

ペルー共和国イスカイクルス(オヨン)地域
資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

JICA LIBRARY



1030364[2]

昭和60年9月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 6. 26	709
登録No. 12832	66.1
	MPN

ペルー共和国イスカイクルス地域資源開発協力基礎調査
第1年次並びに第2年次報告書中の坑道図面修正について

標記報告書におけるN坑坑道図は、第3年次に測量の結果、方位に誤りがあることがわかり、第3年次及び総括報告書では正しい位置に修正してあります。

今後、坑道図面使用の際には上記に注意の上、第3年次及び総括報告書の付図を使用して下さい。

は し が き

日本国政府はペルー共和国政府の要請に応え、同国の中部に位置するイスカイトルス（オヨン）地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託した。

本調査は昭和57年度から昭和59年度までの3年間にわたって実施され、ペルー共和国政府関係機関、特に地質鉱物冶金研究所の協力を得て予定通り完了した。本報告書は3年間の調査結果をまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力をいただいたペルー共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在ペルー日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和60年8月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉱業事業団

理事長 西 家 正 起

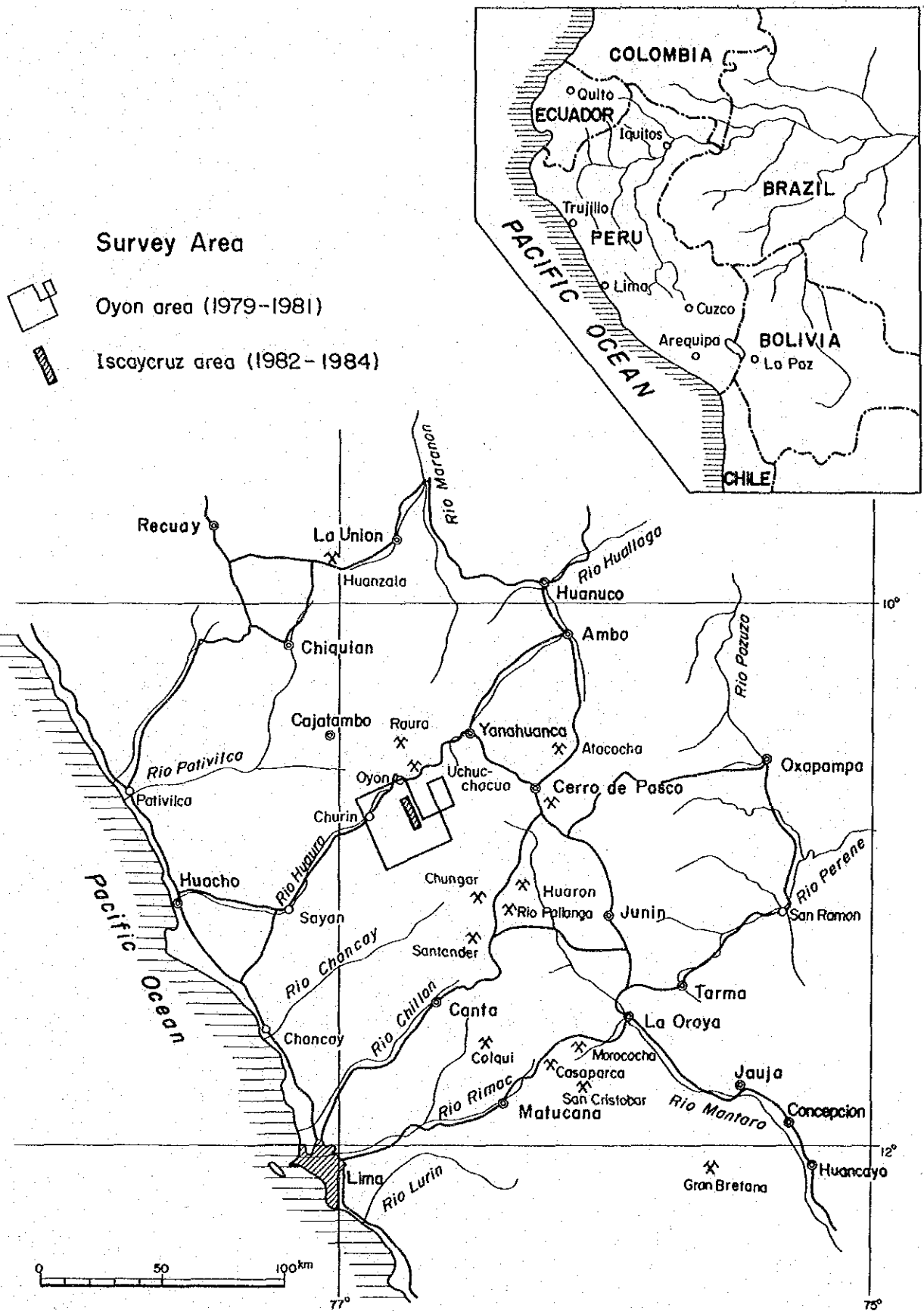


Fig. 1 Index Map

要 約

本報告書は、ペルー共和国イスクイクルス地域において、1982年より1984年に至る3年間にわたって実施された鉱物資源開発のための協力基礎調査の結果をとりまとめたものである。

イスクイクルス地域は、1979年より1981年に至る3年間に実施されたオヨン地域資源開発協力基礎調査の結果、経済的鉱量の賦存が予想される有望地域として抽出された。本調査は、イスクイクルス地域リンベ地区及びリンベ南地区を選定して、坑道調査及び坑内・地表ボーリング調査を実施することにより、経済的鉱量の賦存状況を確認することを目的とした。

イスクイクルス地域は、ペルー共和国の首都リマの北方約150 km、西部アンデス山脈の脊梁部に位置する。本地域には、中生代堆積岩類が広く分布し、アンデス方向NNW-SSEを軸とする著しく折畳まれた複合褶曲構造をなしている。イスクイクルス鉱化帯は、オヨンの南南東7 km、標高4,700 mの高地に位置し、延長12 kmにわたって、層厚50 mから100 mのサンタ層石灰岩中に胚胎している。本鉱化帯には、銅・亜鉛スカルン鉱床で特徴付けられる接触交代鉱床、銅・鉛・亜鉛を濃集する塊状硫化鉱床並びに菱鉄鉱層中の鉛・亜鉛鉱染鉱床で特徴付けられる熱水交代鉱床が共存している。

本調査で実施された調査量の累計は、坑道調査：N坑(4,690 m準)が835 m、S坑(4,570 m準)が1,173 m、合計掘削長2,008 m、ボーリング調査：地表9本、2,040 m、坑内10本、2,070 m、合計19本、掘進長4,110 mである。

ボーリング調査は、全孔で鉱徴を確認し、なかでもリンベ地区地表ボーリング4本、坑内ボーリング4本、リンベ南地区地表ボーリング2本で、鉛・亜鉛・銅合計品位20%に達し、層厚10 mを越える高品位鉱の賦存を確認した。坑道調査では3個所で高品位鉱に着鉱し、鉱石部の胚胎状況が明らかとなった。

これらの調査結果を総合的に検討すると、リンベ地区の主要鉱体は走向延長300 m、垂直延長150 m以上、層厚10 m及至30 mと推定される。ポリゴン法による鉱量試算の結果、埋蔵鉱量約325万 t、品位Pb+Zn約20%の鉱量賦存が推定される。

リンベ地区については、将来、鉱床と鉱量の細部確認のための細部探鉱及び鉱床下底確認のためのボーリング調査が必要となろう。又、リンベ南地区、リンベ北部地区、クンシャ・プンタ地区などに対しては探鉱調査を継続する必要がある。

当面、次段階の調査として、本地域の鉱山開発投資に必要な各分野を網羅する開発計画調査を実施することが望ましい。

目 次

は し が き
位 置 図
要 約

第1章 序 論	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査概要	1
1-3 調査団員	1
第2章 調査地域の一般事情	2
2-1 位置・交通	2
2-2 地 形	2
2-3 気象・植生	3
2-4 住民・産業	3
第3章 ベルーの鉱業事情	4
第4章 調査概要	7
4-1 オヨン地域調査(1979-1981年度)	7
4-2 第1年次(1982年度)調査	7
4-3 第2年次(1983年度)調査	8
4-4 第3年次(1984年度)調査	8
第5章 地 質 概 要	9
5-1 広域地質概要	9
5-2 イスカイクルス地域地質概要	9
5-3 地 史 概 要	10
第6章 鉱 床 概 要	12
6-1 鉱 床 概 況	12
6-2 イスカイクルス鉱化帯	12

6-3	チュパ鉛床	13
第7章	調査結果の概要	15
7-1	ボーリング調査結果	15
7-2	坑道調査結果	15
7-3	鉛石品位の統計解析	16
7-4	鉛質について	18
第8章	鉛量計算(試算)	20
8-1	計算方法	20
8-2	計算プロセス・計算基礎	20
8-3	サンプリング・分析	21
8-4	試算結果	22
第9章	結論及び勧告	24
9-1	結論	24
9-2	勧告	24
参 考 文 献		25

Image of Zinc Ore by Polished Thin Section

Attached Plates

LIST OF FIGURES

Fig. 1	Index Map
Fig. 2	Location and Access Map
Fig. 3	Schematic Profile of the Andes Area
Fig. 4	Geological Map of the Oyon Area
Fig. 5	Geological Profile of the Oyon Area
Fig. 6	Geological Map of the Iscaycruz Area
Fig. 7	Exploration Map of the Limpe Area
Fig. 8	Inferred Geological Map on 4,690 m Level
Fig. 9	Inferred Geological Map on 4,570 m Level
Fig. 10	Summarized Perspective Section of the Exploration Results
Fig. 11	Exploration Map of the Limpe-South Area
Fig. 12	Geophysical Profile of the Limpe Area
Fig. 13-1	Geological Section for IC-1
Fig. 13-2	Geological Section for IC-2
Fig. 13-3	Geological Section for IC-3
Fig. 13-4	Geological Section for IC-4
Fig. 13-5	Geological Section for IC-5
Fig. 13-6	Geological Section for IC-6
Fig. 13-7	Geological Section for IC-7 and NX-1
Fig. 13-8	Geological Section for IC-8 and IC-9
Fig. 13-9	Geological Section for IC-10
Fig. 13-10	Geological Section for IC-11
Fig. 13-11	Geological Section for IC-12
Fig. 13-12	Geological Section for IC-13
Fig. 13-13	Geological Section for IC-14
Fig. 13-14	Geological Section for IC-15
Fig. 13-15	Geological Section for IC-16
Fig. 13-16	Geological Section for IC-17
Fig. 13-17	Geological Section for IC-18
Fig. 13-18	Geological Section for IC-19
Fig. 14-1	Geological Section for Crosscut, NX-2
Fig. 14-2	Geological Section for Crosscut, SX-1

Fig. 15-1	Geological Section for DDH-3
Fig. 15-2	Geological Section for DDH-4
Fig. 15-3	Geological Section for DDH-5 and SX-2
Fig. 15-4	Geological Section for DDH-6
Fig. 15-5	Geological Section for DDH-7
Fig. 16	Perspective Section for Ore Reserve Calculation (1) (2) (3)

LIST OF TABLES

Table 1	Outline of the Survey
Table 2	Members List of the Survey Team
Table 3	List of Drillings
Table 4	List of the Confirmed High Grade Mineralized Parts
Table 5	Measurement Results of Specific Gravity
Table 6	Table for Ore Reserves Calculation

LIST OF ATTACHED PLATES

PL. I-1	Geologic Drill Log, IC-1
PL. I-2	Geologic Drill Log, IC-2
PL. I-3	Geologic Drill Log, IC-3
PL. I-4	Geologic Drill Log, IC-4
PL. I-5	Geologic Drill Log, IC-5
PL. I-6	Geologic Drill Log, IC-6
PL. I-7	Geologic Drill Log, IC-7
PL. I-8	Geologic Drill Log, IC-8
PL. I-9	Geologic Drill Log, IC-9
PL. I-10	Geologic Drill Log, IC-10
PL. I-11	Geologic Drill Log, IC-11
PL. I-12	Geologic Drill Log, IC-12
PL. I-13	Geologic Drill Log, IC-13
PL. I-14	Geologic Drill Log, IC-14
PL. I-15	Geologic Drill Log, IC-15
PL. I-16	Geologic Drill Log, IC-16
PL. I-17	Geologic Drill Log, IC-17
PL. I-18	Geologic Drill Log, IC-18
PL. I-19	Geologic Drill Log, IC-19
PL. II-1-1	Geological Compiled Map, Adit-N (1)
PL. II-1-2	Geological Compiled Map, Adit-N (2)
PL. II-2-1	Geological Compiled Map, Adit-S (1)
PL. II-2-2	Geological Compiled Map, Adit-S (2)
PL. II-2-3	Geological Compiled Map, Adit-S (3)

第1章 序 論

1-1 調査目的

本調査は、ペルー共和国イスカイクルス(Iscay Cruz)地域において、ボーリング調査及び坑道調査を実施することにより、鉱床を胚胎する地質構造を解明するとともに、鉱化帯の水平的・垂直的連続性を把握することを目的とする。

1-2 調査概要

本調査は、オヨン(Oyon)地域資源開発協力基礎調査の結果、鉱物資源の賦存が期待される有望地域として抽出されたイスカイクルス地域における資源開発のための協力基礎調査である。調査対象地区として、高品位鉛・亜鉛鉱の賦存が期待されるリンペ(Limpe)地区が選定され、調査方法として、地表ボーリング調査のほか、坑道調査と坑内ボーリング調査が実施された。調査は、1982年より1984年にかけて、3年間にわたって実施された。各年度の調査の方法及び数量をTable-1に示す。

1-3 調査団員

本調査は、ペルー共和国地質鉱物冶金研究所(Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico:略称INGEMMET)の協力を得て、実施された。各年度の調査団員をTable-2に示す。

Table 1 Outline of the Survey

	Phase I (1982)	Phase II (1983)	Phase III (1984)	Total	Remarks
Drilling Exploration (m) Surface Drilling: Limpe Area Tinyag Area Underground Drilling: Adit-N Adit-S	1,300 (5) - - -	- - 440 (2) 470 (2)	180 (1) 560 (3) 680 (3) 480 (3)	1,480 (6) 560 (3) 1,120 (5) 950 (5)	Surface Drilling in Oyon Project (1979-1981) Limpe Area 840 (4) Tinyag Area 230 (1) Others 1,560 (7)
Total	1,300 (5)	910 (4)	1,900 (10)	4,110 (18)	Total 2,630 (12)
Tunnelling Exploration (m) Adit-N: Main Tunnel Crosscut-1 Crosscut-2 Adit-S: Main Tunnel Crosscut-1 Crosscut-2	310 - - 270 - -	200 150 - 330 - -	- - 175 346 141 86	510 150 175 946 141 86	Adit N: 4,689 mL Adit S: 4,570 mL
Total	580	680	748	2,008	

() No. of holes

Table 2 Member List of the Survey Team

担 当 業 務	第1年次(1982)	第2年次(1983)	第3年次(1984)
日本側調査計画・策定・折衝 ・監督	三 浦 徹 石 田 真 小 泉 俊 夫 北 善 次 植 松 和 彦 上 田 英 之 向 井 英 昭 江 沢 忠 昭 小 野 隆	石 田 真 北 善 次 上 田 英 之	三 浦 徹 柘 植 方 雄 石 田 真 觸 純 宏 上 木 隆 司
ペルー側調査計画策定・折衝	Francisco Sotillo Gregorio Flores Augusto Zelaya	Francisco Sotillo Gregorio Flores Augusto Zelaya	Francisco Sotillo Gregorio Flores Augusto Zelaya
日本側調査団 (団 長) (試錐調査)	中 村 仁 一 山 本 延 彦 形 部 雄 二 吉 田 徹 男 石 井 佐 市 黒 川 修 三 小 上 順 之 佐 幸 哲 男 清 水 久 司	中 村 仁 一 山 本 延 彦 形 部 雄 二 小 北 行 雄 堀 江 新 太 郎	中 村 仁 一 山 本 延 彦 清 水 久 司 青 山 務 吉 田 徹 男
(坑道調査)	中 村 賢 井 出 晴 義 森 下 英 夫	中 村 賢 森 下 英 夫	塚 中 邦 彦 古 宿 誠 一
ペルー側調査団 (団 長)	Gregorio Flores Cesar Vilca Emilio Rojas	Gregorio Flores Luis Santalla Emilio Rojas	Gregorio Flores Hector Zarate Emilio Rojas Luis Santalla

第2章 調査地域の一般事情

2-1 位置・交通

イスカイクルス(Iscaycruz)地域は、行政区画上、リマ県(Departamento Lima)、カハタンボ郡(Provincia Cajatambo)に属し、首都リマ(Lima)の北方約150 kmに位置する(Fig. 1参照)。

リマより現地へは、チャンカイ(Chancay)を經由してサヤン(Sayan)に至る(137 km, 車で約3時間)。サヤンからは、ウァウラ川(Rio Huaura)に沿う溪谷を縫う悪路となり、チュリン(Churin)を経てオヨン(Oyon)に達する(93 km, 約3時間)。ウァウラ川は、雨季には氾濫して、通行が途絶することがある。オヨンからはパンパウアイ(Pampahuay)を経て、標高約5,000 mの峠越えのアクセス道路を通してイスカイクルスに至る(約30 km, 約2時間, Fig. 2参照)。

2-2 地 形

本調査地域は、アンデス山系の西側の主列である西部アンデス山脈(Cordillera Occidental)にあり、分水嶺の西側約11 km、太平洋岸水系に属するウァウラ川の原流部に位置し、急峻な山岳地形を呈する。

調査地域付近の標高は谷底の海拔2,300 mから山頂の5,300 mまで変動し、その標高差は3,000 mに達する。海拔4,200 mから4,800 mにかけて、プナ地表(la Superficie Puna)として知られる比較的平坦な部分が発達しており、この平坦部を境に、上下の地形に著しい差異がある。これより上部は氷河地形が発達し、海拔4,800 m以上は急峻な岩盤より成る岩峰となる。下部は深い溪谷に刻まれた壮年期地形を呈している(Fig. 3参照)。

イスカイクルス地域の標高は最低部でも4,600 mである。東方の分水嶺付近は常時積雪があり、4,800 m以上は氷河に覆われている。

本地域の地形及び水系は、地質構造を反映し規則性を示す。即ち、塊状石灰岩より成るフマーシャ(Jumasha)層がNNW-SSE方向に連なる最も高い岩峰を形成し、次に珪岩より成るチムー(Chimu)層が中位の山塊を、頁岩・砂岩より成るカルワス(Carhuaz)層が鞍部を形成している。水系としては、NNW-SSE方向と、これと直交するENE-WSW方向が顕著に発達している。NNW-SSE系は褶曲構造と地層の分布及び褶曲構造に平行して発達する衝上断層を反映し、ENE-WSW系は断層系を反映している。



2-3 気象・植生

1) 気象

高地の気象は、いわゆるアンデス高山性で、日中は20℃以上に達するが、夜間は0℃以下となり、気温の日変化が大きいのが特徴である。年間を通じての気象は、アマゾン側からの季節風の盛衰に左右され、5月～9月の乾季と、10月～4月の雨季に分けられる。分水嶺付近では常に強風がある。分水嶺から15～30kmの範囲では、雨季にはかなりの降雨があり、海拔4,000m以上の高所では降雪となる。西方へ高度を減ずるに従い、降雨は減少し温暖な乾燥気候に移行する。

2) 植生

本地域の植生の種類は、気候が乾燥又は寒冷のため限定されている。低地は乾燥気候のため植生の生育には川筋に限られている。3,000～4,000mの高地では、ワクロ(Huacro)、チュコ(Chuco)、ビスカイナ(Viscayna)などのサボテン類が主で、4,000m以上では、イチュ・オ・パハ(Ichu o Paja)、ピリウジャ(Piriulla)、チャプチャ(Chapcha)などの特殊な高山性草本類のみとなる。

2-4 住民・産業

1) 住民

住民はインディオを主とし、古くインカ時代より谷筋の盆地や山の中腹に集落を造って、前近代的な農耕牧畜にたよる自給自足の生活を送っている。集落間の交通は、道路が通じている場合もあるが、主に馬及び徒歩に頼っている。

本地域は地形急峻なうえに、高地は寒冷であり、低地は乾燥しており、農耕の適地は限られている。山間の急傾地に水路をめぐらし、小規模な農耕が行われているが、農耕は標高4,000mが限度であり、標高4,000m以上の高地では、草原の放牧が営まれるのみである。

2) 産業

イスカイクルス周辺には、ラウラ(Raura)鉛・亜鉛鉱山、ウチュクチャクア(Uchucch-acua)銀鉱山などの中堅鉱山が稼働している。操業規模は、各々1,600t/d、800t/dであり、従業員数は各々800人である。いずれも金属鉱山として中規模であるが、家族を含め直接鉱山に生計をたよる人口は合計1万人に達している。これら鉱山の開発は、本地域の生産活動の核となり、急峻な山岳地帯に位置し前近代的な農耕牧畜にたよる本地域の経済に、多大なインパクトと活気をもたらし、地域社会に安定した富をもたらしている。

本地域では古くから石炭の採掘が行われて来たが、これらはいずれも小規模で手工業の域を出ず、地域経済への寄与は大きくない。チュリン及びチュウチン(Chiuchin)には温泉があり、保養地として知られている。

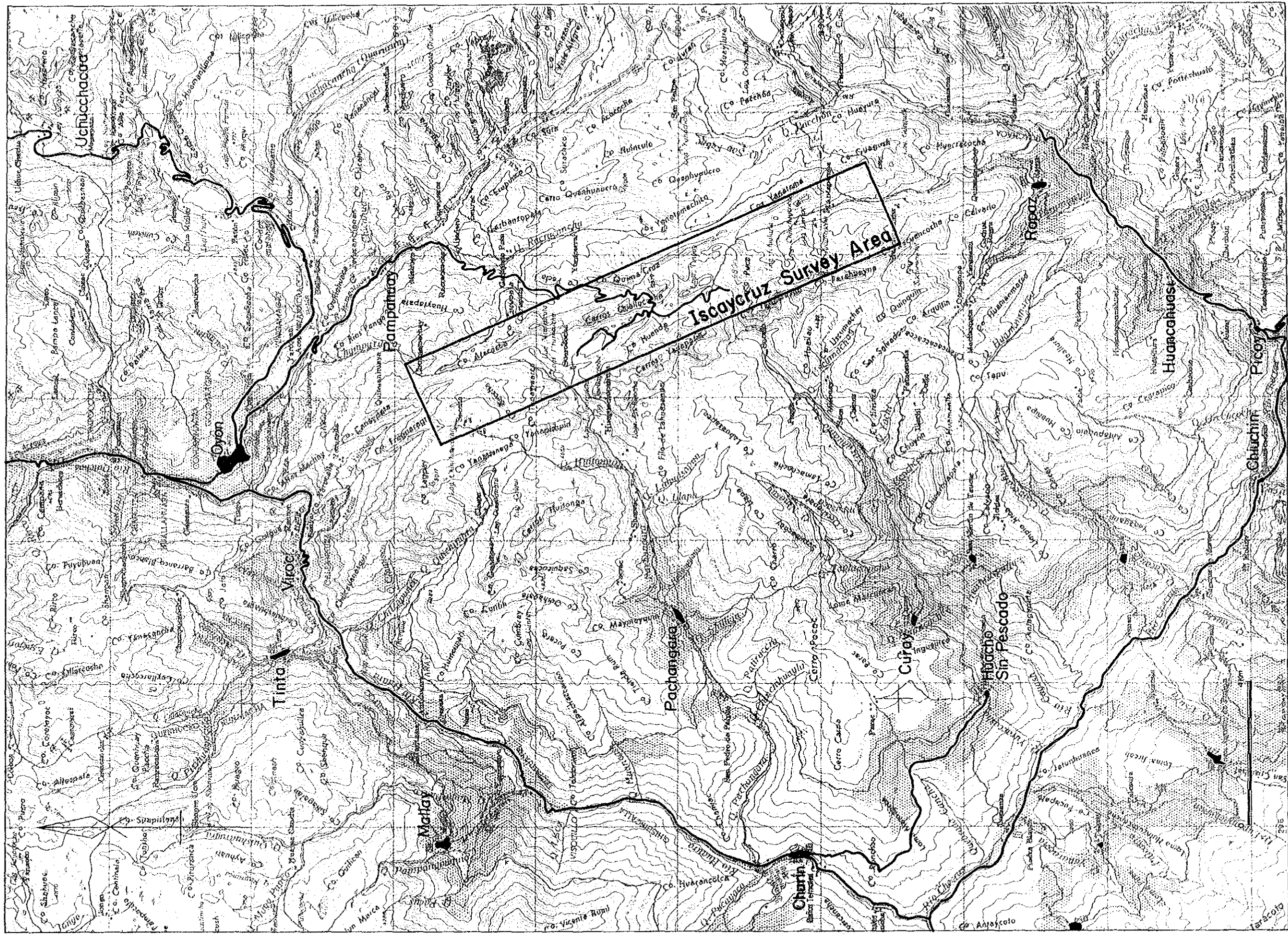


Fig. 2 Location and Access Map

第3章 ペルーの鉱業事情

1) 概 況

ペルーは金・銀・銅・鉛・亜鉛・鉄鉱石など豊富な鉱物資源に恵まれており、世界でも有数の鉱物資源国である。

ペルー経済に占める鉱業部門の比率は、国際価格の変動や消費国の需要動向により相当変動するが、通常、GDP（実質国内総生産）の10%弱であり、鉱業部門への就業率は1%強である。鉱業部門のペルー経済に占める地位は、GDPや就業率といった面からみると低いものの、国際収支の面からみると、鉱業部門はペルー経済において極めて重要な役割を担っている。即ち、最近では、鉱産物の輸出額は総輸出額の45%を占め、石油を含めればこの比率は65%に達している。石油生産は今後漸減すると予測され、漁業・農業・工業部門も急激な拡大は望めぬので、銅・銀・亜鉛・鉛を中心とする鉱業部門のペルー経済に占める比重は今後益々重要性を増すと思われる（次表参照）。

ペルーの貿易収支と項目別輸出入額（単位100万ドル）

	1979	1980	1981	1982	1983
◇輸 出					
水産物	256	195	141	202	
農産物	328	226	170	218	
鉱産物	1,504	1,755	1,420	1,210	1,629
原油・石油類	652	792	689	715	
その他1次産品	126	103	128	126	
2次産品	810	845	701	759	
総 計	3,676	3,916	3,249	3,230	3,015
◇輸 入					
消費財	155	410	603	495	
原材料・半製品	905	1,149	1,376	1,290	
資本財	625	1,087	1,454	1,430	
そ の 他	269	444	369	572	
総 計	1,954	3,090	3,802	3,787	2,688
◇貿易収支	1,722	826	△553	△557	327

（出所：Banco Central de Reserva del Peru）

ペルーの鉱産物品別輸出額（単位100万ドル）

	1979	1980	1981	1982	1983
銅	693	752	529	459	443
鉄 鋳 石	85	95	93	108	75
鉛	330	383	219	190	293
銀	220	315	312	206	391
亜 鉛	174	210	267	247	307
鉱産物計	1,504	1,755	1,420	1,210	1,509

ペルーの鉱産物輸出数量（単位 $\times 10^3$ (T), $\times 10^6$ (M)）

	1979	1980	1981	1982	1983
銅 (T-MT)	377	350	324	331	292
鉄 鋳 石(M-LT)	5.7	5.7	5.3	5.7	4.3
銀 (M-OZ)	23.8	16.0	28.1	26.0	32.7
鉛 (T-MT)	156	152	146	171	191
亜 鉛(T-MT)	422	468	477	467	522
原油・石油類(M-BL)	24.1	22.5	19.9	22.6	

（出所：Banco Central de Reserva del Peru）

ペルーの鉱産物生産量（含有金属量，単位 $\times 1,000$ ）

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
					計(製品/半製品/精鉱)	計(製品/半製品/精鉱)
銅 (MT)	376	397	367	342	356(225/95/ 36)	322(191/101/ 30)
銀 (Kg)	1,337	1,364	1,392	1,470	1,654(751/28/876)	1,728(676/30/1,022)
鉛 (MT)	183	184	189	193	176(76/ /100)	205(64/ /141)
亜 鉛(MT)	457	491	488	499	456(158/ /298)	553(154/ /399)
鉄鋳石(MT)	3,275	3,622	3,780	4,007	5,597	4,225
金 (G)	3,361	4,191	4,074	4,820	4,305	4,260
石 油(BL)	55,060	69,952	71,369	70,431	71,211	62,600

（出所：Ministerio de Energia y Minas）

2) 鋳産物生産量

ペルーの主要鋳産物生産量は前表のとおりである。加工度については、在来のおロヤ (Oroya) 銅・鉛・亜鉛製錬所に加え、イロ (Iro) 銅製錬所の本格稼働があり、1981年にはカハマルキージャ (Cajamarquilla) 亜鉛製錬所の稼働が加わり、最近では、地金・プリスターなどの製品・半製品の生産比率が上昇している。

銅については、カホーネ鋳山やセロ・ベルデ鋳山の開発・操業があり、1977年生産量が急増したが、その他の鋳種については生産は頭打ち傾向にある。斑岩銅鋳床のトケバラ、カホーネ鋳山及びセロ・ベルデ鋳山、鉛・亜鉛塊状硫化鋳床のセロ・デ・パスコ鋳山などの一部の露天掘大規模鋳山を除けば、ペルーの鋳業は多数の中小規模鋳山に支えられている。

3) 主要鋳山生産量 (年間産出金属量: 1981-1982, 単位 MT×1,000)

(1) 主要銅鋳山 (Cu 2,500 t/y 以上)

Cerro Verde (31.5— 34.0)	Condestable (2.4— 3.2)
Centromin (25.8— 23.1)	Condoroma (4.0— 2.7)
Southern (227.7—259.3)	Nor-Peru (2.8— 3.3)
Atalaya (3.1— 3.0)	Pativilca (4.5— 5.5)

(2) 主要鉛鋳山 (Pb 5,000 t/y 以上)

Centromin (74.6— 72.6)	Huaron (5.8— 6.3)
Arianza (8.4— 6.6)	Milpo (10.4— 14.1)
Atacocha (13.3— 14.9)	Raura (5.6— 10.9)
Del Madrigal (6.0— 6.1)	Santa Luisa (7.3— 11.0)

(3) 主要亜鉛鋳山 (Zn 15,000 t/y 以上)

Centromin (215.0—217.5)	S. Morococha (40.1— 58.3)
Atacocha (18.7— 19.1)	Santa Luisa (18.3— 25.0)
Gran Bretana (16.4— 17.5)	Santander (26.2— 28.6)
Milpo (24.1— 25.3)	Volcan (21.4— 20.1)

(4) 主要銀鋳山 (Ag 50,000 kg/y 以上)

Centromin (421.4—425.6)	Buenaventura (101.1—198.8)
Southern (63.8— 71.9)	Castrovirreyna (56.6— 46.9)
Arcata (78.7— 89.1)	Huampar (58.4— 63.6)
Arianza (66.1— 53.9)	Milpo (49.9— 67.8)

(出所: La Minería en el Perú-83)

第4章 調査概要

4-1 オヨン地域調査(1979-1981年度)

1979年度、オヨン(Oyon)地域に対して、資源開発協力基礎調査の一環として、地質調査・地化学調査が実施され、イスカイクルス(Iscaycruz)地域に分布するサンタ層石灰岩中に鉛・亜鉛の鉍化示徴の存在が確認された。1980-1981年度、イスカイクルス地域に対して、地質精査のほか、下記の物理探査及びボーリング調査が継続実施された。

- (1) 地質精査：面積40 km²
- (2) 物理探査：IP法；15測線，測線長35 km
EM法；10測線，測線長13 km
- (3) ボーリング調査：11箇所，12本，掘進長2,630 m

これらの各種調査により、リンベ(Limpe)地区、リンベ南(Tinyag)地区などで高品位鉛・亜鉛鉍石部の賦存が確認され、イスカイクルス地域が金属鉍物資源開発のポテンシャルを有することが判明したので、より精度の高い探鉍調査へ移行することが要望された。

4-2 第1年次(1982年度)調査

イスカイクルス地域に対して、経済的鉍量の把握を目標とする次段階の資源開発協力基礎調査が計画された。次段階の調査として、地表ボーリング調査を継続するほか、リンベ地区を対象に、坑道調査と坑内ボーリング調査の組合せにより精度の高い探鉍調査が立案された。

坑道調査は、チムー(Chimu)層中に基幹坑道を掘削し、これよりクロスカット坑道を延長し、サンタ層中の鉍化帯へアプローチする方法が選択された。クロスカット坑道の中間部及び下部に対しては、坑内ボーリングで補間することとした。坑道掘削は、工期上の制約があるため、約1,400 m離れた南北2地点、標高差約120 mに2坑口-N坑及びS坑を開削し、南北両面から、2坑準で鉍化帯中心部へ向うこととした。

N坑坑口：位置(E=310, 357, N=8,809, 095)，標高4,689 m

S坑坑口：位置(E=310, 968, N=8,807, 861)，標高4,570 m

第1年次(1982年度)の坑道調査は、N坑直進坑310 m、S坑直進坑270 m、合計580 mである。ボーリング調査は、リンベ地区で5地点5本、掘進長1,300 mの地表ボーリングが実施され、IC-2孔で銅・鉛・亜鉛富鉍部が捕捉された。

第1年次調査は、道路の復旧・拡巾・切換、仮設工事、大型機材の搬入、燃料油の手当・補給などの準備作業に長期間を要した。更に、集中豪雨による道路の崩壊・流失、交通途絶が重なり、坑道調査は難行・遅延した。ボーリング調査は、悪天候と脆弱な岩質に悩まされた。

4-3 第2年次(1983年度)調査

第2年次(1983年度)は、N坑直進坑200m、N坑クロスカット-1坑150m、S坑直進坑330m、合計680mの坑道が掘削された。N坑クロスカットは、約80mにわたってサンタ層鉱化帯を盾入掘進することにより、巾12mの亜鉛鉱石部を捕捉した。

ボーリング調査としては、N坑で2本、440m、S坑で2本、470m、合計910mの坑内ボーリングが実施された。

S坑では、ボーリング孔(IC-8、IC-9)より強酸性水(pH=1)の湧水があり、ボーリング作業は難行した。第2年度も豪雨による道路の崩壊・流失があり、又峠付近では豪雪による雪崩発生があり、長期間交通が途絶し、作業は難行した。

4-4 第3年次(1984年度)調査

第3年次(1984年度)の坑道調査として、N坑クロスカット-2坑175m、S坑直進坑346m、S坑クロスカット-1坑141m、S坑クロスカット-2坑86m、合計748mが掘削され、S坑クロスカット-2坑で高品位鉛・亜鉛鉱石部に着鉱した。

ボーリング調査は、リンベ地区で地表ボーリング1本、180m、N坑で坑内ボーリング3本、計680m、S坑で坑内ボーリング3本、計480m、リンベ南地区で地表ボーリング3本、計560m、合計10本、1,900mが実施された。このうちN坑の2本(IC-11、IC-12)、S坑の1本(IC-14)、リンベ南地区の1本(IC-18)、計4本で高品位鉱石部が捕捉された。

S坑直進坑は、掘削方向に平行する破砕帯が続き掘削工程は大巾に低下した。又、大規模な空洞が出現し、坑道の切換を余儀なくされた。S坑クロスカットでは、強酸性水(pH=1)の出水があり、機械設備は多大の損傷を蒙り、レールの交換と作業の中断を余儀なくされた。上記に加えて11月より治安問題が発生し、作業の中断と能率低下を余儀なくされるなど、両工事とも難行・遅延し、全工事の完了は1985年6月となった。

第5章 地質概要

5-1 広域地質概要

イスカイクルス地域及びその周辺地域は、層序の上では、Cobbing (1973)による白亜紀堆積盆地帯 (Zona de la Cuenca Cretacea) に在り、地質構造上、Wilson (1967) による褶曲一衝上断層帯 (Zona de Pliegues y Sobreescurrecimientos) に位置している。

本地域には白亜紀の堆積岩類が広く厚く分布している。下部は主に珪質砂岩、頁岩などより成る砕屑岩類、上部は泥灰岩と頁岩を伴う石灰岩類、最上部が赤色層である。

下部の砕屑岩類は、下位よりオヨン (Oyon), チムー (Chimu), サンタ (Santa), カルワス (Carhuaz) 及びファラット (Farrat) の各累層に区分される。上部の石灰岩類は、下位より、パリアウアンカ (Pariahuanca), チュレック (Chulec), パリアタンボ (Pariatambo), フマーシャ (Jumasha) 及びセレンディン (Celendin) の各累層に区分される。最上部がカサパルカ (Casapalca) 赤色層である。

これらの白亜紀堆積岩類は、第三紀のカリプイ (Calipuy) 火山岩類に不整合に覆われ、さらに第三紀以後のトータル岩、石英安山岩、花崗斑岩などに貫入されている。

白亜紀堆積岩類は、アンデス造山運動に伴う激しい構造運動を蒙り、NNW-SSE方向を軸とする複合褶曲構造を造っている。通常、2~3 kmの周期で、時に数10 mの周期で、背斜及び向斜を繰返しており、同一の地層が何回も地表に露出している。複合褶曲構造は、褶曲軸に平行する衝上断層を伴っている。

本地域の東側には、主に古生代の堆積岩類及び先カンブリア紀の変成岩類より成る東部山脈が走っている。西側には、第三紀の火山岩類が連続分布し、これにアンデス・パソリスが巨大な面積を占めて貫入している (Fig. 3 参照)。

5-2 イスカイクルス地域地質概要

イスカイクルス地域は、オヨンの南南東6 kmから18 km、北端のカナイパタ (Canaypata) から南端のアンタパンパ (Antapampa) にかけての地域である (Fig. 2 参照)。

本地域の東側には、NNW-SSE方向に背斜軸が走り、白亜系最下位層であり砂岩・頁岩互層で石炭層を挟むオヨン層、及び珪岩又は珪質砂岩より成り層厚600~700 mに達するチムー層が背斜軸に沿って分布し、暗灰色~暗褐色を呈しデコボコの多い荒々しい山塊を造っている。本地域の西側には、NNW-SSE方向に向斜軸が走り、白亜系上位層で層厚1,400 mに達する塊状石灰岩より成るフマーシャ層が分布し、明灰色に輝く急峻な山嶺を造っている。両山塊の中間部には、層厚500~700 mで頁岩・砂岩互層より成るカルワス層が分布し、地形上の鞍部を造っている。

チム一層とカルワス層の間には、主としてよく成層した青灰色の石灰岩より成り50~100 mの層厚を有するサンタ層が細長く分布し、本層がイスクルス鈹化帯の母岩となっている。サンタ層は、褶曲構造の翼部に位置し、著しい折畳褶曲のため、その傾斜はほぼ垂直であり、本地域の中央部リンベ(Limpe)地区・リンベ南(Tinyag)地区では逆転構造を造っている。

火成岩としては、本地域北部のイスクルス峠(Cumbre de Iscaycruz)西方の向斜軸付近に貫入した石英安山岩質斑岩、及び中南部のクンシャ・プンタ峠(Cumbre de Cunsha Punta)の背斜軸付近を中心に活動した複合酸性岩脈がある(Fig.4参照)。

5-3 地 史 概 要

イスクルス地域は、中部アンデス山系を構成する西側の主列である西部アンデス山脈(Cordillera Occidental)の中軸部に位置し、主として激しく褶曲した白亜紀の堆積岩類が分布する。本地域の東側には、主に古生代の堆積岩類及び先カンブリア紀の変成岩類より成る東部アンデス山脈(Cordillera Oriental)が走っている。本地域の西側には、第三紀の火山岩類が連続分布し、これにアンデス・パソリスが巨大な面積を占めて貫入している(Fig.3参照)。

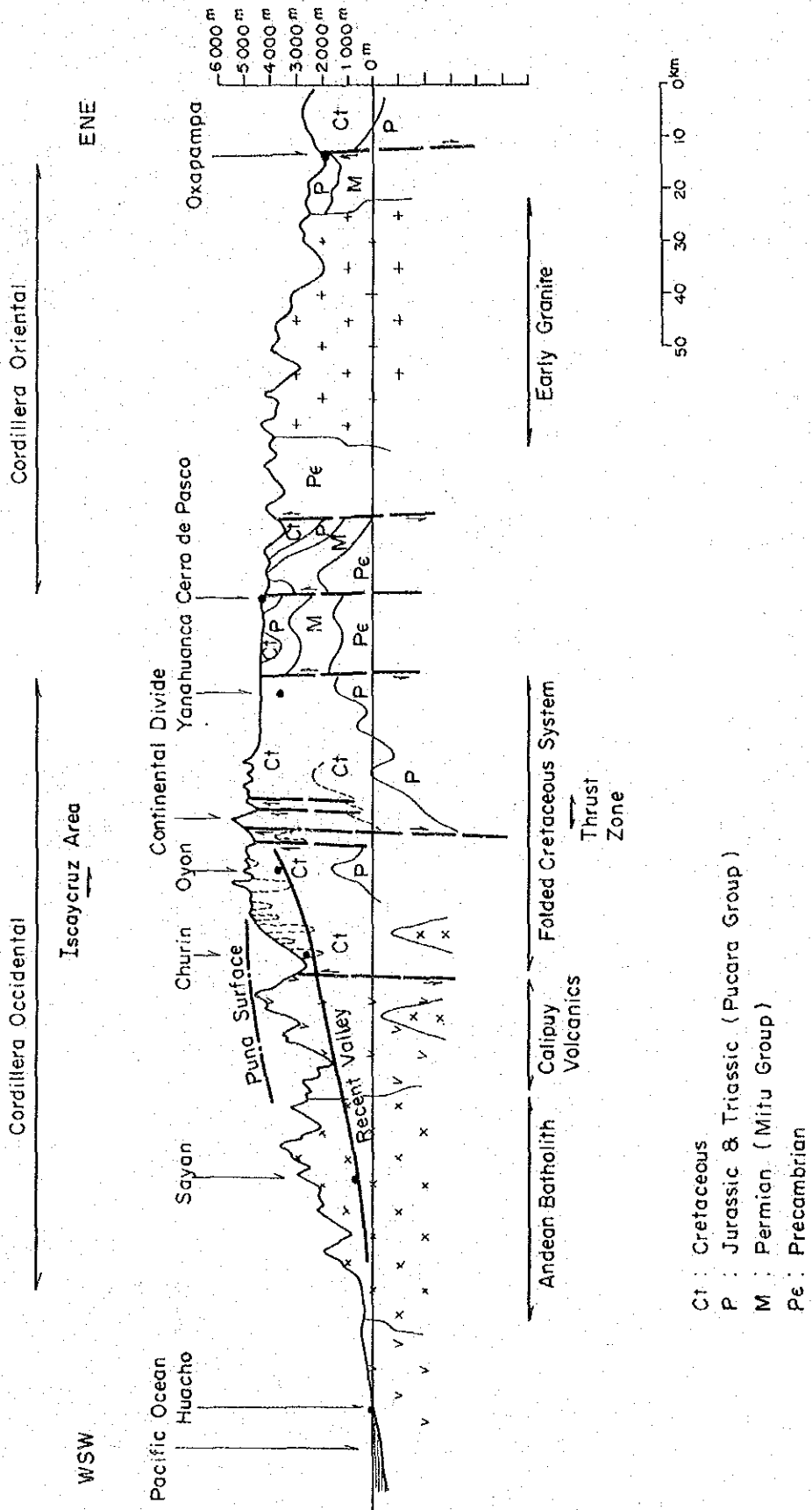
本地域の地質活動は、白亜紀に入って本格化した。白亜紀に、南アメリカ大陸を縁取って堆積した古生界や三疊系及びジュラ系の西縁に、外洋から隔離した細長い船底状盆地が発達した。ここに多様な岩相を持つ堆積岩が集積した。白亜紀初期には東側の陸地より大量の砕屑物が運ばれ、石炭を挟在する砕屑岩が堆積した。白亜紀中期には海進が進み石灰岩の厚層が形成された。白亜紀後期には海退に伴う陸化が進み、赤色層が堆積した。

白亜紀末になると、この堆積盆地の西縁に火山活動が始り、その活動は第三紀に頂点に達した。長大な火山弧が形成され、大量の安山岩質溶岩と火山灰流が噴出し、その下部に大量の深成岩体が貫入した。第三紀火山岩類の分布は、延長2,000 kmにわたって、ペルー国土を南北に縦断している。その西側に、太平洋岸に沿って分布する巨大なアンデス・パソリスは、以後の侵食によって火山の土台が露出したもので、かつて西部山脈の脊柱を造っていたと考えられている。

地表で火山活動を起すマグマが、地表下に侵入すれば深成岩体を造る。第三紀の激しい火山活動は、アンデス造山帯の特徴であり、大量の溶岩の噴出と深成岩体の貫入をもたらした。その結果、地殻が著しく膨脹し、強大な圧縮力と上昇力を生じた。これが東方へ伝わり、東部山脈や西部山脈の厚い堆積岩地帯に、著しい褶曲と隆起を引起す原動力となったと考えられる。プレート・テクトニクスの解釈によれば、マグマはサブダクションするプレートの部分融解によって継続的に供給されたと考えられる。

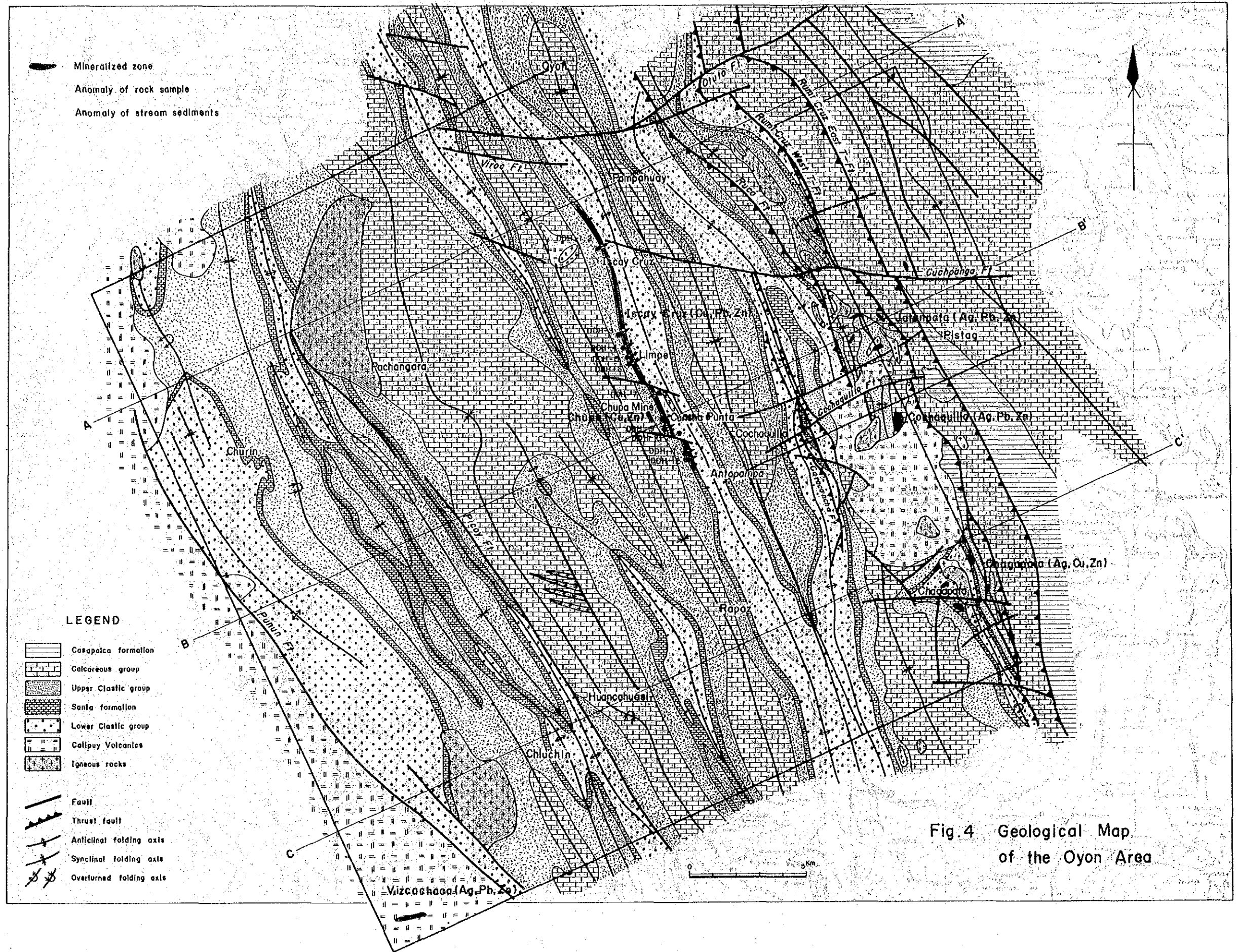
火山岩と深成岩の生成年代は、ジュラ紀より第四紀にわたっているが、その活動は、時代とともに海岸地帯より西部アンデス中軸部へ向け、東方へ移動している。西部アンデス地域の金属鉱床の大部分は、第三紀以後の新期火成活動に関連して生成したと云われている。

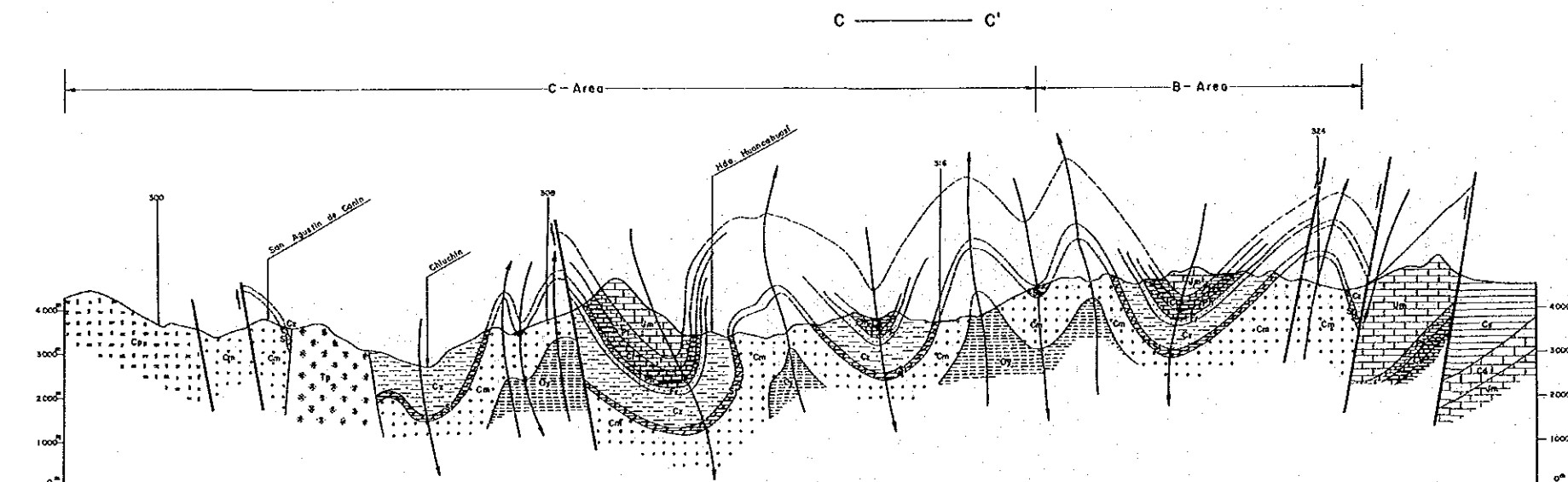
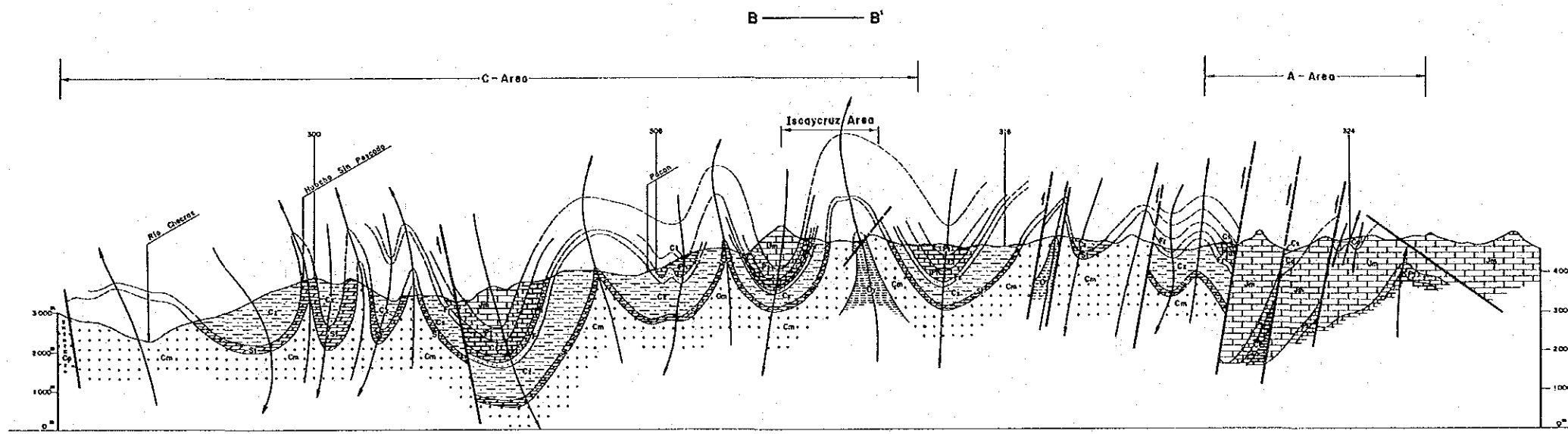
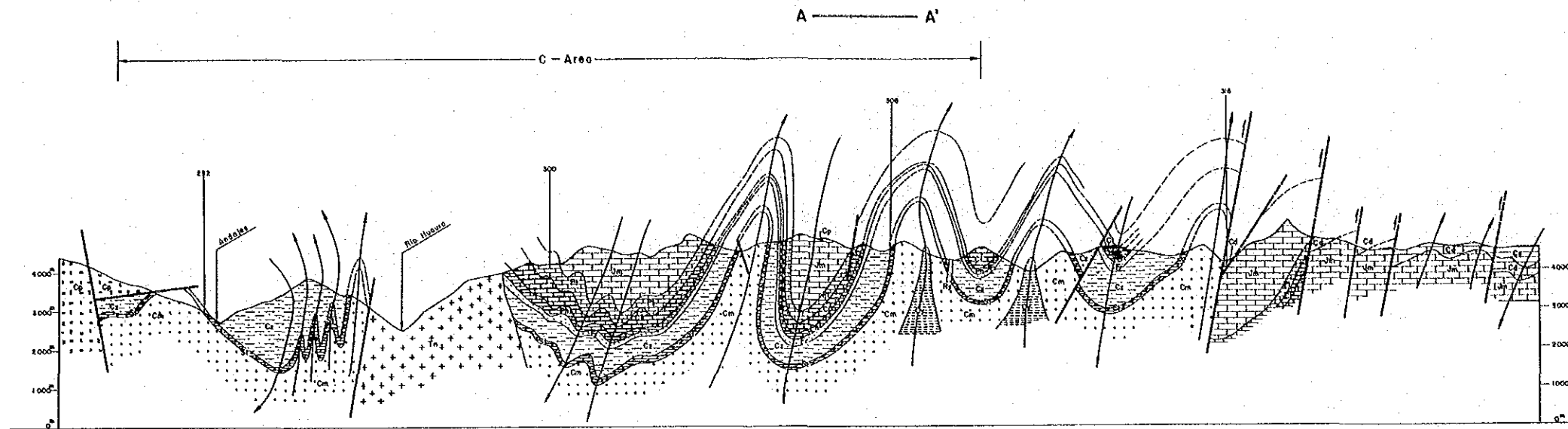




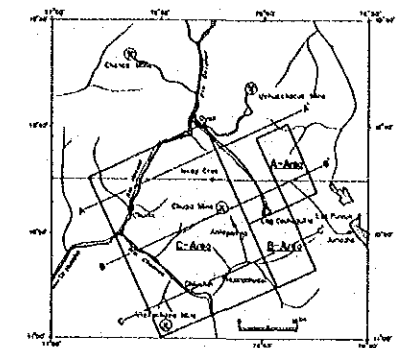
- Ct : Cretaceous
- P : Jurassic & Triassic (Pucara Group)
- M : Permian (Mifu Group)
- Pe : Precambrian

Fig. 3. Schematic Profile of the Central Andes Area





INDEX



LEGEND

SEDIMENTARY ROCK

Quaternary	Q	Alluvium
Tertiary	Ca	Cosapoca formation
	Ce	Celadina formation
	Jm	Jumasho formation
	Pa	Paralemba formation
	Ch	Chilec formation
Cretaceous	Pa	Parishuenco formation
	Fa	Ferrat formation
	Co	Corhuaz formation
	So	Santa formation
	Cl	Chimu formation
	Oy	Oyon formation

IGNEOUS ROCK

Rhyolite, Quartz porphyry	Ry, Qp
Tonalite porphyry	Tp
Tonalite	Tn
Caltepey volcanics	Ca, Cp, V

- Fault
- Anticlinal folding axis
- Synclinal folding axis
- A—A' Geological section line



Fig. 5 Geological Profile of the Oyon Area

第6章 鋳床概要

6-1 鋳床概況

イスカイクルス地域は、Bellidoほか(1972)による、西部アンデス鋳床生成区(Provincia Metalogenica Andina Occidental)内の高原台地多金属鋳床生成亜区(Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano)に位置する。本調査地域の周辺には、ラウラ(Raura)鋳山(Pb・Zn)、ウチュクチャクア(Uchucchacua)鋳山(Ag)、アタコチャ(Atacocha)鋳山(Pb・Zn・Ag)、セロ・デ・パスコ(Cerro de Pasco)鋳山(Pb・Zn・Ag)、ウアロン(Huarón)鋳山(Pb・Zn・Ag)、サントアンデル(Santander)鋳山(Cu・Zn)など多くの鉛・亜鉛・銀中堅鋳山が稼動している。

イスカイクルスの隣接地域の鋳床は、鋳種・形態・成因により、次のように分類される。イスカイクルス鋳化帯では、後マグマ期(post-magmatic stage)の接触交代作用(contact metasomatism)と熱水期(hydrothermal stage)の熱水交代作用(hydrothermal replacement)が共存するのが特徴であり、高温条件で生成したスカルンは後退変質作用(regressive metamorphism)を蒙っている。

(1) 白亜紀石灰岩類中に形成された銅・鉛・亜鉛高温交代鋳床

ラウラ鋳床, チュバ(chupa)鋳床, イスカイクルス鋳化帯の一部

(2) 白亜紀石灰岩類中に胚胎した鉛・亜鉛・黄鉄鋳熱水性交代鋳床

イスカイクルス鋳化帯

(3) 白亜紀石灰岩類中の銀・鉛・亜鉛鋳脈鋳床

ウチュクチャクワ鋳床, ラウラ鋳床の一部

(4) 第三紀火山岩類及び貫入岩中の銀・鉛・亜鉛鋳脈鋳床

チャンカ(chanca)鋳床, ラウラ鋳床の一部

6-2 イスカイクルス鋳化帯

イスカイクルス鋳化帯は、サンタ層石灰岩中に胚胎し、北端のカナイパタより南端のアンタパンバにかけて、延長12kmにわたって断続分布する。鋳徴としては、鉛・亜鉛を含有する黒色ゴッサン(gossan)、方鉛鋳・閃亜鉛鋳を濃集する塊状黄鉄鋳鋳床、黄銅鋳・閃亜鉛鋳を濃集するスカルン鋳床、黄銅鋳・閃亜鉛鋳を鋳染する赤鉄鋳鋳床、菱鉄鋳鋳層中の方鉛鋳・閃亜鉛鋳の鋳染鋳床などがある(Fig.6参照)。

地表部に広く分布する黒色ゴッサンの構成鋳物は、主として針鉄鋳(goethite)・石英・カオリナイトで、マンガン酸化物及び菱鉄鋳を伴う。含有金属成分の大部分は、含水フランクリン鋳(chalcophanite)・菱亜鉛鋳(smithsonite)などの酸化物に由来している。黒色ゴッサン

は、マンガン成分に富む菱鉄鉱の酸化産物である。

塊状黄鉄鉱鉱床は、黄鉄鉱を主体とし、磁硫鉄鉱・白鉄鉱を含み、時に方鉛鉱・閃亜鉛鉱又は黄銅鉱を濃集する。鉱体内には晶洞がよく発達しており、周辺部では赤鉄鉱が生じている。閃亜鉛鉱中には点滴状黄銅鉱が包有されている。

スカルン鉱床の主要鉱物は、透角閃石・ざくろ石・緑れん石・石英などであり、含有される鉱石鉱物は黄銅鉱・閃亜鉛鉱・磁鉄鉱を主とする。

鉱床母岩の変質としては、珪化、絹雲母化、粘土化、菱鉄鉱化、ドロマイト化、角礫化などが著しい。鉱化作用と関係を有する火成岩には、クンシャ・プンタ峠付近のオヨン層及びチム一層中に貫入した酸性岩脈がある。

断裂系としては、褶曲軸に斜交する方向のWNW—ESE系及びNNE—SSW系の剪断断層、ENE—WSW系の破断断層、地層と平行する方向の衝上断層及び層面断層の発達が顕著である。

イスカイクルス鉱化帯は全長12 kmにわたって分布するが、鉱石鉱物濃集の程度は断続的に変化に富む。全体的にみると、酸性火成岩の活動の中心に最も近いリンベ南地区に、Cu・Znを主とするスカルン鉱床が生成している。その北方及び南方に隣接するリンベ地区及びクンシャ・プンタ地区に、塊状硫化鉄鉱床が形成されPb・Znを濃集している。さらに最外側のイスカイクルス峠地区及びアンタバンパ地区には、マンガン成分に富む菱鉄鉱層中のPb・Zn鉱染鉄鉱床が胚胎している。これら各タイプの鉱床は酸性火成岩を中心に累帯分布し、一連の鉱化帯を形成していると考察される。

6-3 チュパ鉱床

チュパ(chupa)鉱床は、リンベ南・スカルン露頭の西方約600 mに位置し、パリアウァンカ層石灰岩の一部を交代したスカルン鉱床であり、主に亜鉛・銅を伴う。本鉱床は、かつて2レベルで坑道探鉱が行われ、各々富鉱部が捕捉されている。

鉱床母岩であるパリアウァンカ層は、層厚約100 mの塊状石灰岩より成り、走向NNW—SSE、75°—85°東へ傾斜し、逆転構造を造っている。東側には見掛上位のファラット層砂岩が、西側には見掛下位のチュレク層泥灰岩・石灰岩が分布する。鉱床付近には、ENE—WSW系及びE—W系断裂群が発達しており、鉱化作用はこの断裂系に強く規制されている。

鉱体のおよその規模及び各坑準でランダムに採取された2 m長チャンネル・サンプリング試料の分析結果は次のとおりである。



	鉍体規模 (m ²)	サンプル 数	サンプル 延長(m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
地 表 露 頭	1,400						
4,615 m坑準	1,500	10	20	25	0.27	0.13	21.59
4,600 m坑準		3	6	29	0.15	0.36	15.64
4,560 m坑準	1,500	17	34	30	1.07	0.07	9.67

スカルン鉍物は、透角閃石・灰鉄輝石・石英・菱鉄鉍が主で、緑泥石・絹翼母・緑れん石・珪灰鉄鉍などを伴っている。鉍石鉍物は、閃亜鉛鉍・黄鉄鉍・磁鉄鉍が主で、他に黄銅鉍・磁硫鉄鉍・輝蒼鉛鉍(bismuthinite)などが認められる。

本鉍床の近辺には火成岩は発見されていないが、本鉍床の生成は、イスカイクルス鉍化帯と同一の鉍化作用にもとづくもので、酸性火成岩の活動に由来するものと推測される。

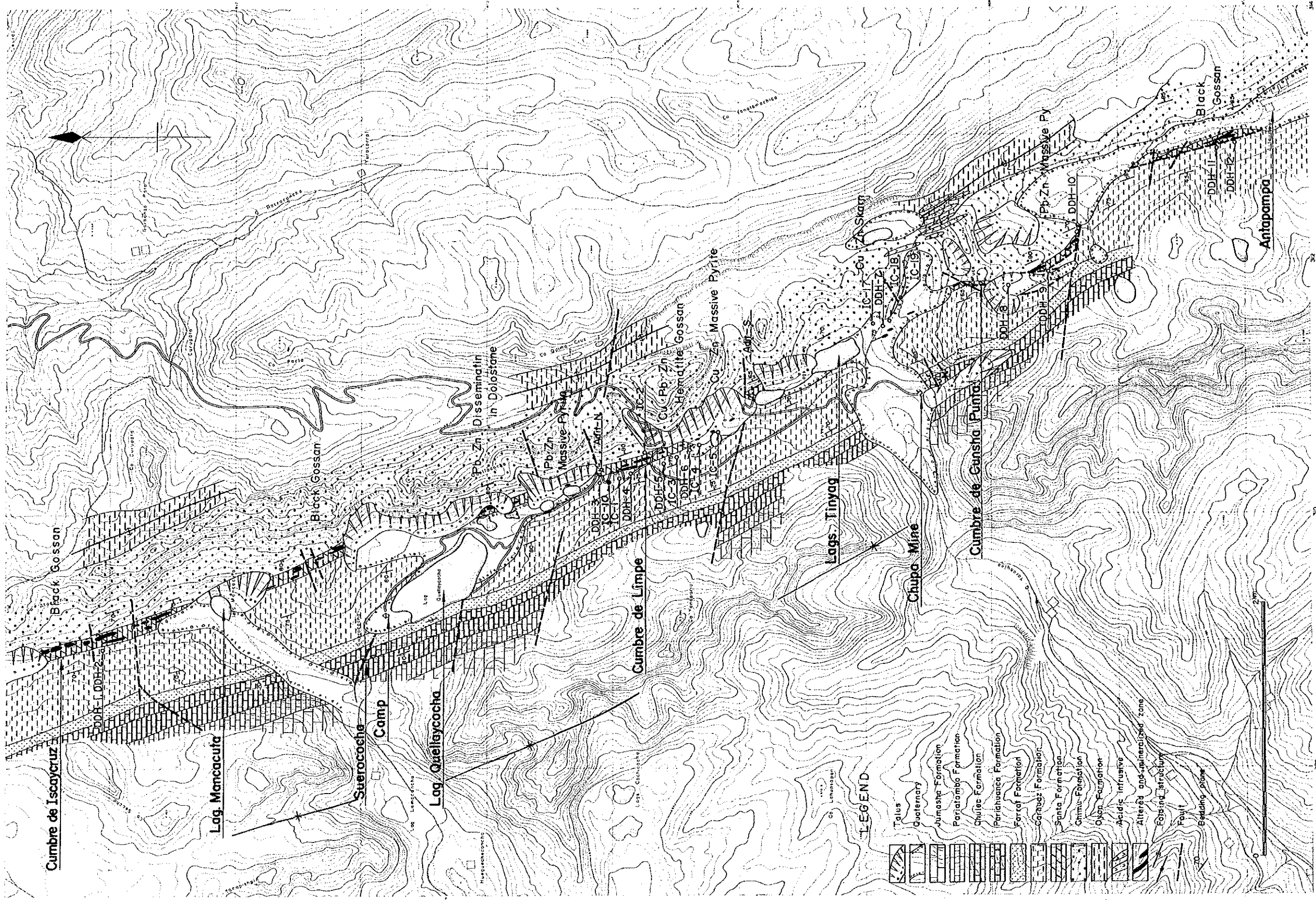


Fig. 6 Geological Map of the Iscaycruz Area

第7章 調査結果の概要

7-1 ボーリング調査結果

オヨン・イスカイクルス地域で実施されたボーリング調査は次のとおりである。

	1980	1981	1982	1983	1984	計
リンベ地区地表	150(1)	690(3)	1,300(5)		180(1)	2,320(10)
リンベ地区坑内				910(4)	1,160(6)	2,070(10)
リンベ南地区地表		230(1)			560(3)	790(4)
リンベ北部地表	400(2)					400(2)
クンシャ地区地表		600(3)				600(3)
アンタパンバ地表		560(2)				560(2)
計	550(3)	2,080(9)	1,300(5)	910(4)	1,900(10)	6,740(31)
合計		2,630(12)		4,110(19)		6,740(31)

(単位：m, ()本数)

合計30本の全ボーリング孔で顕著な鉱徴が確認されたが、そのうち11本で高品位鉱石部が捕捉された。リンベ地区及びリンベ南地区で捕捉された主要鉱石部をTable 4に示す。

リンベ地区の鉱床層準としては、サンタ層中の下盤層準(D)と上盤層準(U)2層準が顕著である。最も鉱況優勢なのが下盤鉱体であり、その規模・品位は次のとおりであり、鉱体はPb+Zn 30-50%の高品位部とPb+Zn 10%台の低品位部から構成されている。

走向延長	約300 m
垂直延長	150 m以上
層厚	10 m-30 m
平均品位	Ag65g/t, Pb26%, Zn22%

下盤鉱体は、走向延長900 m以上にわたって断続的に胚胎しており、層厚は最大11 m、品位はPb+Zn 20%程度である。

7-2 坑道調査結果

リンベ地区で実施された坑道調査は次のとおり、掘削長累計2,008 mである。

	1982	1983	1984	計
N坑直進坑	310	200	—	510
クロスカット-1	—	150	—	150
クロスカット-2	—	—	175	175
S坑直進坑	270	330	346	946
クロスカット-1	—	—	141	141
クロスカット-2	—	—	86	86
計	580	680	748	2,008

(単位：m)

坑道調査の結果、3個所で鉱石部に着鉱した。その規模・品位とボーリング調査結果との対比を、下記に示した。坑道調査の確認結果は、ボーリング調査の確認結果をやや上廻る傾向が認められるが、両者は大体一致しておりよく対応している。

	水平巾(m)	Ag(g/t)	Cu%	Pb%	Zn%	備考
NX-1 (U ₃)	11.8	8	0.10	0.07	17.17	
DDH-4 (U ₂)	9.5	13	0.07	0.04	14.49	約70m北方
SX-2 (D ₇)	15.0	182	0.16	3.80	30.10	
DDH-5 (D ₆)	11.9	163	0.14	2.92	27.15	ほぼ同位置
SX-2 (U ₆)	6.0	26	0.08	2.63	11.75	
DDH-5 (U ₅)	3.6	35	1.10	2.89	15.22	約80m上方

(上段は坑道、下段はボーリング)

7-3 鉱石品位の統計解析

1) 概要

鉱石品位(Ag・Cu・Pb・Zn)相互の関係、及びこれと鉱質・鉱床タイプとの関係を検討する目的で、代表的な分析品位について統計解析を実施した。

本解析に使用した分析データは次のとおりであり、特定の地区や特定の鉱質に偏らぬよう配慮した。

(a) 鉱染タイプ(D-type)

51個(DDH-1, DDH-2)

(b) 塊状硫化鉛タイプ (M-type)

164個 (DDH-3, DDH-4, DDH-5, DDH-6, IC-2)

(c) スカルン・タイプ (S-type)

69個 (DDH-7)

2) 解析結果

(1) 平均値

Type of Ore	No. of Samples	Mean (%)				Distribution Ratio			
		Ag	Cu	Pb	Zn	Ag	Cu	Pb	Zn
(a) D-type	51	8.1	0.01	0.71	4.34	14.4	0.8	30.7	18.4
(b) M-type	164	42.5	0.54	1.56	11.98	75.8	44.6	67.5	50.4
(c) S-type	69	5.5	0.66	0.04	7.43	9.8	54.6	1.8	31.2
Av., Total	284	27.4	0.48	1.04	9.51	100	100	100	100

Ag・Cu・Pb・Znとも塊状硫化鉛タイプ (M-type) に集中する傾向が明瞭である。Cuはスカルン・タイプ (S-type) に、Pbは鉛染タイプ (D-type) にも濃集する傾向が認められる。

(2) 相関係数

		Ag	Cu	Pb	Zn
(a) D-type	Ag	1.000	0.322	0.128	0.569
	Cu	0.322	1.000	-0.166	0.308
	Pb	0.128	-0.166	1.000	0.296
	Zn	0.569	0.308	0.296	1.000
(b) M-type	Ag	1.000	-0.068	0.450	0.527
	Cu	-0.068	1.000	-0.162	-0.261
	Pb	0.450	-0.162	1.000	0.282
	Zn	0.527	-0.261	0.282	1.000
(c) S-type	Ag	1.000	0.527	-0.195	0.534
	Cu	0.527	1.000	-0.145	0.409
	Pb	-0.195	-0.145	1.000	-0.316
	Zn	0.534	0.409	-0.316	1.000

鉍染タイプ (D-type) では, Ag-Zn の関係に相関性があり, 相互に密接な関係を有することが推察されるが, Ag-Pb は相関性を有しない。塊状硫化鉍タイプ (M-type) では, Ag-Zn, Ag-Pb の間に相関性が認められる。スカルン・タイプ (S-type) では, Ag-Zn, Ag-Cu のほか, Cu-Zn の間に相関性が認められる。

(3) 因子分析

		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
(a) D-type	Ag	0.598	0.453	-0.074	0.656
	Cu	0.228	0.683	0.684	-0.111
	Pb	0.673	0.693	0.238	0.087
	Zn	0.892	0.338	-0.218	-0.203
(b) M-type	Ag	0.724	0.101	0.086	0.676
	Cu	-0.217	0.594	0.771	-0.056
	Pb	0.685	0.560	-0.455	-0.093
	Zn	0.876	-0.412	0.217	-0.123
(c) S-type	Ag	0.722	0.140	0.017	0.676
	Cu	0.748	0.635	-0.114	-0.149
	Pb	-0.364	0.355	0.860	0.004
	Zn	0.895	-0.398	0.177	-0.088

鉍染タイプ (D-type) 及び塊状硫化鉍タイプ (M-type) では, Ag・Pb・Zn が類似性が高く, スカルン・タイプ (S-type) では, Ag・Cu が類似性が高い。

以上の結果を総合すると, Ag は, Zn 又は Cu に伴われ濃集する傾向があると推察される。

7-4 鉍質について

高品位鉍石部は, 主として閃亜鉛鉍より成り, X線回折分析によれば脈石鉍物は石英が主で, 緑泥石, 菱鉄鉍などより成る。

鉍石部の肉眼的特徴は, 著しい角礫化作用 (brecciation) である。閃亜鉛鉍は角礫化した母岩を交代しており, 更に角礫化した鉍石塊の間隙を鉍質の異なる閃亜鉛鉍が黄鉄鉍・方鉛鉍と共に沈積している。又, 末鉍化の角礫が稀に包有されている。



本鉍石部の閃亜鉛鉍には、肉眼的に下記3種類の鉍質が認められる。

- (a) 帯緑暗灰色閃亜鉛鉍：黄銅鉍微粒を無数に包有し、離溶構造を呈する。純度の高い閃亜鉛鉍単味鉍を形成し、Zn品位は40%から50%台に達する。
- (b) 黒褐色閃亜鉛鉍：黄鉄鉍・方鉛鉍を斑点状及び集合状に含有する。Zn品位は30%から40%台に達する。
- (c) 黄色～淡褐色閃亜鉛鉍：淡色で透明度の高い種類でFe含有量は最も少ないと推定され、鉍染状又は細脈状の産状を呈する。

黄鉄鉍については、次のような産状の違いが認められる。

- (a) 角礫状を呈し、割れ目に沿って閃亜鉛鉍に沈澱・交代される黄鉄鉍。
- (b) 塊状閃亜鉛鉍中に斑点状及び集合状を呈し、閃亜鉛鉍に溶食、交代される黄鉄鉍。
- (c) 塊状閃亜鉛鉍中に樹枝状(dendritic)集合体をなす黄鉄鉍。
- (d) 方鉛鉍・閃亜鉛鉍・黄銅鉍などと共に脈状産状を示す黄鉄鉍で、通常自形を示す。

上述の鉍石鉍物及び鉍床に関わる諸特徴から、本鉍床について、次の性質が考察される。

- (1) 鉍化作用期間中、著しい構造運動を蒙ったこと。
- (2) 鉍化作用に少なくとも2～3回の段階があったこと。
- (3) 比較的低温状態で、鉍石鉍物が比較的短期間に急激に沈積したらしいこと。
- (4) 角礫化作用(brecciation)及び破碎化作用(fracturing)が、鉍化作用と密接に係わり合っていること。

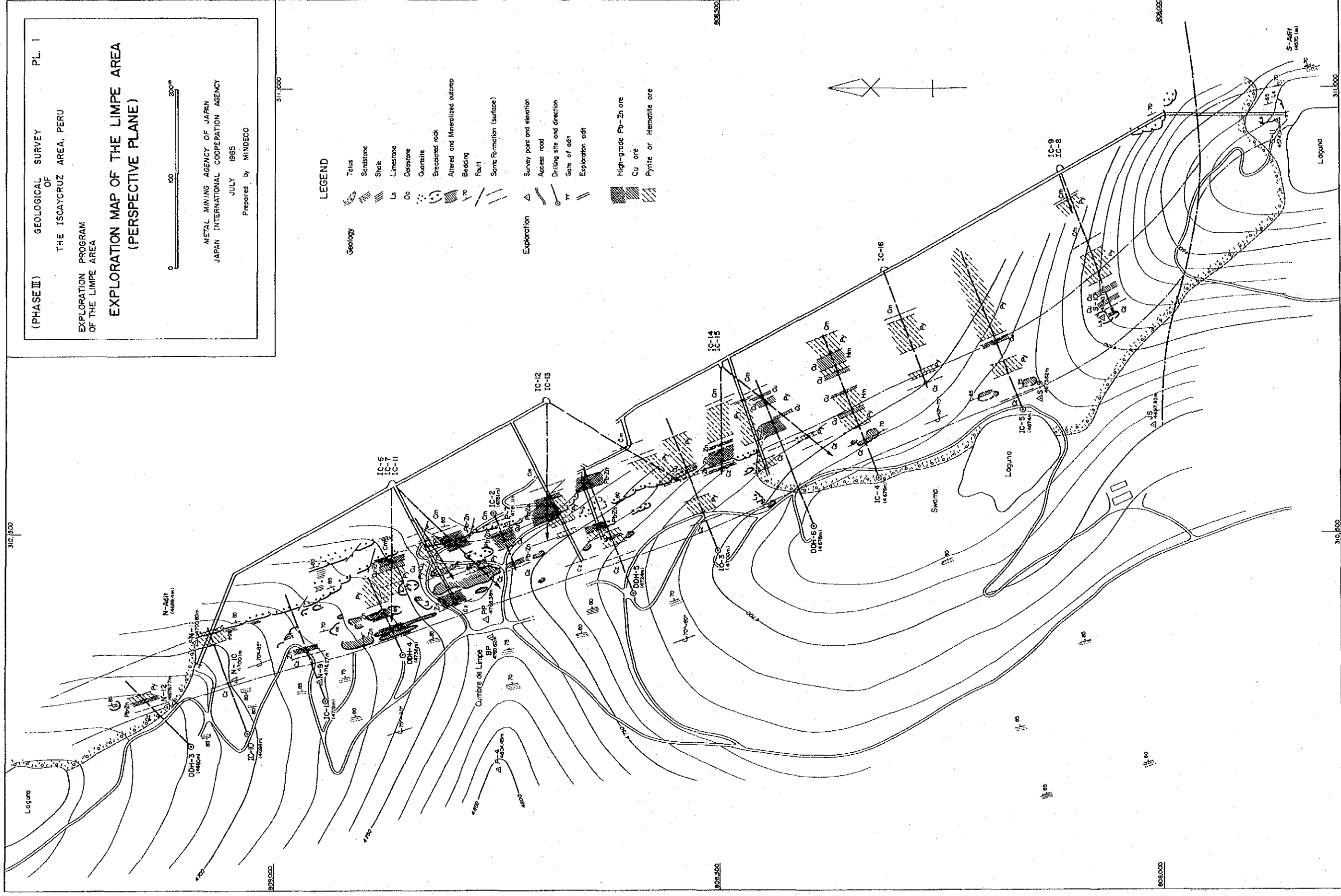


Fig. 7 Exploration Map of the Limpe Area

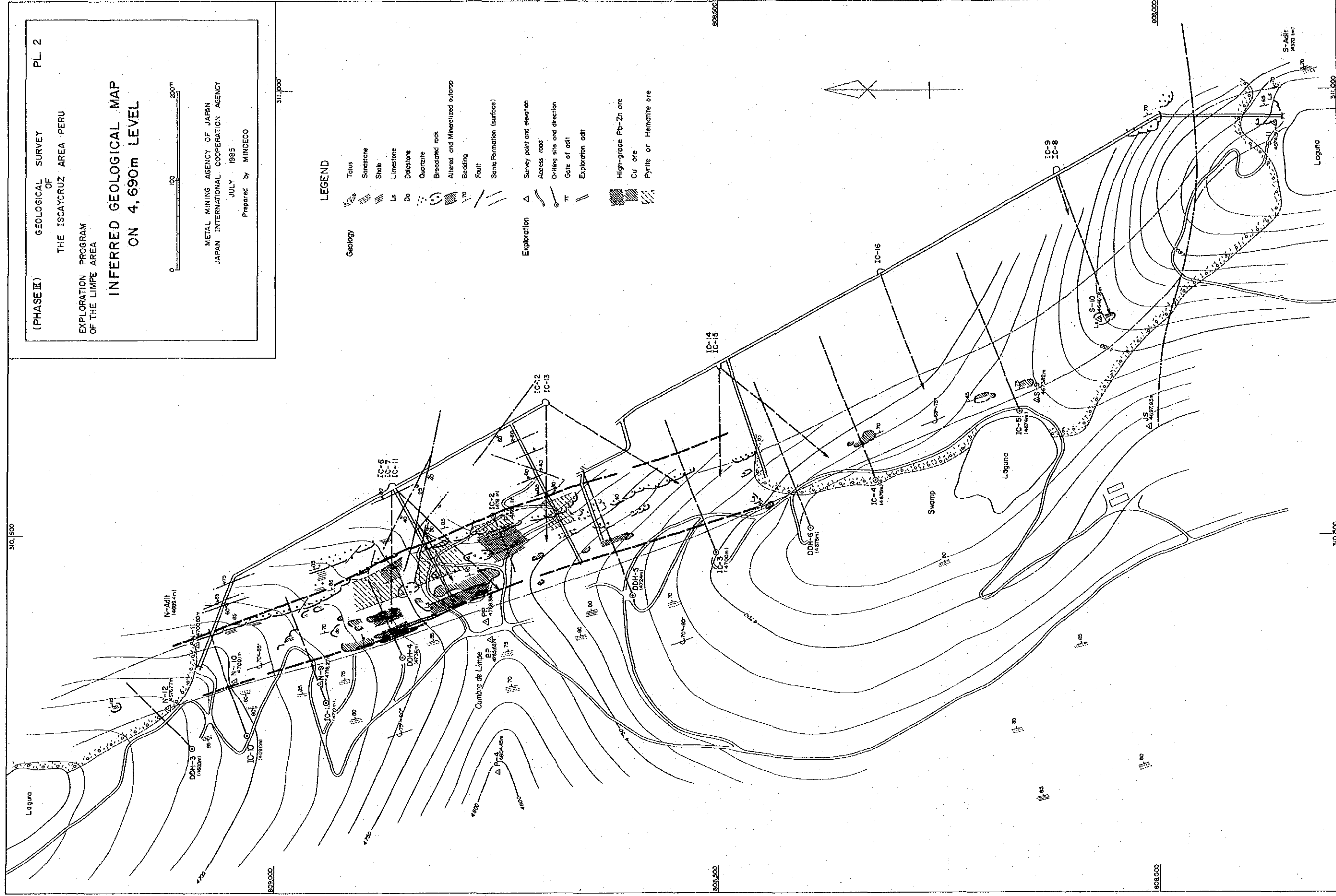
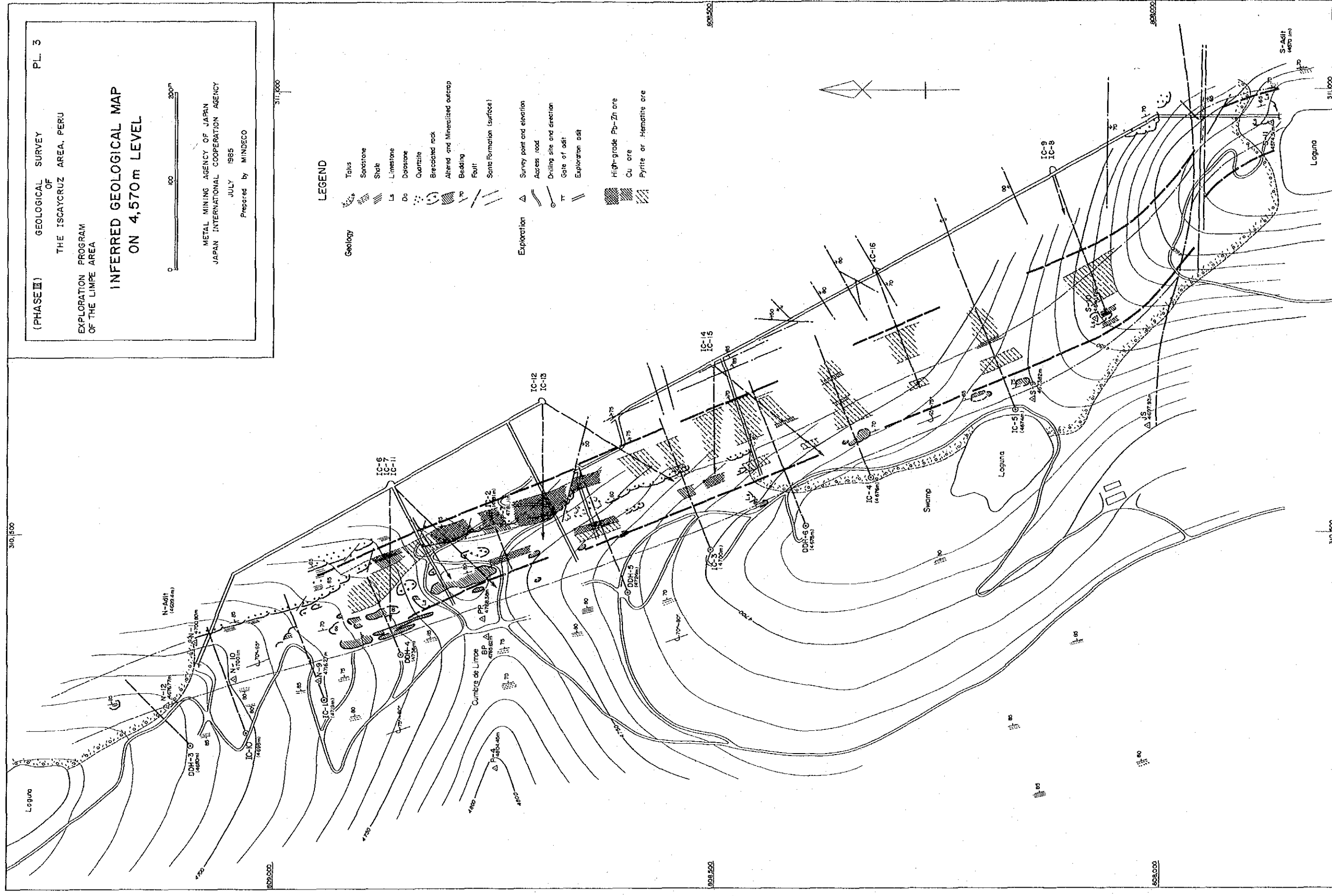


Fig.8 Inferred Geological Map on 4,690m Level



(PHASE II) GEOLOGICAL SURVEY PL. 3
 THE ISCAYCruz AREA, PERU
 EXPLORATION PROGRAM OF THE LIMPE AREA
INFERRED GEOLOGICAL MAP ON 4,570m LEVEL
 METAL MINING AGENCY OF JAPAN
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
 JULY 1985
 Prepared by MINDECO

Fig. 9 Inferred Geological Map on 4,570m Level

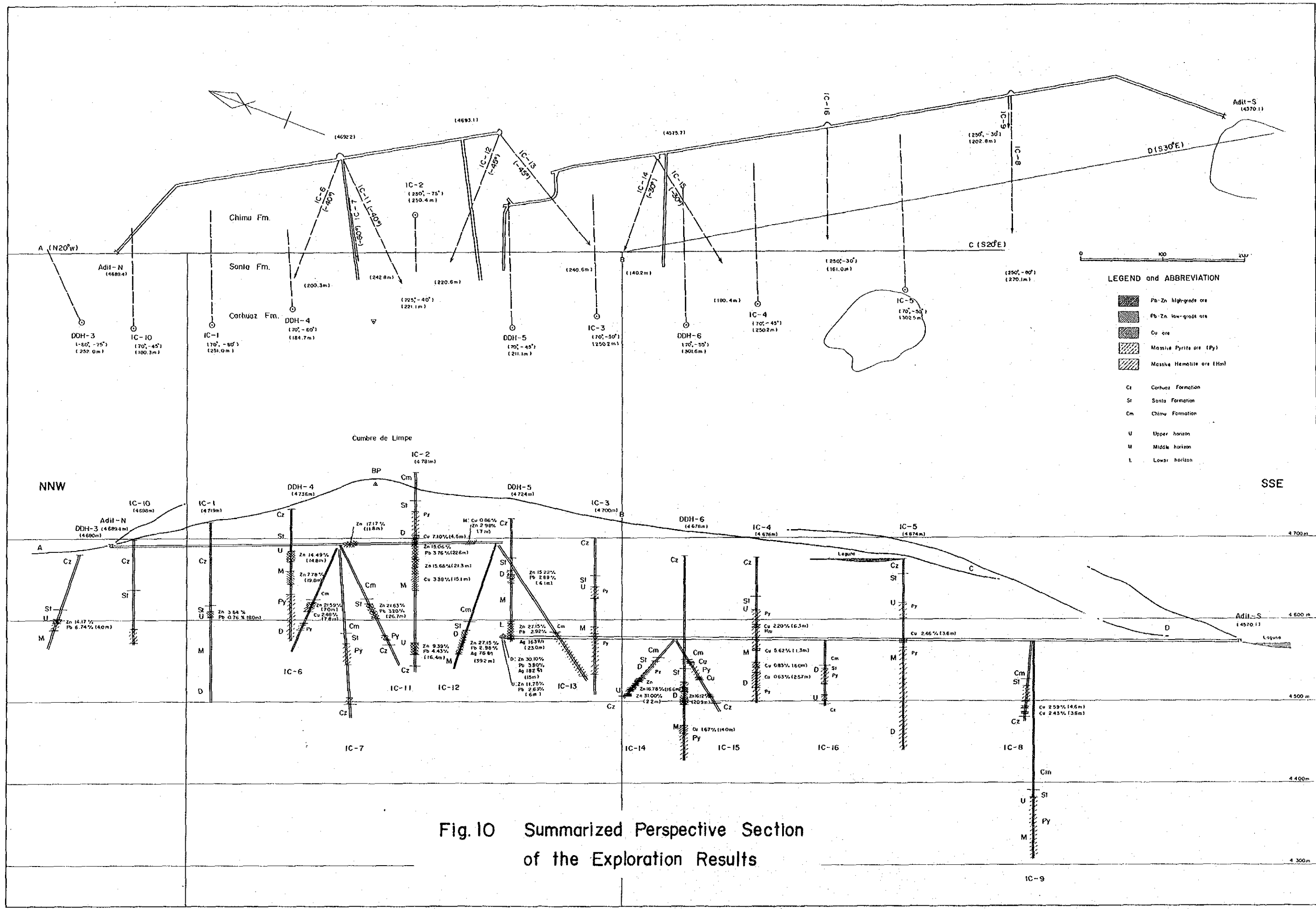


Fig.10 Summarized Perspective Section of the Exploration Results



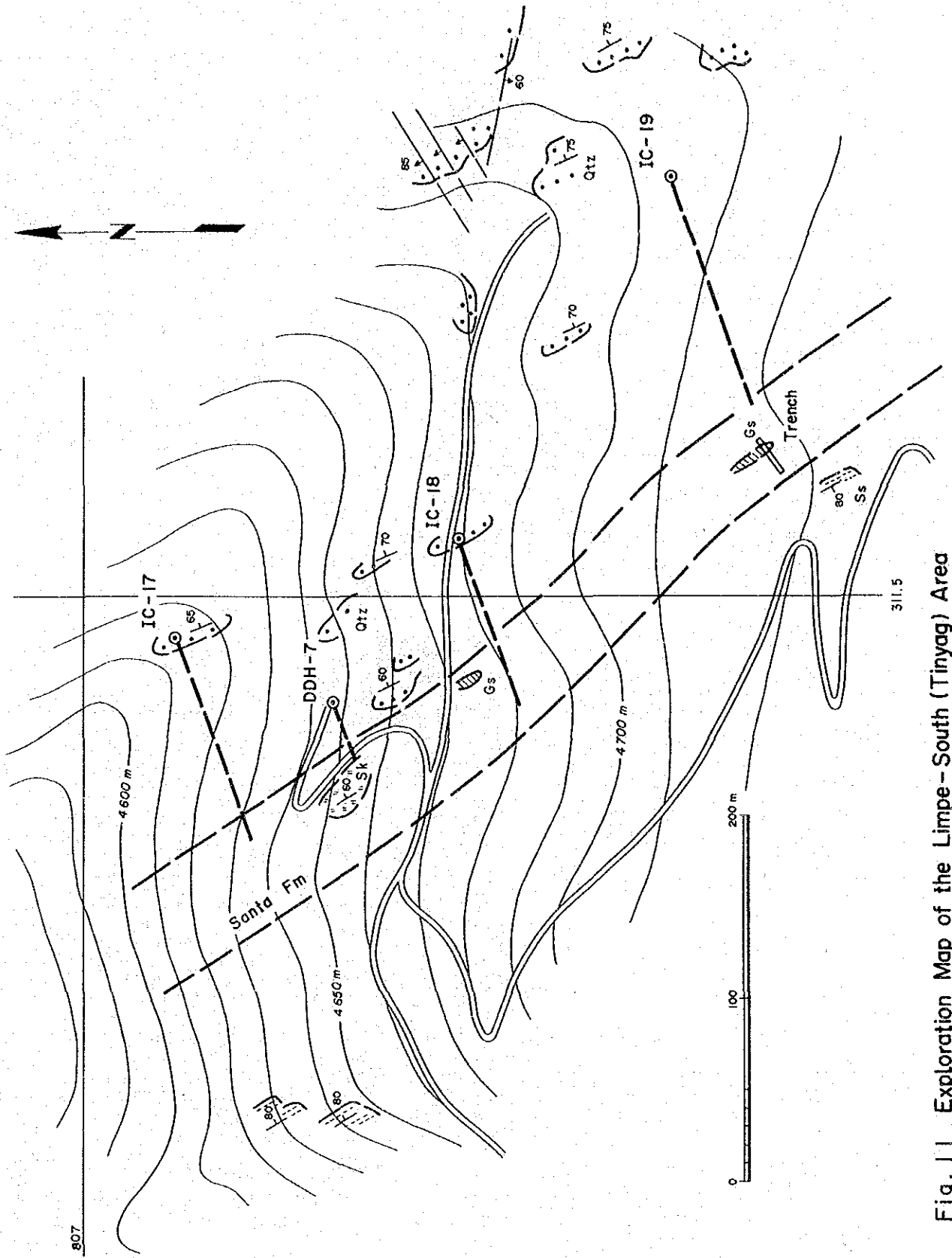


Fig. 11 Exploration Map of the Limpe-South (Tinyag) Area

NNW

SSE

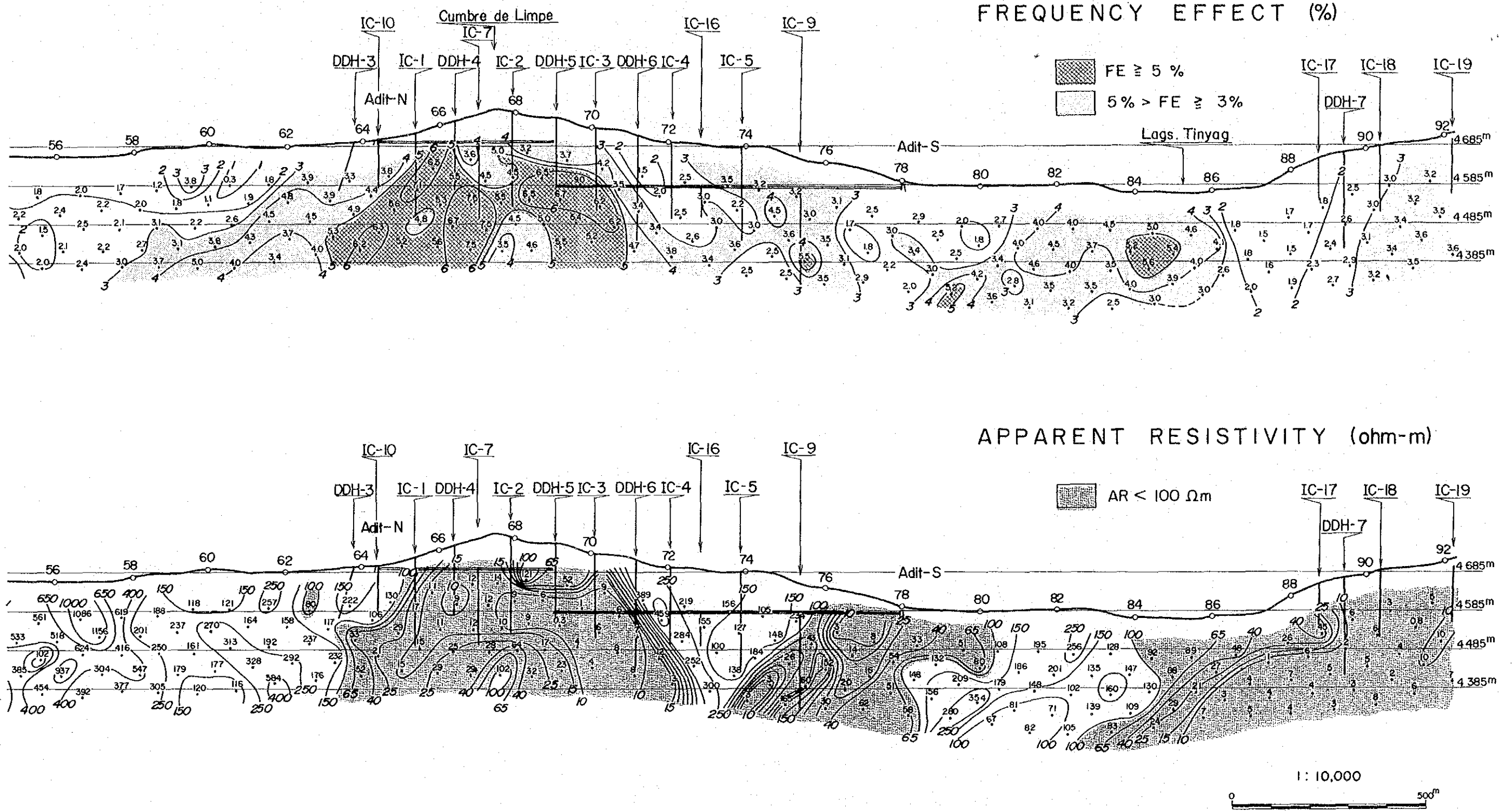


Fig.12 Geophysical Profile of the Limpe Area

Table 3 List of Drillings

Area	Drilling	Coordinate		Elevation (m)	Direction	Inclination	Depth (m)	
		N	E					
Limpe Area	DDH- 3	809,093	310,262	4,680	60°	-50°	150	
	IC -10	809,021	310,276	4,698	70°	-45°	180	
	IC - 1	808,942	310,313	4,719	70°	-60°	250	
	DDH- 4	808,856	310,364	4,736	70°	-60°	180	
	IC - 2	808,755	310,523	4,781	250°	-75°	250	
	DDH- 5	808,597	310,433	4,724	70°	-45°	210	
	IC - 3	808,503	310,481	4,700	70°	-50°	250	
	DDH- 6	808,396	310,508	4,678	70°	-55°	300	
	IC - 4	808,322	310,562	4,676	70°	-45°	250	
	IC - 5	808,158	310,639	4,674	70°	-50°	300	
	Adit-N	IC - 6	808,866	310,557	4,692	270°	-40°	200
		IC - 7	808,866	310,557	4,692	240°	-60°	240
		IC -11	808,868	310,558	4,692	225°	-45°	220
IC -12		808,694	310,650	4,693	280°	-45°	220	
IC -13		808,692	310,654	4,693	210°	-45°	240	
Adit-S		IC -14	808,497	310,687	4,576	270°	-30°	140
	IC -15	808,496	310,688	4,576	210°	-30°	180	
	IC -16	808,315	310,796	4,594	250°	-30°	160	
	IC - 8	808,113	310,909	4,573	250°	-30°	200	
	IC - 9	808,113	310,909	4,573	250°	-80°	270	
Tinyag Area	IC -17	806,960	311,480	4,620	250°	-45°	160	
	DDH- 7	806,870	311,450	4,650	250°	-80°	230	
	IC -18	806,800	311,500	4,680	250°	-60°	200	
	IC -19	806,740	311,630	4,700	250°	-50°	200	

WSW

ENE

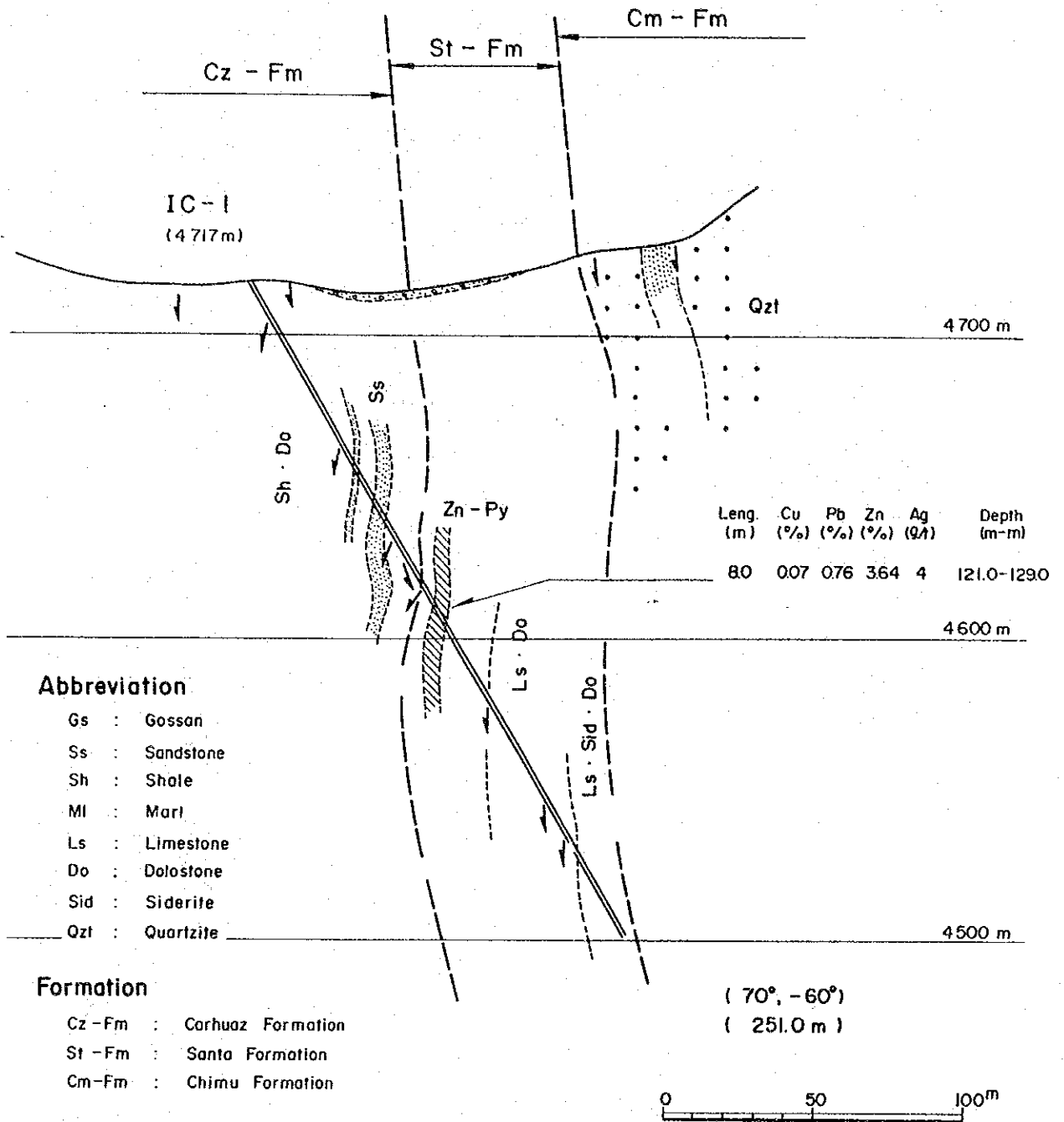


Fig. 13 - 1 Geological Section for IC - 1

(S70°W - N70°E)

WSW

ENE

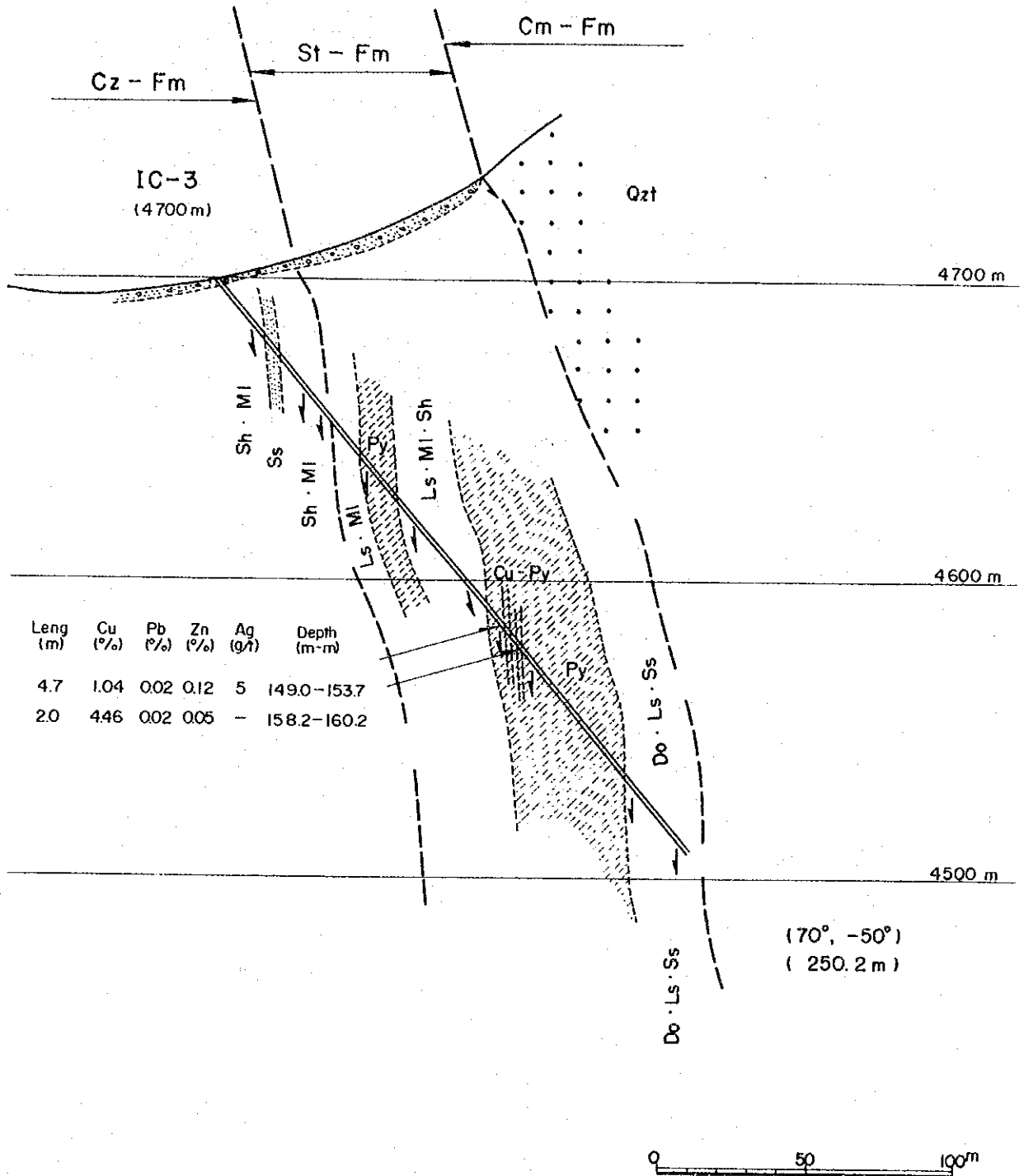


Fig. 13-3 Geological Section for IC-3

(S70°W - N70°E)

WSW

ENE

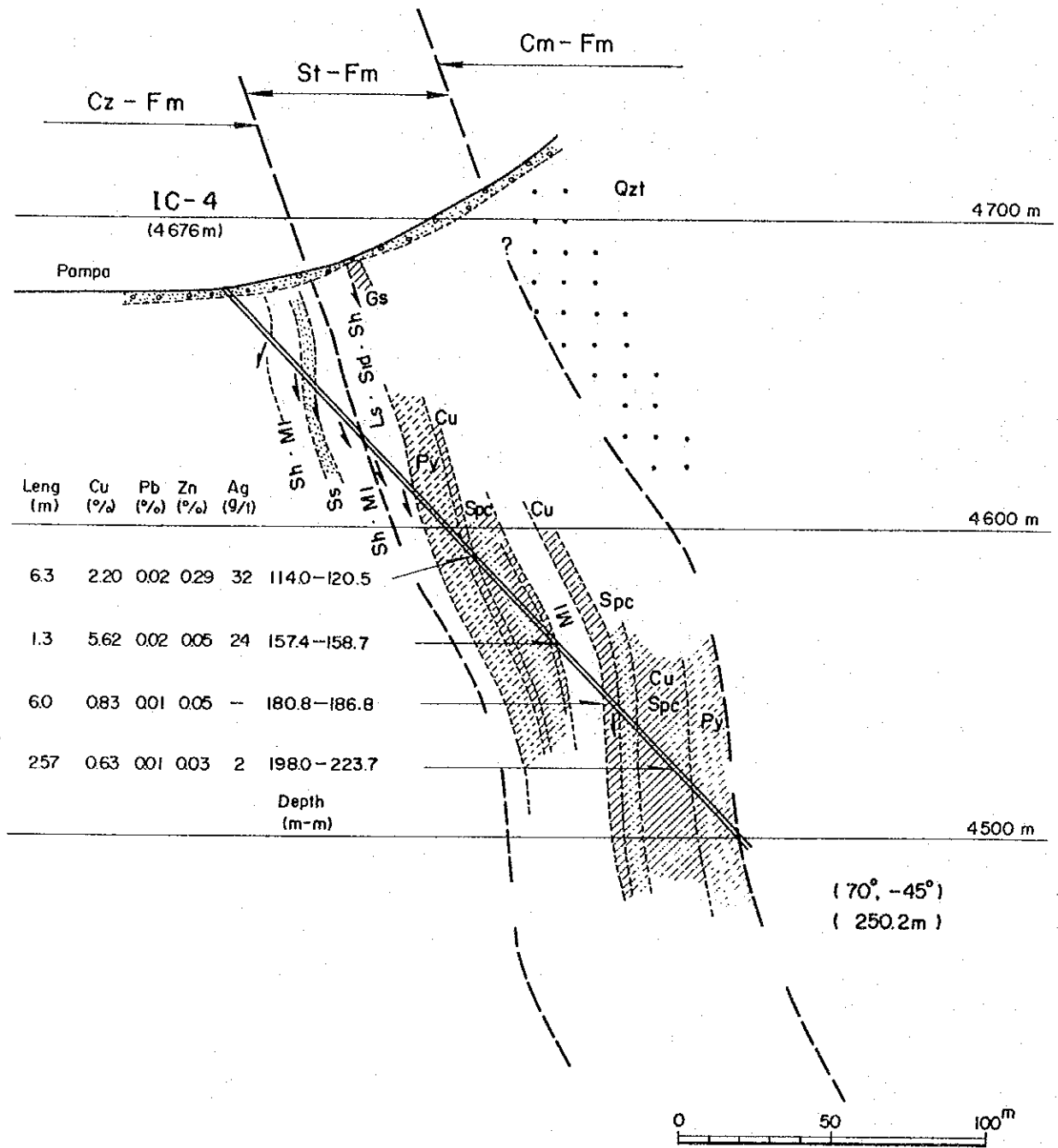


Fig. 13-4 Geological Section for IC-4

(S70°W - N70°E)

WSW

ENE

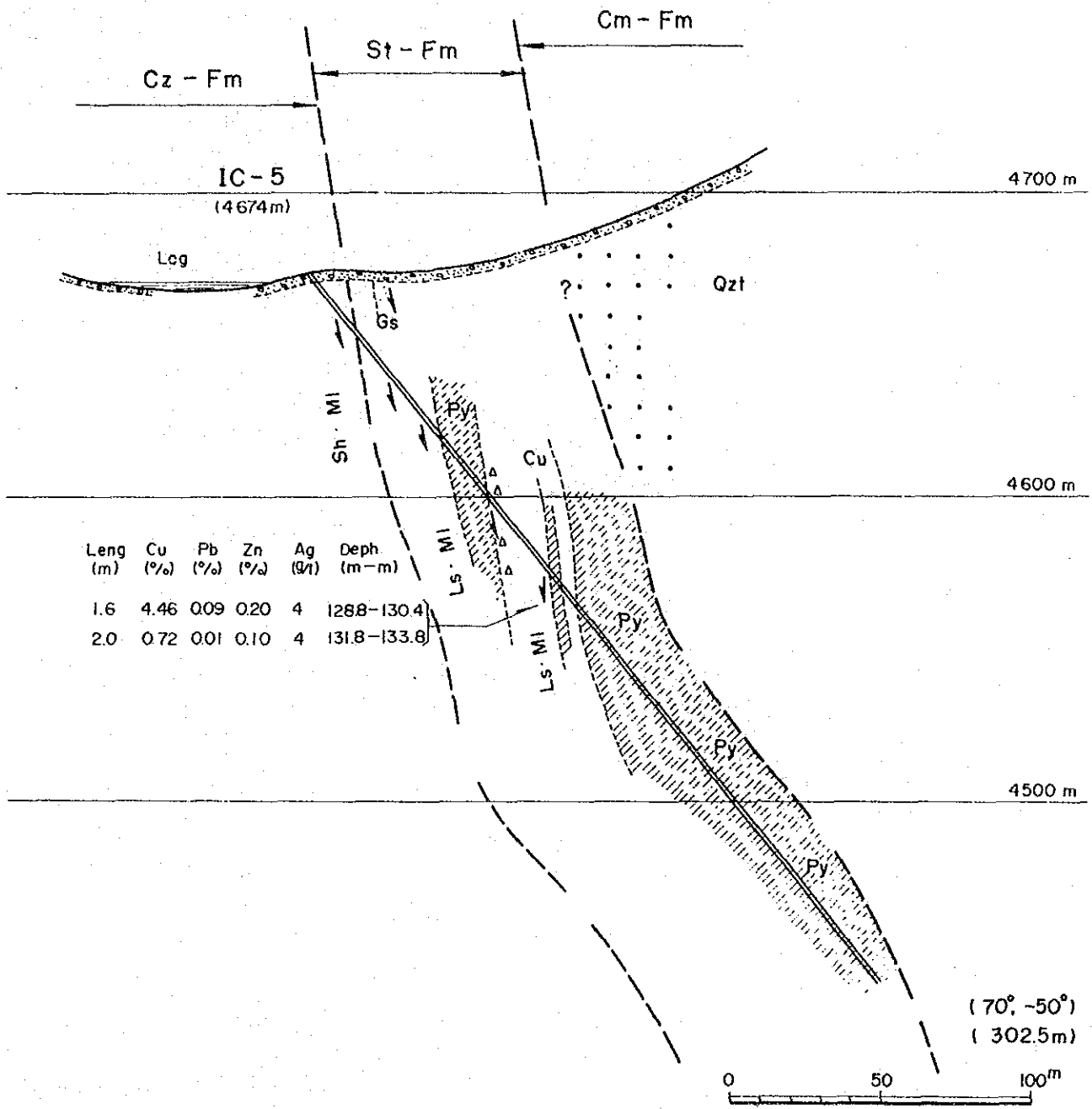


Fig. 13-5 Geological Section for IC-5
(S70°W - N70°E)

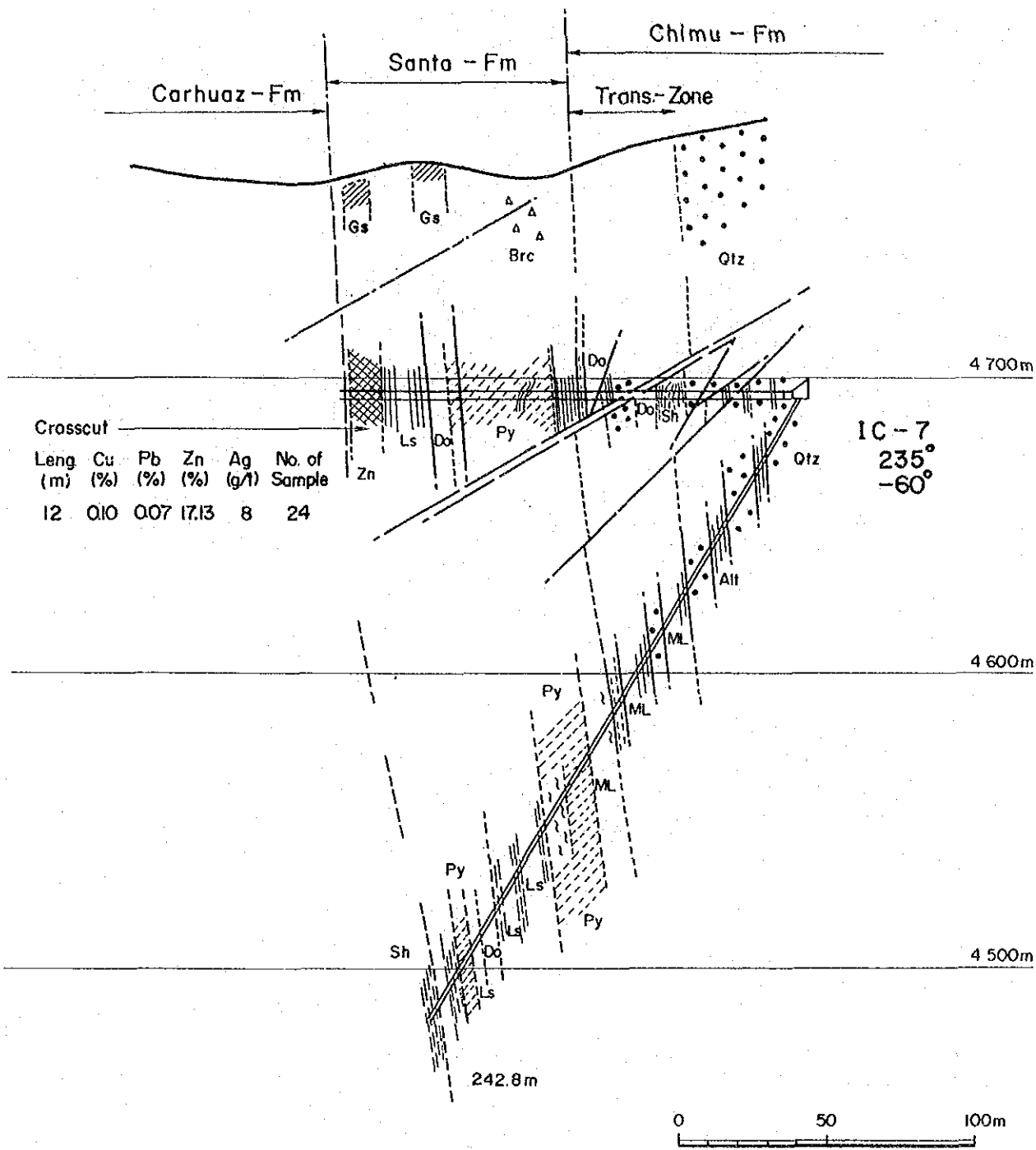


Fig. 13-7 Geological Section for IC-7 and Crosscut, NX-1

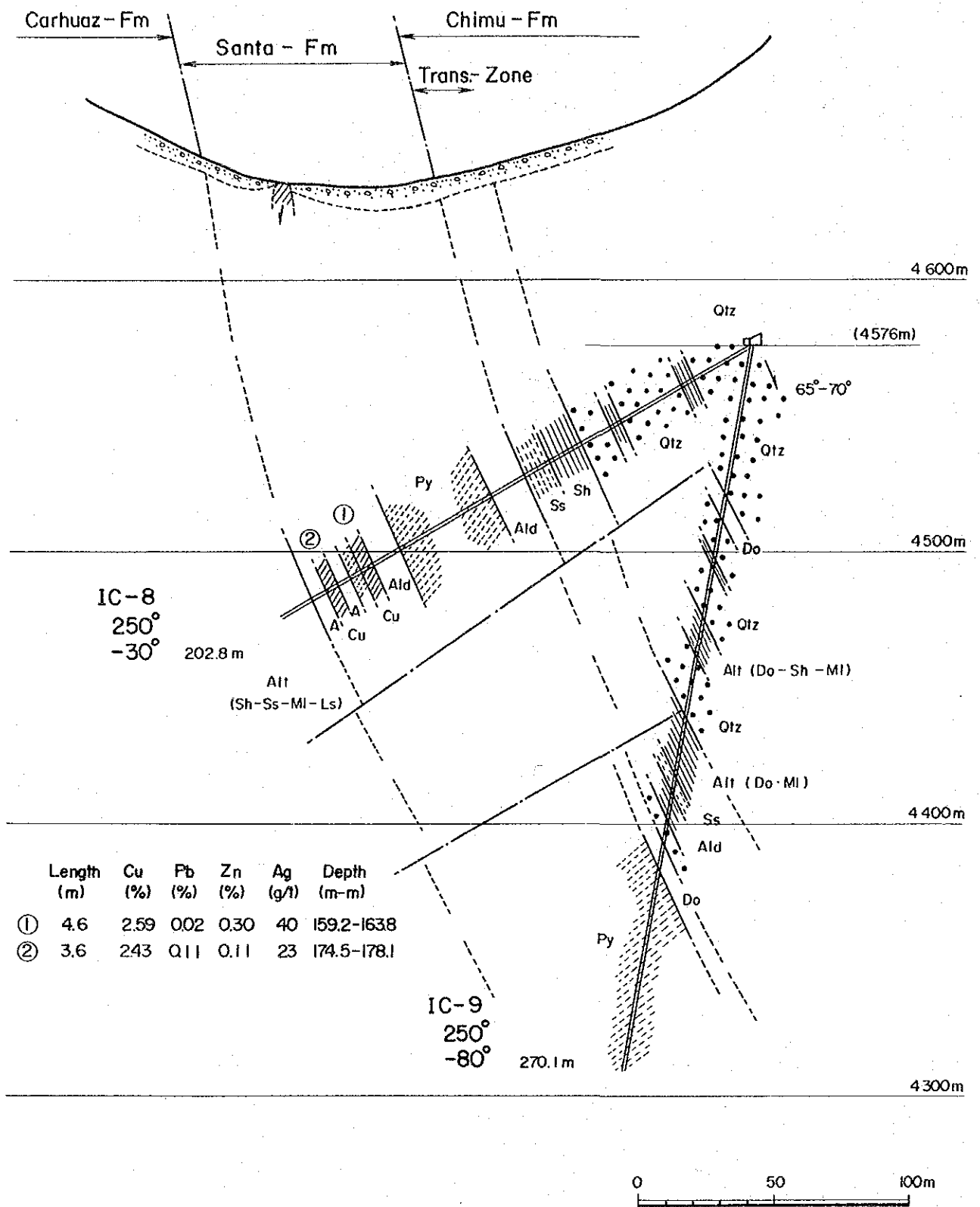
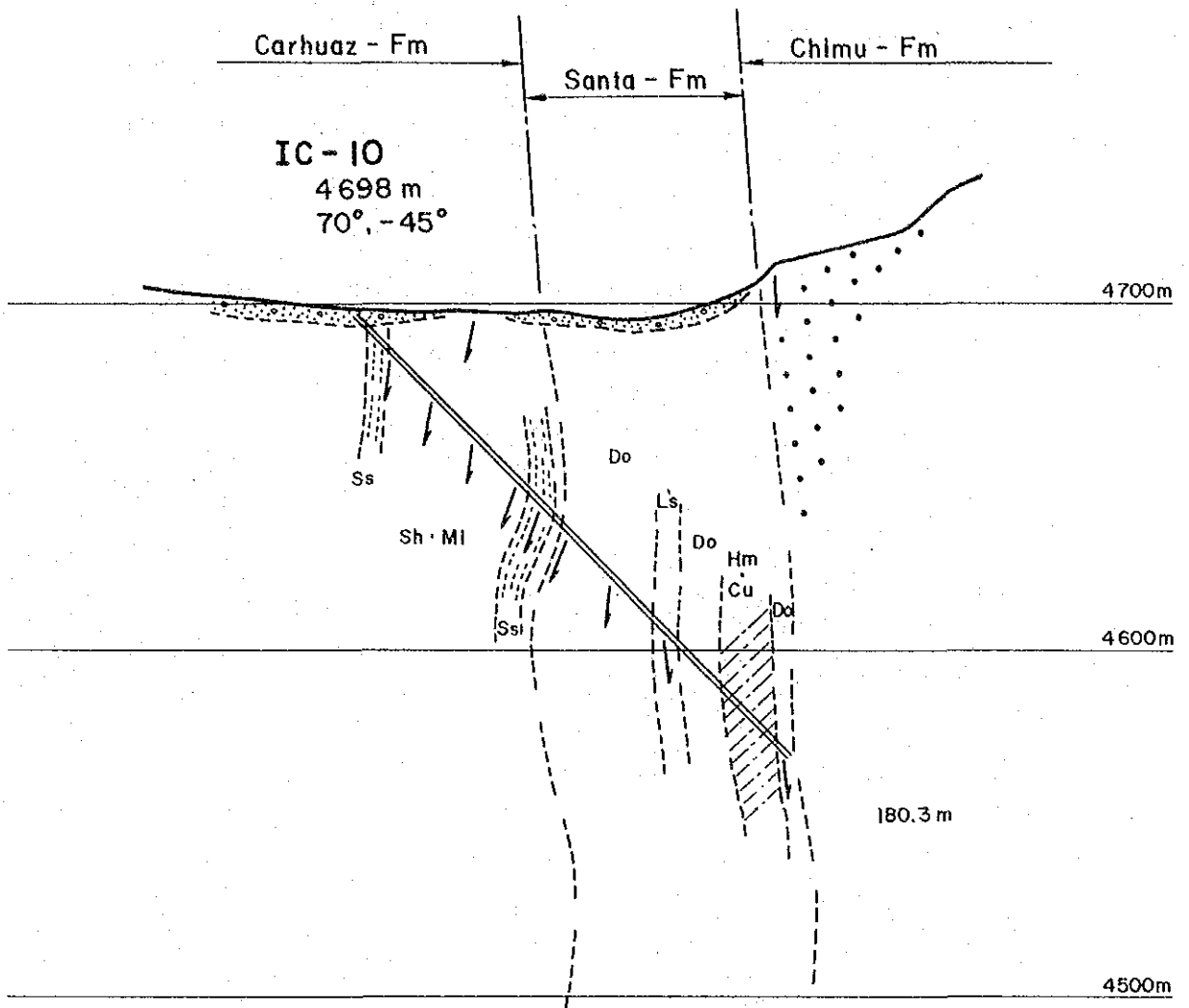


Fig. 13-8 Geological Section for IC-8 and IC-9








- | | | |
|-----------------------|-------------------|---|
| Zn : Zn ore | Qtz : Quartzite |  High-grade Pb-Zn ore |
| Pb : Pb ore | Ss : Sandstone |  Low-grade Pb-Zn ore |
| Cu : Cu ore | Sh : Shale |  Cu ore |
| Hm : Hematite | MI : Marlstone |  Hematite ore |
| Py : Pyrite | Do : Dolostone |  Pyrite ore |
| Gs : Gossan | Ls : Limestone | |
| Brc : Brecciated rock | Alt : Alternation | |
| A : Altered rock | | |
| Sk : Skarn | | |
| Po : Pyrrhotite | | |
- 0 50 100m

Fig. 13-9 Geological Section for IC-10

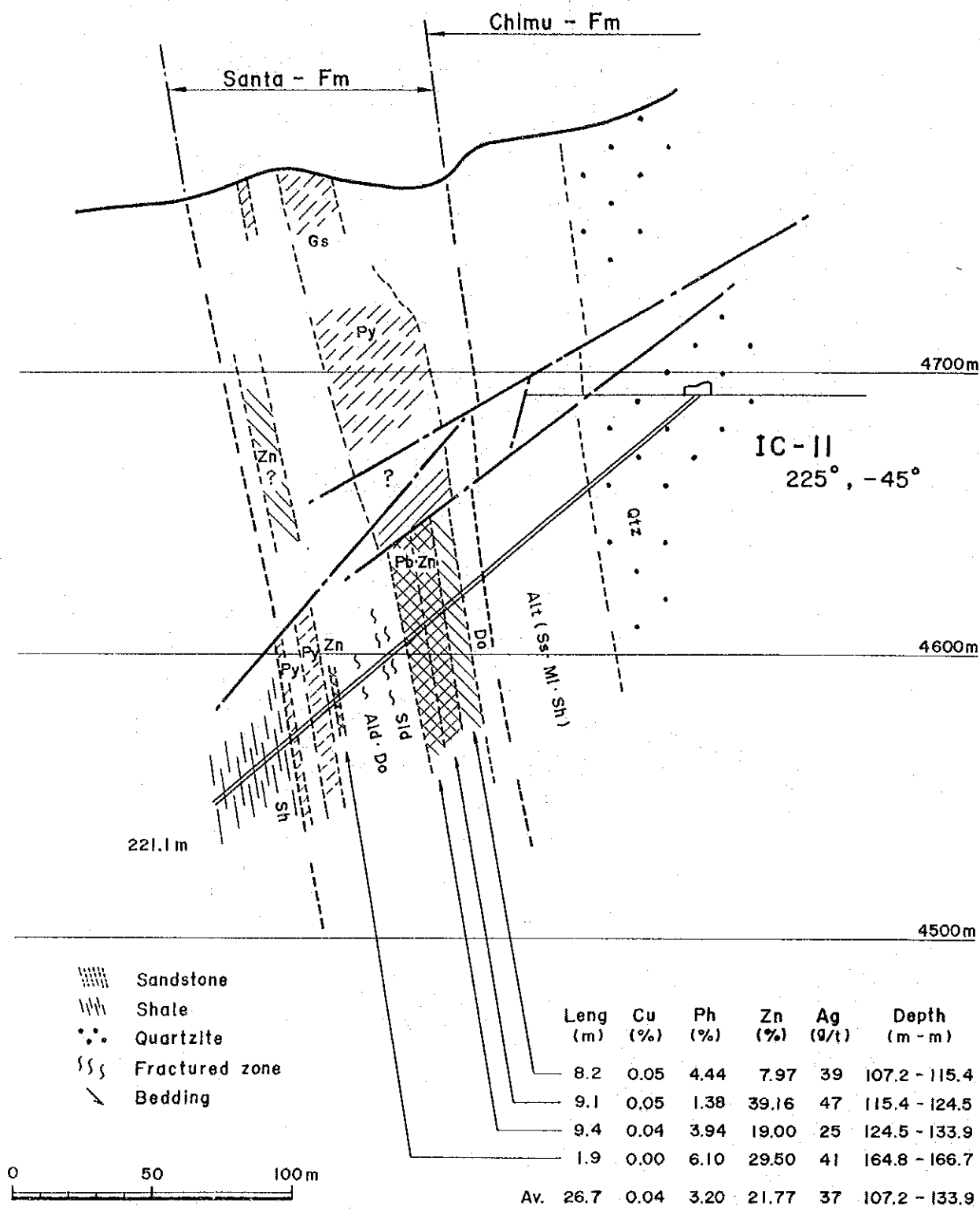


Fig. 13-10 Geological Section for IC-II

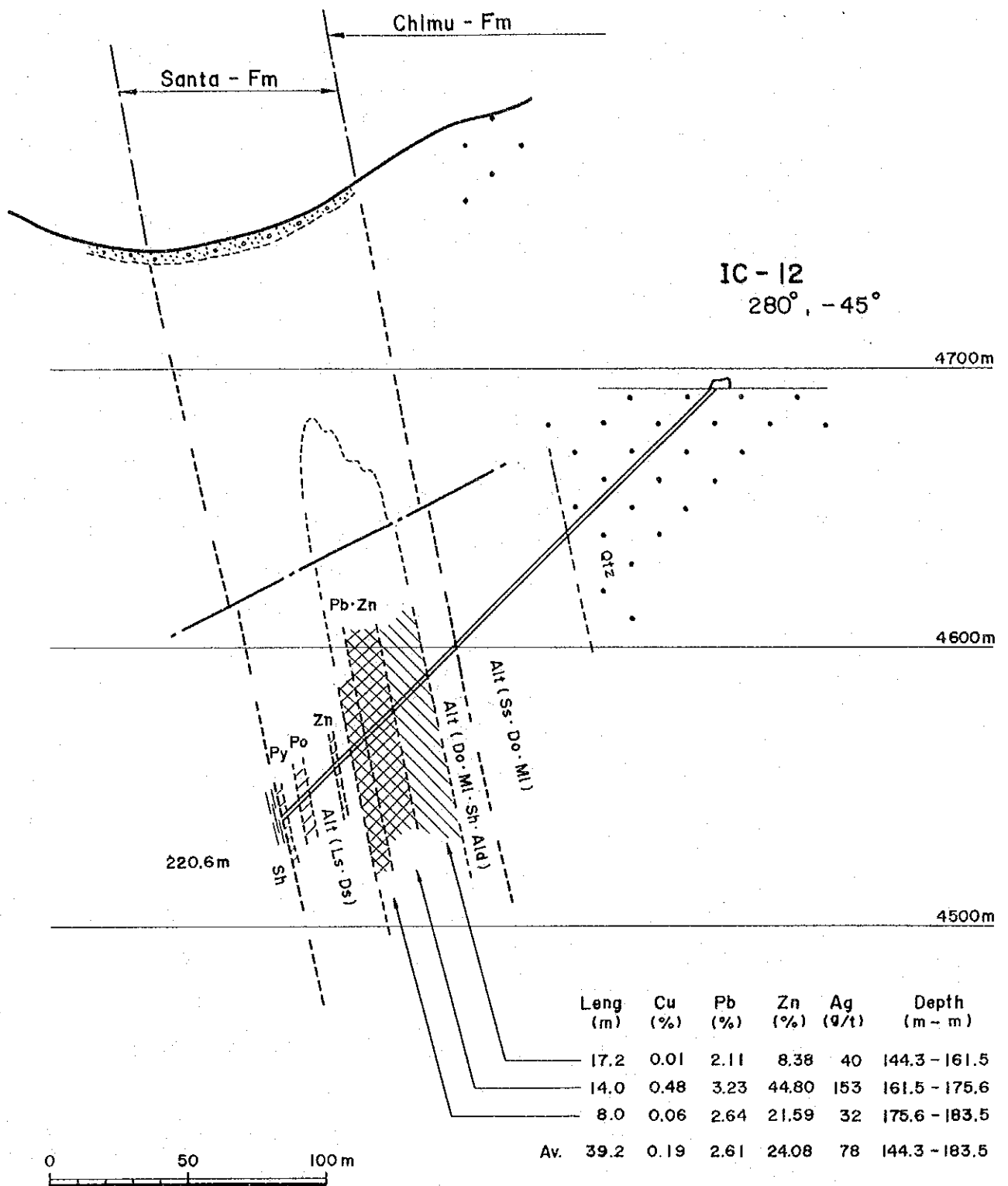


Fig. 13-11 Geological Section for IC-12

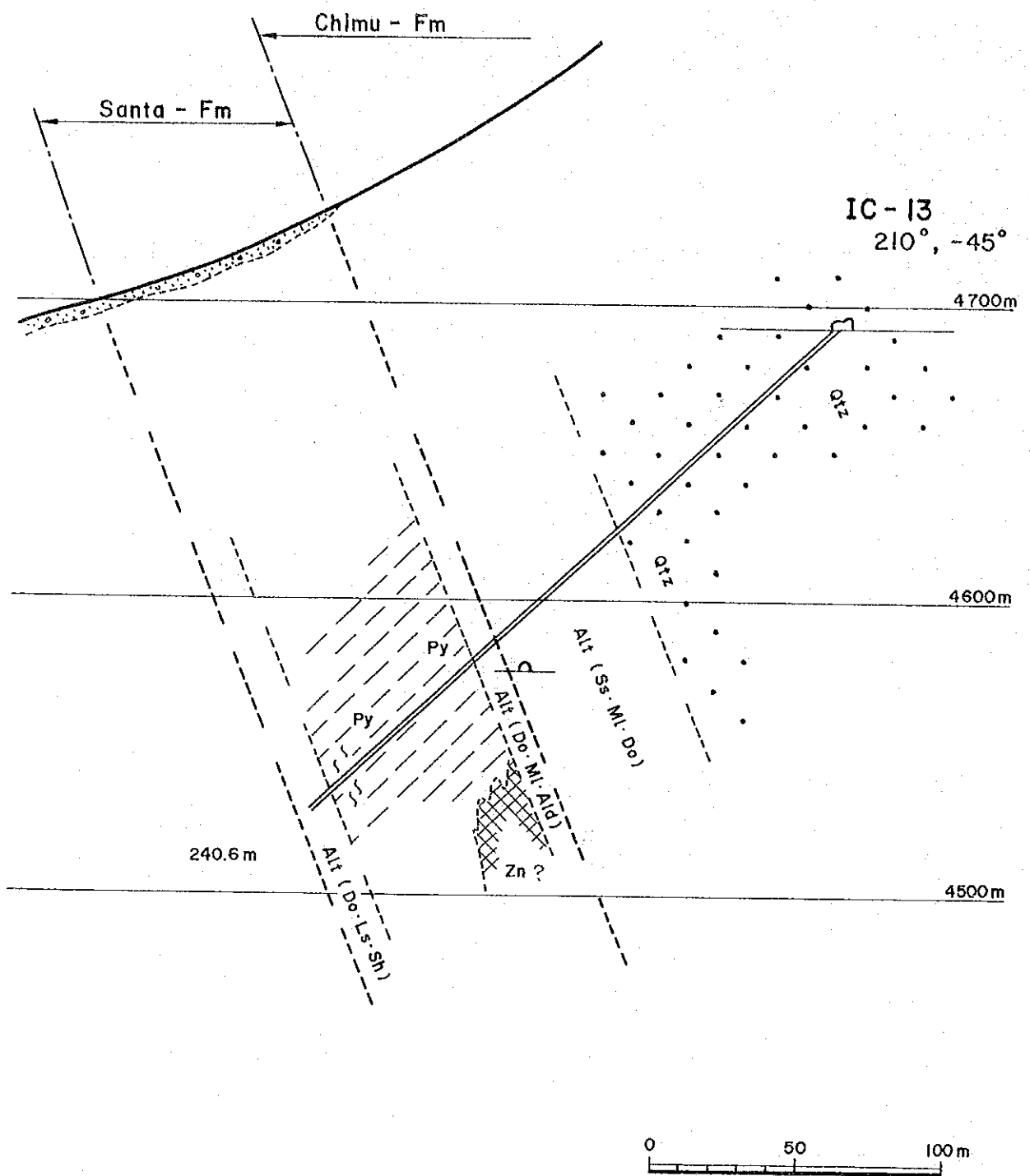


Fig. 13-12 Geological Section for IC-13

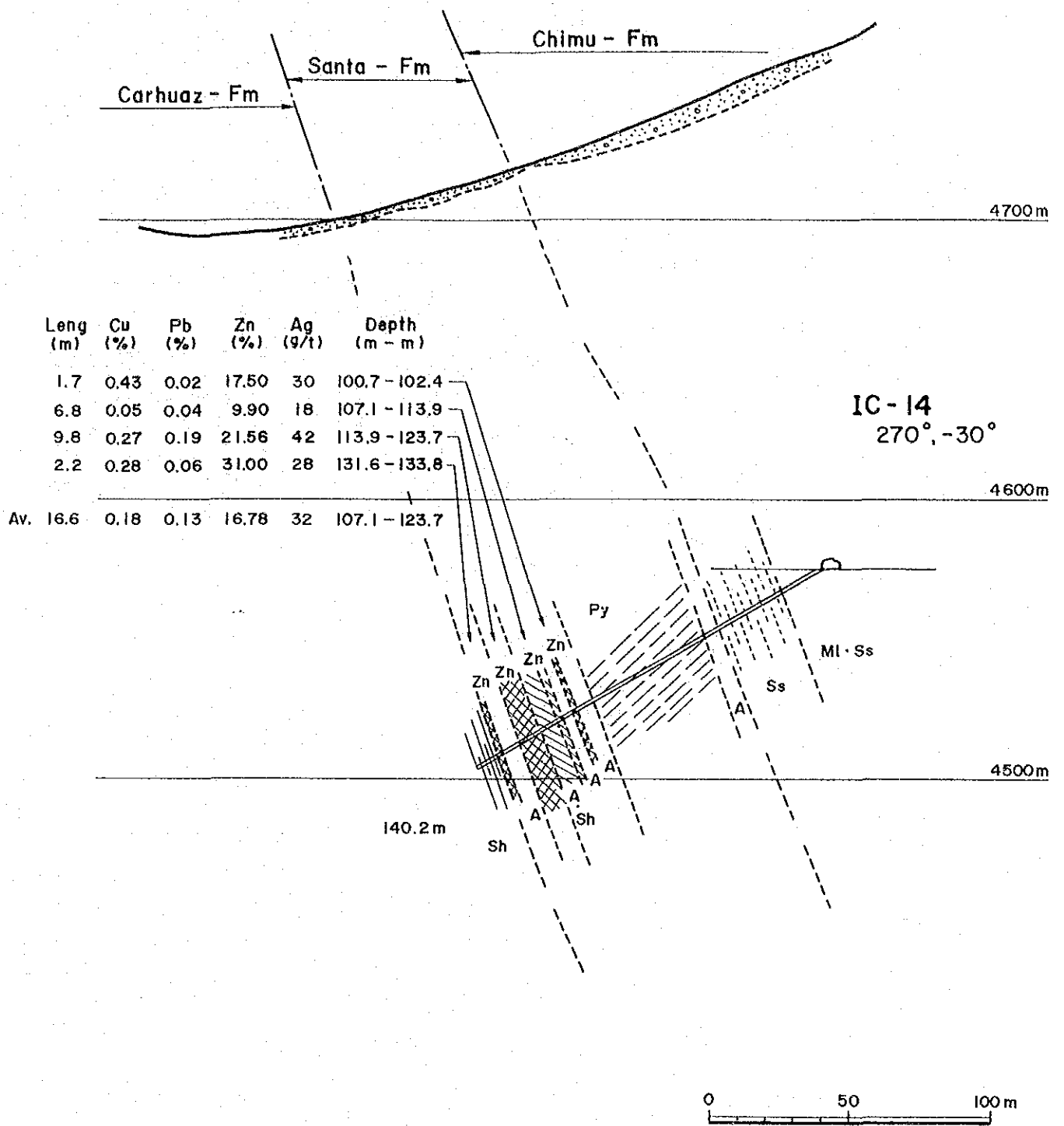


Fig. 13-13 Geological Section for IC-14

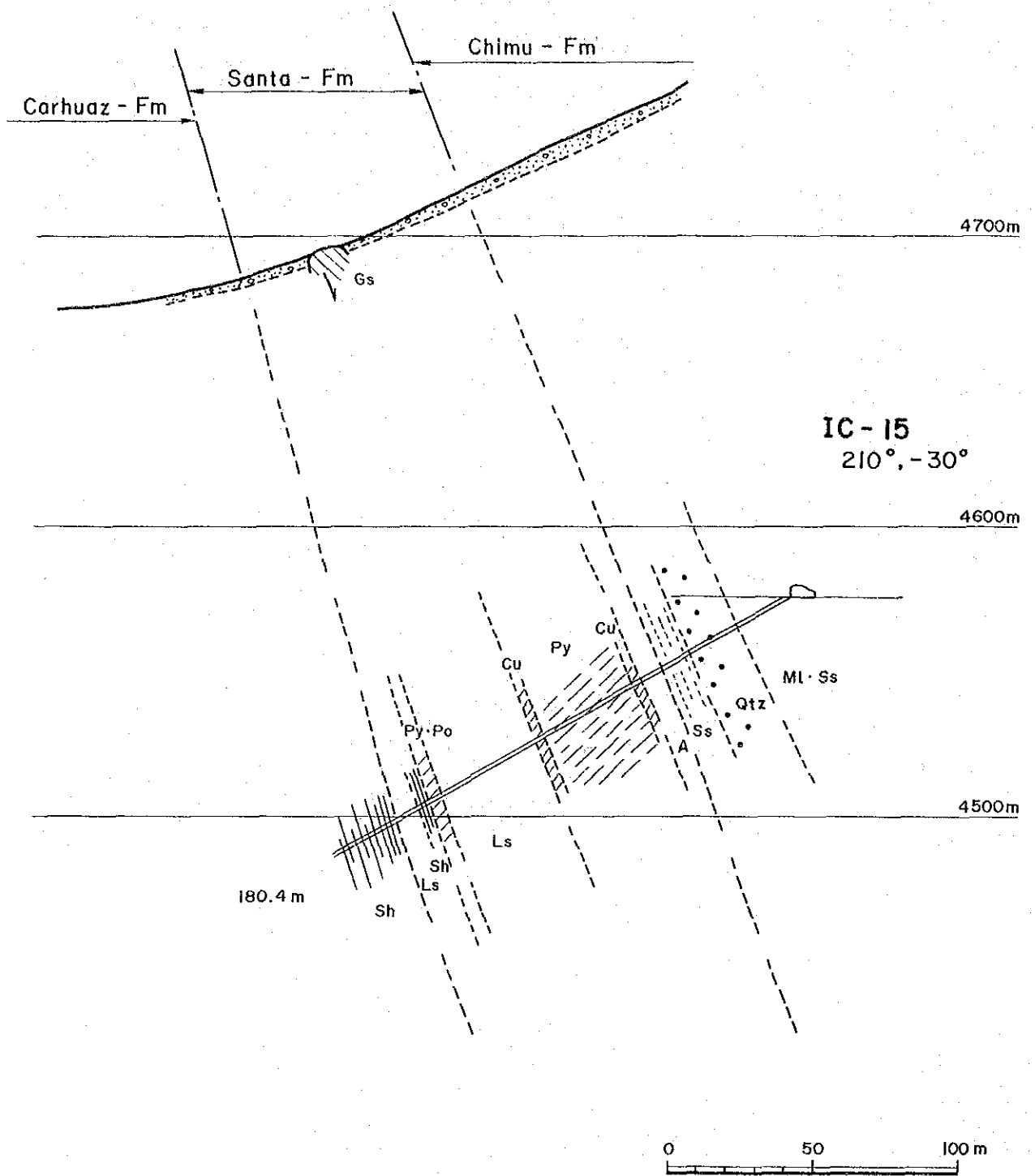


Fig. 13-14 Geological Section for IC-15

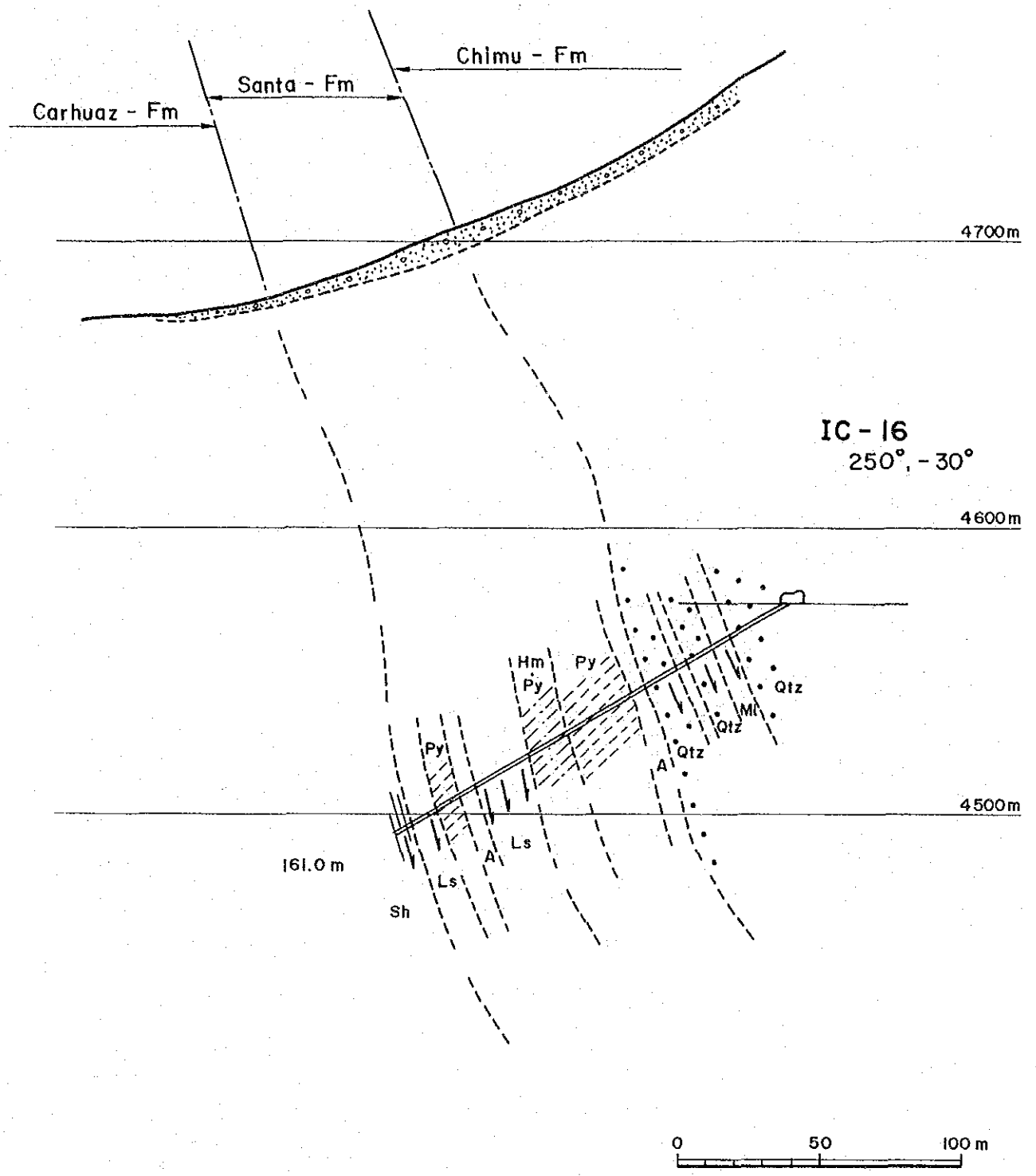


Fig. 13-15 Geological Section for IC-16

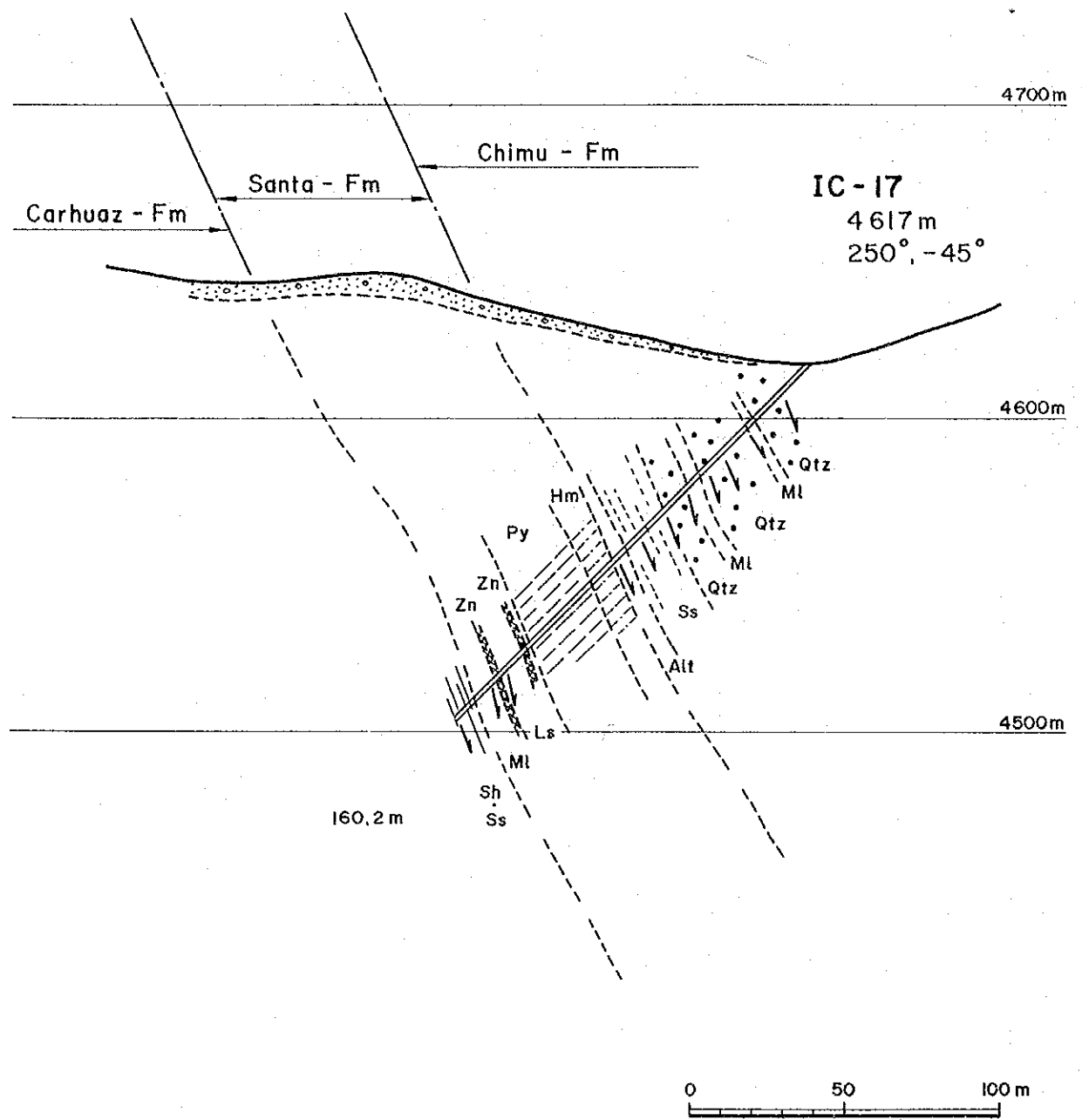


Fig. 13-16 Geological Section for IC-17

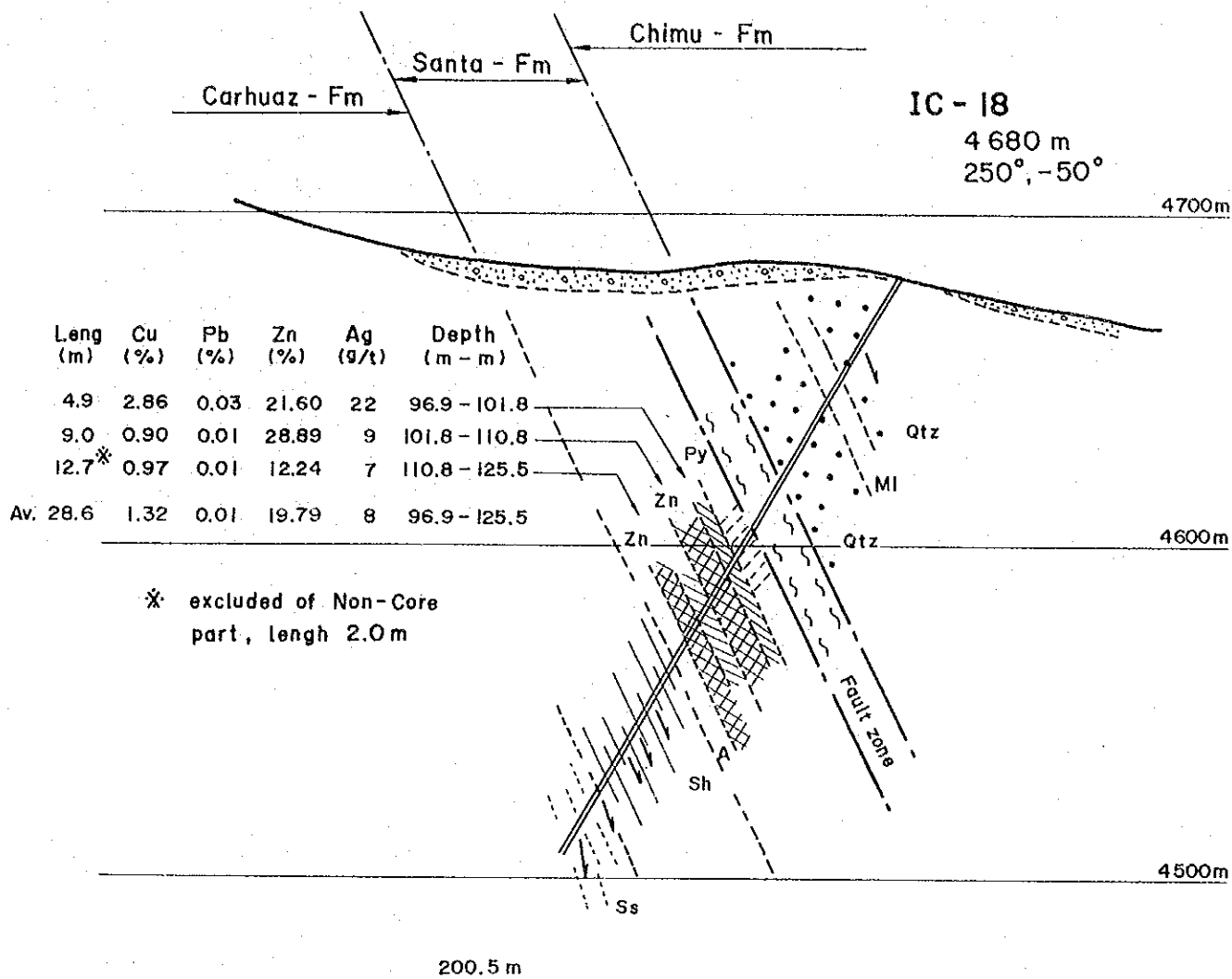


Fig. 13-17 Geological Section for IC-18

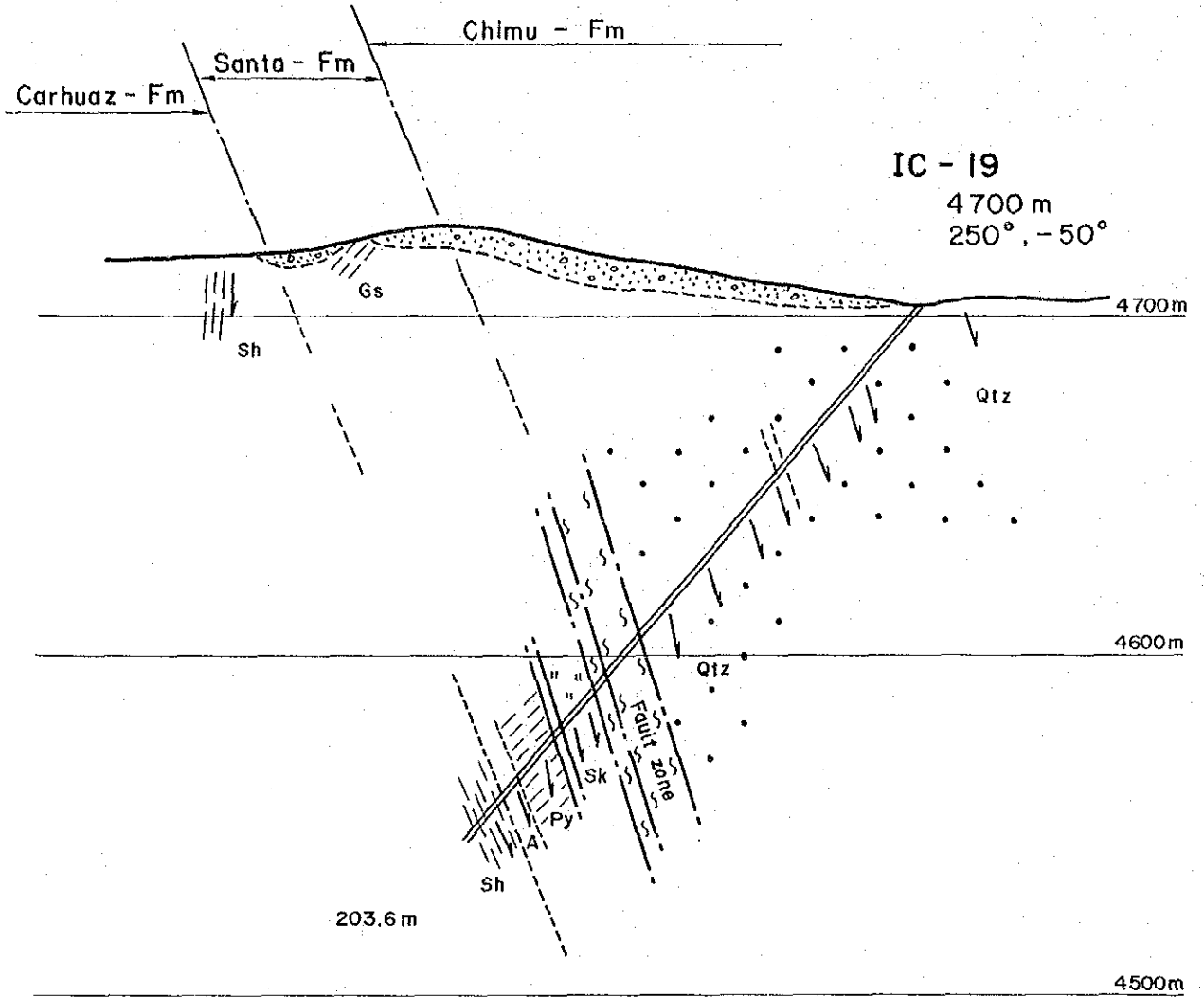


Fig. 13-18 Geological Section for IC-19

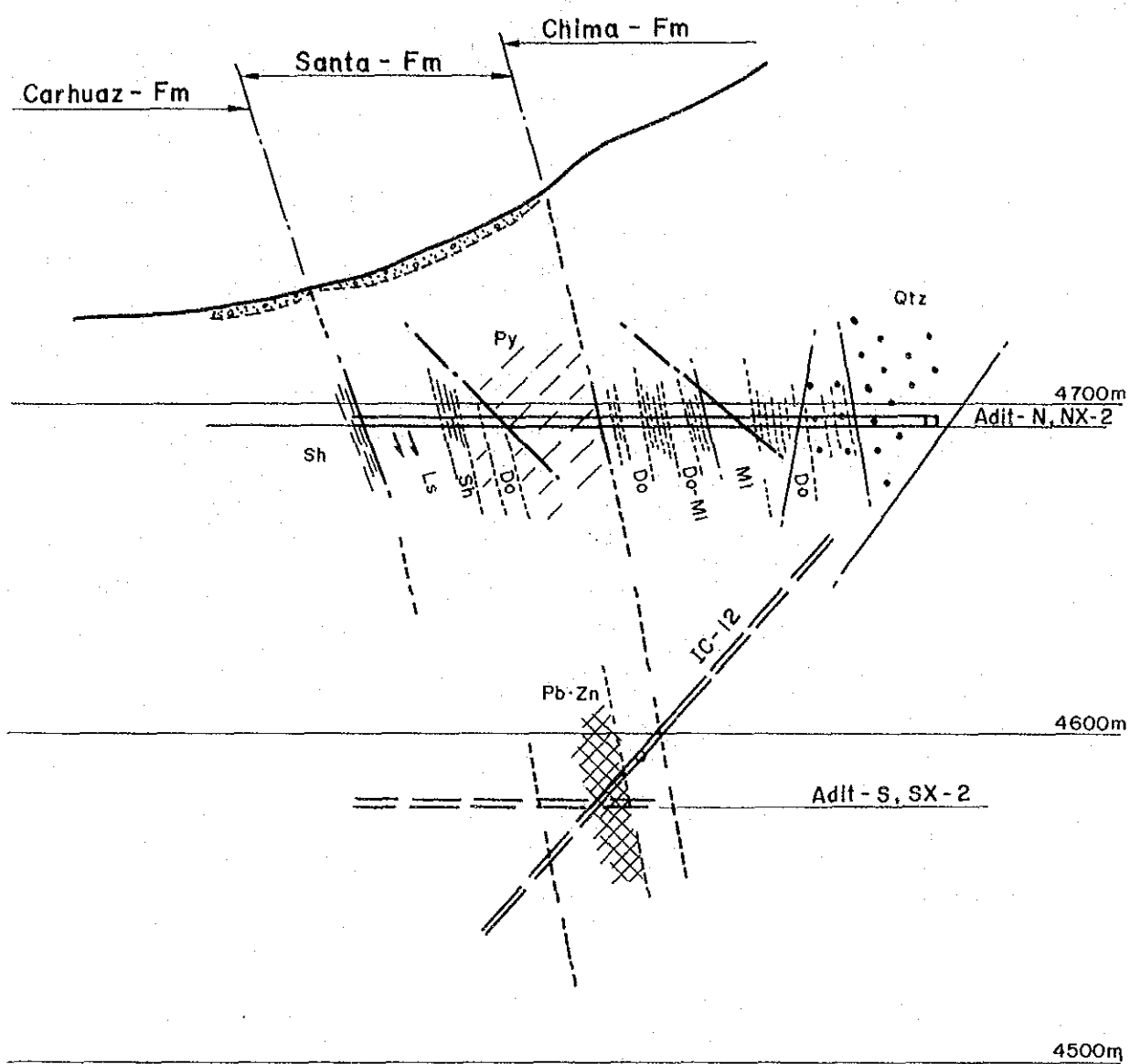


Fig. 14-1 Geological Section for Crosscut, NX-2

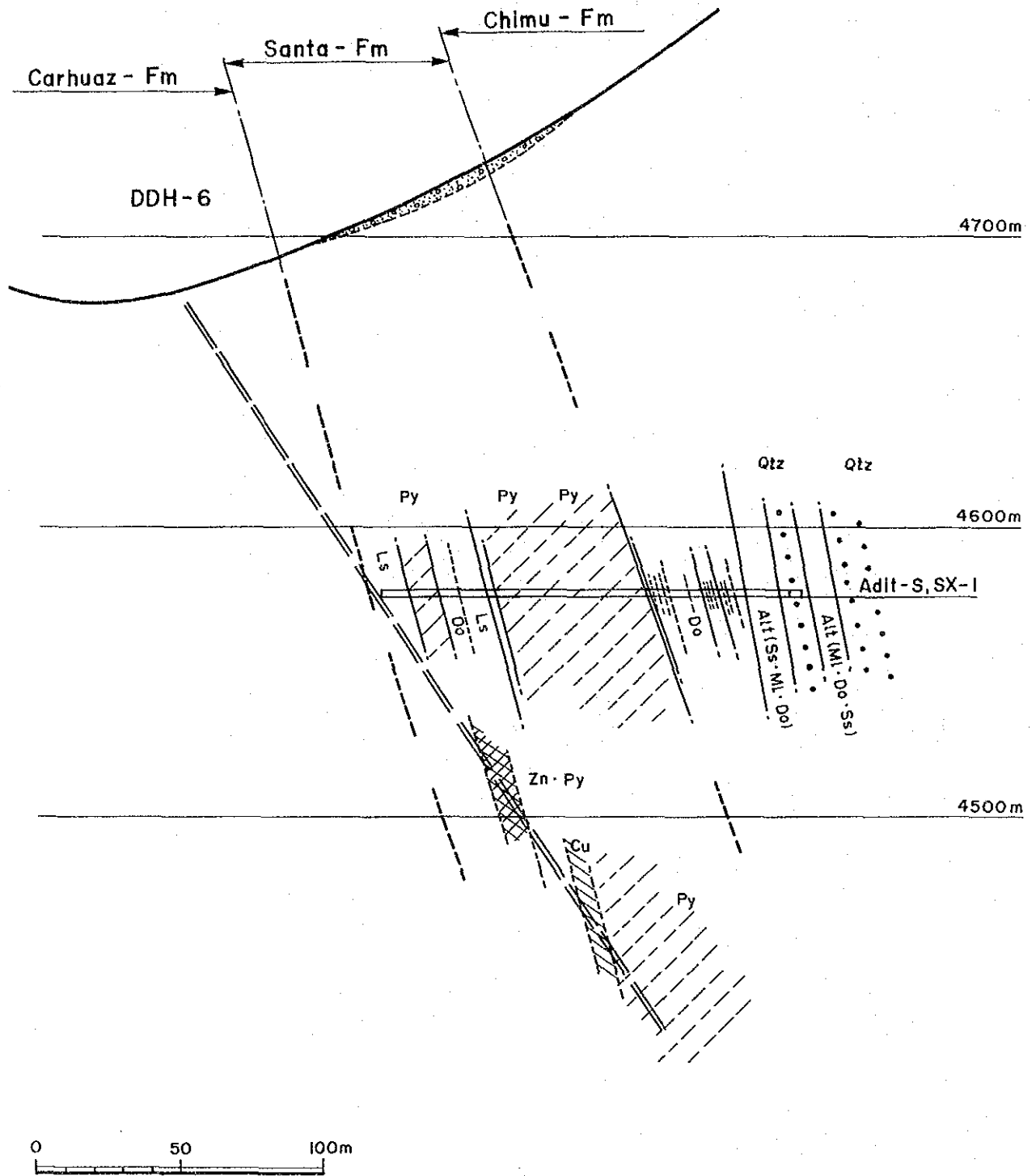
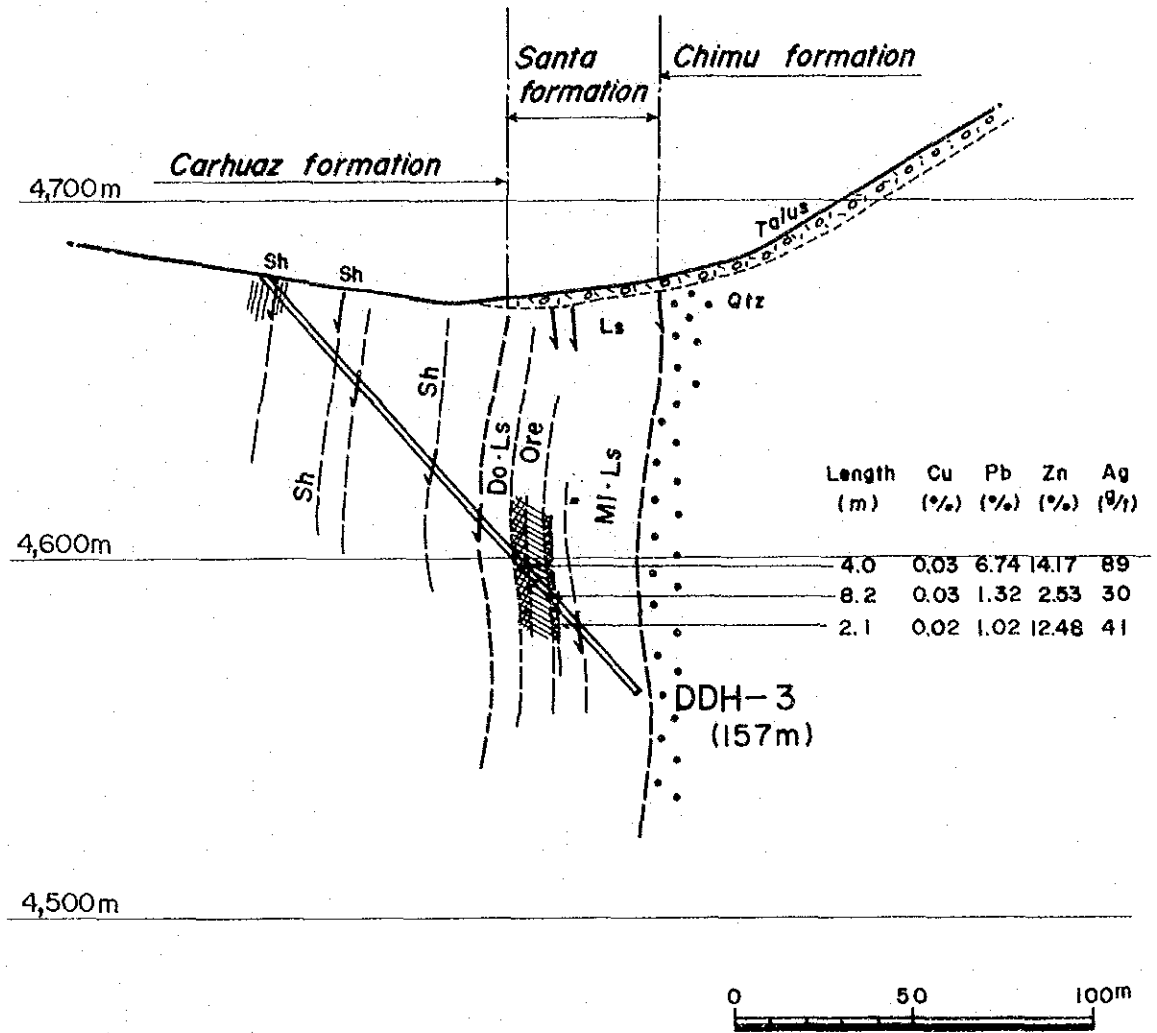


Fig. 14-2 Geological Section for Crosscut, SX-1

WSW

ENE



Abbreviation

- Sh-----Shale
- Mi-----Marl
- Ls-----Limestone
- Do-----Dolostone
- Qtz-----Quartzite

- High grade ore
- Low grade ore
- Bedding

Fig. 15 - 1 Geological Section for DDH - 3 (S60°W - N60°E)

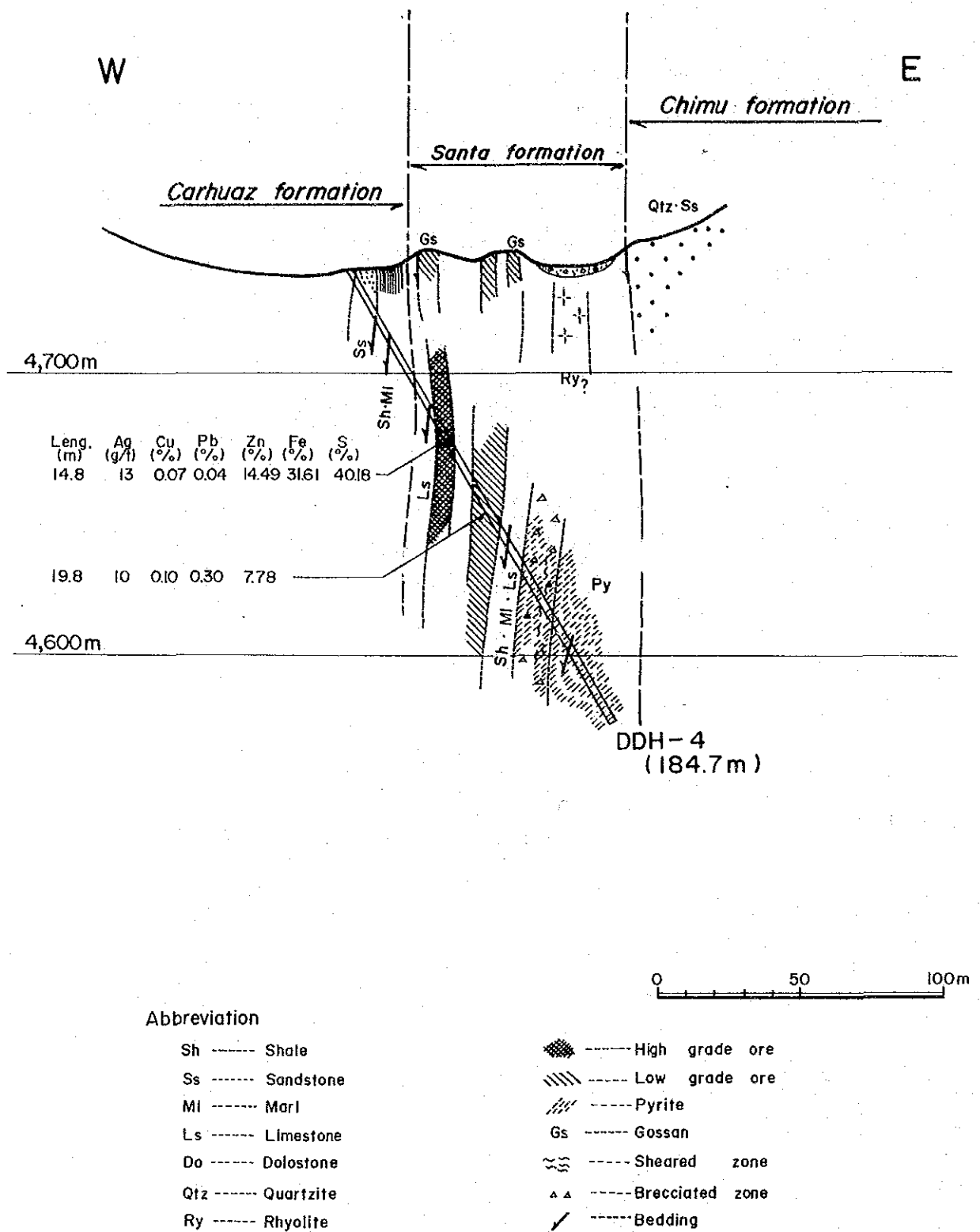
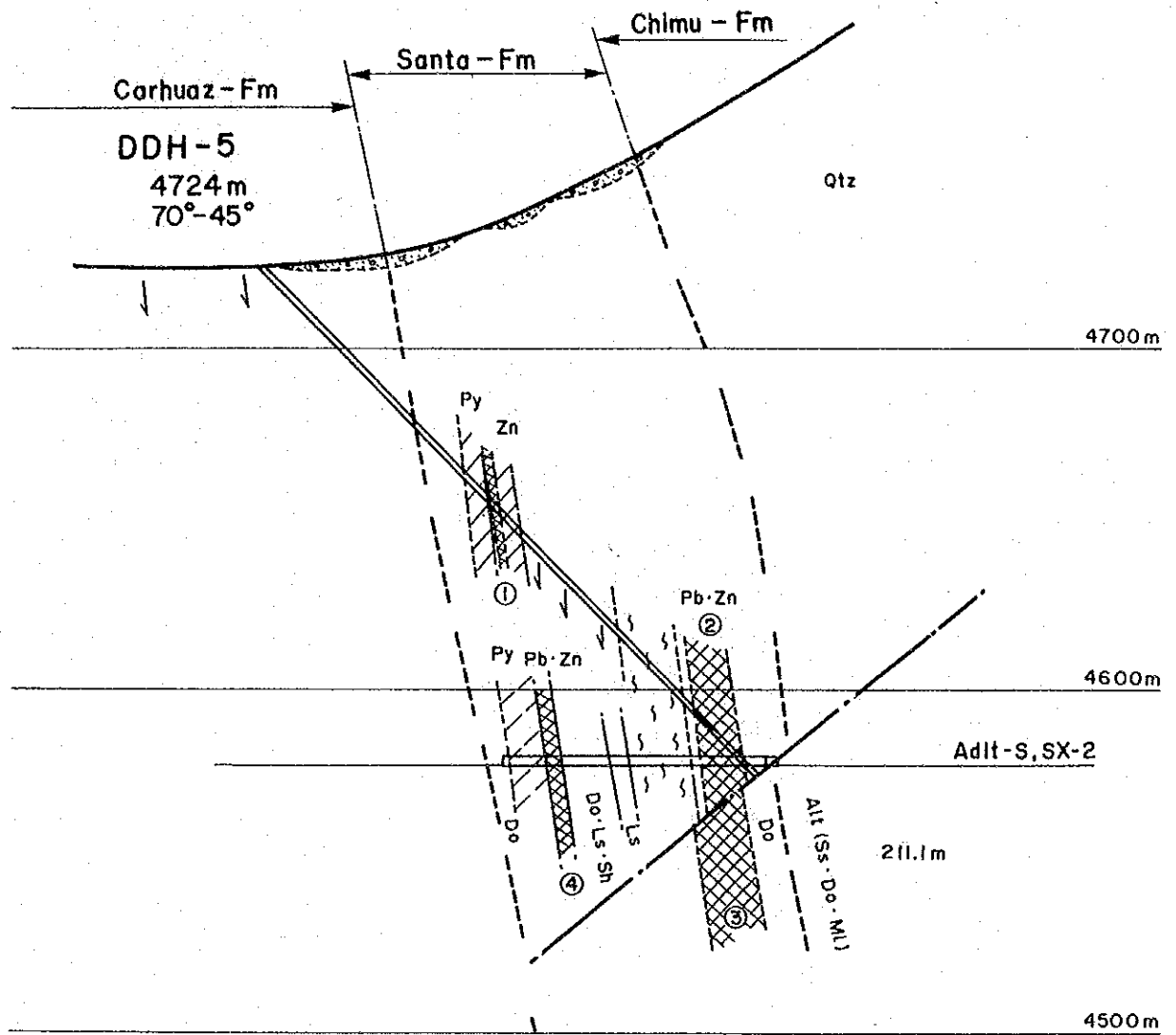


Fig. 15 - 2 Geological Section for DDH - 4 (S70°W - N70°E)



	Depth (m-m)	Length (m)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	
DDH-5	95.6-101.7	6.1	35	1.10	2.89	15.22	①
↗	181.10-204.0	23.0	163	0.14	2.97	27.15	②
SX-2	3.0-21.0	15.0	182	0.16	3.80	30.10	③
↘	58.0-65.0	6.0	26	0.08	2.63	11.75	④

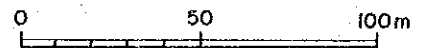


Fig. 15 - 3 Geological Section for DDH-5 and SX-2

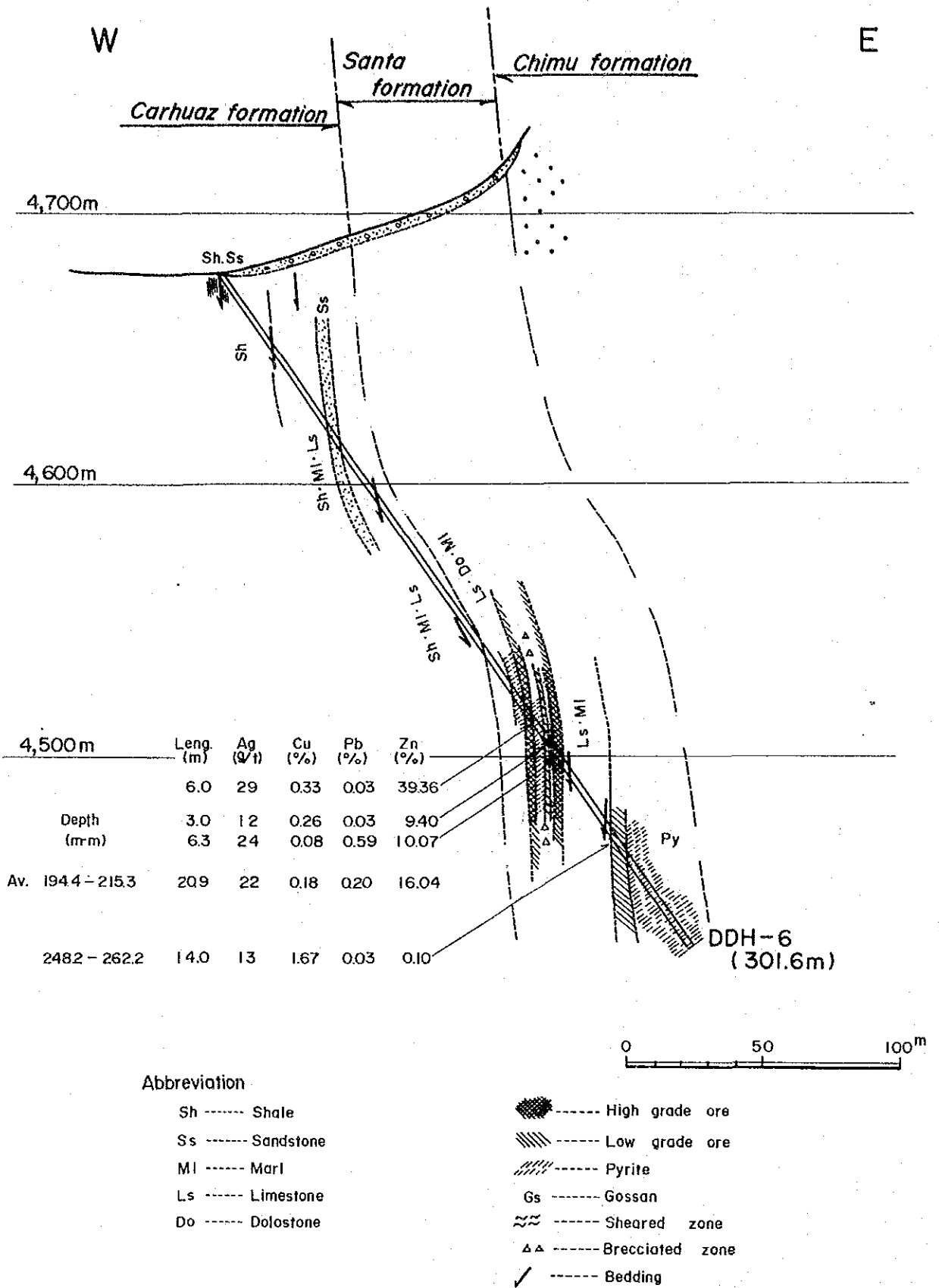
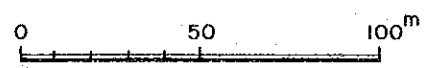
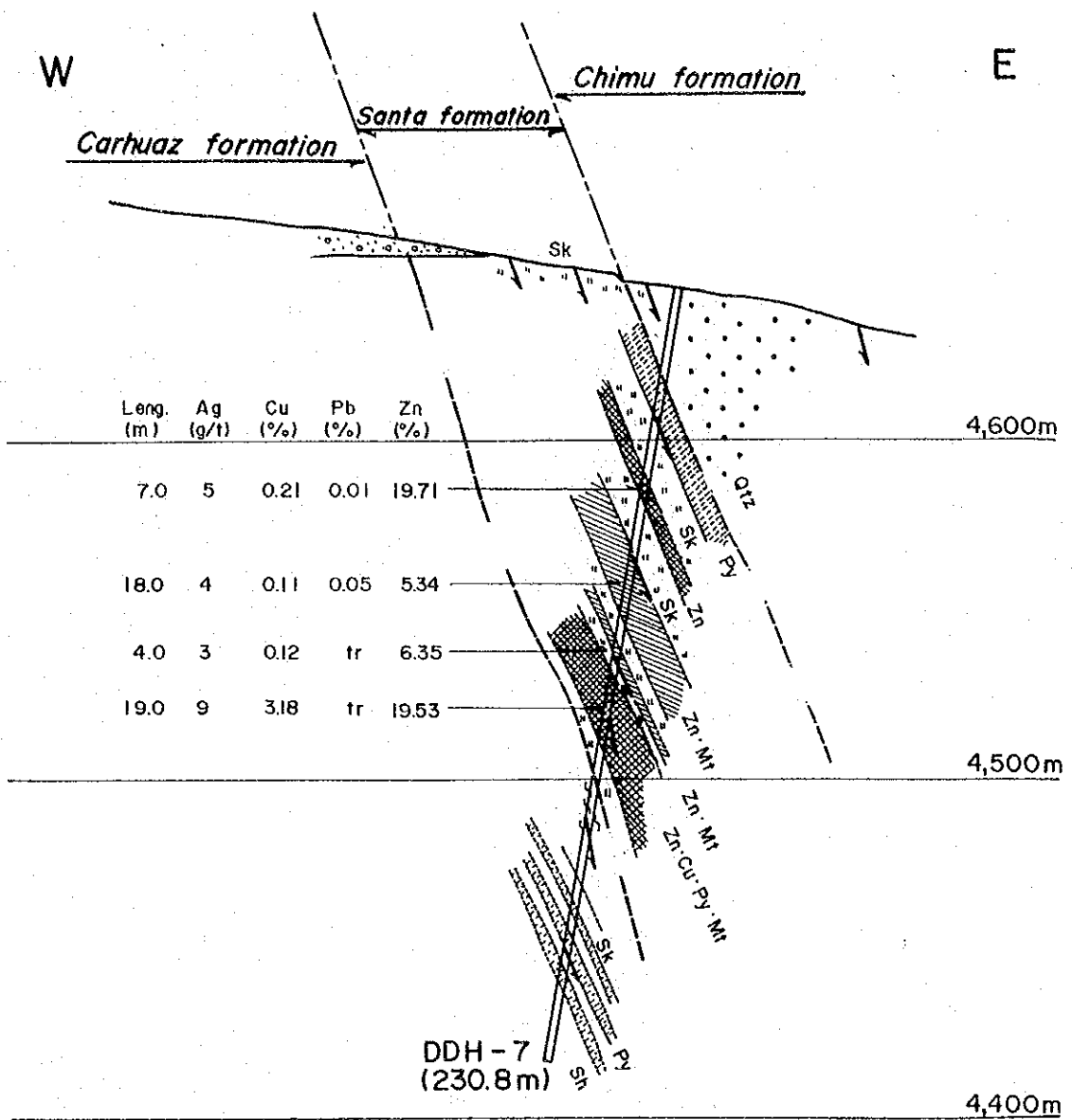


Fig. 15 - 4 Geological Section for DDH - 6 (S70°W - N70°E)



- Abbreviation
- Sh ----- Shale
 - Ss ----- Sandstone
 - Mt ----- Mafic
 - Qtz ----- Quartzite
 - Sk ----- Skarn
 - High grade ore
 - Low grade ore
 - Pyrite
 - Sheared zone
 - Bedding

Fig. 15 - 5 Geological Section for DDH-7 (S70°W-N70°E)

第8章 鉍量計算(試算)

8-1 計算方法

本調査が主たる調査対象としたリンベ鉍床は、石灰岩を交代した不規則塊状鉍床であり、調査結果からみても、鉍体の形状や品位分布は変化に富んでいる。現在、距離1,400 m間でクロスカット坑は4本のみであり、ボーリング調査は100 m間隔で実施された段階であり、鉍体の詳細を解明するには不十分で、適確な鉍量計算を行える状況ではない。

坑道及びボーリングで、10数箇所を高品位鉍石部が捕捉されている。これらの鉍石部は、黄鉄鉍鉍化作用と角礫化作用と密接な関連を示し、石灰岩層の構造にも規制されており、ある程度の連続性を有することが推定されるので、大まかな鉍量・品位を推定するため、テナタタイプな鉍量計算を行うこととした。計算方法としては、最も簡潔かつ客観的方法であるポリゴン法(Polygon Method)を採用した。

8-2 計算プロセス・計算基礎

- (1) 実厚2 m以上、Pb+Zn 10%以上、銅鉍の場合はCu 2%以上を鉍量計上の対象とした。しかし、 $Pb+Zn \geq 10\%$ 、 $Cu \geq 2\%$ を示すサンプル数が1個のみの場合は除外した。
- (2) 捕捉された各鉍石部の中心点を、鉍化帯の延長方向に平行する透視断面(N20°W-S20°E)にプロットした。
- (3) 鉍石部の境界面及び鉍石又は母岩の面構造のボーリング方向に対する角度(試錐地質柱状図では余角で示されている)から、各鉍石部の実厚を求め、次にこれを鉍体又は母岩の推定傾斜から水平方向の実巾に変換した(Table 4参照)。
- (4) 鉍量計上範囲は、捕捉された各鉍石部の中心点より、走向方向及び垂直方向とも、水平実巾の5倍以内、最大50 mまでとした。
- (5) 地表より30 mまでの範囲は、酸化・溶脱の可能性があるので、鉍量計上範囲から除外した。
- (6) 各鉍石部中心点を結ぶ距離が、2点の水平実巾合計の5倍以内で、地質的に鉍石部の連続が予想される場合は単一鉍体とみなし、各捕捉点を中心とするポリゴンを設定した。ポリゴンの境界線は隣接する捕捉点から等距離になるよう設定された。
- (7) なお、鉍化層準延長部で鉍石部を確認できなかった地点についても、末鉍化部を削除するためポリゴンを設定した。鉍石部捕捉点が1点のみの鉍体は4角形とした。
- (8) 各ポリゴン毎に面積・容積を求め、鉍量・品位を集計した。比重は、実測値3.83に空隙率12%を考慮し、3.4とした。
- (9) ポリゴン法は、調査密度が荒い場合、又鉍体の厚さ及び形態に変動が大きい場合、特に各

ポリゴンの周縁部で、鉍量が過大に計上される傾向がある。ポリゴン法の性格及び容積計算に使用した鉍石部の水平方向実巾が推計値であることを考慮すれば、実際の鉍量の推定にはある程度（90%—75%）の査定率を用いればより安全である。

(10) 埋蔵品位については安全率として95%を使用した。

8-3 サンプルング・分析

1) ボーリング・コアのサンプルング方法

- (1) 高品位部：原則として1 m間隔。ダイヤモンド・カッターにより、コアを縦に2等分し、更に半片を2等分し、コアの1/4量を採取する。
- (2) 中品位部：原則として2 m間隔。コア・スプリッターにより、コア半片を採取。必要に応じて、現場で破碎し、サンプル・スプリッターにより縮分する。
- (3) 低品位部：サンプルング間隔は最大10 mまで任意。ハンマーを使い、小塊を連続的に採取する。

2) 坑道のサンプルング方法

- (1) 高品位部：両側壁，1 m高，水平方向1 m間隔の連続チャンネル・サンプルング。
- (2) 中品位部：両側壁：2 m間隔，1 m長，チドリ配置のチャンネル・サンプルング，又は片側壁2 m間隔，1 m長のチャンネル・サンプルング。
- (3) 低品位部：片側壁4 m間隔，1 m長のチャンネル・サンプルング。

3) 分 析

(1) 鉍石サンプルの分析

鉍石サンプルの分析は、原則としてINGEMMET分析所で行い、一部サンプルについては、プレンヘ（Plenge）分析所を使用した。分析成分は、Ag・Cu・Pb・Zn 4成分である。

INGEMMET分析所では、原則として原子吸光分析法（Atomic Absorption Spectrochemical Analysis）を使用している。第3年次鉍石サンプルの一部は、亜鉛がZn 40%台から50%台と非常に高い値を示している。このような高品位サンプルについては、湿式分析法（Wet Chemical Analysis）が適しているので、Zn 30%以上の高品位鉍石サンプルについては、プレンヘにおいて湿式法により亜鉛の再分析を実施し、この値を品位計算に採用した。

(2) 副成分の分析

副成分の含有量を調べるため、コンポジット・サンプル3個の分析を行い、下記の結果を得た。

	間 隔 m	深 度 m - m	Cu %	Pb %	Zn %	Bi %	Cd g/t	Sn %	W %
IC-11	26.7	107.2-133.9	0.05	2.92	18.17	0.10	270	0.32	Nd
IC-12	29.1	151.4-180.5	0.51	1.82	20.39	0.23	15	0.35	Nd
IC-14	9.8	113.9-123.7	0.19	0.02	17.90	0.13	54	0.38	Nd
			Sb %	Hg %	Fe %	As %	S %	Au g/t	Ag g/t
IC-11			0.09	0.01	21.30	0.43	27.46	Nd	32
IC-12			0.09	0.14	24.62	0.10	28.36	Nd	58
IC-14			0.09	0.03	29.16	0.11	34.72	Tr	52

(4) 比 重 測 定

ボーリング・コアの主要鉱石部37個のサンプルについて、かさ比重 (apparent specific gravity) を測定した。測定サンプルは、測定前に60℃で24時間乾燥し、表面をパラフィンでコーティングした。測定結果をTable 5に示す。

リンベ地区の黄鉄鉱質鉱石26個の比重測定値の平均は3.83、ティンヤク地区のスカルン質鉱石7個の測定値平均は3.61である。実際の鉱石 (ore in-situ) は、晶洞・空洞が発達するので、空隙率を考慮する必要がある。空隙率を、黄鉄鉱質鉱石12%、スカルン質鉱石6%と仮定すると、両タイプとも比重は3.4となる。

8-4 試 算 結 果

1) リンベ地区

鉱量計算図をFig.16に、鉱量計算表をTable 6に示した。リンベ地区のポリゴン法による鉱量試算結果は次のとおりである。

	埋蔵鉱量	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
鉛・亜鉛鉱	325万t	48	0.13	1.95	18.99
銅 鉱	10万t	32	2.84	0.03	0.39

2) リンベ南地区 (ティンヤク地区)

現在、約100m離れた2本のボーリングで鉱石部を捕捉した段階であるが、鉱石部の平均水平巾を19.1m、走向延長200m、上下延長を150m、比重3.4、鉱床賦存率を75%と仮定すれば、次式により、約146万tの鉱量の賦存が期待される。

$$19.1 m \times 200 m \times 150 m \times 3.4 \times 0.75 = 1,461,150 t$$

2本のボーリングで確認された加重平均品位は、Ag10g/t, Cu1.85%, Pb0.01%, Zn19.59%である。

Table 4 List of the Confirmed High Grade Mineralized Parts

Area	DDH	Depth m	Interval m	No. of Sample	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Angle (Comp.)	Inc.	Real Thick m	Horiz. Width m	Orebody
Limpe	DDH-3	104.6-108.6	4.0	4	89	0.03	6.74	14.17	55°	90°	2.29	2.3	U ₁
	DDH-3	108.6-118.9	10.3	10	32	0.03	1.26	4.56	55°	90°			
	IC-10												
	IC-1	121.0-129.0	8.0	4	4	0.07	0.76	3.64	40°	90°			
	DDH-4	61.3- 76.1	14.8	15	13	0.07	0.04	14.49	50°	90°	9.51	9.5	U ₂
	DDH-4	84.9-104.7	19.8	16	10	0.10	0.30	7.78	55°	90°			
	IC-6	96.8-101.0	4.2	4	4	0.03	0.85	5.27	40°	85°			
	IC-6	108.0-115.0	7.0	5	15	0.32	0.02	21.59	30°	85°	6.06	6.1	D ₁
	IC-6	115.0-122.8	7.8	4	23	2.48	0.02	0.46	30°	85°	6.75	6.8	C ₁
	IC-7												
	NX-1		6.0	6	17	1.42	0.04	0.30	10°				
	NX-1		12.0	24	8	0.10	0.07	17.13	10°			11.8	U ₃
	IC-11	107.2-133.9	26.7	19	38	0.04	3.16	22.69	40°	85°	20.45	20.5	D ₂
	IC-2	77.6- 82.1	4.5	2	5	7.10	0.22	0.48	50°	80°	2.89	2.9	C ₂
	IC-2	82.1-104.7	22.6	19	34	0.08	3.75	15.06	60°	75°	11.30	11.7	D ₃
	IC-2	104.7-126.0	21.3	4	4	0.14	0.16	15.68	60°	75°	10.65	11.0	D ₄
	IC-2	126.0-146.3	15.3+	5	46	3.43	0.03	0.43	60°	80°	7.65	7.8	C ₃
	IC-2	211.0-227.4	16.4	8	25	0.06	4.53	9.39	45°	80°	11.60	11.8	U ₄
	NX-2		7	8	32	0.86	0.31	2.98	10°				
	IC-12	144.3-183.5	39.2	38	78	0.19	2.61	24.08	35°	75°	32.11	33.2	D ₅
	DDH-5	95.6-101.7	6.1	5	35	1.10	2.89	15.22	55°	80°	3.50	3.6	U ₅
	DDH-5	181.0-204.0	23.0	23	163	0.14	2.92	27.15	60°	75°	11.50	11.9	D ₆
	SX-2		15.0	31	182	0.16	3.84	30.11	0°			15.0	D ₇
SX-2		6.0	12	26	0.08	2.63	11.75	0°			6.0	U ₆	
IC-13													
IC-3													
IC-14	107.1-123.7	16.6	13	32	0.18	0.13	16.78	40°	75°	12.72	13.2	U ₇	
IC-14	131.6-133.8	2.2	2	28	0.28	0.06	31.00	45°	75°	1.56	1.6		
SX-1													
DDH-6	194.4-215.3	20.9	18	22	0.18	0.20	16.04	65°	85°	8.83	8.9	U ₈	
DDH-6	248.2-262.2	14.0	7	13	1.67	0.03	0.10	60°	85°				
IC-4	114.0-120.3	6.3	3	32	2.20	0.02	0.29	60°	80°	3.15	3.2	C ₄	
IC-16													
IC-5													
IC-8	174.5-178.1	3.6	3	23	2.43	0.11	0.11	10°	65°	3.55	3.9	C ₅	
Tinyag	DDH-7	56.0- 63.0	7.0	5	5	0.21	0.01	19.71	60°	65°	3.50	3.9	T ₁
	DDH-7	81.0- 99.0	18.0	18	4	0.11	0.05	5.34	60°	65°			
	DDH-7	116.0-135.0	19.0	15	9	3.18	-	19.53	55°	65°	10.90	12.0	T ₂
	IC-18	96.9-125.5	28.6	22	8	1.32	0.01	19.79	45°	65°	20.22	22.3	T ₃

* In principle, listed up ore parts above 5% in Pb+Zn and above 1.5% in Cu averaging more than 2 samples.

+ Excluded of non-core part.

NX and SX marks show Tunnels.

$$\text{Real Thickness (m)} = \text{Interval (m)} \times \sin (90^\circ - \text{Angle})$$

$$\text{Horiz. Width (m)} = \text{Real Thickness (m)} \times \frac{1}{\cos (90^\circ - \text{Inc.})}$$

Table 5 Measurement Results of Specific Gravity

Sample No.	Type of Ore	Wa (g)	Wp (g)	Ww (g)	D
BC-03-107	Gl-Sp-Py ore	70.40	71.70	53.25	4.13
BC-04-064	Sp-Py ore	182.15	185.45	138.90	4.24
BC-04-068	Sp-Py ore	115.90	117.50	88.15	4.19
BC-04-076	Sp-Py ore	141.50	143.50	107.30	4.16
BC-04-087	Sp-Py ore	124.95	126.90	96.00	4.34
BC-04-104	Sp-Py ore	79.30	80.60	59.80	4.08
BC-05-099	Gl-Sp-Py ore	65.45	66.50	48.60	3.90
BC-05-183	Sp-Py ore	62.40	63.70	47.40	4.19
BC-05-190	Sp-Py ore	61.05	62.30	45.30	3.90
BC-05-192	Sp-Py ore	64.25	65.45	47.00	3.74
BC-05-195	Sp-py ore	75.50	77.00	56.35	3.97
BC-05-199	Gl-Sp-Py ore	71.05	72.90	52.90	3.95
IC-02-083	Sp-Py ore	131.0	133.2	96.5	3.81
IC-02-089	Sp diss ore	67.6	69.2	44.9	2.99
IC-02-099	Gl-Sp-Py ore	133.6	136.3	98.6	3.84
IC-02-103	Sp-Py ore	145.5	148.2	108.3	3.93
IC-02-118	Sp diss ore	100.6	102.7	64.2	2.77
IC-02-225	Sp-Py ore	75.6	77.2	55.1	3.71
IC-11-119	Sp-Py ore	87.2	89.5	64.3	3.84
IC-11-123	Sp ore	112.6	114.7	83.3	3.86
IC-12-164	Gl-Sp ore	114.4	116.7	82.6	3.62
IC-12-172	Sp ore	159.8	163.0	122.5	4.32
IC-12-175	Sp ore	98.2	100.3	72.6	3.86
IC-12-183	Sp ore	72.0	73.8	45.5	2.73
IC-14-117	Sp-Py ore	124.7	127.2	91.3	3.76
IC-14-133	Sp-Py ore	114.8	117.1	82.9	3.62
Av. of Massive Sp-Py ore					3.83
BC-07-085(A)	Sk ore	152.35	154.30	107.90	3.43
BC-07-085(B)	Sk ore	108.50	110.30	73.35	3.10
BC-07-123	Sp Sk ore	104.50	105.85	78.65	4.05
BC-07-126	Sp Sk ore	104.60	106.40	70.50	3.08
BC-07-127	Sp-Mt Sk ore	80.30	81.50	59.70	3.91
IC-18-121	Sp Sk ore	58.7	59.9	41.0	3.33
IC-18-125	Sp-Py ore	128.4	130.7	98.9	4.38
Av. of Skarn ore					3.61

D : Apparent specific gravity

Wa: Weight of dried sample in the air

Wp: Weight of paraffin coated sample in the air

Ww: Weight of paraffin coated sample in the water

Dp: Specific gravity of paraffin (=0.9)

Dw: Specific gravity of water (=0.997)

$$D = \frac{Wa \times Dw}{Wp - Ww - (Wp - Wa) / Dp}$$

Table 6 Table for Ore Reserves Calculation

Zone	Body	Area (m ²)	Wid. (m)	Volume (m ³)	Tonnage* (t)	Grade				Metal Value			
						Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Ag kg	Cu t	Pb t	Zn t
D	D ₁	3,200	6.1	19,520	66,300	15	0.32	0.02	21.59	994	212	13	14314
	D ₂	6,500	20.5	133,250	453,000	38	0.04	3.16	22.69	17214	181	14314	102785
	D ₃₋₄	6,600	22.7	149,820	509,300	20	0.11	2.01	15.36	10186	560	10236	78228
	D ₅	8,400	33.2	278,880	948,100	78	0.19	2.61	24.08	73951	1801	24745	228302
	D ₆₋₇	5,500	13.4	73,700	250,500	172	0.15	3.38	28.63	43086	375	8467	71717
Subtotal					2,227,200	65	0.14	2.59	22.24	145431	3129	57775	495347
U	U ₁	200	2.3	460	1,500	89	0.03	6.74	14.17	133	0	101	212
	U ₂	5,000	9.5	47,500	161,500	13	0.07	0.04	14.49	2099	113	64	23401
	U ₃	7,600	11.8	89,680	304,900	8	0.10	0.07	17.13	2439	304	213	52229
	U ₄	3,900	11.8	46,020	156,400	25	0.06	4.53	9.39	3910	93	7084	14685
	U ₅	450	3.6	1,620	5,500	35	1.10	2.89	15.22	192	60	158	837
	U ₆	1,800	6.0	10,800	36,700	26	0.08	2.63	11.75	954	29	965	4312
	U ₇	5,600	13.2	73,920	251,300	32	0.18	0.13	16.78	8041	452	326	42168
	U ₈	3,700	8.9	32,930	111,900	22	0.18	0.20	16.04	2461	201	223	17948
Subtotal					1,029,700	19	0.12	0.89	15.13	20229	1252	9134	155792
Zn-Pb Ore Total					3,256,900	51	0.13	2.05	19.99	165660	4381	66909	651139
Adjusted Total**					3,256,900	48	0.13	1.95	18.99	157377	4161	63563	618582
Cu	C ₁	1,800	6.8	12,240	41,600	23	2.48	0.02	0.46	956	1031	8	191
	C ₂	200	2.9	580	1,900	5	7.10	0.22	0.48	9	134	4	9
	C ₃	1,800	7.8	14,040	47,700	46	3.43	0.03	0.43	2194	1636	14	205
	C ₄	450	3.2	1,440	4,800	32	2.20	0.02	0.29	153	105	0	13
	C ₅	450	3.9	1,755	5,900	23	2.43	0.11	0.11	135	143	6	6
Cu Ore Total					101,900	34	2.99	0.03	0.42	3447	3049	32	424
Adjusted Total**					101,900	32	2.84	0.03	0.39	3274	2896	30	402

* Specific gravity in situ : 3.4

** Safety factor of ore grade : 0.95

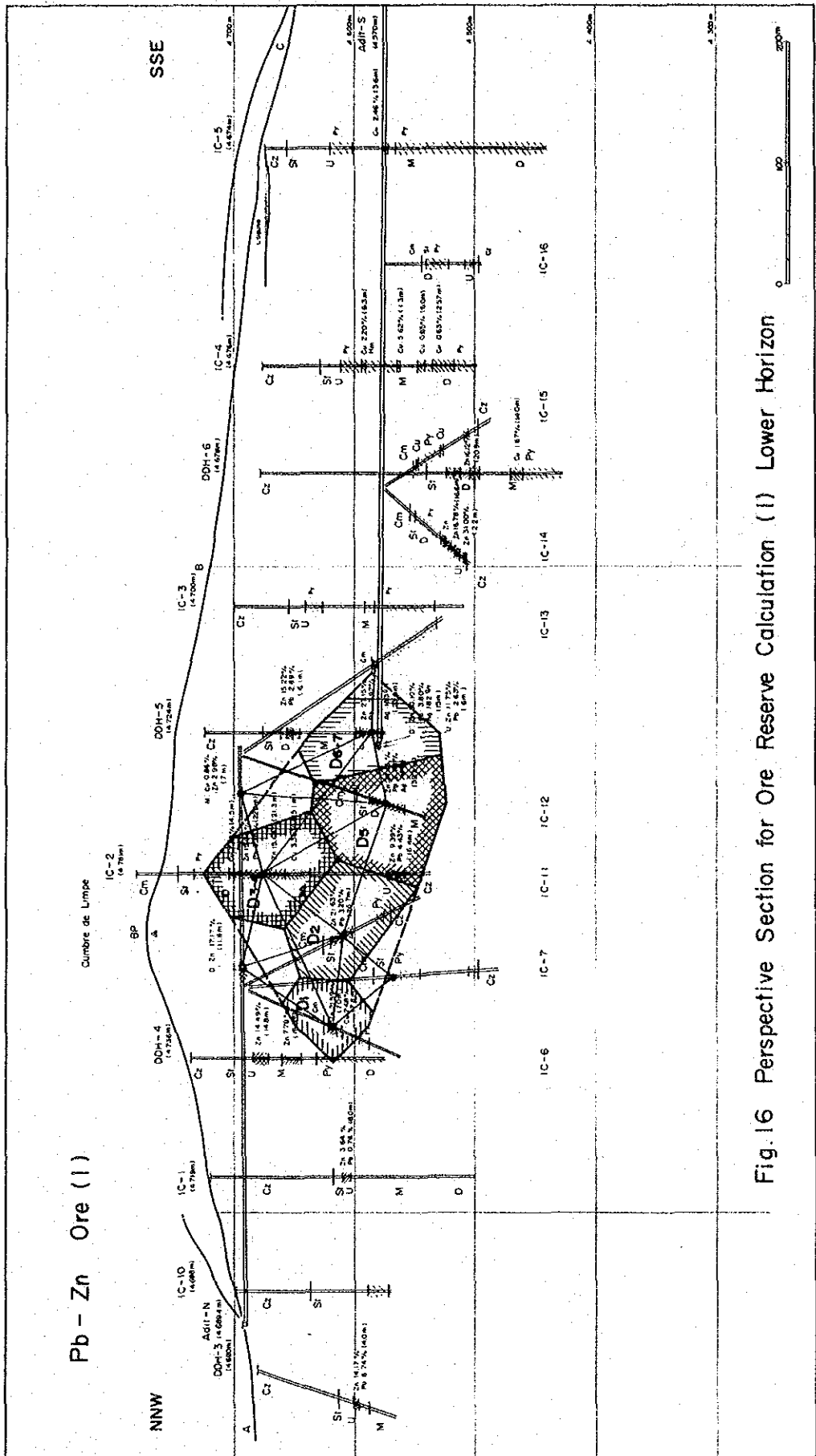


Fig.16 Perspective Section for Ore Reserve Calculation (1) Lower Horizon

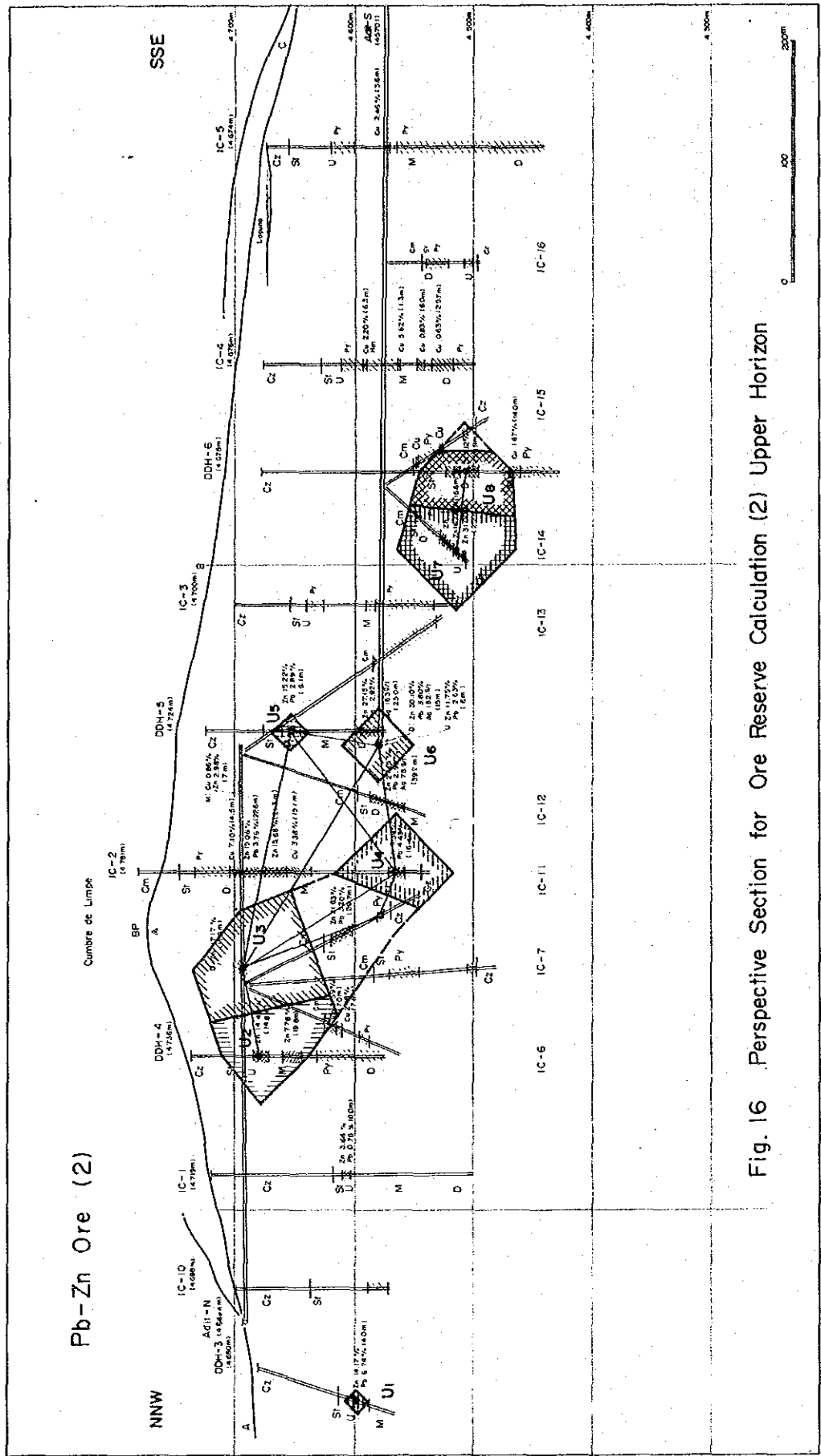


Fig. 16 Perspective Section for Ore Reserve Calculation (2) Upper Horizon

第9章 結論及び勧告

9-1 結 論

- 1) 1982年より1984年に至る3年間、イスカイクルス地域リンベ地区が、鉛・亜鉛高品位鉱埋蔵の可能性を有する地区として選定され、坑道調査及び坑内外ボーリング調査より成る探鉱調査が実施された。又、リンベ南地区に対しては、地表ボーリング調査が実施された。
- 2) これらの探鉱調査の結果、リンベ地区で鉛・亜鉛高品位鉱の埋蔵が確認された。主要鉱体の規模は、走向方向約300 m、垂直方向150 m以上、層厚10 m及至30 mと推定される。
- 3) リンベ地区鉱床群のポリゴン法による埋蔵鉱量試算の結果は、下記のとおりである。
 鉱 量：約325万 t
 品 位：Ag 48 g/t, Cu 0.13%, Pb 1.95%, Zn 18.99%
- 4) リンベ南地区についても、銅・亜鉛高品位鉱の賦存が確認された。

9-2 勧 告

- 1) イスカイクルス地域の鉱山開発のため、次段階の調査として、開発投資に必要な各分野を網羅する開発計画調査を実施することが望ましい。
- 2) リンベ地区については、今後、鉱床と鉱量の詳細確認のための調査に移行することが望ましい。リンベ南地区、リンベ北部地区、クンシャ・ブンタ地区などの有望地区に対しては、ボーリング調査を実施することが望ましい。

REFERENCES

- Bellido, B.E. (1969)
Sinopsis de la geología del Perú.
Serv. Geol. Min., Perú, Bol. 22.
- Bellido, B.E., Luis de Montreuil, D. y Girard, P.D. (1969)
Aspectos generales de la metalogénia del Perú.
Serv. Geol. Min., Perú.
- Cobbing, J. (1973)
Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyon, Huacho,
Huaral y Canta. Ser. Geol. Min., Perú, Bol.26.
- Cobbing, E.J., Pitcher, W.S., Wilson, J.J., Baldock, J.W., Taylor, W.P.,
MacCourt, W. and Snelling, N.J. (1981)
The geology of the Western Cordillera of northern Perú.
Institute of Geological Sciences, London.
- Einaudi, M.T. (1977)
Environment of ore deposition at Cerro de Pasco, Perú.
Econ. Geol., v.72, p.893-924.
- Imai, H., Kawasaki, M., Yamaguchi, M. and Takahashi, M. (1985)
Mineralization and paragenesis of the Huanzala mine, Central Perú.
Econ. Geol., v.80, p.461-478.
- James, D.E. (1971)
Plate tectonic model for the evolution of the Central Andes.
Geol. Soc. Amer. Bull., v.82, p.3325-3346.
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan
(1980-1982), Report on geological survey of the Oyon area.
Phase I., Phase II., Phase III.
- Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan
(1982), Consolidated report on geological survey of the Oyon area.

Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan
(1983-1985), Report on geological survey of the Iscaycruz (Oyon)
area. Phase I., Phase II., Phase.III.

Jenks, W.F. (1956)

Peru, Handbook of South American Geology.
Geol. Soc. Amer., Memoir, 65, p.215-247.

Jenks W.F. (1979)

Geology of South America, Geology of the World (in Japanese).
Iwanami, Tokyo, p.143-172.

Miyashiro, A. (1979)

Orogenesis based on the plate tectonics, The Transitional Earth
(in Japanese). Iwanami, Tokyo, p.35-144.

Petersen, U. (1965)

Regional geology and major ore deposits of Central Peru.
Econ. Geol., v.60, p.407-475.

Petersen, U. (1970)

Metalogenetic provinces of South America.
Geol. Rundschau, v.59, p.834-897.

Ponzoni, S.E. (1980)

Metalogenia del Peru. Instituto Geologico Minero y Metalurgico,
Lima, Peru.

Wilson, J.J. (1963)

Cretaceous stratigraphy of Central Andes of Peru.
Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., v.47, p.1-34.

Image of Zinc Ore by Polished Thin Section

(1) IC-12-163

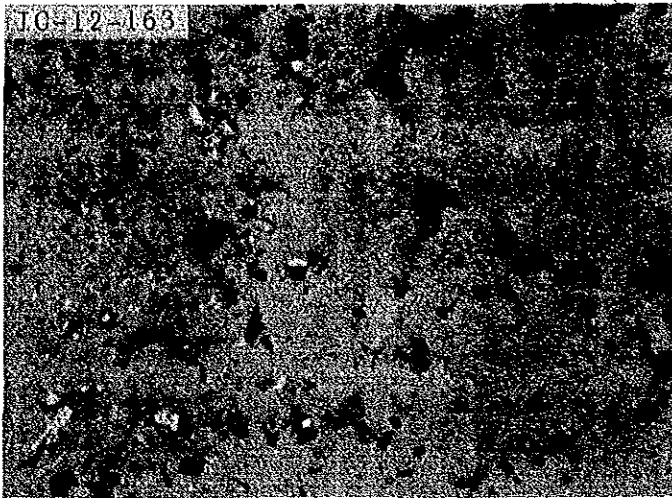
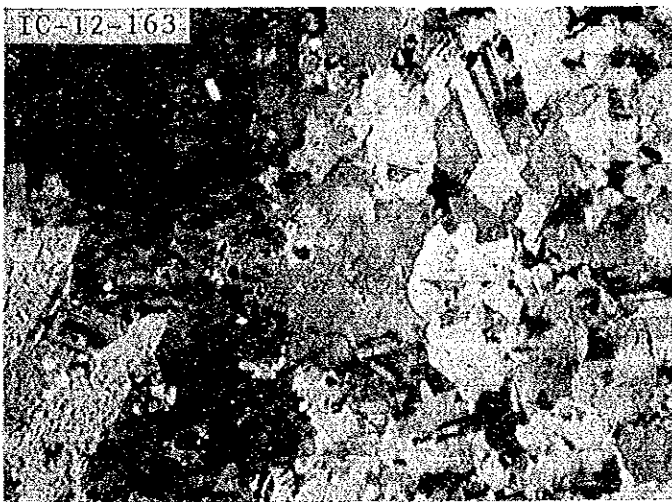


Image of Zinc Ore
by reflected light

The greater portion is
sphalerite and left part
abounds with chalcopyrite
dots.



Etching Image
by reflected light

Boundary of each crystal
and twinning structure
are clearly observed.

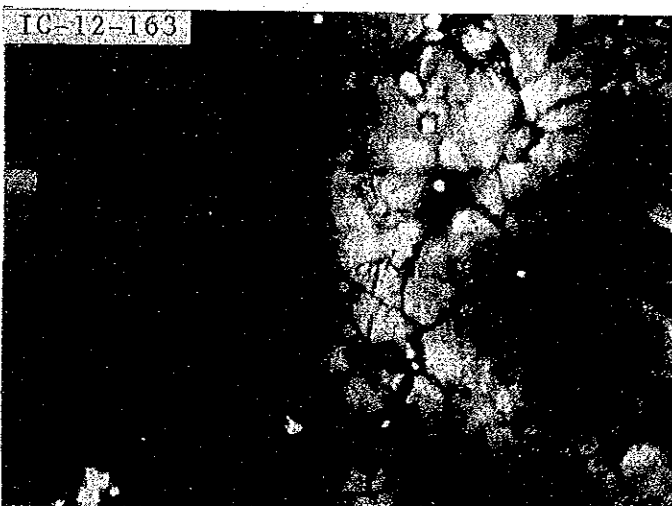


Image by transmitted light

Zoning structure of different
type of sphalerites, black,
red, pale-yellow, and white
colors, is observed.

0 0.5mm

A horizontal scale bar with a vertical tick mark at the left end labeled "0" and another at the right end labeled "0.5mm".

Image of Zinc Ore by Polished Thin Section

(3) IC-12-170

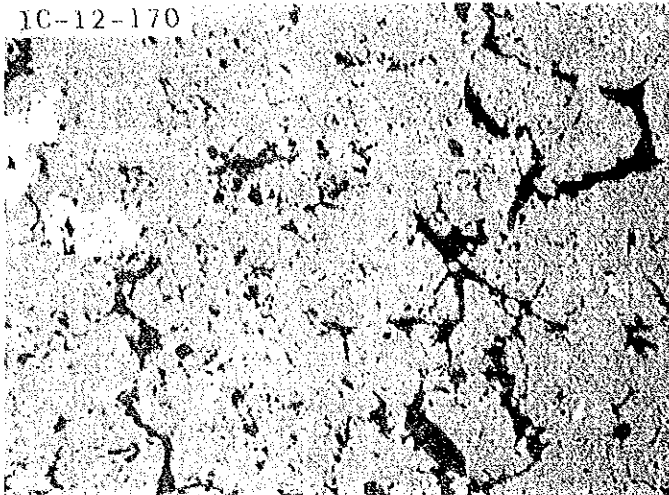
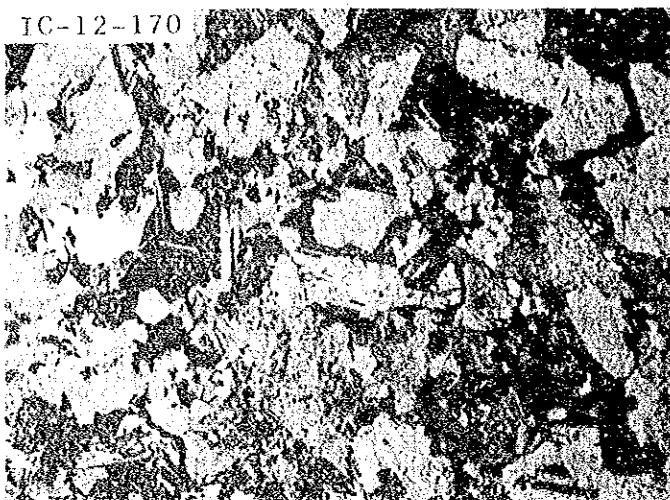


Image of Zinc Ore

The greater part is composed of sphalerite. Pyrite grains are found to the left side and parts of crowded chalcopyrite dots are observed.



Etching Image by reflected light

Twinning structure in sphalerite is clearly observed.

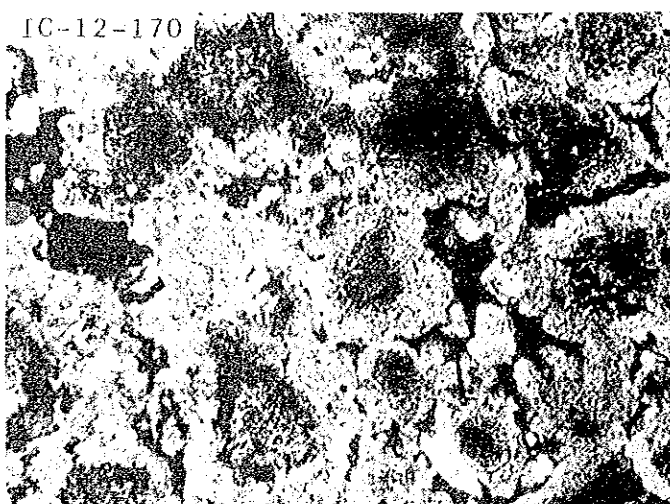


Image by transmitted light

Black parts are scattered sporadically in concordance with the parts of crowded chalcopyrite dots.

0 0.5mm

A horizontal scale bar with a double-line border. The left end is labeled '0' and the right end is labeled '0.5mm'.