大通巾は18mに達したと云われている(第7~15図)。

また鉱床の形態は全体として不規則なレンズ状を呈し、鉄石は黄鉄鉄を主とするもの、黄銅鉄に富むもの、主に閃亜鉛鉄および方鉛鉄から成るものなどが存在する。

今回の調査で判明した事実としては、鉱床の胚胎する層序学的位置はマクチ地区で上盤側に近い頁岩および凝灰岩と互層する集塊岩層中にあること、ならびにその構造的な位置が複向斜構造中の背斜構造の西翼部に当り、鉱床が比較的急傾斜していることである。

また鉱床周辺部に鉄化作用に伴って生じたと考えられる変質帯が発達するが、この変質帯は広域的な熱水変質作用に比べて変質作用が著しく、青白色の粘土帯を形成するものから珪化作用を主とし白色の緻密堅硬な変質帯、さらに赤鉄鉄化作用により赤褐色を呈する部分も存在し、一般に黄鉄鉄の鉄染を伴っており、ときに黄銅鉄、閃亜鉛鉄、方鉛鉄などの晶出も肉眼的に認められることがある。

これらの熱化作用に伴う変質岩を鏡下で検討するとき、石英、絹雲母および緑泥石の晶出が著るしく、黄鉄鉱、赤鉄鉱を伴っており、原岩の組織を失なつてしまつたものが多いが、ときに残存組織を保つものもある（P1 11 Fig 1.2 参照）。

(3) 鉱石鉱物

A レベル坑口付近にある廃石場から採取した鉱石について検討した結果、緻密堅硬な黄鉄鉱を主とする塊状鉄、黄鉄鉱を主とする鉱染状鉄、黄銅鉱に富む塊状鉄および閃亜鉛鉄、方鉛鉄から成る黒色の塊状鉄などの存在することが判明した。

これらの各鉱石を反射顕微鏡下で観察した結果は次の通りである。

1) 黄鉄鉱を主とする塊状鉄

この塊状鉄には粗粒と細粒の2種類が認められる。

粗粒鉄は鏡下では黄鉄鉱の他黄銅鉱、閃亜鉛鉄の晶出が認められ、さらに少量の四面銅鉄、方鉛鉄、斑銅鉄および銅酸を伴っている。

この中間鉛鉄の一部に微粒の黄銅鉱の包有物が存在し、その組織は浸溶組織に類似するが、これを詳細に検討するとき、閃亜鉛鉄の単体結晶の中で縁辺部または局所的に黄銅鉄が不均質に分布することからみて交代組織と考えられる。

またこの鉱石鉱物中銅酸は鉄石が燐天状態にあつたため、天水の作用により生じた2次性鉱物とみられるが、斑銅鉄は黄銅鉄との共生状態からみて初生鉱物の可能性が強い（P1 11 Fig 4 参照）。

微粒鉄はほとんど黄鉄鉱のみから成り、閃亜鉛鉄および少量の黄銅鉄を伴うのみで、鉄石鉱物の組成は前者に比し単純である（P1 11 Fig 3 参照）。

2) 黄鉄鉱を主とする鉱染状鉄

この鉄石は黄鉄鉱の鉱染した低品位鉄であるが、鏡下では黄鉄鉱の他黄銅鉄、閃亜鉛鉄を比較的多量に伴ない、方鉛鉄も少量晶出している。

3) 黄銅鉄に富む塊状鉄

従来のマクチ鉄山の採生産量からみて、この塊状鉄は採掘対象となつたものと思われる。鏡下では黄銅鉄、黄鉄鉱を主とし、閃亜鉛鉄、方鉛鉄、四面銅鉄の晶出が認められる（P1 12 Fig 1 参照）。

また高倍率下で黄銅鉄中に微粒の自然金が散在するのが観察される（P1 12 Fig 2 参照）。

銀鉱物は存在しなかつたが、おそらく四面銅鉄中に銀が含有されるものと思われる。

4) 閃亜鉛鉄、方鉛鉄を主とする塊状鉄

肉眼的には黒色の緻密細粒の塊状鉄であり、その外観はわが国のいわゆるグリーンタフ地域黒鉄鉱床にみられる黒鉄に類似する。

鏡下の観察によれば、閃亜鉛鉄、方鉛鉄の他黄鉄鉱および四面銅鉄が晶出し、黄鉄鉱の一部にはコロフォーム構造に類似した外形を示すものも存在する（P1 12 Fig 3.4 参照）。

(4) 脈石鉱物

脈石鉱物について夫々の鉱石を鏡下で検討したが、石英、絹雲母の晶出が著るしく緑泥石を伴うことが多く、鉄石の種類による脈石鉱物の差は認められなかつた。

(5) 鉱量

マクチ鉄山におけるこれまでの既採掘量は472,156 tと算定され、全体の銅の平均品位は4.7%、金品位は11.6 gr/t、銀品位は68 gr/tとされている。

また現在残存量は139,000 tと算出されているが、この部分は鉄床の縁辺部であるため、従来の鉄石に比べて品位が低下するものと推定されている（第16図）。

V 鉱山の将来性

第1次調査団はマクチ鉱山に関して「探鉱が鉱体直下のみを対象としていた点からみて、今後なお探鉱の余地があり、とくに走向延長については期待し得るものがあると思われる」と述べている。しかし、今回調査した結果と従来の調査資料から検討して、Cotopaxi Exploration Companyでは走向延長に関する探査も相当充分実施しており、マクチ地区の既知鉱体の探掘もほぼ完了したと見做す方が妥当と考えられる。

従つて走向延長に関する探査も望み薄であり、メルセデス鉱床の西側にみられる変質帯も試錐を行つて新鉱体の発見に到らなかつたことからマクチ地区においては探査の余地はほとんどないと考えられる。

マクチの南側の分水嶺を越えたミンチュア地区には鉱化作用に関係した変質帯の存在が知られており、この地区の地質はマクチ地区に類似するため、従来から注目されて一部では試錐による探査が実施されたが、新鉱床の発見に成功していない。

しかし、このミンチュア地区には相当広範囲の鉱化作用に関係する変質帯が分布することからみて、今後詳細な地形測付、地質調査および物理探鉱、試錐を行えば、鉱床発見の可能性があると考えられる。

またアンデス西部山脈の西斜面に分布するマクチおよびラ・プラタ鉱床を胚胎する地帯は先にも述べたように多数の銅鉱、硫化鉄の情報地が存在しているが、この地帯一帯の地質調査を実施することによつて、今後新鉱床発見の可能性は充分あると考えられる。

しかし、従来のマクチおよびラ・プラタの生産実績と鉱床側からみて、鉱床の規模が小さいため、エクアドル国政府の自主的な調査が先決問題であり、外国資本の投資を直ちに待むことは現状では不適當と考えられる。

VI 結 論

今回の調査はエクワドル共和国コトパクス州マクチ鉱山付近の鉄床を中心とした地形図と地質図作製を目的として実施した。

その結果、調査地域はアンデス西部山脈の西斜面に分布する広域的な熱水変質作用を受けた主として火山砕屑岩および堆積岩の互層から成るジュラ紀ないし白亜紀の地向斜から発展した造山帯に属し、とくにマクチ鉄床は層序的に集塊岩と凝灰岩および頁岩の互層中に胚胎し、地質構造上複向斜構造中背斜構造の西翼に位置することが判明した。

また鉄床周辺には石英、絹雲母、緑泥石の晶出が著しい変質帯が発達しており、この他斜長閃岩、角閃斑岩、石英閃緑岩などの岩脈類の貫入もみられる。

マクチ鉄山のメルセデス鉄床は走向延長約100 m、鉄床の落し方向の総延長125 m、最大傾斜18 mに達するレンズ状を呈し、鉄石は黄鉄鉱を主とするもの、黄銅鉱に富むもの、主に方鉛鉱、閃亜鉛鉱から成るものなどがみられ、鏡下で観察された鉄石鉄物は黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱、四面銅鉱の他、少量の斑銅鉱、銅藍および自然金であり、脈石鉱物としては石英、絹雲母、緑泥石などが晶出する。

マクチ鉄山のこれまでの既採掘鉄量は472,156 tで、その銅品位は4.7%、金品位は11.6 gr/t、銀品位は68 gr/tと云われており、残存鉄量は139,000 tと推定されている。

1945年当時の従業員数は約1,350人であったが、同年以降減産の一途をたどり1950年には休山して現在に到っており、選鉱場および精錬所その他の諸施設も一切撤去され、坑内も荒廃しているため入坑も不可能となつている。

マクチ鉄山のメルセデス鉄床は採掘がほぼ完了し、その周辺での新鉄床発見の可能性は少ないが、隣接地区のミンチュアでは今後地質精査と鉄床探査をすることにより、新鉄床の発見される可能性があると考えられる。

また今後マクチおよびラ・プラタを含む地帯の組織的な調査を実施することによつて新鉄床が開発され得ると考えられるが、ラ・プラタをはじめ多数の銅鉱、硫化鉄情報地の層序学および地質構造上の位置の解明と成因を究明するための鉄床の賦存状態や鉄石の性質を研究することが重要な問題としておされている。

とくにわが国のいわゆるグリーンタフ地域に胚胎する黒鉄鉄床と母岩および鉄床の性質が類似する点が少なくないことは注目すべきことであり、将来この地帯を探査する上に考慮すべき重要な問題を示唆するものであろう。

文 献

1. Bain, H. Foster, and Reed, T. T., 1934, Ores and Industry in South America; Council on Foreign Relations, Harper Brothers, N. Y.
2. Cotopaxi Exploration Company, 1940, 1942, 1944, 1945, Informe General de los Trabajos de la Cotopaxi Exploration Company; Annual Report to Mining Office of Ecuador.
3. Kizuke, S. and others, 1960, General Information of Mineral Resources in Ecuador; Report of Japanese Geological Mission to Ecuador.
4. Lewis, G. M., Tschopp, H. J., and Marks, J. G., 1956, Ecuador, in Handbook of South American Geology; Geol. Soc. America, Memoir 65, P. 251-291.
5. Sauer, Walter, 1960, El Mapa Geológico del Ecuador, Quito.
6. Stoll, W. C., 1962, Notes on the Mineral Resources of Ecuador, Econ. Geol., Vol. 57, P. 799-808.

PLATE 1.

Fig. 1. General view of the Macuchi mining district.

Fig. 2. Ruins of the mill and refinery of Macuchi mine.

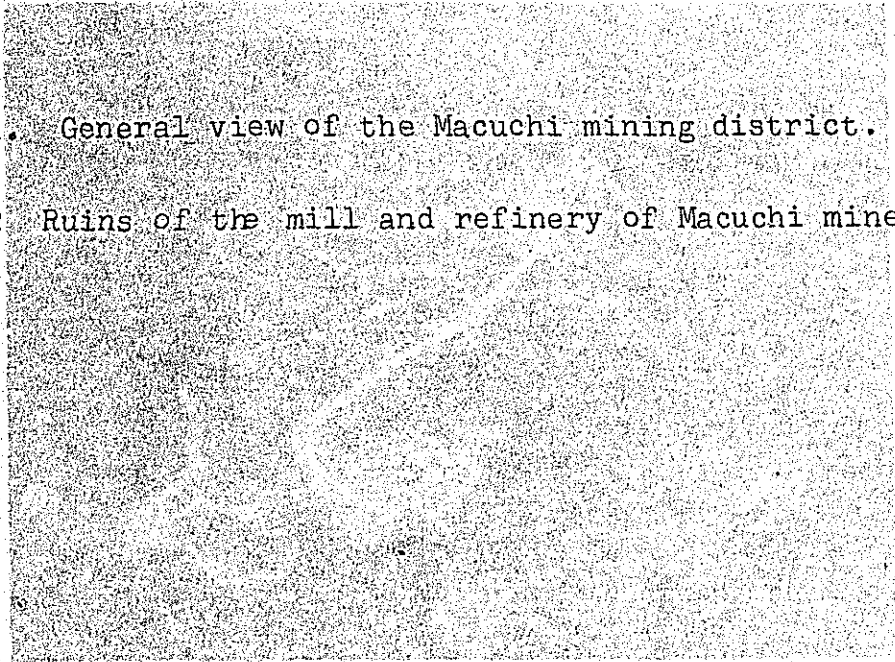


Fig. 1



Fig. 2

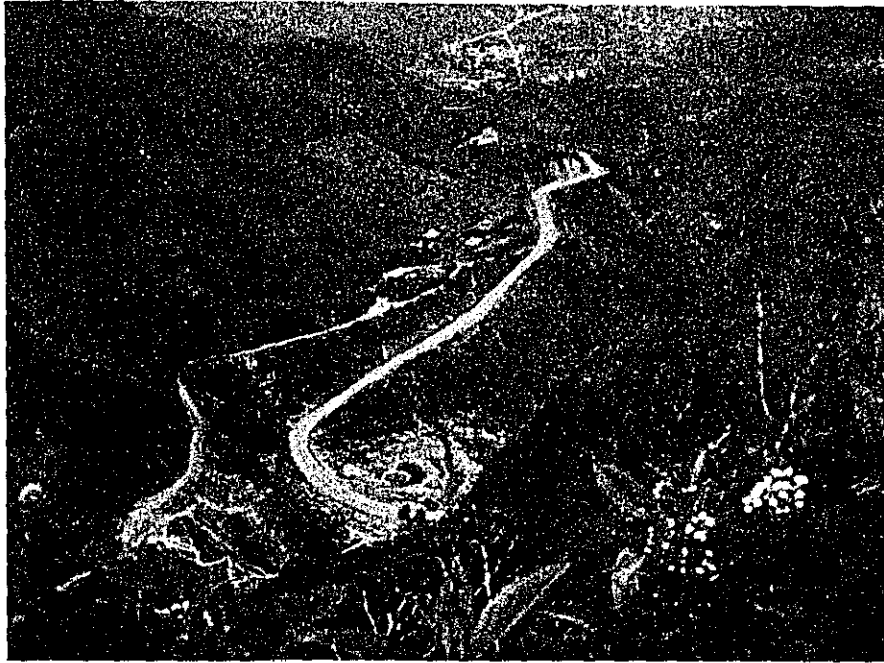


Fig. 1



Fig. 2

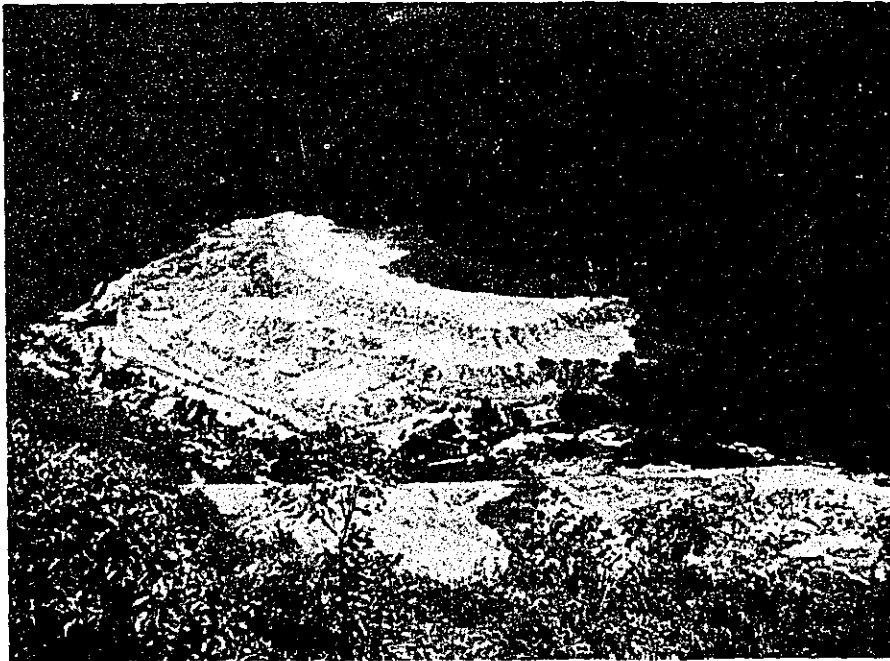


Fig. 1



Fig. 2

PLATE 3.

Fig. 1. The space near the pit mouth of A-level.

Fig. 2. Mountain and valley of the Macuchi mining district.

White part: Waste heap above A-level

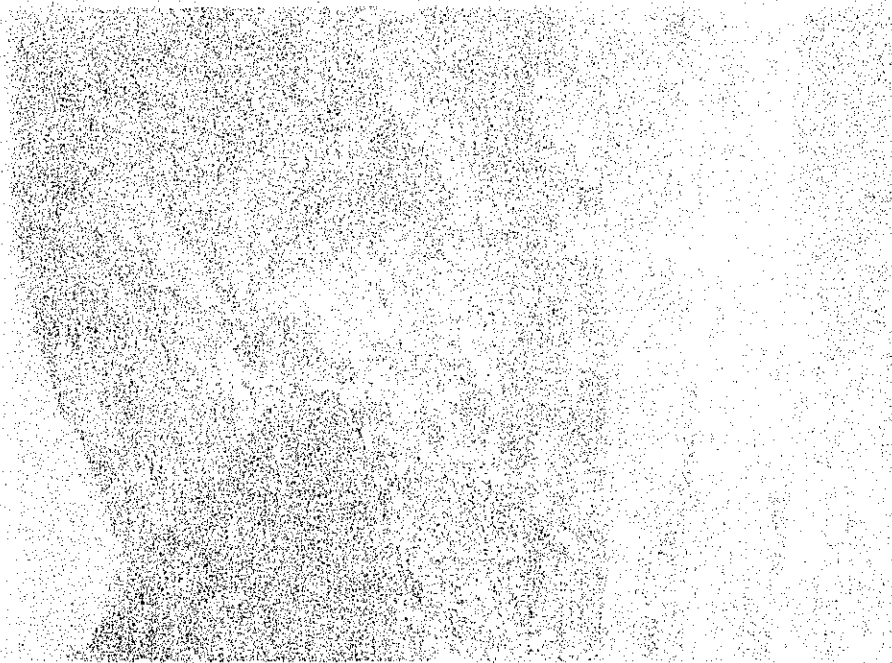
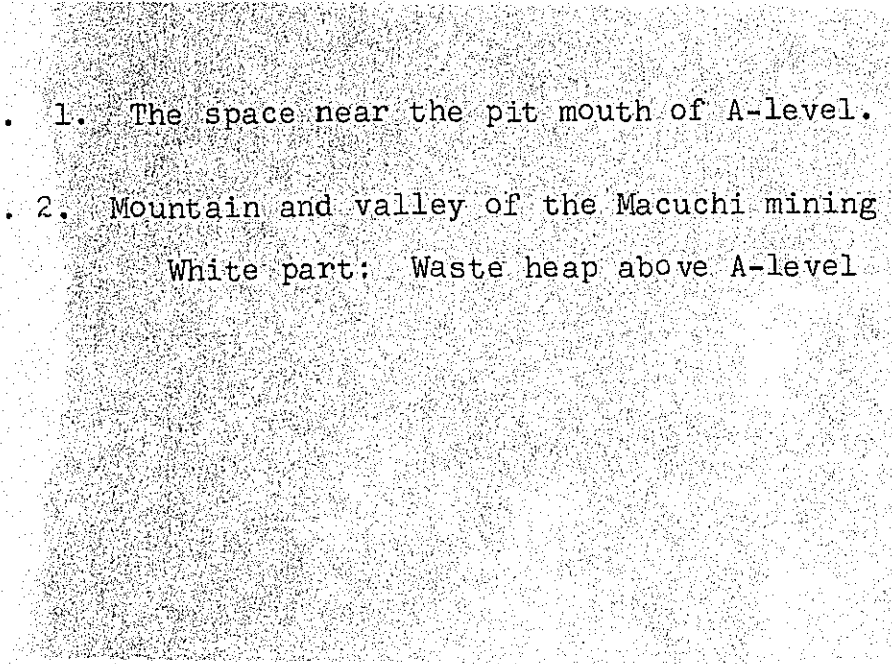




Fig. 2



Fig. 1

PLATE 4.

Fig. 1. Green tuff with bedding structure by the side of mill of Macuchi mine.

Fig. 2. Ditto at the highway on N,6000.



FIG. 2



Fig. 1



Fig. 2

PLATE 5.

Fig. 1. Agglomerate on the valley of Queb sn Uoaquin.

Fig. 2. Ditto near the pit mouth of 1-level.

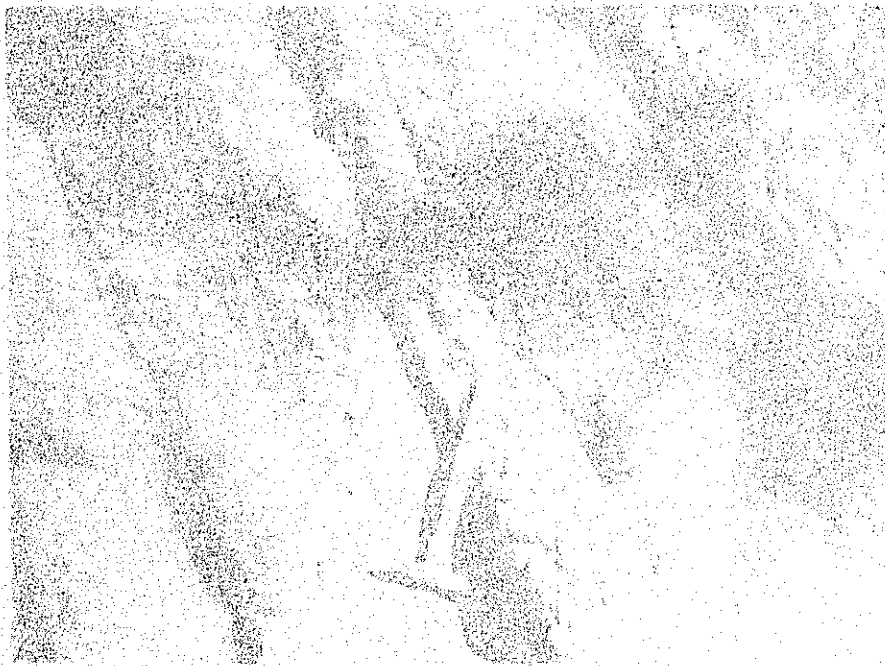
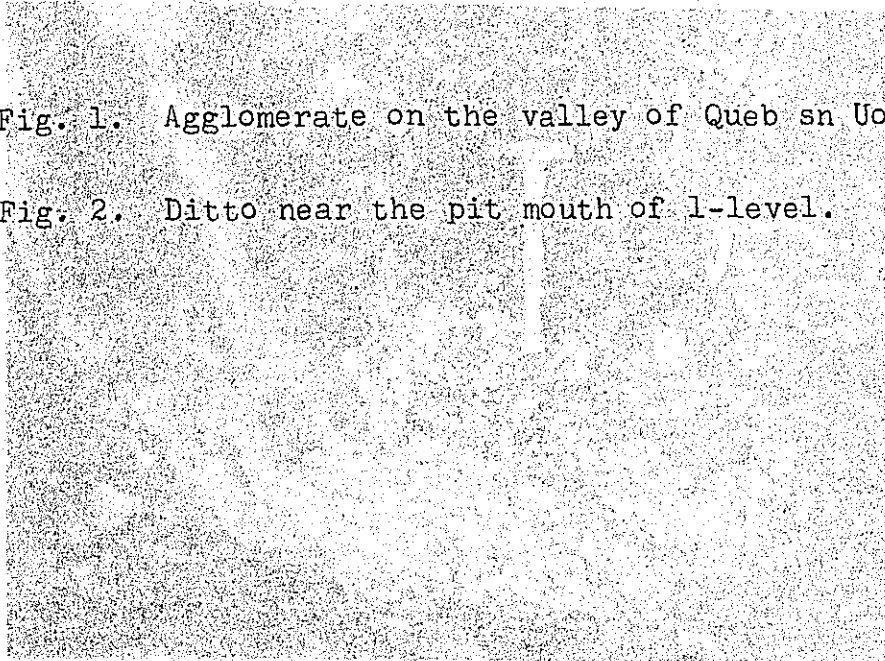


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

PLATE 6.

Fig. 1. Alternation beds of agglomerate and tuff near Imagen de Maria.

Fig. 2. Ditto near Huella de Planta Electrica.

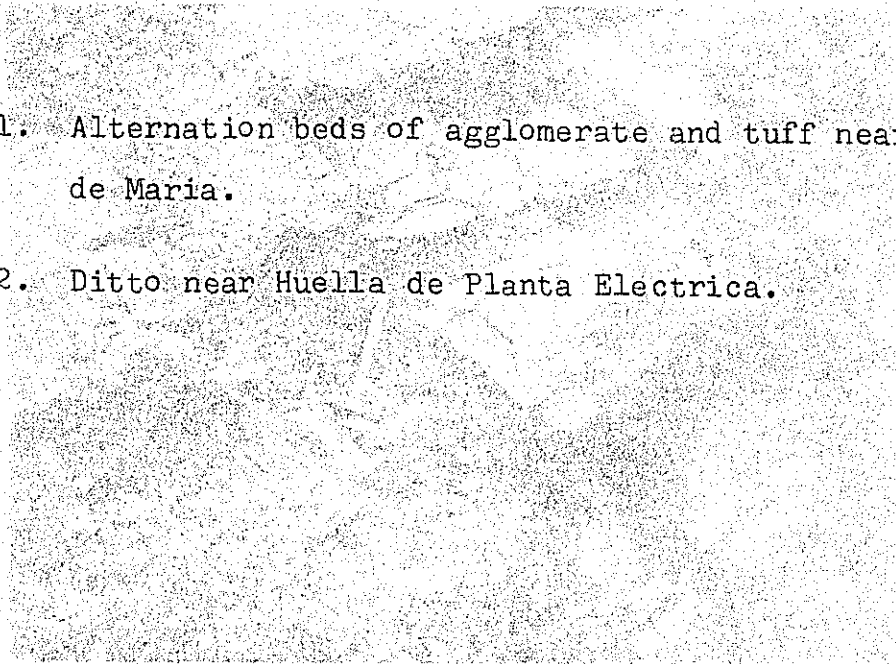


Fig. 2



Fig. 1



Fig. 2

PLATE 7.

Fig. 1. Alternation beds of shale and sandstone near the town of Pilalo.

Fig. 2. Alternation beds of tuff and sandstone at the mouth of Queb sn Uoaquin.



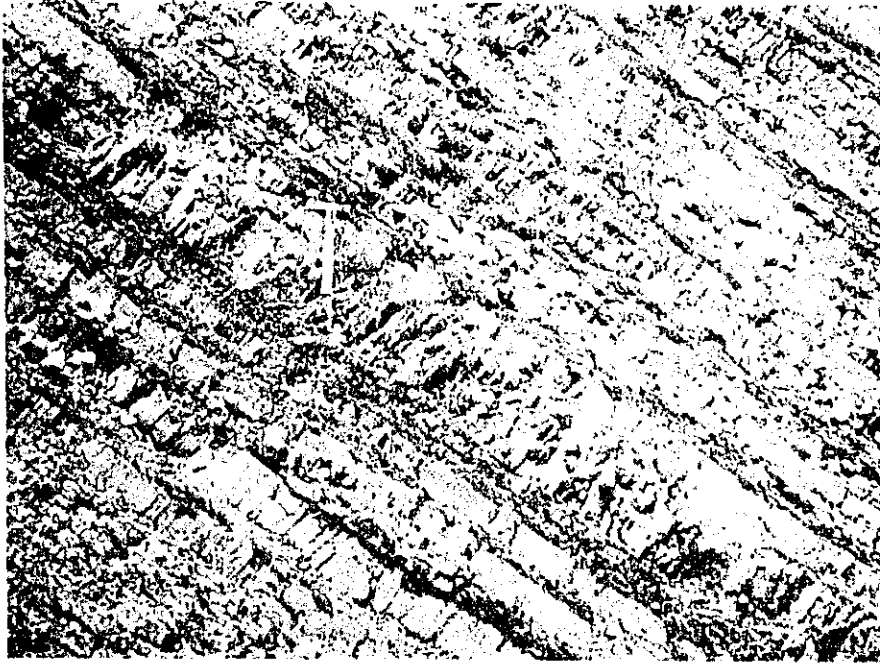


Fig. 1



Fig. 2

PLATE 8.

Photomicrographs.

Fig. 1. Tuff (62121502). One nicol.

X 40.

Fig. 2. Tuff with lamination (62121702). One nicol.

X 40.

Fig. 3. Radiolaria in tuff (63010814). Cross nicols.

X 90.

Fig. 4. Diatom in tuff (63010814). Cross nicols.

X 70.

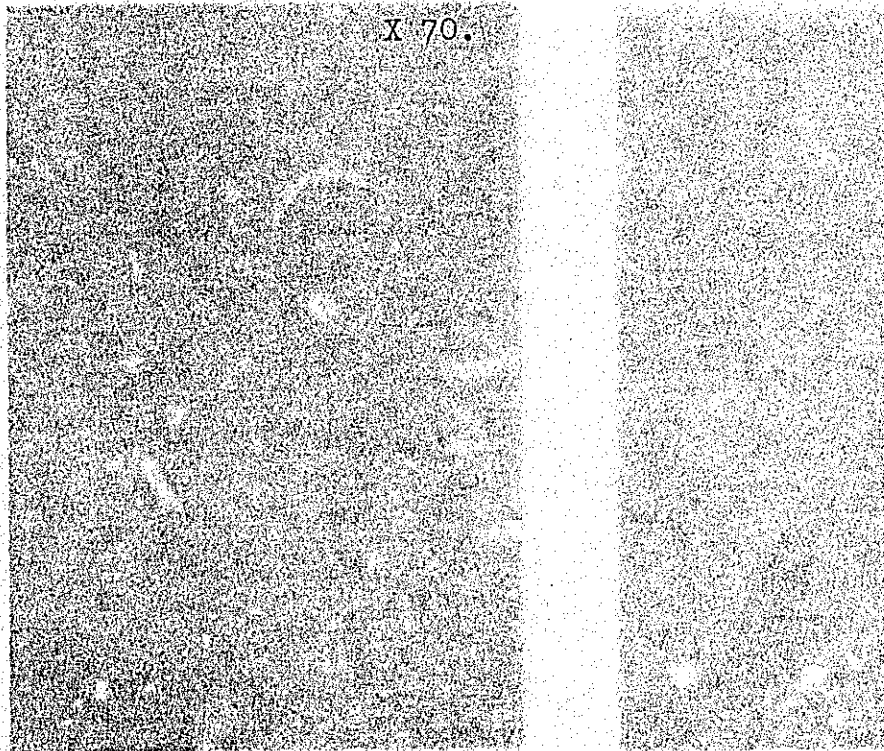


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

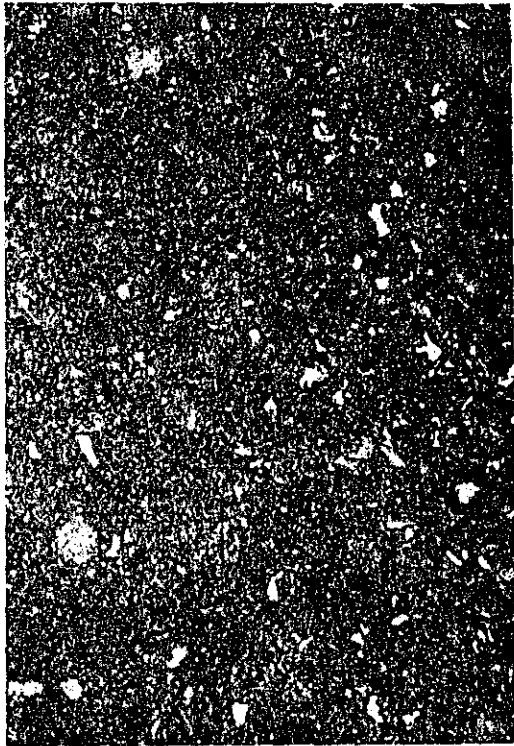


Fig. 1



Fig. 2

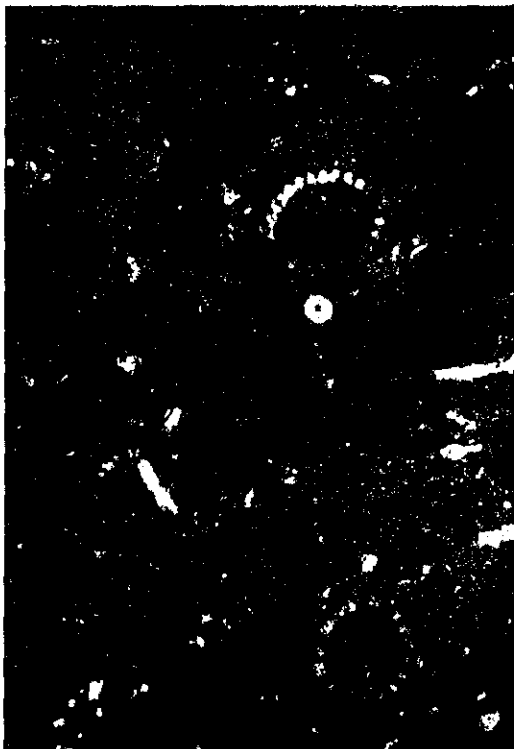


Fig. 3



Fig. 4

PLATE 9.

Photomicrographs.

Fig. 1. Lava flow of altered augite-andesite (62121801).

pl: plagioclase ag: augite

One nicol. X 40.

Fig. 2. Lava flow of altered andesite (62121905).

pl: plagioclase One nicol. X 40.

Fig. 3. Tuff-breccia (62121502). One nicol. X 40.

Fig. 4. Altered augite-andesite of rounded block in agglomerate
(63010803).

chl: chlorite ag: augite

One nicol. X 40.

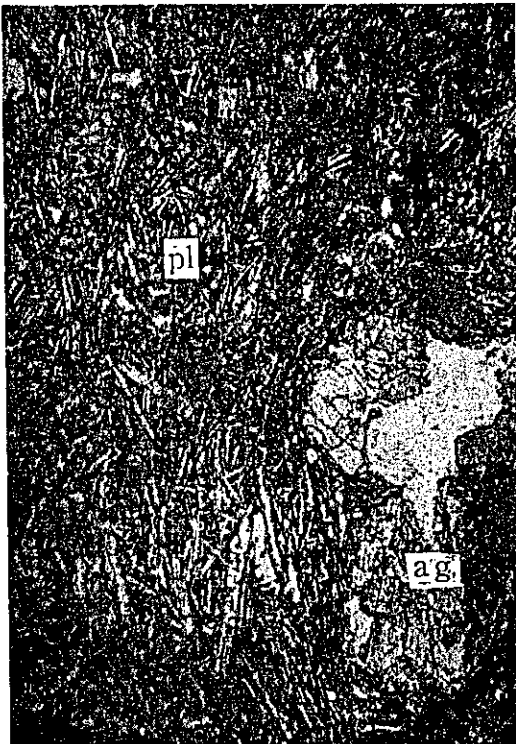


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

PLATE 10.

Photomicrographs.

Fig. 1. Taffaceous sandstone (62121708). One nicol.
X 40.

Fig. 2. Ditto. Cross nicols. X 40.

Fig. 3. Brown hornblende-augite andesite (63010802).
hb: hornblende One nicol. X 40.

Fig. 4. Plagio-porphiry (63010902).
pl: plagioclase Cross nicols. X 40.



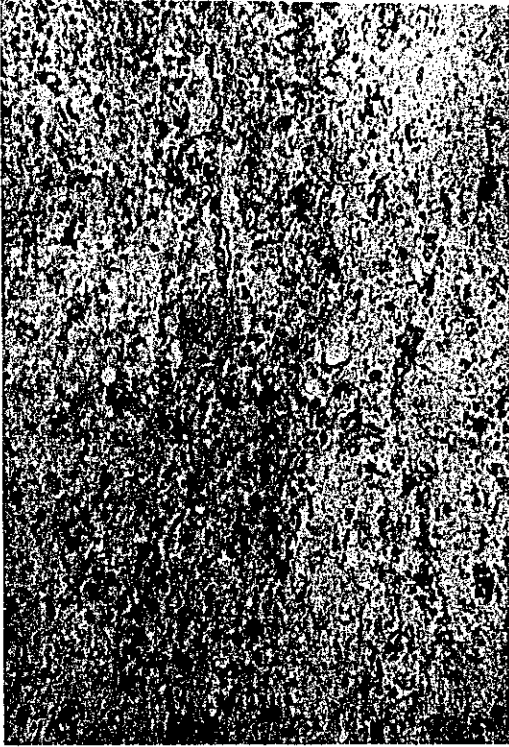


Fig. 1

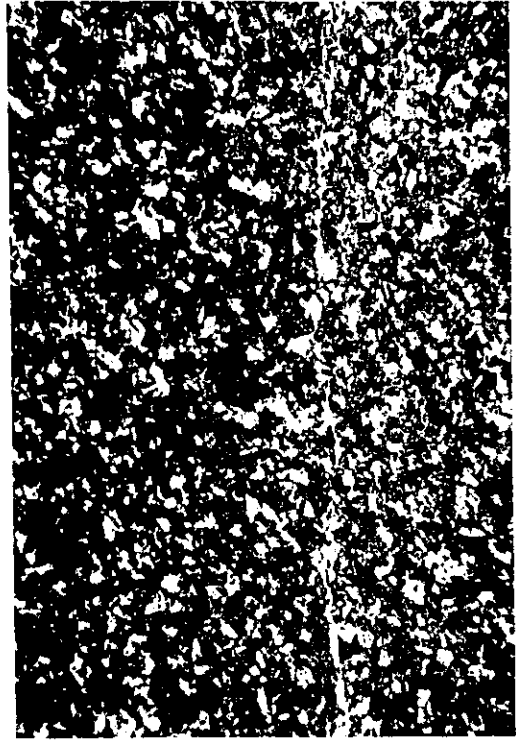


Fig. 2

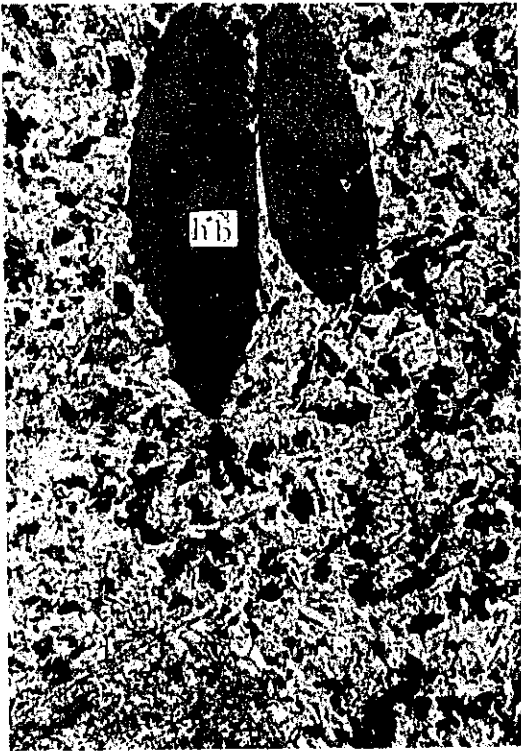


Fig. 3



Fig. 4

PLATE 11.

Photomicrographs.

Fig. 1. Altered rock with mineralization (63011002).

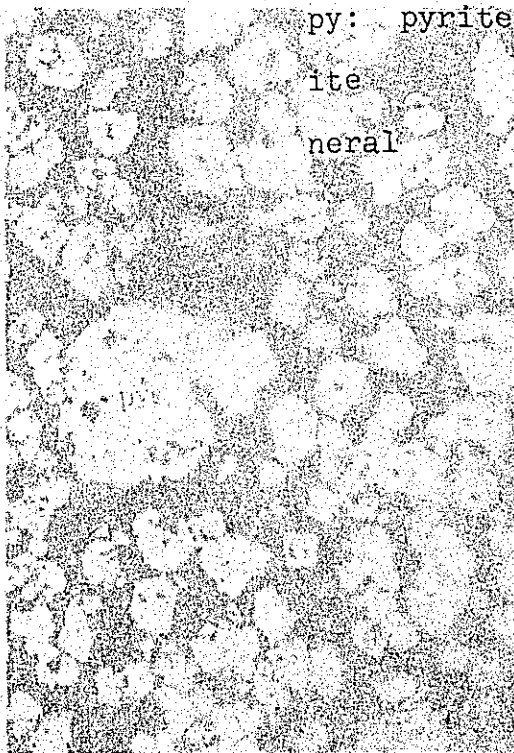
py: pyrite One nicol. X 40.

Fig. 2. Ditto. sr: sericite. Cross nicols. X 40.

Fig. 3. Fine-grained pyritic massive ore (Polished section-E).

py: pyrite X 110.

Fig. 4. Course-grained pyritic massive ore (Polished section-B).



py: pyrite sp: sphalerite cp: chalcopyr-
ite gn: galena G: gangue mi-
neral

X 110.



Fig. 1

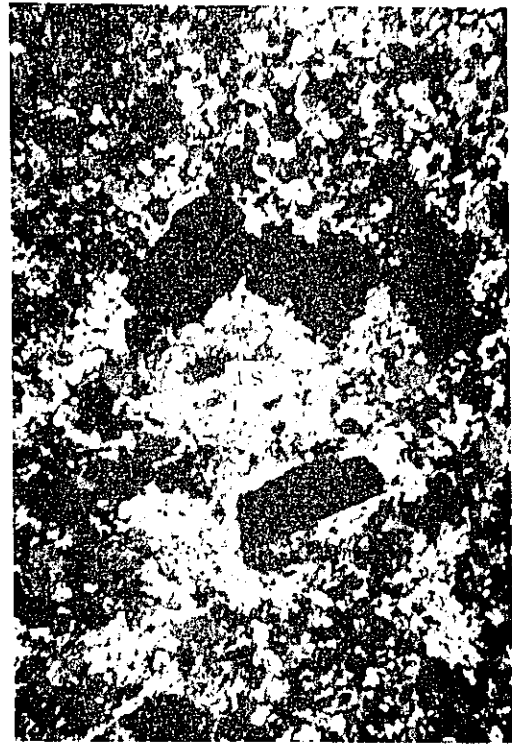


Fig. 2

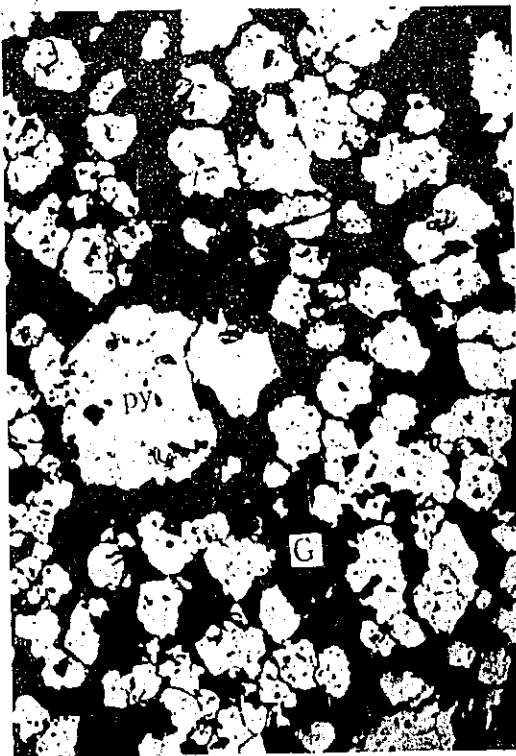


Fig. 3

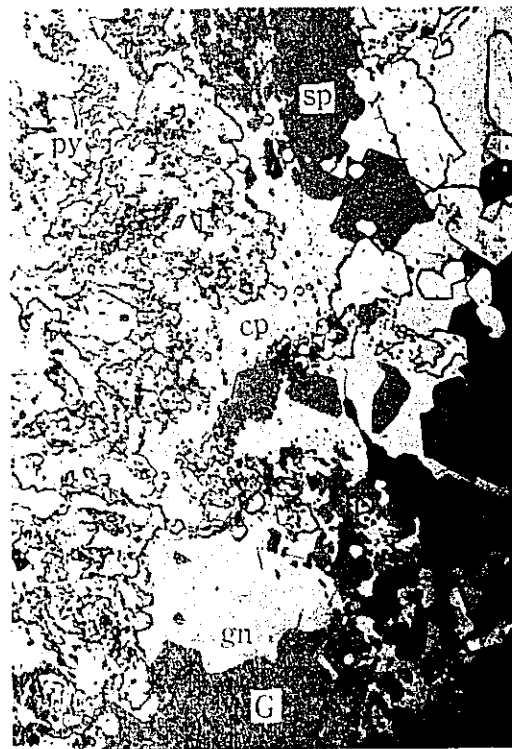


Fig. 4

PLATE 12.

Photomicrographs.

Fig. 1. Chalcopyrite-rich ore (Polished section-A).

cp: chalcopyrite td: tetrahedrite
py: pyrite

X 110.

Fig. 2. Native gold in chalcopyrite of chalcopyrite-rich ore
(Polished section-A).

au: native gold cp: chalcopyrite
G: gangue mineral

X 500.

Fig. 3. Sphalerite-galena ore (Polished section-D).

sp: sphalerite td: tetrahedrite
py: pyrite

X 110.

Fig. 4. Sphalerite-galena ore (Polished section-C).

py: pyrite sp: sphalerite
gn: galena G: gangue mineral

X 110.

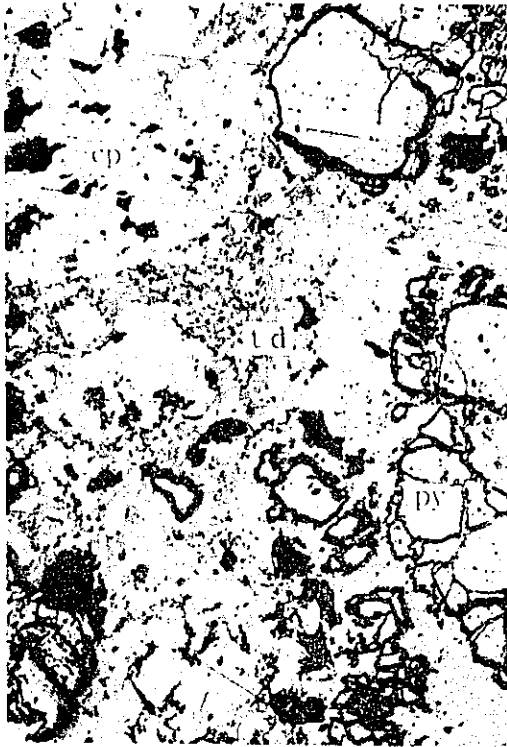


Fig. 1



Fig 2

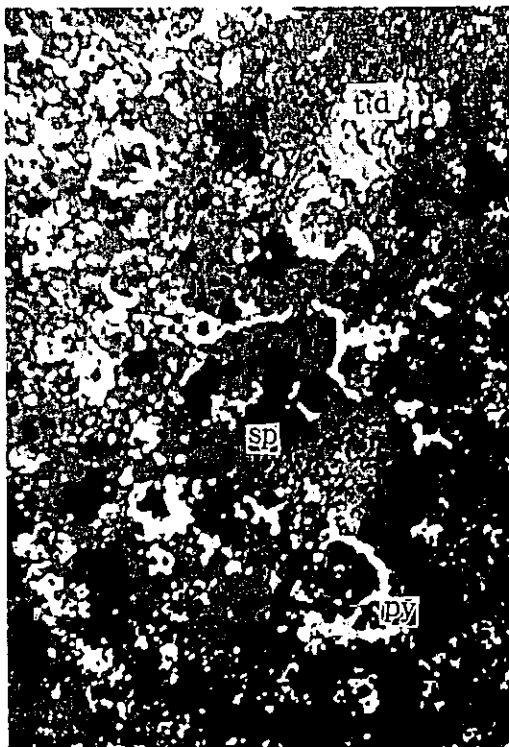


Fig. 3

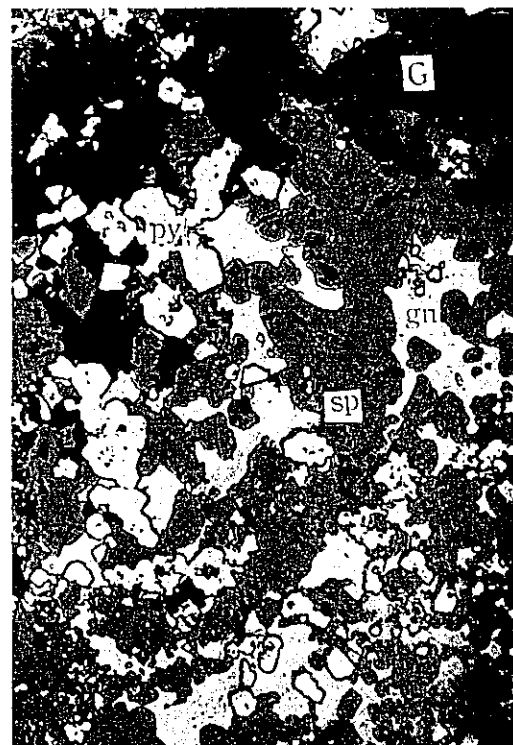


Fig. 4

Fig. 1

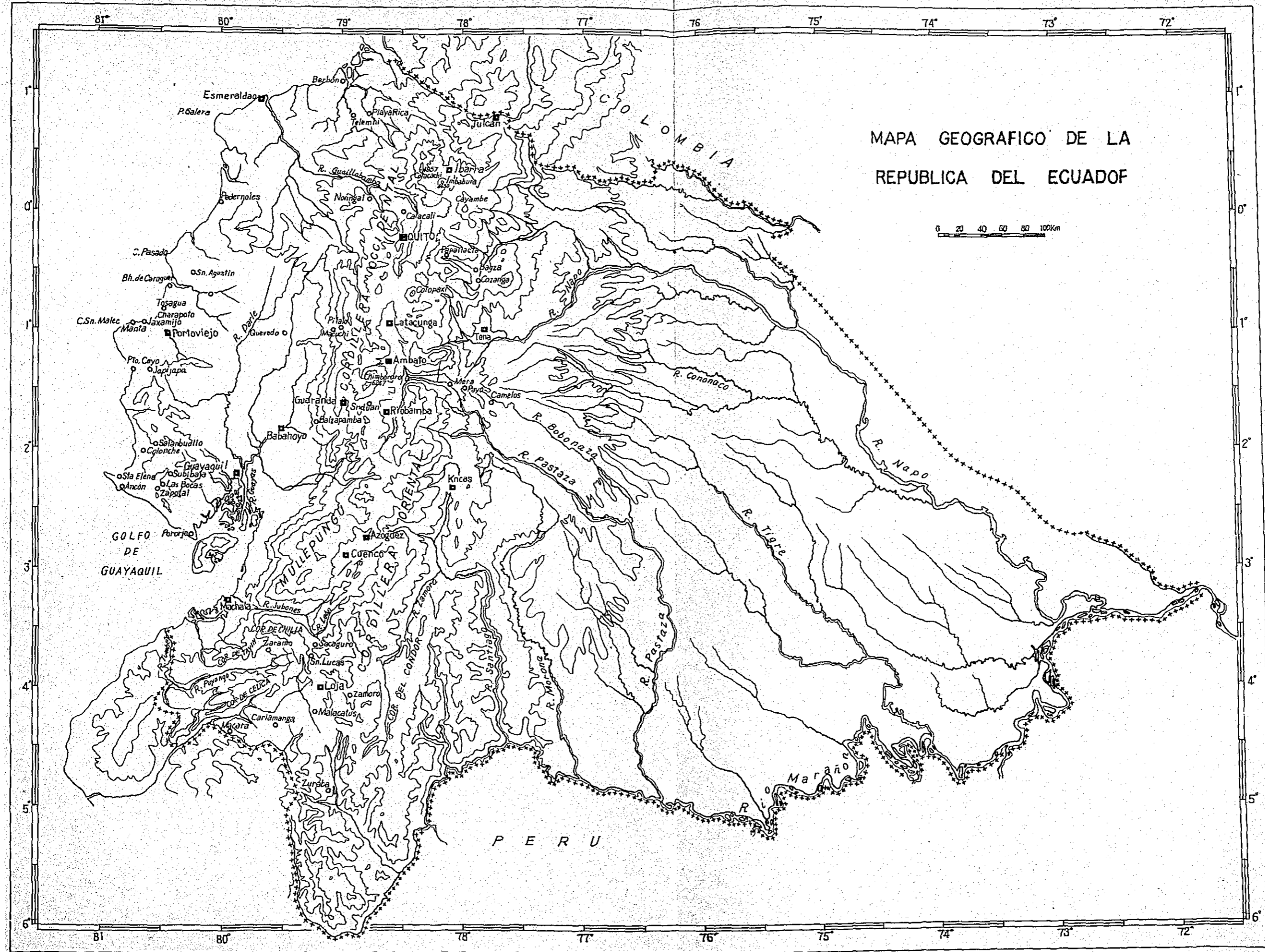


Fig. 4

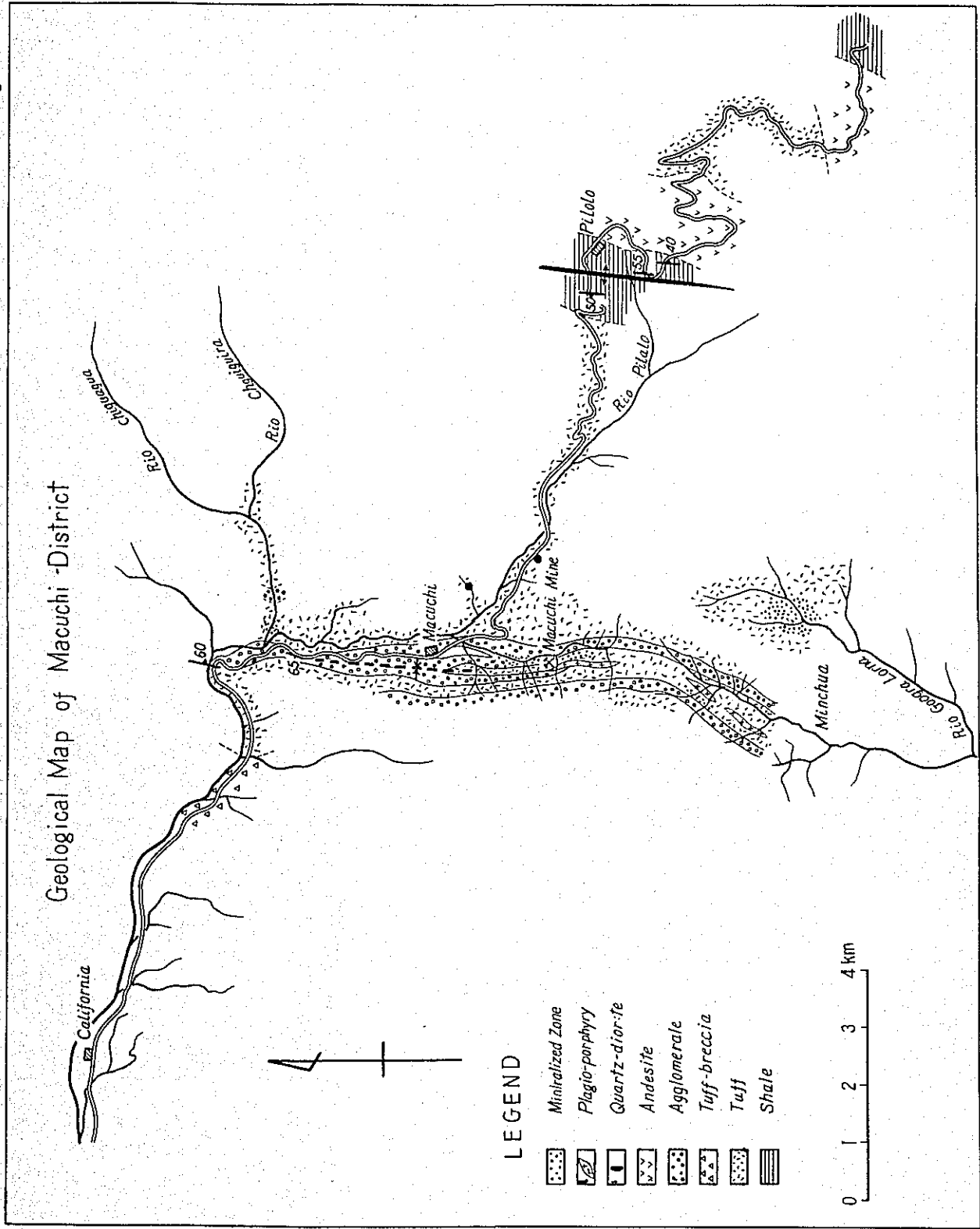


Fig. 5

GEOLOGICAL MAP OF MACUCHI DISTRICT

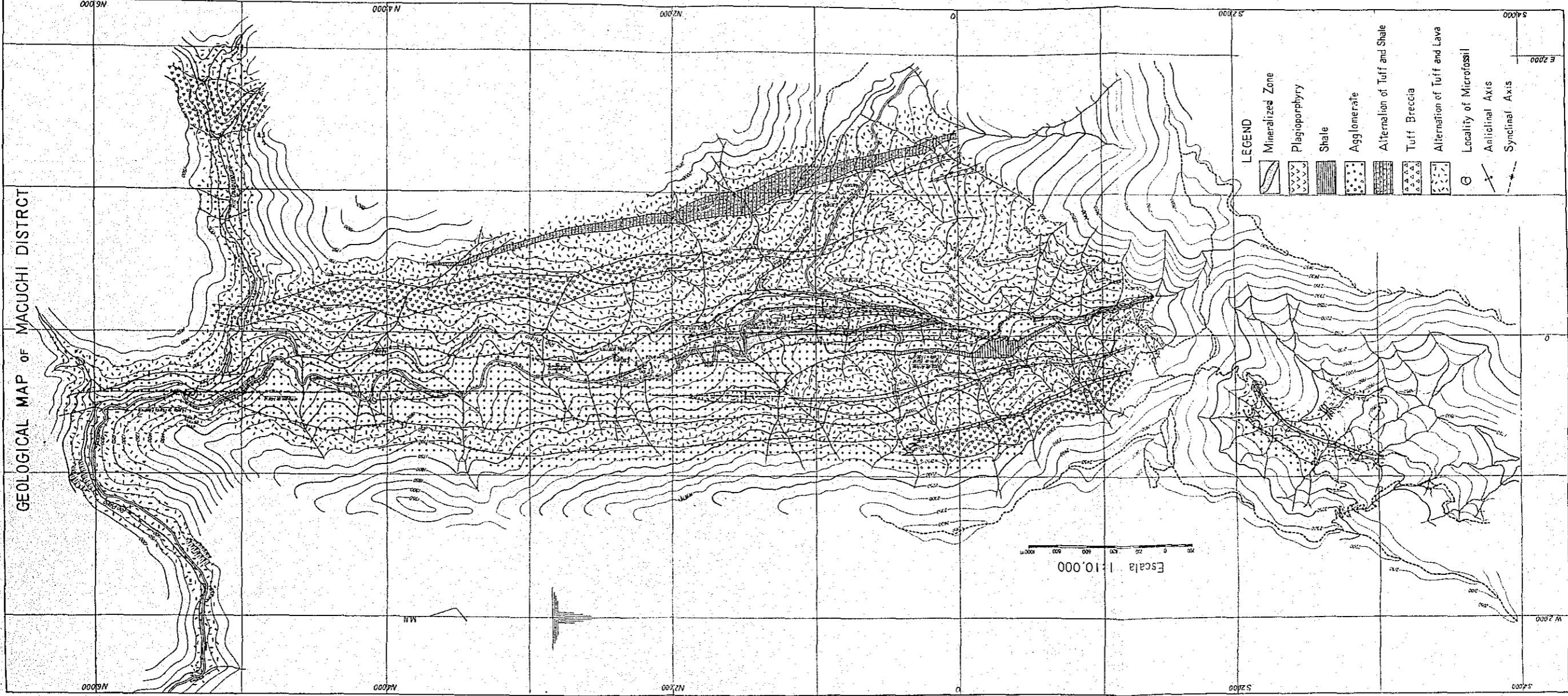


Fig. 6

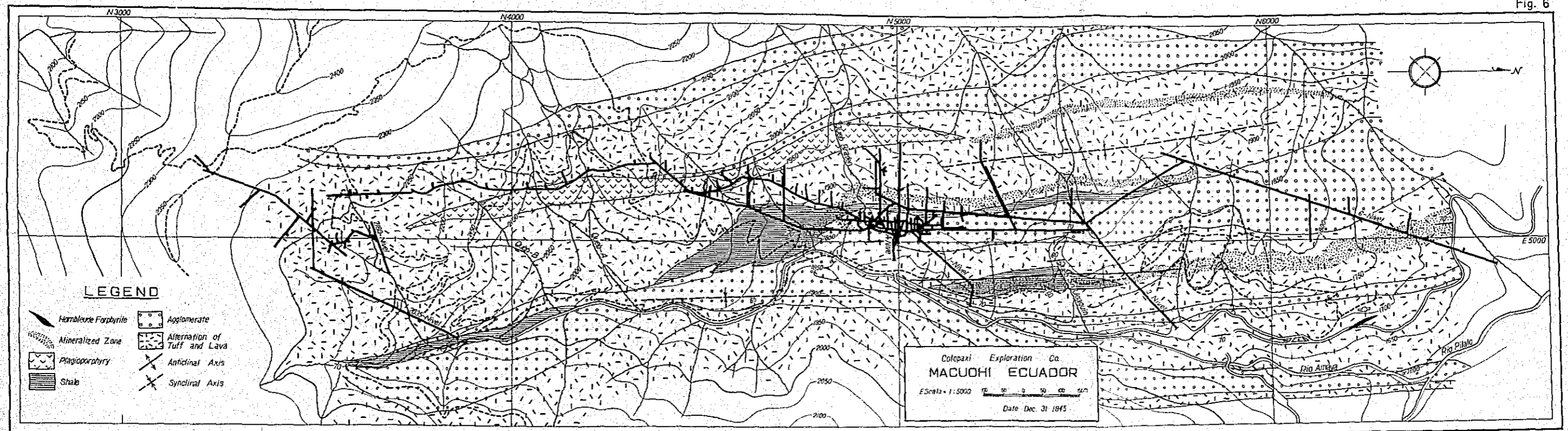


Fig. 8

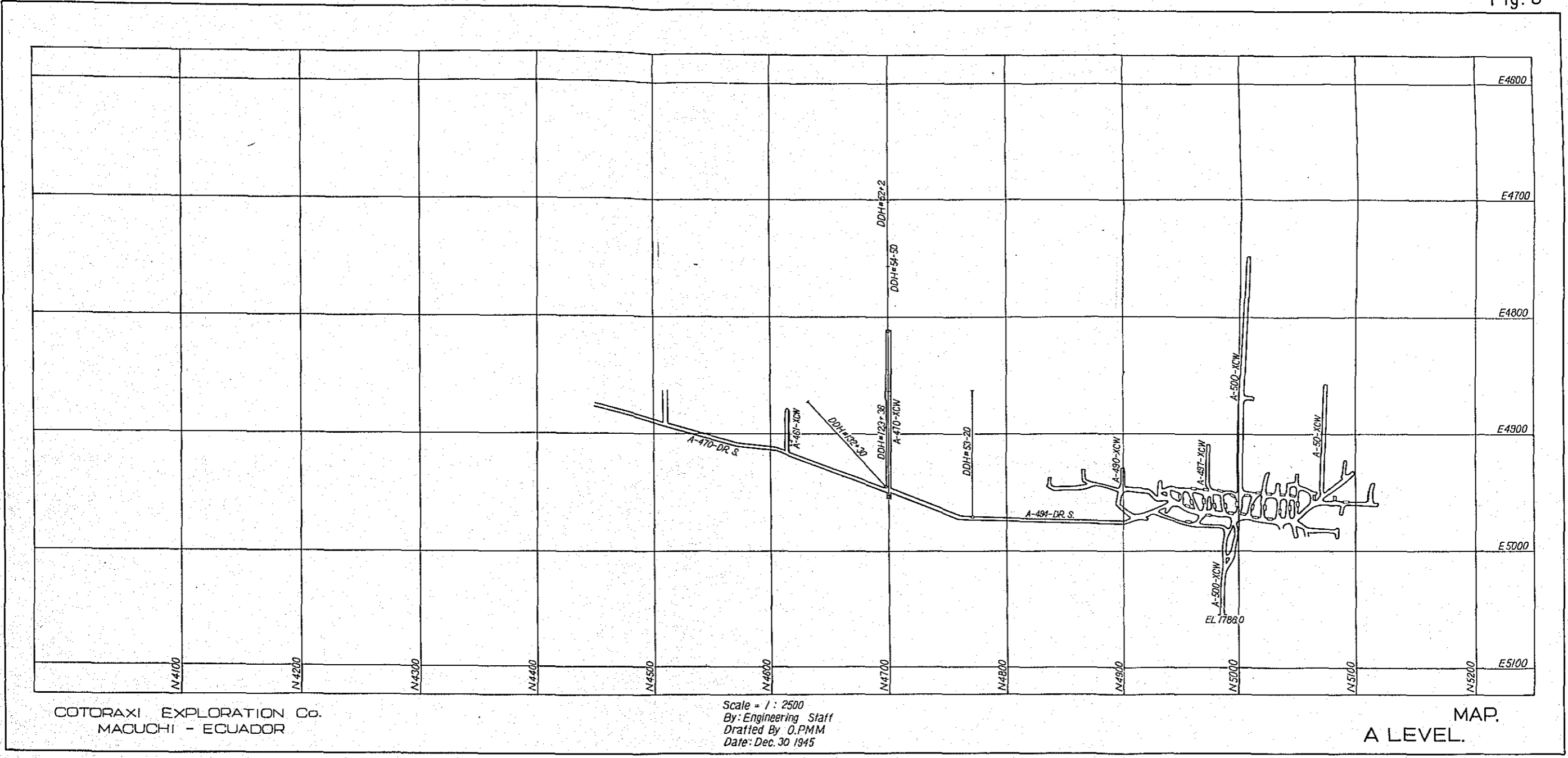


Fig. 9

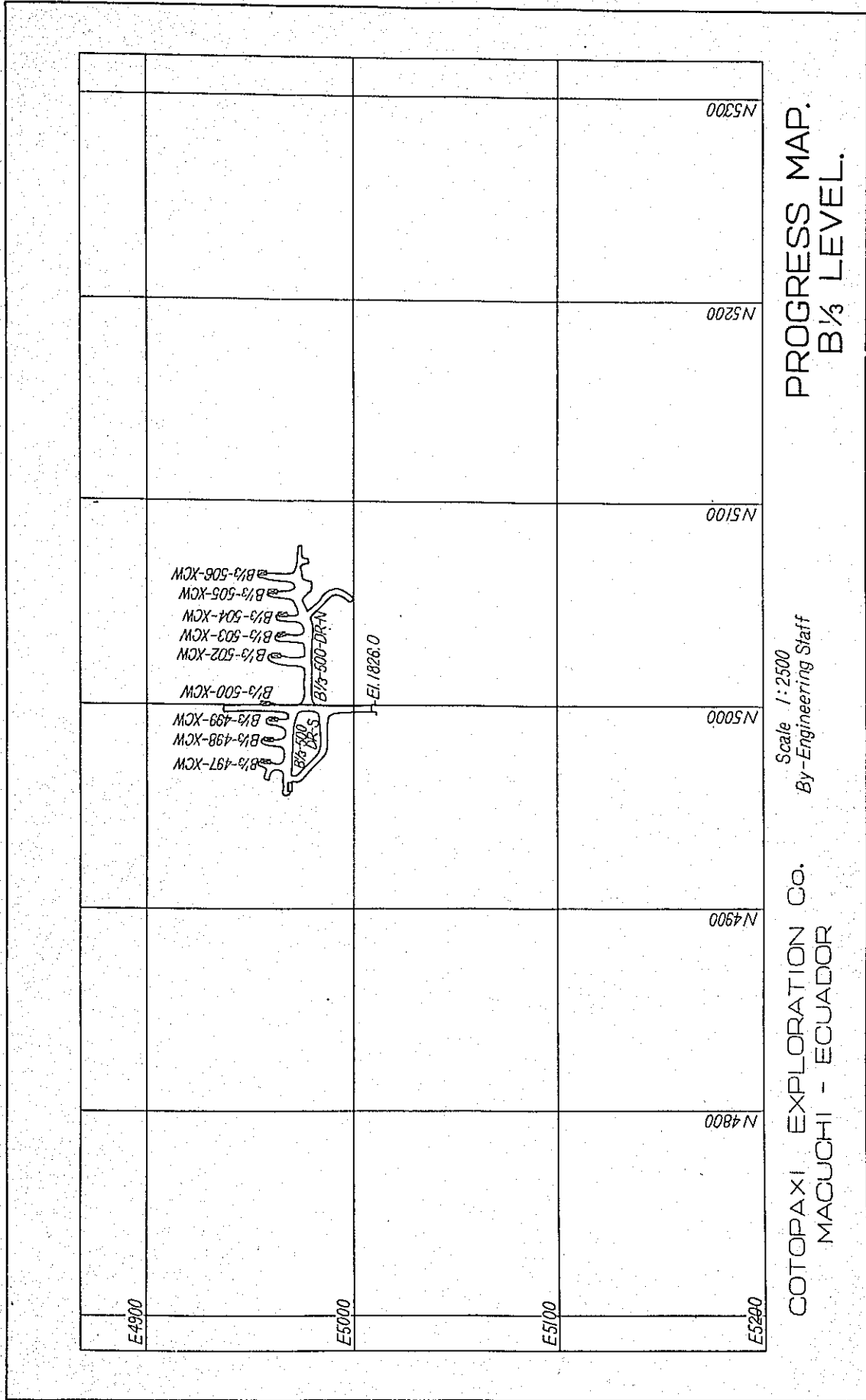
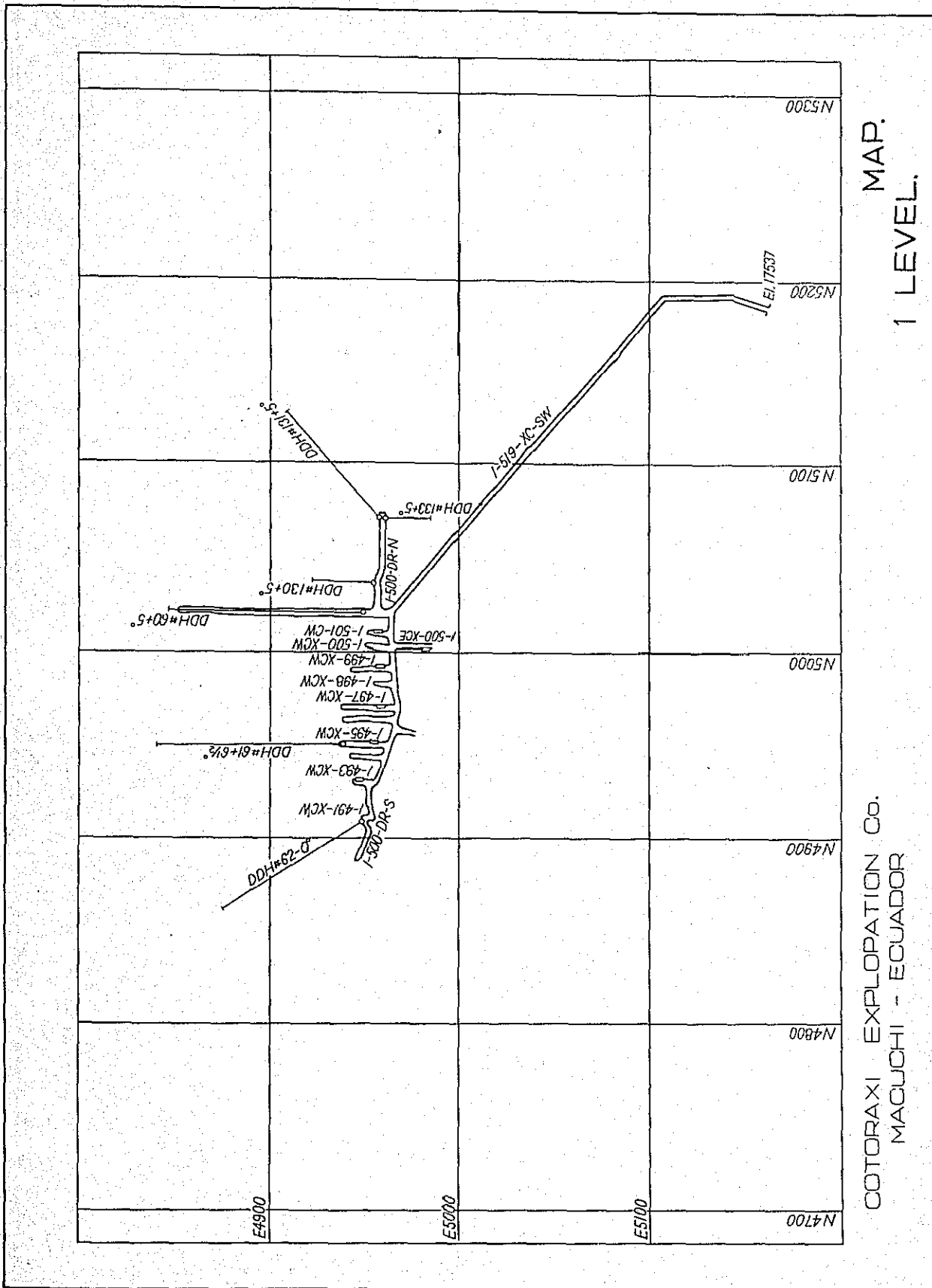


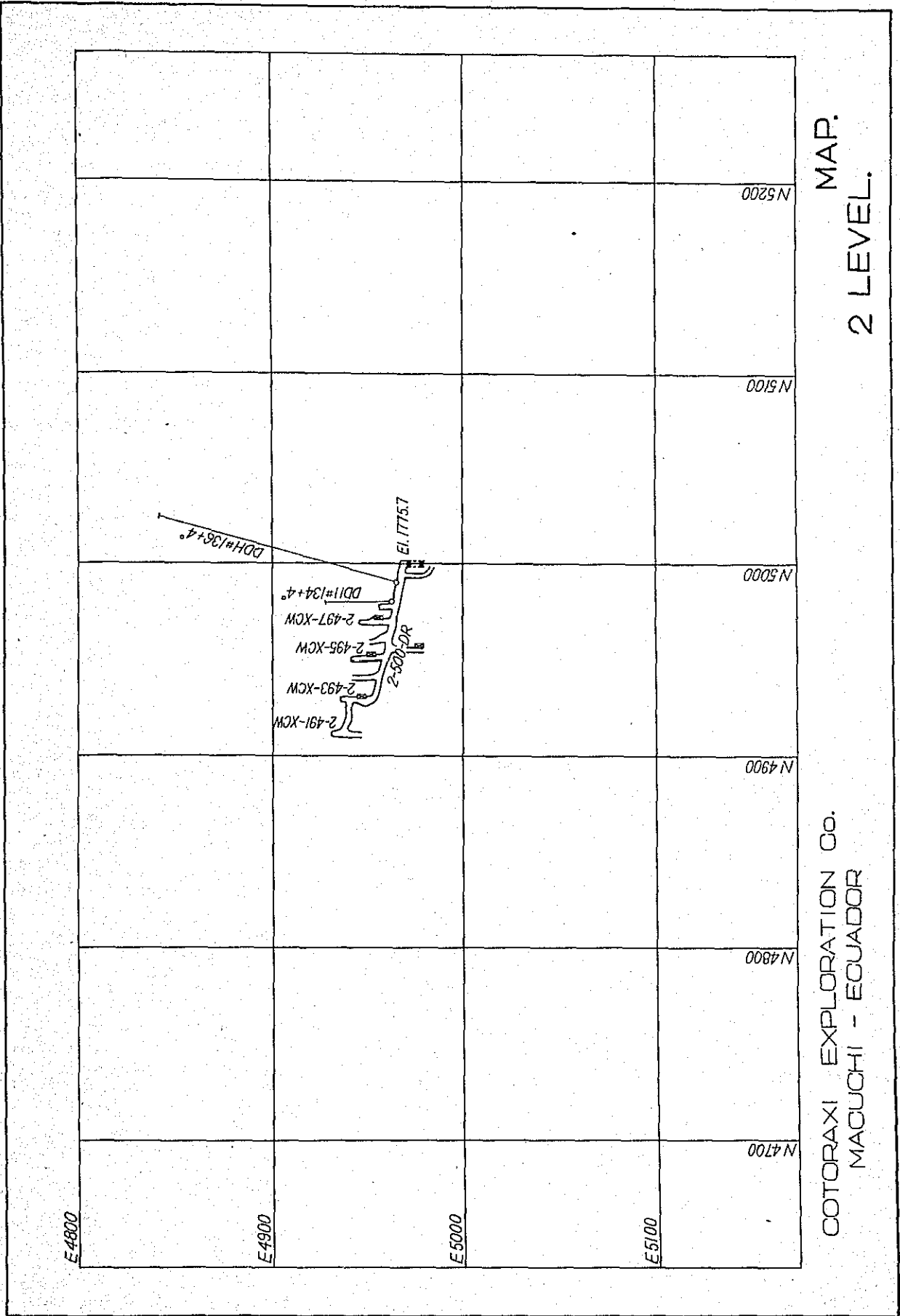
Fig. 10



COTORAXI EXPLOATION Co.
MACUJCHI - ECUADOR
1 LEVEL.

N4700
E5100
N4800
E5000
N4900
E4900
N5000
E5000
N5100
E5100
N5200
E5100
N5300

Fig. II



MAP.
2 LEVEL.

COTORAXI EXPLORATION CO.
MACUCHI - ECUADOR

Fig. 12

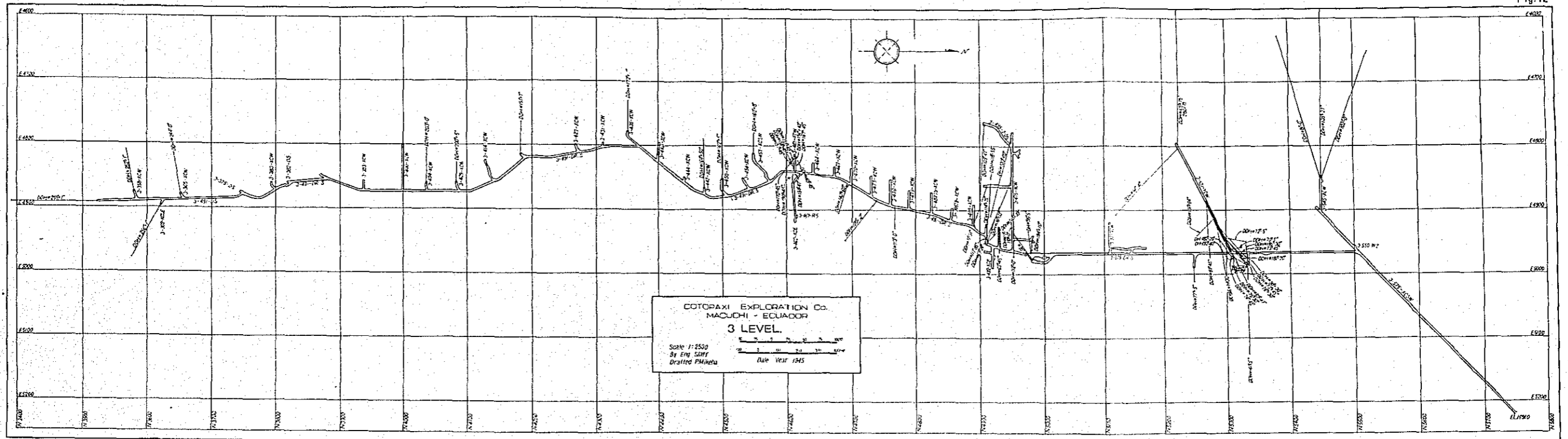
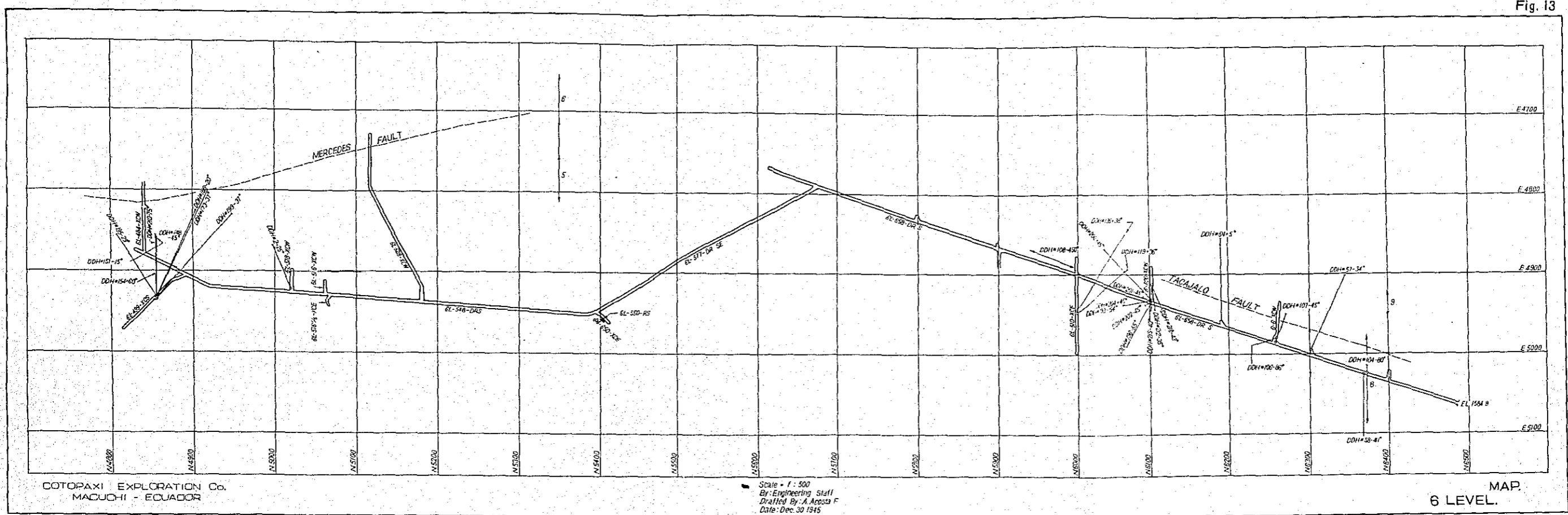


Fig. 13

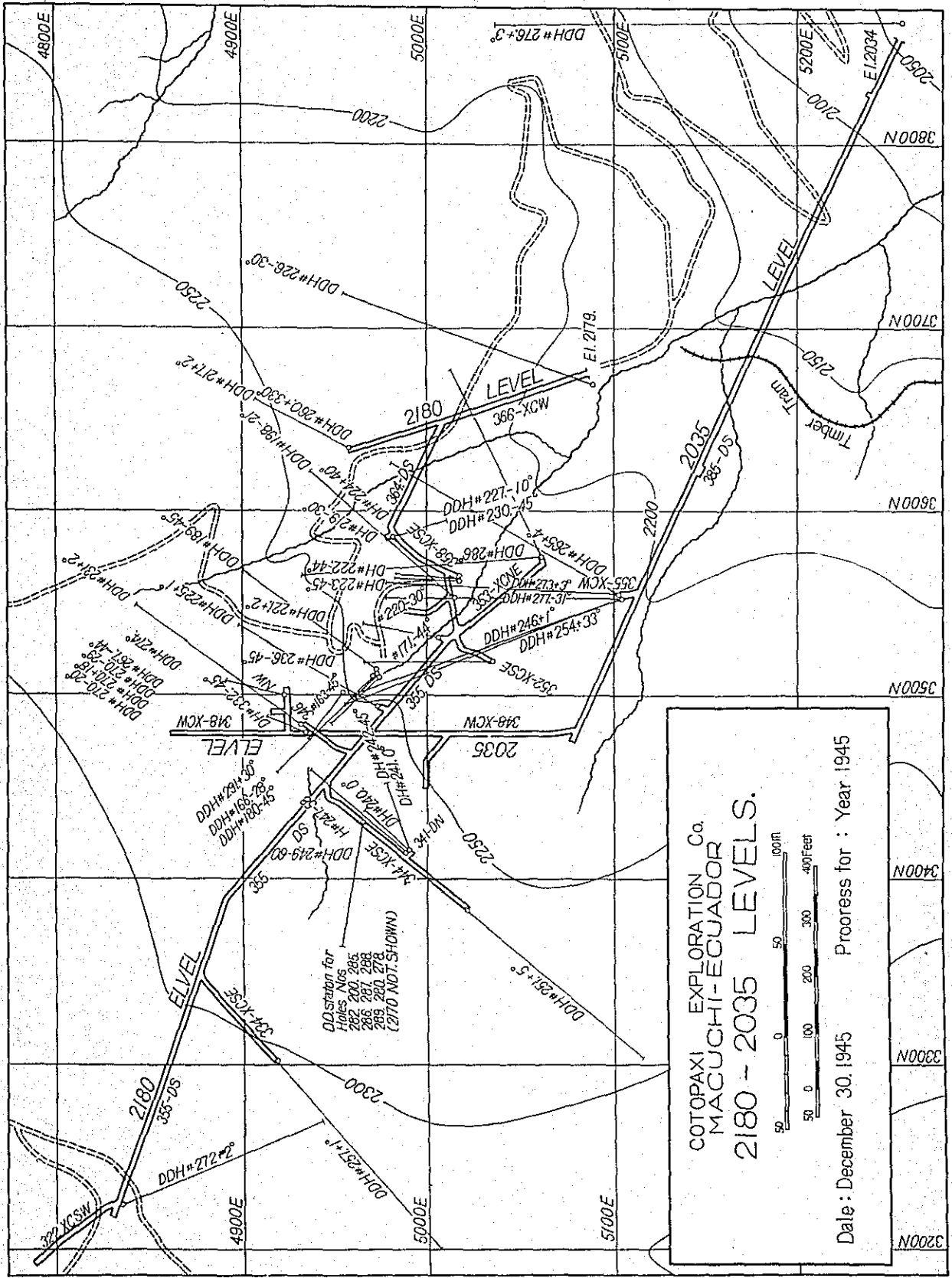


COTOPAXI EXPLORATION Co.
MACUCHI - ECUADOR

Scale = 1 : 500
By: Engineering Staff
Drafted By: A. Arce F.
Date: Dec. 30 1945

MAP
6 LEVEL.

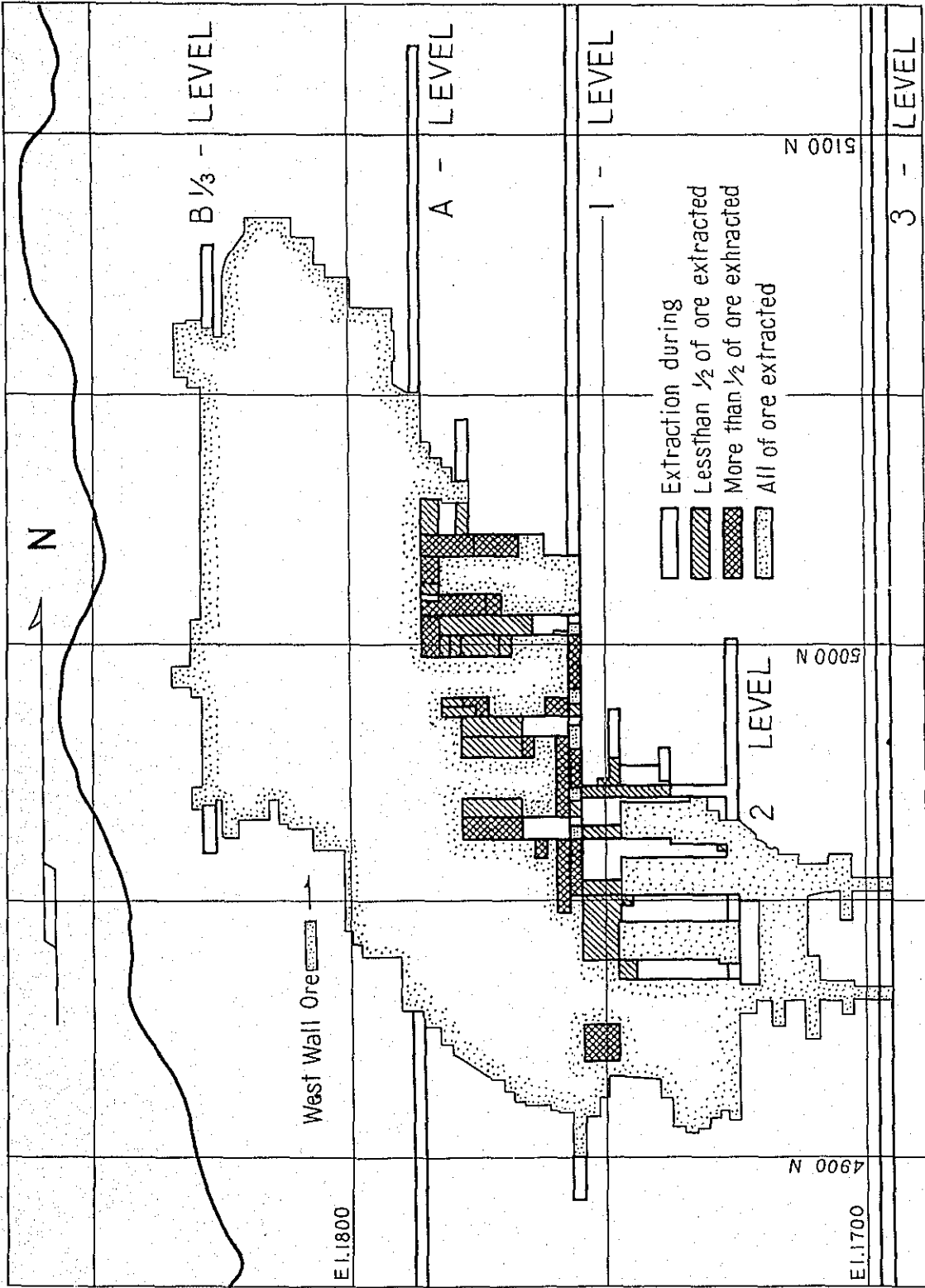
Fig. 14



COTOPAXI EXPLORATION Co.
 MACUCHI-EQUADOR
 2180 - 2035 LEVELS.

Date: December 30, 1945 Progress for : Year 1945

Fig. 16



COTOPAXI EXPLORATION Co.
 LONGITUDINAL PROJECTION
 MERCEDES BLOCK
 OATAPROJECTED TO COOR E 4960.00

Scale: 1:1000
 Date: Dec 31, 1945
 By: Engineering Staff

E1.1800
 4900 N
 E1.1700
 5000 N
 5100 N
 3 - LEVEL

7
66
K
LIB